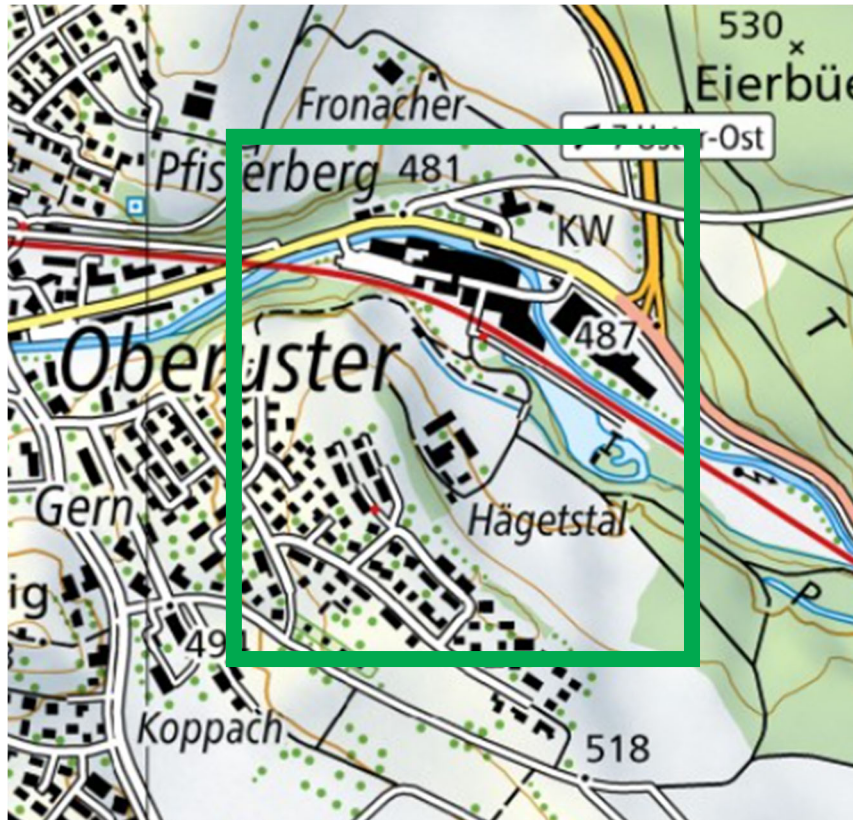




# L348 110-kV-Leitung Aathal - Uster

**SC + P**



## Hydrogeologisches Gutachten und Geologische Prognose

### Auftraggeber

Axpo Grid AG  
Parkstrasse 23  
5401 Baden

### Koordinaten / Höhe

2'698'835 / 1'243'925  
500 m ü.M.

### Datum

29.08.2024

### Sachbearbeiter

Lars Krause

### Projektnummer

ZH3075A

Bern

Olten

Wollerau

Zürich Langstrasse 149  
CH-8004 Zürich  
044 297 70 90  
scpzuerich@scpag.ch  
www.scpag.ch

**Impressum:**

Filename / Version	Verfasser	Koreferat	Versand an	Datum
ZH3075A_HG_v1.2	Lkr- 28.08.24	Tsc - 29.08.24	1	02.09.24
Name	Firma			Empfänger
Herr Viktors Mironovs	Axpo Grid AG, Baden			1

## Inhalt

<b>1. Einleitung und Auftrag</b>	<b>5</b>
<b>2. Hydrogeologische Übersicht</b>	<b>6</b>
2.1. Geologie	6
2.2. Hydrogeologie	6
<b>3. Untersuchungsergebnisse Mast 16N</b>	<b>7</b>
3.1. Angetroffene Untergrundverhältnisse	7
3.2. Hangwasserverhältnisse	7
<b>4. Prognose Geologie-Hydrogeologie Bereich Süd</b>	<b>8</b>
4.1. Lokale Geologie	8
4.2. Hydrogeologie	9
<b>5. Baugrundkennwerte</b>	<b>9</b>
<b>6. Bautechnische Empfehlungen</b>	<b>11</b>
6.1. Bauprojekt	11
6.2. Aushub	11
6.3. Böschungen, Baugrubenabschlüsse	11
6.4. Wasserhaltung	11
6.5. Foundation, Setzungen	12
6.6. Wiederverwertung der Aushubmaterialien	12
<b>7. Grundwasserschutz</b>	<b>12</b>
<b>8. Abschliessende Bemerkungen</b>	<b>13</b>

## Anhang

- A1 Situation 1:1000 mit Lage der Sondierungen
- A2 Sondierprofil Baggerschacht BS1, 1:50
- A3 Allgemeinen Nebenbestimmungen für die Ausführung von Bauten in Grundwasserschutzzonen (Zone S) vom 1. Februar 2023



## Ausgeführte Arbeiten

Im Rahmen der Baugrunduntersuchung wurden folgende Arbeiten ausgeführt (Drittleistungen kursiv):

- Organisation und Begleitung der Sondierarbeiten
- *Ausführen von einem Baggerschacht bis in eine Tiefe von 3.8 m u.T. am 26.07.2024 (Fredy Bürgi Baggerbetrieb, Feusisberg)*
- Ausstecken und Nivellement der Sondierungen
- geologische Aufnahme der Sondierungen
- Auswertung und grafische Darstellung aller Untersuchungsergebnisse
- Aufzeichnen aller Sondierungen in Situation, geologischem Profil inkl. Baugrundmodell und Projektdaten
- Geologische Prognose basierend auf Daten geologischer Karten für die Maststandorte 10N - 15N
- Beurteilung der Baugrundverhältnisse, Verfassen des vorliegenden Berichtes mit bautechnischen Empfehlungen

Die Werkleitungspläne wurden durch uns erhoben. Das Nivellement erfolgte mittels eines differentiellen GPS (Genauigkeit  $\pm 3$  cm)

Tabelle 1 – Ausgeführte Sondierungen

Bezeichnung	Tiefe [m]	Terrain [m ü.M.]	Koordinaten	Wasserspiegel Datum	[m u.T.]	[m ü.M.]
BS1	3.8	505.32	2'698'194 / 1'244'775	kein freies Wasser angetroffen		

KB Kernbohrung  
BS Baggerschacht  
RKS Rammkernsondierung  
RS Rammsondierung  
\* Gestänge beim Hochziehen nass

## 1. Einleitung und Auftrag

Auf dem Leitungsabschnitt L348 Aathal-Uster ist der Neubau von 7 Masten für eine Verschiebung der 110 kV-Leitung geplant. Die geplante Leitungsführung quert das Einzugsgebiet der Quelfassungen Oberuster, welche zukünftig von der Stadt Uster zur Trinkwassergewinnung genutzt werden sollen. Aktuell sind die Schutzzonen in der kantonalen Gewässerschutzkarte zwar bereits provisorisch abgebildet, sie sind jedoch noch nicht festgesetzt – gemäss Auskunft des AWEL wird deren Ausdehnung sich voraussichtlich auch noch verändern. Dieser Umstand führt zu Planungsunsicherheiten hinsichtlich der Verlegung des Leitungsabschnitts L348 Aathal-Uster. Das vorliegende hydrogeologische Gutachten soll daher Aufschluss über die Untergrund- und Grundwasserverhältnisse speziell im Bereich des Masten 16N geben, da dieser wahrscheinlich in der Schutzzone stehen wird. Zusätzlich soll anhand vorliegender geologischer Karten eine geologische Prognose für die weiteren Maststandorte, inklusive einer Abschätzung der Baugrundkennwerte, erstellt werden.

*Projekt***SC + P**

Die Maststandorte sind weder im Kataster der belasteten Standorte (KbS) noch im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (PBV) verzeichnet [1]. Dadurch sind in dieser Hinsicht für die Baueingabe keine weiteren Untersuchungen zur chemischen Bodenbelastung notwendig. Für die Beurteilung gemäss VHVB [11] sind die Kriterien Fremdstoffe und biologische Belastung dennoch relevant. Im Rahmen der vorliegenden Baugrunduntersuchung werden keine Aussagen zum Kriterium Verwertungseignung physikalischen Eigenschaften ausgeführt.

*KbS und PBV*

Gemäss kantonaler Naturgefahrenkarte liegen die Maststandorte ausserhalb von durch Naturgefahren gefährdeter Bereiche [2]. Entsprechende Abklärungen entfallen somit.

*Naturgefahren*

Aufgrund des geplanten Bauvorhabens und aus den Anforderungen der geotechnischen Norm SIA 267 (2013) stehen für das hydrogeologische Gutachten bei der vorliegenden Aufgabenstellung folgende Fragen im Vordergrund:

*Anforderungen**Baugrund*

- Beschaffenheit des Untergrundes bezüglich Untergrund- und Grundwasserverhältnisse, Grundwasserleiter und -stauer
- Beurteilung Grundwassermächtigkeit und -spiegel, sowie Durchlässigkeit Untergrundmaterial
- Geologisches Modell des Untergrundes
- Beschaffenheit des Untergrundes bezüglich Zusammendrückbarkeit und Tragfähigkeit (Baugrundmodell), Baugrundkennwerte
- Lage und Ausbildung des Fundationshorizontes
- mögliche Foundationen, evtl. notwendige Massnahmen
- Aushub der Baugrube, Vorschläge für notwendige Massnahmen für Böschungssicherungen, Wasserhaltung etc.
- Beurteilung und Angaben zur Lage des Grund- und Hangsickerwasserspiegels

Basierend auf unserer Offerte vom 23.05.2024 erhielten wir am 03.06.2024 den schriftlichen Auftrag, das Hydrogeologische Gutachten und eine geologische Prognose inklusive Baugrundkennwerte gemäss offeriertem Leistungsverzeichnis auszuführen.

*Auftrag*

## 2. Hydrogeologische Übersicht

### 2.1.

#### Geologie

Das Projektareal liegt östlich von Uster in der Nähe des Aabachs. Während vergangenen Eiszeiten wurde in einer tiefen Felsrinne Seeablagerungen und darüber der Aathalschotter abgelagert, welcher wiederum von Moräne bedeckt ist. Der Aabach hat diese Sedimente nacheiszeitlich freigelegt [3].

Der geologische Untergrund besteht im Bereich Oberuster in den obersten Metern aus feinkörnigen Deckschichten. Darunter folgen Moränenablagerungen, welche aus Wechsellagerungen von feinkörnigem und gröberem kiesigem Material mit Steinen und Blöcken bestehen. Unterhalb der Moräne liegt der Aathal-Schotter, welcher aus sandigen Kiesen zusammengesetzt ist [4]. Er bildet ist talseitig des Maststandortes an der Terrainoberfläche aufgeschlossen und bildet eine steile «Felswand», vgl. Abbildung 1. Der Fels der Oberen Süsswassermolasse dürfte in einer Tiefe von über 100 m anstehen. In der Ebene des Aathals liegt junger Kiessand des Aabachs.

*Lockergestein*

**SC + P**

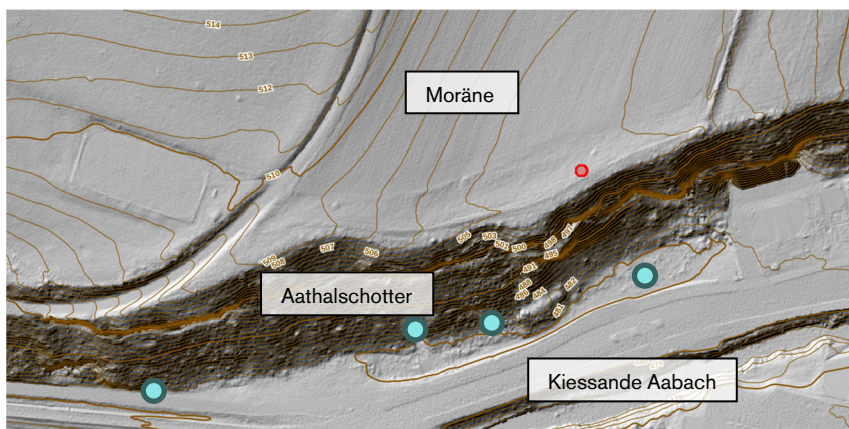


Abbildung 1 – Reliefkarte mit Quellen in Blau und Standort Mast in Rot, geo.zh.ch

### 2.2.

#### Hydrogeologie

Der Projektperimeter liegt im Bereich des Aathal-Grundwasserstroms in einem Gebiet mit mittleren Grundwassermächtigkeiten von 2 - 10 m [5] und wird daher dem Gewässerschutzbereich  $A_u$  zugewiesen.

*Bereich  $A_u$*

Als Grundwasserleiter fungiert der an den Talflanken aufgeschlossene kiesig-sandige Aathal-Schotter, welcher gut durchlässig ist. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt in der Regel über 10 m unter OKT. In der Ebene des Aathals liegt jüngerer Kiessand des Aabaches vor, welcher ebenfalls grundwasserführend ist.

*Grundwasser*

Ca. 30 m südlich des Maststandortes 16N steht der Aathalschotter an der Terrainoberfläche an und am Hangfuss tritt Grundwasser als Quellen zu Tage, welches mittels Sickerleitungen in den Quelfassungen Oberuster gefasst wird, vgl. Abbildung 1. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt in diesem Bereich auf einer Kote von 479 m ü.M, der Hochwasserstand einen Meter darüber [5].

*Quellen*

### 3. Untersuchungsergebnisse Mast 16N


 S C + P

#### 3.1. Angetroffene Untergrundverhältnisse

Zur Abklärung der Untergrundverhältnisse wurden am Standort des Masten 16N ein Baggerschacht bis in eine Tiefe von 3.8 m abgeteuft (vgl. Tabelle 1). Die genaue Lage der Sondierung kann dem Situationsplan in Anhang A1 entnommen werden. Das Sondierprofil des Baggerschachts ist im Anhang A2 beigelegt und veranschaulicht den geologischen Aufbau des Untergrunds im Bereich des Maststandorts 16N.

*Durchgeführte  
Sondierungen*

Der geologische Untergrund lässt sich von oben nach unten, gestützt auf die durchgeführten Sondierungen, wie folgt beschreiben:

*Untergrund*

##### **Boden (Schicht A):**

Der Boden besteht im Projektareal aus humosem leicht siltigem Feinsand und ist stark durchwurzelt. Er ist etwa 40 cm mächtig.

*Beschreibung*

##### **Deckschicht (Schicht B):**

Unterhalb des Bodens wurde eine 0.8 m mächtige Deckschicht angetroffen. Diese setzt sich aus siltigem Sand mit Kies und wenigen Steinen zusammen.

*Beschreibung*

##### **Moräne (Schicht C)**

Ab einer Tiefe von 1.4 m u. T. wurde Moränenmaterial angetroffen. Die Moräne setzt sich aus einem siltigen Kies mit viel Sand zusammen und ist ab einer Tiefe von ca. 3.5 m u.T. dicht gelagert.

*Beschreibung*

Der Aathalschotter wurde mit dem Baggerschacht nicht angetroffen.

*Aathalschotter  
tiefer liegend*

#### 3.2. Hangwasserverhältnisse

In der Baggerschachtsondierung wurde kein freier Wasserzutritt beobachtet. Das Untergrundmaterial in den Baggerschächten war erdfeucht.

*Beobachtung*

Die Witterung war am Sondihtag und in der Woche davor, abgesehen von vereinzelt schwachen Regenphasen, relativ trocken. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass während nasser Witterung vermehrt Hangsickerwasser zirkuliert.

*Stauwasserver-  
hältnisse*

Der Aathal-Grundwasserstrom wurde mit der Baggersondage nicht angetroffen. Dieser Umstand ist auch nicht überraschend, liegt der mittlere Grundwasserspiegel gemäss der Grundwasserkarte über 20 m unter UK des abgeteuften Baggerschachtes.

*Grundwasser-  
strom nicht an-  
getroffen*

## 4. Prognose Geologie-Hydrogeologie Bereich Süd

S C + P

### 4.1. Lokale Geologie

Geologisch liegt das Projektareal in einer vom Gletscher geprägten Moränenlandschaft mit vielen Drumlins (siehe roter Kreise in Abbildung 2), welche den Aathal-Schotter überdecken.

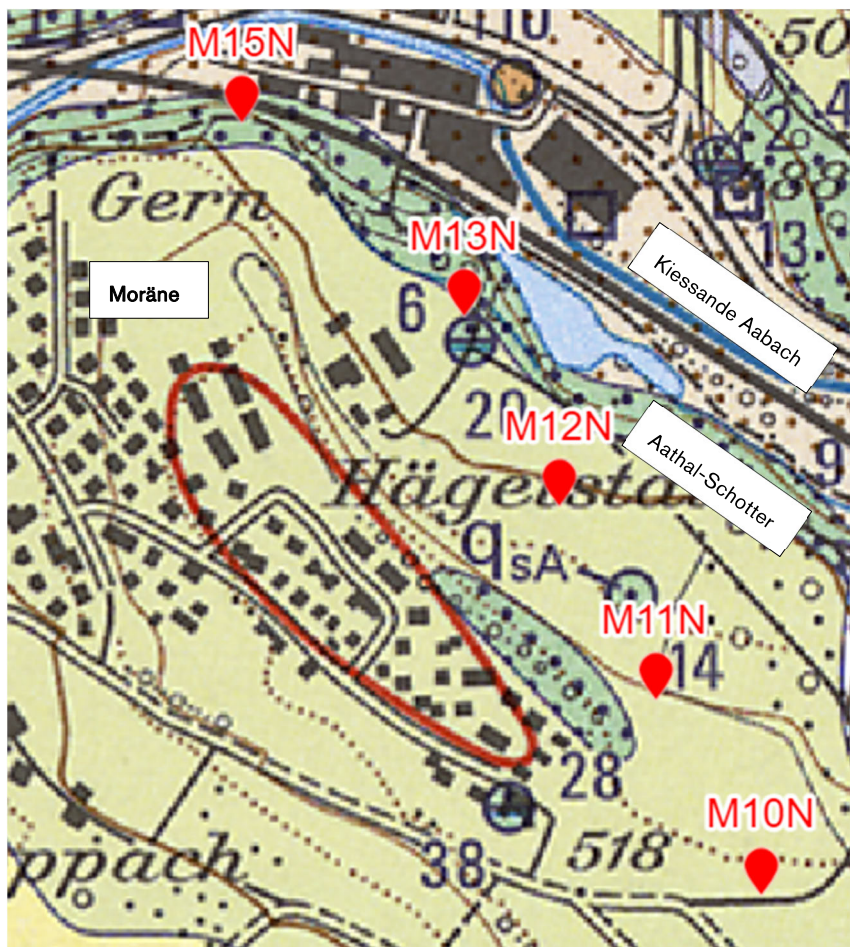
*Übersicht*

Abbildung 2 – Auszug aus geologischer Atlas der Schweiz, online unter: [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch)



Gemäss den vorliegenden Informationen erwarten wir den nachfolgenden Untergundaufbau:

*Untergundaufbau*

#### **Boden (Schicht A):**

Die Bodenschicht dürfte im Projektareal eine Mächtigkeit von 0.4 – 0.5 m aufweisen und wird gegenwärtig zu grossen Teilen landwirtschaftlich genutzt. Sie wird im vorliegenden Bericht nicht weiter beschrieben.

*Beschreibung*

#### **Deckschichten (Schicht B):**

Unterhalb des Bodens können Umständen feinkörnige Deckschichten erwartet werden, welche eine Mächtigkeit von ca. 1-3 m aufweisen können.

*Beschreibung*

#### **Moräne (Schicht C):**

Unterhalb der Deckschichten folgen Moränenablagerungen, welche mehrere Meter mächtig sein dürften. Die Mächtigkeit der Moräne nimmt in nördlicher Richtung gegen das Aathal ab und keilt dort aus, so dass der darunter liegende Aathal-Schotter oberflächennah anzutreffen ist. Bohrungen (siehe Abbildung 2) zeigen, dass die Moräne in der Nähe des Maststandorts 13 bis ca. 6 m u.T. reicht und zwischen Maststandort 11 und Maststandort 12 bis ca. 14 m u.T.

*Beschreibung*

#### **Aathal-Schotter (Schicht D):**

Unterhalb der Moräne folgt der Aathal-Schotter. In von uns im Rahmen anderer Projekte durchgeführter Bohrungen bestand der Aathal-Schotter hauptsächlich aus kiesigem Material mit variierendem Sandanteil. Der Aathal-Schotter sollte bei den meisten Maststandorten zu tief liegen, um angetroffen zu werden. Nur bei Maststandort 15, könnte dieser oberflächennah anstehen, da dort gemäss der geologischen Karte keine Moräne vorhanden ist.

*Beschreibung*

## **4.2.**

### **Hydrogeologie**

Das Untersuchungsgebiet wird aufgrund des im Aathal-Schotter zirkulierenden Grundwassers dem Gewässerschutzbereich Au zugeteilt. Jedoch liegt das Grundwasser gemäss kantonaler Grundwasserkarte im gesamten Projektareal mindestens 10 m unter OKT und sollte daher mit Ausnahme einer allfälligen Pfahlfundation keinen Einfluss auf den Bau der neuen Masten haben. Die geplanten Mastfundamente sollten oberhalb des mittleren Grundwasserspiegels zu liegen kommen.

*Grundwasser*

Es kann sein, dass an der Schichtgrenze zwischen Deckschichten und Moräne oder auch innerhalb der Deckschichten beim Maststandort 13 Stau- und Hangsickerwasser zirkuliert. Bei starken Regenfällen kann dieses bis wenig unter das Niveau von OKT ansteigen.

*Stauwasserverhältnisse*

## **5. Baugrundkennwerte**

Die Baugrundkennwerte sind aufgrund der abgeteufte Sondierungen sowie aus Erfahrungs- und Literaturwerten geschätzt. Die Werte der einzelnen Schichten sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Es handelt sich dabei um die geschätzten Erwartungswerte  $x_m$ , die Extremwerte  $x_{extr}$  sowie eine Angabe über die jeweilige Datenherkunft (gemäss SIA 267, 2013; SIA-Dokumentation D0187, 2013).

*Herleitung  
Baugrundkennwerte*



Tabelle 2 – Baugrundkennwerte und Wasserspiegellagen

	Baugrundkennwert					
Baugrundsicht (USCS) <sup>c)</sup>	X	Feuchtraum- gewicht* $\gamma'$ [kN/m³]	Reibungs- winkel* $\varphi'$ [°]	Kohäsion* $c'$ [kN/m²]	Zusammen- drückbarkeit* $M_E$ [MN/m²]	Wiederbelas- tungswert* $M_E'$ [MN/m²]
A) Boden	Geotechnisch nicht von Bedeutung					
B) Deckschicht (SP-SM, SM, SC) siltiger Feinsand mit Kies	$X_m$	19	32	4	10	20
	$X_{extr}$	18 – 19	28 – 32	2 – 6	8 – 12	18 – 30
	*	a)	a)	a)	a)	a)
C) Moräne (GW-GM, GW-GC, GW, GP, GP- GC, GP-GM) leicht siltiger Kies mit viel Sand und Steinen	$X_m$	22	33	5	40	100
	$X_{extr}$	21 – 23	30 – 33	1 – 8	30 – 60	75 – 140
	*	a)	a)	a)	a)	a)
D) Aathal-Schotter (GW, GP) sauberer Kies mit Sand und wenig Steinen	$X_m$	22	38	0	50	120
	$X_{extr}$	21 – 22	34 – 40	0 - 3	40 – 60	90 – 150
	*	a)	a)	a)	a)	a)
Hangsickerwasser		Während den Sondierungen wurde kein freies Wasser angetroffen. Es ist jedoch mit Hangsickerwasser zu rechnen, welches sich bis knapp unter Terrain aufstauen kann.				
Baugrundklasse [nach SIA 261 (2020)]	E					
Erdbebenzone [nach SIA 261 (2020)]	Gefährdungszone 1a					

\*) Information, a) Schätzung aufgrund von Erfahrungswerten, Karten oder vergleichbaren Informationen von anderen Orten

Herkunft: b) Anhand auf der Parzelle oder in unmittelbarer Umgebung ausgeführter Feldmessungen o. anhand von Laborversuchen

c) Angabe für den am häufigsten auftretenden Materialtyp basierend auf Feld- oder Sondieraufnahmen (ohne Kornverteilungskurven)  
 geschätzter Erwartungswert = wahrscheinlicher Mittelwert: Arithmetisches Mittel des Streubereiches des Baugrundkennwertes X (Vertrauensniveau = 50%), darf nicht für Berechnungen verwendet werden, Massgebend für erdstatische Berechnungen sind die charakteristischen Werte  $X_k$  resp. die Bemessungswerte  $X_d$  welche vom projektierenden Ingenieur bestimmt werden müssen.

$X_{extr}$ : Extremwert = Maximal- oder Minimalwert: Extremwerte der Baugrundparameter, welche auftreten können.

Die massgebenden Baugrundkennwerte sind in der Tabelle 2 zusammengestellt und können geotechnisch folgendermassen beurteilt werden:

- **Boden (Schicht A):** Die Bodenschicht ist für das Projekt nicht relevant.
- **Deckschichten (Schicht B):** Die angetroffenen Deckschichten weisen eine geringe Tragfähigkeit auf (mittlerer  $M_E$ -Wert: ca. 10 MN/m<sup>2</sup>). Die oft feinkörnigen Verwitterungsschichten sind setzungsempfindlich und bei Wasserzutritt wenig standfest.
- **Moräne (Schicht C):** Die kiesig-sandigen Moränenablagerungen weisen eine hohe Tragfähigkeit und geringe Setzungsempfindlichkeit auf (mittlerer  $M_E$ -Wert: ca. 30 MN/m<sup>2</sup>). Sie sind als Fundationshorizont geeignet.
- **Aathal-Schotter (Schicht D):** Der Aathal-Schotter weist eine sehr hohe Tragfähigkeit und geringe Setzungsempfindlichkeit auf (mittlerer  $M_E$ -Wert: ca. 50 MN/m<sup>2</sup>). Er ist als Fundationshorizont sehr gut geeignet.

Geotechnische  
Beurteilung

## 6. Bautechnische Empfehlungen


**SC + P**

### 6.1. Bauprojekt

Für den Umbau der Hochspannungsleitungen auf dem Teilstreckenabschnitt L348 zwischen Aathal und Uster sollen 7 Maststandorte verlegt werden [6]. Beim Maststandort 16N wurde der Baugrund hinsichtlich des Grundwasserschutzes untersucht. Für die anderen Maststandorte wurde eine Abschätzung der Baugrunddaten basierend auf geologischen Karten und bereits ausgeführten Sondierungen getroffen. Genaue Projektpläne liegen noch nicht vor, allerdings wird von einer Einbindetiefe der Mastfundamente von rund 3.6 m ausgegangen.

*Projekteschrieb*

### 6.2. Aushub

Der Aushub erfolgt bei allen Bauwerken in den Lockergesteinen. Die Baugrubensohle kommt bei einer Aushubtiefe von geschätzt 4 m voraussichtlich bei allen Maststandorten innerhalb der Moräne zu liegen.

*Aushubsohle*

Das Aushubmaterial ist mit einem grossen Bagger generell gut baggerbar. Erfahrungsgemäss können Blöcke mit einem Durchmesser von rund 0.3 – 1.0 m auftreten, vereinzelt sind auch grössere Blöcke möglich. Bei der Baggerschachtsondierung war das Moränenmaterial ab ca. 3.5 m u.T. dicht gelagert und daher etwas schwerer baggerbar.

*Gut baggerbar*

Zur Vermeidung einer Verschlammung der Baugrubensohlen soll diese vor Kopf ausgehoben, nicht mehr mit schwerem Gerät befahren und sofort mit Magerbeton abgedeckt werden.

*Verschlammung vorbeugen*

### 6.3. Böschungen, Baugrubenabschlüsse

Aufgrund der ausreichenden Platzverhältnisse sind freie Böschungen möglich. Diese können in der Moräne bei einer Aushubtiefe bis zu 4 m u.T. mit Neigungen von 1:1 (vertikal:horizontal) ausgeführt werden.

*freie**Böschungen*

Bei freien Böschungen müssen allfällige Aufschüttungen oder Lasten (z. B. Geräte, Maschinen, Aushub) mindestens um den Abstand der vertikalen Böschungshöhe von der Böschungsoberkante entfernt angeordnet werden.

*Böschungskopf*

Sämtliche Baugrubenabschlüsse sind durch den Bauingenieur/Geotechniker zu prüfen/bemessen. Dazu können die in der Tabelle 2 angegebenen Baugrundkennwerte verwendet werden. Ihm obliegt die definitive Wahl des Baugrundabschlusses.

*Prüfung*

### 6.4. Wasserhaltung

#### 6.4.1. Bauzustand

Der Sickerwasseranfall in der Baugrube dürfte mit Ausnahme von Nässeperioden eher gering sein. Das anfallende Sicker- und Regenwasser kann mit einer offenen Wasserhaltung mittels Entwässerungsgräben, welche Pumpensümpfen zugeführt werden, entwässert werden.

*offene Wasserhaltung*

Das anfallende Wasser ist nach einer Zwischenschaltung eines Absetzbeckens zu neutralisieren und anschliessend in die Regen- oder Mischwasserkanalisation zu leiten. Für die Einleitung in die Kanalisation ist eine Bewilligung der Stadt Uster notwendig.

*Neutralisation*



**6.4.2.****Endzustand**

Aufgrund des nur schlecht bis mässig gut wasserdurchlässigen geologischen Untergrundes (Moräne) ist bei Starkniederschlägen lokal mit Wasserstau in der Hinterfüllung zu rechnen (möglicher «Badewannen-Effekt»). Wir empfehlen daher, den untersten Meter der Hinterfüllung mit gut wasserdurchlässigem Kies auszuführen und alle erdberührenden Bauteile wasserdicht auszuführen.

*Wasserstau***SC + P****6.5.****Fundation, Setzungen**

Mit der geplanten Einbindetiefe von 3.6 m sollte die Fundationssohle der Mastfundamente überall innerhalb der gut tragfähigen Moräne zu liegen kommen (Schicht C). Eine Flachfundation ist in der Moräne ohne weitere Massnahmen möglich. Diese Aussage ist allerdings nur für den Mast Nr. 16N gesichert, da bei den anderen Maststandorten nicht sondiert wurde und die Deckschicht u.U. tiefer als die Fundationskote reicht. Daher empfehlen wir, für die weitere Planung bei den anderen Maststandorten die Mächtigkeit der wenig tragfähigen Deckschichten mittels Sondierungen zu prüfen.

*Flachfundation***6.6.****Wiederverwertung der Aushubmaterialien**

Kiesig-sandige Anteile des Aushubmaterial eignet sich grundsätzlich als Hinterfüllungsmaterial. Grössere Steine und Blöcke sind dabei aus dem Material zu entfernen. Das Material ist jedoch nicht klassiert und nicht frostsicher.

*Wiederverwerten***7.****Grundwasserschutz**

Der rückzubauende Mast 16 sowie der neue Mast 16N liegen beide in der projektierten Grundwasserschutzzone S2 der Quelfassungen Oberuster. In der Grundwasserschutzzone S2 sind Neubauten, welche nicht der Wasserversorgung dienen grundsätzlich verboten. Ersatz-Neubauten können als Ausnahme durch das AWEL bewilligt werden.

*Ausgangslage*

Der geplante neue Mast 16N liegt in ca. 30 m Entfernung zur Quelfassung Oberuster 1 und damit in etwa derselben Entfernung wie der aktuelle Mast 16 zur Quelfassung Oberuster 2. Des Weiteren liegt er rund 25 Höhenmeter oberhalb der Quelfassung. Wie die Baggerschachtsondierung BS1 gezeigt hat wird das Flachfundament vollständig in der Moräne zu liegen kommen und somit wird der tieferliegende grundwasserführende Aathal-Schotter vom Bauprojekt nicht tangiert. In Anbetracht, dass der Grundwasserspiegel des Aathalschotters gemäss der Grundwasserkarte über 20 m tiefer liegt, ist auch die Sicherheit gegeben, dass keine grundwasserführenden Schichten verletzt werden. Eine nachteilige Beeinflussung des Grundwassers ist demnach praktisch ausgeschlossen. Daher ist der Bau des neuen Masten 16N als Ersatz für den bestehenden Mast 16 bewilligungsfähig. Es besteht zudem ein öffentliches Interesse an der Verlegung der Hochspannungsleitung, welche aktuell bewohntes Gebiet quert.

*Keine Beeinflussung des Grundwassers*

Eine Gefährdung des Grundwassers muss auch während der Bauphase ausgeschlossen werden. Daher sind die «Allgemeinen Nebenbestimmungen für die Ausführung von Bauten in Grundwasserschutzzonen (Zone S) vom 1. Februar 2023» (siehe Anhang A3) zu berücksichtigen. Ausserdem sind keine wassergefährdenden Bauhilfsstoffe (Abdichtung der Baugrube, etc.) zu verwenden.

*Auflagen für die Bauphase*

Der alte Mast Nr. 16 soll bis mindestens 1 m unter OKT rückgebaut und anschliessend der natürliche Bodenaufbau mit unbelastetem Boden geschüttet werden.

*Rückbau bestehender Mast*

Wir empfehlen vor Baubeginn die Wasserqualität in den talseitigen Quellen im Sinne einer Nullmessung zu bestimmen (allg. Parameter + Bakteriologie). Während den Bauarbeiten (Phase Erdbau) soll alle 2 Wochen bis 14 Tage nach Beendigung der Erdbauarbeiten eine weitere Messung ausgeführt werden.

*Überwachung Quellen*

**SC + P**

## 8. Abschliessende Bemerkungen

Für das vorliegende Hydrogeologische Gutachten wurden die Untergrundverhältnisse im Bereich des geplanten Masten 16N mit einem Baggerschacht punktuell erkundet. Dank diesen Sondierungen, unseren generellen Gebietskenntnissen sowie Berichten aus der Nachbarschaft standen für die vorliegende Auswertung und Interpretation im Bereich des geplanten Masten 16N zuverlässige Daten zur Verfügung.

*Baugrundmodell*

Es ist darauf hinzuweisen, dass bei den übrigen Masten keine Sondierungen ausgeführt wurden und die geologischen Daten aus Kartenwerken abgeleitet wurden. Es bestehen daher erhebliche Unsicherheiten hinsichtlich des Untergrundaufbaus. Daher empfehlen wir dort für die Planung der Mastfundamente weitere Sondierungen abzuführen.

*Weitere Sondungen südliche Maststandorte notwendig*

Wir empfehlen, bei der Grundbauplanung und während des Aushubs den Geologen beizuziehen.

*Beizug Geologe*

Zürich, 02.09.2024

SC+P SIEBER CASSINA + PARTNER AG

Sachbearbeiter: Lars Krause

Lars Krause

MSc Erdwissenschaften ETH

Thomas Schirmer

Dipl. Natw. ETH / SIA

## Grundlagen

- [1] Kataster der belasteten Standorte und Prüfperimeter für Bodenverschiebung, online geo.zh.ch, Stand 27.08.2024
- [2] Naturgefahrenkarte des Kantons Zürich, online geo.zh.ch, Stand 27.08.2024
- [3] Die Grundwasservorkommen im Kanton Zürich, Erläuterungen zur Grundwasserkarte 1:25000, Direktion der öffentlichen Bauten des Kanton Zürich, Stand: 1986
- [4] Geologische Karte GeoCover, Bundesamt für Landestopografie swisstopo, online map.geo.admin.ch, Stand 27.08.2024
- [5] Grundwasserkarte und Gewässerschutzkarte des Kantons Zürich, online geo.zh.ch, Stand 27.08.2024
- [6] Plangrundlagen: 110-kV-Leitung Aathal - Uster, Abschnitt: Mast Nr.9 - Mast Nr. 18, 1:1000, Axpo Grid AG, Stand: 14.06.2024

## Gesetze und Verordnungen

Jeweils zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes geltende Version:

- [7] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer, Gewässerschutzgesetz (GSchG) vom 24. Januar 1991
- [8] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998
- [9] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) vom 4. Dezember 2015
- [10] Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998
- [11] Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung (VHVB), BAFU, 2021
- [12] Verwertung von Aushub- und Ausbruchmaterial. Teil des Moduls "Bauabfälle". Vollzugshilfe VVEA, BAFU 2021

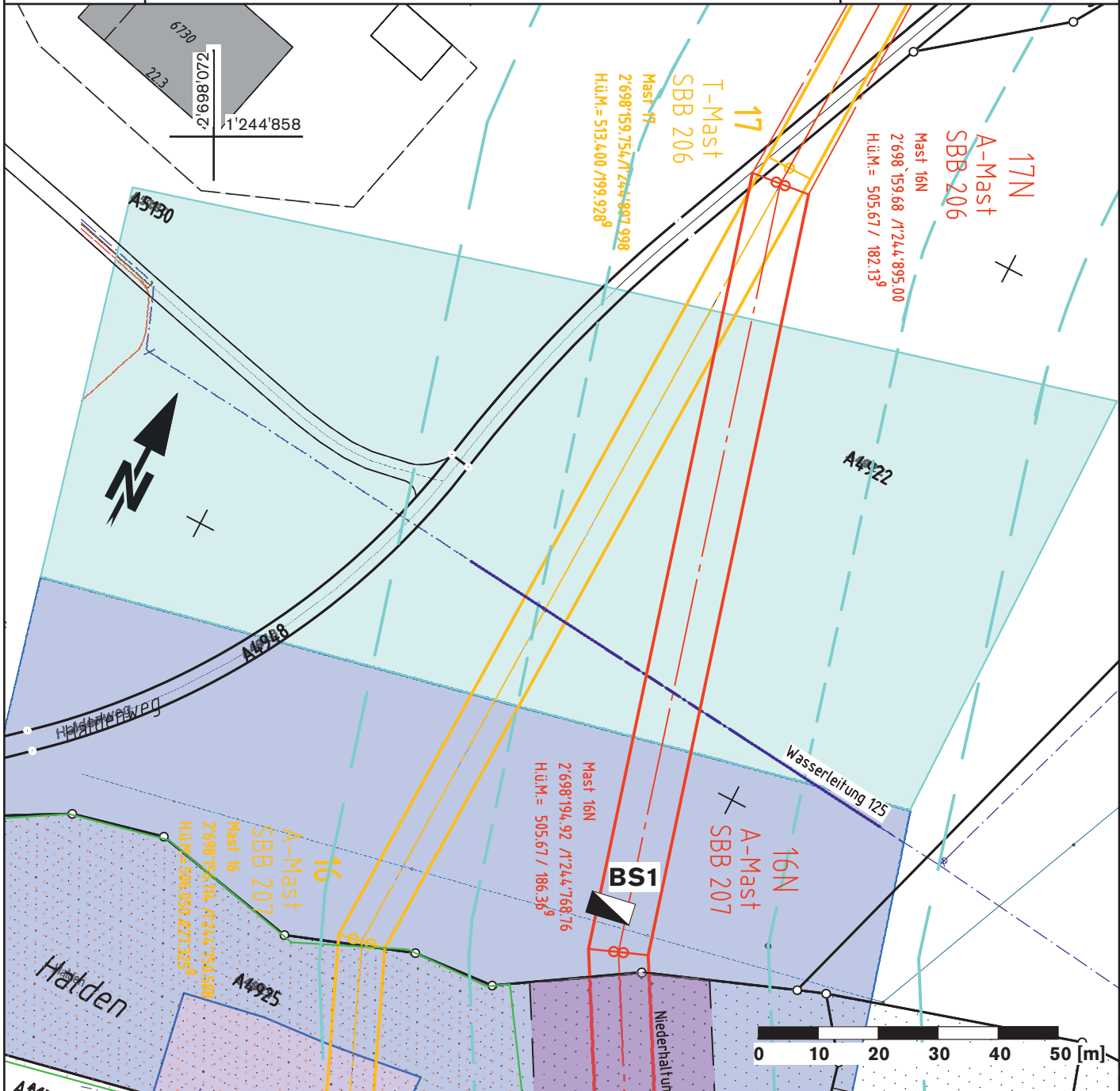
ZH3075A

**L348 110-kV-Leitung Aathal - Uster  
Hydrogeologisches Gutachten und Geologische Prognose**Anhang  
A1

26.07.2024

**Situation 1:1000  
mit Lage der Sondierungen**

A4 - Lkr

ZH3075A\_An timer\_A1\_Situa  
tion\_v1.0.cdr**Legende**

Gebäude Bestand

**Projekt**

alte Linienführung

neue Linienführung

Gw.-Schutzzone S1

Gw.-Schutzzone S2


Gw.-Schutzzone S3

Ausgeführte Sondierungen

Baggerschacht


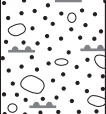
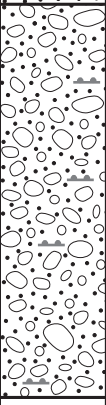
Plangrundlage: L348, 110-kV-Leitung Aathal - Uster, Situationsplan NISV und Rodung, Axpo Grid AG, Stand: 14.06.2024



ZH3075A	<b>L348 110-kV-Leitung Aathal - Uster</b> <b>Hydrogeologisches Gutachten und Geologische Prognose</b>		Anhang A2
26.07.2024	<b>Baggerschacht BS1</b>	A4 - Lkr ZH3075A_Anh_A2_BS_v 1.1.cdr	

Massstab: 1:50  
Geologische Aufnahme: Lars Krause, MSc Erdwissenschaften ETH  
Sondierunternehmen: Fredy Bürgi Baggerbetrieb, F. Bürgi

Ausführungsdatum: 26.07.2024  
Kote OK Terrain: 505.32 m ü. M.  
Koordinaten: 2'698'194 / 1'244'775

Geologische Identifikation	Tiefe [m u.T.]	Profil	Materialbeschreibung	Bemerkungen
Boden	0.4		brauner, leicht siltiger Feinsand, durchwurzelt, locker gelagert erdfeucht	kein freies Wasser angetroffen, Schacht standfest
Deckschicht	1.2		brauner, siltiger Sand mit Kies und wenigen Steinen (Ø max. 9 cm), Komponenten angerundet bis gerundet, mitteldicht gelagert, erdfeucht	
Moräne	3.8		grauer, leicht siltiger Kies mit viel Sand und mit Steinen (Ø max. 20 cm), Komponenten angerundet bis gerundet, mitteldicht bis dicht gelagert, erdfeucht	
			Endtiefe	



Baggerschacht BS1



Aushubmaterial Baggerschacht BS1



Kanton Zürich  
Baudirektion  
**Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft**  
Gewässerschutz



Kontakt: Annette Jenny, Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Stampfenbachstrasse 14, 8090 Zürich  
Telefon +41 43 259 39 44, [www.gewaesserschutz.zh.ch](http://www.gewaesserschutz.zh.ch)

## **Allgemeine Nebenbestimmungen für die Ausführung von Bauten in Grundwasserschutzzonen (Zone S) vom 1. Februar 2023**

**Da sich in unmittelbarer Nähe des Bauobjektes eine Trinkwasserfassung befindet, ist wegen des Grundwasserschutzes grösste Vorsicht geboten.**

1. Für allfällige Schäden am Grundwasser, die nachweislich auf den vorliegenden Bau oder Betrieb zurückzuführen sind, haftet der Inhaber der Bewilligung in vollem Umfang.
2. Die Rechte Dritter bleiben vorbehalten.
3. Es dürfen keine Sickerleitungen verlegt werden.
4. Hinterfüllungen und Grabenauffüllungen sind mit unverschmutztem und in den obersten 50 cm mit schlecht durchlässigem Material zu erstellen und gut zu verdichten.
5. Das Bauprogramm ist so zu gestalten, dass die Bauarbeiten unter Terrain möglichst schnell ausgeführt werden können. Der Beginn der Bauarbeiten ist dem AWEL zu melden.
6. Installationsplätze, Materiallager, Mannschaftsbaracken und sanitäre Anlagen sind ausserhalb der Zonen S1 und S2 einzurichten. Die Anlage von Baulatrinen mit Sickergruben ist in der ganzen Schutzzone unzulässig. Ausnahmen sind nur nach Absprache mit dem AWEL zugelassen.
7. Nicht im Einsatz stehende Baumaschinen sind abseits der Baugrube auf einen dichten und entwässerten Platz abzustellen. Das Reinigen und Auftanken sowie Reparieren von Maschinen und Fahrzeugen muss auf einem dichten Platz ausserhalb der Zonen S1 und S2 erfolgen.
8. Die Baustellenentwässerung richtet sich nach den Bestimmungen des Schutzzonenreglements.
9. Ölfässer, Kannen usw., die Treibstoff, Öl oder andere wassergefährdende Flüssigkeiten (inklusive Bauchemikalien) enthalten, sind ausserhalb der Zonen S1 und S2 in eine Wanne mit 100-prozentigem Auffangvolumen zu stellen. Auf dem Bauplatz ist eine der gelagerten Ölmenge entsprechende Menge eines Ölbinders bereitzustellen.
10. Betonumschlaggeräte sind auf einem dichten Platz ausserhalb der Zonen S1 und S2 zu stationieren. Das Waschwasser darf nicht versickert werden.
11. Bauhilfsmassnahmen und Foundationen, welche die Grundwasserqualität oder die Durchflusskapazität des Grundwassers beeinträchtigen, sind unzulässig. Insbesondere ist die Verwendung geschmierter Spundwände in der Schutzzone unzulässig. Bei der Verwendung von geöltem und geschmiertem Schalungsmaterial ist durch geeignete Massnahmen zu verhindern, dass wassergefährdende Stoffe in den Untergrund versickern. Die Lagerung dieses Schalungsmaterials ist in den Zonen S1 und S2 unzulässig.
12. Das Aufstellen von Betonaufbereitungsanlagen ist verboten.
13. Der Einsatz von losen Recyclingbaustoffen ist grundsätzlich verboten. Die Verwendung in kompakter, zementgebundener Form ist in der Zone S3 zulässig.
14. Bauabfälle aller Art dürfen nicht in der Baugrube deponiert werden. Jegliches Entleeren von Flüssigkeiten in die Baugrube ist untersagt.
15. Verunreinigungen im Aushubmaterial bzw. im Grundwasser sind unverzüglich der betroffenen Wasserversorgung und der Kantonspolizei über Tel.-Nr. 117 zu melden.
16. Die örtliche Bauleitung ist besorgt, dass alle am Bau beteiligten Personen durch persönliche Instruktion oder Anschlag auf die Gewässerschutzvorschriften aufmerksam gemacht werden.

# L348 Aathal - Uster, Mast 16N

## Fundationsabklärung hinsichtlich Grundwasserschutz

The logo for SC+P AG, consisting of the letters 'S', 'C', and 'P' in white on a green square background.

Auftraggeber Axpo Grid AG, Baden	Datum 20.12.2024	Projekt-Nr. ZH3075A
Verteiler Herr Christian Schneeberger Herr Viktors Mironovs	Firma Axpo Grid AG Axpo Grid AG	

## 1. Ausgangslage

Der Mast 16N liegt im Bereich der provisorischen Grundwasserschutzzone S2b, welche die Quelfassungen Oberuster schützt. Der Standort des Mastes ist aufgrund der örtlichen Gegebenheiten standortgebunden, da er den Ersatz eines bestehenden Mastes darstellt. Die Höhe des Standorts liegt etwa 25 Höhenmeter über der nächstgelegenen Quelfassung. Gemäss unserem hydrogeologischen Gutachten steht unterhalb einer feinkörnigen Deckschicht die kiesige Moräne an [1]. Ab einer Tiefe von ca. 5.5 m u.T. ist basierend auf der Topografie der Aathal-Schotter zu erwarten. Der höchste Grundwasserspiegel befindet sich laut der Grundwasserkarte des Kantons Zürich auf einer Kote von ca. 480 m ü. M., was etwa 20 m unter dem Geländeniveau liegt [2]. Der Abstand zwischen dem Eingriffsbereich der Foundation und dem höchsten Grundwasserspiegel bleibt somit ausreichend gross, um die wasserführenden Schichten nicht direkt zu beeinträchtigen.

*Situation Mast-  
standort 16N*

## 2. Fundationsvarianten

Für die Erstellung des Mastfundaments 16N wurden zwei Fundationsvarianten untersucht. Die erste Variante sieht die Erstellung eines grossen Betonblocks vor, welcher Abmessungen von 3 x 3 m aufweist und bis 5 m u.T. einbindet (vgl. Abbildung 1). Diese Variante erfordert den Einsatz von etwa 7 m langen Spundwänden. Da diese Larssen bis in den Aathalschotter reichen, müssten die Spundwände mit ungefähr 40-50 Vorbohrungen und der Zugabe von Wasser eingebracht werden, um den Untergrund aufzulockern. Während des Betonierens werden die Spundwände wieder gezogen, was technisch anspruchsvoll ist und zu einer erheblichen Störung der schützenden Moräne führen kann.

*Blockfunda-  
ment*

Die zweite Fundationsvariante umfasst eine Foundation mit acht Mikropfählen, welche bis in eine Tiefe von etwa 8 m reichen. Diese Fundationsart sieht ein hochliegendes Fundament vor (vgl. Abbildung 1). Die schützende

*Mikropfähle*

Moränenschicht wird bei dieser Methode lediglich punktuell durchstossen, wodurch der Eingriff in die schützende Moräne vergleichsweise gering ist.

**L348 110-kV-Leitung Aathal - Uster: Skizze Fundament Mast 16N**

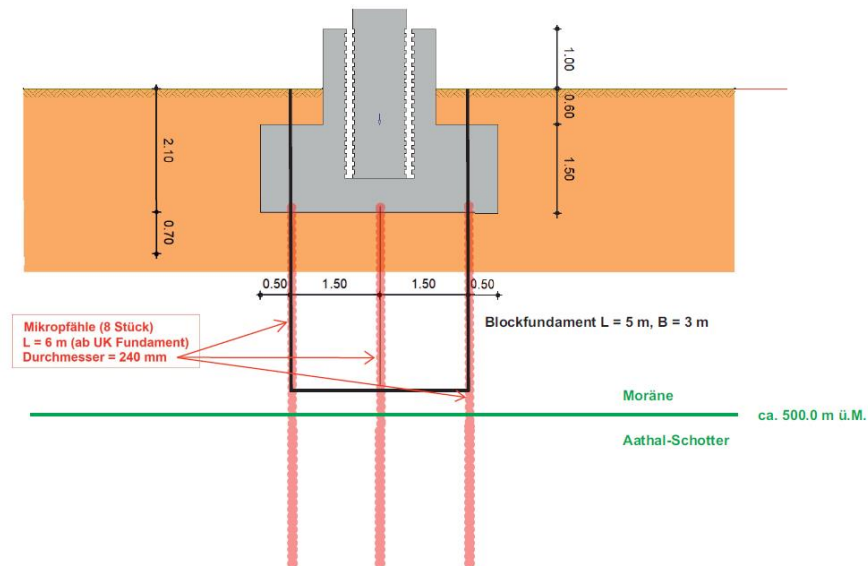


Abbildung 1: Schematischer Vergleich Blockfundation (schwarz) und Mikropfahlfundation (rot)

### 3. Fazit

Aus grundwasserschutztechnischer Sicht ist die Variante mit Mikropfählen zu bevorzugen. Obwohl beide Varianten den Aathal-Schotter erreichen, liegen die Mikropfähle deutlich oberhalb des höchsten Grundwasserspiegels und durchstossen die schützende Deckschicht nur punktuell. Die Blockfundament-Variante führt durch die zahlreichen Vorbohrungen und das Einbringen der Spundwände zu einer stärkeren Beeinträchtigung der schützenden Moräne. Dies erhöht das Risiko einer Verschmutzung des Aathal-Schotters.

Die Wahl des Fundationskonzeptes wurde mit den kantonalen Behörden (AWEL, Gewässerschutz, Frau J. Diacon) bereits vorbesprochen und die Variante Mikropfahl wird fachlich gestützt.

*Mikropfahl-Fundament bewilligungsfähig*

*Kontakt AWEL*

Zürich, 20.12.2024  
Für die Aktennotiz, Lkr

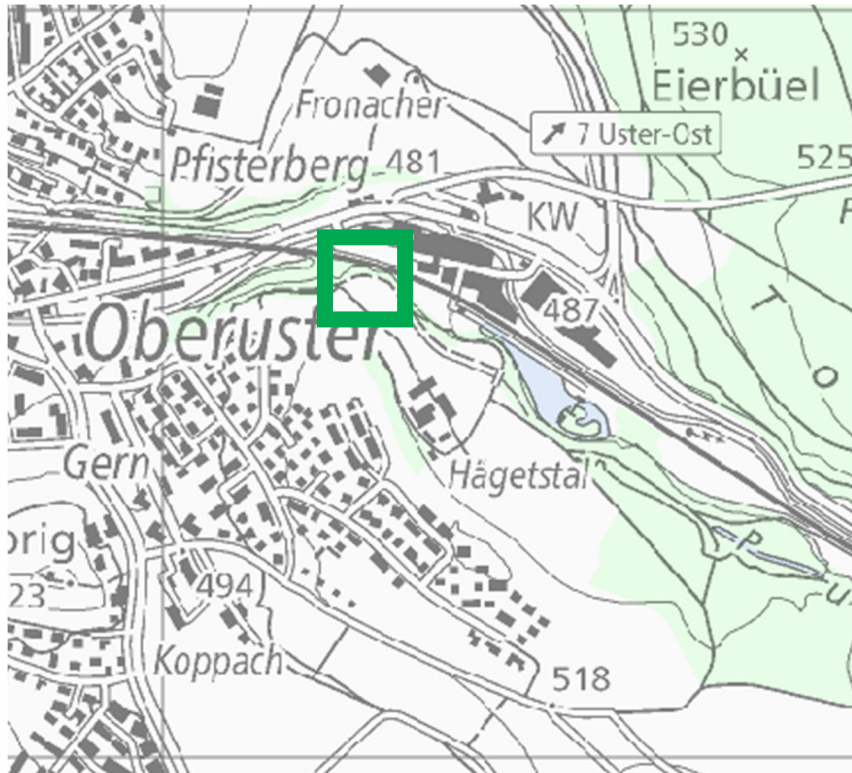
## Grundlagen

- [1] L348 110-kV-Leitung Aathal - Uster, Hydrogeologisches Gutachten und geologische Prognose, Sieber Cassina + partner AG, 29.08.2024
- [2] Grundwasserkarte des Kantons Zürich, online geo.zh.ch, Stand 17.12.2024



# 110-kV-Leitung Aathal Uster, Mast 15N

**SC + P**



## Baugrunduntersuchung

### Auftraggeber/Bauherrschaft

Axpo Grid AG

Parkstrasse 23

5401 Baden

### Koordinaten / Höhe

2'698'265 / 1'244'630

497 m ü.M.

### Datum

01.11.2024

### Sachbearbeiter

Lars Krause

### Projektnummer

ZH3075B

Bern

Olten

Wollerau

Zürich Langstrasse 149  
CH-8004 Zürich  
044 297 70 90  
scpzuerich@scpag.ch  
www.scpag.ch

**Impressum:**

Filename / Version	Verfasser	Koreferat	Versand an	Datum
ZH3075B_Aathal-Uster_Mast 15N_v1.1	Lkr– 30.10.24	Sta – 31.10.24	1	01.11.24
Name	Firma			Empfänger
Herr Viktors Mironovs	Axpogrid AG, Baden			1

## Inhalt

<b>1. Einleitung und Auftrag</b>	<b>4</b>
<b>2. Hydrogeologische Übersicht</b>	<b>5</b>
2.1. Geologie	5
2.2. Hydrogeologie	5
<b>3. Untersuchungsergebnisse früherer Sondierungen</b>	<b>5</b>
3.1. Angetroffene Untergrundverhältnisse	5
3.2. Grundwasserverhältnisse	6
<b>4. Baugrundkennwerte</b>	<b>6</b>
<b>5. Bautechnische Empfehlungen</b>	<b>7</b>
5.1. Bauprojekt	7
5.2. Aushub	8
5.3. Foundation, Setzungen	8
5.4. Böschungen, Baugrubenabschlüsse	8
5.5. Wasserhaltung	8
5.6. Wiederverwertung der Aushubmaterialien	8
<b>6. Böschungsstabilität</b>	<b>9</b>
<b>7. Abschliessende Bemerkungen</b>	<b>9</b>

## Anhang

- A1 Situation 1:500 mit Lage der Sondierungen
- A2 Geologischer Schnitt A-A' 1:200
- A3 Sondierprofil SB22-16, Jäckli Geologie, 1:100

## Ausgeführte Arbeiten

Im Rahmen der Baugrunduntersuchung wurden folgende Arbeiten ausgeführt (Drittleistungen kursiv):

- Aufzeichnen bestehender Sondierungen in Situation und geologischem Schnitt inkl. Baugrundmodell und Projektdaten
- Beurteilung der Baugrundverhältnisse, Verfassen des vorliegenden Berichtes mit bautechnischen Empfehlungen

Tabelle 1 – Bestehende Sondierung aus [6]

Bezeichnung	Tiefe [m]	Terrain [m ü.M.]	Koordinaten	Wasserspiegel Datum	[m u.T.]	[m ü.M.]
SB22-16	15.0	498.10	2'698'305 / 1'244'631	Kein freies Wasser angetroffen		

SB Sondierbohrung

## 1. Einleitung und Auftrag

Auf dem Leitungsabschnitt L348 Aathal - Uster ist der Neubau von 7 Masten für eine Verschiebung der 110 kV-Leitung vorgesehen. Der Neubau dieser Masten umfasst den Mast 15N auf der Parzelle Kat.-Nr. A5018 in Uster, in der Nähe der «Felswand Trümpler», einer Böschung aus verkittetem Aathal-Schotter. Am Fuss dieser Böschung plant die SBB den Doppelspurausbau Dübendorf-Uster-Aathal. Im Rahmen dieses Projekts soll die «Felswand Trümpler» in ihrer gesamten Höhe zurückversetzt werden, wodurch die Böschungskante gemäss den uns vorliegenden Plangrundlagen bis auf ca. 7 m an das geplante Fundament des Masts 15N heranrückt. Es soll nun überprüft werden, ob die Böschungsstabilität im Bereich des geplanten Mast 15N aufgrund den Arbeiten gefährdet ist und ob allfällige Erdarbeiten die Tragfähigkeit des Mastfundaments beeinträchtigen könnten.

*Projekt*

Das Projektareal ist weder im Kataster der belasteten Standorte (KbS) noch im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (PBV) verzeichnet [1]. Dadurch sind in dieser Hinsicht für die Baueingabe keine weiteren Untersuchungen zur chemischen Bodenbelastung notwendig.

*KbS und PBV*

Gemäss kantonaler Naturgefahrenkarte liegt die Parzelle ausserhalb von durch Naturgefahren gefährdeter Bereiche [2]. Entsprechende Abklärungen entfallen somit.

*Naturgefahren*

Aufgrund des geplanten Bauvorhabens und aus den Anforderungen der geotechnischen Norm SIA 267 (2013) stehen für die Baugrunduntersuchung bei der vorliegenden Aufgabenstellung folgende Fragen im Vordergrund:

*Anforderungen*

*Baugrund*

- Beschaffenheit des Untergrundes bezüglich Zusammendrückbarkeit und Tragfähigkeit (Baugrundmodell), Baugrundkennwerte
- Lage und Ausbildung des Fundationshorizontes
- mögliche Foundationen, evtl. notwendige Massnahmen
- Aushub der Baugrube, Vorschläge für notwendige Massnahmen für Böschungssicherungen, Wasserhaltung etc.

- Beurteilung und Angaben zur Lage des Grund- und Hangsickerwasserspiegels
- qualitative Beurteilung der Sickerfähigkeit des Untergrundes
- Überprüfung der Böschungsstabilität

Basierend auf unserer Offerte vom 17.09.2024 erhielten wir am 04.10.2024 den schriftlichen Auftrag, die Baugrunduntersuchung gemäss offeriertem Leistungsverzeichnis auszuführen.

Anforderungen  
Boden  
Auftrag

The logo consists of a green square with the white text "S C + P" inside.

## 2. Hydrogeologische Übersicht

Das Projektareal liegt östlich von Uster auf einer Böschungskuppe südöstlich des Trümpler-Areals. Die Projektparzelle wird gegenwärtig landwirtschaftlich genutzt.

Lage

### 2.1. Geologie

Während vergangenen Eiszeiten wurden in einer tiefen Felsrinne Seeablagerungen und darüber der Aathalschotter abgelagert, welcher wiederum von Moräne bedeckt ist. Der Aabach hat diese Sedimente nacheiszeitlich freigelegt [3]. Zwischen Oberuster und Aathal hat sich der Aabach in den älteren, eiszeitlichen, z.T. verkitteten Aathal-Schotter und die darunter liegenden eiszeitlichen Seeablagerungen eingetieft [3]. Der Aathal-Schotter ist hier an den Talflanken entlang der Kantonsstrasse und SBB-Linie teilweise in hohen nahezu vertikal ausgebildeten Wänden aufgeschlossen.

Lockergestein

Verkitteter

Athal-Schotter

### 2.2. Hydrogeologie

Der Projektperimeter liegt im Bereich des Aathal-Grundwasserstroms in einem Gebiet mit mittleren Grundwassermächtigkeiten von 2 - 10 m und wird daher dem Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub> zugewiesen [4].

Bereich A<sub>u</sub>

Als Grundwasserleiter fungiert der an den Talflanken aufgeschlossene kiesig-sandige Aathal-Schotter, welcher gut durchlässig ist. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt gemäss kantonaler Grundwasserkarte ca. 17.5 m unter OKT auf einer Kote von 479.5 m ü.M [4]. In der Ebene des Aathals liegt jüngerer Kiessand des Aabaches vor, welcher ebenfalls grundwasserführend ist.

Grundwasser

## 3. Untersuchungsergebnisse früherer Sondierungen

### 3.1. Angetroffene Untergrundverhältnisse

Im Rahmen des SBB-Doppelspurausbaus wurde 34 m vom geplanten Maststandort 15N eine Kernbohrung zur Abklärung der Untergrundverhältnisse abgeteuft [6]. Die genaue Lage der Sondierung kann dem Situationsplan in Anhang A1 entnommen werden. Der geologische Schnitt aus Anhang A2 veranschaulicht die Untergrundverhältnisse. Das Sondierprofil der Kernbohrung ist im Anhang A3 beigelegt.

Durchgeführte  
Sondierungen

Untergrund

Der geologische Untergrund lässt sich von oben nach unten, gestützt auf die durchgeführte Sondierung und den vorliegenden geologisch-geotechnischen Bericht zum SBB-Doppelspurausbau [6], wie folgt beschreiben:



#### Boden (Schicht A):

Der Boden im Projektareal besteht aus humosem siltigen Sand mit wenig Kies und ist etwa 20 cm mächtig.

*Beschreibung*

#### Deckschichten (Schicht B):

Unterhalb des Bodens folgen ein Meter mächtige Deckschichten, welche aus teilweise leicht tonigem, mässig siltigem Sand mit wenig bis reichlich Kies bestehen.

*Beschreibung*

#### Aathal-Schotter (Schicht C)

Unterhalb einer Kote von 496.9 m ü.M. folgt der Aathal-Schotter. Dieser besteht aus leicht siltigem Kies mit reichlich bis viel Sand und mit Steinen. Der Aathal-Schotter liegt grösstenteils verkittet vor. Dies ist eine Frühform der Diagenese, bei der lose Sedimente durch physische und chemische Prozesse in Festgestein umgewandelt werden.

*Beschreibung*

### 3.2.

#### Grundwasserverhältnisse

Während der Sondage wurde in der Kernbohrung kein freies Wasser angetroffen.

*Beobachtung*

Der mittlere Grundwasserspiegel ist auf einer Kote von 479.5 m ü.M. verortet. Der Hochwasserstand liegt einen halben Meter darüber auf einer Kote von ca. 480 m ü.M.

*Grundwasser*

## 4. Baugrundkennwerte

Die Baugrundkennwerte sind aufgrund der abgeteuten Sondierung und dem vorliegenden Bericht [6] sowie aus Erfahrungs- und Literaturwerten geschätzt. Die Werte der einzelnen Schichten sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Es handelt sich dabei um die geschätzten Erwartungswerte  $x_m$ , die Extremwerte  $x_{extr}$  sowie eine Angabe über die jeweilige Datenherkunft (gemäss SIA 267, 2013; SIA-Dokumentation D0187, 2013).

*Herleitung  
Baugrund-  
kennwerte*

Der charakteristische Wert  $x_k$  einer geotechnischen Grösse kann je nach Bemessungssituation über oder unter dem Mittelwert des Streubereiches liegen. Die in der Tabelle angegebenen Baugrundkennwerte können als untere charakteristische Werte  $x_k$  für einfache, übliche Bemessungssituationen verstanden werden. In komplexeren Bemessungssituationen sind die charakteristischen Werte  $x_k$  im Einzelfall vom Geotechnikingenieur festzulegen.

*charakteristi-  
sche Werte*

Tabelle 2 – Baugrundkennwerte und Wasserspiegellagen

Baugrundschi- cht (USCS) <sup>c)</sup>	Baugrundkennwert					
	X	Feuchtraum- gewicht*	Reibungs- winkel*	Kohäsion*	Zusammen- drückbarkeit*	Wiederbelas- tungswert*
		$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$M_E$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$M_E'$ [MN/m <sup>2</sup> ]

A) Boden	Geotechnisch nicht von Bedeutung					
B) Deckschichten (SP-SM, SM, SC) tonig-siltiger Sand mit Kies	X <sub>m</sub>	19	31	4	8	20
	X <sub>k</sub>	19	30	3	7	18
	X <sub>extr</sub>	18 – 19	29 – 32	2 – 8	6 – 12	15 – 30
	*	a)	a)	a)	a)	a)
C) Aathal-Schotter (verkittet) (GW, GP, GM, GW-GM) leicht siltiger Kies mit Sand (in Klammern verkittet)	X <sub>m</sub>	21	34 (40)	1 (15)	50 (80)	130 (200)
	X <sub>k</sub>	21	32 (39)	0 (15)	50 (80)	130 (200)
	X <sub>extr</sub>	20 – 21	30 – 36 (36 – 42)	0 – 3 (10-20)	40 – 60 (50 -100)	100 – 150 (150 – 200)
	*	a)	a)	a)	a)	a)
Grundwasserspiegel	HW10	ca. 479.5 m ü.M.				
	MW	ca. 480.0 m ü.M				
Baugrundklasse [nach SIA 261 (2020)]	E					
Erdbebenzone [nach SIA 261 (2020)]	Gefährdungszone 1a					

\*) Information, a) Schätzung aufgrund von Erfahrungswerten, Karten oder vergleichbaren Informationen von anderen Orten

Herkunft: b) Anhand auf der Parzelle oder in unmittelbarer Umgebung ausgeführter Feldmessungen o. anhand von Laborversuchen  
c) Angabe für den am häufigsten auftretenden Materialtyp basierend auf Feld- oder Sondieraufnahmen (ohne Kornverteilungskurven)

X<sub>m</sub>: geschätzter Erwartungswert = wahrscheinlicher Mittelwert: Arithmetisches Mittel des Streubereiches des Baugrundkennwertes X (Vertrauensniveau = 50%), darf nicht für Berechnungen verwendet werden, Massgebend für erdstatische Berechnungen sind die charakteristischen Werte X<sub>k</sub> resp. die Bemessungswerte X<sub>d</sub> welche vom projektierenden Ingenieur bestimmt werden müssen.

X<sub>extr</sub>: Extremwert = Maximal- oder Minimalwert: Extremwerte der Baugrundparameter, welche auftreten können.

X<sub>m</sub>: geschätzter Erwartungswert = wahrscheinlicher Mittelwert: Arithmetisches Mittel des Streubereiches des Baugrundkennwertes X (Vertrauensniveau = 50%), darf nicht für Berechnungen verwendet werden, massgebend für erdstatische Berechnungen sind die charakteristischen Werte X<sub>k</sub> resp. die Bemessungswerte X<sub>d</sub> welche vom projektierenden Ingenieur bestimmt werden müssen.

HW10: Hochwasserstand, Eintretenswahrscheinlichkeit alle 10 Jahre

MW: Mittlerer Grundwasserspiegel

Die massgebenden Baugrundkennwerte sind in der Tabelle 2 zusammengestellt und können geotechnisch folgendermassen beurteilt werden:

Geotechnische  
Beurteilung

- **(A) Boden:** Die Bodenschicht ist für das Projekt nicht relevant.
- **(B) Deckschichten:** Die Schicht B dürfte im Bauperimeter vollständig ausgehoben werden. Sie weist eine geringe Tragfähigkeit und mittlere bis hohe Setzungsempfindlichkeit auf (mittlerer ME-Wert: 8 MN/m<sup>2</sup>). Sie tendiert bei Wasserzutritt zu verschlammen.
- **(C) Aathal-Schotter:** Die Schicht C weist eine hohe Tragfähigkeit und geringe Setzungsempfindlichkeit auf (mittlerer ME-Wert: 50). Bei Wassersättigung nimmt die Standfestigkeit gering ab. Sie ist als Fundationshorizont sehr gut geeignet.

## 5. Bautechnische Empfehlungen

### 5.1. Bauprojekt

Das geplante Blockfundament weist Abmessungen von 3.0 x 3.0 x 3.0 m auf und fundiert gemäss den zur Verfügung gestellten Plänen [5] ca. 3.6 m u.T., auf einer Kote von ca. 494.4 m ü.M. Im Rahmen des SBB-Doppelspurausbau wird der Steilhang bestehend aus Aathal-Schotter teilweise abgetragen. Dadurch rückt die Kuppe des Steilhangs auf ca. 7 m an das geplante Mastfundament heran.

Projekt

Es ist zu überprüfen und sicherzustellen, dass die geplante Mastfundation keine negativen Auswirkungen auf den geplanten Böschungsabtrag hat und die Stabilität der Böschung gewährleistet bleibt. Dieser Aspekt ist in Kap. 6 dargestellt.

Böschungsssta-  
bilität

## 5.2.

**Aushub**

Aufgrund des ebenen Bauareals resultieren maximale Aushubtiefen von rund 4 m, wodurch das Fundament vollständig im Aathal-Schotter zu liegen kommt.

Der Aushub setzt sich dabei hauptsächlich aus kiesig-sandigem Material des Aathal-Schotters zusammen. Die Deckschichten sowie der Aathal-Schotter sind generell gut baggerbar. Im Aathal-Schotter können lokal grössere Steine bis Blöcke vorkommen.

*Aushubtiefe**Aushub baggerbar***SC + P**

## 5.3.

**Foundation, Setzungen**

Die Fundationssohle kommt überall im gut tragfähigen Aathal-Schotter zu liegen (Schicht C, vgl. Anh. A2). Eine Flachfundation ist ohne weitere Massnahmen möglich.

*Flachfundation*

Generell ist die Art der Foundation durch den Bauingenieur/Geotechniker zu prüfen. Dazu können die Baugrundwerte basierend auf der Tabelle 2 verwendet werden. Die definitive Beurteilung des Fundationskonzeptes unter Berücksichtigung des Lastanfalls obliegt dem Ingenieur.

*Prüfung*

## 5.4.

**Böschungen, Baugrubenabschlüsse**

Sofern es die Platzverhältnisse zulassen, sind freie Böschungen unter den nachfolgenden Bedingungen grundsätzlich möglich. In der Schicht B empfehlen wir, Böschungsneigungen von maximal 2:3 (vertikal:horizontal, ca. 34°) nicht zu überschreiten. In der Schicht C sind Böschungsneigungen von maximal 1:1 (vertikal:horizontal, ca. 45°) zulässig, bei einer maximalen Böschungshöhe von 3 – 4 m. Bei höheren Böschungen sind diese abzuflachen.

*freie**Böschungen*

Bei freien Böschungen müssen allfällige Aufschüttungen oder Lasten (z. B. Geräte, Maschinen, Aushub) mindestens um den Abstand der vertikalen Böschungshöhe von der Böschungsoberkante entfernt angeordnet werden.

*Böschungskopf*

Sämtliche Baugrubenabschlüsse sind durch den Bauingenieur/Geotechniker zu prüfen/bemessen. Dazu können die in der Tabelle 2 angegebenen Baugrundkennwerte verwendet werden. Ihm obliegt die definitive Wahl des Baugrubenabschlusses.

*Prüfung*

## 5.5.

**Wasserhaltung**

## 5.5.1.

**Bauzustand**

Der Hang- und Stauwasseranfall in der Baugrube dürfte eher tief sein. Das anfallende Stau- und Regenwasser dürfte im Aathal-Schotter direkt versickern.

*Wasserhaltung*

Der mittlere Grundwasserspiegel liegt auf einem Niveau von ca. rund 479.5 m ü.M. (vgl. Kapitel) und somit mindestens rund 15 m unterhalb der tiefsten Aushubkote. Daher sollte das Bauprojekt vom Grundwasser nicht tangiert werden.

*Grundwasserspiegel*

## 5.6.

**Wiederverwertung der Aushubmaterialien**

Der anfallende kiesig-sandige Aathal-Schotter eignet sich grundsätzlich als Koffer- und Hinterfüllungsmaterial. Grössere Steine sind dabei zu entfernen. Das Material ist jedoch nicht klassiert und nicht frostsicher.

*Wiederverwertung geeignet*

Die feinkörnigen Deckschichten sind für die Verwendung mit erhöhten Anforderungen (z.B. Koffierung, tragende Hinterfüllungen) ungeeignet. Sie sind schlecht verdichtbar, frostempfindlich und können einzig für anspruchslöse Terraingestaltungen verwendet werden.

*Wiederverwertung ungeeignet*



## 6. Böschungsstabilität

Das Mastfundament hat auf die Böschungsstabilität der zukünftigen Böschung nur einen untergeordneten Einfluss. Die Böschung zu den SBB-Linien wird beim Doppelspurausbau abgeflacht, wodurch Stabilitätsreserven entstehen. Die Böschung der SBB ist daher nicht gefährdet.

*Stabilität gewährleistet*

Das Mastfundament ist zudem genügend weit von der Böschungskante situiert, so dass der Lastabtrag und eine genügende seitliche Einbettung des Fundaments gewährleistet werden kann.

*Mastfoundation*

Es empfiehlt sich bei der Ausführung die Stabilitätsreserven, welche durch die Abflachung der Böschung entstehen mittels Rückrechnungen zu quantifizieren. Ebenso ist mittels grober Stabilitätsüberlegungen zu prüfen ob kritische Gleitkreise im Bereich des Mastfundaments entstehen können.

*Stabilitätsberechnungen*

The logo consists of a green square with the white text "S C + P" inside.

## 7. Abschliessende Bemerkungen

Für die vorliegende Baugrunduntersuchung wurden keine neuen Sondierungen zur Erkundung der Untergrundverhältnisse abgeteuft. Dank bestehender Sondierungen, unseren generellen Gebietskenntnissen sowie Berichten aus der Nachbarschaft standen für die vorliegende Auswertung und Interpretation zuverlässige Daten zur Verfügung. Bei der räumlichen Darstellung (geologischer Schnitt) handelt es sich um eine Extra- bzw. Interpolation zwischen und neben den Sondieraufschlüssen, so dass lokal begrenzte Abweichungen des dargestellten Schichtverlaufes möglich sind.

*Baugrundmodell*

Zürich, 01.11.2024

SC+P SIEBER CASSINA + PARTNER AG

Sachbearbeiter: Lars Krause

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Lars Krause".

Lars Krause

MSc Erdwissenschaften ETH

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "T. Schirmer".

Thomas Schirmer

Dipl. Natw. ETH / SIA

## Grundlagen

- [1] Kataster der belasteten Standorte und Prüfperimeter für Bodenverschiebung, online geo.zh.ch, Stand 29.10.2024
- [2] Naturgefahrenkarte des Kantons Zürich, online geo.zh.ch, Stand 29.10.2024
- [3] Geologische Karte GeoCover, Geologischer Atlas G25, Bundesamt für Landestopografie swisstopo, online map.geo.admin.ch, Stand 29.10.2024
- [4] Grundwasserkarte und Gewässerschutzkarte des Kantons Zürich, online geo.zh.ch, Stand 29.10.2024
- [5] Plangrundlagen: 110-kV-Leitung Aathal - Uster, Abschnitt: Mast Nr.9 – Mast Nr. 18, 1:1000 und Objektplan Felswand Trümpler + Axpo Mast km 79.630 – 79.710, Normalprofil, 1:50, Axpo Grid AG, Stand: 14.06.2024/30.08.2024
- [6] AS35 Doppelspurausbau Dübendorf-Uster-Aathal, Bahnhof Uster bis Bahnhof Aathal, km 77.6 bis 81.0 Uster / ZH Geologisch-geotechnischer Bericht, Jäckli Geologie, Stand: 31.08.2022

## Gesetze und Verordnungen

Jeweils zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes geltende Version:

- [7] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer, Gewässerschutzgesetz (GSchG) vom 24. Januar 1991
- [8] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998
- [9] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) vom 4. Dezember 2015
- [10] Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung (VHVB), BAFU, 2021
- [11] Verwertung von Aushub- und Ausbruchmaterial. Teil des Moduls "Bauabfälle". Vollzugshilfe VVEA, BAFU 2021

ZH3075B

**110-kV-Leitung Aathal - Uster, Mast 15N**  
**Baugrunduntersuchung**



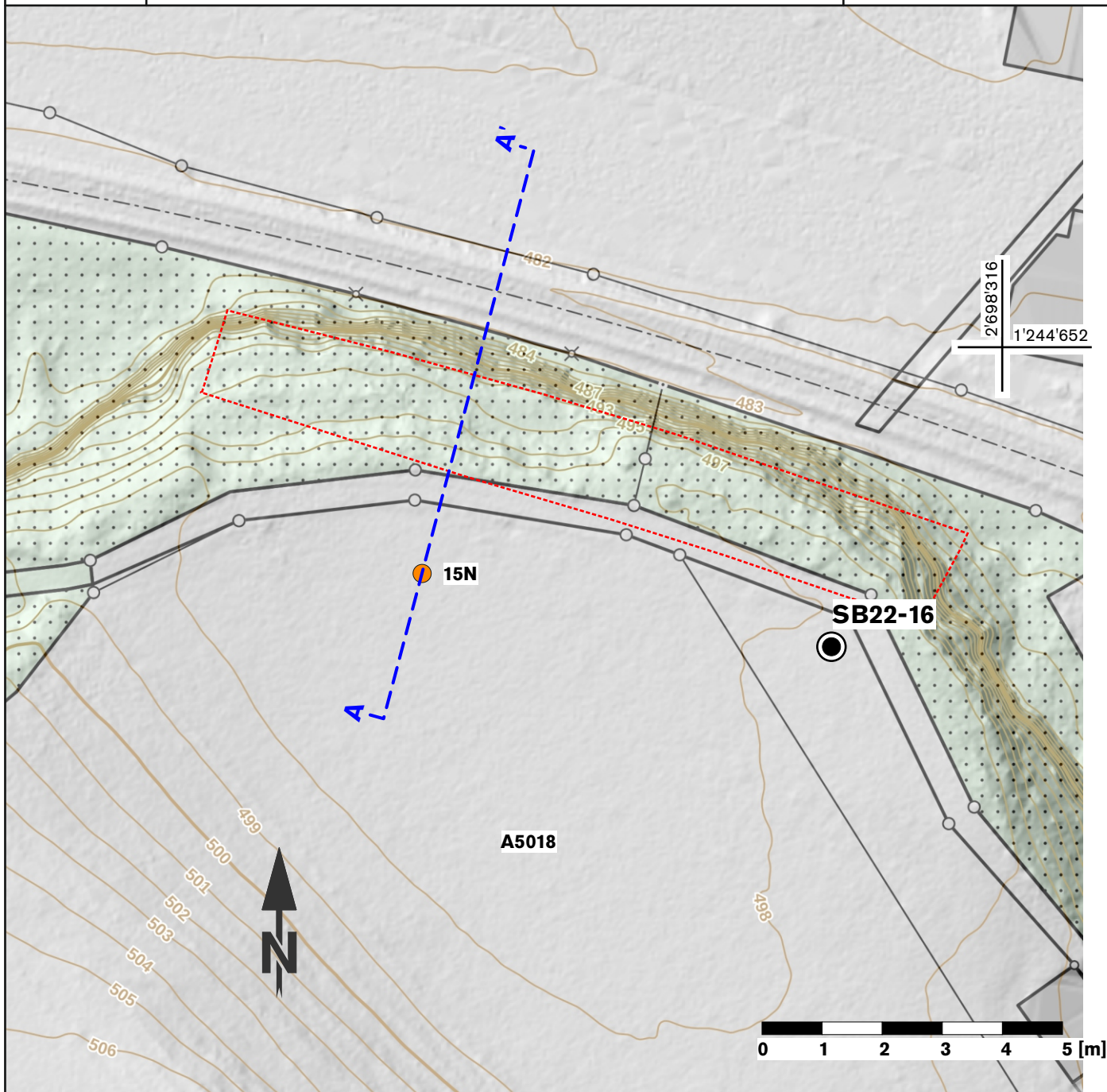
Anhang  
A1

30.10.2024

# Situation 1:500 mit Lage der Sondierungen

A4 - Lkr

ZH3075B\_Anh\_A1\_Situation\_v1.1.cdr



## Legende

- Gebäude Bestand
- Spur geologischer Schnitt
- Projekt**
- Maststandort
- ungefährer Perimeter Felsabtrag

## Ausgeführte Sondierungen

- Kernbohrung, Jäckli Geologie, 2022

# 110-kV-Leitung Aathal - Uster, Mast 15N Baugrunduntersuchung

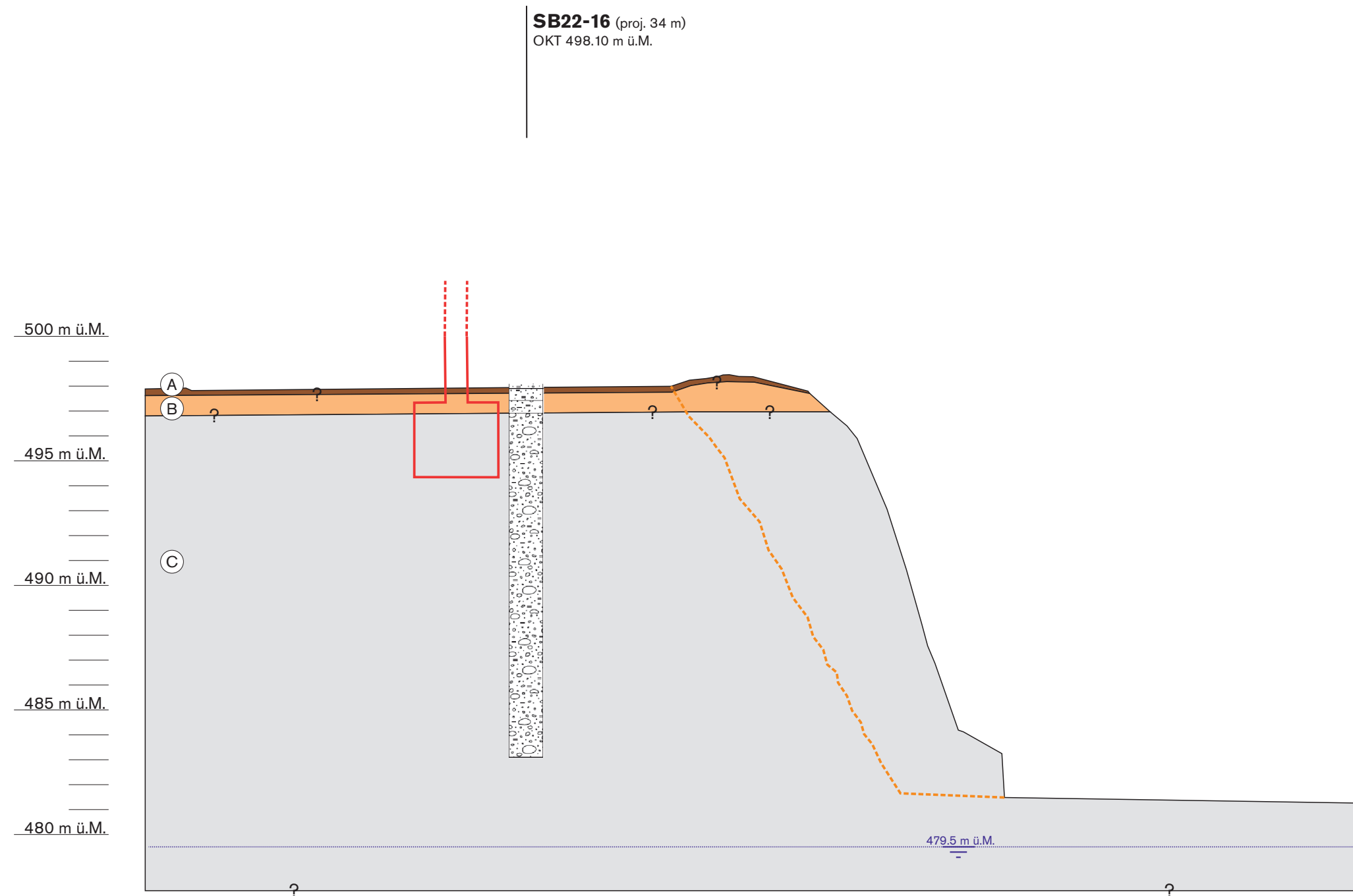
## Geologischer Schnitt A-A'

1:200

### Legende

- (A) Boden  
 (B) Deckschichten  
 (C) Aathal-Schotter


Umrisse Mast 15N  
 geplanter Felsabtrag  
 mittlerer Grundwasserspiegel MW [4]



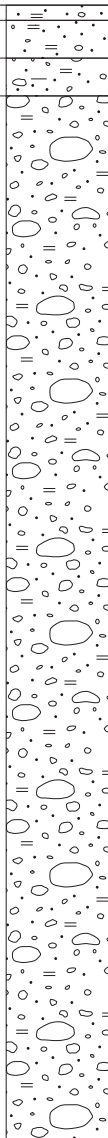


Der dargestellte Schichtverlauf ist eine Interpretation aus Feldbefunden. Die effektiven Verhältnisse können lokal davon abweichen.



Plangrundlage: Objektplan Felswand Trümpler + Axpo  
Mast km 79.630 – 79.710, Normalprofil, 1:50, Axpo Grid  
AG, Stand: 30.08.2024

ZH3075B	110-kV-Leitung Aathal - Uster, Mast 15N Baugrunduntersuchung		Anhang A3
30.10.2024	Frühere Sondierungen	A4 - Lkr ZH3075_Anh_A3_Titelblatt_v1.0.cdr	
<div>Sondierprofil SB22-16, Jäckli Geologie</div>			

AS35 Doppelspurausbau Dübendorf-Uster-Aathal, km 77.6 bis 81.0 Uster / ZH					Bohrung 22-16	
Bauherrschaft:		SBB AG Infrastruktur, Vulkanplatz 11, 8048 Zürich		Koordinaten:	2 698 305 / 1 244 631	<div></div> <div>www. jaeckli.ch</div>
Bohrfirma:		Geocontrol AG, Dorfstrasse 25, 8332 Rumlikon		OK Terrain (OKT):	498.10 m ü.M.	
Bohrmeister:		Herr M. Sabbadini		OK Rohr (OKR):	498.05 m ü.M.	
Geologische Aufnahme:		Dr. St. Jann, Geologe CHGEOL		Massstab:	1:100	
Ausführungsdatum:		15./16.06.2022		Datei:	201210 KB 16.ai / Wi	
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung		Bohrlochversuche Einbauten
Einfachkernrohr, abschnittsweise mit Doppelkernrohr, Bohr-ø 101 mm	Oberflächen- schichten	496.9	▼ 0.2 0.7 1.2	brauner, mässig siltiger Sand, wenig Kies, humos hellbrauner, mässig siltiger Sand, wenig Kies gelbbrauner, leicht toniger, mässig siltiger Sand, wenig bis reichlich Kies		<div></div> <div>Inklinometer ø 70 mm</div>
	Aathal-Schotter			hellgrauer bis graubeiger bis grauer, leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand, Steine (ca. 5-30 Gew.-%, max. gem. ø 9 cm) stark zerbohrt, z.T noch verkittet		
		483.1	15.0			Beim Bohren kein Wasser angetroffen