

Auftraggeber: Stadt Bülach, Planung und Bau/Immobilien
8180 Bülach

**Baubereich 7 auf Parzelle Kat.-Nr. 7188,
Schaffhauser-/Solistrasse, 8180 Bülach**

GEOLOGISCH-GEOTECHNISCHE PROGNOSE



Dr. von Moos AG

Geotechnisches Büro
Bachofnerstrasse 5, CH - 8037 Zürich

Beratende Geologen und Ingenieure

www.geovm.ch info@geovm.ch
Telefon +41 44 363 31 55 Fax +41 44 363 97 44

Filialen

Mäderstrasse 8, CH - 5401 Baden
Dorfstrasse 40, CH - 8214 Gächlingen

Telefon +41 56 222 09 45 Fax +41 56 221 50 45
Telefon +41 52 681 43 27 Fax +41 52 681 43 25

Bericht Nr. 11663

6. September 2016

Inhalt	Seite
1. Auftrag	3
2. Unterlagen	3
2.1 Karten und geologisch-hydrologische Unterlagen	3
2.2 Kataster der belasteten Standorte, Prüfperimeter Boden, Neophyten	3
2.3 Archivunterlagen	4
2.4 Plangrundlagen	4
3. Ausgeführte Arbeiten	4
4. Geologie und Wasserverhältnisse	4
4.1 Aufbau des Baugrundes	4
4.2 Wasserverhältnisse	5
4.3 Geologische Standortrisiken	6
4.4 Belastungen in Boden und Untergrund	6
4.5 Wissenslücken	7
5. Bautechnische Hinweise	7
6. Schlussbemerkungen	9

Anhänge

A1 Baugrundwerte

Beilagen

1 Situation 1:1'000, Geotechnisches Profil 1:100, Nr. 1

1. Auftrag

Auftraggeber: Stadt Bülach, Planung und Bau/Immobilien, Herr Beat Gmünder, Marktgasse 27, 8180 Bülach

Auftrag: Generelle geologisch-geotechnische Prognose gemäss unserem Arbeitsprogramm und Angebot vom 15. Juli 2016.

Auftragserteilung: Mit Schreiben vom 27. Juli 2015.

Bearbeitung:

Geologie:	Marina Wurst, Dipl.-Geowiss. TUB
Geotechnik:	Dr. Martin Vorgelhuber, Dipl. Bauing. ETHZ
Projektleitung:	Dr. Martin Vogelhuber, Dipl. Bauing. ETHZ
Korreferat:	Dr. Stephan Frank / Dr.-Ing. Martin Wittlinger

Projektareal: Der südlichste Bereich der Parzelle Kat.-Nr. 7188, zwischen Schaffhauser- und Solistrasse in 8180 Bülach, wird neu zur Parzelle Kat.-Nr. 8830 und soll neu bebaut werden. Die Landeskoordinaten in der Arealmitte betragen ca. 2'682'755 / 1'264'335 / ca. 434 m ü.M. Das Gelände ist eben.

2. Unterlagen

2.1 Karten und geologisch-hydrologische Unterlagen

- [1] Geologische Spezialkarte, Bülach, Nr. 1071, Geocoverdatensatz, Swisstopo, Stand 12.08.2016
- [2] Gewässerschutzkarte des Kantons Zürich, Stand 1. Januar 2014
- [3] Grundwasserkarte des Kantons Zürich, Stand Januar 2014
- [4] Radonkarte der Schweiz, Bundesamt für Gesundheit, Stand 2013
- [5] Kataster der belasteten Standorte des Kantons Zürich, Stand 12.08.2016
- [6] Detailerfassung Neophyten des Kantons Zürich, Stand 12.08.2016
- [7] Prüfperimeter für Bodenverschiebungen des Kantons Zürich, Stand 12.08.2016
- [8] Naturgefahrenkarte des Kantons Zürich, Stand 12.08.2016
- [9] Wärmenutzungsatlas des Kantons Zürich, Stand 12.08.2016

2.2 Kataster der belasteten Standorte, Prüfperimeter Boden, Neophyten

Das Areal ist nicht im «Kataster der belasteten Standorte (KbS)» [5] verzeichnet. Es weist jedoch im «Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (PBV)» [7] zwei Einträge auf. Gemäss der kantonalen «Detailerfassung Neophyten» [6] sind im Projektperimeter keine derartigen Pflanzen vorhanden.

2.3 Archivunterlagen

Im Rahmen der Ausarbeitung des Berichts konnten verschiedene ältere Sondierungen unseres Baugrundarchivs aus der Nachbarschaft mit in die Auswertung einbezogen werden, unter anderem die Baugrunduntersuchung zur «Überbauung Bülachguss-Areal, 8180 Bülach». Des weiteren profitieren wir von den Arbeiten unseres Büros zur Geologischen Karte Bülach (in Bearbeitung).

2.4 Plangrundlagen

Der Bauherr stellte uns folgende Projektpläne zu (E-Mail vom 11.07.2016):

- Katasterplan PBG 2217 mit Baubereich 7 1:500 (PBG, 19.05.2016)
- Situation Parzelle 7188 1:3'323 (ohne Nummer, 11.07.2016)

3. Ausgeführte Arbeiten

Im Rahmen der Baugrunduntersuchung wurden folgende Arbeiten ausgeführt:

- Auswertung von Archivunterlagen und älteren Sondierungen
- Recherchen bezüglich Grundwassersituation
- Recherchen bezüglich Altlasteneintrag
- Recherchen bezüglich Prüfperimeter für Bodenverschiebungen
- Recherchen bezüglich alternativer Wärmenutzungsmöglichkeiten
- Einschätzung Standortrisiken bezüglich Naturgefahren und Radonbelastung
- Auswertung der Grundlagen in einem geotechnischen Profil
- Erstellen eines generellen Baugrundmodells
- Berichterstattung

Die verwendeten Sondierungen sind in der Situation und dem geotechnischen Profil (Beilage 1) dargestellt und ausgewertet.

4. Geologie und Wasserverhältnisse

4.1 Aufbau des Baugrundes

Der geologische Untergrund im Gebiet Bülach ist stark durch die letzten Eiszeiten geprägt. Dabei wurde durch verschiedene Gletschervorstöße ein tiefes Tal in den Felsuntergrund geschürft, weshalb der Molassefels erst in rund 110 m Tiefe unter Terrain angetroffen wird. Das Projektareal selber befindet sich im nördlichen Randbereich der letzteiszeitlichen Gletschervorstöße (ca. 20'000 Jahre vor heute) kurz vor dem entsprechenden Endmoränenwall im Gebiet Hard. In dieser Phase sind Pendelbewegungen des Gletschers anzunehmen, so dass der Untergrund aus einer engen Verzahnung von gletschernahen Sedimenten besteht. Über den Ablagerungen der

Beringen-Eiszeit finden sich die für das Projekt relevanten Sedimente der letzten Eiszeit (Birrfeld-Eiszeit). Hierbei handelt es sich in den obersten rund 50 m unter Terrain um Niederterrassenschotter, die zum grössten Teil glazial vorbelastet sind und in ca. 10 ÷ 20 m Tiefe von einer Moränenzwischenlage unterbrochen werden.

Diese Zwischenlage wurde im Profil als unterste Schicht eingezeichnet und als **Moräne mit verschwemmten Lagen** ausgewiesen. In der Bohrung B7/15 zeigte sich diese Schicht als stark siltig-sandiger Kies. Aufgrund ihrer Ablagerung nahe der Gletscherfront weist diese Schicht sowohl eine sehr heterogene Zusammensetzung als auch eine gewisse Bandbreite der Lagerungsdichte auf (mitteldicht bis dicht). Insgesamt kann sie aber als glazial vorbelastet taxiert werden. Die Mächtigkeit der Moräne schwankt zwischen 12 und 20 m. In sie eingeschaltet können sowohl Sandlagen als auch Blöcke bis Findlingsgrösse angetroffen werden.

Überdeckt wird die Moräne von eiszeitlichen **Niederterrassenschottern**. Diese wurden im Gletschervorfeld abgelagert und sind daher lagenweise vom Gletscher vorbelastet. Der grössere, obere Teil dieser Schicht ist jedoch glazial nicht vorbelastet. Die Niederterrassenschotter bestehen aus einem Wechsel von Kiesen und Sanden und sind lokal stark siltig-tonig. In den älteren Sondierungen im Projektbereich waren die Niederterrassenschotter vorwiegend kiesig ausgebildet. Sowohl in ihrer Lagerungsdichte als auch in ihrer Zusammensetzung können die Niederterrassenschotter jedoch einen kleinräumigen Wechsel aufweisen, so dass sie lokal auch vorwiegend sandig sein können. In einer älteren Bohrung rund 200 m nordöstlich wurde innerhalb der Niederterrassenschotter eine Schicht glazial vorbelasteter Schwemmsande angetroffen. Diese Schicht befand sich in 14.3 ÷ 19.0 m Tiefe (Kote 417.5 ÷ 412.8 m ü.M.) und besteht vorwiegend aus stark siltigem Feinsand mit Kies.

Zuoberst findet sich im Projektareal vermutlich eine Mischung aus **künstlicher Auffüllung und Verwitterungsschutt**, deren Schichtmächtigkeit zwischen 1 und 1.5 m schwanken dürfte. *Im Bereich von Werkleitungsräben, Hinterfüllung bestehender Gebäude oder Geländeanpassungen muss jedoch mit einer deutlich grösseren Mächtigkeit der künstlichen Auffüllung gerechnet werden.* In den älteren Sondierungen zeigte sich diese Schicht meist als sandiger Kies bis siltig-kiesiger Sand mit nur wenig Fremdkomponenten. Erfahrungsgemäss kann die Zusammensetzung von künstlicher Auffüllung (u.a Fremdkomponentenanteil) jedoch lokal stark schwanken.

4.2 Wasserverhältnisse

Bezüglich der **Durchlässigkeiten** sind die Schichten insgesamt als mässig durchlässig zu betrachten. Ein Anstiegversuch in einer älteren Sondierung ergab in der sandigen Variante der Niederterrassenschotter einen relativ geringen k-Wert von $6 \div 7 \cdot 10^{-6}$ m/s in einer Tiefe bis 12 m unter Terrain. Für die vorwiegend kiesigen Niederterrassenschotter kann jedoch von einer deutlich höheren Durchlässigkeit bis in den Bereich von 10^{-3} m/s ausgegangen werden.

Gemäss der Grundwasserkarte [3] liegt das Projektareal über dem Glatgrundwasserstrom (I2) und ist daher dem **Gewässerschutzbereich A_u** zugeteilt. Der Grundwasserspiegel wurde in der Bohrung B7/15 in rund 42 m unter Terrain (ca. Kote 433 m ü.M.) angetroffen. In Oberflächennähe konnten jedoch in unterschiedlichen Tiefen (meist tiefer als 5 m unter Terrain) verschiedene feuchtere Lagen festgestellt werden. Daher gehen wir davon aus, dass sich nach anhaltenden Niederschlägen lokal witterungsabhängige **Schichtwässer** z.B. über den erwähnten Schwemmsanden innerhalb der Niederterrassenschotter bilden können. Dies wird insbesondere durch die schlechter durchlässigen Lagen in den Niederterrassenschottern begünstigt.

4.3 Geologische Standortrisiken

Bezüglich **Erdbeben** gehört das Projektareal zur Gefährdungszone Z1, Baugrundklasse C (SIA Norm 261: Einwirkungen auf Tragwerke, Ziff. 16 «Erdbeben» und Anhang F «Gefährdungszonen für Erdbeben», Stand 2014).

Das **Radonrisiko** [4] wird vom Bundesamt für Gesundheit als gering angegeben.

Dem Baugelände ist in der rechtsverbindlichen **Naturgefahrenkarte** [8] keine Gefährdung zugewiesen.

4.4 Belastungen in Boden und Untergrund

Der Bereich des Bauvorhabens ist nicht im **Kataster der belasteten Standorte des Kantons Zürich** [5] eingetragen. Generell ist davon auszugehen, dass im Projektareal künstliche Auffüllungen (z.B. Gebäudehinterfüllungen, überdeckte Altbauten, Werkleitungsräben, Geländeanpassungen etc.) angetroffen werden, welche mit Fremdkomponenten durchsetzt sein können. Solches Material muss während der Aushubarbeiten triagiert, beprobt und VVEA-konform entsorgt werden.

Der Bereich des Bauvorhabens ist – wie bereits erwähnt – im **Prüfperimeter für Bodenverschiebungen des Kantons Zürich** [7] unter den Belastungshinweisen «diverse Hinweise: Glashütte» und als 10 m breiter Streifen entlang der Schaffhauserstrasse zusätzlich als «Verkehrsträger: Strasse» eingetragen. Die für eine Verschiebung von mehr als 50 m³ (fest) an Bodenmaterial nötige chemische Untersuchung des Bodens ist in unserem Bericht Nr. 11663-2 dokumentiert.

Im Bereich des Bauvorhabens sind gemäss kantonaler **Detailerfassung Neophyten** [6] keine Belastungen durch Asiatische Knötericharten oder Essigbaum bekannt. Jedoch ist ca. 200 m nördlich auf der Parzelle 7188 eine Belastung durch Essigbaum bekannt. Daher sollte auf eine allfällige Ausbreitung dieses Befalls auf den Projektperimeter geachtet werden. Sollte biologisch belasteter Aushub angetroffen werden, muss mit der zuständigen Fachstelle Kontakt aufgenommen werden (unsere Firma verfügt über beim Kanton akkreditierte Fachpersonen).

Gemäss der seit 1. Januar 2016 gültigen **Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA)** müssen bei Bauarbeiten, bei denen umwelt- oder gesundheitsgefährdende Stoffe zu erwarten sind oder wenn voraussichtlich mehr als 200 m³ Bauabfälle anfallen, Angaben über die Art, Qualität und Menge der anfallenden Abfälle sowie über die vorgesehene Entsorgung gemacht werden (Entsorgungskonzept, Gebäudecheck).

4.5 Wissenslücken

Der Wechsel zwischen sandiger und kiesiger Ausbildung des Niederterrassenschotter kann kleinräumiger sein als angenommen, weshalb im Projektareal durchaus auch vorwiegend sandige Bereiche auftreten können.

Es wurden im Projektareal keine direkten Aufschlüsse ausgeführt, so dass bezüglich der Zusammensetzung und Mächtigkeit der künstlichen Auffüllung keine genauere Aussage getroffen werden kann. Insbesondere über das Auftreten von allfälligen Belastungen liegen keine Kenntnisse vor, hier besteht daher ein **Kostenrisiko** bezüglich der Entsorgungskosten.

5. Bautechnische Hinweise

Der Projektperimeter liegt nordöstlich des Bahnhofs Bülach zwischen Schaffhauser- und Solistrasse im südlichsten Bereich der Parzelle Kat.-Nr. 7188. Er entspricht dem Baubereich 7 der Überbauung Bülachguss-Areal und umfasst die geplante Neuparzellierung Kat.-Nr. 8830. Da noch kein Projekt vorliegt, sind bezüglich der Bautechnik nur generelle Aussagen möglich.

Für geotechnische Nachweise bezüglich Foundation und Baugrube sind im Anhang A1 **Baugrundwerte** zusammengestellt.

Die Deckschicht bestehend aus künstlicher Auffüllung und Verwitterungsschutt ist sehr heterogen zusammengesetzt und weist eine geringe Tragfähigkeit auf. Sie ist als Foundationsschicht ungeeignet. Die teilweise glazial vorbelasteten Niederterrassenschotter sind demgegenüber mässig bis gut tragfähig. Nach unserer Ansicht ist hier eine **Flachfundation** von Neubauten möglich unter der Voraussetzung, dass das Tragverhalten durch eine ausgeglichene Lastverteilung oder ausgesteifte Untergeschosse und verstärkte Bodenplatten optimiert wird (Stichwort: gleichmässige Verteilung der Bodenpressungen).

Der Baugrubenaushub wird sowohl aus künstlicher Auffüllung und Verwitterungsschutt als auch aus Niederterrassenschotter bestehen. Bei genügenden Platzverhältnissen und falls der Böschungskopf nicht zusätzlich belastet wird (Kranfundamente, Materialdepots, etc.) sowie keine rolligen Partien oder Wasseraustritte angetroffen

werden, können bis zu 4 m tiefe Baugruben (1 Untergeschoss) **mit einer Neigung von maximal 1:1 frei gebösch**t werden. Tiefere Baugruben sind mittels einer Berme zu unterteilen. Örtlich stark rollige oder durch Wasseraustritte ausschwemmungsgefährdete Böschungsabschnitte müssen mit einer perforierten Betonauflage gesichert werden. Bei beschränkten Platzverhältnissen und/oder nahen Werkleitungen und/oder tieferen Baugruben mit z.B. 2 Untergeschossen steht nach unserer Ansicht sowohl eine (mehrfach) abgestützte **Spundwand** als auch eine (mehrfach) abgestützte **Rühlwand** zur Diskussion (deformationsarmer Baugrubenabschluss). Für die Abstützungen kommen Spriesse oder temporäre Anker mit Vorspannung in Frage. Im Falle der Rühlwand kann die Erstellung der Ausfachungen in bewehrtem Ortsbeton wegen des anstehenden, generell locker gelagerten und zum Teil rolligen Baugrunds mit Problemen verbunden sein. Die Ausfachungsetappen sind den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen anzupassen. Im Falle der Spundwand ist darauf zu achten, dass die Spundwandbohlen in lokal härter gelagerten bzw. sehr grobkörnigen Partien der Niederterrassenschotter stecken bleiben.

Die grobkörnigen Partien der Niederterrassenschotter sind bei trockener Zwischenlagerung als Hinterfüllmaterial, Materialersatz (Homogenisierung der Baugrubensohle) oder Massenschüttgut geeignet. Falls eine **Verwendung des kiesig-sandigen Aushubmaterials** als Baurohstoff geplant wird, sind weitere Untersuchungen zu dessen genauer Klassierung (Kornverteilungen) angezeigt.

Nach Nässeperioden ist mit lokalen Wasseraustritten aus grobkörnigen Partien der Niederterrassenschotter im Tiefenbereich des Bauvorhabens zu rechnen. In den Hinterfüllungen des Baukörpers kann sich damit im **Endzustand** Schicht- und Meteorwasser ansammeln. Für Bodenplatte und erdbedeckte Aussenwände ist eine den Komfortansprüchen angepasste, wasserdichte Bauweise empfehlenswert, falls nicht langfristig garantiert werden kann, dass dieses in die tieferen Bereiche der Niederterrassenschotter versickern kann.

Aufgrund der summarisch mässigen bis guten Durchlässigkeit der Niederterrassenschotter und einer Grundwasserspiegellage in über 40 m Tiefe ist der Untergrund generell für die **Versickerung von Meteorwasser** geeignet. Die effektive Schluckfähigkeit muss mit Versickerungsversuchen am geplanten Standort einer entsprechenden Anlage geklärt werden. Dabei sind die Vorgaben im Generellen Entwässerungsplan (GEP) der Stadt Bülach zu beachten. Die gesetzlichen Grundlagen zur Definition von Meteorwasser und dessen Verschmutzungsgrad resp. Zulässigkeit zur Versickerung finden sich in der Gewässerschutzverordnung GSchV (insbesondere Art. 3) und der VSA-Richtlinie «Regenwasserentsorgung».

Aufgrund der Einteilung des Projektareals in die Zulässigkeitszone B gemäss Wärmenutzungsatlas [9] ist die Erstellung von Erdwärmesonden nicht bewilligungsfähig. Es ist geplant, den Baubereich 7 der Grundwasserwärmenutzungsanlage der Überbauung Bülachguss anzuhängen. Im Baubereich 7 sind dazu, abgesehen von Zuleitungen, keine Einbauten in den Untergrund vorgesehen.

6. Schlussbemerkungen

Die in Kapitel 5 beschriebenen bautechnischen Hinweise sind dem noch fehlenden Projekt entsprechend relativ generell gehalten. Sie müssen in der weiteren Planung überprüft und gegebenenfalls angepasst, ergänzt bzw. konkretisiert werden.

Zürich, 6.9.2016

Bericht Nr. 11663

SF/Wt

Dr. von Moos AG, Geotechnisches Büro



Dr. Stephan Frank



Dr.-Ing. Martin Wittlinger

Verteiler:

Stadt Bülach, Planung und Bau/Immobilien
Dr. von Moos AG

3 Ex. und pdf per Mail
1 Ex.

BAUGRUNDWERTE

Die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Baugrundwerte haben wir aufgrund der Sondierergebnisse und unserer Erfahrung abgeschätzt. Es handelt sich um Minimal- und Maximalwerte, welche die wahrscheinliche Streuung der Baugrundeigenschaften innerhalb der betreffenden Schicht beschreiben. Der charakteristische Wert ist im angegebenen Streubereich spezifisch für den jeweiligen geotechnischen Nachweis, bzw. die geotechnische Bemessung festzulegen (vgl. SIA 267 Ziffer 3.5.2.2 und Ziffer 4.2.).

Lockergestein	γ_e [kN/m ³]	φ' [°]	c' ¹⁾ [kN/m ²]	M_E [MN/m ²]	$M_{E'}$ [MN/m ²]
Künstliche Auffüllung / Verwitterungsschutt	18 ÷ 20	27 ÷ 32	0	5 ÷ 10	–
Niederterrassenschotter					
- vorwiegend sandig	20 ÷ 22	30 ÷ 35	0	20 ÷ 40	≥ 50
- vorwiegend kiesig	20 ÷ 22	32 ÷ 38	0	30 ÷ 50	≥ 60

$$[1 \text{ kN/m}^3 = 0.1 \text{ t/m}^3] / [1 \text{ MPa} = 1000 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ t/m}^2] / [1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MN/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2]$$

Legende:

γ_e = (Feucht-)Raumlast

M_E = Zusammendrückungsmodul, Erstbelastung

φ' = effektiver Winkel der inneren Reibung

$M_{E'}$ = Zusammendrückungsmodul, Wiederbelastung

c' = effektive Kohäsion

¹⁾ In den Lockergesteinsschichten vorhandene Kohäsionsanteile des Bruchwiderstandes können durch Austrocknung, Durchnässung, mechanische Beanspruchung, grössere Deformationen erheblich reduziert werden oder sogar ganz verloren gehen. Eine Kohäsion darf nur zusammen mit φ'_{\min} berücksichtigt werden.