

Nansenstrasse 5
CH-8050 Zürich
Tel +41 44 315 10 10
Fax +41 44 315 10 11
www.friedlipartner.ch
info@friedlipartner.ch

Zürich, 23. Juli 2015 / 15.077 / rem/lk (RHS)

AKTENNOTIZ

**SZU, Sanierung Stützmauer Berghof Bahn km 4.650 – 4.755, Linie S10,
Zürich Baugrund- und Bodenuntersuchung**

1. Ausgangslage

Ausgangslage	Bei der Lokalität Berghof westlich des Triemlis, Zürich, steht zwischen dem SZU-Bahntrasse und dem Buchenrainweg (vgl. Anh. 1) eine Stützmauer aus Bahnschwellen. Diese weist eine Länge von ca. 100 m und eine Höhe bis zu 1.40 m auf und ist altershalber in einem schlechten Zustand. Die Stützmauer soll deshalb mit einer Steinkorbmauer ersetzt werden. Dazu waren die Baugrundverhältnisse und die Bodenbelastung zu untersuchen.	
Objektdaten	Auftraggeber	Sihltal Zürich Uetliberg Bahn (SZU), Zürich
	Objektbezeichnung	Sanierung Stützmauer Berghof Bahn km 4.650 – 4.755, Linie S10
	Gemeinde	Zürich
	Mittlere Koordinaten	678'495 / 247'050
	Gewässerschutzbereich	Au, unmittelbar angrenzend an Grundwasserschutzzonen der Quelfassungen "Läufe" (Konz. Nr. b 1082)
Sondierungen	Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 1. Juni 2015 drei Rammkernsondierungen RKS 15-1 bis RKS 15-3 bis auf eine Tiefe von max. 6.0 m ausgeführt (vgl. Situation in Anhang 1). Die Sondierstellen wurden ausserhalb der Schutzzone S1 ausgeführt und mit dem Bohrgut wieder verfüllt. Die Quelfassungen wurden zum Zeitpunkt der Sondierungen nicht genutzt (gemäss Auskunft der Wasserversorgung).	

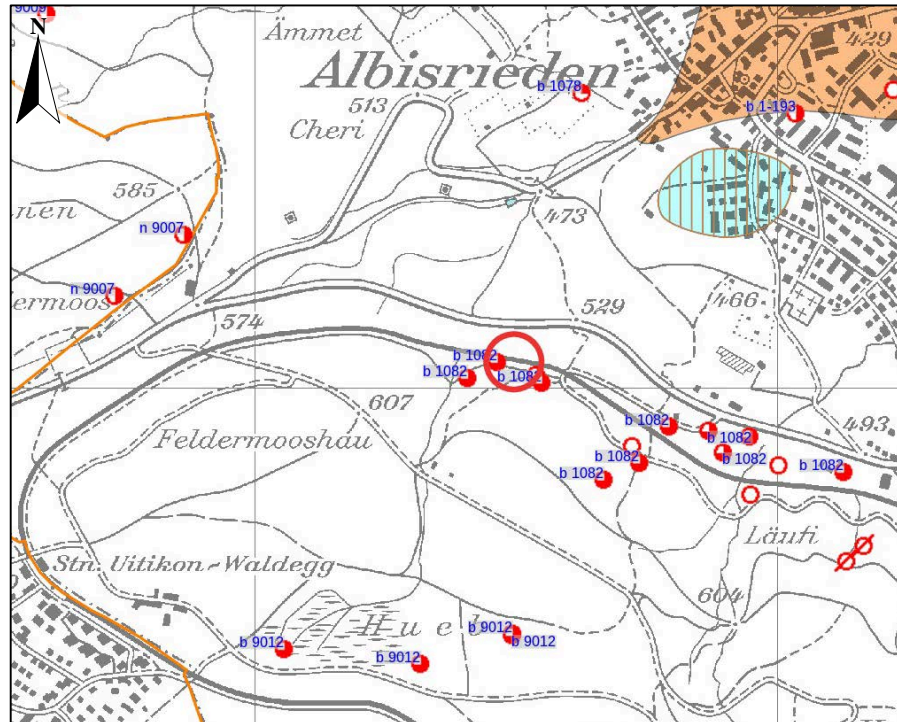


Abbildung 1: Grundwasserkarte mit Lage des untersuchten Grundstücks (grosser roter Kreis), Quelfassungen mit Konzessionsnummern (kleine rote Kreise), aktueller Stand aus maps.zh.ch

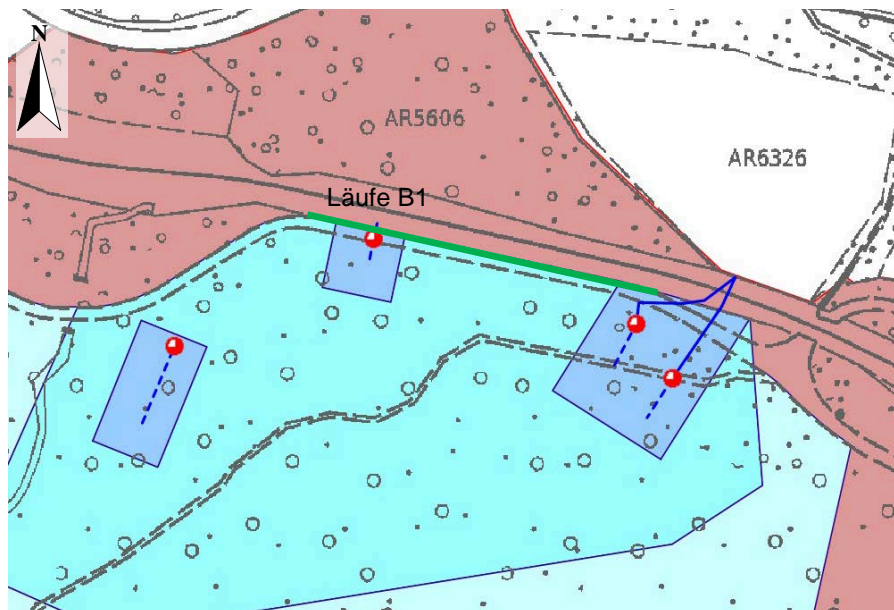


Abbildung 2: Gewässerschutzkarte mit Lage der Stützmauer (grüne Linie), Gewässerschutzbereich A_0 in rot, Grundwasserschutzzonen S1 / S2 / S3 der Quelfassungen "Läufe" in dunkelblau / blau / hellblau, aktueller Stand aus maps.zh.ch

2. Geologie und Hydrologie

Geologie	Das Projektareal liegt am nördlichen Abhang des Uetliberges im Verbreitungsbe- reich von Moränenablagerungen. Der Fels ist gemäss geologischer Karte rund 50 m westlich des Projektareals in einer Bachrunse aufgeschlossen.
Hydrologie	Gemäss Grundwasserkarte des Kantons Zürich befinden sich südlich der Bahn vier gefasste Quellen der Wasserversorgung Zürich. Die Fassung B1 liegt zw- ischen dem Buchenrainweg und dem Bahntrasse (vgl. Abb. 2). Die Quellen liegen in einer quellreichen Zone, welche sich weiter nach Südosten bis zum Triemli erstreckt. Es handelt sich um Hangquellen (Wasserzirkulation an der Basis der Moräne mit Fels als Grundwasserstauer und/oder Wasserzirkulation entlang geklüfteten Sansteinlagen).
Sondier- ergebnisse	In den Rammkernen wurden folgende Schichten angetroffen (vgl. Profilschnitt in Anhang 2):

RKS 15-1 (OKT: ca. 561.0 müM)

0.0 – 0.2	Boden (Auffüllung) , dunkelbrauner Humus
0.2 – 1.0	Auffüllung , toniger Silt kleiner Plastizität, wenig Kies und Sand, braun, steif, leicht humos
1.0 – 1.5	Gehängelehm , toniger Silt bis siltiger Ton kleiner bis mittlerer Plastizität, wenig Sand, beige, mittelsteif bis steif
1.5 – 4.6	Verwitterter Mergel (Fels) , feinsandführender Mergel bis toni- ger Feinsandstein, mürbe bis zähplastisch, beige-grau, auf 3.8 – 4.0 roter Tonstein
	Kern trocken, keine Wasserzutritte im Sondierloch festgestellt



Abbildung 2: Siltig-feinsandige Moräne, RKS 15-3, 3.6 – 3.8 m ab OKT

RKS 15-2 (OKT: ca. 557.9 müM)

0.0 – 0.3	Kieskoffer (Auffüllung)
0.3 – 0.5	Auffüllung , toniger Silt kleiner Plastizität, viel Feinsand und Kies, braun, steif, humos
0.5 – 1.0	Moräne , Silt / Feinsand, viel Kies, gekritzte Alpingerölle, beige, erdfeucht
1.0 – 2.2	Moräne , sauberer bis leicht siltiger Sand / Kies, grau, nass
2.2 – 3.0	Moräne , Feinsand / Silt ohne bis kleiner Plastizität, wenig bis reichlich Kies, beige, erdfeucht bis feucht
3.0 – 4.2	Moräne , sauberer bis stark siltiger Feinsand, wenig Kies, beige, nass
4.2 – 4.6	Moräne , Feinsand / Silt ohne Plastizität, wenig Kies, beige, erdfeucht
4.6 – 4.7	Verwitterter Mergel (Fels) , toniger Mergel, rot, zähplastisch
	Sondierloch ab ca. 2 m nass

RKS 15-3 (OKT: ca. 555.8 müM)

0.0 – 0.2	Boden (Auffüllung) , dunkelbrauner Humus
0.2 – ca. 0.7	Auffüllung , stark tonig-siltiger Kies / Sand, braun, stark humos
0.7 – 1.6	Gehängelehm , toniger Silt kleiner bis mittlerer Plastizität, viel Kies, reichlich Sand, braun, steif
1.6 – 3.5	Moräne , Feinsand / Silt bis sauberer Feinsand, wenig bis reichlich Kies, graubeige, erdfeucht bis feucht
3.5 – 4.0	Moräne , Silt bis toniger Silt ohne bis kleiner Plastizität, viel Feinsand, wenig Kies, beige, hart
4.0 – 4.6	Moräne , sauberer Feinsand, grau, nass
4.2 – 4.6	Moräne , Silt / Feinsand bis sauberer Feinsand, wenig Kies, graubeige, nass
	Sondierloch ab ca. 3 m nass

Interpretation Die Sondierungen bestätigen die Verhältnisse gemäss geologischer Karte. Der Fels liegt am westlichen Ende der Stützmauer in geringer Tiefe. Weiter östlich schliessen Moränenablagerungen an. Es handelt sich hierbei eher um aufgelockerte Moräne und weniger um "kompakte" (Grund-)Moräne. Die Lockergesteinsbedeckung auf dem Fels (Gehängelehm, Moräne) ist wahrscheinlich nicht verrutscht.

Hangwasserspiegel Gemäss den Sondierungen dürfte der Hangwasserspiegel in rund 2 m Tiefe ab OK Terrain liegen. Je nach Witterung kann der Spiegel stellenweise bis nahe an die Terrainoberfläche ansteigen. Ab rund 2 m Tiefe ist im Aushub bereichsweise (v.a. in siltig-feinsandiger bis kiesiger Moräne) mit wassergesättigten Zonen zu rechnen.

3. Baugrundwerte

Hinweise zur Interpretation Die Baugrundwerte wurden anhand der durchgeführten Baugrunduntersuchung bestimmt. Hieraus resultieren die in Tabelle 1 zusammengestellten Werte. Die angegebenen Wertebereiche stellen repräsentative Schwankungsbreiten dar. Für jede geotechnische Berechnung sind die verwendeten Baugrundwerte sorgfältig – unter Beachtung ihres Einflusses auf die jeweilige Berechnung (Stichwort: Sensitivität) – auszuwählen.

Tabelle 1: Geschätzte Baugrundwerte

Parameter	Feuchtraumlast	Reibungswinkel	Effektive Kohäsion	Durchlässigkeitsbeiwert	Zusammendrückungsmodul	
					Erstbelastung	Wiederbelastung
	γ_e [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	k_f [m/s]	M_E [MN/m ²]	M_E' [MN/m ²]
Auffüllung (toniger Silt)	20.5 ¹ (19-21) ²	29 (27-31)	3 (2-4)	10^{-5} - 10^{-7}	5 - 8	15 - 24
Gehängelehm (toniger Silt)	20.5 (19-21)	29 (27-31)	3 (2-4)	10^{-5} - 10^{-7}	5 - 8	15 - 24
Moräne (Silt/Feinsand)	20 (19-21)	32 (30-33)	0 (0-4)	10^{-4} - 10^{-6}	20-50	60-150
Verwitterter Fels (Mergel)	23 (21-23)	25 (20-30)	20 (5-50)	10^{-5} - 10^{-9}	50 - >100	150- >300

4. Bauliche Folgerungen

Projekt Die Bahnschwellen-Stützmauer wird mit einer Steinkorbmauer ersetzt. Dazu wird die bestehende Wand abgetragen. Das Fundationsniveau reicht bergseitig bis ca. 2.5 m unter das heutige Terrain.

¹ geschätzte Erwartungswerte (wahrscheinliche Mittelwerte)

² Extremwerte (geschätzte Maximal- und Minimalwerte)

Tragfähigkeit	Das Fundationsniveau liegt voraussichtlich in mässig gut bis gut tragfähigen und wenig setzungsempfindlichen Schichten (Moräne, Fels).						
Böschungen	Die Baugrube kann bei ausreichenden Platzverhältnissen frei geböscht werden. Die zulässigen Böschungsneigungen werden aufgrund der Ergebnisse der Baugrunduntersuchung wie folgt abgeschätzt (vertikal:horizontal).						
	<table> <tr> <td>Auffüllung</td><td>1:1</td></tr> <tr> <td>Gehängelehm, Moräne</td><td>1:1, kurzzeitig 2:1 *)</td></tr> <tr> <td>Fels</td><td>3:1</td></tr> </table>	Auffüllung	1:1	Gehängelehm, Moräne	1:1, kurzzeitig 2:1 *)	Fels	3:1
Auffüllung	1:1						
Gehängelehm, Moräne	1:1, kurzzeitig 2:1 *)						
Fels	3:1						
	*) Die Werte gelten für den entwässerten Zustand. Insbesondere durchnässte, weitgehend kohäsionslose Moräne aus Feinsand neigt zu Böschungsinstabilitäten (Ausfliessen von Sand-Wasser-Gemisch). In diesem Fall sind flachere Neigungen zu wählen oder Entwässerungsmassnahmen (Geröllbetonriegel, in Schutzzonen jedoch nur beschränkt einsetzbar resp. nach Abschluss der Arbeiten wieder zu entfernen) vorzusehen.						
Entwässerung	Zur Trockenhaltung des Gleisbereiches ist entlang des Fundamentes, analog wie im jetzigen Zustand, eine Gleisentwässerung (Rinne) vorgesehen.						

5. Gewässerschutz

Bauen in Schutzzonen	<p>Der Aushub sowie die neue Stützmauer liegen teilweise in den Schutzzonen S1 und S2 der Quelfassungen "Läufe". Die Bauarbeiten tangieren somit Schutzzonen.</p> <p>Bauarbeiten innerhalb des Fassungsgebietes (S1), welche nicht direkt die Wasserversorgung betreffen resp. nicht dem Schutz der Fassung dienen, sind nur schwer mit dem Gewässerschutz vereinbar (Bauverbot in S1). In der Schutzzone S2 gelten diesbezüglich ebenfalls strenge Auflagen. Zudem sind die Auflagen im Schutzzonenreglement, welches noch einzuholen ist, zu beachten.</p> <p>Jegliche Bauarbeiten in den Schutzzonen sind deshalb mit Gewässerschutz-Auflagen verbunden. Die Auflagen regeln unter anderem den Einsatz von Baustoffen, die zulässigen Aushubtiefen, die Überwachung der Fassungen während der Bauzeit etc.</p>
Besprechung mit AWEL	<p>Wir empfehlen, das Projekt vor der Baueingabe mit dem AWEL zu besprechen, um unter anderem folgende Punkte vor dem Bewilligungsverfahren zu klären:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Status Schutzzone (in Kraft / Aufhebung vorgesehen / Einholen Schutzzonenreglement etc.) • Bewilligungsfähigkeit der Bau- und Bauhilfsmassnahmen (v.a. in S1) • Auflagen während Bauausführung

6. Boden

Belastungs- verdacht	Der Projektperimeter ist nicht im kantonalen <i>Prüfperimeter für Bodenverschiebungen</i> (PBV) eingetragen. Ausgehend von den Holzschwellen (alte Bahnschwellen) und Emissionen des Bahnverkehrs bzw. durch zugeführtes belastetes Material für die Hinterfüllung der bestehenden Mauer besteht allerdings ein Verdacht auf erhöhte Schadstoffbelastung im Aushubperimeter. Der Belastung des Bodens wurde daher untersucht.
Probenahme	Die Probenahme erfolgte am 27. Mai 2015 entsprechend dem BUWAL-Handbuch <i>Probenahme und Probenvorbereitung für Schadstoffuntersuchungen von Böden</i> . Zwischen der bestehenden Holzschwellenstützmauer und dem Buchrainweg wurden je eine Boden-Probe (Flächenprobe HMB 15-1) aus den Schichten 0 – 0.2 m und 0.3 – 0.5 m unterhalb des Terrains entnommen (Lage der Probenahmestelle siehe Anhang 1).
Bodenaufbau	Im Projektperimeter steht unter 0.3 m Oberboden (Humus) ein meist feinkörniger Unterboden (aufgefüllt) an. Im westlichen Teil des Projektperimeters ist unter dem Oberboden z.T. stark skeletthaltiges Material (kiesreiche Auffüllung?) vorhanden.
Probenvor- und aufbereitung	Die Proben wurden bei den BMG Labors in Schlieren entsprechend Anhang 1 Ziffer 2 Absätze 4 und 5 der <i>Verordnung über Belastungen des Bodens</i> (VBBö) vor- und aufbereitet sowie analysiert.
Analysen- programm	Die Auswahl der Analysenparameter richtete sich dem Belastungsverdacht. Es wurden die Schwermetalle Kupfer (Cu), Zink (Zn) sowie polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) untersucht.
Analysen- ergebnisse	In Tabelle 2 sind die Schadstoffgehalte der Boden-Proben aufgeführt (Analysenbericht siehe Anhang 3).

Tabelle 2: Schadstoffgehalte [mg/kg TS nach VBBö]: WBA: Wegleitung Bodenaushub. **Ge-**
halt > Richtwert WBA (Kat.II)

Fläche/Schicht	Probe/Tiefe [m]	Cu	Zn	PAK *)	BaP **)
Oberboden	HMB15-1/0-0.2	17	14	4.4	0.23
Unterboden	HMB15-1/0.3-0.5	44	40	4.3	0.38
Richtwert WBA		40	150	1	0.2
Prüfwert WBA		150	300	10	1

*) Polycyclisch aromatische Kohlenwasserstoffe **) Benzo(a)pyren

Belastungs- muster	Wie in der Tabelle 2 ersichtlich, überschreitet der Gehalt für PAK in beiden Proben den Richtwert. Für Kupfer trifft dies nur auf den Unterboden zu.
Klassierung	Der Ober- und Unterboden (0 – ca. 0.7 m) im Projektperimeter ist als schwach belasteter Bodenaushub (Kat. II) nach WBA zu klassieren.
Verwendung / Entsorgung	Der Bodenaushub darf vor Ort wieder eingebaut werden, überschüssiger Bodenaushub ist in einer Inertstoffdeponie zu entsorgen.

Zürich, 23. Juli 2015



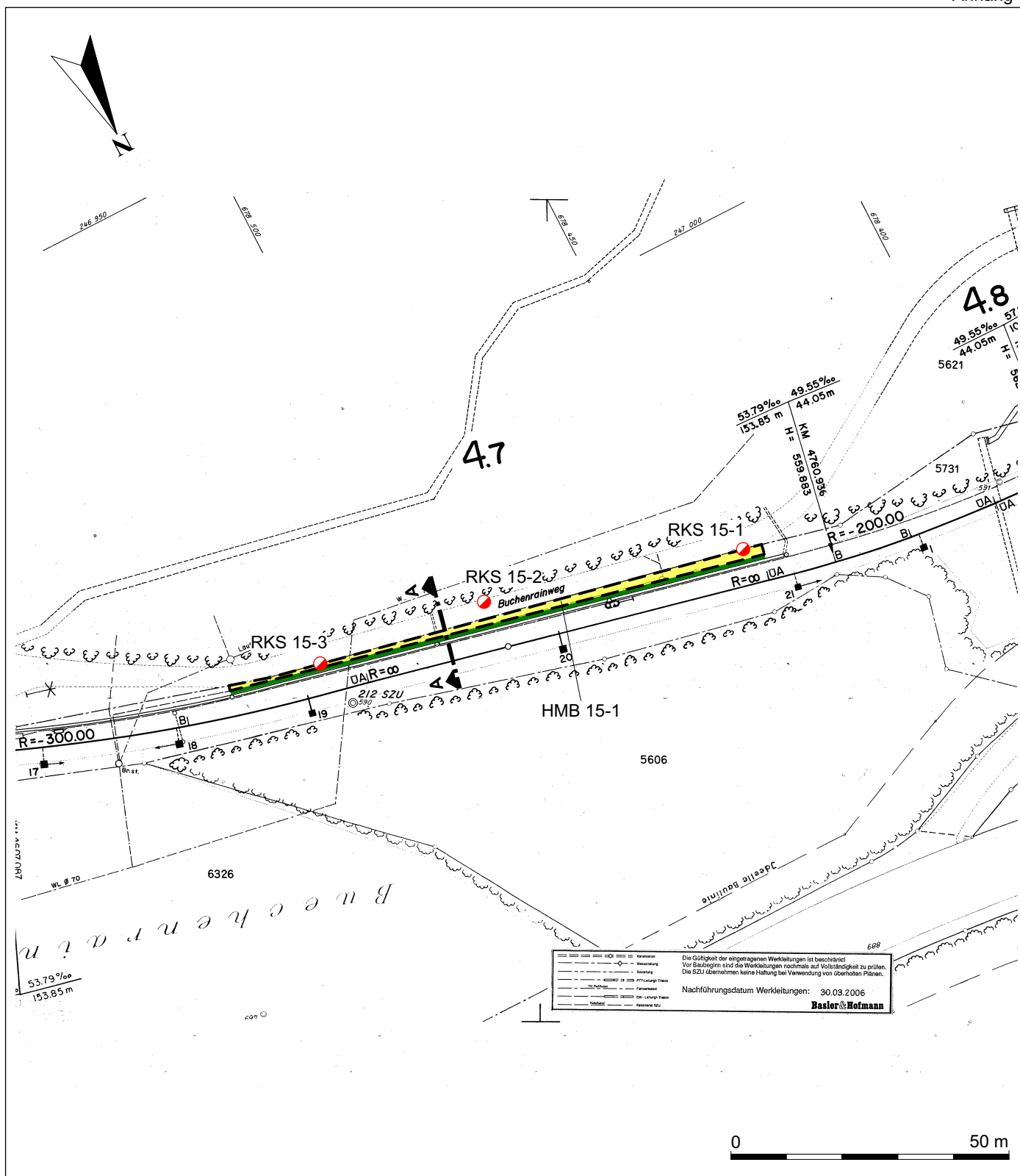
Reto Murer
dipl. Natw. ETH, Geologe CHGeol

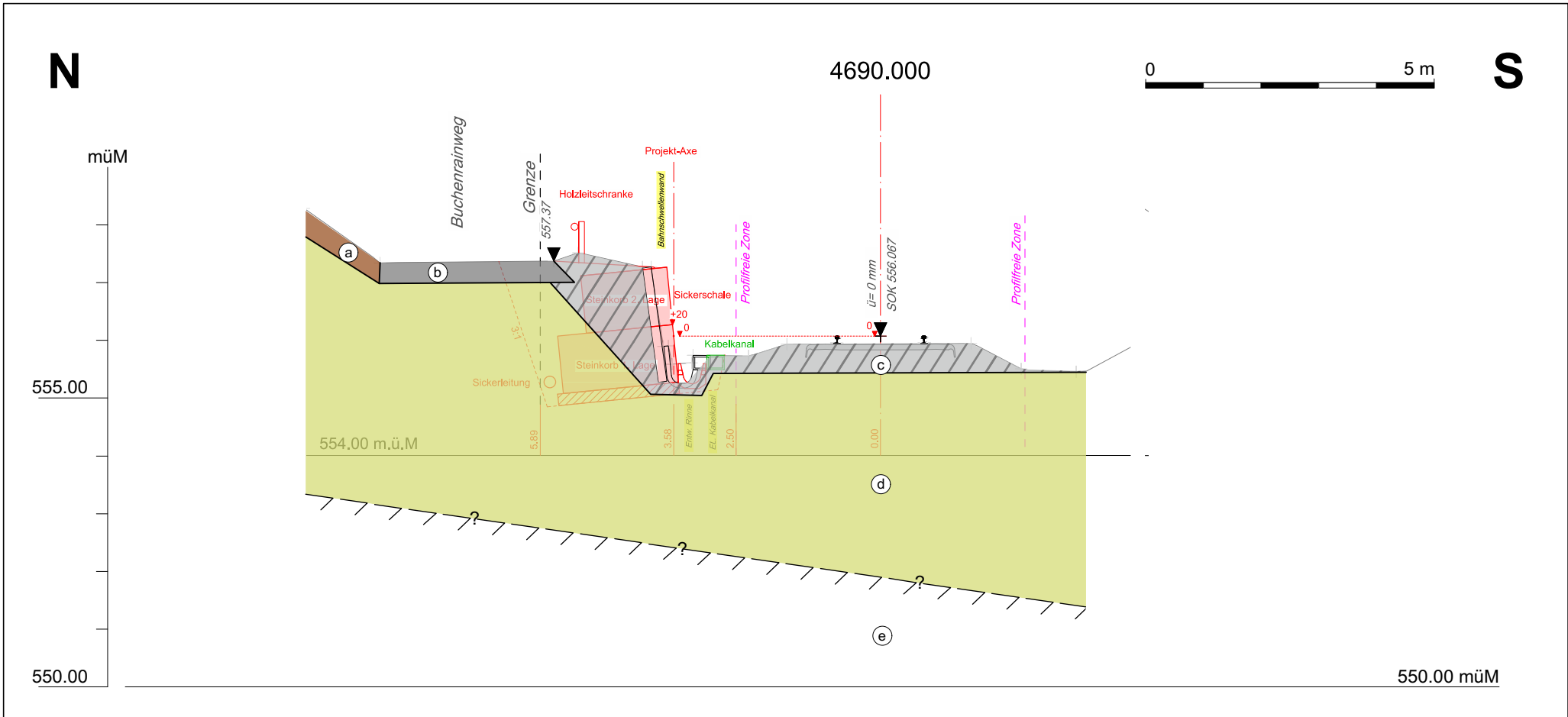
Fachbereichsleiter Geologie

Anhang	Anhang 1	Situation
	Anhang 2	Profilschnitt
	Anhang 3	Analysenbericht






Verteiler	<ul style="list-style-type: none">Hydraulik AG, Werner Uster, Siewerdtstrasse 8, 8050 Zürich
-----------	--

P:\2015\15.077 Zürich_SZU_Stützmauer_Berghof\04 Berichte\15.077_AN_2015_07_23rev.docx





Legende

Geologie	Schicht
 Oberboden	(a)
 Kiesbelag	(b)
 künstliche Auffüllung	(c)
 Moräne	(d)
 Fels (Molasse-Mergel)	(e)

FRIEDLIPARTNER AG
GEOTECHNIK ALTLASTEN UMWELT

Geologischer Schnitt A-A

Projektadresse: SZU, Sanierung Stützmauer Berghof Bahn km 4.650 - 4.755, Linie 10 Zürich	Mst: 1:100
Projekt-Nr.: 15.077.1 Geotechnischer Bericht	Format: A4
Plangrundlage: Hydraulik AG, Querprofil vom 08.07.15	Erstellt: fm Datum: 09.07.15
	Geprüft: rem Datum: 09.07.15

FriedliPartner AG
Lars Knechtenhofer
Nansenstrasse 5
8050 Zürich

Schlieren, 1. Juni 2015

Projekt: OFF15.546.2 Zürich, SZU, Stützmauer Berghof
BMG Auftragsnummer: A15-01105
Datum Auftrag: 27. Mai 2015
Datum Analysen: 27. Mai - 1. Juni 2015

Untersuchungsauftrag

Anzahl Proben 2

Parameter	Anz.	Bestimmungsmethode	BMG SAA-Nr
Probenvorbereitung VBBo	2	Trocknen, Sieben 2mm, Mahlen	BMG-0049b
Säureextrakt VBBo	2	Drittlabor	Drittlabor *
Kupfer	2	Drittlabor	Drittlabor *
Zink	2	Drittlabor	Drittlabor *
Summe nachgewiesene PAK	2	Hexan/Aceton Hochdruckextraktion, GC-MS	BMG-0178

Bemerkungen Die mit einem * markierten Prüfungen sind nicht im Geltungsbereich der Akkreditierung nach ISO/IEC 17025.
Ohne gegenteilige schriftliche Mitteilung werden Feststoffproben sechs Monate und Wasserproben drei Monate nach Probeneingang entsorgt.
Die angegebenen Messwerte beziehen sich ausschliesslich auf die bezeichneten Proben. Angaben zu den Prüfspezifikationen (Bestimmungsgrenze, Messunsicherheit) können auf Anfrage abgegeben werden. Der Bericht darf nicht auszugsweise ohne schriftliche Zustimmung des Labors vervielfältigt werden.

Resultate siehe nächste Seite(n).

thi thu Thao Petit-Phan
Stv. Leiterin Analytiklabor

Auftraggeber: FriedliPartner AG
 Projekt: OFF15.546.2 Zürich, SZU, Stützmauer Berghof
 Auftrag Nr.: A15-01105
 Datum Bericht: 01.06.2015

Probenbezeichnung		HMB 15-1	HMB 15-1			VBBö	
Tiefe		0-0.2 m	0.3-0.5 m			Richtwert	
Datum Probenahme		27.05.2015	27.05.2015				
Interne Probenbezeichnung		M1505-06170	M1505-06171				
Datum Probeneingang		27.05.2015	27.05.2015				
Probenart		Oberboden	Unterboden				
Allgemeine Angaben / Probenvorbereitung							
Trocknung	°C	40	40				
Probemenge	kg	0.40	0.34				
<2 mm	%	75	77				
>2 mm (Skelettanteil)	%	26	23				
Analysen gemäss		VBBö	VBBö				
Metalle / Elemente							
Kupfer	mg/kg TS	17	44			40	
Zink	mg/kg TS	14	40			150	
PAK							
Summe nachgewiesene PAK	mg/kg TS	4.4	4.3			1.0	
Naphthalin	mg/kg TS	<0.02	0.020				
Acenaphthylen	mg/kg TS	0.066	0.028				
Acenaphthen	mg/kg TS	0.029	<0.02				
Fluoren	mg/kg TS	0.048	<0.02				
Phenanthren	mg/kg TS	0.38	0.25				
Anthracen	mg/kg TS	0.22	0.13				
Fluoranthren	mg/kg TS	0.78	0.74				
Pyren	mg/kg TS	0.75	0.65				
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0.38	0.39				
Chrysen	mg/kg TS	0.53	0.43				
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0.37	0.39				
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0.32	0.33				
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0.23	0.38			0.20	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0.14	0.27				
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TS	0.025	0.040				
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	0.12	0.25				