



GeoPlan

Geotechnischer Bericht Nr. B2202096

**Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern in der Ladehofstraße in
94486 Osterhofen**

Osterhofen, den 26.04.2022



Geotechnischer Bericht

Nr. B2202096

**Auftraggeber:
und Planer**

Wolf System GmbH
Am Stadtwald 20
94486 Osterhofen

Gegenstand:

**Neubau von 4 Mehrfamilienhäuser in der Ladehofstraße
in 94486 Osterhofen**
- Geotechnische Untersuchungen -

Datum:

Osterhofen, den 26.04.2022

Dieser Bericht umfasst 19 Textseiten und 5 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.....	5
3.1 Geologischer Überblick / Topographische Verhältnisse	5
3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung	6
3.3 Grundwasserverhältnisse	7
4. Bodenmechanische Kennwerte	8
5. Bauwerksgründung	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Geotechnische Kategorie / Frosteinwirkungszone / Erdbebenzone	11
5.3 Gründung der Mehrfamilienhäuser mittels Sand-Zement-Säulen (CSV).....	11
5.4 Gründung der Mehrfamilienhäuser mittels tragender Bodenplatte auf Teilbodenaustausch in den bindigen Decklagen	12
5.5 Gründung der Garagen bzw. Carportanlagen mittels Einzel- und Streifenfundamenten	13
5.6 Gründung der nichttragenden Bodenplatten / Parkplatzflächen	14
6. Hinweise für die Bauausführung	15
6.1 Geböschte Baugrube	15
6.2 Wasserhaltung	16
6.3 Bauwerkstrockenhaltung / Auftriebssicherung	16
6.4 Versickerung	17
6.5 Erdbau (Auffüllen, Hinterfüllen und Verdichten)	18
7. Schlussbemerkungen	19

Tabellen

TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMKERNBOHRUNGEN	3
TABELLE 2: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMSONDIERUNGEN	3
TABELLE 3: DURCHGEFÜHRTE LABORUNTERSUCHUNGEN	4
TABELLE 4: LABORERGEBNISSE	4
TABELLE 5: KORRELATION SCHLAGZAHLEN FÜR GROBKÖRNIGE UND BINDIGE BÖDEN	6
TABELLE 6: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN	7
TABELLE 7: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE	9
TABELLE 8: HOMOGENBEREICHE NACH DIN 18300, DIN 18301 UND DIN 18304	9
TABELLE 9: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR EINZEL- FUNDAMENTE IN DEN SCHLUFFEN \geq STEIFER KONSISTENZ	13
TABELLE 10: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR STREIFEN- FUNDAMENTE IN DEN SCHLUFFEN \geq STEIFER KONSISTENZ	13
TABELLE 11: ERFORDERLICHE VERFORMUNGSMODULI UNTER BETONPLATTEN	14

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	(8 Seiten)
Anlage 4:	Rammsondierprofile, M 1 : 50	(4 Seiten)
Anlage 5:	Bodenmechanische Laborversuchsergebnisse	(6 Seiten)

1. Allgemeine Angaben

1.1 Vorgang

Die Wolf System GmbH, Osterhofen, beabsichtigt den Neubau von 4 Mehrfamilienhäuser in der Ladehofstraße in 94486 Osterhofen. Die Planung der Maßnahme erfolgt ebenfalls durch die Fa. Wolf System. Unser Büro, GEOPLAN GmbH, Osterhofen, wurde durch die Fa. Wolf System GmbH beauftragt, eine Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich der geplanten Baumaßnahme durchzuführen und ein Baugrundgutachten zu erstellen.

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 Bauwerkstroekhaltung und Auftriebssicherung, 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 Hauptuntersuchung des Baugrundes. Die Felduntersuchungen wurden auf dem Gelände mit den Flurnummern 213 und 246, Stadt Osterhofen, Gemarkung Altenmarkt, ausgeführt.

1.2 Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung des geotechnischen Berichtes wurden folgende Unterlagen verwendet:

- Angebotszeichnung Planinhalt: Grundriss, Schnitt, Ansichten, Errichtung von 4 Mehrfamilienhäuser 94486 Osterhofen, M 1 : 200, Wolf System GmbH, Osterhofen, 06.04.2021
- 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 8, Geoplan GmbH
- Rammprogramme der Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 4, Geoplan GmbH
- Analysenergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche, Geoplan GmbH

1.3 Angaben zum Bauwerk

Die Wolf System GmbH plant gemäß den uns vorliegenden Informationen und Unterlagen den Neubau von 4 Mehrfamilienhäuser mit einer Firsthöhe von jeweils 11,50 m überwiegend ohne Unterkellerung jeweils mit einem Erd-, Ober- und Dachgeschoss, bestehend aus 2-Zimmer-Geschosswohnungen und 3-Zimmer- bzw. 6-Zimmer-Maisonettewohnungen. Die beiden Häuser mit den 2-Zimmergeschosswohnungen weisen jeweils eine Länge von 22,0 m sowie eine Breite von 14,0 m auf und sollen auf dem Grundstück mit der Flurnummer 246 errichtet werden. Das im Süden des genannten Flurstücks geplante Haus soll für die Gebietswärmeversorgung teilunterkellert werden.

Auf dem Grundstück mit der Flurnummer 213 sind auf eine Länge von 24,0 m bzw. 21,5 m sowie auf eine Breite von jeweils 12,0 m zwei Gebäude mit 3-Zimmer- bzw. 6-Zimmer-Maisonettewohnungen vorgesehen.

Auf beiden Flurstücken sind befestigte Parkplatzflächen sowie Garagen bzw. Carportanlagen projektiert.

Hinsichtlich der Gründungsweise der geplanten Mehrfamilienhäuser kann die Gründung jeweils vollflächig mittels elastisch gebetteter, tragender Bodenplatten auf CSV-Säulen ausgeführt werden. Alternativ kann die Gründung auch mit Einzel- und Streifenfundamenten auf CSV-Säulen sowie nicht tragender Bodenplatten erfolgen. Für die Garagen bzw. Carportanlagen empfehlen wir eine Gründung mit Einzel- bzw. Streifenfundamenten voraussichtlich ohne Bodenaustausch sowie nicht tragenden Bodenplatten oder Pflasterflächen. Alternativ wäre hier auch eine Gründung mittels elastisch gebetteter Bodenplatte auf einem Teilbodenaustausch denkbar. Hier wäre allerdings auf ein erhöhtes Setzungsrisiko aufgrund der unter dem Bauwerk verbleibenden mäßig tragfähigen Böden hinzuweisen.

Das derzeitige Geländeniveau liegt zwischen 313,7 m NN im Nordwesten des Grundstücks mit der Flurnummer 246 und 314,6 m NN im Südwesten des Grundstücks mit der Flurnummer 213.

2. Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Felderkundung

Die Felderkundungen wurden am 21.03.2022 und am 22.03.2022 auf den beiden Grundstücken mit den Flurnummern 213 und 246, Stadt Osterhofen, Gemarkung Altenmarkt, durchgeführt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden insgesamt **acht Rammkernbohrungen** nach DIN EN ISO 22475 bis jeweils maximal 5,00 m unter Geländeoberkante (GOK) 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 **vier Rammsondierungen** mit der schweren Rammsonde (DPH) gemäß DIN EN ISO 22476-2 niedergebracht worden. Die Sondierungen wurden bis jeweils maximal 7,90 m unter Geländeoberkante durchgeführt. Anlage 4 enthält die Diagramme der schweren Rammsondierungen.

Nach Abschluss der Baugrunderkundungsarbeiten wurden alle Ansatzpunkte mittels GPS nach Lage und Höhe eingemessen. Die exakte Lage der Erkundungspunkte geht aus dem Lageplan in Anlage 2 hervor. In den folgenden Tabellen 1 und 2 sind die Kenndaten der 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	313,70	5,00	308,70	1,83	311,87	21.03.2022
B 2	313,90	5,00	308,90	1,88	312,02	21.03.2022
B 3	313,68	5,00	308,68	1,80	311,88	21.03.2022
B 4	314,27	5,00	309,27	3,20	311,07	21.03.2022
B 5	314,28	5,00	309,28	2,04	312,24	21.03.2022
B 6	313,83	5,00	308,83	2,12	311,71	21.03.2022
B 7	314,59	5,00	309,59	2,65	311,94	22.03.2022
B 8	314,50	5,00	309,50	2,50	312,00	22.03.2022

B... Rammkernbohrung nach DIN EN ISO 22475

TABELLE 2: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMSONDIERUNGEN

Ramm- sondierung	Ansatz- höhe [m NN]	Endteufe [m u. GOK]	Endteufe [m NN]	kennzeichnender Eindringwiderstand n_{10} [m u. GOK]		
				0,0 – 3,0	3,0 – 6,0	6,0 – 7,9
DPH 1	313,69	7,90	305,79	2 – 5	2 – 16	12 – 16
DPH 2	313,82	7,90	305,92	1 – 5	2 – 15	14 – 16
DPH 3	313,86	7,90	305,96	1 – 5	3 – 16	8 – 17
DPH 4	314,60	7,90	306,70	1 – 7	3 – 16	10 – 16

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 sechs Bodenproben im Erdbaulaboratorium näher untersucht. Dabei wurden im Einzelnen folgende Versuche durchgeführt:

TABELLE 3: DURCHGEFÜHRTE LABORUNTERSUCHUNGEN

Aufschluss	Probenbezeichnung	Tiefe, m unter GOK	Wassergehalt, DIN EN ISO 17892-1	Korngrößenverteilung, DIN EN ISO 17892-4	komb. Sieb-Schlämmanalyse, DIN EN ISO 17892-4	Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12	Proctordichte DIN 18127	Dichtebestimmung DIN 18125	Glühverlust DIN 18128	Wasserdurchlässigkeit DIN 18130
B 1	D 5	3,70 – 5,00	x	x						
B 3	D 2	0,60 – 1,00	x			x				
B 4	D 2	0,50 – 1,40	x		x					
B 5	D 3	1,60 – 2,30	x			x				
B 6	D 3	1,40 – 2,40	x			x				
B 8	D 2	0,70 – 2,10	x		x					

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

TABELLE 4: LABORERGEBNISSE

Kenngröße		Einheit	Decklagen		quartäre Ablagerungen
			Schluffe		Sande
Homogenbereich			B1.1	B1.2	B2
Korngrößenverteilung					
Feinstes	Ø ≤ 0,002 mm	%	--	7,7 – 19,8	--
Feines	0,002 – 0,063 mm	%	--	77,3 – 89,3	14,6 ¹⁾
Sand	0,063 – 2,0 mm	%	--	2,8 – 3,0	67,6
Kies	2,0 – 63 mm	%	--	0,0 – 0,1	17,8
Wassergehalt / Plastizitätseigenschaften					
Wassergehalt	w	%	24,3	17,3 – 22,5	16,6
Fließgrenze	w _L	%	28,8	29,1 – 29,2	--
Ausrollgrenze	w _P	%	22,4	22,5 – 23,6	--
Schrumpfgrenze	w _s	%	20,8	20,8 – 22,2	--
Plastizität	I _P	--	0,064	0,056 – 0,067	--
Konsistenzzahl	I _c	--	0,710	1,202 – 1,457	--
Liquiditätszahl	I _L	--	0,290	-0,457 – (-0,202)	--
Konsistenzform	--	--	weich	halbfest	--

¹⁾ enthält Tonanteil Ø ≤ 0,002 mm

Die Laborergebnisse und zugehörigen Versuchsprotokolle sind in der Anlage 5 detailliert dargestellt.

3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse

3.1 Geologischer Überblick / Topographische Verhältnisse

Geologie

Im Bereich der beiden Baufelder liegen entsprechend den uns vorliegenden geologischen Informationen und Kartenwerken unter Oberböden und relativ mächtigen, bindigen Lössschichten (aktuell bis > 5,0 m unter GOK erkundet), die nachfolgend als Decklagen abgegrenzt werden, die quartären Sande vor, die in größerer Tiefe von Tertiärschichten unterlagert werden. Diese allgemeinen Kenntnisse wurden im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten auch bis zu den jeweiligen Endtiefen bestätigt. Die tertiären Bodenschichten wurden jedoch aufgrund der begrenzten Aufschlusstiefen bis max. 7,9 m unter GOK nicht erkundet.

Aufgrund der vorliegenden Bodenaufschlüsse und der allgemeinen Kenntnisse lässt sich der Untergrund im Untersuchungsgebiet in der Ladehofstraße in Osterhofen bis in den erkundeten Tiefenbereich (max. 7,9 m unter Geländeoberkante) wie folgt beschreiben:

- | | |
|--|---|
| Oberböden
(bis 0,80 m unter GOK erkundet)
Homogenbereich: O1 | - Mutterboden (Schluff, tonig, schwach sandig, schwach kiesig bis kiesig, humos);
Konsistenz: steif |
| Decklagen
(bis > 5,00 m unter GOK erkundet)
Homogenbereich: B1.1 und B1.2 | - Schluff, ± sandig, schwach tonig bis tonig, teils organisch;
Konsistenz: weich
Homogenbereich: B1.1
Konsistenz: steif bis halbfest
Homogenbereich: B1.2 |
| Quartäre Sande
(ab 3,70 m unter GOK erkundet)
Homogenbereich: B2 | - Sand, ± schluffig, schwach kiesig bis kiesig;
Lagerung: locker bis mitteldicht |

Geländesituation

Das beiden untersuchten Grundstücke mit den Flurnummern 213 und 246 liegen zwischen Altenmarkt und Osterhofen nördlich der Bahnlinie Passau – Plattling auf beiden Seiten der Ladehofstraße. Die Geländeverhältnisse auf den beiden Grundstücken sind als relativ eben zu bezeichnen (zwischen 313,7 m NN und 314,3 m NN auf dem Flurstück Nr. 246 sowie zwischen 313,8 m NN und 314,6 m NN auf dem Flurstück Nr. 213). Das Untersuchungsgelände befindet sich ca. 190 m südlich zu einen namenlosen Bach (Höhenniveau 313 m NN) und ca. 2,1 km südlich zur Donau (Höhenniveau 307 m NN).

3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung

Oberböden / Decklagen

Unter einer 50 cm bis 80 cm mächtigen Oberbodenschicht (Homogenbereich O1) in Form von tonigen, schwach sandigen, schwach kiesigen bis kiesigen, humosen Schluffen in steifer Konsistenz wurden in allen acht Bohrungen bindige Deckschichten bis 3,70 m unter GOK bzw. bis zur Bohrendteufe der beiden Bohrungen B 4 und B 8 von 5,00 m unter GOK (= 309,27 m NN bis 310,89 m NN) erkundet. Die Decklagen wurden angesprochen als schwach sandige bis stark sandige, schwach tonige bis tonige, teils organische Schluffe in weicher Konsistenz (Homogenbereich B1.1) bzw. in steifer bis halbfester Konsistenz (Homogenbereich B 1.2). Die Konsistenz der Deckschichten wurde überwiegend auch anhand der ermittelten Schlagzahlen von 1 bis 12 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe der vier durchgeführten, schweren Rammsondierungen bestätigt.

Quartäre Sande

Unter den zuvor beschriebenen Decklagen wurden bis zu den Bohrendteufen der Bohrungen B 1, B 2, B 3, B 5, B 6 und B 7 von jeweils 5,00 m unter GOK (= 308,68 m NN bis 309,59 m NN) mehr oder weniger schluffige, schwach kiesige bis kiesige, quartäre Sande erbohrt. Nach Auswertung der schweren Rammsondierungen wurden in den quartären Sanden Schlagzahlen von 3 bis 13 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe ermittelt, was auf eine lockere bis mitteldichte Lagerung in diesen Schichten schließen lässt.

Nachfolgende Tabelle 5 zeigt eine Korrelation der Schlagzahlen für bindige und grobkörnige Böden sowie deren Zuordnung in Bezug auf Lagerungsdichte und Konsistenz.

TABELLE 5: 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 6 werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden beschrieben und im Hinblick auf die Baumaßnahme qualitativ beurteilt.

TABELLE 6: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN

Bewertungskriterien	Oberböden	Decklagen		Quartäre
	Schluffe	Schluffe weich	Schluffe steif - halbfest	Sande
Homogenbereich	O1	B1.1	B1.2	B2
Tragfähigkeit	gering	gering	mittel	mittel
Kompressibilität	groß	groß	mittel – groß	mittel
Standfestigkeit	mittel	mittel	mittel – gut	gering
Wasserempfindlichkeit	groß	groß	groß – sehr groß	mittel – groß
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17	groß F3	groß F3	groß F3	mittel – groß F2 / F3
Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	gering – mittel	groß – sehr groß	groß – sehr groß	sehr groß
Wasserdurchlässigkeit	gering – mittel	gering	gering	mittel – groß
Rammpbarkeit	leicht	leicht	leicht – mittel-schwer	leicht – mittel-schwer
Lösbarkeit	leicht	mittelschwer – (fließend)	mittelschwer	leicht – mittel-schwer
Wiedereinbaufähigkeit	Rekultivierung	wenig ¹⁾ – mäßig geeignet ²⁾	mäßig geeignet ²⁾	gut – mäßig geeignet ²⁾

¹⁾ bei weichen Böden; Bodenverbesserung mit Mischbindemittel wäre erforderlich

²⁾ bei bindigen Böden und Sanden wird bei einer Zwischenlagerung ein Abdecken mit Folien erforderlich

3.3 Grundwasserverhältnisse

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurde in allen Bohrungen ein Grundwasserspiegel im Bohrloch nach Bohrende in einer Tiefe zwischen 1,83 m und 3,20 m unter Geländeoberkante (= 311,07 m NN – 312,24 m NN) jeweils im Bereich der bindigen Decklagen erkundet. Entsprechend der vorliegenden Bodenschichten ist hier von gespannten Grundwasserverhältnissen auszugehen. Den eigentlichen Grundwasserleiter bilden die mäßig durchlässigen quartären Sande, welche als mäßig hydraulisch durchlässiger, mehrere Meter mächtiger Aquifer fungieren.

Während die angetroffenen bindigen Decklagen hier eine hydraulisch nur gering durchlässige Barriere zur Geländeoberkante bilden, wodurch in weiten Teilen des Baufeldes gespannte Grundwasserverhältnisse eintreten können, ist innerhalb dieser Deckschichten auch unter Niedrigwasserständen in Abhängigkeit von Niederschlägen generell mit Schichtwasserhorizonten in durchlässigeren Böden über stauenden Horizonten in allen Tiefen zu rechnen. Dies ist auch hinsichtlich der Bauausführung zu beachten.

Nach dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern liegt die Baumaßnahme westlich der Ladehofstraße auf der Flurnummer 246 in einer Hochwassergefahrenfläche HQ_{extrem} . Östlich der Ladehofstraße auf der Flurnummer 213 liegt weder eine Hochwassergefahrenfläche noch ein wassersensibler Bereich vor. Da auf beiden Flurstücken relativ gleiche Höhen- und Geländeverhältnisse vorliegen, und das Grundstück mit der Flurnummer 213 relativ nahe an einer Hochwassergefahrenfläche HQ_{extrem} liegt, wird es erforderlich, sämtliche unter Geländeoberkante einbindende Bauteile wasserdicht auszubilden bzw. mittels Drainagen dauerhaft zu entwässern.

Ein Bemessungswasserstand wäre hier auf Höhe OK der erforderlichen Bauwerksdrainage anzusetzen.

4. Bodenmechanische Kennwerte

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 7 werden die wichtigsten Bodenkennwerte und erdbautechnischen Größen zusammengestellt. In der Tabelle 8 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 stofflichen 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.

TABELLE 7: 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 Felsklas- sen (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	15-17	5-7	15,0-17,5	2-5	10-25	1-3	1	BO1	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁷
Decklagen – Schluffe	UL / TL / TM / OT weich steif – halbfest	18-19 19-20	8-9 9-10	22,5-25,0 25,0-27,5	2-5 5-10	5-10 15-35	4-8 8-15	4 4	BB2 BB2-BB3	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁹
Quartäre Sande	SU / SU* locker – mitteldicht	18-19	9-10	30,0-32,5	--	--	20-50	3/4	BN1-BN2	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁷

TABELLE 8: HOMOGENBEREICHE NACH DIN 18300, DIN 18301 UND DIN 18304

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 (Mutterboden)	OH steif – halbfest	--	0-30	5-15	55-95	1,5-1,7	50-250	20-40	0,00-0,50	0,75-1,25	5-10
Homogenbereich B1.1 (weiche Schluffe der Decklagen)	UL weich	--	0-5	5-40	55-95	1,8-1,9	5-75	25-35	0,00-0,50	0,50-0,75	0-2
Homogenbereich B1.2 (steife bis halbfeste Schluffe der Decklagen)	UL / TL / TM / OT steif – halbfest	--	0-5	0-40	55-100	1,9-2,0	50-350	15-40	0,00-0,50	0,75-1,25	0-10
Homogenbereich B2 (Quartäre Sande)	SU / SU* locker – mitteldicht	0-5	0-30	55-90	5-30	1,8-1,9	--	10-20	--	--	--

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 Werte gelten dabei für Böden im ungestörten Einbauzustand. Durch eine Auflockerung oder ein Lösen, bspw. im Rahmen der Baumaßnahme / der Erdbauarbeiten, können sich die anzusetzenden Werte teils deutlich verringern. Bei Berechnungen ist bezüglich der Schichteinteilung auf die nächstliegende Bohrung Bezug zu nehmen.

5. Bauwerksgründung

5.1 Allgemeines

Gemäß den uns vorliegenden Angaben umfasst das Bauvorhaben auf den beiden Grundstücken mit den Flurnummern 213 und 246, Gemeinde Osterhofen, Gemarkung Altenmarkt, den Neubau von vier Mehrfamilienhäuser überwiegend ohne Unterkellerung jeweils mit einem Erd-, Ober- und Dachgeschoss, bestehend aus 2-Zimmer-Geschosswohnungen und 3-Zimmer- bzw. 6-Zimmer-Maisonettewohnungen. Die beiden Häuser mit den 2-Zimmergeschosswohnungen weisen jeweils eine Länge von 22,0 m sowie eine Breite von 14,0 m auf und sollen auf dem Grundstück mit der Flurnummer 246 errichtet werden. Das im Süden des genannten Flurstücks geplante Haus soll für die Gebietswärmeversorgung teilunterkellert werden. Aufgrund unterschiedlicher Belastungen des unterkellerten und des nicht unterkellerten Gebäudeteils sind diese beiden Bauteile statisch z. B. mit einer Bauwerksfuge zu entkoppeln, um auftretende Setzungsdifferenzen ausgleichen zu können. Auf dem Grundstück mit der Flurnummer 213 sind auf eine Länge von 24,0 m bzw. 21,5 m sowie auf eine Breite von jeweils 12,0 m zwei Gebäude mit 3-Zimmer- bzw. 6-Zimmer-Maisonette-wohnungen vorgesehen.

Zur Beurteilung der Gründungssituation stehen hier, wie beschrieben, acht Rammkernbohrungen mit jeweils 5,0 m Endteufe und vier schwere Rammsondierungen mit jeweils 7,9 m erkundeter Tiefe zur Verfügung.

Gemäß diesen Aufschlüssen stehen auf dem Gründungsniveau der jeweiligen Gebäude die Oberbodenschichten bzw. die bindigen Decklagen in weicher bis halbfester Konsistenz an. Diese Böden sind nur gering bis mittel tragfähig und mittel bis stark kompressibel. Von einer direkten Gründung in diesen Schichten wird speziell bei einer Teilunterkellerung abgeraten und es werden Zusatzmaßnahmen notwendig.

Hinsichtlich der Gründungsweise der geplanten Mehrfamilienhäuser kann die Gründung jeweils vollflächig mittels elastisch gebetteter, tragender Bodenplatten auf CSV-Säulen ausgeführt werden. Alternativ kann die Gründung auch mit Einzel- und Streifenfundamenten auf CSV-Säulen und nicht tragender Bodenplatten erfolgen. Alternativ wäre auch eine Gründung mittels tragender Bodenplatte auf Teilbodenaustausch denkbar. Für die Garagen bzw. Carportanlagen empfehlen wir eine Gründung mit Einzel- bzw. Streifenfundamenten voraussichtlich ohne Bodenaustausch sowie nicht tragenden Bodenplatten.

Grundwasser wurde in allen in einer Tiefe zwischen 1,83 m und 3,20 m unter Geländeoberkante (= 311,07 m NN bis 312,24 m NN) jeweils in den schluffigen Deckschichten in gespannter Form erkundet. Weiterhin sind auch aufgrund der geringen Durchlässigkeit der bindigen Decklagen Schichtwässer in allen Tiefenabschnitten bis Geländeoberkante nicht auszuschließen.

Nachfolgend werden neben den Gründungsempfehlungen zudem allgemeine Hinweise zur Baugrubenausbildung, zu bauzeitlichen Wasserhaltungsmaßnahmen und zur Bauwerkstrockenhaltung sowie zur Versickerung und der Ausbildung von befestigten Außenanlagen aus geotechnischer und hydrogeologischer Sicht gegeben.

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.

Die zu bebauenden Grundstücke mit den Flurnummern 213 und 246, Gemeinde Osterhofen, Gemarkung Altenmarkt, sind jeweils der Frosteinwirkungszone II zuzuordnen. Somit liegt das frostfreie Gründungsniveau bei 1,00 m unter GOK. Eine frostsichere Gründung aller Gebäudeteile, z. B. mit Frostschrüben bis 1,00 m unter GOK, einem frostsicheren Unterbau oder durch andere Maßnahmen, ist in jedem Fall sicherzustellen.

Nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 befindet sich Osterhofen in keiner Erdbebenzone und somit muss keine Erdbeschleunigung berücksichtigt werden.

5.3 Gründung der Mehrfamilienhäuser mittels Sand-Zement-Säulen (CSV)

Für die Gründung der vier Mehrfamilienhäuser wird von unserer Seite eine Gründung durch eine Bodenverbesserung mit sog. CSV-Säulen empfohlen.

Bei Ausführung von Sand-Zement-Säulen (CSV) sind im Vorfeld die Baugruben bis zur geplanten Sohlhöhe auszuheben und es ist ein Gründungspolster aus einer Kiestragschicht 0/63 mit mindestens 50 cm Mächtigkeit einzubauen. Zwischen Arbeitsplanum und Erdplanum ist ein Vlies der Geotextilrobustheitsklasse GRK IV mit einem Flächengewicht von $g \geq 250 \text{ g/m}^2$ einzulegen. Die Säulenerstellung wird von der Arbeitsfläche auf Erdplanumsniveau ausgeführt. Dabei ist ein Arbeitsraum von mindestens 50 cm in möglichen Fundamentgruben zu berücksichtigen.

Die anstehenden feinkörnigen Böden werden durch dieses Verfahren verdichtet und durch Wasserentzug verbessert. In Wechselwirkung zwischen Säulen und Boden werden die Bauwerkslasten abgetragen.

Das System passt sich den vorgefundenen Bodenverhältnissen bei der Herstellung der Säulen optimal an. Nach der Stabilisierung und vor der Erhärtung der Säulenköpfe sind die Böden und Säulenköpfe abzurütteln. Bei diesem Verfahren entstehen keine Wasserwegigkeiten.

Die Säulentiefen werden auf Basis der Erkundungsergebnisse abgeschätzt. Aufgrund natürlicher Schwankungen der Schichthorizonte und der Bodeneigenschaften können die tatsächlichen Säulentiefen von den Angaben abweichen. Die Säulenendtiefe ist auch vom Herstellungsverfahren und der Bemessungslast der Säulen abhängig. In diesen Böden kann eine Gebrauchslast von 70 kN pro Einzelsäule bei technisch guter Ausführungsqualität erreicht werden, woraus sich ein maximaler Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d} \leq 400 \text{ kN/m}^2$ ableiten lässt (Rasterabstand ca. 0,5 m x 0,5 m).

Nach den aktuellen Baugrunderkundungen ist mit Säulenlängen zwischen 2,7 m und 5,0 m unter den Fundamenten und mit Säulenlängen zwischen 3,4 m und 5,7 m unter Bodenplatten zu rechnen.

Nach der Fertigstellung der CSV-Bodenstabilisierung ist unter tragenden Bodenplatten ein ≥ 30 cm mächtiges Gründungspolster aus einem Frostschutzkies GW / GI nach DIN 18196 mit max. 5 M.-% Feinkornanteil und einer Verdichtung auf ≥ 100 % der einfachen Proctordichte einzubringen. Dieses bedingt einen Puffereffekt hinsichtlich der Durchstanzung der Säulen unter der Bodenplatte und dient als Verlegeebene für Grundleitungen.

Bei Gründung in beschriebener Weise kann für die Berechnung tragender Bodenplatten unter Berücksichtigung einer flächigen charakteristischen Sohlpressung von 60 kN/m^2 bis 80 kN/m^2 ein Bettungsmodul von $k_{s,k} = 10 \text{ MN/m}^3$ in Ansatz gebracht werden. Für Einzel- und Streifenfundamente kann ein Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d} \leq 400 \text{ kN/m}^2$ in Ansatz gebracht werden. Die resultierenden Setzungsbeträge belaufen sich in der Regel auf jeweils weniger als 1,0 cm. Differenzsetzungen sind bei diesem Verfahren kaum zu erwarten. Der geringstmögliche Abstand der Säulen zueinander ist laut CSV-Merkblatt technisch auf etwa 45 cm ($3 \times D_s$) begrenzt. Die exakte Dimensionierung der Säulen erfolgt durch die ausführende Firma.

5.4 Gründung der Mehrfamilienhäuser mittels tragender Bodenplatte auf Teilbodenaustausch in den bindigen Decklagen

Bei einer Plattengründung wird ein Teilbodenaustausch mit einem feinkornarmen Kies-Sand-Gemisch (z. B. Frostschutzkies Körnung 0/63 mm; Feinkornanteil $< 5,0$ M.-% der Bodengruppe GW / GI nach DIN 18196) mit einer Mächtigkeit von $\geq 0,80$ m erforderlich. Das Kiesmaterial muss lagenweise (Lagenstärke $d \leq 0,40$ m) auf geotextiler Vliestrennlage (GRK III) eingebracht und auf $D_{Pr} \geq 100$ % verdichtet werden. Durchzuführende Bodenaustauschmaßnahmen unter der Bodenplatte sind mit einer seitlichen Verbreiterung von 60° und einem Überstand von 30 cm über die Bodenplatte hinaus auszuführen. Es wird empfohlen, den Einbau des Gründungspolsters grundsätzlich im vor-Kopf-Verfahren durchzuführen, um ein Aufweichen der bindigen Aushubsohle durch Befahrung mit schwerem Gerät zu vermeiden. Sollten auf der Aushubsohle wider Erwarten $<$ steife Schluffe anstehen, ist der Bodenaustausch entsprechend tiefer bis zu den \geq steifen bindigen Böden auszuführen bzw. wäre Schroppenmaterial (50/150 mm) in die bindigen Schichten einzudrücken bis ein stabiles Erdplanum erreicht ist.

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 hier bei einer Gründung auf einem Kies-Gründungspolster mit $\geq 0,80$ m Dicke ein Bettungsmodul von $k_{s,k} = 3,0 \text{ MN/m}^3$ bei einem charakteristischen Lastniveau von etwa 60 kN/m^2 in Ansatz gebracht werden. Bei streifenförmiger Lasteinleitung bis zu 1,5 m Breite und bei quadratischer Lasteinleitung bis 2,5 m Kantenlänge können bei einem Bettungsmodul von $k_{s,k} = 7,5 \text{ MN/m}^3$ Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d} \leq 230 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Es ist dann mit Setzungen von $\leq 2,0$ cm für das Bauwerk zu rechnen.

Die tragende Bodenplatte kann direkt auf die lagenweise eingebaute und auf ≥ 100 % der einfachen Proctordichte verdichteten Kiesschicht aufgebracht werden. Eine zusätzliche kapillarbrechende Schicht wird nicht mehr notwendig. Allerdings ist auf eine wirkungsvolle und dauerhaft rückstaufreie Drainage des Gründungspolsters zu achten. Die Frostsicherheit der Gründung ist mit dieser Variante gegeben, ohne dass weitere Maßnahmen wie bspw. umlaufende Frostschutzschürzen erforderlich wären.

5.5 Gründung der Garagen bzw. Carportanlagen mittels Einzel- und Streifenfundamenten

Für die Garagen bzw. Carportanlagen ist jeweils eine Flachgründung mittels Streifenfundamenten in den bindigen Decklagen \geq steifer Konsistenz gut denkbar. Sollten auf der Aushubsohle noch \leq weiche Schluffschichten anstehen, sind diese entsprechend tiefer bis zu den \geq steifen bindigen Bodenschichten durch Frostschutzkies (Körnung 0/56 mm; Feinkornanteil < 5 M.-%) der Gruppe GW / GI nach DIN 18196 auszutauschen, welcher lagenweise ($d \leq 30$ cm) bei ausreichender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100$ %) einzubauen ist. Durchzuführende Bodenaustauschmaßnahmen unter den Fundamenten sind mit einer seitlichen Verbreiterung von 60° zur Horizontalen und einem Überstand von 25 cm über den Fundamentrand hinaus auszuführen. Zwischen anstehenden Boden und Kiesschüttung ist eine Vliestrennlage der Georobustheitsklasse III einzubauen. Alternativ zum Bodenaustausch mit Kies wäre auch eine Magerbeton-tieferführung denkbar, welche senkrecht ohne Lastausbreitungswinkel erstellt werden könnte.

In den nachfolgenden Tabellen 9 und 10 werden die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für mittig belastete Einzel- und Streifenfundamente bei Gründung in den Schluffen \geq steifer Konsistenz angegeben, die in den statischen Berechnungen bei einer Mindesteinbindetiefe von $\geq 1,00$ m angesetzt werden können. 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 Streifenfundamente auf $H/V \leq 0,1$ beschränkt, zudem gilt ein zulässiges Seitenverhältnis bei Einzelfundamenten von $a/b \leq 1,0$. Zwischenwerte zwischen den Tabellenwerten dürfen geradlinig interpoliert werden.

TABELLE 9: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR EINZEL-FUNDAMENTE IN DEN SCHLUFFEN \geq STEIFER KONSISTENZ

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
$\geq 1,0$		220	190	160	145	135	120

TABELLE 10: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR STREIFEN-FUNDAMENTE IN DEN SCHLUFFEN \geq STEIFER KONSISTENZ

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	1,75 m
$\geq 1,0$		200	190	170	160	145	135

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 bis **2,0 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.

5.6 Gründung der nichttragenden Bodenplatten / Parkplatzflächen

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 11: 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

Gemäß den derzeitigen Planungen kommen die Bodenplatten der vier Mehrfamilienhäuser nach dem Abschub des Oberbodens überwiegend in den bindigen Decklagen steifer bzw. teils auch weicher (vgl. Bohrprofil B 3) oder halbfester (vgl. Bohrprofil B 4) Konsistenz zu liegen. Um hier einen Verformungsmodul von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreichen zu können, wird in den weichen bis halbfesten Schluffen ein Bodenaustausch von mind. 20 cm bis 40 cm auf Erdplanumsniveau notwendig. Als Bodenaustausch ist ein verdichtungswilliges und gut tragfähiges Kies-Sand-Gemisch, z. B. Körnung 0/45 mm (Feinkornanteil max. 5,0 M.-%) der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zu verwenden, welches lagenweise einzubauen und mit einem geeigneten Verdichtungsgerät zu verdichten ist. Die tatsächlich erforderliche Stärke des Gesamtaufbaus wäre dann bei Beginn der Arbeiten durch Versuchsfelder mit verschiedenen Austauschstärken mittels Lastplattendruckversuchen nach DIN 18134 näher festzulegen.

Unabhängig von zusätzlichem Bodenaustauschmaßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit ist als Unterbau eine kapillarbrechende Schicht in Form einer mindestens 30 cm starken Auffüllung aus einem Kies-Sand-Gemisch der Körnung 0/45 mm mit einem Feinkornanteil von maximal 5,0 M.-% oder ein Material mit äquivalenten Eigenschaften (z. B. Rollkies, Glasschaumschotter, usw.) unter den Bodenplatten vorzusehen (kann dem Gründungspolster zugerechnet werden).

Zur Anlage von Verkehrsflächen muss das Erdplanum nach ZTV E-StB 17 in den anstehenden, nicht frostsicheren Böden auf dem Planum der Verkehrsflächen ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden. Dieser ist vor Beginn der Oberbauarbeiten mittels statischer Plattendruckversuche nach DIN 18134 nachzuweisen. Auf Oberkante der Tragschichten wird ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ als notwendig erachtet.

Wird der notwendige Verformungsmodul auf dem Erdplanum erreicht, so ergeben sich bei Dimensionierung nach RStO 12 die geforderten Verformungsmodule sowie die notwendigen Schichtstärken für die Tragschicht. Zur Gewährleistung der Filterstabilität zwischen Erdplanum und frostsicheren Straßenaufbau wird die Einlage eines geotextilen Vliesstoffes (GRK IV) mit einem Flächengewicht von mindestens 250 g/m^2 empfohlen. Darauf kann lagenweise der Aufbau des Frostschutzmaterials erfolgen.

Wird die geforderte Tragfähigkeit, wie hier in den bindigen Decklagen zu erwarten, nicht erreicht, wird ein zusätzlicher Bodenaustausch unter dem Erdplanum erforderlich. Die tatsächlich erforderliche Stärke des Bodenaustausches wäre bei Beginn der Arbeiten durch Versuchsfelder mit verschiedenen Austauschstärken mittels Lastplattendruckversuchen näher festzulegen. Alternativ zu einem Bodenaustausch wäre hier auch eine Bodenstabilisierung mit einem Mischbindemittel denkbar.

6. Hinweise für die Bauausführung

6.1 Geböschte Baugrube

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

Ohne rechnerischen Nachweis dürfen gemäß DIN 4124 folgende Böschungswinkel bis $5,00 \text{ m}$ Böschungshöhe nicht überschritten werden:

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

Böschungen mit einer Böschungsneigung im Bereich der maximal zulässigen Neigungen sind vor Witterungseinflüssen zu schützen. Dazu reicht im Allgemeinen ein Abdecken mit Folien aus. Auf eine funktionsfähige Windsogsicherung ist zu achten. Aufgrund der Erosionsempfindlichkeit des bindigen Materials ist diese Maßnahme zwingend notwendig.

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.

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.

6.2 Wasserhaltung

Im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten wurde in allen Bohrungen in einer Tiefe zwischen 1,83 m unter GOK bis 3,20 m unter GOK (= 311,07 m NN – 312,24 m NN) ein gespannter Grundwasserspiegel erkundet. Weiterhin sind darüber auch Schichtwasserhorizonte, wie beschrieben, in allen Tiefen möglich.

Bei Niedrig- und Mittelwasserständen wird bei der vorliegenden Baumaßnahme und einer Bodenverbesserung im CSV-Verfahren der Grundwasserstand bzw. bei Aushubtiefen bis max. 1,50 m unter GO vermutlich nicht angetroffen werden. Offene Wasserhaltungsmaßnahmen in Form von Filterkieslagen (Kies mit einem Sandanteil $< 10\%$ und einem Feinkornanteil $< 5\%$; $d \leq 0,3$ m) und geotextile Trennlagen (\geq GRK III) können in geschlossenen Baugruben dennoch erforderlich werden, um Oberflächen-, Niederschlags- und evtl. Schichtwasser zu fassen und kontrolliert abzuleiten. Die beschriebenen offenen Wasserhaltungsmaßnahmen können auch bei ggf. höheren Grundwasserständen für den unterkellerten Bereich des Mehrfamilienhauses im Süden des Grundstücks mit der Flurnummer 246 erforderlich werden.

Die Erfordernisse hinsichtlich der zu fördernden Wassermengen (i. d. R. $< 5 - 15$ l/s Wasserhaltung) sind vor allem von den Niederschlägen während der Bauausführung abhängig. Es wird darauf hingewiesen, dass die Aushubsohlen innerhalb der bindigen Decklagen sehr witterungs- und erosionsanfällig und zudem gering wasserdurchlässig sind.

Die Ableitung des geförderten Wassers kann i.d.R. über einen Absetzcontainer entweder in die Kanalisation oder einen nahegelegenen Vorfluter (namenloser Bach) erfolgen. Hierfür ist ein Wasserrechtsantrag bei der zuständigen Genehmigungsbehörde einzuholen.

6.3 Bauwerkstrockenhaltung / Auftriebssicherung

Zum Schutz baulicher Anlagen vor Durchfeuchtung wird auf die DIN 4095 und DIN 18533-1 hingewiesen. Für den **unterkellerten** Bereich des Mehrfamilienhauses im Süden des Grundstücks mit der Flurnummer 246 ist nach DIN 4095, Kapitel 3.6, der Fall c; also eine Abdichtung ohne Dränung (im Grundwasser), zu berücksichtigen.

Weiterhin sind für den **unterkellerten** Bereich des Mehrfamilienhauses im Süden des Grundstücks mit der Flurnummer 246 die Ausführungshinweise der DIN 18533-1:2017-7 zu beachten. Demnach ist eine Bauwerksabdichtung gegen von außen drückendes

und aufstauendes Grundwasser an Bodenplatten und Wänden bis zur Kote 314,3 m NN nach DIN 18533-1:2017-7, Fall W2.1-E („Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser“), erforderlich (Ausführung als „weiße Wanne“). Dies kann z. B. mit wasserundurchlässigem Beton oder mit bituminösen Abdichtungsmaßnahmen bzw. Kunststoffabdichtungsbahnen gemäß DIN 18533 erfolgen.

Für die **nicht unterkellerten** Mehrfamilienhäuser bzw. die nicht unterkellerten Bauwerksbereiche ergibt sich entsprechend der aktuellen Planung und den geologischen Verhältnissen nach DIN 4095, Kapitel 3.6, der Fall b; also eine Abdichtung mit rückstaufreier Dränung in gering wasserdurchlässigen Böden.

Für die **nicht unterkellerten** Mehrfamilienhäuser bzw. die nicht unterkellerten Bauwerksbereiche ist jeweils eine Bauwerksabdichtung nach DIN 18533-1:2017-7 notwendig. Gemäß genannter Norm sind für diese Bauvorhaben aufgrund der Lage im Bereich eines wasserundurchlässigen Baugrundes in den Fall W1.2-E einzuordnen, sofern um das gesamte Gebäude eine dauerhaft funktionsfähige, rückstaufreie Ringdrainage auf Unterkante der Bodenplatte / Fundamente angebracht wird. Damit kann neben dem in die Hinterfüllung eindringenden Niederschlags- und Oberflächenwasser auch evtl. zuströmendes Schichtwasser aus dem Hinterfüllbereich abgeleitet werden.

Die einschlägigen Vorschriften hinsichtlich der wasserdichten Ausbildung der Bauwerke, z. B. in betontechnischer Hinsicht etc., sind des Weiteren zu beachten. Zudem ist für die abzudichtende **unterkellerten** Bereiche ein statischer Nachweis gegen Auftrieb und Wasserdruck erforderlich.

6.4 Versickerung

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

Der aus der Kornverteilungskurve für eine Grundwasserentnahme ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert für die quartären Sanden weist einen k_f – Wert von $6,73 \cdot 10^{-5}$ m/s auf.

Der aus der Kornverteilungskurve abgeleitete k_f -Wert gilt 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 quartären Sanden bei $k_f = 1,3 \cdot 10^{-5}$ 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 quartären Sande liegt im unteren bis mittleren Bereich dieser Spanne und weist somit auf mäßige bis schlechte Versickerungsbedingungen in den quartären Sanden hin.

Um eine ausreichende Reinigungsleistung zu gewährleisten, fordert das genannte Arbeitsblatt eine Mächtigkeit des Sickerraums über dem mittleren höchsten Grundwasserstand von mindestens einem Meter. 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 sowie dies gespannten Grundwasserverhältnisse zu berücksichtigen. Ebenfalls wird auf das Merkblatt DWA-M 153 „Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser“ hingewiesen.

Hinsichtlich der Art der Versickerung könnte vorstehend eine Rigolenversickerung oder auch eine Versickerung über Mulden / Sickerbecken mit Durchstichen bewerkstelligt werden. Unabhängig von der Art der Versickerungsanlage ist jedoch besonders darauf zu achten, dass ein hydraulischer Anschluss an die besser durchlässigen quartären Sande 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 Erdbau (Auffüllen, Hinterfüllen und Verdichten)

Zur Verfüllung der Arbeitsräume eignen sich die bindigen Decklagen \geq steifer Konsistenz (Homogenbereich B1.2), sofern ein Verdichtungsgrad von mindestens 97 % zu erzielen ist. Die bindigen Böden müssen allerdings vor Vernässungen bei der Zwischenlagerung geschützt werden (z. B. sauberes Aufhalden und Folienabdeckung). Die bindigen Böden weicher Konsistenz (Homogenbereich B1.1) sowie mit organischen Anteilen der Decklagen eignen sich jedoch nicht für eine Wiederverfüllung und sollten besser abgefahren werden bzw. können für Rekultivierungszwecke verwendet werden.

Wird Fremdmaterial zur Arbeitsraumverfüllung benötigt, ist gut verdichtbares, gering kompressibles, sandiges Kiesmaterial (GW / GI / GU nach DIN 18196) mit einem Feinkorngehalt $\leq 10,0$ M.-% zu verwenden. Im Frosteinwirkungsbereich unter befestigten Flächen wird ein Feinkorngehalt $\leq 5,0$ M.-% gefordert.

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 ZTV A-StB und das „Merkblatt für die Hinterfüllung von Bauwerken“ der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen zu beachten.

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.

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten hinsichtlich der geplanten Baumaßnahme zusammengestellt und erläutert.

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 auszuschließenden Abweichungen des Untergrundes zwischen und außerhalb der Aufschlussstellen und in allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Gründung ist ein Baugrundsachverständiger einzuschalten. 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 bodenmechanischen und hydrogeologischen Detailpunkte erheben. Zusätzliche Untersuchungen bzw. geotechnische Beurteilungen können im Zuge der weiteren Planung erforderlich werden.

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.

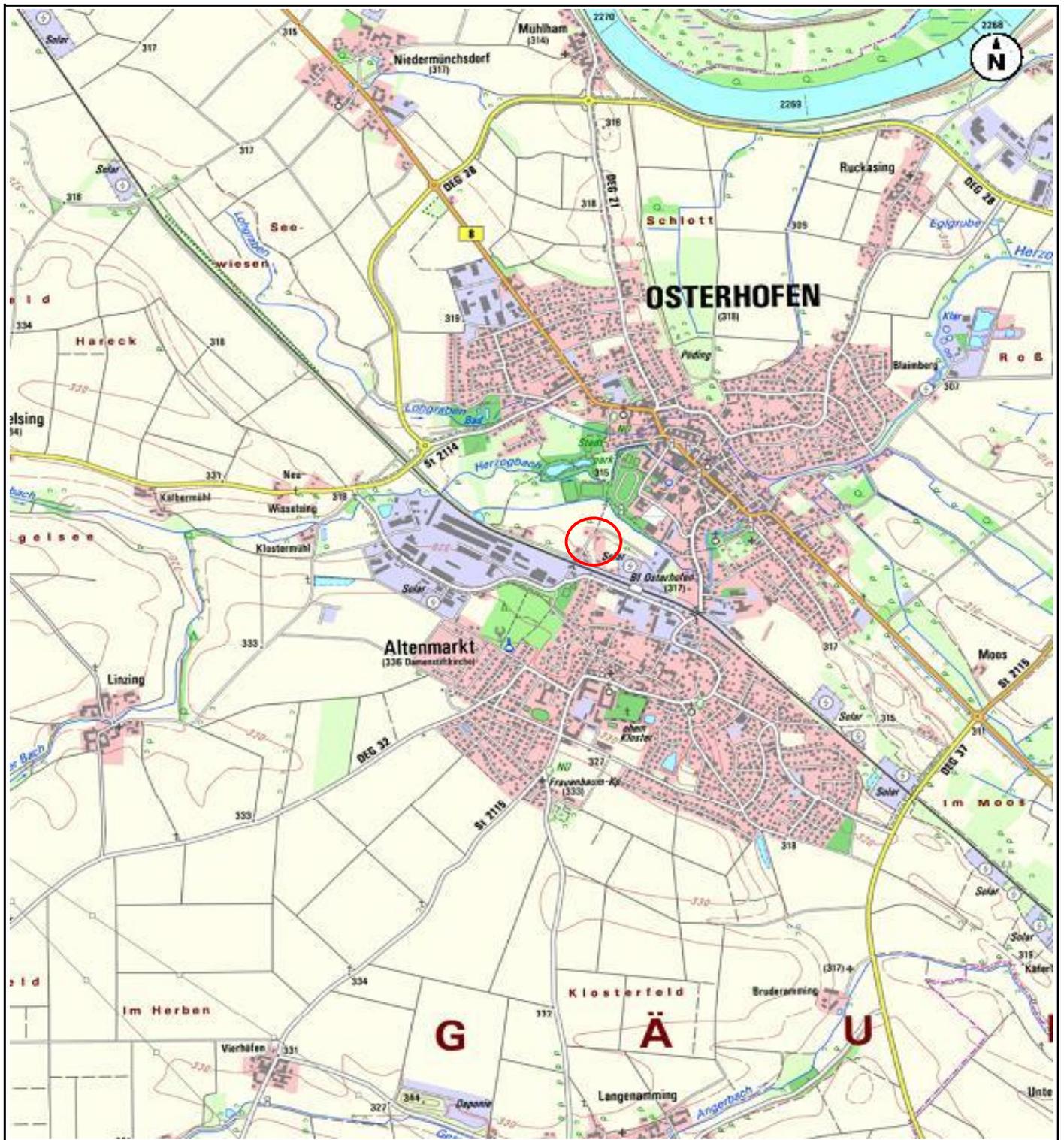
Für weitere Beratungen und gutachterliche Beurteilungen im Zuge dieses Projektes stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Osterhofen, den 26.04.2022


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

Anlage 1



Lage des Untersuchungsgebiets

Neubau von vier Mehrfamilienhäusern, Ladehofstraße in Osterhofen - Geotechnische Untersuchung -

Auftraggeber:	WOLF System GmbH
Bearbeitung:	
	M. Ferstl
Datum:	15.02.2022
Maßstab:	1 : 25.000
Kartenvorlage:	BayernAtlas

Übersichtsplan



GeoPlan

Donau-Gewerbepark 5
94486 Osterhofen
Tel.: +49 (0)9932 9544-0
Fax.: +49 (0)9932 9544-77

Anlage:	1
Blatt :	1
Projekt-Nr.:	B2202096

Anlage 2

Zeichenerklärung Baugrunduntersuchung:



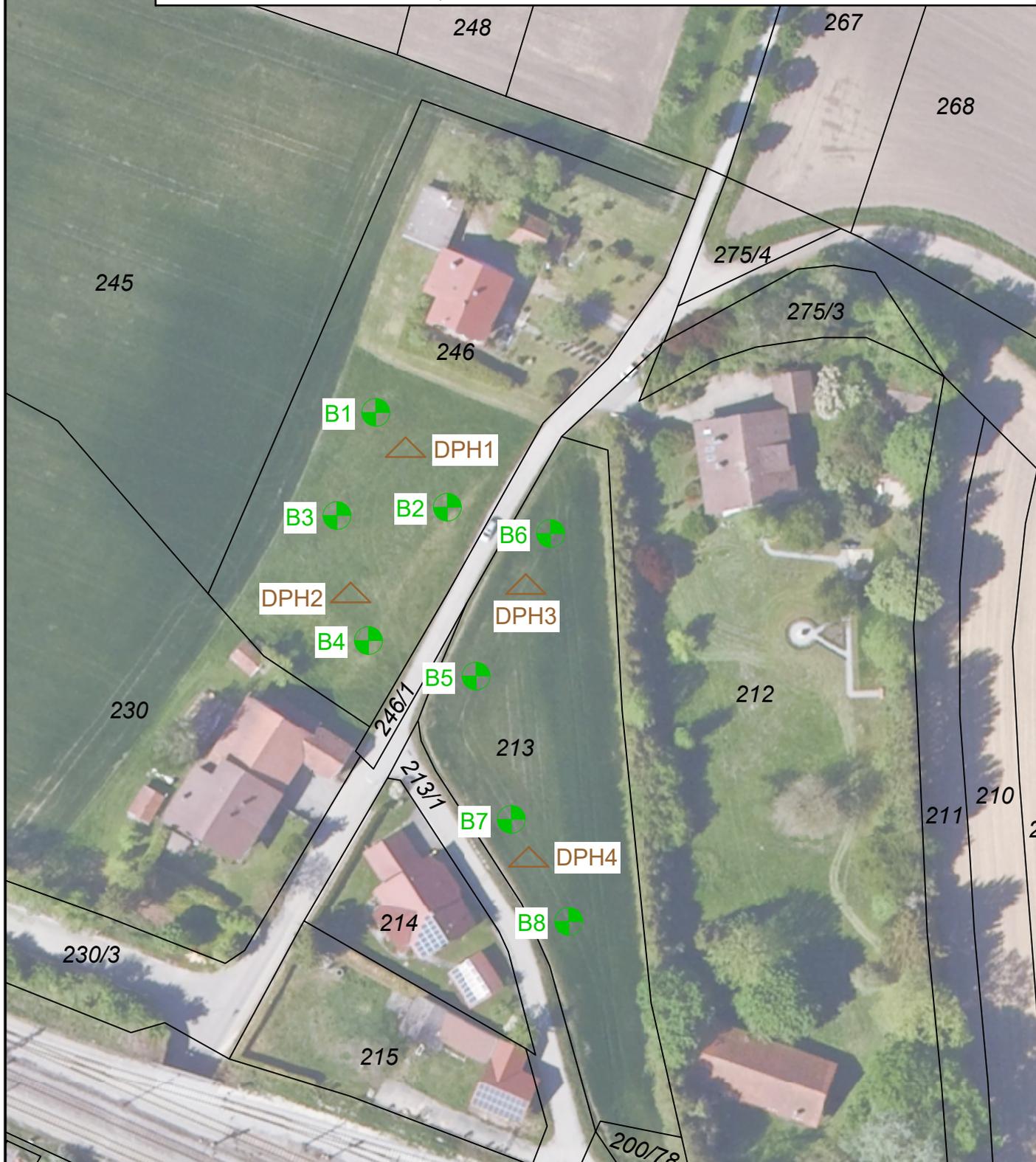
B...

Rammkernbohrung nach DIN EN ISO 22475 mit Bezeichnung bis max. 5,00 m unter GOK



DPH...

Schwere Rammsondierung nach DIN ISO 22476-2 mit Bezeichnung bis max. 7,90 m unter GOK



Entwurfsverfasser:



GeoPlan

Donau-Gewerbepark 5, 94486 Osterhofen
 FON: 09932 9544-0 / FAX: 09932 9544-77
 E-MAIL: info@geoplan-online.de

Tobias Kufner
 Projektleiter: Tobias Kufner

Planinhalt:

Neubau vierer Mehrfamilienhäuser,
 Ladehofstraße in Osterhofen

Lageplan Aufschlusspunkte

Anlage:

2

Blatt-Nr.:

Projekt:	B2202096 - NB vierer MFHs, Ladehofstraße, in Osterhofen	
Datei:	1_LP-1000_Aufschlusspunkte	
bearbeitet:	A. Duschl	11.04.2022
gezeichnet:	A. Duschl	11.04.2022
geprüft:	R. Niedermeier	11.04.2022

Auftraggeber:
 WOLF System GmbH
 Am Stadtwald 20
 94486 Osterhofen

Maßstab:

1:1000

Pr.-Nr.:

B2202096

Anlage 3

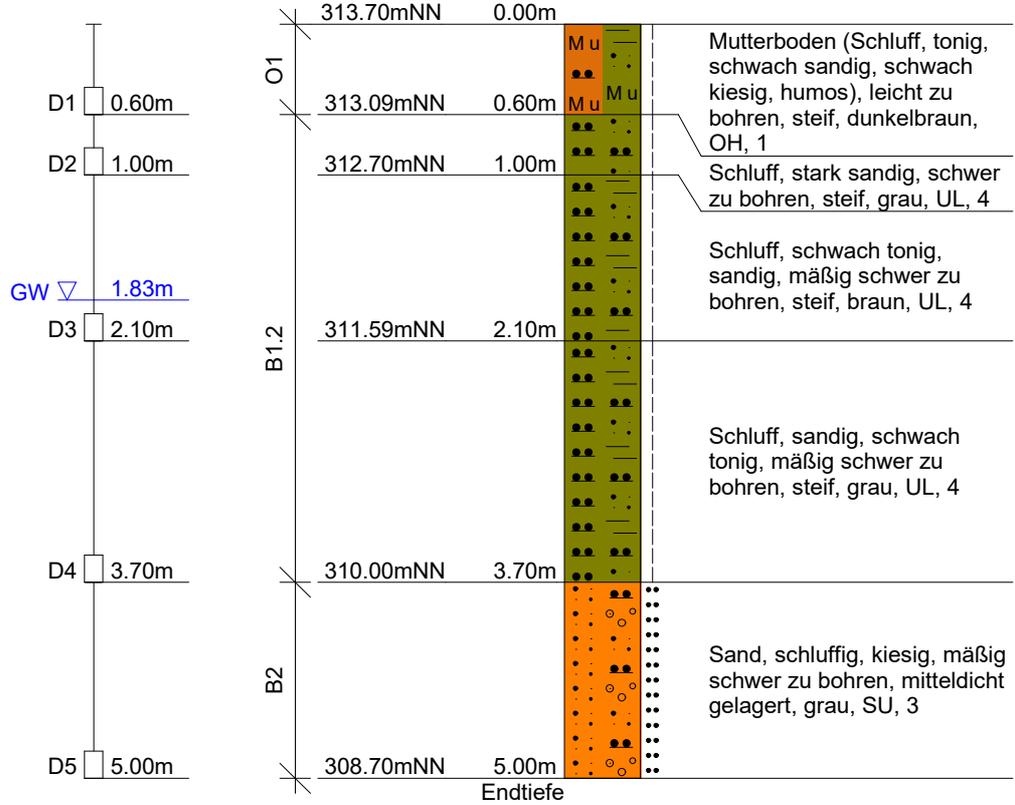


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2202096	
94486 Osterhofen	Datum	21.03.2022	
09932-95440	Rechtswert	4574752	Hochwert 5396120

B1

Ansatzpunkt: 313.70 mNN



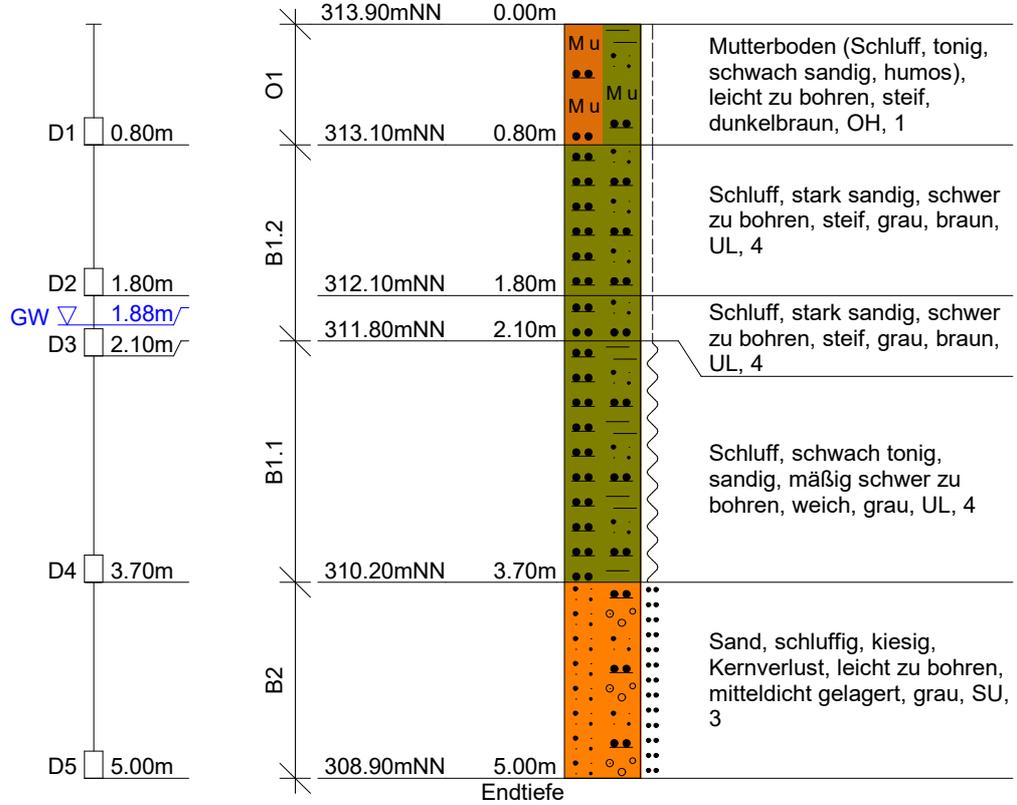


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2202096	
94486 Osterhofen	Datum	21.03.2022	
09932-95440	Rechtswert	4574765	Hochwert 5396103

B2

Ansatzpunkt: 313.90 mNN



Maßstab: 1: 50

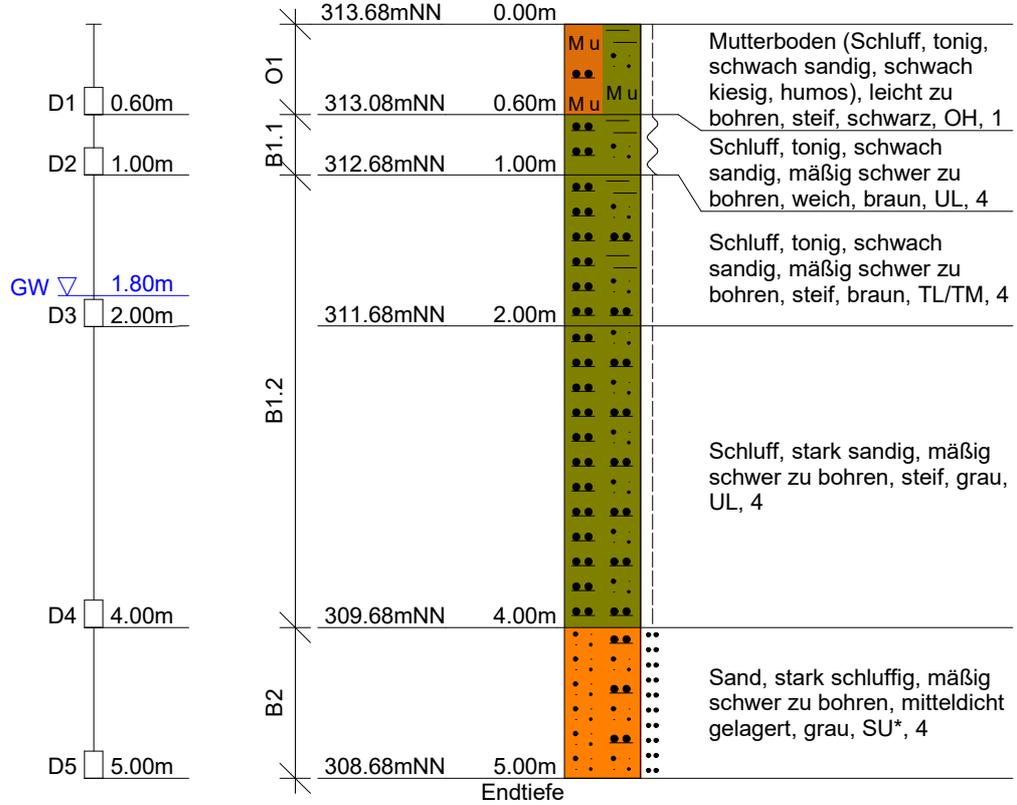


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2202096	
94486 Osterhofen	Datum	21.03.2022	
09932-95440	Rechtswert	4574745	Hochwert 5396102

B3

Ansatzpunkt: 313.68 mNN



Maßstab: 1: 50

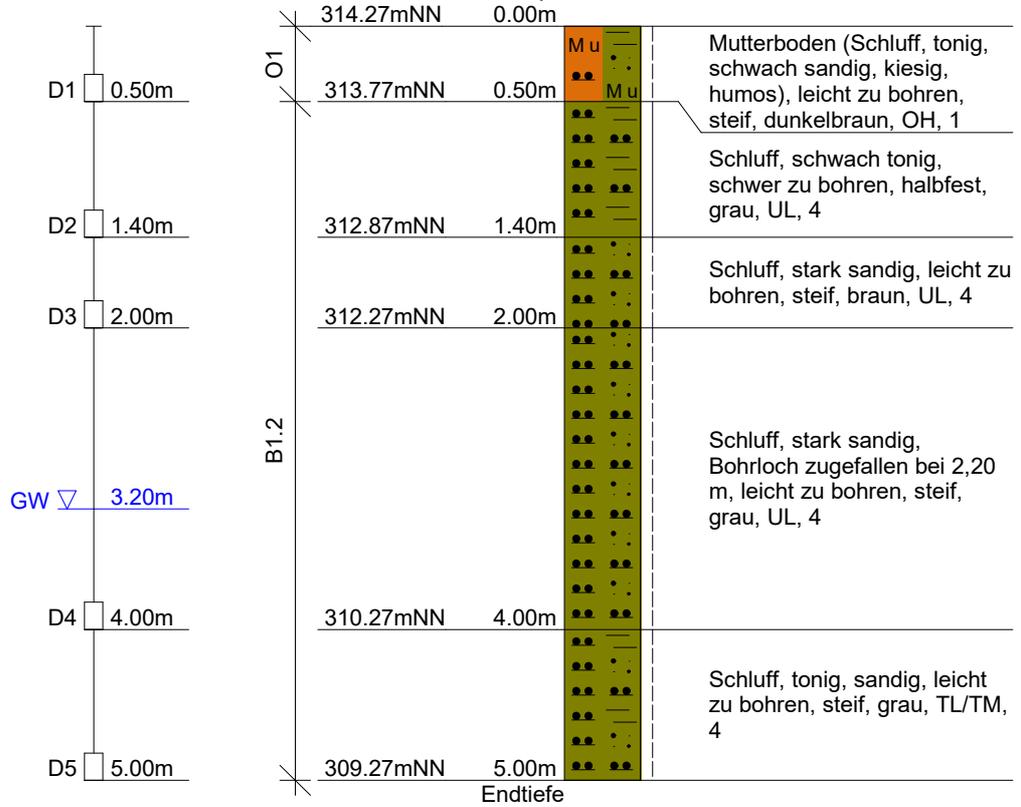


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2202096	
94486 Osterhofen	Datum	21.03.2022	
09932-95440	Rechtswert	4574751	Hochwert 5396079

B4

Ansatzpunkt: 314.27 mNN



Maßstab: 1: 50

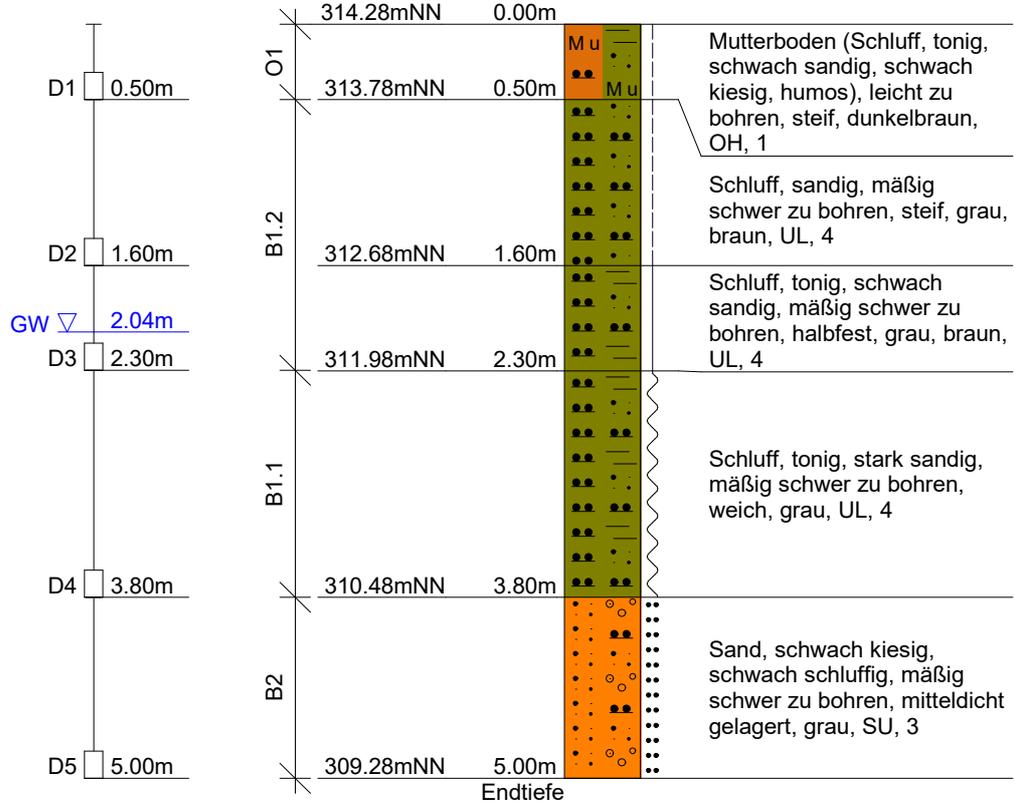


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2202096	
94486 Osterhofen	Datum	21.03.2022	
09932-95440	Rechtswert	4574770	Hochwert 5396073

B5

Ansatzpunkt: 314.28 mNN



Maßstab: 1: 50

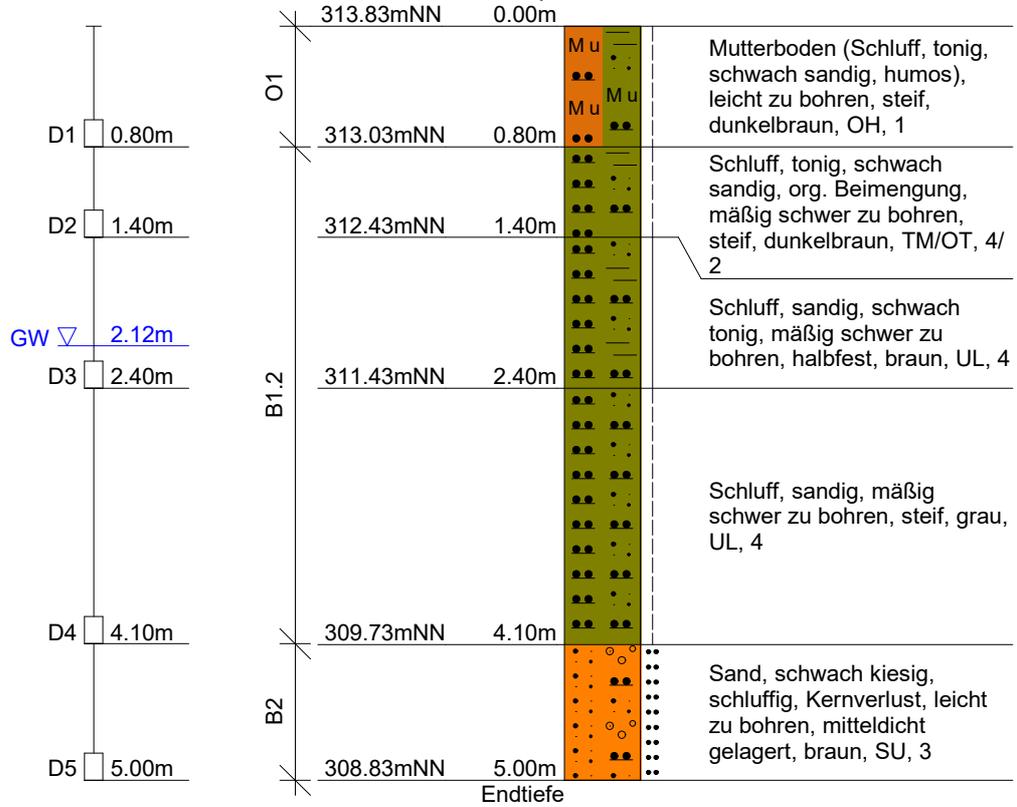


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2202096	
94486 Osterhofen	Datum	21.03.2022	
09932-95440	Rechtswert	4574783	Hochwert 5396099

B6

Ansatzpunkt: 313.83 mNN



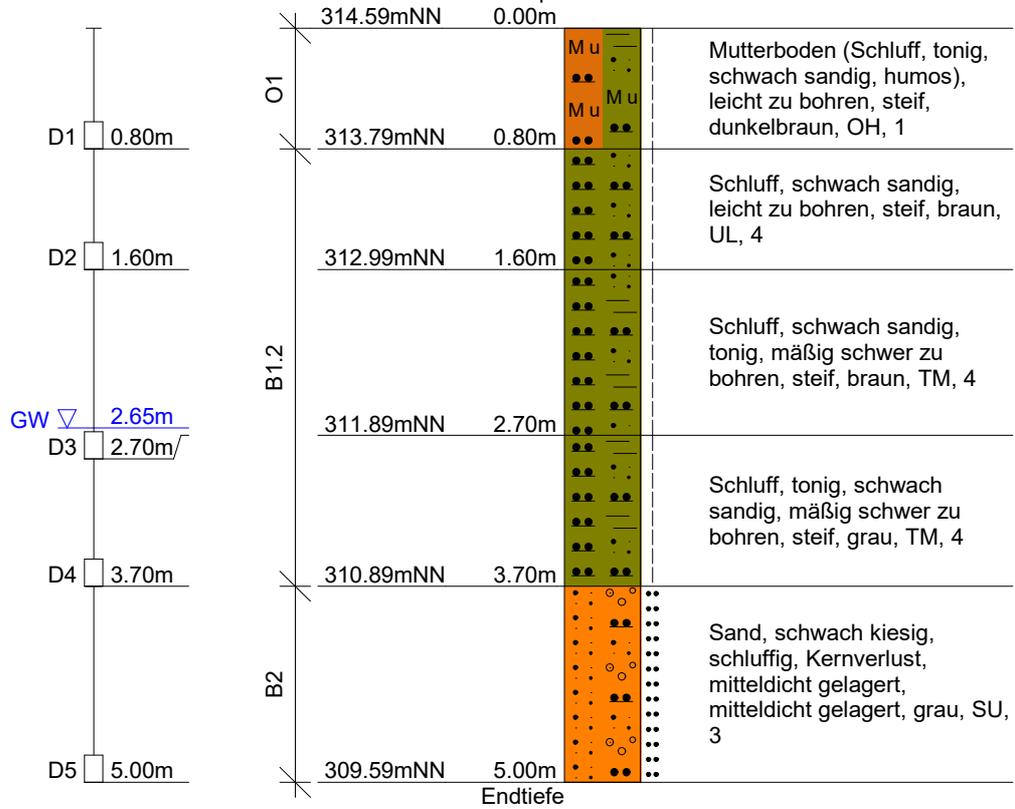


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2202096	
94486 Osterhofen	Datum	22.03.2022	
09932-95440	Rechtswert	4574776	Hochwert 5396047

B7

Ansatzpunkt: 314.59 mNN



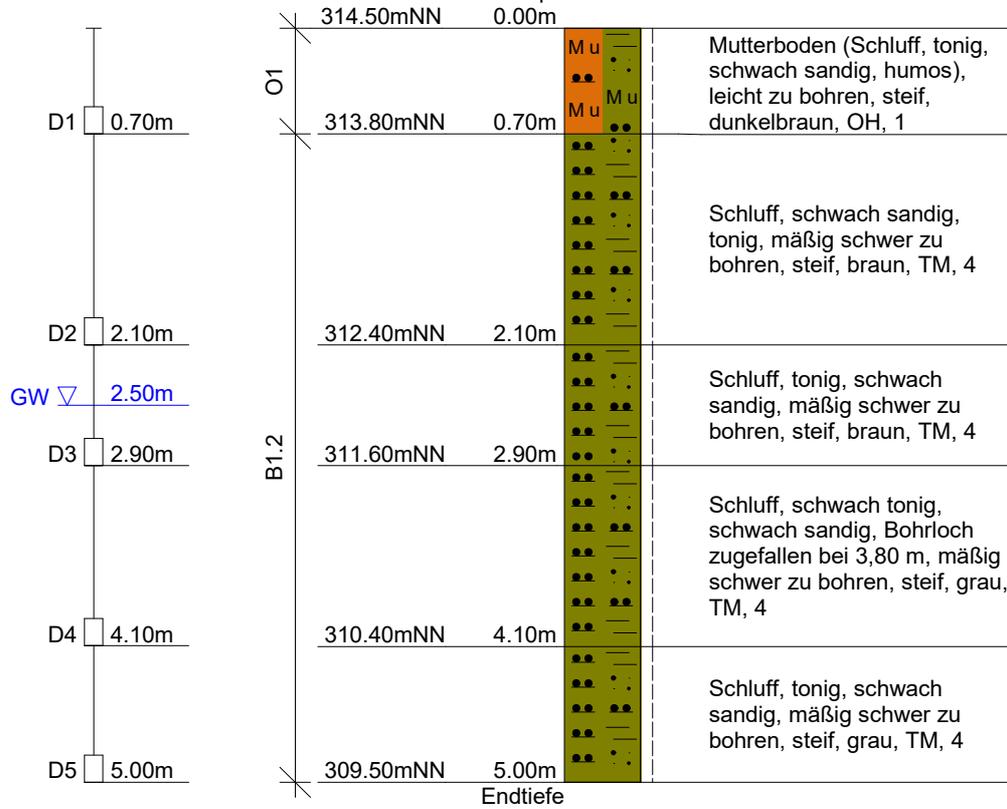


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2202096	
94486 Osterhofen	Datum	22.03.2022	
09932-95440	Rechtswert	4574787	Hochwert 5396029

B8

Ansatzpunkt: 314.50 mNN



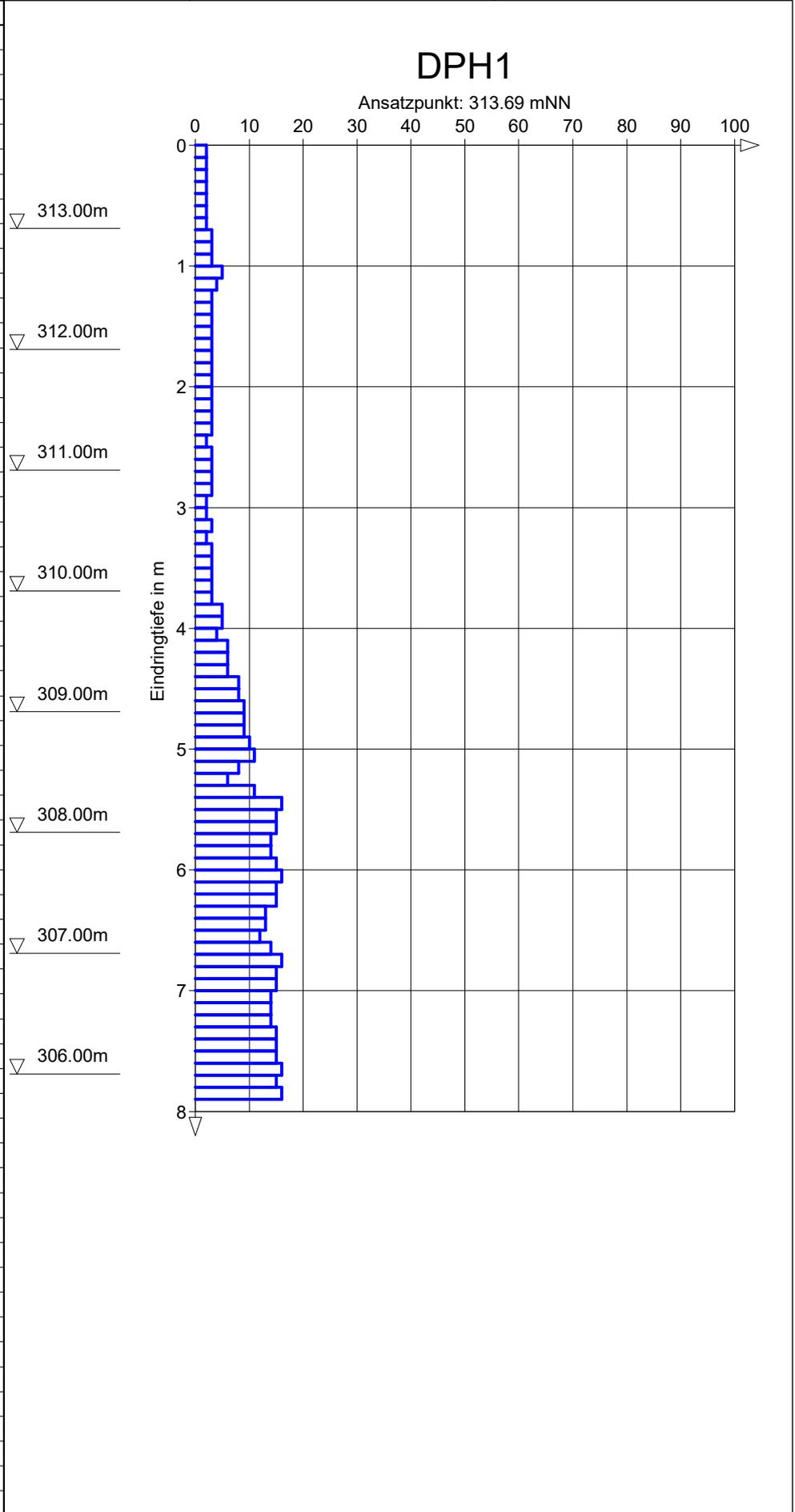
Anlage 4



GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2202096	
94486 Osterhofen	Datum	21.03.2022	
09932-95440	Rechtswert	4574758	Hochwert 5396116

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	2	6.10	16
0.20	2	6.20	15
0.30	2	6.30	15
0.40	2	6.40	13
0.50	2	6.50	13
0.60	2	6.60	12
0.70	2	6.70	14
0.80	3	6.80	16
0.90	3	6.90	15
1.00	3	7.00	15
1.10	5	7.10	14
1.20	4	7.20	14
1.30	3	7.30	14
1.40	3	7.40	15
1.50	3	7.50	15
1.60	3	7.60	15
1.70	3	7.70	16
1.80	3	7.80	15
1.90	3	7.90	16
2.00	3		
2.10	3		
2.20	3		
2.30	3		
2.40	3		
2.50	2		
2.60	3		
2.70	3		
2.80	3		
2.90	3		
3.00	2		
3.10	2		
3.20	3		
3.30	2		
3.40	3		
3.50	3		
3.60	3		
3.70	3		
3.80	3		
3.90	5		
4.00	5		
4.10	4		
4.20	6		
4.30	6		
4.40	6		
4.50	8		
4.60	8		
4.70	9		
4.80	9		
4.90	9		
5.00	10		
5.10	11		
5.20	8		
5.30	6		
5.40	11		
5.50	16		
5.60	15		
5.70	15		
5.80	14		
5.90	14		
6.00	15		



Maßstab: 1: 50



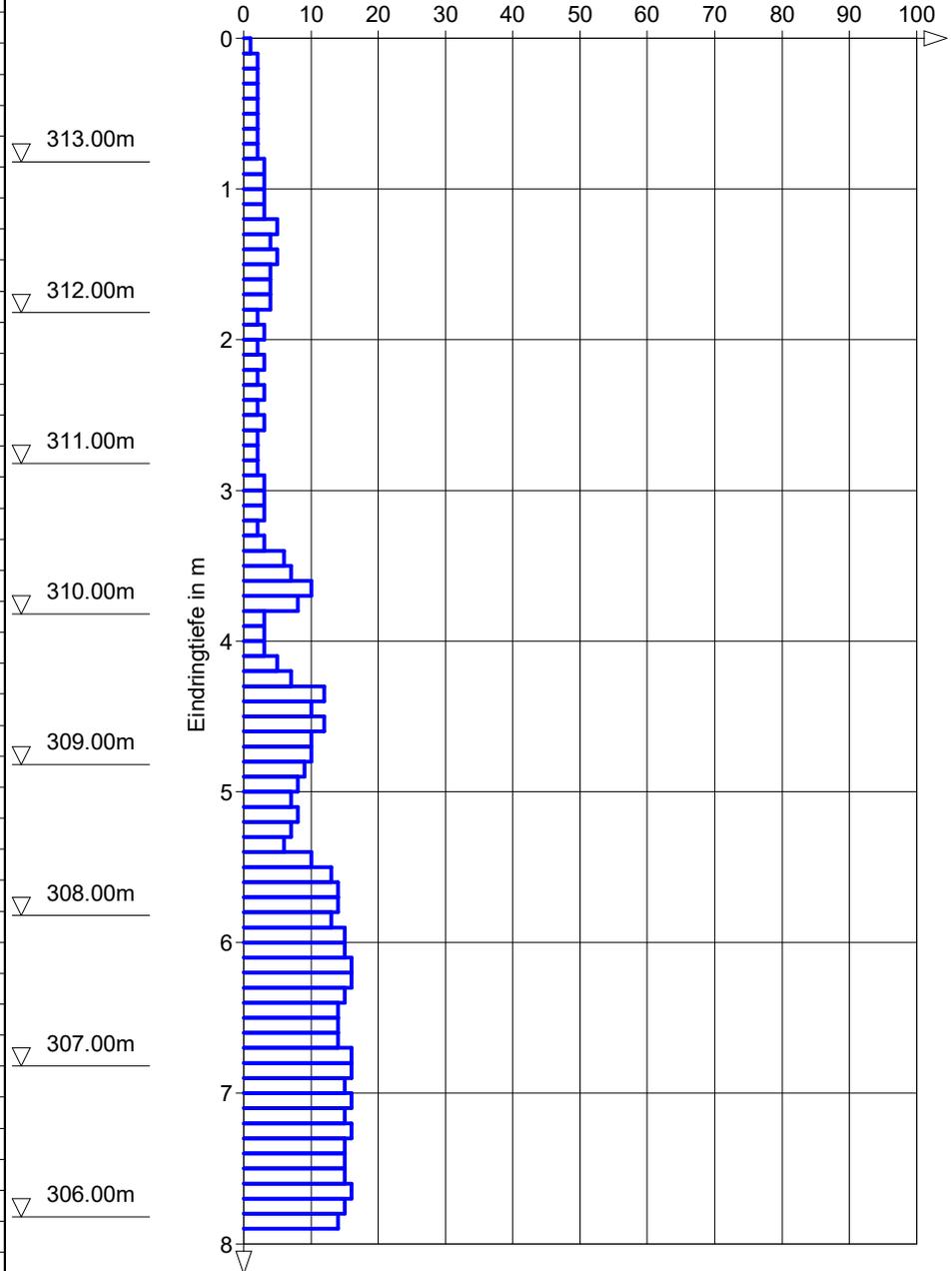
GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2202096	
94486 Osterhofen	Datum	21.03.2022	
09932-95440	Rechtswert	4574748	Hochwert 5396090

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	6.10	15
0.20	2	6.20	16
0.30	2	6.30	16
0.40	2	6.40	15
0.50	2	6.50	14
0.60	2	6.60	14
0.70	2	6.70	14
0.80	2	6.80	16
0.90	3	6.90	16
1.00	3	7.00	15
1.10	3	7.10	16
1.20	3	7.20	15
1.30	5	7.30	16
1.40	4	7.40	15
1.50	5	7.50	15
1.60	4	7.60	15
1.70	4	7.70	16
1.80	4	7.80	15
1.90	2	7.90	14
2.00	3		
2.10	2		
2.20	3		
2.30	2		
2.40	3		
2.50	2		
2.60	3		
2.70	2		
2.80	2		
2.90	2		
3.00	3		
3.10	3		
3.20	3		
3.30	2		
3.40	3		
3.50	6		
3.60	7		
3.70	10		
3.80	8		
3.90	3		
4.00	3		
4.10	3		
4.20	5		
4.30	7		
4.40	12		
4.50	10		
4.60	12		
4.70	10		
4.80	10		
4.90	9		
5.00	8		
5.10	7		
5.20	8		
5.30	7		
5.40	6		
5.50	10		
5.60	13		
5.70	14		
5.80	14		
5.90	13		
6.00	15		

DPH2

Ansatzpunkt: 313.82 mNN



Maßstab: 1: 50

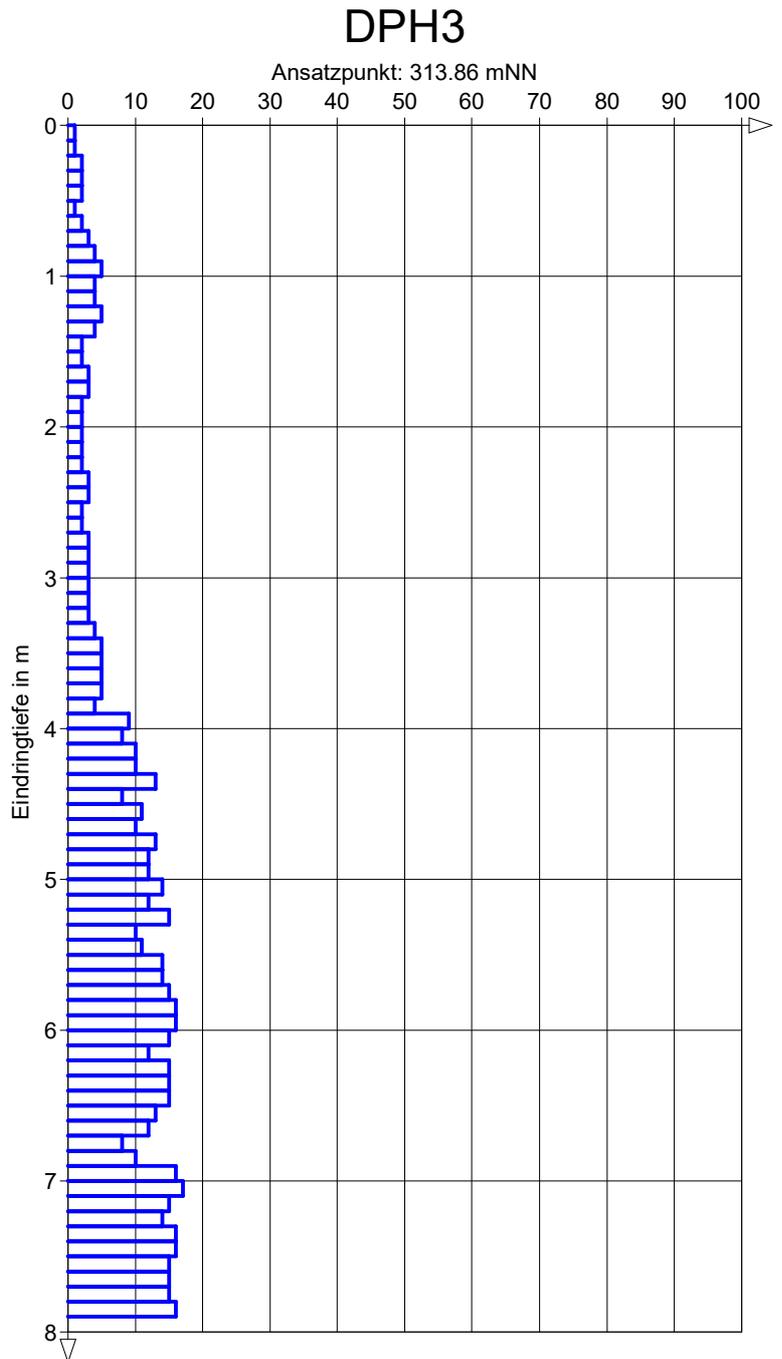


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2202096	
94486 Osterhofen	Datum	21.03.2022	
09932-95440	Rechtswert	4574779	Hochwert 5396091

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	6.10	15
0.20	1	6.20	12
0.30	2	6.30	15
0.40	2	6.40	15
0.50	2	6.50	15
0.60	1	6.60	13
0.70	2	6.70	12
0.80	3	6.80	8
0.90	4	6.90	10
1.00	5	7.00	16
1.10	4	7.10	17
1.20	4	7.20	15
1.30	5	7.30	14
1.40	4	7.40	16
1.50	2	7.50	16
1.60	2	7.60	15
1.70	3	7.70	15
1.80	3	7.80	15
1.90	2	7.90	16
2.00	2		
2.10	2		
2.20	2		
2.30	2		
2.40	3		
2.50	3		
2.60	2		
2.70	2		
2.80	3		
2.90	3		
3.00	3		
3.10	3		
3.20	3		
3.30	3		
3.40	4		
3.50	5		
3.60	5		
3.70	5		
3.80	5		
3.90	4		
4.00	9		
4.10	8		
4.20	10		
4.30	10		
4.40	13		
4.50	8		
4.60	11		
4.70	10		
4.80	13		
4.90	12		
5.00	12		
5.10	14		
5.20	12		
5.30	15		
5.40	10		
5.50	11		
5.60	14		
5.70	14		
5.80	15		
5.90	16		
6.00	16		

▽ 313.00m
▽ 312.00m
▽ 311.00m
▽ 310.00m
▽ 309.00m
▽ 308.00m
▽ 307.00m
▽ 306.00m



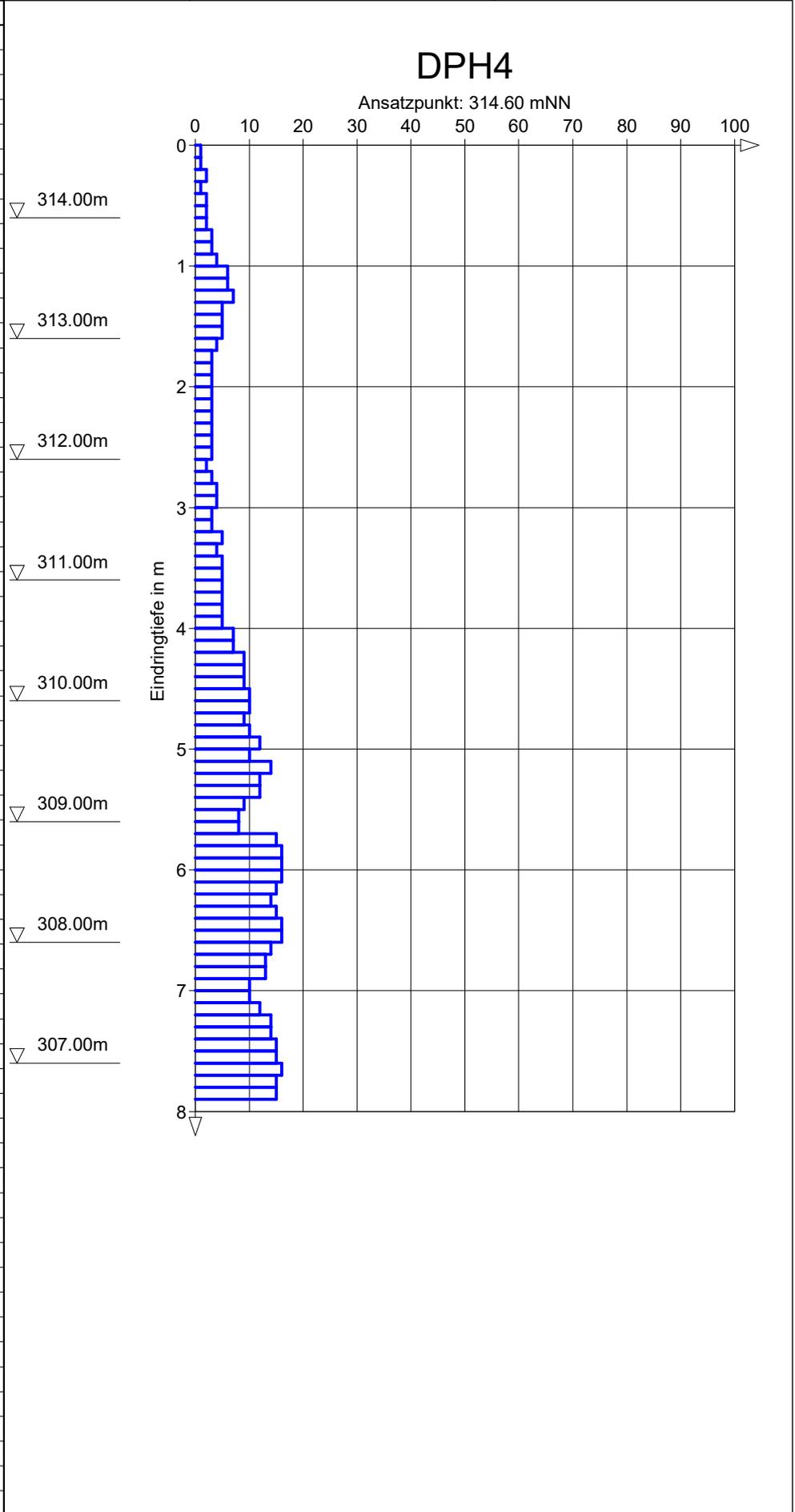
Maßstab: 1: 50



GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2202096	
94486 Osterhofen	Datum	21.03.2022	
09932-95440	Rechtswert	4574780	Hochwert 5396042

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	6.10	16
0.20	1	6.20	15
0.30	2	6.30	14
0.40	1	6.40	15
0.50	2	6.50	16
0.60	2	6.60	16
0.70	2	6.70	14
0.80	3	6.80	13
0.90	3	6.90	13
1.00	4	7.00	10
1.10	6	7.10	10
1.20	6	7.20	12
1.30	7	7.30	14
1.40	5	7.40	14
1.50	5	7.50	15
1.60	5	7.60	15
1.70	4	7.70	16
1.80	3	7.80	15
1.90	3	7.90	15
2.00	3		
2.10	3		
2.20	3		
2.30	3		
2.40	3		
2.50	3		
2.60	3		
2.70	2		
2.80	3		
2.90	4		
3.00	4		
3.10	3		
3.20	3		
3.30	5		
3.40	4		
3.50	5		
3.60	5		
3.70	5		
3.80	5		
3.90	5		
4.00	5		
4.10	7		
4.20	7		
4.30	9		
4.40	9		
4.50	9		
4.60	10		
4.70	10		
4.80	9		
4.90	10		
5.00	12		
5.10	10		
5.20	14		
5.30	12		
5.40	12		
5.50	9		
5.60	8		
5.70	8		
5.80	15		
5.90	16		
6.00	16		



Maßstab: 1: 50

Anlage 5

Bodenmechanische Untersuchungen

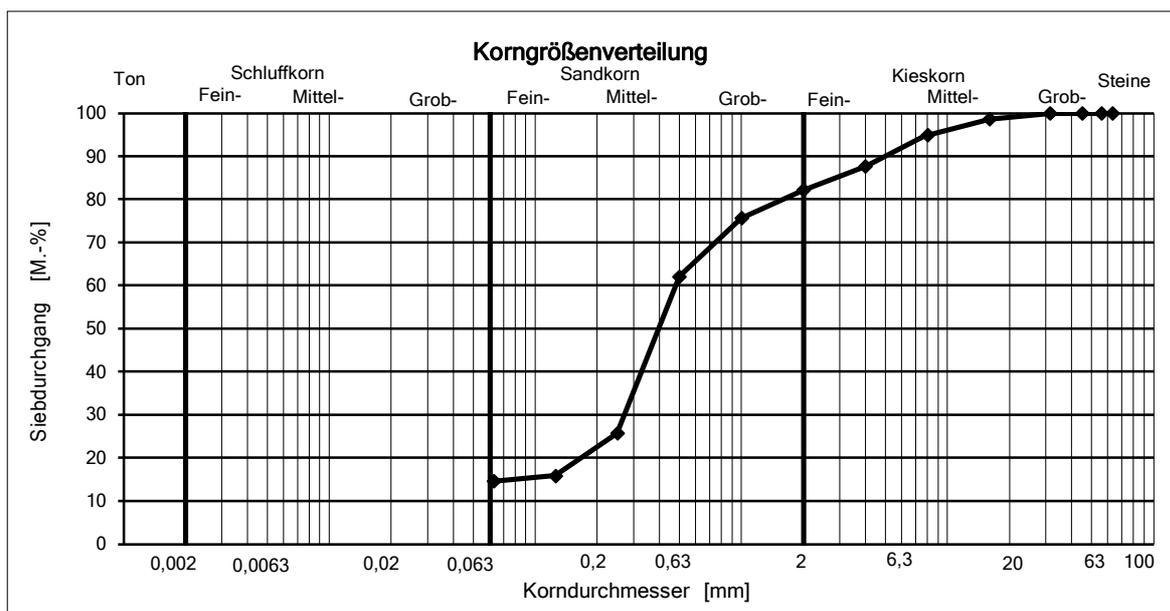
Baumaßnahme: Neubau von vier Mehrfamilienhäusern, Osterhofen
Entnahme am: 21.03.2022
Projektnummer: B2202096

Probe Nr.	B 1 D 5	
Entnahmetiefe	3,70 m - 5,00 m u. GOK	$C_U =$ n.b.
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	16,61%	$C_c =$ n.b.
Benennung nach DIN 4022	Sand, kiesig, schluffig	$k_f =$ 6,73E-05
Bodengruppe nach DIN 18196	SU	$d_{10} =$ n.b.
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{30} =$ 0,28
		$d_{60} =$ 0,49

n.b. = nicht bestimmt

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Korndurchmesser	Siebückstand	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	1,4	98,6
8,0	3,6	95,0
4,0	7,3	87,7
2,0	5,5	82,2
1,0	6,5	75,7
0,5	13,6	62,1
0,25	36,4	25,7
0,125	9,8	15,9
0,063	1,3	14,6
< 0,063	14,6	

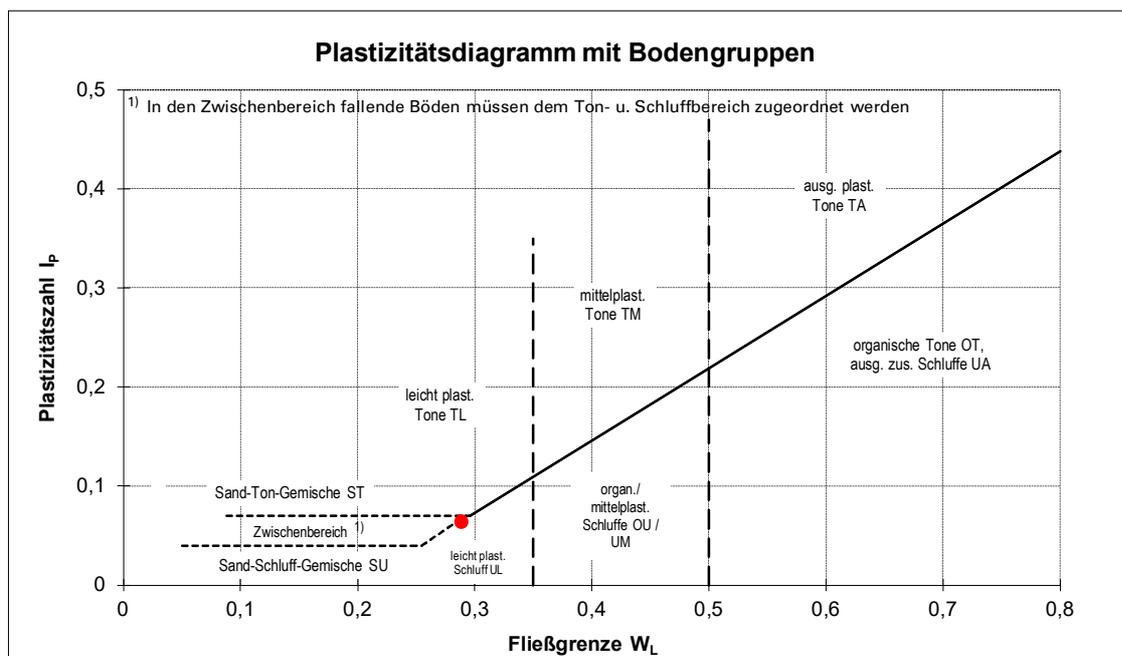


Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12

Baumaßnahme: Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen
 Projektnummer: B2202096
 Entnahmestelle: B 3 D 2
 Entnahmetiefe: 0,60 m - 1,00 m u. GOK
 Art der Entnahme: Rammkernbohrung
 Benennung nach DIN 4022: Schluff, tonig, schwach sandig
 Entnahmedatum: 21.03.2022
 Bearbeiter: M. Haimerl
 Bearbeitungsdatum: 07.04.2022

Bodenkennwerte:		
Enth. Wassergehalt /DIN 18121, T1	w	0,243
Fließgrenze /DIN 18122, T1	w_L	0,288
Ausrollgrenze /DIN 18122, T1	w_P	0,224
Schrumpfgrenze nach Krabbe ¹⁾	w_S	0,208
Plastizitätszahl /DIN 18122, T1	I_P	0,064
Konsistenzzahl /DIN 18122, T1	I_C	0,710
Liquiditätszahl /DIN 18122, T1	I_L	0,290
Bodengruppe /DIN 18196		UL
Zustandsform /DIN 18122, T1		weich

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



Bodenmechanische Untersuchungen

Baumaßnahme: Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen

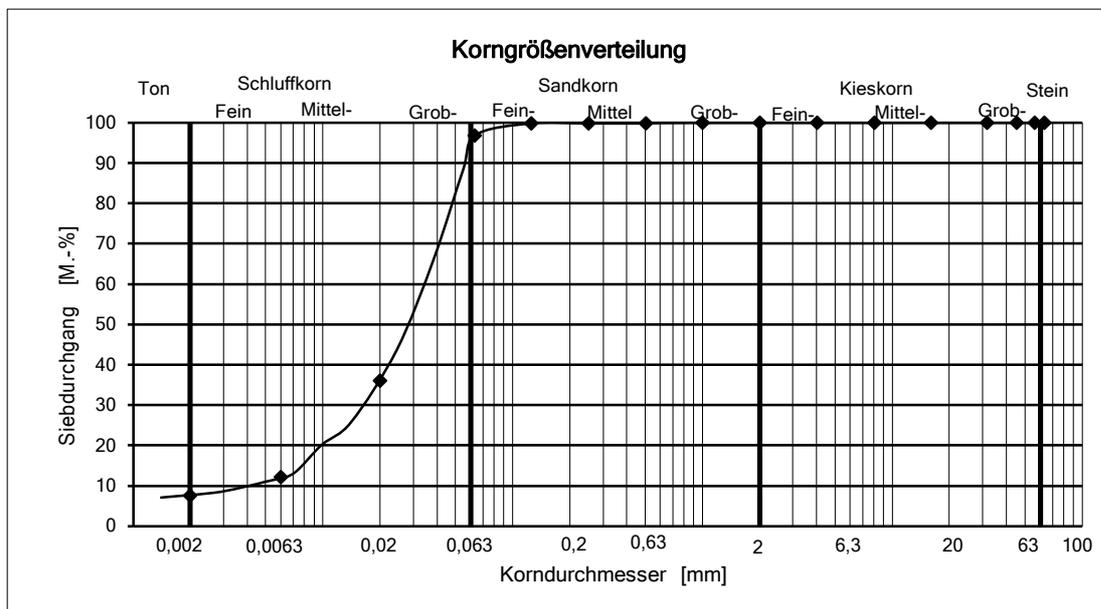
Entnahme am: 21.03.2022

Projektnummer: B2202096

Probe Nr.	B 4 D 2	
Entnahmetiefe:	0,50 m - 1,40 m u. GOK	U = 8,55
Benennung nach DIN 4022:	Schluff, schwach tonig	C _c = 7,38
Entnahmewassergehalt:	17,34%	k _f = 8,58E-08
Bodengruppe nach DIN 18196:	UL	d ₁₀ = 0,004
Art der Entnahme:	Rammkernbohrung	d ₃₀ = 0,016
Untersuchungsart:	kombinierte Siebschlamm	d ₆₀ = 0,034

Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
mm	M.-%	M.-%
63,00	0,0	100,0
56,00	0,0	100,0
45,00	0,0	100,0
31,50	0,0	100,0
16,00	0,0	100,0
8,00	0,0	100,0
4,00	0,0	100,0
2,00	0,0	100,0
1,00	0,0	100,0
0,50	0,0	100,0
0,25	0,1	99,9
0,125	0,0	99,9
0,063	2,9	97,0
0,020	60,9	36,1
0,006	23,9	12,2
0,002	4,5	7,7
0	7,7	

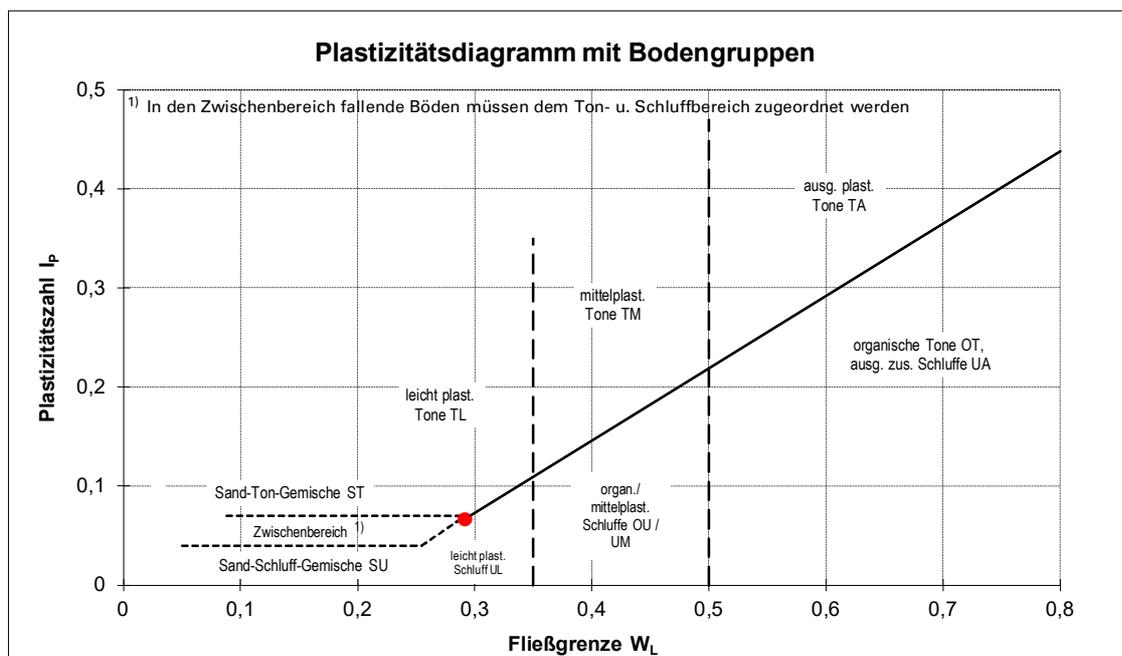


Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12

Baumaßnahme: Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen
 Projektnummer: B2202096
 Entnahmestelle: B 5 D 3
 Entnahmetiefe: 1,60 m - 2,30 m u. GOK
 Art der Entnahme: Rammkernbohrung
 Benennung nach DIN 4022: Schluff, tonig, schwach sandig
 Entnahmedatum: 21.03.2022
 Bearbeiter: M. Haimerl
 Bearbeitungsdatum: 07.04.2022

Bodenkennwerte:		
Entn. Wassergehalt /DIN 18121, T1	w	0,194
Fließgrenze /DIN 18122, T1	w_L	0,291
Ausrollgrenze /DIN 18122, T1	w_P	0,225
Schrumpfgrenze nach Krabbe ¹⁾	w_S	0,208
Plastizitätszahl /DIN 18122, T1	I_P	0,067
Konsistenzzahl /DIN 18122, T1	I_C	1,457
Liquiditätszahl /DIN 18122, T1	I_L	-0,457
Bodengruppe /DIN 18196		UL
Zustandsform /DIN 18122, T1		halbfest

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

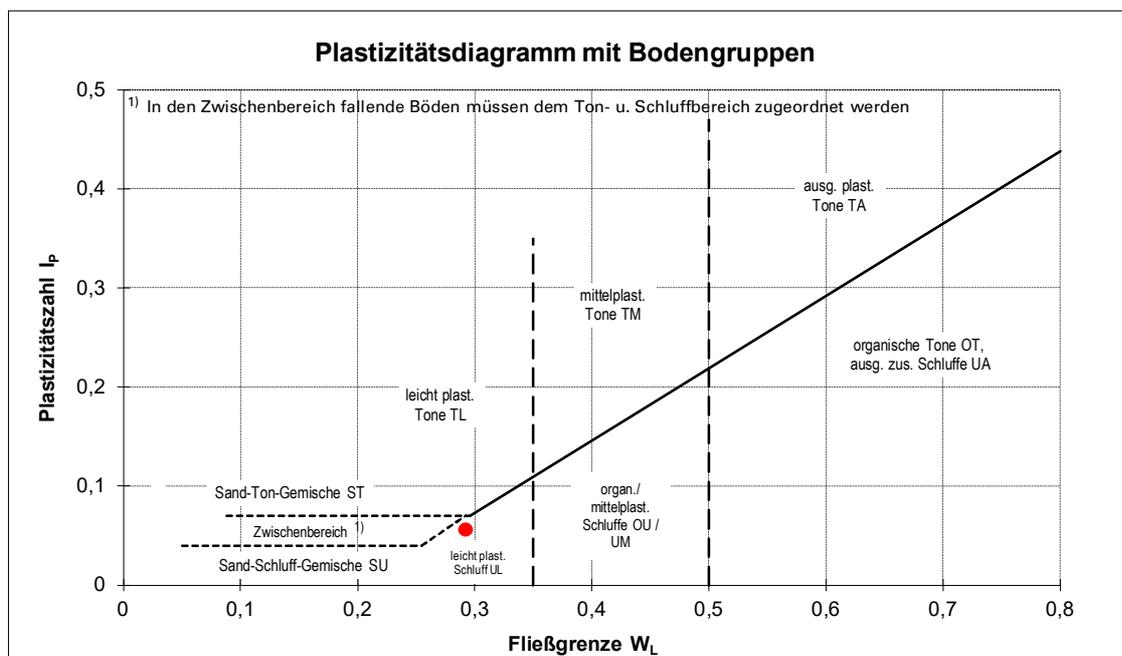


Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12

Baumaßnahme: Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen
 Projektnummer: B2202096
 Entnahmestelle: B 6 D 3
 Entnahmetiefe: 1,40 m - 2,40 m u. GOK
 Art der Entnahme: Rammkernbohrung
 Benennung nach DIN 4022: Schluff, sandig, schwach tonig
 Entnahmedatum: 21.03.2022
 Bearbeiter: M. Haimerl
 Bearbeitungsdatum: 07.04.2022

Bodenkennwerte:		
Enth. Wassergehalt /DIN 18121, T1	w	0,225
Fließgrenze /DIN 18122, T1	w_L	0,292
Ausrollgrenze /DIN 18122, T1	w_P	0,236
Schrumpfgrenze nach Krabbe ¹⁾	w_S	0,222
Plastizitätszahl /DIN 18122, T1	I_P	0,056
Konsistenzzahl /DIN 18122, T1	I_C	1,202
Liquiditätszahl /DIN 18122, T1	I_L	-0,202
Bodengruppe /DIN 18196		UL
Zustandsform /DIN 18122, T1		halbfest

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



Bodenmechanische Untersuchungen

Baumaßnahme: Neubau Mehrfamilienhäuser in Osterhofen

Entnahme am: 22.03.2022

Projektnummer: B2202096

Probe Nr.	B 8 D 2	
Entnahmetiefe:	0,70 m - 2,10 m u. GOK	U = n.b.
Benennung nach DIN 4022:	Schluff, schwach tonig	C _c = 33,67
Entnahmewassergehalt:	20,61%	k _f = 3,08E-09
Bodengruppe nach DIN 18196:	TM	d ₁₀ = n.b.
Art der Entnahme:	Rammkernbohrung	d ₃₀ = 0,008
Untersuchungsart:	kombinierte Siebschlamm	d ₆₀ = 0,025

n.b = nicht bestimmt

Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
mm	M.-%	M.-%
63,00	0,0	100,0
56,00	0,0	100,0
45,00	0,0	100,0
31,50	0,0	100,0
16,00	0,0	100,0
8,00	0,0	100,0
4,00	0,0	100,0
2,00	0,1	99,9
1,00	0,0	99,9
0,50	0,0	99,8
0,25	0,4	99,4
0,125	0,4	99,0
0,063	1,9	97,1
0,020	44,7	52,4
0,006	26,7	25,7
0,002	6,0	19,8
0	19,8	

