



# **GeoPlan**

---

## **Geotechnischer Bericht Nr. B2103096**

**Erweiterungsbau West, BA I, Krankenhausstraße 6 in  
Mallersdorf-Pfaffenberg**

Osterhofen, den 10.06.2021



## Geotechnischer Bericht

**Nr. B2103096**

**Auftraggeber:** Kreiskliniken Bogen-Mallersdorf  
Krankenhausstraße 6  
84066 Mallersdorf-Pfaffenberg

**Gegenstand:** **Erweiterungsbau West, BA I, Krankenhausstraße 6 in  
Mallersdorf-Pfaffenberg**  
– Geotechnische Untersuchungen –

**Datum:** Osterhofen, den 10.06.2021

Dieser Bericht umfasst 19 Textseiten und 5 Anlagen.  
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Allgemeine Angaben .....</b>	<b>1</b>
1.1 Vorgang .....	1
1.2 Verwendete Unterlagen.....	1
1.3 Angaben zum Bauwerk .....	1
<b>2. Durchgeführte Untersuchungen .....</b>	<b>2</b>
2.1 Felderkundung .....	2
<b>3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse.....</b>	<b>3</b>
3.1 Geologischer Überblick / Topographische Verhältnisse.....	3
3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung.....	4
3.3 Grundwasserverhältnisse .....	6
<b>4. Bodenklassifizierung und Bodenparameter .....</b>	<b>7</b>
<b>5. Folgerungen für die Gründung .....</b>	<b>9</b>
5.1 Allgemeines .....	9
5.2 Geotechnische Kategorie / Frosteinwirkungszone / Erdbeben-zone.....	9
5.3 Gründung.....	10
5.3.1 Allgemeines .....	10
5.3.2 Gründung mittels tragender Bodenplatte .....	10
5.3.3 Gründung mittels CSV-Verfahren (Sand-Zement-Säulen) .....	11
5.3.4 Gründung des nicht unterkellerten Bauwerks durch Vermörtelte Rüttelstopfsäulen/Ortbetonsäulen (BSS, ROB) .....	12
5.3.5 Tiefgründung des Gebäudes mittels Bohrpfähle.....	12
5.3.6 Gründung der nichttragenden Bodenplatte.....	14
<b>6. Hinweise für die Bauausführung .....</b>	<b>15</b>
6.1 Bauwerkstrockenhaltung .....	15
6.2 Böschungen / Verbau.....	15
6.3 Wasserhaltung .....	16
6.4 Versickerung .....	17
6.5 Sonstige Hinweise.....	17
<b>7. Schlussbemerkungen.....</b>	<b>18</b>

## Tabellen

TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMKERNBOHRUNGEN	2
TABELLE 2: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMSONDIERUNGEN	3
TABELLE 3: KORRELATION SCHLAGZAHLEN FÜR GROBKÖRNIGE U. BINDIGE BÖDEN	5
TABELLE 4: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN	6
TABELLE 5: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE	8
TABELLE 6: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE NACH HOMOGENBEREICHEN	8
TABELLE 7: GRUNDWERTE FÜR EINE BOHRPFÄHLGRÜNDUNG	13
TABELLE 8: 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	(2 Seiten)
Anlage 4:	Schwere Rammsondierprofile, M 1 : 70	(6 Seiten)
Anlage 5:	Fotodokumentation	(6 Seiten)

# **1. Allgemeine Angaben**

## **1.1 Vorgang**

Auf Grundlage des Angebots A2102-051-BAU vom 25.02.2021 beauftragten die Kreiskliniken Bogen-Mallersdorf unser Büro Geoplan GmbH, Osterhofen, mit der Erstellung eines geotechnischen Berichtes und der Durchführung der dazu notwendigen Feldarbeiten.

Die Felduntersuchungen wurden im Bereich des geplanten Bauvorhabens auf dem Grundstück mit der Fl.-Nr. 483, Gemarkung Mallersdorf in der Gemeinde Mallersdorf-Pfaffenberg durchgeführt.

Im vorliegenden Bericht werden die zur Baugrunderkundung durchgeführten Feldarbeiten 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 sowie zur Versickerungsfähigkeit des anstehenden Untergrundes.

Vorliegend handelt es sich um eine geotechnische Hauptuntersuchung des Baugrundes gemäß DIN 4020.

## **1.2 Verwendete Unterlagen**

Für die Bearbeitung des geotechnischen Berichtes wurden folgende Unterlagen verwendet:

- Lagepläne, Schnitte, Planentwürfe, ARGE W+E Statik GmbH / Ing.-Büro Baier
- 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 2, Geoplan GmbH
- Schwere Rammsondierprofile DPH 1 bis DPH 6, Geoplan GmbH
- Analysenergebnisse der bodenmechanische Laborversuche, Geoplan GmbH

## **1.3 Angaben zum Bauwerk**

Auf dem teilweise noch mit Bäumen bewachsenen für o.g. Bauvorhaben vorgesehenen Grundstück auf der Fl. Nr. 483, Gemarkung Mallersdorf, in 84066 Mallersdorf-Pfaffenberg beabsichtigen die Kreiskliniken Bogen-Mallersdorf den Erweiterungsbau West, BA I westlich des bestehenden Klinikums. Die geplante Erweiterung besteht aus einer Teilunterkellerung, einem Erdgeschoss und einem Teil-Obergeschoss. Das Ge-

bäude soll durch einen Verbindungsgang an das Bestandsgebäude angeschlossen werden. Der Erweiterungsbau besitzt maximale Abmaße von ca. 41 m x 59 m. Die Oberkante FFB EG kommt gemäß Planunterlagen auf der Kote 407,33 m NN zum Liegen. Die Oberkante der geplanten Teilunterkellerung ist auf Kote 404,11 m NN angesetzt. Aufgrund der Hanglage des vorliegenden Geländes kommt es voraussichtlich zu unterschiedlichen Aushubtiefen von maximal etwa 5,0 bis 6,0 m. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen war im Baufeld noch ein Hubschrauberlandeplatz vorzufinden.

Nähere Planungsdetails sind den Planungsunterlagen zu entnehmen.

## 2. Durchgeführte Untersuchungen

### 2.1 Felderkundung

Die Felderkundungen wurden am 01.04.2021 sowie am 26.05.2021 auf dem Untersuchungsgelände im Westen des Grundstücks mit Fl.-Nr. 483 Gemarkung Mallersdorf in 84066 Mallersdorf-Pfaffenberg durchgeführt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden insgesamt **zwei Rammkernbohrungen** nach DIN EN ISO 22475 bis maximal 10,00 m unter Geländeoberkante abgeteuft. In Anlage 3 sind die entsprechenden Bohrbeschriebe und -profile dargestellt.

Die Böden wurden nach DIN EN ISO 14688-1 angesprochen. Die Zuordnung zu Bodengruppen erfolgte nach DIN 18196. Des Weiteren sind Bodenproben aus den einzelnen Bodenschichten entnommen und zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennwerten im Erdbaulaboratorium zurückgestellt worden.

Zur Feststellung von Lagerungsdichte und Konsistenz der Schichten sind zusätzlich **sechs Rammsondierungen** mit der schweren Rammsonde (DPH) gemäß DIN EN ISO 22476-2 niedergebracht worden. Die Sondierungen wurden bis in eine Tiefe von maximal 10,30 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 entnommen werden. Die Lage der Erkundungspunkte geht aus dem Lageplan in Anlage 2 hervor.

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

**TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMKERNBOHRUNGEN**

Bohrung	Ansatzhöhe [m NN]	Endteufe [m u. GOK]	Endteufe [m NN]	Grundwasser [m u. GOK]	Grundwasser [m NN]	Datum
B 1	407,51	10,00	397,51	kein Wasser erkundet		26.05.2021
B 2	405,88	10,00	395,88	kein Wasser erkundet		26.05.2021

B... Rammkernbohrung nach DIN EN ISO 22475

**TABELLE 2: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMSONDIERUNGEN**

Ramm- sondierung	Ansatzhöhe [m NN]	Endteufe [m u. GOK]	Endteufe [m NN]	kennzeichn. Eindringwiderstand $n_{10}$ [m u. GOK]		
				0,0 – 4,0	4,0 – 7,0	7,0 – Ende
DPH 1	405,34	10,30	395,04	2 – 5	5 – 19	14 – 27
DPH 2	407,53	10,20	397,33	1 – 6	2 – 16	16 – 35
DPH 3	408,81	10,20	398,61	1 – 5	2 – 12	3 – 14
DPH 4	407,36	10,20	397,16	1 – 12	3 – 17	13 – 21
DPH 5	406,31	10,20	396,11	1 – 9	3 – 11	9 – 25
DPH 6	406,57	10,20	396,37	1 – 5	2 – 9	9 – 20

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

### 3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse

#### 3.1 Geologischer Überblick / Topographische Verhältnisse

##### Geologie

Nach den vorliegenden Kartenwerken und Informationen sind im Bereich der geplanten Baumaßnahme in Mallersdorf unter Oberböden und Auffüllungen zunächst die bindigen Lößablagerungen in Form von Schluffen und Tonen zu erwarten. Darunter sind die Sedimente der Oberen Süßwassermolasse in Form von Sanden und Tonen zu erwarten. 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 Mallersdorf bis in den erkundeten Tiefenbereich (max. 10,00 m unter Geländeoberkante) wie folgt beschreiben:

##### **Oberböden / Auffüllungen**

(bis 0,80 m unter GOK erkundet)

- Mutterboden (Schluff, tonig, schwach sandig bis sandig, humos); Konsistenz: steif
- Auffüllung (Kies, schwach schluffig, stark sandig); Lagerung: mitteldicht

##### **Decklagen**

(bis 3,40 m unter GOK erkundet)

- Schluff, tonig, schwach sandig bis sandig; Konsistenz: weich bis steif
- Ton, schluffig, schwach sandig; Konsistenz: weich

### **Tertiär**

(ab frühestens 2,50 m unter GOK erkundet)

- Sand, teils kiesig, schwach schluffig bis schluffig; Lagerung: locker bis mitteldicht
- Ton, schluffig, teils schwach kiesig, teils schwach sandig; Konsistenz: weich bis halbfest

### **Geländesituation**

Das untersuchte Gebiet liegt im westlichen Bereich des Grundstücks mit Fl.-Nr. 483, Gemarkung Mallersdorf und befindet sich 550 m nördlich der kleinen Laber, die auf einer Geländehöhe von ca. 379,10 m NN verläuft. Das Gelände fällt im Untersuchungsbereich von West nach Ost von ca. 410,0 m NN auf ca. 405,0 m NN um 5 m ab. Im nordwestlichen Bereich des Geländes (nähe DPH 3) befindet sich zudem noch ein ca. 3,0 m hoher Hügel.

## **3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung**

### **Oberböden und Auffüllungen**

Ab Geländeoberkante wurde in beiden Bohrungen zunächst eine 20 cm bis 30 cm starke Mutterbodenschicht in Form von schwach sandigen bis sandigen, tonigen und humosen Schluffen in steifer Konsistenz erbohrt.

Unter dieser Mutterbodenschicht wurde in der Bohrung B 1 eine Auffüllschicht bis in eine Tiefe von 0,80 m unter GOK (= 406,71 m NN) erkundet. Diese Auffüllung wurde angesprochen als stark sandiger und schwach schluffiger Kies in mitteldichter Lagerung. Die Lagerungsdichte der Auffüllung wurde auch nach Auswertung der schweren Rammsondierungen (Schlagzahlen von 2 bis 4 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe) bestätigt.

### **Decklagen**

Unterhalb der Mutterböden bzw. der anthropogenen Auffüllung wurden in beiden Bohrungen zunächst die bindigen Decklagen, welche den Lößablagerungen zuzuordnen sind bis in Tiefen zwischen 2,50 m u. GOK und 3,40 m u. GOK (= 405,01 m NN bis 402,48 m NN) aufgeschlossen. Diese wurden als toniger und schwach sandiger bis sandiger Schluff in weicher bis steifer Konsistenz, sowie als schluffiger und schwach sandiger Ton in weicher Konsistenz dokumentiert. Die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen deuten mit Schlagzahlen von 2 bis 10 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe auf eine weiche bis steife Zustandsform dieser bindigen Schichten hin.

### **Tertiär-Sande**

Unterhalb der bindigen Lößablagerungen wurde in beiden Bohrungen noch eine 0,20 bis 1,50 m mächtige Sandeinschaltung in Form von schwach schluffigen bis schluffigen und teils kiesigen Sanden in lockerer bis mitteldichter Lagerung erkundet. Diese Schichten wurden bis in Tiefen von 3,60 m u. GOK bis 4,00 m u. GOK (= 402,28 m NN bis 403,51 m NN) aufgeschlossen. Gemäß den Ergebnissen der schweren Rammson-



dierung mit Schlagzahlen von 3 bis 12 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe konnte die lockere bis mitteldichte Lagerung dieser Sande bestätigt werden.

### Tertiär-Tone

Unterhalb der Sandeinheiten wurden in beiden Bohrungen bis zu den jeweiligen Endteufen von 10,0 m u. GOK (= 395,88 m NN bis 397,51 m NN) die tertiären Tone der Oberen Süßwassermolasse vorgefunden. Diese lagen als schluffiger, teils schwach sandiger und teils schwach kiesiger Ton in weicher bis halbfester Konsistenz vor. In diesen Sedimenten wurden nach Auswertung der schweren Rammsondierungen Schlagzahlen von 2 bis 35 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe ermittelt.

Nachfolgende Tabelle 3 zeigt eine Korrelation der Schlagzahlen für bindige und grobkörnige Böden sowie deren Zuordnung in Bezug auf Lagerungsdichte und Konsistenz.

**TABELLE 3: KORRELATION SCHLAGZAHLEN FÜR GROBKÖRNIGE UND BINDIGE BÖDEN**

Lagerung	Spitzendruck $q_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	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 <sup>2</sup> ]	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 4 werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden beschrieben und im Hinblick auf die Baumaßnahme qualitativ beurteilt.

**TABELLE 4: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN**

Bewertungskriterien	Oberböden  Humose Schluffe	Lößlehme  Schluffe / Tone	Tertiärtone  Tone	Auffüllungen / Tertiärsande  Kiese / Sande
Homogenbereich	O1	B1	B1	B2
Tragfähigkeit	gering	gering	gering – mittel	mittel – groß
Kompressibilität	groß	groß	mittel – groß	gering – mittel
Standfestigkeit	mittel	mittel – groß	mittel – groß	gering – mittel
Wasserempfindlichkeit	mittel – groß	groß	mittel – groß	gering – mittel
Frostempfindlichkeits- klasse nach ZTV E-StB 17	groß F3	groß F3	groß F3	mittel F2 <sup>1)</sup>
Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	gering – mittel	groß	gering – mittelgroß	mittel – sehr groß
Wasserdurchlässigkeit	mittel	gering	gering	mittel
Rammpbarkeit	leicht	leicht – mittel- schwer	mittelschwer – schwer <sup>4)</sup>	leicht – mittel- schwer
Lösbarkeit	leicht	mittelschwer	mittelschwer – schwer <sup>3)</sup>	leicht – mittelschwer
Wiedereinbaubarkeit	Rekultivierung	mäßig <sup>5)6)</sup>	mäßig <sup>5)6)</sup>	gut <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> bei einem Feinkornanteil > 5,0 M.-% und ≤ 15,0 M.-%

<sup>2)</sup> Auffüllungen mit Fremdbestandteilen sollten nicht zum Wiedereinbau verwendet werden

<sup>3)</sup> bei Grobeinlagerungen bzw. in verfestigten Bereichen 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

<sup>4)</sup> Einbringhilfen wie z. B. Vorbohrungen werden bei ≥ dichter Lagerung bzw. ≥ halbfester Konsistenz erforderlich

<sup>5)</sup> bei bindigen Böden wird bei einer Zwischenlagerung ein Abdecken mit Folien erforderlich

<sup>6)</sup> unter setzungsempfindlichen, befestigten Flächen wäre eine Bodenverbesserung mittels Kalk-Zement-Gemisch als Bindemittel erforderlich

### 3.3 Grundwasserverhältnisse

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurde in keiner der zwei Bohrungen ein Grund- bzw. Schichtwasserspiegel bis zu den maximalen Erkundungstiefen von 10,00 m unter Geländeoberkante (= 395,88 m NN bis 397,51 m NN) angetroffen.

Ein zusammenhängendes Grundwasser ist im Baufeldbereich gemäß vorliegender hydrogeologischer Kartenwerke (Umweltatlas, LfU Bayern) erst in größeren Tiefen ab einer Höhenkote von ca. 380 m NN, was einer Tiefe von über 25 m unter Geländeoberkante entspricht, ausgebildet.

Es ist zu beachten, dass höher liegende Schichtwasserspiegel über gering leitfähigen Stauschichten bei den vorliegenden teils bindigen Schichtenverhältnissen in allen Tiefenbereichen bis Geländeoberkante auftreten können. Diese werden allerdings hauptsächlich in Abhängigkeit von Niederschlägen Bestand haben und im Fall eines Anschnitts rasch abgeführt werden können.

Gemäß dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern liegt die hier behandelte Baumaßnahme in Mallersdorf weder in einem Hochwassergefährdungsgebiet noch in einem wassersensiblen Bereich. Ein Bemessungswasserstand wäre hier auf Höhe der erforderlichen Bauwerksdrainage festzulegen.

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

Nach DIN 18196 sind die Bodenarten für bautechnische Zwecke in Gruppen mit annähernd gleichem stofflichem Aufbau und ähnlichen bodenphysikalischen Eigenschaften zusammengefasst. Nach DIN 18300 (2012) werden die Boden- und Felsarten entsprechend ihrem Zustand beim Lösen klassifiziert. Dabei erfolgt die Klassifizierung unabhängig von maschinentechnischen Leistungswerten allein nach boden- bzw. felsmechanischen Merkmalen. Nach DIN 18301 (2012) werden Böden und Fels aufgrund ihrer Eigenschaften für Bohrarbeiten eingestuft.

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

**TABELLE 5: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE**

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Wichte, erdfeucht	Wichte, unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion, drainiert	Kohäsion, undrainiert	Steifemodul	Bodenklasse (DIN 18300 : 2012)	Boden- und Felsklassen (DIN 18301 : 2012)	Wasserdurchlässigkeit
		cal $\gamma$	cal $\gamma'$	cal $\varphi$	cal $c'$	cal $c_u$	cal $E_s$	-	-	$k_f$
		[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[MN/m²]	[-]	[-]	[m/s]
Oberböden – Schluffe	<b>OH</b> steif	15,0-17,0	5,0-7,0	15,0-20,0	2-5	10-30	1-3	1	BO1	$10^{-6}$ - $10^{-8}$
Decklagen / Tertiär – Tone, Schluffe	<b>TA / TL / TM</b> weich steif – halbfest	17,5-19,0 19,0-21,0	8,0-9,0 9,0-11,0	22,5-25,0 25,0-27,5	2-10 8-15	10-20 20-50	5-10 10-15	4 4/5	BB2 BB2-3	$10^{-7}$ - $10^{-9}$ $10^{-8}$ - $10^{-11}$
Auffüllungen / tertiäre Sande – Kiese / Sande	<b>[GU] / SU</b> locker – mitteldicht	18,0-21,0	9,0-11,0	30,0-35,0	0-5 <sup>1)</sup>	0-10 <sup>1)</sup>	30-60	3	BN1	$10^{-3}$ - $10^{-6}$

1) Kapillarkohäsion in ungesättigter Zone

**TABELLE 6: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE NACH HOMOGENBEREICHEN**

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, undrainiert	Wassergehalt	Plastizitätszahl	Konsistenzzahl	Organischer Anteil
							cal $c_u$	w	$I_p$	$I_c$	
		%	%	%	%	[t/m³]	[kN/m²]	%	--	--	%
Homogenbereich O1 (Mutterboden)	<b>OH</b> steif	--	0-5	5-25	75-95	1,5-1,7	5-35	25-35	0,00- 0,50	0,75- 1,00	>3
Homogenbereich B1.1 (Schluffe und Tone der Lößlehme, Tertiäre Tone)	<b>TM</b> weich	--	0-15	0-25	60-95	1,7-1,9	25-75	25-35	0,00- 0,50	0,50- 0,75	0-1
Homogenbereich B1.2 (Schluffe und Tone der Lößlehme, Tertiäre Tone)	<b>TL / TM / TA</b> steif – halbfest	--	0-15	0-15	60-95	1,9-2,0	75-250	15-25	0,00- 0,50	0,75- 1,25	0-1
Homogenbereich B2.1 (Kiese der Auffüllung)	<b>[GU]</b> mitteldicht	--	50-70	25-35	5-15	1,8-2,0	--	2-12	--	--	0
Homogenbereich B2.2 (Sande der Tertiären Sedimente)	<b>SU</b> locker – mitteldicht	--	0-25	60-90	5-15	1,8-2,0	--	2-15	--	--	0

## 5. Folgerungen für die Gründung

### 5.1 Allgemeines

Gemäß den uns vorliegenden Angaben ist auf dem zu bebauenden Grundstück auf der Fl. Nr. 483, Gemarkung Mallersdorf, in 84066 Mallersdorf-Pfaffenberg der Erweiterungsbau West, BA I vorgesehen. Die geplante Erweiterung soll im westlichen Bereich teilunterkellert werden. Im mittigen Bereich des geplanten überwiegend einstöckigen Anbaus ist zudem ein Obergeschoss geplant. Das Gebäude soll durch einen Verbindungsgang an das Bestandsgebäude angeschlossen werden. Der Erweiterungsbau besitzt maximale Abmaße von ca. 41 m x 59 m. Das Niveau  $\pm 0,00$  ist auf Kote 407,33 m NN vorgesehen und entspricht in etwa der OK FFB EG. Die OK FFB UG kommt auf einer Kote von 404,11 m NN zum Liegen. Demnach kommt es im unterkellerten Bereich je nach Bestandsgelände zu Aushubtiefen von maximal etwa 5,0 m.

Zur Beurteilung der Gründungssituation stehen hier, wie beschrieben zwei Bohrungen mit maximal 10,00 m Tiefe (= 395,88 m NN bis 397,51 m NN) und sechs schwere Rammsondierungen mit maximal 10,30 m Tiefe (= 395,04 m NN bis 398,61 m NN) zur Verfügung.

Nach den durchgeführten Bodenaufschlüssen stehen unter Oberböden und Auffüllungen zunächst die mäßig tragfähigen und kompressiblen Lößlehme an. Ab Tiefen von 2,50 m u. GOK bis 3,40 m u. GOK (= 405,01 m NN bis 402,48 m NN) stehen dann die mittel tragfähigen Sande, zum Teil jedoch in sehr geringer Mächtigkeit an. Darunter folgen ab Tiefen von 3,60 m u. GOK bis 4,00 m u. GOK (= 403,51 m NN bis 402,28 m NN) die gering bis mäßig tragfähigen und mittel bis stark kompressiblen tertiären Tone.

Grundwasser wurde in keiner der zwei Bohrungen bis zu den maximalen Erkundungstiefen von 10,00 m unter Geländeoberkante (= 397,51 m NN bis 395,88 m NN) erkundet. Es sind jedoch aufgrund der teils geringen Durchlässigkeit der bindigen Schichten und Auffüllungen Schichtwässer in allen Tiefenabschnitten bis Geländeoberkante nicht auszuschließen.

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

### 5.2 Geotechnische Kategorie / Frosteinwirkungszone / Erdbebenzone

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

Das zu bebauende Grundstück mit der Fl. Nr. 483, Gemarkung Mallersdorf, in 84066 Mallersdorf-Pfaffenberg ist der Frosteinwirkungszone II zuzuordnen. Somit liegt das frostfreie Gründungsniveau bei 1,00 m unter GOK. Eine frostsichere Gründung aller Gebäudeteile, z. B. mit Frostschrägen bis 1,00 m unter GOK oder durch andere Maßnahmen, ist in jedem Fall sicherzustellen.

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

## 5.3 Gründung

### 5.3.1 Allgemeines

Gemäß dem derzeitigem Planungsstand gründet der unterkellerte Bereich des Gebäudes je nach Einbindetiefe voraussichtlich teils in den locker bis mitteldicht gelagerten Sanden bzw. in den gering bis mäßig tragfähigen, mittel bis stark kompressiblen, weichen bis steifen bindigen Böden. Ohne Zusatzmaßnahmen ist eine Gründung in den sandigen bzw. bindigen Schichten aus setzungs- und bautechnischen Gründen nicht zu empfehlen. Die nicht unterkellerten Bauteile kommen voraussichtlich überwiegend in den weichen bis steifen Lößablagerungen zum Liegen. In diesen Bereichen ist mit Zusatzmaßnahmen in Form einer Bodenstabilisierung bzw. Tiefgründung (CSV-Bodenverbesserung, Rüttelstopfsäulen, Beton-Pfähle) unter den Fundamenten zu rechnen.

Es wird aus fachlicher Sicht empfohlen die Teilunterkellerung auf einer tragenden Bodenplatte und die nicht unterkellerten Bereiche mittels Streifen- bzw. Einzelfundamenten zu gründen.

### 5.3.2 Gründung mittels tragender Bodenplatte

Bei einer Gründung der Teilunterkellerung mittels tragender Bodenplatte ist ein Teilbodenaustausch von  $\geq 0,60$  m in den bindigen bzw. sandigen Schichten vorzusehen.

Stehen auf der Gründungssohle noch geringer tragfähige, bindige Böden < steifer Konsistenz oder anthropogene Auffüllungen an, so sind diese bis zu den sandigen bzw. bindigen Schichten  $\geq$  steifer Konsistenz weiter auszukoffern und durch gut tragfähiges Kies-Sand-Material (GW/GI nach DIN 18196 mit Feinkornanteil < 5,0 M.-%) zu ersetzen. Das Kiesmaterial muss lagenweise (Lagenstärke  $d \leq 0,35$  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  $60^\circ$  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.

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 bindigen bzw. sandigen Bodenschichten auf einem  $\geq 0,60$  m mächtigen zuvor beschriebenen Teilbodenaustausch für das unterkellerte Bauteil bei einem charakteristischen Lastniveau von etwa  $50 \text{ kN/m}^2$  ein Bettungsmodul von  $k_{s,k} = 4,5 \text{ MN/m}^3$  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  $k_{s,k} = 8,0 \text{ MN/m}^3$  Bemessungswerte des Sohlwiderstandes von  $\sigma_{R,d} \leq 210 \text{ kN/m}^2$  angesetzt werden. Dabei wurde jeweils

eine Aushubentlastung von ca. 20 kN/m<sup>2</sup> bereits berücksichtigt. Es ist dann jeweils mit Setzungen von  $\leq 2,0$  cm zu rechnen.

Die tragende Bodenplatte kann direkt auf die lagenweise eingebaute und auf  $\geq 100$  % der einfachen Proctordichte verdichteten Kiesschicht aufgebracht werden. Eine zusätzliche kapillarbrechende Schicht wird nicht mehr notwendig. Allerdings ist auf eine wirk-same und dauerhaft rückstaufreie Drainage des Gründungspolsters zu achten.

### 5.3.3 Gründung mittels CSV-Verfahren (Sand-Zement-Säulen)

Als Gründungsvariante für die Errichtung des nicht unterkellerten Gebäudebereichs wäre bei den beschriebenen Untergrundverhältnissen die Gründung mittels Sand-Zement-Säulen (CSV) gut durchführbar.

Bei Ausführung von Sand-Zement-Säulen (CSV) ist eine Arbeitsplanie mit gebroche-nem Frostschutzkiesmaterial (Körnung 0/63 mm; Feinkornanteil  $< 5,0$  M.-%) der Grup-pe GW / GI nach DIN 18196 in einer Mächtigkeit von ca. 50 cm auf dem Bau-feld und in den einzelnen Baugruben herzustellen, um eine ausreichende Tragfähigkeit des Un-tergrunds zur Befahrung mit schwerem Gerät sowie zum Abstellen der Lafette einzu-stellen. Zwischen Arbeitsplanum und Erdplanum ist ein Vlies der Geotextil-robustheitsklasse GRK IV mit einem Flächengewicht von  $g \geq 200$  g/m<sup>2</sup> einzulegen. Die Säulenerstellung kann von der aufgeschotterten Arbeitsfläche bei Geländeoberkante ausgeführt werden. Dabei ist in eventuell vorhandenen Fundamentgruben ein Arbeits-raum von  $\geq 50$  cm zu berücksichtigen. Prinzipiell können die Fundamentgruben auch noch unmittelbar nach der CSV-Säulenerstellung ausgehoben werden, sodass eine Betonage gegen das Erdreich möglich wäre.

Die anstehenden Böden werden durch dieses Verfahren verdichtet und durch Wasser-entzug verbessert. In Wechselwirkung zwischen Säulen und Boden werden die Bau-werkslasten 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 Was-serwegigkeiten.

Aufgrund der vorherrschenden Untergrundverhältnisse kann mit einer charakteristi-schen Säuleneinzellast von 70 kN (Gebrauchslast) gerechnet werden. Daraus können zulässige Sohlwiderstände ( $\sigma_{zul}$ ) bis zu 280 kN/m<sup>2</sup>  $\triangleq \sigma_{R,d} = 400$  kN/m<sup>2</sup> für Einzel- und Streifenfundamente erreicht werden. Die absoluten Setzungen belaufen sich auf ma-ximal 0,5 cm. 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. Die Dimensionierung der Fundamente sollte auch mit der ausführenden Firma abgestimmt werden.

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.

Nach den aktuellen Baugrunderkundungen ist mit Säulenlängen von 7,0 bis 10,0 m unter den Fundamentunterkanten zu rechnen, ehe der Säulenfuß in den halbfesten Tertiärtonen ausreichend tragfähig aufstehen wird.

#### **5.3.4 Gründung des nicht unterkellerten Bauwerks durch Vermörtelte Rüttelstopfsäulen/Ortbetonsäulen (BSS, ROB)**

Alternativ kann das Gebäude aus geotechnischer Sicht auch mittels Streifen- und Einzelfundamenten auf vermörtelten Rüttelstopfsäulen bzw. Ortbetonsäulen gegründet werden. Generell ist jedoch darauf hinzuweisen, dass bei der Ausführung etwaiger Betonpfähle, welche im Ramm- oder Rüttelverfahren hergestellt werden, ein Erschütterungsrisiko für die umliegende Bebauung besteht.

Zur Herstellung der vermörtelten Rüttelstopfsäulen ist ein Arbeitsplanum aus Schotter 0/45 mm oder Ähnlichem in einer Mächtigkeit von  $\geq 50$  cm auf Vliestrennlage (GRK III) notwendig. Im Vorfeld sind die Baugruben für Einzel- bzw. Streifenfundamente bis zur geplanten Sohlhöhe auszuheben. Die Säulenerstellung wird von der Arbeitsfläche auf Erdplanumsniveau (OK Baugrube Fundament) ausgeführt. Dabei ist ein Arbeitsraum von mindestens 50 cm zu berücksichtigen.

Bei vermörtelten Rüttelstopfsäulen oder Ortbetonrüttelsäulen werden die gering tragfähigen Schichten mit einem Tiefenrüttler („Schleusenrüttler“) durchfahren. Anschließend wird „vermörteltes“ Schottermaterial verdichtet bzw. Beton oder eine Zementsuspension mittels Pumpe eingebracht bzw. verpresst. Gemäß den durchgeführten Erkundungen sind je nach Untergrundverhältnisse unterschiedliche Längen der vermörtelten Rüttelstopfsäulen bzw. Ortbetonsäulen von 7,0 m bis 10,0 m u. GOK einzubringen.

Die Tragfähigkeit der vermörtelten Rüttelstopfsäulen liegt bei ca. 40 cm Durchmesser erfahrungsgemäß in der Größenordnung zwischen 300 und 400 kN je Säule, der Ortbetonrüttelsäulen zwischen 400 und 500 kN. Die Tragfähigkeit beider Verfahren sollte durch örtliche Probelastungen (entweder dynamische oder statische Probelastungen) bzw. durch erdstatische Bemessung und Messaufzeichnungen nachgewiesen werden. Bei diesen Gründungsvarianten sind die zu erwartenden Setzungen sehr gering (normalerweise unter 1,0 cm; wird aber von der ausführenden Firma errechnet).

#### **5.3.5 Tiefgründung des Gebäudes mittels Bohrpfähle**

Alternativ kann die Gründung des Erweiterungsgebäudes auch mittels Grobbohrpfähle durchgeführt werden, die nahezu erschütterungsfrei in den Untergrund eingebracht werden kann. Für die Erstellung der Bohrpfähle ist im Vorfeld ein ausreichend tragfähiges Arbeitsplanum herzustellen.

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



- Durchmesser  $0,30 \text{ m} \leq \varnothing \leq 3,00 \text{ m}$
- Pfahleigung nicht flacher als 4:1
- Achsabstand mindestens 3-facher Pfahldurchmesser zur Vermeidung gegenseitiger Beeinflussung lastableitender Pfähle

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

**TABELLE 7: GRUNDWERTE FÜR EINE BOHRPFAHLGRÜNDUNG**

Kriterium / Daten	Benennung	Wert
<b>CHARAKTERISTISCHE PFAHLWIDERSTANDSWERTE <sup>1)</sup></b>		
• <b>Pfahlmantelreibung <math>q_{s,k}</math></b>		
- bindige Ablagerungen	kN/m <sup>2</sup>	70
• <b>Pfahlspitzendruck <math>q_{b,k}</math></b>		
- Tertiärtone		
s/D <sub>s</sub> = 0,02	kN/m <sup>2</sup>	1000
s/D <sub>s</sub> = 0,03	kN/m <sup>2</sup>	1200
s/D <sub>s</sub> = 0,10 (Bruchwert)	kN/m <sup>2</sup>	1500

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

Die erforderliche Einbindetiefe bzw. Länge der Bohrpfähle sowie deren Anzahl ist mittels statischer Berechnung unter Ansatz der auftretenden Bauwerkslasten und o.g. Werte zu ermitteln. Die Bohrpfähle wären in einer Pfahlkopfkonstruktion in die Bodenplatte kraftschlüssig einzubinden. Für Pfahlgründungen sind die Grenzzustände der Tragfähigkeit und die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit gemäß DIN 1054:2010-12, DIN EN 1997-1:2009-09 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12 durch den Planer nachzuweisen. Dabei sind die bauwerksbezogenen Lasten zu berücksichtigen.

Horizontale Belastungen aus der Bauwerkskonstruktion, z. B. Erddruck aus Widerlagerhinterfüllung oder Winddruck, lassen sich über eine horizontale Bettung der Pfähle bzw. durch Anordnung der Pfähle als Pfahlbock abtragen. Für die Bemessung der Biegebeanspruchung von Bohrpfählen kann folgender Ansatz für das Bettungsmodul  $k_s$  verwendet werden:

$$k_s = E_s/D$$

$E_s$  stellt dabei das Steifemodul der jeweiligen Bodenschicht gemäß Tabelle 7 und  $D$  den Pfahlschaftdurchmesser dar. Dabei ist zu ermitteln, wie sich die Bettungsspannungen zu den Erdwiderstandsspannungen verhalten. Es ist darauf zu achten, dass die Bettungsspannung den Bemessungserdwiderstand nicht überschreitet.

Die charakteristischen Kennwerte als Grundlage zur Ermittlung der Bodenreaktionen und Bodenwiderstände können dem Abschnitt 4 entnommen werden. Bis zur Aktivierung der angenommenen Mantelreibung ist mit einer Setzungsbewegung von etwa 1,0 cm bis 2,0 cm zu rechnen, welche auch bei dieser Gründungsvariante als mögliche Verformungen zu berücksichtigen wären.

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

Die tatsächliche Beschaffenheit der durchteuften Bodenschichten ist mindestens während der Herstellung des ersten Bohrpfahls pro Bauwerksachse durch einen Baugrundgutachter aufzunehmen und im Bohrprotokoll zu vermerken.

### 5.3.6 Gründung der nichttragenden Bodenplatte

Bei der Gründung der nicht unterkellerten Bauteile 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 Frostschutzschicht nachfolgende Verformungsmoduli unter den Betonplatten notwendig.

TABELLE 8: ERFORDERLICHE VERFORMUNGSMODULI UNTER BETONPLATTEN

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

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 <sup>2</sup>	50 cm	80 cm
30 MN/m <sup>2</sup>	40 cm	60 cm
40 MN/m <sup>2</sup>	30 cm	50 cm
50 MN/m <sup>2</sup>	30 cm	40 cm
60 MN/m <sup>2</sup>	20 cm	35 cm

Gemäß den Felderkundungen liegen hier voraussichtlich bindige bzw. sandige Böden auf Höhe Erdplanum vor. Um den  $E_{v2}$ -Wert auf dem Erdplanum und die notwendige Schüttstärke genau ermitteln zu können, werden hier statische Lastplattendruckversuche an Probefeldern erforderlich. Nach den Baugrunderkundungsergebnissen kann auf dem bindigen bzw. sandigen Erdplanum mit  $E_{v2}$ -Werten von ca. 10 MN/m<sup>2</sup> bis 30 MN/m<sup>2</sup> gerechnet werden. Um ein Verformungsmodul von  $\geq 80 \text{ MN/m}^2$  auf dem fertigen Planum unterhalb der Bodenplatte zu erreichen, wäre ein Gesamtaufbau mit tragfähigem Kiesmaterial von 50 cm bis 70 cm in den entsprechenden Bereichen erforderlich. Als Bodenaustausch ist dann ein gut tragfähiges Kies-Sand-Material, Körnung 0/56 mm (Feinkornanteil  $\leq 5,0 \text{ M.-%}$ ) der Frostepfindlichkeitsklasse F1 zu verwenden.

Unabhängig von etwaigen zusätzlichem Bodenaustausch ist als Unterbau eine kapillarbrechende Schicht in Form einer  $\geq 30$  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. Die verdichtungsfähige Kiesschüttung kann dem erforderlichen Bodenaustausch hinzugerechnet werden. Zwischen dem anstehenden Boden und dem Schüttmaterial ist hier zum Erhalt der Filterstabilität sowie zur dauerhaften Trennung der Schichten ein Geotextilvliesstoff (GRK III) einzulegen.

## 6. Hinweise für die Bauausführung

### 6.1 Bauwerkstroekenhaltung

Zum Schutz baulicher Anlagen vor Durchfeuchtung wird auf die DIN 4095 und DIN 18533-1 hingewiesen. Für den Erweiterungsbau 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.

Weiterhin ist eine Bauwerksabdichtung nach DIN 18533-1:2017-7 notwendig. Gemäß genannter Norm wäre das 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 Fundamente / Gründungspolster angebracht wird. Damit kann neben dem in die Hinterfüllung eindringenden Niederschlags- und Oberflächenwasser auch evtl. zuströmendes Schichtwasser aus dem Hinterfüllbereich abgeleitet werden.

### 6.2 Böschungen / Verbau

Nach DIN 4124 brauchen nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe  $< 1,25$  m nicht abgeböschet 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 überwiegend 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 nicht wasserdicht ausgebildet werden muss, ist vorliegend die Erstellung von Trägerbohlwänden zur Sicherung von Baugruben gut denkbar.

Bei Ausführung einer Trägerbohlwand sind die anstehenden Lößablagerungen bzw. die tertiären Tone 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. Das Bohrloch ist nach dem Einstellen der Träger und vor dem Ziehen der Verrohrung wieder mit Kies zu verfüllen. 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  $\geq$  halbfesten Tertiärtonen anzuordnen, wofür ein Mantelreibungswert  $q_{s,k} = 120 \text{ KN/m}^2$  für Mikropfähle in Ansatz gebracht werden kann.

Vom Einsatz eines Spundwandverbaus wird im Hinblick auf das Erschütterungsrisiko für die umliegende Bebauung im vorliegenden, von unserer Seite abgeraten. Prinzipiell denkbar wäre eine Böschungsvernagelung mit Spritzbetonschale, sofern dies die Baugruben- und Grundstücksgegebenheiten zulassen. Dies wäre im Bedarfsfall genauer zu betrachten.

Verbauten sind mit den in Abschnitt 4 genannten Bodenparametern statisch zu berechnen und zu dimensionieren.

## **6.3 Wasserhaltung**

Im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten wurde in keiner der zwei Bohrungen ein Schicht- bzw. Grundwasserspiegel erkundet. Es sind aber Schichtwasserhorizonte, wie beschrieben, in allen Tiefen möglich. Die Wasserhaltung beschränkt sich somit vor allem auf die Fassung und Ableitung von Niederschlags-, Oberflächen- und Tagwasser. Sollte ein Schichtwasser beim Erdaushub angeschnitten werden, so wird dieses nur temporär auftreten und relativ schnell „ausgeblutet“ sein. Offene Wasserhaltungsmaßnahmen in Form von Filterkieslagen (Kies mit einem Sandanteil  $< 10 \text{ M-\%}$  und einem Feinkornanteil  $< 5 \text{ M-\%}$ ;  $d \leq 0,3 \text{ m}$ ) und geotextile Trennlagen ( $\geq \text{GRK } 3$ ), können somit v. a. in Abhängigkeit von Oberflächenwasser erforderlich werden.

Innerhalb dieser Filterkieslage könnten dann offene Wasserhaltungsmaßnahmen mit Pumpensämpfen und Pumpen sowie ggf. auch ausgefilterten Dränagen durchgeführt werden. Die Erfordernisse hinsichtlich der zu fördernden Wassermengen werden vorstehend aber als eher gering eingeschätzt (i. d. R. < 5 l/s Wasserhaltung) und sind vor allem auch von den Niederschlägen während der Bauausführung abhängig.

## **6.4 Versickerung**

Eine breitflächige Versickerung von Niederschlagswasser ist in den bindigen Böden nicht möglich, da diese Schichten gering wasserdurchlässig und für Versickerungszwecke entsprechend nicht geeignet ( $k_r$ -Werte <  $1 \cdot 10^{-7}$  m/s) sind.

Die Ableitung des anfallenden Wassers (Niederschlags- / Oberflächen- / Drainagewasser) sollte daher über die Kanalisation oder einen Vorfluter erfolgen. Bei der Einleitung in eine Vorflut ist eine wasserrechtliche Genehmigung bei der zuständigen Behörde einzuholen.

## **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.

### **Erdbau**

Zur Verfüllung der Arbeitsräume bzw. für einen Wiedereinbau sind die hier anstehenden Kiese der Auffüllung (Homogenbereich B2.1) bzw. die tertiären Sande (Homogenbereich B2.2) bei einem Feinkornanteil von  $\leq 15,0$  M.-% gut zur setzungsarmen Wiederverfüllung geeignet, sofern ein Verdichtungsgrad  $D_{Pr}$  von mindestens 100 % zu erzielen ist und keine umwelttechnischen Bedenken vorliegen.

Bei mindestens steifer Konsistenz der Tone und Schluffe der Decklagen und tertiären Schichten (Homogenbereich B1.2) ist ein Wiedereinbau, z. B. als Hinterfüllmaterial, bedingt möglich. Dieses sollte nicht unter befestigten und setzungsempfindlichen Flächen eingebaut werden. Bei einem Wiedereinbau ist erdbautechnisch ein Verdich-

tungsgrad von  $D_{pr} \geq 98 \%$  sicherzustellen. Dafür kann möglicherweise eine geochemische Stabilisierung mit einem Bindemittel erforderlich werden.

Die Oberböden (Homogenbereich O1) sowie die bindigen Böden < steifer Konsistenz (Homogenbereich B1.1) sind zur Verfüllung von Arbeitsräumen nur wenig geeignet und sollten besser abgefahren oder ausschließlich zur Landschaftsgestaltung im Bereich von Grünflächen genutzt werden.

Das bindige Erdplanum erweist sich als sehr rissempfindlich und neigt bei Walkbeanspruchung zur Konsistenzverschlechterung (Verbreiung). Das Baufeld sollte daher zwingend mittels Arbeitsplanie/ Baustraßen vor Durchfeuchtung und Befahrung geschützt werden. Materialausbau soll rückwärtsschreitend und der Kieseinbau im Vorkopf-Verfahren erfolgen, um den anstehenden Boden bestmöglich zu schützen.

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  $\leq 0,35$  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. Wie bei der Angebotslegung bereits mitgeteilt, konnten mit dem eingesetzten Bohrgerät keine Felsaufschlüsse durchgeführt werden. Zur genaueren Erkundung des Felsvorkommens sollten bei Bedarf im Bereich von B 3 / DPH 3 ergänzende Baggerschürfe bis  $\geq 1,90$  m Tiefe durchgeführt werden.

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. Erst daraufhin gilt die Baugrunduntersuchung als abgeschlossen. Unter günstigen Umständen können die Aufwendungen für empfohlene Verbesserungsmaßnahmen zumindest teilweise eingespart werden.

Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Da dem Baugrundsachverständigen derzeit nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung bekannt sein können und weiterhin die punktuellen Baugrundaufschlüsse nur örtlich begrenzte Aussagen liefern, kann dieser Bericht keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich aller 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 Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Osterhofen, den 10.06.2021

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

  
Sebastian Pontz  
M.Sc. Geowissenschaften


**Anlage 1**





Lage des Untersuchungsgebiets

## Erweiterungsbau West, BA I, Klinik Mollersdorf, KrankenhausstraÙe 6 in Mollersdorf-Pfaffenberg

Auftraggeber	Übersichtsplan		
Klinik Mollersdorf			
Bearbeitung	GeoPlan		
S. Pontz			
Datum			
10.06.2021			
Maßstab	<b>GeoPlan</b>		
1 : 25.000			
Kartenvorlage	Anlage 1		
TK Bayern Süd			
	Blatt 1		

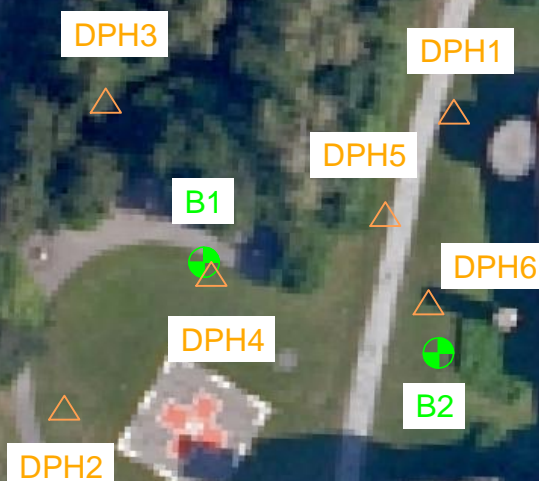






## Zeichenerklärung Baugrunduntersuchung:

- B ... Rammkernbohrung gemäß DIN EN ISO 22475 mit Bezeichnung bis max. 10,00 m unter GOK
- △ DPH ... Schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2 mit Bezeichnung bis max. 10,30 m unter GOK



"Nutzung der Basisdaten der  
Bayerischen Vermessungsverwaltung"

Entwurfsverfasser:

02.06.2021



**GeoPlan**

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

*Tobias Kufner*  
Projektleiter: Tobias Kufner

Planinhalt:

Erweiterungsbau West, BA I, Klinik Mallersdorf,  
Krankenhausstraße 6  
Gmkg. Mallersdorf, Gemeinde Mallersdorf-Pfaffenberg  
**Lageplan**  
- mit Aufschlusspunkten -

Anlage:

2

Blatt-Nr:

Auftraggeber:

02.06.2021

Klinik Mallersdorf

Maßstab:

1:1000

Krankenhausstraße 6, 84066 Mallersdorf-Pfaffenberg

Pr.-Nr.:

B  
2103096

Projekt: KLINIK-MALLERSDORF\_Erweiterungsbau-West

Datei: 1\_LP-1000\_Aufschlusspunkte.PLT

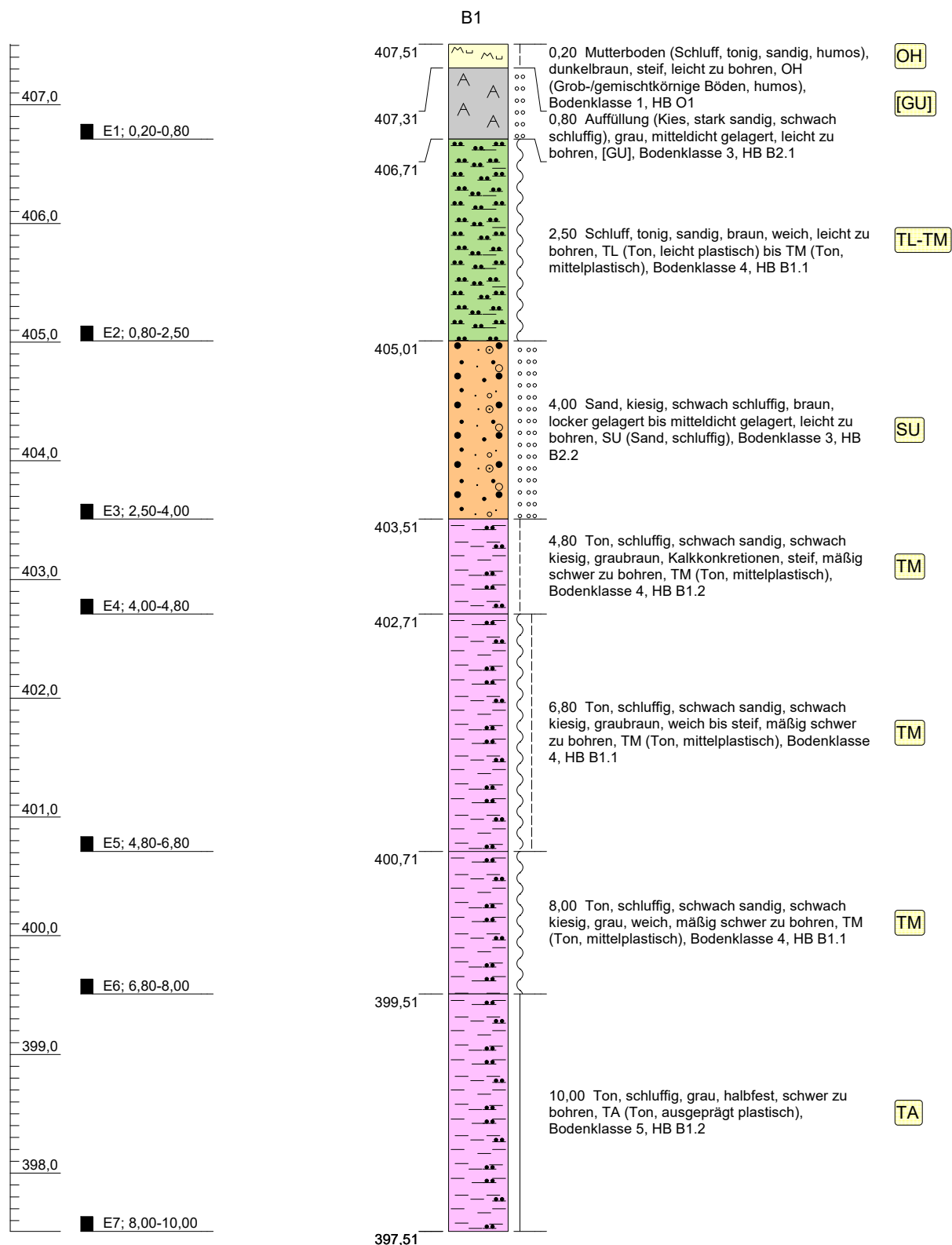
bearbeitet: Wagner 02.06.21

gezeichnet: Wagner / vw 02.06.21/02.06.21

geprüft: Ammering 02.06.21

## **Anlage 3**

m u. GOK (407,51 m ü. NN)



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Erweiterungsbau West, BA I, Klinik Mallersdorf

**Bohrung:** B1

Auftraggeber: Klinik Mallersdorf

Rechtswert: 4518128

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5404541

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 407,51 m ü. NN

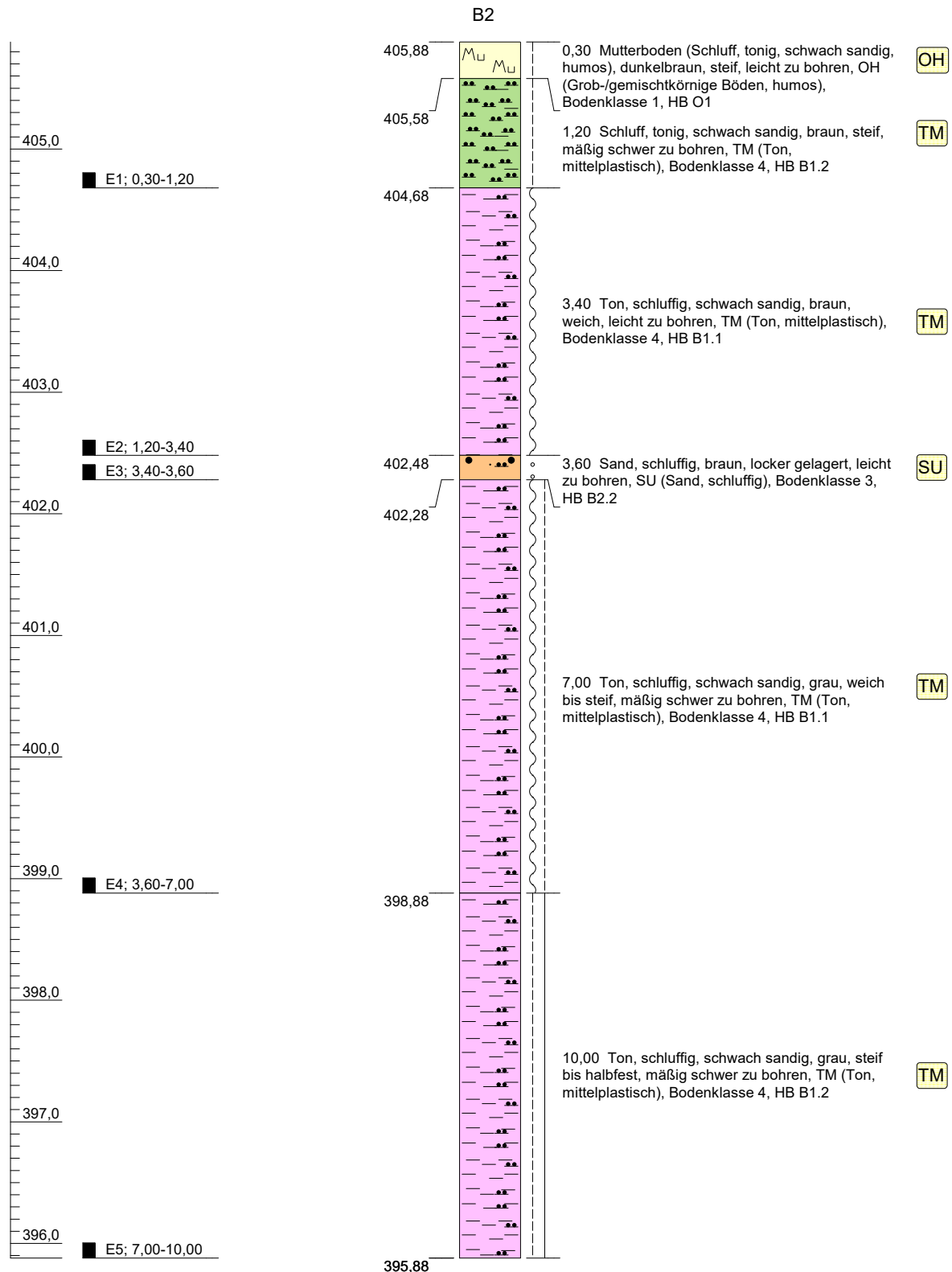
Datum: 26.05.2021

Endtiefe: 10,00 m




**GeoPlan**

m u. GOK (405,88 m ü. NN)



Höhenmaßstab: 1:50

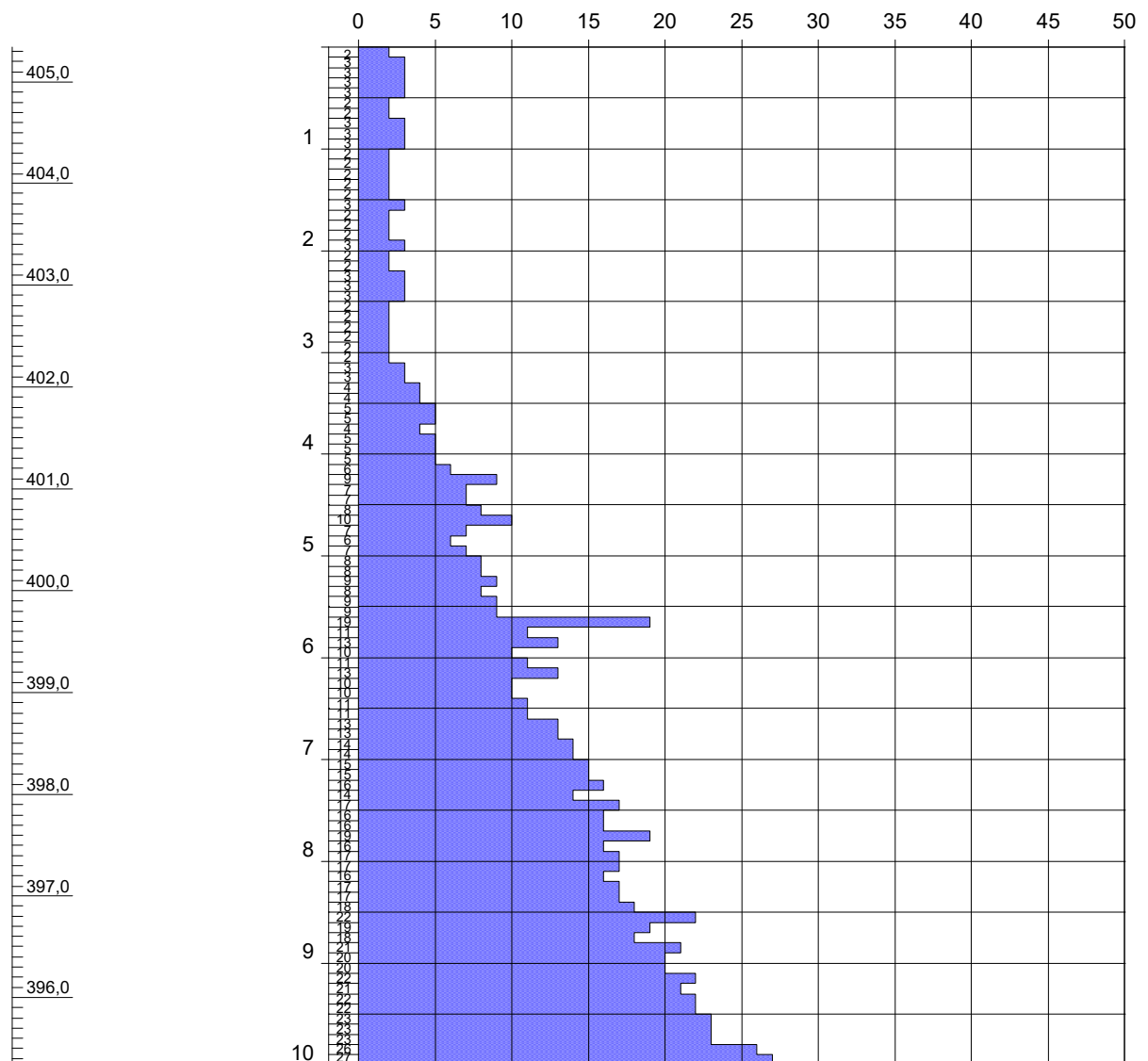
Blatt 1 von 1

<b>Projekt:</b> Erweiterungsbau West, BA I, Klinik Mallersdorf		 <b>GeoPlan</b>
<b>Bohrung:</b> B2		
Auftraggeber: Klinik Mallersdorf	Rechtswert: 4518159	
Bohrfirma: Geoplan GmbH	Hochwert: 5404529	
Bearbeiter: T. Kufner	Ansatzhöhe: 405,88 m ü. NN	
Datum: 26.05.2021	Endtiefe: 10,00 m	



m u. GOK (405,34 m ü. NN)

DPH1



Höhenmaßstab: 1:70

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Erweiterungsbau West, BA I, Klinik Mallersdorf

**Sondierung:** DPH1

Auftraggeber: Klinik Mallersdorf

Rechtswert: 4518161

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5404560

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 405,34 m ü. NN

Datum: 01.04.2021

Endtiefe: 10,30 m

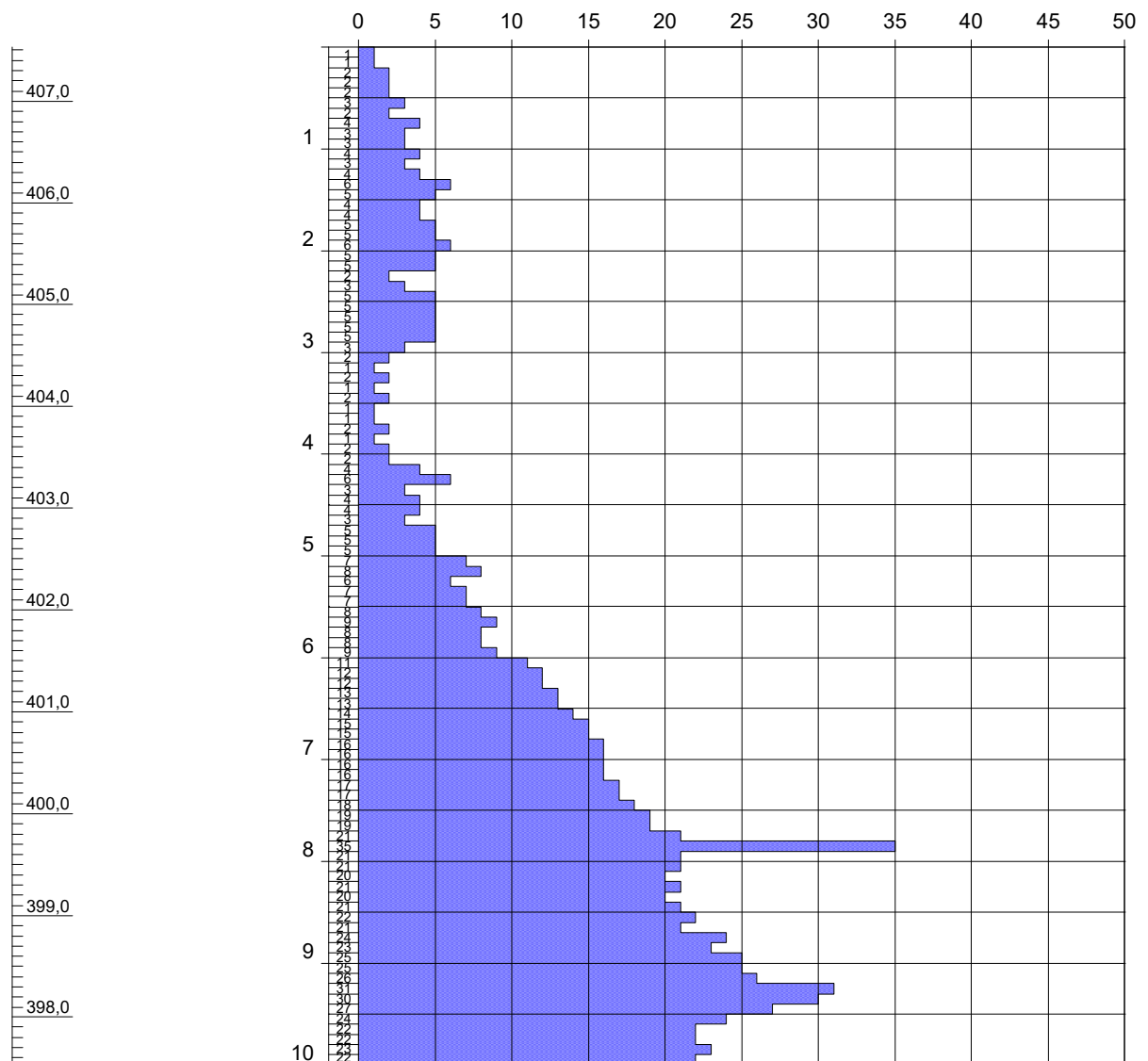


**GeoPlan**



m u. GOK (407,53 m ü. NN)

DPH2



Höhenmaßstab: 1:70

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Erweiterungsbau West, BA I, Klinik Mallersdorf

**Sondierung:** DPH2

Auftraggeber: Klinik Mallersdorf

Rechtswert: 4518110

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5404521

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 407,53 m ü. NN

Datum: 01.04.2021

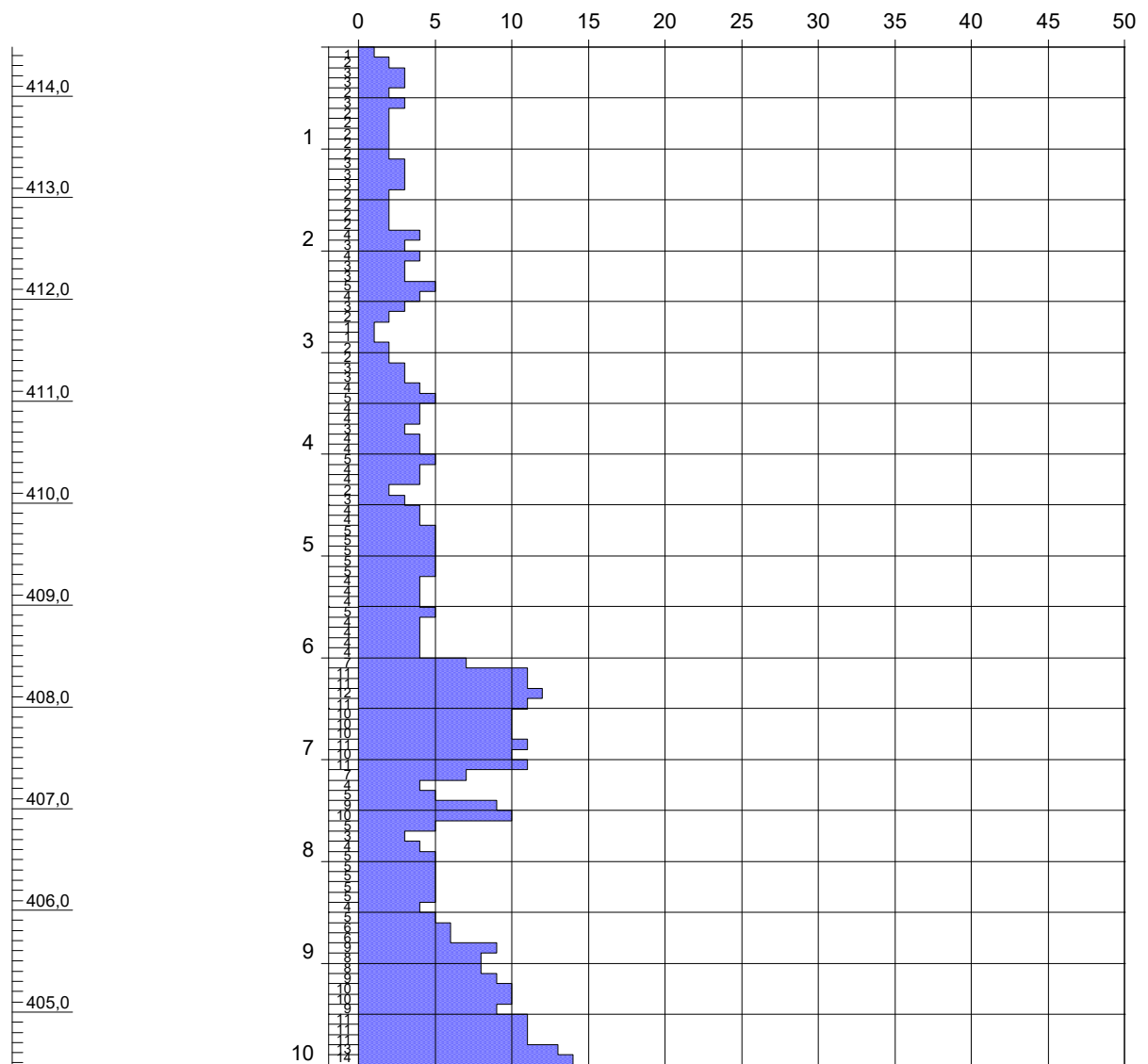
Endtiefe: 10,20 m



**GeoPlan**

m u. GOK (414,48 m ü. NN)

DPH3



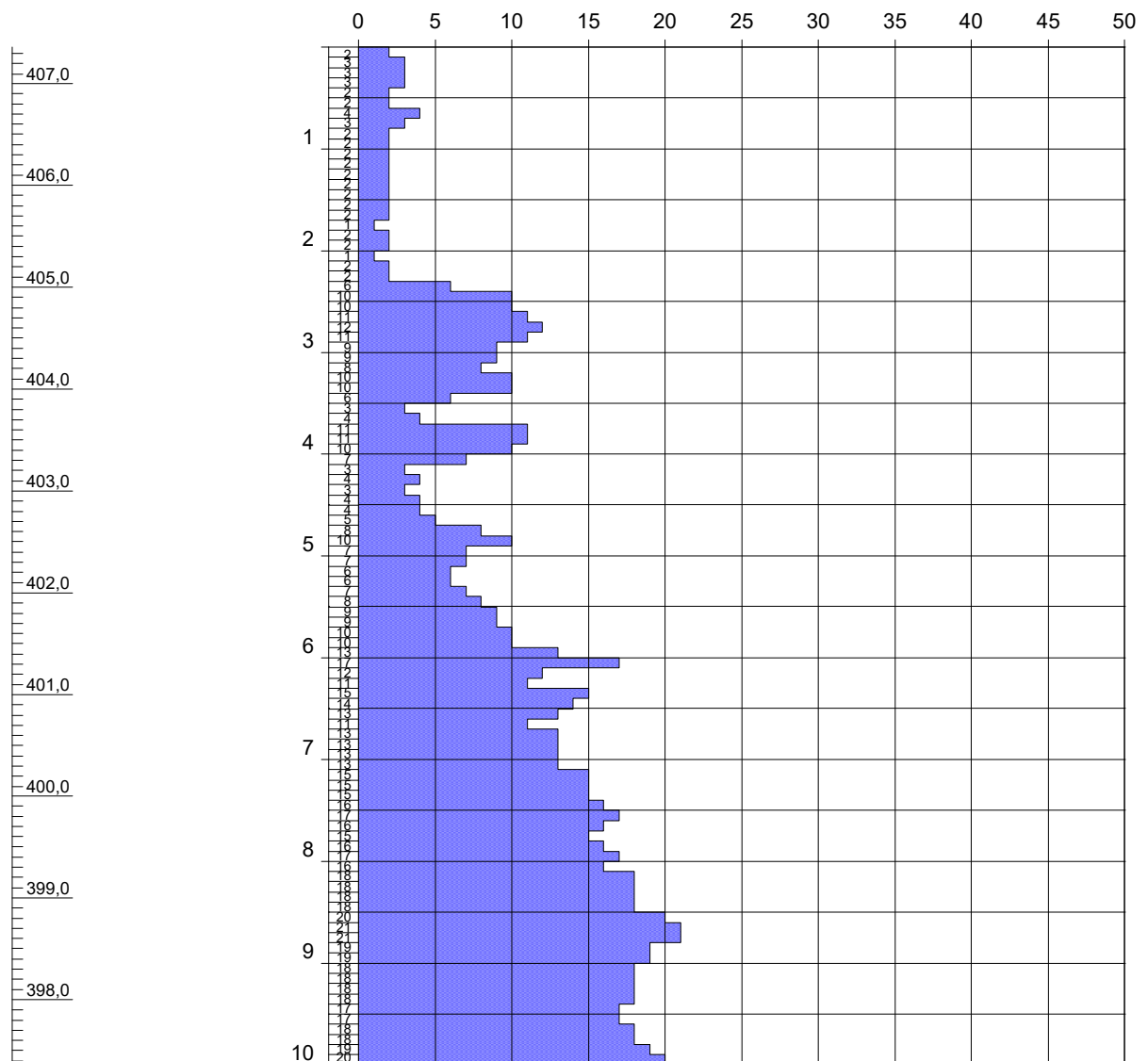
Höhenmaßstab: 1:70

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: Erweiterungsbau West, BA I, Klinik Mallersdorf</b>		 <b>GeoPlan</b>
<b>Sondierung: DPH3</b>		
Auftraggeber: Klinik Mallersdorf	Rechtswert: 4518130	
Bohrfirma: Geoplan GmbH	Hochwert: 5404566	
Bearbeiter: T. Kufner	Ansatzhöhe: 414,48 m ü. NN	
Datum: 01.04.2021	Endtiefe: 10,20 m	

m u. GOK (407,36 m ü. NN)

DPH4



Höhenmaßstab: 1:70

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Erweiterungsbau West, BA I, Klinik Mallersdorf

**Sondierung:** DPH4

Auftraggeber: Klinik Mallersdorf

Rechtswert: 4518129

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5404539

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 407,36 m ü. NN

Datum: 01.04.2021

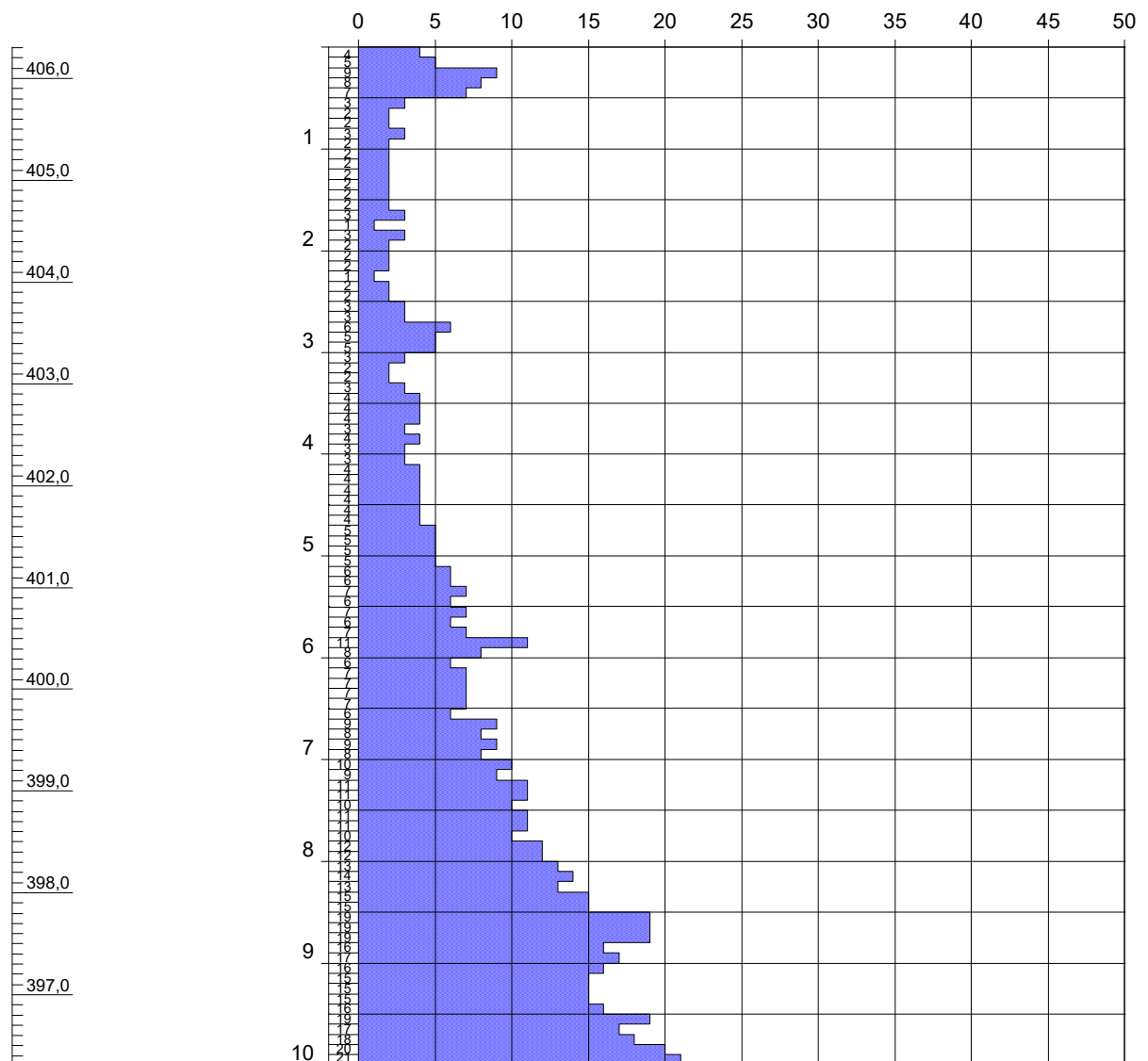
Endtiefe: 10,20 m



**GeoPlan**

m u. GOK (406,31 m ü. NN)

DPH5



Höhenmaßstab: 1:70

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Erweiterungsbau West, BA I, Klinik Mallersdorf

**Sondierung:** DPH5

Auftraggeber: Klinik Mallersdorf

Rechtswert: 4518152

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5404547

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 406,31 m ü. NN

Datum: 01.04.2021

Endtiefe: 10,20 m



**GeoPlan**



**Bohrung B 1:**











**Bohrung B 2:**







