

Geotechnischer Bericht

NEUBAU MFH FRIEDHOFSTRASSE 1 8610 USTER



PROJEKTNUMMER: 30321.01
ERSTELLDATUM: 10.9.2024
BAUHERRSCHAFT: Gjergi Lushaj, Friedhofstrasse 1, 8610 Uster
ARCHITEKT: Reichle Architekten AG, Neuwiesenstrasse 10a, 8610 Uster
INGENIEUR: Buchmann Partner AG, Weiherallee 11a, 8610 Uster

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	3
1.1.	Auftrag	3
1.2.	Grundlagen	4
1.3.	Projektbeschreibung	5
1.4.	Sondierprogramm	5
2.	Geologie	5
2.1.	Geologische Übersicht	5
2.2.	Angetroffene Baugrundverhältnisse	6
3.	Hydrogeologie	8
3.1.	Hydrogeologische Situation	8
3.2.	Angetroffene hydrogeologische Verhältnisse	9
4.	Projektierungshinweise	9
4.1.	Erdbebenbemessung	9
4.2.	Erdwärmennutzung	9
4.3.	Naturgefahren und Oberflächenabfluss	10
4.4.	Kataster der belasteten Standorte (KbS) und verschmutzter Aushub	10
4.5.	Bodenverschiebung	10
4.6.	Invasive Neophyten	10
5.	Bautechnische Kennwerte	11
5.1.	Bodenmechanische Kennwerte	11
5.2.	Durchlässigkeit / K-Wert	11
6.	Bautechnische Empfehlungen	12
6.1.	Baugrube und Aushub	12
6.2.	Umgang Aushubmaterial	12
6.3.	Baugrubenabschluss	13
6.4.	Wasserhaltung	14
6.5.	Foundation	14
6.6.	Bauen im Grundwassergebiet	14
6.7.	Dachwasserversickerung	15
6.8.	Isolation, Trockenhaltung UG, Hinterfüllungen, Auftrieb	16
6.9.	Baugrubenüberwachung	16
6.10.	Abschliessende Hinweise und Empfehlungen	16

Beilagen:

1	Situation	M 1:250
2	Schnitt 1-1	M 1:200
3	Baggerschachtprofil BS1 (mit Fotodokumentation)	M 1:30
4-5	Rammprofile RS1 und RS2	M 1:100

1. Einleitung

1.1. Auftrag

Die über 160-jährige Liegenschaft an der Friedhofstrasse 1 in Uster soll rückgebaut und durch ein neues, insgesamt 6-stöckiges MFH ersetzt werden.

Zwecks Übersicht sind in der Tabelle 1 standortspezifische Informationen zusammengestellt.

Herr Marco Brizzi, Reichle Architekten AG, 8610 Uster hat die Schläpfer & Partner AG (S&P) am 12.8.2024 im Namen der Bauherrschaft beauftragt, eine Baugrunduntersuchung gemäss Offertvorschlag durchzuführen.

Als Grundlage des Auftrages gilt das Angebot von S&P vom 12.4.2023.

Im vorliegenden Bericht sind die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung ausgewertet. Anhand der Sondierresultate wird der Baugrund beschrieben, es werden Bodenkennwerte abgeschätzt sowie bautechnische Empfehlungen (zum Aushub, zur Baugrube, zu den Baugrubenabschlüssen, zur Wasserhaltung, zur Foundation, zum Umgang mit dem Dachwasser etc.) abgegeben.

Tabelle 1: Informationen zum Projektstandort

Kanton:	Zürich
PLZ Ort:	8610 Uster
Adresse:	Friedhofstrasse 1
Parzelle Kat.-Nr.:	B7496
mittlere Koordinaten Bauperimeter (LV95):	2'696'533 / 1'244'450
mittlere Meereshöhe:	~460.5 m ü.M. im NE und ~459.3 m ü.M. im SW
Terrain und Exposition:	sanft geneigter SW-Hang
kartierte Einheit im Geologischen Atlas:	spät- bis postglazialer Aabach-Schotter (evtl. unterlagert von frühletzteiszeitlichen Seeablagerungen oder von Moräne) Östlich der Projektparzelle lagert glazialer Schutt in Form von Drumlins. Die Mulden dazwischen sind mit Hanglehm verfüllt.
Felsoberfläche:	ca. 420 m ü.M. (Lockergesteinsbedeckung: ~40 m)
Kiesrohstoffkarte	kein nennenswertes Kiesvorkommen verzeichnet
Grundwasserkarte:	Aathalgrundwasserstrom g8
Grundwassermächtigkeit:	gering (meist weniger als 2 m) oder geringe Durchlässigkeit
Grundwasserspiegel:	MW ca. 456.5 m ü.M. HW ca. 0.5 bis 1.5 m höher
Grundwasserfliessrichtung:	~SSW
Gewässerschutzkarte:	A _u
Wärmenutzungsatlas:	Zone D (Schotter-Grundwasservorkommen, ungeeignet für Trinkwassergewinnung). Erdwärmesonden sind unter Beachtung spezieller Auflagen und bei einer Bohrtiefeneinschränkung von maximal 400 m grundsätzlich zulässig.
Kataster der belasteten Standorte (KbS):	keine KbS-Einträge
Neophytenverbreitung:	Der GIS-Browser listet keine Beobachtungen auf. vor Ort beobachtet: Kirschlorbeer und Götterbaumkeimlinge
Prüfperimeter für Bodenverschiebungen:	Belastungshinweise: 'Altbaugebiet', 'Ausgewählte Bauzone' und entlang der Talackerstrasse 'Strasse'
Erdbebenzone:	Z1a
Naturgefahrenkarte:	keine Gefährdungshinweise
Oberflächenabfluss:	Auf den versiegelten Strassen rundum ist Oberflächenabfluss mit Fliesstiefen ≥ 0.25 m möglich. Innerhalb der Parzelle ist die Gefährdung gemäss Karte nicht vorhanden.

Archäologische Zone:	nein
Baujahr Bestand:	1860
Radonbelastung BAG:	Wahrscheinlichkeit einer Überschreitung des Rn-Grenzwertes von 300 Bq/m ³ ist ~7 % (Vertrauensindex: mittel)

1.2. Grundlagen

Folgende Vorprojektpläne (Stand 14.12.2021) der Reichle Architekten AG, 8610 Uster standen für die Ausarbeitung des Baugrundgutachtens zur Verfügung:

- Grundrisse: Dachgeschoss M 1:100
- 2.OG M 1:100
- 1.OG M 1:100
- EG (Hochparterre) M 1:100
- Sockelgeschoss (Einstellhalle, Velokeller) M 1:100
- UG (Keller, Schutzräume, Technik) M 1:100
- Querschnitt (~NE-SW) M 1:100
- Ansicht Nordfassade (aus NE) M 1:100

Zur Orientierung und für Detailinformationen wurden folgende Kartenwerke/Sachliteratur konsultiert:

- Geologischer Atlas der Schweiz (M 1:25'000), Kartenblattname Uster (LK 1092), Kartenblattnummer 128, Ausgabejahr 2008
- Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete (M 1:50'000), René Hantke und Mitarbeiter, 1967
- Online-Kartenwerk im GIS-Browser des Kantons Zürich (z.B. Amtliche Vermessung, Grundwasserkarte, Gewässerschutzkarte, Kiesrohstoffkarte, Wärmenutzungsatlas, KbS, PBV, Naturgefahrenkarte etc.)

Richtlinien und Wegleitungen:

- AWEL (2019), Merkblatt «Bauvorhaben in Grundwasserleitern und Grundwasserschutzzonen», Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Zürich.
- BUWAL (2004), Wegleitung Grundwasserschutz. Vollzug Umwelt (141 S), Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- BAFU (2021), Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung. Verwertungseignung von Boden. Ein Modul der Vollzugshilfe Bodenschutz beim Bauen, Umwelt-Vollzug (Nr. 2112:34S), Bundesamt für Umwelt, Bern.
- BauAV (2021), Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten, Bauarbeiterverordnung (AS 2021 384).
- AWEL (2022), Regenbewirtschaftung - Richtlinie + Praxishilfe zum Umgang mit Regenwasser, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Zürich.
- VSA (2019), Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter», Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, Glattbrugg.

Massgebende Normen:

- SN 670 004-1b (2005), Geotechnische Erkundung und Untersuchung, Benennung und Beschreibung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung
- SIA 261 (2020), Einwirkung auf Tragwerke
- SIA 431 (2022), Entwässerung von Baustellen
- SIA 267 (2013), Geotechnik (Geotechnischer Bericht)

1.3. Projektbeschreibung

Die Bauherrschaft beabsichtigt, das in der Gabelung der Talacker- und der Friedhofstrasse befindliche Wohnhaus rückzubauen und durch ein neues 6-stöckiges MFH zu ersetzen.

Der Hochbau verfügt über einen 5-eckigen Grundriss (ca. 20 × 18 m). Im sog. Sockelgeschoss wird eine Einstellhalle untergebracht, die Zufahrt erfolgt über den Vogteiweg. Das UG ist im Grundriss etwas kleiner, so dass gewisse Hochbaubereiche nicht vom UG unterkellert sind. Ob es bei der Teilunterkellerung bleibt, ist noch nicht gesichert.

Die für das UG anzulegende Baugrube wird bei einer Aushubkote von ca. 456.1 m ü.M. ca. 3.5 bis knapp 4.5 m tief.

1.4. Sondierprogramm

Der Untergrund auf dem Projektareal wurde am 26.8.2024 mit einem Baggersondierschacht (BS) und zwei Rammsondierungen (RS) untersucht. Zur Abklärung der Schluckfähigkeit des Untergrunds haben wir im BS einen Sickerversuch durchgeführt.

Die einzelnen Sondierstandorte sind in Beilage 1 ersichtlich.

Die mit der superschweren Sonde (DPSH-A) durchgeführten RS sind indirekte Baugrunderkundungsverfahren, bei welchen ein normierter Stahlkonus (Spitzenquerschnitt $F = 16 \text{ cm}^2$) mit einem Fallgewicht von 63.5 kg und einer Hubhöhe von 50 cm in den Boden gerammt wird. Anhand der Schlagzahl für jeweils 20 cm Eindringung wird der Rammwiderstand gemessen. Bei Lockergesteinen lassen sich daraus Rückschlüsse auf die Lagerungsdichte und auf die Tragfähigkeit des Untergrundes ziehen.

Ein BS als Kleinstbaugrube gibt Auskunft über den Baugrundaufbau und das zu erwartende Aushubmaterial. Ausserdem können Wasseranfall und Böschungsstandfestigkeit beobachtet/beurteilt sowie Sickerversuche durchgeführt werden.

Die projektbezogen durchgeführten Sondagen dienen der Klärung folgender Punkte:

- Kenntnisse über die Aushubzusammensetzung (Materialklassifikation) und den Baugrundaufbau
- Ortung von allfälligem Schichtwasser oder Grundwasser
- Bestimmung der Lagerungsdichte, der Tragfähigkeit und der Mächtigkeit der Lockergesteinsschichten
- Beurteilung der Baugrundverhältnisse mit bautechnischen Empfehlungen zur Baugrube, zum Aushub, zu den Baugrubenabschlüssen, zur Wasserhaltung und zur Fundation
- Bestimmung der Schluckfähigkeit des Untergrunds und Stellungnahme zu den Versickerungsmöglichkeiten von unverschmutztem Abwasser
- Aussage zu möglicherweise verschmutztem Aushubmaterial
- Bestimmung der seismischen Baugrundklasse

2. Geologie

2.1. Geologische Übersicht

Während der letzten Eiszeit zweigte eine Lappen des Linth-Rheingletschers vom Hauptstrom in der Zürichseetalung ab und drang ins Zürcher Oberland vor. Dabei hat er die Gegend bis auf die Felsoberfläche hinab ausgeräumt und entlang seiner Hauptstossrichtung, die vom Autobahnkreisel bei Hinwil über Uster, Volketswil, Wangen, Brüttisellen, Kloten, Bülach hinaus bis zum Rhein bei Eglisau verläuft, eine Gletschertal ausgehobelt. Das Untersuchungsgebiet befindet sich randlich über dieser glazial geschürften Felsrinne. Im Lauf der Eiszeit wurde dieses Gletschertal wieder bis zur Unkenntlichkeit mit verschiedenen Lockergesteinsablagerungen verfüllt. So z.B. mit früheiszeitlichen Seeablagerungen, mit Vorstossschottern, mit glazialen Schutt und abschliessend mit Rückzugsschottern.

Der Geologische Atlas kartiert im Bereich der Projektparzelle frühletzteiszeitliche Seeablagerungen im sog. Becken von Uster. Materialtechnisch handelt es sich dabei um sandig-siltige bisweilen tonige Seesedimente. Diese

kaltzeitlichen Seeablagerungen wurden vielerorts von erneut vorstossenden Gletschermassen überfahren, wodurch sie eine Überkonsolidation erfahren haben. Oberflächlich können die sandigen Seeablagerungen gemäss den Kartenwerken von einem eher geringmächtigen Aabach-Schotter-Teppich überlagert sein. Westlich der Projektparzelle wurde Moränenmaterial abgelagert. Gemäss dem Felsoberflächenmodell ist der Molassefels bei ca. 422 m ü.M. zu erwarten, also erst in einer Tiefe von knapp 40 m.

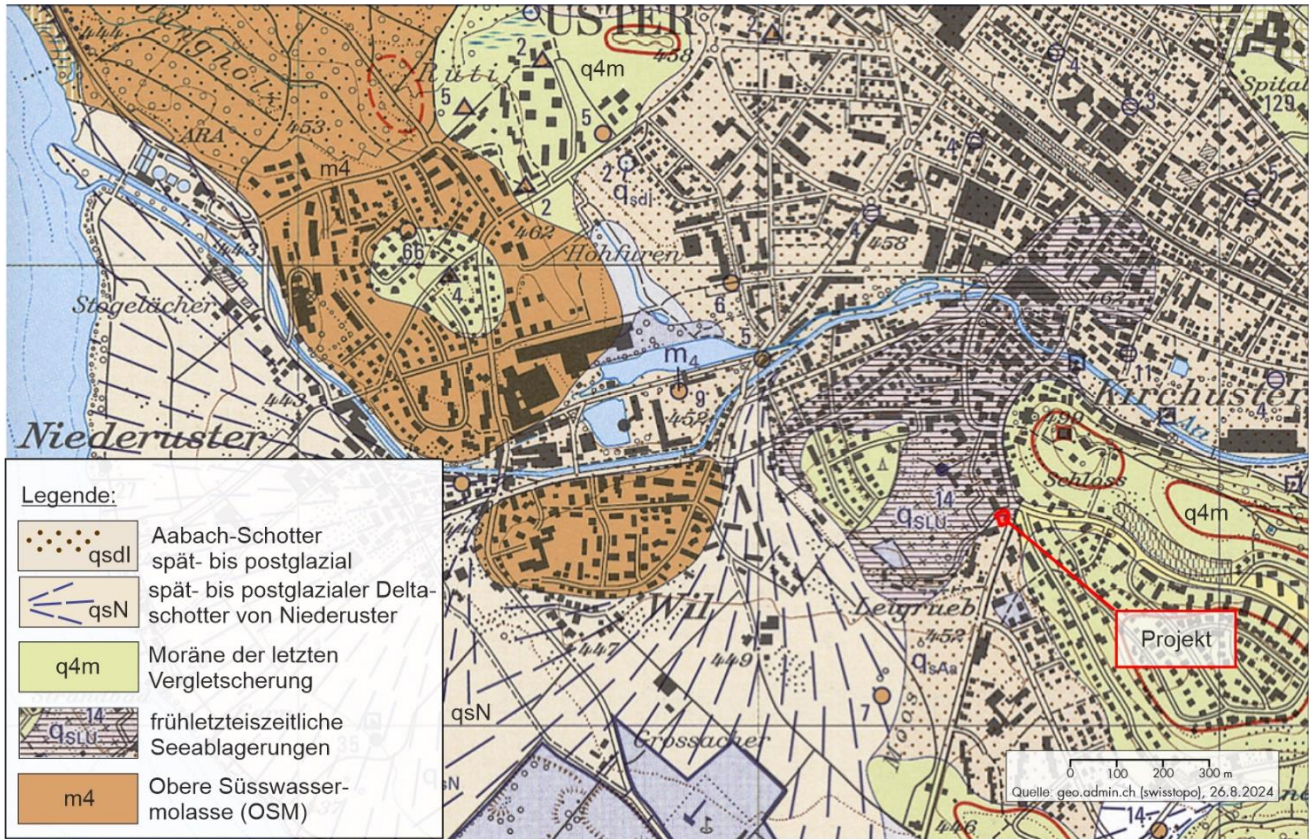


Abbildung 1: Auszug aus dem Geologischen Atlas der Schweiz, Kartenblatt Uster (LK 1092), Quelle: swisstopo, 26.8.2024

2.2. Angetroffene Baugrundverhältnisse

Gemäss den durchgeführten Sondagen – insbesondere anhand der Baggerschachtaufnahme – lässt sich der Baugrundaufbau wie folgt beschreiben:

- A) humose Deckschichten und künstliche Anschüttungen
- B) Oberflächenschichten und Hang-/Schwemmablagerungen
- C) Aabach-Schotter

A) humose Deckschichten und künstliche Anschüttungen

Es gibt zwar den Bestand und plattenverlegte Wege oder Vorplätze, ein Grossteil der von Aushub betroffenen Fläche ist aber unversiegelt und begrünt.

Beim Baggersondierschacht BS1 kam ein ca. 0.2 m mächtiger, dunkelbrauner Oberboden und von ca. 0.2 bis 0.6 m unter OKT ein brauner Unterboden zum Vorschein. Die humosen Deckschichten bestehen aus siltigem Sand mit organischen Beimengungen und wenig Kies. Sie sind sehr locker gelagert, frostgefährdet, setzungsanfällig und zur Aufnahme von Lasten nicht geeignet.

Ab ca. 0.6 m unter OKT haben wir siltigen Sand mit reichlich bis viel Kies und vereinzelt Steinen vorgefunden. Einerseits waren in diesem braunen Material ganz vereinzelt (<1 Gew.-%) Fremdanteile wie Backstein- und Porzellanbruchstücke vorhanden andererseits sind wir in ca. 1.0 m Tiefe unter OKT auf ein Gusseisenrohr (Ø

ca. 8 cm) gestossen. Per Zufall verlief das Rohr parallel zur Sohle von BS1, sodass es keinen Schaden davontrug. Die Leitung war nicht im Werkleitungskataster eingetragen, womöglich handelt es sich um eine private Wasserleitung. Ob sie noch intakt ist, liess sich zwar nicht feststellen, doch war klar, dass es sich beim Schichtmaterial zwischen 0.6 und 1.1 m unter OKT um eine künstlich angeschüttete Grabenfüllung handelt. Allfällig künstliche Anschüttungen mögen kiesiger sein, wir stufen sie jedoch auch als locker gelagert und schlecht tragfähig ein.

Material:	humose Deckschichten: siltiger Sand mit org. Beimengungen und wenig Kies künstliche Anschüttungen: siltiger Sand mit reichlich bis viel Kies (vereinzelt Steinen und ganz vereinzelt Bauschutt)
Mächtigkeit:	humose Deckschichten: ca. 0.6 m künstliche Anschüttungen: ca. 0.5 m
Wasserdurchlässigkeit:	mässig bzw. klein bis mittel
Lagerungsdichte:	locker gelagert

B) Oberflächenschichten und Hang-/Schwemmablagerungen

Unter den humosen Deckschichten bzw. unter lokal vorhandenen künstlichen Anschüttungen förderte die Baggerschaufel stark siltigen Sand mit wenig Kies. Im braunen Schichtmaterial ist angehende Bodenbildung erkennbar, wahrscheinlich handelt es sich um alten Unterboden, von daher taxieren wir die tendenziell feinkörnigen Lockergesteine bis ca. 1.9 m unter OKT als Oberflächenschichten. Sie sind locker gelagert, schlecht tragfähig und setzungsanfällig.

Von ca. 1.9 bis 3.4 m unter OKT wird das Schichtmaterial einerseits leicht tonig, andererseits enthält es auch reichlich Kies und Steine. Auffällig im grundsätzlich hellbraunen Material sind dunkelbraun bis schwarz verfärbte Zonen und weissliche Kalkausfällungen, die Kies und Steine umhüllen aber auch vorhandene Hohlräume ausgefüllt haben. Das Schichtmaterial ist schwach verkittet, klebrig und erdfeucht bis feucht. Wir identifizieren es als Hang- /Schwemmablagerungen, wie sie vom Geologischen Atlas zwischen den als Drumlins kartierten Seitenmoränenwällen im E festgehalten sind. Die Hang- /Schwemmablagerungen sind locker bis mitteldicht gelagert und lediglich mässig tragfähig.

Material:	Oberflächenschichten: stark siltiger Sand mit wenig Kies Hang-/Schwemmabl.: siltiger (leicht toniger) Sand mit reichlich Kies und Steinen
Mächtigkeit:	Oberflächenschichten: ca. 0.8 Hang-/Schwemmabl.: ca. 1.5 m
Wasserdurchlässigkeit:	schwach bis sehr schwach bzw. klein bis sehr klein
Lagerungsdichte:	Oberflächenschichten: locker gelagert Hang-/Schwemmabl.: locker bis mitteldicht gelagert

C) Aabach-Schotter

In einer Tiefe von ca. 3.4 m unter OKT wechselt das Schichtmaterial relativ abrupt und besteht ab da bis zur Endsondierentiefe von ca. 5.1 m unter OKT aus siltarmem bis annähernd sauberem Sand mit reichlich bis viel Kies (gerundet) und vereinzelt Steinen. Obwohl erdfeucht bis feucht und z.T. fast lose, war der graue Kiessand einigermassen standfest. Auch während dem Sickersversuch, den wir auf einer Zwischentiefe von 4.0 m unter OKT durchgeführt haben, kam es nicht zu nennenswerten Schachtwandinbrüchen.

Ganz zuunterst, ab ca. 4.8 m, bestehen die angetroffenen, fluvialen Sedimente aus siltigem Sand und enthalten nur noch Feinkies. Womöglich folgt bald darunter die Schichtunterseite.

Wir identifizieren die vorgefundenen Flussablagerungen als spät- bis postglaziale Aabach-Schotter, es könnte sich aber auch um die sog. Deltaschotter von Niederuster handeln, die hier einst in einen glazialen See geschützt wurden. Die RS haben die Schotter unter vergleichsweise geringem Rammwiderstand durchfahren. Vor allem ab einer Tiefe von ca. 4.5 m unter OKT, also nur wenig unter der projektierten Aushubsohle wurden niedrige Schlagzahlen (N_{20} zwischen 4 und 8) verzeichnet, was mit grosser Wahrscheinlichkeit dem Vorhandensein von Grundwasser zuzuschreiben ist. Die Aabach-Schotter sind feucht (waren ab ca. 455.2 m ü.M. nass bzw. wasergesättigt), mitteldicht gelagert und mässig tragfähig.

Material:	siltarmer bis annähernd sauberer Sand mit reichlich bis viel Kies
Mächtigkeit:	mindestens 1.7 m (→Schichtunterkante nicht erreicht)
Wasserdurchlässigkeit:	mässig durchlässig bis durchlässig
Lagerungsdichte:	mitteldicht gelagert

3. Hydrogeologie

3.1. Hydrogeologische Situation

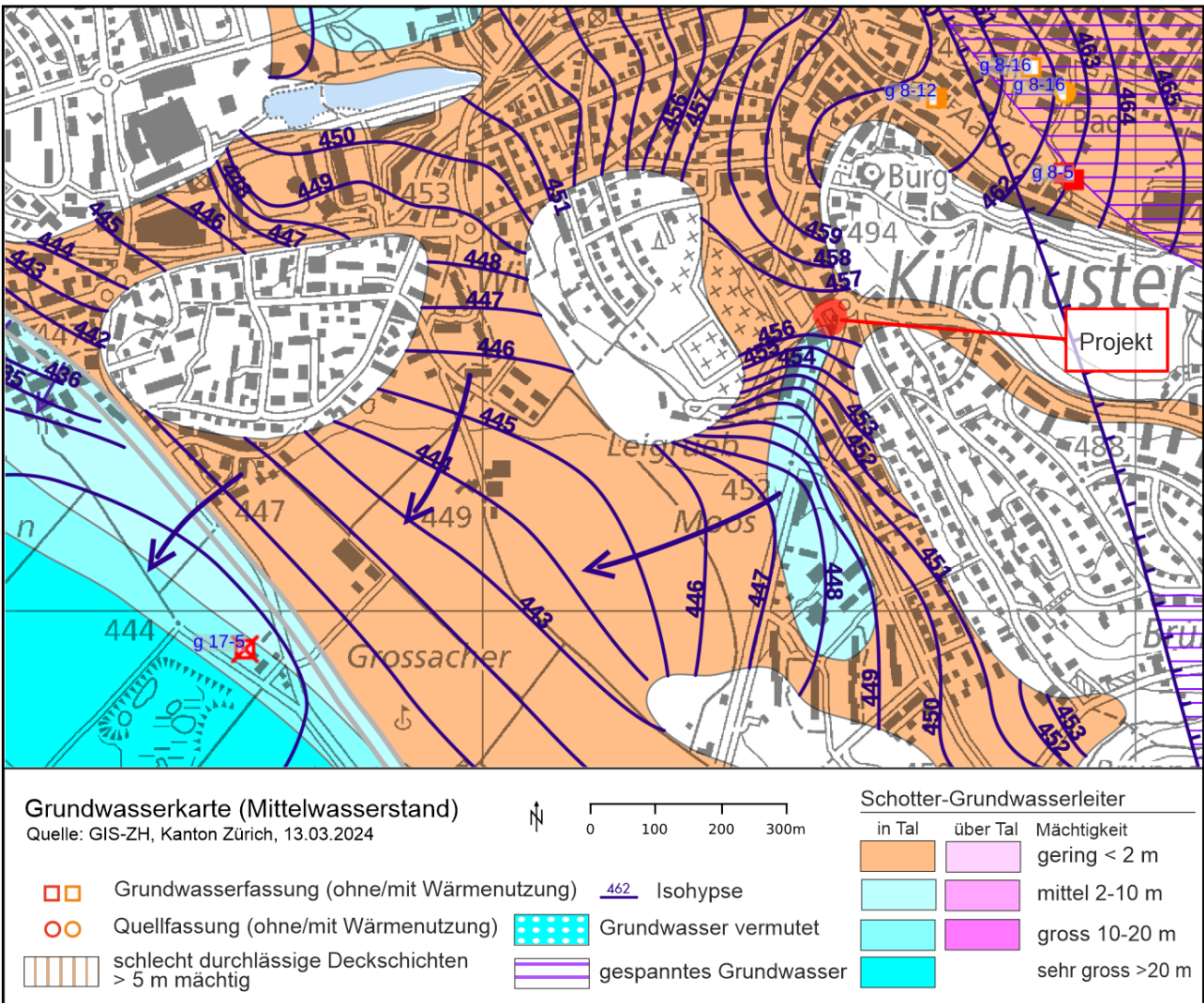


Abbildung 2: Auszug aus der Grundwasserkarte (Mittelwasserstand), Quelle: GIS-Browser ZH, 22.4.2024

Gemäss der Grundwasserkarte (siehe Abb. 2) zirkuliert im Untergrund der Projektparzelle der Aathalgrundwasserstrom (g8) Richtung SSW. Dabei bilden die Aabach-Schotter den Aquifer. Das Grundwasservorkommen wird als Schotter-Grundwasserleiter in Tälern ausgeschieden und es wird ihm eine geringe (meist <2 m) Mächtigkeit oder dem Aquifer eine geringe Durchlässigkeit zugewiesen. Der mittlere Grundwasserspiegel wird bei ca. 456.5 m ü.M. angegeben, das bedeutet in rund 3.5 m Tiefe unter OKT. Hochwasserisohypsen werden nicht angegeben, doch hält die Karte fest, dass der Grundwasserspiegel bei Hochwasserstand (HW) ca. 0.5 bis 1.5 m höher liegen kann.

Zum Schutz des Grundwassers teilt die Gewässerschutzkarte die Projektparzelle dem Gewässerschutzbereich A_u zu.

3.2. Angetroffene hydrogeologische Verhältnisse

Die Aabach-Schotter waren zwar erdfeucht bis feucht, den Grundwasserspiegel haben wir jedoch erst in einer Tiefe von ca. 4.8 m unter OKT respektive auf der Kote von ca. 455.2 m ü.M. geortet, was über einen Meter unter dem in der Grundwasserkarte verzeichneten mittleren Grundwasserspiegel ist.

Das Sondierloch von RS1 ist nach dem Gestängerückzug in einer Tiefe von ca. 2.3 m eingestürzt und war bis dahin trocken. Im Rammloch von RS2 hat das Lichtlot Wasser in einer Tiefe von 4.3 m unter OKT gemessen, unmittelbar darunter hat sich das Rammloch infolge der Anwesenheit des Grundwassers ebenfalls verschlossen. Der bei RS2 festgestellte Grundwasserspiegel lag ebenfalls auf ca. 455.2 m ü.M. und passt gut zu den Beobachtungen im BS1.

Die Sondierungen haben gezeigt, dass der Untergrund über dem mittleren Grundwasserspiegel zumindest vorübergehend über eine gewisse Standfestigkeit verfügt. Gemäss dem BS1 entspricht der in der Karte festgehaltene MW in etwa OK Schotter. Ferner folgern wir aus den Sondierungen, dass unter der Endsondierentiefe von BS1 (5.1 m) bald ein Schichtwechsel folgt, wo darunter weniger durchlässigere (siltig-tonigere) Lockergesteinsschichten lagern.

4. Projektierungshinweise

4.1. Erdbebenbemessung

Gemäss der SIA-Norm 261 («Einwirkungen auf Tragwerke»), Anhang F liegt die Bauparzelle innerhalb der Erdbebenzone Z1a. Zur Bemessung auf Erdbeben ist der Untergrund der Baugrundklasse D zuzuordnen (weiche bis mitteldichte, mittel- bis grobkörnige, kohäsionslose Sedimente, >20 m bis auf Fels, N_{SPT} < 15).

4.2. Erdwärmenutzung

Der Wärmenutzungsatlas teilt das Baugebiet der Zone D zu. In der Zone D wird das Schotter-Grundwasservorkommen als für die Trinkwassergewinnung ungeeignet beurteilt. Das Erstellen von Erdwärmesonden ist unter Beachtung spezieller Auflagen den Grundwasserschutz betreffend grundsätzlich zulässig. Auch andere Wärmegewinnungsarten (z.B. thermoaktive Elemente, Erdregister, Energiekörbe) sind grundsätzlich zulässig, da die Unterkante solcher Anlagen jedoch 2 m über dem höchsten Grundwasserspiegel (HHW) liegen müssen, gibt es da wohl zu starke Limitierungen. Von Seiten Wärmenutzungsatlas ist auch eine Grundwasserwärmenutzung grundsätzlich zulässig. Nebst der Forderung nach einer gewissen Anlagegrösse mit einer minimalen Kälteleistung von 50 kW, scheitert dieses Vorhaben wohl aber auch an der mangelnden Ergiebigkeit des Grundwassers. Die effektive Grundwasserergiebigkeit kann mit Pumpversuchen in einem ausgebauten Bohrloch untersucht werden. Sollte die Bauherrschaft entgegen unserer Einschätzung Interesse an einer Nutzung von Grundwasser zur Kälte-/Wärmegewinnung bekunden, empfehlen wir, frühzeitig mit dem AWEL in Kontakt zu treten.

4.3. Naturgefahren und Oberflächenabfluss

Die Naturgefahrenkarte benennt hier keine Gefährdungshinweise.

Die Oberflächenabflusskarte verzeichnet auf sämtlichen versiegelten Flächen (beim Kreisel, auf der Talacker- und der Friedhofstrasse sowie auf dem Vogteiweg) rund um die Projektparzelle möglichen Oberflächenabfluss. Vielerorts können dabei Fliesshöhen ≥ 0.25 m erreicht werden.

Offenbar befindet sich das Gelände innerhalb der Projektparzelle leicht über dem jeweils angrenzenden Strassenniveau, so dass die Oberflächenabflusskarte keine oder höchstens randlich eine geringe Gefährdung durch Oberflächenabfluss sieht.

Die Oberflächenabflusskarte ist eine Hinweiskarte, welche ein ca. 100-jährliches Ereignis (wahrscheinlich bei völlig überlastetem Kanalisationssystem) zeigt. Trotzdem lohnt es sich, diese Karte bei der Planung des Neubaus und der Umgebung zu berücksichtigen und darauf zu achten, dass das Projekt zu keiner Konzentrierung oder Umleitung von allfälligem Oberflächenabfluss führt. In der Regel kann der Gefahr mit gezielten Massnahmen wie Terrainanpassungen, wasserdichten Bauteile, höher gezogenen Lichtschächte oder Einfahrtsrampen gebührend begegnet werden.

4.4. Kataster der belasteten Standorte (KbS) und verschmutzter Aushub

Die Parzelle ist nicht im KbS verzeichnet.

Die Baggerschachtsondierung wurde über einer Leitung, die nicht im Werkleitungskataster eingetragen ist, durchgeführt. Entsprechend haben wir teilweise die Grabenfüllung ausgehoben. Die künstliche Anschüttung über dem erdverlegten Gusseisenrohr (Wasser, Gas, ?) bestand aus siltigem Kiessand und enthielt vereinzelt (<1 Gew.-%) Fremdanteile (Backstein- und Porzellanbruchstücke). Falls der Anteil an Fremdanteilen in künstlichen Anschüttungen <1 Gew.-% ist, kann der mineralische Aushub als unverschmutzt deklariert und verwertet werden.

Sollte im Zuge der Aushubarbeiten Material mit $>1\%$ Fremdanteil zum Vorschein kommen (z.B. Bauschutt durchgesetzte Bestandeshinterfüllungen oder Platzkofferungen), muss es entsprechend seinem Verschmutzungsgrad klassiert und gesetzeskonform weiterverwendet oder entsorgt werden (gemäss VVEA).

Unter Umständen lohnt es sich, bereits in der Ausschreibung eine entsprechende Position einzubauen.

4.5. Bodenverschiebung

Die Projektparzelle ist im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (PBV) mit den Belastungshinweisen 'ausgewählte Bauzone', 'Altbaugebiet' und 'Strasse' versehen. Aufgrund der langen Siedlungsgeschichte mit Emissionen aus Industrie/Gewerbe/Bauwesen und Verkehr sowie wegen der allfälligen Verwendungen von Abfalldüngern vermutet die kantonale Fachstelle Bodenschutz (FaBo) Bodenbelastungen durch die Schadstoffe Cd, Cu, Hg, Pb, Zn und PAK. Als Boden wird der Ober- und Unterboden bis in ca. 0.5 bis 1.0 m Tiefe bezeichnet.

Werden aus PBV-Arealen mehr als $50 \text{ m}^3[\text{fest}]$ Bodenmaterial abgeführt (was hier der Fall sein wird), verlangt die FaBo eine Abklärung der Bodenbelastung, das Einreichen eines Meldeblatts und eine Begleitung der Bodenverschiebung durch eine Fachperson.

Im Anschluss an die Baugrunduntersuchung hat S&P eine Bodenbeprobung durchgeführt und die Feststoffproben dem Labor übergeben. Gemäss den Analyseresultaten ist der Boden über seine gesamte Mächtigkeit von ca. 0.6 m schwach belastet (Kat.II). Die Laborergebnisse und weiterführende Informationen zum Umgang mit dem Kat.II-Boden sind in einem separaten Bericht vor Bodenverschiebung (S&P 30321.03) abgefasst.

4.6. Invasive Neophyten

Gemäss der Hinweiskarte Neophytenverbreitung im GIS-Browser des Kantons Zürich sind keine diesbezüglichen Beobachtungen verzeichnet. Die besagte Karte hegt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Während der Baugrundsondierung ist uns das Vorkommen von Kirschlorbeer aufgefallen, der am Vogteiweg heckenartig wächst. Ferner haben wir nördlich des Eingangs zur bestehenden Liegenschaft diverse Götterbaumkeimlinge gesehen. Die beiden erwähnten Pflanzen gehören zwar nicht zu den verbotenen gebietsfremden invasiven Neophyten, werden aber auf der Schwarzen Liste (Vorkommen besagter Pflanzen muss verhindert werden, AWEL)

geführt. Ausserdem gilt Boden mit Götterbaumbewuchs gemäss Vollzugshilfe BAFU 2021 als biologisch belastet.

Zweckmässigerweise werden alle oberirdischen Pflanzenteile in der Kehrlichtverbrennungsanlage entsorgt. Wurzeln und Baumstrünke sollten so weit als möglich triagiert und ebenfalls verbrannt werden.

Grundsätzlich ist der Bauherr als Abgeber des biologisch belasteten Bodens dafür verantwortlich, dass eine Weiterverbreitung der invasiven gebietsfremden Arten am Ablagerungsstandort verhindert ist. Indem er den Abnehmer über das Vorhandensein von Wurzelteilen von Götterbaum und von Kirschlorbeer ins Bild setzt, kommt er dieser Verantwortung nach, und der Abnehmer kann Massnahmen/Vorkehrungen treffen, die gewährleisten, dass sich die Neophyten am Ort, wo der Boden abgelagert wird, nicht unkontrolliert ausbreiten.

5. Bautechnische Kennwerte

5.1. Bodenmechanische Kennwerte

Anhand der Baggerschachtaufnahme wurden das anfallende Aushubmaterial und dessen Lagerungsdichte optisch beurteilt, mit den RS abgeglichen und nach geotechnischen Kriterien bewertet. Für erdstatische Berechnungen sowie für Setzungsberechnungen kann mit folgenden, abgeschätzten Baugrundwerten (Erwartungswerte X_m) aus Tabelle 2 gerechnet werden. Die Extremwerte stehen in Klammern (X_{min} - X_{max}).

Tabelle 2: Bautechnische Kennwerte

	FEUCHT- RAUM- GEWICHT	REIBUNGS- WINKEL	KOHÄSION	ZUSAMMENDRÜCKUNGSMODUL	
				ERSTBELAS- TUNG	WIEDERBELAS- TUNG
	γ	φ'	c'	M_E	M_E'
	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]
humose Deckschichten (künstliche Anschüttungen)	19 (18 - 21)	30 (28 - 32)	0 (0 - 1)	8 (5 - 14)	25 (15 - 70)
Oberflächenschichten und Hang- / Schemmablagerungen	20 (19 - 21)	29 (27 - 31)	2 (0 - 5)	18 (12 - 35)	55 (35 - 170)
Aabach-Schotter	21 (20 - 22)	34 (32 - 36)	0	30 (24 - 48)	90 (75 - 240)

Einheiten: $1t/m^3 = 10kN/m^3$; $1t/m^2 = 10kN/m^2$; $1kg/cm^2 = 0.1 MN/m^2$

Zusammendrückungsmodulare sind spannungsabhängig! Örtliche Bereiche im Lockergestein können kohäsionslos sein.

5.2. Durchlässigkeit / K-Wert

Nachdem im BS1 bei ca. 3.4 m unter OKT OK Sihl-Schotter angetroffen wurde, haben wir den Schacht noch bis auf ca. 4.0 m weiter abgetieft und eine ebene Sohlfläche ausgehoben, um einen Sickerversuch durchzuführen. Vom Hydranten an der Ecke haben wir insgesamt ca. 1.3 m³ Wasser in den Schacht eingeleitet. Nach rund 13 Minuten war eine Füllhöhe von ca. 0.55 m erreicht, die Wasserzufuhr wurde abgebrochen und der Absenkvversuch gestartet.

Die Sohlfläche des BS1 betrug etwa 2.3×0.7 m (~ 1.6 m²), was bedeutet, dass bei einer Füllhöhe von ca. 0.55 m während der Einfüllzeit bereits etwa 0.4 m³ Wasser versickert ist.

Betrachtet man den Einfüllversuch über die gemittelte versickerungswirksame Fläche (Sohle plus benetzte Schachtwände), resultiert ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f von ca. 1.6×10^{-4} m/s (0.4 m³ / 3.1 m² \times 780 s), der tendenziell etwas zu hoch angesetzt sein dürfte.

Beim Absenkvversuch ist der Wasserpegel innert 24 um ca. 0.29 m runtergegangen, d.h. es sind knapp 0.5 m³ ausgesickert. Gemittelt ergibt dies einen Durchlässigkeitsbeiwert k_f von ca. 1.1×10^{-4} m/s (0.5 m³ / 3.1 m² \times 1440 s).

Der detailliert nach der effektiven versickerungswirksamen Fläche ausgewertete Sickerversuch ergibt einen k_f -Wert von ca. 8.0×10^{-5} m/s (siehe Tabelle 3).

In Anbetracht der sporadischen Schachtwandinbrüche und der Sohlenkolmatierung scheint uns für den Aabach-Schotter ein k_f -Wert von knapp 10^{-4} m/s realistisch. Bei einer Sickerleistung von ungefähr 5 bis 6 l/min pro m^2 handelt es sich um einen mässig schluckfähigen bis schluckfähigen Untergrund.

Tabelle 3: Auswertung Sickerversuch

Datum:	26.08.2024	V (Wasser)
Schachtdim.:	b = 0.7 m	0.7
	l = 2.3 m	2.6
	h = 4.0 m	0.55
OKT:	460	

Aussickern lassen													
Zeit		Zeit	Füllhöhe	Messung Wsp	Schachtwandfläche		d Zeit	dV	Q _{ein}	Q _{aus}	Q _{aus}	k	k
min	s	[s]	[m]		F _v	V	[s]	[m ³]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[l/min]	[cm/s]	[l/min m ²]
0	0	0	0.5500		5.27	0.930	0	0.000		0.00000	0.0	0.000	0.00
0	55	55	0.5300		5.14	0.896	55	0.034		0.00061	36.9	0.012	7.18
2	0	120	0.5200		5.07	0.879	65	0.017		0.00026	15.6	0.005	3.08
3	40	220	0.5000		4.94	0.845	100	0.034		0.00034	20.3	0.007	4.11
4	30	270	0.4900		4.88	0.828	50	0.017		0.00034	20.3	0.007	4.16
6	40	400	0.4500		4.62	0.761	130	0.068		0.00052	31.2	0.011	6.76
7	20	440	0.4400		4.55	0.744	40	0.017		0.00042	25.4	0.009	5.57
8	0	480	0.4300		4.49	0.727	40	0.017		0.00042	25.4	0.009	5.65
9	0	540	0.4200		4.42	0.710	60	0.017		0.00028	16.9	0.006	3.82
10	15	615	0.4100		4.36	0.693	75	0.017		0.00023	13.5	0.005	3.10
11	15	675	0.4000		4.29	0.676	60	0.017		0.00028	16.9	0.007	3.94
16	45	1005	0.3300		3.84	0.558	330	0.118		0.00036	21.5	0.009	5.61
17	20	1040	0.3200		3.77	0.541	35	0.017		0.00048	29.0	0.013	7.68
18	0	1080	0.3100		3.71	0.524	40	0.017		0.00042	25.4	0.011	6.84
21	15	1275	0.2800		3.51	0.473	195	0.051		0.00026	15.6	0.007	4.44
23	30	1410	0.2600		3.38	0.439	135	0.034		0.00025	15.0	0.007	4.44
											k-Wert:	7.96E-05	m/s

6. Bautechnische Empfehlungen

6.1. Baugrube und Aushub

Nach dem Rückbau der bestehenden Liegenschaft muss für das UG des projektierten MFH eine Baugrube ausgehoben werden, deren Sohle einen Grundriss von ungefähr 22×20 m aufweist. Bei einer Aushubkote von ca. 456.1 m ü.M. wird die Baugrube im W ca. 3.0 bis 3.5 m tief und im E ca. 4.0 bis knapp 4.5 m tief.

Unabhängig davon, ob der Hochbau vollflächig unterkellert wird oder ob das UG im N und E nicht ganz so nah an die Grundstücksgrenze reicht wie der Hochbau, werden die Platzverhältnisse rund um die Baugrube knapp ausfallen.

Nach dem Abzug der humosen Deckschichten besteht der mineralische Aushub aus erdigen Oberflächenschichten, aus leicht klebrigen Hang-/Schwemmlehmablagerungen und ganz zuunterst aus Aabach-Schotter. Sämtliches Aushubmaterial ist mit schwerem Gerät normal baggerbar.

6.2. Umgang Aushubmaterial

BODEN:

Ober- und Unterboden sind schwach belastet (Kat.II). Aus wirtschaftlicher und aus ökologischer Sicht macht es Sinn, möglichst viel ausgehobenen Boden (vorzugsweise Oberboden) vor Ort oder anderswo vliesunterlegt zwischenzulagern, um ihn bei Abschluss der Bauarbeiten zur Rekultivierung der Umgebung wieder einzusetzen.

Überschüssiger Kat.II-Boden kann auch anderswo in der Bauzone, auf einem PBV-Areal mit nachweislich ähnlich gearteter und ähnlich hoher Schadstoffbelastung verwertet werden. Falls man nicht von der Möglichkeit, den Boden in einem anderen PBV-Areal wiederzuverwenden, Gebrauch machen kann, muss der Boden auf einer Deponie Typ B entsorgt werden.

KÜNSTLICHE ANSCHÜTTUNGEN / PLATZKOFFERUNG:

Bei BS1 sind uns in der künstlichen Grabenfüllung keine nennenswerten Verschmutzungen aufgefallen. Nicht nur entlang von Werkleitungsgräben auch in der Bestandeshinterfüllung ist mit künstlichen Anschüttungen zu rechnen. Sollten darin Fremdanteile mit einem Fremdstoffgehalt von >1 Gew.-% zum Vorschein kommen, ist der für unverschmutzten Aushub geltende Grenzwert überschritten und das Material muss entsprechend seinem Belastungsgrad als schwach, wenig oder gegebenenfalls stark verschmutztes Aushubmaterial gesetzeskonform (gemäss VVEA) verwertet oder entsorgt werden. Im Sinne einer Verwertung besteht die Möglichkeit, das Material im oberen Bereich der Arbeitsraumhinterfüllung wiedereinzubauen.

Es ist zu erwarten, dass unter Zugangswegen und unter dem Sitzplatz (beide mit Setzsteinen befestigt) eine kiesige Platzkofferung vorhanden ist. Falls es sich um sauberen Kiessand handelt, lohnt es sich, diesen abzuschälen und vor Ort wiederzuverwenden.

OBERFLÄCHENSCHICHTEN UND HANG-/SCHWEMMABLAGERUNGEN:

Die gewachsenen Oberflächenschichten enthalten wenig Kies und sind einem Unterboden ähnlich.

Die relativ bunten (hellbraun mit schwarzen und weisslichen Flecken) Hang-/Schwemmablagerungen enthalten zwar reichlich Kies und Steine, sind aber durch den relativ hohen Silt-/Tongehalt klebrig und schwach verkittet. Sowohl die Oberflächenschichten als auch die Hang-/Schwemmablagerungen sind schlecht verdichtbar, für eine Wiederverwendung vor Ort kaum geeignet und können auf einer Deponie Typ A ('Sauberaushubdeponie') eingebaut oder sonstwie verwendet werden.

AABACH-SCHOTTER:

Bei BS1 sind wir in einer Tiefe von ca. 3.4 m unter OKT auf grauen annähernd sauberen Kiessand gestossen. Wir empfehlen, den ausgehobenen und gut verdichtbaren Aabach-Schotter vor Ort zwischenzulagern und als Arbeitsraumhinterfüllmaterial wiederzuverwenden.

6.3. Baugrubenabschluss

Falls das UG im E nicht gleich nah an die Talackerstrasse heranreicht wie der Hochbau, ist dort lokal freies Böschchen denkbar. Wenn der Hochbau vollständig unterkellert wird, kommen freie, 1:1-geneigte Böschungen aufgrund der knappen Platzverhältnisse nicht in Frage.

Wegen der Platzknappheit braucht es hier steile Böschungssicherungen. Während im S zur Liegenschaft an der Friedhofstr. 1.2 und im N zur Friedhofstrasse hin eine 2:1-geneigte Baumeisterrühlwand möglich ist, sind die Platzverhältnisse dafür im E zur Talackerstrasse hin und im W gegen den Vogteiweg nicht gegeben.

U.E. lässt sich die Baugrube mit einer Vernagelung sichern. Dabei werden die Nageleinbauten unter fremde Grundstücke reichen, wofür vorgängig die Zustimmung der davon betroffenen Grundstückseigentümer einzuholen ist. Womöglich handelt es sich im vorliegenden Fall immer um den gleichen Eigentümer, nämlich um die Stadt Uster. Für den Fall, dass einer oder mehrere der Grundstückseigentümer Nageleinbauten unter sein/ihr Land ablehnt und generell, um weniger von Dritten abhängig zu sein, käme alternativ eine kostenintensivere Rühlwand in Frage. Inwiefern die Rühlwand ausgesteift (mit Eck- oder Schrägschriessen) werden muss oder ob man sie frei auskragend erstellen kann, liegt im Ermessen des projektierenden Ingenieurs.

Oberhalb von freien ungesicherten Böschungen sollten nicht unnötig Lasten aufgebracht werden. Falls sich dies nicht verhindern lässt und wenn der Abstand zur Böschungskrone weniger als die Höhe der Böschung beträgt, ist ein statischer Nachweis zu erbringen.

Obwohl das Grundwasser gemäss den Beobachtungen am Sondiertag erst unterhalb der Aushubsohle zu erwarten ist, sollte die Gunitschale oder die Rühlwandausfachung für den Fall eines Grundwasserspiegelanstiegs ausreichend perforiert werden, damit sich hinter der Baugrubensicherung kein Wasserstau aufbauen kann.

Als Dimensionierungsgrundlage für die Baugrubenabschlüsse können die in Tabelle 2 angegebenen Kennwerte benützt werden.

6.4. Wasserhaltung

Am Sondiertag haben wir das Grundwasser ca. 0.9 m unter der Aushubkote (ca. 456.1 m ü.M.) bei ca. 455.2 m ü.M. angetroffen. Die Grundwasserkarte prognostiziert den mittleren Grundwasserspiegel bei ca. 456.5 m ü.M., was ungefähr OK Aabach-Schotter entspricht.

Solange sich der Grundwasserspiegel deutlich (→ einige dm) unter der Aushubsohle befindet, wird das in der Baugrube anfallende Meteorwasser versickern können. Zur Erstellung von Fundament- und Liftschachtvertiefungen oder für den Fall, dass der Grundwasserspiegel periodisch ansteigt, ist eine offene Wasserhaltung bestehend aus randlichen Gräben und Pumpensämpfen zu installieren. Damit ist man mit Beginn der Betonarbeiten in der Lage, zementhaltiges oder sonstwie verschmutztes Baugrubenabwasser zu fassen.

Die Ableitung des in der Baugrube anfallenden Wassers hat nach SIA-Empfehlung 431 zu erfolgen. Laut diesem muss zementhaltiges Bauabwasser gefasst und nach Durchlaufen eines Absetzbeckens pH-neutral behandelt werden, bevor es in die Schmutzwasserkanalisation eingeleitet wird.

6.5. Foundation

Die Baggerschachtsondierung hat gezeigt, dass die Baugrubensohle in fluviatile Kiessande zu liegen kommt und dass die Kiessande einige dm unterhalb der Aushubsohle bald einmal wasserführend sind, sich aber noch mindestens 1.3 m fortsetzen. Die beiden RS vermitteln kein klares, gleichmässiges oder ruhiges Bild der Schichtverhältnisse im Untergrund. RS1 ist in einer Tiefe von ca. 5.9 m unter hohem Rammwiderstand aufgestanden, während RS2 einigermaßen problemlos bis in 15.0 m Tiefe vordringen konnte, ohne dort aufzustehen. Beide RS 'spüren' zwar die Aabach-Schotter in Form erhöhter Schlagzahlen ($\sim N_{20}$ ca. 10 bis 15), mit Erreichen der grundwasserführenden Schichten nehmen die Rammwiderstände hingegen nicht mehr weiter zu, es lässt sich gar – was bei der Anwesenheit von Wasser oft der Fall ist – eine gewisse Einschnürung erkennen und die Schlagzahlen fallen bis auf $\sim N_{20}$ ca. 4 bis 8 zusammen. Auch vermuten wir unter der Endsondierentiefe von BS1 bald einmal einen Schichtwechsel.

Trotz der eher bescheidenen Schlagzahlen im Bereich der Aushubsohle und unterhalb davon, beurteilen wir die Aabach-Schotter als mitteldicht gelagert und mässig tragfähig bis tragfähig.

Die Einstellhalle wird ebenerdig im Sockelgeschoss untergebracht. Dort zeigen die Projektpläne zwei Stützen, über welche es zu Lastkonzentration aus dem überliegenden Hochbau kommt. Im UG sind keine Stützen vorgesehen, sämtliche Gebäudelasten werden über steife Wandscheiben in die Bodenplatte eingeleitet.

Falls das UG deckungsgleich zum Hochbau erstellt wird, scheint uns – bei ausgewogener Lastverteilung – eine Flachfundation möglich. Falls das Sockelgeschoss nur teilunterkellert wird, werden für das Sockelgeschoss ohnehin gezielte Fundationsmassnahmen erforderlich, da dieses in die Boden- oder Oberflächenschichten zu liegen kommt. Gemäss dem Architekten Marco Brizzi ist bei einer Teilunterkellerung eine Pfählung des Sockelgeschosses angedacht. Wenn das Sockelgeschoss nur teilunterkellert wird, sollte u.E. auch die Pfählung des UG in Betracht gezogen werden, dies um unerwünschten differenziellen Setzungen so weit als möglich entgegenzuwirken.

Sollten wider Erwarten offensichtlich feinkörnige/weiche Bereiche auf der Aushubsohle angetroffen werden, sind sie zu entfernen und durch gut verdichtbares Material (z.B. Aabach-Schotter oder zugeführter Kiessand) zu ersetzen.

Obwohl das Sohlenmaterial nicht zwingend anfällig auf mechanische Beanspruchung oder auf Wasser reagiert, lohnt es sich, die Endaushubsohle zu schonen und rasch mit einer Sauberkeitsschicht aus Magerbeton abzudecken.

Für Tragfähigkeits- und Setzungsberechnungen können die in Tabelle 2 angegebenen Kennwerte benützt werden. Wir empfehlen, die Baugrubensohle von einem Geologen oder einem Geotechniker abnehmen zu lassen.

6.6. Bauen im Grundwassergebiet

Bauvorhaben im Gewässerschutzbereich A_u stellen potenzielle Gefährdungen für das Grundwasser dar. Deshalb erfordert das Erstellen unterirdischer Einbauten/Anlagen in Grundwasserleitern (unterhalb des höchsten Grundwasserspiegels) eine Bewilligung des Kantons (Art. 19, Abs. 2 GschG; Art. 32 GSchV). Damit sind u.a.

Anlagen gemeint, in denen wassergefährdende Stoffe gelagert werden oder solche, bei denen das Grundwasser freigelegt wird oder der Baukörper in das Grundwasser zu liegen kommt (Untergeschosse, Leitungen, Pfähle etc.).

Grundsätzlich dürfen im Gewässerschutzbereich A_u keine Anlagen erstellt werden, die unter dem mittleren Grundwasserspiegel (MW) liegen. Bei eingeschränkter Nutzbarkeit des Grundwasservorkommens z.B. bei geringer Mächtigkeit (<2 m) oder bei geringer Durchlässigkeit des Grundwasserleiters (k -Wert $< 10^{-4}$ m/s) oder in Randgebieten des Grundwasservorkommens – u.E. treffen alle drei Kriterien auf die Projektparzelle zu – können gemäss Fall 5 der «Bewilligungspraxis beim Bauen in Grundwasserleitern im A_u » und unter der Bedingung, dass die Durchflusskapazität nicht wesentlich und dauernd verringert wird, allenfalls auch Speziallösungen mit dem AWEL vereinbart werden.

6.7. Dachwasserversickerung

Gemäss Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Art. 7, Abs. 2) ist nicht verschmutztes Abwasser nach den Anordnungen der kantonalen Behörden vor Ort zur Versickerung zu bringen. Oberstes Ziel dieser Weisung ist die Gewährleistung der Grundwasserneubildung und die Entlastung von Abwasserreinigungsanlagen (ARA). Nicht verschmutztes Regenwasser muss in erster Priorität versickert werden. Dabei ist die Versickerung via humose Bodenpassage (z.B. Versickerungsmulden) der Versickerung ohne Bodenpassage (z.B. unterirdische Versickerungsanlage) vorzuziehen. Der durchgeführte Sickerversuch hat gezeigt, dass der Aabach-Schotter grundsätzlich sickertfähig und eine unterirdische Versickerung möglich ist. Hierbei gilt es zu beachten, dass die Unterkante von unterirdischen Versickerungsanlagen einen Flurabstand von mindestens 1.0 m bis zum Grundwasserspiegel bei HW einhalten muss. OK Aabach-Schotter liegt in etwa 3.4 m Tiefe unter OKT bzw. bei ca. 456.6 m ü.M. Laut der Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel bei ca. 456.5 m ü.M., der Grundwasserspiegel bei Hochwasserstand (HW) kann anscheinend 0.5 bis 1.5 m darüber liegen, also zwischen ca. 457 und 458 m ü.M. Falls der minimal geforderte Flurabstand an der Friedhofstr. 1 streng einzuhalten ist, muss die Versickerungsanlage derart hoch angeordnet werden, dass deren Unterkante in den schlecht durchlässigen, siltig-tonigen Hang-/Schwemmlagerungen verbleibt und nicht bis in den sickertfähigen Aabachschotter hinabreicht. Wenn die Unterkante der Versickerungsanlage hydraulisch nicht mit dem Aabach-Schotter verbunden ist, lässt sich eine unterirdische Versickerung kaum umsetzen.

Hier gilt es abzuklären, ob die Behörden eine hoch angelegte unterirdische Versickerungsanlage mit örtlichem Durchstich auf OK Aabach-Schotter hinab akzeptieren, andernfalls müsste versucht werden, das Dachwasser in oberflächlichen (platzbeanspruchenden) Versickerungsmulden über die humose Bodenpassage zur Versickerung zu bringen.

Unabhängig von der Versickerungsart aber damit die Versickerungsanlage nicht zu gross ausfällt, lohnt es sich, bei nicht begehbaren Flachdächern einen Dachaufbau mit kleinem Abflussbeiwert zu wählen. Im Idealfall plant man eine extensive Flachdachbegrünung, welche in der Lage ist, das Dachwasser am Ort des Niederschlags zurückzuhalten und dadurch die Abflussspitze zu Beginn von Starkniederschlägen zu brechen und einen gleichmässigen Abfluss zu gewährleisten.

Wasser von begehbaren Flächen wie Terrassen oder Balkonen darf nicht in eine unterirdische Versickerungsanlage eingeleitet werden, es sollte gespeiert und über die humose Bodenpassage zur Versickerung gebracht werden. Andernfalls gehört es in eine Mischabwasserleitung.

Oberflächlich anfallendes Niederschlagswasser auf Aussenparkplätzen, Wegen, Sitz- und Spielplätzen sollte nach Möglichkeit über wasserdurchlässige Beläge versickert oder auf angrenzende Grünflächen geleitet werden. Das Gelände um den Neubau ist so zu gestalten, dass solches Wasser nicht via Lichtschächte oder andere Öffnungen in die Untergeschosse gelangen kann.

Die wichtigsten Grundsätze zur Entsorgung von Regenwasser können der «Richtlinie und Praxishilfe zum Umgang mit Regenwasser» der Baudirektion Zürich und der VSA-Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» entnommen werden.

6.8. Isolation, Trockenhaltung UG, Hinterfüllungen, Auftrieb

Erdberührende Gebäudeteile werden mit Sicker- oder Grundwasser in Kontakt kommen und sind wasserdicht auszubilden.

Um eine Vernässung der Wände zu vermeiden, empfehlen wir, mindestens den untersten Meter der Gebäudehinterfüllung (vliesumhüllt) mit gut verdichtbarem, wasserdurchlässigem Material (Kiessand, frostsicher) auszuführen. Im Idealfall kann ausgehobener Schotter wiederverwendet werden.

Damit weder Grundwasser noch Oberflächenwasser ins UG eindringen kann, empfehlen wir, die Lichtschächte über das Terrain hochzuziehen und wasserdicht an die Aussenwand anzuschliessen.

Eine Auftriebsproblematik scheint uns hier nach Fertigstellung der UG-Decke nicht mehr gegeben.

6.9. Baugrubenüberwachung

Für einen geregelten Bauablauf und um ungerechtfertigten Schadensklagen seitens Dritter vorzubeugen, sollten nachfolgend aufgeführte Massnahmen mit einem Nutzungs- und Kontrollplan sowohl für die Baugrube als auch für die Umgebung disponiert werden.

- Zustandsaufnahme der angrenzenden Bauten und Strassen
- Geodätische Überwachung der Umgebung mit Präzisionsnivellement
- Bei Vernagelungen: Spann- und Ausziehversuche

6.10. Abschliessende Hinweise und Empfehlungen

Die bestehende Liegenschaft wurde vor 1990 erstellt und kann problematische Bauteile aufweisen (z.B. Asbest). Vor dem Rückbau des Bestandes wird die Behörde eine Gebäudeschadstoffuntersuchung verlangen.

Wir empfehlen eine geotechnische Begleitung während der Bauphase und den Abschluss einer Bauwesen- und Bauherrenhaftpflichtversicherung.

Gerne sind wir bereit, bei der Projektierung und Ausführung mitzuwirken.

Sachbearbeitung

M. Mink, Dipl. Natw. ETH, Geologe



Schläpfer & Partner AG



Bericht 30321.01 mit 5 Beilagen

Schlöpfer & Partner
Ingenieurbüro AG
Staffelstrasse 12
8045 Zürich

T 044 455 70 90
www.sping.ch

Beilage: 1

Objekt Nr.: 30321.01

Datum: 29.8.2024

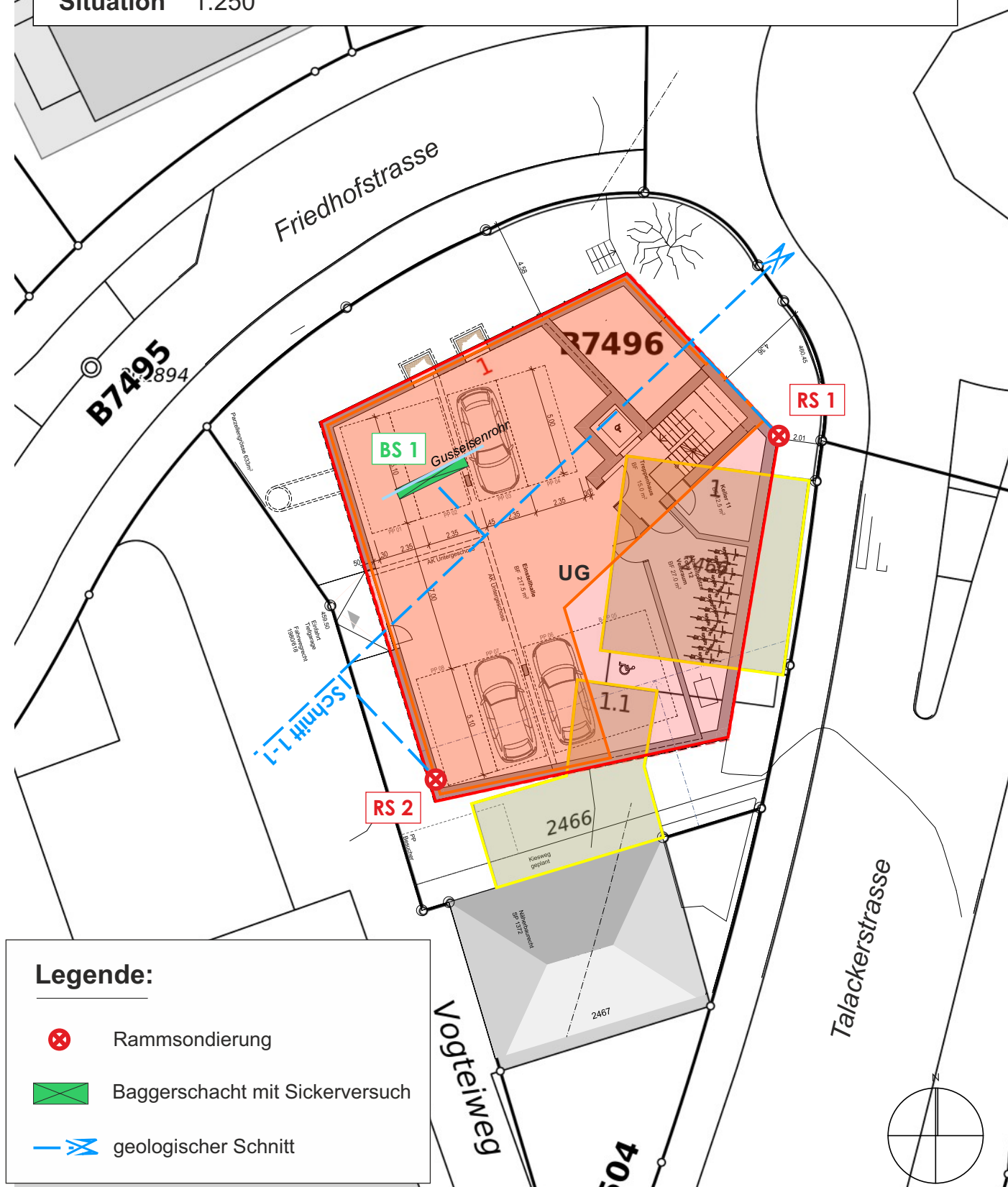
Neubau MFH Friedhofstrasse 1, 8610 Uster

Gez.: mge

Gep.: mmi

Baugrundsondierung

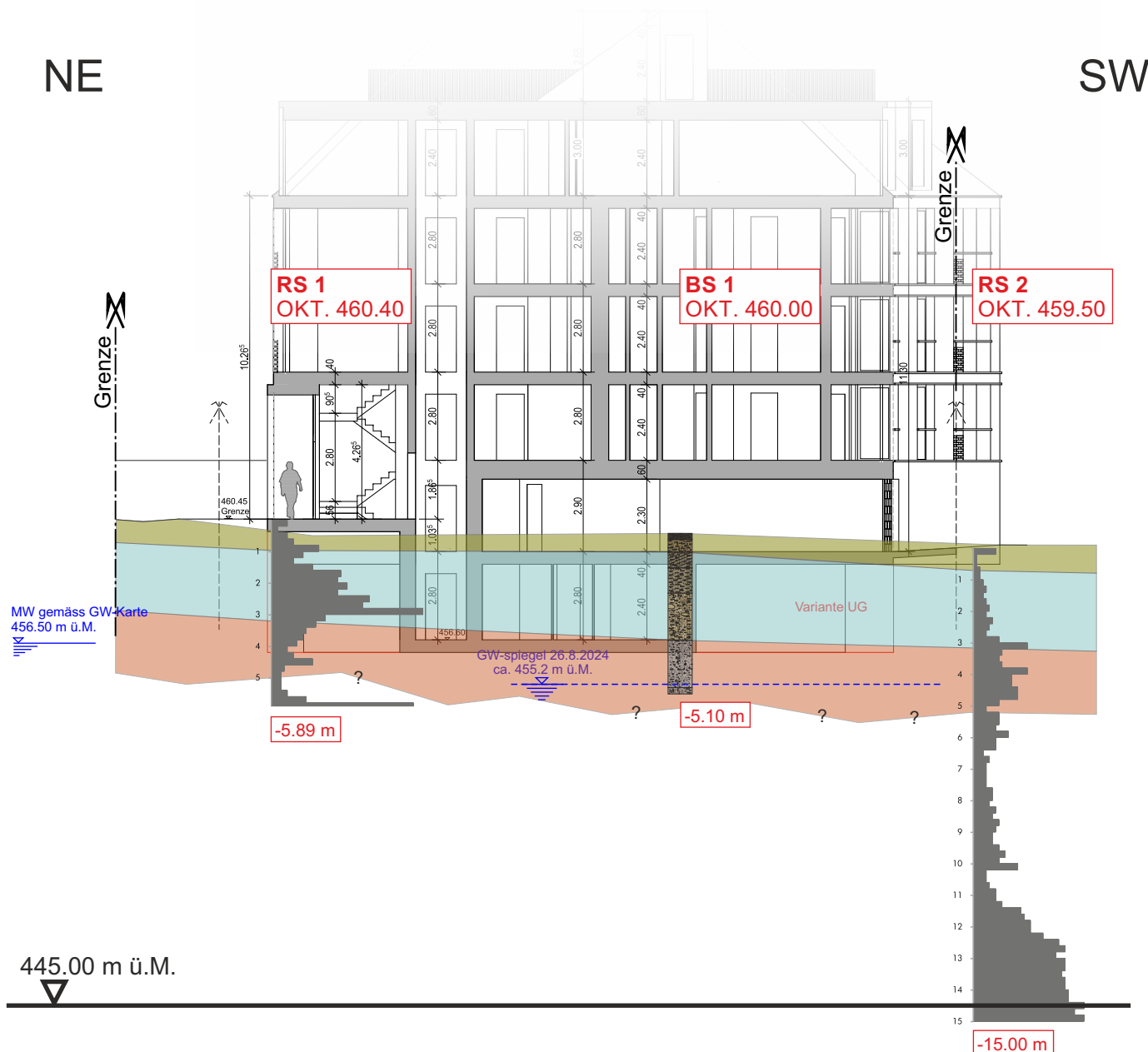
Situation 1:250














Schläpfer & Partner Ingenieurbüro AG Staffelstrasse 12 8045 Zürich T 044 455 70 90 www.sping.ch	Beilage: 2	
	Objekt Nr.: 30321.01	
	Datum: 29.8.2024	
Neubau MFH Friedhofstrasse 1, 8610 Uster	Gez.: mge	Gep.: mmi
Baugrundsondierung Schnitt 1-1 1:200		

LEGENDE:

- humose Deckschichten, locker gelagert
- Oberflächenschichten und Hang-/Schwemmlagerungen, locker bis mitteldicht gelagert
- Aabach-Schotter, mitteldicht gelagert



Schachtprofil BS 1 1:30	Objekt: Neubau MFH Friedhofstrasse 1 8610 Uster	
Ausführung: M. Hübscher, Mesikon	Bauherr: Gjergi Lushaj, Friedhofstrasse 1 8610 Uster	
Sondierdatum: 26.8.2024	Koordinaten: 2'696'528/1'244'453	
Profilaufnahme: Martin Mink, dipl. Natw. ETH	Beilage Nr.: 3	Gez.: mge
Terrainkote: ca. 460.00 m ü.M.	Objekt Nr.: 30321.01	Gep.: mmi

Koten			Profil	Geotechnische Materialbeschreibung	Geologie	Bemerkungen
Höhe m.ü.M.	Ab Terr. m	Dicke m				
459.80	- 0.20	0.20		Siltiger Sand, viel organische Beimengungen, wenig Kies, «weich+lose», wenig Wurzeln, dunkelbraun, erdfeucht, sehr locker gelagert	Oberboden	Werkleitungsgrabenfüllung  schachtparalleles Gusseisenrohr
		0.40		Siltiger Sand, organische Beimengungen, wenig Kies, wenig Wurzeln, braun, erdfeucht, locker gelagert	Unterboden	
459.40	- 0.60					
		0.50		Siltiger Sand, reichlich bis viel Kies, vereinzelt Steine, ganz vereinzelt Fremdanteile (>1% Gew., Backstein- und Porzellanbruchstücke), braun, trocken bis erdfeucht, locker gelagert	künstliche Anschüttung	
458.90	- 1.10					
		0.80		Stark siltiger Sand, wenig Kies, braun, erdfeucht, locker gelagert	Oberflächen-schichten	leichte Bodenbildung erkennbar
458.10	- 1.90					
		1.50		(Leicht toniger) Stark siltiger Sand, wenig bis reichlich Kies, wenig Steine (bis Ø 16 cm, kantengerundet bis gerundet), schwach verkittet und klebrig, hellbraun mit dunkelbraunen bis schwarzen Bereichen, viel weissliche Kalkausfällungen, erdfeucht bis feucht, mitteldicht gelagert	Hang-/Schwemm-ablagerungen	
456.60	- 3.40					
	- 4.00			-4.00: Zwischensohle für Sickerversuch		Aushubkote ca. 456.10 m ü.M. 
		1.50		Leicht siltiger bis annähernd sauberer Sand, reichlich bis viel Kies, vereinzelt Steine (bis Ø 9 cm, angerundet bis gerundet), grau, erdfeucht bis feucht, mitteldicht gelagert	Aabachschotter	GW-Spiegel am Sondiertag -4.80 (455.20) 
455.10	- 4.90					
454.90	- 5.10	0.20		Leicht siltiger bis siltiger Sand, wenig bis reichlich Feinkies, grau mit rostbraunen Schichten, nass, mitteldicht gelagert		

Baggersondierschacht BS1



BS1 auf Endsondierentiefe mit Grundwasser bei 4.8 m



Der Aabach-Schotter ist nass wegen dem zuvor durchgeführten Sicker Versuch

Aushubmaterial

ausgehobener Baugrund von oben nach unten:



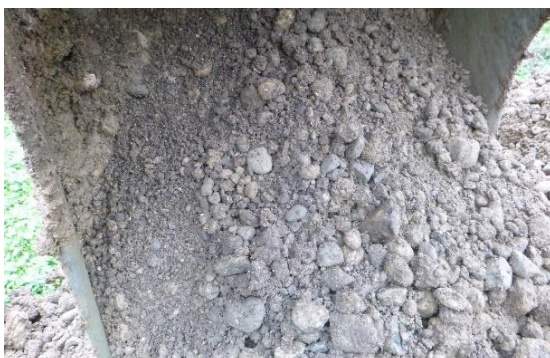
Hang-/Schwemmablagerungen



Hang-/Schwemmablagerungen



Aabach-Schotter



Aabach-Schotter

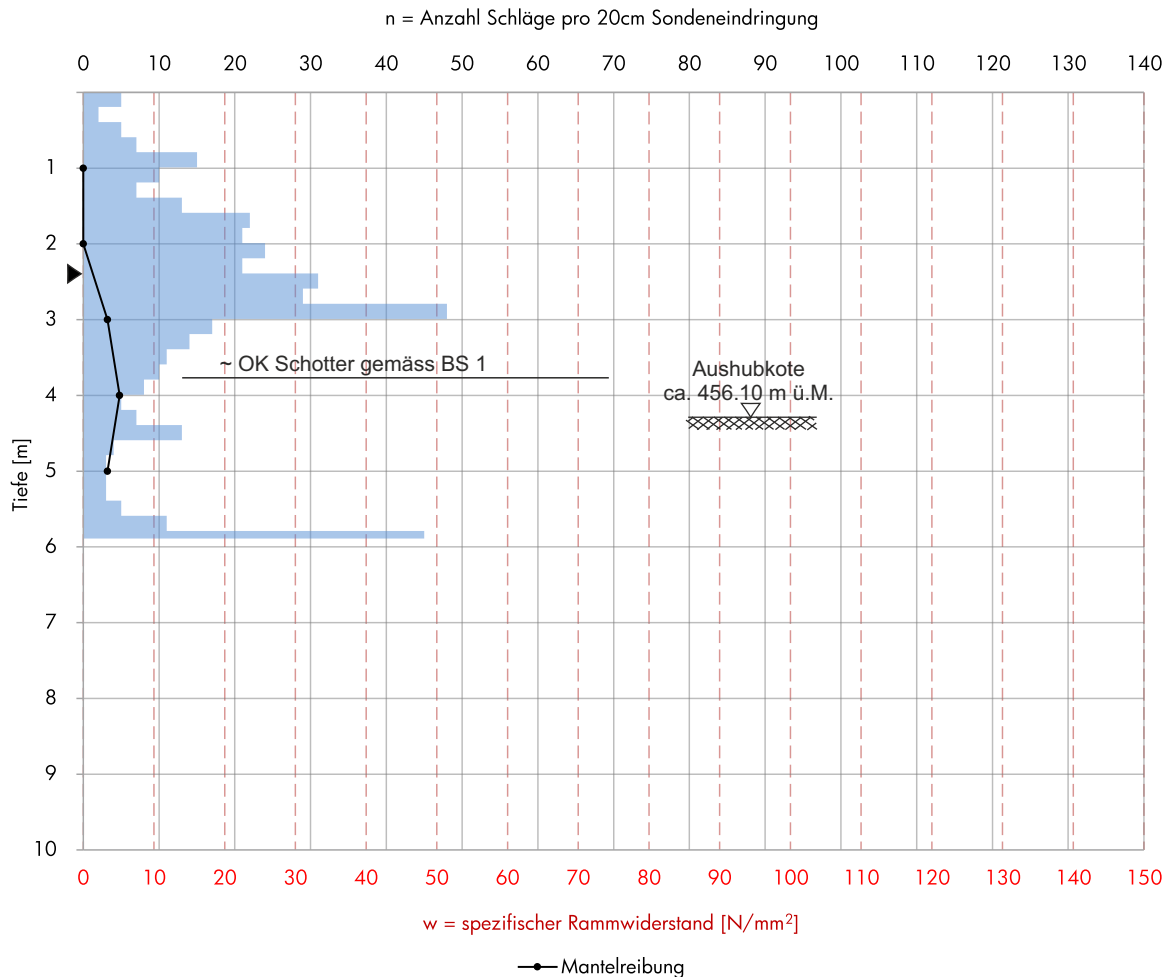


Aabach-Schotter

Rammsondierung

Objekt: Neubau MFH, Friedhofstrasse 1, 8610 Uster
Auftrags-Nr.: 30321.02
Sondierungs-Nr.: 1

Bericht S&P 30321.01
Datum: 26.08.2024
Ausführung: S. Schläpfer
Beilage: 4



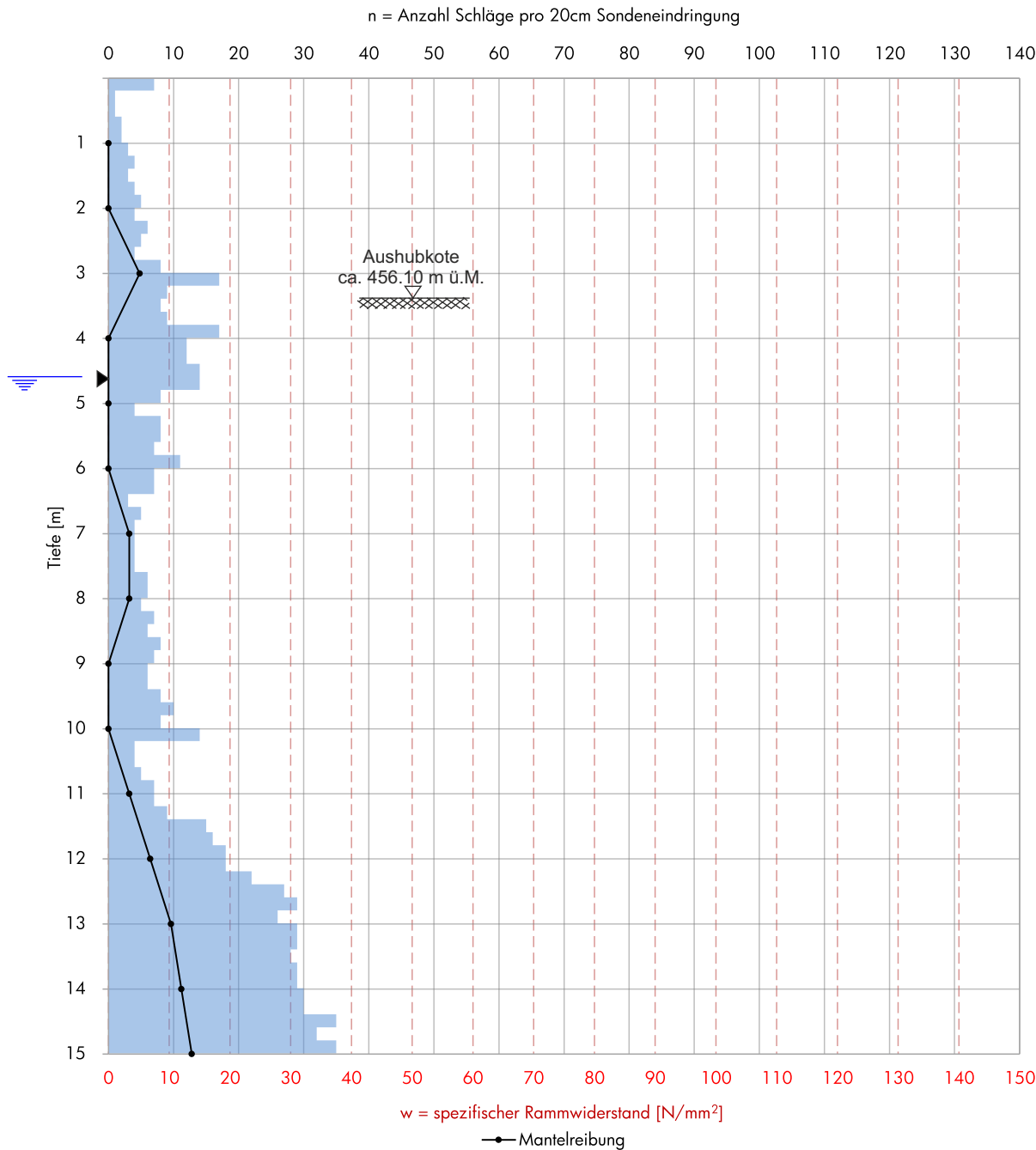
Endtiefe: 5.89 m, Gestänge aufgestanden
Freie Länge: 2.31 m
Oberfläche: Wiese
Wasserspiegel im Rammloch: -
Wasserspiegel im Piezometer: -
Terrainkote: ca. 460.40 m ü.M.

Superschwere Rammsonde
Bärgewicht: 63.5 kg
Fallhöhe: 0.5 m
Spitzenquerschnittsfläche: 16 cm²

Rammsondierung

Objekt: Neubau MFH, Friedhofstrasse 1, 8610 Uster
Auftrags-Nr.: 30321.02
Sondierungs-Nr.: 2

Bericht S&P 30321.01
Datum: 26.08.2024
Ausführung: S. Schläpfer
Beilage: 5



Endtiefe: 15.00 m
Freie Länge: 4.33 m
Oberfläche: Verbundsteine
Wasserspiegel im Rammloch: 4.31 m
Wasserspiegel im Piezometer: -
Terrainkote: ca. 443.50 m ü.M.

Superschwere Rammsonde
Bärgewicht: 63.5 kg
Fallhöhe: 0.5 m
Spitzenquerschnittsfläche: 16 cm²