





ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN PUSTERTAL - IMPIANTI DI DEPURAZIONE VAL PUSTERIA

EINREICHPROJEKT

PROGETTO DEFINITIVO

KLÄRANLAGE TOBL IMPIANTO DI DEPURAZIONE TOBL

T21_19 Thermische Verwertungsanlagen für alle Klärschlämme Südtirols auf der Kläranlage ARA Tobl - St. Lorenzen

geologiebüro I studio di geologia

Tel. 0474 409 376 | Fax 0474 831 093 info@jesacher.bz | www.jesacher.bz

I-39031 Bruneck / Brunico (BZ)

Via Carl-Toldt-Straße 11

T21_19 Impianti di termovalorizzazione per tutti i fanghi dell'Alto Adige di presso l'impianto di depurazione IDA Tobl San Lorenzo di Sebato

Maschinentechnische AnlagenOpere elettromeccanicheElektrotechnische AnlagenOpere elettrotecnicheBaumeisterarbeitenOpere edili

30.11.2019 Datum: Änd./mod.: Änd./mod.: Geologisches Gutachten Beilage - Allegato Perizia geologica Firmato ORDINE DEGLI INGEGNER digitalmente da DELLA PROV. DI BOLZANO Deeling. KouRAD ,5) RAH **KONRAD ENGL** Projektsteurer-Coordinatore di progett Dr. Ing. Konrad Engl ARA PUSTERTAL AG ARA PUSTERIA SPA = IT



INHALT

1.	ALLGEMEINER TEIL	4
1.1	Veranlassung	4
1.2	Lage des Projektgebiets	4
1.3	Grundlagen	5
1.3.1	Planungsunterlagen, Kartierungsgrundlagen, Spezialsoftware	5
1.3.2	Richtlinien, Normen, Allgemeines	6
1.3.3	Geologische Erkundungen	6
2.	GEOLOGISCHER TEIL	8
2.1	Regionalgeologischer Überblick	8
2.2	Lokale geologische Situation – Baugrundmodell	8
2.3	Seismische Klassifizierung	10
2.3.1	Festlegung der Nutzungsklasse und Nutzungsdauer	10
2.3.2	Parameter a _g , F ₀ , T _c	10
2.3.3	Bestimmung der Baugrundklassen	11
2.3.4	Topografische Kategorie und topografischer Verstärkungskoeffizient	11
2.4	Gefahrenprüfung	11
2.4.1	Zonierung laut Gefahrenzonenplan	11
2.4.2	Konzeptvorschlag Schutzmaßnahmen	13
3.	GEOTECHNISCHER TEIL UND PLANUNGSHINWEISE	14
3.1	Geotechnische Einheiten	14
3.2	Geotechnische Parametrisierung	14
3.2.3	Alluvionen – GE 1	14
3.2.4	Moräne – GE 2	15
3.2.5	Fels (Quarzphyllit) – GE 3	15
3.3	Baugeologie und Planungshinweise Neubau Klärschlammverarbeitungsanlage	15
3.3.1	Baugrundzusammensetzung, Lösefestigkeit des Aushubmaterials	15
3.3.2	Baugrubensicherung und zulässige Böschungsneigungen	16
3.3.3	Hinweise zur Gründung	17
3.3.4	Hinweise zur Gebäudehinterfüllung, Drainagierungsmaßnahmen	17
3.4	Verlegung und Neufassung Brauchwasserquelle "Tobl"	17
4.	SCHLUSSBEMERKUNG	18

ANLAGEN

Dok. / Plan Nr.	Inhalt	Maßstab
19-223 A1	Lageplan Erkundungen	1:500
19-223 A2	Geologische Profile	1:200
19-223 A3	Dokumentation Erkundungsbohrungen 2011 (Landservice, Bozen)	-
19-223 A4	Bericht Seismik 2011 (Geo Analysis, Brixen)	-
19-223 A5	Ergänzungsbericht Seismik 2011 (Geo Analysis, Brixen)	-
19-223 A6	Bericht Seismik 2017 (Pöyry, Salzburg)	-

1. ALLGEMEINER TEIL

1.1 Veranlassung

Auf dem Areal der Kavernenkläranlage Tobl in der Gemeinde St. Lorenzen soll eine thermische Verwertungsanlage für die gesamten Klärschlämme Südtirols entstehen. Der ursprünglich bergseitig vom Betriebsgebäude geplante Standort des Annahmebunkers wurde aufgrund von verschiedenen betriebswirtschaftlichen logistischen Überlegungen nicht mehr weiterverfolgt. Der neue Standort ist im Eingangsbereich zum Werksgelände südöstlich vom bestehenden Betriebsgebäude vorgesehen. Die Zufahrt auf das Werksgelände muss für den geplanten Neubau zur Errichtung der neuen Anlagen an die Nordwestseite direkt angrenzend an den dort verlaufenden Eisenbahndamm verlegt werden.

Das beauftragte Büro hatte bereits für das ursprüngliche Projekt (Machbarkeitsstudie 2011, Einreich- und Ausführungsprojekt 2012) neben einer geologischen Detailkartierung und Sichtung der Aufschlussdokumentation vom Bau der Kläranlage eine detaillierte Baugrunderkundung bestehend aus geophysikalischen Messungen und Erkundungsbohrungen durchgeführt. Im Jahr 2017 wurde für die geplante Errichtung eines Brauchwasserbrunnens eine hochauflösende Hybridseismik in unmittelbarer Nähe des geplanten Baustandorts durchgeführt. Im Spätherbst 2019 wurde schließlich eine weitere Feldbegehung mit Dokumentation der zwischen durch den Ausbau des bergseitig vom Klärwerk vorbeiführenden Forstwegs als Baustellenzufahrt zur Baustelle "Klosterwaldtunnel – neue Einfahrt Gadertal" dokumentiert.

Im vorliegenden Bericht und den zugehörigen Anlagen werden die Ergebnisse aus den geologischen Untersuchungen zusammengefasst und auf dieser Grundlage ein detailliertes Baugrundmodell ausgearbeitet sowie eine geologisch-geotechnische Bewertung der geplanten Baueingriffe vorgenommen.

1.2 Lage des Projektgebiets

Das Projektgebiet befindet sich in der Örtlichkeit Tobl, westlich von St. Lorenzen. Das Betriebsgebäude und die Außenanlagen der ARA Tobl befinden sich am westlichen Hangfuß des rd. 950 m hohen Pflaurenzer Kopfs, orografisch links der Rienz, die das Betriebsgelände in einem weiten Rechtsbogen umfließt. Die Pustertaler Eisenbahn verläuft auf einer bis zu 10 m hohen Dammschüttung direkt am orografisch linken Flussufer.

Die Zufahrt zur ARA erfolgt von St. Lorenzen über die Gadertaler Staatsstraße (SS 244). Bei ca. Km 2 zweigt rechterhand die LS 178 ab, die direkt bis zum Betriebsgelände der Kläranlage führt. In Abb. 1 sind die Lage des geplanten Neubaus zur Verarbeitung der Klärschlämme sowie der Trassenverlauf der neuen Zufahrt ersichtlich. Für eine detaillierte Beschreibung der vorgesehenen Baueingriffe wird auf die technischen Unterlagen des Ausführungsprojekts verwiesen.

Geologiebüro Jesacher studio di geologia



Abb. 1 Luftaufnahme der Kläranlage Tobl mit ungefährem Verlauf der geplanten Zufahrt und Annahmebunker.

1.3 Grundlagen

Für die Ausarbeitung des vorliegenden Gutachtens wurden folgende Unterlagen verwendet bzw. Erhebungen durchgeführt.

1.3.1 Planungsunterlagen, Kartierungsgrundlagen, Spezialsoftware

- [1] Ara Pustertal AG, Dr. Ing. Konrad Engl: Grundriss und Schnitte des gegenständlichen Projekts, Planungsstand November 2019.
- [2] bodennah Geologen Jesacher & Pallua: geologisches Gutachten für die Optimierung der Klärschlammlogistik in der Kläranlage Tobl, Datum 24.07.2012.
- [3] Geoconsulting des Dott. Geol. I. Starni, Bozen: geologisches Gutachten zum Bau der Kläranlage, Stand September 1990.
- [4] Rocksoil, Prof. P. Lunardi, Mailand: Auszug aus Vortriebsdokumentation für Pilotstollen der Kavernenkläranlage, 1991.
- [5] Fotodokumentation zum Bau der Kläranlage im Zeitraum März 1991 bis Dezember 1995.
- [6] Unterlagen Toblquelle GP 233/1, KG St. Lorenzen (Brauch- und Löschwasserversorgung ARA Tobl).
- [7] Auszug aus technischem Projekt Dr. Ing. Peter Castlunger, Bruneck, Stand Juni 1992, Abnahmeprotokoll Amt f
 ür Gew
 ässernutzung vom 10.12.1997, Konzessionsdekret D/5674 vom 09.03.2009,

Geologiebüro Jesacher studio di geologia

Trinkbarkeitserklärung Dienst für Hygiene und öffentliche Gesundheit Gesundheitsbezirk Bruneck, Akte Nr. 10.400 vom 26.05.1992.

- [8] Unterlagen der digitalen Landeskartografie (Geobrowser).
- [9] Auszug aus Gefahrenzonenplan der Gemeinde St. Lorenzen, Simulationsergebnisse Wassergefahren Gerinne C.255, Unterlagen vom Bauamt der Gemeinde St. Lorenzen in KW 51/2019 erhalten.

1.3.2 Richtlinien, Normen, Allgemeines

- [10] Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: Norme tecniche per le costruzioni (NTC).
- [11] Dekret des Landeshauptmanns vom 01.09.2015, Nr. 22: Aufhebung der Verordnung "Bestimmungen über erdbebensicheres Bauen" (DLH vom 21.07.2009, Nr. 33).
- [12] Dekret des Landeshauptmannes vom 05. August 2008, Nr. 42: Durchführungsverordnung betreffend die Gefahrenzonenpläne.
- [13] DIN EN ISO 14688 und 14689 (ehem. DIN 4022): Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden und Fels.
- [14] DIN 18196: Erd- und Grundbau Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.
- [15] Dachroth, W. (2002): Handbuch der Baugeologie und Geotechnik, 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 681 S.
- [16] Flecker, E. & Reik, G. (2002): Baugeologie. 2. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart, 424 S.
- [17] Vollenschaar, D. (2000): Wendehorst Bautechnische Zahlentafeln, 26. Auflage, B. G. Teubner, Kap. 14 Geotechnik, S. 1021-1117.

1.3.3 Geologische Erkundungen

Für die Vorerkundung der Baugrundverhältnisse wurden im Zeitraum 2011 – 2019 folgende Erkundungen durchgeführt.

Geologische Kartierung

Die bereits 2011 – 2012 für das ursprüngliche Projekt durchgeführte Kartierung wurde im November 2019 ergänzt. Schwerpunktmäßig wurden dabei die neu im Zuge der Errichtung der Baustellenzufahrt für die Tunnelbaustelle "Klosterwaldtunnel" (Neue Einfahrt Gadertal) freigelegten Bodenaufschlüsse aufgenommen.

<u>Seismik</u>

Im Zuge der geologischen Machbarkeitsstudie für das ursprüngliche Projekt hatte die Firma Geo Analysis aus Brixen bereits 2011 im Auftrag der ARA Pustertal insgesamt fünf seismische Profile mit einer Gesamtlänge von ca. 250 m im Projektgebiet gemessen. Die Profilauslegung erfolgte nach Vorgaben des Projektgeologen. Der genaue Profilverlauf ist in der geologischen Karte in Anlage 1 sowie in den Anlagen 4 und 5 ersichtlich.

Als Verfahren wurde die sog. Refraktionsseismik mit tomografischer Auswertung eingesetzt. Weiter wurden auch 5 punktuelle, passive seismische Untersuchungen HVSR durchgeführt. Die angewandte Messmethodik und –technik ist im Ergebnisbericht in Anlage 4 erläutert. Auf

Grundlage der Bohrergebnisse wurden 2 zusätzliche seismische Profile (Profile 4 und 5) gemessen und eine Reinterpretation der Seismik durchgeführt (siehe Anlage 5).

Im Rahmen eines weiteren Projekts (Neuerrichtung Brauchwasserbrunnen), wurden im Jahr 2017 von der Firma Pöyry aus Salzburg zwei weitere seismische Profile mit einer Länge von 150 m und 90 m gemessen. Der genaue Profilverlauf ist in der geologischen Karte in Anlage 1 ersichtlich; die Ergebnisse sind in Anlage 6 dargestellt.

Erkundungsbohrungen

Im Jahr 2012 wurden für das ursprüngliche Projekt zwei Horizontal- bzw. Schrägbohrungen mit durchgehendem Kerngewinn von der Firma Landservice aus Bozen ausgeführt. Die Bohrung 12/1 liegt im Bereich des geplanten Bauwerkstandorts; die Bohrung 12/2 deutlich weiter nördlich und hat daher für den aktuellen Baustandort nur eine beschränkte Aussagekraft.

Die genaue Position der Bohrpunkte und die in die Horizontale projizierte Bohrrichtung sind in der geologischen Karte in Anlage 1 ersichtlich. Die vollständige Bohrdokumentation ist im Anhang A3 enthalten.

In der unterstehenden Aufzählung sind die wichtigsten Angaben zu den Bohrpositionen und längen enthalten.

Bezeichnung	Länge	Orientierung (Fallrichtung und –winkel)	UTM Koordinaten
B12/1	20,6 m	324,4°/51°	x 5185312,958 m y 719361,432 m z 817,217 m
B12/2	20,0 m	149,7°/13°	x 5185398,942 m y 719389,693 m z 803,615 m

2. GEOLOGISCHER TEIL

2.1 Regionalgeologischer Überblick

Das Projektgebiet liegt am Nordrand des Südalpins, welches durch die weiter nördlich im Bereich von Pfalzen etwa parallel zum Pustertal verlaufende Periadriatische Linie vom Ostalpin getrennt wird. Am Nordrand des Südalpins ist das kristalline Grundgebirge in Form von Brixner Quarzphyllit aufgeschlossen. Es handelt sich dabei um eine durchaus mächtige Abfolge aus vorwiegend glimmer- und quarzreichen Phylliten, Schiefern und untergeordnet auch Quarziten. Im Gebiet des Pflaurenzer Kopfs und im Bereich der Sonnenburg wird der Quarzphyllit von mehreren Dioritgängen durchschlagen.

Das Felsrelief ist im Untersuchungsgebiet durch unterschiedlich mächtige quartäre Lockergesteine überdeckt. Es handelt sich dabei größtenteils um alluviale Schotterterrassen der Rienz und untergeordnet Moränenablagerungen, die im Projektgebiet nur als Erosionsreste unterhalb der jüngeren Terrassenschotter erhalten sind. Im nördlichen Hangbereich treten unterschiedlich mächtige künstliche Auffüllungen auf, die im Zuge des Baus der Kavernenkläranlage angelegt worden sind.

2.2 Lokale geologische Situation – Baugrundmodell

Der gesamte nördliche, relativ gleichförmig mit 30 bis max. 35° Richtung Westen einfallende Hang, zwischen Betriebsgebäude und den am oberen Böschungsrand verlaufenden Forstweg (gleichzeitig Zufahrt zum Biofilter), befindet sich im ehemaligen Voreinschnittsbereich der dort verlaufenden Zugangstollen zur Kavernenkläranlage und der direkt daran angrenzenden ehemaligen Baugrube der Faultürme. Der gesamte Bereich wurde etwa bis zur heutigen Gebäuderückseite mit Tunnelausbruch- und Aushubmaterial verfüllt. In der im betreffenden Abschnitt etwa quer zum Hang niedergebrachten Schrägbohrung B12/02 wurde entsprechend bis 4,6 m Bohrtiefe Felsausbruchmaterial aus Quarzphyllit und darunter erst der gewachsene Boden angetroffen. Weiter konnte nachgewiesen werden, dass das über dem stark reliefierten Fels-untergrund aus Brixner Quarzphyllit liegende Quartär nicht ursprünglich angenommen nur aus kiesig-sandigen Alluvionen der Rienz besteht, sondern dass im Liegenden ein bis zu 7 m mächtiger Erosionsrest einer schluffig-tonigen, vermutlich durch Hangwasserzutritte stark aufgeweichten Grundmoräne vorhanden ist. Erst darunter folgt der an der Oberfläche stark verwitterte und stark zerlegte Quarzphyllit.

Der Hang bergseitig vom südlichen Teil des Verwaltungsgebäudes (Bestand) und vor allem im Bereich des geplanten Neubaus weist eine deutlich steilere Hangneigung auf. Nördlich vom geplanten Annahmebunker ist am Fuß der ca. 20 m hohen Böschung der Fels in Form von stark klüftigem Quarzphyllit direkt an der Oberfläche aufgeschlossen. Die 5 – 10 m hohe Felsböschung im südlichen Abschnitt weist derzeit eine Neigung von 50 – 60° auf, die Felsoberfläche ist mit einem Steinschlagschutznetz abgedeckt. Das Betriebsgebäude gründet ebenfalls im anstehenden Fels. Die Felskernstrecken in den Erkundungsbohrungen (siehe auch Bohrprofile im Anhang 4) waren durchwegs stark zerlegt, die Trennflächen wiesen zum Teil auch Spiegelharnische auf, was auf eine tektonische Überprägung des Felsuntergrunds hinweist. Aufgrund fehlender Gefügedaten konnte der Verlauf der Störungszone nicht bestimmt werden. Ein annähernd parallel zum Taleinschnitt und damit N-S gerichteter Verlauf der Störungszone wird angenommen, zumal auch aus der Vortriebsdokumentation der Zugangsstollen entsprechende Hinweise für querschlägig verlaufende Störungszonen im Eingangsbereich vorliegen.

Der Hang im Bereich des geplanten Neubaus weist eine bis zu 20 m mächtige Lockergesteinsauflage auf. Durch die Seismik lässt sich nicht eindeutig bestimmen, ob die in der Bohrung B12/02 im Liegenden der Alluvionen nachgewiesene Grundmoräne Richtung Süden auskeilt und erst oberhalb des Quellsammelschachts im Bereich von Schnitt B-B wieder vorhanden ist oder sich über den gesamten Hang ohne Unterbrechung durchzieht. Es wird davon ausgegangen, dass im Bereich des geplanten Neubaus unterhalb der Alluvionen Moräne ansteht, die vermutlich nach Norden auskeilt. Darunter steht der Fels in Form von Quarzphylliten der Brixen-Einheit an.

Auf Grundlage der durchgeführten Erkundungen kann von folgendem Baugrundmodell ausgegangen werden:

Neubau Annahmebunker inkl. der hier erforderlichen Geländeschnitte für die Rangier- und Wendebereiche an der Westseite:

- Aushub erfolgt wie in den geologischen Profilschnitten ersichtlich, bis knapp auf Aushubbzw. Gründungsplanum in weitgestuften, mitteldicht bis dicht gelagerten Rienzschottern, die hangseitig von Moräne unterlagert werden (vermutlich Erosionsrest).
- Aushubplanum und Gründungen liegen durchgehend im Festgestein (stark geschieferte und zerlegte Quarzphyllite der Brixen-Einheit). Laut Seismik taucht die Felslinie zwar nach Nordwesten ab bzw. nimmt in diese Richtung die Mächtigkeit der Lockergesteinsauflage zu. Die tiefsten Aushubbereiche liegen wie in den beiliegenden Profilschnitten ersichtlich ist trotzdem komplett im Fels.
- Stark witterungsabhängige Schicht-/Hangwasserzutritte an der Grenze zwischen den stark durchlässigen Alluvionen und der gering durchlässigen Grundmoräne bzw. dem im vorderen Teil anstehenden Fels (Quarzphyllit).
- Der Fassungsbereich der Brauchwasserquelle "Tobl" liegt vermutlich im Aushubbereich für den geplanten Neubau. Die Quelle muss im Zuge des Neubaus neu gefasst werden (siehe hierzu Hinweise in Kap. 3).

Verlegung Zufahrtstraße:

• Baumaßnahmen finden ausschließlich in den weitgestuften, überwiegend kiesigen Rienz-Alluvionen statt. Oberflächig muss mit gering mächtigem Auffüllmaterial und durch frühere Baumaßnahmen umgelagerten Baugrund gerechnet werden.

Geologiebüro Jesacher studio di geologia

• Schüttdamm der Eisenbahn liegt (knapp) außerhalb vom Baueingriffsbereich.

2.3 Seismische Klassifizierung

Mit Dekret des Landeshauptmanns vom 01.09.2015, Nr. 22 wurde das bisher geltende Dekret vom 21.07.09, Nr. 33 aufgehoben und folglich müssen bei der Planung von allen Bauvorhaben die Normen für erdbebensicheres Bauen gem. Vorgaben aus den Normen für technische Bauwerke (NTC 2018) berücksichtigt werden.

2.3.1 Festlegung der Nutzungsklasse und Nutzungsdauer

Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung des Gutachtens lagen diesbezüglich noch keine klaren Vorgaben von Bauherr und / oder Projektant vor. In Anlehnung an die Vorgaben der technischen Normen für Bauwerke werden für die geplante Anlage (Klärschlammtrocknung- und Verbrennung) vorerst folgende Parameter angenommen:

Nutzungsklasse (*classe d'uso*): <u>Nutzungsklasse II</u>; laut NTC § 2.4.3. gilt ein <u>Nutzungskoeffizient (C_U) von 1,5.</u>

Nutzungsdauer (vita nominale di progetto" – V_N): <u>100 Jahre</u>

Der Bezugszeitraum (V_R) berechnet sich wie folgt:

$$V_{R} = V_{N} * C_{U} = 100 * 1,5 = 150 \text{ Jahre}$$

2.3.2 Parameter ag, Fo, Tc

Nach vorläufiger Festlegung der Nutzungsparameter werden mit Hilfe der Software von Geo-Stru die Parameter a_q , F_0 und T_c bestimmt (siehe untenstehende Grafik).



2.3.3 Bestimmung der Baugrundklassen

Auf Grundlage der durchgeführten Erkundungen erfolgt die Gründung der neu zu errichtenden Gebäude im anstehenden Fels (<u>Baugrundklasse A</u>). In der Baugrundklasse A können die Koeffizienten S_s und C_c gleich 1 gesetzt werden.

Für die Dimensionierung der Stützmauern, evtl. auch der Baugrubensicherung, falls diese als permanente Sicherungsmaßnahme ausgelegt wird, muss die <u>Baugrundklasse C</u> angesetzt werden. Für die Ermittlung des stratigraphischen Korrekturfaktors S_S und C_C sind in dieser Baugrundklasse entsprechend die Gleichungen, wie in untenstehender Tabelle angegeben, anzuwenden:

Categoria sottosuolo	S ₅	C _c
Α	1,00	1,00
В	$1,00 \le 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
с	$1,00 \le 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,50$	1,05 · (T _C [*]) ^{-0,33}
D	$0.90 \le 2.40 - 1.50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1.80$	1,25 · (T _c [*]) ^{-0,50}
E	$1,00 \le 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,60$	1,15 · (T [*] _C) ^{-0,40}

2.3.4 Topografische Kategorie und topografischer Verstärkungskoeffizient

Der Bauwerksstand fällt in die topographische Kategorie <u>T2</u>; der topographische Verstärkungskoeffizient <u>S</u>_T beträgt 1,2.

2.4 Gefahrenprüfung

2.4.1 Zonierung laut Gefahrenzonenplan

Im Gefahrenzonenplan wurden die untersuchten Flächen wie folgt klassifiziert (siehe auch Abb. 3).

<u>Massenbewegungen</u>: keine Gefahr in den untersuchten Bereichen; die Gefahrenstufe LX0a (grau) gilt auch für die noch nicht zonierten Bauflächen.

Lawinen: keine Gefahr in den untersuchten Bereichen; die Gefahrenstufe AX0a (grau) gilt auch für die noch nicht zonierten Bauflächen.

<u>Wassergefahren</u>: Laut Gefahrenzonenplan kommt es aus dem südlich angrenzenden Taleinschnitt entlang der Zufahrtsstraße zu einer Übersarung, der vor allem die Zufahrt und den heutigen Parkplatz betrifft. Die bestehenden Betriebsanlagen und auch der geplante Neubau sind nur randlich betroffen. Der vordere nordwestliche Teil des Gebäudes liegt entsprechend in einer Gefahrenzone <u>IS3a.</u> Die maximalen Überflutungshöhen liegen bei knapp 0,5 m. Die Zufahrtsstraße und der Vorplatz liegen bereits in der höheren Gefahrenstufe <u>IN5a</u>. Dort betragen die Überflutungshöhen immerhin bis zu 1,4 m.



Abb. 2 Gefahrenzonenkarte des Untersuchungsgebiets mit Überlagerung Baumaßnahmen (in Magenta, nicht im Maßstab, aus [9]).



Abb. 3 Maximale Überflutungshöhen bei 300-jährigem Ereignis mit Überlagerung Baumaßnahmen (in Magenta, nicht im Maßstab, aus [9]).

Geologiebüro Jesacher studio di geologia

2.4.2 Konzeptvorschlag Schutzmaßnahmen

Nachfolgend werden einige Vorschläge zur Verbesserung / Beseitigung der Hochwassergefahr dargelegt, die auf jeden Fall noch mit dem Amt für Wildbach- und Lawinenverbauung zu besprechen und im Detail zu planen sind:

- Änderung der Querneigung der Zufahrtsstraße (L.S.174) im unteren Teil, sodass das Schadwasser möglichst von der Einfahrt weg Richtung Westen zum Einlaufschacht vom Rohrdurchlass unterhalb vom Eisenbahndamm abgeleitet wird
- Aufweitung Rohrdurchlass unterhalb des Eisenbahndamms, damit das Schadwasser im Ereignisfall Richtung Rienz abgeleitet werden kann.

Die Planung der oben angeführten Lösungsvorschläge muss von einem fachkundigen Planer in enger Abstimmung mit den zuständigen Landesämtern (vor allem Amt für Wildbachverbauung) durchgeführt werden.

Das Projekt muss einer Kompatibilitätsprüfung im Sinne des Art. 11 des DLH vom 05.08.2008, Nr. 42 unterzogen werden.

3. GEOTECHNISCHER TEIL UND PLANUNGSHINWEISE

3.1 Geotechnische Einheiten

Auf Grundlage der Ergebnisse aus der Baugrunderkundung und gestützt auf Erfahrungs- und Literaturwerte werden den verschiedenen im Untersuchungsgebiet festgestellten geologischen Einheiten sog. geotechnische Einheiten (nachfolgend als GE bezeichnet) zugeordnet und aus geotechnischer Sicht parametrisiert. Unter einer sog. geotechnischen Einheit (GE) werden solche Bodeneinheiten zusammengefasst, die in Bezug auf folgende Eigenschaften / Parameter gleichartig anzusehen sind: Parameter des Korngemisches, mineralogische Zusammensetzung, hydraulische Eigenschaften, Lagerungsdichte und relevante bodenmechanische Kennwerte (Dichte, innerer Reibungswinkel, Kohäsion, Steifemodul).

Die verschiedenen im Projektgebiet auftretenden geologischen Formationen werden zu folgende Bodeneinheiten zusammengefasst.

Geologische Einheit	Bodeneinheit (BE)
Alluvionen	GE 2
Moräne	GE 3
Fels (Quarzphyllit)	GE 4

3.2 Geotechnische Parametrisierung

3.2.3 Alluvionen – GE 1

<u>Kurzbeschreibung:</u> Kies, stark sandig, bereichsweise leicht schluffig, einzelne Steine, polymikt (hoher Anteil an Karbonatklasten), Komponenten gerundet bis kanten-gerundet, rollig bis leicht bindig, geschichtet.

Lagerungsdichte:	mitteldicht - dicht
------------------	---------------------

Geotechnische Kennwerte:

Wichte y:	21 – 22 kN/m³

Scherparameter:

Innerer Reibungswinkel ϕ' 36° - 38°

Kohäsion c' 2 - 0 kPa

Steifemodul E_s 50 – 60 MPa

3.2.4 Moräne – GE 2

	Kurzbeschreibung:	Schluff tonig mit einzelnen kantengerundeten Klasten, bindig, ungeschichtet
	Konsistenz:	weich- bis steifplastisch
	Geotechnische Kennwerte:	
	Wichte γ:	18 – 19 kN/m³
	Scherparameter:	
	Innerer Reibungswinkel ϕ '	26° - 28°
	Kohäsion c'	15 - 10 kPa
	Steifemodul E _S	20 – 30 MPa
3.2.5	Fels (Quarzphyllit) – GE 3	
	Kurzbeschreibung:	dunkelgrauer Phyllit mit Hellglimmer, Chlorit, Quarz und Albit, ausgeprägte Schieferung mit dm-großen, parallel zur Schiefe- rung gelängten Quarzlinsen, stark zerlegt (RQD <20), ober- flächennah schluffig-tonig verwittert

<u>Orientierung Trennflächen:</u> 60° nach WSW einfallende Schieferung, unregelmäßige engständige Klüftung, bereichsweise kleinstückig zerbrochen

Felskennwerte:

Dichte p: $2,8 - 2,9 \text{ g/cm}^3$

Klassifikation nach Hoek Brown (berechnet mit Roclab)

UCS:	30 – 40 MPa
GSI:	35
Konstante m _i :	7
D (disturbante factor):	1

Bruchkriterien nach Mohr Coulomb für eine Böschung mit 5 m Höhe und mechanischem Aushub: c' = 0,058 MPa, ϕ ' = 25,76°

3.3 Baugeologie und Planungshinweise Neubau Klärschlammverarbeitungsanlage

3.3.1 Baugrundzusammensetzung, Lösefestigkeit des Aushubmaterials

Das angenommene Baugrundmodell ist in den geologischen Schnitten Q2 und L1 in Anlage A2 dargestellt. Der Großteil des Aushubs erfolgt im Lockermaterial (GE1 und GE2). In den oberen 10-12 Meter werden weitgestufte Kiese (GE1) angetroffen, die im unteren Hangab-

schnitt (ca. unterhalb 802 m Mh.) von einer bis zu 6 m mächtigen Moräne unterlagert werden. Der Fels (Quarzphyllit – GE 3) betrifft ausschließlich den tiefsten Aushubbereich. Laut geologischem Modell erfolgt die Gründung komplett im Fels (GE 3).

In Anlehnung an DIN 18300 ist von folgender prozentueller Verteilung der prognostizierten Bodeneinheiten und entsprechenden Aushubklassen auszugehen:

Prozentmäßiger Anteil	Bodeneinheit	Aushubklasse
60%	GE 1	Klasse 3 - leicht lösbare Bodenart ¹
20%	GE 2	Klasse 4 - mittelschwer lösbare Bodenart ²
20%	GE 3	Klasse 6 – leicht lösbarer Fels ³

Die Aushubklassen 3 und 4 können mit einem entsprechend leistungsstarken Aushubbagger ohne nennenswerte Erschwernisse bewältigt werden. In der Aushubklasse 6 muss der Fels mit einem Reißzahn oder hydraulischem Meißel gelockert werden.

Beim Felsabtrag mit hydraulischem Meißel ist mit Erschütterungen im Untergrund sowie deren Übertragung auf die Umgebung zu rechnen. Da die Baugrube direkt an das ebenfalls im Fels gegründete Bestandsgebäude grenzt, muss der Felsabtrag möglichst erschütterungsarm erfolgen. Es gelten dabei die Vorgaben aus DIN 4150 "Erschütterungen im Bauwesen - Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen". Im Zweifelsfall ist die Einhaltung der für Industriegebäude geltenden Erschütterungsgrenzwerte durch Messungen vor Ort zu überprüfen. Eine Beweissicherung am bestehenden Betriebsgebäude vor Beginn der Aushubarbeiten wird auf alle Fälle dringend empfohlen (Bestandsaufnahme mit Beschreibung und Fotodokumentation von bereits vorhandenen Schäden (bspw. Risse).

3.3.2 Baugrubensicherung und zulässige Böschungsneigungen

Die bergseitig bis zu (!) 20 m hohe größtenteils im Lockermaterial zu errichtende Baugrubenböschung sowie der hintere Abschnitt der nordseitigen (seitlichen) Aushubböschung muss im Schutz einer geeigneten Baugrubensicherung errichtet werden, deren Dimensionierung auf Grundlage des prognostizierten Baugrundmodells und der den verschiedenen Bodeneinheiten zugeordneten geotechnischen Parameter von einem fachkundigen Ingenieur vorgenommen werden muss.

Die talseitigen Aushubböschungen können aufgrund der geringen Höhe (max. 3 m Vertikalhöhe) durch freies Böschen hergestellt werden. Der maximal zulässige Böschungswinkel beträgt ohne seitliche Auflast 55°.

¹Klasse 3: nicht bindige bis schwach bindige Sande und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15% Beimengungen an Schluff und Ton und mit höchstens 30% Steinen

² Klasse 4: bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität, die je nach Wassergehalt weich bis halbfest sind und höchstens 30% Steinanteil aufweisen

³Klasse 6: stark klüftiger und entsprechend brüchiger Fels

3.3.3 Hinweise zur Gründung

Die <u>Gebäudegründung</u> erfolgt im anstehenden Festgestein und kann daher mit Sicherheit als konventionelle Flachgründung konzipiert werden. Bei der statischen Dimensionierung der Gründungen kann in Abhängigkeit der Fundamentgeometrie von einer Grenzlast Gründung – Baugrund (SLU Ansatz 1 – Kombination 2) in Abhängigkeit der Fundamentgeometrie in der Größenordnung von <u>0,8-0,9 MPa</u> ausgegangen werden.

3.3.4 Hinweise zur Gebäudehinterfüllung, Drainagierungsmaßnahmen

Das Aushubmaterial aus GE 1 (Alluvionen) und GE 3 (Quarzphyllit) können für die Gebäudehinterfüllung wiederverwendet werden. GE 2 (Moräne) ist aufgrund des hohen Feinkornanteils hierfür nicht geeignet.

Für den Endzustand wird eine Entwässerung der eingeschütteten Gebäudeteile empfohlen. Dies erfolgt durch den Einbau einer Ringdrainage, welche anfallende Wässer sammelt und in die bestehende Weißwasserentsorgung einleitet. Die Basis der Ringdrainage sollte geringfügig unterhalb vom Gründungsniveau liegen. Weiter ist auch auf ein ausreichendes Längsgefälle des Drainagegrabens zu achten.

3.4 Verlegung und Neufassung Brauchwasserquelle "Tobl"

Die Toblquelle wird derzeit von der ARA Tobl als Brauchwasserquelle genutzt. Die Quelle weist eine Schüttung von ca. 1 l/s auf. Im nachfolgenden Lageplan (Auszug aus Projekt Ing. Castlunger) sind die Positionen der Quellfassung und der Sammelleitungen ersichtlich.



Abb. 4 Lageplan Toblquelle (Auszug aus [7]).

Wie im Lageplan in Abb. 4 ersichtlich ist, wird der Sammelschacht der Toblquelle durch zwei Sammelleitungen gespeist, nämlich einer längs der Zufahrtsstraße bzw. Taleinschnitts verlaufenden Sammel- bzw. Drainageleitung (vermutlich Anspeisung durch Grundwasserbegleitstrom im NW-SE verlaufenden Taleinschnitt) und einer weiteren, knapp oberhalb der geplanten Zufahrt austretenden Quelle (vermutlich Quellaustritt entlang Schichtgrenze Alluvionen - Moräne).

Letztgenannte Quellfassung liegt It. vorliegenden Plandokumenten im vorgesehenen Baueingriffsbereich bzw. knapp bergseitig davon. Die genaue Position der Quellfassung ist derzeit allerdings nicht bekannt bzw. lässt sich aus den Bestandsplänen nicht mit der erforderlichen Detailgenauigkeit rekonstruieren. Es wird daher dringend empfohlen, ausgehend vom Sammelschacht mittels Kamerabefahrung eine genaue Verortung und Einmessung des Verlaufs der Quellzuleitungen vorzunehmen bzw. die Fassungsbereiche möglichst genau zu lokalisieren. In Abhängigkeit der genauen Position der Fassungsbereiche kann unter Umständen eine Anpassung der Gebäudegeometrie erforderlich sein.

Die Freilegung und Neufassung der Quelle muss von einem Geologen beaufsichtigt werden. Die Fassungsbereiche sind mit Markiersteinen dauerhaft zu kennzeichnen und mittels Detailvermessung zu dokumentieren.

4. SCHLUSSBEMERKUNG

Die geologische Machbarkeit des Bauprojekts kann aufgrund des dargelegten Sachverhalts bestätigt werden.

Die Hinweise bezüglich Baugrubensicherung, Gründung und Neufassung / Verlegung Brauchwasserquelle Tobl sind im Zuge der weiterführenden Planung zu beachten. Der Geologe sollte auf jeden Fall in die weitere Planung einbezogen, damit die im vorliegenden Bericht aufgezeigten Fragestellung vertiefend untersucht und bewertet werden können.



© 2019 Geologiebüro Jesacher studio di geolc

F:\BACKUP\Daten\PROJEKTE\19-223 Klärschlammtrocknung ARA Tobl\Projektunterlagen\Büro\A-CAD\19-223_geol. Karte_Profile.dwg



¹ Geologiebüro **Jesacher** studio di geolog_i

F:\BACKUP\Daten\PROJEKTE\19-223 Klärschlammtrocknung ARA Tobl\Projektunterlagen\Büro\A-CAD\19-223_geol. Karte_Profile.dwg

Anhang A3: Dokumentation Erkundungsbohrungen 2011 (Landservice, Bozen)



AUFTRAGGEB PROJEKT: GE ORT: PFLAUR DATUM: VON							ER: A OLOG ENZ 1 28.	RA I ISCH (BZ) 05	PUST E UI – K BIS	ERAI NTER LÄRA 30.0	AG SUCI NLAC	HUNC GE A	G RA T	OBL		B(X= Y= Z= M	OHR =0S7 =NO1 =m AßS7	UNC [= 7 RD= ü. M 'AB	H N1 71930 518 1.= 8 1:50	r. B12/01 31,432 35312,958 317,217 Seite 1		
OBERLEITER: DR. R. PILSER BOHRGER						ÄTFÜ	HREF	R HR	.: G.	BAT'	TAN]	BOHF	RGER	ÄT:	NENZ	ZI GELMA 1			
						nen				FE	LDVE	RSUCH	łE									
Bohrverfahren ø n	Vermantelung ø n	Schichtendicke m	Tiefe m	Legende	GESTEINBESCHR	EIBUNG	Kerngewinn %	R.Q.D. %	Entnommene Prot	Tiefe	Standa M C U 12 0	Ard Pen Jr. Colp U U U U U U U U U U U U U	netration pi g 9 - 0 0 0 0	n Test .T.d.S.N	Art der Spitze	Pocket Pen. MPa	Vane Test MPa	Grundwasserstand m	Pegelrohr	BEMERKUNGEN		
		0.20	0.20		Mutterboden. Aufschüttung aus Sand, organischen Anteilen, ve Ziegelreste, braun, leicht	schluffig mit reinzelt bindig.	100													Schrägbohrung: 324,396/51 Koordinatensystem UTM WGS 84.		
				0.000 b 0.010 b 0.000			1.50															
			2				100															
					3				3.00													
			4				100															
			5				4.50															
				0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.0	Kies, stark sandig mit Stein abschnittsweise leicht schlu beigebraun, Ømax 5cm, kan polymikt (hoher Anteil an	teinen, chluffig, kantengerundet, m	100															
m			6		Rai bollaklastell), Tollig E	.arbonaklasten), rollig bis leicht bindig.	6.00															
r ø 101 n	mm		7				7 50															
chkernroh	ø 127		8	00000			100															
Einfa			9	00000 0000 000000000000000000000000000			9.00															
				0.00 bbo 0.00 b			100															
		9.00	10				10.50															
			11		Sand, schluffig, braun, h	eicht bindig.	100															
		2.00	12																			
				010140 11 10 19 19 14 0 10			100															
			13	101401 11019 20 JOI 01	Feinkies, stark sandig, s einzelnen Steinen,beigebı kantengerundet, polymik	chluffig, mit raun, Ømax 5cm, t, leicht bindig.	13.50															
			14	0401000			100															
		2.60	<u>14.60</u> 15		Stein— bis Kiesklasten a (?zerbohrter Quarzphyllit	us Quarzphyllit block).	15.00															

DER BEARBEITER	DR. R. PILSER
DER DIREKTOR	DR. M. MARTINTONI

BESCHEINIGUNG NR. 0143/S/B12/01.1/12 von dem 07.06.2012

LAND SERVICE
BOLZANO – BOZEN – 0471 / 285434

AUFTRAGGEBER: ARA PUSTERAL AG PROJEKT: GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG ORT: PFLAURENZ (BZ) – KLÄRANLAGE ARA TOBL DATUM: VON 28.05 BIS 30.05.12

OBERLEITER: DR. R. PILSER

BOHRGERÄTFÜHRER HR.: G. BATTAN

BOHRGERÄT: NENZI GELMA 1

H	E					e			FELDVERSUCHE										
Bohrverfahren ø m	Vermantelung ø m	Schichtendicke m	Tiefe m	Legende	GESTEINBESCHREIBUNG	Kerngewinn %	R.Q.D. %	Entnommene Proh	Tiefe	Standa M C 12 0	Ard Pen Nr. Colp E 0 0 0 0 1 1 1 1	ietration i 30-42 30-	n Test L'd'S'N	Art der Spitze	Pocket Pen. MPa	Vane Test MPa	Grundwasserstand m	Pegelrohr	BEMERKUNGEN
		1.10	15.70		Stein— bis Kiesklasten aus Quarzphyllit (?zerbohrter Quarzphyllitblock).	- 100													
101 mm			16	นกานสานกาน ตั้นไปจำไม่ไม่ไ ไปไข่ไปไปไปจะ	Sand, schluffig, gering kiesig, braun,	<u>16.50</u>													
chkernrohr ø	ø 127 mm	2.30	0 18		Telefit billdig.	100 18.00													
Einfa			19		Schluff, tonig, gering kiesig, bindig, monomikt (Quarzphyllit).	100													
NT2 101 mm 101 mm	19.60	1.40	<u>19.40</u> 20		Quarzphyllit, dunkelgrau, weiße mm-cm dicke Quarzlinsen und -knauern, Schieferung annäherend parallel zur Bohrlochachse streichend, stark zerlegt, z. T. Spiegelbarnische auf Bruchflächen	<u>19.50</u> 100													
20.60		1.20	<u>20.60</u> 21		Endteufe m. 20.60.	20.60													
			22																
			23																
			24																
			25																
			26																
			27																
			28																
			29 30																

DER BEARBEITER	DR. R. PILSER
DER DIREKTOR	DR. M. MARTINTONI

BESCHEINIGUNG NR. 0143/S/B12/01.2/12 von dem 07.06.2012

AUFTRAGG PROJEKT: DOLZANO – BOZEN – 0471 / 285434							UFTRAGGEBER: ARA PUSTERAL AG ROJEKT: GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG RT: PFLAURENZ (BZ) – KLÄRANLAGE ARA TOBL ATUM: VON 31.05 BIS 04.06.12							BOHRUNG Nr. $B12/02$ X=0ST= 719389,693 Y=NORD= 5185398,942 Z=m ü. M.= 803,615 MABSTAB 1:50 Seite 1						
01	BERI	EITE	R: DR	2. R. P	ILSER	BOHRGERÄ	\ TFÜI	HREF	R HR	.: G.	BAT'	TAN				BOHF	RGER	ÄT:	NEN2	ZI GELMA 1
	В								en				FI	ELDVE	RSUCHE					
Bohrverfahren ø m	Vermantelung ø m	Schichtendicke m	Tiefe m	Legende	GESTEINBESCHR	EIBUNG	Kerngewinn %	R.Q.D. %	Entnommene Prot	Tiefe	Standa M 0-12 cm 0-12	Ard Pen Nr. Colp E 0 0 0 0 0 1 2 1	netratio pi 29 - 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	n Test .L.d.S.N	Art der Spitze	Pocket Pen. MPa	Vane Test MPa	Grundwasserstand m	Pegelrohr	BEMERKUNGEN
				* * * * * * * * * * * *	Grasnarbe, organischer E (Rindenmulch).	Boden														Schrägbohrung: 149.745/13
		0.50	0.50	0 0 0 0			100													Koordinatensystem UTM WGS 84.
			2 0 0 0 3 0 0	0 0 0 0	Sand, kiesig mit einzelnen Ste monomikt (quarzphyllitisches	en Steinen, grau, ches	100													
				0 0 0	Aushubmaterial).															
			4	4		100														
		4.10	4.60	0 0																
							100													
g			6		Sand, schluffig, braun, lei	eicht bindig.	6.00													
101 mr		2.50	7				100													
nrohr ø	127 mm	0.10	7.20		Stein (Quarzphyllit).		7.50													
infachker	Ø		8				100													
			9				9.00													
			10				100													
			4.4				<u>10.50</u>													
			11		scniuff, tonig, gering kie kantengerundete Klasten, bis steifplastisch, polymi	sıg, eınzelne , grau, weich— kt.	100													
			12				12.00													
			13				100													
			14				<u>13.50</u>													
			14				100													
		7.80	15				15.00													

DER BEARBEITER	DR. R. PILSER
DER DIREKTOR	DR. M. MARTINTONI

BESCHEINIGUNG NR. 0143/S/B12/02.1/12 von dem 07.06.2012

LAND	SERVICE
BOLZANO – BOZEN	1 - 0471 / 285434

AUFTRAGGEBER: ARA PUSTERAL AG PROJEKT: GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG ORT: PFLAURENZ (BZ) – KLÄRANLAGE ARA TOBL DATUM: VON 31.05 BIS 04.06.12

 $\begin{array}{c|ccccc} & BOHRUNG & Nr. & B12/02 \\ & X=OST=& 719389,693 \\ & Y=NORD=& 5185398,942 \\ & Z=m & \mbox{u}. & M.=& 803,615 \\ & MABSTAB & 1:50 & Seite & 1 \\ \end{array}$

OBERLEITER: DR. R. PILSER

BOHRGERÄTFÜHRER HR.: G. BATTAN

BOHRGERÄT: NENZI GELMA 1

g	H							nen				FI	ELDVE	RSUCH	HE				
а 0	п 0.	B						Prol		Standa	ard Per	netratio	n Test	0			put		
liren	lung	dick			GESTEINBESCHREIBUNG	и 2		ene		N	Nr. Colp	pi d		pitze	en.		erste		BEMERKUNGEN
erfal	ante	hten	B	ıde		gewin	~	umo		сШ		2 CII	E.	ler S	et P	Tes	lwass	Irohr	
ohrv	erm.	chic	iefe	eger		(ern{	8.Q.D	Intro	liefe)-15	2-3	30-4	V.S.P	urt d	Pock(/ane IPa	hund	egel	
Ä	Λ	8	F	I		4		E E	L.	0	-		4	A	PE	14	0 4	щ	
rohr	m			EBEEEE	Cobluff tonia agains leasis hindis														
ikerni	u ∼				monomikt (Quarzphyllit).														
infach	ø 12	0.80	15.80			100													
19.00	<u>19.00</u>		16																
						16.50													
			17																
11 L						100													
10																			
NO NO			1.0		Quarzphyllit, dunkelgrau, weiße mm-cm dicke Quarzlinsen und -knauern, sehr	19.00													
ntk 			10		stark zerlegt.	10.00													
ohr																			
Dia						100													
lke			19																
ppe																			
D0 D						19.50													
						100													
20.00		4.20	20			20.00													
					Endteufe m. 20.00.														
			21																
			~1																
			22																
			23	\ \															
			24																
			25																
			26																
			~~																
			27																
			00																
			~0																
			29																
			30																

DER BEARBEITER	DR. R. PILSER
DER DIREKTOR	DR. M. MARTINTONI

BESCHEINIGUNG NR. 0143/S/B12/02.2/12 von dem 07.06.2012





Pflaurenz (BZ) - B12/1 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 5.00



Pflaurenz (BZ) - B12/1 - Box 2 - m 5.00 \div m 10.00



Pflaurenz (BZ) - B12/1 - Box 3 - m 10.00 \div m 15.00



Pflaurenz (BZ) - B12/1 - Box 4 - m 15.00 ÷ m 20.00



Pflaurenz (BZ) - B12/1 - Box 5 - m 20.00 \div m 20.60





Pflaurenz (BZ) - B12/2 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 5.00



Pflaurenz (BZ) - B12/2 - Box 2 - m 5.00 ÷ m 10.00



Pflaurenz (BZ) - B12/2 - Box 3 - m 10.00 \div m 15.00





Pflaurenz (BZ) - B12/2 - Box 4 - m 15.00 ÷ m 20.00

LISTE - GPS PUNKTE

Projekt : Bodennah-ARA

Benutzername Koordinatensystem Projektdatum	Ossi UTM WGS 1984	Datum & Zeit Zone	11:15:36 06.06.2012 32 North
Vertikales Datum Koordinateneinheiten Streckeneinheiten Ellips. Höheneinheiten	Meter Meter	Geoid-Modell	GEO-TNBZ

Kartiercode	Ellipsoid-Höhe	Höhe	Rechtswert	Hochwert	Name
	903,754m	852 , 918m	724458,147m	5186757 , 392m	RTCM0102
09	854,437m	803,615m	719389 , 693m	5185398 , 942m	B12-2
09	868,041m	817 , 217m	719361,432m	5185312 , 958m	B12-1

Zurück zum Anfang

Anhang A4: Bericht Seismik 2011 (Geo Analysis, Brixen)

Geo Analysis O.H.G. Seismische, geologische, hydrogeologische und hydraulische Untersuchungen Indagini e analisi sismiche, geologiche, idrogeologiche e idrauliche Via Julius Durst Straße 66 39042 Brixen/Bressanone Fax: 0472 971340

AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE

GEMEINDE ST. LORENZEN COMUNE DI SAN LORENZO

SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN BEI DER KLÄRANLAGE IN ST. LORENZEN

INDAGINI SISMICHE PRESSO IL DEPURATORE A S. LORENZO



BERICHT ZU DEN REFRAKTIONSSEISMISCHEN UNTERSUCHUNGEN

RELAZIONE SULLE INDAGINI SISMICHE A RIFRAZIONE

AUFTRAGGEBER: ARA Pustertal AG Pflaurenz / Tobl 54 39030 St. Lorenzen

Ordine Nr. T-009/2012

Brixen / Bressanone 25/05/2012

eismische, geologische, hydrogeologische und hydraulische U Indagini e analisi sismiche, geologiche, idrogeologiche idraul Via Julius Durst Straße 66 el: 0472 971 39042 Brixen/Bressanone Fax: 0472 971341

SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN BEI DER **KLÄRANLAGE IN ST.** LORENZEN

1 EINLEITUNG

Die Untersuchung wurde in Hinblick auf die L'indagine in oggetto si prefigge di definire le Bestimmung der seismischen Eigenschaften Untergrundes (Vp) des in der Tiefe durchgeführt, um stratigraphisch relevante Informationen für das Projekt im Untersuchungsgebiet zu erhalten.

Die durchgeführten Untersuchungen sind:

- seismische Geophonauslagen für • 3 refraktionsseismische Untersuchungen;
- Auswertung mittels Tomographie;
- punktuelle, passive seismische 3 Untersuchungen HVSR

Die Lage der durchgeführten Untersuchungen ist in der Anlage 1 dargestellt.

Im Kapitel 3 am Ende des Textes sind die Nel Capitolo 3 a fine testo sono descritte le Durchführungsarten sowie die technischen Eigenschaften des verwendeten Geräts beschrieben. Für dieses werden außerdem auch die theoretischen Grundlagen für die Interpretation entsprechenden und die bibliographischen Bezugsdaten wiedergegeben. Nachfolgend sind die erhaltenen Daten der Untersuchungen dargestellt.

REFRAKTIONSSEISMISCHE 2 UNTERSUCHUNGEN

Die refraktionsseismischen wurde längs der in Anlage 1 dargestellten effettuate lungo i profili/stendimenti riportati Linien durchgeführt. Die erhaltenen seismischen in allegato 1. I profili sismici ottenuti sono Profile sind in Anlage 2 dargestellt. Es wird riportati in allegato 2. Si evidenzia che con

INDAGINI SISMICHE PRESSO IL DEPURATORE A S. LORENZO

1 PREMESSA

caratteristiche sismiche (Vp) dei terreni in approfondimento al fine di poter fornire indicazioni stratigrafiche di interesse per quanto in progetto sull'area in esame.

L'indagine in oggetto è consistita nell'esecuzione di:

- Nr. 3 stendimenti sismici per indagini • sismiche a rifrazione;
- elaborazione tecnica con tomografica;
- Nr. 3 indagini sismiche passive a . stazione singola tipo HVSR

La localizzazione delle indagini eseguite è riportata in allegato 1.

modalità esecutive nonché le caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata per effettuare le indagini eseguite, per queste vengono inoltre riportate le basi teoriche relative all'interpretazione ed i corrispondenti riferimenti bibliografici. Direttamente а seguire sono riportati i risultati di sintesi delle indagini.

INDAGINE SISMICA A 2 **RIFRAZIONE - ELABORAZIONE** CON TECNICA TOMOGRAFICA

Untersuchungen Le indagini sismiche a rifrazione sono state

Indagini e analisi sismiche, geologiche, idrogeologiche e idrauli Via Julius Durst Straße 66 el: 0472 971 39042 Brixen/Bressanone Fax: 0472 971341 darauf hingewiesen, dass mit dieser Technik die tale tecnica le profondità raggiungibili sono erreichbaren Tiefen in einer ersten Abschätzung stimabili in prima approssimazione pari a mit ca. 1/3 – 1/4 der Gesamtlänge der circa 1/3 - 1/4 della lunghezza totale dello seismischen Geophonauslage angegeben stendimento. werden können. Refraktionsseismik Con la sismica a rifrazione è possibile Mit der kann die Ausbreitungsgeschwindigkeit der P-Wellen der definire le velocità di propagazione delle onde P degli strati di terreni presenti in in der Tiefe vorhandenen Schichten bestimmt werden. Zu beachten sind dabei die in Kapitel profondità. Da considerare le limitazioni 3.1 angeführten Einschränkungen. esaurientemente esposte nel Capitolo 3.1. Bei der Auswertung der Untersuchung mittels dell'indagine L'elaborazione con tecnica Tomographie werden Änderungen tomografica consente di der individuare Ausbreitungsgeschwindigkeit der seismischen anomalie nella velocità di propagazione delle Wellen mit einem hohen Auflösungsvermögen onde sismiche con un alto potere risolutivo, ottenendo profili sismici decisamente più ermittelt. Dabei erhält bedeutend man genauere Profile als konventionellen accurati rispetto alle tradizionali tecniche mit interpretative della sismica a rifrazione. Per Interpretationstechniken der Refraktionsseismik. Für diesen Typ von Auswertung questo tipo di elaborazione è necessario un maggior numero di coppie sorgenti/ricevitori, braucht größere Anzahl es eine von gekoppelten Sendern-Empfänger, weshalb sono quindi stati incrementati i punti di mehr Anregungspunkte benutzt wurden. energizzazione. Diese Technik erlaubt mittels Festlegung der Ouesta tecnica consente, tramite Erstankunftszeiten und basierend auf der l'individuazione dei tempi di primo arrivo e Aufnahmegeometrie (wie in der klassischen sulla base della geometria di acquisizione Refraktionsseismik) die Rekonstruktion eines (come nella sismica a rifrazione classica), di Geschwindigkeitenmodells. Letzteres ergibt sich ricostruire un modello di velocità ottenuto per successive interazioni, sino alla migliore aus dem Zusammenspiel und dem Vergleich der Erstankunftszeiten des Modelles mit den sovrapposizione tra tempi di primo arrivo del gemessenen Erstankunftszeiten, bis hin zur modello e tempi di primo arrivo misurati. besten Übereinstimmung. Die Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe der Il processing dei dati è stato eseguito Software RAYFRACT (Intelligent Resources utilizzando programma il RAYFRACT Inc.), mit tomographischer Inversion vom Typ (Intelligent Resources Inc.), con inversione WET (Wavepath Eikonal Traveltime), also tomografica tipo WET (Wavepath Eikonal Traveltime) con calcolo delle traiettorie Berechnung der Wellenverläufe mittels Finiter Differenzen Methode. Schlussendlich wurde die d'onda alle differenze finite. E' stato infine Ausgabegrafik realisiert, dargestellt in den realizzato l'output grafico, come riportato Schnitten in Anlage 2. nelle sezioni in Allegato 2. 2.1 RISULTATI DI SINTESI 2.1 ZUSAMMENFASSUNG DER **ERGEBNISSE** Untersuchungen Le indagini sismiche a rifrazione sono state refraktionsseismischen

eismische, geologische, hydrogeologische und hydraulische Untersuchungen

Die refraktionsseismischen Untersuchungen Le indagini sismiche a rifrazione sono state effettuate lungo 3 stendimenti, riportati in durchgeführt, welche in Anlage 1 eingezeichnet allegato 1.

Geo Ana	AJSIS OH.G.
Indagini e analisi sismiche, geologische	, idrogeologiche e idrauliche
Via Julius Durst Straße 66	Tel: 0472 971340
39042 Brixen/Bressanone	Fax: 0472 971341

sind.	
Innerhalb der untersuchten Tiefen konnte in allen 3 Profilen eine erste seismische Schicht festgestellt werden, deren Vp- Werte (300 - 500 m/s) klassisch für mittel verdichtete Schuttböden sind. Darauf folgt ein zweiter Horizont (zweite seismische Schicht), deren Vp- Werte (1.000 – 1.500 m/s) klassisch für stark verdichtete Schuttböden oder den zerlegten Felsuntergrund sind. Die tiefste Schicht (seismische Schicht 3) ist durch Vp- Werte von 1.600 – 2.000 m/s charakterisiert, welche generell typisch für Felsuntergrund mit mittlerer – guter Kompaktheit sind.	Entro le profondità investigate si è rilevata in tutti i 3 profili la presenza di un primo sismostrato, caratterizzato da valori di Vp (300 - 500 m/s) tali da essere interpretati come terreni detritici di medio addensamento. A seguire si ha la presenza di un secondo orizzonte (secondo sismo strato), con valori Vp (1.000 – 1.500 m/s) tipici per terreni detritici fortemente addensati e/o per substrato roccioso disgregato e detensionato. Lo strato più profondo (sismostrato 3) è caratterizzato da valori di Vp tra 1.600 – 2.000 m/s in genere attribuibili a substrato roccioso di discreta – buona compattezza.
Nachfolgend erfolgt eine kurze Beschreibung für jedes einzelne Profil, in Anlage 2 sind die entsprechenden interpretierten Profilschnitte dargestellt.	A seguire una breve descrizione per ogni singolo stendimento, in Allegato 2 le relative sezioni interpretative.
Profil 1Die Geofonauslage 1 wurde unmittelbar bergseitig des bestehenden Hauptgebäudes der Kläranlage aufgebaut.Verwendet wurden dabei 17 Geofone mit jeweils 3 m Abstand, wodurch sich eine Profillänge von 48 m ergab.	Profilo 1Lo stendimento sismico N. 1 è statoeffettuato immediatamente a montedell'edificio principale esistente deldepuratore.Il profilo è composto da 17 geofoni coninterdistanza di 3 m, risulta una lunghezzaintera del profilo di 48 m.
In diesem Profil erreicht die seismische Schicht 1 eine Mächtigkeit ca. 10 m im bergseitigen Bereich, gefolgt von der seismischen Schicht 2 bis in die Enduntersuchungstiefe. Aufgrund des Fehlens der seismischen Schicht 3 kann in diesem Bereich von einer größeren Tiefe des Felsuntergrundes ausgegangen werden.	In questo stendimento il primo sismostrato raggiunge spessori di circa 10 m, a seguire il sismostrato 2 sino alle profondità investigate. Qui non si è individuato il sismostrato 3, si può quindi presumere una profondità più elevata del substrato roccioso.
Profil 2 Die Geofonauslage 2 wurde im Bereich der Umzäunung, Richtung Bergseite aufgebaut. Verwendet wurden 18 Geofone mit jeweils 3 m Abstand, wodurch sich eine Profillänge von 51 m ergab.	Profilo 2 Lo stendimento 2 è stato effettuato nella zona oltre la recinzione, verso monte. Il profilo è composto da 18 geofoni con interdistanza di 3 m, risulta una lunghezza intera del profilo di 51 m.

	Geo Analysis O.H.G. Seismische, geologische, hydrogeologische und hydraulische Untersuchungen Indagini e analisi sismiche, geologiche, idrogeologische e idrauliche Via Julius Durst Straße 66 39042 Brixen/Bressanone Fax: 0472 971340
Aus der Auswertung ergibt sich unterhalb der seismischen Schicht 1 eine geringe Mächtigkeit (1 – max. 2m) der seismischen Schicht 2, gefolgt vom kompakten Felsuntergrund (seismische Schicht 3) in Tiefen von ca. 5 – 10 m unter GOK.	Dall'elaborazione risulta, al di sotto del sismostrato 1, uno spessore ridotto (1 – max. 2 m) del sismostrato 2, seguito dal substrato roccioso compatto (sismostrato 3) a profondità fra circa 5 – 10 m sotto il p.c.
Profil 3	Profilo 3
Die Geofonauslage 3 wurde bergseitig der	Lo stendimento 3 è stato eseguito a monte
Quelle in der Nähe des Eingangs aufgebaut,	della sorgente nei pressi dell'ingresso, a
südwestlich der Kläranlage.	sudovest del depuratore.
Verwendet wurden 17 Geofone mit jeweils 2,5	Il profilo è composto da 17 geofoni con
m Abstand, wodurch sich eine Profillänge von	interdistanza di 2,5 m, risulta una lunghezza
40 m ergab.	intera del profilo di 40 m.
Entlang dieser Geofonauslage konnten alle 3	Lungo questo stendimento è possibile
seismischen Schichten ermittelt werden, wobei	individuare tutti e 3 i sismostrati. Il
die seismische Schicht 3 (Felsuntergrund) in	sismostrato 3 (substrato roccioso) è presente
Tiefen zwischen ca. 5 - 15 m unter GOK auftritt.	a profondità di circa 5 – 15 m sotto il p.c. I
Die seismische Schicht 1 und 2 weisen ähnliche	sismostrati 1 e 2 sono caratterizzati da
Mächtigkeiten von bis zu ca. 5 m auf.	spessori simili, sino a ca. 5 m.
Aus der MASW- Auswertung des Profils ergaben	Dall'elaborazione MASW dello stendimento
sich Werte für die Geschwindigkeit der Vs-	risultano valori per la velocità delle onde Vs
Wellen der obersten Schicht von ca. 230 m/s.	per il primo strato pari a ca. 230 m/s.
3 PASSIVE SEISMISCHE	3 INDAGINI SISMICHE PASSIVE
UNTERSUCHUNGEN HVSR	HVSR
Im Untersuchungsgebiet wurden 3 punktuelle,	Nell'area in esame sono state eseguite 3
passive seismische Untersuchungen vom Typ	indagini passive a stazione singola di tipo
HVSR jeweils im Bereich einer Geophonauslage	HVSR, ciascuna presso uno stendimento
durchgeführt. Die Lage der Untersuchungen ist	sismico. L'ubicazione delle indagini è
in der Anlage 1 dargestellt.	riportata in allegato 1.
Nachfolgend sind die 3 erhaltenen H/V- Kurven überlagert dargestellt.	A seguito sono riportate sovrapposte le 3 curve H/V ottenute.
Average H/V.	



Geo Analysis ^{0.H.G.} Seismische, geologische, hydrogeologische und hydraulische Untersuchungen Indagini e analisi sismiche, geologiche, idrogeologiche e idrauliche Via Julius Durst Straße 66 39042 Brixen/Bressanone Fax: 0472 971340

Aus der Grafik geht ein H/V- Peak der Frequenz Dal grafico risulta un picco H/V della des Untergrundes von 9-10 Hz (HVSR 1), 12 Hz frequenza del sottosuolo pari a 9-10 Hz (HVSR 1), pari a 12Hz (HVSR 2) e pari a (HVSR 2) sowie von ca. 20 Hz (HVSR3) hervor. Die Frequenzpeaks können als Übergang zum 20Hz (HVSR 3). I picchi di frequenza kompakten Felsuntergrund interpretiert werden. possono essere interpretati come passaggio al substrato roccioso compatto. Nimmt man für die erste seismische Schicht Supponendo valori di Vs similari per il primo strato la frequenza è funzione della sola ähnliche Vs- Werte an, so ist die Frequenz profondità dello strato rigido (roccia), valori alleinige Funktion der Tiefe des steifen Untergrundes (Fels). Höhere Frequenzwerte di frequenze più alte sono indicative di sind dabei ein Indikator für geringere Tiefen, profondità più basse, valori di frequenza più geringere Frequenzwerte für höhere Tiefen des bassi sono indicativi di profondità dello strato steifen Untergrundes. rigido più elevate. Risulta quindi possibile prevedere una minor Somit kann eine geringere Tiefe des profondità del substrato in HVSR2, più Felsuntergrundes in HVSR2 vorhergesehen werden. In HVSR3 tritt er tiefer auf, noch tiefer profondo in HVSR3, e ancora più profondo in

in HVSR 1. Dies wird auch von den tomographischen Schnitten bestätigt.

4 TECHNISCHE ANGABEN UND EIGENSCHAFTEN DER GERÄTE

4.1 **REFRAKTIONSSEISMIK**

Refraktionsseismische Untersuchungen nutzen das Prinzip, nach welchem eine Welle, die unter einem bestimmten Winkel (kritischer Winkel) auf eine Grenzfläche trifft, einen gebrochenen Strahl erzeugt. Dieser Strahl verläuft entlang der Grenzfläche mit für das Ausbreitungsmedium charakteristischen einer Geschwindigkeit. Nach dem Huygens'schen Prinzip ist jeder Punkt der Trennfläche ein Ausgangspunkt für eine neue Welle, wodurch ein Teil der Welle sofort wieder unter Totalreflexion zur Oberfläche zurückkehrt. Die Welle bildet mit der Senkrechten der Grenzfläche einen Winkel, welcher dem Grenzwinkel entspricht. Nach dem Snellius'schen Brechungsgesetz tritt dieses Phänomen jedoch nur auf, wenn das tiefere Medium eine höhere Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen aufweist als das höhere Medium. Weiters kommen ab einer bestimmten Distanz von der seismischen Quelle die refraktierten Wellen vor den direkten Wellen an. Die untenstehende Grafik zeigt die Ankunftszeiten in verschiedenen Abständen von seismischen Quelle (Burger & Burger, 1992).

4 NOTE TECNICHE E CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE

HVSR1. Ciò in pieno accordo con le sezioni

4.1 SISMICA A RIFRAZIONE

tomografiche.

La prospezione sismica a rifrazione sfrutta il principio secondo il quale un'onda incidente su un'interfaccia con un angolo particolare, denominato angolo limite, produce un raggio rifratto che si propaga lungo l'interfaccia con velocità che è caratteristica del mezzo inferiore. Per il principio di Huygens, inoltre, ogni punto dell'interfaccia è una sorgente di onde, per cui una parte dell'onda che ha subito una rifrazione totale ritorna in superficie formando un'angolo con la normale all'interfaccia pari all'angolo limite.

Tale fenomeno, per la legge di Snell, avviene solamente se il mezzo inferiore ha una velocità di propagazione delle onde sismiche più elevata del mezzo superiore. Si avrà inoltre che ad una certa distanza dall'origine delle onde sismiche le onde rifratte arriveranno prima delle onde dirette. Il grafico riportato sotto fa vedere i tempi di risposta a diverse distanze dalla sorgente di onde sismiche (Burger & Burger, 1992).

SNC Seismische, geologische, hydrogeologische und hydraulische Untersuchungen Indagini e analisi sismiche, geologiche, idrogeologiche e idraulich Tel: 0472 971340 Via Julius Durst Straße 66

39042 Brixen/Bressanone

Fax: 0472 971341



Basierend auf einer Analyse der Ankunftszeiten der Wellen in verschiedenen Distanzen von der seismischen Quellen, kann die Anzahl der refaktierenden Flächen, welche die Welle angetroffen hat, bestimmt und deren Distanz von der GOK ermittelt werden.

Durch refraktionsseismische Untersuchungen ist es daher möglich, das Vorhandensein von verschiedenen Böden oder Fels, sowie deren Mächtigkeiten abzuleiten, wenn sie durch Ausbreitungsgeschwindigkeiten unterschiedliche der seismischen Wellen charakterisiert sind.

Wenn jedoch das tiefere Medium eine geringere Ausbreitungsgeschwindigkeit aufweist als das höher Medium, tritt nach dem Snellius'schen Brechungsgesetz keine Totalrefraktion auf, wodurch sich keine Welle entlang der Grenzfläche ausbreitet. Aus der Analyse des Seismogramms ist es somit nicht möglich jene Schicht (mit der geringeren Ausbreitungsgeschwindigkeit) zu ermitteln. Diese Situation ist in der untenstehenden Grafik dargestellt (Burger & Burger, 1992).

In base ad una analisi dei tempi di arrivo delle onde a distanze diverse dalla sorgente sismica è possibile stabilire il numero di superfici rifrangenti che l'onda ha incontrato e determinare le distanze di gueste ultime dal piano campagna.

Per mezzo di una prospezione sismica a rifrazione è quindi possibile dedurre la presenza e quantificare lo spessore di terreni o di rocce che presentano diverse velocità di propagazione delle onde sismiche.

Da evidenziare che se il mezzo inferiore presenta una velocità di propagazione più bassa di quella del mezzo superiore, le onde che incidono sulla superficie di separazione tra i due mezzi, per la legge di Snell, non sono in grado di produrre una rifrazione totale e, non si forma così nessun'onda che si propaga all'interfaccia. Dall'analisi del sismogramma non sarà quindi possibile individuare tale strato (con velocità di propagazione inferiore). Tale situazione è riportata nel grafico sotto (Burger & Burger, 1992).



Weiters ist es nicht möglich, Schichten mit geringen Non è inoltre possibile rilevare la presenza di strati con Mächtigkeiten zu ermitteln, da die Wellen, welche sich nach der Ausbreitungsgeschwindigkeit dieser Schichten fortpflanzen, im Seismogramm nicht dargestellt sind. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die ihre Ankunftszeiten höher sein können als jene der darunterliegenden Schicht.

Die untenstehende Grafik zeigt die Ankunftszeiten für einen Fall, in welchem eine mittlere, geringmächtige Schicht vorhanden ist (Burger & Burger, 1992).

spessori ridotti, le onde che viaggiano infatti alla velocità imposta da questo strato possono non risultare nel sismogramma in quanto i tempi di arrivo possono essere superiori a quelli fatti registrare per lo strato sottostante.

Il grafico sotto fa vedere i tempi di risposta nel caso vi sia la presenza di uno strato intermedio a spessore ridotto (Burger & Burger, 1992).

Geo Analysis O.H.G. Seismische, geologische, hydrogeologische und hydraulische Untersuchungen Indagini e analisi sismiche, geologiche, idrogeologiche e idrauliche Via Julius Durst Straße 66 39042 Brixen/Bressanone Fax: 0472 971341



Technische Eigenschaften des verwendeten Geräts und der durchgeführten Untersuchungen:

Verwendetes Gerät: Digitaler Seismograph Soilspy Rosina Anzahl der Geophone: 17 – 18 zu 4,5 Hz Abstand Geophone: 2,5 m – 3,0 m Länge der Versuchsanordnung: 40 m – 51 m Versuchsfrequenz: 2048 Hz Aufnahmezeit: bis zu 1 sec Anregungsquelle: Schlägel 8 Kg

Für die tomographische Ausarbeitung wurde die Software Rayfract 3.19 (Intelligent Resources Inc.) verwendet, für die klassische Auswertung mittels reziproker Methode die Software SismaCon (Program Geo).

4.2 AKTIVE SEISMISCHE UNTER-SUCHUNGEN – MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVE)

Es handelt sich dabei um eine eher rezente Untersuchungsmethode, die vor allem von den Forschern des Kansas Geological Survey (Park et al., 1999) vorangetrieben worden ist, und die die Bestimmung des detaillierten Verlaufs der seismischen Scherwellen (Vs) in der Tiefe mithilfe der Analyse der Ausbreitung der Oberflächenwellen (Rayleigh) erlaubt.

Durch diese Methode erhält man die Verteilungskurve der Oberflächenwellen. Aus dieser wird im Anschluss eine Inversion des Steifemodells des Untergrunds durchgeführt bis man die beste Übereinstimmung zwischen den Versuchs- und theoretischen Daten erhält, ebenso wird der Vs30 für jede Schicht im Untergrund ermittelt.

. .

Technische Eigenschaften des verwendeten Geräts und	Cara
der durchgeführten Untersuchungen:	e del
Verwendetes Gerät: Digitaler Seismograph Soilspy Rosina	Strun
Anzahl der Geophone: 17 - 18 zu 4,5 Hz	Geofo
Abstand Geophone: 2,5 – 3,0 m	Intere
Länge der Versuchsanordnung: 40 - 51 m	Lung
Versuchsfrequenz: 2048 Hz	Frequ
Aufnahmezeit: bis zu 1 sec	Durat

Für die Ausarbeitung wurde die Software Grilla verwendet.

Caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata e dell'indagine eseguita:

Strumento utilizzato: Sismografo digitale Soilspy Rosina Geofoni: 17 – 18 da 4,5 Hz Interdistanza geofoni: 2,5 m – 3,0 m Lunghezza stendimento: 40 m - 51 m Frequenza di campionamento: 2048 Hz Durata acquisizione: sino a 1 secondi Sistema energizzante: mazza 8 Kg

Per l'elaborazione tomografica si è fatto uso del software Rayfract 3.19 (Intelligent Resources Inc.), per l'elaborazione classica tramite il metodo reciproco del software SismaCon (Program Geo).

4.2 INDAGINE SISMICA ATTIVA -MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVE)

Si tratta di una metodologia di indagine assai recente, messa a punto dai ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999), e che permette, dall'analisi della propagazione delle onde superficiali (Rayleigh), di determinare accuratamente l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (Vs) con la profondità.

Per mezzo di questo metodo si ottiene la curva di dispersione delle onde superficiali. Da questa viene poi effettuata una inversione del modello di rigidità del sottosuolo fino ad ottenere la miglior corrispondenza tra dati sperimentali e dati teorici, nonchè la relativa definizione della Vs30 per ogni singolo strato individuato nel sottosuolo.

Caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata e dell'indagine eseguita:

Strumento utilizzato: Sismografo digitale Soilspy Rosina Geofoni: 17 - 18 da 4,5 Hz Interdistanza geofoni: 2,5 - 3,0 m Lunghezza stendimento: 40 - 51 m Frequenza di campionamento: 2048 Hz Durata acquisizione: sino a 1 secondi

Per l'elaborazione si è fatto uso del software Grilla.

4.3 PASSIVE SEISMISCHE UNTER-SUCHUNGEN – HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

Die HVSR-Technik hat ihre jüngste Entwicklung in Japan erfahren (Nakamura 1989, 2001) und besteht in der Auswertung von aufgezeichneten Mirkobeben (passive Seismik), wobei das Spektrumverhältnis zwischen horizontalen und vertikalen Komponenten der Bewegung (Verhältnis H/V) ausgewertet wird. Die Hauptannahme, die dieser Methode zugrunde liegt, ist, dass Mikrobeben sowohl von vertikalen Raumwellen als auch von Oberflächenwellen (vorwiegend Rayleigh-Wellen) stammen und dass die Vertikalkomponente (V) des Bebens keine +Verstärkungen beim Übergang vom Felsuntergrund an die Oberfläche erfährt. Das für diese Analyse verwendete Gerät registriert die Mikrobeben auf drei Hauptachsen: Z, N-S und E-W.

Die Ausarbeitung der Daten erfolgt mit Spektraltechniken FFT auf den drei Bodenbewegungskomponenten, wodurch sich das Verhältnis H/V zur Bewertung der Frequenz des Untersuchungsgebietes ergibt. Dieses stellt den grundlegenden Parameter zur Bestimmung von eventuellen seismischen Verstärkungseffekten dar. Ausgehend von diesem ist es möglich, die Geschwindigkeitsentwicklung der Scherwellen Vs bis in eine Tiefe von über 30m unter GOK zu rekonstruieren, indem die Kurve H/V am ersten bekannten stratigraphischen Übergang oder am bekannten Vs-Wert der ersten Schicht (z.B. durch die MASW – Untersuchungen) geeicht wird.

Für die Ausarbeitung der Daten wird die in den Richtlinien SESAME (Site Effects assessment using Ambient Excitations) empfohlene Vorgehensweise befolgt. Es handelt sich dabei um ein europäisches Forschungsprojekt der Jahre 2003-2005, mit dem Ziel die seismischen Mikrozonierungstechniken mittels Umweltschall zu standardisieren und zu verbessern. Vor Durchführung der Spektrumverhältnisanalyse werden die registrierten, seismischen Spuren überprüft, wobei zunächst Störungssignale und Aufnahmesignale eliminiert werden, die für eine Analyse nicht geeignet sind. Sobald der Anteil an stabilen Signalen ausgewählt worden ist, werden für alle drei Bewegungskomponenten die Spektralamplitude und das Schallstärkespektrum berechnet. Anschließend wird für den natürlichen Schall mit der Bewertung der Energieverteilung in Funktion der Frequenz fortgefahren.

Technische Eigenschaften des verwendeten Geräts und der
durchgeführten Untersuchungen:Cara
e de
e de
StruiEmpfänger: Tromino EngyStruiVersuchsfrequenz: 128 HzFreq

Aufnahmezeit: 6 Minuten

Für die Auswertung wurde die Software Grilla verwendet. Die detaillierten Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen sind in der folgenden Anlage wiedergegeben.

4.3 INDAGINE SISMICA PASSIVA -HVSR (HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO)

La tecnica HVSR ha avuto recente sviluppo principalmente in Giappone (Nakamura 1989, 2001) e consiste nell'elaborazione delle registrazioni di microtremori (sismica passiva) valutando il rapporto spettrale tra le componenti orizzontali e verticali del moto (rapporto H/V). Le principali assunzioni che stanno alla base di questa metodologia sono che i microtremori derivano sia da onde di volume incidenti verticalmente e sia da onde superficiali (prevalentemente di Rayleigh) e che la componente verticale (V) del rumore nel passare dal bedrock alla superficie non subisce amplificazioni. Lo strumento utilizzato per questa analisi registra i microtremori sui tre assi principali, Z; N-S ed E-W.

L'elaborazione dei dati avviene con tecniche spettrali FFT sulle tre componenti del moto del suolo tali da restituire il rapporto H/V per la valutazione delle frequenze del sito, parametro fondamentale per valutare eventuali effetti di amplificazione sismica. A partire da questo, vincolando la curva H/V al primo limite stratigrafico noto o al valore noto delle Vs del primo strato (ad esempio definito tramite la tecnica MASW) è possibile ricostruire l'andamento delle velocità delle onde di taglio VS sino a profondità ben superiori ai 30 metri dal piano campagna.

Per l'elaborazione dei dati viene seguita la procedura consigliata nelle linee guida SESAME (Site Effects assessment using Ambient Excitations), un progetto di ricerca europeo condotto nel triennio 2003-2005 al fine di standardizzare e migliorare le tecniche di microzonazione sismica attraverso le misure del rumore ambientale. Preliminarmente alla procedura di analisi dei rapporti spettrali, le tracce sismiche registrate sono verificate eliminando i disturbi transienti e quelle parti di registrazioni non adatte all'analisi. Una volta selezionata la parte di segnale stabile si calcolano, per ognuna delle tre componenti del moto, le ampiezze spettrali e gli spettri di potenza del rumore, procedendo successivamente, per il rumore naturale, alla valutazione della distribuzione energetica in frequenza.

Caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata e dell'indagine eseguita:

Strumento acquisitore: Tromino Engy Frequenza di campionamenti: 128 Hz Tempo di acquisizione: 6 minuti Per l'elaborazione si è fatto uso del software Grilla, i risultati dettagliati dell'indagine eseguita sono riportati nell'Allegato a seguire.

Bressanone, 25/05/2012



GEMEINDE ST.LORENZEN COMUNE DI S.LORENZO ANLAGE 1 ALLEGATO 1

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN BEI DER KLÄRANLAGE IN ST. LORENZEN

INDAGINI SISMICHE PRESSO IL DEPURATORE A S. LORENZO





uszug aus der topographischen Karte der Provinz im Maßstab 1:25.000. Blatt 4a-II-NE stralcio da carta topografica della provincia in scala 1:25.000. Foglio 4a-II-NE

Lokalisierung der Untersuchungen Localizzazione delle indagini



Legende / Legenda

- seismische Untersuchungen HVSR indagini sismiche HVSR
- Geophonauslagen stendimenti sismici



Auszug aus der technischen Grundkarte der Provinz im Maßstab 1:5.000. Blatt 12181 stralcio da carta tecnica della provincia in scala 1:5.000. Foglio 12181



-20

Seismische Profile Profili sismici







20

30

40

50

60

10

0

ANLAGE 2 ALLEGATO 2

+

Λ 1:3.000

Auszug aus den Orthofotos der Autonomen Provinz Bozen, 2011 stralcio dalle orthofoto della Provincia Autonoma di Bolzano, 2011







Anhang A5: Ergänzungsbericht Seismik 2011 (Geo Analysis, Brixen)

mische, geologische, hydrogeologische und hydraulische Untersuchungen Indagini e analisi sismiche, geologiche, idrogeologiche e idrauliche Via Iulius Durst Straße 66 Tel: 0472 971340 Via Julius Durst Straße 66 39042 Brixen/Bressanone Fax: 0472 971341

SEISMISCHE **UNTERSUCHUNGEN BEI DER KLÄRANLAGE IN ST.** LORENZEN

ERGÄNZUNGEN ZUM SEISMISCHEN **BERICHT VOM 25/05/2012**

Nachfolgend wird eine Ergänzung zu den seismischen Untersuchungen vom 25/05/2012 im Bereich der Kläranlage von St. Lorenzen ausgearbeitet.

Ergänzungen erfolgten in Folge der Die durchgeführten Bohrungen. In B12.02 wurde der Felsuntergrund in der Tat an der Untergrenze der Seismik angetroffen und ist demzufolge im Profil 1 nicht erkennbar; in B12-01 konnten die Vp-Geschwindigkeiten des Felsuntergrunds im Detail bestimmt werden.

Es wurden demzufolge weitere Untersuchungen durchgeführt, um die bereits untersuchten Bereiche bis in größere Tiefen zu untersuchen und die neu analysierten Gebiete mit den vorhergehenden Profilen besser korrelieren zu können:

- Weitere 2 refraktionsseismische Untersuchungen entlang der Geofonauslagen 4 und 5 mit jeweiligen Längen von mehr als 64 m;
- Weitere 3 punktuelle, passive seismische • Untersuchungen vom Typ HVSR;

Die Lage sämtlicher Untersuchungen ist in den Anlagen dargestellt.

Im werden die 3 seismischen Schichten bestätigt, durch unterschiedliche lithologische welche Eigenschaften gekennzeichnet sind. Diese sind in den entsprechenden Anlagen wiedergegeben.

INDAGINI SISMICHE PRESSO IL DEPURATORE A S. LORENZO

INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE SISMICA DEL 25/05/2012

A seguito viene riportata l'integrazione alle indagini sismiche e relazione del 25/05/2012 nella zona del depuratore a San Lorenzo.

L'integrazione è stata effettuata a seguito dei sondaggi eseguiti nell'area. In B12-02 la roccia è stata infatti riscontrata proprio al limite di approfondimento della sismica, e quindi non individuabile nel profilo 1; in B12-01 è stato possibile definire nel dettaglio le velocità Vp di pertinenza della roccia.

Sono quindi state eseguite le seguenti indagini fine approfondire al di maggiormente la porzione investigata e collegare le aree investigate con i precedenti profili:

- Ulteriori 2 indagini sismiche а rifrazione lungo gli stendimenti 4 e 5, di lunghezza oltre 64m ciascuno;
- Ulteriori 3 indagini sismiche passive a stazione singola tipo HVSR;

La posizione di tutte le indagini è riportata negli allegati.

Untergrund des Untersuchungsgebietes Nel sottosuolo è confermata la presenza di 3 strati sismici con diverse caratteristiche litologiche, come riportato nei relativi allegati.





+





Seismische Profile 4 - 5 Profili sismici 4 - 5

1:3.000

Auszug aus den Orthofotos der Autonomen Provinz Bozen, 2011 stralcio dalle orthofoto della Provincia Autonoma di Bolzano, 2011

DROMOCHRONE











+





ANLAGE 3 ALLEGATO 3

GEMEINDE ST.LORENZEN COMUNE DI S.LORENZO

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE



Anhang A6: Bericht Seismik 2017 (Pöyry, Salzburg)

TECHNISCHER BERICHT

Pöyry Infra GmbH Rainerstr. 29 5020 Salzburg

> 120000167 24.04.2017

ARA TOBL

Erkundung Brauchwasserbrunnen

Geoseismische Untersuchungen 2017



PÖYRY INFRA GMBH Betr. 120000167 Datum 24.04.2017 Seite 1 (1)

Kontrollblatt

K	unde	ARA TOBL Pflaurenz Tobl 54
		39030 St Lorenzen
T	itel	Technischer Bericht
P	rojekt	Erkundung Brauchwasserbrunnen
P	hase	Geoseismische Untersuchungen 2017
P	rojekt Nr.	120000167-001
K Pi	lassifikation lan/Reg./Serien Nr.	
D A	ateiname blageort	RP_120000167 ARA_Pflaurenz_rev00_170424.doc
S	ystem	Microsoft Word 11.0
V	erteiler extern	AG
V	erteiler intern	
B V	eiträge erantwortliche Geschäftseinheit	GeoServices
R	evisionen	
0	riginal	
	Datum	24.04.2017
	Verfasser/Position/Unterschrift	Kostial, Projektleiter
	Kontrolldatum	24.04.2017
A	Überprüft von/Position/Unterschrift	Chwatal, Sen.Geophysiker
	Datum	
	Verfasser/Position/Unterschrift	
	Kontrolldatum	
	Uberprüft von/Position/Unterschrift	

Änderung bei letzter Revision

PÖYRY INFRA GMBH Betr. 120000167 Datum 24.04.2017 Seite 1 (1)

Vorwort

Pöyry Infra GmbH wurde von der ARA Tobl mit der Durchführung geoseismischer Messungen im Umfeld der Erkundung eines Brauchwasserbrunnens im März 2017 beauftragt.

Dieser Bericht präsentiert die Ergebnisse der seismischen Untersuchungen nach dem aktuellen Kenntnisstand.

Kontakt

Pöyry Infra GmbH Rainerstr. 29 A 5020 SALZBURG Österreich Tel +43 676 83878-0 Fax +43 676 83878-319 Email: infra.at@poyry.com

i.A. Mag. Dieter Kostial Geophysiker, Projektleiter

Muscho

i.A. Dr. Werner Chwatal Sen. Geophysiker

PÖYRY INFRA GMBH Betr. 120000167 Datum 24.04.2017 Seite 1 (10)

Inhalt

1	VERANLASSUNG	2
2	ZIELSTELLUNGEN	2
3	MESSPROGRAMM	2
4	AUSWERTUNG	3
4.1 4.2	Seismik Ergebnisdarstellung	
5	ERGEBNIS UND INTERPRETATION	5
5.1 5.2	Profil 01/17 Profil 02/17	5
6	ZUSAMMENFASSUNG	6

Beilagen

Pläne

120000167-001-01	Lageplan, Erkundung Brauchwasserbrunnen
120000167-001-02	Ergebnisdokumentation Profil 01/17 und 02/17, Erkundung Brauchwasserbrunnen

1 VERANLASSUNG

Pöyry Infra GmbH wurde von der ARA Tobl mit der Durchführung geoseismischer Messungen im Umfeld der Erkundung eines Brauchwasserbrunnens im März 2017 beauftragt.

In Abbildung 1 ist eine Übersicht des Messgebiets dargestellt.



Abbildung 1: Übersicht des Messgebiets

Der vorliegende Bericht präsentiert die Ergebnisse der durchgeführten Messungen und deren Interpretation mit dem derzeitigen Kenntnisstand ohne direkte Aufschlüsse.

2 ZIELSTELLUNGEN

Im Bereich der Anlage sollten für den geplanten Standort eines Brauchwasserbrunnens folgende Fragestellungen geklärt werden:

- die Lage des grundwasserführenden Quartärs (postglaziale alluvionale Talverfüllung)
- Lage der Felsoberfläche bzw. des Felsreliefs

3 MESSPROGRAMM

Die Messungen wurden am 10.4.2017 durchgeführt. In Abstimmung mit der betreuenden Geologie (Jesacher) wurden zwei seismische Profile (je ein Längs – und ein Querprofil) ausgeführt. Die genaue Profillage ist dem Lageplan (Anlage 120000167-001-1) zu entnehmen.

Die seismische Aufnahme erfolgte mit der Apparatur Summit Compact und 30 Hz Einzelgeophonen. Der Geophonabstand betrug 2 m, der Schlagabstand 4 m. Die Anregung der seismischen Wellen erfolgte mittels Hammerschlag.

Die Aufnahmeparameter der seismischen Profile sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

PÖYRY INFRA GMBH Betr. 120000167 Datum 24.04.2017 Seite 3 (10)

		Geophon-	Schlag - Abstand			Aufnahme-
Profilname	Stationen	[m]	[m]	Länge[m]	sample rate	länge
01/17	80	2,00	4,00	158	0,5 ms	512 ms
02/17	48	2,00	4,00	94	0,5 ms	512 ms
			gesamt	252 m		

4 AUSWERTUNG

4.1 Seismik

Die refraktions- und reflexionsseismische Auswertung wurde im Industriesystem ProMAX® (Landmark Graphics Corp.) ausgeführt.

Die Berechnung der Refraktortiefen und seismischen Geschwindigkeiten erfolgt mit der Delay-Zeit-Methode.

Der erste Schritt der Auswertung ist die Zuordnung der Ersteinsätze zu unterschiedlichen Refraktoren. Eine erste Analyse dieser Zuordnung wird mit dem Common Offset Stack (COS - 1D-Laufzeitstapelung über die Distanz) durchgeführt.

Der Common Offset Stack (COS-Stack) gibt in der Regel Anzahl und Geschwindigkeiten der vorhandenen Schichten in den Daten an. Unter Anwendung dieser Information und der Information aus Laufzeitfeld und Einzelaufnahmen werden danach die Laufzeiten verschiedenen Refraktoren zugeteilt. Aus allen Laufzeiten eines Refraktors werden Geschwindigkeiten und Delayzeiten durch mehrere Iterationen mittels Gauß-Seidl-Algorithmus ermittelt.

Die Kontrolle der Ergebnisse erfolgt durch die Erstellung von Modellaufzeiten und durch reduzierte COS-Stacks der verschiedenen Schichten.

- Bei der Erstellung von Modellaufzeiten geht man von einem vorläufigen Schichtmodel aus und berechnet Laufzeiten, die in der Einzelaufnahme eingeblendet werden können. Werden Unterschiede zwischen berechneten und beobachteten Laufzeiten festgestellt, müssen Verbesserungen und Anpassungen des Modells erfolgen.
- Beim COS-Stack handelt es sich um die Stapelung von seismischen Spuren, die jeweils die gleiche Entfernung zum Schusspunkt haben. Die Reduktion für jede Schicht des COS erfolgt mittels der der Schicht zugehöriger Modellaufzeit. Nach der Reduktion sollten die Wellen der bearbeiteten Schicht eine horizontale Anordnung im Seismogramm aufweisen. Wenn dies nicht der Fall ist, ist eine Verbesserung des Modells nötig.

Wenn das erstellte Modell mit den beobachteten Laufzeiten bestmöglich übereinstimmt, werden alle Schichten gemeinsam einer Migration unterzogen.

Das Ergebnis dieser Auswertung bilden 1-dimensionale Schichtmodelle, die Aufschluss über die vertikale und laterale Verteilung der seismischen Geschwindigkeiten geben. Ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit in den Schichten vertikal nahezu konstant, wird diese Auswertung ein getreues Modell des Untergrundes liefern. Weiters wurde eine Auswertung nach Prinzipien der **Refraktionstomographie** vorgenommen. Diese wurde mit dem Programmpaket RayfractTM (Intelligent Resources Inc.) durchgeführt.

Die verwendete Wavepath Eikonal Tomography umfasst im Allgemeinen folgende vier Schritte, die mehrfach durchlaufen werden müssen.

- Berechnung oder Vorgabe eines angenäherten Startmodells
- Ermittlung der Wellen-Wege im aktuellen Geschwindigkeits-Tiefen-Modell
- Berechnung der theoretischen Laufzeit zwischen Schuss und Geophon f
 ür den jeweils ermittelten Strahlenverlauf
- Ermittlung der Laufzeitdifferenz zwischen theoretischem und gemessenem Wert für das jeweilige Schuss-Geophon-Paar, sowie
- Modifikation des Geschwindigkeits-Tiefenmodells anhand der festgestellten Laufzeitdifferenzen durch Anpassung der Geschwindigkeitsdaten (Least Squares-Fit) derjenigen Zellen, die vom Strahl durchlaufen wurden.

Das Ergebnis dieser Auswertung ist die 2-dimensionale Verteilung der Ausbreitungsgeschwindigkeit im Untergrund. Geschwindigkeiten sind nicht innerhalb einer Schicht vertikal konstant, sondern können vertikal und lateral variieren, und so nicht nur eine Veränderung mit der Tiefe, sondern auch Veränderungen im Fallen anzeigen.

Ob eine bestimmte geologische Situation besser durch das refraktionsseismische oder das tomografische Modell beschrieben werden kann, hängt vom Kontrast der Geschwindigkeiten ab. Übergänge von Lockergestein zu Festgestein, aber auch der Übergang von trockene zu grundwasserführende Sedimente können üblicherweise mit refraktionsseismischen Modellen hinreichend genau bestimmt werden, da der Geschwindigkeitskontrast zwischen beiden groß ist. Weist jedoch das Festgestein eine ausgeprägte Verwitterungszone auf, oder treten inhomogen verteilt Störungsbereiche auf, die zu einer Verringerung der Geschwindigkeit führen, kann dies durch tomografische Modelle besser nachgebildet werden.

Die refraktionsseismischen und refraktionstomografischen Tiefenmodelle werden gegeneinander abgeglichen, um ein in sich stimmiges Modell zu ergeben.

Zusätzlich wurde eine **reflexionsseismische** Auswertung durchgeführt. Diese diente in erster Linie zur Erkundung von internen Strukturen im Fels. Kurz zusammengefasst können die wichtigsten Bearbeitungsschritte folgendermaßen erläutert werden.

- Anbringung der statischen Korrektur, d.h.: Elimination des Einflusses störender oberflächennaher Schichten, mit geringer Geschwindigkeit, auf die Reflexionen; Auswahl eines ebenen Bezugsniveaus (Final Datum) für die Berechnung der statische Korrektur; für diese Korrektur werden die Ergebnisse der Refraktionsseismik herangezogen.
- Mittels so genanntem Muting (Wegschneiden) werden Signale außerhalb der Zonen, in der Reflexionen zu erwarten sind, entfernt. Störsignale sind Ersteinsatz, Luftschall und Oberflächenwellen.
- Geschwindigkeitsanalyse: d.h.: Festlegen der optimalen Stapelgeschwindigkeit, für die im Seismogramm vorhanden Reflexionseinsätze. Die erworbenen Geschwindigkeitsfelder wurden geglättet und unter der Prämisse kontinuierlicher Reflexionshorizonte erarbeitet.

- Dynamische oder NMO (Normal Move Out) Korrektur. Dabei werden alle Strahlen die das gleiche Reflexionselement im CDP-Bereich (Common Depth Point) treffen mit der aus der Geschwindigkeitsanalyse hervorgegangenen Geschwindigkeit auf den Lotstrahl reduziert.
- Stapelung: Alle Lotstrahlen, die das gleiche Reflexionselement treffen werden aufsummiert und als eine Spur dargestellt. Das Ergebnis ist eine Zeitsektion der Untergrundverhältnisse (Stack).
- Migration: Aus der Stapelung (Zeitsektion) wird eine lagerichtige Tiefensektion erzeugt.

Eine weitere Beschreibung der methodischen Grundlagen ist dem Anhang A zu entnehmen.

4.2 Ergebnisdarstellung

Die Darstellung der Daten und Tiefenmodelle erfolgte im Programmpaket Surfer® (Golden Software Inc.).

Die Ergebnisse der Messungen sind in der Planbeilage als 2-D Schnitte (Anlagen 120000167-001 02) dargestellt. Die angegebene Schnittdistanz ergibt sich dabei aus den horizontalen Entfernungen der Stationen.

Für das seismische Profil ist die entlang der Refraktoren ("seismische" Schichtgrenzen) ermittelte Geschwindigkeit (Kompressions- oder P-Wellen Geschwindigkeit) dem kombinierten Tiefenmodell aus der Refraktionstomografie und der Reflexionsseismik gegenübergestellt. Die ermittelten seismischen **Refraktortiefen** (z0= Geländeoberkante, z1 = 1.Refraktor) sind als Linien Teil der Profilschnitte. Das tomografisch ermittelte P-Wellengeschwindigkeitsmodell (farbiger Bereich mit Isolinien) liegt darunter. Das Reflexionsmodell (tiefenmigrierter Stack) ist dem tomografischen Modell grafisch im "Wiggle"- Modus unterlegt.

5 ERGEBNIS UND INTERPRETATION

5.1 Profil 01/17

Profil 01/17 wurde in SW – NE Richtung innerhalb der Anlage Tobl ausgeführt. Die horizontale Profillänge beträgt knapp 150 m, bei Schnittlänge (SL) 14 wird das Profil 02/17 gequert.

Mit den verschiedenen Auswerteroutine können seismisch zwei Schichten unterschieden werden. Die oberflächennahe Schicht weist in der Refraktionstomografie Geschwindigkeiten bis 1000 m/s auf und ist durch den roten Bereich dargestellt. Die Schichtmächtigkeit liegt zwischen 6,5-7 m, am nördlichen Profilende geringfügig weniger. Aufgrund der auftretenden Geschwindigkeit sollte es sich dabei um lockere, ungesättigte Lockersedimente (Sande oder Kiese) handeln.

Der Übergang zu der zweiten Schicht (z1) ist durch die braune Linie gekennzeichnet. Diese verläuft nahezu topografiekonform. Ab der zweiten Schicht treten bereits Geschwindigkeiten um 3000 m/s auf, was auf Festgestein (Quarzphyllit) ab dieser Grenze schließen lässt. Gegen das nordöstliche Profilende kommt es dabei zu einem Anstieg der Geschwindigkeit, was sowohl in der Refraktionsseimik als auch in der Refraktionstomografie gut zu erkennen ist. Hier dürfte das Gestein sich kompakter

PÖYRY INFRA GMBH Betr. 120000167 Datum 24.04.2017 Seite 6 (10)

(unverwitterter) darstellen. Die Reflexionsseismik weist zwischen SL 20 – 120 muldenförmige Strukturen auf, die sich bis auf ein Niveau von 710 bzw. 680 m.ü.A. erstrecken. Hierbei dürfte es sich um interne Felsstrukturen handeln, die durch unterschiedliche Festigkeiten hervorgerufen werden. Eine genauere Zuordnung würde nur eine tiefere Bohrung klären.

5.2 Profil 02/17

Dieses Profil wurde orthogonal zu P01/17 in NW-SE Richtung gemessen. Die Profillänge beträgt 90 m, am nordwestlichen Ende (SL 4) liegt der Kreuzungspunkt mit Profil 01/17.

Auch bei diesem Profil konnten lediglich zwei Schichten seismisch unterschieden werden. Die oben aufliegende Schicht weist wiederum Geschwindigkeiten bis 1000m/s auf und ist durch den roten Farbbereich in der Refraktionstomografie dargestellt. Die Schichtmächtigkeit variiert zwischen 6 m am nordwestlichen Profilrand und 4 m zwischen SL 30 - 90. Geologisch dürften aufgrund der niedrigen Geschwindigkeit trockene und sehr locker gelagerte Lockersedimente (Sande und Kiese) überwiegen.

Darunter folgt die zweite Schicht mit Geschwindigkeiten um 3000 m/s. Der Übergang selbst ist in der Ergebnisgrafik durch die braune Linie (z1) gekennzeichnet. Ab hier sollte Festgestein (Quarzphyllit) vorliegen. Aufgrund der Geschwindigkeit kann der Fels im oberen Bereich einer Beanspruchung (Verwitterung) unterliegen. In der Tomografie zeigt sich ein Anstieg der Isolinien gegen das südöstliche Profilende, was auf ein Auftauchen kompakterer Anteile innerhalb des Festgesteins schließen lässt.

In der Reflexionsseismik sind einige steil stehende Strukturen zu erkennen, die mit dem Auftauchen der hohen Geschwindigkeiten in der Refraktionstomografie einhergehen. Aus diesem Grund kann darauf geschlossen werden, dass die Reflektoren Übergänge von Zonen unterschiedlicher Kompaktheit des Festgesteins abbilden. Zwischen SL 10 – 40 ist auch eine horizontal liegende Struktur um 760 m.ü.A. zu sehen, die dem auftauchenden Reflektor am Anfang des Profils P01/17 entspricht.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Im Zuge der Bodenerkundung für den Brauchwasserbrunnen Ara Tobl wurde die Pöyry Infra mit der Durchführung seismischer Untersuchungen im März 2017 beauftragt. Insgesamt wurden 2 Profile mit gesamt 252 lfm durchgeführt.

Es konnten zwei Schichten seismisch unterschieden werden. Die oben aufliegende Schicht mit Geschwindigkeiten bis 1000 m/s sollte geologisch trockenen, lockeren gelagerten Lockersedimenten (Sanden und Kiesen) entsprechen. Die Schichtmächtigkeit liegt größtenteils um 6-7 m, in der südöstlichen Profilhälfte von 01/17 auch darunter.

Darunter folgt die zweite Schicht mit Geschwindigkeiten um 3000 m/s, was auf Festgestein (Quarzphyllit) schließen lässt. Aufgrund der Geschwindigkeit könnte dem Fels eine gering mächtige Verwitterungsschwarte aufliegen. In einigen Bereichen zeigt sich tomografisch allerdings ein Auftauchen kompaktere Gebirgsanteile. Die

PÖYRY INFRA GMBH Betr. 120000167 Datum 24.04.2017 Seite 7 (10)

Reflexionsseismik zeigt interne Festgesteinsstrukturen, die wahrscheinlich unterschiedlich kompakte und entfestigte Zonen des Festgesteins abbilden.

Ein durchgehender mächtiger Grundwasserhorizont in den Lockergesteinen wurde in den seismischen Messungen nicht entdeckt. Da die Felsoberkante, die in einer maximalen Tiefe von 7 m angetroffen wurde, als Grundwasserstauer fungieren kann, ist eher davon auszugehen, dass das Grundwasser knapp über der Felsoberkante liegt und daher eine geringe Mächtigkeit von ca. 1 - 1,5 m besitzt.

PÖYRY INFRA GMBH Betr. 120000167 Datum 24.04.2017 Seite 8 (10)

ANHANG A GRUNDLAGEN DER SEISMISCHEN VERFAHREN

Durch mechanische Anregung (Kleinsprengungen oder pneumatische Impulsquelle) an der Erdoberfläche werden elastische Wellen erzeugt. Diese breiten sich im Untergrund nach physikalischen Gesetzmäßigkeiten aus und werden an der Oberfläche mittels Schwingungsaufnehmern (Geophone), welche entlang linearer Profile (2-D Seismik) angeordnet sind, registriert.



Abbildung 2: Methodische Prinzipien der Seismik

In Abhängigkeit von registriertem bzw. ausgewertetem Strahlentyp unterscheidet man zwei Teildisziplinen der Seismik:

- die Refraktionsseismik, die gebrochene Strahlen benutzt, und
- die Reflexionsseismik, die reflektierte Strahlen verwertet.

Unter Hybridseismik versteht man die kombinierte Anwendung von refraktionsseismischem und reflexionsseismischem Verfahren.

Das vertikale Auflösungsvermögen seismischer Messungen hängt von Wellenfrequenz, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Geophon- und Schusspunktabständen ab. So ist die Refraktionsseismik trotz großer Auslagelängen in der Erkundungstiefe beschränkt. Die Erkundungstiefe der Reflexionsseismik hingegen ist nach oben begrenz. Die Refraktionstomografie ermöglicht, die Informationslücke der Reflexionsseismik zur Oberfläche zu schließen.

Hochauflösende Refraktionsseismik

Die Refraktionsseismik macht sich die Brechung von Wellen an geologischen Grenzflächen, an denen sich die mechanischen Eigenschaften des Untergrundes ändern, zunutze.

PÖYRY INFRA GMBH Betr. 120000167 Datum 24.04.2017 Seite 9 (10)

Bei Zunahme der seismischen Geschwindigkeit (Vp) in der unteren Schicht (V2) gegenüber der oberen (V1) erfolgt eine Brechung der Welle vom Lot. Im Grenzfall der kritischen Brechung läuft die Welle mit der Geschwindigkeit V2 an der Grenzfläche entlang und erzeugt nach dem Huygen'schen Prinzip eine geführte (Mintrop-) Welle, die unter dem Winkel der Totalreflexion in einer von den Geschwindigkeiten V1 und V2 und der Tiefe der Grenzfläche abhängigen Entfernung vom Anregungspunkt an die Oberfläche auftaucht und deren Geschwindigkeit dort gemessen werden kann.

Aus der Laufzeit der Wellen zu den einzelnen Geophonen, der Aufstellungsgeometrie und der Wellengeschwindigkeit kann die Tiefe von Schichtgrenzen, den so genannten Refraktoren berechnet werden.

Die Refraktionsseismik gibt somit Aufschluss über die Tiefenlage von Refraktoren (seismische bzw. physikalische Grenzflächen) und den Verlauf der seismischen Wellengeschwindigkeiten (Vp) entlang von Schichtgrenzen.

Folgende methodische Grundlagen der Refraktionsseismik sind immer zu beachten:

- Es können nur Horizonte erfasst werden, deren seismische Geschwindigkeit über jener aller hangenden Schichten liegt. Diese Horizonte werden als Refraktoren bezeichnet.
- Das laterale und vertikale Auflösungsvermögen ist abhängig von der Hauptfrequenz und der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen, der Bandbreite des Signals sowie der Erkundungstiefe. Dabei wird die laterale Auflösung bestimmt von der Größe der Fresnel'schen Zone und dem Abstand der Untergrundabtastung (CMP-Abstand).
- Die erkennbare Mindestmächtigkeit einer refraktierenden Schicht wird durch die Mächtigkeit derselben und die Wellenlänge der erzeugten seismischen Wellen bestimmt (vertikales Auflösungsvermögen ca. 1/3 bis ¹/₄ der Wellenlänge).
- Der horizontale Aussagebereich hängt von der Möglichkeit ab, Fernschüsse außerhalb der Geophonauslage abtun zu können.
- In Profilrichtung kann das Einfallen von Schichtgrenzen bis zu einem Winkel, der dem kritischen Brechungswinkel zwischen Hangendem und Liegendem entspricht, verfolgt werden. Steil eingeschnittene Rinnen sind deshalb nur in Ihrem Ansatz zu erkennen und auch nur bei entsprechender Weite.
- Die refraktionsseismisch ermittelten Tiefen liefern den k
 ürzesten Abstand zur Grenzfl
 äche, der sich bei quer zur Profilrichtung geneigten Grenzfl
 ächen erheblich vom lotrechten Abstand unterscheiden kann. Sie sind daher in einem Querprofil als Halbkreise abzuschlagen.

Refraktionstomographie

Bei kontinuierlicher Zunahme der Geschwindigkeit mit der Tiefe (vertikaler Geschwindigkeitsgradient) wird die Methode der Tauchwellentomografie verwendet. Dabei handelt es sich um ein iteratives Verfahren, das ein vorher zu erstellendes Startmodell für den Aufbau des Untergrundes schrittweise verbessert.

Das Ergebnis dieser Auswertung ist die 2-dimensionale Verteilung der Ausbreitungsgeschwindigkeit im Untergrund.

Reflexionsseismik

Die Reflexionsseismik nutzt die Reflexion von Wellen an geologischen Grenzflächen, an denen sich die physikalischen Eigenschaften (Dichte oder/und Ausbreitungsgeschwindigkeit) des Untergrundes ändern. Die Reflexionsseismik selbst liefert nur eingeschränkte Möglichkeiten zur direkten Bestimmung seismischer Geschwindigkeiten.

Die folgenden methodischen Grundlagen der Reflexionsseismik sind zu beachten:

• Die Mindestmächtigkeit einer reflektierenden Schicht, die reflexionsseismisch aufgelöst werden kann, wird durch die Wellenlänge des seismischen Signals bestimmt.

• Reflexionen sind später eintreffende Ereignisse und werden durch die vorlaufenden Refraktionen sowie durch Oberflächenwellen oder den Luftschall überlagert. Zur Verstärkung der Nutzsignale gegenüber statistisch verteilter Unruhe ist eine vertikale Stapelung mehrerer Einzelanregungen notwendig. Zur Ausblendung der Störwellen erfolgt eine so genannte CMP-Stapelung, bei der alle Informationen, die zu einem gemeinsamen Untergrundelement gehören, gestapelt werden. Diese damit erreichte Überdeckung bestimmt wesentlich die Erkennbarkeit von Reflexionen.

• Der horizontale und vertikale Aussagebereich hängt von der erzielbaren CMP-Überdeckung ab.



