



GeoPlan

Geotechnischer Bericht Nr. B2104205

**Aufstellung Bebauungsplan 05-77 zwischen Pulverturmstraße,
Schönbrunner Straße und Hagrainer Straße, Landshut**

Osterhofen, den 12.07.2021



Geotechnischer Bericht

Nr. B2104205

Auftraggeber: Stadt Landshut
Luitpoldstraße 29
84034 Landshut

Gegenstand: **Aufstellung Bebauungsplan 05-77 zwischen Pulverturmstraße, Schönbrunner Straße und Hagrainer Straße, Landshut**
– Geotechnische Untersuchungen –

Datum: Osterhofen, den 12.07.2021

Dieser Bericht umfasst 21 Textseiten und 6 Anlagen.
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig.

GeoPlan GmbH Zertifiziert nach DIN EN ISO 14001:2015 und DIN EN ISO 9001:2015

Donau-Gewerbepark 5
D-94486 Osterhofen
Tel. +49 (0)99 32/95 44-0
Fax +49 (0)99 32/95 44-77

Römerstr. 30
D-84130 Dingolfing
Tel. +49 (0)87 31/3775-41
Fax +49 (0)87 31/3775-42

Hechtseestr. 16
D-83022 Rosenheim
Tel. +49 (0)80 31/2 22 74-20
Fax +49 (0)80 31/2 22 74-22

Riedlstr. 3
D-84508 Burgkirchen a. d. Alz
Tel. +49 (0)86 79/9 66 30 88
Fax +49 (0)86 79/9 66 49 11

Geschäftsführer: Rainer Gebel, Uli Weidinger
Gerichtsstand: Deggendorf
HRB Nr.: 1471
USt-IdNr.: DE 162 493 294

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Angaben	1
1.1 Vorgang	1
1.2 Verwendete Unterlagen	1
1.3 Angaben zum Bauwerk	2
2. Durchgeführte Untersuchungen	2
2.1 Felderkundung	2
2.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	3
3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse	4
3.1 Geologischer Überblick / Topographische Verhältnisse	4
3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung	5
3.3 Grundwasserverhältnisse	7
4. Bodenklassifizierung und Bodenparameter	8
5. Folgerungen für die Gründung	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Geotechnische Kategorie / Frosteinwirkungszone / Erdbebenzone	10
5.3 Gründung	10
5.3.1 Gründung de Gebäude mittels tragender Bodenplatte	11
5.3.2 Gründung der Gebäude mittels Einzel bzw. Streifenfundamenten auf Kiesschotter	11
5.3.3 Gründung der nichttragenden Bodenplatte / Pflasterflächen	12
6. Hinweise für die Bauausführung	13
6.1 Bauwerkstrockenhaltung	13
6.2 Baugrube / Verbau	14
6.3 Wasserhaltung	17
6.4 Versickerung	17
6.5 Sonstige Hinweise	18
6.6 Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus	19
7. Schlussbemerkungen	20

Tabellen

TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMKERNBOHRUNGEN	3
TABELLE 2: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMSONDIERUNGEN	3
TABELLE 3: DURCHGEFÜHRTE LABORUNTERSUCHUNGEN	4
TABELLE 4: KORRELATION SCHLAGZAHLEN FÜR GROBKÖRNIGE U: BINDIGE BÖDEN	6
TABELLE 5: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN	7
TABELLE 6: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE	9
TABELLE 7: HOMOGENBEREICHE NACH DIN 18300 UND DIN 18301	9
TABELLE 8: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR EINZELFUNDAMENTE AUF KIESSCHOTTER	12
TABELLE 9: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR STREIFENFUNDAMENTE AUF KIESSCHOTTER	12
TABELLE 10: ERFORDERLICHE VERFORMUNGSMODULI UNTER BETONPLATTEN	13
TABELLE 11: GRUNDWERTE FÜR EINE BOHRPFÄHLGRÜNDUNG	16
TABELLE 12: MINDESTDICKE DES FROSTSICHEREN STRAßENAUFBAUS, RSTO 12	20

Anlagen

Anlage 1:	Übersichtslageplan, M 1 : 25.000	(1 Seite)
Anlage 2:	Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1 : 1.000	(1 Seite)
Anlage 3:	Bohrprofile, M 1 : 50	(3 Seiten)
Anlage 4:	Schwere Rammsondierprofile, M 1 : 50	(5 Seiten)
Anlage 5:	Bodenmechanische Laborversuchsprotokolle	(8 Seiten)
Anlage 6:	Fotodokumentation Kernkisten	(5 Seiten)

1. Allgemeine Angaben

1.1 Vorgang

Die Stadt Landshut plant die Errichtung mehrerer Punktgebäude mit Tiefgarage im Bereich der Pulverturmstraße, Schönbrunner Straße und Hagrainer Straße in 84028 Landshut. Das Ingenieurbüro Geoplan GmbH Osterhofen, wurde auf Grundlage des Angebotes A2103-090-BAU vom 11.03.2021 beauftragt, eine Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich der geplanten Baumaßnahme durchzuführen und ein Baugrundgutachten zu erstellen.

Die Felderkundungen wurden auf den Grundstücken mit den Flurnummern 2568, 2569 und 2569/2, Gemarkung Landshut, in 84028 Landshut durchgeführt.

Im vorliegenden Bericht werden die durchgeführten Feld- und Laborarbeiten dokumentiert und bewertet. Die erkundeten Untergrundverhältnisse werden beschrieben und beurteilt, Bodenklassen und Bodenparameter werden angegeben. Weiterhin erfolgen Angaben zur Ausbildung von Baugruben, zur Wasserhaltung und Bauwerkstrockenhaltung, Bauwerksgründung sowie zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes und zu den Erdbaumaßnahmen aus geotechnischer und hydrogeologischer Sicht.

Bei den durchgeführten geotechnischen Untersuchungen handelt es sich im Sinne der DIN 4020 um eine Voruntersuchung des Baugrundes. Untersuchungen gewonnener Bodenproben hinsichtlich möglicher umweltrelevanter Schadstoffbelastungen wurden nicht vorgenommen.

1.2 Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung des geotechnischen Berichtes wurden folgende Unterlagen verwendet:

- Lageplan, Grundrisse, Schnitte des Bauvorhabens, M 1 : 500, Büttner + Klaus Landschaftsarchitekten bda
- Geologische Karte von Bayern, M 1 : 25.000, UmweltAtlas Bayern Geologie, Bayerisches Landesamt für Umwelt
- Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern (Internet)
- Bohrprofile und -beschriebe B 1 bis B 3, Geoplan GmbH
- Schwere Rammsondierprofile DPH 1 bis DPH 6, Geoplan GmbH
- Analysenergebnisse der bodenmechanische Laborversuche, Geoplan GmbH

1.3 Angaben zum Bauwerk

Nach dem Abriss der alten Brauereibestandsgebäuden und Parkplatzflächen beabsichtigt die Stadt Landshut den Neubau von mehreren Punktgebäuden mit Tiefgarage. Zur Wohnbebauung gibt es nach derzeitigem Stand noch keine endgültigen Angaben, wobei die Gebäude voraussichtlich maximal siebengeschossig errichtet werden sollen. Insgesamt sollen die Tiefgaragen auf zwei Ebenen entstehen. Die Gründungskote für den südwestlichen Bereich wird bei einer Höhe von ca. 395,0 m NN und im nordwestlichen Bereich bei einer Höhe von 409,5 m NN zum Liegen kommen.

2. Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Felderkundung

Die Felderkundungen wurden am 27.05.2021, 01.06.2021 und 11.06.2021 auf dem Untersuchungsgelände mit den Flurnummern 2568, 2569 und 2569/2, Gemarkung Landshut, in 84028 Landshut durchgeführt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden insgesamt **drei Rammkernbohrungen** nach DIN EN ISO 22475 bis maximal 15,00 m unter Geländeoberkante abgeteuft. In Anlage 3 sind die entsprechenden Bohrbeschriebe und -profile dargestellt. Die Böden wurden nach DIN EN ISO 14688-1 angesprochen.

Die Zuordnung zu Bodengruppen erfolgte nach DIN 18196. Des Weiteren sind Bodenproben aus den einzelnen Bodenschichten entnommen und zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennwerten im Erdbaulaboratorium zurückgestellt worden.

Zur Feststellung von Lagerungsdichte und Konsistenz der Schichten sind zusätzlich **fünf Rammsondierungen** mit der schweren Rammsonde (DPH) gemäß DIN EN ISO 22476-2 niedergebracht worden. Die Sondierungen wurden bis in eine Tiefe von maximal 9,20 m durchgeführt. Anlage 4 enthält die Rammdiagramme. Bei Schlagzahlen von > 100 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe wurden die Rammsondierungen aufgrund des hohen Rammwiderstandes im Bereich der Kiese vorzeitig beendet.

Nach Durchführung der Aufschlussarbeiten wurden die Erkundungspunkte nach Lage und Höhe mittels GPS eingemessen. Rechts- und Hochwerte sowie die Ansatzhöhen aller Ansatzpunkte können den Bohr- und Rammprofilen der Anlagen 3 und 4 entnommen werden. Die Lage der Erkundungspunkte geht aus dem Lageplan in Anlage 2 hervor.

In den folgenden Tabellen 1 und 2 sind die durchgeführten Erkundungen zusammengestellt:

TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMKERNBOHRUNGEN

Bohrung	Ansatzhöhe [m NN]	Endteufe [m u. GOK]	Endteufe [m NN]	Grundwasser [m u. GOK]	Grundwasser [m NN]	Datum
B 1	414,00	10,00	404,00	kein Wasser erkundet		11.06.2021
B 2	407,00	15,00	392,00	kein Wasser erkundet		27.05.2021
B 3	398,48	10,00	388,48	kein Wasser erkundet		11.06.2021

B... Rammkernbohrung nach DIN EN ISO 22475

TABELLE 2: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMSONDIERUNGEN

Rammsondierung	Ansatzhöhe [m NN]	Endteufe [m u. GOK]	Endteufe [m NN]	kennzeichn. Eindringwiderstand n_{10} [m u. GOK]		
				0,0 – 3,0	3,0 – 5,0	5,0 – Ende
DPH 1	414,00	3,00	411,00	1 – >100	--	--
DPH 2	407,00	8,30	398,70	1 – 7	4 – 15	10 – >100
DPH 3	398,48	7,30	391,18	1 – 42	2 – 9	4 – >100
DPH 5	398,41	5,00	393,41	5 – 16	6 – >100	--
DPH 6	406,80	9,20	397,60	2 – 10	2 – 11	2 – >100

DPH... schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2

2.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur Überprüfung der Bodenansprache vor Ort, zur Klassifizierung der Bodengruppen gemäß DIN 18196 und zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennwerten sowie zur Einschätzung der Tragfähigkeit der Böden wurden insgesamt acht Bodenproben im Erdbaulaboratorium näher untersucht. Dabei wurden im Einzelnen folgende Versuche durchgeführt:

TABELLE 3: DURCHGEFÜHRTE LABORUNTERSUCHUNGEN

Aufschluss	Probenbezeichnung	Tiefe, m unter GOK	Wassergehalt DIN 18121	Korngrößenverteilung DIN 18123	komb. Sieb-Schlammanalyse DIN 18123	Fließ- und Austrollgrenze DIN 18122	Proctordichte DIN 18127	Dichtebestimmung DIN 18125	Glühverlust DIN 18128	Wasserdurchlässigkeit DIN 18130
B 1	D 2	0,65 – 1,00	X	X						
B 1	D 3	4,00 – 4,60	X	X						
B 2	D 4	2,10 – 6,50	X	X						
B 2	D 6	8,60 – 11,80	X	X						
B 2	D 7	11,80 – 13,70	X	X						
B 3	D 1	1,60 – 1,90	X							
B 3	D 2	4,30 – 4,60	X			X				
B 3	D 4	9,20 – 9,80	X	X						

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind, getrennt für die abgegrenzten und nachfolgend näher beschriebenen Bodenschichten, in Tabelle 4 zusammengestellt.

3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse

3.1 Geologischer Überblick / Topographische Verhältnisse

Das untersuchte und bebaute Grundstück liegt im Osten der Stadt Landshut auf den Flurnummern 2568, 2569 und 2569/2. Die Isar befindet sich ca. 650 m nördlich zu dem zu bebauenden Grundstück. Der Fluss liegt hier auf einer Geländehöhe von ca. 385,00 m NN. Das Gelände vor Ort liegt auf einer Höhe von 414,0 m NN bis 398,0 m NN und fällt dabei in Richtung Nordwesten ein.

Nach den vorliegenden Kartenwerken und Informationen sind im Bereich der geplanten Baumaßnahme in Landshut unter anthropogenen Auffüllungen und bindigen bzw. gemischtkörnigen Deckschichten bereits die Schotter der Oberen Süßwassermolasse unterlagert werden. Diese allgemeinen Kenntnisse wurden im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten auch bis in die erkundeten Tiefen bestätigt.

Bezogen auf die vorliegenden Bodenaufschlüsse und der allgemeinen Kenntnisse lässt sich der Untergrund im Untersuchungsgebiet in Landshut bis in den erkundeten Tiefenbereich (max. 15,00 m unter Geländeoberkante) wie folgt beschreiben:

Oberböden / Auffüllungen

(bis 3,20 m unter GOK erkundet)

- Mutterboden (Schluff, sandig, kiesig, humos);
Konsistenz: steif
- Auffüllung (Stein, schwach kiesig, schluffig, sandig, teils Ziegelreste);
Lagerung: dicht
- Auffüllung (Kies, sandig, teils schwach steinig, teils schwach organisch);
Lagerung: dicht
- Auffüllung (Schluff, teils tonig, sandig bis stark sandig, schwach bis stark kiesig, teils mit Ziegelresten);
Konsistenz: steif

Decklagen

(bis max. 5,70 m unter GOK erkundet)

- Schluff, teils schwach tonig, sandig bis stark sandig, teils schwach kiesig, teils mit Ziegelresten;
Konsistenz: weich bis steif
- Sand, stark schluffig;
Lagerung: locker

Schotterablagerungen

(ab 1,50 m unter GOK erkundet)

- Sand, stark kiesig;
Lagerung: mitteldicht
- Kies, schwach bis stark sandig, teils schwach schluffig bis schluffig, teils steinig;
Lagerung: mitteldicht bis sehr dicht

3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung**Auffüllungen / Oberböden**

In der Bohrung B 1 wurde zunächst eine 0,15 m mächtige Betonplatte durchteuft. Im Bereich der Bohrung B 2 wurden zunächst 0,15 m mächtige humose Mutterbodenschichten in Form von sandigen und kiesigen Schluffen in steifer Konsistenz aufgeschlossen. Darunter bzw. in der Bohrung B 3 ab Geländeoberkante wurden anthropogene Auffüllungen bis in eine Tiefe von 0,65 m unter GOK bis 3,20 m unter GOK aufgeschlossen. Diese Schichten wurden als schwach kiesige, schluffige, sandige und teils mit Ziegelresten durchsetzte Steine in dichter Lagerung sowie als sandige, teils schwach steinige und teils schwach organische Kiese in dichter Lagerung sowie teils tonige, sandige bis stark sandige, schwach bis stark kiesige und teils mit Ziegelresten durchsetzte Schluffe in steifer Konsistenz angesprochen. In den aufgefüllten Ablage-

rungen wurden anhand der schweren Rammsondierungen Schlagzahlen von 1 bis 42 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe ermittelt, was auf eine dichte Lagerung bzw. steife Konsistenz schließen lässt.

Decklagen

Unter den Auffüllungen wurden bei allen drei Bohrungen zunächst bindige bis gemischtkörnige Decklagen bis in Tiefen von 1,50 m unter GOK bis 5,70 m unter GOK (= 412,50 m NN bzw. 392,78 m NN) aufgeschlossen. Hierbei handelt es sich um teils schwach tonige, sandige bis stark sandige, teils schwach kiesige und teils mit Ziegelresten durchsetzte Schluffe in weicher bis steifer Konsistenz sowie um stark schluffige Sande in lockerer Lagerung. In den Decklagen wurden gemäß den schweren Rammsondierungen Schlagzahlen von 1 bis 12 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe ermittelt, was auf eine weiche bis steife Konsistenz der Decklagen hindeutet. Dabei ist auffällig, dass die Mächtigkeit der bindigen Schichten im Hangbereich (vgl. B 1) deutlich geringer ausfallen als im unteren Geländeteil (vgl. B 3).

Schotterablagerungen

Unterhalb der Decklageböden wurde in allen Bohrungen bis zu den jeweiligen Endteufen von bis zu 10,00 m unter GOK bis 15,00 m unter GOK (= 404,00 m NN bis 388,48 m NN) tertiäre Schotterablagerungen angetroffen. Diese Ablagerungen wurden angesprochen als stark kiesige Sande in mitteldichter Lagerung sowie als schwach bis stark sandige, teils schwach schluffige bis schluffige und teils steinige Kiese in mitteldichter bis sehr dichter Lagerung. Anhand der Rammsondierungen wurden hier Schlagzahlen von 2 bis > 100 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe erkundet. Die Rammsondierungen wurden hierbei bei Tiefen von 3,00 m unter GOK bis 9,20 m unter GOK (= 411,00 m NN bis 391,18 m NN) bei Schlagzahlen von > 100 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe in den teils sehr dicht gelagerten bzw. teils bereits verbackenen Kiesen bzw. Nagelfluh-Schichten vorzeitig beendet.

Nachfolgende Tabelle 4 zeigt eine Korrelation der Schlagzahlen für bindige und grobkörnige Böden sowie deren Zuordnung in Bezug auf Lagerungsdichte und Konsistenz.

TABELLE 4: KORRELATION SCHLAGZAHLEN FÜR GROBKÖRNIGE UND BINDIGE BÖDEN

Lagerung	Spitzendruck q_s [MN/m ²]	DPH N_{10}	DPM N_{10}	DPL N_{10}
Locker	< 5	1–4	4–11	6–10
Mitteldicht	5,0–7,5/10	4–18	11–26	10–50
Dicht	7,5–18/20	18–24	26–44	50–64
Sehr dicht	> 18/20	> 24	> 44	> 64
Konsistenz	Spitzendruck q_s [MN/m ²]	DPH N_{10}	DPM N_{10}	DPL N_{10}
Weich	1,0–1,5	2–5 (4)	3–8	3–10
Steif	1,5–2,0	(4) 5–9 (8)	8–14	10–17
Halbfest	2,0–5,0	(8) 9–17	14–28	17–37
Fest	> 5,0	> 17	> 28	> 37

Qualitative Wertung der Bodenschichten

In nachfolgender Tabelle 5 werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden beschrieben und im Hinblick auf die Baumaßnahme qualitativ beurteilt.

TABELLE 5: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN

Bewertungskriterien	Mutterboden	Auffüllungen / Tertiärschotter	Decklagen / Auffüllungen
	Schluffe	Kiese	Schluffe / Sande
Homogenbereich	O1	B1	B2
Tragfähigkeit	gering	groß	gering – mittel
Kompressibilität	groß	gering	groß
Standfestigkeit	gering	mittel – gut	gering – mittel
Wasserempfindlichkeit	groß	gering – mittel	groß – sehr groß
Frostempfindlichkeits- klasse nach ZTV E-StB 17	groß F3	nicht – mittel F1 – F2	groß F3
Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	mittel	mittel – groß	mittel – sehr groß
Wasserdurchlässigkeit	gering	mittel – groß	gering – mittel
Rammbarkeit	leicht	leicht – sehr schwer ¹⁾	leicht
Lösbarkeit	leicht – mittelschwer	leicht – sehr schwer ²⁾	leicht – mittelschwer
Wiedereinbaubarkeit	Rekultivierung	gut geeignet	mäßig geeignet ³⁾

¹⁾ bei \geq dichter Lagerung bzw. verfestigten Abschnitten / Grobeinlagerungen können massive Einbringhilfen (z. B. Lockerungsbohrungen) erforderlich werden

²⁾ bei \geq dichter Lagerung bzw. verfestigten Abschnitten / Grobeinlagerungen können die Bodenklassen 5-7 nach DIN 18300 (2012) (schwer lösbarer Boden, leicht bis schwer lösbarer Fels) maßgebend werden

³⁾ bei Schluffen sowie stark schluffigen Kiesen und Sanden wird bei einer Zwischenlagerung ein Abdecken mit Folien erforderlich

3.3 Grundwasserverhältnisse

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurde in keiner der drei Bohrungen ein Grundwasserspiegel bis zu den maximalen Erkundungstiefen von 10,00 m unter GOK bis 15,00 m unter GOK (= 404,00 m NN bis 388,48 m NN) erkundet. Das Grundwasser, welches hier in den durchlässigen und mäßig ergiebigen tertiären Sedimenten ausgebildet ist, ist hier voraussichtlich ab einer Höhe von 388,5 m NN zu erwarten. Ein Bemessungswasserstand wäre hier in etwa bei einer Höhe von 390,5 m NN anzunehmen.

Generell ist vorstehend in den bindigen Auffüllungen und Decklagen davon auszugehen, dass sich hier bei entsprechenden Regenereignissen und Oberflächenwassereinträgen Schichtwasserhorizonte in allen Tiefenlagen einstellen. Dies ist auch hinsichtlich

der Bauausführung und für alle unter Geländeoberkante einbindenden Bauteile zu beachten.

Nach dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern liegt die Baumaßnahme weder in einer Hochwassergefahrenfläche noch in einem wasser-sensiblen Bereich.

4. Bodenklassifizierung und Bodenparameter

In den Abschnitten 2 und 3 wurden die im Rahmen der Baugrunderkundung angetroffenen Bodenschichten näher beschrieben und beurteilt. Im Folgenden werden die für den Erdbau notwendigen Bodenklassen und die für erdstatische Berechnungen erforderlichen Bodenparameter angegeben.

In der nachfolgend dargestellten Tabelle 6 werden die wichtigsten Bodenkennwerte und erdbautechnischen Größen zusammengestellt. In der Tabelle 7 sind die wichtigsten bodenmechanischen Kennwerte nach Homogenbereichen dargestellt. Sofern in den Tabellen Schwankungsbreiten angegeben werden, darf in der Regel mit Mittelwerten gerechnet werden. In kritischen Bauzuständen oder Einzelabschnitten sollte jedoch der ungünstigere Wert in der Berechnung angesetzt werden.

Nach DIN 18196 sind die Bodenarten für bautechnische Zwecke in Gruppen mit annähernd gleichem stofflichem Aufbau und ähnlichen bodenphysikalischen Eigenschaften zusammengefasst.

Nach DIN 18300 (2012) werden die Boden- und Felsarten entsprechend ihrem Zustand beim Lösen klassifiziert. Dabei erfolgt die Klassifizierung unabhängig von maschinentechnischen Leistungswerten allein nach boden- bzw. felsmechanischen Merkmalen.

Nach DIN 18301 (2012) werden Böden und Fels aufgrund ihrer Eigenschaften für Bohrarbeiten eingestuft.

Die in den Tabellen angegebenen Bodenkenngrößen (Rechenwerte) beruhen auf Erfahrungswerten sowie den Erkenntnissen der örtlichen Untersuchungen und stützen sich auf die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU), die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Baugruben (EAB) und darüber hinaus auf die Angaben des Grundbautaschenbuches Teil 1. Die Parameter gelten dabei für die anstehenden Schichten im ungestörten Lagerungsverband. Bei Auflockerungen und/oder bei Aufweichungen, z. B. im Zuge der Baumaßnahme, können sich diese Parameter deutlich reduzieren. Bei Berechnungen ist bezüglich der Schichteinteilung auf die nächstliegende Bohrung Bezug zu nehmen.

TABELLE 6: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Wichte, erdfeucht	Wichte, unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion, dräniert	Kohäsion, undräniert	Steifemodul	Bodenklasse (DIN 18300 : 2012)	Boden- und Felsklassen (DIN 18301 : 2012)	Wasserdurchlässigkeit
		cal γ	cal γ'	cal φ	cal c'	cal c_u	cal E_s	-	-	k_f
		[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	[-]	[-]	[m/s]
Oberböden – Schluffe	OH steif	15,0-17,0	5,0-7,0	20,0-25,0	5-10	15-30	5-15	1	BO1	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁸
Auffüllungen / Schotterablagierungen – Kiese, Sande	[GI] / [GU] / GW / GI / GU / SW / SI mitteldicht – sehr dicht	20,0-23,0	11,0-14,0	35,0-40,0	0-4 ¹⁾	0-10 ¹⁾	50-100	3/5-6	BN1 (BS 1-2)	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁶
Decklagen – Schluffe	UL / UM / [UL] / [UM] weich steif	18,0-19,0	8,0-9,0	22,5-25,0	5-10	15-30	6-10	4	BB2	10 ⁻⁸ -10 ⁻¹⁰
		19,0-20,0	9,0-10,0	25,0-27,5	10-20	25-50	10-15	4	BB2	10 ⁻⁹ -10 ⁻¹¹
Decklagen – Sande	SU* locker	17,5-18,5	7,5-8,5	30,0	2-5 ¹⁾	4-8 ¹⁾	15-25	4	BN2	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁷

1) Kapillarkohäsion in ungesättigter Zone

TABELLE 7: HOMOGENBEREICHE NACH DIN 18300 UND DIN 18301

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Korngrößenverteilung Steine $\varnothing > 63,0$ mm	Kieskorn 2,0 – 63,0 mm	Sandkorn 0,063 mm – 2,0 mm	Feinkorn und Feinstes $\varnothing \leq 0,063$ mm	Dichte, erdfeucht	Scherfestigkeit, undräniert	Wassergehalt	Plastizitätszahl	Konsistenzzahl	Organischer Anteil
							cal c_u	w	I _p	I _c	
		%	%	%	%	[t/m ³]	[kN/m ²]	%	--	--	%
Homogenbereich O1 (Schluffe der Mutterböden)	OH steif	--	15-25	15-25	60-70	1,7-1,9	10-30	10-20	0,00-0,50	0,75-1,00	>3
Homogenbereich B1.1 (Kiese der Auffüllungen)	[GI] / [GU] dicht	0-30	40-85	15-25	0-15	2,0-2,2	--	2-10	--	--	0
Homogenbereich B1.2 (Kiese, Sande der Schotter)	GW / GI / GU / SW / SI mitteldicht – sehr dicht	0-30	25-90	5-75	0-15	2,0-2,3	--	2-10	--	--	0
Homogenbereich B2.1 (Schluffe, Sande der Auffüllungen / Decklagen)	UL / UM / [UL] / [UM] / SU* steif bzw. locker	--	0-15	15-80	15-85	1,8-2,0	50-250	15-30	0,00-0,50	0,75-1,00	0-1
Homogenbereich B2.2 (Schluffe der Decklagen)	UL / UM weich	--	0-5	15-35	60-85	1,7-1,9	15-75	25-40	0,00-0,50	0,50-0,75	0-1

5. Folgerungen für die Gründung

5.1 Allgemeines

Gemäß den uns vorliegenden Angaben ist auf dem zu bebauenden Grundstück mit den Flurnummern 2568, 2569 und 2569/2, Gemarkung Landshut, in 84028 Landshut eine Bebauung mit Tiefgarage projektiert.

Zur Beurteilung der Gründungssituation stehen hier, wie beschrieben, drei Bohrungen mit der maximalen Aufschlusstiefe von 10,00 m unter GOK bis 15,00 m unter GOK (= 404,00 m NN bis 388,48 m NN) und fünf schwere Rammsondierungen mit Aufschlusstiefen von maximal 3,00 m unter GOK bis 9,20 m unter GOK (= 411,00 m NN bis 391,18 m NN) zur Verfügung.

Nach den durchgeführten Bodenaufschlüssen stehen unter bindigen bzw. kiesigen Auffüllungen und unter den gering tragfähigen und kompressiblen Decklagen ab einer Tiefe von 1,50 m unter GOK bis 5,70 m unter GOK (= 412,50 m NN bis 492,78 m NN) die besser tragfähigen Schotter in mitteldichter bis sehr dichter Lagerung an.

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten war in keiner der drei Bohrungen bis zu den maximalen Endteufen von 10,00 m unter GOK bis 15,00 m unter GOK (= 404,00 m NN bis 388,48 m NN) ein Grundwasserspiegel einmessbar.

Nachfolgend werden auf die Bauwerksgründung, die Baugrubenausbildung, auf bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen sowie Auftriebssicherung und die Versickerung von Oberflächenwasser in den Untergrund aus geotechnischer Sicht eingegangen.

5.2 Geotechnische Kategorie / Frosteinwirkungszone / Erdbebenzone

Entsprechend den Untersuchungsergebnissen kann das Bauvorhaben nach DIN 1054:2010-12, Tabelle AA.1 und Eurocode 7 der geotechnischen Kategorie GK 2 zugeordnet werden.

Das zu bebauende Grundstück mit den Flurnummern 2568, 2569 und 2569/2, Gemarkung Landshut, in 84028 Landshut ist der Frosteinwirkungszone II zuzuordnen. Somit liegt das frostfreie Gründungsniveau bei 1,00 m unter GOK. Eine frostsichere Gründung aller Gebäudeteile, z. B. mit Frostschränzen bis 1,00 m unter GOK oder durch andere Maßnahmen, ist in jedem Fall sicherzustellen.

Nach DIN 4149:2005-04 befindet sich Landshut in keiner Erdbebenzone und somit muss keine Erdbeschleunigung berücksichtigt werden.

5.3 Gründung

Nachfolgend wird auf die Gründung der Gebäude näher eingegangen und es werden jeweils Tragfähigkeitswerte angegeben.

5.3.1 Gründung de Gebäude mittels tragender Bodenplatte

Die Gründungssohle der Wohnbebauung liegt bei angenommener Einbindetiefe voraussichtlich überwiegend in den \geq mitteldicht gelagerten Tertiärkiesen. Hier wäre daher eine Gründung mittels tragender Bodenplatte eine durchführbare Variante. Nach dem Aushub der Baugruben sind die Aushubsohlen in den anstehenden Kiesen mit geeignetem Gerät ausreichend zu verdichten ($D_{Pr} \geq 100 \%$). Sollten auf dem Aushubniveau noch bindige bzw. sandige Decklagen anstehen, so sind diese durch feinkornarmes Kiesmaterial (z. B. Körnung 0/63 mm; Feinkornanteil $\leq 5,0$ M.-% der Bodengruppe GW nach DIN 18196) bis zu den Kiesschottern auszutauschen. Das Kiesmaterial muss lagenweise (Lagenstärke $d \leq 40$ cm) eingebracht und auf $D_{Pr} \geq 100 \%$ verdichtet werden. Durchzuführende Bodenaustauschmaßnahmen unter der Bodenplatte sind mit einer seitlichen Verbreiterung von 60° und einem Pufferabstand von ≥ 25 cm über den Bodenplattenrand hinaus auszuführen. Dies kann hier je nach endgültiger Gründungskote im Bereich der Bohrung B 3, also im tiefer liegenden Geländebereich der Fall sein.

Zur statischen Dimensionierung von Bodenplatten wird hinsichtlich der Untergrundreaktion der Bettungsmodul k_s maßgebend, der im Sinne einer elastischen Federsteifigkeit des Untergrundes verstanden werden kann. Für die Bemessung von plattenartigen Gründungen kann bei Gründung in den nachverdichteten Kiesen der Schotter \geq mitteldichter Lagerung ein Bettungsmodul von $k_{s,k} = 19 \text{ MN/m}^3$ bei einem charakteristischen Lastniveau von etwa 150 kN/m^2 in Ansatz gebracht werden. Bei streifenförmiger Lasteinleitung bis zu $1,5$ m Breite sowie bei quadratischer Lasteinleitung bis $3,0$ m Kantenlänge im Randbereich können bei einem Bettungsmodul von $k_{s,k} = 26 \text{ MN/m}^3$ Bemessungswerte des Sohlwiderstandes von $\sigma_{R,d} \leq 420 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Dabei wurde eine Aushubentlastung von 80 kN/m^2 bereits berücksichtigt. Rechnerisch ist dabei mit Setzungen von $\leq 1,25$ cm zu rechnen.

5.3.2 Gründung der Gebäude mittels Einzel bzw. Streifenfundamenten auf Kiesschotter

Der Neubau kann alternativ auch über Einzel- bzw. Streifenfundamenten in den Kiesschottern gegründet werden. Sollten auf dem Aushubniveau noch bindige bzw. sandige Decklagen anstehen, so sind diese durch feinkornarmes Kiesmaterial (z. B. Körnung 0/63 mm; Feinkornanteil $\leq 5,0$ M.-% der Bodengruppe GW nach DIN 18196) bis zu den tertiären Kiesen auszutauschen. Als Bodenaustauschmaterial wäre Frostschutzkies (Körnung 0/63 mm; Feinkornanteil $< 5 \%$) der Gruppe GW / GI nach DIN 18196 zu empfehlen, welcher lagenweise ($d \leq 30$ cm) bei ausreichender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100 \%$) einzubauen ist. Im Gründungsbereich ist eine ausreichende Verdichtung, z. B. mit Lastplattendruckversuchen nachzuweisen.

In den nachfolgenden Tabellen 8 und 9 werden die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für mittig belastete Einzelfundamente bzw. Streifenfundamente bei Gründung in den Kiesen angegeben. Die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes wurden dabei auf Grundlage von Grundbruchberechnungen und der Begrenzung von Setzungen bestimmt. Das Verhältnis der horizontalen zu den vertikalen Kräften wird bei Einzelfundamente auf $H/V \leq 0,25$ und bei Streifenfundamenten auf $H/V \leq 0,10$ beschränkt, zudem gilt bei Einzelfundamenten ein zulässiges Seitenverhältnis von $a/b \leq 2,0$. Zwischenwerte zwischen den Tabellenwerten dürfen geradlinig interpoliert werden.

TABELLE 8: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR EINZELFUNDAMENTE AUF KIESSCHOTTER

geringste Einbindetiefe	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes in kN/m ² für b bzw. b'						
	(m)	0,50 m	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m
≥ 0,6		360	440	510	560	600	580
≥ 1,0		550	620	670	710	680	580

TABELLE 9: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR STREIFENFUNDAMENTE AUF KIESSCHOTTER

geringste Einbindetiefe	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes in kN/m ² für b bzw. b'					
	(m)	0,50 m	0,75 m	1,00 m	1,25 m	1,50 m
≥ 0,6		450	510	570	620	690
≥ 1,0		630	680	750	790	740

Die angegebenen Tabellenwerte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und gelten für mittige, lotrechte Belastung. Bei außermittiger bzw. schräger Lasteintragung sind die Tabellenwerte, z. B. gemäß den Maßgaben der DIN 1054, abzumindern oder sind die zulässigen Sohlspannungen mit Grundbruch- und Setzungsberechnungen nachzuweisen.

Bei Ausnutzung der Tabellenwerte ist mit Setzungen in einer Größenordnung von **1,5 cm** zu rechnen. Bei unterschiedlich hohen Sohldrücken und/oder Gründungstiefen bei Fundamenten sind auch entsprechende Setzungsdifferenzen in der Bauwerkskonstruktion zu beachten. Genaue Setzungsberechnungen können erst auf Basis statischer Berechnungen unter Berücksichtigung genauer Lastangaben durchgeführt werden.

5.3.3 Gründung der nichttragenden Bodenplatte / Pflasterflächen

Für die Gründung der Gebäude mittels Einzel- bzw. Streifenfundamenten wird evtl. auch die Errichtung einer nichttragenden Bodenplatte bzw. von Pflasterflächen nötig werden. Für industriell genutzte Böden bzw. Bodenplatten werden in Anlehnung an die Empfehlung „Betonböden im Industriebau“ auf OK Frostschuttschicht nachfolgende Verformungsmoduli unter den Betonplatten notwendig.

TABELLE 10: ERFORDERLICHE VERFORMUNGSMODULI UNTER BETONPLATTEN

Maximale Einzellast Q in kN (t)	Verformungsmodul E_{v2} des Untergrundes in MN/m ²	Verformungsmodul E_{v2} der Tragschicht in MN/m ²
≤ 32,5 (≤ 3,25)	≥ 30	≥ 80
≤ 60 (≤ 6,0)	≥ 45	≥ 100
≤ 100 (≤ 10,0)	≥ 60	≥ 120
≤ 150 (≤ 15,0)	≥ 80	≥ 150
≤ 200 (≤ 20,0)	≥ 100	≥ 180

Die Dimensionierung der Bodenplatte sollte sich an o.g. Werten und Anforderungen orientieren. In Abhängigkeit der Höhenlage sowie der Untergrundtragfähigkeit können die entsprechenden und notwendigen Schüttstärken über eine Probefeldschüttung festgelegt werden. Das Verformungsmodul E_{v2} und das Verhältnis der Verformungsmodule $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ sollte mittels statischer Plattendruckversuche nachgewiesen werden.

Zur Orientierung werden nachfolgende Mindestschüttstärken angegeben:

E_{v2} – Wert Erdplanum	$E_{v2} = 80 \text{ MN/m}^2$	$E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$
20 MN/m ²	50 cm	80 cm
30 MN/m ²	40 cm	60 cm
40 MN/m ²	30 cm	50 cm
50 MN/m ²	30 cm	40 cm
60 MN/m ²	20 cm	35 cm

Nach den Baugrunderkundungsergebnissen liegen auf Höhe des Erdplanums voraussichtlich durchwegs die tertiären Kiese vor, wo mit E_{v2} -Werten von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu rechnen ist. Sofern auf Höhe Erdplanum noch bindige Schichten anstehen, ist mit E_{v2} -Werten von $\leq 30 \text{ MN/m}^2$ zu rechnen, sodass ein Bodenaustausch empfohlen wird. Derzeit wird davon ausgegangen, dass in diesen Bereichen ein Gesamtaufbau von $\geq 40 \text{ cm}$ durch gut tragfähiges Kies-Sand-Material, Körnung 0/56 mm (Feinkornanteil $\leq 5,0 \text{ M.-%}$) der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zielführend ist, um den geforderten Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ auf dem fertigen Planum zu erreichen.

6. Hinweise für die Bauausführung

6.1 Bauwerkstrockenhaltung

Zum Schutz baulicher Anlagen vor Durchfeuchtung wird auf die DIN 4095 und DIN 18533-1 hingewiesen. Für den Neubau des Mehrfamilienhauses ergibt sich entsprechend der aktuellen Planung und den geologischen Verhältnissen nach DIN 4095, Kapitel 3.6, der Fall a; also eine Abdichtung ohne Dränung in wasserdurchlässigen Böden.

Weiterhin ist aber eine Bauwerksabdichtung nach DIN 18533-1:2017-7 notwendig. Gemäß genannter Norm wäre das Bauvorhaben aufgrund der Lage im Bereich eines wasserdurchlässigen Baugrundes und mit einem Abstand von mindestens 50 cm oberhalb des Bemessungswasserstandes in den Fall W1.1-E einzuordnen.

6.2 Baugrube / Verbau

Geböschte Baugruben

Nach DIN 4124 brauchen nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe < 1,25 m nicht abgeböschert werden. Bei Überschreiten dieses Grenzwertes müssen Böschungen angelegt oder die Baugrube verbaut werden.

Es gelten nachfolgende Angaben für die Errichtung von Baugruben, die im Bedarfsfall einzuhalten sind. Ohne rechnerischen Nachweis dürfen gemäß DIN 4124 folgende Böschungswinkel bis 5,00 m Böschungshöhe nicht überschritten werden:

Nichtbindige Böden	45°
Weiche bindige Böden	45°
Steife oder halfeste bindige Böden	60°

Böschungen mit einer Böschungsneigung im Bereich der maximal zulässigen Neigungen sind bei längeren Standzeiten vor Witterungseinflüssen verbunden mit Oberflächenerosion zu schützen. Dazu reicht im Allgemeinen ein Abdecken mit Folien sowie eine funktionsfähige Windsogsicherung (Kunststoffolie, gesichert mit Baustahlmatten und Stahlstiften bzw. Spritzbeton) aus, um stärkere Abbrüche oder Ausspülungen zu vermeiden.

Bei Aushubmaßnahmen sind auch die zulässigen Aushubgrenzen nach DIN 4123 im Hinblick auf anstehende Bauwerke und Bauteile einzuhalten. Andernfalls werden Verbaumaßnahmen, Unterfangungen oder sonstige Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Die Standsicherheit für anstehende Bauwerke und Bauteile ist dabei für alle Bauzustände und den Endzustand nachzuweisen.

Die Lasteintragungswinkel von schweren Gerätschaften (Krananlagen, Bagger etc.) gemäß den Vorschriften der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BGBau) von $\alpha \leq 30^\circ$ und einem lastfreien Schutzstreifen von $\geq 1,00$ m (bis 12 to Gesamtgewicht) bzw. $\geq 2,00$ m (mehr als 12 to Gesamtgewicht) sind einzuhalten.

Trägerbohlwand / Spundwandverbau

Bei beengten Platzverhältnisse an den Grundstücksgrenzen kann die Ausbildung einer geböschten Baugrube in Teilbereichen nicht möglich sein und daher ein Baugrubenverbau erforderlich werden. Hierzu wäre in den vorliegenden Böden die Erstellung von **Trägerbohlwänden** zur Sicherung der Baugrube gut denkbar.

Für die Erstellung der Trägerbohlwände sind die anstehenden \geq dichten und teils verbackenen Kiese zu beachten. Hinsichtlich der Einbringbarkeit allgemein und zur Minimierung von Erschütterungen wird für den Einbau der Träger ein verrohrtes Vorbohren mit anschließendem Einstellen der Träger empfohlen. Die Verrohrung ist vor dem Ziehen wieder mit Kies zu verfüllen. Auch das Einrammen der Träger in den vorgelockerten Boden wäre hier grundsätzlich denkbar. Die Ausfachung zwischen den Bohlträgern kann mittels Holzbohlen oder Stahlplatten erfolgen. In gering standfesten Abschnitten (locker gelagerte Kiese) sind hier beim Aushub nur geringe Abschlagshöhen (1 dm-Bereich) vorzusehen. Hohlräume hinter dem Verbau sind umgehend mit rolligem Material wieder rückzufüllen.

Einbringversuche und Erschütterungsmessungen an kritischer, nahe anstehender Bebauung werden in diesem Zusammenhang erforderlich, um das schonendste Einbringverfahren festzulegen und Schäden am Bestand zu vermeiden. Auf eine Beweissicherung an angrenzenden Gebäuden wird in diesem Zusammenhang verwiesen.

Alternativ wäre hier auch ein **Spundwandverbau** durchführbar, wobei hier auf die erhöhten Erschütterungseinwirkungen bei der Einbringung der Spunddielen in den Kiesen hinzuweisen ist. Es sind deshalb Einbringhilfen (z. B. überschnittene Lockerungs- bzw. Austauschbohrungen) zwingend erforderlich werden, um das Einbringen an sich bzw. ein möglichst schonendes und erschütterungsarmes Einbringen zu gewährleisten. Aus geotechnischer Sicht wird daher von der Ausführung eines Spundwandverbaus eher abgeraten.

Pfahlwandverbau

Eine weitere Alternative wäre die Errichtung einer Bohrpfahlwand. Eine Bohrpfahlwand kann in den vorliegenden Böden relativ erschütterungsarm und ohne große Lärmentwicklung hergestellt werden. Außerdem kann dieses System als nahezu wasserdichte Wand ohne nennenswerte Kopfverformung ausgeführt werden.

Der Verbau in Form einer überschnittenen Bohrpfahlwand mit Durchmessern zwischen 60 und 90 cm Durchmesser erweist sich als steif und verformungsarm. Die Bodenbewegungen hinter der Wand sind minimal. Das Bohrloch wird während der Herstellung durch eine Verrohrung gestützt, sodass die Wand auch unmittelbar an der Grundstücksgrenze eingesetzt werden kann. Die Wandstärke sollte 40 cm nicht unterschreiten, sodass der Achsabstand der Pfähle entsprechend zu planen ist. Für Pfähle mit DN 60 cm bedeutet das einen Achsabstand von 45 cm und für Pfähle mit DN 90 cm beläuft sich der Achsabstand auf 80 cm.

Der Platzbedarf einer Bohrpfahlwand mit Bohrpfählen DN 60 cm kann platzsparender ausgeführt werden, wobei zu beachten ist, dass bei einem Pfahldurchmesser DN 60 cm jeder zweite Pfahl bewehrt ausgeführt werden muss. Bei Pfählen DN 90 cm genügt es voraussichtlich jeden dritten Pfahl zu bewehren.

Bezüglich der Herstellung der Pfähle sind die Vorgaben der DIN EN 1536 und weiterer, maßgebender DIN-Normen zu beachten.

Die Bohrpfähle sind nach DIN EN 1997-1:2009-09, Abschnitt 7 unter Berücksichtigung der DIN EN 1997-1/NA:2010-12 zu bemessen. In der DIN 1054:2010-12 und DIN EN 1536:2010-12 befinden sich ergänzende Anmerkungen. In der EA-Pfähle sind zudem umfangreiche Hinweise zur Planung und Dimensionierung der Gründungsmethode enthalten. Nachfolgende Anwendungskriterien müssen eingehalten werden:

- Durchmesser $0,3 \text{ m} \leq \varnothing \leq 3,0 \text{ m}$
- Pfahlneigung nicht flacher als 4:1
- Mindesteinbindung in den tragfähigen Baugrund 2,5 m
- Mindestschichtmächtigkeit unter Pfahlfuß 3 x Pfahldurchmesser
- Achsabstand mindestens 3-facher Pfahldurchmesser zur Vermeidung gegenseitiger Beeinflussung lastableitender Pfähle (bei überschnittener Bohrpfahlwand für unbelastete Pfähle nicht zutreffend)

Für die statische Berechnung und Dimensionierung von Ortbeton-Bohrpfählen können die folgenden, charakteristischen Werte für die Mantelreibung und den Spitzenwiderstand berücksichtigt werden (charakteristische Werte in Anlehnung an die DIN 1054: 2005-01, Anhang B, bzw. EA-Pfähle einschließlich Berücksichtigung von Erfahrungswerten):

TABELLE 11: GRUNDWERTE FÜR EINE BOHRPFAHLGRÜNDUNG

Kriterium / Daten	Benennung	Wert
PFAHLWIDERSTANDSWERTE ¹⁾		
• Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$		
- Decklagen	kN/m ²	20
- Kiesschotter	kN/m ²	120
• Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ für bez. Pfahlkopfsetzung		
- Kiesschotter	kN/m ²	0,02 / 0,03 / 0,10 1750 / 2250 / 4000

1) Pfahlabstand $\geq 3 \times D_s$ (Pfahldurchmesser) - nur für lastableitende Pfähle einzuhalten

Die erforderliche Einbindetiefe bzw. Länge der Bohrpfähle sowie deren Anzahl ist mittels statischer Berechnung unter Ansatz der auftretenden Bauwerkslasten und o.g. Werte zu ermitteln. Die Bohrpfähle wären in einer Pfahlkopfkonstruktion in die Bodenplatte kraftschlüssig einzubinden.

Je nach Beanspruchung und Wandhöhe müssen die Verbauten verankert bzw. ausgesteift werden, so dass die Gesamtstandsicherheit erreicht wird und die Kopfverformungen reduziert werden können.

Rückverankerung

Je nach Beanspruchung und Wandhöhe müssen die Verbauten verankert bzw. ausgesteift werden, so dass die Gesamtstandsicherheit erreicht wird und die Kopfverformungen reduziert werden können. Dabei werden meist Verpressanker verwendet, bei denen in eine waagerechte oder geneigte Bohrung durch den Verbau in den Erdkörper ein Stahlzugglied eingeführt wird, an dessen Ende Zementmörtel eingepresst wird (Verpresskörper). Für eine Rückverankerung können laut EA-Pfähle für verpresste Mikropfähle nach derzeitigem Kenntnisstand hierbei die nachfolgenden Pfahlmantelreibungswerte in Ansatz gebracht werden:

- bindige Decklagen:	$q_{s1,k} = 25 \text{ kN/m}^2$
- mitteldichte – dichte kiesige Schotter:	$q_{s2,k} = 200 \text{ kN/m}^2$
- \geq dichte kiesige Schotter:	$q_{s3,k} = 250 \text{ kN/m}^2$

Dabei ist zu beachten, dass diese Rückverankerung nur ausgeführt werden kann, sofern die entsprechenden Betretungs- und Nutzungsfreigaben vorliegen und keine Sparren bzw. Bauteile in Rückverankerungsbereich enthalten sind. Außerdem sollten die Anker in Schräglage ausgeführt werden, sodass sich die gesamte Verpressstrecke ausschließlich in den kiesigen Schottern erstreckt.

Verbauten sind mittels der in Abschnitt 4 angegebenen Parameter zu dimensionieren.

Grundsätzlich sind sämtliche Verbauten und Baugrubensicherungen (auch frei gebösch) mit den in Abschnitt 4 genannten Parametern statisch und hydraulisch zu berechnen und zu dimensionieren, wobei üblicherweise mit dem aktiven Erddruck gerechnet werden kann. Für den Fall, dass sich im Zuge des Bauablaufes Situationen einstellen, wo eine vorhandene Bebauung zu berücksichtigen ist, erfolgt die Empfehlung, in diesen Abschnitten einen erhöhten Erddruckansatz zu wählen (50 % Erddruck + 50 % aktiver Erddruck). Bei nahe anstehenden Bauteilen ist auch die DIN 4123 zu beachten.

Spritzbetonvernagelung

Eine weitere Alternative bietet eine Spritzbetonvernagelung. Anhand der Spritzbetonvernagelung wird die Baugrubenwand mittels Verpressanker, wie oben beschrieben, in die anstehenden Böden rückverankert und mit einer bewehrten Vorsatzschale aus Spritzbeton gesichert. Dies erfolgt parallel zum Aushub schrittweise von oben nach unten mit geringen Abschlagshöhen. Dabei sollten die Anker gemäß erdstatischem Berechnungsansatz in einer raster- bzw. netzartigen Anordnung schräg in die besser tragfähigen Zersatzschichten eingebunden werden. Dabei sind mögliche Grobeinlagerungen bzw. Verfestigungen in den tertiären Kiesen zu beachten. Für eine Rückverankerung sind die im obigen Abschnitt angegebenen Pfahlmantelreibungswerte anzusetzen. Zudem sind Drainageöffnungen vorzusehen, um evtl. temporär auftretendes Schichtwasser hinter der Spritzbetonwand abzuleiten.

6.3 Wasserhaltung

Im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten wurde in keiner der Bohrungen ein Grundwasserspiegel bis zu den Endteufen von 10,00 m unter GOK bis 15,00 m unter GOK (= 404,00 m NN bis 388,48 m NN) erkundet. Unter Niedrig- bis Mittelwasserständen wird somit bei der vorliegenden Baumaßnahme der Grundwasserspiegel im Rahmen des Aushubs von Gruben und Gräben für die Fundamenterrichtung / Bodenaustausch voraussichtlich nicht angeschnitten. Es sind aber Schichtwasserhorizonte, wie beschrieben, in allen Tiefen möglich, nach derzeitiger Einschätzung jedoch unwahrscheinlich.

Die Wasserhaltung beschränkt sich somit überwiegend auf die Fassung und Ableitung von Niederschlags-, Oberflächen- und Tagwasser. Schichtwasserhorizonte sind ebenso in allen Tiefen möglich und zu beachten. Eine Versickerung des Wassers über die Aushubsohle ist in der Regel möglich, sobald die durchlässigen, nicht verbackenen Kiese angetroffen werden. Grundsätzlich dürften die abzapfenden Wassermengen v. a. von den Einträgen aus Niederschlag und Oberflächenzufluss abhängen. Die Ableitung erfolgt dabei entweder in eine Vorflut (wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich) oder in die Kanalisation.

6.4 Versickerung

Eine Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser ist hinsichtlich der anzunehmenden Wasserdurchlässigkeit vorliegend nur in den nicht verbackenen Kiesen denkbar. Die erkundeten bindigen und sandigen Decklagen sind für Versickerungsmaßnahmen nicht geeignet.

Die aus den Kornverteilungskurven für eine Grundwasserentnahme ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte für die Kiese weisen einen k_f – Wert von $1,04 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $6,03 \cdot 10^{-4}$ m/s auf.

Die aus den Kornverteilungskurven abgeleiteten k_f -Werte gelten grundsätzlich für eine Wasserentnahme aus dem Untergrund. Gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 138, Anhang B, Tabelle B.1, ist bei Ermittlung des k_f -Wertes durch Sieblinienauswertung, wie vorliegend erfolgt, ein Korrekturfaktor von 0,2 zu berücksichtigen, um den Bemessungs- k_f -Wert festzulegen. Unter Berücksichtigung dieses Korrekturfaktors liegt der **Bemessungs- k_f -Wert** in den erkundeten Kiesen bei **$k_f = 2,0 \cdot 10^{-5}$ m/s**.

Gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 138 sind Versickerungen in Lockergesteinen mit Durchlässigkeitsbeiwerten im Bereich von $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s möglich. Der vorliegend angegebene, für die Bemessung maßgebliche k_f -Wert für die vorliegenden Kiese liegt im mittleren Bereich dieser Spanne und weist somit auf mäßige Versickerungsbedingungen in den erkundeten Kiesen hin.

Um eine ausreichende Reinigungsleistung zu gewährleisten, fordert das genannte Arbeitsblatt eine Mächtigkeit des Sickerraums über dem mittleren höchsten Grundwasserstand von mindestens einem Meter, was hier problemlos erreicht werden kann. Bei einer Dimensionierung der Versickerung nach Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ sind die entsprechenden Grundwasserstände zu berücksichtigen. Der exakte mittlere höchste Grundwasserstand zur Bemessung von möglichen Versickerungsanlagen ist bei der Entwässerungsplanung noch mit den zuständigen Behörden abzustimmen. Ebenfalls wird auf das Merkblatt DWA-M 153 „Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser“ hingewiesen.

Unabhängig von der Art der Versickerungsanlage ist jedoch besonders darauf zu achten, dass ein hydraulischer Anschluss an die besser durchlässigen Kiese gegeben ist. Die geplanten Versickerungsmaßnahmen müssen mit den Genehmigungsbehörden bzw. mit dem Wasserwirtschaftsamt abgestimmt und von diesen genehmigt werden.

Um Schäden von Versickerungen an der bestehenden Bebauung zu verhindern, müssen die Versickerungseinrichtungen einen ausreichenden Abstand zur bestehenden Bebauung einhalten und sind dementsprechend tief auszuführen. Im Hochwasserfall bzw. bei Extremereignissen ist zudem mit einer Verringerung der Versickerungsleistung bzw. mit einem Rückstau zu rechnen, sodass eine Überlaufeinrichtung bei der Versickerungsanlage vorgesehen werden sollte.

6.5 Sonstige Hinweise

Verbaustatik / Bauwerksstatik

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

Filterkiesschichten

Für die Verwendung von Filterkiesschichten für Wasserhaltungszwecke kann gut gestufter, hohlraumreicher Frostschutzkies der Gruppe GW nach DIN 18196 mit geringem Sandanteil (Feinkornanteil < 5 M.-%, Sandanteil < 10 M.-%) oder auch Kies der Körnung 16/32 mm vorgesehen werden.

Für Bodenaustauschschichten, welche nicht für Wasserhaltungszwecke verwendet werden, kann auch sandiges Kiesmaterial der Gruppe GW / GI / GU nach DIN 18196 verwendet werden. Auch für diesen Fall empfehlen wir jedoch, hohlraumreichen Frostschutzkies zu verwenden, sofern das Material im Gründungsbereich der Bauwerke eingebaut wird und auch Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden.

Arbeitsraumverfüllung

Zur Verfüllung der Arbeitsräume sind die hier anstehenden Kiese der tertiären Schotter bzw. Auffüllungen (Homogenbereich B1) mit einem Feinkornanteil von ≤ 15 M.-% gut zur setzungsarmen Wiederverfüllung geeignet, womit ein Verdichtungsgrad $D_{pr} \geq 100$ % zu erzielen ist. Die Oberböden des Homogenbereichs O1 sowie weiche bindige Ablagerungen (Homogenbereich B2.2) eignen sich hingegen nicht zur Verfüllung und sollen abgefahren bzw. ausschließlich zur Landschaftsgestaltung verwendet werden.

Bei mindestens steifer Konsistenz der Schluffe der Decklagen (Homogenbereich B2) sowie bei den stark schluffigen Böden ist ein Wiedereinbau, z. B. als Hinterfüllmaterial, bedingt möglich, sofern es keine umwelttechnischen Bedenken gibt. Dieses Material sollte nicht unter befestigten und setzungsempfindlichen Flächen eingebaut werden. Bei einem Wiedereinbau ist erdbautechnisch ein Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 97$ % sicherzustellen. Dafür kann möglicherweise eine geochemische Stabilisierung mit einem Bindemittel erforderlich werden.

Wird Fremdmaterial verwendet, ist gut verdichtbares, gering kompressibles, sandiges Kiesmaterial (GW / GI / GU nach DIN 18196) mit einem Feinkorngehalt < 10 M.-% einzusetzen. Die Verfüllung von Arbeitsräumen und Gräben muss lagenweise (Lagenstärke $\leq 0,4$ m) mit ausreichender Verdichtung ($D_{pr} \geq 100$ %) erfolgen. Auf dem Erdplanum von Wegen und Verkehrsflächen sind die Qualitätsanforderungen gemäß der ZTV E-StB 17, z.B. mittels Lastplattendruckversuchen, nachzuweisen.

Im Weiteren sind neben der ZTV E-StB 17 hinsichtlich der Verdichtungsanforderungen von Böden die "Zusätzlichen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen" der ZTVA-StB und das "Merkblatt für die Hinterfüllung von Bauwerken" der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen zu beachten. Hinsichtlich des erforderlichen Eigenüberwachungsumfang wird auf die ZTVE-StB 17 verwiesen.

6.6 Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus

Zur Ermittlung der erforderlichen Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus ist das Trag- und Verformungsverhalten sowie die Frostempfindlichkeit des Untergrundes zu beachten. Der frostsichere Straßenaufbau ist so auszuführen, dass auch während der Frost- und Auftauperioden keine schädlichen Verformungen am Oberbau entstehen.

Das hier zu begutachtende Untersuchungsgebiet liegt gemäß der Karte Frosteinwirkungszonen der RStO 12 in der Frosteinwirkungszone II. Es ist somit ein Zuschlag von 5 cm zu berücksichtigen.

Für die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus sind deshalb die in nachfolgender Tabelle 2 zusammengestellten Werte, die nach RStO 12 festgelegt wurden, zu berücksichtigen.

TABELLE 12: MINDESTDICKE DES FROSTSICHEREN STRASSEN-AUFBAUS NACH RSTO 12

Frostempfindlichkeit des anstehenden Untergrundes (nach ZTV-E StB 17)	Ausgangswert für die Bestimmung der Dicke für die Belastungsklassen	Zuschlag aufgrund Frosteinwirkungszone II	Summe Mindestdicke frostsicherer Aufbau
Kiese / Sande bzw. Bodenaustausch mit Schotter oder RC-Material (F2)	Bk 0,3 40 cm	+ 5 cm	45 cm
	Bk 1,0 bis BK 3,2 50 cm	+ 5 cm	55 cm
Anstehende bindige Decklagen bzw. stark schluffige Ablagerungen (F3)	Bk 0,3 50 cm	+ 5 cm	55 cm
	Bk 1,0 bis BK 3,2 60 cm	+ 5 cm	65 cm

Wie der Tabelle 12 zu entnehmen ist, ist für die Frostempfindlichkeitsklasse des anstehenden Untergrundes F3 (stark schluffige / bindige Ablagerungen) bei der Belastungsklasse Bk 0,3 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 55 cm und bei der Belastungsklasse Bk 1,0 bis BK 3,2 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 65 cm nach RStO 12 maßgebend. Für die Frostempfindlichkeitsklasse des anstehenden Untergrundes F2 (Kiese der bestehenden Tragschichten der Bodengruppe GU) bzw. bei Bodenaustausch mit F2-Material (Kies der Bodengruppe GU oder RC-Material) ist bei der Belastungsklasse Bk 0,3 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 45 cm und bei der Belastungsklasse Bk 1,0 bis Bk 3,2 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 55 cm nach RStO 12 zu berücksichtigen.

7. Schlussbemerkungen

Mit den durchgeführten Felduntersuchungen können naturgemäß nur punktuelle Aufschlüsse gewonnen werden. Des Weiteren sind gemäß DIN 4020 Aufschlüsse in Boden und Fels als Stichproben zu bewerten. Für die dazwischenliegenden Bereiche lassen sich nur Wahrscheinlichkeitsaussagen machen.

Aus geotechnischer Sicht werden nach dem Abbruch der Bestandsgebäude ergänzende Untersuchungen für die genauere Beurteilung hinsichtlich Gründung und Baugrubensicherung erforderlich.

Vorrangiges Ziel des Gutachtens war es, die vor Ort relevanten Untergrunddaten durch Beschreibung der Bodenschichten, Zuordnung von Bodenklassen und physikalischen Bodenparametern für den Planer und die Baufirma aufzubereiten. Weiterhin erfolgten

Angaben zu Baugrubenausbildungen und zu den Erfordernissen hinsichtlich der Wasserhaltung und der Bauwerksgründung.

Bei allen Aushub- und Gründungsarbeiten sind die aktuellen Bodenschichten mit den Ergebnissen der vorliegenden Baugrunderkundung zu vergleichen. Bei nicht auszu-schließenden Abweichungen des Untergrundes zwischen und außerhalb der Auf-schlussstellen und in allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Gründung ist ein Baugrundsachverständiger einzuschalten. Erst daraufhin gilt die Baugrunduntersu-chung als abgeschlossen. Unter günstigen Umständen können die Aufwendungen für empfohlene Verbesserungsmaßnahmen zumindest teilweise eingespart werden.

Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Da dem Baugrundsachverständigen derzeit nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung bekannt sein können und weiterhin die punktuellen Baugrundaufschlüsse nur örtlich begrenzte Aussagen liefern, kann dieser Bericht keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich aller bodenmechani-schen und hydrogeologischen Detailpunkte erheben. Zusätzliche Untersuchungen bzw. geotechnische Beurteilungen können im Zuge der weiteren Planung erforderlich wer-den. Es wird davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Daten und Angaben alle erforderlichen statischen Nachweise etc. entsprechend den Regeln der Bautechnik führen.

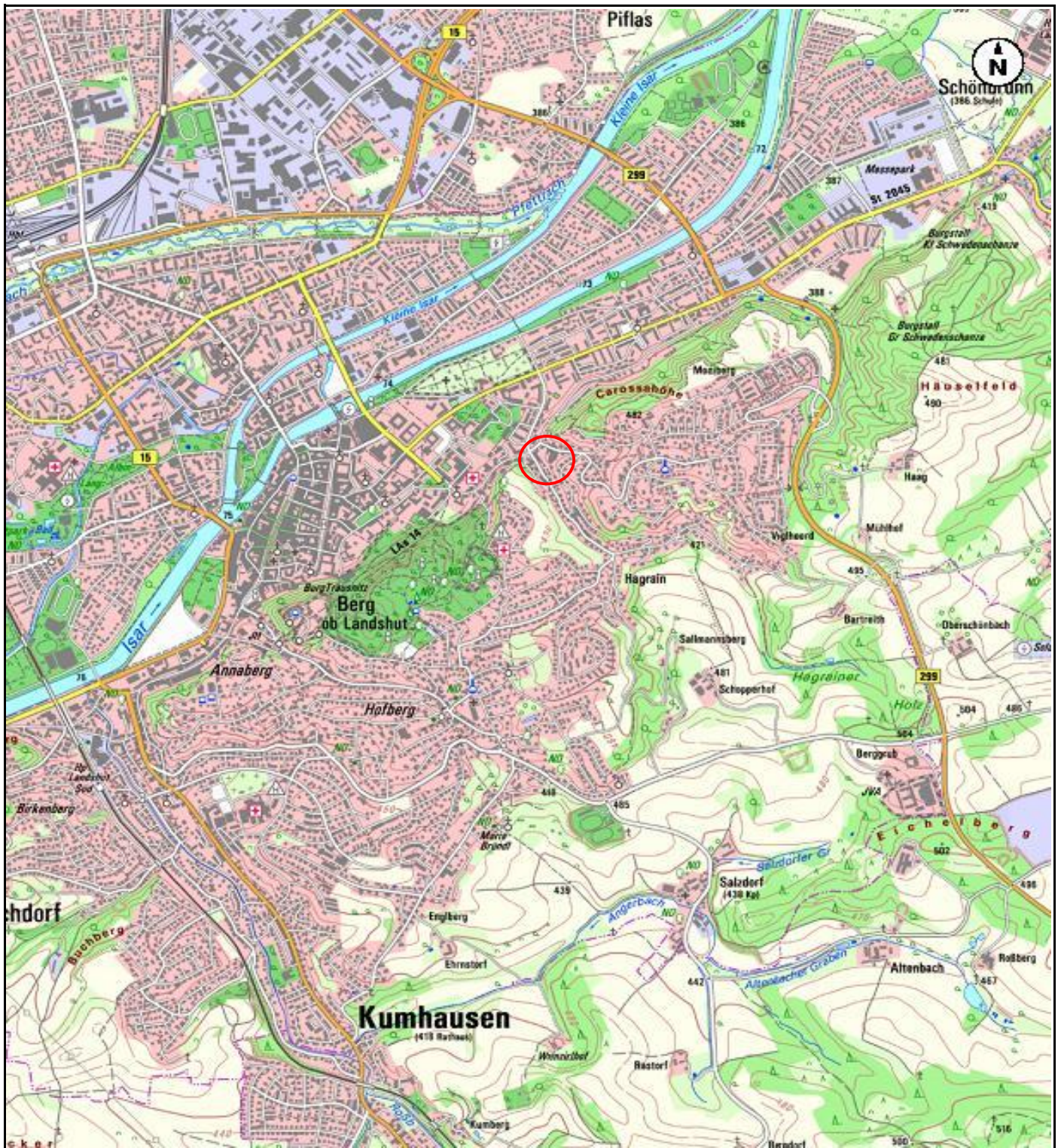
Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Osterhofen, den 12.07.2021


ppa. Tobias Kufner
Dipl.-Geoökologe (Univ.)



Simon Ammering
M.Sc. Geowissenschaften

Anlage 1



 Lage des Untersuchungsgebiets

**Aufstellung Bebauungsplan 05-77 zwischen Pulverturmstraße, Schönbrunner Straße und Hagrainer Straße, Landshut
- Geotechnische Untersuchung -**

Auftraggeber: Stadt Landshut	<h1>Übersichtsplan</h1>		Anlage: 1
Bearbeitung: M. Ferstl			Blatt : 1
Datum: 05.05.2021	 GeoPlan Donau-Gewerbepark 5 94486 Osterhofen Tel.: +49 (0)9932 9544-0 Fax.: +49 (0)9932 9544-77	Projekt-Nr.: B2104205	
Maßstab: 1 : 25.000			
Kartenvorlage: BayernAtlas			

Anlage 2






Zeichenerklärung Baugrunduntersuchung:

- ⊕ B ... Rammkernbohrung gemäß DIN EN ISO 22475 mit Bezeichnung bis max. 15 m unter GOK
- △ DPH ... Schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2 mit Bezeichnung bis max. 9,20 m unter GOK



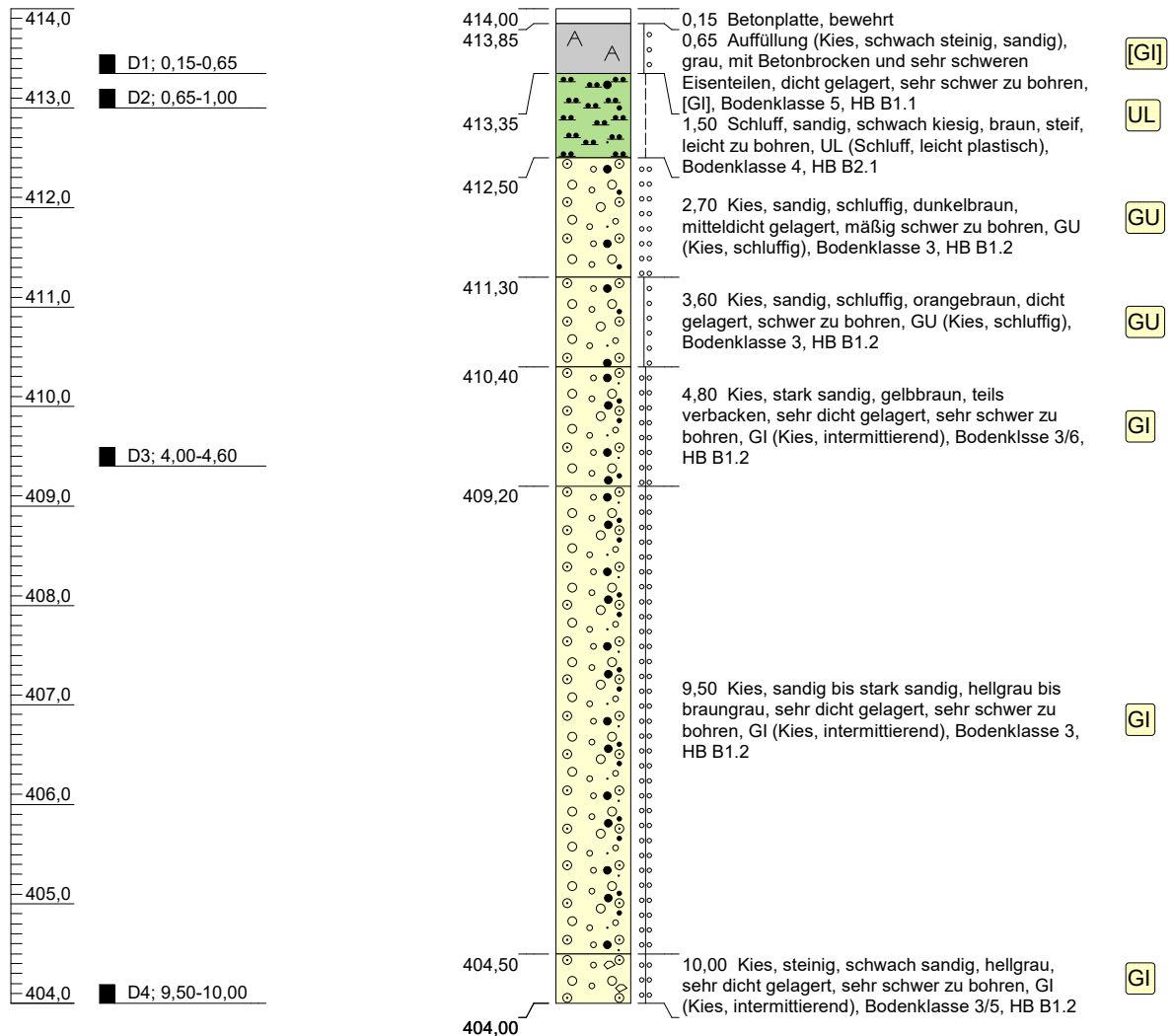
"Nutzung der Basisdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung"

Entwurfsverfasser:  GeoPlan <small>Donau-Gewerbepark 5, 94486 Osterhofen FON: 09932 9544-0 / FAX: 09932 9544-77 E-MAIL: info@geoplan-online.de</small>		Planinhalt: Aufstellung Bebauungsplan 05-77 zwischen Pulverturmstraße, Schönbrunner Straße und Hagrainer Straße, Landshut <h3 style="text-align: center;">Lageplan</h3> - mit Aufschlusspunkten -		Anlage: Blatt-Nr.:	
Projekt: LANDSHUT_B-Plan-Pulverturmstraße Datei: 1_LP-1000_Aufschlusspunkte.PLT		Auftraggeber:  Stadt Landshut Luitpoldstraße 29, 84034 Landshut FON: 0871 880		Maßstab: 1:1000 Pr.-Nr.: B 2104205	
bearbeitet: Sonndorfer 01.07.21 gezeichnet: Sonndorfer / vw 01.07.21/12.07.21 geprüft: Ammering 01.07.21		Projektleiter:  Tobias Kufner		Unterschrift:	

Anlage 3


m u. GOK (414,00 m ü. NN)

B1



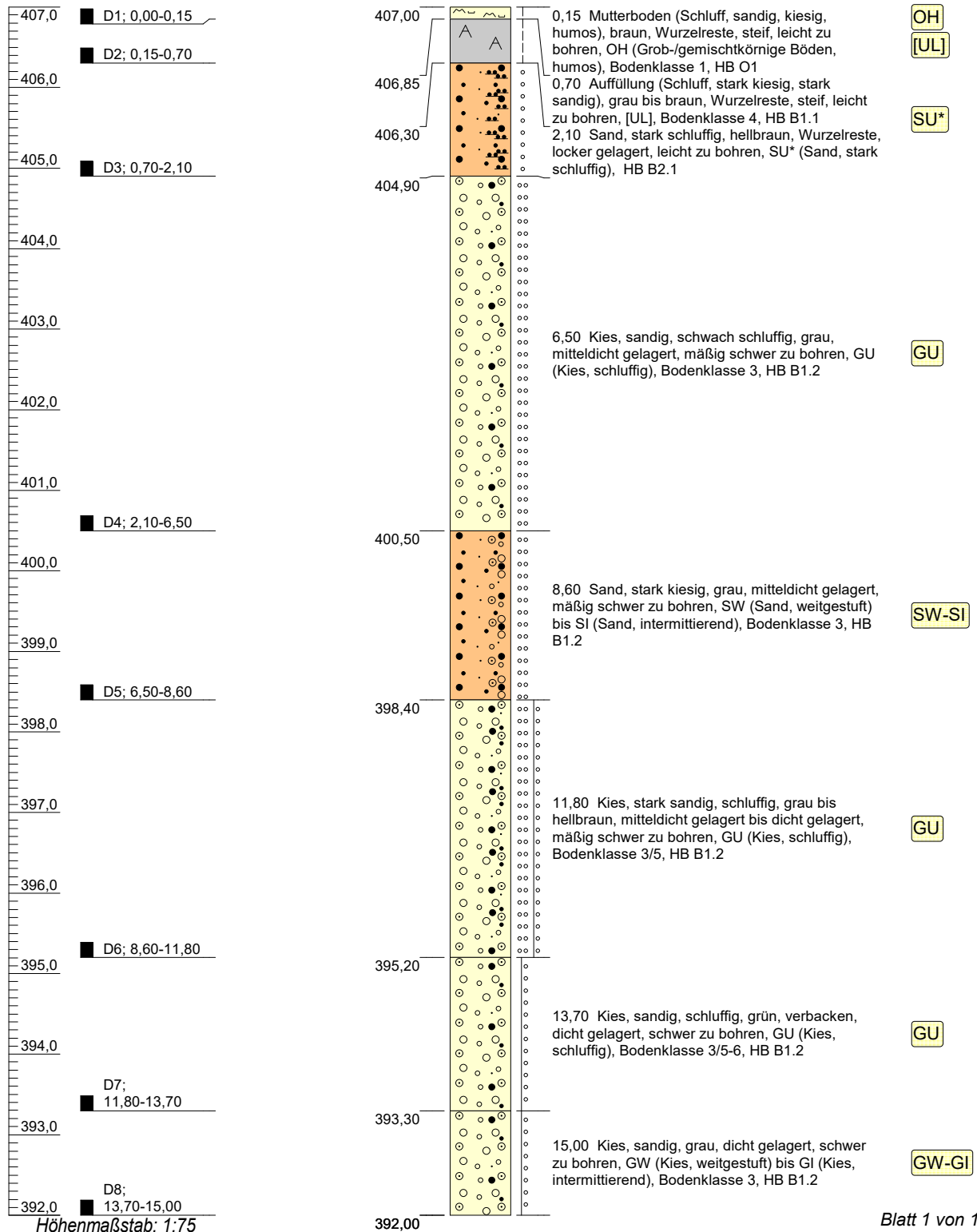
Höhenmaßstab: 1:75

Blatt 1 von 1

Projekt: Aufstellung Bebauungsplan 05-77, Stadt Landshut		 GeoPlan
Bohrung: B1		
Auftraggeber: Stadt Landshut	Rechtswert: 4512519	
Bohrfirma: Geoplan GmbH	Hochwert: 5377871	
Bearbeiter: T. Kufner	Ansatzhöhe: 414,00 m ü. NN	
Datum: 01.06.2021	Endtiefe: 10,00 m	

m u. GOK (407,00 m ü. NN)

B2



Blatt 1 von 1

Projekt: Aufstellung Bebauungsplan 05-77, Stadt Landshut

Bohrung: B2

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4512436

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377850

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 407,00 m ü. NN

Datum: 01.06.2021

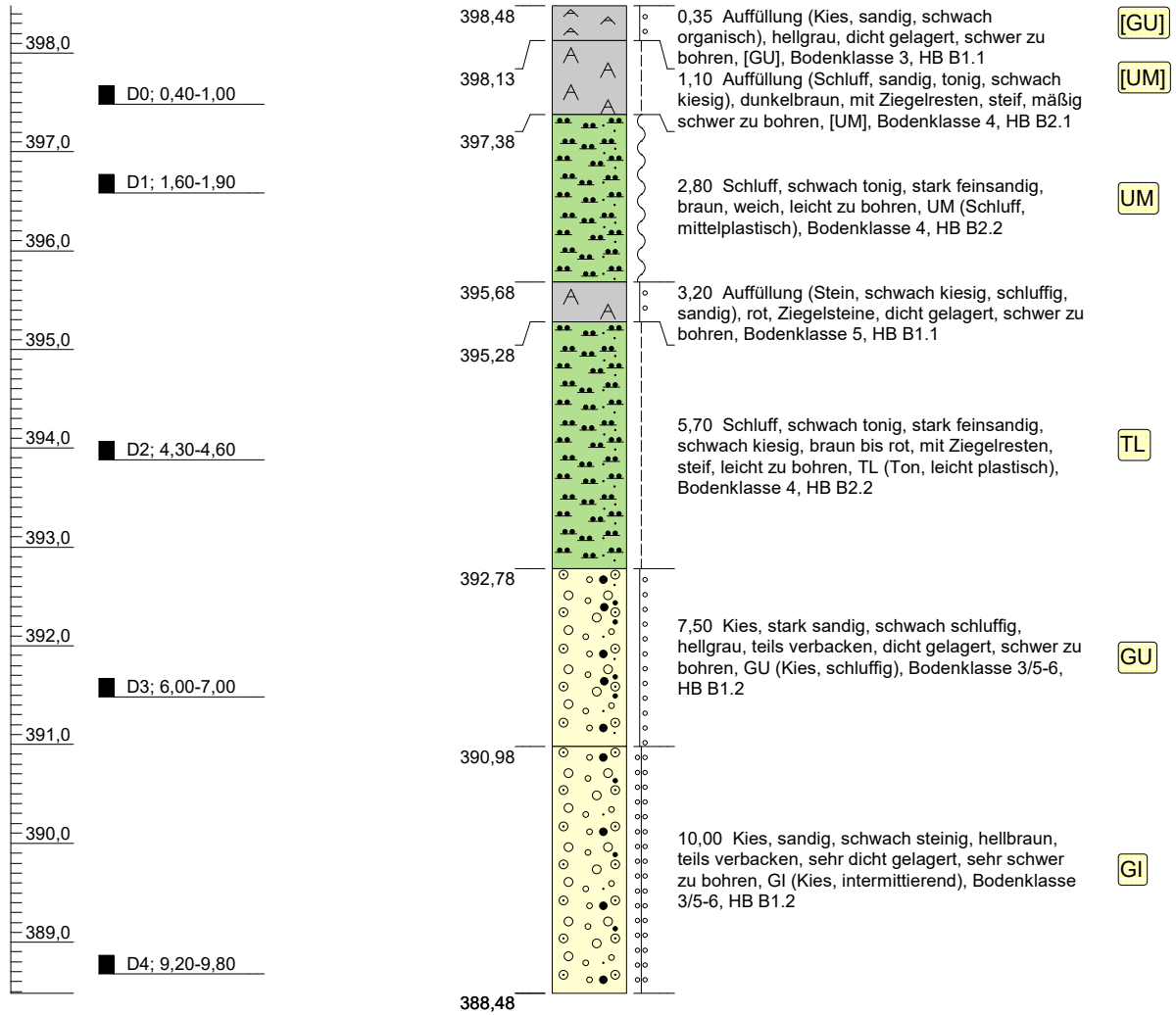
Endtiefe: 15,00 m



GeoPlan

m u. GOK (398,48 m ü. NN)

B3



Höhenmaßstab: 1:75

Blatt 1 von 1

Projekt: Aufstellung Bebauungsplan 05-77, Stadt Landshut

Bohrung: B3

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4512432

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377812

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 398,48 m ü. NN

Datum: 01.06.2021

Endtiefe: 10,00 m

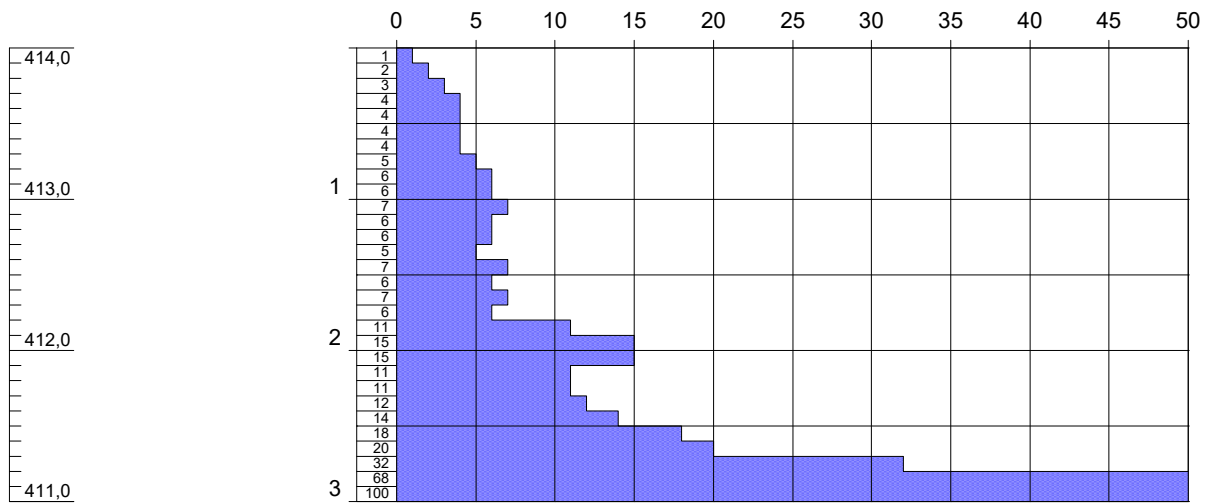


GeoPlan

Anlage 4

m u. GOK (414,00 m ü. NN)

DPH1



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Aufstellung Bebauungsplan 05-77, Stadt Landshut

Sondierung: DPH1

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4512519

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377871

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 414,00 m ü. NN

Datum: 01.06.2021

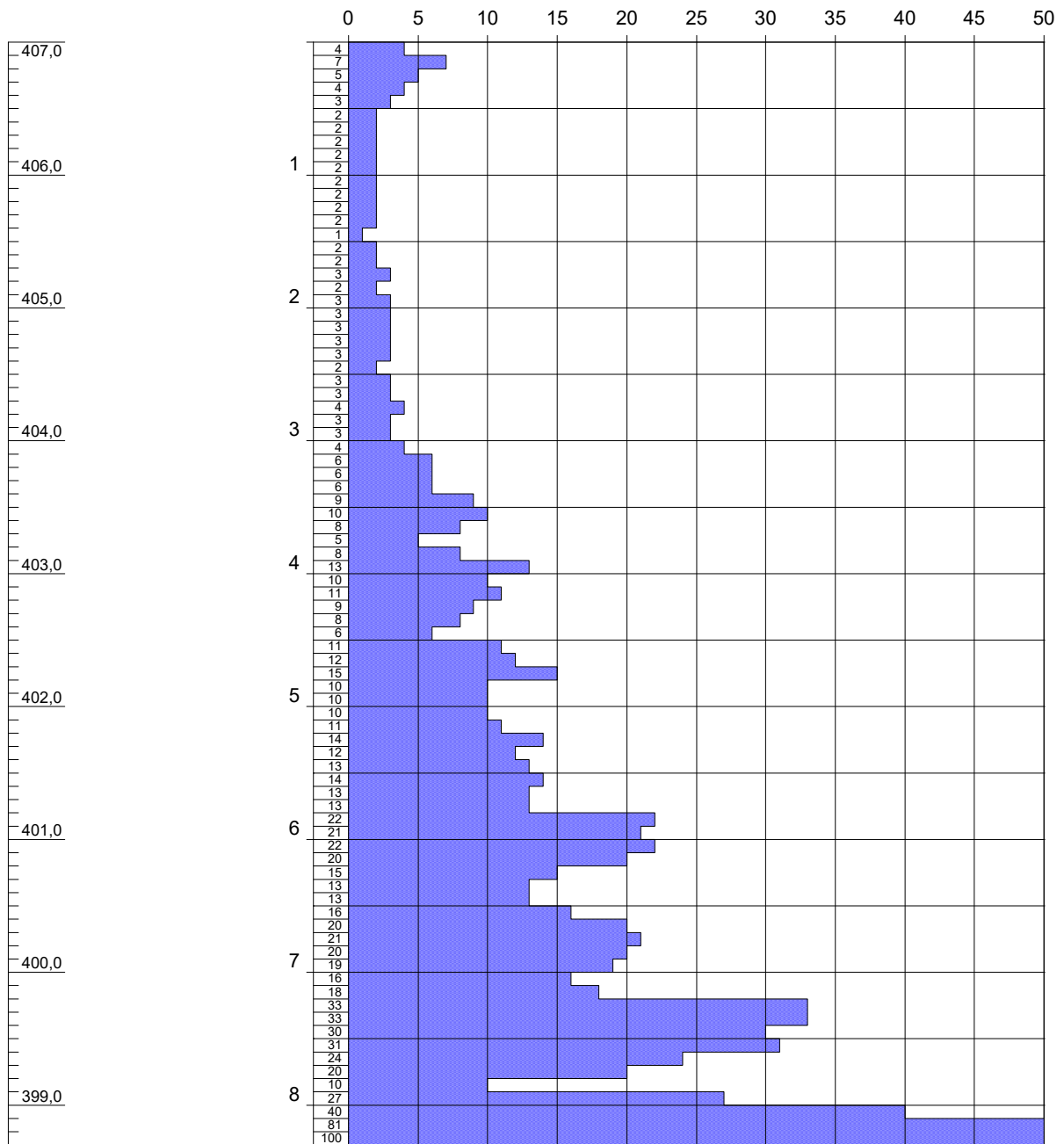
Endtiefe: 3,00 m



GeoPlan

m u. GOK (407,00 m ü. NN)

DPH2



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Aufstellung Bebauungsplan 05-77, Stadt Landshut

Sondierung: DPH2

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4512436

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377850

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 407,00 m ü. NN

Datum: 01.06.2021

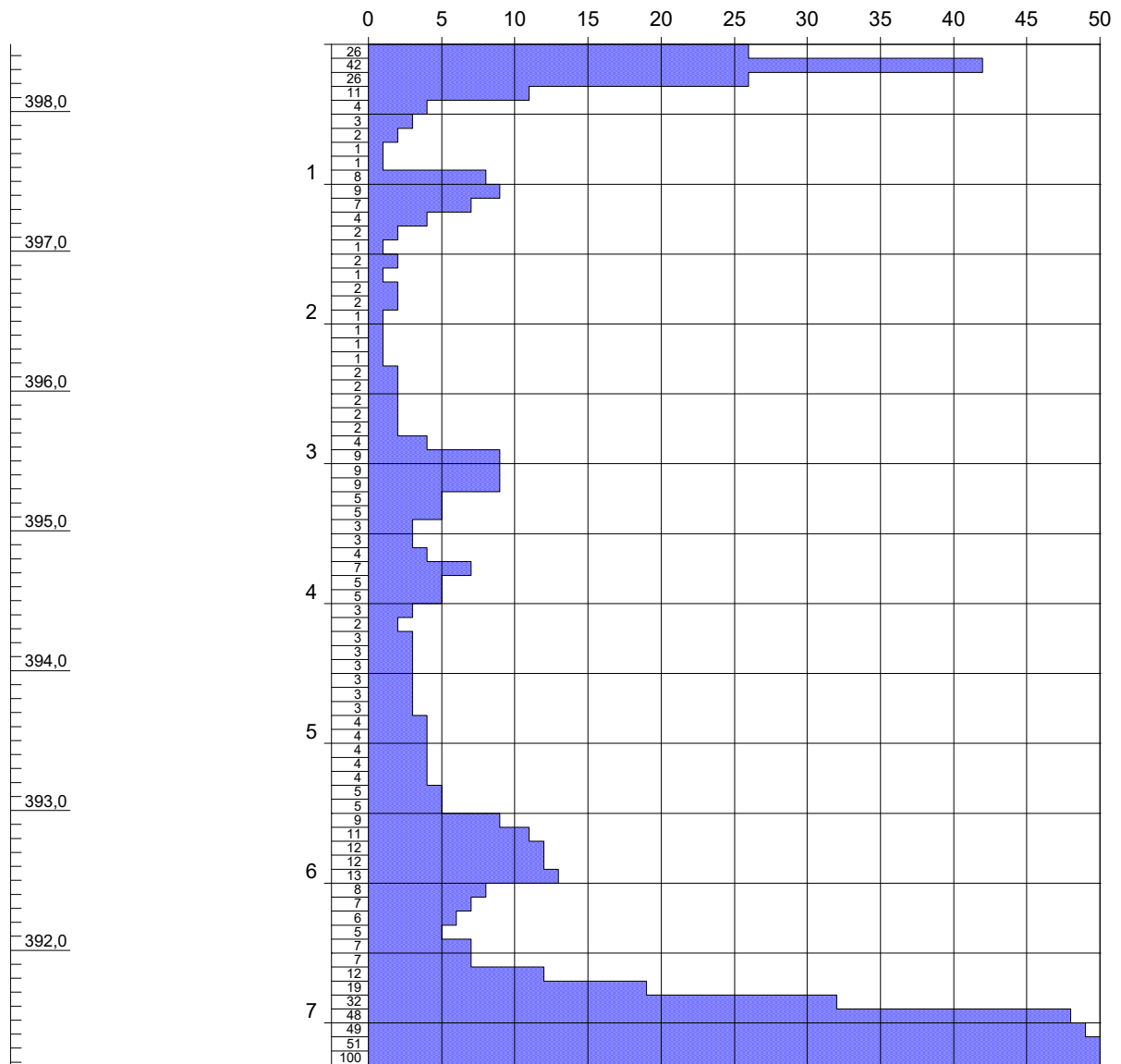
Endtiefe: 8,30 m



GeoPlan

m u. GOK (398,48 m ü. NN)

DPH3



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Aufstellung Bebauungsplan 05-77, Stadt Landshut

Sondierung: DPH3

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4512432

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377812

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 398,48 m ü. NN

Datum: 01.06.2021

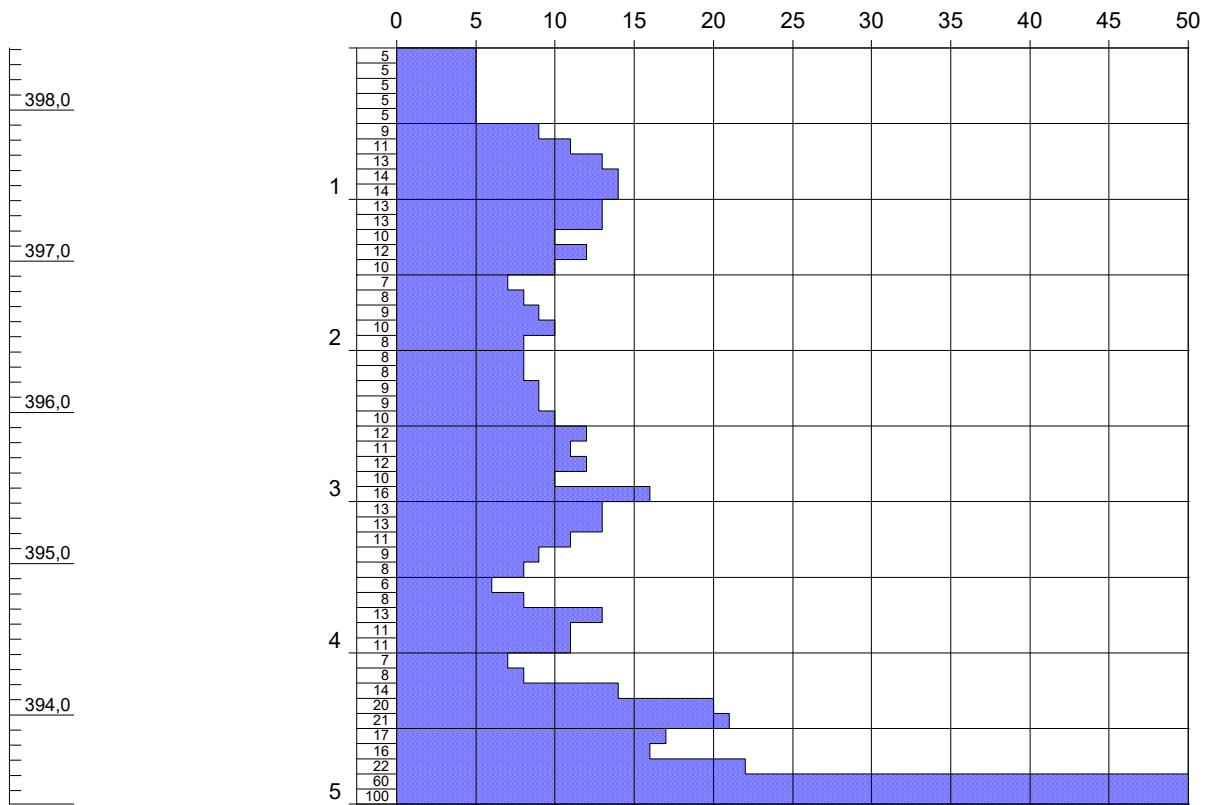
Endtiefe: 7,30 m



GeoPlan

m u. GOK (398,41 m ü. NN)

DPH5



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Aufstellung Bebauungsplan 05-77, Stadt Landshut

Sondierung: DPH5

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4512395

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377877

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 398,41 m ü. NN

Datum: 01.06.2021

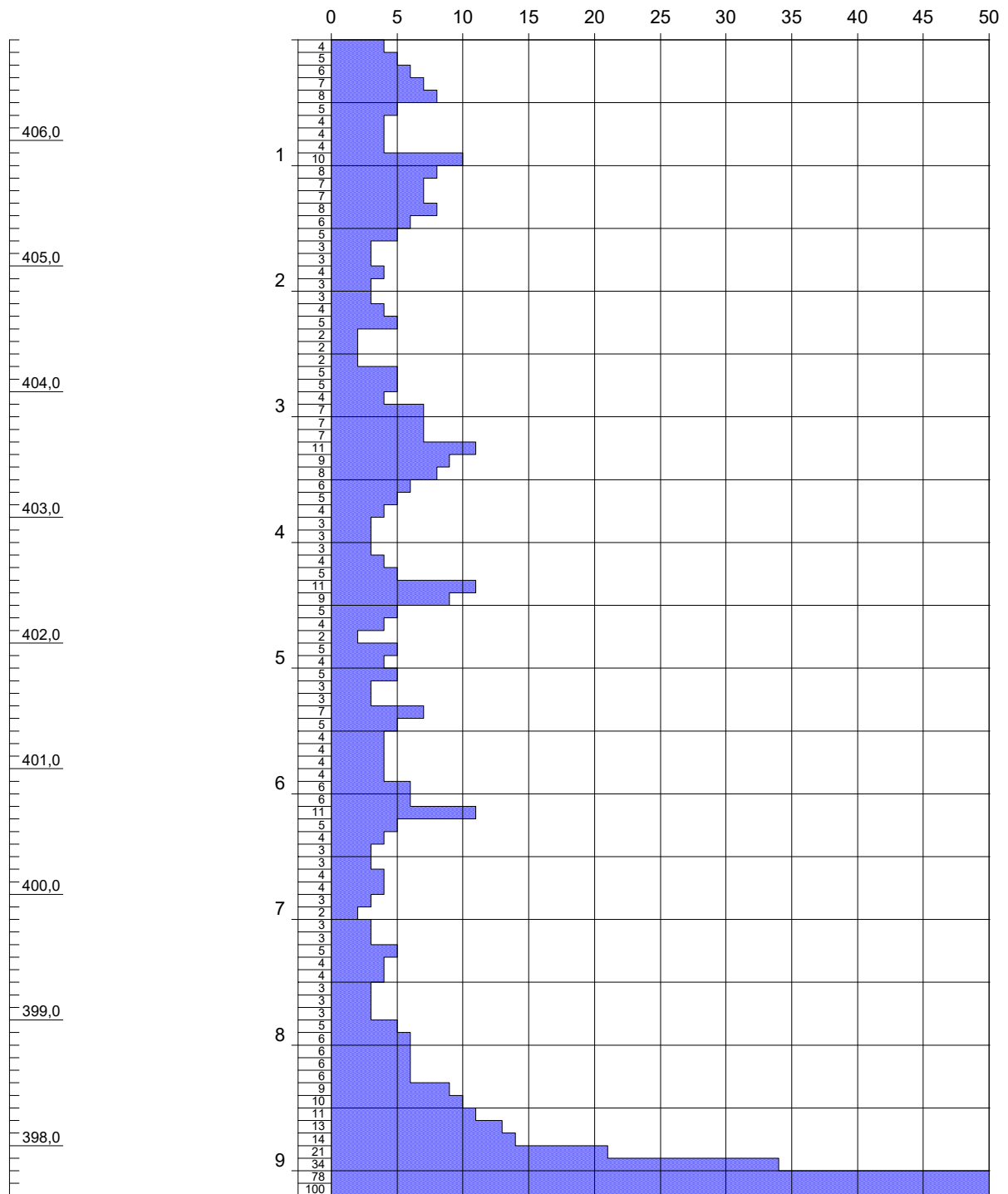
Endtiefe: 5,00 m



GeoPlan

m u. GOK (406,80 m ü. NN)

DPH6



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Aufstellung Bebauungsplan 05-77, Stadt Landshut

Sondierung: DPH6

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4512452

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377893

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 406,80 m ü. NN

Datum: 01.06.2021

Endtiefe: 9,20 m



GeoPlan

Anlage 5

Bodenmechanische Untersuchungen

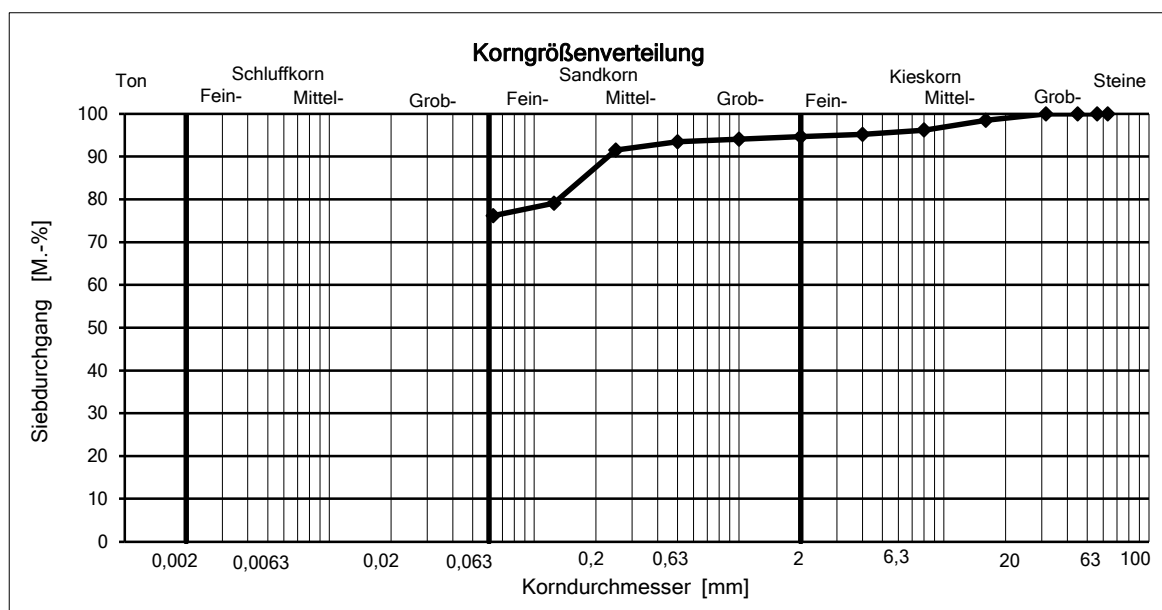
Baumaßnahme: Aufstellung B-Plan Pulverturmstraße Landshut
Entnahme am: 01.06.2021
Projektnummer: B2104205

Probe Nr.	B 1 D 2	
Entnahmetiefe	0,65 m - 1,00 m u. GOK	$C_U =$ n.b.
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	17,95%	$C_c =$ n.b.
Benennung nach DIN 4022	Schluff, sandig, schwach kiesig	$k_f =$ n.b.
Bodengruppe nach DIN 18196	UL	$d_{10} =$ n.b.
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{30} =$ n.b.
		$d_{60} =$ n.b.

n.b. = nicht bestimmt

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	0,0	100,0
16,0	1,5	98,5
8,0	2,3	96,2
4,0	1,0	95,2
2,0	0,5	94,7
1,0	0,6	94,1
0,5	0,6	93,5
0,25	2,0	91,5
0,125	12,4	79,1
0,063	2,9	76,2
< 0,063	76,2	



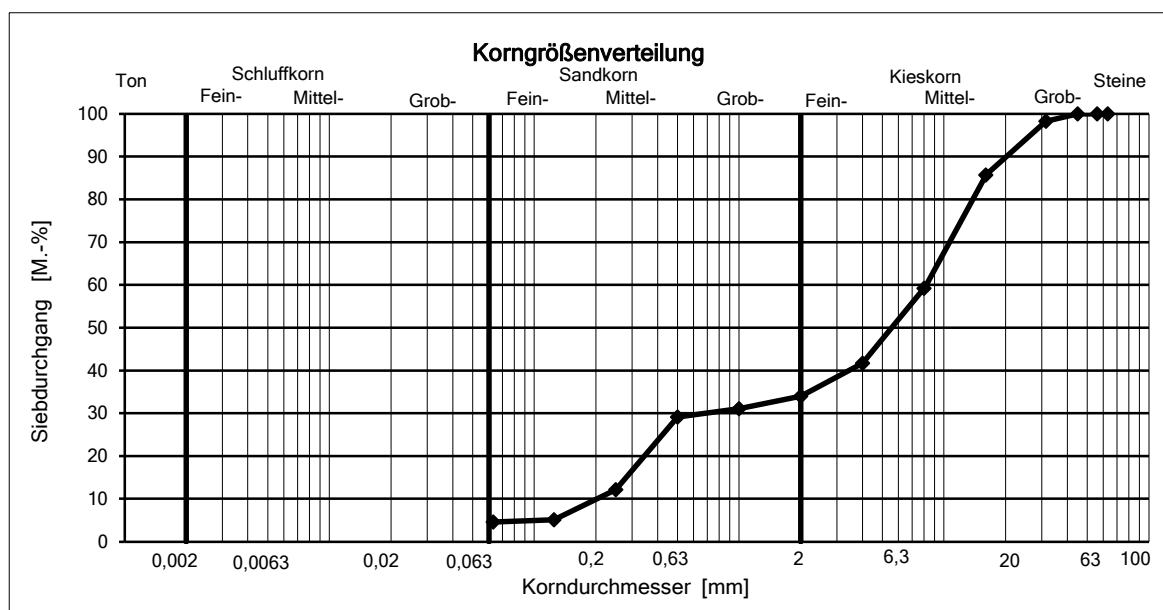
Bodenmechanische Untersuchungen

Baumaßnahme: Aufstellung B-Plan Pulverturmstraße Landshut
Entnahme am: 01.06.2021
Projektnummer: B2104205

Probe Nr.	B 1 D 3	
Entnahmetiefe	4,00 m - 4,60 m u. GOK	$C_U = 38,78$
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	2,39%	$C_c = 0,30$
Benennung nach DIN 4022	Kies, stark sandig	$k_f = 3,80E-04$
		$d_{10} = 0,21$
Bodengruppe nach DIN 18196	GI	$d_{30} = 0,73$
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{60} = 8,24$

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	1,7	98,3
16,0	12,6	85,7
8,0	26,5	59,2
4,0	17,5	41,7
2,0	7,7	34,0
1,0	2,9	31,1
0,5	2,0	29,1
0,25	17,0	12,1
0,125	7,0	5,1
0,063	0,5	4,6
< 0,063	4,6	



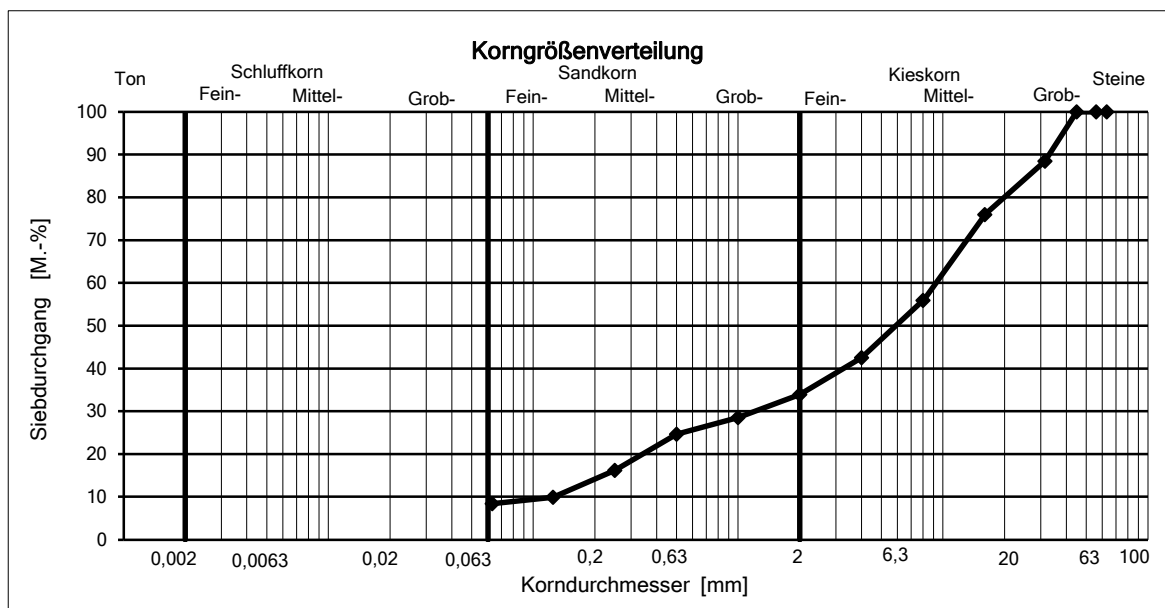
Bodenmechanische Untersuchungen

Baumaßnahme: Aufstellung B-Plan Pulverturmstraße Landshut
Entnahme am: 01.06.2021
Projektnummer: B2104205

Probe Nr.	B 2 D 4	
Entnahmetiefe	2,10 m - 6,50 m u. GOK	$C_U = 75,85$
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	1,34%	$C_c = 1,33$
Benennung nach DIN 4022	Kies, sandig, schwach schluffig	$k_f = 1,87E-04$
Bodengruppe nach DIN 18196	GU	$d_{10} = 0,13$
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{30} = 1,28$
		$d_{60} = 9,63$

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	11,5	88,5
16,0	12,5	76,0
8,0	20,1	55,9
4,0	13,4	42,5
2,0	8,6	33,9
1,0	5,4	28,5
0,5	3,9	24,6
0,25	8,4	16,2
0,125	6,3	9,9
0,063	1,5	8,4
< 0,063	8,4	



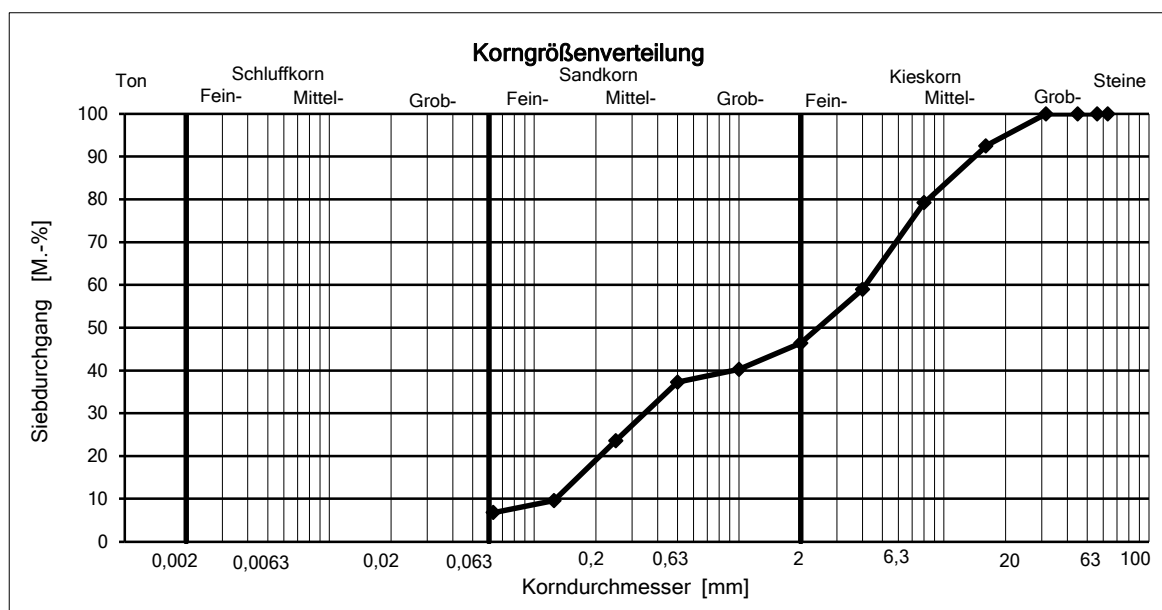
Bodenmechanische Untersuchungen

Baumaßnahme: Aufstellung B-Plan Pulverturmstraße Landshut
Entnahme am: 01.06.2021
Projektnummer: B2104205

Probe Nr.	B 2 D 6	
Entnahmetiefe	8,60 m - 11,80 m u. GOK	$C_U = 32,65$
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	1,55%	$C_c = 0,25$
Benennung nach DIN 4022	Kies, stark sandig, schwach schluffig	$k_f = 1,31E-04$
Bodengruppe nach DIN 18196	GU	$d_{10} = 0,13$
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{30} = 0,37$ $d_{60} = 4,20$

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	0,0	100,0
16,0	7,5	92,5
8,0	13,3	79,2
4,0	20,2	59,0
2,0	12,6	46,4
1,0	6,1	40,3
0,5	3,0	37,3
0,25	13,7	23,6
0,125	14,0	9,6
0,063	2,8	6,8
< 0,063	6,8	



Bodenmechanische Untersuchungen

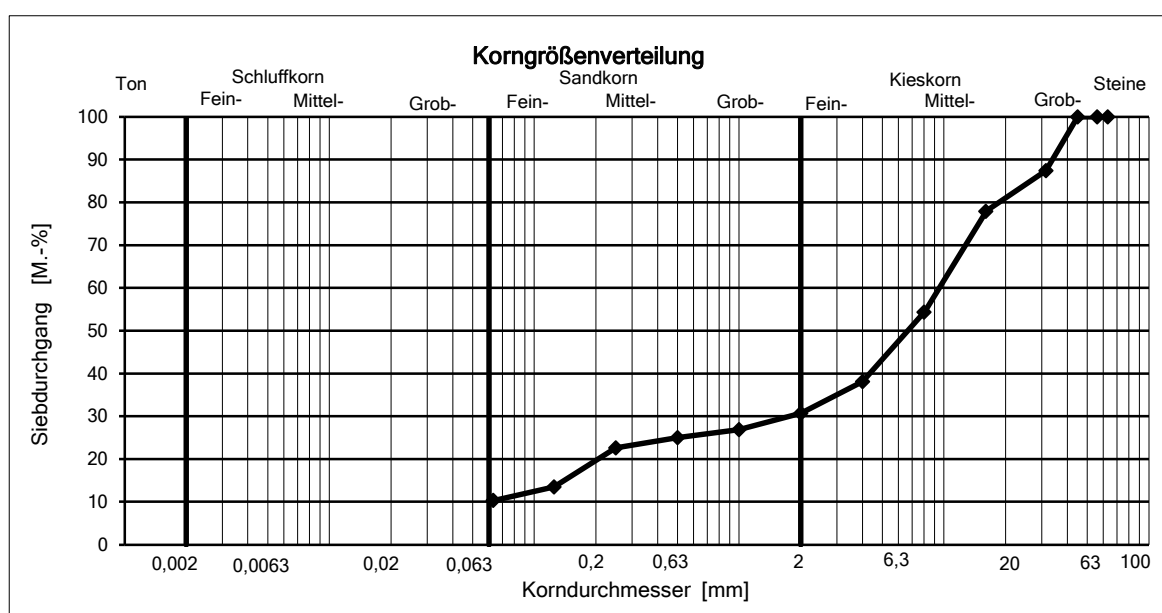
Baumaßnahme: Aufstellung B-Plan Pulverturmstraße Landshut
Entnahme am: 01.06.2021
Projektnummer: B2104205

Probe Nr.	B 2 D 7	
Entnahmetiefe	11,80 m - 13,70 m u. GOK	$C_U =$ n.b.
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	4,03%	$C_c =$ n.b.
Benennung nach DIN 4022	Kies, sandig, schluffig	$k_f =$ 1,04E-04
Bodengruppe nach DIN 18196	GU	$d_{10} =$ n.b.
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{30} =$ 1,82
		$d_{60} =$ 9,93

n.b. = nicht bestimmt

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	12,6	87,4
16,0	9,5	77,9
8,0	23,6	54,3
4,0	16,2	38,1
2,0	7,4	30,7
1,0	3,8	26,9
0,5	1,9	25,0
0,25	2,4	22,6
0,125	9,1	13,5
0,063	3,2	10,3
< 0,063	10,3	



Wassergehalt

nach DIN EN ISO 17892-1

Baumaßnahme : Aufstellung B-Plan Pulverturmstraße Landshut
Projektnummer: B2104205
Entnahmestelle: Bohrung B 3
Art der Entnahme: Rammkernbohrung
Probe entnommen am: 01.06.2021

Bearbeiter: Hr. Haimerl
Datum: 24.06.2021

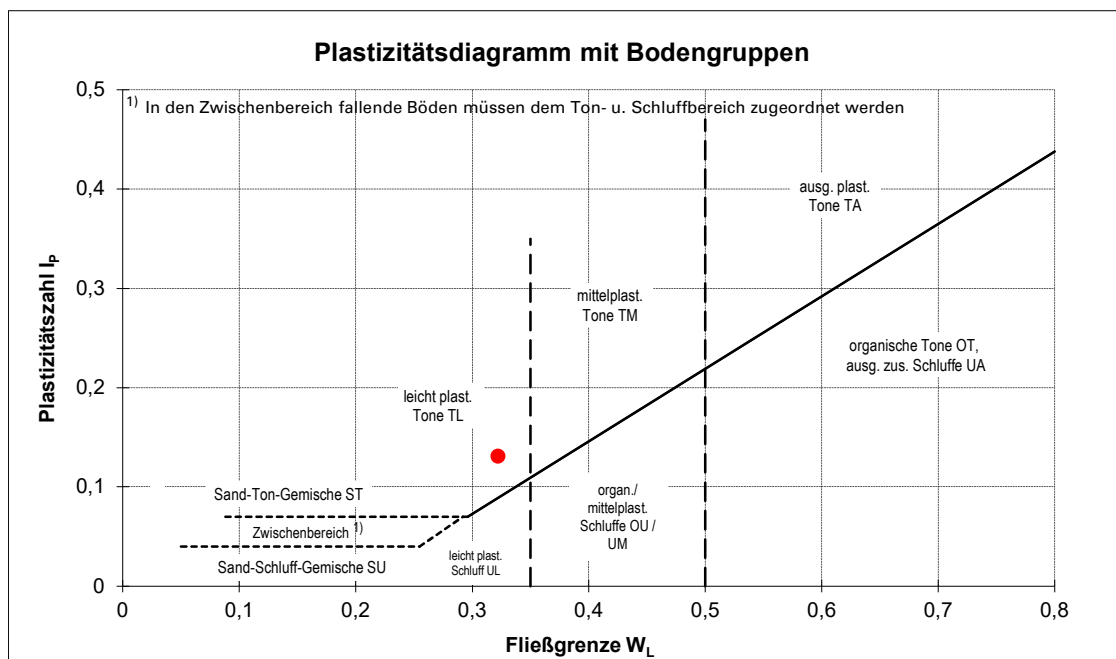
Aufschluss:		B 3
Probe		D 1
Tiefe [m u. GOK]		1,60 - 1,90
Bodenart		UM
Wassergehaltsbestimmung		
Versuch Nr.		1
Feuchte Probe + Behälter	g	490,0
Trockene Probe + Behälter	g	416,0
Behälter	g	90,0
Feuchte Probe	g	400,0
Porenwasser	g	74,0
Trockene Probe	g	326,0
Wassergehalt	%	22,7%

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122

Baumaßnahme:	Aufstellung B-Plan Pulverturmstraße Landshut
Projektnummer:	B2104205
Entnahmestelle:	B 3 D 2
Entnahmetiefe:	4,30 m - 4,60 m u. GOK
Art der Entnahme:	Rammkernbohrung
Benennung nach DIN 4022:	Schluff, schwach tonig, stark feinsandig, schwach kiesig
Entnahmedatum:	14.06.2021
Bearbeiter:	M. Haimerl
Bearbeitungsdatum:	27.06.2021

Bodenkennwerte:		
Entn. Wassergehalt /DIN 18121, T1	w	0,198
Fließgrenze /DIN 18122, T1	w_L	0,322
Ausrollgrenze /DIN 18122, T1	w_P	0,191
Schrumpfgrenze nach Krabbe ¹⁾	w_S	0,158
Plastizitätszahl /DIN 18122, T1	I_P	0,131
Konsistenzzahl /DIN 18122, T1	I_C	0,949
Liquiditätszahl /DIN 18122, T1	I_L	0,051
Bodengruppe /DIN 18196		TL
Zustandsform /DIN 18122, T1		steif

¹⁾ Krabbe, W.: Über die Schrumpfung bindiger Böden. Mitteilung des Franzius Institutes der T.H. Hannover. H.13



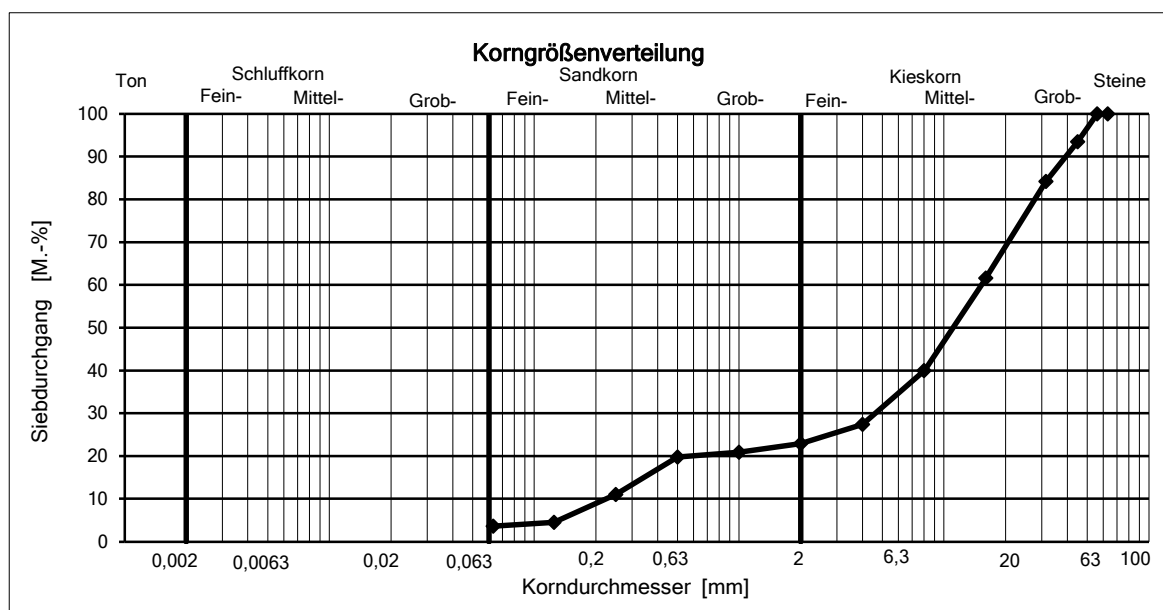
Bodenmechanische Untersuchungen

Baumaßnahme: Aufstellung B-Plan Pulverturmstraße Landshut
Entnahme am: 01.06.2021
Projektnummer: B2104205

Probe Nr.	B 3 D 4	
Entnahmetiefe	9,20 m - 9,80 m u. GOK	$C_U = 66,78$
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	0,96%	$C_c = 6,57$
Benennung nach DIN 4022	Kies, sandig	$k_f = 6,03E-04$
		$d_{10} = 0,23$
Bodengruppe nach DIN 18196	GI	$d_{30} = 4,83$
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{60} = 15,41$

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

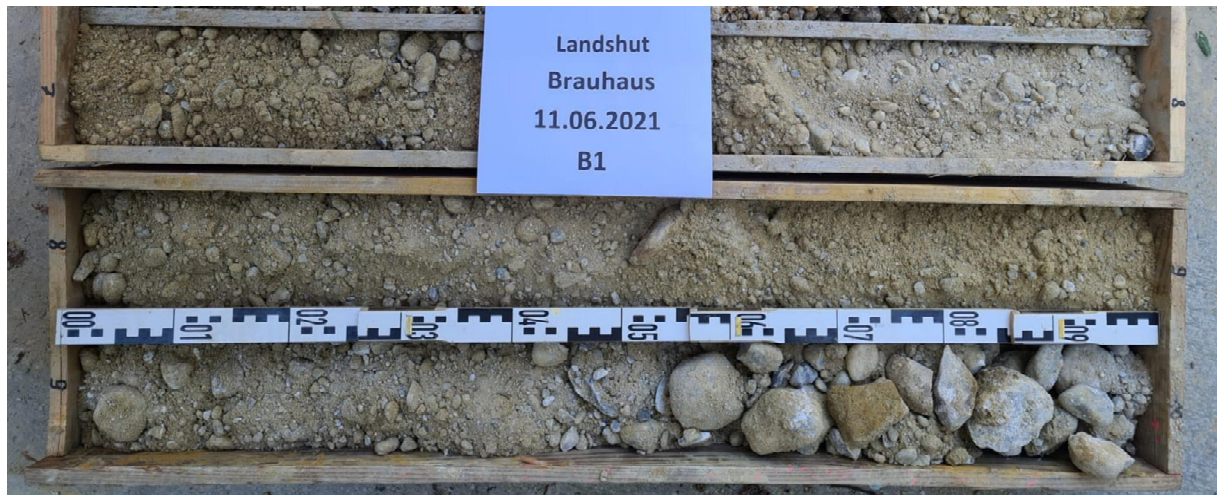
Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	6,5	93,5
31,5	9,3	84,2
16,0	22,6	61,6
8,0	21,7	39,9
4,0	12,5	27,4
2,0	4,5	22,9
1,0	2,0	20,9
0,5	1,1	19,8
0,25	8,8	11,0
0,125	6,5	4,5
0,063	0,9	3,6
< 0,063	3,6	



Anlage 6

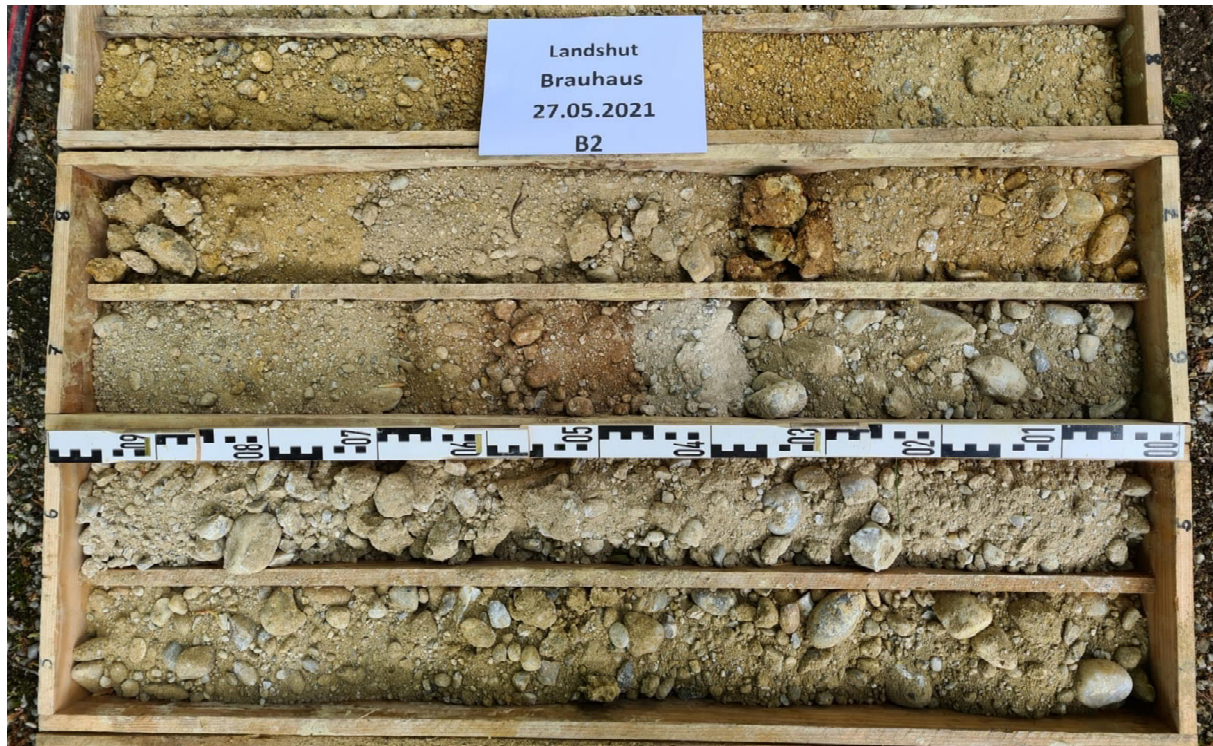
Bohrung B 1 (0,00 – 10,0 m u. GOK):

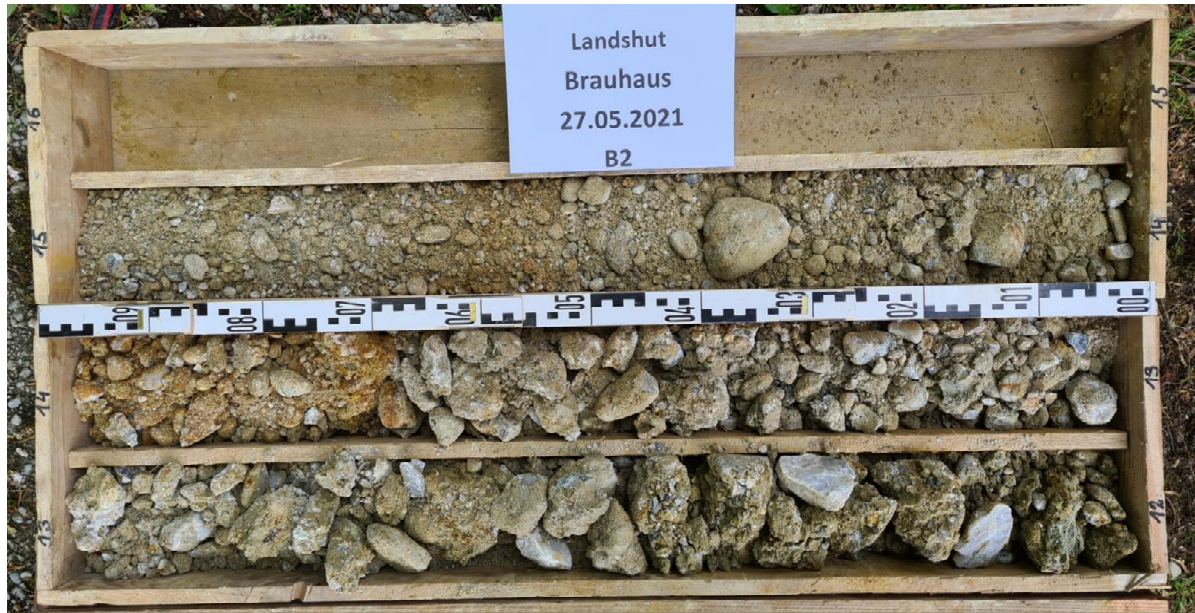




Bohrung B 2 (0,00 – 15,0 m u. GOK):







Bohrung B 3 (0,00 – 10,0 m u. GOK):



