

**Neubau Geschäfts- und Wohnhaus,
Parzelle Kat.-Nr. IE7653, Rosenweg
Effretikon / ZH**

Geologisch-geotechnischer Bericht



Zürich, 8. Juli 2022

Bauherrschaft: Mettler2invest AG, Schönbüelpark 10, 9016 St. Gallen
Architekt: pool Architekten, Bremgartnerstrasse 7, 8003 Zürich
Bauingenieur: Dr. Deuring + Oehninger AG, Römerstrasse 21, 8401 Winterthur

Objektnummer: 212053

INHALT

1	ALLGEMEINES	4
1.1	Einleitung und Auftrag	4
1.2	Projektunterlagen	4
1.3	Ältere Untersuchungen	4
1.4	Ausgeführte Arbeiten	5
1.5	Repräsentativität der Untersuchung	6
2	GEOLOGISCHE ÜBERSICHT	7
3	ANGETROFFENE UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	7
3.1	Künstliche Auffüllungen	7
3.2	Verlandungssedimente	8
3.3	Delta- und Seeablagerungen	8
3.4	Moräne	9
3.5	Verwitterte Molasse	9
3.6	Unverwitterte Molasse	10
4	GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	11
4.1	Hydrogeologische Übersicht	11
4.2	Verhältnisse auf der Projektparzelle	11
4.3	Grundwasserspiegellage	13
4.4	Durchlässigkeit	13
4.5	Grundwasserschutz	14
4.6	Grundwasser-Ersatzmassnahmen	14
5	BAUTECHNISCHE VERHÄLTNISSE	15
5.1	Projekt	15
5.2	Baugrundwerte	15
5.3	Foundation	17
5.4	Aushub	22
5.5	Baugrubenabschluss	23
5.6	Bauwasserhaltung	24
5.7	Trockenhaltung und Dichtigkeit Untergeschosse	24
5.8	Bauüberwachung	25
5.9	Weitere Empfehlungen und Hinweise	25
6	NATURGEFAHREN	26
7	METEORWASSERVERSICKERUNG	26
8	WÄRMENUTZUNG AUS GRUNDWASSER UND UNTERGRUND	27

TABELLEN

Tabelle 1:	Sondierungen	6
Tabelle 2:	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse	16

FIGUREN

Figur 1:	Ausschnitt ca. 1:10'000 aus der Grundwasserkarte des Kt. Zürich (GIS-Browser)	12
Figur 2:	Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche und Einzelfundamente in der aufgelockerten Moräne (Bemessungsniveau)	19
Figur 3:	Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende streifenförmige Bodenplattenbereiche und Streifenfundamente in der aufgelockerten Moräne (Bemessungsniveau)	20

BEILAGEN

Beilage 1:	Situation 1:500, Lage der Sondierungen
Beilage 2:	Einzelprotokolle der Kernbohrungen Nr. 22-1 bis 22-4, 1:100
Beilage 3:	Profil A und B, geologisch bearbeitet, 1:200

1 ALLGEMEINES

1.1 Einleitung und Auftrag

Im Hinblick auf den geplanten Neubau eines Geschäfts- und Wohnhochhauses, Parzelle Kat.-Nr. IE7653 am Rosenweg in Illnau-Effretikon / ZH waren die hydrogeologisch-geotechnischen Baugrundverhältnisse mit Kernbohrungen zu untersuchen. Der diesbezügliche Auftrag wurde uns aufgrund unserer Offerte vom 14.3.2022 durch die Bauherrschaft am 17.3.2022 schriftlich erteilt.

1.2 Projektunterlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes stand folgendes Plandossier der pool Architekten zur Verfügung:

Vorprojekt, 1.328 Geschäfts- & Wohnhaus Rosenweg Effretikon, 15.6.2022, ohne Plan-Nr.

- | | |
|--|--|
| [1] Grundriss 2. Untergeschoss, 1:100 | [2] Grundriss 1. Untergeschoss, 1:100 |
| [3] Grundriss Erdgeschoss, 1:100 | [4] Grundriss 1. Obergeschoss, 1:100 |
| [5] Grundriss 2. Obergeschoss, 1:100 | [6] Grundriss 3. Obergeschoss, 1:100 |
| [7] Grundriss 4.–5. Obergeschoss, 1:100 | [8] Grundriss 6.–8. Obergeschoss, 1:100 |
| [9] Grundriss 9.–11. Obergeschoss, 1:100 | [10] Grundriss 12. Obergeschoss, 1:100 |
| [11] Grundriss 13.–14. Obergeschoss, 1:100 | [12] Grundriss 15.–18. Obergeschoss, 1:100 |
| [13] Dachgeschoss, 1:100 | [14] Dachaufsicht, 1:100 |
| [15] Umgebung, 1:100 | [16] Schnitt 1, 1:100 |
| [17] Schnitt 2, 1:100 | [18] Ansicht Nord, 1:100 |
| [19] Ansicht NordOst, 1:100 | [20] Ansicht NordWest, 1:100 |
| [21] Ansicht SüdOst, 1:100 | [22] Ansicht Süd, 1:100 |
| [23] Ansicht SüdWest, 1:100 | |

1.3 Ältere Untersuchungen

In der Umgebung der Projektparzelle sind in der Vergangenheit bereits verschiedene geologische Abklärungen erfolgt. Es standen insbesondere die Resultate folgender Untersuchungen zur Verfügung:

- [24] Dr. Heinrich Jäckli (27.8.1956): Geologische Baugrunduntersuchungen für die Erweiterungsbauten im Bahnhof Effretikon
- [25] Dr. Heinrich Jäckli (21.8.1958): Geologische Baugrunduntersuchungen, Erweiterungsbauten Bahnhof Effretikon
- [26] Dr. Heinrich Jäckli (13.3.1959): Geologische Baugrunduntersuchungen für die Überbauung an der Rikonerstrasse, Effretikon
- [27] Dr. Heinrich Jäckli (15.2.1960): Geologische Baugrunduntersuchungen, Erweiterungsbauten Bahnhof Effretikon
- [28] Dr. Heinrich Jäckli AG (18.2.1991): Zustandsbericht Versickerungsmöglichkeiten, Gemeinde Effretikon / ZH

- [29] Dr. Heinrich Jäckli AG (1.11.1993): Geologische Baugrunduntersuchungen, Bahnhof Effretikon, Neubau Stellwerkgebäude, Effretikon / ZH
- [30] Friedlipartner AG (24.8.2009): Baugrundbeurteilung – Zusammenfassung anhand vorhandener Baugrunddaten Stand 08/2009, Zentrumsüberbauung MITTIM Effretikon
- [31] Dr. Heinrich Jäckli AG (19.5.2011): SBB Lärmschutzwände, km 15.934–18.968, Illnau-Effretikon / ZH, Geologisch-geotechnische Kurzbeurteilung
- [32] Dr. Heinrich Jäckli AG (3.9.2012): Zentrumsentwicklung MITTIM, Illnau-Effretikon / ZH, Geologisch-hydrogeologischer und geotechnischer Bericht
- [33] Dr. Heinrich Jäckli AG (9.2.2016): Machbarkeitsstudie Wohnhaus Rosenweg 1-7, Illnau-Effretikon / ZH, Geologisch-geotechnischer Bericht

Die für das Bauvorhaben relevanten Ergebnisse der älteren Untersuchungen wurden in den vorliegenden Bericht integriert.

1.4 Ausgeführte Arbeiten

Geocontrol AG, Rumlikon

- 4 Rotationskernbohrungen mit fortlaufender Entnahme und Bestimmung des Bohrgutes, Sondiertiefen 13.5–18.9 m,
- Versetzen von Piezometer- resp. KleinfILTERrohren \varnothing 4.5" in den Kernbohrungen Nr. 22-1, 22-3 und 22-4 zur Durchführung von Kleinpumpversuchen und zur längerfristigen Beobachtung der Wasserspiegellage,
- Kontrolle der Sondierlöcher bezüglich Wasserspiegellage während und nach Abschluss der Sondierarbeiten im Zeitraum 8.6.–14.6.2022,
- Durchführung von Kleinpumpversuchen zur Bestimmung der Durchlässigkeit des Untergrundes in den KleinfILTERrohren Nr. 22-3 resp. 22-4 am 10. resp. 14.6.2022,

Jäckli Geologie AG, Zürich

- Geologische Bauleitung über die Sondierarbeiten,
- Geologische Aufnahme der Bohrkerne Nr. 22-1 bis 22-4,
- Nachkontrolle der Wasserspiegel in den Piezometerrohren Nr. 22-1, 22-3 und 22-4 am 15. und 22.6.2022,
- GPS-Vermessung der Sondierstellen. Als Ausgangspunkt für die Vermessung diente der LFP 3331 (510.63 m ü.M.) am Rosenweg (*Beilage 1*),
- Einbau von Loggern in den KleinfILTERrohren Nr. 22-1, 22-3 und 22-4 zur Erfassung des Grundwasserspiegels am 22.6.2022

In der nachfolgenden *Tabelle 1* sind die wichtigsten zahlenmässigen Angaben über die einzelnen Sondierungen zusammengestellt. Die Lage der Sondierungen ist aus dem Situationsplan ersichtlich (*Beilage 1*).

Tabelle 1: Sondierungen

Sondierung	Terrainhöhe	Sondierart, Piezometer- rohr	Sondiertiefe	Wasserspiegel		
				Tiefe	Kote	Datum
Nr.	m ü.M.	*)	m	m u.T.	m ü.M.	–
22-1	510.82	KB P **)	16.7	4.75	506.07	08.06.2022
				4.64	506.18	15.06.2022
				4.69	506.13	22.06.2022
22-2	511.01	KB	14.6	kein Wasser angetroffen am 09.06.2022		
22-3	510.77	KB P **)	13.5	4.29	506.48	10.06.2022
				4.13	506.64	15.06.2022
				4.17	506.60	22.06.2022
22-4	510.25	KB P **)	18.9	4.19	506.06	14.06.2022
				4.42	505.83	15.06.2022
				4.48	505.77	22.06.2022

*) KB = Rotationskernbohrung
 P = Piezometerrohr

**) OK Piezometerrohr
 Nr. 22-1 510.63 m ü.M. ø 4.5"
 Nr. 22-3 510.58 m ü.M. ø 4.5"
 Nr. 22-4 510.08 m ü.M. ø 4.5"

1.5 Repräsentativität der Untersuchung

Mit den durchgeführten geologisch-geotechnischen Untersuchungen wurden die Grundlagen für die weitere Projektierung im Sinne einer *Hauptuntersuchung* gemäss SIA 267, Ziff. 3.2.2.2 erarbeitet. Die beschriebenen Untergrund- und Wasserverhältnisse basieren auf einer Interpretation der punktuellen Sondierresultate. Es ist nicht auszuschliessen, dass die effektiv vorhandenen Verhältnisse zwischen den Sondierungen teilweise davon abweichen. Der den SBB-Geleisen zugewandte Teil der Projektparzelle war für Sondierungen nicht zugänglich. Bei der Projektierung ist insbesondere in diesem Bereich mit Abweichungen zu rechnen. Die bautechnischen Empfehlungen beziehen sich auf die vorliegenden Projektunterlagen (*Kapitel 1.2*). Bei relevanten Projektänderungen oder einem neuen Projekt ist eine Neubeurteilung erforderlich.

2 GEOLOGISCHE ÜBERSICHT

Die Felsunterlage wird im Gebiet von Illnau-Effretikon durch Sandsteine und Mergel der *Oberen Süsswassermolasse* gebildet. Diese Gesteine treten nur an den Flanken der schmalen Talung der Kempt und nordwestlich Girhalden im Einschnitt des Grändelbaches an die Oberfläche. Die Felsoberfläche taucht gegen Südwesten ab und wird durch eine uneinheitliche Abfolge von Lockergesteinen überdeckt.

Das Stadtgebiet von Effretikon liegt inmitten von markanten elliptischen Hügeln. Diese sogenannten Drumlins bestehen im Wesentlichen aus *Moränenmaterial* und wurden vom Gletscher der letzten Eiszeit überfahren und geformt. Die glazial vorbelastete, kompakte Moräne wurde nacheiszeitlich durch Witterungseinflüsse unterschiedlich tief und stark aufgelockert.

Nach dem Rückzug der Gletscher wurden in den Mulden zwischen den Drumlins feinkörnige *Seeablagerungen* sowie sandig-kiesige *Deltaablagerungen* sedimentiert. Diese Ablagerungen zeigen in der Regel einen sehr heterogenen Aufbau und sind auch über kurze Distanzen oft nur schwer korrelierbar.

Den Abschluss des natürlichen Schichtprofils bilden vorwiegend feinkörnige, vielfach organisch durchsetzte *Verlandungssedimente* sowie der darüber folgende *Ober- und Unterboden* (Humus und oberste rund 1 m mächtige Erdschicht). Im Zuge baulicher Tätigkeiten wurden diese Schichtpartien praktisch vollständig durch *künstliche Auffüllungen* ersetzt resp. mit solchen überschüttet.

3 ANGETROFFENE UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Künstliche Auffüllungen

(im geologisch bearbeiteten Profil der Beilage 3 rosa koloriert)

- Vorkommen: in allen Sondierungen
- Obergrenze: OK Terrain, ca. Kote 510.3–511.0 m ü.M.
- Mächtigkeit: 2.0–2.6 m
- Material: leicht siltiger Kies mit reichlich bis viel Sand
leicht siltiger Sand mit wenig Kies
- Lagerung: generell locker
- Tragfähigkeit: generell klein
- Setzungsempfindlichkeit: generell gross
- Besonderheiten: künstliche Auffüllungen enthalten Fremdstoffe, vgl. *Beilage 2*

3.2 Verlandungssedimente

(im geologisch bearbeiteten Profil der Beilage 3 braun koloriert)

- Vorkommen: in allen Sondierungen
- Obergrenze: 2.0–2.6 m u.T., entsprechend ca. Kote 507.9–509.0 m ü.M.
- Mächtigkeit: 0.6–1.3 m
- Material: lagenweise sauberer, überwiegend leicht bis stark siltiger Sand
toniger Silt bis siltiger Ton, nicht bis ziemlich plastisch, breiig bis weich mit Sand, z.T. organisch durchsetzt
- Lagerung: sehr locker bis locker
- Tragfähigkeit: klein
- Setzungsempfindlichkeit: gross bis sehr gross
- Besonderheiten: feuchtigkeitsempfindlich

3.3 Delta- und Seeablagerungen

(im geologisch bearbeiteten Profil der Beilage 3 in Gelbtönen koloriert)

- Vorkommen: in allen Sondierungen
- Obergrenze: 3.0–3.6 m u.T., entsprechend ca. Kote 506.6–507.8 m ü.M.
- Mächtigkeit: 2.2–4.2 m
- Material: *Deltaablagerungen:*
sauberer bis leicht tonig, leicht bis mässig siltiger Sand mit wenig bis reichlich Kies
tonfreier bis leicht toniger, leicht siltiger Kies mit reichlich bis viel Sand und Steinen
Seeablagerungen:
sauberer bis stark toniger, leicht bis stark siltiger Sand mit vereinzelt Kies
toniger Silt bis siltiger Ton, nicht bis ziemlich plastisch, weich bis steif, teilweise mit viel Sand und vereinzelt Kies
- Lagerung: locker bis mitteldicht
- Tragfähigkeit: klein bis mittel
- Setzungsempfindlichkeit: mittel bis gross
- Besonderheit: tonfreie siltig-sandige Schichtpartien sind unter dem Wasserspiegel äusserst empfindlich auf hydraulischen Grundbruch, erosionsanfällig und neigen zum Fliessen und Ausschwemmen, vor allem in den Seeablagerungen sind Begeh- und Befahrbarkeitsprobleme zu erwarten

3.4 Moräne

(im geologisch bearbeiteten Profil der Beilage 3 grün koloriert)

- Vorkommen: in allen Sondierungen
- Obergrenze: 5.4–7.8 m u.T., entsprechend Kote 502.5–505.6 m ü.M.
- Mächtigkeit: 4.0–7.2 m
- Material: leicht bis stark tonig-siltiger Sand mit vereinzelt bis reichlich Kies, Steinen und Blöcken
toniger Silt bis siltiger Ton, wenig bis ziemlich plastisch, steif mit reichlich Sand und Kies
sauberer Sand, zum Teil mit wenig Kies
untergeordnet leicht tonig-siltiger Kies und Sand mit Steinen («Moränenschotter»)
- Lagerung: mitteldicht (aufgelockerte Partien im Bereich der Obergrenze)
bis sehr dicht (kompakte Partien im tieferen Bereich)
- Tragfähigkeit: gross bis sehr gross
- Setzungsempfindlichkeit: mittel bis klein, z.T. sehr klein
- Besonderheit: feuchtigkeitsempfindlich, kann auch grössere Blöcke (Findlinge) und Pakete von aufgeschürfter Molasse enthalten

3.5 Verwitterte Molasse

(im geologisch bearbeiteten Profil der Beilage 3 hellbraun koloriert)

- Vorkommen: in Sondierungen Nr. 22-1 bis 22-3
- Obergrenze: 10.9–13.7 m u.T.,
entsprechend ca. Kote 498.4–499.9 m ü.M.
- Mächtigkeit: 0.5–1.9 m
- Material: unterschiedlich stark verwitterter Mergel und Sandstein,
z.T. vollständig zu tonigem Silt / Sand verwittert
- Lagerung: mitteldicht bis sehr dicht
- Tragfähigkeit: mittel bis sehr gross
- Setzungsempfindlichkeit: mittel bis sehr klein
- Besonderheit: feuchtigkeitsempfindlich, Übergang von den Lockergesteinen zur Molasse stellt potentiellen Gleithorizont dar, einzelne Molassepakete können als aufgeschürfte Blöcke in der Moräne auftauchen

3.6 Unverwitterte Molasse

(im geologisch bearbeiteten Profil der Beilage 3 dunkelbraun koloriert)

- Vorkommen: alle Sondierungen
- Obergrenze: 11.4–13.7 m u.T., entsprechend ca. Kote 496.9–499.4 m ü.M.
- Mächtigkeit: sehr gross
- Material: Mergel und Sandstein
- Verwitterung: vorwiegend unverwittert bis angewittert
- Festigkeit: Feldversuche zur Abschätzung der einaxialen Druckfestigkeit gemäss EN ISO 14689:2019-04 (vgl. *Beilage 2*); umgangssprachliche Begriffe für «Felshärte» in Klammern:

Festigkeit Mergel:

sehr gering bis mässig hoch, 1–50 N/mm² («brüchig» bis «hart»)

Festigkeit Sandsteine:

mässig hoch bis sehr hoch 25–250 N/mm² («hart» bis «sehr hart»)

Für eine zuverlässigere Beurteilung der einaxialen Druckfestigkeit müsste der Fels repräsentativ beprobt und Felsproben im Labor untersucht werden

- Schichtlage: praktisch horizontal
- Klüftung: unterschiedlich ausgeprägt
- Tragfähigkeit: sehr gross
- Setzungsempfindlichkeit: praktisch inkompressibel
- Besonderheit: feuchtigkeitsempfindlich (Mergel), Molasse kann entlang von mergeligen Schichtfugen und alten Gleitflächen eine stark reduzierte Scherfestigkeit aufweisen

4 GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

4.1 Hydrogeologische Übersicht

Westlich und östlich vom Hackenberg sind geringmächtige, eiszeitliche Schotter- und Deltaablagerungen vorhanden. Innerhalb dieser maximal einige Meter mächtigen kiesig-sandigen Schichten zirkuliert wenig Grundwasser in Richtung Norden (*Figur 1*). Im Gebiet «Brandried», östlich des Bahnhofs von Effretikon vereinen sich die beiden Grundwasservorkommen und keilen weiter nördlich auf kurze Distanz aus.

Gespeist wird das Grundwasser durch oberflächlich einsickerndes Niederschlagswasser sowie durch unterirdisch zusickerndes Hangwasser. Wegen der dichten Überbauung findet gesamthaft eine eher bescheidene Grundwasserneubildung statt.

Im ehemaligen Sumpfgebiet «Brandried» liegen die grundwasserführenden Schotter- und Deltaablagerungen unter einer Bedeckung mit unterschiedlich mächtigen, teils torfhaltigen Verlandungssedimenten. Das Grundwasser ist unter diesen schlecht durchlässigen Oberflächenschichten subartesisch gespannt. Sämtliches Grundwasser trat früher an der Oberfläche aus und wurde vom Grändelbach aufgenommen. Später wurde das Gebiet drainiert und der Grundwasserspiegel künstlich abgesenkt. Auch heute noch wirken in diesem Gebiet alte Drainagen, Sickerleitungen sowie der neu wieder offen gelegte Grändelbach als Vorflut für das vorhandene Grundwasser.

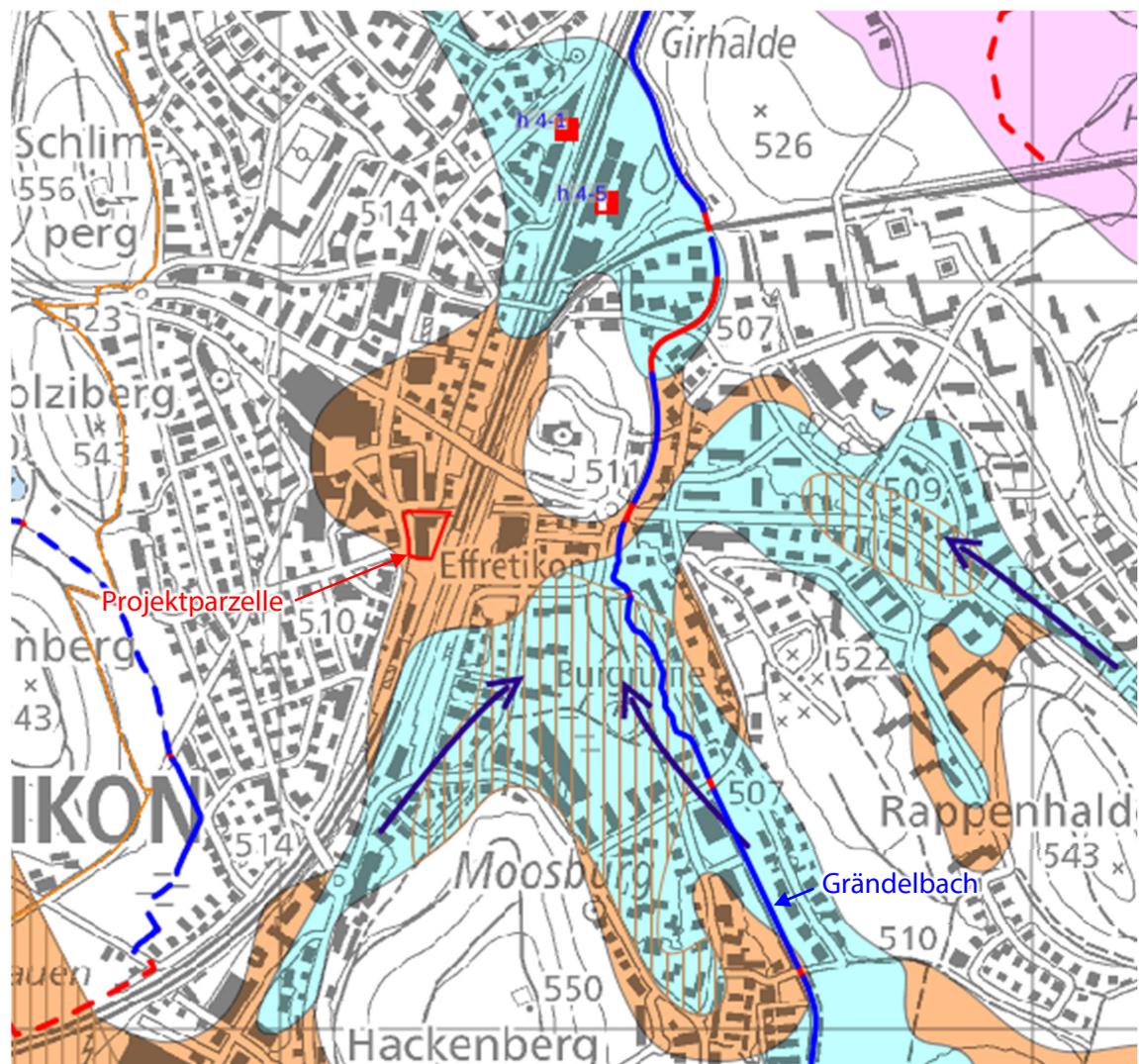
Das genannte Grundwasservorkommen (Kantonales Grundwassergebiet Bisikon h3 und Rikon h 4) wird nirgends genutzt. Wegen der reduzierenden Bedingungen mit niedrigen und fehlenden Sauerstoffgehalten dürfte das Grundwasser für eine Nutzung als Brauchwasser auch wenig geeignet sein. Demgegenüber ist weiter nördlich ein kleines Grundwasservorkommen vorhanden, welches im Pumpwerk Rikon (GWR h4-1) zur Trinkwassergewinnung genutzt wird.

4.2 Verhältnisse auf der Projektparzelle

Gemäss der Grundwasserkarte des Kantons Zürich (*Figur 1*) sind auf der Projektparzelle Grundwasser führende Schichten von geringer Mächtigkeit zu erwarten (beige Gebiete auf Karte). Mit den durchgeführten Sondierungen (Nr. 22-1, 22-2 und 22-4) wurden lokal sandig-kiesige Deltaablagerungen angetroffen, welche über den Verlauf der Projektparzelle sehr heterogen aufgebaut sind und teilweise vollständig fehlen. Aufgrund der vorliegenden Resultate der neuen Kernbohrungen und älterer Sondierungen in der Umgebung handelt es sich dabei allerdings um kein zusammenhängendes Grundwasservorkommen. Die wasserführenden Kiesschichten treten in Form von einzelnen Adern und Linsen auf. Aufgrund der ausgeprägten Heterogenität des Untergrundes dürfte auch keine einheitliche Grundwasserflussbewegung vorhanden sein. Vielmehr zirkulieren geringe Grundwassermengen entlang von besser durchlässigen Horizonten. Mit E-Mail vom 4.7.2022 bestätigte das AWEL, dass die Projektparzelle vollständig den Bereichen von nicht nutzbaren Grundwasservorkommen zugeteilt wird.

Im nordwestlichen Bereich der Projektparzelle fehlen die etwas besser durchlässigen kiesigen Deltaablagerungen vollständig. In diesem Bereich wurde eine rund 1.4 m mächtige, sandig-kiesige Schicht innerhalb der Moräne angetroffen («Moränenschotter»). In dieser wurde sub-artesisch gespanntes Grundwasser angetroffen. Das Druckniveau dieses Grundwassers liegt leicht höher als der Grundwasserspiegel in den sandig-kiesigen Deltaablagerungen.

Figur 1: Ausschnitt ca. 1:10'000 aus der Grundwasserkarte des Kt. Zürich (GIS-Browser)



Schotter-Grundwasserleiter in Tälern

- Gebiet geringer Grundwassermächtigkeit (meist weniger als 2 m) oder geringer Durchlässigkeit. Randgebiet mit unterirdischer Entwässerung zum Grundwassernutzungsgebiet
- Gebiet mittlerer Grundwassermächtigkeit (2 bis 10 m)

Bedeckung von Grundwasserleitern

- Schlecht durchlässige Deckschichten von meist mehr als 5 m Mächtigkeit (Moränen, Seebodenlehme, Schwemmlerhne)

Schotter-Grundwasserleiter über den Tälern

- Gebiet geringer Grundwassermächtigkeit (meist weniger als 2 m) oder geringerer Durchlässigkeit, Quellbildner an Talhängen o. auf Hochplateaux, Randgebiet mit unterird. Entwässerung zum Grundwassernutzungsgebiet.

Hydrogeologische Angaben

- 401 Isohypsen des Grundwasserspiegels bei Mittelwasserstand
- Quelfassung / Q. mit Wärmenutzung
- Grundwasserfassung / G. mit Wärmenutzung

4.3 Grundwasserspiegellage

Zur längerfristigen Beobachtung der Grundwasserspiegellage wurden in den Kernbohrungen Nr. 22-1, 22-3 und 22-4 Piezometer- resp. KleinfILTERrohre versetzt. Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurden am 8. resp. 14.6.2022 in den Piezometerrohren Nr. 22-1 resp. 22-4 die Grundwasserspiegel in den *sandig-kiesigen Deltaablagerungen* in ca. 4.2 resp. 4.8 m Tiefe, entsprechend ca. Kote 506.1 m ü.M. gemessen. Das Druckniveau des Grundwasserspiegels des «Moränenschotters» wurde im Piezometerrohr Nr. 22-3 am 10.6.2022 in ca. 4.3 m Tiefe resp. auf ca. Kote 506.5 m ü.M. gemessen. In der Kernbohrung Nr. 22-2 wurde nach Abschluss der Bohrung am 9.6.2022 kein Grundwasser angetroffen. Auf den Einbau eines Piezometer- resp. KleinfILTERrohres wurde verzichtet.

Anlässlich einer ersten Nachkontrolle am 15.6.2022 wurden die Grundwasserspiegel in den Piezometerrohren Nr. 22-1 resp. 22-4 in ca. 4.6 resp. 4.4 m Tiefe, entsprechend ca. Kote 506.2 resp. 505.8 m ü.M. sowie in Nr. 22-3 in ca. 4.1 m Tiefe, entsprechend ca. Kote 506.6 m ü.M. gemessen. Bei einer zweiten Nachkontrolle am 22.6.2022 wurden diese in den Piezometerrohren Nr. 22-1 resp. 22-4 in ca. 4.7 resp. 4.5 m Tiefe, entsprechend ca. Kote 506.1 resp. 505.8 m ü.M. und in Nr. 22-3 in ca. 4.2 m Tiefe, entsprechend ca. Kote 506.6 m ü.M. gemessen (vgl. *Tabelle 1*).

Das Druckniveau des subartesisch gespannten Grundwassers im «Moränenschotter» liegt somit wenige Dezimeter über den Grundwasserspiegeln der sandig-kiesigen Deltaablagerungen.

Am 22.6.2022 wurden in den Piezometerrohren Nr. 22-1, 22-3 und 22-4 Datenlogger versetzt, welche die Grundwasserspiegel zunächst über ein Jahr aufzeichnen sollen.

Bei verschiedenen Liegenschaften in der Umgebung sind Sickerleitungen vorhanden, welche den Grundwasserspiegel stabilisieren und die Vorflut für das Grundwasser darstellen können. Trotzdem kann mit dem derzeitigen Wissensstand nicht ausgeschlossen werden, dass der Grundwasserspiegel nach intensiven Regenperioden oder nach einer Schneeschmelze noch über das gemessene Niveau ansteigen kann. Angaben zu möglichen Höchst-Hochwasserständen sind mangels langfristiger Messungen noch nicht möglich. Diesbezüglich werden die versetzten Logger weitere Anhaltspunkte liefern. Es empfiehlt sich davon auszugehen, dass der Grundwasserspiegel im Extremfall noch schätzungsweise etwa 1 m über das bisher gemessene Niveau ansteigen kann.

4.4 Durchlässigkeit

Zur Bestimmung der Durchlässigkeit wurden in den KleinfILTERrohren Nr. 22-1, 22-3 und 22-4 Pumpversuche durchgeführt. Im KleinfILTERrohr Nr. 22-1 musste dieser abgebrochen werden, da nicht ausreichend Grundwasser gepumpt werden konnte. Im Pumpversuch im KleinfILTERrohr Nr. 22-3 wurde in den kiesigen Partien der Moräne («Moränenschotter») ein Durchlässigkeitsbeiwert K von 1.5×10^{-5} m/s ermittelt. Dies entspricht einer geringen Durchlässigkeit. Im KleinfILTERrohr Nr. 22-4 wurde in den sandig-kiesigen Deltaablagerungen ein Durchlässigkeitsbeiwert K von 1.5×10^{-4} m/s ermittelt. Dies entspricht einer mässigen bis geringen Durchlässigkeit.

Erfahrungsgemäss ist in den siltig-sandigen Seeablagerungen mit Durchlässigkeitsbeiwerten K von ca. 10^{-5} – 10^{-6} m/s zu rechnen, was einer geringen Wasserdurchlässigkeit ent-

spricht. Die Verlandungssedimente sind ähnlich schlecht durchlässig. Die vorwiegend dicht gelagerte Moräne ist mit Ausnahme von kiesigen Partien nahezu undurchlässig. Die Molasse ist mit Ausnahme von stärker geklüfteten Bereichen undurchlässig.

4.5 Grundwasserschutz

Das Projektareal ist gemäss der Gewässerschutzkarte des Kantons Zürich dem Gewässerschutzbereich A_U zugeordnet.

Gemäss der Gewässerschutzverordnung dürfen im Gewässerschutzbereich A_U keine Bauten erstellt werden, die unter dem mittleren Grundwasserspiegel liegen (Anhang 4, Ziffer 211). Ausnahmegewilligungen sind unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Zur Erhaltung der ursprünglichen Durchflusskapazität sind gezielte Massnahmen vorzusehen.

Im Merkblatt «Bauvorhaben in Grundwasserleitern und Grundwasserschutzzonen» ist die aktuelle Bewilligungspraxis des Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) festgehalten und erläutert.

In Randgebieten von Grundwasservorkommen mit geringer bzw. auskeilender Mächtigkeit (< 2 m nutzbare Grundwassermächtigkeit), wie es auf der Projektparzelle mit den Sondierungen nachgewiesen werden konnte, sind tiefere Einbauten mit einer Ausnahmegewilligung und entsprechenden Auflagen (Ersatzmassnahmen) in der Regel möglich.

Bei der Erstellung von zwei Untergeschossen kommt UK Bodenplatte des Neubaus *unter* die bislang gemessenen Grundwasserspiegel zu liegen. Da im Projektbereich keine gut durchlässigen, grundwasserführenden Schichten vorhanden sind, dürfte das AWEL gemäss gängiger Bewilligungspraxis einer Speziallösung für Einbauten bis unter den mittleren Grundwasserspiegel zustimmen. Die entsprechende Ausnahmegewilligung wurde vom AWEL mit E-Mail vom 4.7.2022 unter Auflagen bereits in Aussicht gestellt.

4.6 Grundwasser-Ersatzmassnahmen

Im vorliegenden Fall sind *Grundwasser-Ersatzmassnahmen* weniger im Hinblick auf den Erhalt der Durchflusskapazität der ohnehin nur mässig bis schlecht durchlässigen Lockergesteinsschichten vorzusehen. Vielmehr sollen damit nachteilige Auswirkungen auf Rechte Dritter infolge Rück- resp. Aufstauwirkungen verhindert werden.

Mit Hilfe der Ersatzmassnahmen muss gewährleistet werden, dass das überwiegend auf der südlichen Gebäudeseite in geringen Mengen zuströmende Grundwasser die Gebäudekörper um- resp. untersickern kann. Dabei darf aber keinesfalls eine erhöhte Drainagewirkung auf den westlich folgenden Hang ausgeübt werden, da dies einen unerwünschten Anstieg des Grundwasserspiegels auf der Ostseite, im SBB-Gleisbereich, zur Folge haben könnte.

Als Ersatzmassnahmen resp. Strömungshilfen kommen beispielsweise einzelne (sandig-) kiesige Sickerbahnen unter der Bodenplatte in Kombination mit einer durchlässigen Gebäudehinterfüllung in Betracht. Anstelle von kiesigen Hinterfüllungen sind – insbesondere bei knappen Platzverhältnissen – in Absprache mit dem AWEL allenfalls auch so genannte Drainagematten (z.B. Enkadrain) auf den Gebäudeaussenwänden möglich. Mit Hilfe dieser Massnahmen kann die Durchflusskapazität bei Hochwasser vollständig wieder hergestellt werden.

Die Durchlässigkeit der einzubauenden Kiesschicht ($K \geq 1 \times 10^{-3}$ m/s) muss dabei deutlich höher liegen als diejenige der kiesigen Deltaablagerungen.

Eine detaillierte Dimensionierung der Ersatzmassnahmen mit dem vom AWEL geforderten Durchflussnachweis kann erst nach Vorliegen des Aushubplans und der Wahl des Baugrubenabschlusses vorgenommen werden.

5 BAUTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

5.1 Projekt

Gemäss den zur Verfügung stehenden Projektunterlagen ist auf der Parzelle Kat.-Nr. IE7653 am Rosenweg in Illnau-Effretikon / ZH der Rückbau des bestehenden Gebäudes und der Neubau des 22-geschossigen Geschäfts- und Wohnhochhauses «Effitower» geplant. Der Neubau umfasst ein Erdgeschoss, drei Bürogeschosse, 15 Wohngeschosse, ein Dachgeschoss, ein unter dem Hochbau auskragendes 1. Untergeschoss mit Einstellhalle sowie ein relativ zum 1. Untergeschoss partielles, unter dem Hochbau auskragendes 2. Untergeschoss. Die projektierte Gebäudesohle (UK Bodenplatte 2. Untergeschoss) reicht ca. 6.5–8 m unter das bestehende Terrain und kommt einheitlich auf ca. Kote 503.4 m ü.M. zu liegen. Lokal reicht ein Liftschacht ca. 8.5–10 m unter das bestehende Terrain entsprechend ca. Kote 501.5 m ü.M.

Die Lage des Neubaus ist aus dem Situationsplan 1:500 der *Beilage 1* ersichtlich. In den Einzelprotokollen der Kernbohrungen (*Beilage 2*) ist UK Bodenplatte des 2. Untergeschosses resp. des Liftschachtes mit einem Signaturreaster eingezeichnet.

5.2 Baugrundwerte

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden *Tabelle 2* verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 2: Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse
 (geschätzte Mittelwerte X_m , in Klammer Extremwerte X_{extr})

Bodenbeschreibung	Raumlast	Kohäsion	Reibungswinkel	Zusammendrückungsmodul	
				Erstbelastung	Wiederbelast.
	γ	c'	φ'	M_E	$M_{E'}$
	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[MN/m ²]	[MN/m ²]
Künstliche Auffüllungen					
– siltiger Kies mit Sand, Kieskoffer	20.5	0	(33) 36	(20) 30	–
– siltiger Sand mit wenig Kies	19	0	(24) 26	–	–
Verlandungssedimente					
– siltiger Sand mit wenig Kies	19	0	(24) 26	–	–
– toniger Silt bis siltiger Ton mit Sand, z.T. organisch durchsetzt	(18) 19	(2) 5	(21) 23	–	–
Deltaablagerungen					
– (tonig-)siltiger Sand mit Kies, «sandig»	19.5	0	(28) 30	(10) 30 (50)	90
– (tonig-)siltiger Kies mit Sand und Steinen, «kiesig»	20.5	0	(33) 36	(30) 50 (70)	150
Seeablagerungen					
– tonig-siltiger Sand mit Kies	19.5	(0) 2	(25) 27	(10) 15	40
– toniger Silt bis siltiger Ton, z.T. mit Sand und Kies	19	(3) 8	(23) 25	(5) 10	30
Moräne					
– toniger Silt bis tonig-siltiger Sand und Kies, Steine, Blöcke, aufgelockert	21	(3) 5	(28) 31	(20) 35 (50)	100
– toniger Silt bis tonig-siltiger Sand und Kies, Steine, Blöcke, kompakt	22	(5) 10	(31) 33	(50) 70 (100)	200
Obere Süsswassermolasse					
– verwitterter Sandstein und Mergel	23	(10) 20	(27) 30	(50) 80 (120)	250
– unverwitterter Sandstein und Mergel	25	–	–	praktisch inkompressibel	

Umrechnung Einheiten:

$$1 \text{ kN/m}^3 = 0.1 \text{ t/m}^3 \quad 1 \text{ kN/m}^2 = 0.1 \text{ t/m}^2 = 0.01 \text{ kg/cm}^2 \quad 1 \text{ MN/m}^2 = 100 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

Für die Bestimmung der charakteristischen Werte X_k kann folgende Formel verwendet werden:

$$X_k = X_m - \alpha (X_m - X_{extr})$$

Faktor für Zuverlässigkeit α :

$\alpha = 0.40$ für Kohäsion c' (berechneter Wert ist auf die ganze Zahl abzurunden)

$\alpha = 0.20$ für übrige Parameter

Erdbeben

Für die erdbebengerechte Projektierung gemäss SIA-Norm 261 (Einwirkungen auf Tragwerke) ist der Untergrund im Untersuchungsgebiet aufgrund der Sondiererergebnisse und bezogen auf das vorliegende Projekt der Baugrundklasse B zuzuordnen.

5.3 Foundation

Aus den Einzelprotokollen der Kernbohrungen (*Beilage 2*) und den geologischen Profilen der *Beilage 3* ist ersichtlich, dass die Gebäudesohle mehrheitlich in die Moräne, zum Teil aber auch in die darüber liegenden Delta- und Seeablagerungen zu liegen kommt.

Die Delta- und Seeablagerungen weisen generell eine mittlere Tragfähigkeit auf und sind mässig setzungsempfindlich. Sie eignen sich nur zur Aufnahme von kleinen Gebäudelasten. Die Moräne kann, abgesehen von den oberflächlich aufgelockerten und nur mitteldicht gelagerten Partien, als gut bis sehr gut tragfähiger und nur wenig setzungsempfindlicher Baugrund bezeichnet werden. Gleiches gilt für die verwitterten Partien der darunter folgenden Molasse. Die unverwitterten Partien der Molasse sind als sehr gut tragfähiger, praktisch inkompressibler Baugrund einzustufen.

Flachfundation

Aufgrund der hohen Gebäudelasten im Bereich des Hochhauses wären bei einer *Flachfundation* mit einer Bodenplatte grössere Setzungen und Setzungsdifferenzen zu erwarten. Solche Setzungsdifferenzen führen zu Zwängungen in den Übergangsbereichen zwischen den Hochbauten und auskragenden Untergeschossen, welche nur mit aufwändigen konstruktiven Massnahmen schadlos aufgenommen werden können. Andernfalls wären Risse in der Bodenplatte und in den Aussenwänden und damit verbundene Wasserundichtigkeiten mögliche Folgen. Wir empfehlen daher, auf eine Flachfundation des Hochhauses möglichst zu verzichten und konsequent eine Pfahlfundation ins Auge zu fassen. Unter Inkaufnahme von Setzungen und Setzungsdifferenzen ist eine *Flachfundation* im Bereich der auskragenden Untergeschosse aber allenfalls denkbar.

Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeitsverhaltens mit möglichst kleinen Setzungen und vor allem Setzungsdifferenzen resp. Gebäudeverkippen empfehlen wir bei einer Flachfundation, die Gebäudelasten konsequent bis auf die Moräne hinunter abzuleiten. Zu diesem Zweck sind die lokal vorhandenen Delta- und Seeablagerungen entweder auszuwickeln und durch einen schichtweise eingebrachten, einwandfrei verdichteten Kieskoffer (mit Vlies unterlegt) zu ersetzen oder mit vertieften Einzel- oder Streifenfundamente (mit Magerbeton gefüllte Schächte und Gräben) zu überbrücken.

In den nachfolgenden *Figuren* sind die möglichen Bodenpressungen (Bemessungsniveau) für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche und Einzelfundamente (*Figur 2*) bzw. für streifenförmige Bodenplattenbereiche und Streifenfundamente (*Figur 3*) in der aufgelockerten Moräne zusammengestellt. Es wurden für die Baugrundwerte X_k folgende Partialfaktoren festgelegt:

- Kohäsion c' $\gamma_c = 1.5$
- Reibungswinkel φ' $\gamma_\varphi = 1.2$
- Raumlast γ_e $\gamma_\gamma = 1.0$
- Zusammendrückungsmodul M_E $\gamma_E = 1.0$

Bei den Tragfähigkeitsabschätzungen wurde angenommen, dass die Bodenplatte *unter* dem Wasserspiegel liegt und eine Stärke von mindestens ca. 0.3 m aufweist.

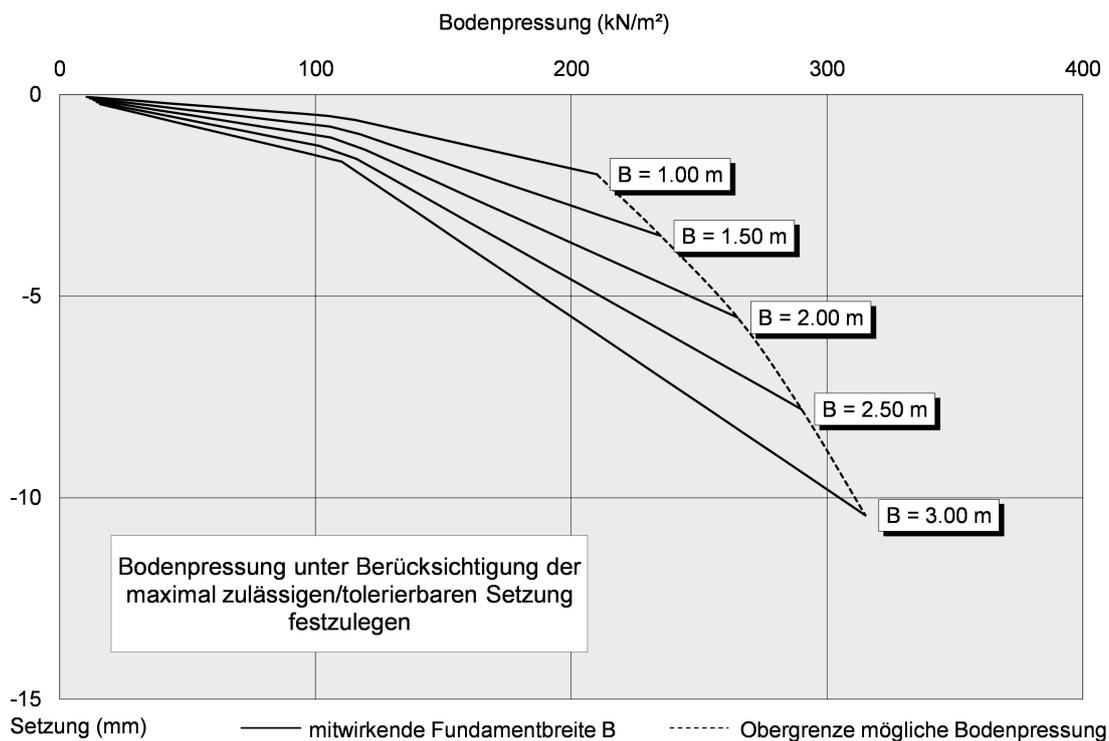
Für weitere Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der *Tabelle 2* verwendet werden.

Figur 2: Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche und Einzelfundamente in der aufgelockerten Moräne (Bemessungsniveau)

Annahmen:

Kohäsion c_d'	$(\gamma_c = 1.5)$	2.7	kN/m ²	
Winkel der inneren Reibung φ_d'	$(\gamma_{\tan\varphi} = 1.2)$	26.1	°	
Raumlast γ_d	$(\gamma_\gamma = 1.0)$	11	kN/m ³	Raumlast unter Auftrieb
effektiver Überlagerungsdruck q		8	kN/m ²	Bodenplatte, Stärke 0.3 m
Zusammendrückungsmodul M_{Ed}	$(\gamma_E = 1.0)$	35	MN/m ²	Erstbelastung
Zusammendrückungsmodul $M_{E'd}$	$(\gamma_E = 1.0)$	100	MN/m ²	Wiederbelastung
effektive Vorbelastung		110	kN/m ²	
Konzentrationsfaktor Spannungsausbreitung		0.5		

mitwirkende Fundamentbreite (m)	Boden- pressung (kN/m ²)	Anteil Wieder- belastung (kN/m ²)	Anteil Erst- belastung (kN/m ²)	Setzung		
				Wiederbel. (mm)	Erstbelast. (mm)	Total (mm)
1.00	210	110	100	-1	-1	-2
1.50	235	110	125	-1	-3	-4
2.00	265	110	155	-1	-4	-5
2.50	290	110	180	-1	-6	-7
3.00	315	110	205	-2	-9	-11

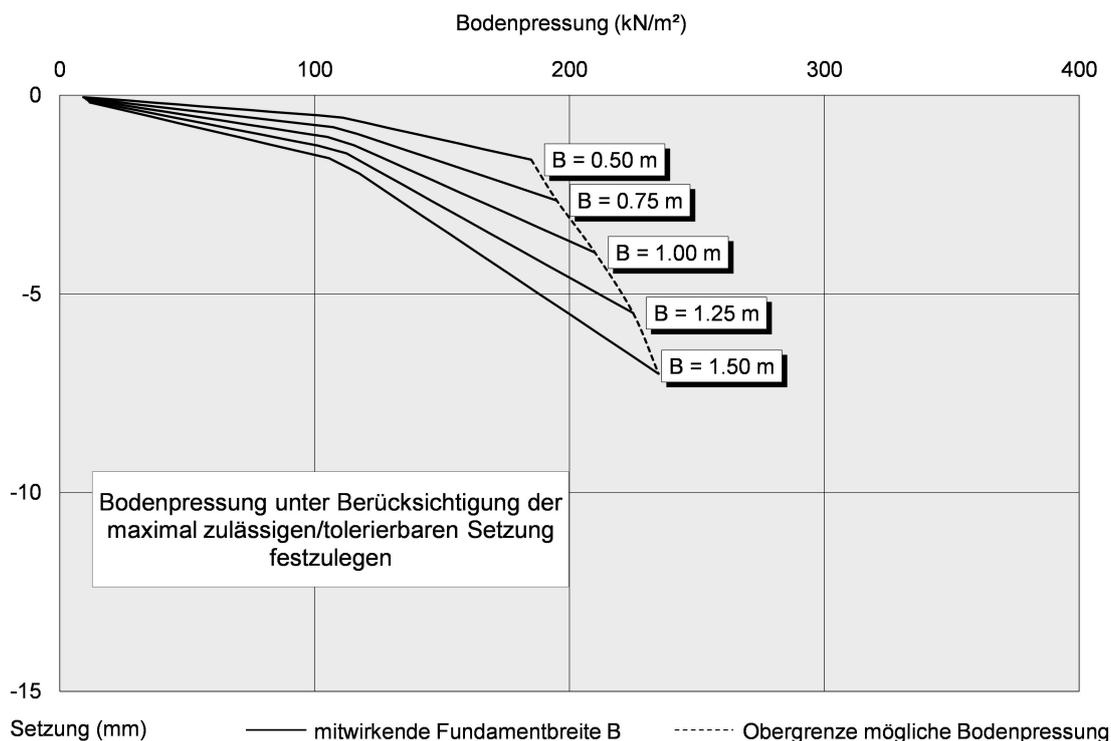


Figur 3: Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende streifenförmige Bodenplattenbereiche und Streifenfundamente in der aufgelockerten Moräne (Bemessungsniveau)

Annahmen:

Kohäsion c_d'	($\gamma_c = 1.5$)	2.7	kN/m ²	
Winkel der inneren Reibung φ_d'	($\gamma_{\tan\varphi} = 1.2$)	26.1	°	
Raumlast γ_d	($\gamma_\gamma = 1.0$)	11	kN/m ³	Raumlast unter Auftrieb
effektiver Überlagerungsdruck q		8	kN/m ²	Bodenplatte, Stärke 0.3 m
Zusammendrückungsmodul ME_d	($\gamma_E = 1.0$)	35	MN/m ²	Erstbelastung
Zusammendrückungsmodul ME'_d	($\gamma_E = 1.0$)	100	MN/m ²	Wiederbelastung
effektive Vorbelastung		110	kN/m ²	
Konzentrationsfaktor Spannungsausbreitung		1.0		

mitwirkende Fundamentbreite (m)	Boden- pressung (kN/m ²)	Anteil Wieder- belastung (kN/m ²)	Anteil Erst- belastung (kN/m ²)	Setzung		
				Wiederbel. (mm)	Erstbelast. (mm)	Total (mm)
0.50	185	110	75	-1	-1	-2
0.75	195	110	85	-1	-2	-3
1.00	210	110	100	-1	-3	-4
1.25	225	110	115	-1	-4	-5
1.50	235	110	125	-2	-5	-7



Pfahlfundation

In Bereichen mit hohen, punktuellen Lasten, insbesondere im Bereich des Hochhauses drängt sich eine *Pfahlfundation* auf. Sofern die mit einer Flachfundation im Bereich der auskragenden Untergeschosse verbundenen Setzungen und Setzungsdifferenzen nicht toleriert werden können, drängt sich auch dort eine Pfahlfundation auf. Dabei sollten die Bauwerkslasten aufgrund der relativ hoch liegenden Felsobergrenze möglichst bis in die praktisch inkompressible Molasse («Standpfähle») hinunter abgeleitet werden. Aufgrund der hohen Einzellasten drängen sich grosskalibrige konventionelle Bohrpfähle auf.

Als Grundlage für die Dimensionierung von Pfählen können für den Lastfall «Druck» im ungestörten Untergrund folgende *äussere Tragwiderstände* (Bruch des anstehenden Untergrundes) in Rechnung gesetzt werden:

Delta- und Seeablagerungen:

Mantelreibung: vernachlässigen
Spitzenwiderstand: –

Moräne:

Mantelreibung: 140–160 kN/m²
Spitzenwiderstand: Abschätzung mit Tragfähigkeitsformel (z.B. nach Lang/Huder)
maximal: 6'000 kN/m²

Molasse:

Mantelreibung: 200–220 kN/m²
Spitzenwiderstand: Abschätzung mit Tragfähigkeitsformel (z.B. nach Lang/Huder)
maximal: 12'000 kN/m²

In den auskragenden Untergeschossbereichen werden die Pfähle allenfalls auch auf Zug beansprucht. Für den Lastfall «Zug» empfiehlt es sich, die oben genannten Werte für die Mantelreibung sicherheitshalber um rund 40–50% zu reduzieren. Es empfiehlt sich, die effektiven Pfahltragfähigkeiten möglichst frühzeitig mit Pfahlbelastungsversuchen zu überprüfen.

In den kohäsionslosen, siltig-sandigen Seeablagerungen ist beim Ausführen der Pfahlbohrungen mit Grundbrucherscheinungen im Bohrloch zu rechnen. Dies bedeutet, dass die Bohrpfähle unter Wasserüberdruck gebohrt, bewehrt und betoniert werden müssen. Zudem hat es sich in der Vergangenheit immer wieder gezeigt, dass das Bohrwerkzeug einen deutlich kleineren Durchmesser als die Verrohrung haben sollte, damit bei dessen Rückzug ein problemloser Wassernachlauf gewährleistet ist und ein Sogeffekt mit damit verbundenen Grundbrucherscheinungen vermieden werden kann.

Bei der Dimensionierung der Pfähle müssen allfällige Aufschüttungen, welche nachträglich im Zuge der Umgebungsgestaltung aufgebracht werden, berücksichtigt werden, da diese zu einer zusätzlichen Beanspruchung der randlichen Pfähle in horizontaler und vertikaler Richtung führen.

Die Pfähle können unter Inkaufnahme von verlorenen Pfahllängen ab dem heutigen Terrain oder ab der Sohle eines Voraushubs abgeteuft werden. In jedem Fall muss ein Planum (z.B. mit Vlies unterlegter Geröll- oder Kieskoffer) erstellt werden. Ein Pfahlplanum kann nur dort entfallen, wo bereits heute ein genügend mächtiger Kieskoffer besteht.

5.4 Aushub

Belastungen Boden

Die Projektparzelle ist entlang der Rikonerstrasse im *Prüfperimeter für Bodenverschiebungen* des Kantons Zürich mit dem Belastungshinweis «Verkehrsträger» verzeichnet, d.h. es muss mit einer Belastung des Bodens gerechnet werden. Als «Boden» wird der Ober- und Unterboden bis in etwa 1 m Tiefe bezeichnet. Im Hinblick auf das Projekt bedeutet dies, dass vor Baubeginn der Gemeinde ein Meldeblatt zu Bodenverschiebungen eingereicht werden muss.

Da die Projektparzelle grösstenteils versiegelt ist, werden beim Bauvorhaben voraussichtlich weniger als 50 m³ (Festmass) Boden verschoben, so dass auf eine Untersuchung des Bodens verzichtet werden kann. Das von der Baubehörde verlangte «Meldeblatt zu Bodenverschiebungen» kann in diesem Fall von der Bauherrschaft in Eigenverantwortung ausgefüllt und abgegeben werden.

Verschmutzungen Untergrund

Die Projektparzelle ist nicht im Kataster der belasteten Standorte (KbS) eingetragen. Gemäss den durchgeführten Sondierungen liegen im Projektbereich aber künstliche Auffüllungen vor, die z.T. Fremdstoffe wie Plastikreste, Ziegel- und Backsteinbruch, Kermikscherven etc. enthalten (vgl. *Beilage 2*). Auch die vorhandenen Gebäudehinterfüllungen können Fremdstoffe enthalten. Das genaue Ausmass der künstlichen Auffüllungen inkl. Gebäudehinterfüllungen sowie deren Fremdstoffanteil sind nicht bekannt. Materialien mit mehr als 1 Gew.-% Fremdstoffen gelten als verschmutzt und können nicht als unverschmutzter Aushub abgeführt werden. Dadurch fallen Mehrkosten an. Übersteigt die Menge an zu entsorgendem verschmutztem Aushubmaterial 200 m³ fest, müssen zudem die kantonalen Verwertungs vorgaben beachtet werden, d.h. ein vorgegebener Teil muss einer Verwertung zugeführt werden (z.B. Bodenwäsche oder Zementwerk, vgl. Richtlinie «Behandlungsregel für verschmutzte Bauabfälle und Aushub- und Ausbruchmaterial im Hinblick auf die Verwertung», AWEL 2020). In der Ausschreibung sind entsprechende Positionen vorzusehen.

Baggerfähigkeit und Abbaubarkeit

Im Hinblick auf den maschinellen Aushub der Baugrube sind von der Lagerungsdichte her gesehen in den künstlichen Auffüllungen, den Verlandungssedimenten und den Delta- und Seeablagerungen keine Probleme zu erwarten. Diese dürfen durchwegs als normal baggerfähig bezeichnet werden (Abbauklassen 2–3 nach SN 640 575). Die Moräne ist erfahrungsgemäss mit den heute zur Verfügung stehenden grossen Maschinen noch mehrheitlich schwer abbaubar (Abbauklassen 3–4 nach SN 640 575). Erschwernisse können auch dann auftreten, wenn innerhalb der Moräne grössere Blöcke oder Findlinge angetroffen werden, welche zum Abtransport vorgängig zerkleinert werden müssen. Falls beim Erstellen von Kanalisationsgräben oder Fundamentvertiefungen nur kleine Maschinen eingesetzt werden können, muss in der kompakt gelagerten Moräne mit stark erschwerten Aushubverhältnissen gerechnet werden. Es empfiehlt sich, im Aushubdevis diesen Punkt klar hervorzuheben, damit die entsprechenden Preise zum vornherein klar definiert sind.

In den wassergesättigten Sichten sind Begeh- und Befahrbarkeitsprobleme zu erwarten. Von diesem Gesichtspunkt her gesehen ist deshalb eine möglichst trockene Baugrubensohle anzustreben. Wir empfehlen zudem, den Aushub in diesen Schichten «vor Kopf» zu realisieren.

Verwendung des Aushubmaterials

Die künstlichen Auffüllungen, die Verlandungssedimente und siltig-sandigen Seeablagerungen sind mit Ausnahme von Kofferungsmaterial erdbaumechanisch derart minderwertig, dass sie höchstens im Zuge der Umgebungsgestaltung weiter verwendet werden können. Die sandig-kiesigen Partien der Deltaablagerungen sowie die siltig-sandigen und sandig-kiesigen Moränenpartien können im trockenen Zustand als Hinterfüllungsmaterial mit geringen Verdichtungsanforderungen weiter verwendet werden.

Die vorhandenen *belasteten* Aushubmaterialien (z.B. bauschutthaltige künstliche Auffüllungen) müssen einer gesetzes- und vollzugskonformen Weiterverwendung resp. Entsorgung zugeführt werden.

Schutz der Aushubsohle

Die Delta- und Seeablagerungen sowie die Moräne reagieren empfindlich auf Witterungseinflüsse. Wir empfehlen deshalb, nach Erreichen der definitiven Aushubsohle diese sofort mit einer schützenden Magerbetonschicht abzudecken. Eine Durchnässung der Sohle hätte eine Auflockerung und eine damit verbundene Tragfähigkeitseinbusse zur Folge.

5.5 Baugrubenabschluss

Die Gebäudesohle kommt schätzungsweise bis zu rund 8–10 m unter das bestehende Terrain und deutlich *unter* den Grundwasserspiegel zu liegen. Zudem grenzt die Baugrube bis unmittelbar an das Trasse der SBB.

Aufgrund der knappen Platzverhältnisse kommt nur ein deformationsarmer, *vertikaler Baugrubenabschluss* in Frage. Dieser kann allenfalls lokal mit einem kleinen Voraushub kombiniert werden. Im vorliegenden Fall steht ein wasserdichter Baugrubenabschluss in Form einer *überschnittenen Bohrpfahlwand* oder einer *Schlitzwand* im Vordergrund. Eine gerammte resp. einvibrierte *Spundwand* ist wegen der relativ hoch liegenden Moränenobergrenze nicht möglich und wegen der Nähe zu den Bahninfrastrukturen aus Setzungs- und Erschütterungsgründen auch nicht zu empfehlen.

Grundsätzlich wäre auch ein wasserdurchlässiger Baugrubenabschluss in Form einer *gebohrten Rühlwand* oder einer *aufgelösten Bohrpfahlwand* denkbar. Als Bauhilfsmassnahme müsste aber der Grundwasserspiegel vorgängig bis unter die Aushubsohle abgesenkt werden, da sonst in kohäsionslosen, siltig-sandigen und sandig-kiesigen Partien Probleme mit der Ausfachung auftreten. Dies müsste voraussichtlich mit einem mehrstufigen, teils schräg durch die Wand gebohrten Wellpoint-System erfolgen. Dies hätte zur Folge, dass der Grundwasserspiegel grossräumig abgesenkt wird, was zu Setzungen im näheren Baugrubenbereich und zu Schäden an den Bahninfrastrukturen führen könnte.

Als Dimensionierungsgrundlage für den vertikalen Baugrubenabschluss können die Baugrundwerte der *Tabelle 2* in Rechnung gesetzt werden. Bei der Dimensionierung von Ankern empfehlen wir davon auszugehen, dass in den Delta- und Seeablagerungen eine maximale

Ankertraglast (Bruch des Untergrundes im Bereich des Verankerungskörpers, charakteristischer Wert) von ca. 400–600 kN möglich ist. In der Moräne kann diese auf ca. 600–800 kN erhöht werden. Es sollten in jedem Fall mehrfach injizierbare Anker und die Verankerungstrecke nicht kleiner als 6 m gewählt werden. Diesbezüglich genauere Angaben werden die Spannprotokolle der ersten Anker liefern. Für Nägel kann in den Delta- und Seeablagerungen eine maximale Traglast (Bruch des anstehenden Untergrundes, charakteristischer Wert) von 15–20 kN / Laufmeter und in der Moräne eine solche von 25–35 kN / Laufmeter angenommen werden. Auch diese Angaben sind mit Ausziehversuchen zu verifizieren.

Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen unter Berücksichtigung der Wasserverhältnisse rechnerisch nachgewiesen werden.

Für interne Böschungen zwischen dem 1. und 2. Untergeschoss sind die Böschungsneigungen auf maximal 1:1 zu begrenzen (Angabe gilt bis zu einer maximalen Böschungshöhe von 3–4 m). Dort, wo aus den Böschungen allenfalls stärkere Wasseraustritte mit Materialauschwemmungen beobachtet werden, müssen die entsprechenden Abschnitte mit perforierten Betonaufgaben abgedeckt werden.

5.6 Bauwasserhaltung

Die Aushubsohle des 2. Untergeschosses kommt durchwegs *unter*, diejenige des 1. Untergeschosses knapp *über* den Grundwasserspiegel zu liegen.

Unabhängig davon, ob zur Ausfuchung des Baugrubenabschlusses ein Wellpoint-System notwendig ist, muss zur Trockenhaltung der Baugrube eine offene Wasserhaltung mittels Pumpensämpfen, allenfalls ergänzt mit einzelnen Drainagesträngen, vorgesehen werden. Aus den sandig-kiesigen Deltaablagerungen sowie den kiesigen Partien der Moräne («Moränenschotter») ist mit einem gewissen, insgesamt aber eher bescheidenen Grundwasseranfall zu rechnen. Die Wasserhaltung muss vor allem auf den massgebenden Meteorwasseranfall dimensioniert werden.

Die Ableitung des in der Baugrube anfallenden Wassers hat nach SIA-Empfehlung 431 zu erfolgen. Danach sollte das Baugrubenabwasser unter Vorschaltung eines Absetzbeckens (mit Neutralisationsanlage) in die Schmutzwasserkanalisation abgeleitet werden. Eine Einleitung in einen Meteor- oder Reinabwasserkanal ist nur mit Bewilligung der zuständigen Behörde und unter Einhaltung der Einleitbedingungen gestattet.

5.7 Trockenhaltung und Dichtigkeit Untergeschosse

Die Gebäudesohle kommt *unter* den Grundwasserspiegel zu liegen. Gemäss heutiger Praxis des Kantonalen Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) wird eine permanente Grundwasserspiegelabsenkung mit basalen Sickerleitungen zur Trockenhaltung der Untergeschosse prinzipiell nicht toleriert. Dies bedeutet, dass im vorliegenden Fall das Untergeschoss bis über das Niveau eines mutmasslichen Höchsthochwasserstandes isoliert und vollständig wasserdicht ausgebildet sowie auf den entsprechenden Wasserdruck resp. Auftrieb dimensioniert werden muss.

Angaben über mögliche Hochwasserstände sind per dato (noch) nicht vorhanden. Die in den Piezometerrohren versetzten Datenlogger werden Anhaltspunkte über Hochwasserstände

liefern. Es empfiehlt sich vorderhand davon auszugehen, dass der Grundwasserspiegel bei extremen Hochwasserständen noch rund 1 m über das bisher gemessene Niveau ansteigen kann.

Um einen Wasseraufstau über den auskragenden Untergeschossen möglichst zu verhindern, sollte auf der Deckenisolation eine Sickerschicht angeordnet werden, welche ein nach aussen gerichtetes Gefälle aufweist und mit der durchlässig auszubildenden Hinterfüllung in hydraulischer Verbindung steht (Versickerung «über die Schulter»).

Ausserdem ist die Trockenhaltung von Gebäudeöffnungen wie z.B. Lichtschächte zu beachten (vgl. Kapitel 6).

5.8 Bauüberwachung

Im Rahmen der Bauüberwachung sind vor, während und nach Abschluss der Bauarbeiten die notwendigen Messungen und Beobachtungen durchzuführen. Mit der Ausarbeitung des entsprechenden Überwachungskonzeptes ist der projektierende Ingenieur zu beauftragen. Für die Festlegung der zulässigen Deformationen (Melde- und Alarmwerte) ist das Schadenpotential im möglichen Einflussbereich der Baugrube (z.B. SBB-Gleisanlage, Strassen, Werkleitungen) zu ermitteln und zu berücksichtigen.

Zu einer einwandfreien Überwachung der rund 8–10 m tiefen Baugrube gehören während der Bauphase periodische Kontrollen der Verformungen des Baugrubenabschlusses (geodätische Messungen, Inklinometermessungen), die Überprüfung der Ankerkräfte und eine Überwachung des Wasserspiegels innerhalb und ausserhalb der Baugrube.

Bei einer Baugrubentiefe von bis zu 10 m ist selbst bei der Wahl eines deformationsarmen Baugrubenabschlusses in der näheren Umgebung der Baugrube mit gewissen Setzungen und Verschiebungen zu rechnen. Es empfiehlt sich deshalb, von den benachbarten Infrastrukturen und Gebäuden im Sinne einer vorsorglichen Beweisaufnahme vor Beginn der Bauarbeiten eine Zustandsaufnahme durchführen zu lassen. Ferner sollten an exponierten Bauwerken Messbolzen versetzt werden, welche vor, während und nach den Bauarbeiten geodätisch überwacht werden.

Mit der Überwachung können kritische Bauphasen frühzeitig erkannt und allfällige nötige Gegenmassnahmen rechtzeitig eingeleitet werden. Zudem lassen sich ungerechtfertigte nachträgliche Forderungen zurückweisen und berechtigte Forderungen können quantifiziert werden.

5.9 Weitere Empfehlungen und Hinweise

Bei Unklarheiten in der Interpretation des vorliegenden geologisch-geotechnischen Berichtes und/oder bei einer Abweichung von der Prognose ist der Geologe durch den projektierenden Ingenieur oder die Bauleitung für eine Beurteilung beizuziehen (vgl. SIA 267, Ziff. 2.2.1).

Geotechnische Risiken sind einschliesslich der Massnahmen zu ihrer Bewältigung in der *Projektbasis* unter Nennung der entsprechenden Gefährdungsbilder zu beschreiben (SIA 267, Ziff. 2.2.4). Dazu kann der vorliegende geologisch-geotechnische Bericht herangezogen werden. Akzeptierte Risiken sind unter Nennung von Ausmass und Kostenfolge mit den Auftrag-

gebenden bzw. mit der Bauträgerschaft zu vereinbaren und in der *Nutzungsvereinbarung* zu dokumentieren (SIA 267, Ziff. 2.2.5).

Die Erstellung der Nutzungsvereinbarung, der Projektbasis sowie des Kontroll- und Überwachungsplanes gemäss SIA 260 liegt im Verantwortungsbereich des projektierenden Ingenieurs.

6 NATURGEFAHREN

Das Projektareal liegt gemäss der Naturgefahrenkarte des Kantons Zürich nicht in einem Bereich, welcher durch Hochwasser gefährdet ist.

Unabhängig davon können starke Niederschläge oder eine Schneeschmelze zu erheblichen Oberflächenabflüssen führen, welche z.B. über ungünstig angeordnete Lichtschächte zu Überflutungen von Untergeschossen führen können. Es empfiehlt sich deshalb, Gebäudeöffnungen und insbesondere Lichtschächte etwas über das Terrain hochzuziehen und die Umgebung derart zu gestalten, dass oberflächlich abfliessendes Wasser vom Gebäude ferngehalten wird. Weitere Hinweise gibt die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss des Bundesamts für Umwelt (<https://s.geo.admin.ch/7b964248d0>).

7 METEORWASSERVERSICKERUNG

Grundsätzliches

Zur Grundwasserneubildung und zur Entlastung der Kanalisation muss nach Art. 7 Abs. 2 Gewässerschutzgesetz (GSchG) nicht verschmutztes Abwasser von Dächern, Strassen und Plätzen wenn möglich vor Ort zur Versickerung gebracht werden. Ist dies aufgrund der örtlichen Verhältnisse nicht möglich, so kann das anfallende Meteorabwasser mit Bewilligung der zuständigen Behörde in eine geeignete Vorflut eingeleitet werden.

Die «Richtlinie Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (VSA, 2019) sowie die «Richtlinie und Praxishilfe Regenwasserentsorgung» (AWEL, 2013 mit Ergänzungen 2014) enthalten die wichtigsten Grundsätze zur Entsorgung von Regenwasser und praktische Hilfen zu deren Umsetzung.

Versickerungsverhältnisse

Die Verlandungssedimente und die Seeablagerungen weisen aufgrund ihrer feinkörnigen Zusammensetzung nur eine geringe Wasserdurchlässigkeit und damit auch nur ein sehr kleines Schluckvermögen auf. In den sandig-kiesigen Deltaablagerungen ist die Wasserdurchlässigkeit als auch das Schluckvermögen etwas höher. Der Grundwasserspiegel liegt jedoch bereits im natürlichen Zustand relativ hoch, was dazu führt, dass die nur geringmächtigen und beschränkt durchlässigen sandig-kiesigen Schichtpartien nahezu vollständig wassergesättigt sind. Zudem ist zu erwarten, dass der Grundwasserspiegel nach intensiven Niederschlägen noch weiter ansteigen kann. Unter diesen Voraussetzungen ist im vorliegenden Fall eine konzentrierte Versickerung des Dachwassers auf dem Projektareal stark erschwert. In der Versickerungskarte von Illnau-Effretikon [28] ist denn auch der Projektperimeter zwar als Ge-

biet ausgeschieden, wo mässig gute Versickerungsmöglichkeiten zu erwarten sind, diese aber durch die Lage des Grundwasserspiegels bzw. des nur geringen Flurabstandes eingeschränkt sind. Das anfallende Meteorabwasser muss mit Bewilligung der zuständigen Behörden in eine geeignete Vorflut wie z.B. in einen Meteorabwasserkanal eingeleitet werden. Dabei sind nach Möglichkeit Rückhaltmassnahmen zu treffen, damit das Wasser bei grossem Anfall gleichmässig abfliessen kann. Für die Schaffung von oberflächlichem Retentionsvolumen kommen z.B. *nicht begehbare* Flachdächer in Frage, wie sie gemäss den zur Verfügung stehenden Planunterlagen vorgesehen sind. Diese können zudem extensiv begrünt werden.

Wege und Plätze können zudem mit durchlässigen Belägen versehen werden, so dass das Wasser via die sandig-kiesige Foundationsschicht flächenhaft im Untergrund versickern kann. Der nicht versickerbare Anteil des Wassers ist möglichst auf angrenzende Grünflächen zu leiten, wo das Wasser verlaufen und diffus versickern kann. Dabei ist das Gelände niveaumässig so zu gestalten, dass das Wasser überall vom Gebäude weg fliesst. Dies gilt insbesondere auch für die Bereiche mit Lichtschächten, welche im Hinblick auf eine Überflutung der Untergeschosse ein Risiko darstellen (vgl. Kapitel 6).

8 WÄRMENUTZUNG AUS GRUNDWASSER UND UNTERGRUND

Grundwasser-Wärmenutzung

Auf dem Projektareal sind die Voraussetzungen für eine direkte Nutzung von Grundwasser zur Kälte- und Wärmegewinnung wegen des Fehlens von ausreichend ergiebigen Grundwasserschichten nicht gegeben.

Erdwärmennutzung (untiefe Geothermie)

Gemäss Wärmenutzungsatlas des Kantons Zürich (www.erdwaerme.zh.ch) ist das Projektareal der *Zone D* zugeordnet. Der Bau von Erdwärmesonden-Anlagen ist an dieser Stelle bis in eine Tiefe von ca. 390 m zulässig (Tiefenbeschränkung). Die Anzahl und Länge der Bohrungen richtet sich nach der Leistung der Heizanlage und der Entzugsleistung des Untergrundes (SIA 384/6). Für grössere Erdwärmesonden-Anlagen mit einer Kälteentzugsleistung > 100 kW empfiehlt sich ein Nachweis nach SIA 384/6 bezüglich des thermischen Langzeitverhaltens während 50 Betriebsjahren. Die Jäckli Geologie AG führt solche Nachweise. Neben Erdwärmesonden sind thermoaktive Elemente unter Einhaltung eines Minimalabstandes von 2 m zum höchsten Grund- resp. Hangwasserspiegel (HHW) bewilligungsfähig. Mit Luft betriebene Erdregister dürfen bis maximal zum mittleren Grundwasserspiegel (MW) reichen (vgl. Planungshilfe «Energienutzung aus Untergrund und Grundwasser» vom Juni 2010 des AWEL).

Wir empfehlen, allfällige Erdwärmesondenbohrungen vor den Pfahlbohrungen auszuführen.

Zürich, 8. Juli 2022
212053 Bericht_Baugrund.docx ZM/Km/La

Jäckli Geologie AG



Projektbearbeitung:

Max Zeuner, MSc Uni GOE, Geowissenschaftler

Neubau Geschäfts- und Wohnhaus, Parzelle Kat.-Nr. IE7653, Rosenweg
Effretikon / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht

Beilagen

Beilage 1: Situation 1:500, Lage der Sondierungen

Beilage 2: Einzelprotokolle der Kernbohrungen Nr. 22-1 bis 22-4, 1:100

Beilage 3: Profil A und B, geologisch bearbeitet, 1:200

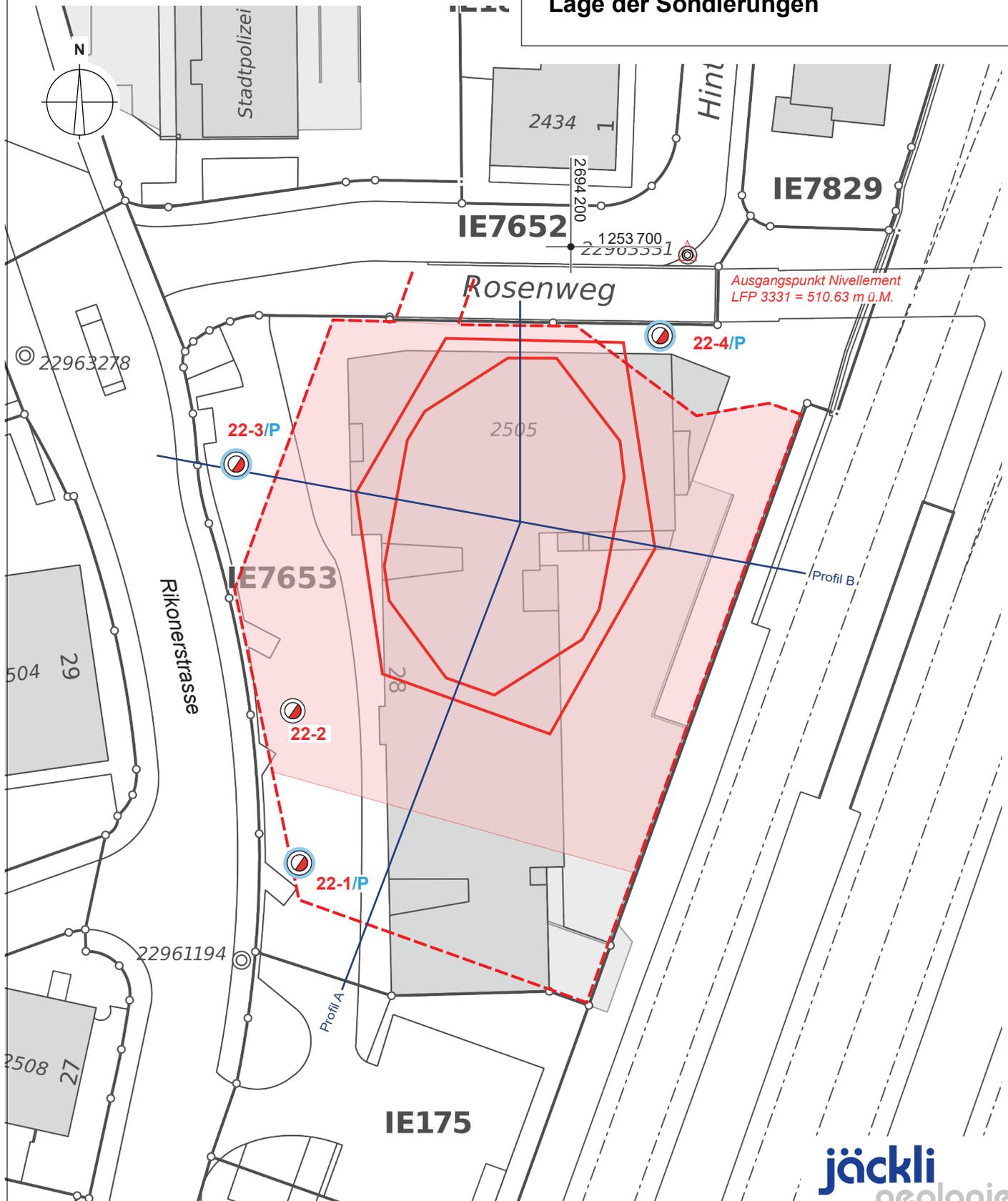
Neubau Geschäfts- und Wohnhaus
Parzelle Kat.-Nr. IE7653, Rosenweg,
Illnau-Effretikon / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht

Situation 1:500
Lage der Sondierungen

Legende

-  Kernbohrung
-  Piezometerrohr
-  Umriss Hochbau
-  Umriss 1. Untergeschoss
-  2. Untergeschoss



Neubau Geschäfts- und Wohnhaus, Parzelle Kat.-Nr. IE7653, Rosenweg
Effretikon / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht

Einzelprotokolle der Kernbohrungen Nr. 22-1 bis 22-4, 1:100

Neubau Geschäfts- und Wohnhaus, Parzelle Kat.-Nr. IE7653, Rosenweg Effretikon / ZH

Bohrung 22-1

Bauherrschaft: Mettler2Invest AG, Bellerivestr. 25, 8008 Zürich
 Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon
 Bohrmeister: Herr D. Denzler
 Geologische Aufnahme: Herr N. Zihlmann, MSc UniBE, Geograf
 Ausführungsdatum: 07.06. – 08.06.2022

Koordinaten: 2 694 175 / 1 253 642
 OK Terrain (OKT): 510.82 m ü.M.
 OK Rohr (OKR): 510.63 m ü.M.
 Massstab: 1:100
 Datei: 212053 KB1.ai / FS / ZM



Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten	PVC ø4.5"	
Rotationskernbohrung Einfachkernrohr, Bohr-ø 140 mm	künstliche Auffüllungen	508.7	0.1	Belag grauer, leicht siltiger Kies (Mittel- bis Grobkies), reichlich Sand, Fremdstoffe (Plastik, Ziegelbruch, Keramikscherben, Gew.-Anteil ca. < 1%), erdfeucht	Standard-Penetration-Test (SPT) (Anzahl Schläge / 15 cm Eindringung)	Filterkies 5 m Vollrohr	
			1.4	grauer, leicht siltiger Kies (Fein- bis Mittelkies), reichlich bis viel Sand, Fremdstoffe (Ziegelbruch, Gew.-Anteil ca. < 1%), erdfeucht			
	Verlandungs-sedimente	507.8	2.1	beiger, sauberer bis leicht siltiger Sand (Feinsand), laminiert, feucht	3.00 – 3.45 m u.T. 6/7/7 N30=14	UK Bodenplatte (1.UG) ca. 506.6 m ü.M.	Ton-abdichtung Wsp. 15.06.2022 4.64 m u.T.
			2.4	graubeige Wechsellagerung aus leicht siltigem Sand (Feinsand) und tonigem Silt bis siltigem Ton, wenig bis ziemlich plastisch, breiig bis weich, vereinzelt org. Beimengungen (Pflanzenreste), feucht			
	Seeablagerungen	505.9	3.0	graubeige, rostbraun gefleckte Wechsellagerung aus leicht siltigem und mässig bis stark siltigem Sand (Feinsand), vereinzelt Kies, feucht; von 3.0–3.5 m gestört durch SPT	6.00 – 6.45 m u.T. 14/19/21 N30=40	UK Bodenplatte (2.UG) ca. 503.4 m ü.M.	1 m Filterrohr
			4.1	graubeige, ab 4.3 m beige-graue, leicht warvenartige Wechsellagerung (ca. 3-6 mm) aus leicht siltigem Sand (Feinsand) und tonigem Silt bis siltigem Ton, weich bis breiig, feucht bis nass; von 4.8–4.9 m rostbraun (oxidiert)			
	Delta-ablag-erungen sandig	505.4	4.9	oberkant rostbrauner, nach unten grauer, sauberer Sand (Mittel- bis Grobsand), laminiert, nass; unterkant Feinsandlage	9.00 – 9.45 m u.T. 23/40/50 N30=90	UK Bodenplatte (Liftschacht) ca. 501.5 m ü.M.	1 m Vollrohr
			5.4	grauer, leicht siltiger Kies (Fein- bis Mittelkies), reichlich bis viel Sand, nass			
	Seeablagerungen sandig	504.8	5.7	grauer, sauberer bis lageweise leicht siltiger Sand (Grobsand), wenig Feinkies, feucht bis nass; oberkant Feinsandlage (ca. 5 cm), unterkant tonig-siltige Lage (ca. 5 cm)	12.00 – 12.45 m u.T. 43/49/50 N30=99	Rock Quality Designation (RQD) (Anteil Kernstücke > 10 cm) 0% 100%	Ton-abdichtung
			6.0	graue Wechsellagerung aus sauberem Sand (Mittelsand) und Sand-/Kieslagen (Grobsand bis Feinkies), vereinzelt Kies, feucht bis nass; unterkant rostbraun, Kern gestört durch SPT			
Rotationskernbohrung Doppelkernrohr Bohr-ø 101 mm	Seeablagerungen	504.3	6.5	rostbraune, nach unten zunehmend graue Wechsellagerung aus sauberem Sand (Feinsand) und mässig siltigem Sand (Feinsand), nass	Pumpversuch nicht möglich (nicht genügend Wasser)		
			6.7	grauer, laminiertes, stark siltiger Sand (Feinsand) bis toniger Silt, nicht plastisch, weich, mit viel Sand (Feinsand), nass			
	Moräne	499.0	7.0	graubrauner, toniger Silt bis siltiger Ton, wenig bis ziemlich plastisch, steif, reichlich Sand, reichlich Kies, Steine (max. gemess. ø ca. 9 cm, Gew.-Anteil ca. 5%), feucht; Kern gestört (Kern verloren und überbohrt)			
			8.3	graubrauner, stark tonig-siltiger Sand, vereinzelt bis wenig Kies, feucht bis nass; Kern gestört (Kern verloren und überbohrt)			
			8.7	graubrauner, leicht bis mässig siltiger Sand (Feinsand), vereinzelt bis wenig Kies, trocken; ungestörter Kern, oberkant Block > Bohr-ø			
			9.0	graubrauner, mässig bis stark tonig-siltiger Sand, wenig bis reichlich Kies, Steine (gemess. ø ca. 7 cm, 1 Stein), feucht; Kern gestört durch SPT			
			9.5	graubrauner, tonfreier bis leicht toniger, mässig siltiger Sand, wenig Kies, Steine (max. gemess. ø ca. 7 cm, Gew.-Anteil ca. 5%), 1 Block > Bohr-ø bei 9.5-9.6 m, erdfeucht			
			10.0	graubrauner, leicht bis mässig siltiger Sand (Feinsand), vereinzelt bis wenig Kies, trocken; ungestörter Kern, oberkant Block > Bohr-ø			
	verwitterte Molasse	497.1	10.5	graubrauner, mässig bis stark tonig-siltiger Sand, wenig bis reichlich Kies, Steine (gemess. ø ca. 7 cm, 1 Stein), feucht; Kern gestört durch SPT			
			11.8	graubrauner, tonfreier bis leicht toniger, mässig siltiger Sand, wenig Kies, Steine (max. gemess. ø ca. 7 cm, Gew.-Anteil ca. 5%), 1 Block > Bohr-ø bei 9.5-9.6 m, erdfeucht			
unverwitterte Molasse	494.1	11.9	grauer bis graubrauner, leicht tonig-siltiger Sand, reichlich bis viel Kies				
		12.5	grauer bis graubrauner, leicht tonig-siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (max. gemess. ø ca. 9 cm, Gew.-Ant. ca. 5%), nass; Kern gestört (Kern verloren und überbohrt), Feinanteile ausgeschwemmt, von 11.7-11.8 m ungestört				
		12.7	beiger, grau & braun gefleckter, stark sandiger Mergel, stark bis vollständig zu Lockergestein verwittert, Feldversuch Festigkeit < a)				
		13.7	beiger und grauer, z.T. braun gefleckter, mergeliger Sandstein, mässig bis stark verwittert, Feldversuch Festigkeit < a)				
		14.0	grauer, Fein- bis Mittelsandstein, mässig bis stark verwittert, Feldversuch Festigkeit < a)				
		14.5	braunbeiger, z.T. braun und bunt gefleckter, toniger, oberkant leicht sandiger Mergel, verwittert, Feldversuch Festigkeit < a)				
		14.6	grauer, braun und bunt gefleckter, mergeliger Sandstein, frisch bis angewittert, Feldversuch Festigkeit d)				
		15.3	beige-grau-bunt gefleckte Wechsellagerung von Mergel und Sandstein, in Disken zerbrechend, geschätzter Feldversuch Festigkeit c ₁ -d)				
		16.2	grau-braun gefleckter Feinsandstein, Feldversuch Festigkeit d)				
		16.4	beige-grau-bunt gefleckter, toniger Mergel, komplett unter Wassereinfluss zerfallen, rote Sandsteinlage bei 14.9–15.0 m				
		16.7	grau-braun-bunt gefleckter, leicht mergeliger Feinsandstein, Feldversuch Festigkeit d); Zwischenlage aus sandig-tonigem Mergel bei 15.9–16.1 m, Feldversuch Festigkeit c), angewittert				
			grauer-braun-bunt gefleckter, toniger Mergel, frisch, unter Wassereinfluss zerfallen, Feldversuch Festigkeit c ₁)				
			bunter, toniger Mergel, angewitterter, Kern in Bruchstücken vorliegend (aus Bohrkronen geklopft), Feldversuch Festigkeit nicht sinnvoll				

Abschätzung einaxiale Druckfestigkeit nach EN ISO 14689:2019-04
 Festigkeitsstufe Kriterien Feldversuche

a) ausserord. gering	mit zwei Fingern zu zerdrücken
b) sehr gering	in der Faust zu zerbrechen
c1) gering	mit Spitze Geologenhammer einzukerben
c2) gering	schwach in Hand mit einem Hammerschlag zu zerbrechen
d) mässig hoch	auf Boden mit einem Hammerschlag zu zerbrechen
e) hoch	nur durch mehrere Hammerschläge zu zerbrechen
f) sehr hoch	nur durch viele Hammerschläge zu zerbrechen
g) ausserord. hoch	bei Hammerschlag lösen sich nur Splitter

Neubau Geschäfts- und Wohnhaus, Parzelle Kat.-Nr. IE7653, Rosenweg Effretikon / ZH

Bohrung 22-2

Bauherrschaft: Mettler2Invest AG, Bellerivestr. 25, 8008 Zürich
 Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon
 Bohrmeister: Herr D. Denzler
 Geologische Aufnahme: Herr N. Zihlmann, MSc UniBE, Geograf
 Ausführungsdatum: 08.06. – 09.06.2022

Koordinaten: 2 694 174 / 1 253 656
 OK Terrain (OKT): 511.01 m ü.M.
 OK Rohr (OKR): -
 Massstab: 1:100
 Datei: 212053 KB2.ai / FS / ZM



Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten
Rotationskernbohrung Einfachkernrohr Bohr-ø 140 mm	künstliche Auffüllungen	509.0	0.1	Belag grauer, ab 1.8 m beige-grauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand, Fremdstoffe (Ziegelbruch, Plastik, Backstein, Gew.-Anteil ca. 1-3%), trocken bis erdfeucht	
	Verlandungs-sedimente	507.8	2.0	grauer, braun gefleckter, laminierter, leicht siltiger Sand (Feinsand), vereinzelt org. Beimengungen (Pflanzenreste), feucht; mit der Tiefe zunehmend beiger	
	Deltaablagerungen, kiesig	507.3	2.6	beige-grauer, braun gefleckter, stark siltiger Sand (Feinsand), laminiert, feucht; vereinzelt saubere Sandlagen (mm-Bereich)	
	Seeablagerungen	505.6	3.2	grauer, sauberer bis leicht tonig-siltiger Sand (Mittelsand), reichlich Kies, feucht	
			3.7	graue, unregelmässige Wechsellagerung (0.5-2 cm) aus sauberem & leicht bis mässig tonig-siltigem Sand, nass; saubere Sandlage ohne Wechsellagerung bei 4.1-4.4 m	
			4.9	graue Wechsellagerung (0.5 cm) aus leicht siltigem und stark tonig-siltigem Sand (Feinsand), nass; saubere Sandlage bei 5.1-5.2 m	
			5.4	grauer bis graubrauner, leicht toniger, mässig siltiger Sand (Feinsand), reichlich Kies, 1 Stein (gemess. max. ø ca. 9 cm), erdfeucht	
	Moräne	505.6	6.1	grauer bis graubrauner, leicht bis mässig tonig-siltiger Sand (Feinsand), wenig Kies, 1 Stein, erdfeucht	
			6.5	grauer bis graubrauner, leicht tonig-siltiger Sand, wenig Kies, feucht; durch SPT gestört	
			6.8	graubrauner, leicht tonig-siltiger Sand, wenig bis reichlich Kies, Steine (gemess. max. ø ca. 7 cm, Gew.-Ant. <5%), erdfeucht bis trocken	
7.8			graubrauner, leicht toniger, leicht bis mässig siltiger Sand, wenig bis lageweise reichlich Kies, Steine (gemess. max. ø ca. 9 cm, Gew.-Ant. 1-3%), trocken		
10.1			grauer, leicht tonig-siltiger Sand, wenig Kies, erdfeucht		
10.9			beiger und bunter, stark bis vollständig verwitterter, durchfahrener Mergelblock; von 10.9-11.6 m: verwitterter, mergeliger Sandstein von 11.6-11.9 m: verwitterter, sandiger Mergel von 11.9-12.5 m: verwitterter, toniger Mergel		
verwitterte Molasse	498.4	12.5	graubrauner, leicht toniger, stark siltiger Sand (Feinsand), wenig Kies, gerundet, erdfeucht		
unverwitterte Molasse	497.9	12.6	grauer, beiger und bunter, stark verwitterter, toniger Mergel, nach unten Verwitterungsgrad abnehmend, Feldversuch Festigkeit < a)		
		13.1	grauer, beiger und bunter, mergeliger Feinsandstein, frisch, Feldversuch Festigkeit c ₁) bis 13.7 m, ab 13.7 m Feldversuch Festigkeit d)-e)		
		14.3	bunter, toniger, leicht sandiger Mergel, frisch, Feldversuch Festigkeit d)		
		496.4	14.6		

Abschätzung einaxiale Druckfestigkeit nach EN ISO 14689:2019-04
 Festigkeitsstufe Kriterien Feldversuche

- a) ausserord. gering mit zwei Fingern zu zerdrücken
- b) sehr gering in der Faust zu zerbrechen
- c1) gering mit Spitze Geologenhammer einzukerben
- c2) gering schwach in Hand mit einem Hammerschlag zu zerbrechen
- d) mässig hoch auf Boden mit einem Hammerschlag zu zerbrechen
- e) hoch nur durch mehrere Hammerschläge zu zerbrechen
- f) sehr hoch nur durch viele Hammerschläge zu zerbrechen
- g) ausserord. hoch bei Hammerschlag lösen sich nur Splitter

Neubau Geschäfts- und Wohnhaus, Parzelle Kat.-Nr. IE7653, Rosenweg Effretikon / ZH

Bohrung 22-3

Bauherrschaft: Mettler2Invest AG, Bellerivestr. 25, 8008 Zürich
 Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon
 Bohrmeister: Herr D. Denzler
 Geologische Aufnahme: Herr N. Zihlmann, MSc UniBE, Geograf
 Ausführungsdatum: 09.06. – 10.06.2022

Koordinaten: 2 694 169/ 1 253 679
 OK Terrain (OKT): 510.77 m ü.M.
 OK Rohr (OKR): 510.58 m ü.M.
 Massstab: 1:100
 Datei: 212053 KB3.ai / FS / ZM



Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten	PVC ø4.5"	
Rotationskernbohrung Einfachkernrohr Bohr-ø 140 mm	Künstliche Auffüllungen	508.2	0.1	Belag			
			2.0	grauer, siltfreier bis leicht siltiger Kies, reichlich Sand, Fremdstoffe (Ziegelbruch, Backsteinbruch, Gew.-Ant. <1%), trocken			
	Verlandungssedimente	507.6	2.6	brauner bis graubrauner, leicht siltiger Sand, wenig Feinkies, Fremdstoffe (Kupferdraht, Gew.-Ant. < 1%), feucht			
			2.9	beiger bis beigebrauner, leicht siltiger Sand (Feinsand), feucht			
	Seeablagerungen	503.9	3.2	graubeiger, braun gefleckter, stark siltiger Sand (Feinsand), laminiert, erdfeucht			
			3.8	oberkant rostbraune, darunter graue Wechsellagerung (0.5–2 cm) aus siltfreiem bis leicht siltigem & stark siltigem Sand (Feinsand), nass			
			4.2	grauer, leicht bis mässig siltiger Sand (Feinsand), erdfeucht			
			4.9	grauer, sauberer bis leicht siltiger Sand (Feinsand), nass			
			6.7	graue Wechsellagerung aus sauberem und leicht siltigem Sand (Feinsand), nass; tonig-siltige Zwischenlage bei 5.8–6.0 m			
	Moräne	501.8	6.9	graubrauner, ab 6.8 m dunkelgrauer, toniger Silt, wenig plastisch, weich, laminiert, ab 6.8 m vereinzelt Kies (Übergang zur Moräne)			
			7.6	grauer bis dunkelgrauer, leicht tonig-siltiger Sand, reichlich Kies, Steine (gemess. max. ø ca. 7 cm, Gew.-Ant. 10 %), erdfeucht			
			8.3	grauer bis graubeiger, leicht tonig-siltiger Kies, Steine (gem. max. ø ca. 9 cm), reichlich Sand, nass			
			8.7	grauer bis graubrauner, leicht tonig-siltiger Kies & Steine (gem. max. ø ca. 8 cm), unterkant Stein / Block > Bohr-ø, nass			
9.0			graubrauner, stark tonig-siltiger Sand, viel Kies, feucht, Kern gestört durch SPT				
9.2			beigebrauner, z.T. bunter, toniger Silt bis siltiger Ton, wenig bis ziemlich plastisch, steif, vereinzelt Kies, erdfeucht; unterkant Block > Bohr-ø bei 9.6-9.7 m, vollständig verwitterter Mergelblock mit eingedrückten Kiesgeröllen				
verwitterte Molasse	499.4	10.2	grauer bis dunkelgrauer, leicht tonig-siltiger Sand (Feinsand), wenig Kies, trocken				
		10.9	graubrauner, leicht tonig-siltiger Sand (Feinsand), wenig bis reichlich Kies, Steine (gemess. max. ø ca. 12 cm, Gew.-Ant. 10 %), Block > Bohr-ø bei 10.2–10.4 m, 10.5–10.6 m, trocken				
unverwitterte Molasse	497.3	11.4	grauer, braun gefleckter, stark, nach unten mässig verwitterter Feinsandstein, trocken				
		12.0	grauer, Fein- bis Mittelsandstein, trocken gebohrt, mässig zementiert, leicht absandend, Feldversuch Festigkeit d), von 11.7–12.0 m Kern gestört (aus Bohrkronen geschlagen)				
			13.1	grauer, z.T. braun gefleckter Mittelsandstein, Feldversuch Festigkeit d)–e); ungewöhnliche Kluft mit Füllung (leicht tonig-siltigem Sand mit vereinzelt Kies), Füllung evtl. Bohrartefakt			
			13.5	beiger, brauner und bunter, toniger Mergel, Feldversuch Festigkeit b), angewittert; Kern gestört, Zwischenlagen aus leicht absandendem Mittelsandstein			

Abschätzung einaxiale Druckfestigkeit nach EN ISO 14689:2019-04
 Festigkeitsstufe Kriterien Feldversuche

a) ausserord. gering	mit zwei Fingern zu zerdrücken
b) sehr gering	in der Faust zu zerbrechen
c1) gering	mit Spitze Geologenhammer einzukerben
c2) gering	schwach in Hand mit einem Hammerschlag zu zerbrechen
d) mässig hoch	auf Boden mit einem Hammerschlag zu zerbrechen
e) hoch	nur durch mehrere Hammerschläge zu zerbrechen
f) sehr hoch	nur durch viele Hammerschläge zu zerbrechen
g) ausserord. hoch	bei Hammerschlag lösen sich nur Splitter

Pumpversuch vom 10.06.2022
 Durchlässigkeitsbeiwert k (berechnet nach Dupuit-Thiem)

Grundwassermächtigkeit H = 1.4 m
 Bohrradius r = 0.07 m
 Pumpmenge Q = 5 l/min
 Gwsp.-Absenkung ΔH = 4.38 m

Durchlässigkeitsbeiwert k = 1.5 × 10⁻⁵ m/s

Neubau Geschäfts- und Wohnhaus, Parzelle Kat.-Nr. IE7653, Rosenweg Effretikon / ZH

Bohrung 22-4

Bauherrschaft: Mettler2Invest AG, Bellerivestr. 25, 8008 Zürich
 Bohrfirma: Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon
 Bohrmeister: Herr D. Denzler
 Geologische Aufnahme: Herr N. Zihlmann, MSc UniBE, Geograf
 Ausführungsdatum: 13.06. – 14.06.2022

Koordinaten: 132 694 208 / 1 253 691
 OK Terrain (OKT): 510.25 m ü.M.
 OK Rohr (OKR): 510.08 m ü.M.
 Massstab: 1:100
 Datei: 212053 KB4.ai / FS / ZM



Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten	PVC ø4.5"
Rotationskernbohrung Einfachkernrohr, Bohr-ø 140 mm	künstliche Auffüllungen	507.9	0.1	Belag grauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, Steine (gemess. max. ø ca. 7 cm, Gew.-Ant. <5%), Fremdstoffe (Ziegelbruch, Backsteinbruch, Gew.-Ant. 1%), trocken bis erdfeucht		
			1.9	beiger bis beigebrauner, leicht siltiger Sand, wenig Kies, Fremdstoffe (Magerbeton, Gew.-Ant. <1%), erdfeucht		
	Verlandungs-sedimente	506.6	2.3	beiger, leicht siltiger Sand, massig, erdfeucht		
			2.5	graubeige, unregelmässige Wechsellagerung aus tonigem Silt, nicht bis wenig plastisch, weich, wenig Feinsand und sauberem bis leicht siltigem Sand (Feinsand), ansatzweise laminiert, erdfeucht bis feucht; oberkant Sandlagen, mit der Tiefe zunehmend Siltlagen		
	Deltaablagerungen kiesig	505.1	3.6	graubeiger, leicht toniger, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich Grobsand, erdfeucht; verlehmt		
			4.2	graubeiger, leicht tonig-siltiger Kies, wenig Sand, Steine (gemess. max. ø > Bohr-ø, Gew.-Ant. 20-30%), nass		
	sandig	502.5	5.1	beiger, leicht siltiger Sand (Feinsand), laminiert, nass; Mittelsandlage von 6.0-6.2 m		
			6.2	grauer, leicht siltiger Sand (Mittelsand), reichlich Kies, Steine (gemess. max. ø ca. 9 cm, Gew.-Ant. 5-10%), nass		
	Moräne	502.5	7.8	graubrauner bis grauer, leicht bis lageweise mässig tonig-siltiger Kies, reichlich bis viel Sand, Steine (gemess. max. ø ca. 12 cm, Gew.-Ant. 20%), feucht; Lage aus Kies und Steinen bei 8.3-8.6 m		
			9.0	grauer, sauberer Sand (Mittelsand), ab 9.3 m wenig Kies, feucht bis nass; mässig tonig-siltig von 9.6-9.8 m		
			9.8	graubrauner, leicht tonig-siltiger Kies, Steine (gemess. max. ø ca. 7 cm, Gew.-Ant. <5%), erdfeucht bis feucht; Lage ohne Feinanteile von 10.0-10.2 m		
			10.5	graubrauner, leicht toniger, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (gemess. max. ø > Bohr-ø, Gew.-Ant. 30%), trocken		
			11.8	brauner bis graubrauner, mässig tonig-siltiger Sand (Feinsand), reichlich Feinsand, viel Kies, trocken		
12.2			graubrauner, leicht tonig-siltiger Kies, viel Sand, Steine (gemess. max. ø ca. 7 cm, Gew.-Ant. 15-20%), trocken bis erdfeucht			
12.7			grauer bis graubrauner, leicht tonig-siltiger Kies und Steine (max. 10 cm), wenig bis reichlich Sand, trocken			
unverwitterte Molasse	496.9	13.1	grauer, beiger und bunter, mässig tonig-siltiger Sand, vereinzelt Kies, trocken			
		13.3	grauer, braun und bunt gefleckter, mergeliger Fein- bis Mittelsandstein, frisch bis angewittert; von 13.3-13.6 m und 14.1-15.0 m mit Hartmetallkrone verbohrt			
		15.0	bunter, mergeliger Feinsandstein, frisch, Feldversuch Festigkeit d) bis e)			
		15.4	bunter, sandig-toniger Mergel, in Disken und Bruchstücken vorliegend, angewittert bis frisch			
		15.8	Bruchstücke Feldversuch Festigkeit a)-b)			
		16.5	Kernverlust, mit Hartmetallkrone verbohrt			
		16.8	grau-braun gefleckter, mergeliger Feinsandstein, mit Hartmetallkrone gebohrt (in Disken und Bruchstücke zerfallen)			
	491.4	17.7	grau-braun-bunt gefleckter, leicht sandiger Mergel, in Disken vorliegend, frisch, Disken Feldversuch Festigkeit c ₁); mit feinen Sandstein-Zwischenlagen; rote, tonig-sandige Mergellage bei 17.2-17.4 m, Feldversuch Festigkeit c ₁), Schwarzhorizonte bei 17.3, 17.6 m			
		18.0	grauer Mittelsandstein, leicht absandend, frisch, Feldversuch Festigkeit d)-e)			
		18.5	grau-braun gefleckter, sandiger Mergel, frisch, Feldversuch Festigkeit d); tonige Mergellage bei 18.3-18.5 m, tektonisch beanspruchte Zone bei 18.3-18.4 m mit Feldversuch Festigkeit b), Gleitharnische bei 18.4-18.5 m			
		18.9	grau-braun gefleckter Feinsandstein, frisch, Feldversuch Festigkeit d) bis e)			

Abschätzung einaxiale Druckfestigkeit nach EN ISO 14689:2019-04
 Festigkeitsstufe Kriterien Feldversuche

a) ausserord. gering	mit zwei Fingern zu zerdrücken
b) sehr gering	in der Faust zu zerbrechen
c1) gering	mit Spitze Geologenhammer einzukerben
c2) gering	schwach in Hand mit einem Hammerschlag zu zerbrechen
d) mässig hoch	auf Boden mit einem Hammerschlag zu zerbrechen
e) hoch	nur durch mehrere Hammerschläge zu zerbrechen
f) sehr hoch	nur durch viele Hammerschläge zu zerbrechen
g) ausserord. hoch	bei Hammerschlag lösen sich nur Splitter

Pumpversuch vom 14.06.2022
 Durchlässigkeitsbeiwert k (berechnet nach Dupuit-Thiem)

Grundwassermächtigkeit H = 3.6 m
 Bohrradius r = 0.07 m
 Pumpmenge Q = 23 l/min
 Gwsp.-Absenkung ΔH = 0.89 m

Durchlässigkeitsbeiwert k = 1.5 × 10⁻⁴ m/s

Neubau Geschäfts- und Wohnhaus, Parzelle Kat.-Nr. IE7653, Rosenweg
Effretikon / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht

Profil A und B, geologisch bearbeitet, 1:200

Neubau Geschäfts- und Wohnhaus
Parzelle Kat.-Nr. IE7653, Rosenweg,
Illnau-Effretikon / ZH

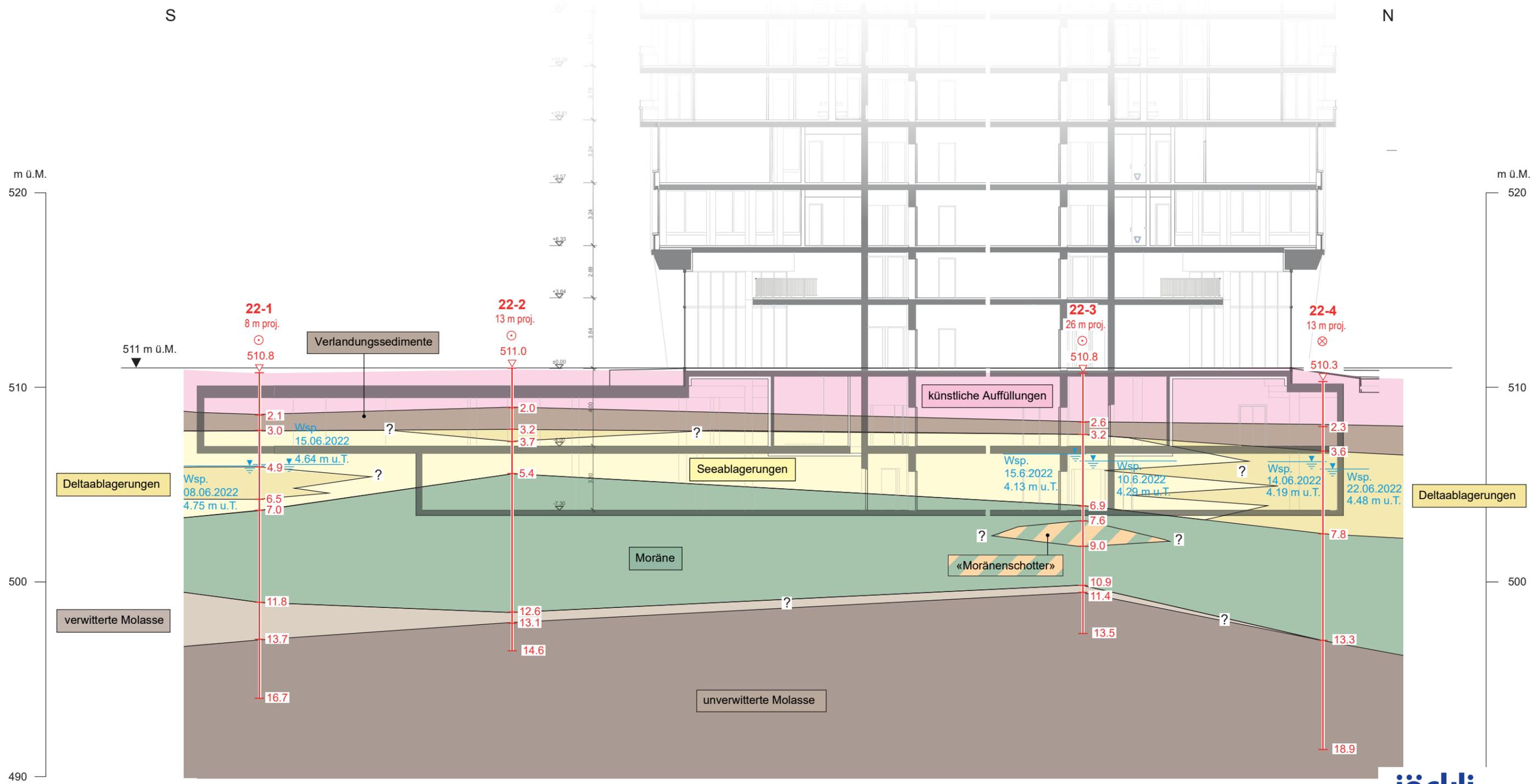
Geologisch-geotechnischer Bericht

Profil A 1:200
geologisch bearbeitet

Legende

Sondierung 1:200

22-1
10 m proj.
⊗ ⊙ Projektion in / aus Blattebene
510.3 OKT (m ü.M.)
▽



Neubau Geschäfts- und Wohnhaus
Parzelle Kat.-Nr. IE7653, Rosenweg,
Illnau-Effretikon / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht

Profil B 1:200
geologisch bearbeitet

Legende

Sondierung 1:200

22-1
10 m proj.
⊗ ⊙ Projektion in / aus Blattebene

510.3
OKT (m ü.M.)

