Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076 Kloten / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht

Zürich, 25. Juni 2020

Bauherrschaft: Baugenossenschaft Schönheim, In der Ey 22, 8047 Zürich-Albisrieden
Architekt: ADP Architekten, Seefeldstrasse 152, 8008 Zürich

Objektnummer: 200180

Jäckli Geologie AG
Albulastrasse 55, 8048 Zürich
Telefon +41 44 344 55 66

INHALT

1	ALLGEMEINES	4
1.1	Einleitung und Auftrag	4
1.2	Projektunterlagen	4
1.3	Ältere Untersuchungen	4
1.4	Ausgeführte Arbeiten	4
1.5	Repräsentativität der Untersuchung	6
2	GEOLOGISCHE ÜBERSICHT	6
3	ANGETROFFENE UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	7
3.1	Künstliche Auffüllungen / Oberflächenschichten	7
3.2	Gehängeablagerungen	7
3.3	Moräne	7
4	WASSERVERHÄLTNISSE	8
5	BAUTECHNISCHE VERHÄLTNISSE	10
5.1	Projekt	10
5.2	Baugrundwerte	11
5.3	Fundation	11
5.4	Aushub	14
5.5	Baugrubenabschluss	16
5.6	Bauwasserhaltung	17
5.7	Trockenhaltung und Dichtigkeit Untergeschosse	18
5.8	Bauüberwachung	18
5.9	Weitere Empfehlungen und Hinweise	19
6	NATURGEFAHREN	19
7	METEORWASSERVERSICKERUNG	20
8	WÄRMENUTZUNG AUS GRUNDWASSER UND UNTERGRUND	21

TABELLEN

Tabelle 1:	Sondierungen	5
Tabelle 2:	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse	11

FIGUREN

Figur 1:	Ausschnitt aus der Grundwasserkarte 1:10'000	9
Figur 2:	Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche und Einzelfundamente in der Moräne (Bemessungsniveau)	13
Figur 3:	Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende streifenförmige Bodenplattenbereiche und Streifenfundamente in der Moräne (Bemessungsniveau)	14

BEILAGEN

Beilage 1: Situation 1:1000, Lage der Sondierungen und Isohypsen der mutmasslichen Moränenobergrenze

Beilage 2: Einzelprotokolle der Sondierungen Nr. 20-1 bis 20-13, 1:100

Beilage 3: Einzelprotokoll der Kernbohrung Nr. 06-1, 1:100

1 ALLGEMEINES

1.1 Einleitung und Auftrag

Auf den Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076 am Bramenring in Kloten / ZH wird eine neue Wohnüberbauung realisiert. Diese umfasst zwei mehrgeschossige Gebäudekomplexe. Am 23.4.2020 beauftragte Frau Bothe, ADP Architekten AG, im Namen der Bauherrschaft schriftlich die Jäckli Geologie AG mit geologisch-geotechnischen Baugrunduntersuchungen mittels Rammsondierungen und Bohrungen. Basis für diesen Auftrag bildet das Angebot vom 4.2.2020.

1.2 Projektunterlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes standen folgende Unterlagen der ADP Architekten AG, Zürich, zur Verfügung:

[1] Bramenring C, Vorprojekt Entwurf Stand BK 21.06.2019, Untergeschoss, Schnitt 1:200, ohne Plan-Nr.

[2] Bramenring C, Vorprojekt Entwurf Stand BK 21.06.2019, Erdgeschoss 1:200, ohne Plan-Nr.

[3] Bramenring C, Vorprojekt Entwurf Stand BK 21.06.2019, Regelgeschoss 1:200, ohne Plan-Nr.

[4] BGS Bramen C, Schnitt 1:500, 2.9.2019, ohne Plan-Nr.

1.3 Ältere Untersuchungen

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

[5] Dr. Heinrich Jäckli AG (16.12.2005): Neubau Siedlung Bramen, Schaffhauserstrasse, Kloten / ZH, Geologische Baugrunduntersuchungen.

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

1.4 Ausgeführte Arbeiten

Zur Abklärung der Baugrundverhältnisse wurden folgende Feldarbeiten durchgeführt:

- 13 Rammsondierungen mit Bestimmung des dynamischen Rammwiderstandes, Rammgewicht 45 kg, Fallhöhe 20 cm, Spitzenquerschnitt 10 cm², Sondiertiefen 4.3–7.0 m,
- 6 Rammkernbohrungen mit fortlaufender Entnahme und Bestimmung des Bohrgutes, Sondiertiefen 4.0–6.0 m,
- Versetzen je eines Piezometerrohres ∅ 1" in den Rammkernbohrungen Nr. 20-2, 20-8 und 20-13 zur längerfristigen Beobachtung der Wasserspiegellage,
- Kontrolle der Sondierlöcher bezüglich Wasserspiegellage während und nach Abschluss der Sondierarbeiten zwischen dem 20.5 und 2.6.2020,

- Nachkontrolle des Wasserspiegels in den Piezometerrohren Nr. 20-2, 20-8 und 20-13 am 17.6.2020,
- Einmessen und Nivellieren der Sondierstellen. Als Ausgangspunkt für das Nivellement dienten die Polygonpunkte LFP 9012389 (463.44 m ü.M.) und LFP 9012391 (469.87 m ü.M.) am Bramenring (*Beilage 1*).

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, Piezometerrohr**	**Sondiertiefe**	**Wasserspiegel**		
				Tiefe	**Kote**	**Datum**
Nr.	*m ü.M.*	**)*	*m*	*m u.T.*	*m ü.M.*	–
20-1	462.43	R	5.5	>5.50	<456.93	02.06.2020
20-2	461.93	R	4.3	>3.97	<457.96	02.06.2020
		RKB	4.0			
		P **)		>4.02	<457.91	17.06.2020
20-3	465.55	R	7.0	>7.00	<458.55	02.06.2020
20-4	463.07	R	6.0	>6.00	<457.07	02.06.2020
20-5	466.85	R	5.0	–	–	27.05.2020
		RKB	5.0			
20-6	467.96	R	5.5	–	–	27.05.2020
20-7	469.64	R	5.0	–	–	26.05.2020
20-8	470.11	R	5.7	>4.48	<465.63	26.05.2020
		RKB	4.6			
		P **)		>4.63	<465.48	17.06.2020
20-9	472.53	R	6.0	>6.00	<466.53	25.05.2020
20-10	472.95	R	4.9	>4.90	<468.05	25.05.2020
		RKB	4.9			
20-11	470.72	R	5.8	>5.80	<464.92	20.05.2020
		RKB	6.0			
20-12	469.63	R	4.9	>4.85	<464.78	20.05.2020
20-13	465.51	R	5.0	>5.96	<459.55	26.05.2020
		RKB	5.0			
		P **)		>5.01	<460.50	17.06.2020

*) RKB = Rammkernbohrung
R = Rammsondierung
P = Piezometerrohr

**) OK Piezometerrohr

Nr. 20-2	462.96 m ü.M.	ø 1"
Nr. 20-8	470.53 m ü.M.	ø 1"
Nr. 20-13	466.55 m ü.M.	ø 1"

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 lokal geringfügig davon abweichen. 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

Das Projektareal liegt im Hangfussbereich des Hardwalds. Die Hügellandschaft des Hardwalds besteht im Kern aus einem häufig nagelfluhartig verkitteten Vorstoss-*Schotter*, dem sogenannten Aathal-Schotter. Dieser Schotter ist äusserst heterogen zusammengesetzt und weist neben nagelfluhartig verkitteten Partien auch verschiedene Einschaltungen von *älterer Moräne* auf. Beim Hauptvorstoss des Gletschers wurde der Schotter mit einer unterschiedlich mächtigen, *jüngeren Moräne* bedeckt. Diese ist mit aus höheren Hanglagen abgeschwemmtem Moränenmaterial, so genannten *Gehängeablagerungen,* bedeckt.

Den Abschluss des Schichtprofils bilden natürliche *Oberflächenschichten*, welche im Zuge baulicher Tätigkeiten örtlich durch *künstliche Auffüllungen* ersetzt resp. mit solchen überschüttet wurden.

3 ANGETROFFENE UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Künstliche Auffüllungen / Oberflächenschichten

(in den Einzelprotokollen der Beilage 2 rosa koloriert)

- Vorkommen: alle Sondierungen
- Obergrenze: Terrainoberfläche, entsprechend ca. 461.9–473.0 m ü.M. gegen Nordwesten hin abfallend
- Mächtigkeit: ca. 1.0–2.7 m
- Material: *künstliche Auffüllungen:*
  (tonig-)siltiger Sand, vereinzelt bis reichlich Kies, organische Beimengungen und Fremdstoffe
  Oberflächenschichten:
  leicht bis mässig toniger, mässig bis stark siltiger Sand mit reichlich bis viel Kies, organische Beimengungen
- Lagerung: mehrheitlich sehr locker
  künstliche Auffüllungen (Kieskoffer und verdichtete Auffüllungen) mitteldicht
- Tragfähigkeit: klein
- Setzungsempfindlichkeit: gross
- Besonderheit: künstliche Auffüllungen enthalten lokal Fremdstoffe (vgl. *Kapitel 5.4*)

3.2 Gehängeablagerungen

(in den Einzelprotokollen der Beilage 2 gelb koloriert)

- Vorkommen: alle Sondierungen
- Obergrenze: 1.0–2.7 m u.T., entsprechend ca. 460.5–471.9 m ü.M.
- Mächtigkeit: 0.6–2.3 m
- Material: mässig bis stark siltiger Sand, reichlich bis viel Kies
- Lagerung: locker
- Tragfähigkeit: klein
- Setzungsempfindlichkeit: gross

3.3 Moräne

(in den Einzelprotokollen der Beilage 2 grün koloriert)

- Vorkommen: alle Sondierungen
- Obergrenze: ca. 1.7–3.9 m u.T., entsprechend ca. Kote 458.9–470.3 m ü.M. gegen Nordwesten abfallend, vgl. Isohypsen in *Beilage 1* (basierend auf einer linearen Interpolation zwischen den Sondie-

	rungen; Abweichungen möglich resp. im Bereich von Sondierung Nr. 20-13 vorhanden)
• Mächtigkeit:	Untergrenze mit den Sondierungen bis in ca. 4.3–7.0 m u.T. nicht erreicht; basierend auf der Sondierbohrung im Rahmen der Machbarkeitsstudie der Grundwasserwärmenutzung folgt ca. 13 m u.T. der verkittete Aathal-Schotter
• Material:	leicht bis stark siltiger Sand mit Kies, Steinen und Blöcken
• Lagerung:	dicht bis sehr dicht
• Tragfähigkeit:	gross bis sehr gross
• Setzungsempfindlichkeit:	klein
• Besonderheit:	feuchtigkeitsempfindlich, kann mit grösseren Blöcken (Findlingen) durchsetzt sein

4 WASSERVERHÄLTNISSE

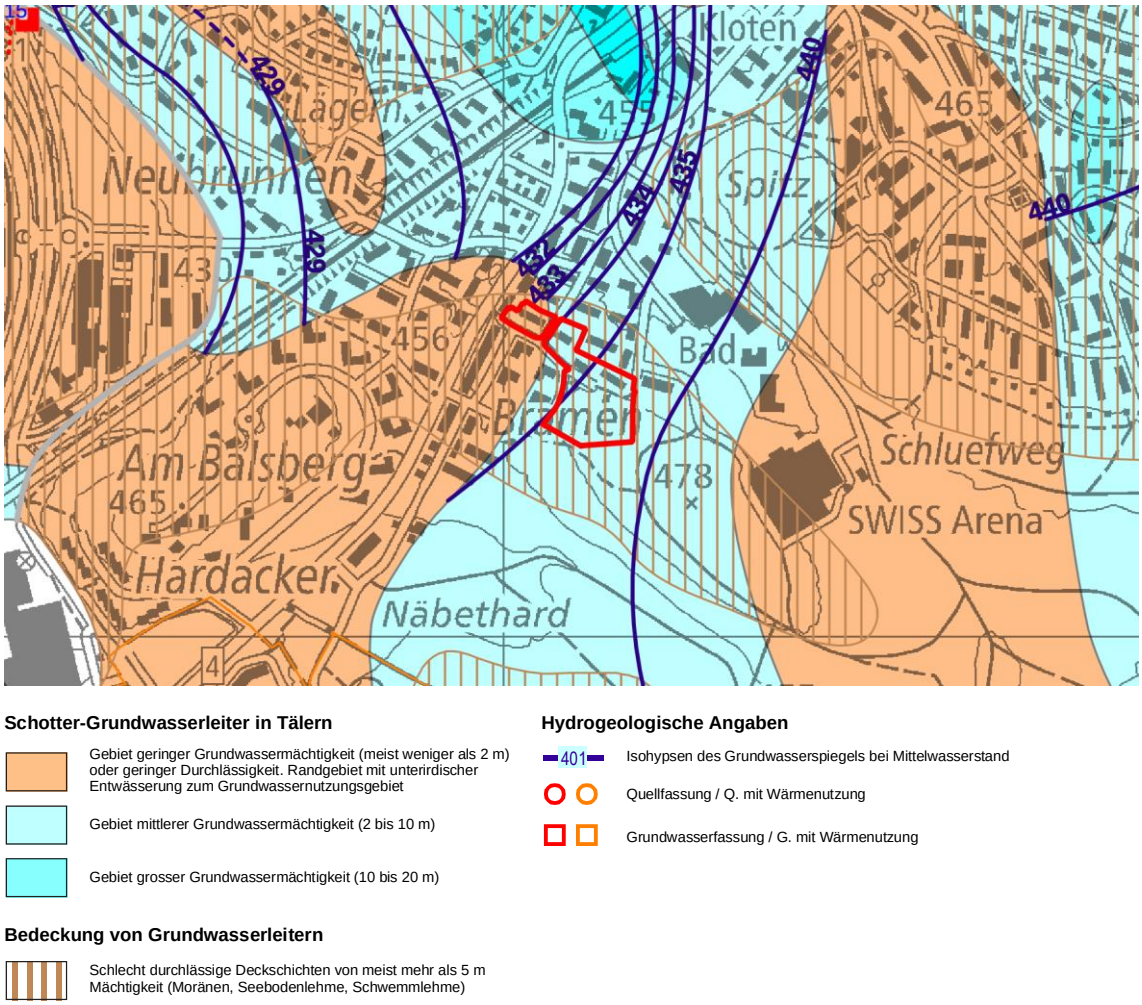
4.1 Hydrogeologische Übersicht

Das Projektareal liegt im Bereich des ausgedehnten, älteren Schotterkomplexes des Hardwaldes (Kantonales Grundwassergebiet I8). Dieser Schotterkomplex beherbergt ein tiefer liegendes, durch unterirdische Moränenwälle und -horizonte in mehrere Teilbecken zergliedertes Grundwasservorkommen (vgl. *Figur 1*).

Gemäss Grundwasserkarte des Kantons Zürich liegt der mittlere Grundwasserspiegel im Projektbereich bei ca. Kote 433–438 m ü.M. Der Flurabstand des Grundwassers, d.h. der Abstand zwischen der Terrainoberfläche und dem Grundwasserspiegel, beträgt bei Mittelwasser mehr als 25 m. Es ist davon auszugehen, dass der Schotter aufgrund seiner kompakten Lagerung resp. Verkittung nur eine mässige Durchlässigkeit aufweist.

Ungeachtet des tief liegenden Grundwasserspiegels zirkuliert entlang etwas durchlässigeren Zonen der Oberflächenschichten und der Gehängeablagerungen über der Moränenobergrenze hoch liegendes, so genanntes «schwebendes» Hangwasser. Aufgrund der kleinen Menge handelt es sich nicht um nutzbares Grundwasser.

Figur 1: Ausschnitt 1:10'000 der Grundwasserkarte des Kantons Zürich (GIS-Browser ZH)



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)
- Gebiet grosser Grundwassermächtigkeit (10 bis 20 m)

Bedeckung von Grundwasserleitern

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

Hydrogeologische Angaben

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

4.2 Lage und Schwankungen des Hangwasserspiegels

Während und nach Abschluss der Sondierarbeiten wurden zwischen dem 20.5 und 2.6.2020 die Sondierlöcher bezüglich Wasserspiegellage kontrolliert. Die Sondierlöcher waren bis in eine Tiefe von ca. 5.0–7.0 m trocken. Zur längerfristigen Beobachtung der Wasserspiegellage wurden in den Rammkernbohrungen Nr. 20-2, 20-8 und 20-13 Piezometerrohre versetzt. Diese wurden am 17.6.2020 nochmals kontrolliert und waren bis in eine Tiefe von ca. 4.0 resp. 5.0 m trocken. Die einzelnen gemessenen Wasserspiegellagen sind in der *Tabelle 1* zusammengestellt.

Aufgrund der allgemein trockenen Witterungsverhältnisse im Frühjahr / Sommer 2020 ist davon auszugehen, dass generelle tiefe Wasserstände vorherrschten. Es ist deshalb damit zu rechnen, dass der Hangwasserspiegel niederschlagsbedingte Schwankungen aufweist. Nach längeren Niederschlagsperioden und/oder einer Schneeschmelze ist deshalb mit einem Anstieg des Hangwasserspiegels zu rechnen.

Angaben über mögliche Hochwasserstände sind (per dato) nicht möglich. Periodische Kontrollen des Wasserspiegels in den versetzten Piezometerrohren können Anhaltspunkte zum

Schwankungsbereich des Hangwasserspiegels liefern. Es empfiehlt sich vorderhand davon auszugehen, dass der Hangwasserspiegel im Extremfall bis nahe an die Terrainoberfläche ansteigen kann.

4.3 Grundwasserschutz

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

In qualitativer Hinsicht

Während der Bauausführung muss darauf geachtet werden, dass keine Verschmutzungen des Grundwasserleiters und des Grundwassers vorkommen.

In quantitativer Hinsicht

Gemäss der Gewässerschutzverordnung dürfen im Gewässerschutzbereich A_u keine Bauten erstellt werden, die unter dem mittleren Grundwasserspiegel liegen (Anhang 4, Ziffer 211). Ausnahmebewilligungen sind unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Zur Erhaltung der ursprünglichen Durchflusskapazität sind bei Bedarf 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.

Die Bodenplatten der Gebäudekomplexe kommen auf ca. Kote 466.7 m ü.M. resp. 460.2 m ü.M. und somit deutlich über dem zu erwarteten Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels zu liegen. Dementsprechend stellen die geplanten Neubauten keinen Einbau in den Grundwasserleiter dar und sind daher aus gewässerschutzrechtlicher Sicht bewilligungsfähig beurteilt. Dennoch werden in der Regel vom AWEL gewisse Umsickerungsmassnahmen verlangt (*Kapitel 5.7*).

5 BAUTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

5.1 Projekt

Beim Bramenring in Kloten / ZH ist auf den Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076 eine neue Wohnüberbauung mit zwei mehrgeschossigen Häuserkomplexen geplant. Die Bodenplatten kommen auf unterschiedliche Koten zu liegen:

- Gebäudekomplex West: UK Bodenplatte ca. 460.2 m ü.M., leicht abfallende Garageneinfahrt
- Gebäudekomplex Ost: UK Bodenplatte mehrheitlich 466.7 m ü.M., Gebäudeteile mit leicht abweichender Kote

Die Umrisse der Hochbauten und der Untergeschosse sind auf dem Situationsplan 1:1000 der *Beilage 1* ersichtlich. In den Einzelprotokollen der Sondierungen der *Beilage 2* sind UK Bodenplatten mit einem Signaturraster eingezeichnet.

5.2 Baugrundwerte

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondierergebnisse 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**	**Reibungs-winkel**	**Zusammendrückungsmodul**	
				Erstbelastung	**Wiederbelast.**
	γ	c'	φ'	M_E	M_E'
	[kN/m³]	[kN/m²]	[°]	[MN/m²]	[MN/m²]
Künstliche Auffüllungen / Oberflächenschichten					
– siltiger Sand mit Kies	19	0	(26) 28	–	–
– tonig-siltiger Sand mit Kies	19	(0) 2	(26) 28	–	–
Gehängeablagerungen					
– siltiger Sand mit Kies	20	0	(28) 30	(20) 30	90
Moräne					
– siltiger Sand mit Kies, Steinen, Blöcken	(21) 22	(3) 5	(31) 33	(50) 70	200

Umrechnung Einheiten:
1 kN/m³ = 0.1 t/m³ 1 kN/m² = 0.1 t/m² = 0.01 kg/cm² 1 MN/m² = 100 t/m² =10 kg/cm²

Für die Bestimmung der charakteristischen Werte Xk kann folgende Formel verwendet werden:
$Xk = Xm - \alpha (Xm - Xextr)$

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 Sondierergebnisse und bezogen auf das vorliegende Projekt der Baugrundklasse B zuzuordnen.

5.3 Fundation

Das generell schlecht tragfähige und setzungsempfindliche Schichtpaket «*künstliche Auffüllungen / Oberflächenschichten*» kommt als Fundationsunterlage für Gebäude zum vornherein nicht in Frage. Die *Gehängeablagerungen* müssen ebenfalls als relativ schlecht tragfähiger und setzungsempfindlicher Baugrund bezeichnet werden. Die *Moräne* stellt einen sehr gut tragfähigen und wenig setzungsempfindlichen Baugrund dar.

Aus dem Isohypsenplan der *Beilage 1* und den Einzelprotokollen der *Beilage 2* ist ersichtlich, dass die Sohle des Gebäudekomplexes West gerade etwa auf die *Moränenobergrenze* bzw.

leicht darüber oder darunter zu liegen kommt. In der Moräne ist eine Flachfundation problemlos möglich.

Im Fall des Gebäudekomplexes Ost kommt die Gebäudesohle grösstenteils ebenfalls in die Moräne zu liegen. Im nördlichen Bereich kommt die Gebäudesohle aber teilweise in das Schichtpaket «*künstliche Auffüllungen / Oberflächenschichten*» oder sogar über das bestehende Terrain zu liegen.

Zur Gewährleistung eines einheitlichen Tragfähigkeitsverhaltens mit möglichst kleinen Setzungen und vor allem Setzungsdifferenzen resp. Gebäudeverkippungen empfehlen wir, die Bauwerkslasten bei beiden Gebäudekomplexen konsequent bis auf die Moräne hinunter abzuleiten. Zur Übertragung der Bauwerkslasten bis auf die *Moräne* stehen bei Übertragungstiefen bis maximal rund 2–3 m vertiefte Streifen- und Einzelfundamente unter tragenden Wänden und Stützen im Vordergrund. Bei Übertragungstiefen von <1 m ist auch ein Materialersatz der *Gehängeablagerungen* durch einen schichtweise eingebrachten, einwandfrei verdichteten Kieskoffer (mit Vlies unterlegt) denkbar.

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 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.

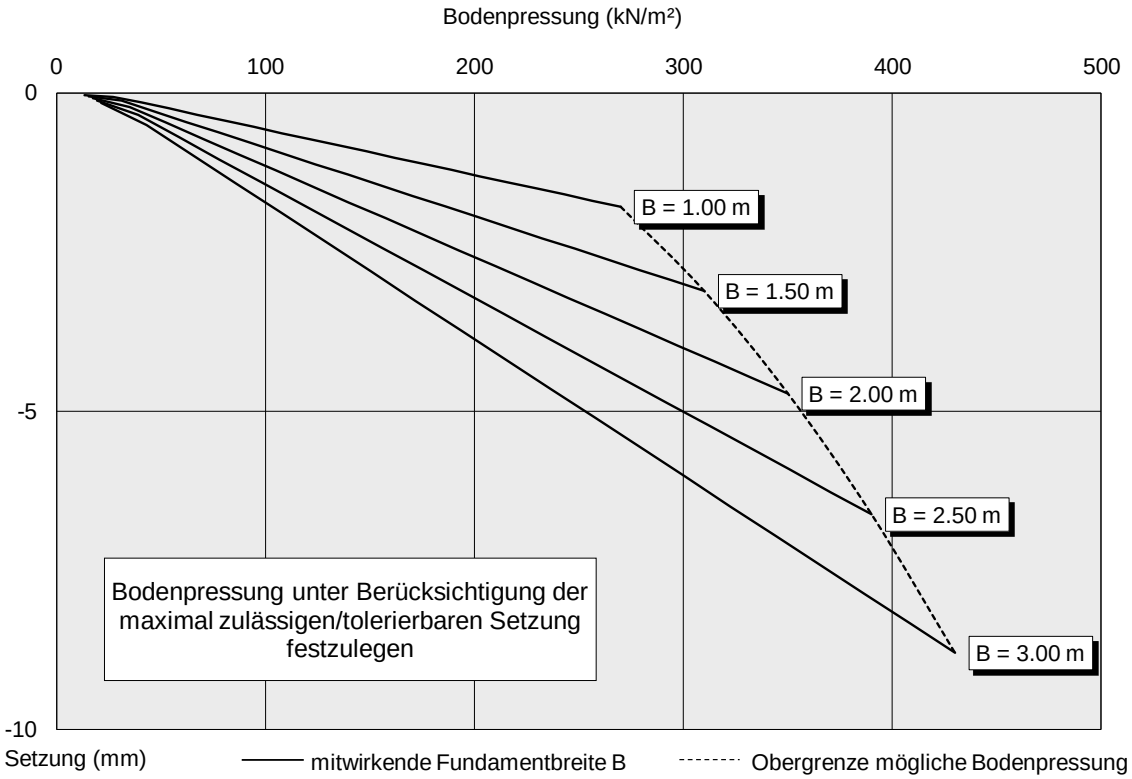
Für weitere Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der *Tabelle 2* verwendet werden.

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

Annahmen:

Kohäsion c_d'	(γ_c = 1.5)	2.7	kN/m²	
Winkel der inneren Reibung φ_d'	($\gamma_{tan\varphi}$ = 1.2)	28.1	°	
Raumlast γ_d	(γ_γ = 1.0)	12	kN/m³	Raumlast unter Auftrieb
effektiver Überlagerungsdruck q		8	kN/m²	Bodenplatte, Stärke 0.3 m
Zusammendrückungsmodul M_{Ed}	(γ_E = 1.0)	70	MN/m²	Erstbelastung
Zusammendrückungsmodul $M_{E'd}$	(γ_E = 1.0)	200	MN/m²	Wiederbelastung
effektive Vorbelastung		30	kN/m²	
Konzentrationsfaktor Spannungsausbreitung		0.5		

mitwirkende Fundamentbreite (m)	Boden-pressung (kN/m²)	Anteil Wieder-belastung (kN/m²)	Anteil Erst-belastung (kN/m²)	Setzung		
				Wiederbel. (mm)	Erstbelast. (mm)	Total (mm)
1.00	270	30	240	0	-2	-2
1.50	310	30	280	0	-3	-3
2.00	350	30	320	0	-5	-5
2.50	390	30	360	0	-6	-6
3.00	430	30	400	0	-9	-9

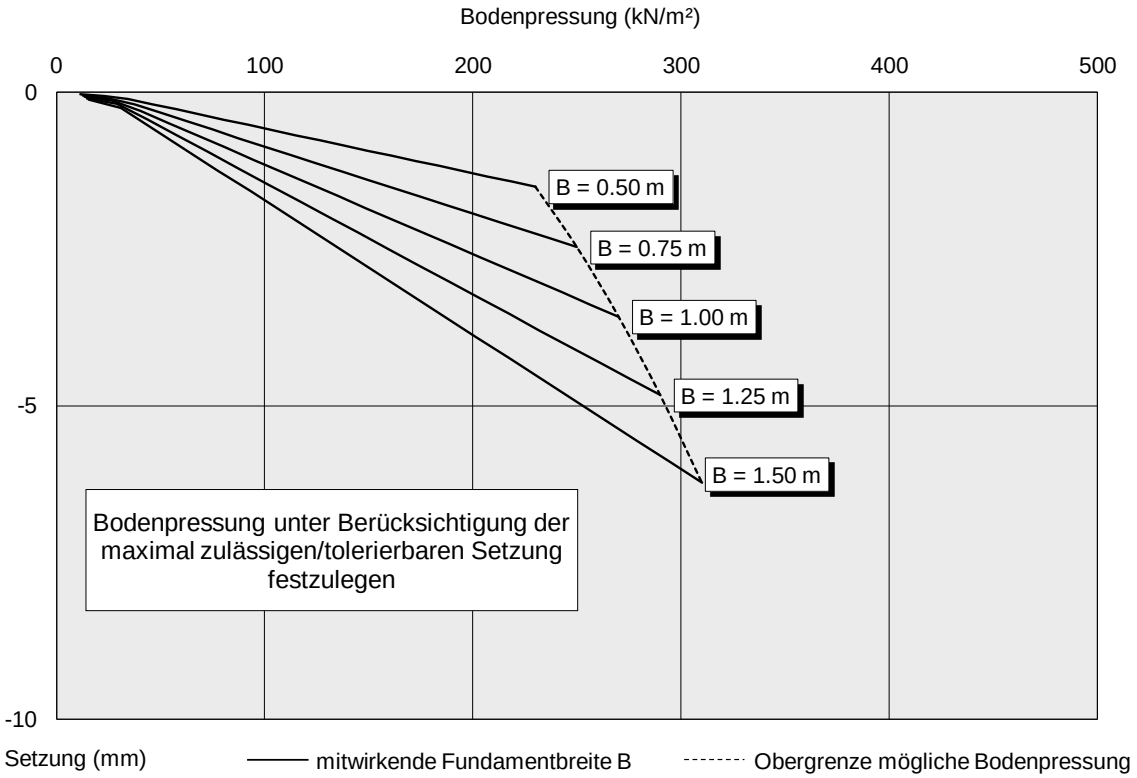


Figur 3: Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende streifenförmige Bodenplattenbereiche und Streifenfundamente in der Moräne (Bemessungsniveau)

Annahmen:

Kohäsion c_d'	(γ_c = 1.5)	2.7	kN/m²	
Winkel der inneren Reibung φ_d'	($\gamma_{tan\varphi}$ = 1.2)	28.1	°	
Raumlast γ_d	(γ_γ = 1.0)	12	kN/m³	Raumlast unter Auftrieb
effektiver Überlagerungsdruck q		8	kN/m²	Bodenplatte, Stärke 0.3 m
Zusammendrückungsmodul M_{Ed}	(γ_E = 1.0)	70	MN/m²	Erstbelastung
Zusammendrückungsmodul $M_{E'd}$	(γ_E = 1.0)	200	MN/m²	Wiederbelastung
effektive Vorbelastung		30	kN/m²	
Konzentrationsfaktor Spannungsausbreitung		1.0		

mitwirkende Fundamentbreite (m)	Boden-pressung (kN/m²)	Anteil Wieder-belastung (kN/m²)	Anteil Erst-belastung (kN/m²)	Setzung		
				Wiederbel. (mm)	Erstbelast. (mm)	Total (mm)
0.50	230	30	200	0	-1	-1
0.75	250	30	220	0	-2	-2
1.00	270	30	240	0	-3	-3
1.25	290	30	260	0	-5	-5
1.50	310	30	280	0	-6	-6



5.4 Aushub

Belastungssituation Boden

Die Projektparzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076 sind im *Prüfperimeter für Bodenverschiebungen* des Kantons Zürich mit den Belastungshinweisen «Altbaugebiet» und entlang der Schaffhauserstrasse als «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.

Belastungssituation Untergrund

Das Projektareal 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 Ziegel, Glas etc. enthalten (*Kapitel 3.1*). Material mit einem Fremdstoffanteil > 1 Gew.-% gelten als belastet und müssen einer gesetzes- und vollzugskonformen Weiterverwendung resp. Entsorgung zugeführt werden. Dadurch sind Mehrkosten zu erwarten.

Baggerfähigkeit und Abbaubarkeit

Im Hinblick auf den maschinellen Aushub der Baugruben sind in den Lockergesteinsschichten von der Lagerungsdichte her gesehen keine Probleme zu erwarten. Die künstlichen Auffüllungen, Oberflächenschichten und Gehängeablagerungen dürfen durchwegs als normal baggerfähig bezeichnet werden. Mit den heute zur Verfügung stehenden schweren Maschinen sind auch in der Moräne kaum Probleme mit der Abbaubarkeit zu erwarten. Bei der Erstellung von lokalen Vertiefungen und Kanalisationsgräben muss in der Moräne beim Einsatz von kleinen Geräten aber mit erschwerten Aushubverhältnissen gerechnet werden. Wir empfehlen, im Aushubdevis diesen Punkt hervorzuheben, damit die entsprechenden Preise zum vorherein klar definiert sind und nachträglich keine Probleme auftreten. Erschwernisse treten vor allem dann auf, wenn innerhalb der Moräne grössere Blöcke oder Findlinge angetroffen werden, welche zum Abtransport zerkleinert werden müssen.

Verwendung des Aushubmaterials

Das Schichtpaket «*künstliche Auffüllungen / Oberflächenschichten*» und die Gehängeablagerungen kommen aufgrund ihrer Setzungsempfindlichkeit kaum als Hinterfüllungsmaterial, sondern im trockenen und unverschmutzten Zustand höchstens für die Umgebungsgestaltung in Frage. Die siltig-sandigen und sandig-kiesigen Partien des Moränenmaterials können im trockenen Zustand als Hinterfüllungsmaterial mit geringen Verdichtungsanforderungen weiter verwendet werden.

Schutz der Aushubsohle

Die Moräne reagiert empfindlich auf Witterungseinflüsse. Es empfiehlt sich 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 Aushubsohle reicht beim Gebäudekomplex West im Nordwesten ca. 2 m und im Südosten maximal ca. 7 m unter das bestehende Terrain. Beim Gebäudekomplex Ost reicht die Aushubsohle im Süden maximal ca. 5.5 m unter das bestehende Terrain und kommt im Norden praktisch auf die Terrainoberfläche zu liegen.

5.5.1 Freie Abböschungen

Dort, wo die Platzverhältnisse ausreichend sind, können *freie Abböschungen* gewählt werden. Wir empfehlen, im Schichtpaket «*künstliche Auffüllungen / Oberflächenschichten*» und in den *Gehängeablagerungen* maximale Böschungsneigungen von 2:3 (33°) nicht zu überschreiten. In der *Moräne* können die Böschungsneigungen auf maximal 1:1 erhöht werden (gilt bis zu einer maximalen Böschungshöhe von ca. 4 m).

Dort, wo aus den Böschungen allenfalls stärkere Sickerwasseraustritte mit Materialausschwemmungen beobachtet werden, müssen die entsprechenden Abschnitte mit Filterbeton abgedeckt werden. Aus Stabilitätsgründen müssen allfällige Aufschüttungen resp. Auflasten mindestens um den Betrag der vertikalen Böschungshöhe von der Böschungsoberkante entfernt angeordnet werden.

Dort, wo sich aus Platzgründen steilere Böschungen aufdrängen als oben angegeben, müssen diese mit zusätzlichen baulichen Massnahmen gesichert werden. Dabei stehen bei Böschungsneigungen bis maximal ca. 50–55° unter die Aushubsohle eingebundene *Filterbetonauflagen* (mit eingelegtem Armierungsnetz) im Vordergrund. Steilere Böschungen mit Neigungen bis maximal ca. 60° können z.B. mit einer so genannten «*liegenden Baumeister-Rühlwand*» gesichert werden. Dabei handelt es sich um auf der Böschung «liegende», deutlich unter die Aushubsohle einbetonierte Rundhölzer oder Walzprofile, welche mit Filterbeton (mit Armierungsnetz) ausgefacht werden. Der Einbau der Baumeister-Rühlwand muss etappenweise erfolgen. Filterbetonauflagen oder liegende Baumeister-Rühlwände sind nur bis zu maximalen Böschungshöhen von ca. 4–5 m zu empfehlen. Solche böschungsstabilisierenden Massnahmen setzen allerdings voraus, dass die Böschungen kurzfristig standfest bleiben. Böschungen mit einer Neigung von mehr als 60° und höher als 5 m müssen mit einer Bodenvernagelung oder mit einem vertikalen Baugrubenabschluss gesichert werden *(Kapitel 5.5.2)*.

5.5.2 Vertikaler Baugrubenabschluss

Beim Gebäudekomplex West sowie beim Gebäudekomplex Ost müssen die Baugruben entlang des Bramenrings aus Platzgründen mit einem *vertikalen* resp. *fast vertikalen Baugrubenabschluss* gesichert werden. Auch im südlichen Bereich des Gebäudekomplexes Ost drängt sich bei Baugrubentiefen von 5–6 m ebenfalls ein vertikaler Baugrubenabschluss auf. Dabei ist neben einer *gebohrten Rühlwand* auch eine (leicht geneigte) *Bodenvernagelung* denkbar. Je nach Platzverhältnissen können diese mit einem kleinen Voraushub kombiniert werden. Eine Spundwand oder gerammte Rühlwandträger kommen wegen der hohen Lagerungsdichte der Moräne (Rammbarkeit) nicht in Frage.

Bei einer *Bodenvernagelung* sind im Vergleich zu einer Rühlwand grössere Wanddeformationen zu erwarten, welche an den umliegenden Strassen und Gebäuden zu Schäden führen

können. Zur Begrenzung der Deformationen können die Nägel im oberen Wandbereich mit vorgespannten Ankern ergänzt werden.

Es ist darauf zu achten, dass die Rühlwand oder Bodenvernagelung wasserdurchlässig ausgebildet resp. perforiert wird, damit sich zu keiner Zeit ein Wasserdruck hinter der Wand aufbauen kann.

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 der *Moräne* eine maximale Ankertraglast (Bruch des Untergrundes im Bereich des Verankerungskörpers) von ca. 500–700 kN möglich ist. Falls die Verankerungsstrecken noch im Schichtpaket «künstliche Auffüllungen / Oberflächenschichten» oder in den Gehängeablagerungen liegen, müssen diese auf ca. 200–300 kN reduziert werden. Diesbezügliche genauere Angaben werden die Spannprotokolle der ersten Anker liefern. Wir empfehlen, in jedem Fall mehrfach injizierbare Anker und die Verankerungsstrecke nicht kleiner als 6 m zu wählen.

Für Nägel kann in der *Moräne* eine maximale Traglast (Bruch des Untergrundes) von ca. 25–35 kN / Laufmeter, im Schichtpaket «künstliche Auffüllungen / Oberflächenschichten» sowie in den Gehängeablagerungen eine solche von ca. 5–10 kN / Laufmeter angenommen werden. Das effektive Tragverhalten ist während der Ausführung durch Zugversuche zu verifizieren.

Die zu erwartenden Deformationen, die einzelnen Bauzustände und die Gesamtstabilität müssen bei solch grossen Baugrubentiefen unter Berücksichtigung einer gegen die Baugrubensohle geneigten Hangwasserspiegels rechnerisch nachgewiesen werden.

5.5.3 Unterfangungen

Die Tiefgarage des Gebäudekomplexes West grenzt im nordwestlichen Bereich direkt an das Gebäude Schaffhauserstrasse 60 an. Das bestehende Gebäude muss deshalb allenfalls unterfangen werden. Die Unterfangung von maximal wenigen Dezimetern kann konventionell erfolgen, d.h. die vorgängig stehen gelassene Berme/Böschung wird in nicht direkt benachbarten Etappen von ca. 1.0–1.5 m Breite aufgefahren und die Fundamente sukzessive unterfangen. Die Stabilität der Bauzustände bei der Unterfangung muss rechnerisch nachgewiesen werden. Als Dimensionierungsgrundlage für die Unterfangung können die Baugrundwerte der *Tabelle 2* in Rechnung gesetzt werden.

5.6 Bauwasserhaltung

Es ist davon auszugehen, dass zumindest partiell mit einem Hangwasseranfall zu rechnen ist. Dieser ist aber generell klein.

Zur Trockenhaltung der Aushubsohle empfehlen wir eine offene Wasserhaltung mit Pumpensümpfen, ergänzt mit einzelnen Stichdrainagen resp. Drainagegräben vorzusehen. Die Wasserhaltung muss vor allem den massgebenden Meteorwasseranfall bewältigen können.

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 der Untergeschosse

Es ist davon auszugehen, dass die Gebäudesohlen zumindest zeitweise *unter* den «schwebenden» Hangwasserspiegel zu liegen kommen. Gemäss heutiger Praxis des Kantonalen Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) wird eine permanente Hangwasserspiegelabsenkung mit basalen Sickerleitungen nur noch dann toleriert, wenn das Wasser talseitig wieder zur Versickerung gebracht werden kann. Um dieser Forderung nachzukommen, muss das Hangwasser bergseits gefasst, unter dem Gebäude hindurch geführt und talseits wieder diffus versickert werden.

Dies bedeutet im vorliegenden Fall, dass beim *Gebäudekomplex Ost* unter der Bodenplatten in der Fallrichtung des Hanges angeordnete Sickerbahnen (sandiger Kies resp. Geröll mit Vlies unterlegt, vorsorglich mit im oberen Teil der Bahnen verlegten, spülbaren und rundum gelochten Sickerleitungen) vorgesehen werden müssen, welche in hydraulischer Verbindung mit Sickerpackungen resp. Filterplatten hinter den Aussenwänden stehen. Solche Sickerbahnen können allenfalls mit Leitungsgräben und mit der im sohlennahen Bereich durchlässig auszubildenden, bergseitigen und seitlichen Gebäudehinterfüllung kombiniert werden. Im talseitigen Bereich sollten die Sickerbahnen in einem durchziehenden, basalen Sickerteppich zusammengefasst werden. Mit dieser Massnahme kann zeitweise auftretendes Hangwasser die Gebäude um- resp. unterströmen und im talseitigen Bereich bestmöglich wieder versickert werden. Damit zu keiner Zeit ein bergseitiger Rückstau möglich ist, muss der Sickerteppich im talseitigen Bereich mit einem leicht talwärts geneigten, mit Kies gefüllten Graben bis an die Terrainlinie gezogen werden, so dass das Wegsickern von überschüssigem Hangwasser jederzeit gewährleistet ist.

Beim *Gebäudekomplex West* wird eine solche Lösung wegen des tiefer in den Untergrund reichenden Baukörpers nicht möglich sein. Es ist daher zu prüfen, ob zur Begrenzung des maximalen Wasserspiegels eine hoch liegende Sickerleitung vorgesehen werden kann. Eine solche «Spitzenbrecherdrainage» garantiert, dass das Hangwasser nicht über eine festgelegte Kote steigen kann. Bei einer Anordnung ca. 1.0–1.5 m u.T. ist nur sporadisch mit einem relativ bescheidenen Wasseranfall zu rechnen. Das saubere Sickerwasser müsste einer geeigneten Vorflut (Regenwasserkanalisation) zugeleitet werden. Da mit «hartem», zu Versinterungen neigendem Hangwasser zu rechnen ist, muss die Sickerleitung mit Spülstutzen versehen werden. Die genannte Lösung mit einer Spitzenbrecherdrainage bedarf der Zustimmung der zuständigen Behörde.

Sicherheitshalber sollten alle in den Untergrund eintauchenden Bauteile (insbesondere Boden-/Wandanschlüsse) vollständig wasserdicht ausgebildet und isoliert sowie auf den entsprechenden Wasserdruck resp. Auftrieb dimensioniert werden.

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 das projektierende Ingenieurbüro zu beauftragen. Für die Festlegung der zulässigen Deformationen (Melde- und Alarmwerte) ist das Schadenpotential im möglichen Einflussbereich der Baugrube (z.B. Strassen, Werkleitungen) zu ermitteln und zu berücksichtigen.

Zu einer einwandfreien Überwachung der maximal 7 m tiefen Baugrube gehören während der Bauphase periodische Kontrollen der Verformungen des Baugrubenabschlusses (geodätische Messungen, Inklinometermessungen) und die Überprüfung der Ankerkräfte.

Bei einer Baugrubentiefe von bis zu 7 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 gegengezeichnete oder amtliche Zustandsaufnahme durchführen zu lassen. Ferner sollten an exponierten Bauwerken und entlang des Bramenrings 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 das Geologiebüro durch das projektierende Ingenieurbüro 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 Auftraggebenden 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 Ingenieurbüros.

6 NATURGEFAHREN

Das Projektareal liegt gemäss der Naturgefahrenkarte des Kantons Zürich nicht in einem Bereich, welcher durch Rutschprozesse oder Hochwasser/Murgang 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

Zur Gewährleistung der Grundwasserneubildung und zur Entlastung der Kanalisation muss nach Art. 7 Abs. 2 Gewässerschutzgesetz (GSchG) nicht verschmutztes Abwasser von Dachflächen, Strassen, Wegen und Plätzen wenn immer möglich an Ort und Stelle zur Versickerung gebracht werden. Ist eine Versickerung aufgrund der örtlichen Verhältnisse nicht möglich, so kann das anfallende Meteorabwasser mit Bewilligung der kantonalen resp. kommunalen Behörde in einen Meteor- bzw. einen Reinabwasserkanal oder direkt in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden. Dabei sind nach Möglichkeit Rückhaltemassnahmen zu treffen, damit das Wasser bei grossem Anfall gleichmässig abfliessen kann.

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.

Der Untergrund (Gehängeablagerungen / Moräne) weist keine nennenswerte Wasserdurchlässigkeit und damit nur ein minimales Schluckvermögen auf. Daher ist im vorliegenden Fall eine konzentrierte Versickerung von Meteorwassers auf dem Projektareal nicht möglich. Das anfallende Meteorabwasser muss mit Bewilligung der zuständigen Behörden in eine geeignete Vorflut wie z.B. in ein Oberflächengewässer oder in einen Meteorwasserkanal eingeleitet werden. Dabei sind nach Möglichkeit Rückhaltemassnahmen 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 mit durchlässigen Belägen versehen werden, so dass das Wasser via die sandig-kiesige Fundationsschicht 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

Wie in *Kapitel 4.1* beschrieben, liegt das Projektareal über dem heterogen zusammengesetzten Lockergesteinsvorkommen im Hardwald. Der Grundwasser führende Schotter ist gemäss Grundwasserkarte des Kantons Zürich in einer Tiefe von 30–35 m zu erwarten. Eine im Jahr 2006 für die Überbauung «Bramenring A» ausgeführte Bohrung hat gezeigt, dass der Schotter nahe der Schaffhauserstrasse nicht genügend tief reicht und dort kein nutzbares Grundwasser vorhanden ist. Um die Möglichkeiten einer direkten Nutzung von Grundwasserwärme für die Überbauung «Bramenring C» zu prüfen, wurde im Ostteil des Projektareals eine weitere Probebohrung (Nr. 20-21) niedergebracht. Auch in dieser Bohrung wurde kein nutzbares Grundwasser angetroffen. Die Voraussetzungen für eine direkte Nutzung von Grundwasser zur Kälte- und Wärmegewinnung sind somit nicht gegeben.

Erdwärmenutzung (untiefe Geothermie)

Aufgrund des vermuteten nutzbaren Grundwasservorkommens ist das Projektareal gemäss Wärmenutzungsatlas des Kantons Zürich (www.erdwaerme.zh.ch) der *Zone B* zugeordnet, wo der Bau von Erdwärmesonden-Anlagen grundsätzlich nicht zulässig ist. Hingegen sind thermoaktive Elemente unter Einhaltung eines Minimalabstandes von 2 m zum höchsten Grundwasserspiegel (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).

Nachdem sowohl die frühere Bohrung beim Bramenring A als auch die neue, 180 m weiter östlich platzierte Probebohrung gezeigt haben, dass in diesem Gebiet kein eigentlich nutzbares Grundwasservorkommen vorhanden sein ist, wurde beim AWEL, Sektion Grundwasser und Wasserversorgung, eine Anfrage platziert, ob unter den gegebenen hydrogeologischen Bedingungen eine Umzonung von der *Zone B* zur *Zone D* möglich sei. In der *Zone D* wären Erdwärmesonden im Projektareal mit einer Tiefenbeschränkung von voraussichtlich rund 200 m zugelassen. Die Beantwortung der Anfrage ist aktuell noch ausstehend.

Zürich, 25. Juni 2020
200180 Bericht_Baugrund.docx BL/Km/La

Jäckli Geologie AG

Sachbearbeiterin:
Lisa Bieri, MSc Erdw. ETH, Geologin

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076
Kloten / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht

Beilagen

Beilage 1:	Situation 1:1000, Lage der Sondierungen und Isohypsen der mutmasslichen Moränenobergrenze
Beilage 2:	Einzelprotokolle der Sondierungen Nr. 20-1 bis 20-13, 1:100
Beilage 3:	Einzelprotokoll der Kernbohrung Nr. 06-1, 1:100

Jäckli Geologie AG
Albulastrasse 55, 8048 Zürich
Telefon +41 44 344 55 66

Beilage
zum Bericht vom 25.06.2020

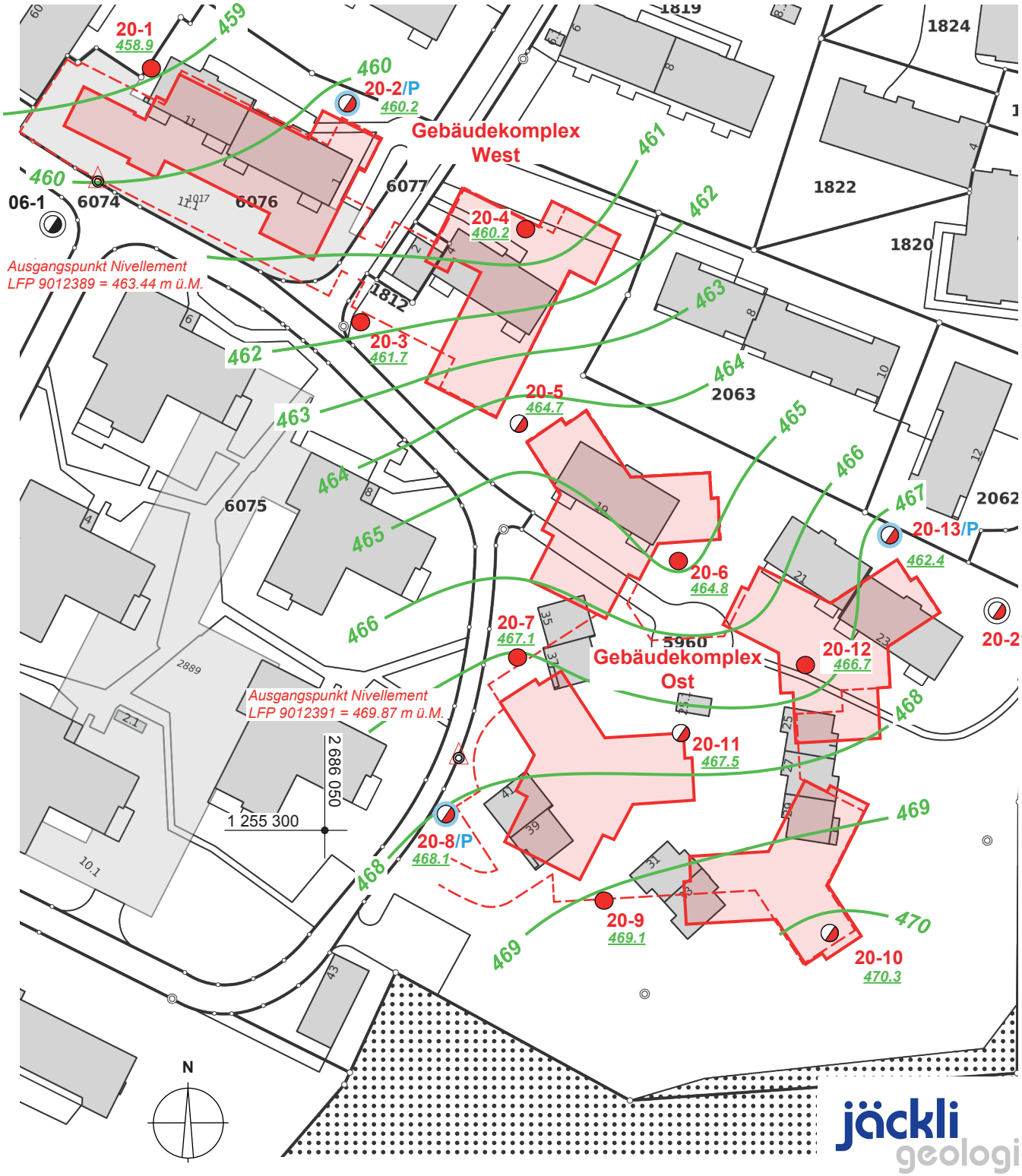
Neubau Bramenring C
Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076
Kloten / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht

Situation 1:1000
Lage der Sondierungen und Isohypsen der mutmasslichen Moränenobergrenze

Legende

- Rammsondierung
- Rammsondierung und Bohrung
- Piezometerrohr
- Kernbohrung (Grundwasser-wärmenutzung, ohne Profil)
- ältere Kernbohrung (mit Profil)
- Umriss Untergeschoss
- Hochbauten
- 458.9 — Kote der mutmasslichen Moränenobergrenze (m ü.M.)
- 464 — Isohypse der mutmasslichen Moränenobergrenze (m ü.M.)



Beilage 2
zum Bericht vom 25.6.2020

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076
Kloten / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht

Einzelprotokolle der Sondierungen Nr. 20-1 bis 20-13, 1:100

Jäckli Geologie AG
Albulastrasse 55, 8048 Zürich
Telefon +41 44 344 55 66

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076, Kloten / ZH

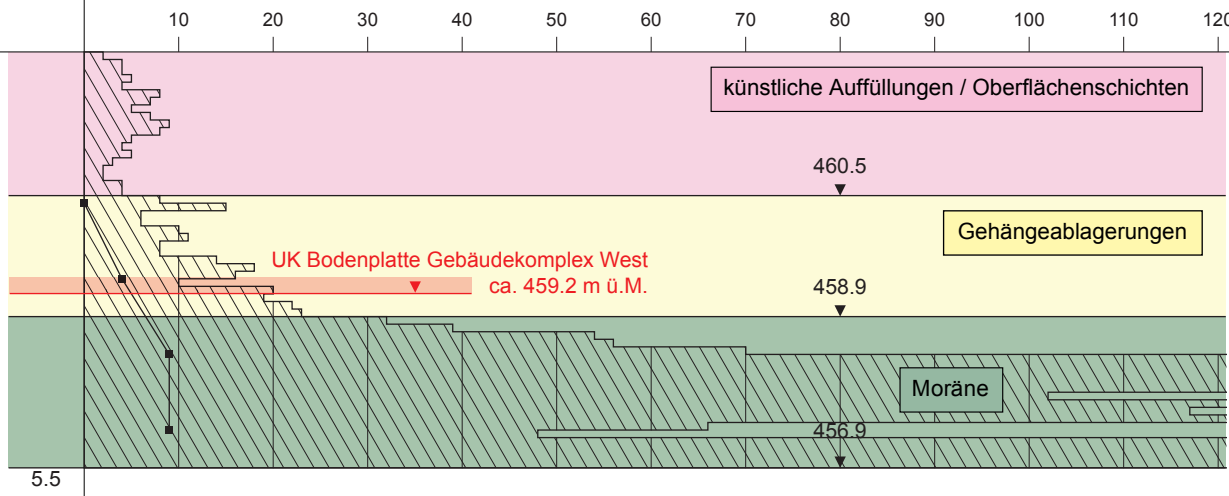
Rammsondierung Nr. 20-1

Ausführungsdatum:	02.06.2020	Kote OK Terrain:	462.43 m ü.M.	Massstab:	1:100
Koordinaten:	2 686 021 / 1 255 433	Kote OK Rohr:	-	Datei:	200180 RS 1.ai / FS

Tiefen ab OKT (m u.T.)

Rammdiagramm

Schlagzahl pro 10 cm Eindringung



Wasserstand: trocken bis 5.50 m u.T. am 02.06.2020

Angaben zur Rammsondierung:
Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg, Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung:
Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm, und Nachschlagen von 20 cm

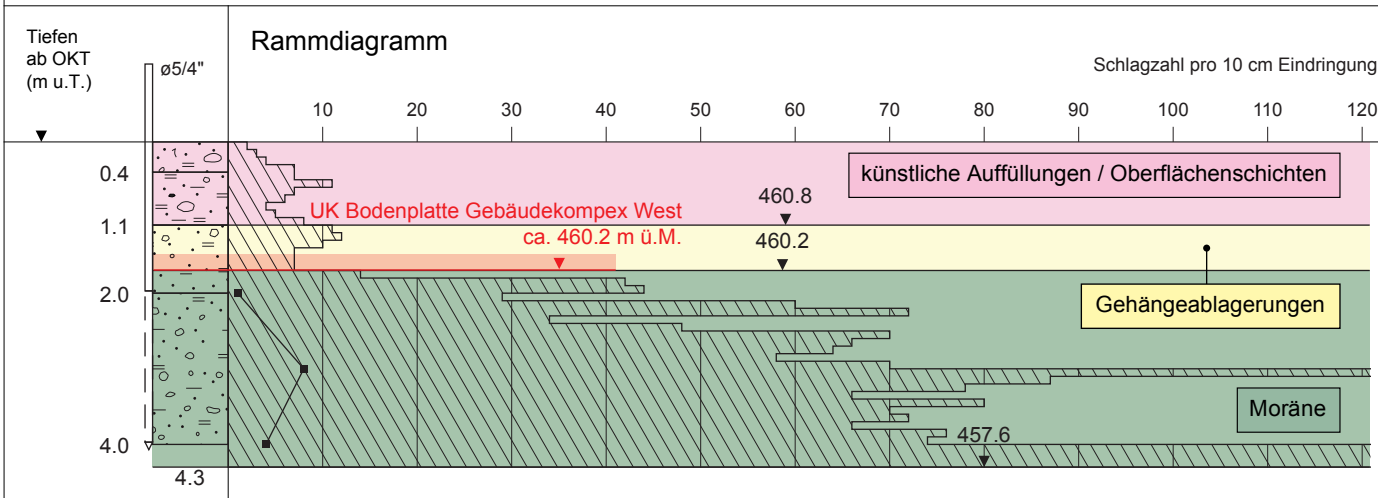
jäckli geologie

www. jaeckli.ch

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076, Kloten / ZH

Rammsondierung Nr. 20-2

Ausführungsdatum:	28.05.2020	Kote OK Terrain:	461.93 m ü.M.	Massstab:	1:100
Koordinaten:	2 686 054 / 1 255 426	Kote OK Rohr:	462.96 m ü.M.	Datei:	200180 RS 2.ai / FS



Wasserstand: trocken bis 3.97 m u.T. am 02.06.2020

0.0 - 0.4	brauner, leicht siltiger Sand, reichlich Kies, reichlich org. Beimengungen (Wurzelreste)
0.4 - 1.1	brauner, mässig toniger, stark siltiger Sand, reichlich Kies, wenig org. Beimengungen (Kohlestücke)
1.1 - 2.0	dunkelbeiger, mässig bis stark siltiger Sand, reichlich Kies
2.0 - 4.0	graubeiger, leicht bis mässig siltiger Sand, viel Kies

Angaben zur Rammsondierung:
Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg, Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung:
Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm, und Nachschlagen von 20 cm

jäckli geologie

www. jaeckli.ch

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076, Kloten / ZH

Rammsondierung Nr. 20-3

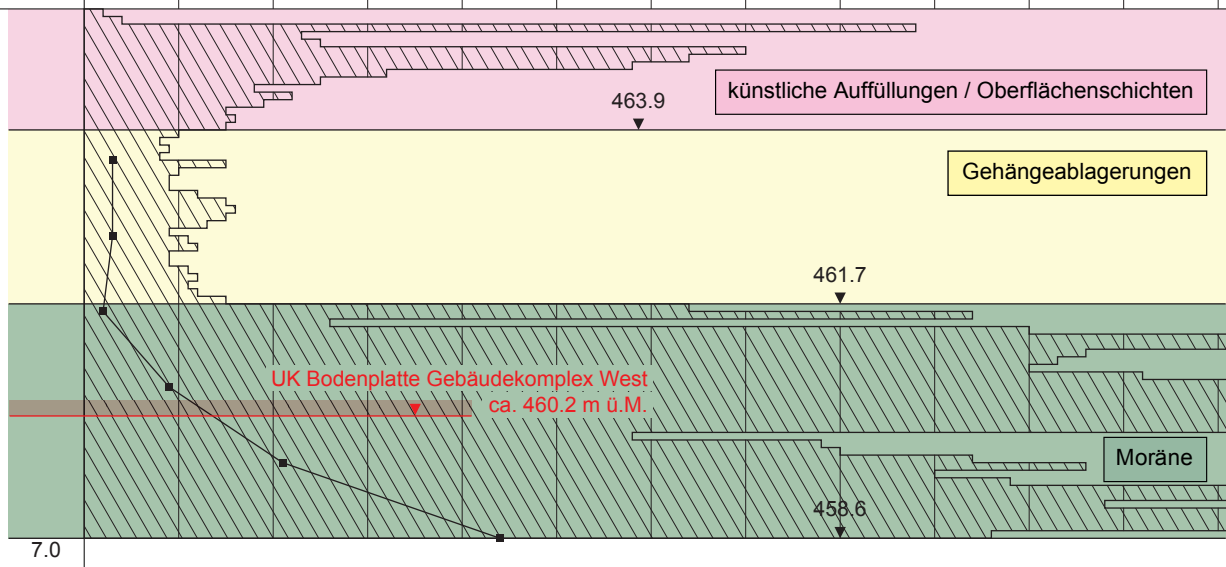
Ausführungsdatum:	28.05.2020	Kote OK Terrain:	465.55 m ü.M.	Massstab:	1:100
Koordinaten:	2 686 057 / 1 255 389	Kote OK Rohr:	-	Datei:	200180 RS 3.ai / FS

Tiefen ab OKT (m u.T.)

Rammdiagramm

Schlagzahl pro 10 cm Eindringung

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120



Wasserstand: trocken bis 7.00 m u.T. am 02.06.2020

Angaben zur Rammsondierung:
Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg, Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung:
Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm, und Nachschlagen von 20 cm

jäckli geologie

www. jaeckli.ch

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076, Kloten / ZH

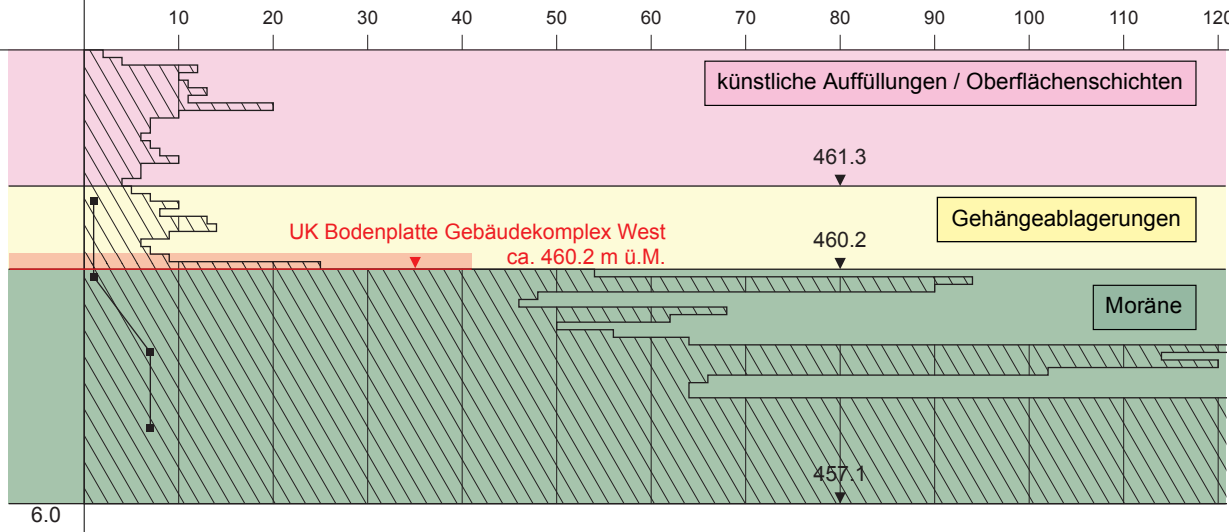
Rammsondierung Nr. 20-4

Ausführungsdatum:	02.06.2020	Kote OK Terrain:	463.07 m ü.M.	Massstab:	1:100
Koordinaten:	2 686 085 / 1 255 405	Kote OK Rohr:	-	Datei:	200180 RS 4.ai / FS

Tiefen ab OKT (m u.T.)

Rammdiagramm

Schlagzahl pro 10 cm Eindringung



Wasserstand: trocken bis 6.00 m u.T. am 02.06.2020

Angaben zur Rammsondierung:
Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg, Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung:
Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm, und Nachschlagen von 20 cm

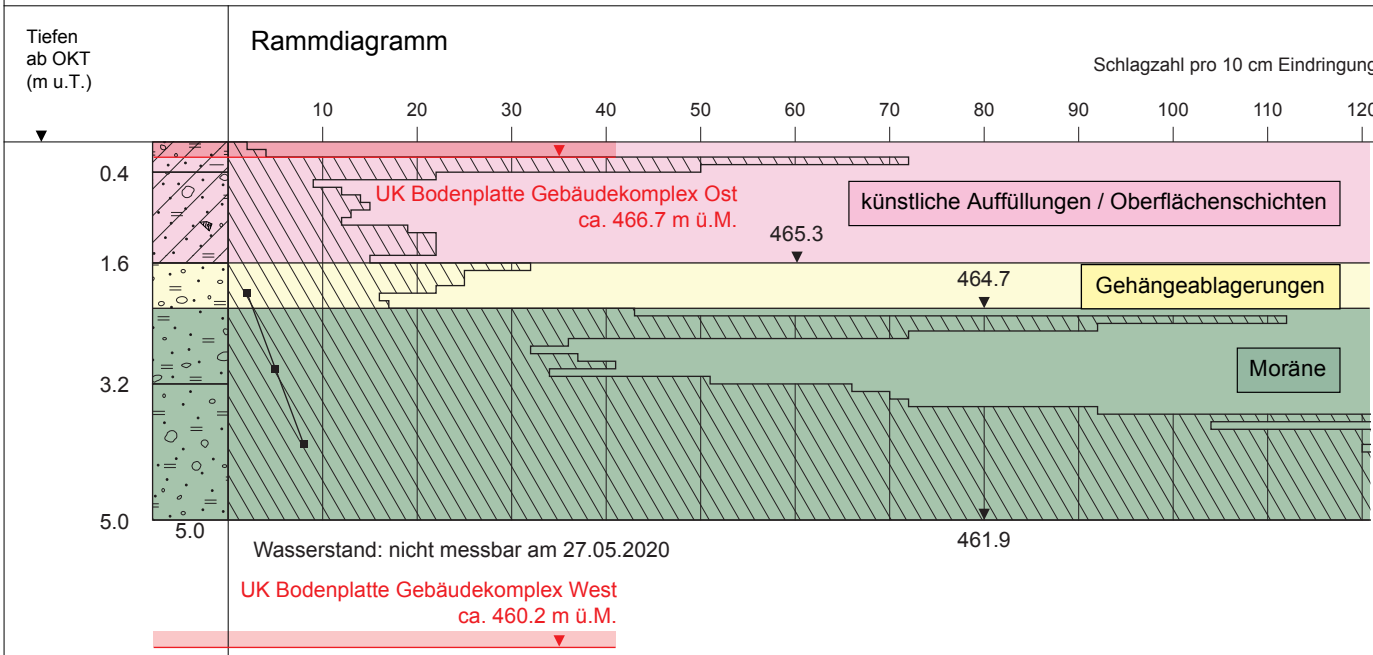
jäckli geologie

www. jaeckli.ch

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076, Kloten / ZH

Rammsondierung Nr. 20-5

Ausführungsdatum:	27.05.2020	Kote OK Terrain:	466.85 m ü.M.	Massstab:	1:100
Koordinaten:	2 686 084 / 1 255 371	Kote OK Rohr:	-	Datei:	200180 RS 5.ai / FS



0.0 - 0.4	hellbrauner, leicht toniger, stark siltiger Sand, reichlich Kies, org. Beimengungen (Wurzelreste)
0.4 - 1.6	rotbrauner, mässig siltiger Sand, vereinzelt Kies, Fremdstoffe (Ziegelbruchstücke)
1.6 - 3.2	hellbrauner, stark siltiger Sand, viel Kies
3.2 - 5.0	hellbrauner, mässig bis stark siltiger Sand, reichlich bis viel Kies

Angaben zur Rammsondierung:
Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg, Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung:
Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm, und Nachschlagen von 20 cm

jäckli geologie

www. jaeckli.ch

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076, Kloten / ZH

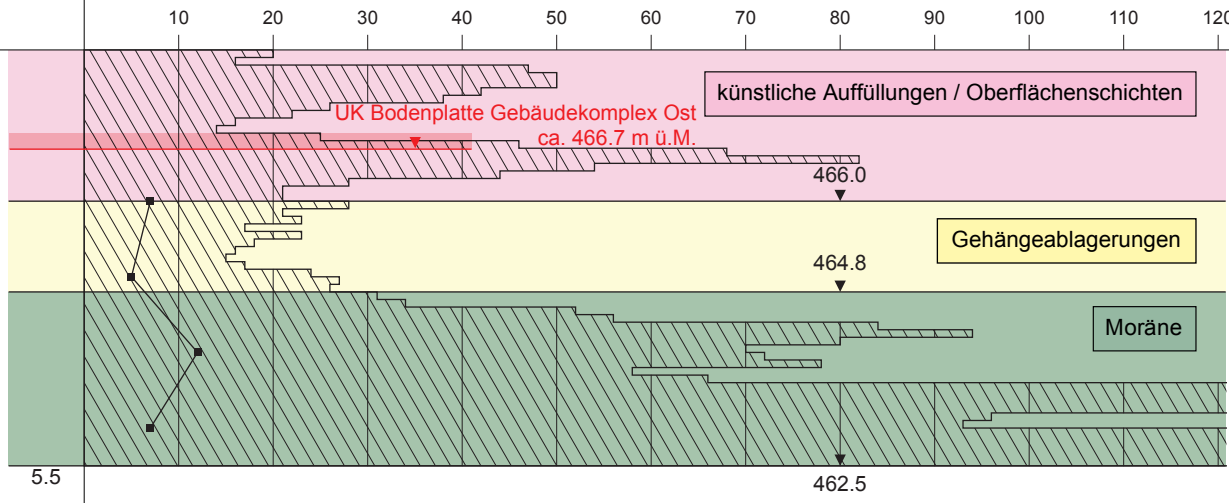
Rammsondierung Nr. 20-6

Ausführungsdatum:	27.05.2020	Kote OK Terrain:	467.96 m ü.M.	Massstab:	1:100
Koordinaten:	2 686 112 / 1 255 347	Kote OK Rohr:	-	Datei:	200180 RS 6.ai / FS

Tiefen ab OKT (m u.T.)

Rammdiagramm

Schlagzahl pro 10 cm Eindringung



Wasserstand: nicht messbar am 27.05.2020

Angaben zur Rammsondierung:
Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg, Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung:
Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm, und Nachschlagen von 20 cm

jäckli geologie

www. jaeckli.ch

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076, Kloten / ZH

Rammsondierung Nr. 20-7

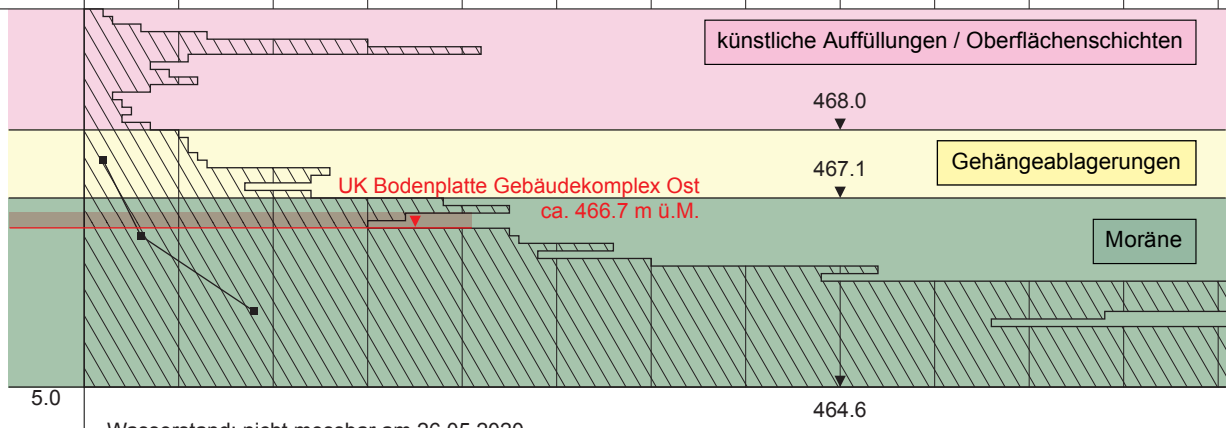
Ausführungsdatum:	26.05.2020	Kote OK Terrain:	469.64 m ü.M.	Massstab:	1:100
Koordinaten:	2 686 084 / 1 255 330	Kote OK Rohr:	-	Datei:	200180 RS 7.ai / FS

Tiefen ab OKT (m u.T.)

Rammdiagramm

Schlagzahl pro 10 cm Eindringung

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120



Wasserstand: nicht messbar am 26.05.2020

Angaben zur Rammsondierung:
Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg, Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung:
Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm, und Nachschlagen von 20 cm

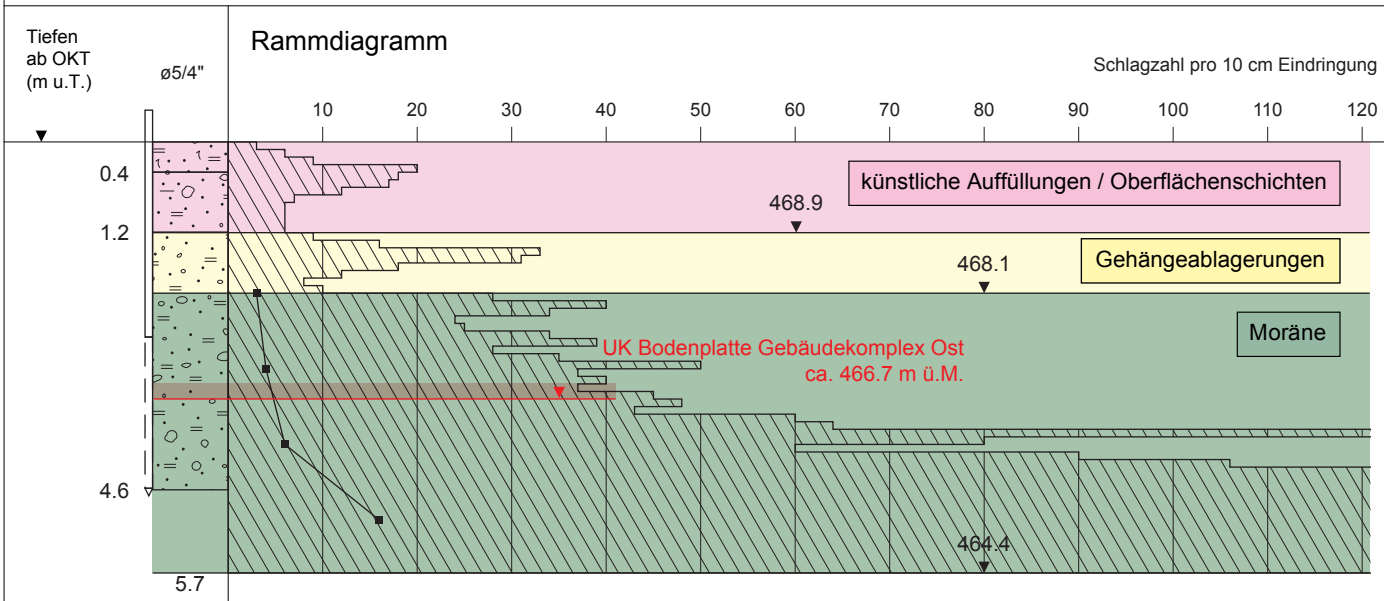
jäckli geologie

www. jaeckli.ch

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076, Kloten / ZH

Rammsondierung Nr. 20-8

Ausführungsdatum:	26.05.2020	Kote OK Terrain:	470.11 m ü.M.	Massstab:	1:100
Koordinaten:	2 686 072 / 1 255 304	Kote OK Rohr:	470.53 m ü.M.	Datei:	200180 RS 8.ai / FS



Wasserstand: trocken bis 4.48 m u. T. am 26.05.2020

0.0 - 0.4	brauner, mässig siltiger Sand, wenig Kies, org. Beimengungen (Wurzelreste)
0.4 - 1.2	rotbrauner, leicht toniger, mässig siltiger Sand, reichlich bis viel Kies
1.2 - 4.6	hellbrauner, mässig bis stark siltiger Sand, viel Kies

Angaben zur Rammsondierung:
Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg, Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung:
Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm, und Nachschlagen von 20 cm

jäckli geologie

www. jaeckli.ch

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076, Kloten / ZH

Rammsondierung Nr. 20-9

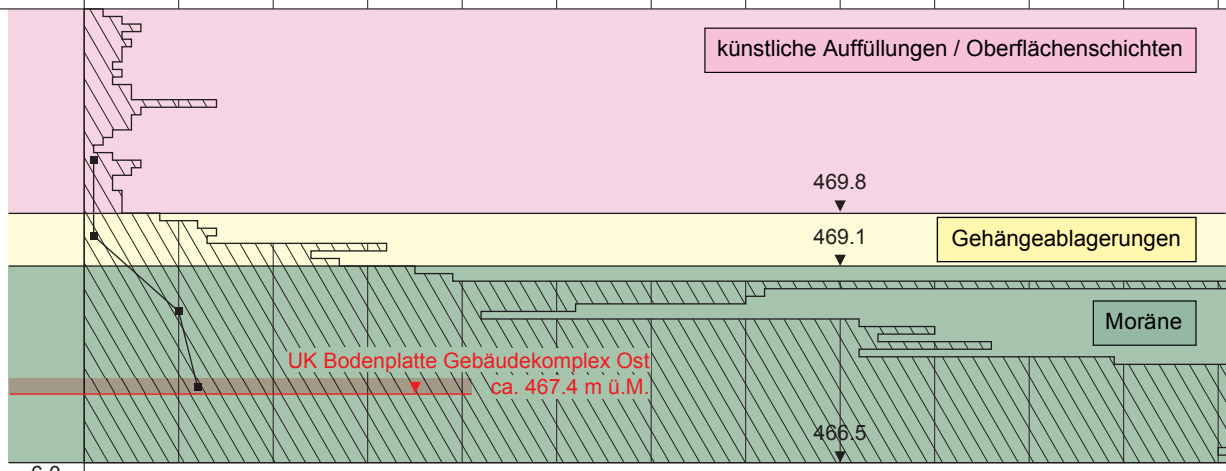
Ausführungsdatum:	25.05.2020	Kote OK Terrain:	472.53 m ü.M.	Massstab:	1:100
Koordinaten:	3 686 099 / 1 255 288	Kote OK Rohr:	-	Datei:	200180 RS 9.ai / FS

Tiefen ab OKT (m u.T.)

Rammdiagramm

Schlagzahl pro 10 cm Eindringung

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120



Wasserstand: trocken bis 6.00 m u.T. am 25.05.2020

Angaben zur Rammsondierung:
Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg, Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung:
Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm, und Nachschlagen von 20 cm

jäckli geologie

www. jaeckli.ch

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076, Kloten / ZH

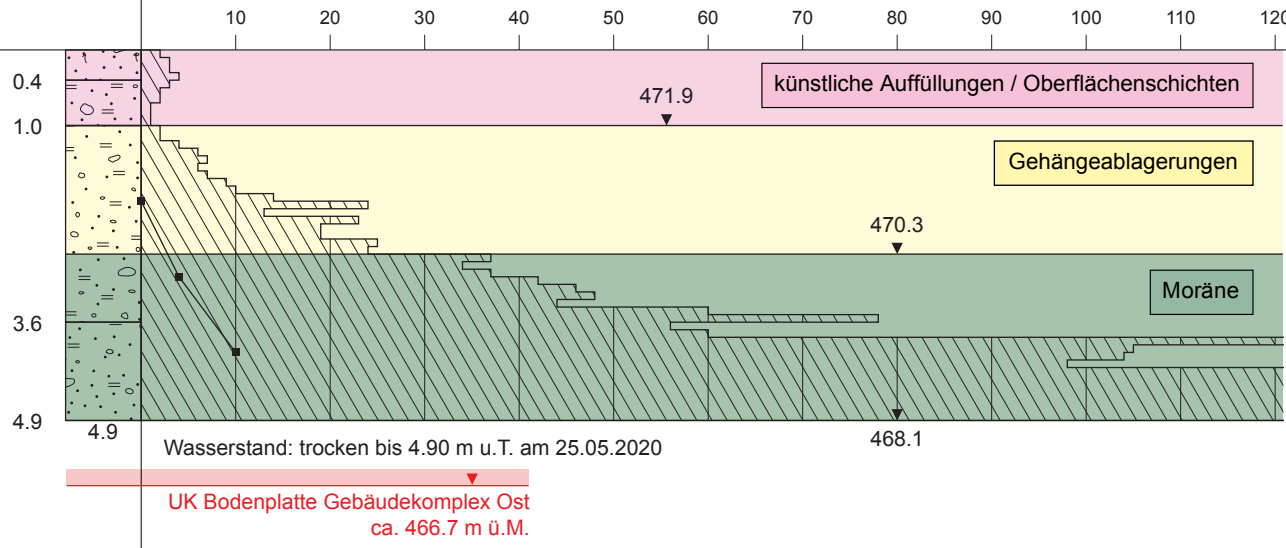
Rammsondierung Nr. 20-10

Ausführungsdatum:	25.05.2020	Kote OK Terrain:	472.95 m ü.M.	Massstab:	1:100
Koordinaten:	2 686 140 / 2 255 284	Kote OK Rohr:	-	Datei:	200180 RS 10.ai / FS

Tiefen ab OKT (m u.T.)

Rammdiagramm

Schlagzahl pro 10 cm Eindringung



Wasserstand: trocken bis 4.90 m u.T. am 25.05.2020

UK Bodenplatte Gebäudekomplex Ost
ca. 466.7 m ü.M.

0.0 - 0.4	dunkelbrauner, leicht siltiger Sand, vereinzelt Kies, org. Beimengungen (Wurzelreste)
0.4 - 1.0	brauner, mässig bis stark siltiger Sand, wenig Kies
1.0 - 3.6	graubrauner, mässig bis stark siltiger Sand, viel Kies
3.6 - 4.9	graubeiger, mässig siltiger Sand, reichlich Kies

Angaben zur Rammsondierung:
Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg, Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung:
Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm, und Nachschlagen von 20 cm

jäckli geologie
www. jaeckli.ch

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076, Kloten / ZH

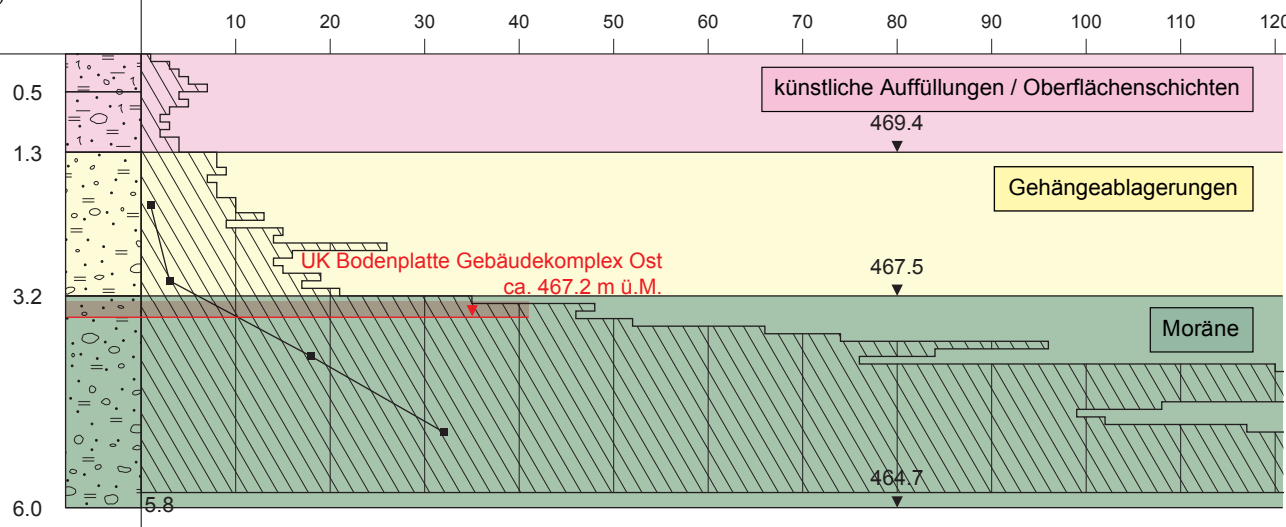
Rammsondierung Nr. 20-11

Ausführungsdatum:	20.05.2020	Kote OK Terrain:	470.72 m ü.M.	Massstab:	1:100
Koordinaten:	2 686 113 / 1 255 316	Kote OK Rohr:	-	Datei:	200180 RS 11.ai / FS

Tiefen ab OKT (m u.T.)

Rammdiagramm

Schlagzahl pro 10 cm Eindringung



Wasserstand: trocken bis 5.80 m u.T. am 20.05.2020

0.0 - 0.5	brauner, leicht toniger, stark siltiger Sand, reichlich Kies, org. Beimengungen (Wurzelreste)
0.5 - 1.3	brauner, mässig toniger, stark siltiger Sand, reichlich Kies, wenig org. Beimengungen (Wurzelreste)
1.3 - 3.2	graubrauner, stark siltiger Sand, viel Kies
3.2 - 6.0	graubrauner, leicht bis mässig siltiger Sand, viel Kies

Angaben zur Rammsondierung:
Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg, Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung:
Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm, und Nachschlagen von 20 cm

jäckli geologie

www. jaeckli.ch

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076, Kloten / ZH

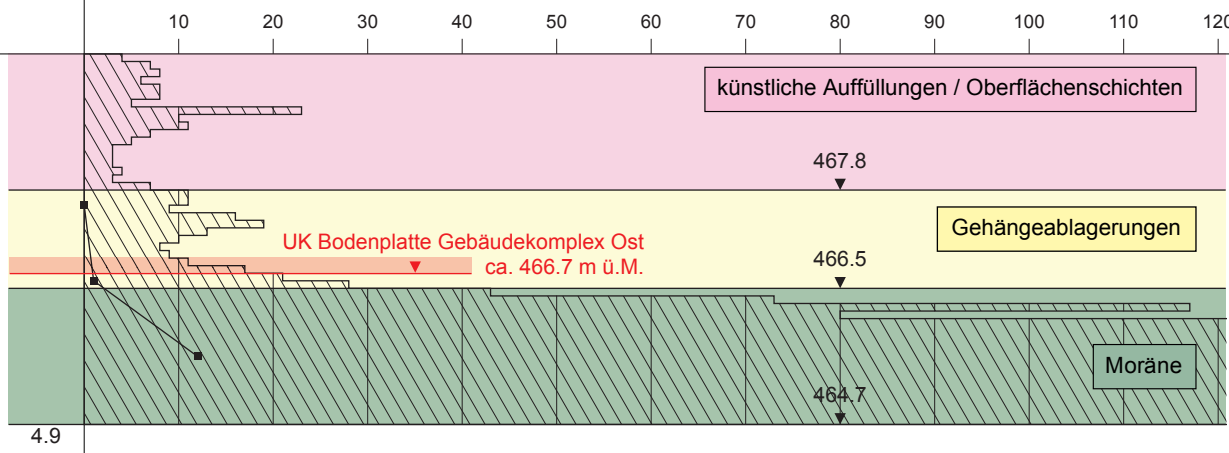
Rammsondierung Nr. 20-12

Ausführungsdatum:	20.05.2020	Kote OK Terrain:	469.63 m ü.M.	Massstab:	1:100
Koordinaten:	2 686 135 / 1 255 329	Kote OK Rohr:	-	Datei:	200180 RS 12.ai / FS

Tiefen ab OKT (m u.T.)

Rammdiagramm

Schlagzahl pro 10 cm Eindringung



Wasserstand: trocken bis 4.85 m u.T. am 20.05.2020

Angaben zur Rammsondierung:
Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg, Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung:
Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm, und Nachschlagen von 20 cm

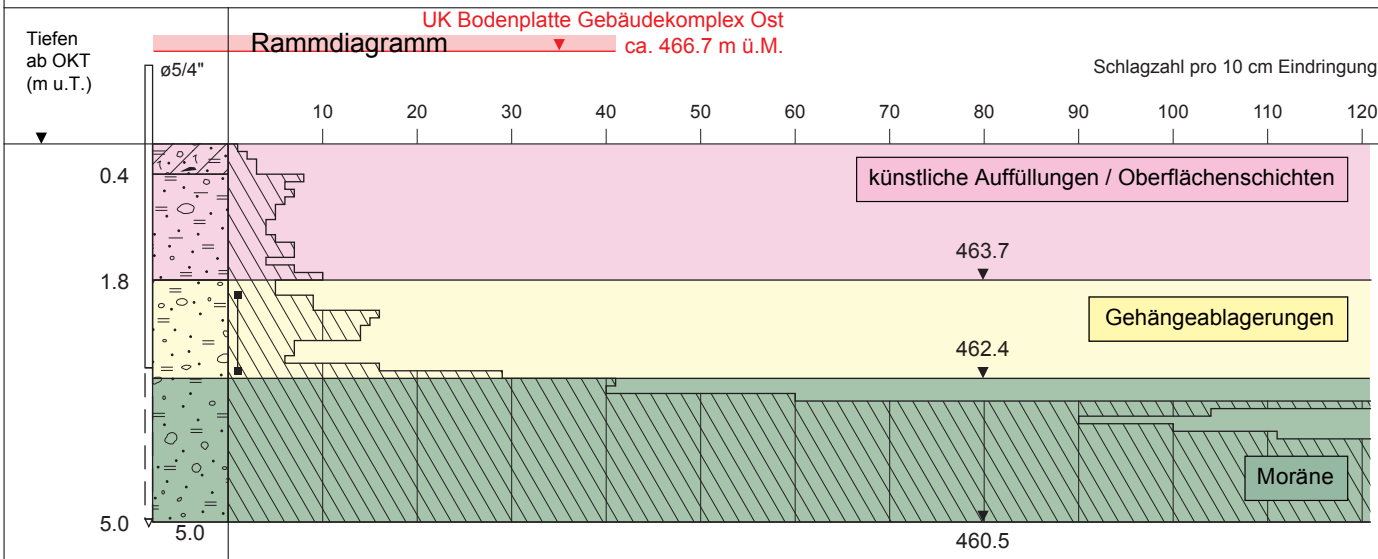
jäckli geologie

www. jaeckli.ch

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076, Kloten / ZH

Rammsondierung Nr. 20-13

Ausführungsdatum:	26.05.2020	Kote OK Terrain:	465.51 m ü.M.	Massstab:	1:100
Koordinaten:	12 686 148 / 1255 351	Kote OK Rohr:	466.55 m ü.M.	Datei:	200180 RS 13.ai / FS



Wasserstand: trocken bis 5.96 m u.T. am 02.06.2020

0.0 - 0.4	brauner, mässig siltiger Sand, wenig Kies, reichlich org. Beimengungen (Wurzelreste), Fremdstoffe (Glas)
0.4 - 1.8	hellbrauner, leicht toniger, stark siltiger Sand, reichlich Kies
1.8 - 5.0	hellgrauer bis beiger, mässig bis stark siltiger Sand, reichlich bis viel Kies

Angaben zur Rammsondierung:
Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg, Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung:
Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm, und Nachschlagen von 20 cm

jäckli geologie

www. jaeckli.ch

Beilage 3
zum Bericht vom 25.6.2020

Neubau Bramenring C, Parzellen Kat.-Nr. 1812, 5960 und 6076
Kloten / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht

Einzelprotokoll der Kernbohrung Nr. 06-1, 1:100

Jäckli Geologie AG
Albulastrasse 55, 8048 Zürich
Telefon +41 44 344 55 66

Überbauung Bramenring A, Kloten / ZH

Versuchsbohrung für Grundwasserwärmenutzung

Bohrung Nr. 06-1

Massstab 1:100

Geologische Aufnahme:
Dr. W. Labhart, Geologe

Objekt Nr.: 061440
Datei: 061440_KB06_1.dsf
Gez.: La
Datum: 28.03.2007

Bauherrschaft: Baugenossenschaft Schönheim, In der Ey 22, 8047 Zürich
Architekt: ADP Architekten AG, Seefeldstr. 152, 8008 Zürich
Bohrfirma: Stump Foratec AG, 8332 Russikon
Bohrmeister: Hr. R. Begiri
Ausführungsdatum: 24.11.-08.12.2006
Koordinaten: 686'003 / 255'402
Kote OK Terrain: ca. 463.6 m ü. M.

jäckli Geologie Geotechnik Grundwasser
Dr. Heinrich Jäckli AG
Zürich · Baden · Schwyz · Winterthur
www.jaeckli.ch
8048 Zürich
Albulastrasse 55
Tel 044 - 344 55 66
Fax 044 - 344 55 91

Bohrart u. Bohr-ø	Geologische Identifikation	Höhe m ü.M.	Tiefe m u.T.	Materialbeschreibung	Bemerkungen
Rotations-kern-bohrung HM-Krone Verrohrung bis 5 m: ø 323 bis 25.3 m: ø 244 mm bis Endtiefe: 203 mm	künstl. Auffüllung	463.0	0.6	Humus und brauner, siltig-sandiger Kies, wenig Steine	während dem Bohren war im Bohrloch zu keinem Zeitpunkt ein Wasserspiegel messbar !
	Oberflächen-schichten			rötlichbrauner, toniger Silt, reichlich Kies, wenig Sand, Steine bis maximal ø 12 cm	
		461.6	2.0		
	Moräne			beiger, leicht toniger Silt-Feinsand, reichlich Kies, einzelne Steine bis max. ø 15 cm	
		454.6	9.0		
	Schotter, z.T. verkittet			graubrauner, siltiger Kies, reichlich bis viel Sand	
			12.2	graubrauner, leicht siltiger Kies, viel Sand, Steine bis ø 14 cm	
			17.1	graubrauner, siltiger Kies, viel Sand, viele Steine bis ø 16 cm, praktisch durchwegs nagelfluhartig verkittet (mit Wasser gebohrt)	
		439.6	24.0		
	Seeablagerungen			brauner Fein-/Mittelsand, sauber	
			25.3	beiger, leicht toniger Silt, wenig Feinsand, geschichtet	
			26.9	brauner, leicht siltiger Fein-/Mittelsand, z.T. verkittet	
			28.9	graubrauner, sandiger Kies, stark verkittet (Nagelfluh)	
			29.1	brauner, leicht siltiger Sand, wenig Kies	
		433.8	29.8		
	Moräne			braungrauer, leicht toniger Silt, reichlich bis viel Kies, wenig Sand, kompakt	
		428.4	35.2		