

Gemeinde Hallbergmoos
Bebauungsplan Nr 89 „Wohnquartier
Ludwigstraße“

—

Wasserwirtschaftliche Untersuchung

Konzept zur
Niederschlagswasserbeseitigung

August 2026



Gemeinde Hallbergmoos
Rathausplatz 1
85399 Hallbergmoos



SCHLEGEL
Beratende Ingenieure

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG
Guntherstraße 29
80639 München
Zeichen: 2392.15

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorhabensträger	4
2.	Veranlassung.....	5
3.	Aufgabenstellung	6
4.	Grundlagen	7
4.1	Grundstück	7
4.2	Planungsgrundlagen Übersicht.....	8
4.3	Machbarkeitsstudie	8
4.4	Vermessung	9
4.5	Baugrund.....	9
4.5.1	Allgemein	9
4.5.2	Kampfmittel	9
4.5.3	Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	10
4.5.4	Grundwasser	11
4.5.5	Versickerung	12
4.5.6	Geländeerhöhung	13
4.6	Regelwerke	13
4.7	Niederschlagswasseraufkommen	15
5.	Entwässerungsstrategie.....	17
5.1	Ableitungswege Niederschlagswasser	17
5.2	Versickerung ins Grundwasser	18
5.2.1	Ersteinschätzung Versickerung	18
5.2.2	Bewertung Niederschlagswasser nach DWA-A 138-1 und Anforderungen an Vorreinigung	18
5.3	Variantenuntersuchung Versickerungsanlagen	20
5.3.1	Versickerung in Mulden.....	20
5.3.2	Breitflächige Flächenversickerung	20
5.3.3	Versickerung in Bodenpassagen unter Rigolen, Mulden, Schächten.....	21
5.3.4	Versickerung in zentralen Sickerbecken.....	21
5.4	Variantenbewertung	21
5.5	Vorzugsvariante: Muldenversickerung.....	22
5.5.1	Bestimmung Sickerflächen	23
5.5.2	Berechnung Zuflüsse	24
5.5.3	Berechnung Versickerungsleistung	24
5.5.4	Berechnung Speichervolumen.....	24
5.5.5	Flächenverfügbarkeit Muldenversickerung	25
5.5.6	Ermittlung der erforderlichen Höhenlage der Sickermulden.....	26
5.5.7	Geländeerhöhung	28
5.6	Fazit Muldenversickerung	29
5.7	Alternative: Ableitung in Oberflächengewässer	30

5.8	Starkregenableitung und Überflutungsnachweis	30
5.9	Abstimmung Ergebnisse mit Genehmigungsbehörden	31
6.	Fazit Niederschlagswasserbeseitigung	32

Abbildungen

Abbildung 1: Übersichtskarte: Geplantes Ludwigsquartier in Hallbergmoos	5
Abbildung 2: Plangebiet Ludwigsquartier (aus Entwurf Bplan von CL Map, 08.01.2026)	7
Abbildung 3: Blick gen Norden auf das westliche Baugrundstück mit mittig verlaufenden Grillgraben ..	8
Abbildung 4: Geologischer Schnitt aus Baugrundgutachten Crystal Geotechnik: Schnitt C-C.....	11
Abbildung 5: Ermittelte Grundwasserstände West und Ost (aus Baugrundgutachten von Crystal Geotechnik, vom 05.08.2026)	11
Abbildung 6: Lageplan mit mHW-Gleichen (aus Baugrundgutachten von Crystal Geotechnik, vom 05.08.2026)	12
Abbildung 7: Wahl der Bemessungshäufigkeit für Versickerungsanlagen nach DWA-A 138-1	15
Abbildung 8: Möglichkeiten der Niederschlagswasserbeseitigung (aus DWA-A 138-1).....	18
Abbildung 9: Kategorisierung Niederschlagswasser „Ludwigsquartier“ gemäß DWA-A 138-1	19
Abbildung 10: Anforderungen an Niederschlagswasserbehandlung Kategorie I gemäß DWA-A 138-1	20
Abbildung 11: Übersicht Versickerungsanlagen aus DWA-A 138-1	22
Abbildung 12: Schema Versickerungsmulde (aus DWA-A 138-1)	22
Abbildung 13: Beispielhafte Anordnung der Sickermulden (in blau) im westlichen Teilbereich	25
Abbildung 14: Beispielhafte Anordnung der Sickermulden (in blau) im östlichen Teilbereich	26
Abbildung 15: Prinzip-Skizze westlicher Teilbereich am Beispiel der Sickermulde nördlich Gebäude 3: Anlage und Ausbildung einer Sickermulde und Geländemodellierung	27
Abbildung 16: Prinzip-Skizze östlicher Teilbereich am Beispiel der Sickermulde südlich Gebäude 10: Anlage und Ausbildung einer Sickermulde und Geländemodellierung	28

Anlagen

Anlage A: Baugrundgutachten vom 16.03.2026, Crystal Geotechnik, Revision 3 vom 05.08.2026

Anlage B: Kostra Regendaten 2020 Ludwigsquartier

Anlage C: Checkliste Ersteinschätzung Versickerung

Anlage D: Vorbemessung Sickermulden nach DWA-A 138-1

Anlage E: Planunterlagen

- Lagepläne
- Schnitte als Prinzipskizzen

Anlage F: Emailverkehr mit uNb Freising vom Juli 2026

Anlage G: Protokoll, Stand 10.08.2026: Abstimmung mit WWA München am 30.06.2026

Abkürzungsverzeichnis

Kürzel	Erläuterung	Einheit
A	Fläche	m ²
Au	Undurchlässige Fläche	m ²
C	Abflussbeiwert	-
EZG	Einzugsgebiet	
FMG	Flughafen München GmbH	
Flur-Nr.	Flurnummer	
GOK	Geländeoberkante	m NN
HBM	Hallbergmoos	
LfU	Landesamt für Umwelt	
NN	Normalnull	
NSW	Niederschlagswasser	
ROK	Rohroberkante	m NN
S	Sohle	m NN
uNb	Untere Naturschutzbehörde	
uWb	Untere Wasserbehörde	
WWA	Wasserwirtschaftsamt	

1. Vorhabensträger

Auftraggeber für das Konzept zur Niederschlagswasserbeseitigung für das Wohnquartier in der Ludwigstraße (Bebauungsplan Nr. 89) in Hallbergmoos ist die Gemeinde Hallbergmoos.

Auftragsgeber

Gemeinde Hallbergmoos
Rathausplatz 1
85399 Hallbergmoos

Ansprechpartner: Frau Wagner
Tel.: 0811 5522-437

Bauherr

Flughafen München GmbH
Nordallee 25
85356 München

Ansprechpartner: Frau Widl
Tel.: 089 975-37212

Herr Weiland
Tel.: 089 975-37317

Verfasser Konzept

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG
Guntherstraße 29
80639 München

Ansprechpartner: Herr Dipl.-Ing. Würzberg
(Geschäftsbereichsleiter „Siedlungswasserwirtschaft und Infrastruktur“)
Tel.: 089 17902 117

Herr Lutz, M.Sc.
(Projektingenieur)
Tel.: 089 17902 232

2. Veranlassung

Die Flughafen München GmbH plant auf einer Fläche am nördlichen Rand der Gemeinde Hallbergmoos die Ausweisung eines urbanen Gebietes (s. Abbildung 1). Das Baufeld liegt wenige hundert Meter südöstlich des Münchner Flughafens Franz Josef Strauß und ist im Besitz der Flughafen München GmbH (FMG).

Die Gemeinde Hallbergmoos als Träger der Bauleitplanung beabsichtigt für dieses Gebiet die Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 89 „Wohnquartier Ludwigstraße“. Gemäß dem derzeit vorliegenden Entwurf des Bebauungsplans ist vorgesehen, innerhalb des Plangebiets bis zu zehn Baufelder zu entwickeln. Teilweise bestehen auf den vorgesehenen Baufeldern bereits Bestandsgebäude.

Zur Berücksichtigung der wasserwirtschaftlichen Belange im Rahmen der Bauleitplanung wurde das Ingenieurbüro Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG durch die Gemeinde Hallbergmoos mit der Erstellung eines Konzeptes zur Niederschlagswasserbeseitigung beauftragt. Das Versickerungskonzept untersucht die grundsätzlichen Möglichkeiten der Niederschlagswasserbewirtschaftung unter Berücksichtigung der örtlichen Randbedingungen und dient als fachliche Grundlage und als Nachweis für die Festsetzungen im Bebauungsplan. Mit der Konzeption werden die Anforderungen an die zukünftige Grundstücksentwässerung sowie den Umgang mit anfallendem Niederschlagswasser dargestellt.



Abbildung 1: Übersichtskarte: Geplantes Ludwigsquartier in Hallbergmoos

3. Aufgabenstellung

Im Zuge der Angebotserstellung wurden Ingenieurbüro Schlegel bereits Leistungsinhalte definiert.

Auf Grundlage des vorliegenden Entwurfs des Bebauungsplans Nr. 89 „Wohnquartier Ludwigstraße“ sowie des verfügbaren Baugrundgutachtens ist ein Konzept zur Niederschlagswasserbeseitigung für das Plangebiet zu erarbeiten.

Im Rahmen des Konzepts sind zunächst die relevanten Randbedingungen zu erfassen und auszuwerten. Hierzu zählen insbesondere die planungsrechtlichen Vorgaben des Bebauungsplans, die topografischen Verhältnisse sowie die hydrogeologischen Gegebenheiten des Untergrundes. Auf dieser Basis ist das zu erwartende Niederschlagswasseraufkommen unter Ansatz geeigneter Bemessungsregen gemäß den einschlägigen Regelwerken zu ermitteln. Darauf aufbauend sind geeignete Lösungen zum Umgang mit dem anfallenden Niederschlagswasser zu entwickeln. Hierbei sind insbesondere die Flächenverfügbarkeit im Grundstück sowie die Versickerungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung der gegebenen Grundwasserverhältnisse und Ableitungsmöglichkeiten in Gewässer zu betrachten.

Für die erarbeiteten Entwässerungskonzepte ist eine Vorbemessung der Versickerungs- bzw. Rückhalteinrichtungen gemäß den Regelwerken (vor allem DWA-A 138-1 sowie DWA-M 153) durchzuführen. Dabei ist sowohl die hydraulische Leistungsfähigkeit als auch die stoffliche Belastung des Niederschlagswassers zu berücksichtigen.

Das Konzept ist in geeigneter Weise zu dokumentieren. Hierzu gehören neben einer textlichen Beschreibung auch die Darstellung der Entwässerungssystematik in Form eines Übersichtslageplans sowie schematische Darstellungen der vorgesehenen Anlagen.

4. Grundlagen

Das Projektgebiet befindet sich am nördlichen Rand der Gemeinde Hallbergmoos. Die Fläche, auf der die Baufelder 1 bis 8 liegen, wird im Süden von der Ludwigstraße, im Westen und Norden von der Schwaiger Straße und im Osten von der Goldach (Ludwigskanal) begrenzt.

Die Baufelder 9 und 10 befinden sich östlich der Goldach zwischen der Ludwigstraße und dem Wertstoffhof. Im westlichen Bereich zwischen den Baufeldern 1 und 2 verläuft der Grillgraben durch das Projektgebiet.

4.1 Grundstück

Die von der geplanten Bebauung betroffenen Flurstücke umfassen die Nummern 55/3, 60, 60/2, 60/3, 60/4, 60/5, 60/6, 60/7, 60/8, 60/9, 61/1, 61/2, 61/3, 2858, 2860, 3040 und 2870/2 der Gemarkung Hallbergmoos. Diese Flurstücke befinden sich im Besitz der FMG. Die FMG plant außerdem, ca. 200 m² des östlichen Endes des Flurstücks 3055 zu erwerben.



Abbildung 2: Plangebiet Ludwigsquartier (aus Entwurf Bplan von CL Map, 08.01.2026)

Das vom Bebauungsplan betroffene Gebiet westlich der Goldach hat eine Ost-West Ausdehnung von rund 330 m, eine Nord-Süd Ausdehnung zwischen 70 und 170 m und damit eine Fläche von etwa 45.050 m². Das westliche Grundstück ist im westlichen Bereich durch den Grillgraben getrennt (s. Abbildung 3), der gemäß Bebauungsplanvorentwurf einschließlich der Uferstreifen erhalten werden soll. Das Grundstück östlich der Goldach hat eine Ausdehnung von rund 100 m x 90 m und eine Fläche von 8.070 m². Südlich der Grundstücke verläuft die Ludwigstraße (Flur-Nr. 61).

Insgesamt beläuft sich die Fläche des Bebauungsplans auf 53.163 m² = ca. 5,3 ha.

Ohne Einbezug der angrenzenden öffentlichen Straßen sowie dem Uferstreifen der Goldach beläuft sich die Fläche auf:

- Gesamtfläche Grundstück A_{ges} = 46.850 m²
- Westteil Grundstück A_{West} = 40.850 m²
- Ostteil Grundstück A_{Ost} = 6.000 m²

Es wird hier angenommen, dass die Ludwigstraße weiterhin in den bestehenden Straßenkanal entwässert und die Erschließungsstraße westlich des östlichen Teilgrundstücks an diesen Kanal angeschlossen wird. Der Uferstreifen der Goldach ist versickerungstechnisch für hier nicht relevant.



Abbildung 3: Blick gen Norden auf das westliche Baugrundstück mit mittig verlaufenden Grillgraben

4.2 Planungsgrundlagen Übersicht

- Machbarkeitsstudie 30.04.2025 von IB-Schlegel
- Bebauungsplanentwurf vom 28.01.2026 von CL Map
- Vermessung des Plangebiets 17.02.2025 von IB-Schlegel
- Baugrundgutachten 16.03.2026 von Crystal Geotechnik Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
→ Revision 3 vom 05.08.2026

4.3 Machbarkeitsstudie

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde die Vereinbarkeit des Bebauungsplan-Vorentwurfs mit den bestehenden Ver- und Entsorgungsleitungen untersucht. Dabei erfolgte eine Erhebung und Auswertung der vorhandenen Infrastruktur. Die Leitungsbestände wurden in einem gemeinsamen Bestandsplan zusammengeführt und hinsichtlich möglicher Konflikte mit

der geplanten Bebauung analysiert. Auf dieser Grundlage wurden erforderliche Leitungsumverlegungen identifiziert und hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Umsetzbarkeit bewertet. Darüber hinaus wurden mögliche Trassenkorridore für neu zu verlegende Leitungen entwickelt und planerisch dargestellt. Für bestehende und - die Vorzugsvariante - der geplanten Leitungstrassen wurden die erforderlichen Schutzstreifen ermittelt und in den Plandarstellungen berücksichtigt. Die über Dienstbarkeiten gesicherten Infrastrukturleitungen mit ihren Schutzstreifen und Festsetzungen sind bei der weiteren Planung zu beachten.

4.4 Vermessung

Das Plangebiet ist von West nach Ost gesehen relativ eben und befindet sich nahe der Ludwigsstraße auf überwiegend einer Geländehöhe zwischen 454 und 455 m NHN im westlichen Teilgebiet und zwischen 455 und 456 m NHN im östlichen Teilgebiet.

Von der Ludwigstraße aus nach Norden fällt das Gelände im westlichen Teilgebiet um circa 1,0 – 1,5 m auf etwa 453,50 m NHN ab, im östlichen Teilgebiet um circa 1,0 m auf 455,00 m NHN.

Die Vermessung enthält auch die bestehende Vegetation der Bäume und Sträucher. Sie ist den in Anlage E enthaltenen Planunterlagen als Grundlage hinterlegt.

4.5 Baugrund

Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse der im Zuge der Erschließungsplanung durchgeführten Baugrunderkundungen zusammenfassend dargestellt (s. Anlage A).

4.5.1 Allgemein

Zur Untergrunderkundung wurden insgesamt 6 Rammkernbohrungen, 9 Bohrsondierungen; davon 8 im Bereich des Wohnquartiers sowie 12 schwere Rammsondierungen abgeteuft. Von den Rammkernbohrungen wurden 2 zu Grundwassermessstellen ausgebaut. Aus den Rammkernbohrungen und Bohrsondierungen wurden Bodenproben entnommen und untersucht.

4.5.2 Kampfmittel

Das Untersuchungsgebiet wurde als Kategorie 1 nach BFR KMR eingestuft, wonach sich kein Kampfmittelverdacht auf der Fläche befindet. Demnach besteht kein weiterer Handlungsbedarf.

4.5.3 Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

Der Gutachter hat folgenden Schichtenaufbau in Tiefen von 0 bis 6 m erkundet. In Tabelle 1 sind die erkundeten Schichten unterhalb des Oberbodens (Homogenbereich O1) aufgeschlüsselt und beschrieben.

Tabelle 1: Bodenklassifizierung und charakteristische Bodenparameter (aus Baugrundgutachten Crystal Geotechnik Tabelle 4.1 und 4.2, angepasst IBS)

Schicht / Material	Lagerung/ Konsistenz	γ_s kN/m ³	γ'_s kN/m ³	φ'_s °	c'_s kN/m ²	$E_{s,k}$ MN/m ²	k_f m/s	Bodenart DIN EN ISO 14688-1	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300: 2012-09	Bodenklasse DIN 18301: 2012-11
ANMOOR (Homogenbereich O2)								n)			
- Torfe	gering-mäßig zersetzt	12-14	2-4	17,5-20	10-15	0,5-1	10^{-5} - 10^{-7}	H	HN/HZ	2/3	BO1-2
KIESIGE AUFFÜLLUNGEN (Homogenbereich B1)								Homogenbereich B1)			
- ± sandige Kiese	locker-mitteldicht	22	14	30-35	0	60-100	10^{-3} - 10^{-4}	A(G,s*,u'(h')) X,Y	[GU/GU*] -	3 (5-7) ¹⁾²⁾	BN1-2, BS1 BS2-4 ¹⁾
BINDIGERE AUFFÜLLUNGEN (Homogenbereich 2)								Homogenbereich B2)			
- Bodengemische	(breiig) weich-steif	14-18	4-8	17,5-25	5-20	0,8-5	10^{-5} - 10^{-8}	A(U,s-s*,g,(x',o')(h)/S,u*,g-g*)	[UL/UMSU/SU*]	4 (2) ³⁾	BB2 (1) ³⁾ BN2
- ± schluffige Kiese	locker-mitteldicht	16-18	8-9	25-30	0-2	6-20	10^{-7} - 10^{-9}	A(G,s-s*,u'-u',t')	[GU/GU*]	4	BN1, BS1
DECKLAGEN (Homogenbereich B3)								B3)			
- Wiesenkalke	steif	16-18	6-8	20-25	5-10	1-5	10^{-5} - 10^{-7}	WkU,s,g',o'/T,g,s,o'	OK	2-4	BB1-2
- Verwitterungskiese	locker	20	12	30-32,5	0	40-60	10^{-3} - 10^{-4}	G,u*,u',s-s',o'			BN 1-2
								G,s,u,x	GI/GW/GU	3-4	BN1-2, BS1
TERRASSENKIESE (Homogenbereich B4)								Homogenbereich B4)			
- schwach sandige Kiese	locker-dicht	18-20	10-12	32,5-35	0	80-100	10^{-2} - 10^{-3}	G,s*	GE/GI	3	BN1, BS1
- ± sandige Kiese und Sande	locker-dicht	20-22	12-14	32,5-37,5	0	60-150	10^{-2} - 10^{-3}	G,s-s',u',x S,g*,u',x	GE/GW/GI/GU SE/SW/SI/SU	3 3	BN1/2, BS1 BN1
- Basalkiese	locker-dicht (steif)	18-19	8-9	25-27,5	0-2	40-80	10^{-3} - 10^{-5}	G,u-u*,s,x' X, Y	GU/GU*	3-4 5-7 ¹⁾²⁾	BN1, BS1 BS2-BS4
TERTIÄR (Homogenbereich B5)											
- Mergel	steif	19-20	9-10	20-25	10-20	20-35	$\leq 10^{-8}$	t-t',g'-g,s*-s,x' T,u,s,g'	TL/TM/TA/ UM/UL	4/6 (2) ³⁾⁴⁾	BB2-3
- Sande	mitteldicht	20	12	35-37,5	0	40-60	10^{-3} - 10^{-5}	fS,u'	SE/SU	3-4/6 (2) ³⁾⁴⁾	BN1-2

In Abbildung 4 ist ein beispielhafter Schnitt im westlicher Teilgrundstück durch die Gebäude 1 und 3 von West nach Ost dargestellt. Hier sind Lage und Tiefenbereiche der einzelnen Schichten erkennbar.

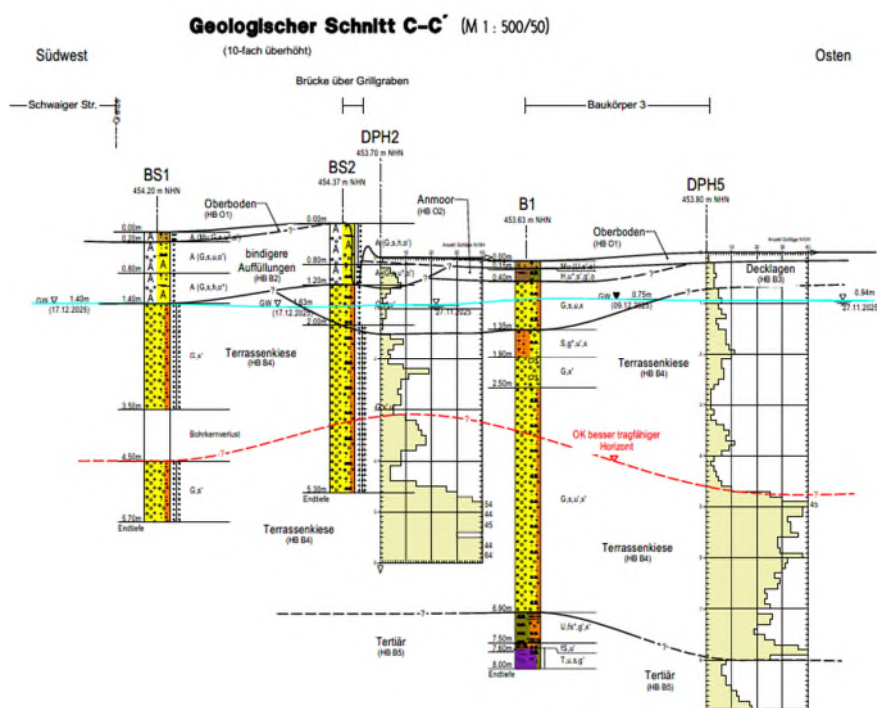


Abbildung 4: Geologischer Schnitt aus Baugrundgutachten Crystal Geotechnik: Schnitt C-C

4.5.4 Grundwasser

Der Baugrundgutachter empfiehlt folgende Grundwasserstände für das Plangebiet:

Bezeichnung	Südwest [m NHN]	Südost [m NHN]	Nordwest [m NHN]	Nordost [m NHN]
Höchster Hochwasserstand (HHW)	454,10	453,60	453,90	453,30
bauzeitlicher Hochwasserstand (bHW)	453,50	453,00	453,30	452,70
mittlerer Hochwasserstand (MHGW)	453,50	453,00	453,30	452,70
Bemessungswasserstand (BHW)	454,40	453,90	454,20	453,60
Mittelwasser (MW)	453,00	452,50	452,90	452,30
Niedrigwasserstand (NW)	452,60	452,10	452,60	452,00

Abbildung 5: Ermittelte Grundwasserstände West und Ost (aus Baugrundgutachten von Crystal Geotechnik, vom 05.08.2026)

- Anhand dieser Werte schätzt der Gutachter den Grundwasserschwankungsbereich zwischen 1,30 m und 1,50 m ab.
- Bei Starkregen ist in manchen Bereichen (über stauenden Bodenschichten) mit einem Aufstau bis auf die Geländeoberkante zu rechnen.
- Die allgemeine Fließrichtung des Grundwasser ist von Südsüdwest nach Nordnordost.
- Das Grundwasser wurde als X0 (nicht betonangreifend) eingestuft.

- Der vom Gutachter gewählte Bemessungswasserstand gilt für Fragestellungen wie Auftriebssicherheit und Abdichtung und beinhaltet einen Sicherheitszuschlag. Er gilt nicht für die Versickerung.

Die für die Versickerung maßgebenden mHGW-Gleichen sind in Abbildung 6 auf einem Lageplan detaillierter dargestellt (s. Anlage A - Seite 61: Anlage 1.4).

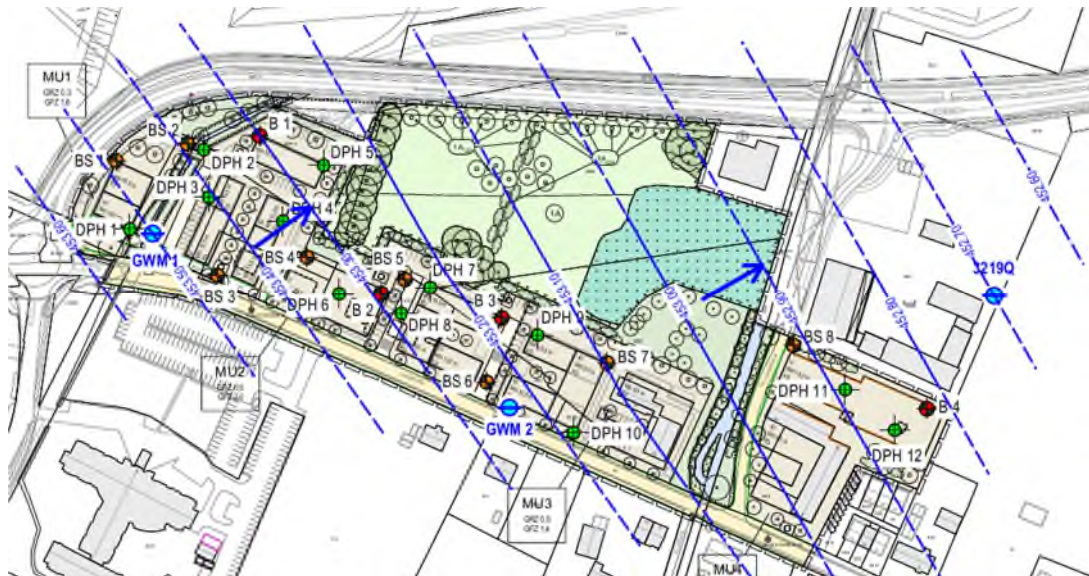


Abbildung 6: Lageplan mit mHGW-Gleichen (aus Baugrundgutachten von Crystal Geotechnik, vom 05.08.2026)

4.5.5 Versickerung

Im Untersuchungsgebiet wurden im Bereich der Terrassenkiese Böden angetroffen, die hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit grundsätzlich als günstig für die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser zu bewerten sind.

Zur Ermittlung der Untergrunddurchlässigkeit wurden im Zuge von Rammkernbohrungen Absinkversuche durchgeführt. Auf Basis dieser Versuche und unter Berücksichtigung der Korrekturfaktoren gemäß DWA-A 138 (f_{Ort} 1,0 und f_{Methode} 0,9) wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt. Aus den Untersuchungsergebnissen ergibt sich ein korrigierter kf-Wert in der Größenordnung von $2,3 \cdot 10^{-1}$ m/s.

Für die Bemessung wird im Baugrundgutachten folgender kf-Wert empfohlen:

$$\text{Bemessungs-kf-Wert} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$$

Hinsichtlich der Grundwasserverhältnisse sind der im Gutachten angegebene Bemessungswasserstand sowie der daraus abgeleitete mittlere Hochwasserstand

maßgeblich. Diese Wasserstände sind für die Planung und Dimensionierung von Versickerungsanlagen heranzuziehen.

Es wird darauf hingewiesen, dass aufgrund des geringen Abstands zwischen Geländeoberkante und Grundwasseroberfläche die Versickerung bei bestehender Geländehöhe nur eingeschränkt möglich ist. Es wird ausgeführt, dass im Bereich geplanter Versickerungsanlagen die anstehenden gering durchlässigen Deckschichten sowie organische Böden bis zu den gut durchlässigen Terrassenkiesen zu durchstoßen sind.

Weiterhin wird beschrieben, dass im Bereich von Muldenversickerungsanlagen eine belebte Oberbodenzone vorgesehen werden muss, deren Durchlässigkeit mit einem kf-Wert von etwa 10^{-5} m/s deutlich unterhalb derjenigen der anstehenden Terrassenkiese liegt.

Eine Versickerung über Rigolen ist ebenfalls denkbar, wenn das Gelände angehoben wird.

4.5.6 Geländeerhöhung

Die bereits im Vorfeld diskutierte Option einer Geländeerhöhung zur Sicherstellung des erforderlichen Mindestabstands von 1,0 m zum maßgebenden Grundwasserniveau für Versickerungsanlagen wird auf Grundlage der erkundeten Baugrundverhältnisse als grundsätzlich umsetzbar beschrieben.

Der Gutachter gibt zu beachten, dass die oberhalb der Terrassenkiese anstehenden Auffüllungen und Deckschichten eventuell zu durchstoßen sind, um die benötigte Versickerungsleistung zu erreichen.

4.6 Regelwerke

Für die Erstellung des Niederschlagswasserbeseitigungskonzeptes werden folgende Regelwerke und Grundlagen herangezogen:

- DWA-A 138-1 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“
- DWA-M 153 „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“
→ Offiziell nicht mehr gültig, aber in Rücksprache mit dem WWA München teilweise noch anzuwenden
- DWA-A 102 / M 102 „Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer“
- Multifunktionale Versickerungsmulden „Handlungsempfehlungen zu Planung, Bau und Betrieb vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (September 2024)

Weiterhin werden folgende rechtlichen Grundlagen berücksichtigt:

- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- Bayerisches Wassergesetz (BayWG)
- Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV)
- Ersatzbaustoffverordnung (EBV)

4.7 Niederschlagswasseraufkommen

Zur Bemessung der Anlagen zur Niederschlagswasserbewirtschaftung ist zunächst das im Plangebiet zu erwartende Niederschlagswasseraufkommen zu ermitteln.

Grundlage hierfür bilden die Niederschlagsdaten des Deutschen Wetterdienstes (KOSTRA-DWD), die vorgegebene Bemessungsregen sowie die geplanten Flächennutzungen gemäß dem Entwurf des Bebauungsplans.

In Abbildung 7 zeigt die Kategorien und die zugehörigen Bemessungshäufigkeiten. Je nach Einordnung in die Kategorie (2) oder (3) führt die Auswahl zur Jährlichkeit $T = 5$ a.

Schutzkategorie für Mensch, Umwelt, Versorgung, Wirtschaft, Kultur	Bereichsklassifizierung Beispielhafte Nutzung	Bemessungshäufigkeit 1-mal in T bzw. $\{n\}$		Überflutungshäufigkeit 1-mal in T bzw. $\{n\}$ öffentliche Entwässerung ^(b)
		Grundstücks- entwässerung mit $AC \leq 800 \text{ m}^2$ ^(a)	Grundstücks- entwässerung mit $AC > 800 \text{ m}^2$ und öffentliche Entwässerung	
(1) gering	Bereiche, in denen das Wasser überwiegend schadlos und ohne Nutzungseinschränkungen auf der Oberfläche abfließen oder verbleiben kann; z. B.: – offene Flächen abseits von Gebäuden (große Grundstücke in ländlichen Gebieten, Streusiedlungen, Grün- und Freiflächen, Parks etc.) – Straßen ohne Randbebauung	$\geq 3 \text{ a}$ $\{\leq 0,33/\text{a}\}$	$\geq 2 \text{ a}$ $\{\leq 0,5/\text{a}\}$	10 a $\{0,1/\text{a}\}$
(2) mäßig	Bereiche, in denen Überflutungen geringe bis mittlere Schäden oder Nutzungseinschränkungen verursachen können und die Sicherheit und Gesundheit nicht gefährden; z. B.: – Wohn- und Mischgebiete mit Gebäuden ohne zu Wohn- oder Gewerbebezwecken genutzte Untergeschosse – Parkplätze	$\geq 5 \text{ a}$ $\{\leq 0,2/\text{a}\}$	$\geq 3 \text{ a}$ $\{\leq 0,33/\text{a}\}$	20 a $\{0,05/\text{a}\}$
(3) stark	Bereiche, in denen Überflutungen lokal zu größeren Schäden oder Nutzungseinschränkungen führen oder die Sicherheit und Gesundheit potenziell gefährden können; z. B.: – Stadtzentren – Wohn- und Mischgebiete mit Gebäuden mit zu Wohn- oder Gewerbebezwecken genutzten Untergeschossen – Gewerbe-/Industriegebiete – private Tiefgaragen – Verkehrswege und Flächen von besonderer Bedeutung – untergeordnete Straßenunterführungen – Bereiche mit starkem Geländegefälle	$\geq 5 \text{ a}$ $\{\leq 0,2/\text{a}\}$		30 a $\{0,033/\text{a}\}$

Abbildung 7: Wahl der Bemessungshäufigkeit für Versickerungsanlagen nach DWA-A 138-1

Hier ein Auszug aus dem KOSTRA-DWD 2020 (vollständig s. Anlage B) für das relevante Rasterfeld (Spalte 170, Zeile 199) für die Regendauern 5, 10 und 15 Minuten (Jährlichkeit $T = 5$ a)

- Bemessungsregen: $r_{5,5} = 380,0 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$
- Bemessungsregen: $r_{10,5} = 255,0 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$
- Bemessungsregen: $r_{15,5} = 197,8 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$

Für die weitere Ermittlung des Abflussverhaltens werden die einzelnen Flächentypen mit geeigneten Abflussbeiwerten entsprechend dem Versiegelungsgrad berücksichtigt. Die

resultierenden abflusswirksamen Flächen werden in Abhängigkeit von der späteren Nutzung und Flächenverteilung im Bebauungsplan angesetzt.

Hier ein Auszug aus der DWA-A 138-1, Tabelle 9 für die im Bebauungsplan Nr. 89 vorgesehenen Flächentypen mit Abflussbeiwerten:

Tabelle 2: Typische Abflussbeiwerte (aus DWA-A 138-1)

Flächenart	Mittlere Abflussbeiwert	Spitzen- abflussbeiwert
Dächer	0,9	1,0
Betonflächen	0,9	1,0
Schwarzdecken (Asphalt)	0,9	1,0
Befestigte Flächen mit Fugendichtung, z. B. Pflaster	0,8	1,0
Rampen mit Neigung zum Gebäude, unabhängig von der Neigung und Befestigungsart	1,0	1,0
Betonsteinpflaster, in Sand oder Schlacke verlegt, Flächen mit Platten	0,7	0,9
Rasengittersteine ohne häufige Verkehrsbelastungen z. B. Feuerwehrezufahrt	0,1	0,2
Grünfläche, flaches Gelände	0,1	0,2
Grünfläche, steiles Gelände	0,2	0,3

5. Entwässerungsstrategie

Aufgrund der fortschreitenden Versiegelung in Siedlungsgebieten wird der natürliche Wasserkreislauf zunehmend beeinträchtigt. Insbesondere die Komponenten Verdunstung, Versickerung und oberirdischer Abfluss werden verändert, was langfristig zu Störungen des Boden- und Wasserhaushalts sowie zu einer verminderten Grundwasserneubildung führen kann. Gleichzeitig verursachen hohe Niederschlagsabflüsse bei Starkregenereignissen erhebliche hydraulische Belastungen für Kanalisationen und Vorfluter. Dies wird durch den stärker werdenden Klimawandel zusätzlich verstärkt. Vor diesem Hintergrund verfolgt eine nachhaltige Niederschlagswasserbewirtschaftung das Ziel, anfallendes Regenwasser möglichst ortsnahe zu bewirtschaften und in den natürlichen Wasserkreislauf zurückzuführen.

Dabei sind Maßnahmen wie Verdunstung, Speicherung, Nutzung und insbesondere die Versickerung vorrangig gegenüber einer reinen Ableitung zu berücksichtigen. Oberirdische Versickerungssysteme sind zu bevorzugen, da sie neben der Versickerung auch Speicher- und Verdunstungsprozesse fördern und sich häufig multifunktional in den Freiraum integrieren lassen. Die Umsetzbarkeit von Versickerungsmaßnahmen ist stets unter Berücksichtigung der örtlichen Boden- und Grundwasserverhältnisse, naturschutzfachlicher Belange sowie möglicher Nutzungskonflikte zu prüfen.

Ziel dieses Entwässerungskonzeptes ist es daher, unter Berücksichtigung der standörtlichen Gegebenheiten eine möglichst nachhaltige und technisch sowie wirtschaftlich angemessene Strategie zur Regenwasserbewirtschaftung zu entwickeln.

5.1 Ableitungswege Niederschlagswasser

Für die Versickerung und Einleitung von Niederschlagswasser ist die Bewertung der stofflichen Belastung der abflusswirksamen Flächen von zentraler Bedeutung. Dabei sind je nach Art der Ableitung unterschiedliche Regelwerke anzuwenden:

- **Versickerung (nach DWA-A 138-1)**
Niederschlagsabflüsse werden hinsichtlich ihres Verschmutzungspotenzials bewertet. Daraus ergeben sich Anforderungen an die notwendige Vorbehandlung, um eine schadlose Versickerung und den Schutz von Boden und Grundwasser sicherzustellen.
- **Einleitung in Oberflächengewässer (nach DWA-A 102 / M 102)**
Hier steht insbesondere der Schutz der Gewässer im Vordergrund. Neben hydraulischen Aspekten wird die zulässige stoffliche Belastung begrenzt, sodass geeignete Behandlungsmaßnahmen zur Reduzierung von Schmutzfrachten erforderlich sind.
- **Speicherung**

Eine Zwischenspeicherung und Nutzung von Niederschlagswasser ist im Sinne einer nachhaltigen Bewirtschaftung sinnvoll, wird jedoch im Rahmen dieses Konzeptes nicht behandelt. In späteren Planungsphasen kann dies jedoch berücksichtigt werden.

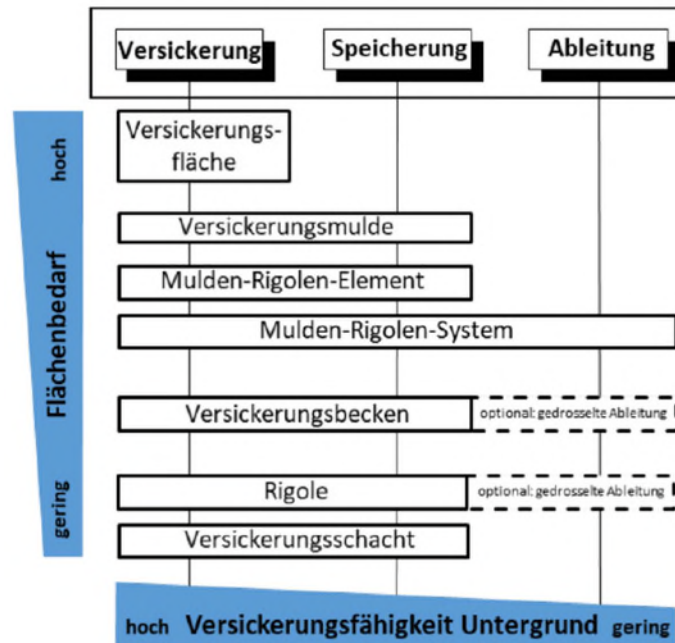


Abbildung 8: Möglichkeiten der Niederschlagswasserbeseitigung (aus DWA-A 138-1)

5.2 Versickerung ins Grundwasser

Zunächst wird vorrangig die Möglichkeit der ortsnahen Versickerung betrachtet.

5.2.1 Ersteinschätzung Versickerung

Gemäß DWA-A 138-1 wurde zunächst eine Ersteinschätzung der prinzipiellen Umsetzbarkeit einer Regenwasserversickerung (s. Anlage C) durchgeführt. Gemäß dieser Liste sind bis auf den Abstand *Sohle Versickerungsanlage zu MHGW $\geq 1\text{ m}$* alle Bedingungen erfüllt bzw. erfüllbar. Für den fehlenden Punkt sind planerische Lösungen aufzuzeigen.

5.2.2 Bewertung Niederschlagswasser nach DWA-A 138-1 und Anforderungen an Vorreinigung

Das Merkblatt DWA-A 138-1 regelt die Bewertung der Belastung von Niederschlagsabflüssen über eine Zuordnung unterschiedlicher Flächentypen und Flächennutzungen zu Belastungskategorien und ersetzt damit die bisher gültige Regelwerk DWA-M 153.

Gemäß A 138-1 lassen sich die hier zu entwässernden befestigten Flächen allesamt der Belastungskategorie I zuordnen:

- Dachflächen (ohne Verwendung wasserschädlicher Materialien)
- Fuß, Hof und Wohnwege

- Park- und Stellplätze (privat)

Zu Kategorie I stellt das Regelwerk keine Anforderungen über die oberflächige Versickerung durch eine bewachsene Bodenzone von mindestens 20 cm hinaus.

Tabelle 5: Kategorisierung von Niederschlagswasser bebauter oder befestigter Flächen
(Quelle: analog Arbeitsblatt DWA-A 102-2/BWK-A 3-2:2020)

Flächenart	Flächenspezifizierung	Flächen- gruppe (Kurz- zeichen)	Belas- tungska- tegorie (BK)
Dächer (D)	Alle Dachflächen $\leq 50 \text{ m}^2$ und Dachflächen $> 50 \text{ m}^2$ mit Ausnahme der unter Flächengruppe SD1 oder SD2 fallenden	D	I
Hof- und Wegeflächen (VW), Verkehrs- flächen (V)	– Fuß-, Rad- und Wohnwege – Hof- und Wegeflächen ohne Kfz-Verkehr in Sport- und Freizeitanlagen – Hofflächen ohne Kfz-Verkehr in Wohngebieten, wenn Fahrzeugwaschen dort unzulässig, – Garagenzufahrten bei Einzelhausbebauung – Fußgängerzonen ohne Marktstände und seltenen Freiluftveranstaltungen	VW1	
	– Hof- und Verkehrsflächen in Wohngebieten mit geringem Kfz-Verkehr (DTV $\leq 300 \text{ Kfz/d}$ oder $\leq 50 \text{ Wohneinheiten}$), z. B. Wohnstraßen mit Park- und Stellplätzen, Zufahrten zu Sammelgaragen – Park- und Stellplätze mit geringer Frequentierung (z. B. private Stellplätze)	V1	
	– Marktplätze – Flächen, auf denen häufig Freiluftveranstaltungen stattfinden – Einkaufsstrassen in Wohngebieten	VW2	II
	– Hof- und Verkehrsflächen außerhalb von Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten mit mäßigem Kfz-Verkehr (DTV 300 Kfz/d bis 15.000 Kfz/d), z. B. Wohn- und Erschließungsstraßen mit Park- und Stellplätzen, zwischengemeindliche Straßen- und Wegeverbindungen, Zufahrten zu Sammelgaragen – Park- und Stellplätze mit mäßiger Frequentierung (z. B. Besucherparkplätze bei Betrieben und Ämtern) – Hof- und Verkehrsflächen in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten mit geringem Kfz-Verkehr (DTV $\leq 2.000 \text{ Kfz/d}$), mit Ausnahme der unter SV und SVW fallenden	V2	

Abbildung 9: Kategorisierung Niederschlagswasser „Ludwigsquartier“ gemäß DWA-A 138-1

Tabelle 6: Anforderungen an die Niederschlagswasserbehandlung bei Versickerung durch eine bewachsene Bodenzone

Flächengruppen und Belastungskategorie nach Tabelle 5		Mindestmächtigkeit bewachsene Bodenzone	
		≥ 20 cm	≥ 30 cm
D	I	(*)	
VW1		keine Anforderung an $AC / A_{s,m}$	
V1			
BG1			
VW2	II	bei Mulden-Rigolen: Überlauf in Rigole mit n_M max. 2/a	
V2		$AC / A_{s,m} \leq 30$ bei Mulden-Rigolen: Überlauf in Rigole mit n_M max. 1/a	$AC / A_{s,m} \leq 50$ bei Mulden-Rigolen: Überlauf in Rigole mit n_M max. 1/a
BF			
BG2			
BL		$AC / A_{s,m} \leq 15$	$AC / A_{s,m} \leq 30$

Abbildung 10: Anforderungen an Niederschlagswasserbehandlung Kategorie I gemäß DWA-A 138-1

5.3 Variantenuntersuchung Versickerungsanlagen

5.3.1 Versickerung in Mulden

Gemäß dem Ergebnis in Kapitel 5.2.2 ist eine Versickerung in Mulden möglich und anzustreben. Gemäß den Empfehlungen der DWA-A 138-1 ist eine belebte Oberbodenzone mit einer Mächtigkeit von mindestens 20 cm bereits ausreichend, wobei generell größere Stärken von mindestens 30 cm hinsichtlich der Reinigungsleistung und Betriebssicherheit vorteilhaft sind.

Die Muldenversickerung zeichnet sich insbesondere durch eine flächige, naturnahe Behandlung des Niederschlagswassers sowie eine robuste und betriebssichere Funktionsweise aus und ist in ihrer Anordnung flexibel. Sie ist auch der vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) empfohlene Umgang mit anfallendem Niederschlagswasser.

5.3.2 Breitflächige Flächenversickerung

Ähnlich zur Muldenversickerung ist eine breitflächige Versickerung bei entsprechendem Platzangebot anzustreben. Die Flächenversickerung über die bewachsene Bodenzone kommt der natürlichen Versickerung am nächsten, verbraucht jedoch am meisten Fläche. Die Zuleitung des gesammelten Niederschlagswassers ist möglichst breitflächig zu gestalten. Die Versickerung erfolgt durch eine bewachsene Bodenzone. Eine belebte Oberbodenzone mit einer Mächtigkeit von mindestens 20 cm ist bereits ausreichend, wobei größere Stärken von mindestens 30 cm hinsichtlich der Reinigungsleistung und Betriebssicherheit vorteilhaft sind.

5.3.3 Versickerung in Bodenpassagen unter Rigolen, Mulden, Schächten

Die Versickerung unter Rigolen, Mulden und Schächten durch Bodenpassage ist gemäß Bemessung hier zulässig. Die ermittelten Bodenschichten sind prinzipiell hierfür geeignet.

Jedoch ist gemäß Merkblatt Nr. 4.3/2 (06. Juni 2012, LfU) bei unterirdischer Versickerung von Niederschlagswasser in Rigolen, Mulden oder Schächten grundsätzlich eine Behandlung durch bewachsene Oberbodenpassagen oder Filteranlagen vorzusehen. Diese Anordnung ist jedoch durch den geringen Abstand der Geländeoberkante zum Bemessungsgrundwasser an diesem Standort ausgeschlossen und wird hier nicht weiter betrachtet.

Auch gemäß DWA-A 138-1 sind oberirdische Versickerungsanlagen grundsätzlich unterirdischen vorzuziehen.

5.3.4 Versickerung in zentralen Sickerbecken

Gemäß dem Ergebnis ist auch eine Versickerung in einem zentralen Sickerbecken möglich. Nach DWA-A 138-1 wird bei einem Flächenverhältnis von angeschlossener undurchlässiger Fläche zu Sickerfläche $A_U : A_S$ von $> 15 : 1$ bis $50 : 1$ von einer zentralen Beckenversickerung gesprochen.

Auf Grundlage der Bemessung ergibt sich, dass eine belebte Oberbodenzone mit einer Mächtigkeit von mindestens 20 cm bereits ausreichend ist, wobei eine Stärke von 30 cm hinsichtlich der Reinigungsleistung und Betriebssicherheit vorteilhaft ist.

5.4 Variantenbewertung

Aufgrund der geringen verfügbaren Flächen sowie der vergleichsweise hohen Reinigungsleistung ist der Muldenversickerung der Vorzug zu geben. Sie ermöglicht eine flächige, naturnahe und betriebssichere Behandlung des Niederschlagswassers bei gleichzeitig hoher Reinigungswirkung.

Die Flächenversickerung ist ebenfalls eine Vorzugslösung, jedoch aufgrund des hohen Flächenverbrauchs im Ludwigsquartier nicht sinnvoll einsetzbar.

Zentrale Sickerbecken sind grundsätzlich ebenfalls zulässig und technisch umsetzbar, weisen jedoch eine geringere Reinigungsleistung auf und sind hinsichtlich des Flächenbedarfs und der Einbindung in das Gelände weniger flexibel. Sie werden daher gegenüber Muldenversickerungen nachrangig bewertet.

Tabelle 14: Zusammenstellung der Planungs- und Bemessungsvorgaben von Versickerungsanlagen

Planungsvorgabe oder Nachweisgröße	Einheit	Versickerungsfläche	Versickerungsmulde	Mulden-Rigolen-Element	Mulden-Rigolen-System	Rigole	Versickerungsschacht	Versickerungsbecken
		Dezentral						Zentral
k_f -Wert maßgebliche Bodenschicht	m/s	$\geq 1 \cdot 10^{-4}$			-	$\geq 1 \cdot 10^{-4}$		$\geq 1 \cdot 10^{-5}$
Mächtigkeit bewachsene Bodenzone	cm	≥ 20				-	-	≥ 20
k_f -Wert bewachsene Bodenzone (langjähriger Betrieb) ^[1]	m/s	ca. $1 \cdot 10^{-5}$				-	-	ca. $1 \cdot 10^{-5}$
Einstauhöhe	cm	0	für Mulden i. d. R. ≤ 30			ggf. bautechnisch begrenzt		i. d. R. ≥ 50
Freibord Überlauf ^[2]	cm	-	-	≥ 10		-	-	≥ 35
Böschungsneigung	1: m	-	i. d. R. 1 : 1,5 oder flacher			-	-	i. d. R. $\leq 1 : 1,5$
Entleerungszeit ($n = 1/a$) ^[3]	h	-	≤ 84			-	-	≤ 84
ANMERKUNGEN								
[1] Hinweise zur bewachsenen Bodenzone auch beim Einbau gemäß 5.2.3.2 beachten; abweichende Werte sind für den langjährigen Betrieb nachzuweisen;								
[2] Abstand zwischen der höchsten Wasserspiegellage und der Böschungsoberkante;								
[3] differenzierte Betrachtung je nach Bemessungsverfahren (siehe 6.3.2).								

Abbildung 11: Übersicht Versickerungsanlagen aus DWA-A 138-1

5.5 Vorzugsvariante: Muldenversickerung

Im Folgenden wird die Muldenversickerung gesamthaft für die jeweiligen Teilgrundstücke West und Ost dimensioniert, ohne Betrachtung einzelner Teilgebiete.

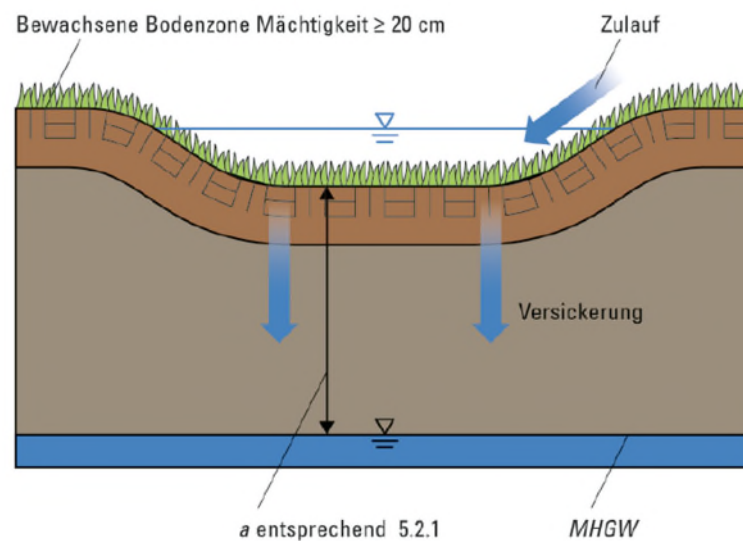


Abbildung 12: Schema Versickerungsmulde (aus DWA-A 138-1)

5.5.1 Bestimmung Sickerflächen

Für die Bestimmung der Mindestsickerfläche werden zunächst die abflusswirksamen undurchlässigen Flächen bestimmt.

Schritt 1: Flächenermittlung

Die Gesamtfläche des zu bebauenden Grundstücks wurde ohne die öffentlichen Straßenflächen und die Goldach inklusive Uferstreifen (siehe Bebauungsplan) ermittelt:

- Westteil Grundstück $A_{\text{West}} = 40.200 \text{ m}^2$
- Ostteil Grundstück $A_{\text{Ost}} = 6.000 \text{ m}^2$
- Gesamtfläche Grundstück $A_{\text{ges}} = 46.200 \text{ m}^2$

Für die Ermittlung der notwendigen Sickerfläche werden auch die im Westteil des Grundstücks vorhandenen „pflanzgebundenen Flächen“ (Nördliche Feuchtwiese, Grünstreifen entlang Grillgraben) abgezogen, da diese nicht zum Bebauungsgebiet hin entwässern. Es ergeben sich damit folgende abflusswirksame Gesamtflächen:

- Westteil Grundstück $A_{\text{West, a}} = 22.585 \text{ m}^2$
- Ostteil Grundstück $A_{\text{Ost, a}} = 6.000 \text{ m}^2$
- Gesamtfläche Grundstück $A_{\text{ges, a}} = 28.585 \text{ m}^2$

Schritt 2: Wahl der Abflussbeiwerte

Die geplanten Flächen gemäß Bebauungsplan wurden mit folgenden Abflussbeiwerten belegt:

- Gebäudedächer $C_1 = 0,9$ (Flachdach)
- Urbane Fläche $C_2 = 0,75$ (Pflasterfläche mit dichten Fugen)
- (Öffentliche) Verkehrsfläche $C_3 = 0,9$ (Asphalt)
- Grünfläche $C_4 = 0,1$ (Grünfläche flach)

Schritt 3: Abflusswirksame Flächen und Wahl des Bemessungsverfahrens

Es ergeben sich folgende undurchlässige abflusswirksame Teilflächen:

- **Westteil Grundstück** $A_{\text{West, a, u}} = 15.393 \text{ m}^2$
- **Ostteil Grundstück** $A_{\text{Ost, a, u}} = 4.985 \text{ m}^2$

Für die weitere Bemessung kann hier gemäß DWA-A 138-1 das „Einfache Verfahren“ angewendet werden, da

- die Gesamtfläche $< 200 \text{ ha}$ (Gesamtfläche $< 5 \text{ ha}$)
- die Fließzeiten zur Versickerungsanlage $< 15 \text{ min}$ (da kurze Fließwege $< 150 \text{ m}$)
- Die gewählte bzw. zulässige Überschreitungshäufigkeit des Speichervolumens beträgt $n \geq 0,1/a$ bzw. $T_n \leq 10 \text{ a.}$ (hier $T = 5 \text{ a.}$)

5.5.2 Berechnung Zuflüsse

Den Zufluss zur Versickerungsanlage erhält man nach

$$Q_{zu} = r_{D(5)} \cdot (A_{a,u} + A_{S, \text{Mulde}}) \cdot 10^{-4}$$

Die Versickerungsfläche selbst wird bei oberirdischen Versickerungsanlagen als überregnete Fläche ebenfalls angesetzt. Die Ermittlung der maßgebenden Dauerstufe D und der Regenspende $r_{D(5)}$ erfolgt bei Versickerungsanlagen mit Speicherfunktion iterativ.

5.5.3 Berechnung Versickerungsleistung

Die Versickerung wird berechnet nach

$$Q_s = k_f \cdot A_{S, \text{Mulde}}$$

Hierfür kann nicht der vom Baugrundgutachter ermittelte Bemessungs- k_f -Wert von 5×10^{-2} m/s angesetzt werden, da dieser zu hoch ist und keine ausreichende Reinigung gewährleistet.

Es wird daher im Folgenden von einem Wert 2×10^{-5} m/s ausgegangen, wie im Gutachten und dem Regelwerk DWA-A 138-1 empfohlen. Dieser Wert kann durch den Auftrag von Bodenschichten mit entsprechender Verdichtung hergestellt werden.

5.5.4 Berechnung Speichervolumen

Das Muldenvolumen wird nach DWA-A-138-1 berechnet nach

$$V = (Q_{zu} - Q_s) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_A \cdot 10^{-3}$$

Das Ergebnis entspricht der Größe der fiktiven Gesamtmulde (ohne Drosselabfluss) für die jeweiligen Teilgebiete West und Ost. In der Vorbemessung wurden folgende Korrekturfaktoren angesetzt: $F_z = 1,2$ und $F_a = 1,0$. Die DWA-A 138-1 empfiehlt den maximalen Bemessungseinstau der Mulden auf 30 cm zu begrenzen. Ein Freibord von 20-30 cm schützt darüber hinaus die umliegenden Flächen.

Damit ergeben sich folgende Mindestdimensionen (s. Anlage D):

- **Westteil Grundstück** $A_{\text{West, S, Mulde}} = 1.450 \text{ m}^2$ und $V_{\text{West, Mulde}} = 435 \text{ m}^3$
- **Ostteil Grundstück** $A_{\text{Ost, S, Mulde}} = 470 \text{ m}^2$ und $V_{\text{Ost, Mulde}} = 141 \text{ m}^3$

Damit ergibt sich über beide Teilflächen ein Verhältnis von A_u zu A_s von circa 1:11 für die maßgebende Regendauer von 90 min.

5.5.5 Flächenverfügbarkeit Muldenversickerung

Anhand der ermittelten Mindestsickerflächen wird die grundsätzliche Flächenverfügbarkeit in den beiden Teilgebieten voruntersucht. Es ist zu beachten, dass die finale Bruttofläche der Mulden etwas größer ist als die oben ermittelte, erforderliche „Netto“-Sickerfläche, da zur Ausbildung der Muldenrandbereiche (z. B. Freibord, Böschungen, Einfassungen) weitere Fläche benötigt wird.

Im westlichen Teilgebiet ist die Anordnung der erforderlichen Sickermulden ($A = 1.450 \text{ m}^2$) platztechnisch grundsätzlich möglich (s. Abbildung 13). Die Mulden können beispielweise nördlich der Gebäude platziert werden. Sie können innerhalb der im Bebauungsplanentwurf ausgewiesenen Grünflächen sowie dem Urbanen Mischgebiet angeordnet werden.

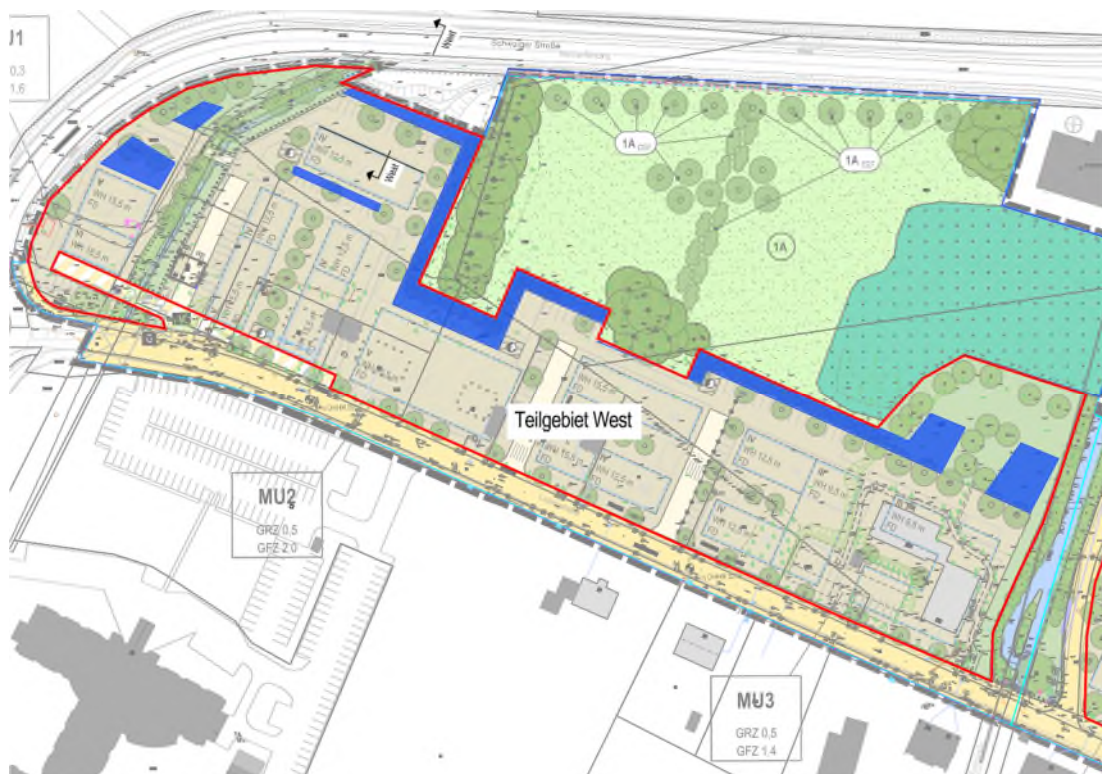


Abbildung 13: Beispielhafte Anordnung der Sickermulden (in blau) im westlichen Teilbereich

Es ist zu beachten, dass im westlichen Teilgebiet - vor allem im Bereich der Gebäude 1, 2 und 3 - bestehende Infrastrukturleitungen (Fernwärme und Starkstrom) vorhanden sind, welche einen über Dienstbarkeiten gesicherten Schutzstreifen aufweisen (s. Anlage E: Plan 152). Geländemodellierungen in diesem Bereich müssen mit den Betreibern abgestimmt werden.

Im östlichen Teilgebiet ist eine Anordnung der Mulden ($A = 470 \text{ m}^2$) platztechnisch aufgrund der eng geplanten Bebauung nur eingeschränkt möglich (s. Abbildung 14). Die südlich von Gebäude 10 markierte Fläche stellt zunächst die einzig sinnvoll nutzbare Fläche dar, umfasst jedoch lediglich etwa ein Viertel der erforderlichen Muldenfläche. Es werden für das östliche Teilgebiet daher alternative Ableitmöglichkeiten untersucht. Im B-Planentwurf sind keine

Grünflächen ausgewiesen, sodass die Mulden innerhalb des Urbanen Mischgebiets angeordnet werden.

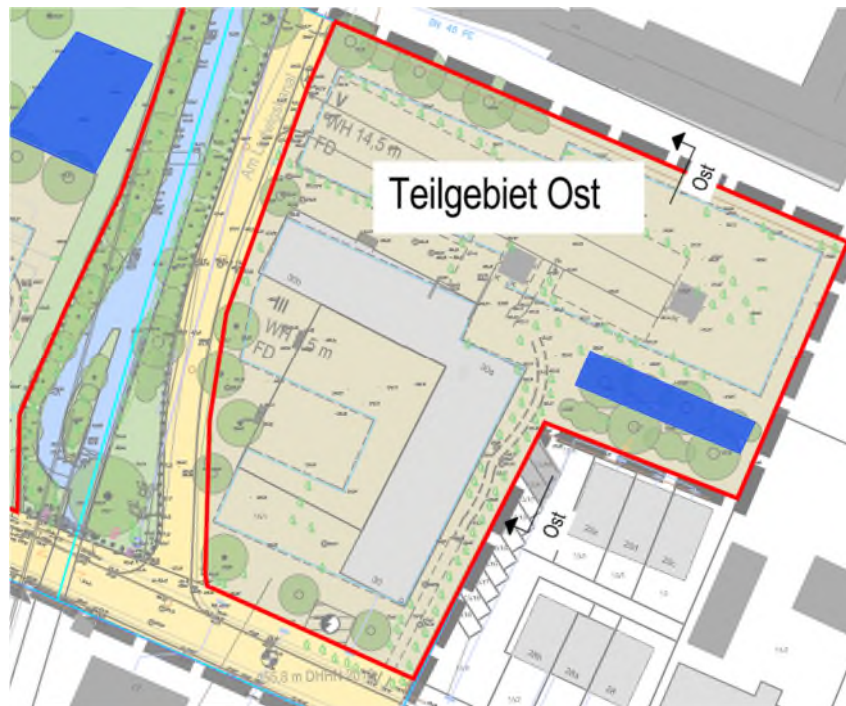


Abbildung 14: Beispielhafte Anordnung der Sickermulden (in blau) im östlichen Teilbereich

Im östlichen Teilgebiet sind Lage und Ausgestaltung der Versickerungsmulden so zu planen, dass nachteilige Auswirkungen auf benachbarte Grundstücke und deren Bebauung ausgeschlossen werden.

5.5.6 Ermittlung der erforderlichen Höhenlage der Sickermulden

Für die Betrachtung der Versickerung wird in Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt München (Landkreis Freising) das mHGW als Bemessungsgrundwasser angesetzt (s. Kapitel 5.9 sowie Anlage G). Gemäß Abstimmung mit dem WWA ist ein Grundwasserflurabstand von 0,50 m ausreichend (laut Regelwerk DWA-A 138-1 mindestens 1,0 m). In der Vorbemessung wird gemäß Regelwerk ein maximaler Muldenaufstau von 0,30 m angesetzt; zusätzlich wird ein Freibord von 0,20 m berücksichtigt.

Die hieraus resultierenden erforderlichen Mindesthöhenlagen liegen größtenteils oberhalb der vorhandenen Geländehöhen. Zur oberflächigen bzw. oberflächennahen Ableitung des Niederschlagswassers in die Sickermulden ist daher eine gezielte Geländemodellierung erforderlich. Hierzu ist das Gelände mit einem Gefälle von etwa 1 bis 2 % in Richtung der Mulden auszubilden.

Höhensituation Westteil

- mHGW 453,50 – 453,00 m NHN
 - Muldensohle +50 cm mind. 454,00 – 453,50 m NHN
 - Oberkante Mulde +50 cm mind. 454,50 – 454,00 m NHN

Beispielhaft für das westliche Teilgebiet ist in Abbildung 15 eine nördlich der Bebauung angeordnete Sickermulde im Querschnitt dargestellt (s. Anlage E: Plan 151). Für den Anschluss der Flächen bis zur angrenzenden Gebäudekante über ein Oberflächengefälle ist im Beispiel eine Geländeanhebung von bis zu 0,90 m erforderlich. Für den Anschluss näherer bzw. weiter entfernter Flächen kann diese entsprechend niedriger bzw. höher ausfallen.

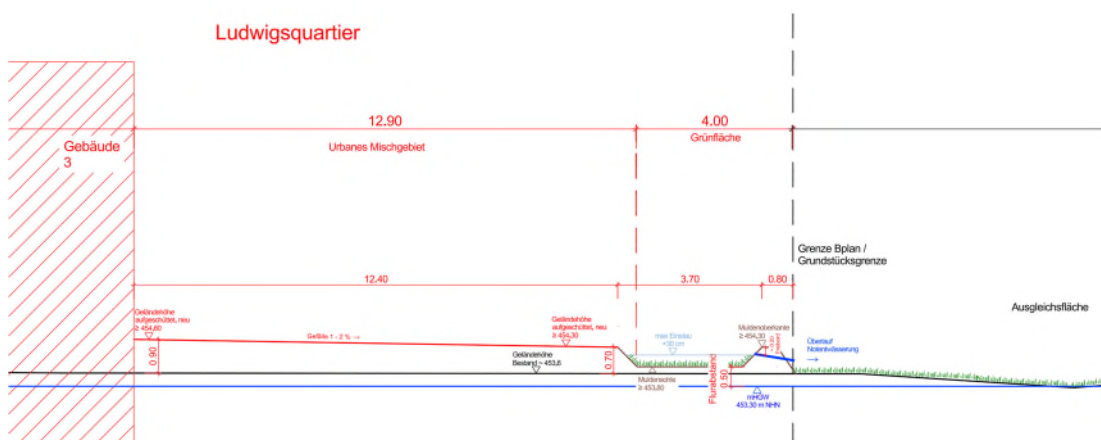


Abbildung 15: Prinzip-Skizze westlicher Teilbereich am Beispiel der Sickermulde nördlich Gebäude 3: Anlage und Ausbildung einer Sickermulde und Geländemodellierung

Abbildung 16 zeigt eine beispielhafte Anordnung für das östliche Teilgebiet (s. Anlage E: Plan 151). Aufgrund des niedrigeren mHGW und des höheren Geländeniveaus ist die Einhaltung des Mindestflurabstandes hier nicht kritisch. Die gefälletechnische Modellierung der Oberflächen betrifft hier weitestgehend die Herstellung der Zuleitung des Regenwassers und benötigt aus versickerungstechnischer Sicht keine großflächigen Aufschüttungen.

Höhensituation Ostteil

- mHGW 452,90 m NHN
 - Muldensohle +50 cm mind. 453,40 m NHN
 - Oberkante Mulde +50 cm mind. 453,90 m NHN

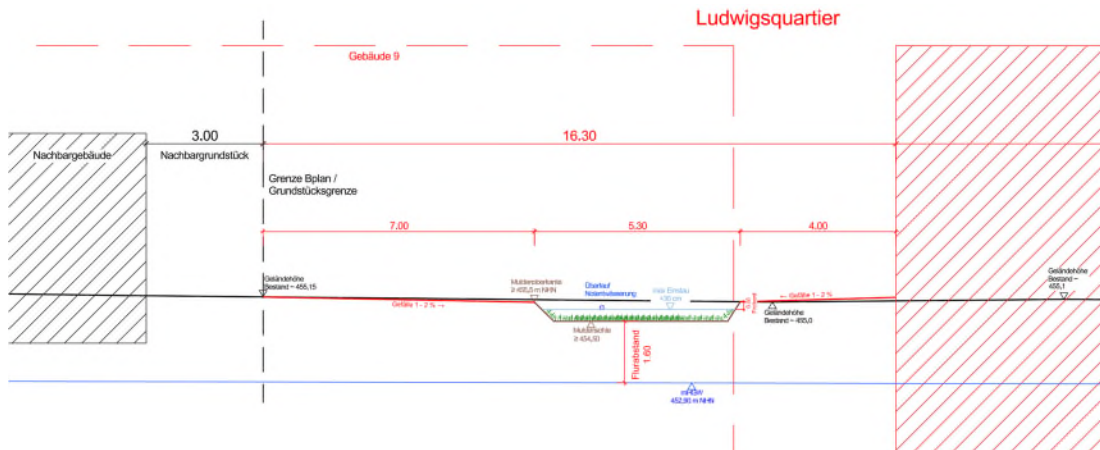


Abbildung 16: Prinzip-Skizze östlicher Teilbereich am Beispiel der Sickermulde südlich Gebäude 10: Anlage und Ausbildung einer Sickermulde und Geländemodellierung

5.5.7 Geländeerhöhung

Im Ergebnis der Vorbemessung wird für das westliche Teilgebiet eine Geländeerhöhung von im Mittel etwa 1,0 m gegenüber dem Bestand abgeschätzt. Das daraus resultierende Aufschüttungsvolumen beträgt rund 15.900 m³.

Die hierfür erforderlichen Erdmassen könnten zum Beispiel aus dem Aushub der geplanten Gebäudekörper bereitgestellt werden. Bei Annahme einer Gründungssohle auf etwa 452 m NHN (entspricht einer mittleren Aushubtiefe von ca. 3,0 m unter Bestandsgelände) ergäbe sich ein Aushubvolumen von rund 30.000 m³. Sofern die tatsächlich anfallenden Aushubmengen geringer ausfallen, müsste zusätzlich geeignetes Bodenmaterial von außerhalb des Plangebietes eingebracht werden.

Gemäß dem Baugrundgutachten ist eine solche Geländeerhöhung anhand der erkundeten Untergrundverhältnisse möglich. Das Gutachten gibt zu beachten, dass die oberhalb der Terrassenkiese liegenden Auffüllungen sowie Decklagen vor der Geländeerhöhung durchstoßen werden müssen, um die Versickerung zu ermöglichen. Durch die Erhöhung kann es später jedoch zu Bodensetzungen kommen. Für die Bewertung der Wiederverwendbarkeit des Bodenmaterials empfiehlt der Gutachter weiterführende Untersuchungen und die Erstellung eines projektbezogenen Bodenmanagementkonzepts. Dieses wird maßgeblich durch die konkrete Ausgestaltung der Baumaßnahmen sowie deren technische Anforderungen bestimmt und geht über eine rein umwelttechnische Betrachtung hinaus.

5.6 Fazit Muldenversickerung

Die durchgeführte Vorbemessung zeigt, dass eine Muldenversickerung für das Plangebiet grundsätzlich technisch umsetzbar ist und die Anforderungen der einschlägigen Regelwerke, insbesondere der DWA-A 138-1, eingehalten werden können. Es wird davon ausgegangen, dass die anliegenden öffentlichen Verkehrsflächen in den Straßenkanal entwässern.

Für die Behandlung des im Ludwigsquartier anfallenden Niederschlagswassers ist eine Versickerung über eine mindestens 20 cm starke Oberbodenschicht in Mulden ausreichend. Aus fachlicher Sicht wird eine Oberbodenstärke von 30 cm empfohlen.

Die für die Versickerung erforderlichen Flächen stehen nur im westlichen Teilgebiet in ausreichendem Umfang zur Verfügung. Die Anordnung der Versickerungsmulden kann hier überwiegend innerhalb der vorgesehenen Grünflächen erfolgen. Im östlichen Teilgebiet sind aufgrund der begrenzten Flächenverfügbarkeit alternative Entwässerungs- bzw. Ableitungsmöglichkeiten zu untersuchen.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrunduntersuchung kann das anfallende Niederschlagswasser grundsätzlich schadlos versickert werden. Zu beachten ist hierbei, dass die in den Mulden vorzusehende Oberbodenpassage mit einem Bemessungswert von $k_f = \text{ca. } 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ eine deutlich geringere Durchlässigkeit aufweisen muss als der anstehende Untergrund. Im Bereich der Mulden müssen die Decklagen sowie die Torfe bis zu den gut durchlässigen Terrassenkiesen durchstoßen werden.

Einschränkungen bei der Versickerung ergeben sich insbesondere aus den hohen Grundwasserständen im westlichen Plangebiet. Zur Einhaltung der erforderlichen Grundwasserabstände sind hier Geländeanhebungen erforderlich. Hieraus resultieren zusätzliche Anforderungen an die technische, städtebauliche und landschaftsplanerische Gestaltung. Im östlichen Teilgebiet ist keine flächige Geländeanhebung erforderlich.

Insgesamt stellt die Muldenversickerung die fachlich bevorzugte sowie nachhaltige Lösung zur Niederschlagswasserbewirtschaftung dar. Die vollständige Umsetzbarkeit hängt von der Verfügbarkeit geeigneter Sickerflächen sowie von einer technisch, städtebaulich und naturschutzfachlich verträglichen Ausgestaltung der erforderlichen Geländeanpassungen ab.

Starkregenereignisse und -ableitung sind gesondert zu betrachten.

5.7 Alternative: Ableitung in Oberflächengewässer

Da eine dezentrale Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers insbesondere im östlichen Teilgebiet aufgrund der durch die geplante Bebauung begrenzten Flächenverfügbarkeit nicht vollständig umsetzbar ist, wird alternativ die Möglichkeit der Einleitung in ein oberirdisches Gewässer untersucht.

Für die Einleitung von Niederschlagswasser in Oberflächengewässer sind die Anforderungen der Arbeitsblattreihe DWA-A 102 „Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer“ zu beachten. Im Rahmen des wasserrechtlichen Nachweisverfahrens ist eine emissionsbezogene Bewertung der angeschlossenen Flächen durchzuführen. Hierbei werden die Niederschlagsabflüsse in Abhängigkeit von der Flächennutzung (z. B. Dachflächen, Verkehrsflächen oder sonstige befestigte Flächen) Belastungskategorien zugeordnet. Aus dieser Einstufung ergeben sich die erforderlichen Anforderungen an die Niederschlagswasserbehandlung.

Abhängig von Art und Umfang der Belastung können Maßnahmen zur Regenwasserbehandlung erforderlich werden. Hierzu zählen beispielsweise Sedimentationsanlagen, Filterschächte oder technische beziehungsweise naturnahe Filtersysteme. Zusätzlich zur emissionsbezogenen Betrachtung ist eine immissionsbezogene Bewertung des aufnehmenden Gewässers erforderlich. Dabei ist nachzuweisen, dass durch die Einleitung keine unzulässigen nachteiligen Auswirkungen auf den Gewässerzustand entstehen.

Konkret steht für das Plangebiet Ludwigsquartier die Goldach (Ludwigskanal) als potenzieller Vorfluter für die Einleitung von Niederschlagswassers zur Verfügung.

5.8 Starkregenableitung und Überflutungsnachweis

Die vorliegende Vorbemessung berücksichtigt ausschließlich die Regelentwässerung für Niederschlagsereignisse bis zum angesetzten 5-jährlichen Bemessungsregen. Darüber hinausgehende Starkregenereignisse und Überlastungsfälle sind im weiteren Planungsverlauf gesondert zu untersuchen.

Für die geplanten Versickerungsanlagen ist im Rahmen der Grundstücksentwässerung ein Überflutungsnachweis gemäß DIN 1986-100 zu führen. Ziel ist der Nachweis, dass die bei außergewöhnlichen Niederschlagsereignissen anfallenden Oberflächenabflüsse schadlos zurückgehalten, zwischengespeichert oder abgeleitet werden können und keine Gefährdung von Gebäuden, Verkehrsflächen oder sonstigen schutzbedürftigen Nutzungen entsteht.

Die Ergebnisse des Überflutungsnachweises können Anpassungen an der Dimensionierung und Ausgestaltung der Versickerungsmulden erforderlich machen. Hierzu zählen

insbesondere die Bereitstellung ausreichender Freiborde, gegebenenfalls die Befestigung von Muldenrändern und Böschungen sowie die Ausbildung geeigneter Notüberläufe und Notabflusswege. Diese sind so zu planen, dass im Überlastungsfall eine geordnete und schadlose Ableitung des Wassers in geeignete Überflutungsflächen oder Vorfluter erfolgt.

Im vorliegenden Fall kommt hierfür die Goldach (Ludwigskanal) als möglicher Vorfluter sowie die nördlich des westlichen Teilgebiets anliegende Grünfläche in Betracht (s. Anlage E: Plan 152). Die konkrete Ausbildung der Überflutungswege und Notentlastungseinrichtungen ist im Rahmen der weiteren Planung festzulegen.

5.9 Abstimmung Ergebnisse mit Genehmigungsbehörden

Die Ergebnisse dieses Konzepts wurden am 30.06.2026 dem Wasserwirtschaftsamt München, Abteilung Landkreis Freising in einem Online-Termin vorgestellt (s. Anlage G: Protokoll zum Termin).

Die Ergebnisse sind hier stichpunktartig aufgeführt:

- Für die Bemessung von Versickerungsanlagen sind die mittleren höchsten Grundwasserstände (mHGW) anzusetzen. Auf Anforderung des WWAs wurden zusätzlich die Daten einer weiteren Grundwassermessstelle in die Auswertung einbezogen. Auf Grundlage der ergänzten Datengrundlage hat der Baugrundgutachter die mHGW-Werte neu ermittelt und das Baugrundgutachten in Revision 3 fortgeschrieben
- Die Bemessungsjährlichkeit der Versickerungsanlagen beträgt $T = 5$ Jahre. Für den Überflutungsnachweis sind $T = 20$ Jahre (ohne Tiefgarage) bzw. $T = 30$ Jahre (mit Tiefgarage) anzusetzen.
- Die Versickerung ist wasserwirtschaftlich gegenüber einer Einleitung in Oberflächengewässer grundsätzlich vorrangig zu verfolgen.
- Für das östliche Teilgebiet kann aufgrund der begrenzten Flächenverfügbarkeit alternativ eine Einleitung in die Goldach in Betracht gezogen werden.
- Für die Beurteilung einer Gewässereinleitung sind die Anforderungen der DWA-A 102 sowie der DWA-M 153 zu berücksichtigen.
- Der Mindestabstand zwischen Muldensohle und mHGW kann bei Anschluss ausschließlich gering belasteter Flächen auf 0,50 m reduziert werden.
- Bei der Begrünung von Versickerungsmulden sind die Kronenflächen von Bäumen und größeren Sträuchern von der wirksamen Versickerungsfläche abzuziehen.
- Die Nutzung der Ausgleichsflächen als Überlauf- und Ableitungsflächen für Starkregenereignisse wurde grundsätzlich positiv bewertet und einer direkten Ableitung in die Goldach vorgezogen.

- Bei der weiteren Planung sind die Hochwasserstände (HHW) bei der Ausbildung der Versickerungsmulden zu berücksichtigen.
- Aussagen zum Bodenmanagement wurden aufgrund des frühen Planungsstands zurückgestellt und sind im Rahmen der weiteren Planung zu konkretisieren.

Die Möglichkeit im Teilgebiet West die nördlichen Ausgleichsflächen als Überlaufflächen für Starkregenereignisse zu nutzen, wurde mit der uNb des Landkreises Freising besprochen (s. Anlage F: Emailverkehr vom 20.07.2026). Die Behörde begrüßt „eine Einleitung von sauberen, unbelasteten Niederschlagswasser in die Feuchtfächen“, weist aber darauf hin, dass „eine evtl. erforderliche Befestigung der Notüberlaufstellen [...] außerhalb der Ausgleichsflächen herzustellen“ ist.

6. Fazit Niederschlagswasserbeseitigung

Im Ergebnis zeigt das vorliegende Konzept, dass für das Plangebiet des Bebauungsplans Nr. 89 „Wohnquartier Ludwigstraße“ grundsätzlich genehmigungsfähige und technisch umsetzbare Lösungswege für die Niederschlagswasserbewirtschaftung bestehen.

Die dezentrale Versickerung über Mulden stellt dabei die wasserwirtschaftlich bevorzugte Entwässerungsvariante dar. Die Vorbemessung zeigt, dass die Anforderungen der DWA-A 138-1 grundsätzlich eingehalten werden können und eine schadlose Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers unter Berücksichtigung der Baugrundverhältnisse möglich ist. Die notwendigen Sickerflächen stehen im Teilgebiet West prinzipiell zur Verfügung.

Als wesentliche Randbedingungen für die weitere Planung sind die eingeschränkte Flächenverfügbarkeit v.a. im östlichen Teilgebiet sowie die hohen Grundwasserstände im westlichen Teilgebiet zu berücksichtigen. Zur Einhaltung der erforderlichen Grundwasserabstände und Sicherstellung einer gefälletechnischen Ableitung hin zu den Versickerungsanlagen werden im Teilgebiet West Geländeanhebungen erforderlich.

Die technische Umsetzbarkeit wird grundsätzlich als gegeben angesehen, die Auswirkungen auf Hochbau, Landschaftsbild, Wasserhaushalt, Natur- und Bodenschutz sowie die bestehende über beschränkte persönliche Dienstbarkeiten gesicherte unterirdische Infrastruktur sind im weiteren Planungsverlauf vertieft zu untersuchen.

Für den östlichen Teilbereich wurde aufgrund der begrenzten Flächenverfügbarkeit ergänzend eine Einleitung von Niederschlagswasser in die Goldach (Ludwigskanal) als alternative Entwässerungsoption geprüft. Die Abstimmungen mit dem Wasserwirtschaftsamt haben ergeben, dass eine solche Lösung grundsätzlich möglich und genehmigungsfähig ist, die Versickerung jedoch vorrangig zu verfolgen ist. Erforderliche Nachweise zur

Niederschlagswasserbehandlung sowie zur Verträglichkeit der Gewässereinleitung sind im weiteren Verfahren zu führen.

Die Abstimmungen mit dem WWA München und der uNb des Landkreises Freising haben gezeigt, dass die Nutzung der nördlich gelegenen Ausgleichsflächen im Teilgebiet West als Überlauf- bzw. Notabflussflächen für Starkregenereignisse grundsätzlich möglich und aus wasserwirtschaftlicher sowie naturschutzfachlicher Sicht sinnvoll ist. Hierdurch kann eine geordnete Ableitung von Niederschlagswasser im Überlastungsfall gewährleistet und gleichzeitig ein Beitrag zur Wasserversorgung der vorgesehenen Feuchthflächen geleistet werden. Im weiteren Planungsprozess sind die üblichen Nachweise zur Grundstücksentwässerung zu führen. Die hierfür erforderlichen Notabflusswege und Notüberläufe sind im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung festzulegen.

Insgesamt weist das vorliegende Konzept nach, dass die Niederschlagswasserbeseitigung für das Plangebiet unter Berücksichtigung der hydrogeologischen, hydraulischen und städtebaulichen Randbedingungen grundsätzlich umsetzbar ist. Die Muldenversickerung stellt hierbei die wasserwirtschaftlich bevorzugte Lösung dar. Ergänzend stehen für Bereiche mit eingeschränkter Flächenverfügbarkeit alternative Ableitungsmöglichkeiten zur Verfügung. Die erarbeiteten Ergebnisse bilden eine fachliche Grundlage für die weitere Planung und die Festsetzungen zur Niederschlagswasserbewirtschaftung im Bebauungsplan.

München, 10.08.2026

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG

i.A.

Simon Lutz

BAUGRUNDERKUNDUNG BAUGRUNDGUTACHTEN

BAUVORHABEN: Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße,
Hallbergmoos

BAUHERR: Flughafen München GmbH
Nordallee 25
85356 München-Flughafen

PLANUNG: Regierungsbaumeister Schlegel
GmbH & Co. KG
Guntherstraße 29
80639 München

DATUM: 05.08.2026

PROJEKT-NR.: B255270_rev03

TÄTIGKEITSFELDER

Geotechnik
Hydrogeologie
Grundbaustatik
Altlasten
Qualitätssicherung
Deponie- und Erdbauplanung

Sachverständige
§ 18 BBodSchG, SG 2
Private Sachverständige
in der Wasserwirtschaft

POSTANSCHRIFT

Crystal Geotechnik GmbH
Schustergasse 14
83512 Wasserburg

NIEDERLASSUNGSLEITUNG

Dipl.-Ing. Thomas Langer

TELEFON

08071-92278-0

INTERNET / E-MAIL

www.crystal-geotechnik.de
wbg@crystal-geotechnik.de

BANKVERBINDUNG

Kreis- und Stadtsparkasse Wasserburg
IBAN: DE40 7115 2680 0000 0012 48
BIC: BYLADEM1WSB

AG AUGSBURG HRB 9698

GESCHÄFTSFÜHRUNG

Alina Hoiß M.Sc.
Dipl.-Ing. Raphael Schneider

HAUPTSITZ UTTING AM AMMERSEE
Crystal Geotechnik GmbH
Hofstattstraße 28
86919 Utting am Ammersee



Dipl.-Ing. Thomas Langer
(Niederlassungsleiter)



M. Sc. Christian Heinz
(Bearbeiter)

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINES	6
1.1	Bauvorhaben / Veranlassung.....	6
1.2	Arbeitsunterlagen	8
2	FELD- UND LABORARBEITEN.....	9
2.1	Kampfmittelvorerkundung	9
2.2	Feldarbeiten.....	9
2.3	Bodenmechanische Laborversuche	12
2.3.1	Durchgeführte Versuche	12
2.3.2	Körnung der erkundeten Bodenmaterialien.....	12
2.3.3	Plastizität der erkundeten Bodenmaterialien	13
2.4	Chemische Laborversuche	14
2.5	Absinkversuche	15
3	UNTERGRUND- UND GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	16
3.1	Geomorphologischer Überblick.....	16
3.2	Beschreibung der erkundeten Untergrundschichten	17
3.2.1	Verbreitung der Untergrundschichten	17
3.2.2	Oberboden (Homogenbereich O1).....	18
3.2.3	Anmoor (Homogenbereich O2)	18
3.2.4	Kiesige Auffüllungen (Homogenbereich B1)	19
3.2.5	bindigere Auffüllungen (Homogenbereich B2).....	20
3.2.6	Decklagen (Homogenbereich B3)	21
3.2.7	Terrassenkiese (Homogenbereich B4)	22
3.2.8	Tertiär (Homogenbereich B5)	24
3.3	Grundwasserverhältnisse	25
4	ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN	28
4.1	Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	28
4.2	Charakteristische Bodenparameter.....	30
4.3	Bemessungswerte für Fundamentgründungen	31
4.4	Charakteristischer Bettungsmodul für Plattengründung	32
5	BEWERTUNG DER CHEMISCHEN UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.....	33
5.1	Bewertung nach Verfüll-Leitfaden	34
5.1.1	Torfe	34
5.1.2	Wiesenkalk	34

5.1.3 Terrassenkiese	35
5.1.4 Auffüllungen	35
5.2 Bewertung nach Ersatzbaustoffverordnung	35
5.2.1 Kiese	35
5.2.2 Auffüllungen	36
5.2.3 Grundsätzliche Hinweise zu Aushubarbeiten	36
6 HINWEISE ZUR GRÜNDUNG UND BAUAUSFÜHRUNG	38
6.1 Allgemeines	38
6.2 Erdarbeiten	39
6.3 Gründungsempfehlungen	39
6.3.1 Nicht unterkellerte Gebäude	39
6.3.2 Unterkellerte Gebäude	41
6.3.3 Gründungsempfehlung Verkehrsflächen	41
6.3.4 Gründungsempfehlung Brücken	42
6.3.5 Gründungsempfehlung Medienleitungen	43
6.4 Gründungsverfahren	44
6.4.1 Bodenaustausch	44
6.5 Baugrube	44
6.6 Verbau	45
6.7 Wasserhaltung	46
6.8 Bauwerkstroekenhaltung / Auftriebssicherheit	48
6.9 Versickerung	48
6.10 Empfehlungen zum Aufbau von Verkehrsflächen	51
6.11 Bewertung der Geländeerhöhung	52
6.12 Qualitätssicherung	52
6.13 Auswirkungen auf bestehende Infrastruktur	53
6.14 Erbebenzone	53
6.15 geotechnische Kategorie	54
7 ZUSAMMENFASSUNG / SCHLUSSBEMERKUNGEN	55

TABELLEN

Tab. (1.1)	Kennzeichnende Daten zum geplanten Bauvorhaben	7
Tab. (1.2)	Arbeitsunterlagen	8
Tab. (2.1)	Kennzeichnende Daten der Untergundaufschlüsse.....	10
Tab. (2.2)	Durchgeführte Laborversuche	12
Tab. (2.3)	Kennzeichnende Daten zur Materialkörnung der erkundeten Bodenmaterialien.....	12
Tab. (2.4)	Kennzeichnende Daten zur Plastizität der erkundeten Bodenmaterialien	13
Tab. (2.5)	Übersicht der chemischen Laborversuche.....	14
Tab. (2.6)	Kennzeichnende Daten der Versickerungsversuche	15
Tab. (3.1)	Erkundete Grundwasserverhältnisse	25
Tab. (3.2)	Ermittelte Grundwasserstände Süd und Nord	27
Tab. (4.1)	Bodenklassifizierung	28
Tab. (4.2)	Charakteristische Bodenparameter	30
Tab. (4.3)	Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes in den Terrassenkiesen für Streifenfundamente.....	31
Tab. (4.4)	Charakteristische Bettungsmodul für Plattengründungen der Gebäude	32
Tab. (5.1)	Chemische Laborversuche und Analysenergebnisse	33
Tab. (6.1)	Kennzeichnende Daten der Versickerungsversuche	50
Tab. (6.2)	Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12/24	51

ANLAGENVERZEICHNIS

- | | |
|--|--------------|
| (1) Lagepläne mit Untergrundaufschlusspunkten und Schnittführung | |
| (1.1) Übersichtslageplan | M 1 : 25.000 |
| (1.2) Lageplan Wohnquartier mit Aufschlusspunkten und Schnittführung | M 1 : 2.000 |
| (1.3) Lageplan Wohnquartier mit Grundwassergleichen | M 1 : 2.000 |
| (1.4) Lageplan Wohnquartier mit mHGW-Gleichen | M 1 : 2.000 |
| (1.5) Lageplan Wohnquartier mit Oberkante tragfähigem Horizont | M 1 : 2.000 |
| (1.6) Lageplan Rebhuhnausgleichsfläche mit Aufschlusspunkt | M 1 : 2.000 |
|
(2) Geologische Schnitte mit Untergrundschichtung | |
| (2.1) Schnitt A-A' | M 1 : 500/50 |
| (2.2) Schnitt B-B' | M 1 : 500/50 |
| (2.3) Schnitt C-C' | M 1 : 500/50 |
| (2.4) Schnitt D-D' | M 1 : 500/50 |
| (2.5) Schnitt 1-1' | M 1 : 200/50 |
|
(3) Profile der Untergrundaufschlüsse mit Details zu Bodenansprache und Probenahme | |
| (3.1) Rammkernbohrungen mit Verfüllprotokoll (B) | M 1 : 50 |
| (3.2) Grundwassermessstellen (GWM) mit Ausbauprofil | M 1 : 50/30 |
| (3.3) Bohrsondierungen (BS) | M 1 : 50 |
|
(4) Profile der schweren Rammsondierungen | M 1 : 50 |
|
(5) Fotodokumentation der Bohrkerne | |
|
(6) Originalschichtenverzeichnisse der Bohrfirma inkl. Protokolle der Absinkversuche | |
|
(7) bodenmechanische Laborergebnisse | |
|
(8) Auswertebögen und Prüfberichte des chemischen Labors | |
|
(9) Bericht zur Kampfmittelvorerkundung | |

1 ALLGEMEINES

1.1 Bauvorhaben / Veranlassung

Die Flughafen München GmbH plant die Ausweisung eines urbanen Gebietes am nördlichen Rand der Gemeinde Hallbergmoos im Rahmen des Bebauungsplans Nr. 89 "Ludwigstraße". Laut dem Bebauungsplan gibt es auf dem Gelände 10 Baufelder für Wohnhäuser und ein Parkhaus, welches im Bereich der Baufelder 5 oder 10 errichtet werden soll. Im Bereich der Baufelder 8 und 9 gibt es bereits Wohnhäuser, die auf absehbare Zeit bestehen bleiben werden. Für die neuen Wohnhäuser ist eine Erschließung von der Ludwigstraße aus geplant, die die Errichtung von Zufahrtsstraßen und -wegen, sowie die Neuverlegung von Versorgungsleitungen umfasst. Zusätzlich soll die Trinkwasserleitung DN400, die aktuell im westlichen Projektgebiet verläuft, verlegt werden. Der sich im Westen befindende Grillgraben soll mithilfe von 2 Brückenbauwerken überquert werden können. Im Zuge der Erschließung ist zudem die Herstellung einer Rebhuhnausgleichsfläche geplant, die sich auf einem nordöstlich liegenden Feld befinden wird.

Unser Institut wurde mit einer Baugrunderkundung im geplanten Bereich der Erschließungsmaßnahmen und Begutachtung der Baugrundsituation, insbesondere im Hinblick auf Möglichkeiten zur Gründung der geplanten Wohngebäude, dem Parkhaus, sowie der Erschließungsflächen und -trassen, der Möglichkeiten zur Versickerung von anfallenden Oberflächenwasser, einer Anhebung des Geländes um ca. 1 m sowie einer orientierenden Grundlagenuntersuchung zur Verwertung des anfallenden Aushubs beauftragt.

Zur Untergrunderkundung wurden insgesamt 6 Rammkernbohrungen (B), 9 Bohrsondierungen (BS); davon 8 im Bereich des Wohnquartiers, eine im Bereich der Rebhuhnausgleichsfläche sowie 12 schwere Rammsondierungen (DPH) abgeteuft. Von den Rammkernbohrungen wurden 2 zu 5" Grundwassermessstellen ausgebaut. Aus den Rammkernbohrungen und Bohrsondierungen wurden Bodenproben entnommen und in unserem bodenmechanischen Labor näher untersucht. An Einzel- und Mischproben wurden chemische Laborversuche hinsichtlich abfallrechtlich relevanter Kontaminationen, bezüglich der Bewertung des Bodenzustandes und hinsichtlich der im Zuge der Baumaßnahmen anfallenden Böden im chemischen Labor ausgeführt.

Die Ergebnisse der Feld- und Laborarbeiten werden in vorliegendem Bericht dokumentiert und beurteilt. Nach einer Beschreibung der Untergrund- und Grundwasserverhältnisse erfolgt die Klassifizierung der angetroffenen Untergrundschichten mit Angabe von charakteristischen Bodenparametern. Weiterhin werden Hinweise zur Planung und Bauausführung aus geotechnischer Sicht, wie Baugrubenerstellung, Verbau, Wasserhaltung und Gründung gegeben und es erfolgt die Bewertung der chemischen Laborversuche hinsichtlich abfallrechtlich relevanter Kontaminationen sowie der Wiederverwendbarkeit der vorhandenen Böden, insbesondere in Bezug auf das geogen vorkommende Arsen.

In den Tabellen und Anlagen dieses Berichtes werden zur Benennung und Beschreibung der Böden nach DIN EN ISO 14688-1 die Kurzzeichen nach DIN 4022 verwendet.

Die kennzeichnenden Daten zum geplanten Bauvorhaben sind in nachfolgender Tabelle (1.1) zusammengestellt.

Tab. (1.1) Kennzeichnende Daten zum geplanten Bauvorhaben

Baulicher Gesichtspunkt	Information
Allgemeines	
Lage des Neubaus	Nördliche Stadtgrenze von Hallbergmoos, nördlich der Ludwigstraße
Aktuelle Nutzung	überwiegend Wiese, wenige Bestandsgebäude
Neubau	
Baufelder	Insgesamt 10 Baufeld 5 oder 10 wird als Parkhaus gebaut Auf Baufeld 8 und 9 existieren bereits Gebäude
Fläche	Westlich des Ludwigkanals: 41.400 m ² Östlich des Ludwigkanals: 7.200 m ²
Geländehöhe	Baufelder 1-9: 454,79 – 453,78 m NHN Baufeld 10: 453,70 – 455,02 m NHN Rebhuhnausgleichsfläche: 453,70 m NHN
Gründungssohle Baukörper	Baukörper 1-5: ca. 449 m NHN Baukörper 6-10: ca. 450 m NHN Gründungstiefe ca. 4 m
Gründungssohle Trinkwasserleitung DN400	ca. 451,50 m NHN Tiefe ca. 2,5 m
Gründungssohle Strom- und Glasfaserleitungen	452,50 m NHN Tiefe ca. 1,50 m
Rebhuhnausgleichsfläche	Tiefe ca. 1,00 m

1.2 Arbeitsunterlagen

Zur Bearbeitung der vorliegenden Vorabinformation standen uns die in nachfolgender Tabelle (1.2) genannten Informationen zur Verfügung.

Tab. (1.2) Arbeitsunterlagen

Typ / Maßstab	Ersteller / Datum
BAUWERK / PLANUNG	
Bebauungsplan – Entwurf	CL Map GmbH & Grünplan GmbH, 08.01.2026
Machbarkeitsstudie Infrastrukturleitungen	Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Januar – April 2025
Daten zur Grundwassermessstelle 3219Q	Flughafen München GmbH, Juli 2026
GEOLOGIE / UNTERGRUNDSCHICHTUNG	
Digitale Geologische Karte von Bayern, M 1 : 25.000, Kartenblatt 7636 Freising Süd	Bayerisches Landesamt für Umwelt, München, abgerufen am 09.02.2026
Rammkernbohrungen und Grundwassermessstellen	Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH; 04. – 10.12.2025
Bohr- und Rammsondierungen	Crystal Geotechnik GmbH, 27.+28.11.2025, 17.+18.12.2025
bodenmechanische Laborversuche	Crystal Geotechnik GmbH; Januar 2026
chemische Laborversuche	AGROLAB Labor GmbH; Januar 2026

2 FELD- UND LABORARBEITEN

2.1 Kampfmittelvorerkundung

Im Vorfeld der Erkundungen wurde durch das Büro Besel KMB eine Kampfmittelvorerkundung der Phase A nach BFR KMR durchgeführt. Das Untersuchungsgebiet wurde als Kategorie 1 nach BFR KMR eingestuft, wonach sich kein Kampfmittelverdacht auf der Fläche befindet. Demnach besteht kein weiterer Handlungsbedarf.

In der Anlage (9) ist der Bericht zur Kampfmittelvorerkundung des Büros Besel KMB angehängt.

2.2 Feldarbeiten

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden durch Mitarbeiter unseres Institutes im Zeitraum vom 27.11.2026 bis zum 18.12.2025 insgesamt 9 Bohrsondierungen mit Aufschlusstiefen zwischen 4,70 m und 6,00 m u. GOK im Bereich des Wohnquartiers und einer Aufschlusstiefe von 1,00 m u. GOK im Bereich der Rebhuhnausgleichsfläche, sowie 12 schwere Rammsondierungen gemäß DIN EN ISO 22476-2 mit Aufschlusstiefen zwischen 2,00 m und 9,00 m durchgeführt. Zusätzlich wurde in der Zeit vom 04.12. bis zum 10.12.2025 durch die Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH insgesamt 6 Rammkernbohrungen DN 220 bzw. DN 324 gemäß DIN EN ISO 22475-1 mit Aufschlusstiefen zwischen 7,00 und 8,60 m u. GOK abgeteuft, wovon zwei zu 5“ Grundwassermessstellen ausgebaut wurden.

Das Bohrgut und die erkundeten Böden wurden unter bodenmechanischen Gesichtspunkten angesprochen und die angetroffene Untergrundsichtung wurde aufgezeichnet.

Aus den Bohrsondierungen und Rammkernbohrungen wurden Proben hinsichtlich geotechnischer und abfallrechtlicher Gesichtspunkte entnommen. Die Proben wurden unserem bodenmechanischen Labor und den chemischen Laboren AGROLAB zur genaueren Untersuchung bzw. Zurückstellung überstellt.

Der Anlage (3) können die Profile der direkten Aufschlüsse mit Details zur Probenahme und Bodenansprache entnommen werden.

In Anlage (4) sind die Rammdiagramme der schweren Rammsondierungen enthalten.

Als Anlage (5) ist eine Fotodokumentation der Bohrkernbeigefügt. Die Originalschichtenverzeichnisse der Bohrfirma sind der Anlage (6) zu entnehmen.

Die Lage der Untergrundaufschlusspunkte mussten teilweise aufgrund der Spartenlage sowie der örtlichen Gegebenheiten bzw. nicht gegebener Zugänglichkeiten im Bereich der Bestandsgebäude angepasst werden. Die Lage und der Umfang an Aufschlüssen wurde mit dem Auftraggeber, Flughafenvertretern und weiteren Projektbeteiligten eng abgestimmt.

Die Lage der Ansatzpunkte ist in den beiliegenden Lageplänen der Anlagen (1.2) bis (1.6) beinhaltet, wobei verschiedene Auswertungen, wie die ermittelten Grundwassergleichen sowie die Oberkante des tragfähigen Horizontes mit aufgenommen wurden.

Die Bohrprofile und Rammprofile und die Profile der Bohrsondierungen sind in die Querschnitte der Anlage (2) eingetragen. Das abgeleitete Untergrundsystem ist ebenfalls in diese Schnitte eingetragen.

In der nachfolgenden Tabelle (2.1) sind die kennzeichnenden Daten der abgeteufte Untergrundaufschlüsse zusammengestellt.

Tab. (2.1) Kennzeichnende Daten der Untergrundaufschlüsse

Auf- schluss	Ansatz- höhe	Auf- schluss- tiefe	Oberkante tragfähiger Horizont		Oberkante besser trag- fähiger Horizont		Grundwasserspiegel zum Erkundungs- zeitpunkt	
	m NHN		m	m u. GOK	m NHN	m u. GOK	m NHN	m u. GOK
RAMMKERNBOHRUNGEN (B)								
B 1	453,63	8,00	1,35	452,28	3,20	450,43	0,75	452,88
B 2	454,04	8,40	0,25	453,79	2,70	451,34	1,05	452,99
B 3	453,78	7,00	0,50	453,28	3,00	450,78	0,89	452,89
B 4	455,02	8,00	0,40	454,62	3,70	451,32	2,83	452,19
GRUNDWASSERMESSTELLEN (GWM)								
GWM 1	454,47	7,80	1,60	453,19	3,50	451,29	1,83	452,64
GWM 2	454,30	8,60	1,30	453,00	4,60	449,70	1,56	452,74
BOHRSONDIERUNGEN (BS)								
BS 1	454,20	5,70	1,40	452,80	4,50	449,70	1,40	452,80
BS 2	454,37	5,30	2,00	452,37	4,00	450,37	1,63	452,74
BS 3	454,17	5,80	1,20	452,97	3,20	450,97	1,23	452,94
BS 4	453,87	5,30	1,00	452,87	2,60	451,27	1,05	452,82
BS 5	454,15	4,70	1,20	452,95	2,50	451,65	--	--

Forts. Tab. (2.1)

Auf- schluss	Ansatz- höhe	Auf- schluss- tiefe	Oberkante tragfähiger Horizont		Oberkante besser trag- fähiger Horizont		Grundwasserspiegel zum Erkundungs- zeitpunkt	
	m NHN		m	m u. GOK	m NHN	m u. GOK	m NHN	m u. GOK
BOHRSONDIERUNGEN (BS)								
BS 6	454,49	5,30	1,60	452,89	4,10	450,39	--	--
BS 7	454,80	6,00	1,90	452,90	4,50	450,30	2,10	452,70
BS 8	453,70	5,90	1,90	451,80	2,40	451,30	2,05	451,65
BS 9	453,70	1,00	0,90	452,80	--	--	--	--
SCHWERE RAMMSONDIERUNGEN (DPH)								
DPH 1	454,79	8,60	1,40	453,39	3,90	450,89	1,87	452,92
DPH 2	453,70	6,00	1,50	452,20	3,10	450,60	0,93	452,77
DPH 3	453,85	5,50	0,90	452,95	3,60	450,25	1,01	452,84
DPH 4	453,91	9,00	1,00	452,91	2,30	451,61	1,01	452,90
DPH 5	453,80	9,00	0,70	453,10	4,60	449,20	0,94	452,86
DPH 6	454,03	9,00	0,80	453,23	3,80	450,23	1,17	452,86
DPH 7	454,01	5,20	1,00	453,01	2,20	451,81	--	--
DPH 8	454,22	5,80	1,20	453,02	3,80	450,42	--	--
DPH 9	453,95	6,60	0,80	453,15	3,60	450,95	--	--
DPH 10	454,55	5,40	1,50	453,05	4,30	450,25	1,77	452,78
DPH 11	454,92	4,70	3,70	451,22	3,70	451,22	--	--
DPH 12	455,18	2,00	1,00	454,18	--	--	--	--

Die Oberkante des tragfähigen Horizontes wurde wie folgt abgeleitet:

- Direkte Aufschlüsse: OK Terrassenkiese
- Rammsondierungen: Schlagzahlen $n_{10} \geq 6$ Schläge pro 10 cm Eindringtiefe

Die Oberkante des besser tragfähigen Horizontes wurde nach folgenden Kriterien festgelegt:

- Direkte Aufschlüsse: anhand der Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen
- Rammsondierungen: Schlagzahlen $n_{10} \geq 10$ Schläge pro 10 cm Eindringtiefe

Die Bohransatzpunkte wurden lage- und höhenmäßig mittels GNSS-Rover eingemessen, wobei von einer Lagegenauigkeit von < 2 cm und einer Höhengenaugkeit von < 2 cm ausgegangen werden darf.

2.3 Bodenmechanische Laborversuche

2.3.1 Durchgeführte Versuche

An den gewonnenen Bodenproben wurden die in nachfolgender Tabelle (2.2) genannten Laborversuche ausgeführt. Die zugehörigen Laborprotokolle und auch die detaillierten Analyseergebnisse sind diesem Bericht in Anlage (7) beigelegt.

Tab. (2.2) Durchgeführte Laborversuche

Laborversuche	DIN-Norm	Anzahl
Bodenansprache	DIN EN ISO 14688-1	13
Bodenansprache	DIN 18196	12
Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	2
Korngrößenverteilung (Siebanalyse)	DIN EN ISO 17892-4	5
Korngrößenverteilung (Sieb-Schlämmanalyse)	DIN EN ISO 17892-4	3
Zustandsgrenzen	DIN EN ISO 17892-12	5

2.3.2 Körnung der erkundeten Bodenmaterialien

In der nachfolgenden Tabelle (2.3) sind die kennzeichnenden Daten zur Materialkörnung der erkundeten Bodenmaterialien zusammengestellt. Es wurden 5 Nasssiebungen und 3 kombinierte Sieb-Schlämmanalysen nach DIN EN ISO 17892-4 ausgeführt. An den beiden Proben der Decklagen wurde zudem der Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 bestimmt. Die ausgewerteten Körnungslinien können der Anlage (7) entnommen werden.

Tab. (2.3) Kennzeichnende Daten zur Materialkörnung der erkundeten Bodenmaterialien

Material/ Aufschluss/ Tiefe	Körnungsfraction				Ungleich- förmigkeit ---	Wasser- gehalt %	Bodenart DIN EN ISO 14688-1
	Ton %	Schluff %	Sand %	Kies %			
DECKLAGEN (Homogenbereich B3)							
BS2/GP3 2,00 m	1,7	9,9	14,9	73,5	362,2	12,6	Wk (G,s',u')
BS5/GP2 (1,20 m)	2,8	13,3	24,4	59,5	447,5	20,5	Wk (G,s,u',o)
TERRASSENKIESE (Homogenbereich B4)							
GWM2/KP3 2,60-4,60 m	1,8		6,4	91,9	5,5	--	G,s'
GWM2/KP5 5,60-6,00 m	7,4		19,7	72,9	65,8	--	G,s,u'

Forts. Tab. (2.3)

Material/ Aufschluss/ Tiefe	Körnungsfraction				Ungleich- förmigkeit ---	Wasser- gehalt %	Bodenart DIN EN ISO 14688-1
	Ton %	Schluff %	Sand %	Kies %			
TERRASSENKIESE (Homogenbereich B4)							
B2/KP1 1,50-1,70 m	3,3		13,4	83,3	23,8	--	G,s'
BS2/GP4 3,60 m	6,4		10,5	83,1	40,5	--	G,s',u'
BS8/GP5 3,90 m	7,3		23,2	69,4	59,8	--	G,s,u'
TERTIÄR (Homogenbereich B5)							
B3/KP7 6,80-7,00 m	17,3	53,8	7,3	21,6	--	--	U,g,t,s'

2.3.3 Plastizität der erkundeten Bodenmaterialien

In der nachfolgenden Tabelle (2.4) sind die kennzeichnenden Daten zur Plastizität der erkundeten Bodenmaterialien den jeweiligen Homogenbereiche zusammengestellt. Die Laborprotokolle können der Anlage (7) entnommen werden.

Tab. (2.4) Kennzeichnende Daten zur Plastizität der erkundeten Bodenmaterialien

Material/ Aufschluss/ Tiefe	Wasser- gehalt %	Plastizitätskenngröße			Konsistenz I _c ---	Bodengruppe DIN EN ISO 14688-2
		w _L	w _p	I _p		
		%	%	%		
DECKLAGEN (Homogenbereich B3)						
B3/KP2 0,30-0,50 m	20,0	28,5	18,9	9,5	0,89 steif	TL
B4/KP1 0,10-0,40 m	31,4	56,0	30,3	25,7	0,96 steif-halbfest	UA
TERTIÄR (Homogenbereich B5)						
GWM2/KP8 8,10-8,45 m	28,4	50,6	27,9	22,8	0,98 steif	TA
B1/KP8 7,60-7,80 m	25,4	48,9	25,3	23,6	0,99 steif-halbfest	TM
B4/KP3 7,70-7,80 m	32,7	55,0	30,0	25,0	0,89 steif	UA

Bis auf die Probe B3/KP2 liegen alle untersuchten Böden im Grenzbereich zwischen TM und TA bzw. UA und TA und haben somit eine mittlere bis hohe Plastizität.

Böden mit Plastizitätszahlen von $I_p < 10$ sind überaus wasserempfindlich. Bereits gering Änderung des Wassergehaltes führen zu deutlichen Konsistenzänderungen. Dementsprechend schwierig ist die Bestimmung der Konsistenz im bodenmechanischen Labor.

2.4 Chemische Laborversuche

Aus dem Bohrgut wurden zusätzlich zu den bodenmechanischen Proben auch Mischproben für chemische Laborversuche entnommen und hinsichtlich der chemischen Analyse an das chemische Labor AGROLAB mittels Kuriers überstellt. Für die Mischprobenherstellung wurde das Probenmaterial homogenisiert und in Anlehnung an die PN 98 zu Laborproben reduziert. In der nachfolgenden Tabelle (2.5) sind die untersuchten Laborproben hinsichtlich der Materialzuordnung, der Untersuchungstiefe und des Analysenumfanges zusammengestellt. Die Laborprotokolle sind diesem Bericht in Anlage (8.2) beigelegt. Der Anlage (8.1) können die verwendeten Auswerteprotokolle entnommen werden.

Tab. (2.5) Übersicht der chemischen Laborversuche

Proben- bzw. Mischprobenbezeichnung	Einzelproben	Tiefenbereich m u. GOK	chemische Analytik
B3 / KP5	B3 / KP5	3,00-3,30	Ersatzbaustoffverordnung BM-0*
BS8 / GP2 ¹⁾	BS8 / GP2	1,50	Ersatzbaustoffverordnung BM-F0* - BM-F3
MP BS3 + BS6 ¹⁾	BS3 / GP2 BS6 / GP2	1,20 – 1,60	Ersatzbaustoffverordnung BM-0*
B3 / KP1	B3 / KP1	0,10-0,30	VFLF + DOC/TOC
MP GWM1/KP1+2 ²⁾	GWM1 / KP1 GWM1 / KP2	0,50-1,60	VFLF + TOC/DOC
MP BS1+BS2 ¹⁾	BS1 / GP1 + GP2 BS2 / GP1 + GP2	0,00 – 1,20	VFLF + TOC/DOC
B1 / KP4	B1 / KP4	3,20 – 3,50	Arsen Eluat + Feststoff
BS4 / GP2	BS4 / GP2	1,00	Arsen Eluat + Feststoff
BS8 / GP4	BS8 / GP4	1,90	Arsen Eluat + Feststoff
B1 / KP1	B1 / KP1	0,15 – 0,40	TOC/DOC + Glühverlust Sulfat + Arsen im Eluat
GWM2 / KP1	GWM2 / KP1	0,15-0,45	TOC/DOC + Glühverlust Sulfat + Arsen im Eluat
GWM1 - GW	GWM1 – GW	0,00	Betonaggressivität

¹⁾... Ziegelbruch als Fremddanteile beinhaltet.

²⁾... Ziegel- und Glasreste sowie Kunststoffband als Fremdbestandteile beinhaltet.

Die Auswertung der chemischen Analysenergebnisse erfolgt in Abschnitt 5.

2.5 Absinkversuche

Zur genaueren Bestimmung der Untergrunddurchlässigkeit zur Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser wurde in den zwei Rammkernbohrungen B1 und B3 jeweils ein Absinkversuch ausgeführt. Die Absinkversuche wurden in Tiefenbereichen zwischen 1,00 m unter GOK und 2,00 m unter GOK ausgeführt.

Die Absinkversuche wurden während des Abteufens der Bohrungen durchgeführt.

Sobald die Unterkante der Versuchsstrecke erreicht wurde, wurde in das verrohrte Bohrloch Filterkies mit einer Strecke von 1 m eingebaut und die Verrohrung bis zur Oberkante der Versuchsstrecke angehoben. Im Anschluss daran wurde Trinkwasser aus einem Wassertank eingefüllt. Nach dem Befüllen der Verrohrung wurde versucht, das Absinken des Wasserspiegels in vorgegebenen Zeitintervallen beobachtet und aufzuzeichnen. Das zugegebene Wasser versickerte jedoch so schnell, dass kein Aufstau über dem Filterkies der Versuchsstrecke gemessen werden konnte. Deshalb wurde die Wasserzugaberate als Auswertgrundlage verwendet.

In Anlage (6.2) sind die Versuchsprotokolle der Absinkversuche zusammengestellt.

In der nachfolgenden Tabelle (2.6) sind die kennzeichnenden Daten der Versickerungsversuche und die hier ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte zusammengestellt.

Tab. (2.6) Kennzeichnende Daten der Versickerungsversuche

Homogen- bereich/ Bohrung / Versuch	Tiefe der Ver- suchsstrecke von – bis m u. GOK	eingefüllte Wassermenge Q l	Einfülldauer t sec	mittlere Wasser- zugabe l/s	Durch- lässigkeits- beiwert k _{fu} m/s
TERRASSENKIESE Homogenbereich B4					
B1 / 1	1,00 – 2,00	1000	100	10	2,6 x 10 ⁻¹
B3 / 1	1,00 – 2,00	1000	100	10	2,6 x 10 ⁻¹

Die Diskussion der Versuchsergebnisse erfolgt in Abschnitt 6 dieses Berichtes.

3 UNTERGRUND- UND GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

3.1 Geomorphologischer Überblick

Das Projektgebiet befindet sich am nördlichen Rand der Gemeinde Hallbergmoos. Die Fläche, auf der die Baufelder 1 bis 7 liegen, wird im Süden von der Ludwigstraße, im Westen und Norden von der Schwaiger Straße und im Osten von der Goldach (Ludwigskanal) begrenzt. Die Baufelder 9 und 10 befinden sich östlich der Goldach zwischen der Ludwigstraße und dem Wertstoffhof. Im westlichen Bereich zwischen den Baufeldern 1 und 2 verläuft der Grillgraben durch das Projektgebiet. Morphologisch ist das Projektgebiet von West nach Ost gesehen relativ eben. Von der Ludwigstraße aus kommend, fällt das Gelände etwas ab.

Die geplante Rebhuhnausgleichsfläche befindet sich nordöstlich des Wohnquartiers auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche am südlichen Rand des Flughafens München innerhalb der Vogelschutzzone „Nördliches Erdinger Moos“.

Laut der digitalen Geologischen Karte befindet sich das Projektgebiet am Rande der Münchner Schotterebene im Bereich des Übergangs zum nördlichen Erdinger Moos.

Dementsprechend ist das Untersuchungsgebiet durch verschiedene Ablagerungsstadien der Spätwürmeiszeit und des Holozäns geprägt. Diese verschiedenen Ablagerungsstadien sind teilweise an flachen Geländestufen erkennbar. Die tieferen Geländebereiche weisen auf mittelholozäne Flussschotter der Isar hin. Diese liegen spätwürmeiszeitlichen Vorstoßschottern auf, die in den Rammdiagrammen vermutlich etwas höhere Schlagzahlen liefern als die Flussschotter.

Die Terrassenschotter liegen dem tertiären Untergrund auf, der erfahrungsgemäß aus Mergeln mit Feinsandeinschaltungen aufgebaut ist.

Über den Flussschottern und Terrassenschottern ist von anthropogenen Einflüssen, in Form von Anschüttungen und Geländemodellierungen auszugehen, wobei die natürlich entstandenen Decklagen mit Wiesenkalkbildungen, letztere als Ausfällungsprodukte durch den Austritt von kalkhaltigem Wasser und der damit einhergehenden Veränderung des Wasserchemismus, teilweise überformt wurden.

Des Weiteren befindet sich das Untersuchungsgebiet im Randbereich von kartierten Niedermoortorfen, die im Untersuchungsgebiet unregelmäßig ebenfalls zu erwarten sind.

Zur Vereinfachung und wegen der bodenmechanisch ähnlichen Eigenschaften werden die holozänen Flussschottern und die würmeiszeitlichen Terrassenschotter in einem Homogenbereich zusammengefasst.

3.2 Beschreibung der erkundeten Untergrundschichten

3.2.1 Verbreitung der Untergrundschichten

Als oberste Bodenschicht wurde bei fast allen Aufschlüssen **Oberboden** in einer Mächtigkeit zwischen 0,10 m und 0,60 m angetroffen. Teilweise war dieser aufgefüllt und enthielt Fremddanteile wie Ziegelreste. Auffüllungen wurden im Bereich der Baufelder 1-7 nur in der Nähe der Ludwigstraße sowie von Bestandsgebäuden erkundet. **Kiesige Auffüllungen** wurden hierbei nur bei der DPH1, der BS6 und der BS7 mit Mächtigkeiten zwischen 0,90 m und 1,40 m erkundet. Alle anderen angetroffenen Auffüllungen weisen eine bindigere Zusammensetzung auf. Diese **bindigeren Auffüllungen** haben insbesondere im Bereich direkt östlich des Grillgrabens eine größere Mächtigkeit von bis zu 1,45 m, was auf die Erdbauarbeiten im Zuge der Verlegung des Fernwärmenetzes und der anderen vorhandenen Erschließungsleitungen für den Flughafen, die durch dieses Gebiet verlaufen. Im Bereich des Baufelds 10 reichen die bindigeren Auffüllungen des vorhandenen Parkplatzes bis in eine Tiefe von 1,50 m bis 1,70 m u. GOK.

Im westlichen Projektgebiet wurde unterhalb des Oberbodens **Anmoor** in Form von Torfen mit einer Mächtigkeit zwischen 0,25 bis 0,70 m angetroffen. Bei Baufeld 10 wurden Torfe mit einer Mächtigkeit von 0,10 m unterhalb der Auffüllungen erkundet.

Unterhalb der Torfe bzw. der Auffüllungen wurden bei einem Großteil der Untersuchungen **Decklagen** erkundet. Diese traten hauptsächlich in Form von Wiesenkalen mit Stärken zwischen 0,30 m und 1,00 m und Schichtunterkannten bei 1,20 bis 1,90 m u. GOK auf. Im Bereich des Baufelds 10 wurden Wiesenkalke im westlichen Bereich in einer Tiefe bis 3,60 m u. GOK und im Osten bis 0,40 m u. GOK erkundet. Teilweise sind die Wiesenkalke mit den Torfböden verzahnt, bzw. beinhalte Torfstücke. Im Bereich der B1 wurden bis in einer Tiefe von 1,35 m u. GOK Verwitterungskiese erkundet, die jedoch keine organogenen Bestandteile aufwiesen. Unterhalb der Decklagen bzw. der Auffüllungen, bei der B2 auch direkt unterhalb des Oberbodens, wurden auf dem gesamten Projektgebiet **Terrassenkiese** erkundet. Im Bereich der Baufelder 1-7 haben die Kiese eine relativ ebene Oberkante, wohingegen im Bereich des Baufelds 10 in etwa im Bereich der DPH11 eine Terrassenkante erkundet wurde, bei dem die Oberkante der Terrassenkiese von 3,60 m u. GOK auf 0,40 m u. GOK springt.

Die Oberkante der Terrassenkiese bildet den tragfähigen Horizont. Der besser tragfähige Horizont befindet sich in Bereichen ab denen die Kiese eine höhere Lagerungsdichte aufweisen. Die Terrassenkiese fungieren als Grundwasserleiter.

Der Grundwasserstauer in Form von Mergeln und Sanden des **Tertiärs** konnte mit allen Rammkernbohrungen erkundet sowie in einigen schweren Rammsondierungen gut abgeleitet werden und begann bei 6,50 bis 8,00 m u. GOK.

Im Bereich der Rebhuhnausgleichsfläche stehen unterhalb des ca. 0,40 m mächtigen Ackerbodens Wiesenkalke bis in eine Tiefe von ca. 0,90 m an. Darunter beginnen die Terrassenkiese.

Auf Grundlage der Erkundungsergebnisse wurde die Höhenlage des tragfähigen Horizontes abgeleitet. Aus den einzelnen Aufschlusspunkten wurde ein Isolinenplan mit der Oberfläche des tragfähigen Horizontes entwickelt, der in Anlage (1.5) beigelegt ist und als orientierende Information gedacht ist. Gewisse Abweichungen in der tatsächlichen Oberfläche des tragfähigen Horizontes sind zu berücksichtigen.

3.2.2 Oberboden (Homogenbereich O1)

Der erkundete Oberboden im Bereich der vorhandenen Grünflächen und Wiesen oberhalb von Auffüllungen ist teilweise wieder angedeckt und zeigte teilweise Ziegelrestanteile. Oberhalb von Torfen und Wiesenkalcken bildet er die darüberliegende Grasnarbe.

Oberboden ist für bautechnische Zwecke ungeeignet und zu Beginn der Baumaßnahme abzuziehen und für eine spätere Wiederandeckung oder eine entsprechende Wiederverwertung zwischenzulagern.

Wechselnde Fremdanteile können vorhanden sein.

3.2.3 Anmoor (Homogenbereich O2)

Die erkundeten gering bis mäßig zersetzten Torfe weisen eine überwiegend schwarze bis braun schwarze Färbung auf.

Sie zeigen noch deutliche Pflanzenfasern und einen entsprechend geringen Zersetzungsgrad. Neben Pflanzenfasern sind auch Holzreste anzutreffen, wobei der Durchmesser überwiegend nur wenige cm beträgt.

Beurteilung:

Die Torfe sind als gering bis sehr gering tragfähig und stark bis sehr stark kompressibel zu bewerten. Sie zeigen mittlere bis hohe Standfestigkeit und geringe Fließempfindlichkeit bei geringer Wasserempfindlichkeit. Ihre Frostepfindlichkeit wird als hoch bewertet, woraus sich die Frostepfindlichkeitsklasse F3 ergibt. Sie zeigen mittlere bis geringe Durchlässigkeit.

In Torfen findet, vor allem oberhalb des Grundwasserspiegels, ein natürlicher Abbau statt. Unter Auflasten kann es zu langanhaltenden Kriechverformungen kommen.

Im erdbaulichen Betrieb sind die Torfe überwiegend leicht lösbar und für den qualifizierten Erdbau sind sie in keinsten Weise geeignet. Erschwernisse entstehen beim Lösen, Laden und Transport durch ihr geringes Eigengewicht und ihre große Stückigkeit. Sie geben ihr Wasser schlecht ab und sind damit überwiegend den fließenden Böden zuzurechnen.

Je nach Verwertung der Torfe kann ein getrenntes Lösen der gering bis mäßig zersetzten Torfe bzw. mäßig bis stark zersetzten Torfe sinnvoll sein.

Zur Gründung von Kanälen und Leitungen sind sie ebenso wenig geeignet, wie als Untergrund für Verkehrsflächen. Zur Gründung von Gebäuden sind sie nicht geeignet. Ihre Rammbarkeit wird als leicht bewertet. Für leistungsfähige Drehbohranlagen sind sie ebenfalls leicht lösbar. Mögliche, vorliegend jedoch nicht erkundete, Grobeinlagerungen in Form von Stämmen wirken als Erschwernisse für Ramm- bzw. Bohrarbeiten und können auch Hindernisse für Rammarbeiten darstellen.

3.2.4 Kiesige Auffüllungen (Homogenbereich B1)

Die kiesigen Auffüllungen sind unter bodenmechanischen Gesichtspunkten als schwach schluffige, stark sandige Kiese anzusprechen und weisen eine lockere bis mitteldichte Lagerung auf. Teilweise wurden schwach humose Nebenbestandteile erkundet.

Die erkundeten Tragschichtkiese des Oberbaus waren unter bodenmechanischen Gesichtspunkten überwiegend als schwach schluffige, sandige Kiese in mitteldichter Lagerung anzusprechen. Aufgrund ihrer anthropogenen Entstehungsgeschichte weisen Auffüllungen hinsichtlich Verbreitung und Zusammensetzung kleinräumige Inhomogenitäten auf. Grobeinlagerungen in Steingröße und Blockgröße können vorhanden sein.

Beurteilung:

Die kiesigen Auffüllungen sind als hoch tragfähig und gering kompressibel zu bewerten. Sie zeigen geringe bis mittlere Standfestigkeit und mittlere bis hohe Fließempfindlichkeit bei geringer Wasserempfindlichkeit. Ihre Frostempfindlichkeit wird als insgesamt gering bewertet, woraus sich die Frostempfindlichkeitsklasse F2 ergibt. Sie zeigen hohe bis mittlere Durchlässigkeit.

Im erdbaulichen Betrieb sind die kiesigen Auffüllungen leicht lösbar und für den qualifizierten Erdbau sind sie gut geeignet. Zur Gründung von Kanälen und Leitungen sind sie ebenso gut geeignet, wie als Untergrund für Verkehrsflächen. Wegen der Risiken von Inhomogenitäten gibt es hier jedoch gewisse Einschränkungen. Zur Gründung von Gebäuden sind sie aufgrund ihrer geringen Schichtstärke nur bedingt geeignet. Ihre Rammbarkeit wird als mittelschwer

bewertet. Für leistungsfähige Drehbohranlagen sind sie leicht lösbar. Je nach Größe und Verteilung von Grobeinlagerungen können diese Erschwernisse und Hindernisse darstellen.

3.2.5 bindigere Auffüllungen (Homogenbereich B2)

In diesem Homogenbereich sind Bodengemische mit stark wechselnder Zusammensetzung sowie schluffige Kiese beinhaltet.

Die **Bodengemische** waren als sandige bis stark sandige, kiesige Schluffe mit schwachen Stein- und Organik-Anteilen bzw. als stark schluffige, stark kiesige bis kiesige Sande anzusprechen. Die Konsistenz der Bodengemische wurde als weich bis steif erkundet. Bei natürlichen Aufweichungen können auch breiige Zustandsformen maßgebend werden.

Unter bodenmechanischen Gesichtspunkten sind die **schluffigen Kiese** als schwach schluffige bis stark schluffige, sandige bis stark sandige Kiese mit teilweise schwach bis stark organischen Nebenbestandteilen und sehr vereinzelt schwachen Torfresten anzusprechen. Für die Auffüllkiese wird lockere bis mitteldichte Lagerung abgeleitet.

Ferner ist im Bereich von bestehenden Kanalgräben mit Grabenverfüllung zu rechnen, die starke Inhomogenitäten aufweisen können. Hier können auch durchlässigere kiesige/steinige Materialien eingebaut sein.

Aufgrund ihrer anthropogenen Entstehungsgeschichte weisen Auffüllungen hinsichtlich Verbreitung und Zusammensetzung kleinräumige Inhomogenitäten auf. Grobeinlagerungen in Steingröße und Blockgröße können vorhanden sein. Es wurden bereichsweise auch umfangreichere Bauschuttreste, in Form von Ziegelresten und Betonresten erkundet.

Beurteilung:

Die **Bodengemische** zeigen aufgrund ihrer Inhomogenitäten geringe bis mittlere Tragfähigkeit bei mittlerer bis hoher Kompressibilität. Ihre Standfestigkeit ist als gering und ihre Fließempfindlichkeit als hoch, bei hoher bis sehr hoher Wasserempfindlichkeit zu bewerten. Sie zeigen geringe Durchlässigkeit und sie sind als stark frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3) zu bewerten.

Im erdbaulichen Betrieb sind die Bodengemische mittelschwer lösbar. Je nach Größe und Verteilung von Grobeinlagerungen können diese zu erdbaulichen Erschwernissen führen. Bei natürlichen Aufweichungen und breiiger Konsistenz geben sie, als fließende Bodenarten, ihr Wasser schlecht ab, wodurch entsprechende Erschwernisse beim Lösen, Laden und

Transport entstehen. Für die Wiederverwendung im qualifizierten Erdbau sind die Bodenge-mische aufgrund ihrer Inhomogenität und Zustandsform mit Zusatzmaßnahmen geeignet.

Zur Gründung von Kanälen und Leitungen sind sie bedingt bis eingeschränkt geeignet, ebenso als Untergrund für Verkehrsflächen. Zur Gründung von Gebäuden sind sie aufgrund ihrer wechselhaften Verbreitung und Zusammensetzung nicht bis eingeschränkt geeignet.

Ihre Rammbarkeit wird als leicht bis mittelschwer bewertet, wobei Grobeinlagerungen zu Er-schwernissen und Hindernissen führen können. Diese Bewertung gilt auch für die Bohrbarkeit mit leistungsfähigen Drehbohrgeräten.

Die **schluffigen Kiese** sind als mittel tragfähig und mittel kompressibel zu bewerten. Sie zei-gen geringe Standfestigkeit und hohe Fließempfindlichkeit bei hoher Wasserempfindlichkeit. Ihre Frostempfindlichkeit wird als gering bis stark bewertet, woraus sich die Frostempfindlich-keitsklassen F2 bis F3 ergeben. Sie zeigen geringe bis mittlere Durchlässigkeit.

Im erdbaulichen Betrieb sind die Auffüllkiese leicht bis mittelschwer lösbar und für den qualifi-zierten Erdbau sind sie bedingt bis eingeschränkt geeignet. Zur Gründung von Kanälen und Leitungen sind sie ebenso hinreichend geeignet, wie als Untergrund für Verkehrsflächen. Zur Gründung von Gebäuden sind sie aufgrund ihrer wechselhaften Verbreitung nur bedingt bis eingeschränkt geeignet. Ihre Rammbarkeit wird als leicht bis mittelschwer bewertet. Für leis-tungsfähige Drehbohranlagen sind sie leicht lösbar.

3.2.6 Decklagen (Homogenbereich B3)

Die Decklagen setzten sich aus den Wiesenkalken und den Verwitterungskiesen zusammen. Die erkundeten **Wiesenkalke** sind hinsichtlich ihrer Körnung als sandiger, schwach kiesiger Schluff mit schwachen organischen Einschlüssen bzw. als kiesiger, sandiger Ton mit schwach organischen Einschlüssen und auch als stark schluffige bis schwach schluffige, sandige bis schwach sandige Kiese mit vereinzelt starken organischen Einschlüssen vor. Oft ist er mit den Torfböden verzahnt.

Der Konsistenz der Wiesenkalke ist als steif, die Lagerung ist als locker abzuleiten.

Die **Verwitterungskiese** wurden vorliegen nur in der B1 aufgeschlossen. Sie werden als san-dige, schluffige, steinige Kiese mit einer lockeren bis mitteldichten Lagerung angesprochen, dürften aber eine größere unregelmäßige Verbreitung aufweisen.

Beurteilung:

Wiesenkalk entstehen, wenn kalkhaltiges Grund- oder Schichtwasser zu Tage tritt und der Kalk z. B. durch Erwärmung oder Ausgasung des Wassers ausfällt. Wiesenkalk zeigen auf Grund ihrer Entstehungsgeschichte eine eher lockere Bodenstruktur und eine eher geringe Kornfestigkeit. Das Korngerüst von Wiesenkalken kann unter Belastung schlagartig kollabieren und die Einzelkörner werden durch dynamische Belastungen zerstört. Der Wiesenkalk ist deshalb durch eine geringe Tragfähigkeit und hohe Verformbarkeit gekennzeichnet. Erdbautechnisch ist der Wiesenkalk als leicht lösbar einzustufen. Er ist leicht bohrbar und leicht rammbar, weist eine geringe Standfestigkeit auf und ist mäßig bis stark fließgefährdet. Er gibt das Wasser schlecht ab und sein Eigengewicht ist sehr gering, was hinsichtlich des Transportes besonders zu beachten ist. Hinsichtlich seiner Frost- und Wasserempfindlichkeit ist er als stark frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3) und als sehr wasserempfindlich zu beurteilen. Die Durchlässigkeit des Wiesenkalks ist als gering bis mäßig einzuschätzen.

Die Wiesenkalk sind nicht wiederverwendbar, aber leicht rammbar.

Vorliegend sind in die Wiesenkalkmatrix mineralische Komponenten eingelagert, die die Eigenschaften des Wiesenkalkes leicht positiv beeinflussen.

Die Wiesenkalk stellen bautechnisch eine problematische Bodenschicht dar, die nicht als Gründungshorizont in Frage kommt und daher im Zuge von Gründungsmaßnahmen besonders beachtet werden muss.

Der Verwitterungskies wurde nur untergeordnet erkundet.

Er zeigt eine mittlere Tragfähigkeit bei mittlerer bis geringer Kompressibilität und weist eine geringe bis mittlere Standfestigkeit bei hoher Fließempfindlichkeit und mittlerer bis hoher Wasserempfindlichkeit auf. Die Durchlässigkeit ist als mittel bis hoch zu bewerten. Im verwitterten Zustand ist er überwiegend gering bis mittel frostempfindlich, kann bei höheren Feinkornanteilen aber auch stark frostempfindlich sein und ist dann in die Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 einzustufen.

3.2.7 Terrassenkiese (Homogenbereich B4)

Hinsichtlich ihrer Körnung sind die Terrassenkiese im erkundeten Bereich überwiegend als schwach sandige Kiese mit einer lockeren bis dichten Lagerung anzusprechen. Bereichsweise können ebenfalls sandige bis schwach sandige, schwach schluffige Kiese mit Steinanteilen sowie stark kiesige, schwach schluffige Sande mit Steinanteilen vorkommen, die ebenfalls eine lockere bis dichte Lagerung aufweisen. Im Kontaktbereich zum Tertiär treten Basalkiese

auf, deren Kornzusammensetzung als schluffige bis stark schluffige, sandige Kiese mit schwachen Steinateil angesprochen werden. Diese haben ebenfalls eine lockere bis mittlere Lagerung.

Anhand der Rammprofile der schweren Rammsondierungen ist davon auszugehen, dass ebenfalls reine Rollkieslagen vorkommen können.

Der Anteil an Grobeinlagerungen (Steine) wird mit Korngrößen bis 150 mm bereichsweise bei bis zu 10% erwartet. In den Basalkiesen kann der Grobanteil auch höher sein (bis 30 %) und auch größere Kantenlängen aufweisen (bis 300 mm Kantenlänge als Abschätzung).

Beurteilung:

Die Terrassenschotter zeigen im lockerer bis mitteldichter Lagerung mittlere Tragfähigkeit bei mittlerer bis geringer Kompressibilität. Sie zeigen geringe bis mittlere Standfestigkeit bei hoher Fließempfindlichkeit und mittlerer bis geringer Wasserempfindlichkeit. Ihre Durchlässigkeit ist als mittel bis sehr hoch zu bewerten. Sie sind überwiegend gering bis nicht frostempfindlich und sind in die Frostempfindlichkeitsklassen F1 und F2 einzustufen.

Die Terrassenkiese zeigen bei dichter Lagerung eine hohe bis sehr hohe Tragfähigkeit bei mittlerer Standfestigkeit und geringer Kompressibilität. Ihre Wasserempfindlichkeit ist gering. Sie zeigen aber je nach Sandanteil etwa mittlere bis hohe Fließempfindlichkeit. Ihre Wasserdurchlässigkeit ist als überwiegend hoch zu bewerten. Sie sind im erkundeten Bereich in der Regel nicht bis gering frostempfindlich und damit den Frostempfindlichkeitsklassen F1 und F2 zuzuordnen.

Im erdbaulichen Betrieb sind sie (bei lockerer bis mitteldichter Lagerung) leicht lösbar. Darunter stellen die Lagerungsdichte und mögliche Verbackungen gewisse Erschwernisse dar, die beim Einsatz von leistungsstarken Hydraulikbaggern gut bewältigt werden können. Für den qualifizierten Erdbau sind sie gut geeignet.

Die Terrassenkiese sind bei dichter Lagerung sehr gut zu Lastabtragung geeignet. Die lockeren bis dichten Terrassenkiese sind für die Versickerung in der vorliegenden Zusammensetzung gut geeignet.

Die Terrassenkiese sind, abhängig von Verwitterungsgrad, Lagerungsdichte und Steinanteil, im oberen Abschnitt mittelschwer rammbar. Im tieferen Bereich sind sie als sehr schwer

rammbar einzustufen. Ihre Bohrbarkeit wird beim Einsatz von leistungsfähigen Drehbohranlagen als mittelschwer bis schwer bewertet.

Die Bohrbarkeit für leistungsschwache Bohrgeräte, die mit Verdrängungsverfahren arbeiten, ist bei lockerer Lagerung als mittelschwer zu bewerten. In mitteldichter bis sehr dichter Lagerung treten erhebliche Erschwernisse auf und die Terrassenkiese stellen dann auch bei derartigen Bohrverfahren Bohrhindernisse dar.

3.2.8 Tertiär (Homogenbereich B5)

Die als Geringleiter (Stauer) wirkenden tertiären Böden wurden vorliegend als Mergel und Sande in unterschiedlicher Zusammensetzung angetroffen. Die mergeligen Tertiärböden waren als sandige bis stark sandige, schwach tonige bis tonige, schwach kiesige bis kiesige Schluffe mit schwachem Steinanteil und als schluffige, sandige, schwach kiesige Tone anzusprechen. In sandiger Ausprägung lag das Tertiär in Form von schwach schluffigen Feinsanden vor. Auch gröbere Sande sind im Münchner Tertiär anzutreffen. Die Konsistenz der mergeligen Böden wird laut Bodenansprache vor Ort und laut bodenmechanischen Laborversuchen als steif beschrieben. Für die Sande ist von mitteldichter bis dichter Lagerung auszugehen. Verzahnungen zwischen den mergeligen und sandigen Fazies sind vorhanden. In tieferen Lagen (unter der Aufschlusstiefe) ist mit umfangreicheren Tertiärsanden zu rechnen.

Bewertung

Das Tertiär ist gut tragfähig und mittel kompressibel. Die Standfestigkeit wird mit mittel bis hoch, bei Aufweichungen und bei feinsandiger Ausprägung auch als gering bewertet. Die tertiären Böden sind gering bis stark wasserempfindlich und stark frostempfindlich und daher der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen. Die Fließempfindlichkeit wird mit gering (Mergel) bis stark (Sande), die Durchlässigkeit mit gering (Mergel) bis mittel (Sande) bewertet.

Im erdbaulichen Betrieb sind die Böden überwiegend mittelschwer lösbar (Bodenklasse 4), bei Aufweichungen kann auch die Bodenklasse 2 anzusetzen sein. Für den qualifizierten Erdbau sind die tertiären Böden nur bei günstigem Wassergehalt eingeschränkt wiederverwendbar. Zur Gründung von Baulichkeiten sind die tertiären Böden gut bis bedingt geeignet. Lokale Aufweichungen durch Schichtwasser führen zu einer Verschlechterung der bodenmechanischen und grundbaulichen Eigenschaften.

Die Rammbarkeit des Tertiärs wird als mittelschwer bis sehr schwer, ihre Bohrbarkeit für leistungsfähige Drehbohranlagen als mittelschwer bewertet. Die Mantelreibung steigt in den

tertiären Böden schnell an. Daher ist die Rammbarkeit mit zunehmender Tiefe erheblich verschlechtert. Die Böden sind schon bald nicht mehr rammbar.

3.3 Grundwasserverhältnisse

Mit den Bohr- und Rammsondierungen sowie den Rammkernbohrungen wurde ein zusammenhängendes Grundwasserstockwerk erkundet. Genauere Daten zum erkundeten Wasserstand und den Grundwasserverhältnissen können der Tabelle (2.1) dieses Berichtes und der nachfolgenden Tabelle (3.1) dieses Berichtes entnommen werden. Im Lageplan der Anlage (1.3) sind die abgeleiteten Grundwassergleichen dargestellt.

Zu berücksichtigen ist, dass die Grundwasserstände zu verschiedenen Zeitpunkten eingemessen wurden und die Wasserspiegel auch durch Einflüsse aus der Standfestigkeit der Bodenmaterialien, vor allem in den Bohrsondierungen, beeinflusst sein können. Gewisse Ungenauigkeiten sind dadurch gegeben und zu berücksichtigen.

Tab. (3.1) Erkundete Grundwasserverhältnisse zum Erkundungszeitpunkt

Hydrologischer Gesichtspunkt	Benennung	Information
Grundwasserleiter		Terrassenkiese
erkundeter Wasserstand	m NHN	451,65 – 452,99
erkundeter Flurabstand	m. u. GOK	0,75 – 2,10
Art des Grundwassers		freie Oberfläche
Fließrichtung		Südsüdwest nach Nordnordost
Bewertung der Betonaggressivität (DIN 4030)		
GWM1 - Grundwasser		nicht betonangreifend (X0)

Das erkundete Grundwasserstockwerk befindet sich bis auf wenige Ausnahmen komplett im Bereich der Terrassenkiese.

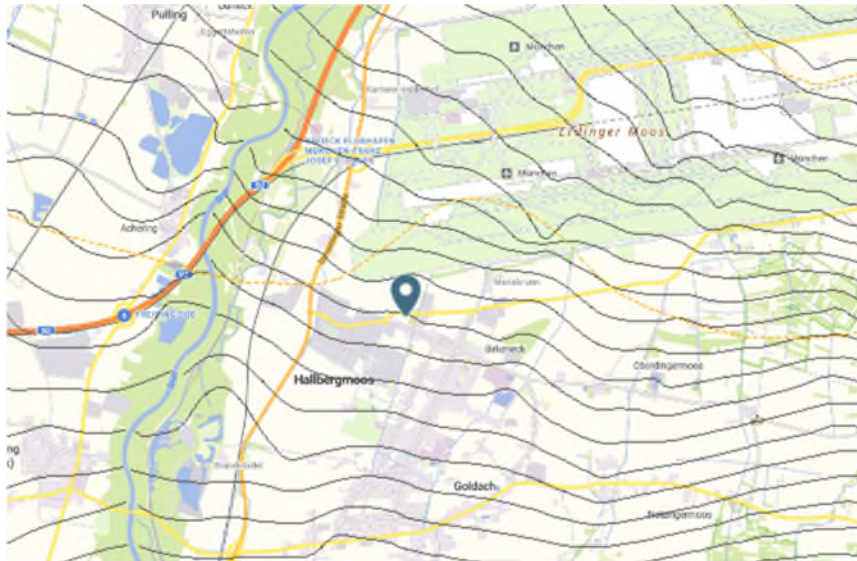


Abb. (1): Auszug aus hydrogeologische Karte mit Isolinien des quartären Grundwassers

Für das Untersuchungsgebiet ist mit einer Grundwasserfließrichtung von Südsüdwest nach Nordnordost, bis Süd nach Nord, zu rechnen, wie der oben dargestellte Auszug aus der hydrogeologischen Karte und der Isolinienplan der Grundwassergleichen in Anlage (1.3) nahelegen.

Ca. 60 m nördlich der B4 im Bereich des Bauhofs von Hallbergmoos, befindet sich die Grundwassermessstelle 3219Q, die seit Januar 2015 den Grundwasserspiegel misst. In Abb. 2 sind die Ganglinien für den Gesamtzeitraum dargestellt.

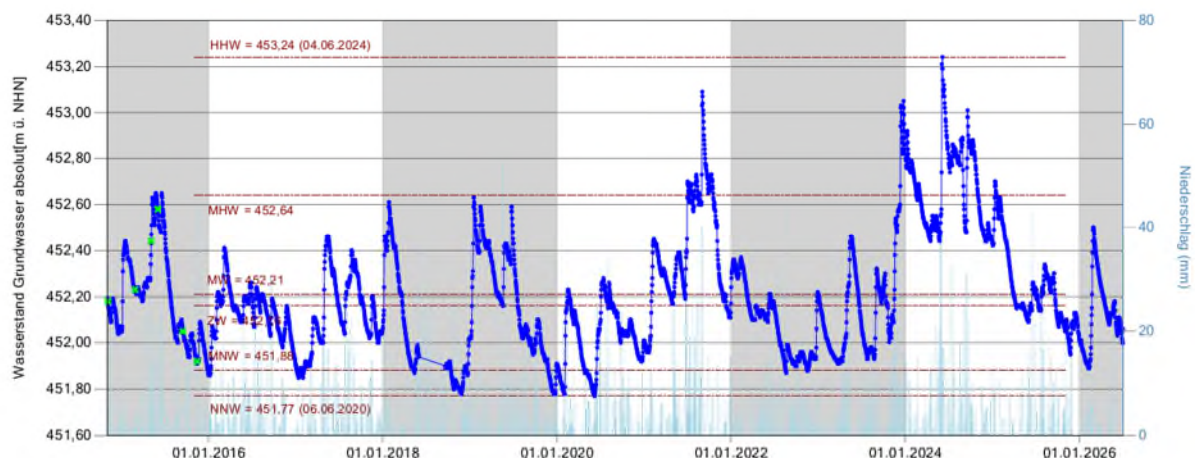


Abb. (2): Ganglinie GWM 3219Q am Bauhof Hallbergmoos

Anhand des Vergleichs der Messwerte der Grundwassermessstelle 3219Q mit den Grundwasserständen in den beiden Grundwassermessstellen am 10.12.2025 (GWM1: 452,98 m NHN,

GWM2: 452,89 m NHN) ergibt sich eine hydrologische Situation von ca. 0,10 m unter dem Mittelwasserstand und im Mittel eine Differenz von 1,70 m.

In folgender Tab. (3.2) sind die ermittelten Grundwasserstände für das Projektgebiet zusammengefasst. In der Anlage (1.4) ist zudem der Isolinenplan für die MHGW-Gleichen dargestellt.

Tab. (3.2) Ermittelte Grundwasserstände Süd und Nord

Bezeichnung	Südwest [m NHN]	Südost [m NHN]	Nordwest [m NHN]	Nordost [m NHN]
Höchster Hochwasserstand (HHW)	454,10	453,60	453,90	453,30
bauzeitlicher Hochwasserstand (bHW)	453,50	453,00	453,30	452,70
mittlerer Hochwasserstand (MHGW)	453,50	453,00	453,30	452,70
Bemessungswasserstand (BHW)	454,40	453,90	454,20	453,60
Mittelwasser (MW)	453,00	452,50	452,90	452,30
Niedrigwasserstand (NW)	452,60	452,10	452,60	452,00

Anhand dieser Werte kann ein Grundwasserschwankungsbereich zwischen 1,30 m und 1,50 m abgeschätzt werden.

Schicht- bzw. Stauwasservorkommen in besser durchlässigen Böden über stauenden Schichten sind in Abhängigkeit von der Witterung (z. B. Starkregen) in allen Tiefenbereichen bis nahe Geländeoberkante möglich und zu beachten (z.B. kiesige Auffüllungen über Decklagen).

Der Prüfbericht hinsichtlich der Betonaggressivität der untersuchten Wasserprobe ist diesem Bericht in Anlage (8.2) beigelegt. Dementsprechend ist das Grundwasser nicht betonaggressiv.

Hinsichtlich der Langzeitergiebigkeit des Grundwasseraquifers kann aufgrund der erkundeten Grundwassermächtigkeit von 4,50 m bis 6,00 m davor ausgegangen werden, dass Dauerentnahmen mit vertretbaren Absenkungen zwischen 10 l/s und 20 l/s noch als möglich erscheinen. Um genauere Aussagen hierzu treffen zu können sind Pumpversuche an Pegeln oder Versuchsbrunnen erforderlich. Dann kann auch die Reichweite derartiger Entnahmen genauer bestimmt werden.

4 ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN

4.1 Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

Die im Bereich des geplanten Bauvorhabens relevanten Bodenarten wurden in den vorangegangenen Abschnitten hinsichtlich des Vorkommens, der Zusammensetzung und der Eigenschaften beschrieben. Die Untergrundsichtung kann den beiliegenden geologischen Schnitten (Anlage (2)) entnommen werden. Bezugnehmend auf die vorherigen Informationen wurden Homogenbereiche definiert und vorstehend beschrieben. Es werden die Klassifizierungen der Materialien entsprechend der DIN EN ISO 14688-1 nach bodenmechanischen Gesichtspunkten, entsprechend der DIN 18196 nach grundbaulichen Gesichtspunkten und entsprechend der DIN 18300:2012-09 nach erdbautechnischen Gesichtspunkten und gemäß DIN 18301:2012-11 unter bohrtechnischen Gesichtspunkten in nachfolgender Tabelle (4.1) zusammengestellt.

Tab. (4.1) Bodenklassifizierung

Schicht / Material	Bodenart DIN EN ISO 14688-1	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300: 2012-09	Bodenklasse DIN 18301: 2012-11
OBERBODEN (Homogenbereich O1)				
- Mutterboden	Mu	[OH]	1	BO1
ANMOOR (Homogenbereich O2)				
- gering - mäßig zersetzte Torfe	H	HN/HZ	2/3	BO1-2
KIESIGE AUFFÜLLUNGEN (Homogenbereich B1)				
- ± sandige Kiese	A(G,s*,u'(h'))	[GU/GU*]	3	BN1-2, BS1
- Grobeinlagerungen	X,Y	-	(5-7) ¹⁾²⁾	BS2-4 ¹⁾
BINDIGERE AUFFÜLLUNGEN (Homogenbereich B2)				
- Bodengemische	A(U,s-s*, g,(x',o')(h)/ S,u*,g-g*)	[UL/UMSU/SU*]	4 (2) ³⁾	BB2 (1) ³⁾ BN2
- ± schluffige Kiese	A(G,s-s*,u'- u*,t'')	[GU/GU*]	4	BN1, BS1
- Grobeinlagerungen	X,Y	-	(5-7) ¹⁾²⁾	BS2-4 ¹⁾

Forts. Tab. (4.1)

Schicht / Material	Bodenart DIN EN ISO 14688-1	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300: 2012-09	Bodenklasse DIN 18301: 2012-11
DECKLAGEN (Homogenbereich B3)				
- Wiesenalkbildungen	WkU,s,g',o'/ T,g,s,o' Wk: G,u*-u',s-s',o'	OK	2-4	BB1-2 BN 1-2
- Verwitterungskiese	G,s,u,x	GI/GW/GU	3-4	BN1-2, BS1
TERRASSENKIESE (Homogenbereich B4)				
- schwach sandige Kiese	G,s'	GE/GI	3	BN1, BS1
- ± sandige Kiese und Sande	G,s-s',u',x S,g*,u',x	GE/GW/GI/GU SE/SW/SI/SU	3 3	BN1/2, BS1 BN1
- Basalkiese	G,u-u*,s,x'	GU/GU*	3-4	BN1, BS1
- Grobeinlagerungen	X, Y	--	5 -7 ^{1) 2)}	BS2-BS4
TERTIÄR (Homogenbereich B5)				
- Mergel	U,t-t',g'-g,s*-s,x' T,u,s,g'	TL/TM/TA/ UM/UL	4/6 (2) ^{3) 4)}	BB2-3
- Sande	fS,u'	SE/SU	3-4/6 (2) ^{3) 4)}	BN1-2

^{1)...} wurde vorliegend nicht erkundet, können jedoch aus entstehungsgeschichtlichen Gründen nicht ausgeschlossen werden

^{2)...} Bodenklasse 5 bei mehr als 30% Steine, Durchmesser > 63 mm

Bodenklasse 5 bei bis 30% Steinanteil von > 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt

Bodenklasse 6 bei mehr als 30% Steinanteil von > 0,01 bis 0,1 m³ Rauminhalt; Findlinge sind möglich

^{3)...} Bodenklasse 2 für feinkörnige und gemischtkörnige Böden mit einem Korndurchmesser

≤ 0,063 mm (Schluff- und Tonfraktion) von mehr als 15 Gew.-%, wenn sie eine

≤ breiige Konsistenz ($I_c \leq 0,5$) haben.

4.2 Charakteristische Bodenparameter

Auf Grundlage der Felderkundungen, der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche und der darauf aufbauenden Bodenklassifizierung werden im Folgenden die charakteristischen Bodenparameter, auch unter Berücksichtigung von uns vorliegenden Sonderversuchen an vergleichbaren Bodenmaterialien, abgeschätzt. Zur Zuordnung der angegebenen Bodenparameter wird auf die in den beiliegenden Schnitten der Anlage (2) eingetragene Untergrundschichtung verwiesen.

Tab. (4.2) Charakteristische Bodenparameter

Schicht / Material	Lagerung/ Konsistenz	γ_k kN/m ³	γ'_k kN/m ³	φ'_k °	c'_k kN/m ²	$E_{s,k}$ MN/m ²	k_f m/s
ANMOOR (Homogenbereich O2)							
- Torfe	gering-mäßig zersetzt	12-14	2-4	17,5-20	10-15	0,5-1	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁷
KIESIGE AUFFÜLLUNGEN (Homogenbereich B1)							
- ± sandige Kiese	locker-mitteldicht	22	14	30-35	0	60-100	10 ⁻³ -10 ⁻⁴
BINDIGERE AUFFÜLLUNGEN (Homogenbereich 2)							
- Bodengemische	(breiig) weich-steif	14-18	4-8	17,5-25	5-20	0,8-5	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁸
- ± schluffige Kiese	locker-mitteldicht	16-18	8-9	25-30	0-2	6-20	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁹
DECKLAGEN (Homogenbereich B3)							
- Wiesenalkbildungen	steif locker	16-18	6-8	20-25	5-10	1-5	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁷
- Verwitterungskiese	locker	20	12	30-32,5	0	40-60	10 ⁻³ -10 ⁻⁴
TERRASSENKIESE (Homogenbereich B4)							
- schwach sandige Kiese	locker-dicht	18-20	10-12	32,5-35	0	80-100	10 ⁻² -10 ⁻³
- ± sandige Kiese und Sande	locker-dicht	20-22	12-14	32,5-37,5	0	60-150	10 ⁻² -10 ⁻³
- Basalkiese	locker-dicht (steif)	18-19	8-9	25-27,5	0-2	40-80	10 ⁻³ -10 ⁻⁵
TERTIÄR (Homogenbereich B5)							
- Mergel	steif	19-20	9-10	20-25	10-20	20-35	≤ 10 ⁻⁸
- Sande	mitteldicht	20	12	35-37,5	0	40-60	10 ⁻³ -10 ⁻⁵

Die genannten Parameter gelten für ungestörte Verhältnisse. Bei aushubbedingten Auflockerungen bzw. Aufweichungen gelten die in obiger Tabelle angegebenen Werte nicht; in diesem Fall können insbesondere in bindigen Schichten deutlich geringere Bodenparameter maßgebend werden.

4.3 Bemessungswerte für Fundamentgründungen

Für Fundamentgründungen werden nachfolgend die Bemessungswerte des Sohldruckwiderstandes angegeben. Die Werte wurden dabei auf Grundlage von Grundbruch- und Setzungsberechnungen für mittig belastete Streifenfundamente bestimmt. Der Grundwassereinfluss wird auf Geländeoberkante berücksichtigt.

Die angegebenen Tabellenwerte gelten für mittige, lotrechte Lasteintragung in der Bemessungssituation BS-P, wobei der Anteil der veränderlichen Lasten an den Gesamtlasten mit 50 % berücksichtigt wurde. Letzterer Ansatz entspricht einem Ansatz auf der deutlich sicheren Seite. Bei außermittiger bzw. schräger Lasteintragung sind die Tabellenwerte gemäß den Maßgaben der DIN 1054 abzumindern oder Nachweise mittels Grundbruch- und Setzungsberechnungen zu führen. Die Tabellenwerte der Tab. (4.3) gelten für Streifenfundamente, die in den nachverdichteten Terrassenkiesen gründen. Organische oder aufgeweichte Böden ($\leq$ breiige Konsistenz) sind auszukoffern sowie locker gelagerte Böden (z.B. Rollkieslagen) sind zu ertüchtigen (z.B. mit Kieslage überbauen).

Tab. (4.3) Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes in den Terrassenkiesen für Streifenfundamente

Einbindetiefe m	Bemessungswert Sohldruckwiderstand [kN/m ²] für b bzw. b'			
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m
0,5	160	240	320	400
$\geq 1,0$	240	320	400	450

Beim Ansatz der obigen Tabellenwerte sind Setzungen in einer Größenordnung von ca. 1-2 cm zu erwarten, wobei bei sorgfältiger Bauausführung von Differenzsetzungen in einer Größenordnung von bis zu 1 cm auszugehen ist. Die Setzungen nehmen mit steigender Fundamenttiefe und höherem Sohldruck zu.

4.4 Charakteristischer Bettungsmodul für Platten Gründung

Zur statischen Dimensionierung von plattenartig gegründeten Bauwerken wird hinsichtlich der Untergrundreaktion der Bettungsmodul k_s maßgebend, der im Sinne einer elastischen Federsteifigkeit des Untergrundes verstanden werden kann.

Die Lasten aus Platten, Wänden und Stützen werden dabei, je nach dem Verhältnis der Steifigkeit von Bodenplatte und Untergrund auf variable Breite in den Boden eingetragen. Aufgrund des Zusammenwirkens zwischen Bodenplatte und Untergrund hängt der tatsächlich wirksame Bettungsmodul von der jeweiligen Breite der Lasteintragung, der Lastgröße und der Steifigkeit des Fundamentkörpers ab.

Um eine realistische Dimensionierung der Gründungsplatte zu gewährleisten, ist es deshalb sinnvoll im Bereich von Punkt-/Streifen- und Flächenlasten unterschiedliche Bettungsmodule anzusetzen.

Für die Gründung in den nachverdichteten Terrassenkiesen können die nachfolgend genannten Bettungsmodule zu Grunde gelegt werden.

Tab. (4.4) Charakteristische Bettungsmodule für Platten Gründungen der Gebäude

Bereich / Art der Belastung	charakteristischer Bettungsmodul $k_{s, k}$ [MN/m ³] Terrassenkiese (HB B4)
FLÄCHENLAST (Feldbereich)	
(Lastniveau ca. 80 - 120 kN/m ²)	20 / 30 ¹⁾
STREIFENLAST (z. B. Wandbereich)	
(Lastniveau ca. 200 - 400 kN/m ²)	30 / 40 ¹⁾

¹⁾... Für Unterkellerungen mit einer Tiefe von > 3,00 m u. GOK und im besser tragfähigen Horizont.

Bei den genannten Belastungen ist mit Setzungen in einer Größenordnung von bis zu 0,5 – 1,5 cm für Platten Gründungen und mit Differenzsetzungen von bis zu 1 cm bei der Baumaßnahme zu rechnen.

5 BEWERTUNG DER CHEMISCHEN UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Die detaillierte Auswertung der chemischen Analysen kann den Auswertebögen der Anlage 8.1) entnommen werden. Die Prüfberichte sind in Anlage (8.2) beinhaltet.

Der Tiefenbereich der jeweiligen Untersuchung ist in der nachfolgenden Tabelle (5.1) eingetragen. In der Tabelle sind die maßgebenden Parameter für die Einstufung nach Verfüll-Leitfaden sowie Ersatzbaustoffverordnung zusammengestellt. Abschließend enthält die Tabelle eine Zuordnung der untersuchten Materialien unter abfallrechtlichen Gesichtspunkten nach Verfüll-Leitfaden bzw. Ersatzbaustoffverordnung.

Tab. (5.1) Chemische Laborversuche und Analysenergebnisse

Homogenbereich / Material / Probenbezeichnung	Tiefen- bereich	chemische Analytik	Einstufung und maßgeblicher Parameter
AUFFÜLLUNGEN (Homogenbereich B1 und B2)			
fremdmaterialhaltige Auffüllungen GWM1/KP1+2	0,15-1,60 m	VFLF TOC, DOC	Z 1.2 Arsen
Auffüllungen MP BS1+BS2	0,00-1,40 m	VFLF	Z 0
Auffüllungen Baufelder 1-7 MP BS3+BS6	0,40-1,20 m	BM-0*	BM-F0* TOC, Arsen
Auffüllungen Baufeld 10 BS8/GP2	0,10-1,50 m	BM-F0* - BM-F3	BM-F2 PAK, Arsen
ANMOOR (Homogenbereich O2)			
Torfe B1/KP1 + GWM2/KP1	0,10-0,40 m 0,15-0,45 m	TOC, DOC, Glühverlust, Arsen + Sulfat im Eluat	--
DECKLAGEN (Homogenbereich B3)			
Wiesenkalk B3/KP1	0,10-0,30 m	VFLF TOC, DOC	Z 2 Arsen
Wiesenkalk BS4/GP2	0,60-1,00 m	Arsen FS+EL	Z 1.1 Arsen
Wiesenkalk BS8/GP4	1,60-1,90 m	Arsen FS+EL	Z 0
TERRASSENKIESE (Homogenbereich B4)			
Sandige Kiese B1/KP4	3,20-3,50 m	Arsen FS+EL	Z 0

5.1 Bewertung nach Verfüll-Leitfaden

5.1.1 Torfe

Hinsichtlich der Torfe wurden jeweils die Organik mittels den Parameter TOC, DOC und Glühverlust bestimmt, da eine Verfüllung dieser Böden nicht möglich ist.

Die Abgabe an Erdenwerke erscheint an sich, basierend auf den chemischen Analysen, gut möglich, wobei die Erdenwerke den Arsengehalt selbst beurteilen werden. Die Verwendbarkeit in Erdenwerken hängt zudem stark vom Gelingen der Separation der Torfe von Mineralböden ab, was vorliegend als eher schwierig bewertet wird.

Das Aufbringen der Torfe auf landwirtschaftlichen Flächen auf oder in durchwurzelbare Bodenschichten mit einem TOC-Gehalt von $>6\%$ (Oberboden in Anmoor- und Moorstandorten) ist ohne Stärken-Beschränkung möglich. Der TOC-Gehalt der Torfe liegt zwischen $11,2\%$ und $12,3\%$, der Glühverlust bei $22,5\%$ bzw. $22,6\%$, siehe Anlage (8.1)

Soll der Torf auf landwirtschaftlichen Flächen zur Bodenverbesserung aufgebracht werden, so wird es erforderlich, diese Flächen im Hinblick auf ihren geogenen Arsengehalt zu untersuchen, um eine Verschlechterung nach Bundesbodenschutzverordnung durch das Aufbringen von Böden mit einem geogen erhöhten Arsengehalt zu vermeiden.

5.1.2 Wiesenalk

Der in der Bohrung B3 angetroffene Wiesenalk (Probe **B3/KP1**) weist ebenfalls einen erhöhten TOC-Gehalt von $5,71\%$ sowie einen erhöhten Arsengehalt im Feststoff von 63 mg/kg auf. Das Aufbringen der Wiesenkalke auf landwirtschaftlichen Flächen auf oder in durchwurzelbare Bodenschichten mit einem TOC-Gehalt $< 6\%$ (mineralischer Oberboden als häufigste Oberbodenart in der Region) erscheint theoretisch möglich. Auch hier sind diese Flächen im Hinblick auf ihren geogenen Arsengehalt zu untersuchen, um eine Verschlechterung nach Bundesbodenschutzverordnung durch das Aufbringen von Böden mit einem geogen erhöhten Arsengehalt zu vermeiden.

Für eine Verwertung des Materials in Gruben und Brüchen ist gemäß Verfüll-Leitfaden der Parameter AT4 (Atmungsaktivität in 4 Tagen) zu bestimmen. Aufgrund des Arsen-Gehalts wird das Material als Z2-Material bewertet.

Zusätzlich zu der oben genannten Probe, wurden aus den Bohrsondierungen BS4 und BS8 die Proben des angetroffenen Wiesenalks ausschließlich auf Arsen im Feststoff und Eluat

untersucht. Das Bodenmaterial der Probe **BS4/GP2** wird aufgrund eines erhöhten geogenen Arsengehalts von 28 mg/kg als Z1.1-Material bewertet. Die Analysenergebnisse der Probe **BS8/GP4** zeigt keine erhöhten Arsengehalte, demnach wird hier eine Einstufung als Z0-Material vorgenommen.

5.1.3 Terrassenkiese

Aufgrund der bekannten Thematik von geogen erhöhten Arsengehalten wurde beispielhaft die Probe **B1/KP4** auf Arsen im Feststoff und Eluat untersucht. Die Analysenergebnisse zeigten keine abfallrechtlich relevanten Kontaminationen. Damit liegen keine Hinweise auf bodenschutzrechtlich relevante Kontaminationen bzw. schädliche Bodenverunreinigungen in den gewachsenen, mineralischen Böden vor.

Die Terrassenkiese sind demnach als Z0-Material zu bewerten.

5.1.4 Auffüllungen

Die fremdmaterialhaltige Mischprobe der Auffüllungen aus der Bohrung GWM1 (**MP GWM1/KP1+2**) wird gemäß Verfüll-Leitfaden als Z1.2-Material eingestuft. Im Tiefenbereich von 0,15 m bis 1,40 m wurden Ziegel- und Glasreste sowie ein Kunststoffband vorgefunden. Unterhalb dieser Probe setzten sich die Auffüllungen aus kiesigen Schluffen und Sanden zusammen und ist somit visuell deutlich von den darunter anstehenden Terrassenkiesen abgrenzbar.

Die aus den Auffüllungen der Bohrsondierungen BS1 und BS2 gebildete Mischprobe **MP BS1+BS2** weist in den chemischen Untersuchungen keine erhöhten Schadstoffgehalte auf, der TOC-Gehalt ist mit 2,73 % leicht erhöht. Aufgrund der in den Tiefenbereichen von 0,00 bis 1,20 bzw. 1,40 m u. GOK angetroffenen Ziegelbruchstücke ist eine Verfüllung in einer Z0-Grube gemäß Verfüll-Leitfaden nicht möglich. Das Material wird daher zumindest als Z1.1-Material bewertet.

5.2 Bewertung nach Ersatzbaustoffverordnung

5.2.1 Kiese

Die Terrassenkiese wurden exemplarisch mit der Probe **B3/KP5** auf den Parameterrumfang gemäß Ersatzbaustoffverordnung BM-0* untersucht. Die chemischen Untersuchungen ergaben keine erhöhten Schadstoffgehalte, das Material ist als BM-0-Material zu klassifizieren und es bestehen hinsichtlich der Wiederverwendbarkeit keine Einschränkungen.

5.2.2 Auffüllungen

Um die Auffüllungen im Bereich der Baufelder 1-7 ebenfalls orientierend nach Ersatzbaustoffverordnung klassifizieren zu können, wurde die Mischprobe **MP BS3+BS6** auf den Parameterumfang gemäß Ersatzbaustoffverordnung BM-0* untersucht, da die Ziegelbruchstücke in den Auffüllungen dieser beiden Bohrsondierungen nur vereinzelt vorgefunden wurden und gemäß EBV ein Anteil von Fremdmaterial von 10 % zulässig ist. Die Analysenergebnisse zeigen eine äußerst geringfügige Überschreitung bei dem Parameter Asen im Feststoff. Somit sind Auffüllungen mit nur vereinzelter bis geringem Anteil an Ziegelbruchstücken als BM-F0*-Material zu bewerten. Die Einsatzmöglichkeiten bzw. die zugelassenen Einbauweisen sind der Ersatzbaustoffverordnung, Anl.2, Tab. 5, zu entnehmen.

Um die Auffüllungen im Bereich des Baufelds 10 nach Ersatzbaustoffverordnung klassifizieren zu können, wurde die Einzelprobe **BS8/GP2** auf den Parameterrumfang gemäß Ersatzbaustoffverordnung BM-F0* - BM-F3 untersucht. Die Analysenergebnisse zeigen eine deutliche PAK-Belastung sowohl im Eluat als auch im Feststoff. Untergeordnet ist der Arsengehalt sowohl im Feststoff als auch im Eluat erhöht. Es wird empfohlen, dieses Material separat auszuheben, auf Haufwerke aufzuhalten, gemäß LAGA PN98 zu beproben und auf den Parameterumfang nach Verfüll-Leitfaden zu untersuchen. Sollte eine Wiederverwendung dieses Materials beabsichtigt sein, wird eine Einstufung als BM-F2-Material maßgeblich. Die Einsatzmöglichkeiten bzw. die zugelassenen Einbauweisen sind der Ersatzbaustoffverordnung, Anl.2, Tab. 7, zu entnehmen. Die Einsatzmöglichkeiten sind bodenmechanisch und bautechnisch eingeschränkt.

5.2.3 Grundsätzliche Hinweise zu Aushubarbeiten

Ausgehobene Auffüllungen sind wegen des Kontaminationsverdachts grundsätzlich separat auszuheben und in Haufwerken aufzusetzen ($V \leq 500 \text{ m}^3$) und einer Deklarationsanalytik zu unterziehen. Dies gilt sowohl für den Fall einer Wiederverwendung im Sinne der Ersatzbaustoffverordnung als auch einer Verwertung in Gruben und Brüchen bzw. einer Beseitigung auf Deponien.

Separationsarbeiten organoleptisch auffälliger Materialien (Zusammensetzung, Geruch) werden erforderlich und wir empfehlen, dann unser Institut zur Abstimmung des weiteren Vorgehens hinzuzuziehen.

Mineralische Böden sind unbedingt getrennt zu halten von organischem Boden und Torfen. Natürlich gewachsene Böden sind unbedingt von Auffüllungen getrennt zu halten.

Es sind ausreichend Bereitstellungslagerflächen für die Separierung unbelasteter und belasteter Böden vorzusehen. Bei höheren Schadstoffbelastungen (z.B. DK-Material) oder längeren Liegezeiten (> 10 Wochen) sind Zwischenlagerflächen nach Immissionsschutzverordnung zu genehmigen.

Für eine detaillierte Bewertung der Wiederverwendbarkeit von Bodenmaterial für die einzelnen geplanten Baumaßnahmen (z. B. Geländeerhöhung) sind weiterführende chemische und bodenmechanische Laborversuche durchzuführen, welche dann in einem für die konkreten Baumaßnahmen entwickelten Bodenmanagement-Konzept ausgewertet und interpretiert werden. Ein derartiges Konzept ist sehr zu empfehlen, wobei dieses stark von der Gestaltung und Nähe der Baufelder, aber auch von den technischen Anforderungen an diese abhängt und damit keine reine umwelttechnische Ausgestaltung des Konzepts möglich ist.

Die vorliegenden Untersuchungen weisen einen orientierenden Charakter auf.

6 HINWEISE ZUR GRÜNDUNG UND BAUAUSFÜHRUNG

6.1 Allgemeines

Hinsichtlich der Gründung und Bauausführung der geplanten Bauteile sind folgende Punkte besonders zu berücksichtigen:

- auf dem Gelände, vor allem im westlichen Bereich um den Grillgraben, befinden sich mehrere Leitungen (Stromleitungen, Wasserleitungen, Fernwärmeleitungen und Kommunikationsleitungen). Die Verfüllung dieser Leitungsgräben ist unbekannt. Es ist davon auszugehen, dass sowohl Bodengemische, als auch nicht bindige, hoch durchlässige Kiese eingebaut sein können. Unter der Leitungszone ist mit Tragschichten zu rechnen, die auch zur Wasserhaltung verwendet wurden. Hier können auch Schropfenlagen mit entsprechenden Grobeinlagerungen vorhanden sein.
- Die erkundeten Torfe und Wiesenkalke sind sehr gering tragfähig und stark kompressibel und stellen eine problematisch Untergrundschicht dar, aus der langanhaltende und dauerhafte Setzungen durch Kriechen und organischen Abbau entstehen.
- Die oberflächennahen Untergrundschichten über den Terrassenkiesen sind stark wechselhaft zusammengesetzt und zeigen unterschiedliche Tragfähigkeit und unterschiedliches Verformungsverhalten.
- Aufgrund des hohen Grundwasserspiegels wird für sämtliche Baumaßnahmen mit üblichen Bodeneingriffstiefen eine Grundwasserhaltung notwendig werden. Bei hydrologisch schwierigen Situationen (z.B. Hochwassersituation) steht Grundwasser ggf. bereits beim Oberbodenabtrag an.
- Die Oberfläche der Terrassenkiese stellt den tragfähigen Untergrund für Straßenbau, Leitungsbau und Gebäude dar.
- Für schwere Gebäude und sehr hohe Einzellasten bietet der besser tragfähige Horizont mit mitteldicht bis dicht gelagerten Terrassenschottern, insbesondere bei Unterkellerungen, eine günstige Untergrundschicht, die zur Lastabtragung gut geeignet ist. Für derartige Gebäude ist der Einfluss des tertiären Untergrundes jedoch zu beachten.

Hinsichtlich der Tiefenlage des tragfähigen Horizontes ($\triangle$ OK Terrassenkiese) wird auf den ausgewerteten Lageplan der Anlage (1.5) verwiesen.

6.2 Erdarbeiten

Bezüglich der Erdarbeiten ist im Bereich der kiesigen Auffüllungen (Homogenbereich B1), der Terrassenkiese (Homogenbereich B4) sowie der Verwitterungskiese (Homogenbereich B3) mit leicht lösbaren Böden (Bodenklasse 3) zu rechnen. Im Bereich der bindigeren Auffüllungen (Homogenbereich B2), sowie der Wiesenkalkbildungen (Homogenbereich B3) dominieren mittelschwer lösbare Böden (Bodenklasse 4), bei Aufweichungen der stark wasserempfindlichen Böden können auch Erschwernisse durch fließende Böden entstehen (Bodenklasse 2). Grobeinlagerungen sind in den Terrassenkiesen und den Auffüllungen der Homogenbereiche B1, B2 und B4 nicht gänzlich ausgeschlossen; hier kommt es zu gewissen Erschwernissen und es können die Bodenklassen 5 - 7 nach DIN 18300 maßgeblich werden.

Die tertiären Mergel des Homogenbereichs B5 sind mittelschwer lösbar. Erschwernisse im Erdbau können sich bei Verfestigungen in den Tertiärsanden ergeben (Bodenklassen 3,4 und 6). Bei Aufweichungen können hier ebenfalls aufgrund der starken Wasserempfindlichkeit der Böden, Erschwernisse entstehen durch fließende Böden (Bodenklasse 2), werden aber als untergeordnet und unwahrscheinlich bewertet.

Hinsichtlich der Zuordnung der Homogenbereiche zu den Bodenklassen wird auf die Querschnitte der Anlage (2) und die Tabelle (4.1) verwiesen. Hinsichtlich der maßgebenden Homogenbereiche wird auf die Bodenbeschreibung in Abschnitt (3) verwiesen.

6.3 Gründungsempfehlungen

6.3.1 Nicht unterkellerte Gebäude

Die Gründungssohle nicht unterkellerten Gebäude muss die gering tragfähigen Böden bis zu den tragfähigen Terrassenkiesen durchstoßen. Sandlinsen in der Aushubsohle sollten gegen Bodenaustauschmaterial oder gewonnene Terrassenkiese ausgetauscht werden, da diese unter dem Grundwasserspiegel erfahrungsgemäß wassergesättigt und entsprechend wenig nachverdichtbar vorliegen.

Die Baugrubensohle ist mit einem geeigneten Verdichtungsgerät nachzuverdichten, wofür der Grundwasserspiegel mindestens 30 cm unter die Aushubsohle abgesenkt werden muss. Eine Nachverdichtung ist nur möglich, wenn die anstehenden Böden der Porenwasser hinreichend

abgegeben haben. Bei schwach sandigen Kiesen und Rollkiesen ist dies sehr schnell gegeben. Bei stärker sandigen Kiesen ist hierzu eine Liegezeit erforderlich.

Um Wasserhaltungsarbeiten für nicht unterkellerte Gebäude auf ein Mindestmaß zu reduzieren, kann in Erwägung gezogen werden, den unteren Teil des Bodenaustausches auf ein geotextiles Trennvliese der Geotextilrobustheitsklasse GRK 5 ($g \geq 350 \text{ g/m}^2$) in Form von Rollkies, z.B. Körnung 16/32 herzustellen. Der Rollkies kann auch in anstehendes Grundwasser, z.B. bei lokalen, tieferen Senken, eingebracht werden, da er auch indirekt verdichtet werden kann. Im Anschluss kann über den Rollkies eine weitere Lage des Geotextiles zur Wahrung der Filterstabilität eingebaut werden und darauf kann der eigentliche Bodenaustausch lagenweise ausgeführt werden.

Wegen der geringen Grundwasserflurabstände ist davon auszugehen, dass strenge Frostperioden auch mit Hochwasserständen des Grundwassers zusammenfallen können. In derartigen Situationen kann bei einer Höheneinordnung von Gebäuden auf der derzeitigen Geländehöhe nicht ausgeschlossen werden, dass das Porenwasser in gesättigten, frostsicheren Böden unter der Bodenplatte gefriert und entsprechende Frostdehnungen und -hebungen aufweist. Aus diesem Grund wird empfohlen, nicht unterkellerte Gebäude mit einer Frostschräge auszustatten oder über Streifenfundamente mit einer Tiefe von mindestens 1,2 m unter GOK zu gründen.

Alternativ besteht die Möglichkeit, die Gebäude entsprechend anzuheben, damit eine Sättigung der Tragschicht unter der Bodenplatte durch das Grundwasser im Hochwasserfall ausgeschlossen ist. Dann können die Bodenplatten von Gebäuden auch als elastisch gebettete Bodenplatten ohne Frostschräge ausgeführt werden. Voraussetzung ist, dass die Tragschichten an die gut durchlässigen Terrassenkiese hydraulisch angeschlossen sind. Dies ist aufgrund der Anforderung, gering tragfähigen Böden vollständig auszutauschen, ohnehin erforderlich.

Dementsprechend können nicht unterkellerte Gebäude über Streifenfundamente oder elastisch gebettete Bodenplatten gegründet werden.

Wegen der Inhomogenität der oberflächennahen Schichten und der unzureichenden Tragfähigkeit von Wiesenkalke und den eingeschalteten Torfen sehen wir die Ausführbarkeit einer klassischen Bodenplatte mit kapillarbrechender Schicht und Streifenfundamenten, bei der unter der Bodenplatte direkt eine Lastabtragung stattfindet, nicht als zielführend an. Für diesen

Fall wird empfohlen, die Bodenplatte als freitragende Decke auszuführen, bei der die Lasten vollständig auf die Streifenfundamente übertragen werden. Hinsichtlich des Erdbaus ist diese Lösung aber vergleichsweise aufwendig und die kapillARBrechende Schicht muss in die Terrassenkiese über eine entsprechend durchlässige Ausbildung der Hinterfüllung der Streifenfundamente gesichert sein.

Insgesamt erscheint damit die Lösung einer elastisch gebetteten Bodenplatte mit Frostschrze mit Vollbodenaustausch im Falle der groben Beibehaltung der aktuellen Geländehöhe als zielführender.

6.3.2 Unterkellerte Gebäude

Mit einer Tiefe von ca. 4,00 m u. GOK liegt für die derzeitige Geländehöhe die Gründungssohle der Gebäude ausschließlich in den tragfähigen Terrassenkiesen. Aufgrund von locker gelagerten Zwischenlagen sowie möglichen Rollkieslagen empfiehlt es sich, die Baugrubensohle bis in die dicht gelagerten Kiese weiterzuführen und anschließend die Baugrube, wo nötig, mit Bodenaustauschmaterial wiederaufzufüllen. Falls die ursprüngliche Baugrubensohle schon in den dicht gelagerten Kiesen liegt, sollten diese nur nachverdichtet werden.

Aufgrund des hohen Grundwasserspiegels wird ein dichter Baugrubenverbau mithilfe eines geschlossenen Spundwandkastens notwendig.

Zur Gründung eignet sich dementsprechend eine elastisch gebettete Bodenplatte.

6.3.3 Gründungsempfehlung Verkehrsflächen

Bei den Erschließungsstraßen und Feuerwehruzufahrten zwischen den einzelnen Gebäuden handelt es sich um wenig stark beanspruchte Verkehrsflächen. Für diese ist zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit, v.a. bei Beibehaltung der Geländehöhe eine Gründung auf dem tragfähigen Horizont, also der OK der Terrassenkiese empfehlenswert. Die Baugrubensohle sollte vor dem Einbau des entsprechenden frostsicheren Straßenaufbaus nachverdichtet werden.

Bei einer Geländeanhebung um ca. 1 m kann unter dem frostsicheren Oberbau der Verkehrsflächen noch ein Bodenaustausch mit einer Stärke von ca. 30-40 cm angeordnet werden. Dieser Bodenaustausch dürfte ausreichend sein, um im Bereich der Auffüllungen ausreichende Tragfähigkeit sicherzustellen. Es ist davon auszugehen, dass auch Bereiche bearbeitet werden müssen, in denen die Decklagen mit Wiesenkalen und Torfeinschlüssen vorhanden sind, die nicht zielgerichtet festgestellt und ausgetauscht werden können.

Aus diesen Böden entstehen Setzungen, die unregelmäßig unter dem Straßenoberbau, auch kleinräumig unterschiedlich verteilt, auftreten können. Überschlüssig ist mit Setzungen von einigen bis mehreren Zentimetern auszugehen, die sich langfristig entwickeln können.

Dementsprechend ist bei dieser Bauweise mit nachlaufenden Sanierungsarbeiten des gebundenen Fahrbahnoberbaus zu rechnen. Der Vorteil besteht darin, dass die umwelttechnische relevanten und hinsichtlich der Entsorgung kostenrelevanten Böden in Verkehrsflächen nicht ausgebaut werden.

Werden Leitungen vollständig außerhalb des Straßenkörpers untergebracht, so besteht die Möglichkeit, den Straßenoberbau durch Einbau eines geotextilen Bewehrungselementes (Geogewebe oder Geogitter) zusätzlich zu verstärken, sodass lokale Schwachstellen besser überbrückt werden können. Derartige Geogitterbewehrung sind im Detail zu dimensionieren. Derzeit empfehlen wir vom einem Geogewebe mit einem **Bemessungswert der Langzeitzugfestigkeit** in einer Größenordnung von 50 kN/m auszugehen, dass zweilagig und kreuzverlegt (z.B. Unterkante Bodenaustausch und Unterkante Frostschutzschicht) eingebaut werden sollte.

Für untergeordnete Verkehrsflächen, wie Unterhaltungswege in Grünflächen, für Fußwege auf Grundstücken oder Feuerwehrumfahrung kann auf die Bewehrung durch Geotextilien bei Hinnahme von Setzungen und Nacharbeiten verzichtet werden.

6.3.4 Gründungsempfehlung Brücken

Für die Brücken über den Grillgraben empfehlen wir eine Flachgründung auf die tragfähigen Kiese oder eine Gründung über einen Spundwandkasten.

Flachgründung

Mit einer klassischen Flachgründung müssen die tragfähigen Terrassenkiese bis zu unterhalb von ca. 452,0 mNHN erreicht werden und diese sind vor dem Überbauen nachzuverdichten. Dadurch wird eine Grundwasserabsenkung anhand der Erkundungsergebnisse erforderlich. Auf die Schwankungen in der Oberfläche des tragfähigen Horizontes wird hingewiesen. Die Gründungselemente können unter Verwendung der Tabellenwerte der Tabelle (4.3) dimensioniert werden.

Spundwandkasten

Hierfür sollte eine rechteckige Baugrube innerhalb eines geschlossenen Spundwandkastens ausgehoben werden. Die Spundwände sollten dabei nur bis in die dicht gelagerten Terrassenkiese eindringen, sodass gegebenenfalls kein Vorbohren notwendig sein sollte (ca. 449 m NHN). Ein Einbringen bis ins Tertiär ist nicht notwendig.

Zur Bemessung des Spundwandkastens kann von folgenden charakteristischen Widerstandswerten in der Überlagerung und in den Terrassenkiesen ausgegangen werden:

$$q_{s,k} = 20 \text{ kN/m}^2 \text{ (Mantelreibung)}$$
$$q_{b,k} = 20 \text{ MN/m}^2 \text{ (Spitzenwiderstand)}$$

Diese Werte basieren auf der EA B. Bei der Berechnung des Spitzenwiderstands darf nur die Querschnittsfläche des Spundwandprofils angesetzt werden.

Brunnengründungen

Als Alternative können die Brücken auch mittels einer Brunnengründung gegründet werden. Hierbei werden bewehrte Brunnenringe bis zum tragfähigen Horizont, also bis zur OK der Terrassenkiese, abgeteuft und mindestens 30 cm, besser 50 cm in diesen eingebunden. Im Bereich des Grillgrabens also bis ca. 2,30 m u. GOK (451,20 m NHN). Nach Erreichen der Endtiefe der Brunnen werden die Brunnen mit Beton verfüllt. Dadurch entsteht eine Lasttieferführung bis in die besser tragfähigen Bodenschichten. Auf den Brunnen werden dann die Fundamente der Brücke freitragend aufgelegt.

Vorliegend müssen die Brunnenringe im Absenkverfahren niedergebracht werden. Dazu wird der Einsatz eines Polygongreifers empfohlen. Gegebenenfalls müssen die Brunnenringe beim Abteufen mit dem Bagger nachgedrückt werden.

Die Arbeiten sind teilweise unter Wasser auszuführen, was eine erhebliche Erschwernis und ein erhöhtes Restrisiko darstellt, da der Zustand der Sohle unter den Brunnen nicht bewertet werden kann. Auch ein Nachverdichten der Aushubsohle ist nicht möglich.

Hinsichtlich der Brunnenbemessung wird auf die Bemessungswerte der Tabelle (4.3) dieses Berichtes verwiesen.

6.3.5 Gründungsempfehlung Medienleitungen

Die Medienleitungen können direkt auf den Terrassenkiesen gegründet werden. Die Ausbau-sohle sollte im Vorfeld jedoch noch verdichtet werden. Problematisch ist hier auch die

erforderliche Grundwasserabsenkung, je nach Grubentiefe. Siehe hierzu das Kapitel 6.7 „Wasserhaltung“. Für eine bessere Handhabung des Grundwassers empfiehlt sich der Einsatz eines Kabeltroges (Auftriebssicherheit berücksichtigen oder Fluten lassen).

6.4 Gründungsverfahren

6.4.1 Bodenaustausch

Als Bodenaustauschmaterial ist im Regelfall ein gut verdichtbares Kies-Sand-Gemisch der Bodengruppen GW, GI, GU nach DIN 18196 einzusetzen, das lagenweise einzubauen ist und mit einem geeigneten Verdichtungsgerät auf einen Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 100\%$ zu verdichten ist.

Der Bodenaustausch ist unter den Gründungselementen unter Berücksichtigung eines Lastausbreitungswinkel von 60° einzubauen.

Beim Vollbodenaustausch fallen entsprechend große Aushubkubaturen aus Torf, Decklagen und Auffüllungen an.

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass die Einbauarbeiten für den Vollbodenaustausch witterungsabhängig sind. Bei Niederschlagsperioden können die Einbauarbeiten nur mit geringerer Leistung und Unterbrechungen qualitativ hinreichend ausgeführt werden.

6.5 Baugrube

Hinsichtlich der Baugrubenherstellung sind die Maßgaben nach DIN 4124 und DIN 4123 zu beachten. Als zulässige Böschungsneigung mit Baugrubentiefen zwischen 1,25 m und 5 m Tiefe ist in den erkundeten Böden ein Böschungswinkel von $\leq 45^\circ$ einzuhalten. In den tertiären Mergeln sind auch Böschungsneigungen von 60° möglich, die aber nicht maßgeblich werden. Bei Baugrubentiefen von > 5 m oder bei Lasten am Baugrubenrand ist die Standsicherheit der geböschten Baugrube nachzuweisen. Baugruben mit Tiefen von > 5 m erfordern eine Zwischenberme mit ≥ 1 m Breite.

Aufgrund der hohen Grundwasserstände und der damit erforderlichen Grundwasserhaltung, werden geböschte Baugruben kaum ausführbar sein (nur flache Gräben und Gruben).

6.6 Verbau

Verbaute Baugruben im Hochbau

Aufgrund des hohen Grundwasserspiegels ist ein geschlossener Baugrubenverbau mithilfe eines Spundwandkastens notwendig. Im Bereich der Gebäude müssen die Spundwände zur Vermeidung von Umläufigkeiten mindestens 30 cm in das ungestörte mergelige Tertiär einbinden. Aufgrund der hohen Rammwiderstände im Bereich der dicht gelagerten Terrassenkiese sowie des Tertiärs werden Zusatzmaßnahmen (Vorbohrungen) erforderlich werden. Für Gebäude in einem Umkreis von ca. 50 m empfehlen wir ein vorlaufendes Beweissicherungsverfahren und die Überwachung der Schwinggeschwindigkeiten zu Beginn der Baumaßnahme an den Nachbargebäuden (Erschütterungsmessungen).

Zudem empfehlen wir den Einsatz eines Rüttlers mit resonanzfreiem An- und Auslauf, sowie mit zuschaltbarer Unwucht zur Vermeidung von Resonanzen zu Beginn und Ende der Rüttelarbeiten.

Zur Verringerung der Restwasserhaltung empfehlen wir, Spundwände mit bituminöser Schlossdichtung auszuführen.

Für den Baugrubenverbau ist zudem zu berücksichtigen, dass dieser so auszuführen ist, dass nach Abschluss der Baumaßnahme ein nachteiliger und unzulässiger Anstieg der Grundwasserstände im Anschlussbereich des Baugrubenverbaus ausgeschlossen wird. Daher empfehlen wir das Ziehen des Verbaus vorzusehen. Bei einer verbleibenden dichten Verbauwand (z.B. Bohrpfahlwand) sind außerhalb des Baugrubenverbaus entsprechende Düker einzubauen.

Der Verbau ist statisch zu dimensionieren.

Aus der Kombination von Baugrubentiefe und Bemessungswasserstand wird voraussichtlich eine Rückverankerung oder eine Aussteifung erforderlich werden.

Vorläufig darf für Verpressanker von Mantelreibungswiderständen im Terrassenkies von $q_{s,k} = 350 \text{ kN/m}^2$ ausgegangen werden. Für höhere Werte sind ggf. genauere Betrachtungen anzustellen.

Bei der Herstellung und Prüfung von **Verpressankern** sind DIN EN 1537:2014-07 und DIN SPEC 18537:2017-11 zu berücksichtigen. Wir empfehlen, die Verpressanker vorzuspannen. Für Verpressanker darf auf die Durchführung von Eignungsprüfungen nach EC 7 verzichtet werden, wenn Ergebnisse von Eignungsprüfungen mit dem gleichen System in vergleichbarem Baugrund und mit demselben Herstellungsverfahren vorliegen.

Aufgrund der vorliegenden Baugrubentiefe und der ungleichmäßigen Untergrundverhältnisse bei vorliegendem Projekt empfehlen wir jedoch unabhängig davon den Nachweis der Bemessungsannahmen hinsichtlich der Ankertragfähigkeit durch Eignungsprüfungen vorzunehmen. Es sind mindestens 3 Verpressanker in der Eignungsprüfung zu untersuchen.

Die Prüflast für Eignungsprüfungen darf vorerst vereinfachend mit $P_p = 1,45 \times P_k$ (P_k = charakteristische Rückverankerungskraft aus der Verbauwanddimensionierung) angesetzt werden.

Die Prüflast für Abnahmeprüfungen darf vereinfachend mit $P_p = 1,45 \times P_k$ (P_k = charakteristische Rückverankerungskraft aus der Verbauwanddimensionierung) angesetzt werden.

Das Kriechmaß k_s muss in allen Prüfungen $< 2,0$ mm sein, bzw. ist noch im Detail festzulegen. Das Bohrverfahren und das Herstellverfahren sind auf die Grundwasser- und Untergrundverhältnisse abzustimmen. Es ist ein Bohrverfahren zu wählen und so auszuführen, dass die Tragfähigkeit der Böden bestmöglich erhalten bleibt. Die Auswahl des Bohrverfahrens obliegt dem Auftragnehmer.

Bei der Ausführungsplanung des Baugrubenverbaus ist zu berücksichtigen, dass das Grundwasser auch sehr hoch ansteigen kann, sodass die Abdichtung der Ankerköpfe und die Durchführung durch die Spundwand besonders berücksichtigt werden muss.

Für niedrig angesetzte Anker kommt es zu einer Ankerherstellung mit Wasserdruck in einem Untergrund mit hoher Durchlässigkeit als besondere Herausforderung.

6.7 Wasserhaltung

Hochbau

Innerhalb des Baugrubenverbaus beschränkt sich die Wasserhaltung auf das Lenzen des dichten Verbaukastens mit Einbindung in das Tertiär, Fassen von Niederschlags- und Oberflächenwasser, sowie auf die Fassung von Wasser aus Schlossundichtigkeiten aus dem Spundwandverbau.

Zur Fassung der so anfallenden Wassermengen empfehlen wir mehrere Pumpensümpfe herzustellen. Ferner werden Pumpen, Steigleitungen, ein entsprechend dimensionierter Sandfang und Ableitungen erforderlich.

Die anfallenden Wassermengen sind vorrangig niederschlagsabhängig, weshalb sich ein intermittierender Pumpbetrieb ergibt. Die Wassermengen werden im Betriebsfalls der Pumpen bei ca. 2-5 l/s abgeschätzt. Diese Angabe hängt stark von der Größe der Baugrube und anderen Faktoren ab. Eine Detailbewertung wird für die einzelnen Baugruben erforderlich. Abweichende Wassermengen sind möglich.

Infolge von Starkregenereignissen können auch deutlich höhere Wassermengen kurzzeitig maßgebend werden.

Ein Wasserrechtsantrag wird erforderlich, um die Restwasserhaltung ausführen zu können.

Werden, z.B. infolge von Umplanungen, deutlich tiefere Aushubarbeiten erforderlich, kann eine Tertiärwasserentspannung erforderlich werden.

Leitungsbau

Im Bereich der Trinkwasserleitung (Gründungstiefe 2,50 m u. GOK) sowie von Strom- und Glasfaserleitungen (Gründungstiefe ca. 1,50 m u. GOK) wird ebenfalls eine Wasserhaltung notwendig werden. Eine geschlossene Wasserhaltung im Bereich der Trinkwasserleitung wäre mithilfe von Bohrbrunnen mit Ø60 cm mit einem Abstand von 10 – 15 m möglich. Die hierbei entstehenden Wassermengen von $Q = 70 - 100 \text{ l/s}$ sind jedoch aufgrund des fehlenden Vorfluters fast nicht zu bewältigen.

Als Alternative hierzu könnte die Trinkwasserleitung mithilfe von Flüssigbodeneinsatz unter Wasser realisiert werden. Hierzu wird die Baugrube mit Einsatz eines Stahlplattenverbaus oder eines Gleitschienenverbaus unter Grundwasser ausgehoben. Anschließend wird die Trinkwasserleitung mithilfe einer Aussteifung und Trägern über der Baugrube auf die vorgesehene Höhe gehängt und gegen Auftrieb gesichert (ggf. Füllen mit Wasser). Anschließend wird die Grube mit Flüssigboden wiederverfüllt. Während der Wiederverfüllung wird das Grundwasser nach oben verdrängt. Dadurch wäre eine Wasserhaltung hier nicht mehr notwendig, da die Trinkwasserleitung mit Flüssigboden umhüllt wird.

Eine weitere Alternative wäre die Anhebung der Gründungssohle auf das gleiche Niveau wie das der Versorgungsleitungen. Hier wäre eine offene Wasserhaltung möglich, wobei bei einer Länge von 20 m und einer Absenkung von 0,60 m Wassermengen von 15 – 30 l/s anfallen würden, welche jedoch je nach Witterungsverhältnissen, Untergrunddurchlässigkeit und tatsächlichem Grundwasserstand zur Bauausführung stark schwanken können. Zum Betrieb der Wasserhaltung wird empfohlen, eine Drainageschicht mit 20-30 cm Stärke aus gut wasser-durchlässigem Material (z.B. Rollkies Körnung 16/32 oder Kies-Sand-Gemisch mit Feinkornanteil $< 0,063 \text{ mm}$ von maximal 5% und Sandanteil $< 2 \text{ mm}$ von maximal 10%) mit mitgeführten Vollsickerleitungen $2 \times \text{DN } 200$ einzubauen und in ein Vlies der GRK 3 einzuschlagen. Pumpensümpfe und Ableitungen sind zum Betrieb der Wasserhaltungsanlage erforderlich.

Je nach hydrologischer Situation und Untergrunddurchlässigkeit sowie Absenkungsbeträgen können abweichende Wassermengen zu den o.g. Abschätzungen maßgeblich werden.

6.8 Bauwerkstrockenhaltung / Auftriebssicherheit

In Anbetracht der maßgeblichen Bemessungswasserstände bis in etwa auf Höhe der aktuellen Geländeoberkante (siehe Kapitel 3.3 mit Angabe des Bemessungswasserstandes für Bauwerksabdichtung Auftriebssicherheit) empfehlen wir für unterkellerte Gebäude eine Ausführung als weiße Wannen und die Ausführung von wasserdichten Lichtschächten.

Entsprechend wird eine Abdichtung gegen drückendes Wasser erforderlich.

Nach DIN 18533 ist für Eintauchtiefen von ≤ 3 m die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E anzusetzen.

Für Eintauchtiefen von >3 m ist die Wassereinwirkungsklasse W2.2-E zu berücksichtigen.

Für Gebäude mit einer besonders hochwertigen Raumnutzung, mit entsprechend besonderen Anforderungen an die Trockenheit der Raumluft, kann es anzuraten sein, zusätzlich zur weißen Wanne eine alukaschierte Bitumendichtungsbahn oder vergleichbares aufzubringen. Dadurch wird die Wasserdampfdiffusion, die auch bei weißen Wannen immer vorhanden ist, bestmöglich unterbunden.

Hinsichtlich der Bauwerkstrockenhaltung von nicht unterkellerten Gebäuden sind die Bemessungswasserständen bis in etwa zur aktuellen Geländeoberkante bzw. gemäß den Ausführungen des Kapitels 3.3 zu berücksichtigen. Dementsprechend können, je nach Tiefenlage und Stärke der Bodenplatte sowohl Wassereinwirkungsklasse W1.1-E für Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser, als auch Wassereinwirkungsklasse W2.1-E für drückendes Wasser maßgeblich werden.

6.9 Versickerung

Hinsichtlich der Durchlässigkeit wurden mit den Terrassenkiesen Böden angetroffen, die als günstig für eine Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser zu bewerten sind. Die maßgebenden Grundwasserstände, die beispielsweise für eine Rigolenversickerung von Bedeutung sind, empfehlen wir noch mit der zuständigen Verwaltungsbehörde abzustimmen. Hinsichtlich der Grundwasserstände sind detaillierte Angaben in Kapitel 3.3 aufgeführt. Der dort angegebene Bemessungswasserstand gilt für Auftriebsicherheit und Abdichtung und beinhaltet einen Sicherheitszuschlag.

Zusätzlich wurde der mittlere Hochwasserstand abgeleitet, der im Allgemeinen für die Dimensionierung und Planung von Versickerungsanlagen maßgeblich wird und im Lageplan der Anlage (1.4) mit Isolinen dargestellt ist.

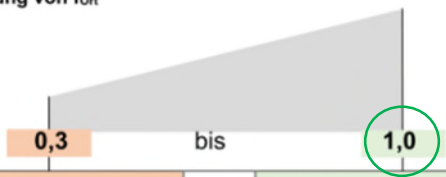
Zur Dimensionierung von Versickerungsanlagen wurden in den Rammkernbohrungen Absinkversuche ausgeführt, mit denen eine realitätsnahe Untergrunddurchlässigkeit ermittelt wurde. Auf dieser Basis wird der Bemessungs- k_f -Wert nach dem überarbeiteten Merkblatt DWA A 138 unter Berücksichtigung von Korrekturfaktoren für die Variabilität der Bodenverhältnisse (f_{ort}) und mittels des Korrekturfaktors für die Bestimmungsmethode (f_{Methode}) angegeben.

Gemäß den nachfolgenden Auszügen aus der DWA A 138 werden diese Korrekturfaktoren wie folgt festgelegt (grüne Kreise):

Bestimmungsmethode	f_{Methode}
großflächige Feldversuche in Testgrube/Probeschurf ($\geq 1 \text{ m}^2$)	1
kleinflächige Feldversuche	
– kleine Testgrube/ Probeschurf ($< 1 \text{ m}^2$)	0,9
– Doppelzylinder-Infiltrometer	0,9
– Open-End-Test	0,8
Laborverfahren mit ungestörten Proben (z. B. Permeameter)	0,7
Laborverfahren mit gestörten Proben/ Sieblinienauswertung für Sandböden	0,5 ¹⁾
	0,1

¹⁾... angepasster Faktor für Durchlässigkeitsversuche im Labor an gestörten Proben

Vorliegend wird der Korrekturfaktors für die Bestimmungsmethode (f_{Methode}) zu 0,9 gesetzt, da es sich nicht um Open-End-Tests handelt, sondern um Versuche über eine größere Versuchsstrecke, deren Versuchsoberfläche allerdings $< 1 \text{ m}^2$ ist.

Tabelle 8: Beispiele Kriterien zur Festlegung von $f_{0,1}$


Beispiele Bewertungskriterien	0,3	bis	1,0
Informationsstand Bodenverhältnisse:	Informationslage sehr lückenhaft	...	fundierte, ausreichende Informationen/ Untersuchungen liegen vor
Anzahl Versuche und Variabilität Bodenverhältnisse:	Mindestanforderungen bzgl. Anzahl Versuche erfüllt; keine Information zur Variabilität Bodenverhältnisse	...	Anzahl Versuche ist vorliegender Variabilität Bodenverhältnisse angepasst
Baupraktische Bewertung ermittelter Durchlässigkeitsbeiwerte	sehr starke Beeinflussung Durchlässigkeit durch Bautätigkeit (z.B. Aushub)	...	keine Beeinflussung Durchlässigkeit durch Bautätigkeit (z.B. Aushub)
Fachkenntnisse bei Ermittlung Infiltrationsrate/ k_f -Wert:	Privatperson ohne Fachkenntnisse	...	Fachbüro für Baugrundgutachten, Geotechnik etc.
...	...	...	...

In der nachfolgenden Tabelle (6.1) sind die kennzeichnenden Daten der Versickerungsversuche und die dabei ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte nochmals zusammengestellt.

Tab. (6.1) Kennzeichnende Daten der Versickerungsversuche

Homogenbereich/ Bohrung / Versuch	Tiefe der Versuchsstrecke von – bis m u. GOK	eingefüllte Wassermenge Q l	Einfülldauer t sec	mittlere Wassergabe I/s	Durchlässigkeitsbeiwert k_{fu} m/s	Durchlässigkeitsbeiwert mit Korrekturfaktor
TERRASSENKIESE HB B4						
B1 / 1	1,00 – 2,00	1000	100	10	$2,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^{-1}$
B3 / 1	1,00 – 2,00	1000	100	10	$2,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^{-1}$

Wie den Auswertungen zu entnehmen ist, wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert von $2,3 \times 10^{-1}$ m/s ermittelt. Wir empfehlen die Verwendung eines Bemessungs- k_f -Wertes von 5×10^{-2} m/s. Aufgrund der ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte sowie dem geringen Flurabstand zum Grundwasser, kann die Versickerung von Oberflächenwasser bei der vorhandenen Geländehöhe nur über eine Muldenversickerung erfolgen. Hierbei müssen im Bereich der Mulden die Decklagen sowie die Torfe bis zu den gut durchlässigen Terrassenkiesen durchstoßen werden. Eine Versickerung über Rigolen ist ebenfalls denkbar, wenn das Gelände angehoben wird.

Zu berücksichtigen ist, dass in Mulden eine Oberbodenpassage einzubauen ist, die mit einem k_f -Wert von 10^{-5} m/s eine deutlich geringere Durchlässigkeit aufweist als der anstehende Untergrund.

6.10 Empfehlungen zum Aufbau von Verkehrsflächen

Wie bereits in Kapitel 6.3.2 beschrieben, sollten die Verkehrsflächen auf den tragfähigen Terrassenkiesen gegründet werden.

Für wenig stark Beanspruchte Straßen wie hier, kann nach RStO 12/24 die Belastungsklasse Bk0,3 angesetzt werden.

Hinsichtlich der Dimensionierung des frostsicheren Oberbaus ist die Frostepfindlichkeitsklasse des Untergrundes entscheidend. Vorliegend ist basierend auf den durchgeführten Siebungen davon auszugehen, dass für die Terrassenkiese die Frostepfindlichkeitsklasse F1 bzw. in Bereichen mit höherem Schluffanteil F2 anzusetzen ist. Gemäß RStO 12/24 liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich der Frosteinwirkungszone II.

In der nachfolgenden Tabelle (6.2) sind die Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12/24 zusammengestellt.

Tab. (6.2) Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12/24

Frostepfindlichkeits- klasse des anstehenden Bodens	Belastungs- klasse Bk3,2 – Bk1,0 cm	Belastungs- klasse Bk0,3 cm	Zuschlag auf Grund Frosteinwirkungszone II cm
F1 - F2 (Terrassenkiese)	50	40	+ 5
F3 (Decklagen)	60	50	+ 5

Gemäß ZTV SoB-StB 20 ist zum Nachweis einer ausreichenden Tragfähigkeit auf dem natürlichen, nicht frostsicheren Untergrund für neu anzulegende Verkehrsflächen ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² auf Höhe des Erdplanums erforderlich. Die Nachweise hierfür sind durch Lastplattendruckversuche gemäß DIN 18134 zu führen.

Für die Herstellung der Tragschicht können gegebenenfalls bei vorangegangenen Eignungsversuchen hinsichtlich Korngrößenverteilung und Schadstoffgehalt, die im Zuge der Baumaßnahmen ausgebauten Terrassenkiese wiederverwendet werden.

Die Mindesttragfähigkeit auf Oberkante der Frostschutzschicht beträgt $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$. Die Tragfähigkeit ist durch statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 nachzuweisen. Dabei ist auch ein Verhältniswert von E_{v2}/E_{v1} von $\leq 2,2$ nachzuweisen.

Untergeordnet können frostsichere und tragfähige Terrassenkiese unter dem Oberboden anstehen. Diese sind an sich mit dem gebundenen Oberbau grundsätzlich überbaubar, wenn sie die Mindesttragfähigkeit auf Oberkante der Frostschutzschicht und nach Nachverdichtung den geforderten Verhältniswert aufweisen. Da die Übergänge zu diesen frostsicheren Kiesen oft kleinräumig wechselhaft sind, empfehlen wir in jedem Fall die oberen 20 cm abzuräumen, als Bodenaustausch oder unteren Teil der Frostschutzschicht in den angrenzenden Bereichen einzubauen und die oberen 20 cm aus qualifiziertem Frostschutzmaterial herzustellen.

Weitere Ausführungen zur Tragfähigkeitserhöhung sind in Kapitel 6.3.3 erarbeitet.

6.11 Bewertung der Geländeerhöhung

Im Bereich der westlichen Bauflächen und der Ludwigstraße ist eine Erhöhung des Geländes geplant, damit der für eine Versickerung notwendige Flurabstand zum Grundwasser von 1,00 m eingehalten werden kann. Anhand der erkundeten Untergrundverhältnisse ist eine solche Geländeerhöhung möglich. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die bestehenden oberhalb der Terrassenkiese liegenden Auffüllungen sowie Decklagen für die Versickerungsanlagen durchstoßen werden müssen. Im Bereich der Straßen kann es zudem zu ungleichmäßigen Setzungen kommen, die aus einer wechselhaften Kompressibilität sowie Bodenzusammensetzung des Untergrunds entstehen. Für die Geländemodellierung außerhalb von Bauwerken oder Straßen ist zu beachten, dass es im Bereich von Grünflächen ebenfalls zu Setzungen von wenigen Zentimetern kommen kann.

6.12 Qualitätssicherung

Hinsichtlich der Qualitätssicherung bei der Herstellung der Gründung wird eine geotechnische Begleitung erforderlich.

Für Erdbauwerke werden ebenfalls Qualitätssicherungen der Eigenüberwachung und Fremdüberwachung erforderlich, die bei genaueren Planungsdetails noch entwickelt werden können.

6.13 Auswirkungen auf bestehende Infrastruktur

An sich sind durch die geplanten Baumaßnahmen keine nennenswerten Auswirkungen auf bestehende Infrastrukturelemente zu erwarten, wenn diese sicher gegründet sind und beim Bau und Verfüllung die anerkannten Regeln der Technik berücksichtigt wurden. Restrisiken für Bereiche oberhalb von Torfen und Wiesenkalcken, insbesondere bei Erschütterungen und Grundwasserabsenkungen (z.B. tiefreichende unbekannte Torfe bis unterhalb des Grundwasserspiegels) sind jedoch vorhanden. Aus diesem Grund wird eine sorgfältige Bauauführung empfohlen. Zudem sollten Wasserhaltungsmaßnahmen so weit wie möglich begrenzt werden und erschütterungsarme Baumethoden angewandt werden.

Für die Herstellung des Verbaus wird unter diesem Aspekt grundsätzlich ein Messen der Erschütterungen im umliegenden Bereich empfohlen. Zusätzlich werden durch das bereits in vorherigen Kapiteln beschriebene Vorbohren für die Spundwände der Widerstand und damit auch die entstehenden Erschütterungen für das Einrammen der Spundwände verringert. Grundsätzlich sollte vorlaufend jedoch auch eine Beweissicherung erfolgen.

Bei vergleichbaren Bodenverhältnissen, wie vorliegend erkundet, sind die Restrisiken für umgrenzende Infrastruktur jedoch begrenzt.

Es wird empfohlen in die Grundwassermessstellen eine Beweissicherung der Grundwasserhöhen vorzunehmen. Dazu sind diese mit Datenloggern auszustatten und die Messdaten sind auszuwerten. Dadurch können Einflüsse auf den Grundwasserstand durch die Baukörper überprüft werden. Es ist davon auszugehen, dass die Auswirkungen von Gebäuden, die dauerhaft in das Grundwasser eintauchen, im Vorfeld zu betrachten sind. Ggf. werden sogar Zusatzmaßnahmen wie Dükerleitungen erforderlich. Dazu sind weitere Untersuchungen erforderlich.

6.14 Erbebenzone

Das Untersuchungsgebiet ist gemäß DIN EN 1998-1/NA:2011-01 keiner Erbebenzone zugeordnet.

6.15 geotechnische Kategorie

Nach DIN 1054:2015-11 und DIN EN 1997-1:2010-12 ist das geplante Bauvorhaben der geotechnischen Kategorie GK 2 im Übergang zur geotechnischen Kategorie GK 3 zuzuordnen.

7 ZUSAMMENFASSUNG / SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten hinsichtlich der Erschließung des Wohnquartiers Ludwigstraße in Hallbergmoos zusammengestellt, dokumentiert und bewertet.

Nach einer Beschreibung der erkundeten Untergrundverhältnisse und der Klassifizierung der erkundeten Bodenmaterialien wurden die geotechnischen Planungsgrundlagen hinsichtlich Gründung und Bauausführung der Gebäude, Erschließungsflächen sowie Versorgungsleitungen, einschließlich den charakteristischen Bemessungswerten für Plattengründungen und Fundamentgründungen erarbeitet.

Darüber hinaus wurden Hinweise zur Herstellung der Baugruben mit Angabe von zulässigen Böschungswinkeln und hinsichtlich eines Baugrubenverbaus mittels Spundwand für Gebäude und Verbauelemente für Leitungsgräben abgegeben.

Vorliegend wurden oberflächennah sehr ungleichmäßige Untergrundverhältnisse in Form von Torfen, sowie Decklagen (Wiesenkalke) festgestellt, die einen ungünstigen Einfluss auf das Setzungsverhalten von flach gegründeten Bauwerken haben. Zusatzmaßnahmen werden für die Gründung von Verkehrsflächen und Bauwerken erforderlich.

Es liegen hohe Grundwasserstände vor, die maßgeblichen Einfluss auf alle Aspekte der Bautätigkeit haben. Grundwasserhaltungen und -absenkungen stoßen wegen der hohen Untergrunddurchlässigkeit schnell an Grenzen. Dahingehend wurden besondere Bauverfahren ausgearbeitet und Lösungsansätze aufgezeigt.

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

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

Es wird darauf hingewiesen, dass die Untergrundverhältnisse vorliegend nur punktuell untersucht wurden. Sofern bei Bauausführung nicht auszuschließende Abweichungen der

Untergrundverhältnisse festgestellt werden, ist ebenfalls Kontakt mit dem Baugrundsachverständigen aufzunehmen.

Für weitere Beratungen und die geotechnische Baubegleitung stehen wir gerne zur Verfügung.

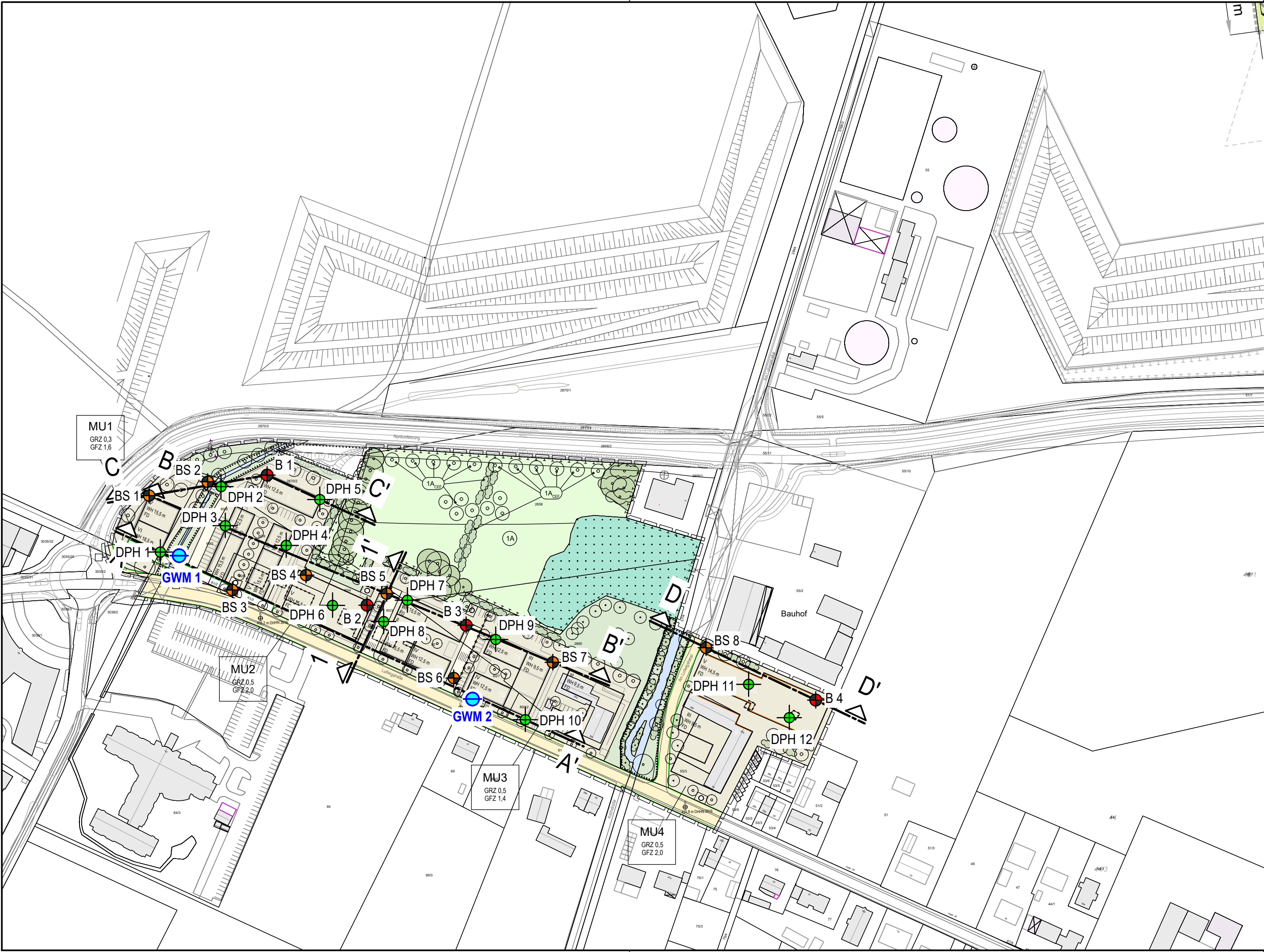
Anlage (1)

**LAGEPLÄNE MIT UNTERGRUNDAUFSCHLUSSPUNKTEN
UND SCHNITTFÜHRUNG
(1.1 – 1.5)**



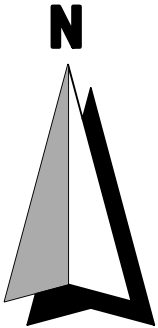
Plangrundlage: BayernAtlas plus

Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am	Name
CRYSTAL					
GEOTECHNIK		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH			
INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08906 / 956940 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071 / 92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de					
AUFTRAGGEBER					
Flughafen München GmbH					
PROJEKT					
Erschließung Wohnquartier Ludwigstraß Hallbergmoos					
PLANINHALT					
Übersichtslageplan					
MABSTAB:	GEZEICHNET	DATUM		GEPRÜFT	
1 : 25000	SA	05.11.2025		CH	
PROJEKT NR.	PLAN NR.			ANLAGE	
B255270				1.1	



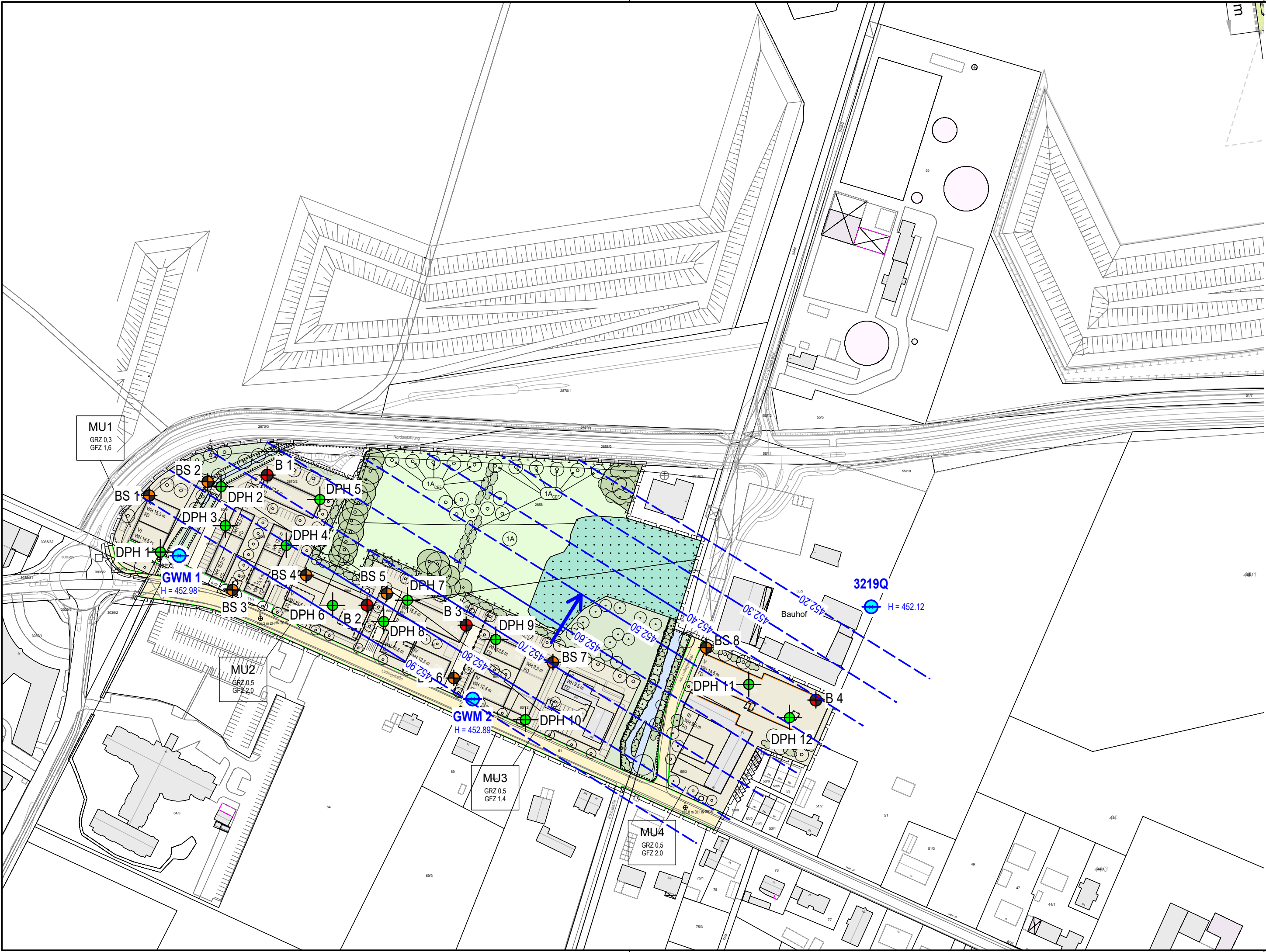
Legende:

- BS Bohrsondierung
- B Rammkernbohrung
- DPH schwere Rammsondierung
- GWM Grundwassermessstelle



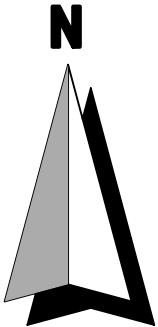
Plangrundlage: 2026-01-08_BPL Nr.89_Teil A-D_Planzeichnung_Entwurf.dwg

...	...	...	...	...			
Index	Bemerkung		geänd. am	Name	gepr. am	Name	
CRYSTAL			Lage-/Höhensystem: UTM32 DHHN2016				
GEOTECHNIK			BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 80919 UTTING TELEFON 08806 / 958940 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071 / 92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de				
AUFTRAGGEBER Flughafen München GmbH							
PROJEKT Erschließung Wohnquartier Ludwigstraß Hallbergmoos							
PLANINHALT Lageplan mit Aufschlusspunkten und Schnittführungen							
MAßSTAB: M 1 : 2000		GEZEICHNET SA		DATUM 26.03.2026		GEPRÜFT CH	
PROJEKT NR. B255270		PLAN NR.		ANLAGE 1.2			



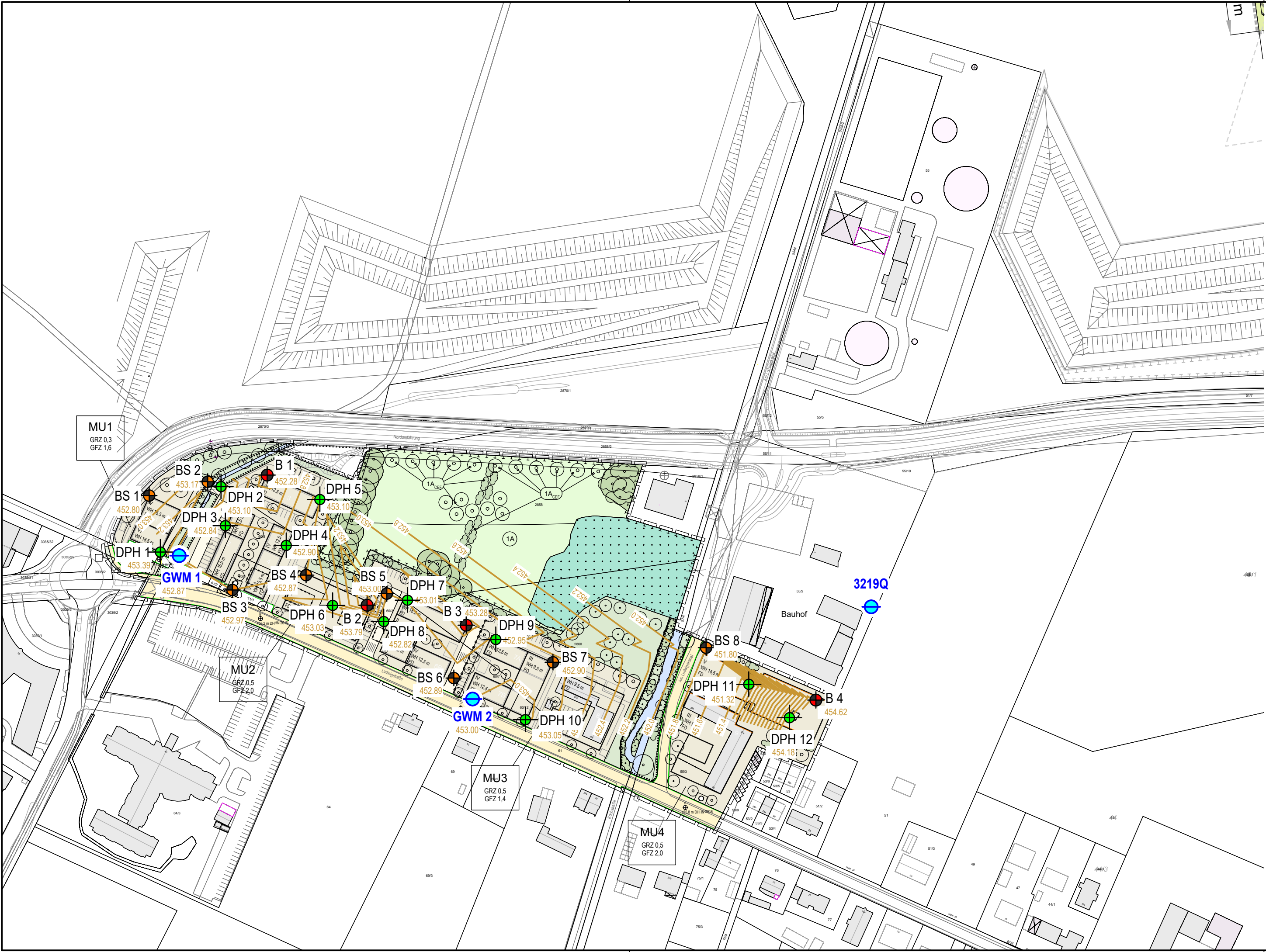
Legende:

- BS Bohrsondierung
- B Rammkernbohrung
- DPH schwere Rammsondierung
- GWM / 3219Q Grundwassermessstelle
- H = 452.90 Grundwasserhöhe in m NHN am 10.12.2025
- 452.50 Grundwassergleichen in m NHN am 10.12.2025
- Grundwasserfließrichtung



Plangrundlage: 2026-01-08_BPL Nr.89_Teil A-D_Planzeichnung_Entwurf.dwg

...	...	...	...	...	
Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am	Name
CRYSTAL			Lage-/Höhensystem: UTM32 DHHN2016		
GEOTECHNIK		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806 / 958940 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071 / 92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de			
AUFTRAGGEBER Flughafen München GmbH					
PROJEKT Erschließung Wohnquartier Ludwigstraß Hallbergmoos					
PLANINHALT Lageplan mit Aufschlusspunkten und Grundwassergleichen					
MAßSTAB: M 1 : 2000		GEZEICHNET SA/CH		DATUM 07.07.2026	GEPRÜFT CH
PROJEKT NR. B255270		PLAN NR.		ANLAGE 1.3	



Legende:

- BS

Bohrsondierung

B

Rammkernbohrung

DPH

schwere Rammsondierung

GWM

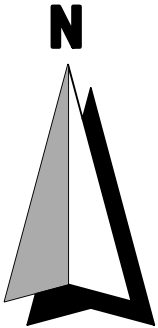
Grundwassermessstelle

452.99

OK tragfähiger Horizont in m NHN

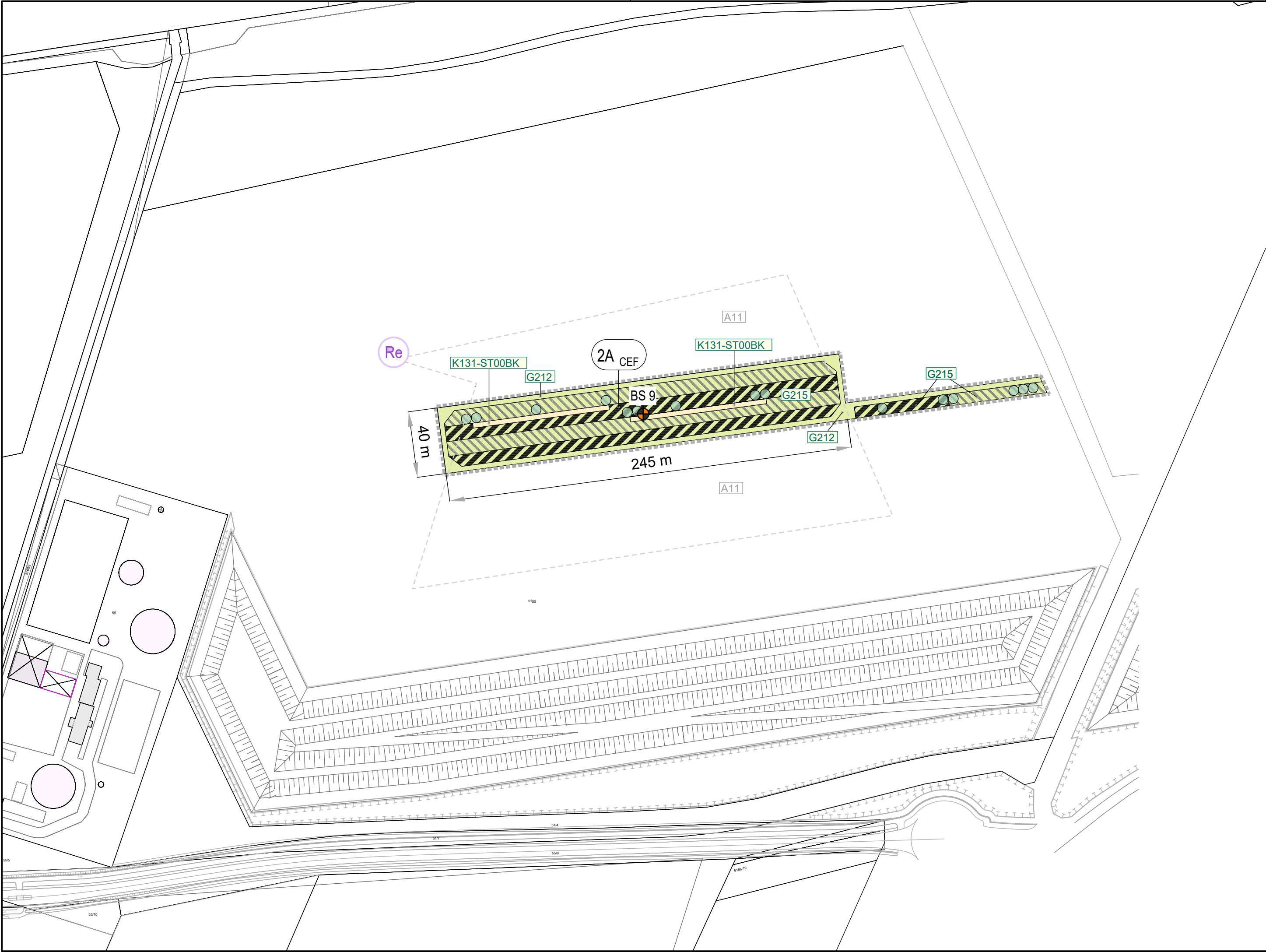
452.1

Höhengleichen tragfähiger Horizont in m NHN



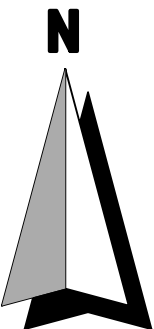
Plangrundlage: 2026-01-08_BPL Nr.89_Teil A-D_Planzeichnung_Entwurf.dwg

...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Index	Bemerkung			geänd. am	Name	gepr. am		Name	
CRYSTAL					Lage-/Höhensystem: UTM32 DHHN2016				
GEOTECHNIK					BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 80919 UTTING TELEFON 08806 / 958940 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071 / 92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de				
AUFTRAGGEBER Flughafen München GmbH									
PROJEKT Erschließung Wohnquartier Ludwigstraß Hallbergmoos									
PLANINHALT Lageplan mit Aufschlusspunkten und OK tragfähiger Horizont									
MAßSTAB:			GEZEICHNET		DATUM		GEPRÜFT		
M 1 : 2000			SA/CH		26.03.2026		CH		
PROJEKT NR.			PLAN NR.		ANLAGE				
B255270					1.5				



Legende:

 BS Bohrsondierung



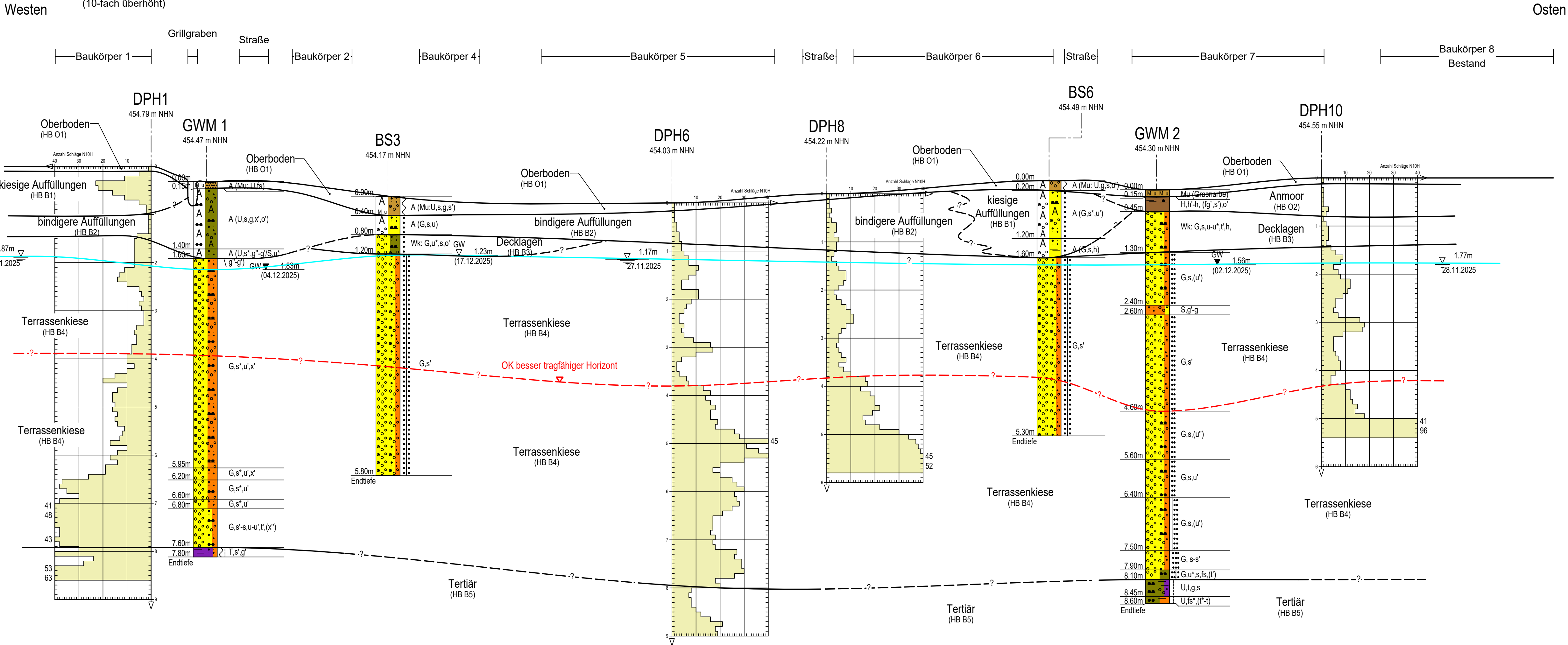
Plangrundlage: 2392.15-MS-100-LAGEPLAN BESTANDSMEDIEN,
2026-01-08_BPL Nr.89_Teil A-D_Planzeichnung_Entwurf.dwg

...	...	...	...	...	...
Index	Bemerkung		geänd. am	Name	gepr. am
CRYSTAL			Lage-/Höhensystem: UTM32 DHHN2016		
GEOTECHNIK			BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806 / 958940 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071 / 92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de		
AUFTRAGGEBER Flughafen München GmbH					
PROJEKT Erschließung Wohnquartier Ludwigstraß Hallbergmoos					
PLANINHALT Lageplan Rebhuhnausgleichsfläche mit Aufschlusspunkt					
MAßSTAB:		GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT	
M 1 : 2000		SA/CH	26.03.2026	CH	
PROJEKT NR.		PLAN NR.	ANLAGE		
B255270			1.6		

Anlage (2)

GEOLOGISCHE SCHNITTE MIT UNTRGRUNDSCHICHTUNG (2.1 – 2.5)

Geologischer Schnitt A-A' (M 1 : 500/50)



Legende Homogenbereiche (HB)

- HB O1 - Oberboden
- HB O2 - Anmoor
- HB B1 - kiesige Auffüllungen
- HB B2 - bindigere Auffüllungen
- HB B3 - Decklagen
- HB B4 - Terrassenkiese
- HB B5 - Tertiär

Plangrundlage:

Index	...	...	...	...	...
Bemerkung		geänd. am	Name	gepr. am	Name
CRYSTAL			Lage-/Höhensystem:		
GEOTECHNIK		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 88919 UTTING TELEFON 08806 / 958940 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071 / 92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de			
AUFTRAGGEBER					
Flughafen München GmbH					
PROJEKT					
Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße Hallbergmoos					
PLANINHALT					
Geologischer Schnitt A-A'					
MAßSTAB:	GEZEICHNET	DATUM		GEPRÜFT	
M 1 : 500/50	JE/CH	26.03.2026		CH	
PROJEKT NR.	PLAN NR.			ANLAGE	
B255270				2.1	

Westen (10-fach überhöht)

Grillgraben Straße

Osten



- HB O1 - Oberboden
- HB O2 - Anmoor
- HB B1 - kiesige Auffüllungen
- HB B2 - bindigere Auffüllungen
- HB B3 - Decklagen
- HB B4 - Terrassenkiese
- HB B5 - Tertiär

Plangrundlage:

...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Index	Bemerkung			geänd. am	Name	gepr. am	Name		
CRYSTAL				Lage-/Höhensystem:					
									
GEOTECHNIK				BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTING TELEFON 08906 / 958940 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071 / 92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de					
AUFTRAGGEBER									
Flughafen München GmbH									
PROJEKT									
Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße Hallbergmoos									
PLANINHALT									
Geologischer Schnitt B-B'									
MAßSTAB:		GEZEICHNET		DATUM		GEPRÜFT			
M 1 : 500/50		JE/CH		26.03.2026		CH			
PROJEKT NR.		PLAN NR.				ANLAGE			
B255270						2.2			

$$H/B = 297 / 900 (0.27m^2)$$

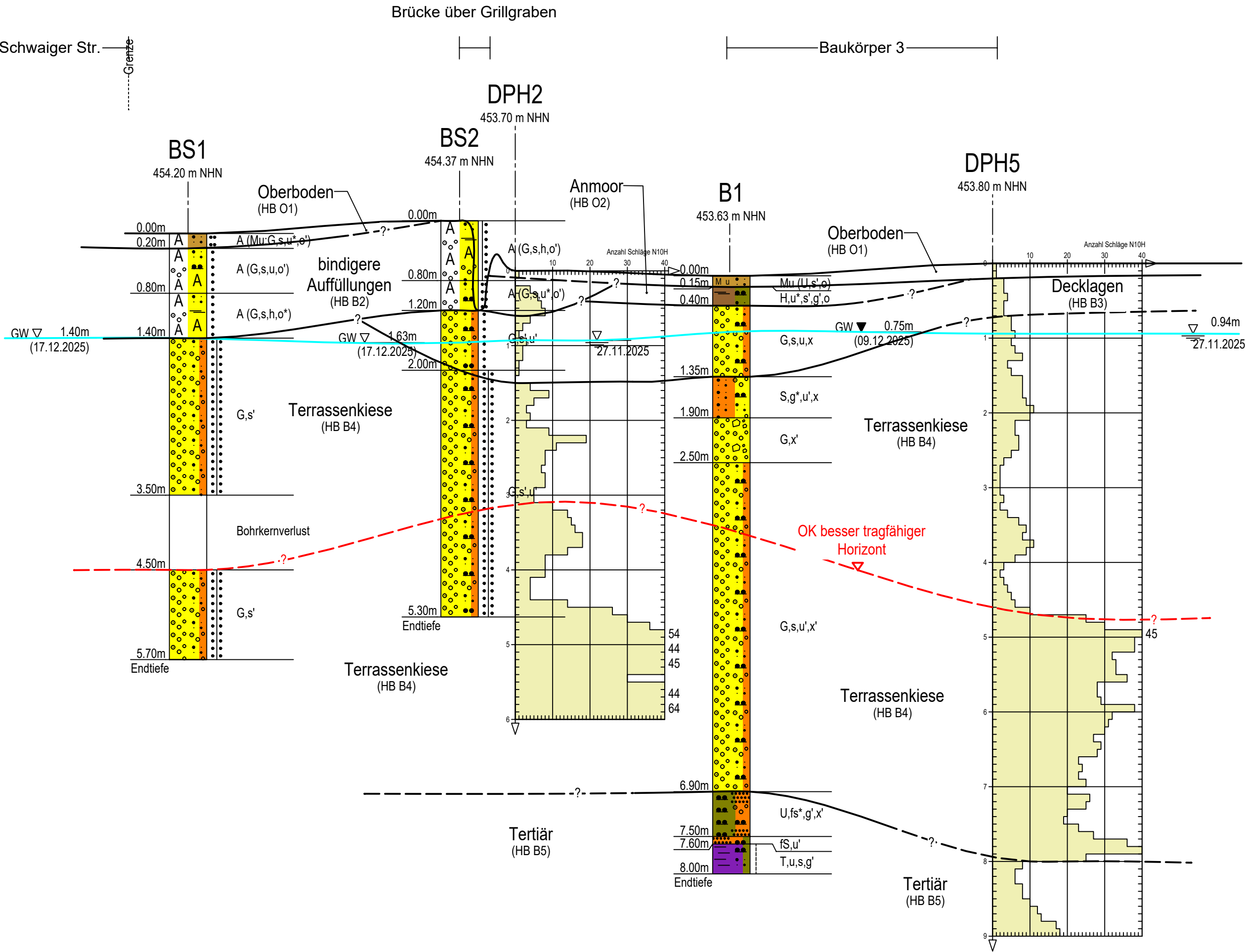
Allplan 2025

Geologischer Schnitt C-C' (M 1 : 500/50)

Südwest

(10-fach überhöht)

Osten



Legende Homogenbereiche (HB)

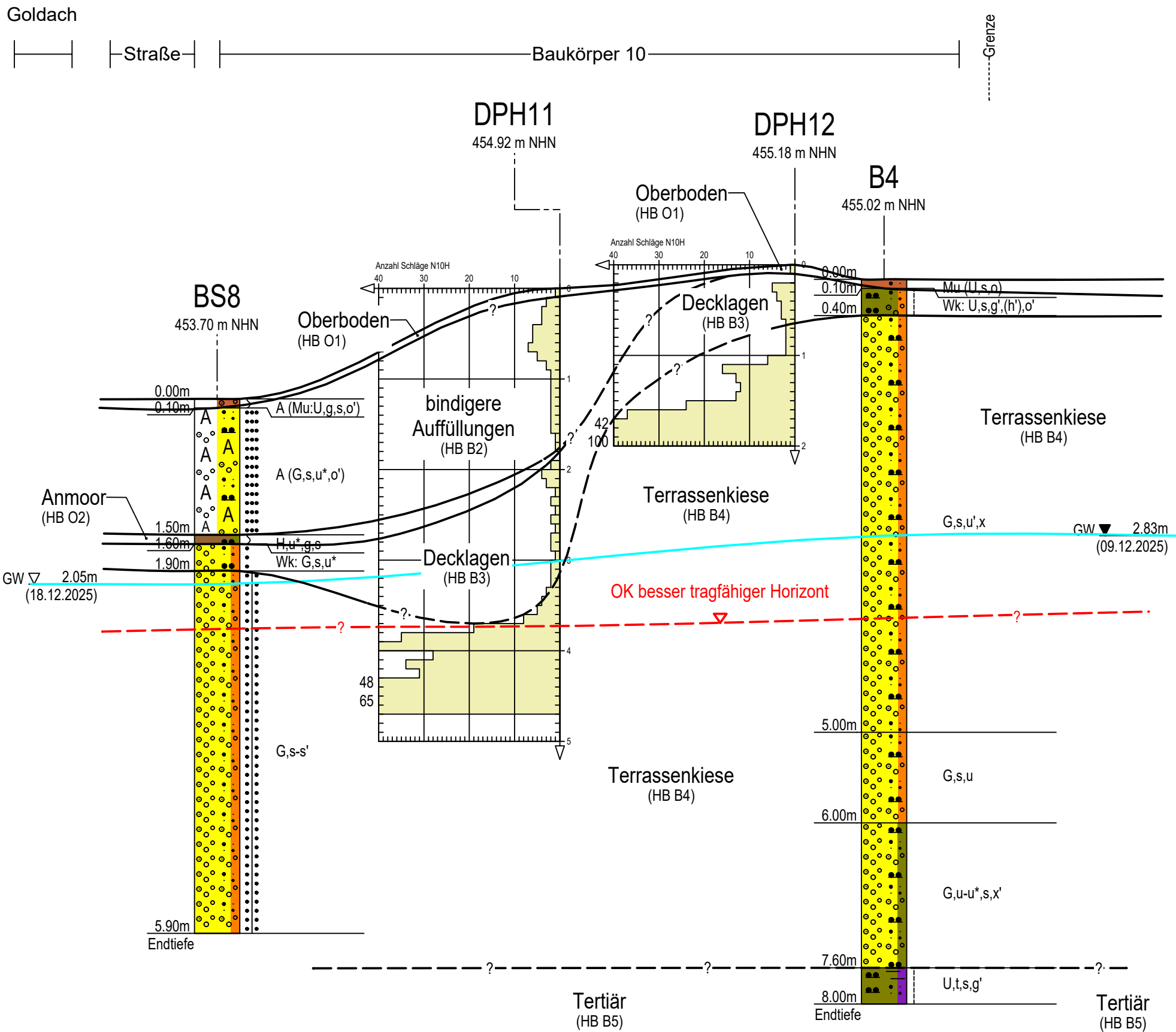
- HB O1 - Oberboden
- HB O2 - Anmoor
- HB B1 - kiesige Auffüllungen
- HB B2 - bindigere Auffüllungen
- HB B3 - Decklagen
- HB B4 - Terrassenkiese
- HB B5 - Tertiär

Plangrundlage:

...	...	...	...	...
Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am
CRYSTAL		Lage-/Höhensystem:		
GEOTECHNIK		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH		
		INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG		
		HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806 / 958940		
		SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071 / 92278-0		
		E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de		
AUFTRAGGEBER				
Flughafen München GmbH				
PROJEKT				
Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße Hallbergmoos				
PLANINHALT				
Geologischer Schnitt C-C'				
MAßSTAB:		GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT
M 1 : 500/50		JE/CH	10.02.2026	CH
PROJEKT NR.		PLAN NR.	ANLAGE	
B255270			2.3	

Geologischer Schnitt D-D' (M 1 : 500/50)

Westen (10-fach überhöht) Osten



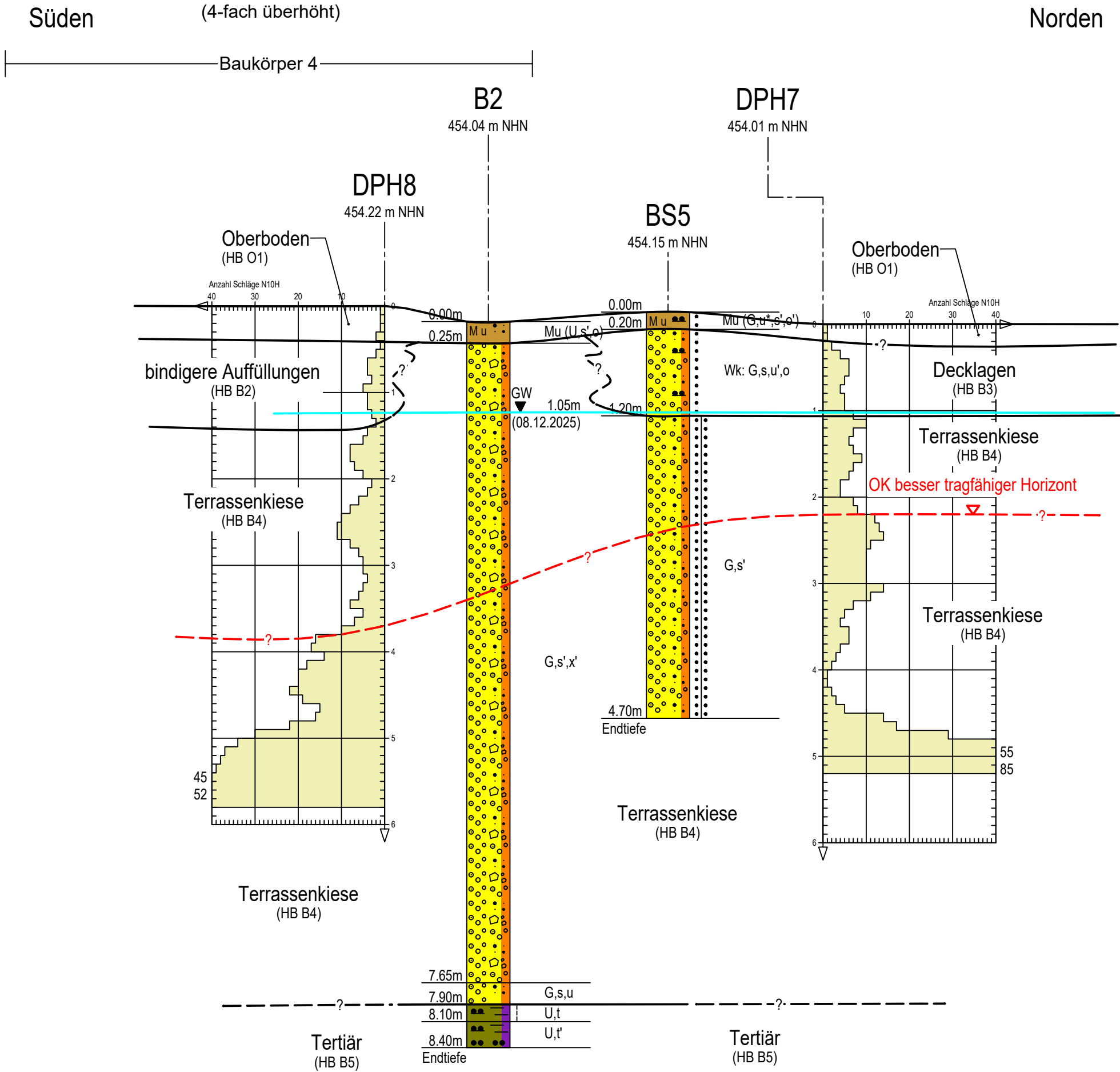
Legende Homogenbereiche (HB)

- HB O1 - Oberboden
- HB O2 - Anmoor
- HB B1 - kiesige Auffüllungen
- HB B2 - bindigere Auffüllungen
- HB B3 - Decklagen
- HB B4 - Terrassenkiese
- HB B5 - Tertiär

Plangrundlage:

...	...	...	...	...
Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am
CRYSTAL			Lage-/Höhensystem:	
GEOTECHNIK				
		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH		
		INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG		
		HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806 / 958940		
		SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071 / 92278-0		
		E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de		
AUFTRAGGEBER				
Flughafen München GmbH				
PROJEKT				
Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße Hallbergmoos				
PLANINHALT				
Geologischer Schnitt D-D'				
MAßSTAB:	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT	
M 1 : 500/50	JE/CH	10.02.2026	CH	
PROJEKT NR.	PLAN NR.	ANLAGE		
B255270		2.4		

Geologischer Schnitt 1-1' (M 1 : 200/50)



Legende Homogenbereiche (HB)

- HB O1 - Oberboden
- HB O2 - Anmoor
- HB B1 - kiesige Auffüllungen
- HB B2 - bindigere Auffüllungen
- HB B3 - Decklagen
- HB B4 - Terrassenkiese
- HB B5 - Tertiär

Plangrundlage:

...	...	...	...	...
Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am
CRYSTAL			Lage-/Höhensystem:	
GEOTECHNIK				
BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH				
INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG				
HOFSTATTSTRASSE 28 D - 80919 UTTING TELEFON 08806 / 958940				
SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071 / 92278-0				
E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de				
AUFTRAGGEBER				
Flughafen München GmbH				
PROJEKT				
Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße Hallbergmoos				
PLANINHALT				
Geologischer Schnitt 1-1'				
MAßSTAB:		GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT
M 1 : 200/50		JE/CH	10.02.2026	CH
PROJEKT NR.		PLAN NR.	ANLAGE	
B255270			2.5	

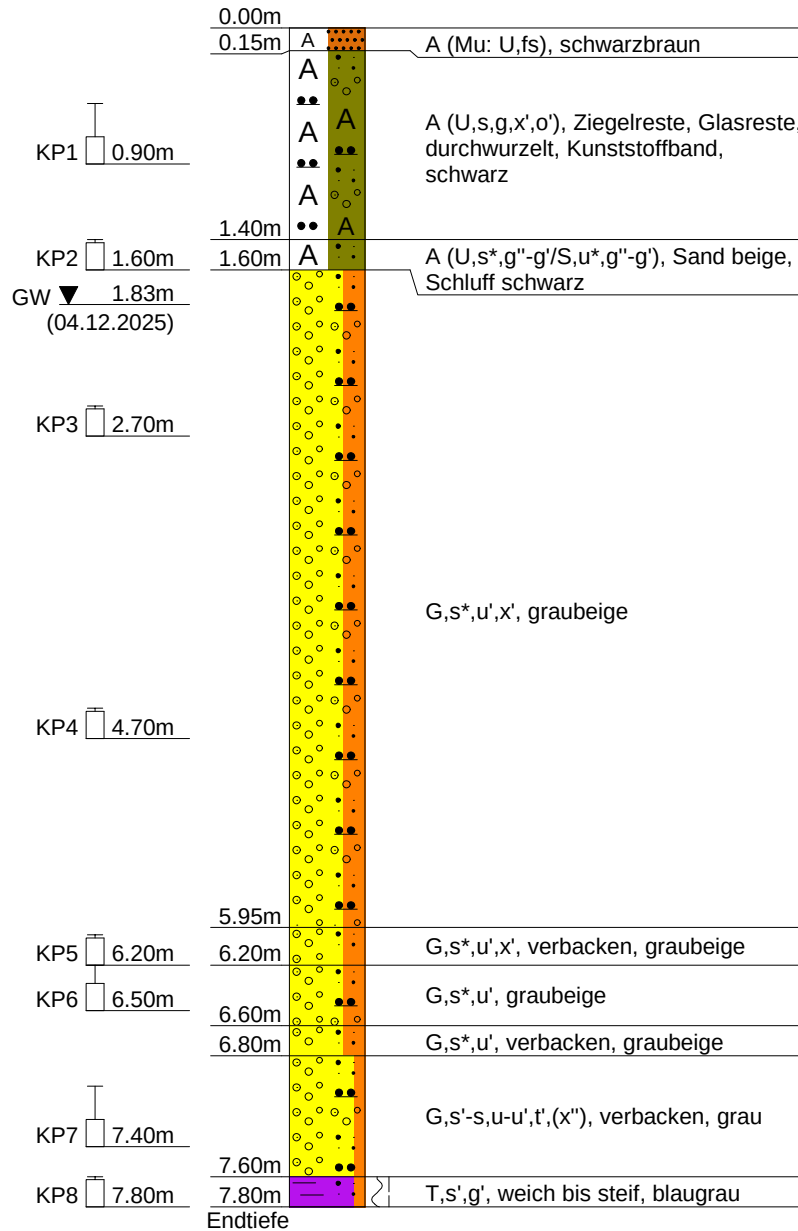
Anlage (3)

PROFILE DER UNTERGRUNDAUFSCHLÜSSE MIT DETAILS ZU BODENANSPRACHE UND PROBENAHME

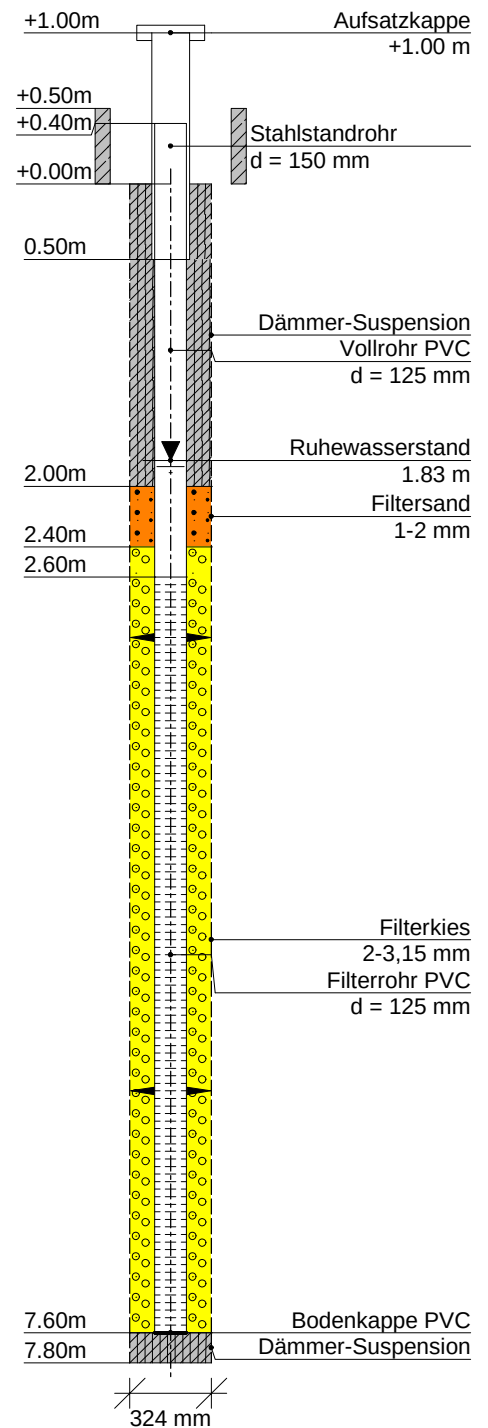
CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 04.12.2025
Tel.08071-92278-0	Maßstab : 1: 50 / 1: 30
	Anlage : 3.2.1

GWM 1

Ansatzpunkt: 454.47 m NHN



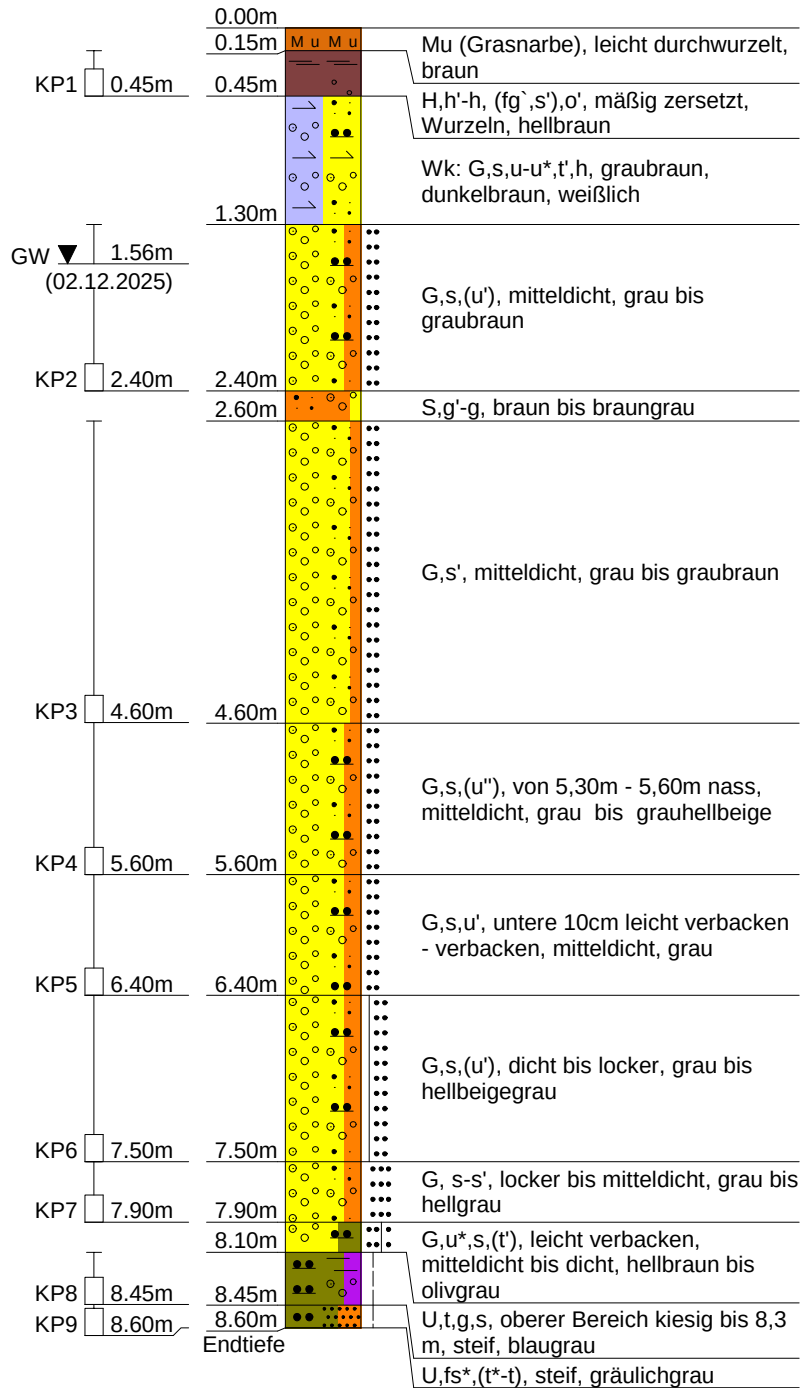
Messstellenausbau



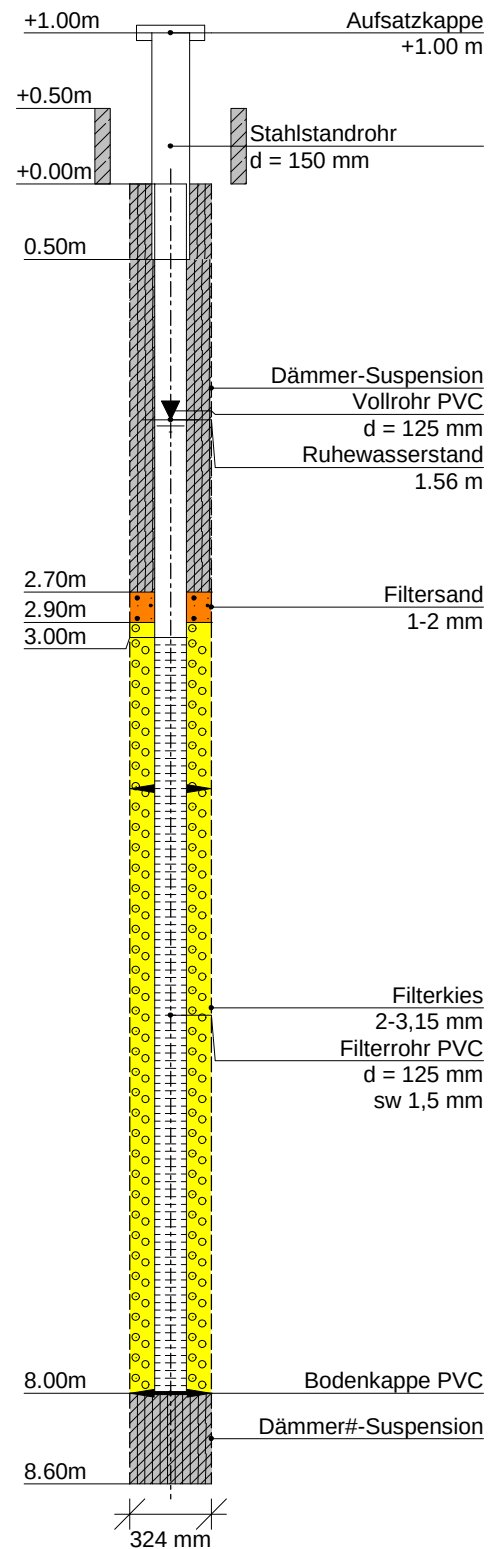
CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 04.12.2025
Tel.08071-92278-0	Maßstab : 1: 50 / 1: 30
	Anlage : 3.2.2

GWM 2

Ansatzpunkt: 454.30 m NHN



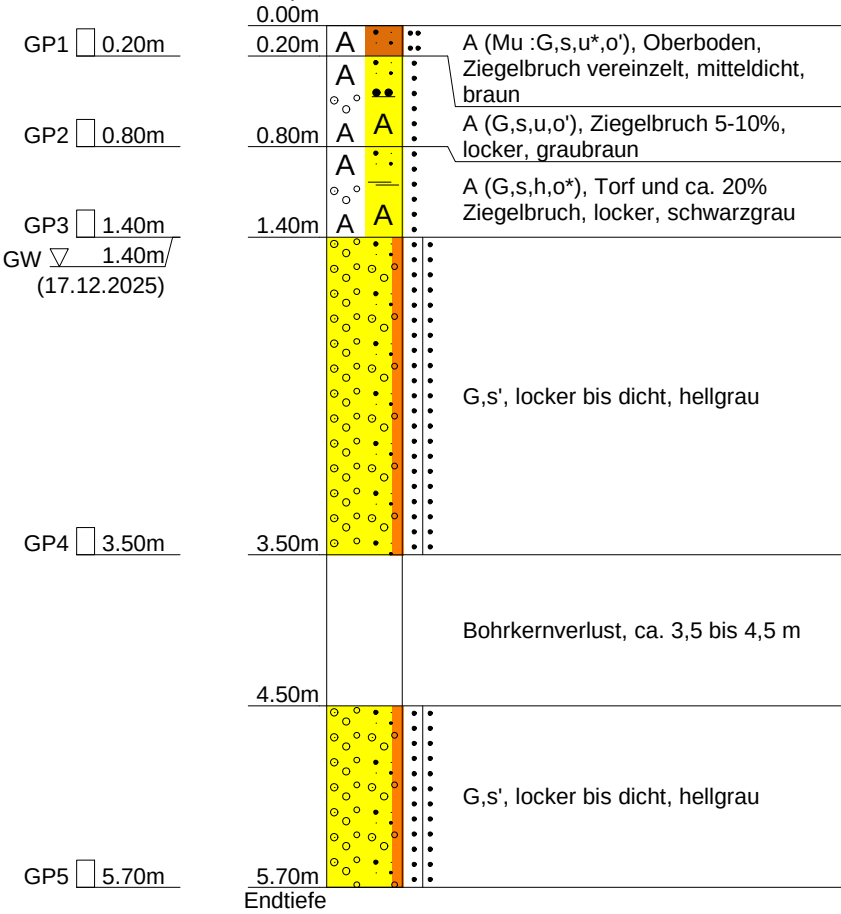
Messstellenausbau



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 17.12.2025
Tel.08071-92278-0	Maßstab : 1: 50
	Anlage : 3.3.1

BS1

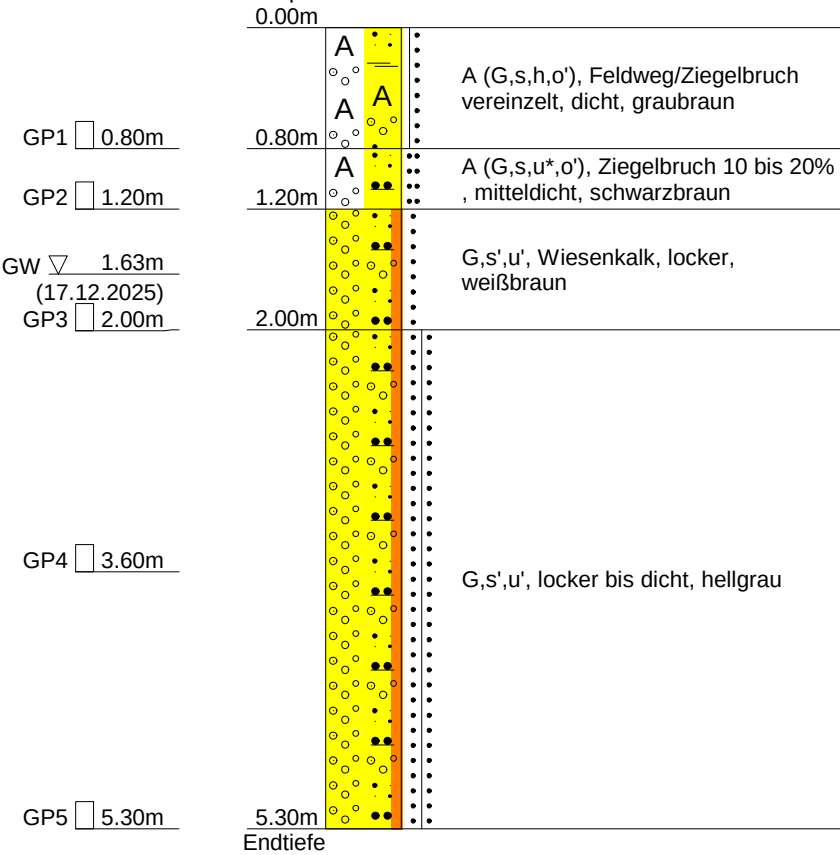
Ansatzpunkt: 454.20 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 17.12.2025
Tel.08071-92278-0	Maßstab : 1: 50
	Anlage : 3.3.2

BS2

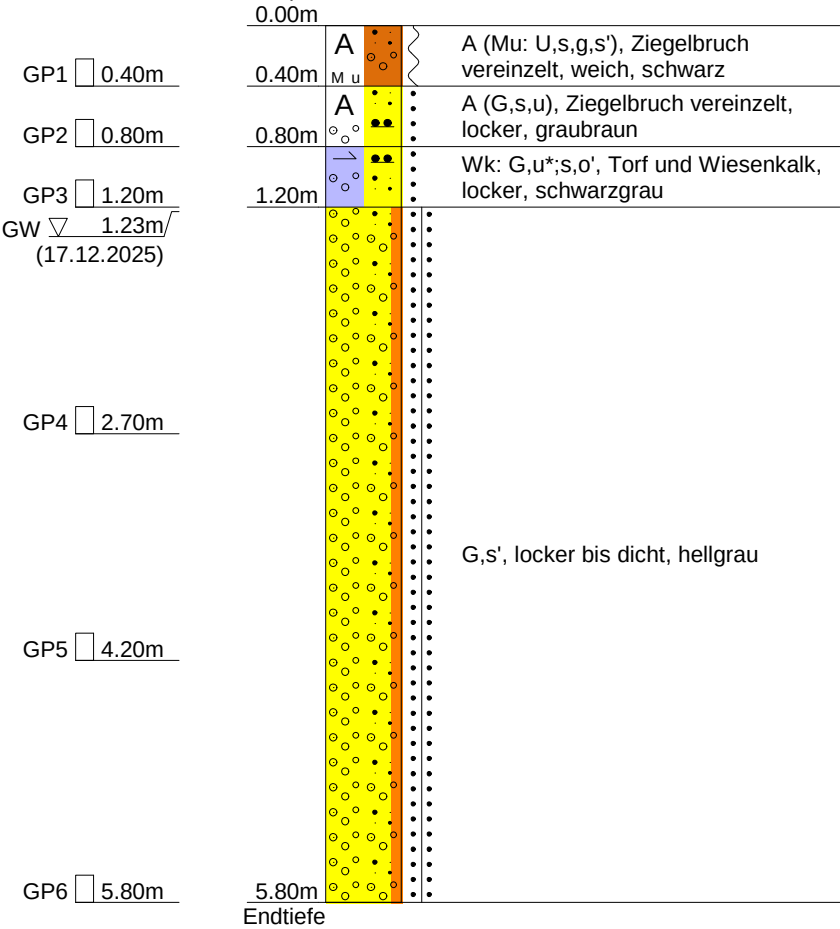
Ansatzpunkt: 454.37 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 17.12.2025
Tel.08071-92278-0	Maßstab : 1: 50
	Anlage : 3.3.3

BS3

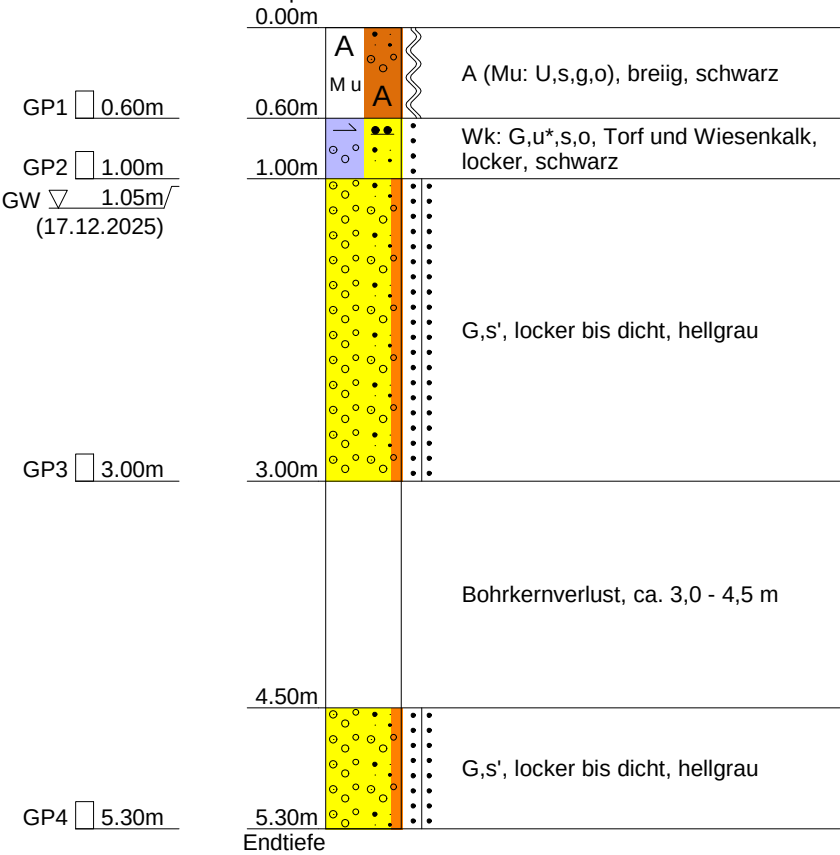
Ansatzpunkt: 454.17 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 17.12.2025
Tel.08071-92278-0	Maßstab : 1: 50
	Anlage : 3.3.4

BS4

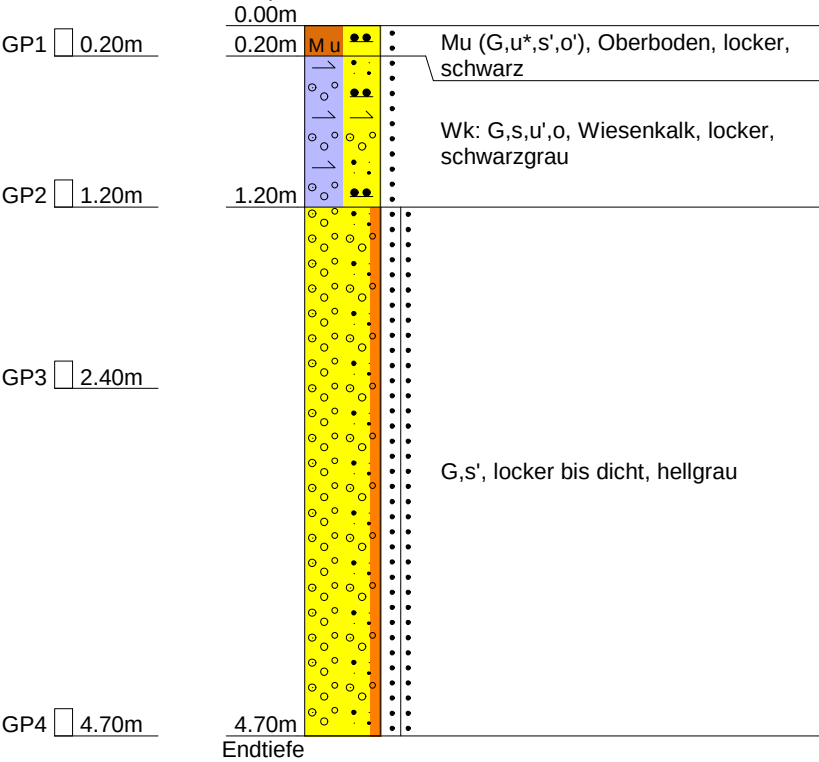
Ansatzpunkt: 453.87 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 18.12.2025
Tel.08071-92278-0	Maßstab : 1: 50
	Anlage : 3.3.5

BS5

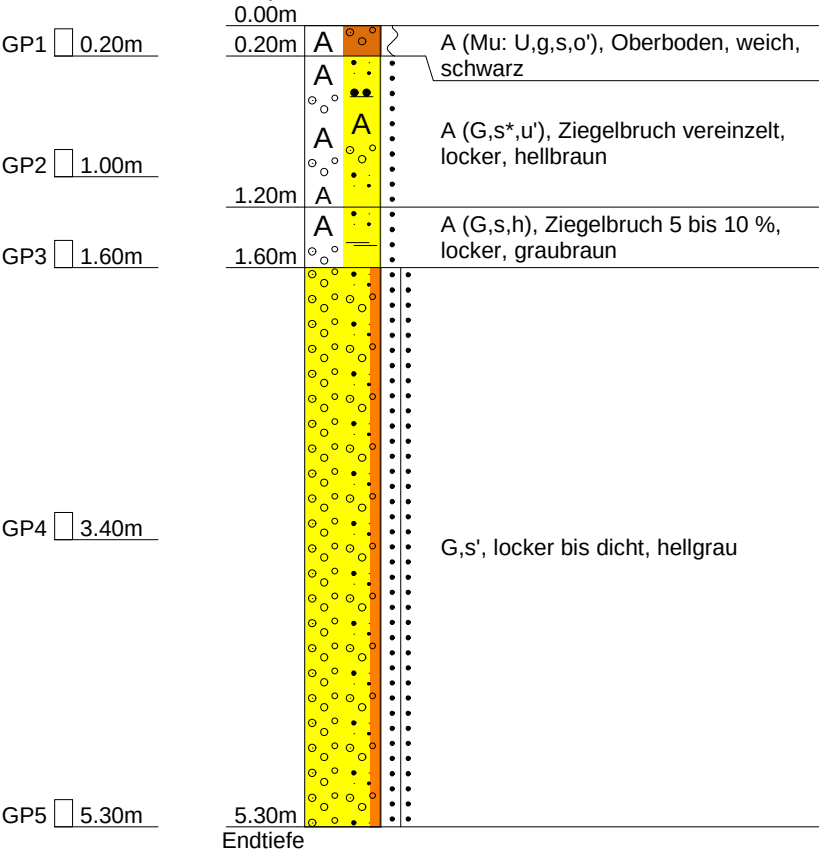
Ansatzpunkt: 454.20 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 17.12.2025
Tel.08071-92278-0	Maßstab : 1: 50
	Anlage : 3.3.6

BS6

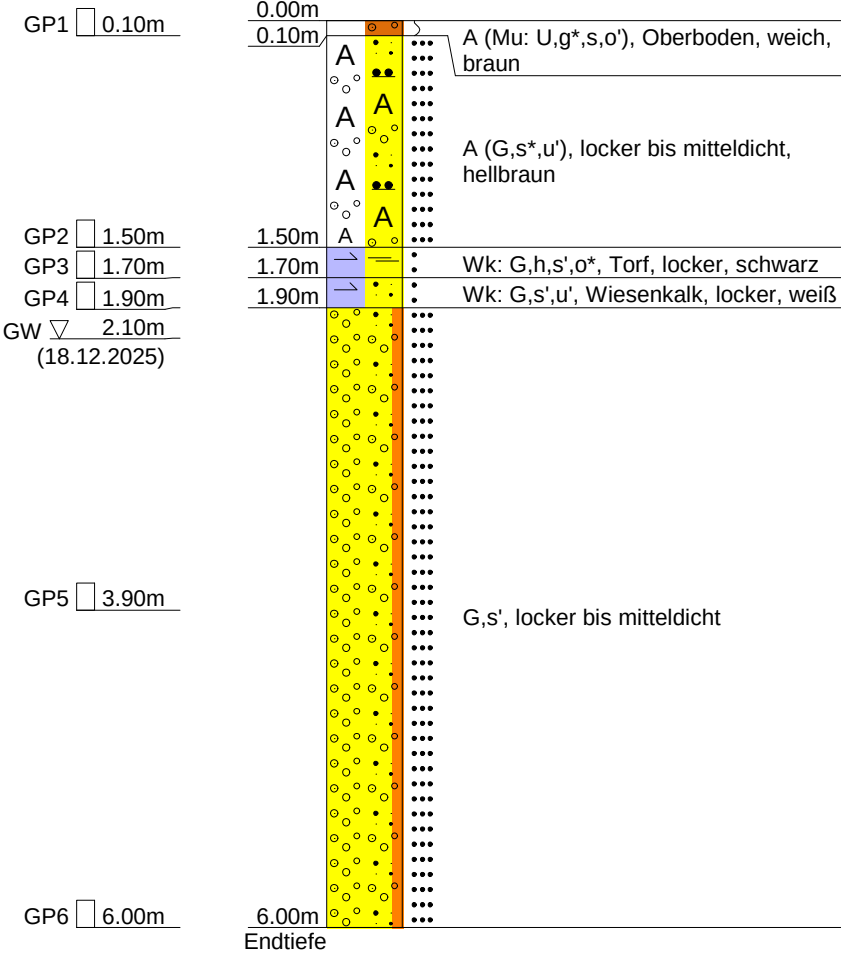
Ansatzpunkt: 454.49 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 18.12.2025
Tel.08071-92278-0	Maßstab : 1: 50
	Anlage : 3.3.7

BS7

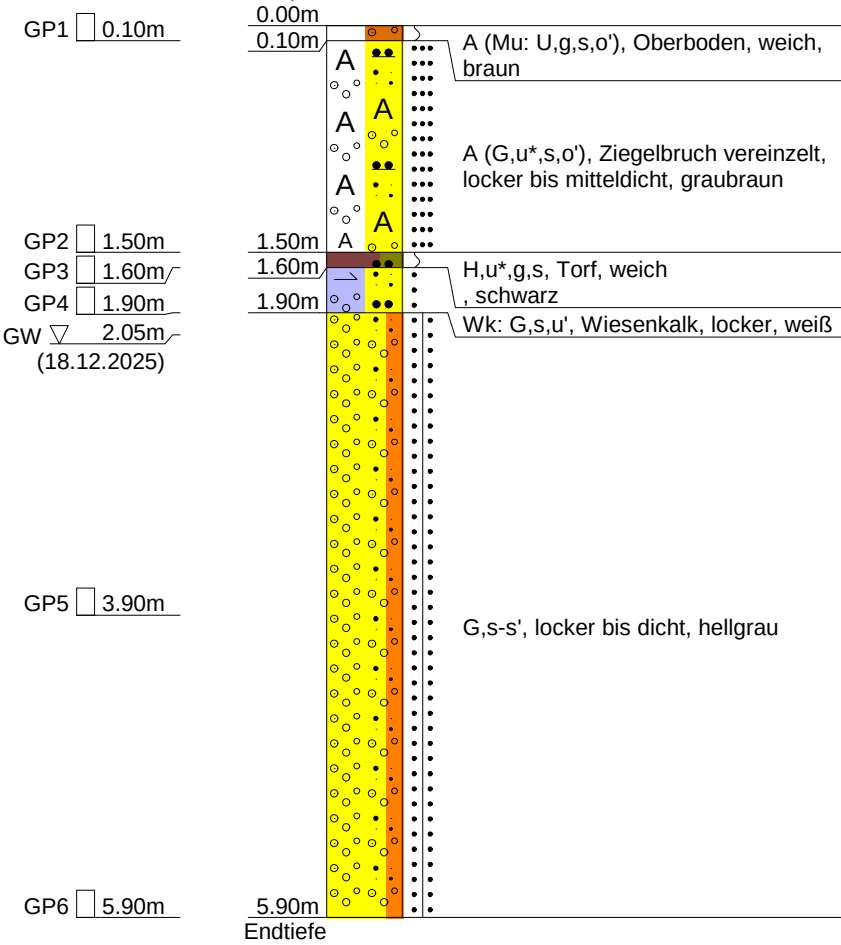
Ansatzpunkt: 454.80 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 18.12.2025
Tel.08071-92278-0	Maßstab : 1: 50
	Anlage : 3.3.8

BS8

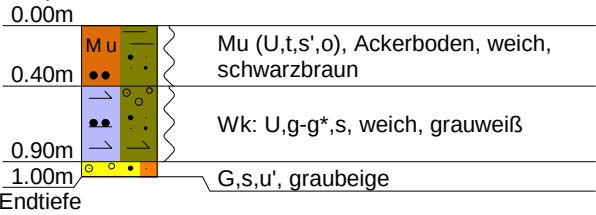
Ansatzpunkt: 453.70 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 18.12.2025
Tel.08071-92278-0	Maßstab : 1: 50
	Anlage : 3.3.9

BS9

Ansatzpunkt: 453.70 m NHN



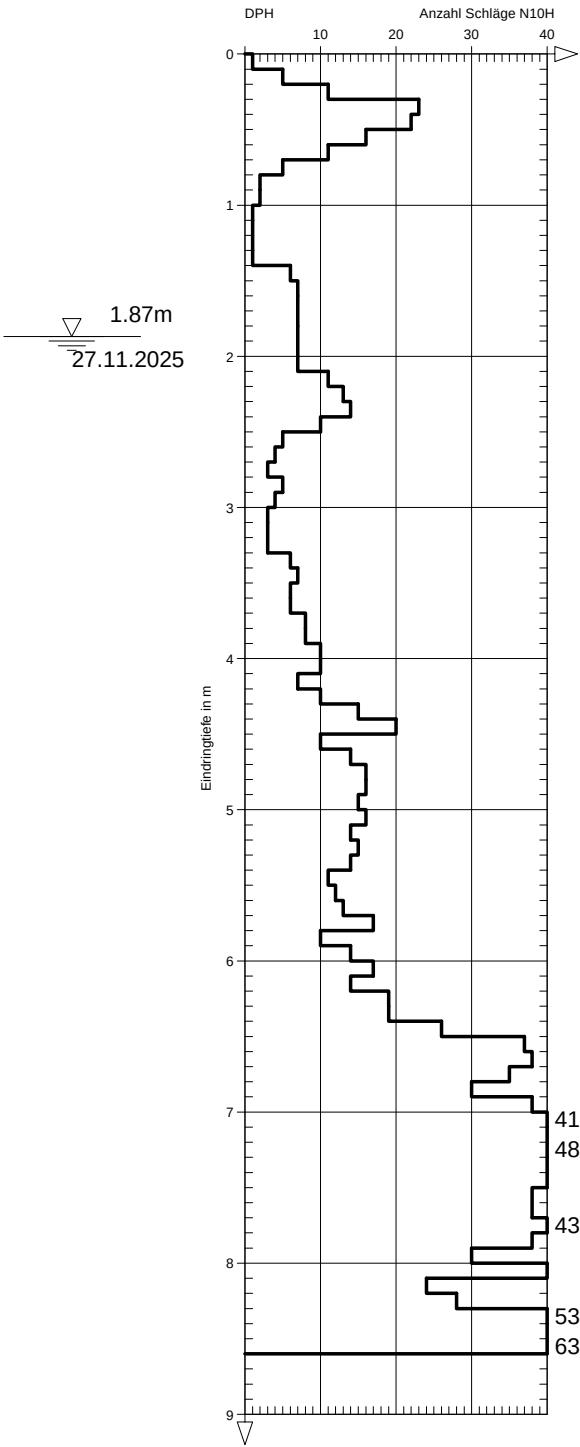
Anlage (4)

PROFILE DER SCHWEREN RAMMSONDIERUNGEN

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 27.11.2025		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 4.1	

DPH1

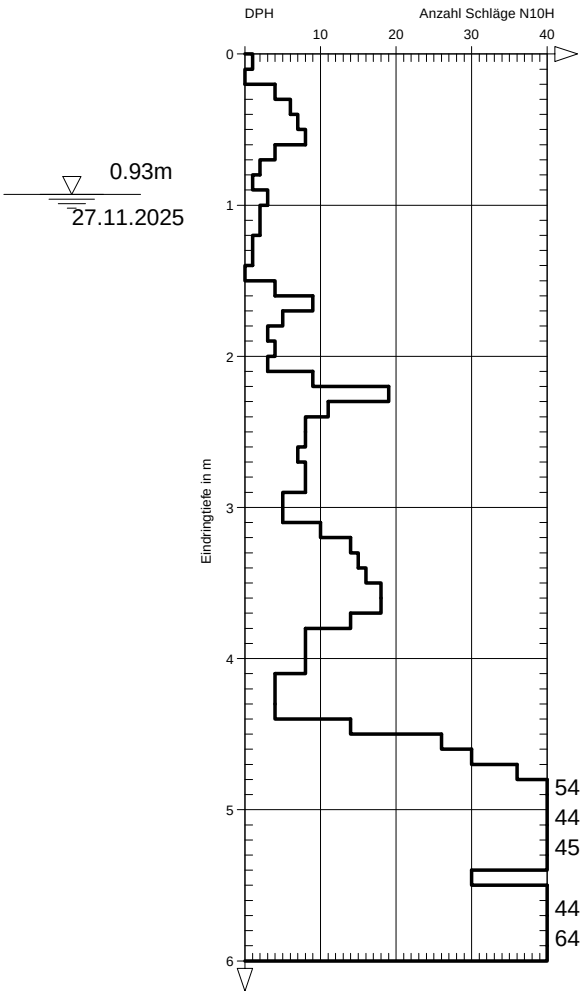
Ansatzpunkt: 454.79 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 27.11.2025		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 4.2	

DPH2

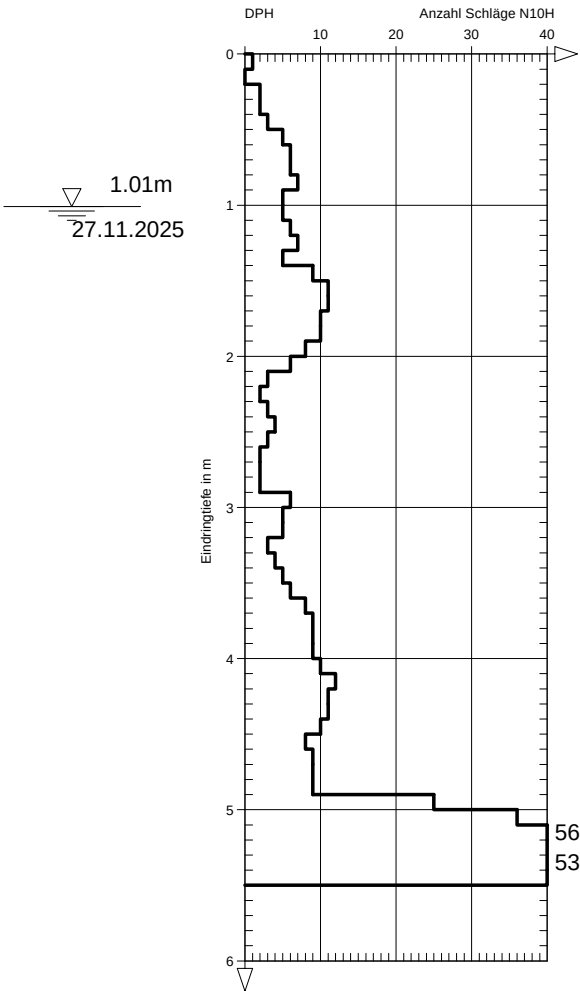
Ansatzpunkt: 453.70 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 27.11.2025		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 4.3	

DPH3

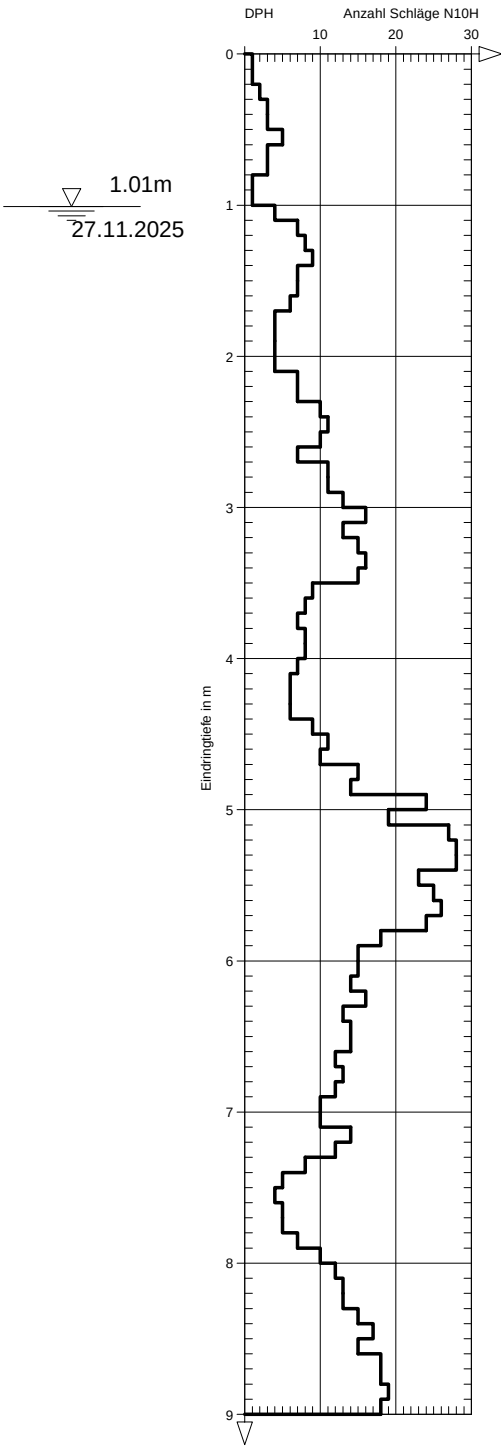
Ansatzpunkt: 453.85 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 27.11.2025		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 4.4	

DPH4

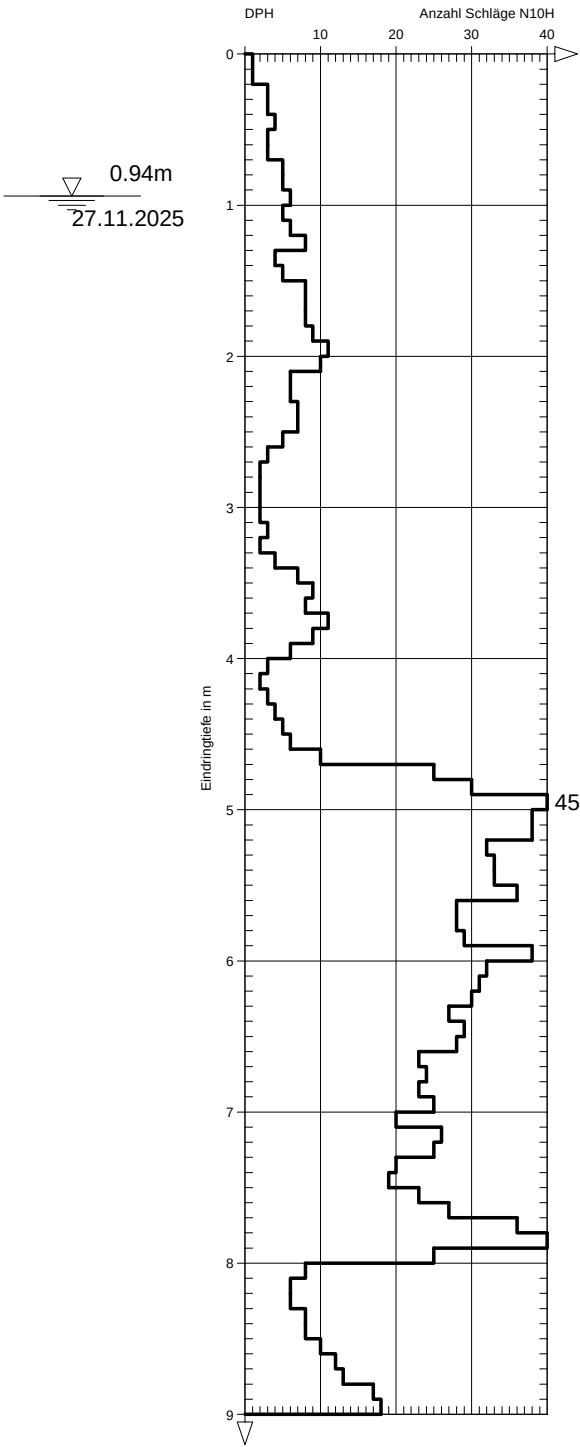
Ansatzpunkt: 453.91 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 27.11.2025		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 4.5	

DPH5

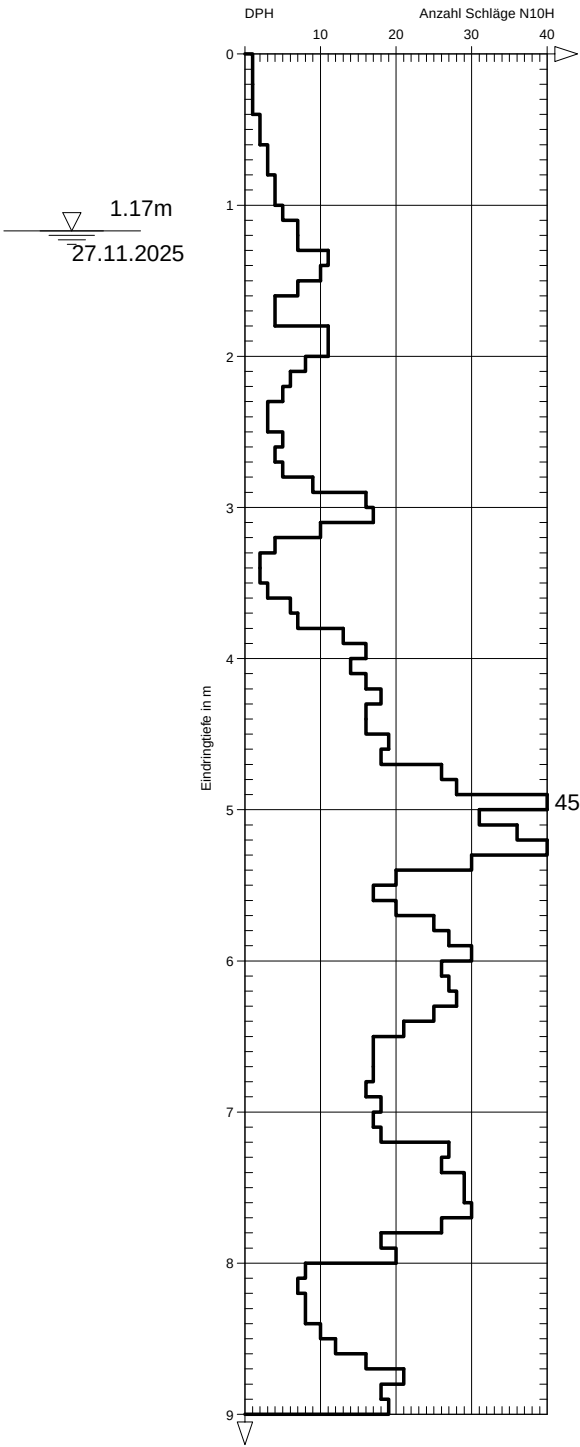
Ansatzpunkt: 453.80 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 27.11.2025		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 4.6	

DPH6

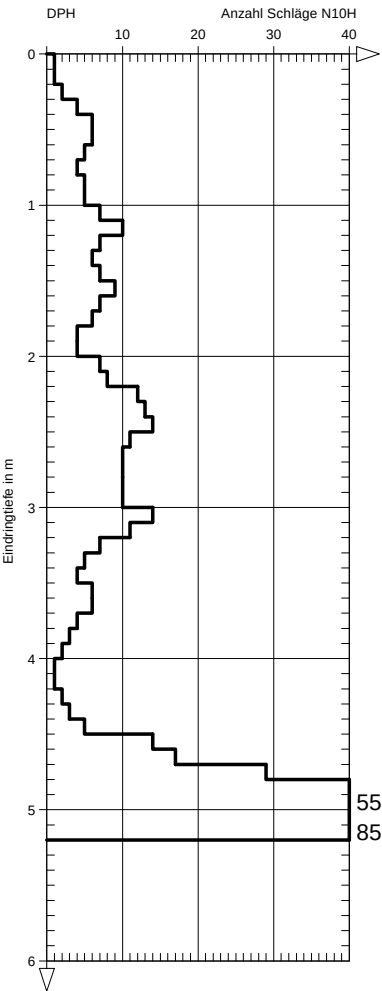
Ansatzpunkt: 454.03 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 27.11.2025	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 4.7

DPH7

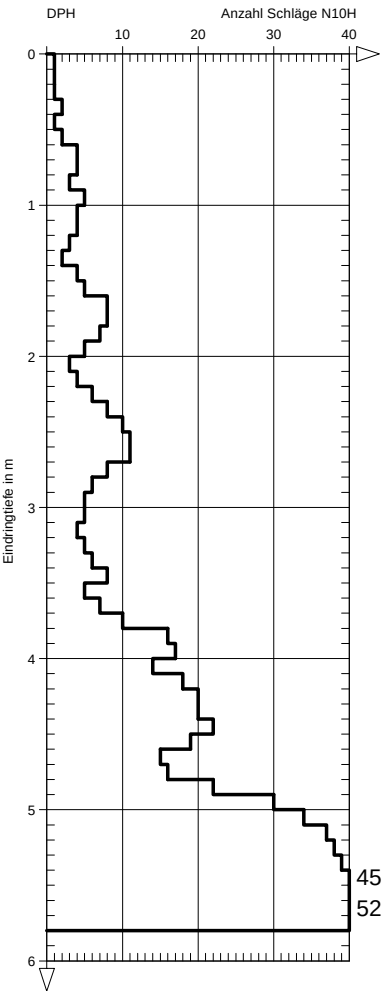
Ansatzpunkt: 454.01 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 27.11.2025	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 4.8

DPH8

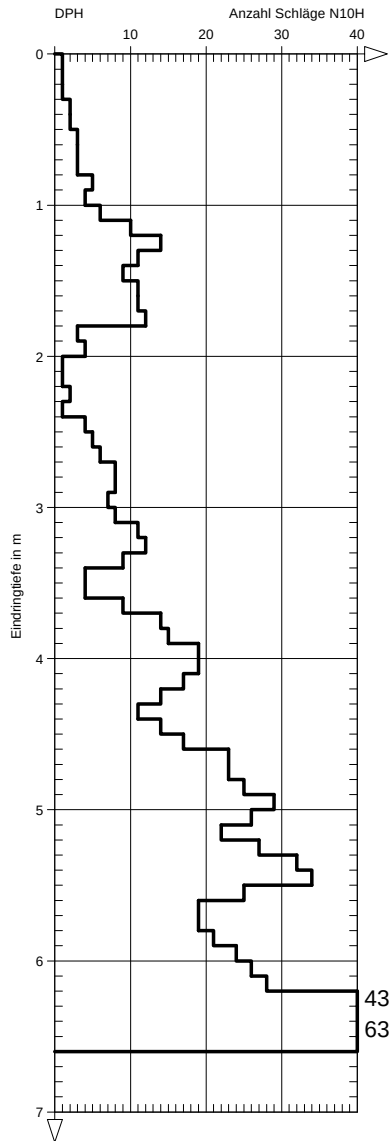
Ansatzpunkt: 454.22 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 28.11.2025	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 4.9

DPH9

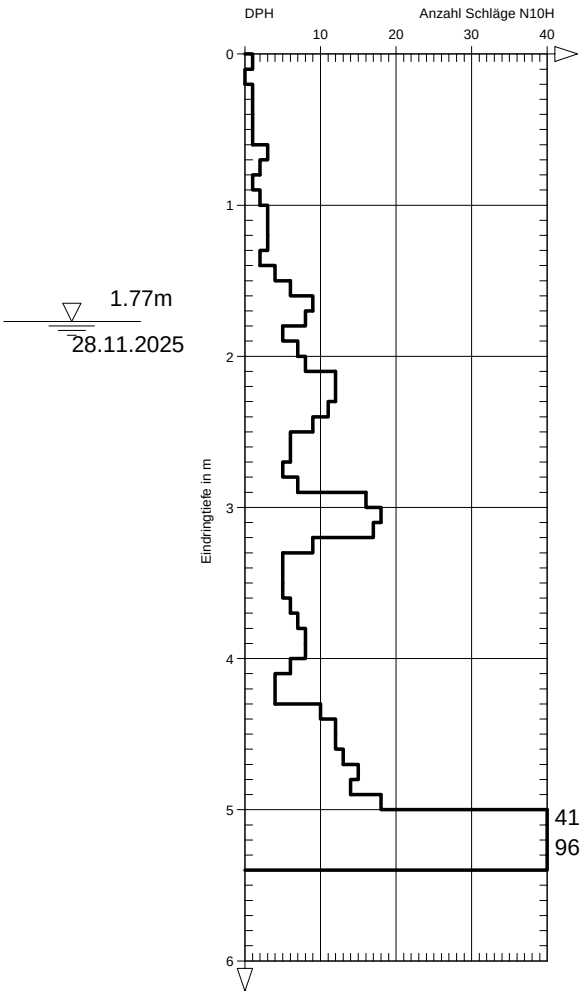
Ansatzpunkt: 453.95 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 28.11.2025		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 4.10	

DPH10

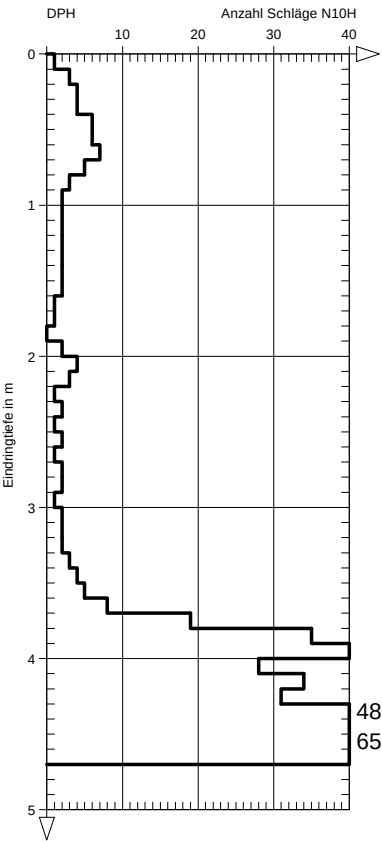
Ansatzpunkt: 454.55 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 28.11.2025	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 4.11

DPH11

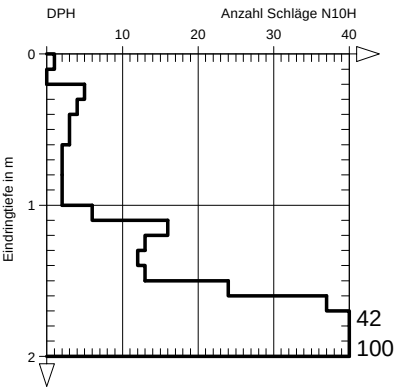
Ansatzpunkt: 454.92 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : FMG_Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B255270	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 28.11.2025	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 4.12

DPH12

Ansatzpunkt: 455.18 m NHN



Anlage (5)

FOTODOKUMENTATION DER BOHRKERNE

B1



Abb. (1): B1 0-4 m



Abb. (2): B1 4 - 8 m

B2



Abb. (3): B2 0-4 m



Abb. (4): B2 4 – 8,4 m

B3



Abb. (5): B3 0-4 m



Abb. (6): B3 4 - 7 m

B4



Abb. (7): B4 0-4 m



Abb. (8): B4 4 - 8 m

GWM1



Abb. (9): GWM1 0-4 m



Abb. (10): GWM1 4 – 7,8 m

GWM2



Abb. (11): GWM2 0-6 m



Abb. (12): GWM2 6 – 8,6 m

Anlage (6)

ORIGINALSCHICHTENVERZEICHNISSE DER BOHRFIRMA

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH
Pfarrhofstr. 8
84364 Bad Birnbach
Tel.: 08563 91650

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:

Aktenzeichen:

Anlage:

Bericht:

1 Objekt GWM + Aufschluss, Hallbergmoos

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **4**

Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. B1

Zweck: **Aufschluss**

Ort: **Ludwigstraße, Hallbergmoos**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts:

Hoch:

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN

m

Ansatzpunktes b) zu

m

gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: Crystal Geotechnik GmbH, Schustergasse 14, 83512 Wasserburg

Fachaufsicht:

5 Bohrunternehmen:

gebohrt am: **09.12.2025**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **B255270 Crystal**

Geräteführer: **Gamböck, Daniel**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Botec Scheitza

Baujahr: **2004**

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	8lfm	vorgehalten bis zur Kernaufnahme
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik 9.1 9.1 Kurzzeichen 9.1.1 Bohrverfahren 9.1.1.1 Art: BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben ... =		BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben BS = Sondierbohrungen ... =		BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung BKF= BK mit fester Kernumhüllung ... =	
9.1.1.2 Lösen: rot = drehend		ram = rammend druck = drückend		schlag = schlagend greif = greifend	
9.1.2 Bohrwerkzeug 9.1.2.1 Art: EK = Einfachkernrohr DK = Doppelkernrohr TK = Dreifachkernrohr S = Seilkernrohr		HK = Hohlkrone VK = Vollkrone H = Hartmetallkrone D = Diamantkrone Gr = Greifer Schap = Schappe		Schn = Schnecke ... = Spi = Spirale ... = Kis = Kiespumpe ... = Ven = Ventilbohrer Mei = Meißel SN = Sonde	
9.1.2.2 Antrieb: G = Gestänge SE = Seil		HA = Hand F = Freifall V = Vibro		DR = Druckluft HY = Hydraulik	
9.1.2.3 Spülhilfe: WS= Wasser LS = Luft		SS = Sole DS = Dickspülung Sch = Schaum		d = direkt id = indirekt	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m Bohrlänge in m von bis		Bohrverfahren Art Lösen		Bohrwerkzeug Art ø mm Antrieb Spül- hilfe				Verrohrung Außen ø mm Innen ø mm Tiefe m			Bemerkungen
0	8	BK	ram	Schap	178	DR	-----	220	200	8	

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

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau											
Wasser erstmals angetroffen bei 0.75 m, Anstieg bis m unter Ansatzpunkt											
Höchster gemessener Wasserstand 0.75 m unter Ansatzpunkt bei m Bohrtiefe											
Verfüllung: 0.00 m bis 7.50 m Art: Füllkies von: m bis: m Art:											
Nr	Filterrohr von m bis m ø mm			Filterschüttung Art von m bis m Körnung mm				Sperrschicht von m bis m Art			OK Peilrohr m über/unte Ansatzpunkt

11 Sonstige Angaben											
Datum: Firmenstempel: Unterschrift: _____											

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH Pfarrhofstr. 8 84364 Bad Birnbach Tel.: 08563 91650					Anlage Bericht: Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: GWM + Aufschluss, Hallbergmoos							
Bohrung Nr. B1					Blatt 3		
					Datum: 09.12.2025		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
0.15	a) Mutterboden (Schluff, schwach sandig, org. Beimengung)			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) schwarzbraun				
	f)	g)	h) i)				
0.40	a) Torf, stark schluffig, schwach sandig, schwach kiesig, org. Beimengung			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) schwarzbraun				
	f)	g)	h) i)				
1.35	a) Kies, sandig, schluffig, steinig			Ruhewasser 0.75m u. AP 09.12.2025 RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) graubeige				
	f)	g)	h) i)				
1.90	a) Sand, stark kiesig, schwach schluffig, steinig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) graubeige				
	f)	g)	h) i)				
2.50	a) Kies, schwach steinig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) graubeige				
	f)	g)	h) i)				

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH Pfarrhofstr. 8 84364 Bad Birnbach Tel.: 08563 91650					Anlage Bericht: Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben							
Bauvorhaben: GWM + Aufschluss, Hallbergmoos							
Bohrung Nr. B1					Blatt 4		
					Datum: 09.12.2025		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalkgehalt				
6.90	a) Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) graubeige				
	f)	g)	h) i)				
7.50	a) Schluff, stark feinsandig, schwach kiesig, schwach steinig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) graubeige				
	f)	g)	h) i)				
7.60	a) Feinsand, schwach schluffig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) grauweiß				
	f)	g)	h) i)				
8.00 Endtiefe	a) Schluff, tonig, schwach sandig, schwach kiesig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c) weich bis steif	d) leicht zu bohren-, mittelschwer zu	e) blaugrau				
	f)	g)	h) i)				

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH	Projekt : GWM + Aufschluss, Hallbergmoos
Pfarrhofstr. 8	Projektnr.: B255270 Crystal Geotechnik GmbH
84364 Bad Birnbach	Bearbeiter: B. Reitberger
Tel.: 08563 91650	Maßstab : 1: 40 / 1: 30

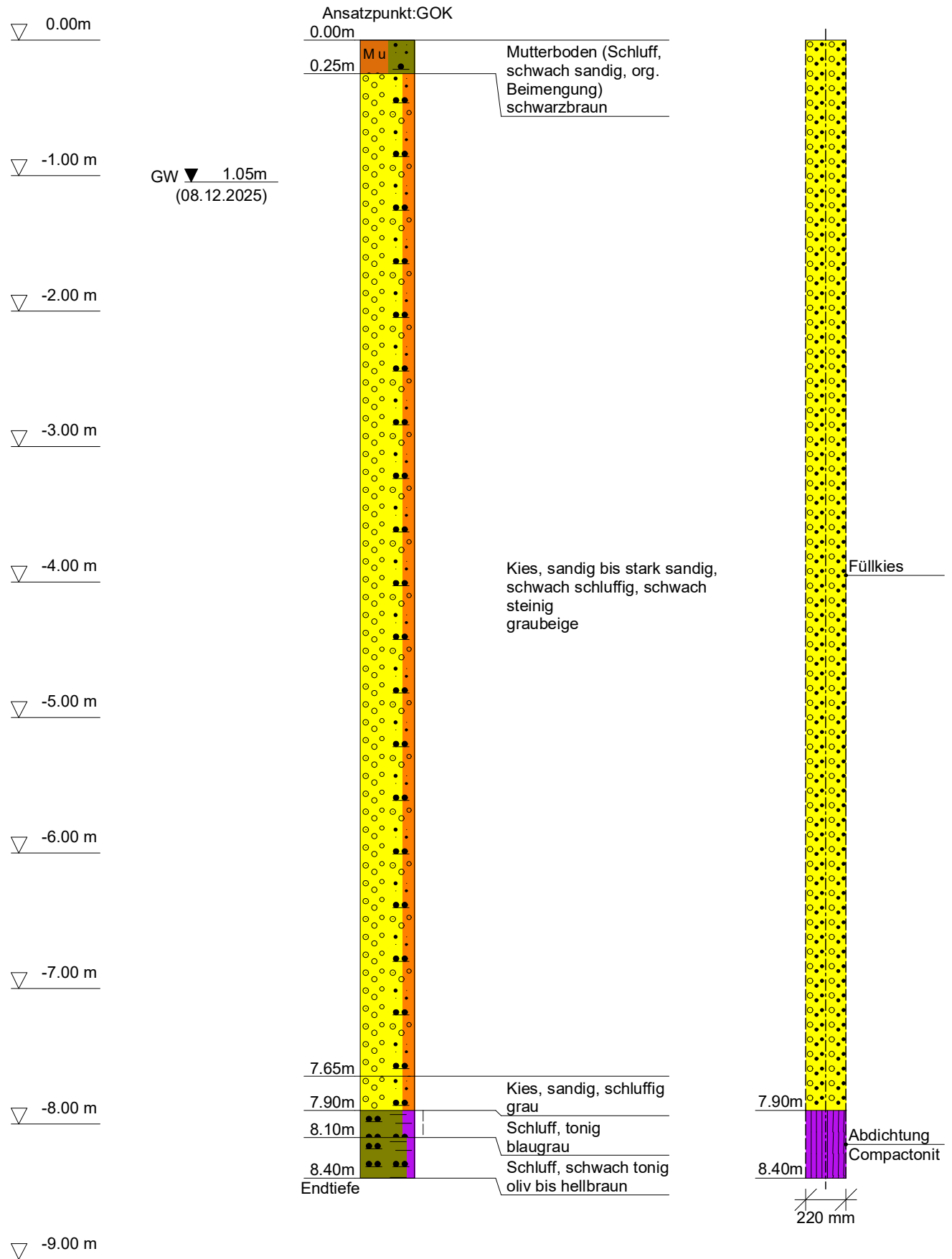
Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH	Projekt : GWM + Aufschluss, Hallbergmoos
Pfarrhofstr. 8	Projektnr.: B255270 Crystal Geotechnik GmbH
84364 Bad Birnbach	Bearbeiter: B. Reitberger
Tel.: 08563 91650	Maßstab : 1: 40 / 1: 30

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH	Projekt : GWM + Aufschluss, Hallbergmoos
Pfarrhofstr. 8	Projektnr.: B255270 Crystal Geotechnik GmbH
84364 Bad Birnbach	Bearbeiter: B. Reitberger
Tel.: 08563 91650	Maßstab : 1: 40 / 1: 30

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH	Projekt : GWM + Aufschluss, Hallbergmoos
Pfarrhofstr. 8	Projektnr.: B255270 Crystal Geotechnik GmbH
84364 Bad Birnbach	Bearbeiter: B. Reitberger
Tel.: 08563 91650	Maßstab : 1: 40 / 1: 30

B2

Brunnenausbau



Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH
Pfarrhofstr. 8
84364 Bad Birnbach
Tel.: 08563 91650

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Wasserbohrung

Archiv-Nr:

Anlage:

Aktenzeichen:

Bericht:

1 Objekt GWM + Aufschluss, Hallbergmoos

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **3**

Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. B2

Zweck: **Aufschluss**

Ort: **Ludwigstraße, Hallbergmoos**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts:

Hoch:

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN

m

Ansatzpunktes b) zu

m

gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: Crystal Geotechnik GmbH, Schustergasse 14, 83512 Wasserburg

Fachaufsicht:

5 Bohrunternehmen: Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH, Pfarrhofstr. 8, 84364 Bad Birnbach

gebohrt am: **08.12.2025**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **B255270 Crystal**

Geräteführer: **Gamböck, Daniel**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Botec Scheitza

Baujahr: **2004**

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	9lfm	vorgehalten bis zur Kernaufnahme
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

[illegible]

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH Pfarrhofstr. 8 84364 Bad Birnbach Tel.: 08563 91650					Anlage Bericht: Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben							
Bauvorhaben: GWM + Aufschluss, Hallbergmoos							
Bohrung Nr. B2					Blatt 3		
					Datum: 08.12.2025		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalkgehalt				
0.25	a) Mutterboden (Schluff, schwach sandig, org. Beimengung)			RKB BohrØ DN220			
	b) große Wurzeln						
	c)	d) leicht zu bohren	e) schwarzbraun				
	f)	g)	h) i)				
7.65	a) Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig, schwach steinig			Ruhewasser 1.05m u. AP 08.12.2025 RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) graubeige				
	f)	g)	h) i)				
7.90	a) Kies, sandig, schluffig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau				
	f)	g)	h) i)				
8.10	a) Schluff, tonig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c) steif	d) leicht zu bohren-, mittelschwer zu	e) blaugrau				
	f)	g)	h) i)				
8.40 Endtiefe	a) Schluff, schwach tonig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) mittelschwer zu bohren	e) oliv bis hellbraun				
	f)	g)	h) i)				

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH
Pfarrhofstr. 8
84364 Bad Birnbach
Tel.: 08563 91650

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Wasserbohrung

Archiv-Nr:

Aktenzeichen:

Anlage:

Bericht:

1 Objekt GWM + Aufschluss, Hallbergmoos

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **4**

Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. B3

Zweck: **Aufschluss**

Ort: **Ludwigstraße, Hallbergmoos**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts:

Hoch:

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN

m

Ansatzpunktes b) zu

m

gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: Crystal Geotechnik GmbH, Schustergasse 14, 83512 Wasserburg

Fachaufsicht:

5 Bohrunternehmen: Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH, Pfarrhofstr. 8, 84364 Bad Birnbach

gebohrt am: **08.12.2025**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **B255270 Crystal**

Geräteführer: **Gamböck, Daniel**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Botec Scheitza

Baujahr: **2004**

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	7lfm	vorgehalten bis zur Kernaufnahme
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik 9.1 9.1 Kurzzeichen 9.1.1 Bohrverfahren 9.1.1.1 Art: BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben ... =		BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben BS = Sondierbohrungen ... =		BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung BKF= BK mit fester Kernumhüllung ... =	
9.1.1.2 Lösen: rot = drehend		ram = rammend druck = drückend		schlag = schlagend greif = greifend	
9.1.2 Bohrwerkzeug 9.1.2.1 Art: EK = Einfachkernrohr DK = Doppelkernrohr TK = Dreifachkernrohr S = Seilkernrohr		HK = Hohlkrone VK = Vollkrone H = Hartmetallkrone D = Diamantkrone Gr = Greifer Schap = Schappe		Schn = Schnecke ... = Spi = Spirale ... = Kis = Kiespumpe ... = Ven = Ventilbohrer Mei = Meißel SN = Sonde	
9.1.2.2 Antrieb: G = Gestänge SE = Seil		HA = Hand F = Freifall V = Vibro		DR = Druckluft HY = Hydraulik	
9.1.2.3 Spülhilfe: WS= Wasser LS = Luft		SS = Sole DS = Dickspülung Sch = Schaum		d = direkt id = indirekt	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m Bohrlänge in m von bis		Bohrverfahren Art Lösen		Bohrwerkzeug Art ø mm Antrieb Spülhilfe				Verrohrung Außen ø mm Innen ø mm Tiefe m			Bemerkungen
0	7	BK	ram	Schap	178	DR	-----	220	200	7	

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

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau											
Wasser erstmals angetroffen bei 0.89 m, Anstieg bis m unter Ansatzpunkt											
Höchster gemessener Wasserstand 0.89 m unter Ansatzpunkt bei m Bohrtiefe											
Verfüllung: 0.00 m bis 6.50 m Art: Füllkies von: m bis: m Art:											
Nr	Filterrohr von m bis m ø mm			Filterschüttung Art von m bis m Körnung mm				Sperrschicht von m bis m Art		OK Peilrohr m über/unte Ansatzpunkt	

11 Sonstige Angaben											
Datum: 22.12.2025 Firmenstempel: Unterschrift: _____											

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH Pfarrhofstr. 8 84364 Bad Birnbach Tel.: 08563 91650					Anlage Bericht: Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: GWM + Aufschluss, Hallbergmoos							
Bohrung Nr. B3					Blatt 3		
					Datum: 08.12.2025		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalkgehalt				
0.10	a) Mutterboden (Schluff, schwach sandig, org. Beimengung)			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) schwarzbraun				
	f)	g)	h) i)				
0.30	a) Schluff, sandig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) schwarzbraun				
	f)	g)	h) i)				
0.50	a) Schluff, feinsandig, schwach kiesig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c) weich bis steif	d) leicht zu bohren	e) grau bis beige				
	f)	g)	h) i)				
1.30	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig, steinig			Ruhewasser 0.89m u. AP 08.12.2025 RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) graubeige				
	f)	g)	h) i)				
1.70	a) Kies, sandig, schluffig, schwach steinig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelgrau				
	f)	g)	h) i)				

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH Pfarrhofstr. 8 84364 Bad Birnbach Tel.: 08563 91650					Anlage Bericht: Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben							
Bauvorhaben: GWM + Aufschluss, Hallbergmoos							
Bohrung Nr. B3					Blatt 4		
					Datum: 08.12.2025		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalkgehalt				
4.00	a) Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) hellgrau bis beige				
	f)	g)	h) i)				
5.60	a) Kies, stark sandig, schluffig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) graubeige				
	f)	g)	h) i)				
5.80	a) Kies, stark sandig, schluffig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau bis lila				
	f)	g)	h) i)				
6.50	a) Kies, schluffig bis stark schluffig, sandig, schwach steinig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren-, mittelschwer zu	e) graubeige				
	f)	g)	h) i)				
7.00 Endtiefe	a) Schluff, schwach kiesig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c) weich bis steif	d) mittelschwer zu bohren	e) graublau				
	f)	g)	h) i)				

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH
Pfarrhofstr. 8
84364 Bad Birnbach
Tel.: 08563 91650

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Wasserbohrung

Archiv-Nr:

Anlage:

Aktenzeichen:

Bericht:

1 Objekt GWM + Aufschluss, Hallbergmoos

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **4**

Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. B4

Zweck: **Aufschluss**

Ort: **Ludwigstraße, Hallbergmoos**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts:

Hoch:

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN

m

Ansatzpunktes b) zu

m

gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: Crystal Geotechnik GmbH, Schustergasse 14, 83512 Wasserburg

Fachaufsicht:

5 Bohrunternehmen: Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH, Pfarrhofstr. 8, 84364 Bad Birnbach

gebohrt am: **09.12.2025**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **B255270 Crystal**

Geräteführer: **Gamböck, Daniel**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Botec Scheitza

Baujahr: **2004**

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	8lfm	vorgehalten bis zur Kernaufnahme
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik 9.1 9.1 Kurzzeichen 9.1.1 Bohrverfahren 9.1.1.1 Art: BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben ... =		BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben BS = Sondierbohrungen ... =		BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung BKF= BK mit fester Kernumhüllung ... =							
9.1.1.2 Lösen: rot = drehend		ram = rammend druck = drückend		schlag = schlagend greif = greifend							
9.1.2 Bohrwerkzeug 9.1.2.1 Art: EK = Einfachkernrohr DK = Doppelkernrohr TK = Dreifachkernrohr S = Seilkernrohr		HK = Hohlkrone VK = Vollkrone H = Hartmetallkrone D = Diamantkrone Gr = Greifer Schap = Schappe		Schn = Schnecke ... = Spi = Spirale ... = Kis = Kiespumpe ... = Ven = Ventilbohrer Mei = Meißel SN = Sonde							
9.1.2.2 Antrieb: G = Gestänge SE = Seil		HA = Hand F = Freifall V = Vibro		DR = Druckluft HY = Hydraulik							
9.1.2.3 Spülhilfe: WS= Wasser LS = Luft		SS = Sole DS = Dickspülung Sch = Schaum		d = direkt id = indirekt							
9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m Bohrlänge in m von bis		Bohrverfahren Art Lösen		Bohrwerkzeug Art ø mm Antrieb Spülhilfe			Verrohrung Außen ø mm Innen ø mm		Tiefe m	Bemerkungen	
0	8	BK	ram	Schap	178	DR	-----	220	200	8	
9.3 Bohrkronen						9.4 Geräteführer-Wechsel					
1	Nr:	ø Außen/Innen:	/	Nr Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz		Grund		
2	Nr:	ø Außen/Innen:	/				1 2 3 4	 		 	
3	Nr:	ø Außen/Innen:	/								
4	Nr:	ø Außen/Innen:	/								
5	Nr:	ø Außen/Innen:	/								
6	Nr:	ø Außen/Innen:	/								
10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau											
Wasser erstmals angetroffen bei 2.83 m, Anstieg bis m unter Ansatzpunkt Höchster gemessener Wasserstand 2.83 m unter Ansatzpunkt bei m Bohrtiefe Verfüllung: 0.00 m bis 7.60 m Art: Füllkies von: m bis: m Art:											
Nr	Filterrohr von m bis m		ø mm	Art	Filterschüttung von m bis m		Körnung mm	Sperrschicht von m bis m		Art	OK Peilrohr m über/unte Ansatzpunkt
								7.60	8.00	Compactonit	
11 Sonstige Angaben											
Datum: 22.12.2025 Firmenstempel: Unterschrift: _____											

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH Pfarrhofstr. 8 84364 Bad Birnbach Tel.: 08563 91650					Anlage Bericht: Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: GWM + Aufschluss, Hallbergmoos							
Bohrung Nr. B4					Blatt 3		
					Datum: 09.12.2025		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
0.10	a) Mutterboden (Schluff, sandig, org. Beimengung)			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d)	e) schwarz				
	f)	g)	h) i)				
0.40	a) Schluff, sandig, schwach kiesig, schwach org. Beimengung, (schwach humos)			RKB BohrØ DN220			
	b) durchwurzelt						
	c) steif	d)	e) schwarzbraun				
	f)	g)	h) i)				
5.00	a) Kies, sandig, schwach schluffig, steinig			Ruhewasser 2.83m u. AP 09.12.2025 RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d)	e) graubeige				
	f)	g)	h) i)				
6.00	a) Kies, sandig, schluffig			RKB BohrØ DN220			
	b) vereinzelt verbacken						
	c)	d)	e) grau				
	f)	g)	h) i)				
7.60	a) Kies, schluffig, stark schluffig, sandig, schwach steinig			RKB BohrØ DN220			
	b)						
	c)	d)	e) grau				
	f)	g)	h) i)				

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH Pfarrhofstr. 8 84364 Bad Birnbach Tel.: 08563 91650					Anlage Bericht: Az.:			
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben								
Bauvorhaben: GWM + Aufschluss, Hallbergmoos								
Bohrung Nr. B4					Blatt 4		Datum: 09.12.2025	
1	2			3		4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe					
8.00 Endtiefe	a) Ton, schluffig			RKB BohrØ DN220				
	b) Verockerungen							
	c) weich bis steif	d)	e) graugrün					
	f)	g)	h)					

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH
Pfarrhofstr. 8
84364 Bad Birnbach
Tel.: 08563 91650

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Wasserbohrung

Archiv-Nr:

Anlage:

Aktenzeichen:

Bericht:

1 Objekt GWM + Aufschluss, Hallbergmoos

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **4**

Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. GWM 1

Zweck: **Grundwassermessstelle**

Ort: **Ludwigstraße, Hallbergmoos**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts:

Hoch:

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN

m

Ansatzpunktes b) zu

m

gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: Crystal Geotechnik GmbH, Schustergasse 14, 83512 Wasserburg

Fachaufsicht:

5 Bohrunternehmen: Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH, Pfarrhofstr. 8, 84364 Bad Birnbach

gebohrt von: **03.12.**

bis: **04.12.2025**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **B255270 Crystal**

Geräteführer: **Gamböck, Daniel**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Botec Scheitza

Baujahr: **2004**

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	8lfm	vorgehalten bis zur Kernaufnahm
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

[illegible]

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH Pfarrhofstr. 8 84364 Bad Birnbach Tel.: 08563 91650					Anlage Bericht: Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben							
Bauvorhaben: GWM + Aufschluss, Hallbergmoos							
Bohrung Nr. GWM 1					Blatt 3		
					Datum: 03.12.- 04.12.2025		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalkgehalt				
0.15	a) Mutterboden (Schluff, feinsandig)			RKB BohrØ DN324			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) schwarzbraun				
	f)	g)	h) i)				
1.40	a) Auffüllung (Schluff, sandig, kiesig, schwach steinig)			RKB BohrØ DN324			
	b) Ziegelreste, Glasreste, durchwurzelt						
	c)	d) leicht zu bohren	e) schwarz				
	f)	g)	h) i)				
1.60	a) Auffüllung (Schluff, stark sandig, sehr schwach kiesig/Sand, bis schwach kiesig, stark schluffig, sehr schwach kiesig bis			RKB BohrØ DN324			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) Sand beige, Schluff				
	f)	g)	h) i)				
5.95	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig, schwach steinig			Ruhewasser 1.83m u. AP 04.12.2025 RKB BohrØ DN324			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) graubeige				
	f)	g)	h) i)				
6.20	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig, schwach steinig			RKB BohrØ DN324			
	b) verbacken						
	c)	d) leicht zu bohren-, mittelschwer zu	e) graubeige				
	f)	g)	h) i)				

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH Pfarrhofstr. 8 84364 Bad Birnbach Tel.: 08563 91650					Anlage Bericht: Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: GWM + Aufschluss, Hallbergmoos							
Bohrung Nr. GWM 1					Blatt 4		
					Datum: 03.12.- 04.12.2025		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalkgehalt				
6.60	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig			RKB BohrØ DN324			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) graubeige				
	f)	g)	h) i)				
6.80	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig			RKB BohrØ DN324			
	b) verbacken						
	c)	d) leicht zu bohren	e) graubeige				
	f)	g)	h) i)				
7.60	a) Kies, schwach sandig bis sandig, schluffig bis schwach schluffig, schwach tonig, (sehr schwach steinig)			RKB BohrØ DN324			
	b) verbacken						
	c)	d) leicht zu bohren-, mittelschwer zu	e) grau				
	f)	g)	h) i)				
7.80 Endtiefe	a) Ton, schwach sandig, schwach kiesig			RKB BohrØ DN324			
	b)						
	c) weich bis steif	d) mittelschwer zu bohren	e) blaugrau				
	f)	g)	h) i)				

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH
Pfarrhofstr. 8
84364 Bad Birnbach
Tel.: 08563 91650

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Wasserbohrung

Archiv-Nr:

Anlage:

Aktenzeichen:

Bericht:

1 Objekt GWM + Aufschluss, Hallbergmoos

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **5**

Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. GWM 2

Zweck: **Grundwassermessstelle**

Ort: **Ludwigstraße, Hallbergmoos**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts:

Hoch:

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN

m

Ansatzpunktes b) zu

m

gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: Crystal Geotechnik GmbH, Schustergasse 14, 83512 Wasserburg

Fachaufsicht:

5 Bohrunternehmen: Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH, Pfarrhofstr. 8, 84364 Bad Birnbach

gebohrt von: **01.12.** bis: **02.12.2025**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **B255270 Crystal**

Geräteführer: **Gamböck, Daniel**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Botec Scheitza

Baujahr: **2004**

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	9lfm	vorgehalten bis zur Kernaufnahme
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik 9.1 Kurzzeichen 9.1.1 Bohrverfahren 9.1.1.1 Art: BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben ... =		BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben BS = Sondierbohrungen ... =		BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung BKF= BK mit fester Kernumhüllung ... =	
9.1.1.2 Lösen: rot = drehend		ram = rammend druck = drückend		schlag = schlagend greif = greifend	
9.1.2 Bohrwerkzeug 9.1.2.1 Art: EK = Einfachkernrohr DK = Doppelkernrohr TK = Dreifachkernrohr S = Seilkernrohr		HK = Hohlkrone VK = Vollkrone H = Hartmetallkrone D = Diamantkrone Gr = Greifer Schap = Schappe		Schn = Schnecke ... = Spi = Spirale ... = Kis = Kiespumpe ... = Ven = Ventilbohrer Mei = Meißel SN = Sonde	
9.1.2.2 Antrieb: G = Gestänge SE = Seil		HA = Hand F = Freifall V = Vibro		DR = Druckluft HY = Hydraulik	
9.1.2.3 Spülhilfe: WS= Wasser LS = Luft		SS = Sole DS = Dickspülung Sch = Schaum		d = direkt id = indirekt	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m Bohrlänge in m von bis		Bohrverfahren Art Lösen		Bohrwerkzeug Art ø mm Antrieb Spül- hilfe				Verrohrung Außen ø mm Innen ø mm Tiefe m			Bemerkungen
0	8,6	BK	ram	Schap	273	DR	-----	324	300	8,6	

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

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau											
Wasser erstmals angetroffen bei 1.56 m, Anstieg bis m unter Ansatzpunkt											
Höchster gemessener Wasserstand 1.56 m unter Ansatzpunkt bei m Bohrtiefe											
Verfüllung: m bis m Art: von: m bis: m Art:											
Nr	Filterrohr			Filterschüttung				Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m	Körnung mm	von m	bis m	Art	
	3.00	8.00	125	Filtersand	2.70	2.90	1-2	0.00	2.70	Dämmer	
				Filterkies	2.90	8.00	2-3,15	8.00	8.60	Dämmer	

11 Sonstige Angaben											
Datum: 22.12.2025 Firmenstempel: Unterschrift: _____											

DC

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH Pfarrhofstr. 8 84364 Bad Birnbach Tel.: 08563 91650					Anlage Bericht: Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben							
Bauvorhaben: GWM + Aufschluss, Hallbergmoos							
Bohrung Nr. GWM 2					Blatt 3		
					Datum: 01.12.- 02.12.2025		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalkgehalt				
0.15	a) Mutterboden (Grasnarbe)			RKB BohrØ DN324			
	b) leicht durchwurzelt						
	c)	d) leicht zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) i)				
0.45	a) Torf, org. Beimengung, schwach humos bis humos, (feinkiesig bis schwach sandig)			RKB BohrØ DN324			
	b) mäßig zersetzt, Wurzeln						
	c)	d) leicht zu bohren	e) hellbraun				
	f)	g)	h) i)				
1.30	a) Kies, sandig, schluffig bis stark schluffig, schwach tonig, humos, (Wiesenkalk)			RKB BohrØ DN324			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) graubraun, dunkelbraun,				
	f)	g)	h) i)				
2.40	a) Kies, sandig, (schwach schluffig)			Ruhewasser 1.56m u. AP 02.12.2025 RKB BohrØ DN324			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau bis graubraun				
	f)	g)	h) i)				
2.60	a) Sand, schwach kiesig bis kiesig			RKB BohrØ DN324			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) braun bis braungrau				
	f)	g)	h) i)				

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH Pfarrhofstr. 8 84364 Bad Birnbach Tel.: 08563 91650					Anlage Bericht: Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben							
Bauvorhaben: GWM + Aufschluss, Hallbergmoos							
Bohrung Nr. GWM 2					Blatt 4		
					Datum: 01.12.- 02.12.2025		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
4.60	a) Kies, sandig bis schwach sandig			RKB BohrØ DN324			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau bis graubraun				
	f)	g)	h) i)				
5.60	a) Kies, sandig, (sehr schwach schluffig)			RKB BohrØ DN324			
	b) von 5,30m - 5,60m nass						
	c) mitteldicht	d) leicht zu bohren	e) grau bis grauhellbeige				
	f)	g)	h) i)				
6.40	a) Kies, sandig, (schwach schluffig)			RKB BohrØ DN324			
	b) untere 10cm leicht verbacken - verbacken						
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau				
	f)	g)	h) i)				
7.50	a) Kies, sandig, (schwach schluffig)			RKB BohrØ DN324			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau bis hellbeige grau				
	f)	g)	h) i)				
7.90	a) Kies, sandig bis schwach sandig			RKB BohrØ DN324			
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau bis hellgrau				
	f)	g)	h) i)				

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH Pfarrhofstr. 8 84364 Bad Birnbach Tel.: 08563 91650					Anlage Bericht: Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerntem Proben							
Bauvorhaben: GWM + Aufschluss, Hallbergmoos							
Bohrung Nr. GWM 2					Blatt 5		
					Datum: 01.12.- 02.12.2025		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk-gehalt				
8.10	a) Kies, stark schluffig, sandig, feinsandig, (schwach tonig)			RKB BohrØ DN324			
	b) leicht verbacken						
	c) mitteldicht bis dicht	d) leicht zu bohren-, mittelschwer zu	e) hellbraun bis olivgrau				
	f)	g)	h) i)				
8.45	a) Schluff, feinsandig, (kiesig), schwach tonig, (tonig), schwach sandig			RKB BohrØ DN324			
	b) oberer Bereich kiesig bis 8,3m						
	c)	d) leicht zu bohren-, mittelschwer zu	e) blaugrau				
	f)	g)	h) i)				
8.60 Endtiefe	a) Schluff, (stark tonig bis tonig), stark feinsandig			RKB BohrØ DN324			
	b)						
	c)	d) mittelschwer zu bohren	e) gräulichgrau				
	f)	g)	h) i)				

Versuchsstrecke $L =$ 2000 mm

Anlage:

Absinkversuch

Falling Head Test

Versuch ausgeführt durch *Gambos*
Versuch ausgewertet durch

Datum: 8.12.25
Datum:

Bohrung-Nr.: B3
Versuchsstrecke L von 1 m bis 2 m u. GOK
(=Freie Bohrlochstrecke)

Filterkies eingefüllt von.....1.....m bis.....2.....m u. GOK

Grundwasser angebohrt.....0,89.....m u. GOK

Grundwasser nach Ziehen der Verrohrung..... 0,89 m u. GOK

Grundwasser im Pegelrohr.....m u. GOK

[illegible]

AUSSEN: 220 mm

Ø VERROHRUNG:

INNEN.....mm

BOHRLOCHDURCHMESSER.....mm

OK VER-
V ROHRUNG..... m. d.
GOK

COK =
 ▽ ANSATZPUNKT

WASSERSPIEGEL
VOR VERSUCH 0,89 m u.
GOK

UK VER-
V ROHRUNG..... 1 m d.
GOK

BOHRLOCH-
V TIEFE 2 m u.
GOK

Versuchsstrecke $L = 1 \text{ m}$

Bemerkungen:

Anlage (7)

BODENMECHANISCHE LABORERGEBNISSE

EXCEL-Auswertung		Projektzusammenstellung																EX-KP-Projektzusammenstellung				
																		Revision D - Stand 2025-02-13				
																		Anl. 7				
Projekt: Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos												Auftraggeber: Flughafen München GmbH										
Projekt-Nr.: B255270			Probenehmer: CH/SA/RH			Probenahme: 10.12-18.12.2025					Probeneingang: 18.12.2025				Bearbeiter: CH/AW/GB/JK/ML							
Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2020-11	Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen					Schrumpfgrenze w_s / Schrumpffmaß Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17 / Körnungsband nach ZTV SoB-StB 20	kf-Wert	Einax Druckfestigkeit q_u / vert. Stauchung ϵ_v	Taschenpenetrometer	Glühverlust	Scherversuch Reibungswinkel/ Kohäsion	Komp.- Versuch Laststufen Oedometermodul	
					$\phi < 0.002$ mm	$\phi 0.002 - 0.063$ mm	$\phi 0.063 - 2$ mm	$\phi 2 - 63$ mm	$\phi > 63$ mm	Wasserg. $\phi < 0.4$ mm	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizität I_P	Konsistenz								
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[%]		[m/s]	[kPa]/[%]	[kPa]	[%]	[kPa]/[°]	[kPa]
GWM2 KP3 2,60 - 4,60 m	B255270- GWM2- 4,60m	Kies, schwach sandig braun	G,s' GE		1,8	6,4	91,9	0,0														
GWM2 KP5 5,60 - 6,00 m	B255270- GWM2- 6,00m	Kies, sandig, schwach schluffig grau	G,s,u' GU		7,4	19,7	72,9	0,0														
GWM2 KP8 8,10 - 8,45 m	B255270- GWM2- 8,45m	Schluff, tonig, kiesig, sandig grau	U,t,g,s TA	18,1					28,4	50,6	27,9	22,8	0,98 steif					100 100				
B1 KP8 7,60 - 7,80 m	B255270- B1- 7,80m	Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig grau	T,u,s,g' TM	22,6					25,4	48,9	25,3	23,6	0,99 steif					100 75				
B2 KP1 1,50 - 1,70 m	B255270- B2- 1,70m	Kies, schwach sandig braun	G,s' GI		3,3	13,4	83,3	0,0														
B3 KP2 0,30 - 0,50 m	B255270- B3- 0,50m	Ton, kiesig, sandig, schwach organisch helles gräuliches braun	T,g,s,o' TL Wiesenkalk	12,5					20,0	28,5	18,9	9,5	0,89 steif									

EXCEL-Auswertung		Projektzusammenstellung																EX-KP-Projektzusammenstellung				
																		Revision D - Stand 2025-02-13				
																		Anl. 7				
Projekt: Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos												Auftraggeber: Flughafen München GmbH										
Projekt-Nr.: B255270			Probenehmer: CH/SA/RH			Probenahme: 10.12-18.12.2025					Probeneingang: 18.12.2025					Bearbeiter: CH/AW/GB/JK/ML						
Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2020-11	Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen					Schrumpfgrenze w _s / Schrumpffmaß	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17 / Körnungsband nach ZTV SoB-StB 20	kf-Wert	Einax Druckfestigkeit q _u / vert. Stauchung ε _v	Taschenpenetrometer	Glühverlust	Scherversuch Reibungswinkel/ Kohäsion	Komp.- Versuch Laststufen Oedometermodul
					Ø < 0.002 mm	Ø 0.002 - 0.063 mm	Ø 0.063 - 2 mm	Ø 2 - 63 mm	Ø > 63 mm	Wasserg. Ø < 0.4 mm	Fließgrenze w _L	Ausrollgrenze w _p	Plastizität I _p	Konsistenz								
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[%]		[m/s]	[kPa]/[%]	[kPa]	[%]	[kPa]/[°]	[kPa]
B3 KP7 6,80 - 7,00 m	B255270- B3- 7,00m	Schluff, kiesig, tonig, schwach sandig grau	U,g,t,s' nicht ermittelt		17,3	53,8	7,3	21,6	0,0					steif					175 125 150			
B4 KP1 0,10 - 0,40 m	B255270- B4- 0,40m	Schluff, sandig, schwach kiesig, schwach organisch braun	U,s,g',o' UA Wiesenkalk Wurzeln	24,9						31,4	56,0	30,3	25,7	0,96 steif					75 75 100			
B4 KP3 7,70 - 7,80 m	B255270- B4- 7,80m	Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig gelbliches braun	U,t,s,g' UA	29,5						32,7	55,0	30,0	25,0	0,89 steif					100 75 100			
BS2 GP3 2,00 m	B255270- BS2- 2,00m	Kies, schwach sandig, schwach schluffig gräuliches braun	G,s',u' GU Wiesenkalk	12,6	1,7	9,9	14,9	73,5	0,0													
BS2 GP4 3,60 m	B255270- BS2- 3,60m	Kies, schwach sandig, schwach schluffig gräuliches braun	G,s',u' GU		6,4		10,5	83,1	0,0													
BS5 GP2 1,20 m	B255270- BS5- 1,20m	Kies, sandig, schwach schluffig, organisch dunkles braun	G,s,u',o GU* Wiesenkalk	20,5	2,8	13,3	24,4	59,5	0,0													

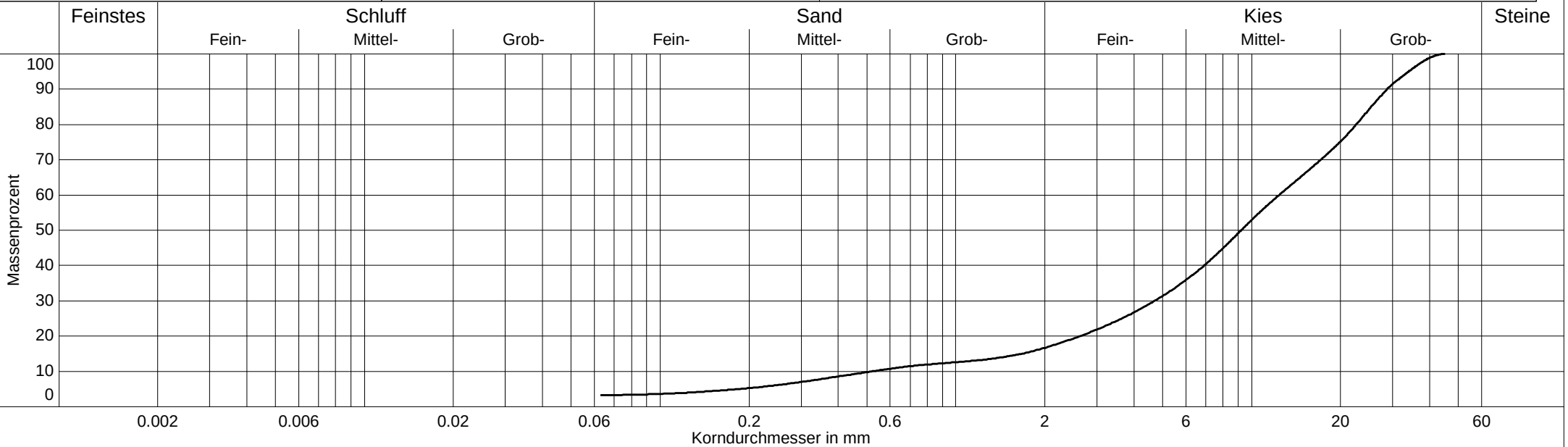
EXCEL-Auswertung		Projektzusammenstellung																	EX-KP-Projektzusammenstellung			
																			Revision D - Stand 2025-02-13			
				Anl. 7																		
Projekt: Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos												Auftraggeber: Flughafen München GmbH										
Projekt-Nr.: B255270			Probenehmer: CH/SA/RH			Probenahme: 10.12-18.12.2025					Probeneingang: 18.12.2025					Bearbeiter: CH/AW/GB/JK/ML						
Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2020-11	Kurzzeichen nach DIN EN ISO 14688-1 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen					Schrumpfgrenze w _s / Schrumpfmäß	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17 / Körnungsband nach ZTV SoB-StB 20	kf-Wert	Einax Druckfestigkeit q _u / vert. Stauchung ε _v	Taschenpenetrometer	Glühverlust	Scherversuch Reibungswinkel/ Kohäsion	Komp.- Versuch Laststufen Oedometermodul
				[%]	ø < 0.002 mm	ø 0.002 - 0.063 mm	ø 0.063 - 2 mm	ø 2 - 63 mm	ø > 63 mm	Wasserg. ø < 0.4 mm	Fließgrenze w _L	Ausrollgrenze w _p	Plastizität I _p	Konsistenz	[%]		[m/s]	[kPa]/[%]	[kPa]	[%]	[kPa]/[l°]	[kPa]
BS8 GP5 3,90 m	B255270- BS8- 3,90m	Kies, sandig, schwach schluffig gräuliches braun	G,s,u' GU			7,3	23,2	69,4	0,0													

CRYSTAL GEOTECHNIK
Beratende Ing.u.Geologen GmbH
Schusterg.14, 83512 Wasserburg
Tel.08071-92278-0

Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Projektnr.: B255270
Datum : 18.12.2025
Anlage : 7.1.3



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

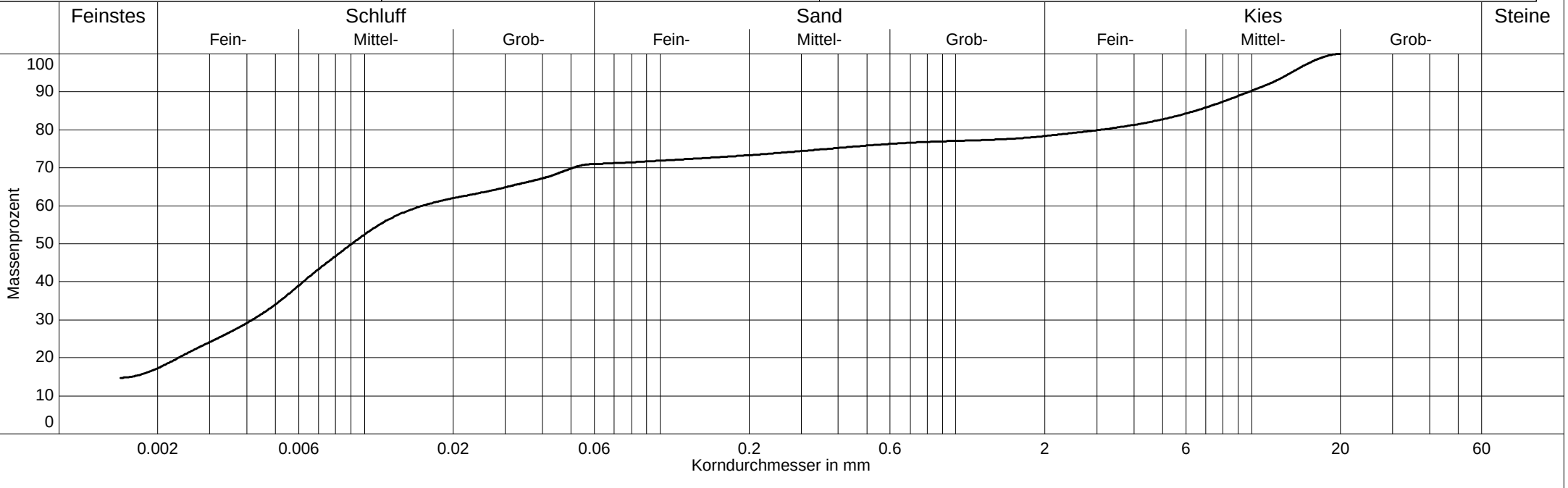
Labornummer	———— B255270-B2-1,70m			
Entnahmestelle	B 2			
Entnahmetiefe	1,50 - 1,70 m			
Ungleichförm. U	23.8			
Krümmungszahl Cc	3.4			
Bodenart	G,s'			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/3.3/13.4/83.3 %			
Bodengruppe	GI			
Anteil < 0.063 mm	3.3 %			
d10 / d60	0.520/12.386 mm			
kf nach Beyer	2.5E-03 m/s			
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)			
kf nach Seiler	1.3E-02 m/s			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			
Frostempfindl.klasse	F1			

CRYSTAL GEOTECHNIK
Beratende Ing.u.Geologen GmbH
Schusterg.14, 83512 Wasserburg
Tel.08071-92278-0

Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Projektnr.: B255270
Datum : 18.12.2025
Anlage : 7.1.4



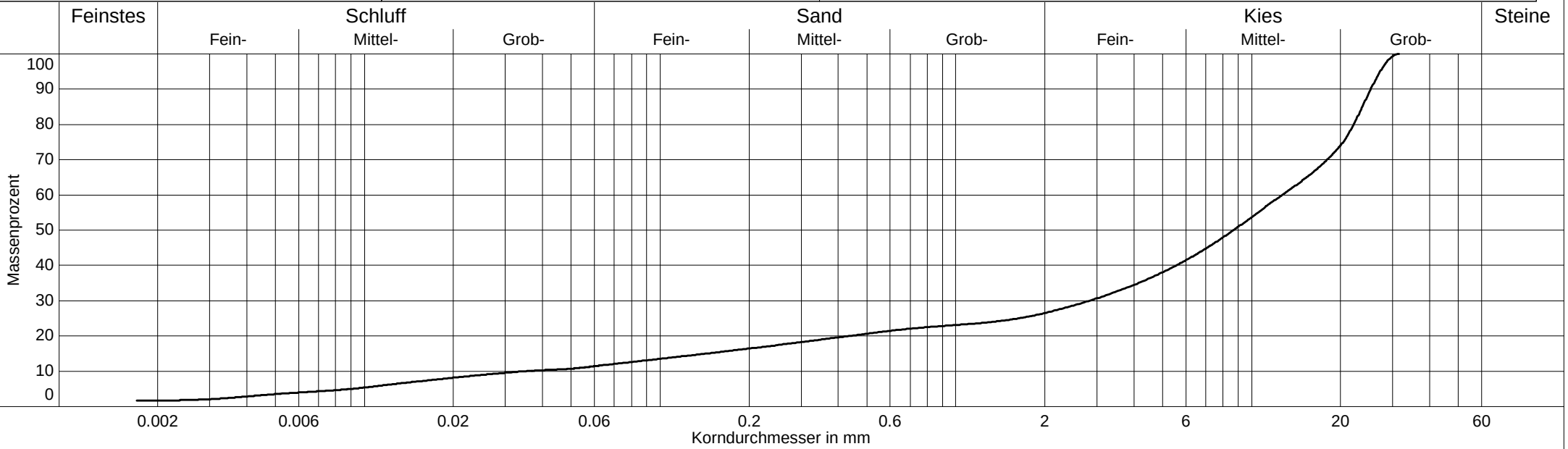
Labornummer	———— B255270-B3-7,00m			
Entnahmestelle	B 3			
Entnahmetiefe	6,80 - 7,00 m			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	U,g,t,s'			
Kornfrakt. T/U/S/G	17.3/53.8/7.3/21.6 %			
Bodengruppe	nicht ermittelt			
Anteil < 0.063 mm	71.1 %			
d10 / d60	- /0.016 mm			
kf nach Beyer	-			
kf nach Kaubisch	- (0.063 >= 60%)			
kf nach Seiler	-			
kf nach USBR	3.2E-09 m/s			
Frostempfindl.klasse	F3			

CRYSTAL GEOTECHNIK
Beratende Ing.u.Geologen GmbH
Schusterg.14, 83512 Wasserburg
Tel.08071-92278-0

Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Projektnr.: B255270
Datum : 18.12.2025
Anlage : 7.1.5



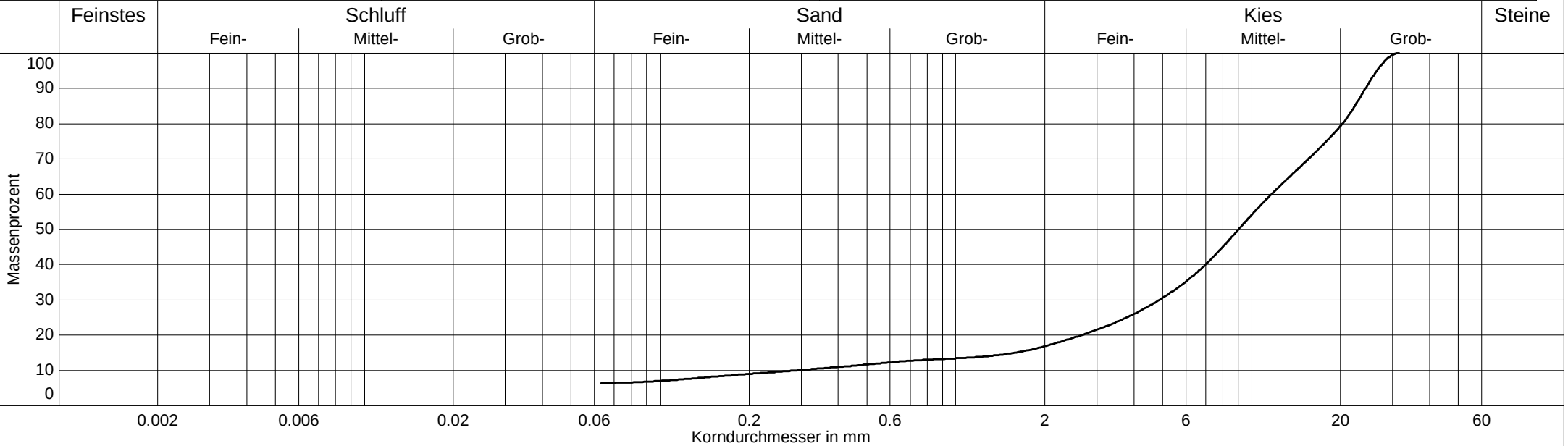
gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

Labornummer	— B255270-BS2-2,00m			
Entnahmestelle	BS 2			
Entnahmetiefe	2,00 m			
Ungleichförm. U	362.2			
Krümmungszahl Cc	18.0			
Bodenart	G,s',u'			
Kornfrakt. T/U/S/G	1.7/9.9/14.9/73.5 %			
Bodengruppe	GU			
Anteil < 0.063 mm	11.6 %			
d10 / d60	0.035/12.683 mm			
kf nach Beyer	- (Cu > 30)			
kf nach Kaubisch	1.2E-05 m/s			
kf nach Seiler	-			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			
Frostempfindl.klasse	F2			

CRYSTAL GEOTECHNIK
Beratende Ing.u.Geologen GmbH
Schusterg.14, 83512 Wasserburg
Tel.08071-92278-0

Kornverteilung
DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Projektnr.: B255270
Datum : 18.12.2025
Anlage : 7.1.6



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

Labornummer	— B255270-BS2-3,60m			
Entnahmestelle	BS 2			
Entnahmetiefe	3,60 m			
Ungleichförm. U	40.5			
Krümmungszahl Cc	7.1			
Bodenart	G,s',u'			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/6.4/10.5/83.1 %			
Bodengruppe	GU			
Anteil < 0.063 mm	6.4 %			
d10 / d60	0.288/11.673 mm			
kf nach Beyer	- (Cu > 30)			
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)			
kf nach Seiler	2.0E-02 m/s			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			
Frostempfindl.klasse	F2			

CRYSTAL GEOTECHNIK

Beratende Ing.u.Geologen GmbH

Schusterg.14, 83512 Wasserburg

Tel.08071-92278-0

Kornverteilung

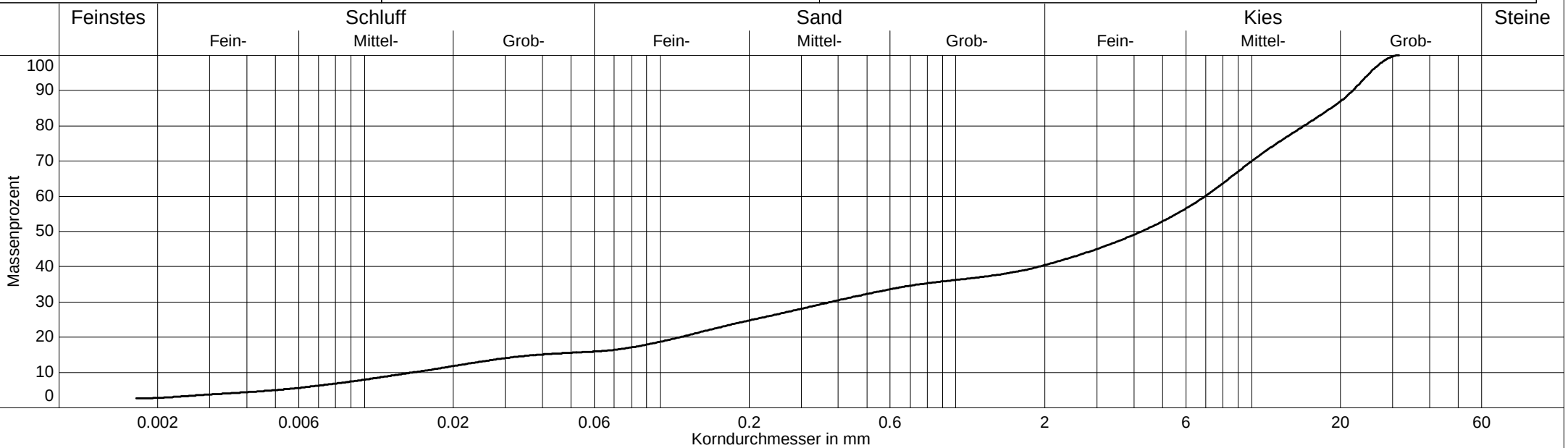
DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos

Projektnr.: B255270

Datum : 18.12.2025

Anlage : 7.1.7



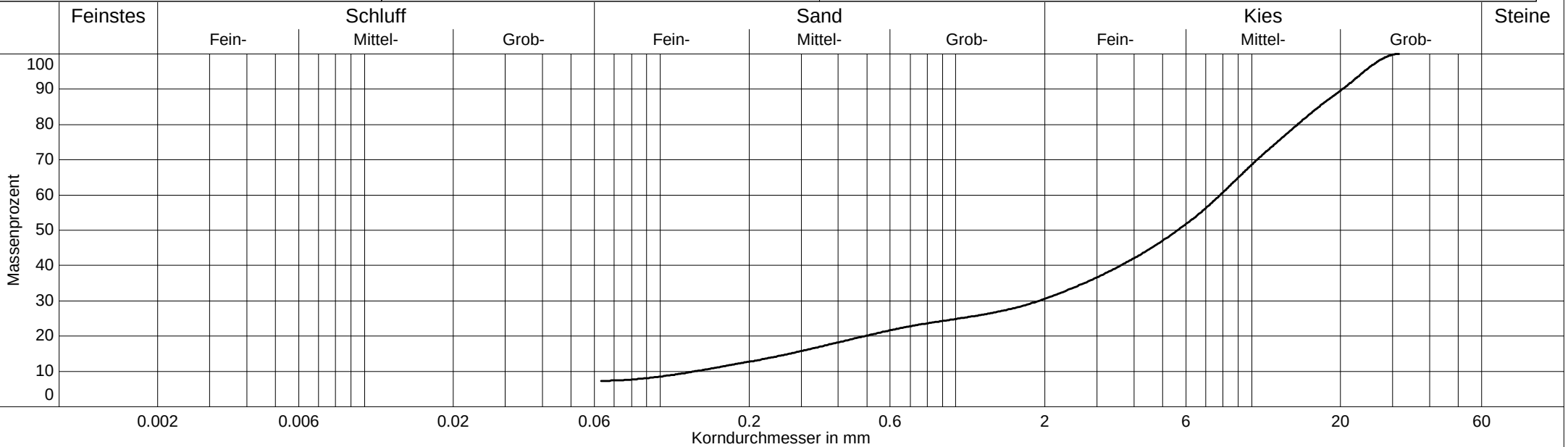
gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

Labornummer	———— B255270-BS5-1,20m			
Entnahmestelle	BS 5			
Entnahmetiefe	1,20 m			
Ungleichförm. U	477.5			
Krümmungszahl Cc	1.4			
Bodenart	G,s,u'			
Kornfrakt. T/U/S/G	2.8/13.3/24.4/59.5 %			
Bodengruppe	GÜ			
Anteil < 0.063 mm	16.1 %			
d10 / d60	0.015/6.959 mm			
kf nach Beyer	- (Cu > 30)			
kf nach Kaubisch	4.1E-06 m/s			
kf nach Seiler	-			
kf nach USBR	2.6E-05 m/s			
Frostempfindl.klasse	F3			

CRYSTAL GEOTECHNIK
Beratende Ing.u.Geologen GmbH
Schusterg.14, 83512 Wasserburg
Tel.08071-92278-0

Kornverteilung
DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Projektnr.: B255270
Datum : 18.12.2025
Anlage : 7.1.8



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

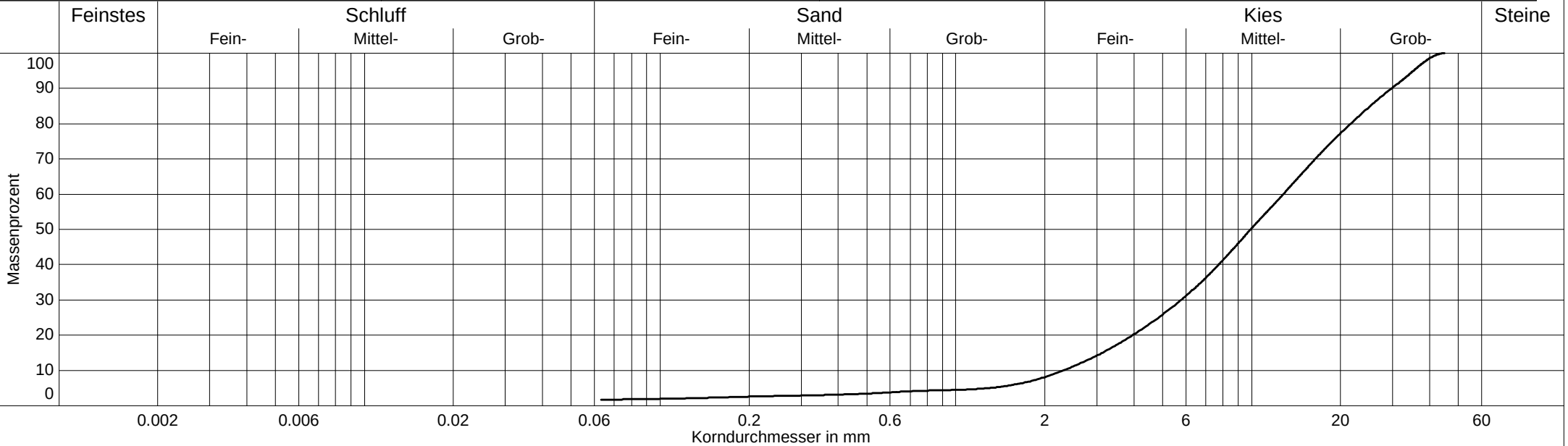
Labornummer	— B255270-BS8-3,90m			
Entnahmestelle	BS 8			
Entnahmetiefe	3,90 m			
Ungleichförm. U	59.8			
Krümmungszahl Cc	3.6			
Bodenart	G,s,u'			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/7.3/23.2/69.4 %			
Bodengruppe	GU			
Anteil < 0.063 mm	7.3 %			
d10 / d60	0.131/7.826 mm			
kf nach Beyer	- (Cu > 30)			
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)			
kf nach Seiler	2.6E-03 m/s			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			
Frostempfindl.klasse	F2			

CRYSTAL GEOTECHNIK
Beratende Ing.u.Geologen GmbH
Schusterg.14, 83512 Wasserburg
Tel.08071-92278-0

Kornverteilung

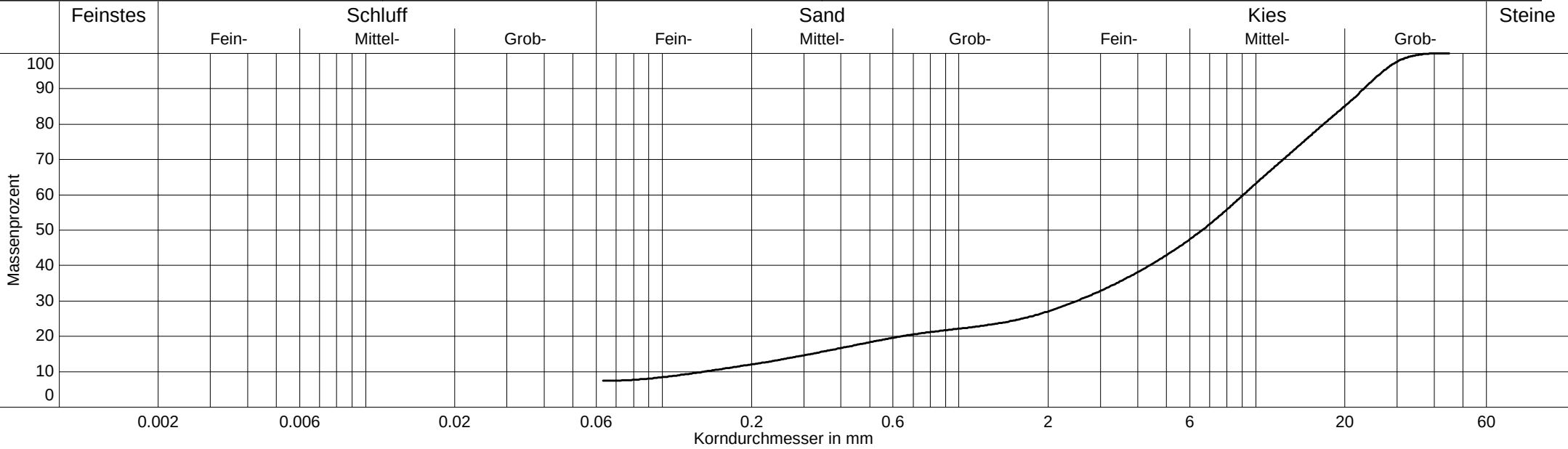
DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos
Projektnr.: B255270
Datum : 18.12.2025
Anlage : 7.1.1



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

Labornummer	———— B255270-GWM2-4,60m			
Entnahmestelle	GWM 2			
Entnahmetiefe	2,60 - 4,60 m			
Ungleichförm. U	5.5			
Krümmungszahl Cc	1.1			
Bodenart	G,s'			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/1.8/6.4/91.9 %			
Bodengruppe	GE			
Anteil < 0.063 mm	1.8 %			
d10 / d60	2.309/12.787 mm			
kf nach Beyer	6.1E-02 m/s			
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)			
kf nach Seiler	1.1E-01 m/s			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			
Frostempfindl.klasse	F1			



gemäß formeller Auslegung der DIN, Probenmenge zu gering

Labornummer	— B255270-GWM2-6,00m			
Entnahmestelle	GWM 2			
Entnahmetiefe	5,60 - 6,00 m			
Ungleichförm. U	65.8			
Krümmungszahl Cc	5.0			
Bodenart	G,s,u'			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/7.4/19.7/72.9 %			
Bodengruppe	GU			
Anteil < 0.063 mm	7.4 %			
d10 / d60	0.138/9.081 mm			
kf nach Beyer	- (Cu > 30)			
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)			
kf nach Seiler	7.9E-03 m/s			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			
Frostempfindl.klasse	F2			

EXCEL-Auswertung	Fließ- und Ausrollgrenze nach Casagrande gemäß DIN EN ISO 17892-12:2022-08				EX-KP-DIN EN ISO 17892-12-ZG					
					Revision B - Stand 2025-02-13					
Projekt: Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos										
Projekt-Nr.: B255270			Auftraggeber: Flughafen München GmbH							
Probenbezeichnung: B255270-GWM2-8,45m										
Entnahmestelle: GWM 2			entnommen am: 10.12.2025, 17.-18.12.2025		durch: CH/SA/RH					
Entnahmetiefe: 8,10 - 8,45m			ausgeführt am: 14.01.2026		durch: KA					
Bodenart: U,t,g,s		Größtkorn _{Versuch} : 0,4 mm		Bemerkungen: WG zunehmend natürlich						
			Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.			136	46	115	22	18	403	108	
Zahl der Schläge			39	27	19	16				
feuchte Probe + Behälter		$m_1 + m_B$	[g]	20,10	18,12	17,08	17,55	11,63	10,52	14,75
trockene Probe + Behälter		$m_d + m_B$	[g]	15,16	13,34	12,32	12,74	9,80	8,93	12,36
Behälter		m_B	[g]	4,48	4,01	3,34	3,78	3,26	3,24	3,72
Wasser		$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	4,94	4,78	4,76	4,81	1,83	1,59	2,39
trockene Probe		$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	10,68	9,33	8,98	8,96	6,54	5,69	8,64
Wassergehalt		$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]	46,3	51,2	53,0	53,7	28,0	27,9	27,7

Schlagzahl	Wassergehalt [w] [%]
39	46,3
27	51,2
19	53,0
16	53,7

Wassergehalt	w	28,4 %
Fließgrenze	w _L	50,6 %
Ausrollgrenze	w _p	27,9 %
Plastizitätszahl	I _p	22,8 %
Konsistenzzahl	I _c	0,98

Wassergehalt [w] [%]	Plastizitätszahl [I _p] [%]
28,4	22,8

Plastizitätsbereich (w_L bis w_p)

0 20 40 60 80

halbfest steif weich breiig flüssig

1,25 1,00 0,75 0,50 0,25 0,00 -0,25

Zustandsform

Bodengruppe: TA

Projektleiter: Christian Heinz

Fließgrenze [w _L] [%]	Plastizitätszahl [I _p] [%]
50,6	22,8

60 50 40 30 20 10 0

0 10 20 30 40 50 60 70 80

Fließgrenze [w_L] [%]

UL UM/OU TM TA UA/OT

EXCEL-Auswertung	Fließ- und Ausrollgrenze nach Casagrande gemäß DIN EN ISO 17892-12:2022-08				EX-KP-DIN EN ISO 17892-12-ZG					
					Revision B - Stand 2025-02-13					
Projekt: Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos										
Projekt-Nr.: B255270			Auftraggeber: Flughafen München GmbH							
Probenbezeichnung: B255270-B1-7,80m										
Entnahmestelle: B 1			entnommen am: 10.12.2025, 17.-18.12.2025			durch: CH/SA/RH				
Entnahmetiefe: 7,60 - 7,80 m			ausgeführt am: 14.01.2026			durch: JK				
Bodenart: T,u,s,g'		Größtkorn _{Versuch} : 0,4 mm			Bemerkungen: WG zunehmend natürlich					
			Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.			12	333	68	6	319	30	9	
Zahl der Schläge			40	31	23	15				
feuchte Probe + Behälter		$m_1 + m_B$	[g]	23,34	26,71	28,17	26,37	11,10	11,17	9,61
trockene Probe + Behälter		$m_d + m_B$	[g]	17,37	19,31	20,45	18,64	9,51	9,74	8,44
Behälter		m_B	[g]	3,91	3,85	4,67	4,20	3,30	4,06	3,76
Wasser		$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	5,97	7,40	7,72	7,73	1,59	1,43	1,17
trockene Probe		$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	13,46	15,46	15,78	14,44	6,21	5,68	4,68
Wassergehalt		$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]	44,4	47,9	48,9	53,5	25,6	25,2	25,0

Wassergehalt w 25,4 %

Fließgrenze w_L 48,9 % Plastizitätszahl I_p 23,6 %

Ausrollgrenze w_p 25,3 % Konsistenzzahl I_c 0,99

0 20 40 60 80

Plastizitätsbereich (w_L bis w_p)

halbfest steif weich breiig flüssig

1,25 1,00 0,75 0,50 0,25 0,00 -0,25

Zustandsform

Bodengruppe: TM

Projektleiter: Christian Heinz

Zustandsgrenzendiagramm gemäß DIN 18196

0 10 20 30 40 50 60

Plastizitätszahl [I_p] [%]

0 10 20 30 40 50 60 70 80

Fließgrenze [%]

UL UM/OU TM TA UA/OT

EXCEL-Auswertung

Fließ- und Ausrollgrenze nach Casagrande
gemäß DIN EN ISO 17892-12:2022-08

EX-KP-DIN EN ISO 17892-12-ZG
Revision B - Stand 2025-02-13

Projekt: Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos

Projekt-Nr.: B255270

Auftraggeber: Flughafen München GmbH

Probenbezeichnung: B255270-B3-0,50m

Entnahmestelle: B 3

entnommen am: 10.12.2025,
17.-18.12.2025

durch: CH/SA/RH

Entnahmetiefe: 0,30 - 0,50 m

ausgeführt am: 14.01.2026

durch: JK

Bodenart: T,g,s,o'

Größtkorn_{Versuch}: 0,4 mm

Bemerkungen: WG zunehmend
natürlich

			Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.			37	1	15	17	75	201	56
Zahl der Schläge			40	30	22	15			
feuchte Probe + Behälter	$m_1 + m_B$	[g]	29,04	26,63	24,07	26,29	12,65	12,28	10,61
trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$	[g]	24,26	21,90	19,64	20,45	11,27	10,97	9,57
Behälter	m_B	[g]	4,10	3,16	3,83	4,52	4,12	3,98	4,02
Wasser	$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	4,78	4,73	4,43	5,84	1,38	1,31	1,04
trockene Probe	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	20,16	18,74	15,81	15,93	7,15	6,99	5,55
Wassergehalt	$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]	23,7	25,2	28,0	36,7	19,3	18,7	18,7

Wassergehalt

38,0
36,0
34,0
32,0
30,0
28,0
26,0
24,0
22,0

102540100

Schlagzahl

Wassergehalt

20,0 %

Fließgrenze

w_L 28,5 %

Ausrollgrenze

w_p 18,9 %

Plastizitätszahl

I_p 9,5 %

Konsistenzzahl

I_c 0,89

020406080

Plastizitätsbereich (w_L bis w_p)

halbfeststeifweichbreiigflüssig

1,251,000,750,500,250,00-0,25

Zustandsform

6050403020100

Plastizitätszahl [%]

01020304050607080

Fließgrenze [%]

Zustandsgrenzendiagramm gemäß DIN 18196

TA

TM

TL

UA/OT

UL

UM/OU

Bodengruppe: TL

Projektleiter: Christian Heinz

Crystal Geotechnik GmbH

Beratende Ingenieure und Geologen

www.crystal-geotechnik.de

DAKKS

Deutsche
Akkreditierungsstelle

D-PL 19909 Q1 00

EXCEL-Auswertung	Fließ- und Ausrollgrenze nach Casagrande gemäß DIN EN ISO 17892-12:2022-08				EX-KP-DIN EN ISO 17892-12-ZG					
					Revision B - Stand 2025-02-13					
Projekt: Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos										
Projekt-Nr.: B255270			Auftraggeber: Flughafen München GmbH							
Probenbezeichnung: B255270-B4-0,40m										
Entnahmestelle: B 4			entnommen am: 10.12.2025, 17.-18.12.2025			durch: CH/SA/RH				
Entnahmetiefe: 0,10 - 0,40 m			ausgeführt am: 14.01.2026			durch: JK				
Bodenart: U,s,g',o'		Größtkorn _{Versuch} : 0,4 mm			Bemerkungen: WG zunehmend natürlich					
			Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.			99	40	335	149	47	2	13	
Zahl der Schläge			35	28	22	15				
feuchte Probe + Behälter		$m_1 + m_B$	[g]	27,61	24,21	28,90	26,48	10,37	10,00	9,50
trockene Probe + Behälter		$m_d + m_B$	[g]	19,41	17,07	19,78	18,22	8,89	8,45	8,25
Behälter		m_B	[g]	4,04	4,05	3,77	4,54	4,03	3,31	4,11
Wasser		$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	8,20	7,14	9,12	8,26	1,48	1,55	1,25
trockene Probe		$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	15,37	13,02	16,01	13,68	4,86	5,14	4,14
Wassergehalt		$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]	53,4	54,8	57,0	60,4	30,5	30,2	30,2

Wassergehalt [%]

58,0

57,0

56,0

55,0

54,0

53,0

10

25

40

100

Schlagzahl

Wassergehalt

w

31,4 %

Fließgrenze

w_L

56,0 %

Ausrollgrenze

w_p

30,3 %

Plastizitätszahl

I_p

25,7 %

Konsistenzzahl

I_c

0,96

0

20

40

60

80

Plastizitätsbereich (w_L bis w_p)

halbfest

steif

weich

breiig

flüssig

1,25

1,00

0,75

0,50

0,25

0,00

-0,25

Zustandsform

60

50

40

30

20

10

0

Plastizitätszahl [%]

0

10

20

30

40

50

60

70

80

Fließgrenze [%]

Zustandsgrenzendiagramm gemäß DIN 18196

TA

TM

TL

UL

UM/OU

UA/OT

Bodengruppe: UA

Projektleiter: Christian Heinz

EXCEL-Auswertung	Fließ- und Ausrollgrenze nach Casagrande gemäß DIN EN ISO 17892-12:2022-08				EX-KP-DIN EN ISO 17892-12-ZG					
					Revision B - Stand 2025-02-13					
Projekt: Erschließung Wohnquartier Hallbergmoos										
Projekt-Nr.: B255270			Auftraggeber: Flughafen München GmbH							
Probenbezeichnung: B255270-B4-7,80m										
Entnahmestelle: B 4			entnommen am: 10.12.2025, 17.-18.12.2025			durch: CH/SA/RH				
Entnahmetiefe: 7,70 - 7,80 m			ausgeführt am: 14.01.2026			durch: KA				
Bodenart: U,t,s,g'		Größtkorn _{Versuch} : 0,4 mm			Bemerkungen: WG zunehmend natürlich					
			Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.			92	4	81	149	335	35	71	
Zahl der Schläge			32	27	23	18				
feuchte Probe + Behälter		$m_1 + m_B$	[g]	18,73	18,40	17,15	18,35	10,47	11,03	12,66
trockene Probe + Behälter		$m_d + m_B$	[g]	13,61	13,35	12,33	13,31	8,93	9,43	10,78
Behälter		m_B	[g]	4,05	4,01	3,69	4,49	3,78	4,07	4,58
Wasser		$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	5,12	5,05	4,82	5,04	1,54	1,60	1,88
trockene Probe		$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	9,56	9,34	8,64	8,82	5,15	5,36	6,20
Wassergehalt		$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]	53,6	54,1	55,8	57,1	29,9	29,9	30,3

Wassergehalt [%]

Schlagzahl

Wassergehalt w 32,7 %

Fließgrenze w_L 55,0 % Plastizitätszahl I_p 25,0 %

Ausrollgrenze w_P 30,0 % Konsistenzzahl I_c 0,89

Plastizitätsbereich (w_L bis w_P)

halbfest steif weich breiig flüssig

Zustandsform

Bodengruppe: UA

Projektleiter: Christian Heinz

Zustandsgrenzendiagramm gemäß DIN 18196

Plastizitätszahl [%]

Fließgrenze [%]

Anlage (8)

AUSWERTEBÖGEN UND PRÜFBERICHTE DES CHEMISCHEN LABORS

Verfüll-Leitfaden Bayern																																	
Zuordnungswerte Feststoff																	Zuordnungswerte Eluat																
	TOC	GV	Cyan.ges.	EOX	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	MKW	B(a)p	Σ PAK	PCB	pH-Wert	el. Ltf	Chlorid	Sulfat	Phenoli.	Cyan.ges.	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	DOC	Einstufung	Bemerkung
	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		
Z 0			1	1	20	70	1	60	40	50	0,5	150	100	0,29	3	0,05	6,5-9	500	250	250	0,01	0,01	0,01	0,02	0,002	0,015	0,05	0,04	0,0002	0,1			
Z 1.1			10	3	30	140	2	120	80	100	1	300	300	0,29	5	0,1	6,5-9	500	250	250	0,01	0,01	0,01	0,025	0,002	0,03	0,05	0,04	0,0002	0,1			
Z 1.2			30	10	50	300	3	200	200	200	3	500	500	0,99	15	0,5	6-12	1.000	250	250	0,05	0,05	0,04	0,1	0,005	0,75	0,15	0,15	0,001	0,3			
Z 2			100	15	150	1.000	10	600	600	600	10	1.500	1.000	0,99	20	1	5,5-12	1.500	250	250	0,1	0,1	0,06	0,2	0,01	0,15	0,3	0,2	0,002	0,6			
> Z 2																																	
B1/KP1	11,2	22,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,2	141	-	2,6	-	-	0,006	-	-	-	-	-	-	-	9,6	nicht möglich nach VFLF	
B1/KP4	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,7 ¹⁾	58	-	-	-	-	< 0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	Z 0	
B3/KP1	5,71	-	2,5	< 1,0	63	13	0,2	20	9,8	9,6	0,008	20,7	< 50	< 0,05	n.b.	n.b.	8,0	105	< 2,0	2,3	< 0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,001	< 0,0005	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,0002	< 0,05	9,3	Z 2	
GWM2/KP1	12,3	22,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,8	298	-	41	-	-	0,009	-	-	-	-	-	-	-	17,4	nicht möglich nach VFLF	
MP GWM1/KP1+2	0,88	-	2,6	< 1,0	32	12	< 0,2	15	12	13	0,06	36,9	< 50	0,16	1,26	n.b.	9,1	44	< 2,0	< 2,0	< 0,01	< 0,005	0,006	< 0,001	< 0,0005	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,0002	< 0,05	-	Z 1.2	
MP BS1+BS2	2,73	-	0,7	< 1,0	20	9,9	< 0,2	12	10	11	< 0,05	28,1	< 50	< 0,05	0,05	n.b.	8,6	98	< 2,0	3,0	< 0,01	< 0,005	0,008	0,001	< 0,0005	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,0002	< 0,05	5,2	Z 1.1 ²⁾	
BS4/GP2	-	-	-	-	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,3	92	-	-	-	-	0,006	-	-	-	-	-	-	-	-	Z 1.1	
BS8/GP4	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,0	70	-	-	-	-	0,007	-	-	-	-	-	-	-	-	Z 0	

1) Gemäß Verfüll-Leitfaden Bayern, ist der pH-Wert allein kein Ausschlusskriterium
2) Aufgrund der Fremdanteile (Ziegelbruch) ist eine Verfüllung in einer Z0-Grube gemäß VFLF nicht zulässig
- : nicht untersucht

Ersatzbaustoffverordnung BM-0 bis BM-0* und BM-F0* bis BM-F3																																	
		Zuordnungswerte Feststoff														Zuordnungswerte Eluat																	
		TOC	pH	As	Pb	Cd	Cr ges.	Cu	Ni	Hg	Tl	Zn	MKW	B(a)P	PCB6 + PCB-118	Σ PAK	EOX	el. Ltf	Sulfat	PAK15	h.+Meth. d	PCB6 + PCB-118	As	Pb	Cd	Cr ges.	Cu	Ni	Hg	Tl	Zn	Einstufung	
		M%	--	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	μS/cm	mg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	
BM-0 / BG-0	Sand	≤1	--	≤10	≤40	≤0,4	≤30	≤20	≤15	≤0,2	≤0,5	≤60	--	≤0,3	≤0,05	≤3	≤1		≤250											-	-		
BM-0 / BG-0	Schluff	≤1	--	≤20	≤70	≤1,0	≤60	≤40	≤50	≤0,3	≤1,0	≤150	--	≤0,3	≤0,05	≤3	≤1		≤250											-	-		
BM-0 / BG-0	Ton	≤1	--	≤20	≤100	≤1,5	≤100	≤60	≤70	≤0,3	≤1,0	≤200	--	≤0,3	≤0,05	≤3	≤1		≤250											-	-		
BM-0* / BG-0*	--	≤1	--	≤20	≤140	≤6,0	≤120	≤80	≤100	≤0,6	≤1,0	≤300	≤300	--	≤0,10	≤6	≤1	≤350	≤250	≤0,2	≤2	≤0,01	≤8	≤23	≤2	≤10	≤20	≤20	≤0,1	≤0,2	≤100		
BM-F0* / BG-F0*	--	≤5	≤9,5	≤40	≤140	≤2,0	≤120	≤80	≤100	≤0,6	≤2,0	≤300	≤300	--	--	≤6	x	≤350	≤250	≤0,3			≤12	≤35	≤3	≤15	≤30	≤30	-	-	≤150		
BM-F1 / BG-F1	--	≤5	≤9,5	≤40	≤140	≤2,0	≤120	≤80	≤100	≤0,6	≤2,0	≤300	≤300	--	--	≤6	x	≤500	≤450	≤1,5			≤20	≤90	≤3	≤150	≤110	≤30	-	-	≤160		
BM-F2 / BG-F2	--	≤5	≤9,5	≤40	≤140	≤2,0	≤120	≤80	≤100	≤0,6	≤2,0	≤300	≤300	--	--	≤9	x	≤500	≤450	≤3,8			≤85	≤250	≤10	≤290	≤170	≤150	-	-	≤840		
BM-F3 / BG-F3	--	≤5	≤12,0	≤150	≤700	≤10,0	≤600	≤320	≤350	≤5,0	≤7,0	≤1.200	≤1.000	--	--	≤30	x	≤2.000	≤1.000	≤20,0			≤100	≤470	≤15	≤530	≤320	≤280	-	-	≤1.600		
> BM-F3 / BG-F3																																	
	Einordnung als																																
B3/KP5	Sand	< 0,1	-	4,6	< 2	< 0,13	3	2	3	< 0,05	< 0,1	< 6	< 50	< 0,010	< 0,010	< 1,0	< 0,30	68	5,7	< 0,050	0,077	< 0,0030	3,5	< 1	< 0,25	< 1,0	< 5	< 5	< 0,025	< 0,06	< 30	BM-0	
MP BS3+BS6	Schluff	1,71	-	21	8	< 0,13	10	7	11	0,06	< 0,1	23	< 50	< 0,050	< 0,010	< 1,0	< 0,30	203	9,6	0,05	< 0,050	< 0,0030	8,7	5	< 0,25	< 1,0	< 5	< 5	< 0,025	< 0,06	< 30	BM-F0*	
BS8/GP2	Schluff	3,33	-	31	18	0,21	15	12	12	0,11	< 0,1	49	< 50	0,66	-	7,9	-	184	4,3	0,55	-	-	16,1	5	< 0,25	< 1,0	< 5	< 5	< 0,025	< 0,06	< 30	BM-F2	

- : nicht untersucht
n.b.: nicht nachweisbar



AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INN

Datum 21.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag 3799812 B55270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße
Analysennr. 492707 Mineralisch/Anorganisches Material
Probeneingang 16.01.2026
Probenahme Dezember 2025
Probenehmer Auftraggeber (CH/RH)
Kunden-Probenbezeichnung B1/KP1

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Fraktion < 2mm					DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	°	1,3	0,01	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	82,5	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Glühverlust	%		22,6	0,05	DIN EN 15169 : 2007-05
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%		11,2	0,1	DIN EN 15936: 2012-11 Verfahren B

Eluat

Eluaterstellung					DIN EN 12457-4 : 2003-01
Temperatur Eluat	°C		19,4	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert			8,2	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		141	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Sulfat (SO4)	mg/l		2,6	2	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Arsen (As)	mg/l		0,006	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
DOC	mg/l		9,6	1	DIN EN 1484 : 2019-04

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Bei der Messung nach DIN EN 15936 : 2012-11 wurde Verfahren B verwendet.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN ISO 15923-1 : 2014-07 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN 1484 : 2019-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 2 molarer Salzsäure stabilisiert.

Beginn der Prüfungen: 16.01.2026

Ende der Prüfungen: 21.01.2026

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INN

Datum 23.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3799846 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße**
Analysennr. **492933 Mineralisch/Anorganisches Material**
Probeneingang **13.01.2026**
Probenahme **Dezember 2025**
Probenehmer **Auftraggeber (CH/RH)**
Kunden-Probenbezeichnung **B1/KP4**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Fraktion < 2mm					DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	°	5,1	0,01	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	95,7	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Königswasseraufschluß					DIN EN ISO 54321 : 2021-04
Arsen (As)	mg/kg		5,6	4	DIN EN ISO 11885 : 2009-09

Eluat

Eluaterstellung					DIN EN 12457-4 : 2003-01
Temperatur Eluat	°C		20,8	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert			9,7	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		58	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Arsen (As)	mg/l		<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Beginn der Prüfungen: 16.01.2026

Ende der Prüfungen: 20.01.2026

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Im Fall einer Konformitätsbewertung wird als Entscheidungsregel der diskrete Ansatz angewendet. Das bedeutet, dass die Messunsicherheit bei der Aussage zur Konformität zu einer Spezifikation oder Norm nicht berücksichtigt wird.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung



AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INN

Datum 23.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysennr.
Probeneingang
Probenahme
Probenehmer
Kunden-Probenbezeichnung

3799846 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße
492899 Mineralisch/Anorganisches Material
13.01.2026
Dezember 2025
Auftraggeber (CH/RH)
B3/KP1

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Fraktion < 2mm					DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	°	1,8	0,01	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	71,3	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%		5,71	0,1	DIN EN 15936: 2012-11 Verfahren B
Cyanide ges.	mg/kg		2,5	0,3	DIN EN ISO 17380 : 2013-10
EOX	mg/kg		<1,0	1	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß					DIN EN ISO 54321 : 2021-04
Arsen (As)	mg/kg		63	4	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Blei (Pb)	mg/kg		13	4	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Cadmium (Cd)	mg/kg		0,2	0,2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Chrom (Cr)	mg/kg		20	2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kupfer (Cu)	mg/kg		9,8	2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Nickel (Ni)	mg/kg		9,6	3	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Quecksilber (Hg)	mg/kg		0,08	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Zink (Zn)	mg/kg		20,7	6	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg		<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg		<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphthalin	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Acenaphthylen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Acenaphthen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Fluoren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Phenanthren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Anthracen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Fluoranthen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Pyren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(a)anthracen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Chrysen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(a)pyren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg		n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB (28)	mg/kg		<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (52)	mg/kg		<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 23.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3799846 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße**
Analysennr. **492899 Mineralisch/Anorganisches Material**
Kunden-Probenbezeichnung **B3/KP1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
PCB (101)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (118)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (138)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (153)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (180)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB-Summe	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB-Summe (6 Kongenere)	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluaterstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
Temperatur Eluat	°C	20,1	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		8,0	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	105	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Chlorid (Cl)	mg/l	<2,0	2	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO4)	mg/l	2,3	2	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Phenolindex	mg/l	<0,01	0,01	DIN EN ISO 14402 : 1999-12 (H 37) Verfahren nach Abschnitt 4
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10
Arsen (As)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Zink (Zn)	mg/l	<0,05	0,05	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
DOC	mg/l	9,3	1	DIN EN 1484 : 2019-04

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Bei der Messung nach DIN EN 15936 : 2012-11 wurde Verfahren B verwendet.

Für die Messung nach DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 wurde das Probenmaterial mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.

Für die Messung nach DIN EN 15308 : 2016-12 wurde mittels Schütteln extrahiert und über mit Schwefelsäure aktiviertem Silicagel aufgereinigt.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN ISO 15923-1 : 2014-07 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 4 molarer Natronlauge stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN 1484 : 2019-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 2 molarer Salzsäure stabilisiert.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



Datum 23.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3799846 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße**
Analysennr. **492899 Mineralisch/Anorganisches Material**
Kunden-Probenbezeichnung **B3/KP1**

Beginn der Prüfungen: 16.01.2026
Ende der Prüfungen: 22.01.2026

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Im Fall einer Konformitätsbewertung wird als Entscheidungsregel der diskrete Ansatz angewendet. Das bedeutet, dass die Messunsicherheit bei der Aussage zur Konformität zu einer Spezifikation oder Norm nicht berücksichtigt wird.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "N" gekennzeichnet.

AG Landshut
HRB 7131
Ust/VAT-Id-Nr.:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dr. Carlo C. Peich
Dr. Paul Wimmer
Dr. Torsten Zurmühl



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14289-01-00

AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INN

Datum 21.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3799812 B55270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße**
Analysennr. **492785 Mineralisch/Anorganisches Material**
Probeneingang **16.01.2026**
Probenahme **keine Angabe**
Probenehmer **Auftraggeber**
Kunden-Probenbezeichnung **GWM2/KP1**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Fraktion < 2mm					DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	°	1,5	0,01	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	40,8	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Glühverlust	%		22,5	0,05	DIN EN 15169 : 2007-05
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%		12,3	0,1	DIN EN 15936: 2012-11 Verfahren B

Eluat

Eluaterstellung					DIN EN 12457-4 : 2003-01
Temperatur Eluat	°C		21,0	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert			8,8	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		298	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Sulfat (SO4)	mg/l		41	2	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Arsen (As)	mg/l		0,009	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
DOC	mg/l		17,4	1	DIN EN 1484 : 2019-04

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Bei der Messung nach DIN EN 15936 : 2012-11 wurde Verfahren B verwendet.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN ISO 15923-1 : 2014-07 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN 1484 : 2019-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 2 molarer Salzsäure stabilisiert.

Beginn der Prüfungen: 16.01.2026

Ende der Prüfungen: 21.01.2026

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung



AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INN

Datum 29.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysennr.
Probeneingang
Probenahme
Probenehmer
Kunden-Probenbezeichnung

3803094 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße
502682 Mineralisch/Anorganisches Material
13.01.2026
Dezember 2025
Auftraggeber (CH/RH)
MP GWM1/KP1+2

Einheit	Ergebnis	Eckpunkte- papier Jul. 2021 Z0	Eckpunkte- papier Jul. 2021 Z1.1	Eckpunkte- papier Jul. 2021 Z1.2	Eckpunkte- papier Jul. 2021 Z2	Best.-Gr.
---------	----------	---	---	---	---	-----------

Feststoff

Analyse in der Fraktion < 2mm							
Masse Laborprobe	kg	°	5,9				0,01
Trockensubstanz	%	°	88,3				0,1
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%		5,24				0,1
Cyanide ges.	mg/kg		2,6	1	10	30	100
EOX	mg/kg		<1,0	1	3	10	15
Königswasseraufschluß							
Arsen (As)	mg/kg		32	20	30	50	150
Blei (Pb)	mg/kg		12	40-100	140	300	1000
Cadmium (Cd)	mg/kg		<0,2	0,4-1,5	2	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg		15	30-100	120	200	600
Kupfer (Cu)	mg/kg		12	20-60	80	200	600
Nickel (Ni)	mg/kg		13	15-70	100	200	600
Quecksilber (Hg)	mg/kg		0,06	0,1-1	1	3	10
Zink (Zn)	mg/kg		36,9	60-200	300	500	1500
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg		<50				
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg		<50	100	300	500	1000
Naphthalin	mg/kg		<0,05				
Acenaphthylen	mg/kg		<0,05				
Acenaphthen	mg/kg		<0,05				
Fluoren	mg/kg		<0,05				
Phenanthren	mg/kg		<0,05				
Anthracen	mg/kg		<0,05				
Fluoranthren	mg/kg		0,23				
Pyren	mg/kg		0,19				
Benzo(a)anthracen	mg/kg		0,13				
Chrysen	mg/kg		0,12				
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg		0,15				
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg		0,08				
Benzo(a)pyren	mg/kg		0,16	<0,3	<0,3	<1	<1
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg		<0,05				
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		0,10				
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg		0,10				
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg		1,26 x)	3	5	15	20
PCB (28)	mg/kg		<0,005				
PCB (52)	mg/kg		<0,005				

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "x)" gekennzeichnet.

Datum 29.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag

3803094 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße

Analysennr.

502682 Mineralisch/Anorganisches Material

Kunden-Probenbezeichnung

MP GWM1/KP1+2

	Einheit	Ergebnis	Eckpunkte- papier Jul. 2021 Z0	Eckpunkte- papier Jul. 2021 Z1.1	Eckpunkte- papier Jul. 2021 Z1.2	Eckpunkte- papier Jul. 2021 Z2	Best.-Gr.
PCB (101)	mg/kg	<0,005					0,005
PCB (118)	mg/kg	<0,005					0,005
PCB (138)	mg/kg	<0,005					0,005
PCB (153)	mg/kg	<0,005					0,005
PCB (180)	mg/kg	<0,005					0,005
PCB-Summe	mg/kg	n.b.					
PCB-Summe (6 Kongenere)	mg/kg	n.b.	0,05	0,1	0,5	1	

Eluat

Eluaterstellung							
Temperatur Eluat	°C	20,1					0
pH-Wert		9,1	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	0
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	44	500	500/2000	1000/2500	1500/3000	10
Chlorid (Cl)	mg/l	<2,0	250	250	250	250	2
Sulfat (SO ₄)	mg/l	<2,0	250	250	250/300	250/600	2
Phenolindex	mg/l	<0,01	0,01	0,01	0,05	0,1	0,01
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	0,01	0,01	0,05	0,1	0,005
Arsen (As)	mg/l	0,006	0,01	0,01	0,04	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	<0,001	0,02	0,025	0,1	0,2	0,001
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0005	0,002	0,002	0,005	0,01	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	<0,001	0,015	0,03/0,05	0,075	0,15	0,001
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	0,05	0,05	0,15	0,3	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	0,04	0,05	0,15	0,2	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	0,0002/0,0005	0,001	0,002	0,0002
Zink (Zn)	mg/l	<0,05	0,1	0,1	0,3	0,6	0,05

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Bei der Messung nach DIN EN 15936 : 2012-11 wurde Verfahren B verwendet.

Für die Messung nach DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 wurde das Probenmaterial mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.

Für die Messung nach DIN EN 15308 : 2016-12 wurde mittels Schütteln extrahiert und über mit Schwefelsäure aktiviertem Silicagel aufgereinigt.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN ISO 15923-1 : 2014-07 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 4 molarer Natronlauge stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "x" gekennzeichnet.

Datum 29.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3803094 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße**
Analysennr. **502682 Mineralisch/Anorganisches Material**
Kunden-Probenbezeichnung **MP GWM1KP1+2**

Beginn der Prüfungen: 27.01.2026
Ende der Prüfungen: 29.01.2026

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Im Fall einer Konformitätsbewertung wird als Entscheidungsregel der diskrete Ansatz angewendet. Das bedeutet, dass die Messunsicherheit bei der Aussage zur Konformität zu einer Spezifikation oder Norm nicht berücksichtigt wird.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Methodenliste

Feststoff

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PAK-Summe (nach EPA) PCB-Summe PCB-Summe (6 Kongenere)

DIN EN ISO 11885 : 2009-09 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Zink (Zn)

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 17380 : 2013-10 : Cyanide ges.

DIN EN ISO 54321 : 2021-04 : Königswasseraufschluß

DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 : Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40

DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A : Trockensubstanz

DIN EN 15936 : 2012-11 Verfahren B : Kohlenstoff(C) organisch (TOC)

DIN 19747 : 2009-07 : Analyse in der Fraktion < 2mm Masse Laborprobe

DIN 38414-17 : 2017-01 : EOX

DIN EN 15308 : 2016-12 : PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)

DIN 38414-23 : 2002-02 : Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthren Pyren
Benzo(a)anthracen Chrysen Benzo(b)fluoranthren Benzo(k)fluoranthren Benzo(a)pyren Dibenz(ah)anthracen
Benzo(ghi)perylene Indeno(1,2,3-cd)pyren

Eluat

DIN EN ISO 10523 : 2012-04 : pH-Wert

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 14402 : 1999-12 (H 37) Verfahren nach Abschnitt 4 : Phenolindex

DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 : Cyanide ges.

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Zink (Zn)

DIN EN 12457-4 : 2003-01 : Eluaterstellung

DIN EN 27888 : 1993-11 : elektrische Leitfähigkeit

DIN ISO 15923-1 : 2014-07 : Chlorid (Cl) Sulfat (SO₄)

DIN 38404-4 : 1976-12 : Temperatur Eluat

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "n.a." gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INN

Datum 23.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysennr.
Probeneingang
Probenahme
Probenehmer
Kunden-Probenbezeichnung

3799846 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße
492894 Mineralisch/Anorganisches Material
13.01.2026
Dezember 2025
Auftraggeber (CH/RH)
MP BS1+BS2

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Fraktion < 2mm					DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	°	2,6	0,01	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	88,6	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%		2,73	0,1	DIN EN 15936: 2012-11 Verfahren B
Cyanide ges.	mg/kg		0,7	0,3	DIN EN ISO 17380 : 2013-10
EOX	mg/kg		<1,0	1	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß					DIN EN ISO 54321 : 2021-04
Arsen (As)	mg/kg		20	4	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Blei (Pb)	mg/kg		9,9	4	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Cadmium (Cd)	mg/kg		<0,2	0,2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Chrom (Cr)	mg/kg		12	2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kupfer (Cu)	mg/kg		10	2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Nickel (Ni)	mg/kg		11	3	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Quecksilber (Hg)	mg/kg		<0,05	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Zink (Zn)	mg/kg		28,1	6	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg		<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg		<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphthalin	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Acenaphthylen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Acenaphthen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Fluoren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Phenanthren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Anthracen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Fluoranthren	mg/kg		0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Pyren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(a)anthracen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Chrysen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(a)pyren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg		0,05 x)		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB (28)	mg/kg		<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (52)	mg/kg		<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "x)" gekennzeichnet.



Datum 23.01.2026

Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag

3799846 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße

Analysennr.

492894 Mineralisch/Anorganisches Material

Kunden-Probenbezeichnung

MP BS1+BS2

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
PCB (101)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (118)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (138)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (153)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (180)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB-Summe	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB-Summe (6 Kongenere)	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluaterstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
Temperatur Eluat	°C	19,8	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		8,6	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	98	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Chlorid (Cl)	mg/l	<2,0	2	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO4)	mg/l	3,0	2	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Phenolindex	mg/l	<0,01	0,01	DIN EN ISO 14402 : 1999-12 (H 37) Verfahren nach Abschnitt 4
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10
Arsen (As)	mg/l	0,008	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/l	0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/l	0,003	0,001	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Zink (Zn)	mg/l	<0,05	0,05	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
DOC	mg/l	5,2	1	DIN EN 1484 : 2019-04

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Bei der Messung nach DIN EN 15936 : 2012-11 wurde Verfahren B verwendet.

Für die Messung nach DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 wurde das Probenmaterial mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.

Für die Messung nach DIN EN 15308 : 2016-12 wurde mittels Schütteln extrahiert und über mit Schwefelsäure aktiviertem Silicagel aufgereinigt.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN ISO 15923-1 : 2014-07 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 4 molarer Natronlauge stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN 1484 : 2019-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 2 molarer Salzsäure stabilisiert.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Datum 23.01.2026

Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag

3799846 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße

Analysennr.

492894 Mineralisch/Anorganisches Material

Kunden-Probenbezeichnung

MP BS1+BS2

Beginn der Prüfungen: 16.01.2026

Ende der Prüfungen: 21.01.2026

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Im Fall einer Konformitätsbewertung wird als Entscheidungsregel der diskrete Ansatz angewendet. Das bedeutet, dass die Messunsicherheit bei der Aussage zur Konformität zu einer Spezifikation oder Norm nicht berücksichtigt wird.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "N" gekennzeichnet.

AG Landshut
HRB 7131
Ust/VAT-Id-Nr.:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dr. Carlo C. Peich
Dr. Paul Wimmer
Dr. Torsten Zurmühl



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14289-01-00

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INN

Datum 23.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3799846 B233270_FMG**, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße
Analysennr. **492934** Mineralisch/Anorganisches Material
Probeneingang **13.01.2026**
Probenahme **Dezember 2025**
Probenehmer **Auftraggeber (CH/RH)**
Kunden-Probenbezeichnung **BS4/GP2**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Fraktion < 2mm					DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	°	0,42	0,01	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	69,8	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Königswasseraufschluß					DIN EN ISO 54321 : 2021-04
Arsen (As)	mg/kg		28	4	DIN EN ISO 11885 : 2009-09

Eluat

Eluaterstellung					DIN EN 12457-4 : 2003-01
Temperatur Eluat	°C		19,8	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert			8,3	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		92	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Arsen (As)	mg/l		0,006	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Beginn der Prüfungen: 16.01.2026

Ende der Prüfungen: 21.01.2026

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Im Fall einer Konformitätsbewertung wird als Entscheidungsregel der diskrete Ansatz angewendet. Das bedeutet, dass die Messunsicherheit bei der Aussage zur Konformität zu einer Spezifikation oder Norm nicht berücksichtigt wird.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INN

Datum 29.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3803094 B233270_FMG**, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße
Analysennr. **502683** Mineralisch/Anorganisches Material
Probeneingang **13.01.2026**
Probenahme **Dezember 2025**
Probenehmer **Auftraggeber (CH/RH)**
Kunden-Probenbezeichnung **BS8/GP4**

Einheit Ergebnis Best.-Gr.

Feststoff

Analyse in der Fraktion < 2mm							
Masse Laborprobe	kg	°	0,72				0,01
Trockensubstanz	%	°	92,6				0,1
Königswasseraufschluß							
Arsen (As)	mg/kg		14				4

Eluat

Eluaterstellung							
Temperatur Eluat	°C		20,3				0
pH-Wert			9,0				0
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		70				10
Arsen (As)	mg/l		0,007				0,005

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.
Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.
Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.
Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Beginn der Prüfungen: 27.01.2026
Ende der Prüfungen: 29.01.2026

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Im Fall einer Konformitätsbewertung wird als Entscheidungsregel der diskrete Ansatz angewendet. Das bedeutet, dass die Messunsicherheit bei der Aussage zur Konformität zu einer Spezifikation oder Norm nicht berücksichtigt wird.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Datum 29.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3803094 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße**
Analysennr. **502683 Mineralisch/Anorganisches Material**
Kunden-Probenbezeichnung **BS8/GP4**

Methodenliste

Feststoff

DIN EN ISO 11885 : 2009-09 : Arsen (As)
DIN EN ISO 54321 : 2021-04 : Königswasseraufschluß
DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A : Trockensubstanz
DIN 19747 : 2009-07 : Analyse in der Fraktion < 2mm Masse Laborprobe

Eluat

DIN EN ISO 10523 : 2012-04 : pH-Wert
DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As)
DIN EN 12457-4 : 2003-01 : Eluaterstellung
DIN EN 27888 : 1993-11 : elektrische Leitfähigkeit
DIN 38404-4 : 1976-12 : Temperatur Eluat

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "n.a." gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INN

Datum 23.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3799846 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße**
Analysennr. **492859 Bodenmaterial/Baggergut**
Probeneingang **13.01.2026**
Probenahme **Dezember 2025**
Probenehmer **Auftraggeber (CH/RH)**
Kunden-Probenbezeichnung **B3/KP5**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Fraktion < 2mm					DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	°	4,2	0,01	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	96,4	0,1	DIN EN 15934 : 2012-11
Wassergehalt	%	°	3,6		Berechnung aus dem Messwert
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%		<0,1	0,1	DIN EN 15936: 2012-11 Verfahren B
EOX	mg/kg		<0,30	0,3	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß					DIN EN ISO 54321 : 2021-04
Arsen (As)	mg/kg		4,6	0,8	DIN EN 16171 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/kg		<2	2	DIN EN 16171 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/kg		<0,13	0,13	DIN EN 16171 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/kg		3	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/kg		2	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/kg		3	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/kg		<0,05	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/kg		<0,1	0,1	DIN EN 16171 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/kg		<6	6	DIN EN 16171 : 2017-01
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg		<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg		<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphtalin	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg		<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg		<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenzo(ah)anthracen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK EPA Summe gem. Ersatzbaustoffv	mg/kg		<1,0 #5)	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg		<1,0 x)	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "°" gekennzeichnet.

Seite 1 von 4

Datum 23.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3799846 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße**
Analysennr. **492859 Bodenmaterial/Baggergut**
Kunden-Probenbezeichnung **B3/KP5**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
PCB (28)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (52)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (101)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (118)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (138)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (153)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (180)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB 7 Summe gem. Ersatzbaustoffv	mg/kg	<0,010 #5)	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	<0,010 x)	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluatanalyse in der Fraktion <22,4 mm				DIN 19529 : 2023-07
Fraktion < 22,4 mm	%	100	0,1	DIN 19747 : 2009-07
Eluat (DIN 19529)				DIN 19529 : 2023-07
Temperatur Eluat	°C	20,0	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		9,0	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	68	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Sulfat (SO4)	mg/l	5,7	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Arsen (As)	µg/l	3,5	2,5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	µg/l	<1	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,25	0,25	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	µg/l	<1,0	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	µg/l	<0,025	0,025	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	µg/l	<0,06	0,06	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn)	µg/l	<30	30	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Trübung nach GF-Filtration	NTU	3,0	0,1	DIN EN ISO 7027 : 2000-04
PCB (28)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (52)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (101)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (118)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (138)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (153)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (180)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB 7 Summe gem. Ersatzbaustoffv	µg/l	<0,0030 #5)	0,003	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,0030 x)	0,003	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin	µg/l	0,026	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
1-Methylnaphthalin	µg/l	0,027	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	µg/l	0,024	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthen	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	0,020	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthren	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09



Datum 23.01.2026

Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag

3799846 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße

Analysennr.

492859 Bodenmaterial/Baggergut

Kunden-Probenbezeichnung

B3/KP5

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<i>Benzo(a)pyren</i>	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
<i>Dibenzo(ah)anthracen</i>	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
<i>Benzo(ghi)perylene</i>	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
<i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i>	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
<i>Naphthalin/Methylnaph.-Summe</i>	µg/l	0,077 #5)	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	<0,050 #5)	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>Naphthalin/Methylnaph.-Summe</i>	µg/l	0,077	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,050 x)	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

#5) Einzelwerte, die die Nachweisgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt. Bei Einzelwerten, die zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, wurde die halbe Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<... (NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Das Zeichen "<... (+)" in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Bei der Messung nach DIN EN 15934 : 2012-11 wurde Verfahren A verwendet.

Bei der Messung nach DIN EN 15936 : 2012-11 wurde Verfahren B verwendet.

Für die Messung nach DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 wurde das Probenmaterial mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.

Für die Messung nach DIN EN 17322 : 2021-03 wurde mittels Schütteln extrahiert und über mit Schwefelsäure aktiviertem Silicagel aufgereinigt. Die Detektion erfolgte mittels MS.

Für die Eluaterstellung wurden je Ansatz 350 g Trockenmasse +/- 5g mit 700 ml deionisiertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24h bei 5 Umdrehungen pro Minute im Überkopfschüttler eluiert. Bei Bedarf werden mehrere Ansätze parallel eluiert. Die Fest-/Flüssigphasentrennung erfolgte für hydrophile Stoffe gemäß Zentrifugation/Membranfiltration, für hydrophobe Stoffe gemäß Zentrifugation/Glasfaserfiltration.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 7027 : 2000-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN 38407-37 : 2013-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN 38407-39 : 2011-09 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Beginn der Prüfungen: 16.01.2026

Ende der Prüfungen: 22.01.2026

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Im Fall einer Konformitätsbewertung wird als Entscheidungsregel der diskrete Ansatz angewendet. Das bedeutet, dass die Messunsicherheit bei der Aussage zur Konformität zu einer Spezifikation oder Norm nicht berücksichtigt wird.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Datum 23.01.2026

Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag

3799846 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße

Analysennr.

492859 Bodenmaterial/Baggergut

Kunden-Probenbezeichnung

B3/KP5

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

DOC-0-19240788-DE-P4

AG Landshut
HRB 7131
Ust/VAT-Id-Nr.:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dr. Carlo C. Peich
Dr. Paul Wimmer
Dr. Torsten Zurmühl

Seite 4 von 4



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14289-01-00



AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INN

Datum 23.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysennr.
Probeneingang
Probenahme
Probenehmer
Kunden-Probenbezeichnung

3799846 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße
492878 Bodenmaterial/Baggergut
13.01.2026
Dezember 2025
Auftraggeber (CH/RH)
MP BS3+BS6

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Fraktion < 2mm					DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	°	2,3	0,01	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	89,2	0,1	DIN EN 15934 : 2012-11
Wassergehalt	%	°	10,8		Berechnung aus dem Messwert
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%		1,71	0,1	DIN EN 15936: 2012-11 Verfahren B
EOX	mg/kg		<0,30	0,3	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß					DIN EN ISO 54321 : 2021-04
Arsen (As)	mg/kg		21	0,8	DIN EN 16171 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/kg		8	2	DIN EN 16171 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/kg		<0,13	0,13	DIN EN 16171 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/kg		10	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/kg		7	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/kg		11	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/kg		0,06	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/kg		<0,1	0,1	DIN EN 16171 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/kg		23	6	DIN EN 16171 : 2017-01
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg		<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg		<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphtalin	mg/kg		<0,050 ^{m)}	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg		<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg		<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthren	mg/kg		<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg		<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg		<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg		<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg		<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg		<0,050 ^{m)}	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenzo(ah)anthracen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK EPA Summe gem. Ersatzbaustoffv	mg/kg		<1,0 ^{#5)}	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg		<1,0 ^{x)}	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "°" gekennzeichnet.



Datum 23.01.2026

Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag

3799846 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße

Analysennr.

492878 Bodenmaterial/Baggergut

Kunden-Probenbezeichnung

MP BS3+BS6

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
PCB (28)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (52)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (101)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (118)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (138)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (153)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (180)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB 7 Summe gem. Ersatzbaustoffv	mg/kg	<0,010 #5)	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	<0,010 x)	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluatanalyse in der Fraktion <22,4 mm				DIN 19529 : 2023-07
Fraktion < 22,4 mm	%	100	0,1	DIN 19747 : 2009-07
Eluat (DIN 19529)				DIN 19529 : 2023-07
Temperatur Eluat	°C	19,6	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		8,3	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	203	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Sulfat (SO4)	mg/l	9,6	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Arsen (As)	µg/l	8,7	2,5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	µg/l	2	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,25	0,25	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	µg/l	<1,0	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	µg/l	<0,025	0,025	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	µg/l	<0,06	0,06	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn)	µg/l	<30	30	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Trübung nach GF-Filtration	NTU	19	0,1	DIN EN ISO 7027 : 2000-04
PCB (28)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (52)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (101)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (118)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (138)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (153)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (180)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB 7 Summe gem. Ersatzbaustoffv	µg/l	<0,0030 #5)	0,003	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,0030 x)	0,003	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin	µg/l	<0,020 m)	0,02	DIN 38407-39 : 2011-09
1-Methylnaphthalin	µg/l	<0,010 m)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthen	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	0,010	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	<0,010 m)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthren	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	<0,010 m)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "x)" gekennzeichnet.



Datum 23.01.2026

Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag

3799846 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße

Analysennr.

492878 Bodenmaterial/Baggergut

Kunden-Probenbezeichnung

MP BS3+BS6

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylene	µg/l	<0,010 m)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	<0,050 #5)	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	0,050 #5)	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,050 x)	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,050 x)	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

#5) Einzelwerte, die die Nachweisgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt. Bei Einzelwerten, die zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, wurde die halbe Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

m) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<... (NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Das Zeichen "<... (+)" in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Bei der Messung nach DIN EN 15934 : 2012-11 wurde Verfahren A verwendet.

Bei der Messung nach DIN EN 15936 : 2012-11 wurde Verfahren B verwendet.

Für die Messung nach DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 wurde das Probenmaterial mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.

Für die Messung nach DIN EN 17322 : 2021-03 wurde mittels Schütteln extrahiert und über mit Schwefelsäure aktiviertem Silicagel aufgereinigt. Die Detektion erfolgte mittels MS.

Für die Eluaterstellung wurden je Ansatz 350 g Trockenmasse +/- 5g mit 700 ml deionisiertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24h bei 5 Umdrehungen pro Minute im Überkopfschüttler eluiert. Bei Bedarf werden mehrere Ansätze parallel eluiert. Die Fest-/Flüssigphasentrennung erfolgte für hydrophile Stoffe gemäß Zentrifugation/Membranfiltration, für hydrophobe Stoffe gemäß Zentrifugation/Glasfaserfiltration.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 7027 : 2000-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN 38407-37 : 2013-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN 38407-39 : 2011-09 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Beginn der Prüfungen: 16.01.2026

Ende der Prüfungen: 22.01.2026

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Im Fall einer Konformitätsbewertung wird als Entscheidungsregel der diskrete Ansatz angewendet. Das bedeutet, dass die Messunsicherheit bei der Aussage zur Konformität zu einer Spezifikation oder Norm nicht berücksichtigt wird.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



Datum 23.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3799846 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße**
Analysennr. **492878 Bodenmaterial/Baggergut**
Kunden-Probenbezeichnung **MP BS3+BS6**

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

DOC-0-19240788-DE-P8

AG Landshut
HRB 7131
Ust/VAT-Id-Nr.:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dr. Carlo C. Peich
Dr. Paul Wimmer
Dr. Torsten Zurmühl

Seite 4 von 4



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14289-01-00

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INN

Datum 30.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysenr.
Probeneingang
Probenahme
Probenehmer
Kunden-Probenbezeichnung

3803088 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße
502670 Bodenmaterial/Baggergut
13.01.2026
Dezember 2025
Auftraggeber (CH/RH)
BS8/GP2

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Gesamtfraktion					DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	°	1,3	0,01	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	81,3	0,1	DIN EN 15934 : 2012-11
Wassergehalt	%	°	18,7		Berechnung aus dem Messwert
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%		3,33	0,1	DIN EN 15936: 2012-11 Verfahren B
Königswasseraufschluß					DIN EN ISO 54321 : 2021-04
Arsen (As)	mg/kg		31	0,8	DIN EN 16171 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/kg		18	2	DIN EN 16171 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/kg		0,21	0,13	DIN EN 16171 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/kg		15	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/kg		12	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/kg		12	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/kg		0,11	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/kg		<0,1	0,1	DIN EN 16171 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/kg		49	6	DIN EN 16171 : 2017-01
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg		<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg		<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphthalin	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg		<0,050 m)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg		0,081	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg		0,12	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg		0,90	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg		0,30	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthren	mg/kg		1,7	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg		1,3	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg		0,44	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg		0,54	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg		0,74	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg		0,53	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg		0,66	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenzo(ah)anthracen	mg/kg		0,070	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		0,27	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg		0,18	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg		7,9 #5)	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg		7,8 x)	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "°" gekennzeichnet.



Datum 30.01.2026

Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag

3803088 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße

Analysennr.

502670 Bodenmaterial/Baggergut

Kunden-Probenbezeichnung

BS8/GP2

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
---------	----------	-----------	---------

Eluat

Eluatanalyse in der Fraktion <22,4 mm					DIN 19529 : 2023-07
Fraktion < 22,4 mm	%	°	100	0,1	DIN 19747 : 2009-07
Eluat (DIN 19529)		°			DIN 19529 : 2023-07
Temperatur Eluat	°C		20,3	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert			8,2	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		184	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Sulfat (SO ₄)	mg/l		4,3	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Arsen (As)	µg/l		16,1	2,5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	µg/l		5	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	µg/l		<0,25	0,25	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	µg/l		<1,0	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	µg/l		<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	µg/l		<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	µg/l		<0,025	0,025	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	µg/l		<0,06	0,06	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn)	µg/l		<30	30	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Trübung nach GF-Filtration	NTU		28	0,1	DIN EN ISO 7027 : 2000-04
Acenaphthylen	µg/l		<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthen	µg/l		0,030	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l		0,039	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l		0,17	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l		0,026	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthren	µg/l		0,095	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l		0,061	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l		0,023	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l		0,024	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthren	µg/l		0,019	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthren	µg/l		<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l		<0,030 m)	0,03	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l		<0,010 m)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylene	µg/l		0,015	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l		0,013	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
PAK 15 Summe gem.	µg/l		0,55 #5)	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
ErsatzbaustoffV					
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l		0,52 x)	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

#5) Einzelwerte, die die Nachweisgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt. Bei Einzelwerten, die zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, wurde die halbe Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

m) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<....(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Das Zeichen "<....(+)" in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Bei der Messung nach DIN EN 15934 : 2012-11 wurde Verfahren A verwendet.

Bei der Messung nach DIN EN 15936 : 2012-11 wurde Verfahren B verwendet.

Für die Messung nach DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 wurde das Probenmaterial mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.

Datum 30.01.2026
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3803088 B233270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße**
Analysennr. **502670 Bodenmaterial/Baggergut**
Kunden-Probenbezeichnung **BS8/GP2**

Für die Eluaterstellung wurden je Ansatz 350 g Trockenmasse +/- 5g mit 700 ml deionisiertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24h bei 5 Umdrehungen pro Minute im Überkopfschüttler eluiert. Bei Bedarf werden mehrere Ansätze parallel eluiert. Die Fest-/Flüssigphasentrennung erfolgte für hydrophile Stoffe gemäß Zentrifugation/Membranfiltration, für hydrophobe Stoffe gemäß Zentrifugation/Glasfaserfiltration.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 7027 : 2000-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN 38407-39 : 2011-09 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Beginn der Prüfungen: 27.01.2026

Ende der Prüfungen: 29.01.2026 (Verlängerung wg. Nacherfassung und/oder Plausibilitätsprüfung)

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Im Fall einer Konformitätsbewertung wird als Entscheidungsregel der diskrete Ansatz angewendet. Das bedeutet, dass die Messunsicherheit bei der Aussage zur Konformität zu einer Spezifikation oder Norm nicht berücksichtigt wird.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.



AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
SCHUSTERGASSE 14
83512 WASSERBURG/INN

Datum 23.12.2025

Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag 3793751 B255270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße
Analysenr. 478036 Wasser
Probeneingang 18.12.2025
Probenahme 17.12.2025 09:30
Probenehmer Auftraggeber (Christian Heinz)
Kunden-Probenbezeichnung GWM 1 - Grundwasser

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Grenzwert Methode

Sensorische Prüfungen

Färbung (Labor)		farblos			DIN EN ISO 7887 : 2012-04
Geruch (Labor)		nein			DIN EN 1622 : 2006-10 (Anhang C)
Geruchsart (Labor)		ohne			DEV B 1/2 : 1971
Geruchsstärke (Labor)		ohne			DEV B 1/2 : 1971

Physikalisch-chemische Parameter

Trübung (Labor) *)		klar			visuell
pH-Wert (Labor)		7,1	0		DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Temperatur bei pH-Messung	°C	21,4	0		DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	µS/cm	801	10		Berechnung aus dem Messwert
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	894	10		DIN EN 27888 : 1993-11
Temperatur bei Titration KS 4,3	°C	15,1	0		DIN 38404-4 : 1976-12

Summarische Parameter

Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	7,1	0,1		DIN 38409-7-2 : 2005-12
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V.	mmol/l	6,86	0,1		DIN 38409-7-1: 2004-03
Oxidierbarkeit (KMnO4-Verbrauch)	mg/l	12	0,5		DIN EN ISO 8467 : 1995-05
KMnO4-Index (als O2)	mg/l	3,0	0,13		DIN EN ISO 8467 : 1995-05

Kationen

Ammonium (NH4)	mg/l	0,04	0,03		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Calcium (Ca)	mg/l	140	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Magnesium (Mg)	mg/l	18	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01

Anionen

Chlorid (Cl)	mg/l	39	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrat (NO3)	mg/l	28	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO4)	mg/l	50	2		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfid leicht freisetzbar u)	mg/l	<0,010 (NWG)	0,03		DIN 38405-27 : 2017-10(UK)

Berechnete Werte

Kalkl. Kohlensäure *)	mg/l	<1	1		DIN 4030-2 : 2024-07
Carbonathärte	°dH	19,7	1		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Carbonathärte	mg/l CaO	197			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Nichtcarbonathärte	°dH	3,8	0		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Nichtcarbonathärte	mg/l CaO	38,1	0		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte	°dH	23,7	1		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Seite 1 von 2

Datum 23.12.2025
Kundennr. 5000000873

PRÜFBERICHT

Auftrag **3793751 B255270_FMG, Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße**
Analysennr. **478036 Wasser**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Gesamthärte	mg/l CaO	237			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	4,23	0,18		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030)		nicht angreifend			DIN 4030-1 : 2024-07
Calcium	mol/m³	3,5			Berechnung aus c(Calcium)
Neutralsalze	mol/m³	2,1			Berechnung aus c(Chlorid)+2c(Sulfat)

*Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.
Das Zeichen "<....(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.*

u) externe Dienstleistung eines AGROLAB GROUP Labors

Untersuchung durch

(UK) AGROLAB Umwelt GmbH, Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, für die zitierte Methode akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Akkreditierungsverfahren: D-PL-22637-01-00 DAkkS
Methoden

DIN 38405-27 : 2017-10

Beginn der Prüfungen: 18.12.2025
Ende der Prüfungen: 23.12.2025

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Im Fall einer Konformitätsbewertung wird als Entscheidungsregel der diskrete Ansatz angewendet. Das bedeutet, dass die Messunsicherheit bei der Aussage zur Konformität zu einer Spezifikation oder Norm nicht berücksichtigt wird.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Anlage (9)

BERICHT ZUR KAMPFMITTELVORERKUNDUNG



14.10.2025

Kampfmittelvorerkundung

Kampfmittelbewertung durch Luftbild- u. Archivauswertung
laut Baufachliche Richtlinien Kampfmittelräumung (BFR KMR) der Phase A

Projekt:	Erschließung Wohnquartier an der Ludwigstraße in Hallbergmoos
Auftraggeber:	Crystal Geotechnik GmbH Schustergasse 14 83512 Wasserburg a. Inn
Untersuchungszweck:	Kampfmittelvorerkundung
Bezug:	Beauftragung vom 25.09.2025
Bericht Nr.:	001
Projekt-Nr.:	25-395

Diese Kampfmittelvorerkundung umfasst inklusive Deckblatt 20 Seiten

Aufgrund bestehender Lizenzbestimmungen ist eine Weitergabe an Dritte und dessen Veröffentlichung sowie Vervielfältigung jedweder Art nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung und Einholung weiterer Nutzungsrechte gestattet.

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis.....	2
2	Zusammenfassung.....	3
3	Beauftragung.....	4
3.1	Aufgabenstellung.....	4
4	Auswertungsgrundlagen	5
4.1	Verfügbare Archivalien und Dokumente.....	5
4.2	Luftaufnahmen	6
4.3	Digitales Geländemodell.....	6
4.4	Bewertung der Auswertungsgrundlage.....	7
5	Ergebnisse der Auswertung	8
5.1	Luftangriffe	8
5.2	Unterlagen, Fachliteratur und sonstige Quellen	9
5.2.1	Kriegsende in Hallbergmoos	9
5.2.2	Einmarsch der Amerikaner in Hallbergmoos	9
6	Betrachtung.....	12
6.1	Geographische Lage.....	12
6.2	Visuelle Interpretation der in Tabelle 1 aufgeführten Luftaufnahmen.....	12
6.3	Luftaufnahmen	13
6.4	Verursachungsszenarien.....	16
7	Fazit	17
8	Verweise	18
9	Konzept der Luftbildauswertung.....	18
9.1	Zweck der Luftbildauswertung	18
9.2	Kampfmittelbelastung	18
10	Rechtsgrundlagen.....	19
11	Verfahrensablauf Länder.....	19
11.1	Bayern.....	19
12	Kampfmittelfreigabe durch Luftbildauswertung	20

2 Zusammenfassung

Die vorliegende Begutachtung für des BV „Erschließung Wohnquartier an der Ludwigstraße in Hallbergmoos“, wurde im Zuge der Kampfmittelvorerkundung als Luftbild- und Archivauswertung erstellt.

Es betrachtet eine mögliche Belastung durch Kampfmittel bis Ende des Zweiten Weltkrieges. Auf dessen Grundlagen kann eine Bewertung erfolgen, ob eine kampfmitteltechnische Erkundung der Flächen notwendig ist.

Die Analysen beinhalteten die Auswertungen der benötigten Luftbilder im Untersuchungsbereich sowie historische Dokumente, Berichte und firmeneigene Aufzeichnungen.

Es wird keine Berücksichtigung auf bereits stattgefundene Kampfmittelberäumungen oder Verfüllungen nach 1945 genommen.

Für den vorgegebenen Untersuchungsbereich (Abbildung 1, S.4) konnte keine potenzielle Kampfmittelbelastung ermittelt werden.

Gemäß der Kategorie 1 der BFR KMR besteht kein weiterer Handlungsbedarf.

Kategorie 1 Der Kampfmittelverdacht hat sich nicht bestätigt. Außer einer Dokumentation besteht kein weiterer Handlungsbedarf.¹

Tabelle 1: Kategoriein nach BFR KMR (2018)

Kategorie	Erläuterung
1	Der Kampfmittelverdacht hat sich nicht bestätigt. Außer einer Dokumentation besteht kein weiterer Handlungsbedarf.
2	Auf der Fläche werden Kampfmittelbelastungen vermutet oder wurden festgestellt. Für die Gefährdungsabschätzung sind weitere Daten erforderlich. Es besteht weiterer Erkundungsbedarf.
3	Die festgestellte Kampfmittelbelastung stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Gefährdung dar. Sie ist zu dokumentieren. Bei Nutzungsänderungen und Infrastrukturmaßnahmen ist eine Neubewertung durchzuführen. Daraus kann sich ein neuer Handlungsbedarf ergeben.
4	Die festgestellte Kampfmittelbelastung stellt eine Gefährdung dar, die eine Beseitigung erfordert.
5	Die Kampfmittelbelastung wurde vollständig geräumt.

¹ (Bundesministerium des Inneren, et al., 2018) S.46

3 Beauftragung

Besel-KMB wurde durch die Crystal Geotechnik GmbH, seitens Herrn Thomas Langer, für diese Kampfmittelvorerkundung das Untersuchungsgebiets laut BFR KMR der Phase A am 25.09.2025 beauftragt.

3.1 Aufgabenstellung

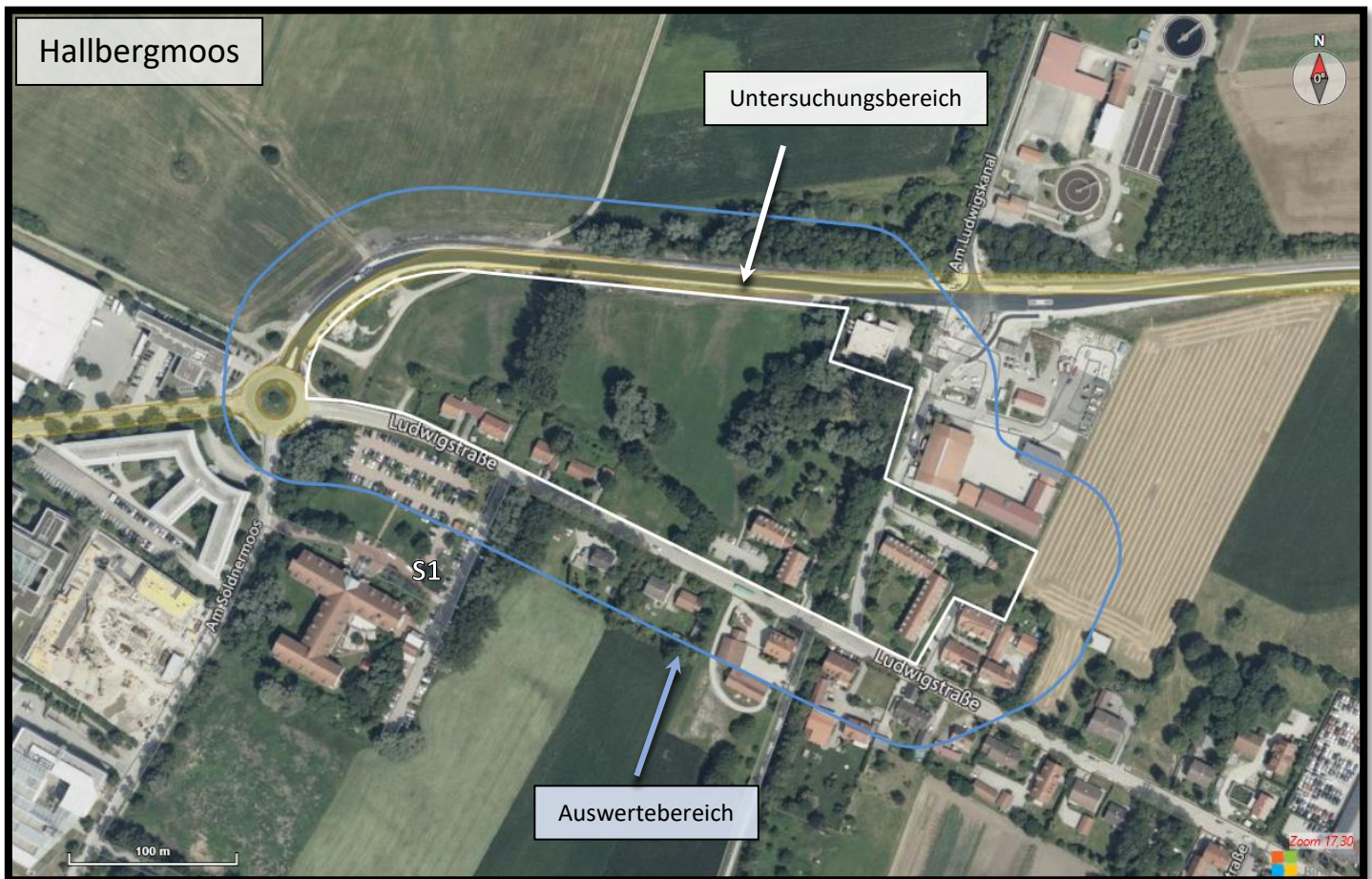


Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes (weiß) + 50m Sicherheitspuffer (blau) und hinterlegtem, aktuellen Luftbild (Maps©Bing/Microsoft Corporatio).

Zur Überprüfung eventueller Kampfmittelbelastungen, werden folgende Verursachungsszenarien nach BFR KMR A-2.1.4 untersucht:

- Luftangriffe, Bodenkämpfe, Munitionsvernichtung, Militärischer Regelbetrieb und Munitionsproduktion und -lagerung².

² ebd. S.151-182

4 Auswertungsgrundlagen

4.1 Verfügbare Archivalien und Dokumente

Zur Ermittlung von Kampfhandlungen wurde eine Vorauswahl an einschlägiger, allgemeiner und regionaler Literatur vorgenommen und anschließend auf Ereignisse untersucht, die das Auswertgebiet direkt betreffen oder in der näheren Umgebung stattgefunden haben könnten.

Folgende Dokumente und Literatur standen zur Auswertung zur Verfügung:

1. Joachim Brückner (1987): Kriegsende in Bayern 1945, Der Wehrkreis VII und die Kämpfe zwischen Donau und Alpen.
2. Bauer (1987): Fliegeralarm. Luftangriffe auf München 1940-1945.
3. David M. Gansz, Fifteenth Air Force War Diary
4. M.Wind / H.Günther (1998), Kriegstagebuch vom 30 Oktober 1943 bis 6. Mai 1945, 17. SS-Panzer-Grenadier-Division „Götz von Berlichingen“.
5. Kochendörfer/Schmid, Freising unter dem Hakenkreuz.
6. Hans-Günter Richardi, Bomber über München, Der Luftkrieg von 1939 bis 1945.
7. Harald G. Dill / Karlheinz Hetz, Luftkrieg von Aschaffenburg bis Zwiesel, Bd. I bis III
8. Militärhistorische Schriftreihe Heft 30, Die Wehrkreise XVII und XVIII 1938-1945.
9. Cord von Hobe, Einsatz der Panzerkampf-Gruppe XIII (von Hobe) 06.04.1945 – 05.05.1945.
10. Thomas Albrich / Amo Gisinger, Im Bombenkrieg, Tirol und Vorarlberg 1943-1945.
11. Erich Kuby, Das Ende des Schreckens, Dokumente des Untergangs / Januar bis Mai 1945.
12. Irmtraud Permooser, Der Luftkrieg über München 1942-1945.
13. Helmut Veeh, Die Kriegsfurie über Franken 1945 und das Ende in den Alpen.
14. Roger A. Freeman, Mighty Eighth War Diary
15. Hans Willbold, Der Luftkrieg zwischen Donau und Bodensee.
16. Harald G. Dill / Karlheinz Hetz, Der Luftkrieg in Nordostbayern.
17. Pfister (2005): Das Ende des zweiten Weltkriegs im Erzbistum München und Freising. Bd. 8. Teil I und II.
18. Report of Operations, The Seventh United States Army, in France and Germany 1944-1945, Volume II.
19. Reinhold Friedrich, Spuren des Nationalsozialismus im bayrischen Oberland.
20. Enemy Branch, The Bombers's Beadecker, Guide tot he Economic Importance of German Towns and Citis) 2nd (1944) Edition, Part I and II.
21. Ernst Keller, Als der Luftkrieg in unsere Heimat kam / Erinnerungen an den Bombenangriff auf Freising am 18. April 1945.

+ umfangreiche Bestände an Text- und Bilddokumenten verschiedener nationaler und internationaler Archive sowie eine eigene, ständig aktualisierte Bibliothek mit über 100 Titeln.

4.2 Luftaufnahmen

Die Bestände folgender Archive werden für das vorliegende Auswerteggebiet „Freising / Hallbergmoos“ als ausschlaggebend erachtet und herangezogen:

- U.S. National Archives and Records Administration (NARA, College Park MD, US-amerikanisches Nationalarchiv)
- U.S. Air Force Historical Research Agency (AFHRA, Maxwell AL, Archiv der US-amerikanischen Luftstreitkräfte)
- The National Archives (TNA, Kew, britisches Nationalarchiv)
- Bundesarchiv der BRD (BArch)

Für den Auswertebereich „Erschließung Wohnquartier Ludwigstraße in Hallbergmoos,“, wurden die in Tabelle 2 aufgelisteten Luftbildserien ausgewertet. Die Aufnahmen liegen als digitale Scans in einer Auflösung von 1.200 dpi vor, um alle Bilddetails erfassen zu können.

Tabelle 2: Auflistung der verwendeten Luftbilder

Pos.	Flugnummer	Bildnummer	Flugdatum	Maßstab	Menge	Quelle
1	60-0449	5017	28.05.1944	1:60000	1	Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH
2	60-0747	3005	19.09.1944	1:17000	1	Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH
3	60-0747	5002	19.09.1944	1:58000	1	Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH
4	7-213A	8086	24.03.1945	1:52000	1	Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH
5	7-212A	8078	24.03.1945	1:56000	1	Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH

4.3 Digitales Geländemodell

Ergänzend zu den schriftlichen Quellen und Luftbildern wurde für die bewaldeten Bereiche neben dem Auswertungsgebietes ein digitales Geländemodell ausgewertet (DGM 1; Quelle: LANDESAMT FÜR DIGITALISIERUNG, BREITBAND UND VERMESSUNG BAYERN), das aus aktuellen flugzeuggestützten Laserscanning-Daten erzeugt wurde.

Erfahrungsgemäß bleibt die Geländebeschaffenheit eines Waldes bei geringem Einfluss durch den Menschen über Jahrzehnte hinweg nahezu unverändert. Unter der Voraussetzung, dass der zu untersuchende Waldbereich seit dem Zweiten Weltkrieg ununterbrochen besteht, können anhand eines DGMs Hohlformen wie zum Beispiel Bombentrichter beziehungsweise Vollformen wie Bunkeranlagen noch heute nachgewiesen werden.

4.4 Bewertung der Auswertungsgrundlage

Der vorliegende Bericht liegt in dem Bereich der Phase A - Historische Erkundung und Bewertung.

Tabelle 3: Phasenbild der Kampfmittelräumung

Phase A	Historische Erkundung der möglichen Kampfmittelbelastung und Bewertung
Phase B	Technische Erkundung der möglichen bzw. festgestellten Kampfmittelbelastung und Gefährdungsabschätzung
Phase C1	Räumkonzept, Ausschreibung und Vergabe der Leistung
Phase C2	Räumung, Abnahme und Dokumentation

Eine vollständige Phase A enthält wiederum die folgenden Bausteine:

- Standortbeschreibung und Ermittlung der Kostenwirkungsfaktoren
- Archivrecherche
- Luftbildauswertung
- Geländebegehung
- Zeitzeugenbefragung
- Darstellung der Verursachungsszenarien
- Ermittlung und Darstellung durchgeführter Kampfmittelräumungen

Dieser Bericht liefert einen ersten, orientierenden Überblick und beschränkt sich auf den Bereich der Luftbildauswertung und Archivrecherche für den Zeitraum des Zweiten Weltkrieges.

Für den Auswertebereich des BV „Erschließung Wohnquartier an der Ludwigstraße in Hallbergmoos“, stehen regionale und überregionale Fachliteratur sowie online recherchierte Informationen zur Verfügung.

Es liegen Luftbildserien ab Mai 1944 bis nach Kriegsende vor.

Die Situation nach der Einnahme durch die amerikanischen Truppen wurde nicht ausreichend durch eine Befliegung dokumentiert.

Diese Grundlagen liefern detaillierte Informationen zum Luft- und Bodenkrieg in der Gegend, somit kann eine belastbare Risikobewertung erfolgen.

5 Ergebnisse der Auswertung

5.1 Luftangriffe

Die Auswertung der bestehenden Unterlagen führte zu dem Ergebnis, dass das Untersuchungsgebiet im Zweiten Weltkrieg nicht von strategischen und taktischen³ Luftangriffen betroffen war.

Tabelle 4: chronologische Auflistung der Luftangriffe bei Freising

Zusammenstellung der Luftangriffe (Bombenabwürfe)							
Pos	Datum	Ort	Flugzeug	Art	Schäden/Ziel	Tote	Verw.
1	13.06.1944	Freising	2 B-24 Bomber der 15 AF	80 x 100 INC-Brandbomben	NB	NB	Gansz
2	29.12.1944	Freising-Regensburg-Stuttgart-Nord Italien	10 F-5 der 15 AF F-5 = Aufklärungs-version der P-38	Aufklärungsflug	NB	NB	Gansz ⁴
3	22.02.1944	Freising	B-24 Bomber der 15 AF	Kein Abwurf von Spreng- oder Brandbomben	NB	NB	Gansz
		Marzling-Freising	Jagdbomber	Bordwaffenbeschuss	Sanitätszug mit Flüchtlingen zwischen Marzling und Freising	30	Keller ⁵
4	18.04.1945	Freising	61 B-17 Bomber der 8 AF	149.5 t Sprengbomben	Bahnhofsgebiet Umliegende Industrie	224	Roger A. ⁶

NB = nicht bekannt.

Bemerkung: Aufgenommen wurden nur Ereignisse, soweit sie mit Sicherheit festgestellt werden konnten. Die Auflistungen haben keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit.

³ taktische Angriffe wurden im Radius von 1 km um das Auswertgebiet einbezogen.

⁴ (Gansz, 2022)

⁵ (Keller, 2017)

⁶ (Freeman, 1981)

5.2 Unterlagen, Fachliteratur und sonstige Quellen

5.2.1 Kriegsende in Hallbergmoos

Pfarrei Hallbergmoos

Berichterstatter: Pfarrer Karl Morath

Datum: 1. August 1945

In Hallbergmoos, das ziemlich abseits von der großen Welt liegt, hat sich das Kriegsgeschehen verhältnismäßig wenig ausgewirkt. Wohl hat auch die Gemeinde Hallbergmoos - Seelenzahl rund 1300 - ihren Blutzoll entrichten müssen mit 44 Gefallenen, die bis heute gemeldet wurden; sonst blieb sie aber ziemlich verschont von den Heimsuchungen, die andere Gemeinden trafen. Schäden durch Fliegerangriffe sind überhaupt keine zu verzeichnen. In der zum Pfarrsprengel gehörenden Expositur Goldach dagegen fielen am 9. Juni 1944 etwa 30 Sprengbomben, wodurch das Goldacher Pfarrhaus Fenster- und Dachsäden erlitt und einige Stadel und Scheunen beschädigt wurden. Die Bomben selber fielen alle nur auf Wiesen und Scheunen, die sich auf den Feldern befanden. Personen wurden damals nicht verletzt. Durch deutsche Flakgranaten kamen einige Wochen später die beiden N.N. - Vater und Sohn - ums Leben.⁷

5.2.2 Einmarsch der Amerikaner in Hallbergmoos

Der Einmarsch der Amerikaner vollzog sich im Ort völlig kampflos. Der Ortspfarrer und die Birkenecker Patres wurden achtungsvoll behandelt, von jeder Einquartierung verschont; der Gottesdienst wurde nicht gestört. Während der Besetzungszeit wohnten zahlreiche Amerikaner dem Pfarrgottesdienst bei - besonders an "Pfingsten" - und besuchten oft die Kirche. Häuser- oder Personenschäden sind keine zu melden. Am 30. April 1945 wurde das Birkenecker Wäldchen einige Stunden unter Feuer gehalten, da sich einige Tage lang dort deutsche Panzer verborgen hielten. Der entstandene Holzschaden war nicht unbeträchtlich.⁸

Auswertebedingungen		
Luftbildverfügbarkeit	☐ gut ☒ eingeschränkt ☐ nicht gegeben	Anmerkungen: Es stehen keine Nachkriegs-luftbilder der gesamten Auswertefläche zur Verfügung.
Qualität	☒ überwiegend gut ☐ überwiegend schlecht	Anmerkungen:
Bodensicht	☒ gut ☐ eingeschränkt ☐ nicht gegeben	Anmerkungen:
Informationsdefizite	☐ ja ☒ nicht ableitbar	Anmerkungen:

⁷ (Pfister, 2005)

⁸ (Pfister, 2005)

Umgebung bis Kriegsende 1945		
Nutzung des Auswertgebietes	Landwirtschaftlich genutzte Fläche.	
Nutzung der Umgebung	Acker- und Weidefläche, vereinzelt ländliche Bebauung	
Potentielle, taktische Ziele	Nicht bekannt	
Militärische Nutzung	☐ Truppenübungsplatz ☐ Standortübungsplatz ☐ Fliegerhorst ☐ Rüstungsindustrie ☒ Nicht ableitbar	Anmerkungen:
Luftangriffe		
Bombardierung	☐ Bombenrichter ☐ Brandbomben ☐ Trümmerflächen ☐ vermutete (weitere Oberflächenstörungen oder Bodenverfärbungen) ☐ Angriffsschronik ☒ keine Hinweise	Anmerkungen:
Bordwaffenbeschuss	☐ Hinweis aus Literatur ☒ keine Hinweise	Anmerkungen:
Bodenkämpfe		
Artilleriebeschuss, PAK (PAK= Panzerabwehrkanone)	☐ sichtbar ☐ ja ☒ nein	Anmerkungen:
beschädigte Infrastruktur bzw. Vegetation	☐ sichtbar ☐ nicht sichtbar ☒ nein	Anmerkungen:
weitere Hinweise	☐ Angriffsschronik ☒ keine Hinweise	Anmerkungen:
Stellungen und Anlagen		
Flakstellung (FLAK =Flugabwehrkanone)	☐ ja ☒ nicht vorhanden	Anmerkungen:
Stellungssysteme	☐ ja ☒ nicht vorhanden	Anmerkungen:
Deckungslöcher	☐ ja ☒ nicht vorhanden	Anmerkungen:
Panzergraben / Sperren	☐ ja ☒ nicht vorhanden	Anmerkungen:
weitere Anlagen / Stellungen	☐ ja ☒ nicht vorhanden	Anmerkungen:

Allgemeine kampfmittelverdächtige Oberflächenstrukturen		
Entwässerungsgraben	☐ ja ☒ nicht vorhanden	Anmerkungen:
Löschteich / Weiher	☐ ja ☒ nicht vorhanden	Anmerkungen:
Stausee, Staubecken	☐ ja ☒ nicht vorhanden	Anmerkungen:
Gewässer	☒ ja ☐ nicht vorhanden	Anmerkungen: -Goldach -Isar
weitere Formen die auf Rückschlüsse durch Kriegshandlungen schließen	☐ ja ☒ nicht vorhanden	Anmerkungen:
Digitales Geländemodell (DGM)		
bewaldetes Gebiet im Untersuchungsbereich	☐ ja ☒ nein	Anmerkungen:
bewaldetes Gebiet in der näheren Umgebung	☒ Ja ☐ nein	Anmerkungen: Vereinzelte Waldgebiete ca. 1,8 km westlich des Auswertgebietes entlang der Isar.
Zusammenfassung	☐ Bombenrichter ☐ Gräben / Stellungen ☐ symmetrische Bodenveränderung ☐ Gruben / Deponie ☒ nicht vorhanden ☐ mögliche archäologische Auffälligkeiten	Anmerkungen:
Ergebnis		
Hinweise	☐ ermittelt ☒ nicht ermittelt	Anmerkungen: Nach Auswertung der vorliegenden Luftbilder fällt das Untersuchungsgebiet in Anlehnung an die BFR KMR (2018) in die Kategorie 1
Handlungsbedarf	☐ ja ☒ nein	Der Kampfmittelverdacht hat sich nicht bestätigt. Außer einer Dokumentation besteht kein weiterer Handlungsbedarf.

6 Betrachtung

6.1 Geographische Lage

Hallbergmoos ist eine Gemeinde im oberbayerischen Landkreis Freising. Sie liegt etwa 25 km nördlich von München in unmittelbarer Nähe des 1992 eröffneten Flughafen München, dessen Gelände sich zum Teil auf dem Gebiet der Gemeinde erstreckt. Das Gemeindegebiet liegt im Bereich des Erdinger Moores. Von Süden nach Norden wird es von der Goldach durchquert. Der größte Teil der nicht bebauten Flächen wird als Äcker und Wiesen landwirtschaftlich genutzt. Nur entlang der im Westen verlaufenden Isar gibt es größere Waldgebiete. Darüber hinaus befinden sich auch Teile des Naturwaldes Auwälder an der mittleren Isar innerhalb oder in der Nähe der Gemeinde.

Der Untersuchungsbereich befindet sich nordwestlich unweit des Munich Airport Business Parks, grenzt nördlich an die Schweigerstraße und südlich an die Ludwigstraße. Östlich durchquert die Goldach den Untersuchungsbereich.

6.2 Visuelle Interpretation der in Tabelle 1 aufgeführten Luftaufnahmen

Das Untersuchungsgebiet war zur Zeit des Zweiten Weltkrieges nicht bebaut.

Die südlich gelegene heutige Ludwigstraße war bereits als befestigte Straße ausgebaut und von vereinzelten Wohn- und Geschäftsgebäuden umsäumt. Umliegend befinden sich weitläufige Acker- und Weideflächen. Die Bebauung hat bis heute stark zugenommen. Die östlich durchquerende Goldach wurde in ihrem Verlauf bis heute nicht verändert.

Die Bodensicht ist größtenteils uneingeschränkt, partiell führt Vegetation zu Beeinträchtigung. Aufgrund der unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkte der Überflugbilder, können durch Schattenfall bedingte mögliche Erkenntnislücken minimiert werden. Ergänzend erfolgte für die bewaldeten Areale die Auswertung eines Digitalen Geländemodells.

Aus den historischen Berichten und bestehenden Luftbildern sind keine möglichen Hinweise auf eine Belastung durch Kampfmittel im Untersuchungsbereich zu entnehmen.

Gemäß Baufachlicher Richtlinien Kampfmittelräumung besteht ein weiterer Handlungsbedarf nach Kategorie 1.

6.3 Luftaufnahmen

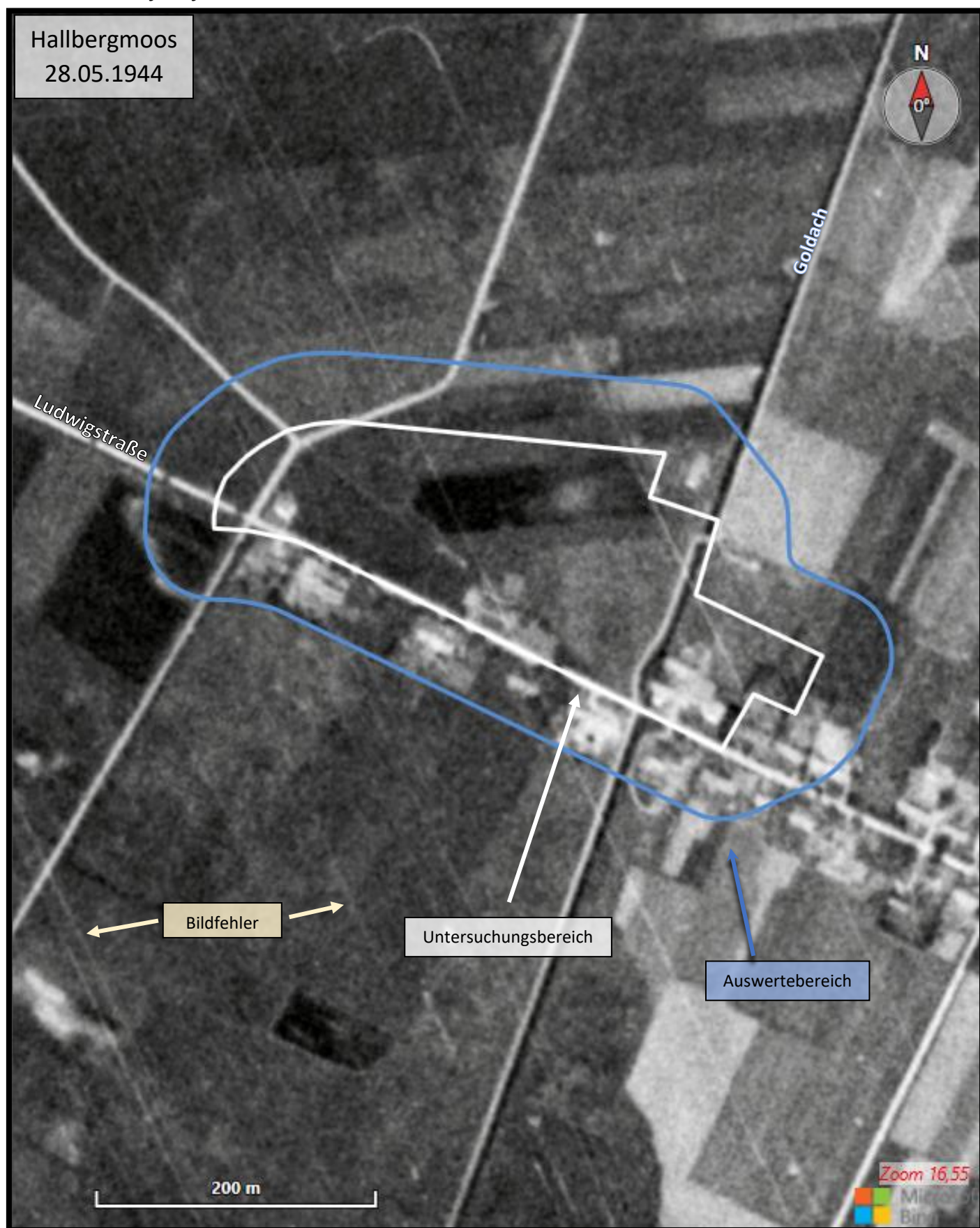


Abbildung 2: Luftbild Pos.1, Tab.2; Krieglufteicht des Auswertebereiches ohne ersichtliche Kriegsschäden. Bildfehler in Form von Streifen auf dem gesamten Luftbild vorhanden. Bild: Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH.

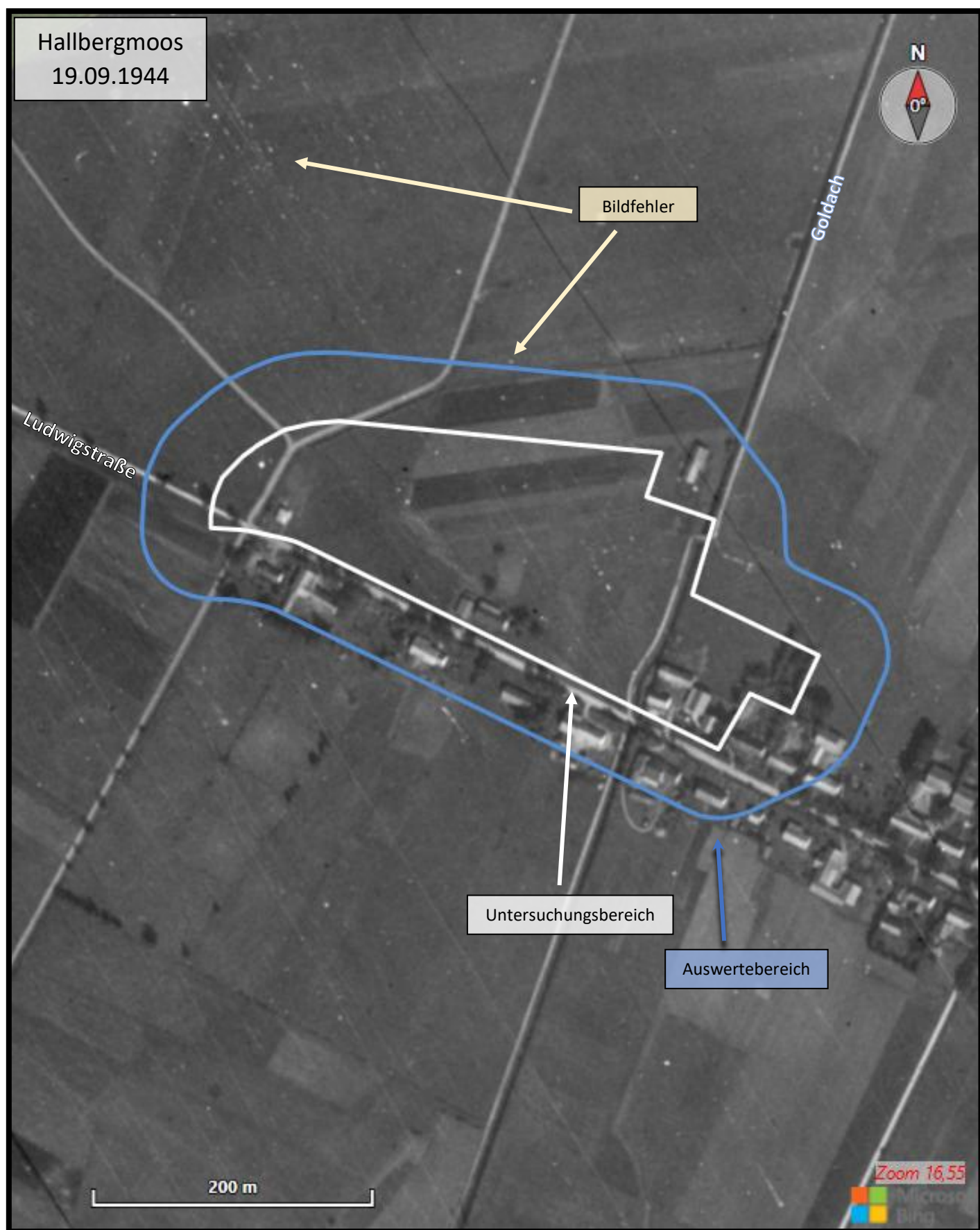


Abbildung 3: Luftbild Pos.3, Tab.2; Weitere Kriegsluftsicht ohne Schäden durch Abwurfmunition im Untersuchungsbereich. Bildfehler vorhanden (auf dem gesamten Luftbild, weiße Punkte und Streifen) Bild: Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH.

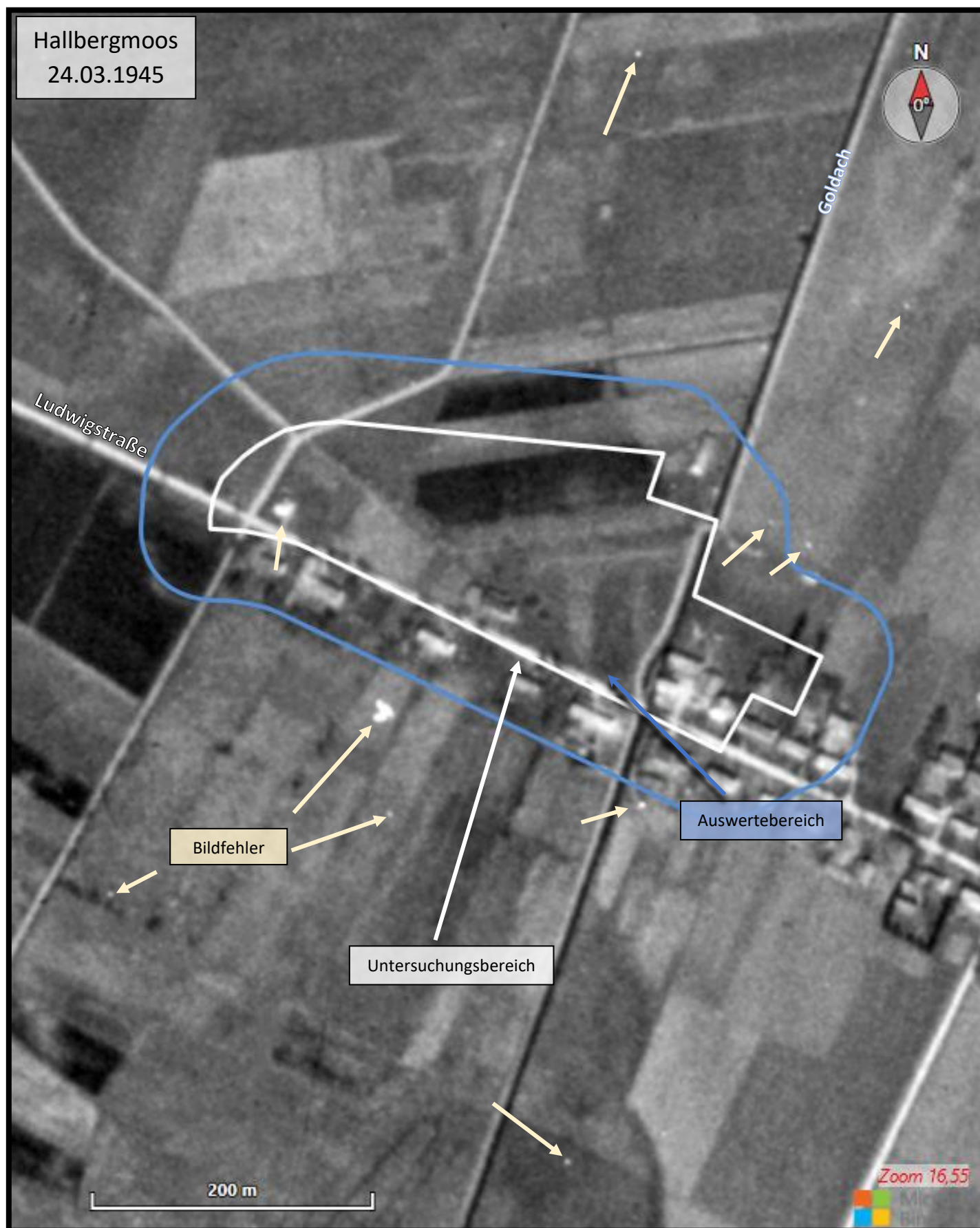


Abbildung 4: Luftbild Pos.4, Tab.2; Letzte Kriegsflugsicht ohne Oberflächenveränderungen im Auswertebereich, Bildfehler vorhanden.
Bild: Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH.

6.4 Verursachungsszenarien

Verschiedene Vorgänge und Handlungen können zu einer Kampfmittelbelastung geführt haben. Die Baufachlichen Richtlinien Kampfmittelräumung unterscheidet ohne Anspruch auf Vollständigkeit 5 Hauptgruppen als regelmäßige Ursachen:

Verursachungsszenarien		
Luftangriffe	☐ Bombardierung ☐ Bordwaffenbeschuss ☒ nicht bekannt	Anmerkungen:
Bodenkämpfe	☐ Blindgegangene Munition ☐ In Stellungen zurückgelassene oder verklappte Munition ☐ Minenfelder ☐ Sprengfallen ☐ Verminte Infrastruktur ☐ bekannt ☒ nicht bekannt	Anmerkungen:
Munitionsvernichtung	☐ Munitionsvernichtung durch Sprengmunition ☐ Munitionsbeseitigung durch Ablagerung ☐ Munitionsbeseitigung durch Versenkung ☒ nicht bekannt	Anmerkungen:
Militärischer Regelbetrieb	☐ Truppenübungsplatz ☐ Standortübungsplatz ☐ Fliegerhorst ☐ Rüstungsbetrieb ☒ nicht bekannt	Anmerkungen:
Munitionsproduktion / -lagerung	☐ Industrielle Standorte der Munitionsproduktion ☐ Munitionsanstalten ☒ nicht bekannt	Anmerkungen:

Erläuterung für „nicht bekannt“:

Weder bestehende Luftbilder noch Archivrecherche begründen einen einwandfreien Verdacht.

7 Fazit

Für den Auswertebereich der Erschließung des Wohnquartiers an der Ludwigstraße in Hallbergmoos, konnte nach Auswertung der vorliegenden Luftbildserien und Unterlagen keine potenzielle Kampfmittelbelastung ermittelt werden.

Gemäß Baufachlicher Richtlinien Kampfmittelräumung besteht kein weiterer Handlungsbedarf nach der Kategorie 1.

Kategorie 1: Der Kampfmittelverdacht hat sich nicht bestätigt. Außer einer Dokumentation besteht kein weiterer Handlungsbedarf.

Ohlstadt, den 14.10.2025



Andreas Besel

Geschäftsführer und Inhaber §7 SprengG,
fachkundig nach §20 SprengG.

8 Verweise

Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat und Bundesministerium der Verteidigung. 2018. Baufachliche Richtlinien Kampfmittelräumung (BFR KMR). [Online] September 2018. www.bfr-kmr.de/dokumente/BFR_KMR_Stand_September_2018.pdf.

Freeman, Roger A. 1981. *Mighty Eighth War Diary*. London : Jane`s Publishing Company Limited, 1981.

Gansz, David M. 2022. *FIFTEENTH AIR FORCE WAR DIARY, Bombing by the Numbers*. s.l. : First Mountain Belgians, 2022. ISBN: 978-1-7343806-1-3.

Keller, Ernst. 2017. *Als der Luftkrieg in unsere Heimat kam / Erinnerungen an den Bombenangriff auf Freising am 18. April 1945*. Wolnzach : verlagshaus Kastner, 2017. 978-3-945296-54-7.

Pfister, Peter. 2005. *Das Ende des zweiten Weltkrieges im Erzbistum München und Freising*. Regensburg : Schnell und Steiner GmbH, 2005.

9 Konzept der Luftbildauswertung

9.1 Zweck der Luftbildauswertung

Luftbilder sind eine wichtige Informationsquelle für die Historisch-genetische Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung (vgl. A-2.1.3, Punkt 4 „Luftbilder“).

Ihre Auswertung ist optionaler Bestandteil der Phase A.

Eine Luftbildauswertung ist i. d. R. ein Bestandteil einer Historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung (HgR-KM). Im originären Sinne umfasst sie lediglich eine luftbildgestützte Situationsbeschreibung für den betrachteten Zeitraum und keine Gefährdungsabschätzung oder weiterführende Handlungsempfehlung.⁹

9.2 Kampfmittelbelastung

Relevanz der Kampfmittelbelastung durch Abwurfmunition und Bodenkämpfen aus heutiger Sicht:

- Kampfmittelbelastungen aus Abwurfmunition und untergeordnet auch Bordwaffenmunition sind hinsichtlich des Gefährdungspotenzials als hoch einzuschätzen. Die großflächigen Trefferbereiche liegen fast immer in bebauten und intensiv genutzten Gebieten. Selbstdetonationsfähige Zünder oder die Möglichkeit der Detonation bei mechanischer Energiezufuhr (z. B. Tiefbauarbeiten) sind zu berücksichtigen. Die großen Explosivstoffmengen sind im Fall einer Detonation geeignet, auch großflächige Zerstörungen anzurichten. Diese Gründe belegen, dass eine fachlich fundierte und lückenlose Bestimmung der Kampfmittelbelastung durch die Rekonstruktion aller Angriffe mit Hilfe von Archivalien- und Luftbildauswertungen notwendig ist.¹⁰

⁹ (Bundesministerium des Inneren, et al., 2018)

¹⁰ (Bundesministerium des Inneren, et al., 2018)

- Kampfmittelbelastungen aus Bodenkämpfen können regional bedeutend sein. Gebiete mit schweren Kampfhandlungen sind bekannt. Allerdings ist davon auszugehen, dass eine große Zahl der mehr kleinräumig, lokal ausgebildeten Kampfgebiete und die damit verbundenen Kampfmittelbelastungen heute nicht mehr bekannt sind. Dies schmälert allerdings nicht die Relevanz der Kampfmittelbelastung aus Bodenkämpfen.¹¹

10 Rechtsgrundlagen

Eine bundesweite gesetzliche Regelung zur Kampfmittelbeseitigung, in der die Zuständigkeiten, die Finanzierung, die Haftung oder die materiellen Anforderungen an die Kampfmittelräumung geregelt werden, gibt es nicht. Stattdessen sind die Rechtsquellen auf verschiedene Bundes- und Landesgesetze verstreut. Die grundsätzliche Verteilung der Aufgaben und der Kosten lässt sich aus dem Grundgesetz (GG) ableiten. Die Aufgaben, Zuständigkeiten und die Organisation der Kampfmittelbeseitigungsdienste der Länder sowie andere Detailfragen sind in den jeweiligen Landesgesetzen geregelt.¹²

11 Verfahrensablauf Länder

11.1 Bayern

Die Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit durch Kampfmittel bestimmt sich in Bayern nach den allgemeinen Regeln des Sicherheits- und Polizeirechts. Es handelt sich in der Regel um örtliche Gefahren, für die die Gemeinden als örtliche Sicherheitsbehörden zuständig sind. Soweit ein Handeln der Sicherheitsbehörden nicht rechtzeitig möglich ist, ergreift die Polizei die erforderlichen Maßnahmen.

Die Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern „Abwehr von Gefahren durch Kampfmittel“ vom 15.04.2010 enthält hierzu einschlägige Hinweise, Informationen und Verhaltensregeln.

Kampfmittelfunde werden stets als unmittelbar zu beseitigende Gefahr angesehen, bei der die Polizei zu verständigen ist. Diese ergreift die erforderlichen Maßnahmen. Bei sog. „alten“ Kampfmitteln wird den für die Gefahrenabwehr zuständigen Stellen der vom Staatsministerium des Innern vorgehaltene Kampfmittelbeseitigungsdienst als tatsächliche freiwillige Leistung kostenfrei zur Verfügung gestellt. Bei „neuen“ Kampfmitteln wird das Bayerische Landeskriminalamt tätig.

Der Kampfmittelbeseitigungsdienst hat keine eigene sicherheitsrechtliche Zuständigkeit und keine hoheitlichen Rechte. Aufgabe und Ausstattung des Kampfmittelbeseitigungsdienstes sind auf die zur Abwehr konkreter Gefahren unmittelbar erforderlichen kampfmittelbezogenen Maßnahmen beschränkt (identifizieren, ggf. unschädlich machen, abtransportieren und vernichten).

¹¹ (Bundesministerium des Inneren, et al., 2018)

¹² (Bundesministerium des Inneren, et al., 2018)

Regelmäßig nicht zu den Aufgaben des Kampfmittelbeseitigungsdienstes gehört es, einem Kampfmittelverdacht nachzugehen oder die Kampfmittelbelastung bzw. -freiheit von Grundstücken zu beurteilen oder zu bescheinigen. Für die Beseitigung konkreter Gefahren, die von Kampfmitteln auf ihren Grundstücken ausgehen, sind grundsätzlich die Grundstückseigentümer als Zustandsstörer verantwortlich. Sie haben ggf. auch vorsorgliche Maßnahmen zu ergreifen und Fachfirmen zu beauftragen, etwa im Zusammenhang mit möglichen Gefährdungen bei Bodeneingriffen. Bei Baumaßnahmen sind die Bauherren und die bauausführenden Firmen entsprechend gefordert. Für die Entsorgung der von Fachfirmen geborgenen Kampfmittel durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst werden keine Kosten erhoben.¹³

12 Kampfmittelfreigabe durch Luftbildauswertung

Die durchgeführte Luftbildauswertung hat die Zusammenstellung von luftsichtigen Kriegsschäden und möglichen Belastungen infolge von Kriegseinwirkungen während des Zweiten Weltkriegs zum Ziel.

Allein auf der Grundlage einer Luftbildauswertung kann jedoch keine absolute Kampfmittelfreiheit bescheinigt werden. Die Interpretation bezieht sich nur auf die niedergeschriebenen Archivalien und die zu Verfügung stehenden Luftbilder.

Eine Kampfmittelfreigabe mit oder ohne Einschränkung kann erst nach erfolgter Erkundung des Untersuchungsbereich durch unterschiedlichste Messmethoden bescheinigt werden.

Sollten im Zuge der Baumaßnahme Munitions- oder Waffenteile zum Vorschein treten, sind die Arbeiten einzustellen und die Polizei ist zu benachrichtigen.

Je nach vorgefundener Situation kann eine Neubewertung der Untersuchungsfläche erfolgen. Ggf. sind weitere Erkundungen vor Ort nötig.

¹³ (Bundesministerium des Inneren, et al., 2018)



Berechnungsregenspenden für Dach- und Grundstücksflächen nach DIN 1986-100:2016-12

Rasterfeld : Spalte 170, Zeile 199
Bemerkung :

INDEX_RC : 199170

Berechnungsregenspenden für Dachflächen

Maßgebende Regendauer 5 Minuten

Bemessung $r_{5,5} = 380,0 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$
Jahrhundertregen $r_{5,100} = 690,0 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$

Berechnungsregenspenden für Grundstücksflächen

Maßgebende Regendauer 5 Minuten

Bemessung $r_{5,2} = 303,3 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$
Überflutungsprüfung $r_{5,30} = 553,3 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$

Maßgebende Regendauer 10 Minuten

Bemessung $r_{10,2} = 203,3 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$
Überflutungsprüfung $r_{10,30} = 371,7 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$

Maßgebende Regendauer 15 Minuten

Bemessung $r_{15,2} = 156,7 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$
Überflutungsprüfung $r_{15,30} = 287,8 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$

Die ausgewiesenen Regenspenden basieren auf den nachfolgenden Grunddaten:

Wiederkehrintervall	Parameter	Dauerstufe		
		5 min	10 min	15 min
2 a	rN [l / (s · ha)]	303,3	203,3	156,7
	UC [±%]	18	22	24
5 a	rN [l / (s · ha)]	380,0	-	-
	UC [±%]	19	-	-
30 a	rN [l / (s · ha)]	553,3	371,7	287,8
	UC [±%]	21	25	27
100 a	rN [l / (s · ha)]	690,0	-	-
	UC [±%]	21	-	-

Legende

rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]
UC Toleranz in [±%]

KOSTRA-DWD 2020

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -



Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 170, Zeile 199
Bemerkung :

INDEX_RC

: 199170

Dauerstufe D	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	7,4	9,1	10,1	11,4	13,3	15,3	16,6	18,3	20,7
10 min	10,0	12,2	13,5	15,3	17,9	20,5	22,3	24,6	27,8
15 min	11,6	14,1	15,7	17,8	20,8	23,8	25,9	28,5	32,3
20 min	12,8	15,6	17,3	19,6	22,9	26,3	28,5	31,4	35,6
30 min	14,5	17,7	19,7	22,3	26,1	29,9	32,5	35,8	40,5
45 min	16,4	20,1	22,3	25,2	29,5	33,9	36,7	40,5	45,9
60 min	17,9	21,8	24,3	27,5	32,1	36,8	39,9	44,0	49,9
90 min	20,1	24,5	27,2	30,8	36,0	41,3	44,8	49,4	56,0
2 h	21,7	26,5	29,5	33,4	39,0	44,8	48,6	53,6	60,7
3 h	24,3	29,7	33,0	37,4	43,6	50,1	54,4	59,9	67,9
4 h	26,3	32,1	35,7	40,4	47,2	54,2	58,8	64,8	73,4
6 h	29,4	35,8	39,8	45,1	52,7	60,5	65,6	72,3	82,0
9 h	32,8	40,0	44,4	50,3	58,8	67,5	73,2	80,7	91,4
12 h	35,4	43,2	48,0	54,4	63,5	72,9	79,1	87,2	98,8
18 h	39,5	48,1	53,5	60,6	70,8	81,3	88,2	97,2	110,1
24 h	42,6	52,0	57,8	65,4	76,4	87,8	95,2	105,0	118,9
48 h	51,3	62,6	69,6	78,8	92,0	105,6	114,6	126,3	143,1
72 h	57,1	69,7	77,5	87,8	102,5	117,7	127,7	140,7	159,4
4 d	61,7	75,3	83,7	94,7	110,7	127,1	137,9	151,9	172,1
5 d	65,5	79,9	88,8	100,6	117,5	134,9	146,3	161,2	182,7
6 d	68,7	83,9	93,2	105,6	123,3	141,6	153,6	169,3	191,8
7 d	71,6	87,4	97,1	110,0	128,5	147,5	160,0	176,4	199,8

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- hN Niederschlagshöhe in [mm]



Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 170, Zeile 199
Bemerkung :

INDEX_RC

: 199170

Dauerstufe D	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	246,7	303,3	336,7	380,0	443,3	510,0	553,3	610,0	690,0
10 min	166,7	203,3	225,0	255,0	298,3	341,7	371,7	410,0	463,3
15 min	128,9	156,7	174,4	197,8	231,1	264,4	287,8	316,7	358,9
20 min	106,7	130,0	144,2	163,3	190,8	219,2	237,5	261,7	296,7
30 min	80,6	98,3	109,4	123,9	145,0	166,1	180,6	198,9	225,0
45 min	60,7	74,4	82,6	93,3	109,3	125,6	135,9	150,0	170,0
60 min	49,7	60,6	67,5	76,4	89,2	102,2	110,8	122,2	138,6
90 min	37,2	45,4	50,4	57,0	66,7	76,5	83,0	91,5	103,7
2 h	30,1	36,8	41,0	46,4	54,2	62,2	67,5	74,4	84,3
3 h	22,5	27,5	30,6	34,6	40,4	46,4	50,4	55,5	62,9
4 h	18,3	22,3	24,8	28,1	32,8	37,6	40,8	45,0	51,0
6 h	13,6	16,6	18,4	20,9	24,4	28,0	30,4	33,5	38,0
9 h	10,1	12,3	13,7	15,5	18,1	20,8	22,6	24,9	28,2
12 h	8,2	10,0	11,1	12,6	14,7	16,9	18,3	20,2	22,9
18 h	6,1	7,4	8,3	9,4	10,9	12,5	13,6	15,0	17,0
24 h	4,9	6,0	6,7	7,6	8,8	10,2	11,0	12,2	13,8
48 h	3,0	3,6	4,0	4,6	5,3	6,1	6,6	7,3	8,3
72 h	2,2	2,7	3,0	3,4	4,0	4,5	4,9	5,4	6,1
4 d	1,8	2,2	2,4	2,7	3,2	3,7	4,0	4,4	5,0
5 d	1,5	1,8	2,1	2,3	2,7	3,1	3,4	3,7	4,2
6 d	1,3	1,6	1,8	2,0	2,4	2,7	3,0	3,3	3,7
7 d	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,4	2,6	2,9	3,3

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]



Toleranzwerte der Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2020

Rasterfeld : Spalte 170, Zeile 199
Bemerkung :

INDEX_RC : 199170

Dauerstufe D	Toleranzwerte UC je Wiederkehrintervall T [a] in [±%]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	17	18	18	19	20	20	21	21	21
10 min	21	22	23	23	24	25	25	25	26
15 min	22	24	25	25	26	27	27	28	28
20 min	23	25	26	26	27	28	28	29	29
30 min	24	26	26	27	28	29	29	29	30
45 min	24	25	26	27	28	29	29	29	30
60 min	23	25	26	27	27	28	29	29	29
90 min	22	24	25	25	26	27	27	28	28
2 h	22	23	24	24	25	26	26	27	27
3 h	20	22	22	23	24	24	25	25	26
4 h	19	21	21	22	23	23	24	24	25
6 h	18	19	20	20	21	22	22	23	23
9 h	17	18	19	19	20	21	21	21	22
12 h	17	18	18	19	19	20	20	21	21
18 h	17	17	17	18	18	19	19	20	20
24 h	17	17	17	18	18	19	19	19	20
48 h	19	18	18	18	19	19	19	19	19
72 h	20	20	20	19	20	20	20	20	20
4 d	22	21	21	21	21	21	21	21	21
5 d	23	22	22	22	21	21	21	21	21
6 d	24	23	23	22	22	22	22	22	22
7 d	25	24	24	23	23	23	23	23	23

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h, d]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- UC Toleranzwert der Niederschlagshöhe und -spende in [±%]

Anlage C: Checkliste Ersteinschätzung Versickerung

1	2	3	4
	Versickerung ist möglich	Versickerung ist potenziell möglich	Versickerung ist nicht möglich
Grundwasser und Boden	☐ Abstand Sohle Versickerungsanlage zum MHGW ≥ 1 m	☒ Abstand Sohle Versickerungsanlage zum MHGW < 1 m	
	☒ Keine Altlasten, altlastenverdächtige Flächen oder schädliche Bodenveränderungen vorhanden	☐ Örtlich begrenzte Altlasten, altlastenverdächtige Flächen oder schädliche Bodenveränderungen liegen in der Nähe vor. Die Mobilisierung von Schadstoffen ist unwahrscheinlich oder kann beseitigt werden.	☐ Altlasten, altlastenverdächtige Flächen oder schädliche Bodenveränderungen liegen im Boden vor. Es besteht die Gefahr der Mobilisierung von Schadstoffen durch die entwässerungstechnische Versickerung.
	☒ Kein Trinkwasserschutzgebiet; Risiko einer Verschmutzung durch die Versickerungsanlage ist nicht gegeben/sehr gering	☐ Trinkwasserschutzgebiet liegt vor; Risiko einer Verschmutzung durch die Versickerungsanlage ist aber sehr gering (Einzelfallbetrachtung)	☐ Trinkwasserschutzgebiet liegt vor; Risiko einer Verschmutzung durch die Versickerungsanlage ist nicht vernachlässigbar
	☒ $k_f \geq 1 \cdot 10^{-6}$ m/s	☐ $k_f < 1 \cdot 10^{-6}$ m/s und der Anschluss an durchlässige Bodenschichten oder eine gedrosselte Ableitung ist möglich	☐ $k_f < 1 \cdot 10^{-6}$ m/s und der Anschluss an durchlässige Bodenschichten oder eine gedrosselte Ableitung ist nicht möglich (Ausnahme breitflächige Versickerung)
	☒ Eine geotechnische Gefährdung im Projektgebiet (z. B. Bodenverflüssigung, Quellböden, Unterspülung, Karstgesteine) durch die Versickerungsanlage ist ausgeschlossen	☐ Geotechnische Gefährdungen sind im näheren Umfeld möglich, aber nicht am Standort der Versickerungsanlage	☐ Geotechnische Gefährdungen liegen am Standort vor
	☒ Mindestabstände zu Gebäuden/Baugruben und sonstigen baulichen Strukturen sind einzuhalten/unkritisch (siehe 5.3.2)	☐ Mindestabstände zu Gebäuden/Baugruben und sonstigen baulichen Strukturen sind nicht einzuhalten; bautechnische Sicherungen sind möglich (z. B. weiße oder schwarze Wanne)	☐ Mindestabstände zu Gebäuden/Baugruben und sonstigen baulichen Strukturen sind nicht einzuhalten; bautechnische Sicherungen sind nicht möglich
Umfeld	☒ Der Standort der Versickerungsanlage liegt nicht in der Nähe eines Hangs	☐ Der Standort der Versickerungsanlage liegt in der Nähe eines Hangs. Hangrutschung oder Wasseraustritt des infiltrierten Oberflächenwassers an einem Hang sind unwahrscheinlich bzw. nicht nachteilig.	☐ Hangrutschung oder nachteiliger Wasseraustritt des infiltrierten Oberflächenwassers an einem Hang sind wahrscheinlich
	Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist grundsätzlich möglich, wenn alle der oben genannten Kriterien zutreffen und durch Fachgutachten nachgewiesen sind. Ist ein Kriterium nicht erfüllt sind die entsprechenden Kriterien nach Spalte 3 zu prüfen.	Wenn eine oder mehrere Kriterien dieser Kategorie zutreffen, sind technische und planerische Maßnahmen durch die Fachplanenden aufzuzeigen und ggf. mit der zuständigen Genehmigungsbehörde abzustimmen	Wenn eines der oben aufgeführten Kriterien zutrifft, ist eine Versickerung von Niederschlagswasser in der Regel nicht zulässig
Umsetzbarkeit			

Anlage D: Vorbemessung Sickermulden nach DWA-A 138-1

Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser nach DWA-A 138-1			
Sickermulde West (5-jähriger Regen)			
i	Undurchlässige Teilfläche A_{EJ} [m²]	Mittlerer Abflussbeiwert Ψ_1 (gemäß Tabelle DWA-A 117)	Undurchlässige Teilfläche A_{UJ} [m²]
1	22.585	verschieden	15.393
2			
3	1.450	1,00	1.450
4			
5			
Maßg. Undurchlässige Fläche $A_U = \sum A_{UJ}$			$\Sigma = 16.843$
Undurchlässige Fläche ohne Becken $A_U = \sum A_{UJ} - A_{U,3}$			$\Sigma = 15.393$

Auszug aus KOSTRA-DWD 2020 für Hallbergmoos		
D	r_D (s) [l/(s·ha)]	V [m³]
5 min	380,0	220,0
10 min	255,0	288,4
15 min	197,8	328,5
20 min	163,3	354,3
30 min	123,9	388,1
45 min	93,3	415,2
60 min	76,4	430,6
90 min	57,0	434,2
120 min	46,4	424,7
180 min	34,6	379,4
240 min	28,1	316,7
360 min	20,9	160,8
540 min	15,5	-112,5

Angabe für Nachweis nach M 153
 Flächenbelastung: $A_U:A_S < 15:1$

$z = 0,30$ [m]
 $k_{f,u} = 0,00002$ [m/s]
 $f_z = 1,2$ [-]

Einstau max

Verhältnis
 A_U zu A_S (Sickerbecken)
1:11

Vorhandene Sickerfläche $A_s =$	1.450,0 m²		
Vorhandenes Beckenvolumen $V_{Becken} =$	435,0 m³	>>	434,2 m³

Entleerungszeit t_E $t_E = 2 \cdot z / k_f$ bzw. $z / k_{f,u}$

t_E
4,2 h

Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser nach DWA-A 138-1

Sickermulde Ost (5-jähriger Regen)

i	Undurchlässige Teilfläche $A_{E,i}$ [m²]	Mittlerer Abflussbeiwert Ψ_i (gemäß Tabelle DWA-A 117)	Undurchlässige Teilfläche $A_{U,i}$ [m²]
1	6.000	verschieden	4.985
2			
3	470	1,00	470
4			
5			
Maßg. Undurchlässige Fläche $A_U = \sum A_{U,i}$			$\Sigma = 5.455$

Undurchlässige Fläche ohne Becken $A_U = \sum A_{U,i} - A_{U,3}$	$\Sigma = 4.985$
--	------------------

Auszug aus KOSTRA-DWD 2020 für Hallbergmoos

D	r_D (6) [l/(s*ha)]	V [m³]
5 min	380,0	71,2
10 min	255,0	93,4
15 min	197,8	106,4
20 min	163,3	114,7
30 min	123,9	125,7
45 min	93,3	134,4
60 min	76,4	139,4
90 min	57,0	140,6
120 min	46,4	137,5
180 min	34,6	122,8
240 min	28,1	102,4
360 min	20,9	51,9
540 min	15,5	-36,7

Angabe für Nachweis nach M 153
Flächenbelastung: $A_U : A_S < 15:1$

$z = 0,30$ [m] Einstau max
 $k_{f,u} = 0,00002$ [m/s]
 $f_z = 1,2$ [-]

Verhältnis
 A_U zu A_S (Sickerbecken)

1:11

Vorhandene Sickerfläche $A_S =$	470,0 m²	
Vorhandenes Beckenvolumen $V_{\text{Becken}} =$	141,0 m³	>> 140,6 m³

Entleerungszeit t_E $t_E = 2 \cdot z / k_f$ bzw. $z / k_{f,u}$

t_E 4,2 h

Anlage C: Checkliste Ersteinschätzung Versickerung

1	2	3	4
	Versickerung ist möglich	Versickerung ist potenziell möglich	Versickerung ist nicht möglich
Grundwasser und Boden	☐ Abstand Sohle Versickerungsanlage zum MHGW ≥ 1 m	☒ Abstand Sohle Versickerungsanlage zum MHGW < 1 m	
	☒ Keine Altlasten, altlastenverdächtige Flächen oder schädliche Bodenveränderungen vorhanden	☐ Örtlich begrenzte Altlasten, altlastenverdächtige Flächen oder schädliche Bodenveränderungen liegen in der Nähe vor. Die Mobilisierung von Schadstoffen ist unwahrscheinlich oder kann beseitigt werden.	☐ Altlasten, altlastenverdächtige Flächen oder schädliche Bodenveränderungen liegen im Boden vor. Es besteht die Gefahr der Mobilisierung von Schadstoffen durch die entwässerungstechnische Versickerung.
	☒ Kein Trinkwasserschutzgebiet; Risiko einer Verschmutzung durch die Versickerungsanlage ist nicht gegeben/sehr gering	☐ Trinkwasserschutzgebiet liegt vor; Risiko einer Verschmutzung durch die Versickerungsanlage ist aber sehr gering (Einzelfallbetrachtung)	☐ Trinkwasserschutzgebiet liegt vor; Risiko einer Verschmutzung durch die Versickerungsanlage ist nicht vernachlässigbar
	☒ $k_f \geq 1 \cdot 10^{-6}$ m/s	☐ $k_f < 1 \cdot 10^{-6}$ m/s und der Anschluss an durchlässige Bodenschichten oder eine gedrosselte Ableitung ist möglich	☐ $k_f < 1 \cdot 10^{-6}$ m/s und der Anschluss an durchlässige Bodenschichten oder eine gedrosselte Ableitung ist nicht möglich (Ausnahme breitflächige Versickerung)
	☒ Eine geotechnische Gefährdung im Projektgebiet (z. B. Bodenverflüssigung, Quellböden, Unterspülung, Karstgesteine) durch die Versickerungsanlage ist ausgeschlossen	☐ Geotechnische Gefährdungen sind im näheren Umfeld möglich, aber nicht am Standort der Versickerungsanlage	☐ Geotechnische Gefährdungen liegen am Standort vor
	☒ Mindestabstände zu Gebäuden/Baugruben und sonstigen baulichen Strukturen sind einzuhalten/unkritisch (siehe 5.3.2)	☐ Mindestabstände zu Gebäuden/Baugruben und sonstigen baulichen Strukturen sind nicht einzuhalten; bautechnische Sicherungen sind möglich (z. B. weiße oder schwarze Wanne)	☐ Mindestabstände zu Gebäuden/Baugruben und sonstigen baulichen Strukturen sind nicht einzuhalten; bautechnische Sicherungen sind nicht möglich
Umfeld	☒ Der Standort der Versickerungsanlage liegt nicht in der Nähe eines Hangs	☐ Der Standort der Versickerungsanlage liegt in der Nähe eines Hangs. Hangrutschung oder Wasseraustritt des infiltrierten Oberflächenwassers an einem Hang sind unwahrscheinlich bzw. nicht nachteilig.	☐ Hangrutschung oder nachteiliger Wasseraustritt des infiltrierten Oberflächenwassers an einem Hang sind wahrscheinlich
	Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist grundsätzlich möglich, wenn alle der oben genannten Kriterien zutreffen und durch Fachgutachten nachgewiesen sind. Ist ein Kriterium nicht erfüllt sind die entsprechenden Kriterien nach Spalte 3 zu prüfen.	Wenn eine oder mehrere Kriterien dieser Kategorie zutreffen, sind technische und planerische Maßnahmen durch die Fachplanenden aufzuzeigen und ggf. mit der zuständigen Genehmigungsbehörde abzustimmen	Wenn eines der oben aufgeführten Kriterien zutrifft, ist eine Versickerung von Niederschlagswasser in der Regel nicht zulässig
Umsetzbarkeit			

Anlage D: Vorbemessung Sickermulden nach DWA-A 138-1

Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser nach DWA-A 138-1			
Sickermulde West (5-jähriger Regen)			
i	Undurchlässige Teilfläche A_{EJ} [m²]	Mittlerer Abflussbeiwert Ψ_1 (gemäß Tabelle DWA-A 117)	Undurchlässige Teilfläche A_{UJ} [m²]
1	22.585	verschieden	15.393
2			
3	1.450	1,00	1.450
4			
5			
Maßg. Undurchlässige Fläche $A_U = \sum A_{UJ}$			$\Sigma = 16.843$
Undurchlässige Fläche ohne Becken $A_U = \sum A_{UJ} - A_{U,3}$			$\Sigma = 15.393$

Auszug aus KOSTRA-DWD 2020 für Hallbergmoos		
D	r_D (s) [l/(s·ha)]	V [m³]
5 min	380,0	220,0
10 min	255,0	288,4
15 min	197,8	328,5
20 min	163,3	354,3
30 min	123,9	388,1
45 min	93,3	415,2
60 min	76,4	430,6
90 min	57,0	434,2
120 min	46,4	424,7
180 min	34,6	379,4
240 min	28,1	316,7
360 min	20,9	160,8
540 min	15,5	-112,5

Angabe für Nachweis nach M 153
 Flächenbelastung: $A_U:A_S < 15:1$

$z = 0,30$ [m]
 $k_{f,u} = 0,00002$ [m/s]
 $f_z = 1,2$ [-]

Einstau max

Verhältnis
 A_U zu A_S (Sickerbecken)
1:11

Vorhandene Sickerfläche $A_s =$	1.450,0 m²		
Vorhandenes Beckenvolumen $V_{Becken} =$	435,0 m³	>>	434,2 m³

Entleerungszeit t_E $t_E = 2 \cdot z / k_f$ bzw. $z / k_{f,u}$

t_E
4,2 h

Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser nach DWA-A 138-1

Sickermulde Ost (5-jähriger Regen)

i	Undurchlässige Teilfläche $A_{E,i}$ [m²]	Mittlerer Abflussbeiwert Ψ_i (gemäß Tabelle DWA-A 117)	Undurchlässige Teilfläche $A_{U,i}$ [m²]
1	6.000	verschieden	4.985
2			
3	470	1,00	470
4			
5			
Maßg. Undurchlässige Fläche $A_U = \sum A_{U,i}$			$\Sigma = 5.455$

Undurchlässige Fläche ohne Becken $A_U = \sum A_{U,i} - A_{U,3}$	$\Sigma = 4.985$
--	------------------

Auszug aus KOSTRA-DWD 2020 für Hallbergmoos

D	r_D (6) [l/(s*ha)]	V [m³]
5 min	380,0	71,2
10 min	255,0	93,4
15 min	197,8	106,4
20 min	163,3	114,7
30 min	123,9	125,7
45 min	93,3	134,4
60 min	76,4	139,4
90 min	57,0	140,6
120 min	46,4	137,5
180 min	34,6	122,8
240 min	28,1	102,4
360 min	20,9	51,9
540 min	15,5	-36,7

Angabe für Nachweis nach M 153
Flächenbelastung: $A_U : A_S < 15:1$

$z = 0,30$ [m] Einstau max
 $k_{f,u} = 0,00002$ [m/s]
 $f_z = 1,2$ [-]

Verhältnis
 A_U zu A_S (Sickerbecken)

1:11

Vorhandene Sickerfläche $A_S =$	470,0 m²	
Vorhandenes Beckenvolumen $V_{\text{Becken}} =$	141,0 m³	>> 140,6 m³

Entleerungszeit t_E $t_E = 2 \cdot z / k_f$ bzw. $z / k_{f,u}$

t_E 4,2 h



Legende

Allgemein

- Flurstücksgrenzen
- 50/5 Flurstücksnummer
- 36 Gebäude im Bestand
- Öffentliche Straße im Bestand

Leitungen im Bestand

- Fernwärmeleitung - nachrichtlich übernommen aus Trassenauskunft (Energieversorgungsgruppe Freising-Süd) vom 16.07.2024
- Gasleitung - nachrichtlich übernommen aus Trassenauskunft (Energieversorgungsgruppe Freising-Süd) vom 16.07.2024
- Trinkwasserleitung - nachrichtlich übernommen aus Trassenauskunft (Energieversorgungsgruppe Freising-Süd) vom 16.07.2024
- Druckkanalleitung - nachrichtlich übernommen aus Trassenauskunft (SurfTown GmbH) vom 20.08.2024
- Mischwasserkanal - nachrichtlich übernommen aus Trassenauskunft (Gemeinde Hallbergmoos) vom 15.07.2024
- Glasfaserleitung - nachrichtlich übernommen aus Trassenauskunft (Telecom GmbH) vom 25.10.2024
- Hochspannungsleitung - nachrichtlich übernommen aus Trassenauskunft (Bayerwerk Netze) vom 17.01.2025
- Mittelspannungsleitung - nachrichtlich übernommen aus Trassenauskunft (Bayerwerk Netze) vom 17.01.2025
- Niederspannungsleitung - nachrichtlich übernommen aus Trassenauskunft (Bayerwerk Netze) vom 17.01.2025
- Nachrichtenleitung - nachrichtlich übernommen aus Trassenauskunft (Bayerwerk Netze) vom 17.01.2025
- Telekom - nachrichtlich übernommen aus Trassenauskunft (Telecom GmbH) vom 12.07.2024
- Vodafone - nachrichtlich übernommen aus Trassenauskunft (Vodafone Deutschland GmbH) vom 16.07.2024

Planung CL MAP GmbH

- Grenze Bplan - nachrichtlich übernommen von Planung (CL MAP GmbH) vom 17.12.2024
- Baugrenze Baukörper - nachrichtlich übernommen von Planung (CL MAP GmbH) vom 17.12.2024
- Urbanes Gebiet - nachrichtlich übernommen von Planung (CL MAP GmbH) vom 17.12.2024
- Öffentliche Verkehrsfläche - nachrichtlich übernommen von Planung (CL MAP GmbH) vom 17.12.2024
- Öffentliche Verkehrsfläche besonderer Zweckbestimmung: Verkehrsflächenbereich - nachrichtlich übernommen von Planung (CL MAP GmbH) vom 17.12.2024
- Private Verkehrsfläche - nachrichtlich übernommen von Planung (CL MAP GmbH) vom 17.12.2024
- Wasserfläche - nachrichtlich übernommen von Planung (CL MAP GmbH) vom 17.12.2024
- Umgebung der Fläche mit Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung
- Entwicklung artenreicher Extensivweiden - nachrichtlich übernommen von Planung (CL MAP GmbH) vom 17.12.2024
- Erhalt der naturnahen Waldfläche - nachrichtlich übernommen von Planung (CL MAP GmbH) vom 17.12.2024
- Private Grünfläche - nachrichtlich übernommen von Planung (CL MAP GmbH) vom 17.12.2024
- Bäume, Bestand zu erhalten - nachrichtlich übernommen von Planung (CL MAP GmbH) vom 17.12.2024
- Bäume, geplant - nachrichtlich übernommen von Planung (CL MAP GmbH) vom 17.12.2024

Planung IB Schlegel

- Sickermulde
- Einzugsgebiet: Abflusswirksame Teilflächen Niederschlagswasser

Änderung	Verfasser	Datum	Index

Bauherr:	M Flughafen München GmbH Nollatele 25 80336 München
Bauvorhaben:	Ludwigsquartier Hallbergmoos
Planart:	Übersichtslageplan Prinzipdarstellung Muldenversickerung
Maßstab:	1 : 500
Zeichnungs-Nr.:	150
Niederschlagswasser-Beseitigungskonzept	
Bearbeitet:	Lutz
Gezeichnet:	Lutz
Geprüft:	Worberg
Anerkannt:	
Datum:	
Gesehen:	
	München, den 10.08.2026

	Bestandsgelände
	Gelände geplant
	Gelände Sickermulde geplant
	Grundwasserstand mGHW
	Grundstücksgrenze
	Nachrichtlich: Geplante Gebäude
	Nachrichtlich: Bestehende Gebäude

[illegible]

Änderung	Verfasser	Datum	Index

Bauherr:	
M Flughafen München GmbH Nordallee 25 85356 München	
Bauvorhaben:	
Ludwigsquartier Hallbergmoos	
Planart: Schnitte als Prinzipskizzen	Maßstab:
	1 : 100
	Zeichnungs-Nr.:
Muldenversickerung - Teilgebiet West und Ost	151
Niederschlagswasser-Beseitigungskonzept	
S Regierungsbaumeister SCHLEGEL GmbH & Co. KG Guntherstraße 29 - 80639 München	Bearbeitet:
	Lutz
	Gezeichnet:
Lutz	
Geprüft:	
Würzburg	
Anerkannt:	Für die Projektierung: 2392.15
Datum:	
Gesehen:	München, den 10.08.2026

Simon Lutz

Von: Petra Schmid <petra.schmid@gruenplan-gmbh.de>
Gesendet: Dienstag, 21. Juli 2026 16:45
An: Widl Veronika; Simon Lutz; Harald Bruder - CLMap
(harald.bruder@clmap.com); andrea.wagner@hallbergmoos.de
Betreff: WG: FMG Ludwigsquartier: Abstimmung WWA / Anpassung Bplan

Hallo zusammen,

sehen Sie bitte die Antwort von Herrn Ise zu der Einleitung des Notüberlaufwassers in die Ausgleichsflächen.

Wir können also so weiterplanen.

Ich möchte bitte noch einmal darauf hinweisen, dass durch Festsetzungen o.ä. sichergestellt werden sollte, dass durch Unterkellerung der Gebäude der Grundwasserspiegel auf der Ausgleichsfläche im Norden nicht abgesenkt wird.

Herr Bruder, kann man so eine Bedingung festsetzen? Z.B.: „Die Errichtung von Kellern ist nur zulässig, wenn zuvor ein Nachweis, z. B. durch hydraulische Berechnung, erbracht wird, dass durch die Unterkellerung der Grundwasserspiegel im Bereich der Ausgleichsfläche A1 nicht abgesenkt wird.“

Mit freundlichen Grüßen

Petra Schmid
Landschaftsarchitektin

Tel. 08161/4943925
Mobil: 0172/2617566
petra.schmid@gruenplan-gmbh.de

www.gruenplan-gmbh.de

Grünplan Gesellschaft für Freiflächenplanung mbH

Prinz-Ludwig-Straße 48
85354 Freising
Telefon 08161/13015
Telefax 08161/12868
info@gruenplan-gmbh.de

HRB München 46 405
Sitz der Gesellschaft: Freising

Geschäftsführer:
Alfons Neumair Landschaftsarchitekt, BDLA
Petra Schmid Landschaftsarchitektin, BDLA
Michael Rasemann Landschaftsarchitekt, BDLA

Von: Ise Gerrit <Gerrit.Ise@kreis-fs.de>
Gesendet: Dienstag, 21. Juli 2026 16:37
An: Petra Schmid <petra.schmid@gruenplan-gmbh.de>
Betreff: AW: FMG Ludwigsquartier: Abstimmung WWA / Anpassung Bplan

Sehr geehrte Frau Schmid,

da in letzter Zeit und in der Zukunft wohl eher Wassermangel herrschen wird, spricht nichts gegen eine Einleitung von sauberen, unbelasteten Niederschlagswasser in die Feuchtfächen.
Eine evtl. erforderliche Befestigung der Notüberlaufstellen ist außerhalb der Ausgleichsfächen herzustellen.

Mit freundlichen Grüßen,

Gerrit Ise

Naturschutzfachreferent
Landratsamt Freising
Landshuterstr. 31
85356 Freising
Tel.08161/60034204
gerrit.ise@kreis-fs.de

Arbeitszeiten: Mo-Do

Von: Petra Schmid <petra.schmid@gruenplan-gmbh.de>
Gesendet: Montag, 20. Juli 2026 16:32
An: Ise Gerrit <Gerrit.Ise@kreis-fs.de>
Cc: Widl Veronika <veronika.widl@munich-airport.de>; andrea.wagner@hallbergmoos.de; Simon Lutz <simon.lutz@ib-schlegel.de>
Betreff: WG: FMG Ludwigsquartier: Abstimmung WWA / Anpassung Bplan

Sehr geehrter Herr Ise,

die Gemeinde Hallbergmoos führt derzeit das Bebauungsplanverfahren zum Bebauungsplan Nr. 89 Wohnquartier Ludwigstraße durch.

Die erste Auslegung fand Ende 2024 statt. Sie hatten am 13.02.2025 Stellung genommen.

Mittlerweile wurde im Zuge der Entwurfsplanung ein Entwässerungs- bzw. Versickerungskonzept erstellt. Sie finden eine Skizze hierzu anbei. Blau transparent sind darin die Flächen, die zur Versickerung voraussichtlich zur Verfügung stehen, dargestellt.

Die Flächen für Mulden im westlichen Teil sind für ein fünfjähriges Hochwasser ausreichend. Es wäre allerdings erforderlich, einen Notüberlauf in benachbarte Flächen vorzusehen. Diese benachbarten Flächen sind eine bestehende Ausgleichsfäche zur Nordumfahrung sowie die geplante Ausgleichsfäche 1 A. Da es sich bei diesen Flächen um Feuchtfächen handelt, sehen wir es als dem Entwicklungsziel dieser Flächen nicht abträglich an, wenn Wasser dort eingeleitet wird um breitflächig dort zu versickern bzw. rückgehalten zu werden. Planmäßig soll nur der Notüberlauf für Regenereignisse $T > 5$ Jahre in die Ausgleichsfächen abgeleitet werden. Es handelt sich ausschließlich um Oberflächenwasser, ganz überwiegend von Dächern.

Spricht aus Ihrer Sicht etwas dagegen, den Notüberlauf $T>5$ in die Ausgleichsfächen vorzusehen?.

Mit freundlichen Grüßen

Petra Schmid
Landschaftsarchitektin

Tel. 08161/4943925
Mobil: 0172/2617566
petra.schmid@gruenplan-gmbh.de

www.gruenplan-gmbh.de

Grünplan Gesellschaft für Freiflächenplanung mbH

Prinz-Ludwig-Straße 48
85354 Freising
Telefon 08161/13015
Telefax 08161/12868
info@gruenplan-gmbh.de

HRB München 46 405
Sitz der Gesellschaft: Freising

Geschäftsführer:
Alfons Neumair Landschaftsarchitekt, BDLA
Petra Schmid Landschaftsarchitektin, BDLA
Michael Rasemann Landschaftsarchitekt, BDLA





SCHLEGEL
Beratende Ingenieure

FMG - Ludwigsquartier

Wasserwirtschaftliche Untersuchung: Konzept zur Niederschlagswasserbe- seitigung

Projekt.Nr. 2392.15

Protokoll

Besprechungsort Online (Teams)

Datum/Uhrzeit 30.06.2026 / 09:30 Uhr

Anlass: Abstimmung wasser-
wirtschaftlichen Fest-
setzungen zum Bplan
Nr. 89

Teilnehmer

Frau Summerer	WWA München
Frau Karl	WWA München
Frau Schmid	Grünplan GmbH
Herr Lutz	IB Schlegel

Verfasser Regierungsbaumeister
Schlegel GmbH & Co. KG

Name Herr Lutz

Verteiler

(Kopien werden ohne Anschreiben verschickt)

- Frau Summerer Birgit.Summerer@wwa-m.bayern.de
- Frau Karl Rebecca.Karl@wwa-m.bayern.de
- Herr Lutz simon.lutz@ib-schlegel.de
- Frau Schmid petra.schmid@gruenplan-gmbh.de

	Inhalt	
1	Veranlassung Zur Berücksichtigung der wasserwirtschaftlichen Belange im Rahmen der Bauleitplanung wurde das Ingenieurbüro Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG durch die Gemeinde Hallbergmoos mit der Erstellung eines Konzeptes zur Niederschlagswasser-Beseitigung beauftragt. Das Konzept untersucht die grundsätzlichen Möglichkeiten der Niederschlagswasserbewirtschaftung unter Berücksichtigung der örtlichen Randbedingungen und dient als fachliche Grundlage und als Nachweis für geeignete Festsetzungen und Hinweise im Bebauungsplan. In diesem Termin wurde mit dem WWA die damit zusammenhängenden wasserwirtschaftlichen Fragestellungen abgestimmt.	
2	Präsentation des Konzeptes Herr Lutz stellt das Konzept zur Niederschlagswasser-Beseitigung vor. Frau Schmid ergänzt naturschutzfachliche Belange und Rahmenbedingungen.	
3	Mittlere Hochwasserstand mHGW Herr Lutz stellt die vom Baugrundgutachter ermittelten mHGW für die beiden Teilgebiete vor: West (452,7 m NHN) und Ost (454,0 m NHN). Das WWA bestätigt, dass für die Bemessung von Versickerungsanlagen die mHGW maßgebend anzusetzen sind. Der angegebene mHGW im westlichen Teilgebiet wird als plausibel bewertet. Der im östlichen Teilgebiet deutlich höhere mHGW sowie die insgesamt große Differenz zwischen den beiden Teilgebieten erscheinen hingegen auffällig und erklärungsbedürftig. Das WWA empfiehlt, ergänzend Grundwasserstandsdaten einer benachbarten Messstelle der FMG (3219/Q-1) anzufragen, um die Werte zu verifizieren. Herr Lutz wird das Ergebnis dieser Abfrage sowie eine Rücksprache mit dem Gutachter bezgl. der Differenz der Teilgebiete an Frau Summerer zur erneuten Bewertung übermitteln. Nachtrag vom 20.07.26: Die Messstelle der FMG „3219Q“ nördlich des östlichen Teilgebiets auf dem Gelände des Bauhofs wurde abgefragt und dem Baugrundgutachter übermittelt. Der Gutachter hat daraufhin die ermittelten Grundwasserstände überarbeitet und den zugehörigen Bericht angepasst: Die mHGW werden nun nicht mehr nach West und Ost, sondern nach Süd und Nord aufgeteilt. Die Werte sind wie folgt: – mHGW_{Süd} = 453,50 m NHN – mHGW_{Nord} = 452,60 m NHN	

4 Bemessungshäufigkeit für Versickerungsanlagen

Herr Lutz stellt die gewählte Jährlichkeit $T = 5$ a gemäß DWA-A 138-1 vor. Das WWA bestätigt diesen Wert. Die anzusetzende Jährlichkeit der Überflutungshäufigkeit beträgt 20 Jahre ohne Tiefgaragen und 30 Jahre mit Tiefgaragen.

5 Einleitung NSW in Oberflächengewässer

Herr Lutz fragt nach den Bedingungen für eine Regel- sowie Notüberlaufeinleitung in die Oberflächengewässer Goldach und Grillgraben.

Laut WWA ist neben der DWA-A 102 für die Bestimmung der zulässigen Einleitmengen weiterhin die DWA-M 153 zu verwenden. Die Einleitung sollte nicht punktuell, sondern möglichst naturnah erfolgen. Dem WWA sind aktuell keine weiteren Einleiter in die Goldach bekannt.

Grundsätzlich ist laut WWA eine Einleitung von NSW sowohl im Regelbetrieb als auch im Überlastfall möglich. Allerdings ist gemäß wasserwirtschaftlichen Grundsätzen die Versickerung vorrangig anzustreben, insbesondere dann, wenn diese technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar ist. Sofern eine Einleitung in ein Oberflächengewässer vorgesehen wird, ist nachzuweisen, dass keine andere schadlose Ableitung innerhalb vertretbarer Rahmenbedingungen möglich ist. Konkret könnte im vorliegenden Fall bspw. ein Teil des östlichen Grundstücks in die Goldach eingeleitet werden, wenn aus Platzgründen keine Möglichkeit zum Anlegen von Sickermulden besteht.

6 Mindestflurabstand Muldensohle zu mHGW

Laut WWA kann der Grundwasserflurabstand zwischen Sickermuldensohle und mHGW auf bis zu 50 cm verringert werden, wenn nur Flächen der Belastungskategorie I gemäß DWA-A 138-1 angeschlossen werden.

7 Bedingungen zur Begrünung der Sickermulden

Gemäß WWA ist bei der Pflanzung von Bäumen und größeren Sträuchern in der Sickermulde der Kronendurchmesser von der effektiven Sickerfläche abzuziehen. Die Pflanzung von kleineren Sträuchern/Bodendeckern, Blühpflanzen u. ä. ist zulässig. Die Handlungsempfehlungen „Multifunktionale Versickerungsmulden [...] zu Planung, Bau und Betrieb“ (LfU, 09 2024) sind zu beachten.

Frau Schmid prüft die Möglichkeit, die Heckenstreifen nördlich der Gebäude 5, 6 und 7 in die Ausgleichsfläche zu verlegen, um die aktuell belegten Flächen für die Herstellung der Versickerungsmulden freizumachen. Die textlichen Festsetzungen 7.2.3 und 9.1 wären entsprechend anzupassen. Auf der Ausgleichsfläche darf nur gebietseigenes Pflanzgut für Gehölze verwendet werden.

8 Nutzung der Ausgleichsflächen für Notüberlauf

Es wird die Nutzung der Ausgleichsfläche 1A als Ableitungsfläche für die Notüberläufe der Sickermulden diskutiert.

Laut Frau Schmid wäre dies, da das Wasser nur wenig mit Schadstoffen belastet ist und diese sich in den Sickermulden größtenteils absetzen werden, aus naturschutzfachlicher Sicht möglich und zu begrüßen: Infolge der im Grundwasser stehenden Fundamente oder sogar Keller wird ein Anstau des Grundwassers stromaufwärts, d.h. südwestlich der Bebauung, und ein Absenken des Grundwasserspiegels stromabwärts, d.h. im Bereich der Ausgleichsfläche, befürchtet. Dies könnte sich negativ auf die bestehenden Gehölze und die Waldfläche – größtenteils bestehend aus Silber-Weiden, Pappeln und andere Feuchtwald-Arten und auf die Zielsetzung „seggen- und binsenreiche Feucht- und Nasswiesen“ auswirken.

Die prognostizierten Auswirkungen der Bebauung auf den Grundwasserspiegel und deren Reichweite sollten in Verlauf der späteren Planung gutachterlich berechnet werden.

In jedem Fall würden die bestehenden schutzwürdigen Gehölze und der Feuchtwald sowie die Vegetation der geplanten Feuchtwiese von einer flächigen Zuführung von Wasser profitieren, da die Fläche durch die geplante Bebauung tendenziell trockener wird.

Laut WWA ist ein Anschluss der Notüberläufe an die Ausgleichsfläche einer Ableitung in die Goldach vorzuziehen.

Frau Schmid wird die Möglichkeit einer Nutzung der geplanten Ausgleichsfläche 1A sowie auch der bereits bestehenden Ausgleichsfläche zum Bebauungsplan 60.1 „Nordumfahrung Hallbergmoos“ („Weißes Dreieck“ nördlich Baukörper 3) bei Herrn Ise von der Unteren Naturschutzbehörde per E-Mail anfragen.

Nachtrag vom 03.07.26:

Ein entsprechender Lageplan mit in die Ausgleichsfläche verschobenen Hecken, schematischer Lage möglicher (Grün)-flächen für Sickermulden und der Bereiche, aus denen ein Überlauf in die Ausgleichsflächen angedacht ist, liegt bei.

9 Ausbildung der Sickermulden

Das WWA weist darauf hin, die Hochwasserstände (HHW) bei der späteren Planung der Sickermulden zu berücksichtigen.

10 Geländeaufschüttung und Bodenmanagement

Der Ansprechpartner beim WWA war in der Besprechung nicht anwesend. Diese Thematik wurde nicht weiter vertieft.

Nachtrag vom 03.07.26:

Herr Mühlbacher war bisher weder telefonisch noch via E-Mail erreichbar.

Wir gehen davon aus, dass die Vorgaben zum Bodenmanagement nicht für die Änderung des Bebauungsplans erforderlich sind. Zudem stehen wesentliche Randbedingungen, insbesondere hinsichtlich einer möglichen Unterkellerung der geplanten Gebäude sowie der daraus resultierenden Aushubmengen und Materialströme, zum aktuellen Planungsstand noch nicht fest. Eine Betrachtung des

Bodenmanagements ist daher erst im Zuge der späteren Planungsphasen sinnvoll möglich.

Einwände gegen die Aussagen und Festlegungen des vorliegenden Protokolls bitten wir innerhalb von 5 Tagen nach Posteingang geltend zu machen. Wird kein Einspruch gegen die im Protokoll getroffenen Festlegungen erhoben, so gelten diese als anerkannt.

München, 20.07.2026

REGIERUNGSBAUMEISTER
SCHLEGEL GMBH & CO. KG

i. A. Simon Lutz