



GeoPlan

Geotechnischer Bericht Nr. B2111632

Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein

Rosenheim, den 14.02.2022



Geotechnischer Bericht

Nr. B2111632

Auftraggeber: Lebensraum Tiroler Achen GmbH & Co. KG
Heilig-Geist-Straße 25
83022 Rosenheim

Planung: Drees & Sommer SE
Geisenhausenerstraße 17
81379 München

Gegenstand: **Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein**
– Geotechnische Untersuchungen –

Datum: Rosenheim, den 14.02.2022

Dieser Bericht umfasst 20 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 Bauvorhaben	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	8
4. Bodenklassifizierung und Bodenparameter	9
5. Folgerungen für die Gründung	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Geotechnische Kategorie / Frosteinwirkungszone / Erdbeben-zone	12
5.3 Gründung der Tiefgarage mittels tragender Bodenplatte	12
5.4 Gründung der Gebäude mittels Einzel- bzw. Streifenfundamenten auf den fluviatile Kiesen	13
5.5 Gründung der nichttragenden Bodenplatte	14
6. Hinweise für die Bauausführung	15
6.1 Bauwerkstrockenhaltung	15
6.2 Baugrube / Verbau	16
6.3 Wasserhaltung	17
6.4 Versickerung	18
6.5 Sonstige Hinweise	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: LABORERGEBNISSE	4
TABELLE 5: KORRELATION SCHLAGZAHLEN FÜR GROBKÖRNIGE U. BINDIGE BÖDEN	7
TABELLE 6: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN	8
TABELLE 7: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE	10
TABELLE 8: HOMOGENBEREICHE NACH DIN 18300, DIN 18301 UND DIN 18304	10
TABELLE 9: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR EINZELFUNDAMENTE IN DEN \geq MITTELDICHT GELAGERTEN KIESEN DER FLUVIATILEN SCHOTTER	13
TABELLE 10: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR STREIFENFUNDAMENTE IN DEN MITTELDICHT GELAGERTEN KIESEN DER FLUVIATILEN SCHOTTER	13
TABELLE 11: ERFORDERLICHE VERFORMUNGSMODULI UNTER BETONPLATTEN	14

Anlagen

Anlage 1:	Übersichtslageplan, ohne Maßstab	(1 Seite)
Anlage 2:	Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1 : 1.000	(1 Seite)
Anlage 3:	Bohrprofile, M 1 : 50	(8 Seiten)
Anlage 4:	Schwere Rammsondierprofile, M 1 : 50	(8 Seiten)
Anlage 5:	Bodenmechanische Laborversuchsprotokolle	(7 Seiten)

1. Allgemeine Angaben

1.1 Vorgang

Die HSHI-Gruppe und die HERTO Gruppe beabsichtigen gemeinsam in der Projektgesellschaft „Lebensraum Tiroler Achen GmbH & Co. KG“ die Neugestaltung der Ortsmitte von Marquartstein in der Schlechinger Straße. Diese Neugestaltung umfasst mehrere Wohngebäude, ein Ärztehaus sowie eine Tiefgarage unterhalb der neu zu errichtenden Gebäude.

Auf Grundlage unseres Angebots A2109-380-BAU vom 24.09.2021 beauftragte die Lebensraum Tiroler Achen GmbH & Co. KG mit Datum vom 29.10.2021 das Ingenieurbüro Geoplan GmbH, Rosenheim, mit der Erstellung eines geotechnischen Berichtes und der Durchführung der dazu notwendigen Feldarbeiten und Laborversuche.

Im vorliegenden Bericht werden die zur Baugrunderkundung durchgeführten Feld- und Laborarbeiten dokumentiert und die Ergebnisse dargestellt und bewertet. Die erkundeten Untergrundverhältnisse werden beschrieben und beurteilt. Die Böden werden klassifiziert, Bodenparameter und Bettungsmoduli für den Untergrund werden angegeben. Weiterhin erfolgen geotechnische Angaben zur Ausbildung von Baugruben und Verbauten, zu Wasserhaltungsmaßnahmen, zur Bauwerksgründung und zur Versickerungsfähigkeit des anstehenden Untergrundes.

Bei den durchgeführten geotechnischen Untersuchungen handelt es sich im Sinne der DIN 4020 um eine Hauptuntersuchung des Baugrundes. Chemische Analysen an Böden bezüglich eventueller Belastungen wurden nicht durchgeführt und waren auch nicht Gegenstand der Beauftragung. Sollten hier dennoch chemische Analysen durchzuführen sein, kann dies an Rückstellproben durchgeführt werden, die bis ca. ein halbes Jahr nach der Baugrunderkundung in unserem Büro aufbewahrt werden.

1.2 Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung des geotechnischen Berichtes wurden folgende Unterlagen verwendet:

- Präsentation Flächenübersichtspläne Neugestaltung Ortsmitte 83250 Marquartstein, M 1 : 500 bzw. 1 : 750, Planungsteam Thaler Thaler Architekten rajek barosch landschaftsarchitektur, 28.09.2021
- Geologische Karte von Bayern, M 1 : 25.000, UmweltAtlas Bayern Geologie, Bayerisches Landesamt für Umwelt
- Bohrprofile und -beschriebe B 1 bis B 8, Geoplan GmbH
- Schwere Rammsondierprofile DPH 1 bis DPH 8, Geoplan GmbH
- Analysenergebnisse der bodenmechanische Laborversuche, Geoplan GmbH

1.3 Angaben zum Bauvorhaben

Die Lebensraum Tiroler Achen GmbH & Co. KG beabsichtigt die Neugestaltung der Ortsmitte von Marquartstein in der Schlechinger Straße. Nach dem Abriss von Bestandsgebäuden ist die Erstellung mehrerer Wohnhäuser und einem Ärztezentrum angedacht, die unterirdisch durch eine Tiefgarage miteinander verbunden sind. Die fünf geplanten Häuser sind jeweils mit einer Tiefgarage, einem Erd- und zwei Obergeschossen projektiert. Bei den Häusern H1, H2 und H3 handelt es sich jeweils um Wohnhäuser mit einer Länge zwischen ca. 23,5 m und ca. 34,0 m sowie einer Breite zwischen ca. 13,0 m und ca. 17,0 m. Das Haus H4 mit einer maximalen Länge von ca. 38,0 m und einer maximalen Breite von ca. 20,0 m ist als Ärztezentrum mit Wohnungen konzipiert und im Haus H5 mit einer Länge von ca. 26,5 m und einer maximalen Breite von ca. 15,0 m ist eine Apotheke neben weiteren Wohnungen vorgesehen.

Für die Gründung der fünf Häuser mit Tiefgarage bietet sich eine Plattengründung gut an.

2. Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Felderkundung

Die Felderkundungen wurden am 06.12. und 07.12.2022 auf dem Untersuchungs-gelände mit den Flurnummern 352, 357, 358, 361 und 362 in der Schlechinger Straße in Marquartstein durchgeführt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden insgesamt **acht Rammkernbohrungen** nach DIN EN ISO 22475 bis maximal 6,00 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 Boden-gruppen 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 **acht Rammsondierungen** mit der schweren Rammsonde (DPH) gemäß DIN EN ISO 22476-2 niedergebracht worden. Die Sondierungen wurden bis in eine Tiefe von ma-ximal 8,00 m durchgeführt. Anlage 4 enthält die Rammdiagramme.

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 entnom-men werden. Die Lage der Erkundungspunkte geht aus dem Lageplan in Anlage 2 her-vor.

In den folgenden Tabellen 1 und 2 sind die durchgeführten Erkundungen zusammen-gestellt:

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	543,04	6,00	537,04	3,54	539,50	07.12.2021
B 2	543,28	1,30	541,98	kein Wasser erkundet		07.12.2021
B 3	543,60	3,00	540,60	kein Wasser erkundet		07.12.2021
B 4	545,77	3,70	542,07	kein Wasser erkundet		07.12.2021
B 5	545,90	5,40	540,50	kein Wasser erkundet		07.12.2021
B 6	545,89	6,00	539,89	kein Wasser erkundet		07.12.2021
B 7	546,07	2,30	543,77	kein Wasser erkundet		07.12.2021
B 8	545,93	2,60	543,33	kein Wasser erkundet		07.12.2021

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 – 2,0	2,0 – 4,0	4,0 – Ende
DPH 1	543,04	8,00	535,04	1 – 10	1 – 23	7 – 29
DPH 2	543,28	7,40	535,88	1 – 5	4 – 16	2 – 100
DPH 3	543,60	8,00	535,60	1 – 16	6 – 43	6 – 35
DPH 4	545,77	8,00	537,77	4 – 37	5 – 11	4 – 23
DPH 5	545,90	5,40	540,50	2 – 12	4 – 8	5 – 100
DPH 6	545,89	8,00	537,89	1 – 19	2 – 8	2 – 15
DPH 7	546,07	4,30	541,77	2 – 8	6 – 17	21 – 100
DPH 8	545,93	1,00	544,93	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 sieben 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 Ausrollgrenze DIN 18122	Proctordichte DIN 18127	Dichtebestimmung DIN 18125	Glühverlust DIN 18128	Wasserdurchlässigkeit DIN 18130
B 1	D 5	5,10 – 6,00	X	X						
B 2	D 3	0,70 – 1,30	X	X						
B 3	D 3	0,75 – 2,60	X	X						
B 4	D 3	3,30 – 3,70	X	X						
B 5	D 5	4,70 – 5,40	X	X						
B 6	D 3	1,20 – 2,70	X			X				
B 8	D 4	1,70 – 2,60	X	X						

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

TABELLE 4: LABORERGBNISSE

Kenngröße	Einheit	Decklagen Tone	Quartär	
			Kiese	Sande
Homogenbereich		B 2	B 1	B 3
Korngrößenverteilung				
Feines und Feinstes $\varnothing \leq 0,063$ mm	%	--	1,8 – 21,2	13,5
Sand 0,063 – 2,0 mm	%	--	11,0 – 32,4	71,2
Kies 2,0 – 63 mm	%	--	46,4 – 82,9	13,5
Wassergehalt / Plastizitätseigenschaften				
Wassergehalt w	%	27,4	4,1 – 6,8	12,1
Fließgrenze w_L	%	55,7	--	--
Ausrollgrenze w_P	%	28,0	--	--
Schrumpfgrenze w_s	%	21,1	--	--
Plastizitätszahl I_P	--	0,277	--	--
Konsistenzzahl I_c	--	1,023	--	--
Liquiditätszahl I_L	--	-0,023	--	--
Konsistenzform	--	halbfest	--	--

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

3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse

3.1 Geologischer Überblick / Topographische Verhältnisse

Geologie

Nach den vorliegenden Kartenwerken und Informationen sind im Bereich der geplanten Baumaßnahme in Marquartstein unter Oberböden bzw. anthropogenen kiesigen Auffüllungen, zum Teil bindige Decklagen zu erwarten, die bis in größerer Tiefe von den quartären, holozänen Flussschottern in Form von Kiesen und Sanden unterlagert werden. Diese allgemeinen Kenntnisse wurden im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten auch bis in die erkundeten Tiefen bestätigt.

Aufgrund der vorliegenden Bodenaufschlüsse und der allgemeinen Kenntnisse lässt sich der Untergrund im Untersuchungsgebiet in Marquartstein, bis in den erkundeten Tiefenbereich (max. 8,00 m unter Geländeoberkante) wie folgt beschreiben:

Oberböden / Auffüllungen

(bis max. 1,80 m unter GOK erkundet)

- Mutterboden (Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach sandig bis sandig, schwach kiesig bis kiesig, humos, teils steinig);
Konsistenz: breiig bis weich
Homogenbereich: O1
- Asphalt (8 cm stark);
- Auffüllung (Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig, teils steinig);
Lagerung: locker bis mitteldicht, teils dicht
Homogenbereich: B1

Decklagen

(bis max. 2,70 m unter GOK erkundet)

- Schluff, stark sandig, stark tonig;
Konsistenz: steif
Homogenbereich: B2
- Ton. ± schluffig, schwach sandig bis sandig, schwach kiesig;
Konsistenz: steif bis halbfest
Homogenbereich: B2

Quartäre Ablagerungen

(ab ca. 0,20 m unter GOK erkundet)

- Kies, ± sandig, ± schluffig, ± steinig, teils verbacken;
Lagerung: locker bis mitteldicht, teils dicht bis sehr dicht
Homogenbereich: B1
- Sand, kiesig, schluffig;
Lagerung: mitteldicht
Homogenbereich: B3

Geländesituation

Die untersuchten Grundstücke liegen im Landkreis Traunstein, relativ zentral im Gemeindebereich von Marquartstein, nördlich der Schlechinger Straße und östlich der Bahnhofstraße. Als nächster Vorfluter befindet sich die Tiroler Achen (540 m NN) ca. 50 m östlich zum Bauvorhaben. Das Gelände steigt auf eine Länge von ca. 70 m von Nordosten (ca. 543,0 m NN) nach Südwesten (ca. 546,1 m NN) um ca. 3,1 m an.

3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung

Oberböden / Auffüllungen

Während in der Bohrung B 6 als erstes eine 8 cm starke Asphaltsschicht durchörtert wurde, wurde in den übrigen sieben Bohrungen ab Geländeoberkante als erstes eine 20 cm bis 40 cm mächtige Mutterbodenschicht (Homogenbereich O1) in Form von schwach tonigen bis tonigen, schwach sandigen bis sandigen, schwach kiesigen bis kiesigen, teils steinigen, humosen Schluffen in breiiger bis weicher Konsistenz erkundet. Unterhalb der Asphaltsschicht in der Bohrung B 6 und unterhalb der Mutterbodenschicht in der Bohrung B 1 wurden bis in eine Tiefe von 0,50 m unter GOK (= 545,39 m NN) bzw. 1,80 m unter GOK (= 541,24 m NN) aufgefüllte, sandige, schwach schluffige bis schluffige, steinige Kiese (Homogenbereich B1) angetroffen, die nach Auswertung der schweren Rammsondierung DPH 1 im Bereich der Bohrung B 1 (Schlagzahlen von 1 bis 10 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe) eine lockere bis mitteldichte Lagerung und nach Auswertung der schweren Rammsondierung DPH 6 im Bereich der Bohrung B 6 (Schlagzahlen von 9 bis 19 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe) eine mitteldichte bis dichte Lagerung aufweisen.

Decklagen

Stark sandige, stark tonige Schluffe in steifer Konsistenz und mehr oder weniger schluffige, schwach sandige bis sandige, schwach kiesige Tone in steifer bis halbfester Konsistenz wurden in den Bohrungen B 1, B 6 und B 7 unterhalb der Auffüllungen bzw. des Mutterbodens bis in eine Tiefe von 0,80 m unter GOK bis 2,70 m unter GOK (= 545,27 m NN bis 540,44 m NN) erbohrt. In diesen den Decklagen und dem Homogenbereich B2 zuzuordnenden bindigen Böden wurden Schlagzahlen von 1 bis 7 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe festgestellt, was die angesprochene Ausbildung der bindigen Decklagen überwiegend bestätigt.

Quartäre Ablagerungen

Unter den zuvor beschriebenen Oberböden bzw. Decklagen wurden in allen acht Bohrungen bis zu deren jeweiligen Bohrendteufen von 1,30 m bis 6,00 m unter GOK (= 543,77 m NN bis 537,04 m NN) die quartären, holozänen Flussschotter festgestellt. Die quartären Ablagerungen wurden angesprochen als schwach sandige bis stark sandige, mehr oder weniger schluffige, schwach steinige bis stark steinige, teils verbackene Kiese (Homogenbereich B1) und als kiesige, schluffige Sande (Homogenbereich B3). Nach Auswertung der schweren Rammsondierungen wurden in den Kiesen Schlagzahlen von 1 bis 100 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe und in den Sanden Schlagzahlen von 7 bis 17 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe ermittelt, was auf eine lockere

bis sehr dichte Lagerung der Kiese und auf eine mitteldichte Lagerung der Sande 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	Auffüllungen / Quartäre Ablagerungen	Decklagen	Quartäre Ablagerungen
	Schluffe	Kiese	Tone / Schluffe	Sande
Homogenbereich	O1	B1	B2	B3
Tragfähigkeit	gering	groß	mittel	mittel – groß
Kompressibilität	groß	gering	mittel – groß	gering – mittel
Standfestigkeit	gering	gering – mittel	mittel – gut	gering – mittel
Wasserempfindlichkeit	groß	mittel	groß	mittel
Frostempfindlichkeits- klasse nach ZTV E- StB 17	groß F3	nicht – groß F1 – F3 ¹⁾	groß F3	gering – mittel F2
Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	mittel – groß	mittel – groß ²⁾	mittel	groß
Wasserdurchlässig- keit	gering – mittel	mittel – groß	gering	mittel
Rammpbarkeit	leicht	leicht – mittel- schwer / schwer ³⁾	mittelschwer – schwer ³⁾	leicht – mittel- schwer
Lösbarkeit	mittelschwer (fließend)	leicht – mittel- schwer / schwer ⁴⁾	mittelschwer – schwer ⁴⁾	leicht
Wiedereinbaubarkeit	Rekultivierung	nicht ⁶⁾ / mäßig ⁵⁾ – gut	mäßig ⁵⁾	mäßig

¹⁾ bei höherem Feinkornanteil

²⁾ stärker sandige Kiese

³⁾ bei Grobeinlagerungen, verfestigten Abschnitten bzw. bei \geq dichter Lagerung werden Einbringhilfen wie z. B. Vorbohrungen zwingend erforderlich

⁴⁾ bei Grobeinlagerungen bzw. in verfestigten Abschnitten können je nach Masse und Größe dieser Anteile die Bodenklassen 5 – 7 nach DIN 18300 (2012) (schwer lösbare Böden, leicht bis schwer lösbarer Fels) maßgebend werden

⁵⁾ bei bindigen Böden sowie stark schluffigen Kiesen wird bei einer Zwischenlagerung ein Abdecken mit Folien erforderlich

⁶⁾ die aufgefüllten Kiese dürfen nur nach einer Haufwerksbeprobung evtl. vor Ort wieder eingebaut werden

3.3 Grundwasserverhältnisse

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurde in einer der acht Bohrungen ein Grundwasserspiegel bei einer Tiefe von 3,54 m unter GOK (= 539,50 m NN) eingemessen werden. Es konnte kein seitlicher Schichtwasserzutritt bei den weiteren Bohrungen festgestellt werden.

Grundsätzlich ist witterungsbedingt jedoch auch mit Schichtwasserhorizonten in durchlässigeren Böden über stauenden Horizonten, wie z. B. den bindigen Decklagen in allen Tiefen bis GOK, auch über einem geschlossenen Grundwasserhorizont, zu rechnen. Dies ist auch hinsichtlich der Bauausführung und für alle unter Geländeoberkante einbindende Bauteile zu beachten.

Nähere Angaben zum Grundwasser bzw. zu Grundwasserspiegelschwankungen im vorliegenden Untersuchungsgebiet liegen uns derzeit noch nicht vor. Es soll noch ein Versuchsbrunnen gebohrt werden, woraus sich die notwendigen Erkenntnisse zum

Grundwasser ableiten lassen. Nach dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern liegt die Baumaßnahme in einem wassersensiblen Bereich und zum Teil auch in einer Hochwassergefahrenfläche HQ_{extrem} . Der HQ_{100} -Stand der Tiroler Achen lässt sich für dieses Gebiet bei Kote 542,5 m NN abschätzen. Es sind somit vorliegend höher liegende Grund- und Schichtwasserspiegel bis knapp unter Geländeoberkante möglich und deshalb wird es erforderlich, sämtliche, unter Geländeoberkante einbindende Bauteile wasserdicht auszubilden.

Der Bemessungswasserstand ist somit bei Kote 542,8 m NN festzulegen. Als bauzeitlicher Hochwasserstand kann die Kote 541,0 m NN in Ansatz gebracht werden. Das Bauwerk ist dann für den Bau- und Endzustand entsprechend dem Bemessungs-HW-Stand jederzeit auftriebssicher auszulegen und mit entsprechenden Maßnahmen zu schützen.

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 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 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.

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 Felklassen (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 breiig – weich	15-17	5-	15,0	-	15-25	1-3	1	BO1	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁸
Auffüllungen / Quartäre Ablagerungen – Kiese	[GU] / GI / GU / GU* locker – mitteldicht dicht – sehr dicht	19-21 21-22	10-12 12-13	32,5-35,0 35,0-37,5	0-1)	0-5 ¹⁾	30-60 60-120	3/4 3/4/5	BN1-2	10 ⁻² -10 ⁻⁶
Decklagen – Tone und Schluffe	UL / TL / TM / TA steif – halbfest	19-20	9-10	22,5-25,0	10-20	30-60	8-15	4/5	BB2-3	10 ⁻⁸ -10 ⁻¹⁰
Quartäre Ablagerungen – Sande	SU mitteldicht	18-20	10-11	32,5	2-5 ¹⁾	2-5 ¹⁾	25-40	3	BN1	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁶

1) kapillare Ersatzkohäsion durch Grundwasserspiegel

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

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Korngrößenverteilung Steine $\varnothing > 63,0$ mm	Kies Korn 2,0 – 63,0 mm	Sand Korn 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 breiig – weich	0-30	5-30	5-30	40-90	1,5-1,7	5-50	15-40	0,00-0,50	0,00-0,75	3-10
Homogenbereich B1 (kiesige Auffüllungen und quartäre Ablagerungen)	[GU] / GI / GU / GU* locker – dicht	0-35	40-85	5-40	0-30	1,9-2,2	0-5 ¹⁾	2-10	--	--	0-1
Homogenbereich B2 (bindige Decklagen)	UL / TL / TM / TA steif – halbfest	0-5	0-15	5-40	55-95	1,9-2,0	30-60	20-35	0,00-0,50	0,75-1,25	0-2
Homogenbereich B3 (Quartäre Sande)	SU mitteldicht	0-5	15-30	55-75	5-15	1,8-2,0	2-5 ¹⁾	5-20	--	--	-

1) kapillare Ersatzkohäsion durch Grundwasserspiegel

Die Rechenmittelwerte basieren auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden. 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.

Die in den Tabellen angegebenen Bodenkenngrößen (Rechenwerte) beruhen auf den Erkenntnissen der örtlichen Untersuchungen und stützen sich auf die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU), den Empfehlungen des Arbeitsausschusses Baugruben (EAB) und darüber hinaus auf die Angaben des Grundbautaschenbuches Teil 1.

5. Folgerungen für die Gründung

5.1 Allgemeines

Gemäß den uns vorliegenden Angaben umfasst die Neugestaltung der Ortsmitte von Marquartstein in der Schlechinger Straße den Neubau mehrerer Wohnhäuser und eines Ärzte zentrums, die mit einer Tiefgarage unterirdisch verbunden sind und jeweils mit einem Erd- und zwei Obergeschossen projektiert sind. Da bisher noch keine genaueren Planunterlagen vorliegen, wird von einer üblichen Einbindetiefe der Tiefgarage von ca. 3,5 m bis 4,0 m unter GOK ausgegangen.

Zur Beurteilung der Gründungssituation stehen hier, wie beschrieben, acht Bohrungen mit 1,30 m bis 6,00 m Tiefe und acht schwere Rammsondierungen mit 1,00 m bis 8,00 m Tiefe zur Verfügung.

Gemäß den vorliegenden Aufschlüssen stehen somit auf dem Gründungsniveau der Tiefgarage die jeweils gut tragfähigen und gering kompressiblen kiesigen, holozänen Flussschotter mit teils Grobeinlagerungen und teils hohem Steinanteil in mitteldichter bis sehr dichter Lagerung mit teils verbackenem Zustand an. Für die Gründung der fünf Häuser mit Tiefgarage bietet sich idealerweise eine Plattengründung gut an. Von einer Gründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten sowie einer nicht tragenden Bodenplatte bzw. einer gepflasterten Tiefgarage wird solange die Kote FFB TG nicht höher als 542,8 m NN geplant und ausgeführt wird abgeraten.

Grundwasser wurde in einer der acht abgeteufte Bohrungen bei einer Tiefe von 3,54 m unter GOK (= 539,50 m NN) angetroffen. Der Grundwasserspiegel bei Mittelwasser ist etwa bei Kote 539,5 m NN anzunehmen. Generell ist aber mit Schichtwasserhorizonten in durchlässigeren Böden über stauenden Horizonten, wie z. B. die bindigen Böden, in allen Tiefen, auch über dem geschlossenen Grundwasserhorizont, zu rechnen.

Nachfolgend werden neben den Gründungsempfehlungen zudem allgemeine Hinweise zur Baugrubenausbildung, zu bauzeitlichen Wasserhaltungsmaßnahmen und zur Bauwerkstrockenhaltung sowie zur Versickerung 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 in der Schlechinger Straße in Marquartstein sind der Frosteinwirkungszone III zuzuordnen. Somit liegt das frostfreie Gründungsniveau bei 1,20 m unter GOK.

Nach DIN 4149:2005-04 befindet sich Marquartstein in der Erdbebenzone 0 und in einem Gebiet der Untergrundklasse S, d. h. in Gebieten tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung.

5.3 Gründung der Tiefgarage mittels tragender Bodenplatte

Wie beschrieben, gründet die Tiefgarage in den gut tragfähigen und gering kompressiblen Kiesen der holozänen Flussschotter mit mehr oder weniger hohen Feinkornanteilen, teils hohen Steinanteilen und Grobeinlagerungen.

Von unserer Seite wird zumindest bei Gründungsteife unterhalb der Kote 542,8 m NN hier eine Plattengründung auf einem Teilbodenaustausch von $\geq 0,30$ m Mächtigkeit in den quartären Kiesen mit unterschiedlich hohem Feinkorn- und Steinanteil sowie zum Teil auch mit Grobeinlagerungen zur Erstellung eines ausreichend tragfähigen und gleichförmigen Arbeitsplanums empfohlen. Stehen auf der Gründungssohle ggf. noch bindige Böden der Decklagen an, so sind diese bis zu den kiesigen Bodenschichten weiter auszukoffern und durch gut tragfähiges Kies-Sand-Material zu ersetzen. Nach dem Aushub ist dann eine $\geq 0,30$ m mächtige Frostschuttschicht der Bodengruppe GW / GI nach DIN 18196 mit der Körnung 0/56 mm mit maximal 5,0 M.-% Feinkornanteil lagenweise ($d \leq 30$ cm) bei ausreichender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100$ %) einzubauen. Der Verdichtungsnachweis kann mittels dynamischer Lastplattendruckversuche oder Verdichtungsmessungen erbracht werden. Bei Nachweise der Filterstabilität kann auf das Geotextil verzichtet werden. Durchzuführende Bodenaustauschmaßnahmen unter der Bodenplatte sind mit einem Plattenüberstand von 50 cm Beachtung einer horizontalen Lastausbreitung von 60° über die Bodenplatte hinaus auszuführen.

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 quartären, kiesigen Flussschotter auf einem $\geq 0,30$ m mächtigen zuvor beschriebenen Teilbodenaustausch für die Tiefgarage bei einem charakteristischen Lastniveau von etwa 80 kN/m^2 ein Bettungsmodul von $k_{s,k} = 30 \text{ MN/m}^3$ in Ansatz gebracht werden. Bei streifenförmiger Lasteinleitung bis zu **1,5 m Breite** können bei gleichem Bettungsmodul Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d} \leq 360 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Dabei wurde bereits eine Aushubentlastung von 40 kN/m^2 (ca. 2,0 m Bodenaushub) bereits berücksichtigt. Es ist dann mit Setzungen von $\leq 1,0$ cm zu rechnen.

5.4 Gründung der Gebäude mittels Einzel- bzw. Streifenfundamenten auf den fluviatilen Kiesen

Der Neubau kann bei einer Gründungsteife oberhalb der Kote 542,8 m NN alternativ über Einzel- bzw. Streifenfundamenten in den anstehenden fluviatilen Schotterablagerungen gegründet werden. Nach dem Aushub der Fundamente sind die Aushubsohlen in den anstehenden Kiesen mit geeignetem Gerät ausreichend zu verdichten ($D_{Pr} \geq 100\%$). Sollten wider Erwarten unter den Fundamentunterkanten örtlich tiefer reichende, nur geringer tragfähige, z. B. bindige Schichten anstehen, sind diese unter den Gründungselementen bis zu den besser tragfähigen Kiesen weiter auszukoffern. 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 wäre. Im Gründungsbe-
 reich ist eine ausreichende Verdichtung, z. B. mit Lastplattendruckversuchen, nachzuweisen.

In den nachfolgenden Tabellen 9 und 10 werden die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für mittig belastete Einzelfundamente bzw. Streifenfundamente bei Gründung in den Kiesen \geq mitteldichter Lagerung der fluviatilen Schotter 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 9: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR
 EINZELFUNDAMENTE IN DEN \geq MITTELDICHT GELAGERTEN KIESEN DER
 FLUVIATILEN SCHOTTER

geringste Einbindetiefe	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes in kN/m ² für b bzw. b'					
	0,50 m	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m
(m)						
$\geq 0,5$	260	340	400	480	445	420
$\geq 1,0$	470	520	600	560	450	420

TABELLE 10: BEMESSUNGSWERTE DES SOHLWIDERSTANDES FÜR
 STREIFENFUNDAMENTE IN DEN MITTELDICHT GELAGERTEN KIESEN DER
 FLUVIATILEN SCHOTTER

geringste Einbindetiefe	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes in kN/m ² für b bzw. b'				
	0,50 m	0,75 m	1,00 m	1,25 m	1,50 m
(m)					
$\geq 0,5$	340	400	450	500	500
$\geq 1,0$	540	610	600	560	500

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 **0,5 – 1,0 cm** zu rechnen. Bei unterschiedlich hohen Sohlrücken 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.

5.5 Gründung der nichttragenden Bodenplatte

Für die Gründung des Gebäudes mittels Einzel- bzw. Streifenfundamenten wird die Errichtung einer nichttragenden Bodenplatte 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 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

Nach den Baugrunderkundungsergebnissen liegen auf Höhe des Erdplanums überwiegend fluviatile Kiese vor. Ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ wird nach einer intensiven Nachverdichtung auf dem fertigen Erdplanum voraussichtlich erreicht werden können. Sofern dies wider Erwarten nicht der Fall ist, wäre ein zusätzlicher Bodenaustausch von ≥ 30 cm auf Erdplanumsniveau in den entsprechenden Bereichen erforderlich. Als Bodenaustausch ist dann ein gut tragfähiges Kies-Sand-Material, Körnung 0/56 mm (Feinkornanteil ≤ 5,0 M.-%) der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zu ver-

wenden, um die geforderten Verformungsmoduli auf dem fertigen Planum unterhalb der Bodenplatte zu erreichen.

Unabhängig von etwaigen zusätzlichem Bodenaustausch ist als Unterbau, falls nicht natürlicherweise bereits vorhanden, eine kapillarbrechende Schicht in Form einer ≥ 30 cm starken Auffüllung aus einem Kies-Sand-Gemisch der Körnung 0/56 mm mit einem Feinkornanteil $\leq 5,0$ M.-% oder ein Material mit äquivalenten Eigenschaften (z. B. Rollkies, Glasschaumschotter, usw.) unter den Bodenplatten vorzusehen.

6. Hinweise für die Bauausführung

6.1 Bauwerkstroekenhaltung

Bei möglichen, höchsten Grundwasserständen zur Kote 542,5, wird es notwendig, sämtliche tiefer einbindenden Bauwerksteile wasserdicht auszubilden. Dies kann z. B. mit wasserundurchlässigem Beton oder mit bituminösen Abdichtungsmaßnahmen bzw. Kunststoffdichtungsbahnen gemäß DIN 18133-1, Fall W2.1-E, erfolgen. Auch sämtliche Anbauten sind an die Bauwerke dann bis zu dieser Höhe wasserdicht anzuschließen und mittels eines geschlossenen Systems zu entwässern. Die einschlägigen Vorschriften hinsichtlich der wasserdichten Ausbildung der Bauwerke, z. B. in betontechnischer Hinsicht etc., sind zu beachten. Für diese Bereiche ist nach DIN 4095, Kapitel 3.6, der Fall c; also eine Abdichtung ohne Dränung im Grundwasser maßgebend.

Weiterhin sind 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 Niveau Bemessungswasserstand 542,8 m NN nach DIN 18533-1:2017-7, Fall W2.1-E („Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser $\leq 3,0$ m Wassersäule“), erforderlich (Ausführung als „weiße Wanne“). Dies kann z. B. mit wasserundurchlässigem Beton oder mit bituminösen Abdichtungsmaßnahmen bzw. Kunststoffdichtungsbahnen gemäß DIN 18533 erfolgen. Hier ist für die Abdichtungsbauart die Rissüberbrückungsklasse mind. RÜ4-E zu beachten.

Die Auftriebssicherheit ist sowohl für den Endzustand als auch für alle Bauzwischenstände zu gewährleisten und nachzuweisen. Für das Tiefgaragengeschoss könnte bei Bedarf daher diesbezüglich eine Schwergewichtslösung zur Ausführung kommen. In diesem Zusammenhang ist es auch möglich, z. B. die Bodenplatte über die Bauwerksaußenwände hinaus zu verlängern und auf dieser „Konsole“ dann das darüber liegende Erdreich unter einem Winkel von $\frac{1}{2} \varphi'$ zur Vertikalen unter Auftrieb in Ansatz zu bringen. Unter Umständen sind Flutöffnungen oder kontrollierte Flutungen des Bauwerks während des Bauzustandes vorzusehen.

Zum Schutz baulicher Anlagen vor Durchfeuchtung wird auf die DIN 4095 und DIN 18533-1:2017-7 hingewiesen. Für den Neubau des Gebäudes ergibt sich entsprechend der aktuellen Planung bei einer Gründungskote von $\geq 542,8$ m NN und den geologischen Verhältnissen nach DIN 4095, Kapitel 3.6, der Fall a; also eine Abdichtung ohne Dränung in wasserundurchlässigen 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 Baugrube

Nach DIN 4124 brauchen nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe < 1,25 m nicht abgeböscht 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 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.

Trägerbohlwand

Ist auf Grund unzureichender Platzverhältnisse die Ausbildung einer geböschten Baugrube nicht möglich, wird ein Baugrubenverbau erforderlich. Da der Verbau voraussichtlich nicht wasserdicht ausgebildet werden muss, ist bei den vorliegenden Böden die Erstellung von Trägerbohlwänden zur Sicherung von Baugruben gut denkbar.

Bei Ausführung einer Trägerbohlwand sind die anstehenden dicht bis sehr dicht gelagerten Kiese mit verfestigten Abschnitten und teils hohen Steinanteilen und Grobeinlagerungen zu berücksichtigen. Hinsichtlich der Einbringbarkeit allgemein und zur Minimierung von Erschütterungen wird für den Einbau der Träger ein verrohrtes Vorbohren mit anschließendem Einstellen der Träger empfohlen. Hierbei wird vermutlich auch Meißelarbeit erforderlich werden. Das Bohrloch ist nach dem Einstellen der Träger und vor dem Ziehen der Verrohrung wieder mit Kies zu verfüllen. Auch Lockerungsbohrun-

gen mit anschließendem Einrütteln der Träger wäre aus gutachterlicher Sicht durchführbar. Die Ausfachung zwischen den Bohlträgern kann mittels Holzbohlen oder Stahlplatten erfolgen. In gering standfesten Abschnitten sind hier beim Aushub nur geringe Abschlagshöhen (dm-Bereich) vorzusehen. Hohlräume hinter dem Verbau sind umgehend mit rolligem Material wieder rückzufüllen.

Vorböschungen über Verbauten sind unter Beachtung der zuvor gemachten Angaben möglich. Wird eine Rückverankerung von Verbauten erforderlich, sind die Verpressstrecken der Anker möglichst in den besser tragfähigen mitteldicht bis dicht gelagerten Kiesen anzuordnen.

Vom Einsatz eines Spundwandverbaus wird im Hinblick auf das Erschütterungsrisiko für die umliegende Bebauung im vorliegenden, Untergrund mit Grobeinlagerungen sowie teils dicht bis sehr dicht gelagerten, quartären Kiesen von unserer Seite abgeraten.

Verbauten sind mit den in Abschnitt 4 genannten Bodenparametern statisch zu berechnen und zu dimensionieren. Vorböschungen über Verbauten sind bei ausreichenden Platzverhältnissen grundsätzlich denkbar.

6.3 Wasserhaltung

Im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten wurde in einer der acht Bohrungen ein Grundwasserspiegel bei einer Tiefe von 3,54 m unter GOK (= 539,50 m NN) erkundet.

Bei Niedrig- bis Mittelwasserständen beschränkt sich die Wasserhaltung bei den vermutlichen Baugrubentiefen von $\leq 4,0$ m unter mittlerer Geländeoberkante auf die Fassung und Ableitung von Niederschlags-, Oberflächen- und Tagwasser. Schichtwasserhorizonte sind aber, wie beschrieben, in allen Tiefen möglich. Sollte ein Schichtwasser beim Erdaushub angeschnitten werden, so wird dieses nur temporär auftreten und relativ schnell „ausgeblutet“ sein.

Es sind somit für die neu geplante Bebauung offene Wasserhaltungsmaßnahmen in Form von Filterkieslagen (Kies mit einem Sandanteil < 10 M.-% und einem Feinkornanteil $\leq 5,0$ M.-% oder Kies 16/32 mm) $d \geq 30$ cm auf Vliestrennlage (GRK III), ausgefilterten Dränagen und Pumpensämpfe mit Pumpen zu installieren und bei Bedarf zu betreiben. Eine Versickerung über die Aushubsohle ist in den gut durchlässigen Kiesen und Sanden in gewissem Maße zudem zu erwarten.

In extremen Hochwasserfällen mit Grundwasserständen über die Aushubsohle hinaus muss unter Umständen der Bau eingestellt und das Bauwerk geflutet werden. Als Sicherheitseinrichtung können u. U. Flutöffnungen zur Auftriebssicherheit vorgesehen werden, die anschließend abgedichtet werden, sofern Wasserhaltungsmaßnahmen nicht dauerhaft betrieben werden können. Als bauzeitlicher Hochwasserstand kann die Kote 541,0 m NN angenommen werden.

6.4 Versickerung

Eine Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser ist hinsichtlich der anzunehmenden Wasserdurchlässigkeit vorliegend nur in den feinkornarmen quartären Kiesen der holozänen Flussschotter denkbar. Die erkundeten bindigen Böden sind für Versickerungsmaßnahmen nicht geeignet.

Die aus den Kornverteilungskurven für eine Grundwasserentnahme ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte für die quartären Kiese der Flussschotter weisen einen k_f – Wert zwischen $8,11 \cdot 10^{-3}$ m/s und $3,95 \cdot 10^{-5}$ 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 empfohlene **Bemessungs- k_f -Wert** in den feinkornarmen, quartären Kiesen der Flussschotter bei **$k_f = 1,0 \cdot 10^{-4}$ 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 Kiese der Flussschotter liegt im mittleren Bereich dieser Spanne und weist somit auf mäßige bis gute Versickerungsbedingungen in den quartären, feinkornarmen Kiesen der Flussschotter hin.

Um eine ausreichende Reinigungsleistung zu gewährleisten, fordert das genannte Arbeitsblatt jedoch auch 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 zu berücksichtigen. Der mittlere höchste Grundwasserstand zur Bemessung von möglichen Versickerungsanlagen ist bei der Entwässerungsplanung noch mit den zuständigen Behörden abzustimmen, wird jedoch von unserer Seite bei Kote 541,0 m NN abgeschätzt. 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 bewerkstelligt werden. Unabhängig von der Art der Versickerungsanlage ist jedoch besonders darauf zu achten, dass ein hydraulischer Anschluss an die besser durchlässigen, feinkornarmen quartären Kiese der Flussschotter 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 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 aufgefüllten Kiese (Homogenbereich B1) mit geringem Feinkornanteil (< 15 M.-%) nach einer erfolgten entsprechenden Haufwerksbeprobung gut geeignet. Auch die quartären Kiese (Homogenbereich B1) und die bindigen Decklagen \geq steifer Konsistenz (Homogenbereich B2) eignen sich für die Verfüllung der Arbeitsräume, sofern ein Verdichtungsgrad von mindestens 97 % bzw. 100 % zu erzielen ist. Die stärker schluffigen Kiese und bindigen Böden müssen allerdings vor Vernässungen bei der Zwischenlagerung geschützt werden (z. B. sauberes Aufhalten und Folienabdeckung).

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.

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 auszu-schließenden Abweichungen des Untergrundes zwischen und außerhalb der Aufschlusstellen 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.

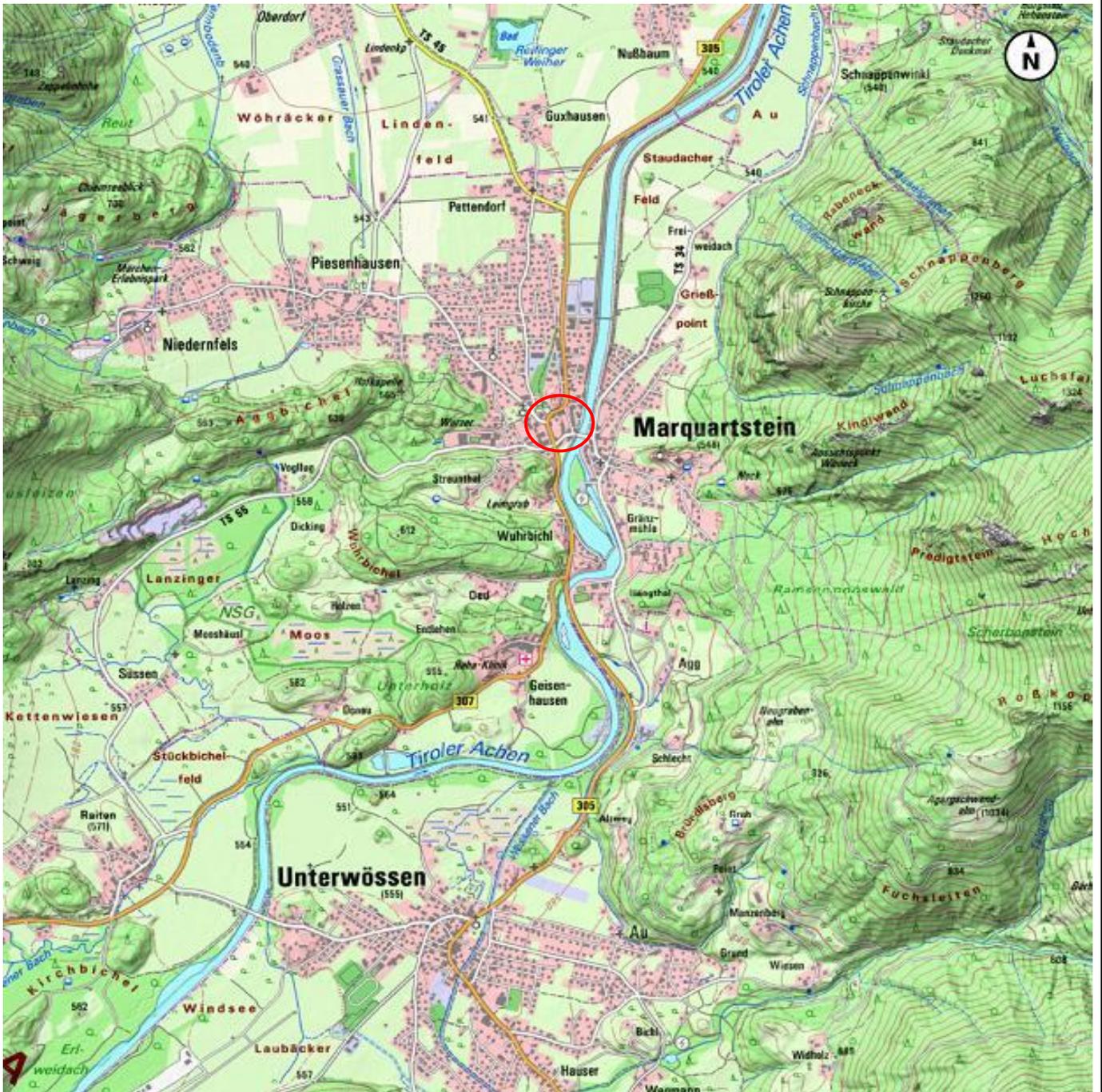
Für weitere Beratungen und gutachterliche Beurteilungen im Zuge dieses Projektes stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Rosenheim, den 14.02.2022


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

Anlage 1



Lage des Untersuchungsgebiets

Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein

Auftraggeber	Lebensraum Tiroler Achen GmbH & Co. KG
Bearbeitung	Simon Ammering
Datum	11.02.2022
Maßstab	1 : 25.000
Kartenvorlage	TK Bayern Süd

Übersichtsplan



GeoPlan

Anlage	1
Blatt	1

Anlage 2

Zeichenerklärung Baugrunduntersuchung:

- B ... Rammkernbohrung gemäß DIN EN ISO 22475 mit Bezeichnung bis max. 6,00 m unter GOK
- △ DPH ... Schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2 mit Bezeichnung bis max. 8,00 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: Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein Gmkg. und Gemeinde Marquartstein, Landkreis Traunstein <h3 style="text-align: center;">Lageplan</h3> - mit Aufschlusspunkten -		Anlage: Blatt-Nr.:
Projekt: TIROLER_Neugestaltung-Marquartstein Datei: BAU_1_LP-1000.PLT		Auftraggeber: Lebensraum Tiroler Achen GmbH & Co. KG Heilig-Geist-Straße 25, 83022 Rosenheim		Maßstab: 1:1000 Pr.-Nr.:
bearbeitet: Sonndorfer	20.12.21 Unterschrift		B2111632
gezeichnet: Sonndorfer / ns	20.1.21/20.12.21	Projektleiter: Tobias Kufner		
geprüft: Kufner	20.12.21			

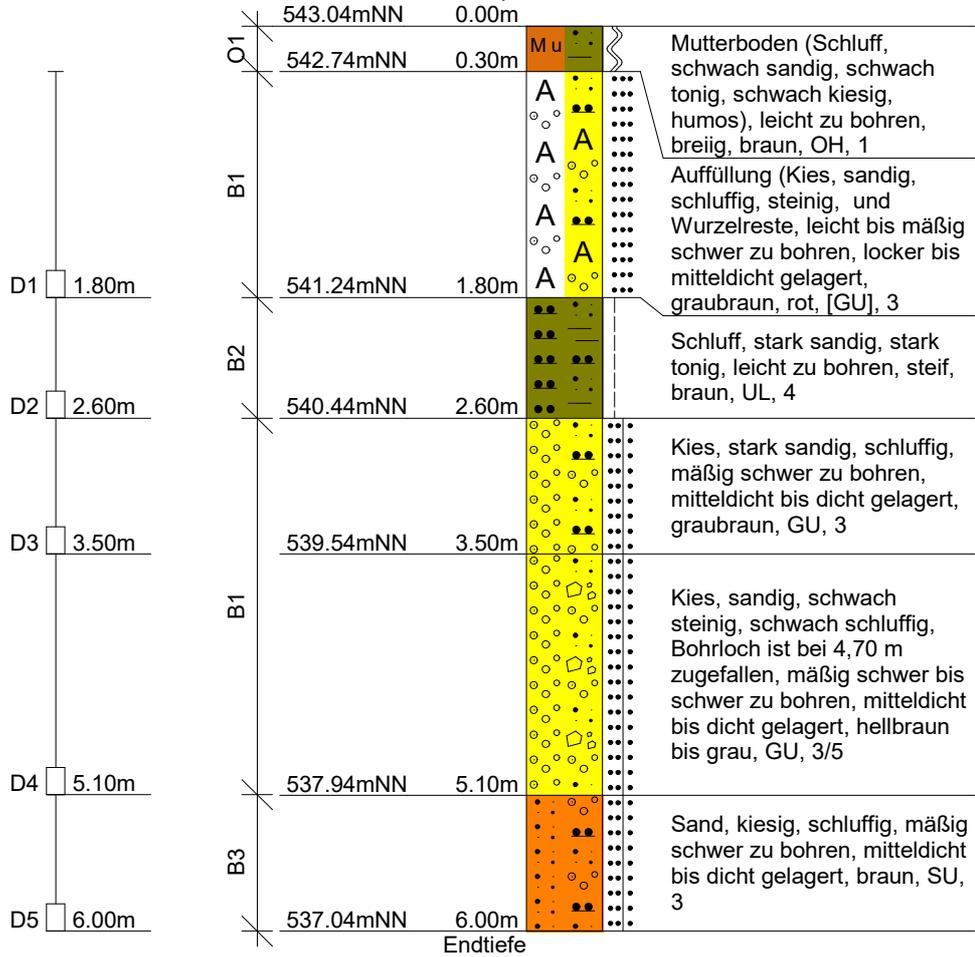
Anlage 3



Geoplan GmbH	Projekt	Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2111632	
94486 Osterhofen	Datum	07.12.2012	
09932-95440	Rechtswert	4534842	Hochwert 5291228

B1

Ansatzpunkt: 543.04 mNN



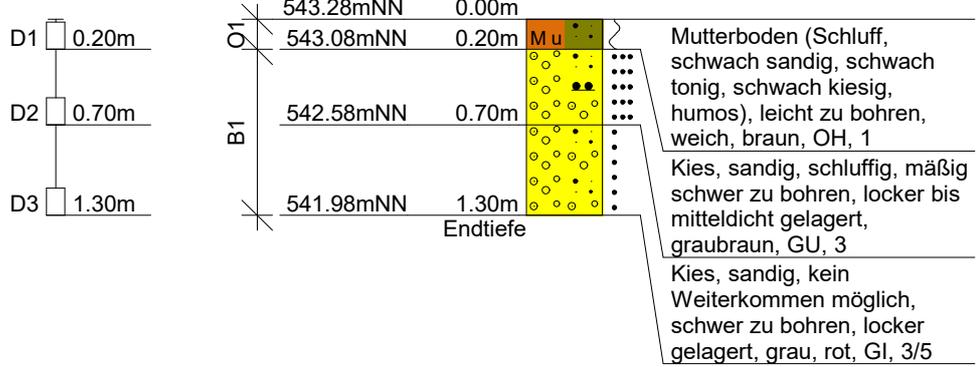


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2111632	
94486 Osterhofen	Datum	07.12.2021	
09932-95440	Rechtswert	4534859	Hochwert 5291199

B2

Ansatzpunkt: 543.28 mNN



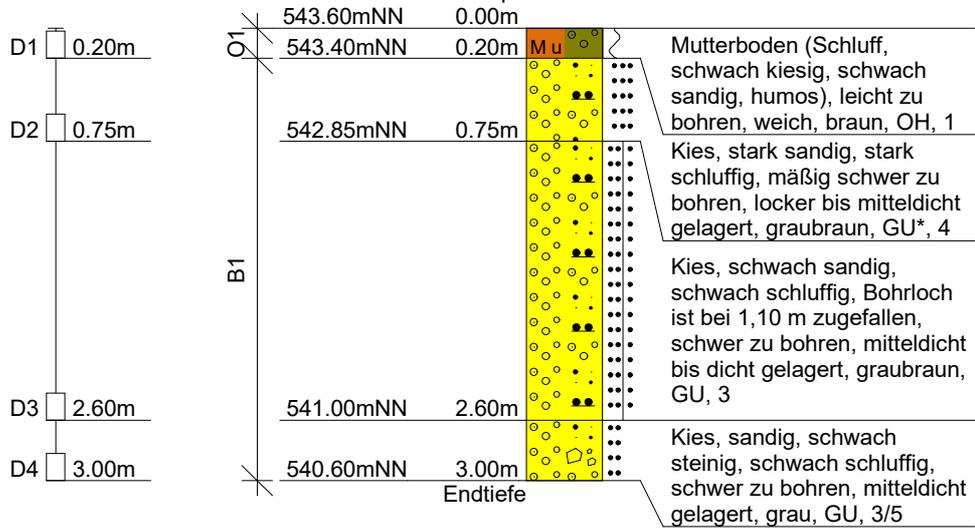


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2111632	
94486 Osterhofen	Datum	07.12.2021	
09932-95440	Rechtswert	4534863	Hochwert 5291178

B3

Ansatzpunkt: 543.60 mNN

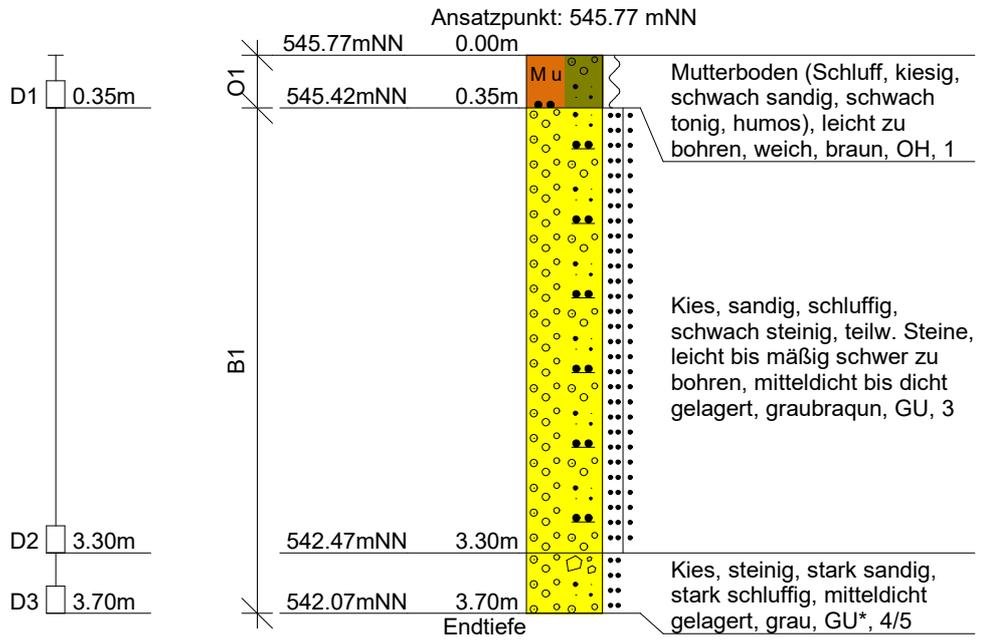




GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2111632	
94486 Osterhofen	Datum	07.12.2021	
09932-95440	Rechtswert	4534823	Hochwert 5291187

B4



Maßstab: 1: 50

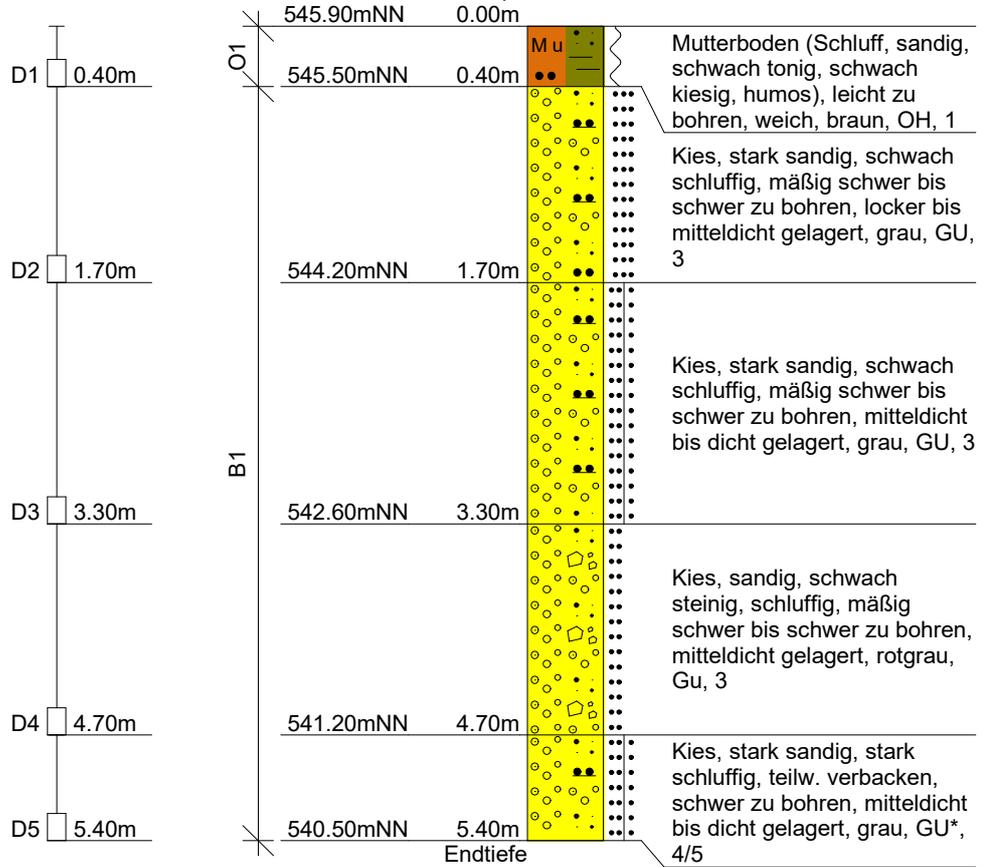


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2111632	
94486 Osterhofen	Datum	07.12.2021	
09932-95440	Rechtswert	4534807	Hochwert 5291170

B5

Ansatzpunkt: 545.90 mNN



Maßstab: 1: 50

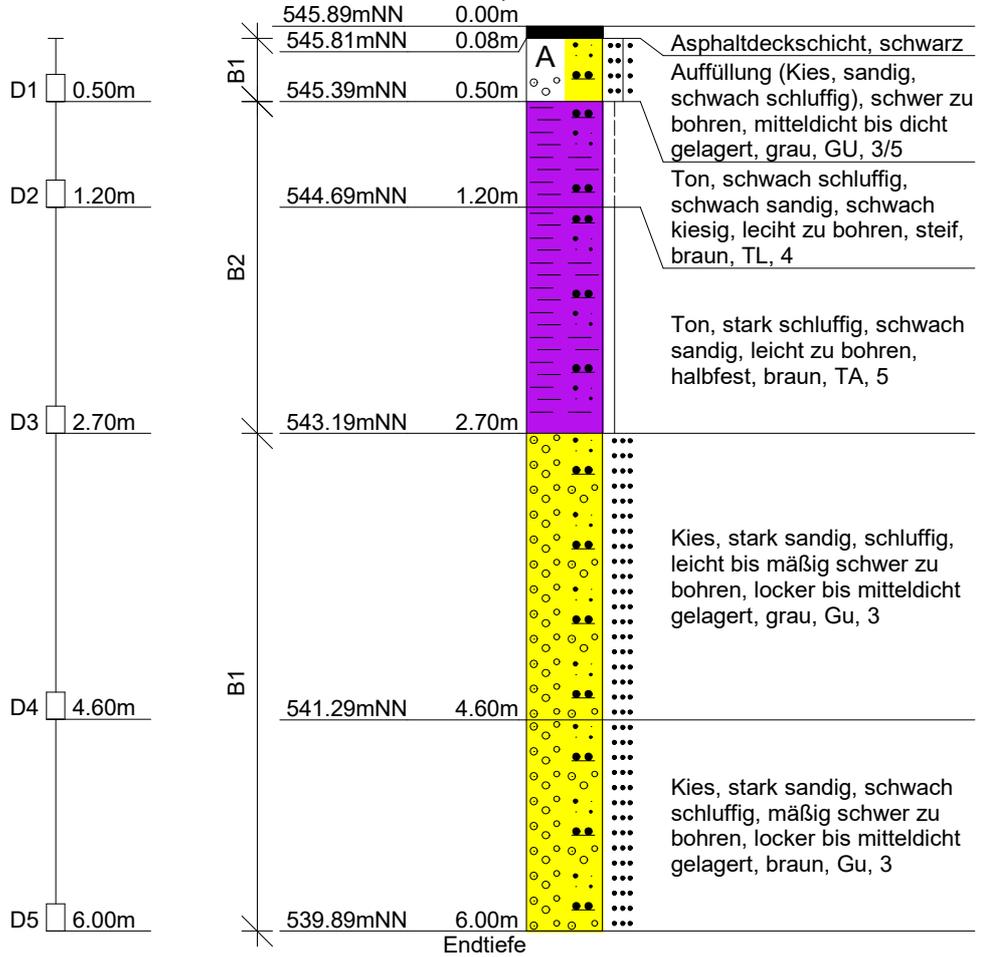


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2111632	
94486 Osterhofen	Datum	07.12.2021	
09932-95440	Rechtswert	4534838	Hochwert 5291178

B6

Ansatzpunkt: 545.89 mNN



Maßstab: 1: 50

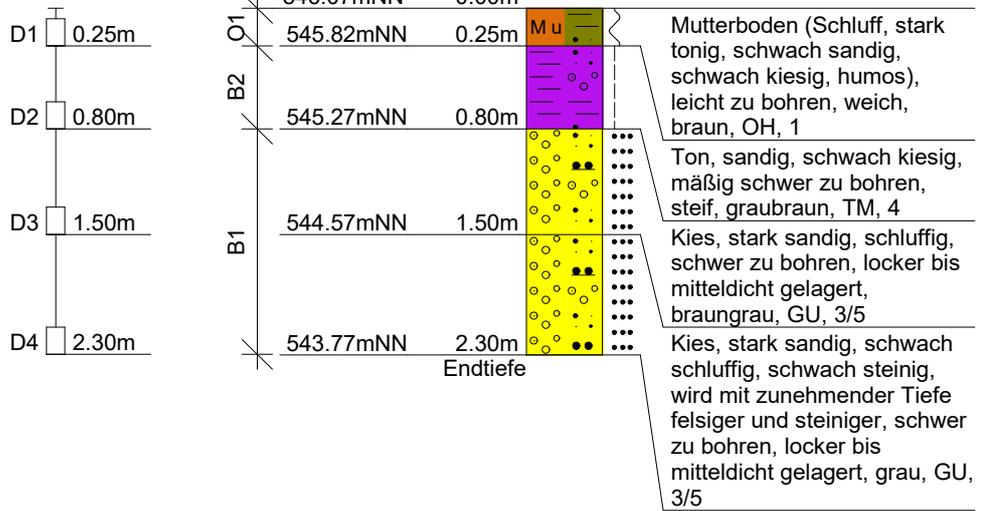


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2111632	
94486 Osterhofen	Datum	07.12.2021	
09932-95440	Rechtswert	4534819	Hochwert 5291154

B7

Ansatzpunkt: 546.07 mNN



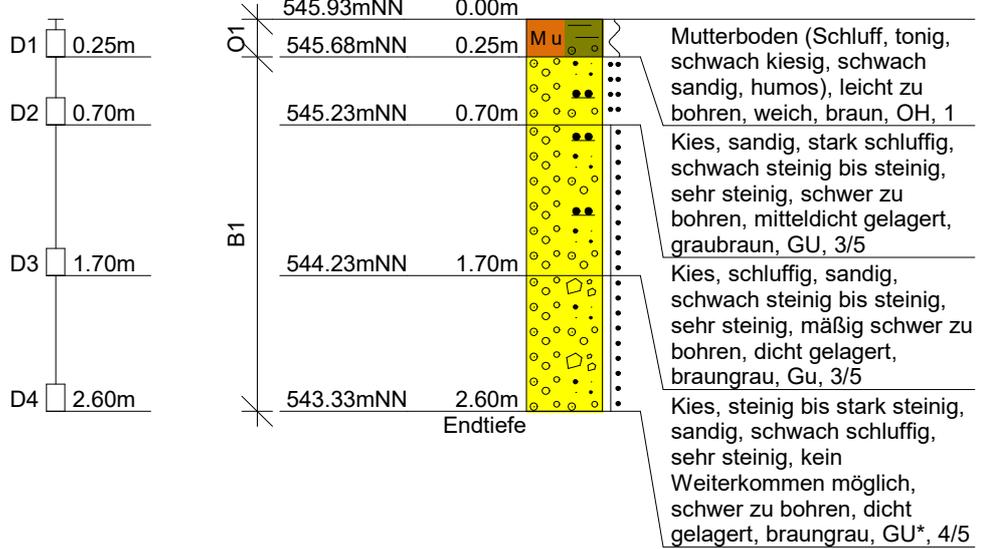


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2111632	
94486 Osterhofen	Datum	07.12.2021	
09932-95440	Rechtswert	4534834	Hochwert 5291138

B8

Ansatzpunkt: 545.93 mNN



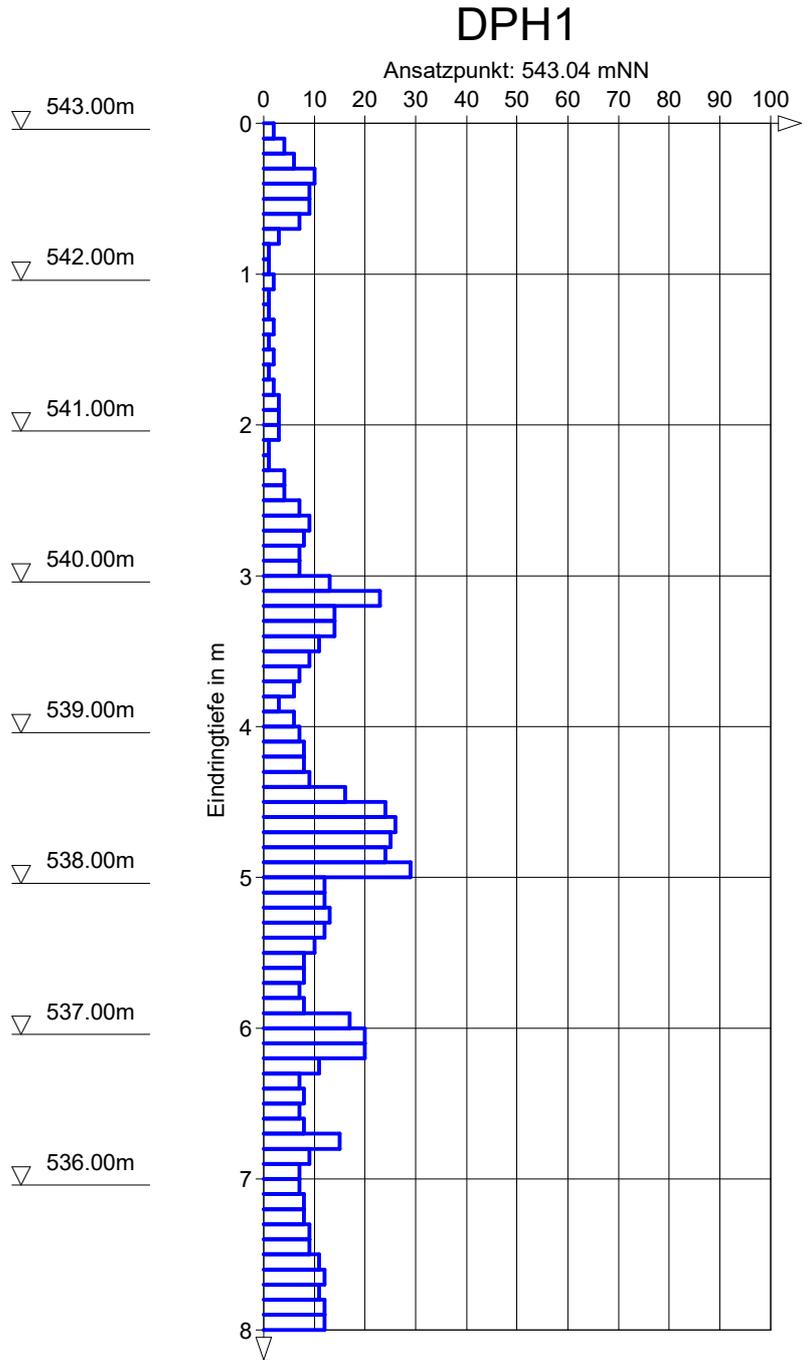
Anlage 4



GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2111632	
94486 Osterhofen	Datum	06.12.2021	
09932-95440	Rechtswert	4534842	Hochwert 5291228

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	2	6.10	20
0.20	4	6.20	20
0.30	6	6.30	11
0.40	10	6.40	7
0.50	9	6.50	8
0.60	9	6.60	7
0.70	7	6.70	8
0.80	3	6.80	15
0.90	1	6.90	9
1.00	1	7.00	7
1.10	2	7.10	7
1.20	1	7.20	8
1.30	1	7.30	8
1.40	2	7.40	9
1.50	1	7.50	9
1.60	2	7.60	11
1.70	1	7.70	12
1.80	2	7.80	11
1.90	3	7.90	12
2.00	3	8.00	12
2.10	3		
2.20	1		
2.30	1		
2.40	4		
2.50	4		
2.60	7		
2.70	9		
2.80	8		
2.90	7		
3.00	7		
3.10	13		
3.20	23		
3.30	14		
3.40	14		
3.50	11		
3.60	9		
3.70	7		
3.80	6		
3.90	3		
4.00	6		
4.10	7		
4.20	8		
4.30	8		
4.40	9		
4.50	16		
4.60	24		
4.70	26		
4.80	25		
4.90	24		
5.00	29		
5.10	12		
5.20	12		
5.30	13		
5.40	12		
5.50	10		
5.60	8		
5.70	8		
5.80	7		
5.90	8		
6.00	17		



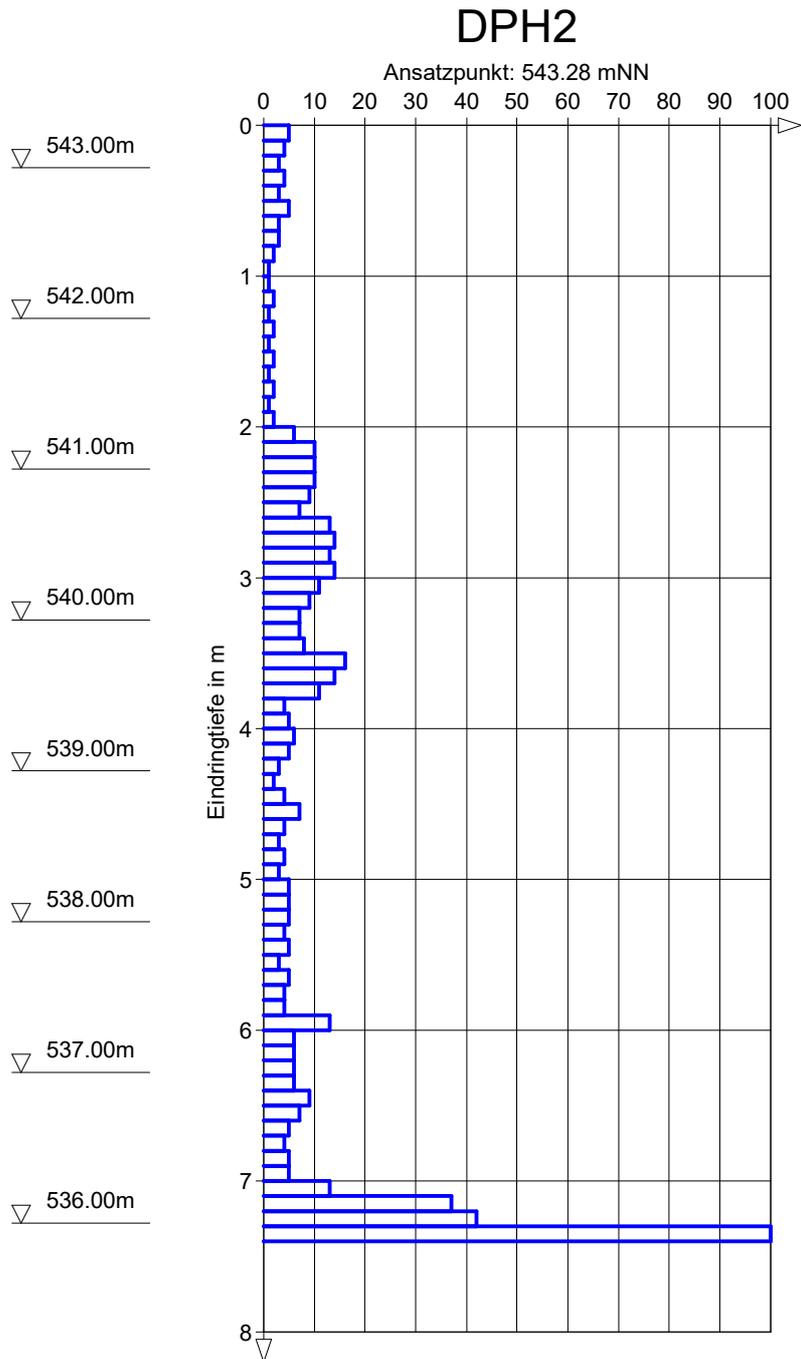
Maßstab: 1: 50



GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2111632	
94486 Osterhofen	Datum	06.12.2021	
09932-95440	Rechtswert	4534859	Hochwert 5291199

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	5	6.10	6
0.20	4	6.20	6
0.30	3	6.30	6
0.40	4	6.40	6
0.50	3	6.50	9
0.60	5	6.60	7
0.70	3	6.70	5
0.80	3	6.80	4
0.90	2	6.90	5
1.00	1	7.00	5
1.10	1	7.10	13
1.20	2	7.20	37
1.30	1	7.30	42
1.40	2	7.40	100
1.50	1		
1.60	2		
1.70	1		
1.80	2		
1.90	1		
2.00	2		
2.10	6		
2.20	10		
2.30	10		
2.40	10		
2.50	9		
2.60	7		
2.70	13		
2.80	14		
2.90	13		
3.00	14		
3.10	11		
3.20	9		
3.30	7		
3.40	7		
3.50	8		
3.60	16		
3.70	14		
3.80	11		
3.90	4		
4.00	5		
4.10	6		
4.20	5		
4.30	3		
4.40	2		
4.50	4		
4.60	7		
4.70	4		
4.80	3		
4.90	4		
5.00	3		
5.10	5		
5.20	5		
5.30	5		
5.40	4		
5.50	5		
5.60	3		
5.70	5		
5.80	4		
5.90	4		
6.00	13		



Maßstab: 1: 50



GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2111632	
94486 Osterhofen	Datum	06.12.2021	
09932-95440	Rechtswert	4534863	Hochwert 5291178

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	6.10	16
0.20	2	6.20	16
0.30	2	6.30	15
0.40	2	6.40	16
0.50	7	6.50	18
0.60	8	6.60	13
0.70	7	6.70	25
0.80	5	6.80	17
0.90	6	6.90	15
1.00	6	7.00	14
1.10	7	7.10	21
1.20	6	7.20	15
1.30	7	7.30	23
1.40	7	7.40	14
1.50	10	7.50	15
1.60	5	7.60	17
1.70	6	7.70	19
1.80	7	7.80	30
1.90	9	7.90	32
2.00	16	8.00	35
2.10	20		
2.20	25		
2.30	8		
2.40	10		
2.50	9		
2.60	10		
2.70	7		
2.80	6		
2.90	7		
3.00	10		
3.10	7		
3.20	13		
3.30	43		
3.40	15		
3.50	10		
3.60	7		
3.70	10		
3.80	16		
3.90	10		
4.00	10		
4.10	11		
4.20	10		
4.30	6		
4.40	7		
4.50	9		
4.60	7		
4.70	9		
4.80	8		
4.90	17		
5.00	16		
5.10	16		
5.20	15		
5.30	16		
5.40	23		
5.50	20		
5.60	12		
5.70	11		
5.80	20		
5.90	11		
6.00	15		

▽ 543.00m

▽ 542.00m

▽ 541.00m

▽ 540.00m

▽ 539.00m

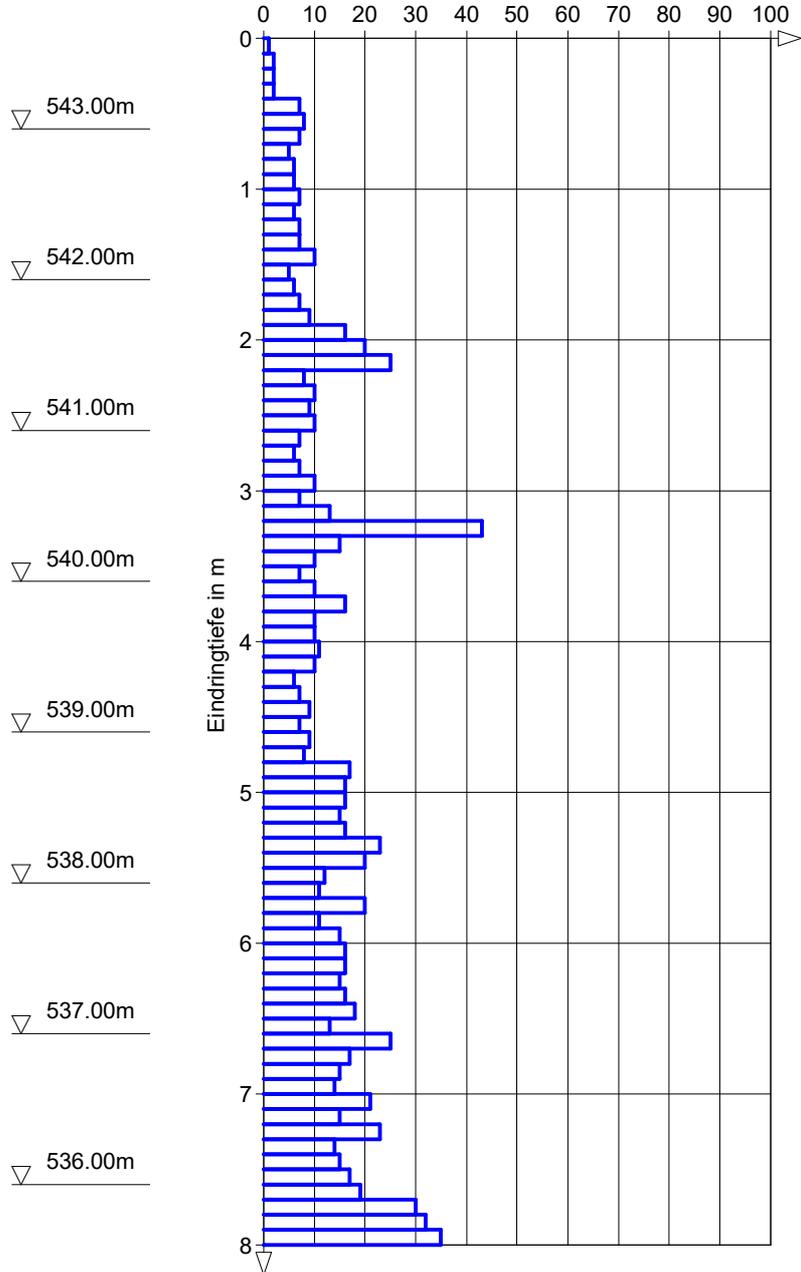
▽ 538.00m

▽ 537.00m

▽ 536.00m

DPH3

Ansatzpunkt: 543.60 mNN



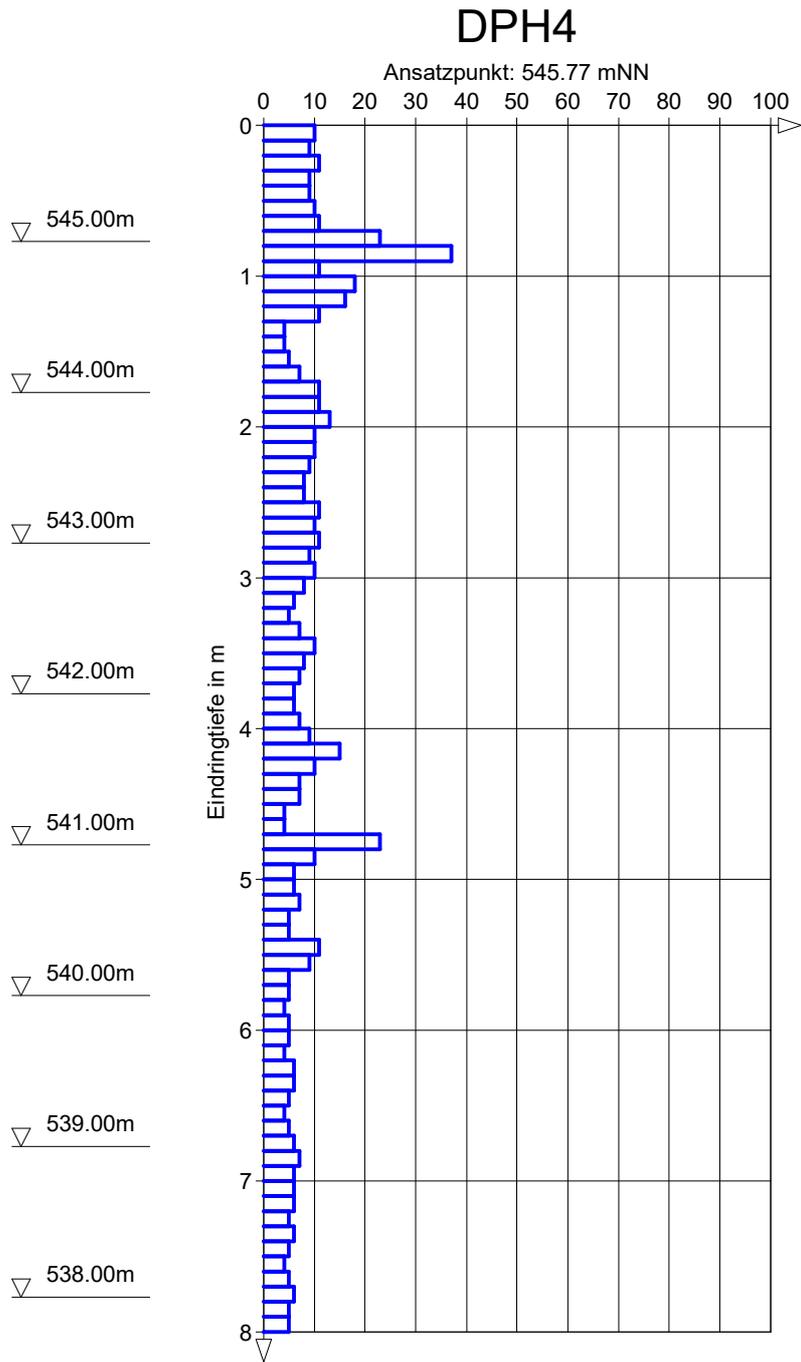
Maßstab: 1: 50



GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2111632	
94486 Osterhofen	Datum	07.12.2021	
09932-95440	Rechtswert	4534823	Hochwert 5291187

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	10	6.10	5
0.20	9	6.20	4
0.30	11	6.30	6
0.40	9	6.40	6
0.50	9	6.50	5
0.60	10	6.60	4
0.70	11	6.70	5
0.80	23	6.80	6
0.90	37	6.90	7
1.00	11	7.00	6
1.10	18	7.10	6
1.20	16	7.20	6
1.30	11	7.30	5
1.40	4	7.40	6
1.50	4	7.50	5
1.60	5	7.60	4
1.70	7	7.70	5
1.80	11	7.80	6
1.90	11	7.90	5
2.00	13	8.00	5
2.10	10		
2.20	10		
2.30	9		
2.40	8		
2.50	8		
2.60	11		
2.70	10		
2.80	11		
2.90	9		
3.00	10		
3.10	8		
3.20	6		
3.30	5		
3.40	7		
3.50	10		
3.60	8		
3.70	7		
3.80	6		
3.90	6		
4.00	7		
4.10	9		
4.20	15		
4.30	10		
4.40	7		
4.50	7		
4.60	4		
4.70	4		
4.80	23		
4.90	10		
5.00	6		
5.10	6		
5.20	7		
5.30	5		
5.40	5		
5.50	11		
5.60	9		
5.70	5		
5.80	5		
5.90	4		
6.00	5		



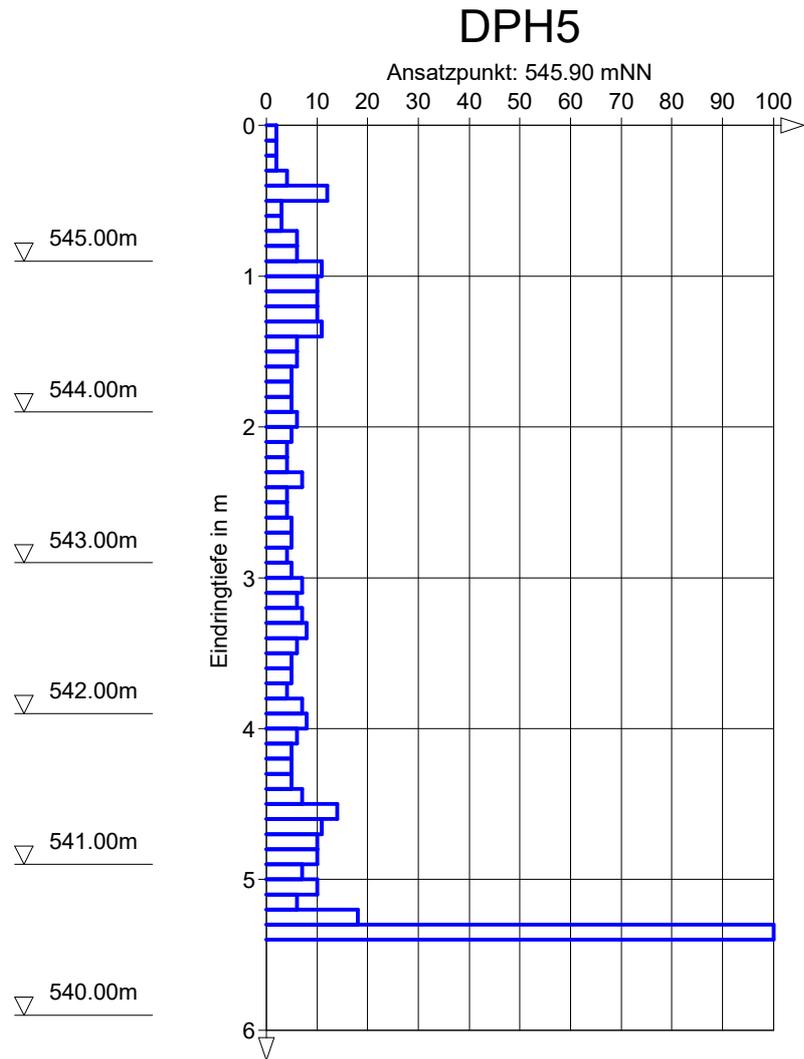
Maßstab: 1: 50



GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2111632	
94486 Osterhofen	Datum	07.12.2021	
09932-95440	Rechtswert	4534807	Hochwert 5291170

Tiefe	N ₁₀
0.10	2
0.20	2
0.30	2
0.40	4
0.50	12
0.60	3
0.70	3
0.80	6
0.90	6
1.00	11
1.10	10
1.20	10
1.30	10
1.40	11
1.50	6
1.60	6
1.70	5
1.80	5
1.90	5
2.00	6
2.10	5
2.20	4
2.30	4
2.40	7
2.50	4
2.60	4
2.70	5
2.80	5
2.90	4
3.00	5
3.10	7
3.20	6
3.30	7
3.40	8
3.50	6
3.60	5
3.70	5
3.80	4
3.90	7
4.00	8
4.10	6
4.20	5
4.30	5
4.40	5
4.50	7
4.60	14
4.70	11
4.80	10
4.90	10
5.00	7
5.10	10
5.20	6
5.30	18
5.40	100



Maßstab: 1: 50

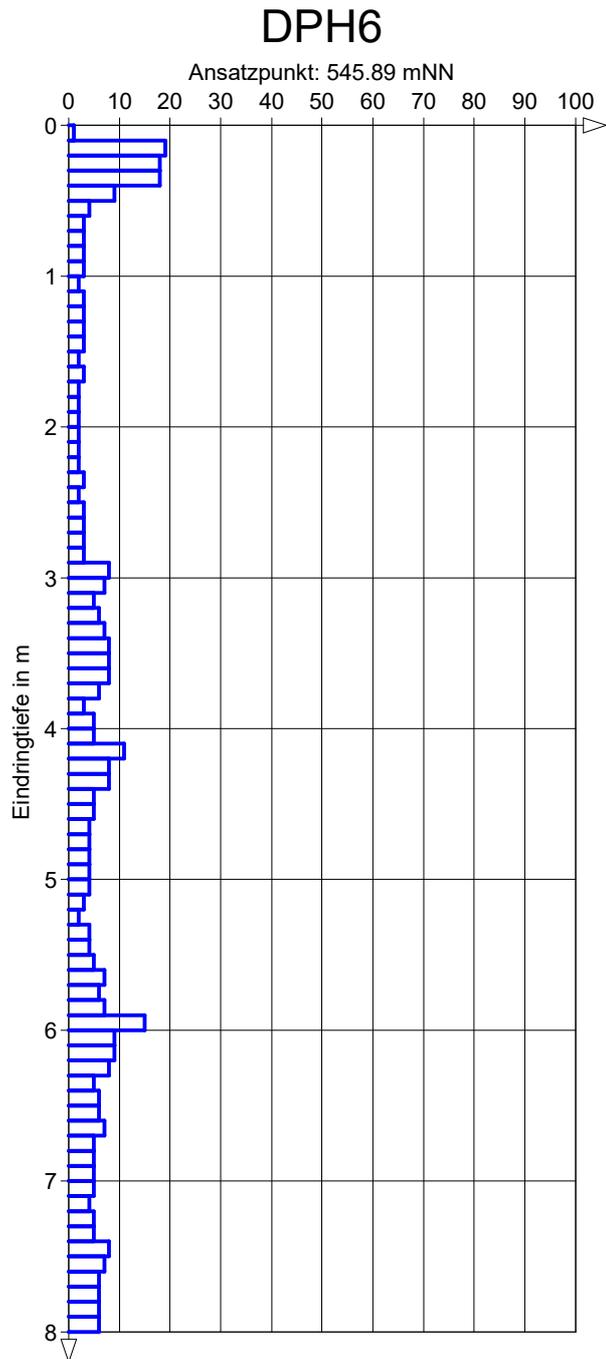


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2111632	
94486 Osterhofen	Datum	07.12.2021	
09932-95440	Rechtswert	4534838	Hochwert 5291178

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	6.10	9
0.20	19	6.20	9
0.30	18	6.30	8
0.40	18	6.40	5
0.50	9	6.50	6
0.60	4	6.60	6
0.70	3	6.70	7
0.80	3	6.80	5
0.90	3	6.90	5
1.00	3	7.00	5
1.10	2	7.10	5
1.20	3	7.20	4
1.30	3	7.30	5
1.40	3	7.40	5
1.50	3	7.50	8
1.60	2	7.60	7
1.70	3	7.70	6
1.80	2	7.80	6
1.90	2	7.90	6
2.00	2	8.00	6
2.10	2		
2.20	2		
2.30	2		
2.40	3		
2.50	2		
2.60	3		
2.70	3		
2.80	3		
2.90	3		
3.00	8		
3.10	7		
3.20	5		
3.30	6		
3.40	7		
3.50	8		
3.60	8		
3.70	8		
3.80	6		
3.90	3		
4.00	5		
4.10	5		
4.20	11		
4.30	8		
4.40	8		
4.50	5		
4.60	5		
4.70	4		
4.80	4		
4.90	4		
5.00	4		
5.10	4		
5.20	3		
5.30	2		
5.40	4		
5.50	4		
5.60	5		
5.70	7		
5.80	6		
5.90	7		
6.00	15		

- ▽ 545.00m
- ▽ 544.00m
- ▽ 543.00m
- ▽ 542.00m
- ▽ 541.00m
- ▽ 540.00m
- ▽ 539.00m
- ▽ 538.00m



Maßstab: 1: 50



GeoPlan

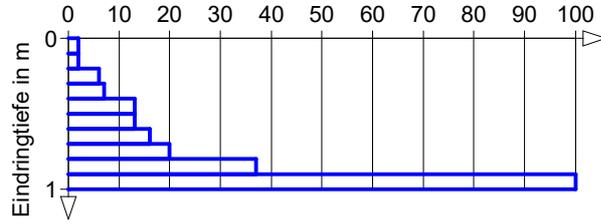
Geoplan GmbH	Projekt	Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2111632	
94486 Osterhofen	Datum	07.12.2021	
09932-95440	Rechtswert	4534834	Hochwert 5291138

Tiefe	N ₁₀
0.10	2
0.20	2
0.30	6
0.40	7
0.50	13
0.60	13
0.70	16
0.80	20
0.90	37
1.00	100

▽ 545.00m

DPH8

Ansatzpunkt: 545.93 mNN



Maßstab: 1: 50

Anlage 5

Bodenmechanische Untersuchungen

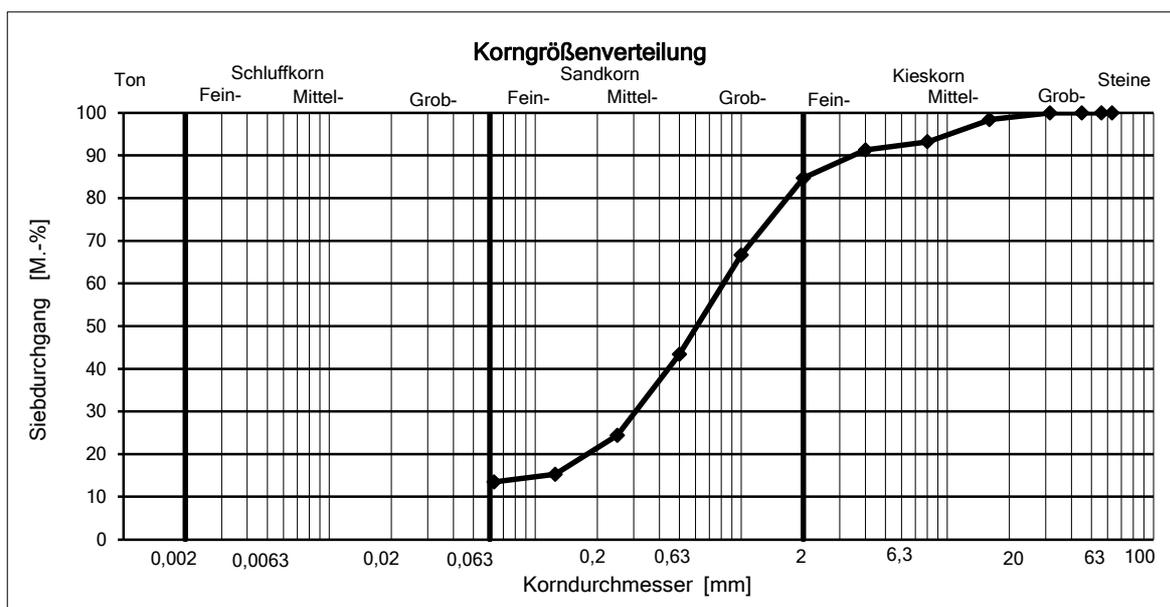
Baumaßnahme: Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein
Entnahme am: 07.12.2021
Projektnummer: B2111632

Probe Nr.	B 1 D 5	
Entnahmetiefe	5,10 m - 6,00 m u. GOK	$C_U =$ n.b.
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	12,08%	$C_c =$ n.b.
Benennung nach DIN 4022	Sand, kiesig, schluffig	$k_f =$ 7,85E-05
Bodengruppe nach DIN 18196	SU	$d_{10} =$ n.b.
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{30} =$ 0,32
		$d_{60} =$ 0,86

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	1,6	98,4
8,0	5,2	93,2
4,0	1,9	91,3
2,0	6,6	84,7
1,0	18,0	66,7
0,5	23,3	43,4
0,25	19,0	24,4
0,125	9,1	15,3
0,063	1,8	13,5
< 0,063	13,5	



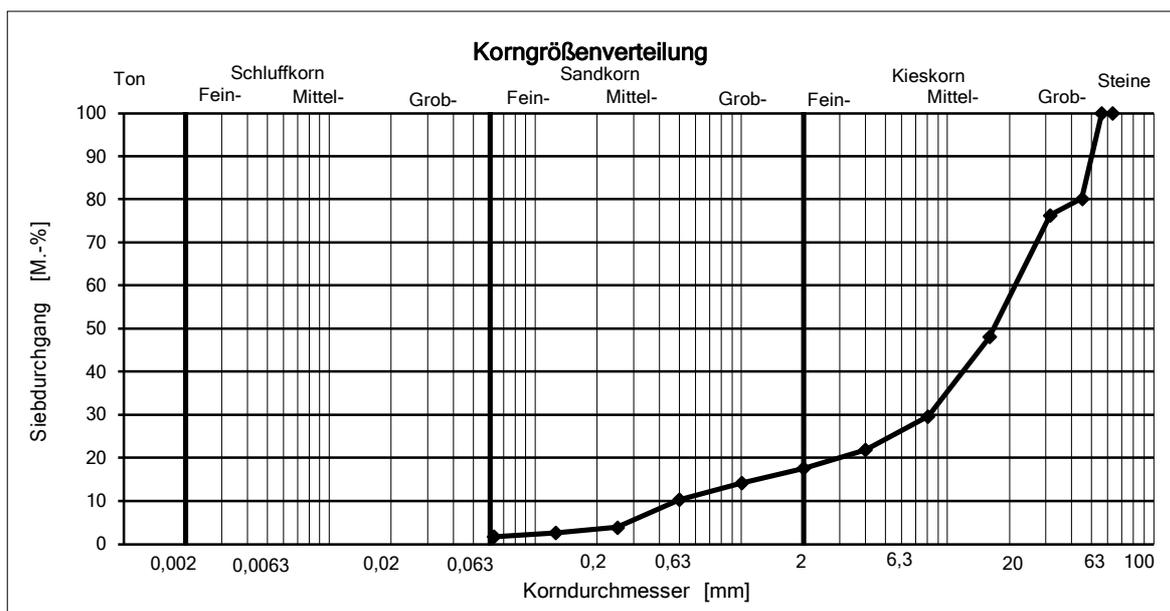
Bodenmechanische Untersuchungen

Baumaßnahme: Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein
Entnahme am: 07.12.2021
Projektnummer: B2111632

Probe Nr.	B 2 D 3	
Entnahmetiefe	0,70 m - 1,30 m u. GOK	$C_U = 46,10$
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	6,78%	$C_c = 6,08$
Benennung nach DIN 4022	Kies, sandig	$k_f = 5,92E-03$
		$d_{10} = 0,49$
Bodengruppe nach DIN 18196	GI	$d_{30} = 8,17$
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{60} = 22,51$

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	19,8	80,2
31,5	3,9	76,3
16,0	28,1	48,2
8,0	18,6	29,6
4,0	7,7	21,9
2,0	4,3	17,6
1,0	3,4	14,2
0,5	3,9	10,3
0,25	6,4	3,9
0,125	1,3	2,6
0,063	0,8	1,8
< 0,063	1,8	



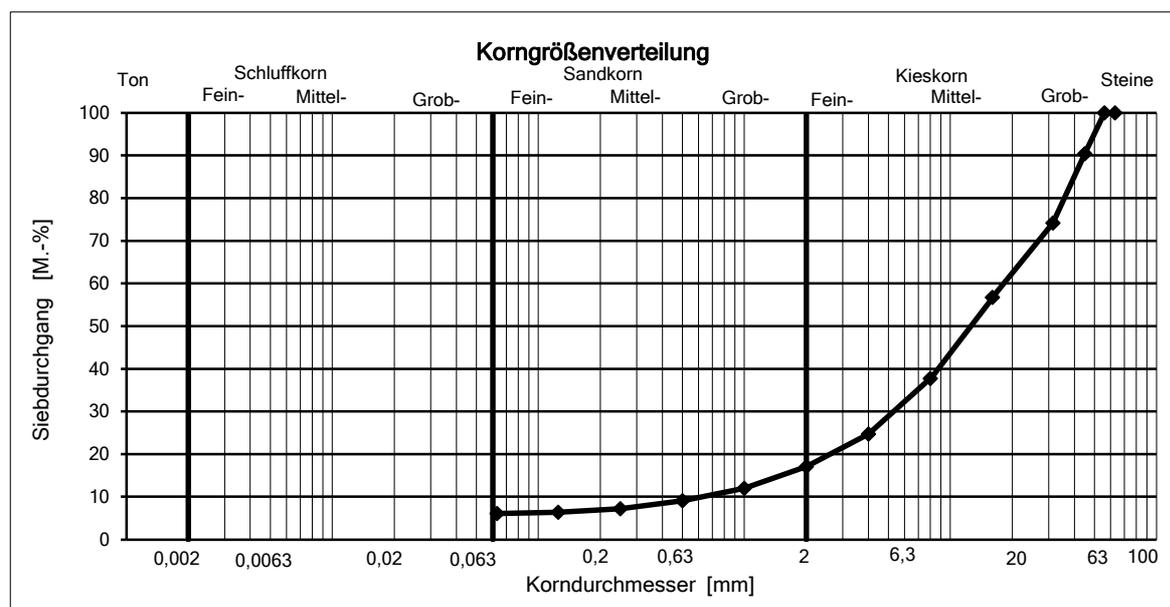
Bodenmechanische Untersuchungen

Baumaßnahme: Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein
Entnahme am: 07.12.2021
Projektnummer: B2111632

Probe Nr.	B 3 D 3	
Entnahmetiefe	0,75 m - 2,60 m u. GOK	$C_U = 28,88$
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	4,05%	$C_c = 2,56$
Benennung nach DIN 4022	Kies, schwach sandig, schwach schluffig	$k_f = 8,11E-03$
Bodengruppe nach DIN 18196	GU	$d_{10} = 0,66$
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{30} = 5,63$ $d_{60} = 18,92$

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	9,6	90,4
31,5	16,2	74,2
16,0	17,5	56,7
8,0	19,0	37,7
4,0	13,0	24,7
2,0	7,6	17,1
1,0	5,1	12,0
0,5	2,9	9,1
0,25	1,9	7,2
0,125	0,8	6,4
0,063	0,3	6,1
< 0,063	6,1	



Bodenmechanische Untersuchungen

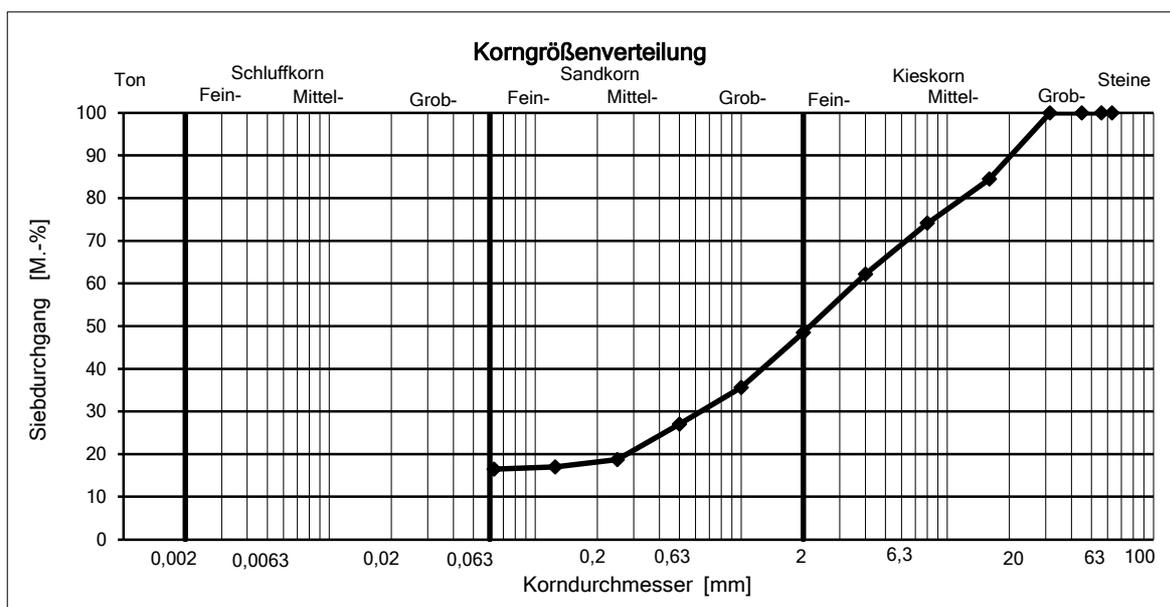
Baumaßnahme: Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein
Entnahme am: 07.12.2021
Projektnummer: B2111632

Probe Nr.	B 4 D 3	
Entnahmetiefe	3,30 m - 3,70 m u. GOK	$C_U =$ n.b.
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	5,65%	$C_c =$ n.b.
Benennung nach DIN 4022	Kies, stark schluffig, stark schluffig	$k_f =$ 2,07E-04
Bodengruppe nach DIN 18196	GU*	$d_{10} =$ n.b.
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{30} =$ 0,67
		$d_{60} =$ 3,68

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	15,5	84,5
8,0	10,4	74,1
4,0	11,9	62,2
2,0	13,7	48,5
1,0	12,9	35,6
0,5	8,6	27,0
0,25	8,3	18,7
0,125	1,7	17,0
0,063	0,5	16,5
< 0,063	16,5	



Bodenmechanische Untersuchungen

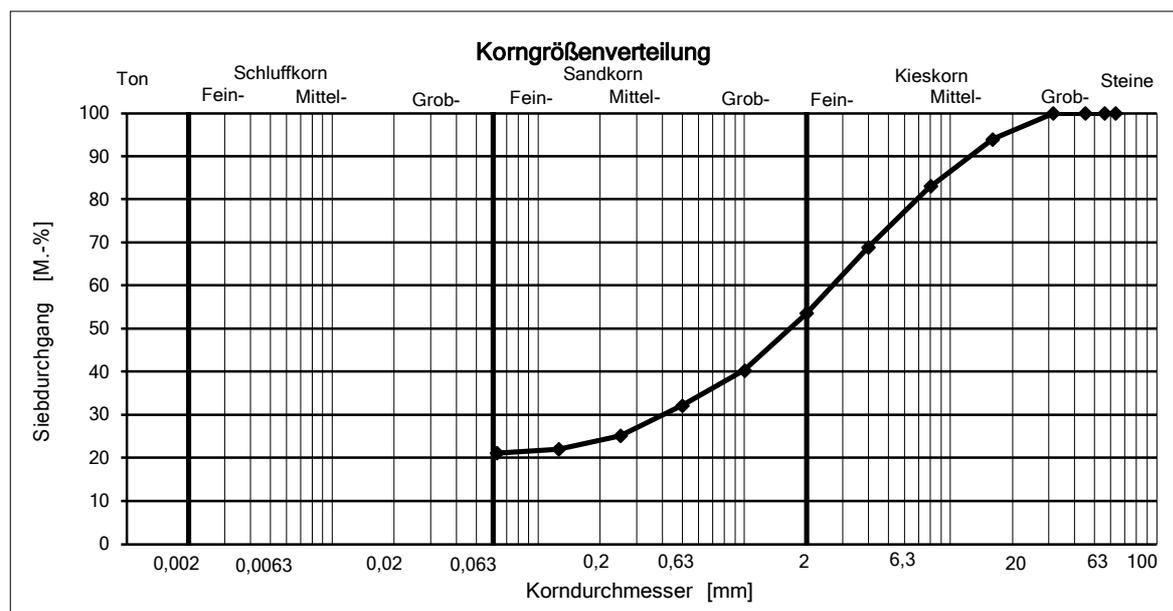
Baumaßnahme: Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein
Entnahme am: 07.12.2021
Projektnummer: B2111632

Probe Nr.	B 5 D 5	
Entnahmetiefe	4,70 m - 5,40 m u. GOK	$C_U =$ n.b.
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	5,83%	$C_c =$ n.b.
Benennung nach DIN 4022	Kies, stark sandig, stark schluffig	$k_f =$ n.b.
Bodengruppe nach DIN 18196	GU*	$d_{10} =$ n.b.
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{30} =$ 0,42
		$d_{60} =$ 2,84

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	6,0	94,0
8,0	10,9	83,1
4,0	14,2	68,9
2,0	15,3	53,6
1,0	13,3	40,3
0,5	8,1	32,2
0,25	7,1	25,1
0,125	3,1	22,0
0,063	0,8	21,2
< 0,063	21,2	

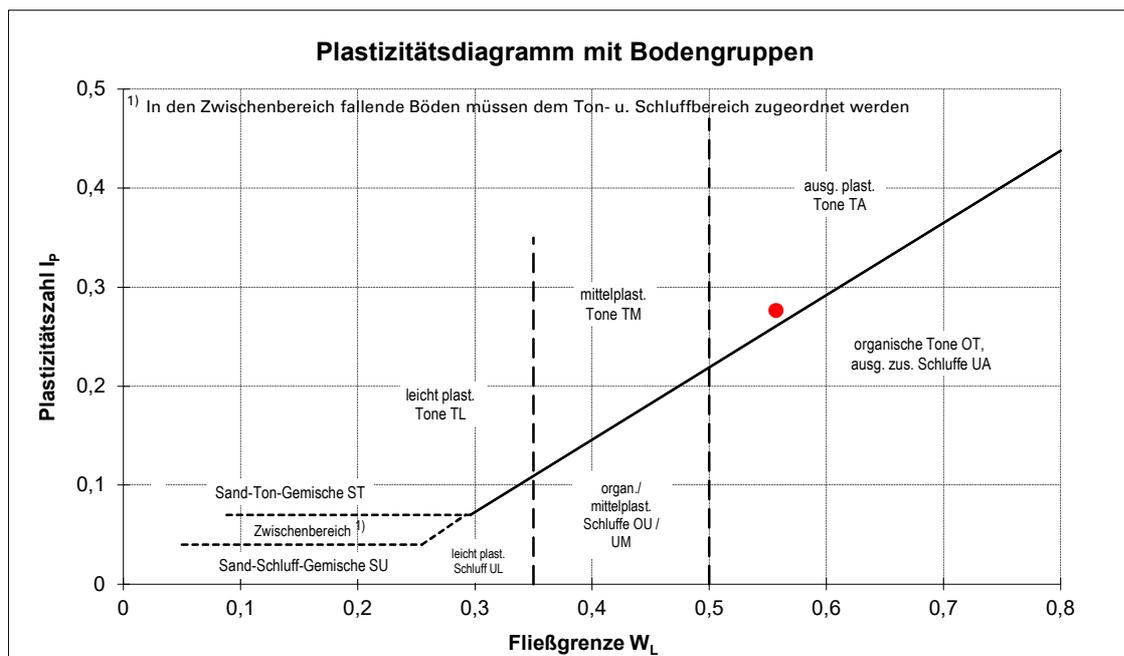


Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122

Baumaßnahme: Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein
 Projektnummer: B2111632
 Entnahmestelle: B 6 D 3
 Entnahmetiefe: 1,20 m - 2,70 m u. GOK
 Art der Entnahme: Rammkernbohrung
 Benennung nach DIN 4022: Ton, stark schluffig, schwach sandig
 Entnahmedatum: 07.12.2021
 Bearbeiter: M. Haimerl
 Bearbeitungsdatum: 24.01.2022

Bodenkennwerte:		
Entn. Wassergehalt /DIN 18121, T1	w	0,274
Fließgrenze /DIN 18122, T1	w_L	0,557
Ausrollgrenze /DIN 18122, T1	w_P	0,280
Schrumpfgrenze nach Krabbe ¹⁾	w_S	0,211
Plastizitätszahl /DIN 18122, T1	I_P	0,277
Konsistenzzahl /DIN 18122, T1	I_C	1,023
Liquiditätszahl /DIN 18122, T1	I_L	-0,023
Bodengruppe /DIN 18196		TA
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: Neugestaltung Ortsmitte Marquartstein
Entnahme am: 07.12.2021
Projektnummer: B2111632

Probe Nr.	B 8 D 4	
Entnahmetiefe	1,70 m - 2,60 m u. GOK	$C_U =$ n.b.
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	6,59%	$C_c =$ n.b.
Benennung nach DIN 4022	Kies, sandig, stark schluffig	$k_f =$ 3,95E-05
Bodengruppe nach DIN 18196	GU*	$d_{10} =$ n.b.
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{30} =$ 0,52
		$d_{60} =$ 8,17

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	7,5	92,5
16,0	18,9	73,6
8,0	13,9	59,7
4,0	10,9	48,8
2,0	7,3	41,5
1,0	6,7	34,8
0,5	5,0	29,8
0,25	7,7	22,1
0,125	2,4	19,7
0,063	0,6	19,1
< 0,063	19,1	

