
Gemeinden Baar / Menzigen

Alte Lorzentobelbrücke BW 1704-0005

Auflageprojekt Instandsetzung Hydrogeologische Beurteilung



Der Kantonsingenieur:

Plan-Nr.: 1704-0005.Jä
Datum: 15.11.2021
Rev.: -
Visum: Dr. Heinrich Jäckli AG

Auftrag-Nr.: 2000768
Planformat: A4
Massstab: -

Planer: Dr. Heinrich Jäckli AG, Albulastrasse 55, 8048 Zürich

Bauherr: Tiefbauamt Kantons Zug, Aabachstrasse 5, 6300 Zug

Kanton Zug
Amt für Umweltschutz
Abteilung Wasser
Herr Peter Keller
Aabachstrasse 5
Verwaltungsgebäude 1
6300 Zug

Sachbearbeiter: Peter Schatzmann
dipl. Natw. ETH, Geologe
Telefon: +41 41 748 00 22
E-Mail: schatzmann@jaeckli.ch

Cham, 9. März 2021

210078 Hydrogeologische Beurteilung.docx Spc/La

Sanierung alte Lorzentobelbrücke, BW 1704-0005
Menzingen und Baar / ZG
Hydrogeologische Beurteilung

Sehr geehrter Herr Keller

Die geplante Sanierung der alten Lorzentobelbrücke BW 1704-0005 in Menzingen und Baar / ZG erfordert eine gewässerschutzrechtliche Bewilligung vom Kanton, da das Projekt auf der Ostseite (Seite Aegeri) innerhalb der Schutzzone S2 verschiedener Quelfassungen liegt. Am 12.2.2021 wurden wir durch das Tiefbauamt des Kantons Zug mit der Ausarbeitung einer hydrogeologischen Beurteilung des Projektes beauftragt. Grundlage bildete unsere Offerte vom 1.2.2021.

1 Verwendete Grundlagen

Frühere Berichte

- [1] Dr. Lorenz Wyssling (10.3.1977): Geologische-hydrogeologischer Bericht betreffend Ausscheidung von Schutzzonen für die Quelfassungen im Lorzetal. Abschnitt oberhalb der Tobelbrücke: Quellen «Zürcher» a bis C, WV Zürich. Quellen A bis O, gemeinschaftlich mit WW Zug und WV Zürich. Quelle Unter Schönbrunnen, WW Zug. Grundwasserfassungen 1 bis 3, Lorzentobel, WW Zug mit allgemeiner Übersicht über das ganze Quellgebiet auf der Ostseite des Lorzetales.
- [2] Dr. Lorenz Wyssling AG (10.8.2009): Menzingen / ZG. WWZ Wasserwerke Zug AG. Quelfassungsstollen O. Geologische Stollenaufnahmen. Hydrogeologischer Bericht.
- [3] Dr. Lorenz Wyssling AG (15.5.2015): Menzingen / ZG. Instandsetzung der alten Lorzentobelbrücke. Hydrogeologische Verhältnisse.
- [4] Dr. Lorenz Wyssling AG (23.7.2015): Menzingen / ZG. Instandsetzung der alten Lorzentobelbrücke. Geologische Baugrunduntersuchungen im Bereich des rechten (östlichen) Widerlagers.
- [5] ewp AG (5.3.2021): Gemeinden Baar/Menzingen. Alte Lorzentobelbrücke BWE 1704-0005. Auflageprojekt. Technischer Bericht.

- [6] ewp AG (5.3.2021): Gemeinden Baar/Menzingen. Alte Lorzentobelbrücke BWE 1704-0005. Auflageprojekt. Massnahmenplan: Übersicht 1:200.
- [7] ewp AG (5.3.2021): Gemeinden Baar/Menzingen. Alte Lorzentobelbrücke BWE 1704-0005. Auflageprojekt. Massnahmenplan: Details/ Schnitte.

Amtliche Planungsinstrumente und Karten

- [8] Grundwasserkarte / Gewässerschutzkarte (zugmap.ch).

2 Gewässerschutzrechtliche Situation / gesetzliche Rahmenbedingungen

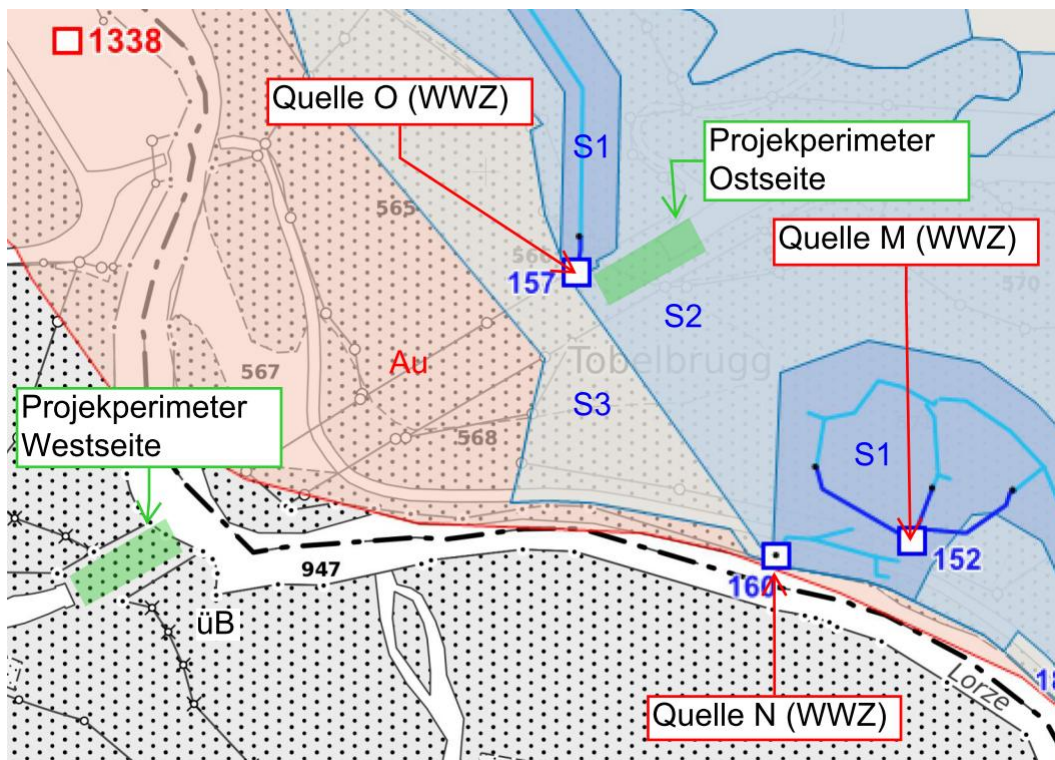
Der Projektperimeter auf der Ostseite liegt in der Zone S2 der Quelfassungen Lorzentobel M (kantonale Nr. 152) und Lorzentobel O (kantonale Nr. 157, Abb. 1). Beide Quellen werden durch die WWZ Energie AG für die öffentliche Trinkwasserversorgung genutzt.

Der Projektperimeter auf Seite Zug liegt ausserhalb von Gewässerschutzbereichen und ist den so genannt «übrigen Bereichen» üB zugeordnet (Abb. 1).

Gemäss Gewässerschutzverordnung gilt in der Schutzzone S2 ein Bauverbot. Aus wichtigen Gründen können Ausnahmen vom Bauverbot gestattet werden, wenn eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann (GSchV Anh. 4 Ziff. 222).

Der vorliegende Bericht befasst sich mit der hydrgeologischen Beurteilung des innerhalb der Schutz-zonen gelegenen Projektes auf der Ostseite. Für den im üB gelegenen Projektabschnitt auf Seite Zug ist keine Beurteilung erforderlich.

Abb. 1: Ausschnitt aus der Gewässerschutzkarte des Kantons Zug, Massstab 1:2000 [6]



3 Projekt

Für die Sanierung der alten Lorzentobelbrücke sind gemäss dem Technischen Bericht [5] und den Plangrundlagen [6], [7] auf der Ostseite die nachfolgend aufgeführten Massnahmen geplant:

Brückenwiderlager

Um die Eingriffe in den Untergrund möglichst gering zu halten, wird das bestehende Verstärkungskonzept aus 1970er-Jahren übernommen. Dabei erfolgt die Sicherung des Brückenwiderlagers mit vorgespannten Erdankern und Verteilschwellen aus Beton. Die alten Verteilschwellen aus Stahl werden etappenweise rückgebaut und durch neue Verteilschwellen aus Beton ersetzt. Die Sicherung der Schwellen erfolgt mit gespannten Ankern:

- Längsrichtung: 6 Anker, freie Ankerlänge 24 m, Verankerungslänge 6 m.
- Querrichtung: 6 Anker, freie Ankerlänge 30 m, Verankerungslänge 6 m.

Die bestehenden Anker bleiben bis zum Einbau der neuen Verstärkung erhalten.

Flügelmauer

Die an das Widerlager angrenzende Flügelmauer wird mittels Nadelankern gegen ein weiteres Ausbauen gesichert. In [5] wird von 30 Nadelankern ausgegangen. Die ca. 4 m langen, mit einer Neigung von ca. 10° gebohrten Anker weisen einen Durchmesser von 16 mm und eine Injektions-Ummantelung von 40 mm auf. Jeder Ankerbereich wird während des Bohrens mittels Spritzbeton lokal gesichert. Zeigt sich im Rahmen der Sanierungsarbeiten, dass das Mauerwerk der Flügelmauer in sich instabil ist, müsste dieses allenfalls zusätzlich ausinjiziert werden (z.B. mit Injektionsmörtel auf Basis von hydraulischem Kalk).

4 Ältere Untersuchungen

Die geologisch-geotechnischen und hydrogeologischen Verhältnisse wurden im Sommer 2015 durch das Büro Dr. Lorenz Wyssling AG im Detail untersucht ([3]/[4]). Dabei wurden im Projektperimeter auf der Ostseite die 2 Kernbohrungen KB1b(2015) und KB2(2015) abgeteuft. In der zur Grundwassermessstelle ausgebauten Bohrung KB2(2015) wurde anschliessend ein Markierversuch durchgeführt.

5 Hydrogeologische Verhältnisse

Die hydrogeologischen Verhältnisse am Standort werden in den Berichten [3] und [4] detailliert beschrieben. Bei der alten Lorzentobelbrücke liegt die Talsohle des Lorzentobels im Niveau von sehr kompakt gelagerten, glazialen Seeablagerungen mit geringmächtigen Einschaltungen von Moränenmaterial. Die Oberfläche der glazialen Seeablagerungen weist ein ausgeprägtes Relief auf. Darüber folgt der grundwasserführende Lorzschotter, welcher durch horizontal eingelagerte, undurchlässige Moränen- und Sandschichten in mehrere übereinander liegende, sich z.T. seitlich verfingernde Schotterkörper unterteilt wird. Über dem Lorzschotter folgen ab ca. Kote 610 m ü.M. praktisch undurchlässige, geschichtete siltig-tonige Sande mit geringmächtigen Kieslagen, welche nur mässig Grundwasser führen. Darüber folgen die letzteiszeitlichen Moränenablagerungen.

Im engen Talabschnitt bei der Tobelbrücke sind durch die Erosion der Lorze die zu Nagelfluh verkitteten Lorzschotter und darunter folgend ältere Moränenschichten und Seeablagerungen freigelegt worden. Nacheiszeitlich wurde der aus Moräne bestehende mittlere und untere Tobelhang mit kiesigem Hangschutt überdeckt.

Innerhalb des Lorzeschotter bestehen mehrere übereinander liegende Grundwasserleiter, welche durch Moräneschichten hydraulisch getrennt sind. In der Grundwasserkarte des Kantons Zug [6] sind diese einander überlagernden Grundwasservorkommen dargestellt. Auf der östlichen Talseite des Lorzetobels sind im Abschnitt der alten Lorzetobelbrücke insgesamt *vier* übereinander liegende *Schotter- bzw. Grundwasserstockwerke* vorhanden.

Das im Lorzeschotter aus östlicher Richtung zufließende Grundwasser wird in zahlreichen, in Stollen angelegten Quelfassungen gefasst und zur kommunalen Trinkwasserversorgung genutzt. Die Lage der dem Projektsandort am nächsten gelegenen Fassungen Lorzentobel O und M zeigt *Abb.1*. Das hydrogeologische Profil aus [3] findet sich in der *Beilage*.

Beim Brückenwiderlager auf Seite Aegeri ist gemäss dem Profil in der *Beilage* von oben nach unten der folgende Aufbau des Untergrundes zu erwarten:

Auffüllung (im Profil weiss belassen)

Unter der Strasse folgt der kiesige Schotterkoffer und darunter locker gelagertes, sehr heterogen zusammengesetztes Auffüllmaterial aus Steinen, Blöcken, sandigem Kies und Sand.

Hanglehm und Hangschutt (im Profil hellrosa koloriert)

Unter den Auffüllungen folgt der feinkörnige Hanglehm aus Silt und tonig-siltigem Sand. Darunter liegt kiesiger Hangschutt. Die Mächtigkeit der Hanglehm- und Hangschuttablagerungen beträgt ca. 1.5 bis 2.3 m. Die Obergrenze der Hanglehmablagerungen steigt mit ca. 18° in östlicher Richtung hang-aufwärts an.

Lorzeschotter, trocken (im Profil hellblau koloriert)

Unter dem Hangschutt folgt der Lorzeschotter, bestehend aus einem sandigen, wenig siltigen Kies mit leicht bis mässig verkitteten Horizonten. In den kiesigen Schotter eingelagert sind Sandlinsen und kiesige Steinlagen. Ein guter Schotteraufschluss befindet sich unmittelbar am Ostende der Brücke beim Spielplatz. Der Schotter führt kein Grundwasser und ist trocken.

Glaziale Seeablagerungen (im Profil mit gelb koloriert)

Unten dem Lorzeschotter folgen ab ca. Kote 588 m ü.M. glaziale Seeablagerungen, bestehend aus einer Wechsellagerung von siltigem Sand und Sand, vereinzelt mit wenig Kies. Die glazialen Seeablagerungen sind vorbelastet und weisen dementsprechend eine hohe Lagerungsdichte auf. In westlicher Richtung werden die glazialen Seeablagerungen von grobblockiger Moräne unterlagert. Diese Moräne ist im steilen Tobelhang oberhalb des Einganges der Quelle O aufgeschlossen.

Wechsellagerung Lorzeschotter (im Profil blau koloriert) / **Moräne** (im Profil braun koloriert)

Unter den Seeablagerungen folgen 3 Stockwerke aus sandig-kiesigem Lorzeschotter. Die Schottervorkommen sind jeweils durch eine unterschiedlich mächtige Moräne voneinander getrennt. Aus dem obersten Schotter wird die Quelfassung Lorzentobel O gespeist. Die Quellen Lorzentobel M werden aus dem untersten Schotter gespeist. Die Quelfassung Lorzentobel O liegt auf Kote ca. 580–582 m ü.M. und die Quelfassung Lorzentobel M liegt auf Kote ca. 558 m ü.M.

Bei der nahe der Lorze gelegene Quelle Lorzentobel N (*Abb. 1*) handelt es sich gemäss [1] um eine unterirdische Schlitzfassung innerhalb der Moräne. Aufgrund ihrer Lage dürfte die Quelle wohl relativ stark durch Lorze-Infiltrat beeinflusst werden.

6 Erkenntnisse aus dem Markierversuch

Zur Abklärung, ob zwischen dem obersten (trockenen) Lorzeschotter beim östlichen Brückenwiderlager und den darunter folgenden, grundwasserführenden Lorzeschottern hydraulische Verbindungen bestehen, wurde im Sommer 2015 ein Markierversuch durchgeführt. Die Markierstoffeingabe erfolgte in KB2 (*Beilage*). Während der zweiwöchigen Probenahmedauer wurde das Wasser aus dem Stollen O sowie der Gesamtabfluss der Lorzentobelquellen WWZ täglich beprobt. Im Gesamtabfluss ist die sehr ergiebige Quellgruppe M und auch die Quelle O enthalten.

Bereits in der ersten Probe, d.h. 2.5 Stunden nach der Markierstoffeingabe, konnte der Markierstoff in hoher Konzentration sowohl in der Quelle O wie auch im Gesamtabfluss der Quellen Lorzentobel, enthaltend Quelle M, nachgewiesen werden. Bis zum Ende des zweiwöchigen Markierversuches konnten 82% des eingegebenen Markierstoffes nachgewiesen werden. Der sehr schnelle Ersteinsatz und die hohe Farbstoffkonzentration zeigen, dass zwischen der Eingabestelle und den beprobten Quellen eine kurzschlussartige Verbindung mit sehr schnellen Fließwegen vorhanden sein muss. Als Ursache für die schnellen Fließwege wurden in [3] im Untergrund talparallel verlaufende, steil stehende, offene Klüfte vermutet, welche den verkitteten Lorzenschotter, die glazialen Seeablagerungen und die kompakten Moränenschichten durchtrennen.

7 Gewässerschutzrechtliche Beurteilung

Ankerbohrungen

Für die Sanierung des östlichen Brückenwiderlagers der alten Lorzentobelbrücke sind für die Rückverankerung Erdankerbohrungen unerlässlich. Diese sind gemäss *Kapitel 2* maximal 30 m lang und kommen durchwegs in den trockenen, gering durchlässigen, verkitteten Lorzenschotter zu liegen, welcher von talparallel verlaufenden, sehr gut durchlässigen steil stehenden Klüften durchtrennt wird. Mit dem Markierversuch vom Juni 2015 wurde nachgewiesen, dass zwischen dem Lorzenschotter beim Brückenwiderlager und den tieferliegenden Quellen O und M eine kurzschlussartige hydraulische Verbindung besteht. Die erforderlichen Ankerbohrungen stellen damit eine Gefährdung für das in den Quellen O und M genutzte Grundwasser dar. Aus Sicht des Grundwasserschutzes sind deshalb besondere Schutzmassnahmen erforderlich, welche in *Kapitel 6* beschrieben werden und im Detail mit den zuständigen Behörden noch zu festzulegen sind.

Nadelanker

Die geneigt ausgeführten, ca. 4 m langen Nadelanker zur Stabilisierung der Flügelmauer kommen vorwiegend in die Auffüllungen und in den Hanglehm / Hangschutt zu liegen (*Beilage*). Die Gefährdung der Quellen M und O durch den Einbau der Anker in diesen Schichten wird als gering erachtet, da nicht davon ausgegangen wird, dass sich die Klüftung bis in diese oberflächennahen und jungen geologischen Schichten ausdehnt.

Im untersten Teil der Flügelmauer wird ein geringer Anteil der Anker voraussichtlich den Lorzeschotter erreichen (*Beilage*). Die Anker im Schotter stellen möglicherweise eine Gefahr für die beiden Quellen dar (vgl. Aussaugen Ankerbohrungen).

Ausinjizierung Mauerwerk

Eine allfällig erforderliche Ausinjizierung des Mauerwerkes der Flügelmauer beschränkt sich nur auf das Mauerwerk selbst und nicht auf den angrenzenden Untergrund. Eine Gefährdung der Quellen durch diese Massnahme wird deshalb als gering erachtet.

8 Schutzmassnahmen bei den Bau- und Bohrarbeiten

8.1 Arbeiten vor Baubeginn

Die hydrogeologische Baubegleitung instruiert den Unternehmer vor Baubeginn über die gewässerschutzrechtlichen Auflagen auf der Baustelle und kontrolliert diese während der Bauausführung. Vor Baubeginn erstellt die hydrogeologische Baubegleitung ein Bereitschafts- und Alarmdispositiv, welches das Verhalten bei kleineren und grösseren Havarien regelt. Das Baustellenpersonal wird vor Baubeginn entsprechend geschult.

8.2 Bauliche Schutzmassnahmen

Die Anzahl der erforderlichen Ankerbohrungen und Nadelanker soll auf ein absolutes Minimum beschränkt werden.

Massnahmen zur Verhinderung von unkontrolliertem Abfliessen von Injektionsgut in den Untergrund und ins Grundwasser

Es dürfen nur Sackanker verwendet werden, damit kein Injektionsgut in die offenen Klüfte und damit in die tieferliegenden Grundwasserleiter austreten kann. Bei den Verankerungen sind die Füllmengen an Injektionsgut-/Zement vorgängig zu berechnen und die tatsächlich verfüllten Mengen sind zu protokollieren. Bei zu hohen Mengen ist die Arbeit zu unterbrechen und das weitere Vorgehen ist mit der hydrogeologischen Baubegleitung zu besprechen.

Bei den Nadelankern, welche bis in den Schotter reichen, ist ein Austreten von Injektionsgut in den Untergrund möglichst zu verhindern. Deshalb ist der Verpressdruck Injektionsgutes so gering wie möglich zu halten.

Vom Unternehmer sind vor Baubeginn detaillierte Angaben über die Zusammensetzung des eingesetzten Injektionsgutes für die (Nadel)Anker vorzulegen. Es dürften nur Stoffe eingesetzt werden, welche aus gewässerschutzrechtlicher Sicht unbedenklich sind.

Bauwerke

Für alle Grabenauffüllungen und Hinterfüllungen darf nur sauberes, natürliches und gering durchlässiges Material verwendet werden (keine Recycling-Baustoffe).

Installationsplatz

- In der Bauphase sind bei allen Betonarbeiten Massnahmen vorzusehen, die eine Versickerung von Betonabwasser in den Untergrund oder ein Abfliessen von Betonabwasser in die Oberflächengewässer verhindern. Diese Massnahmen sind durch den Unternehmer der hydrogeologischen Baubegleitung vor Baubeginn aufzuzeigen.
- Installationsplätze sind in Absprache mit der Wasserversorgung und dem Bauamt dem Amt für Umwelt auf befestigten Platz ausserhalb der Schutzzone S2 zu errichten. Die Lage des Platzes ist durch den Unternehmer vor Baubeginn zu definieren, auf einem Plan einzutragen und der hydrogeologischen Baubegleitung abzugeben.
- Das Reinigen, das Auftanken sowie das Reparieren von Maschinen dürfen nur auf den befestigten Plätzen erfolgen.
- Alle wassergefährdenden Stoffe auf der Baustelle (z.B. Ölfässer, Kannen mit Treibstoff, Schmieröl etc.) sind verschlossen in einer Wanne mit 100% Auffangvolumen zu lagern.
- Auf den Installationsplätzen sind Auffang-Vorrichtungen vorzusehen, welche im Falle einer Leckage auslaufende wassergefährdende Stoffe vollständig auffangen. Auf der Baustelle dürfen

nur gut gewartete und vom Unternehmer kontrollierte Maschinen (besonders Hydraulikölsystem) eingesetzt werden.

- Die Vorgaben gemäss dem ZUDK-Merkblatt «Entwässerung von Baustellen» sind einzuhalten.
- Verschmutztes Baustellenabwasser ist vor der Einleitung in ein Gewässer über Absetzbecken zu reinigen und falls erforderlich zu neutralisieren (pH-Wert).

Massnahmen Überwachung Quellen

Es sind folgende Massnahmen zum Schutz und zur Überwachung der Quellen M und O geplant:

- Ca. 2 Monate vor Baubeginn: Regelmässige Ertragsmessungen.
- Vor Baubeginn:
 - Chemische und bakteriologische Probenahme in beiden Fassungen.
 - Installation eines Datenloggers im Mischwasser der Quellen M und O zur kontinuierlichen online-Aufzeichnung des pH und der elektrischen Leitfähigkeit. Automatische Alarmierung bei Grenzwertüberschreitungen.
- Während der Bauarbeiten:
 - Verwurf der Quellen.
 - Kontinuierliche Messung pH und elektrische Leitfähigkeit.
 - Regelmässige chemische und bakteriologische Probenahme.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten:
 - Nach 2 Wochen: Chemische und bakteriologische Probenahme zur Prüfung, ob die Quellen wieder in das Trinkwassernetz eingespeist werden können.
 - Ca. 1 Monat kontinuierliche Messung pH und elektrische Leitfähigkeit.

Das detaillierte Überwachungsprogramm ist in Absprache mit der WWZ Energie AG und dem Amt für Umwelt festzulegen.

9 Schlussfolgerungen

Eine temporäre Beeinflussung des Grundwassers und der Quelfassungen während den Bauarbeiten ist nicht auszuschliessen. Das Risiko für eine langfristige Beeinträchtigung der Quellen wird bei Umsetzung der in *Kapitel 8* beschriebenen Massnahmen aber als gering erachtet. Durch die oben aufgeführten Massnahmen wird während und nach Abschluss der Bauarbeiten der bestmögliche Schutz der Quelfassungen gewährleistet.

Freundliche Grüsse

Jäckli Geologie AG



Beilage:

Hydrogeologisches Profil, Massstab 1:200

Kopie an:

- Tiefbauamt Kanton Zug, Herr Werner Portmann, Aabachstrasse 5, 6300 Zug
- ewp AG, Herr Michael Amsler, Rikonerstrasse 4, 8307 Effretikon

Hydrogeologisches Profil 1:200

Projektperimeter Ost

Beilage

W

E

m ü.M.

605

600

595

590

585

580

575

570

565

560

Widerlager Ägeri

KB1b(2015)

Ägeri →

KB2(2015)

Verteilschwellen aus UNP 260
 Einbau 1980 - 1981

Gewölbe 6

Widerlager: Erneuerung
 Queranker 6 Stk. (24 + 6 m)

(alte Höhe) +597.88
 = 594.62 m ü.M. neue Höhe

Auffüllung

Hanglehm

Flügelmauer: Verstärkung
 mit Nadelankern (30 Stk.)

Lorzen-Schotter, mässig verkittet

Widerlager: Erneuerung
 Längsanker 6 Stk. (18 + 6 m)

Dywidaganker ø26 mm, Vo= 10 to
 Einbau 1980 - 1981

kein Grundwasser, trocken

glaziale Seeablagerungen (vorwiegend Sande, z.T. verkittet)

Stollen-Quelle O WWZ

Lorzen-Schotter, mässig verkittet

Hangschutt

Moräne, kompakt

Lorzen-Schotter

Moräne

Lorzen-Schotter, mässig verkittet

Stollen-Quellen M WWZ
 projiziert 60m SE

Stollen M1

Stollen M2

Moräne

Mit dem Markierversuch im Juni 2015 wurde nachgewiesen, dass zwischen der Bohrung KB2 und den Stollen der Quellen O und M eine kurzschlussartige Verbindung vorhanden ist. Der in KB2 im Filterrohr eingegebene Markierstoff Eosin konnte bereits nach 2.5 Stunden im Quellwasser der Quellen O und M nachgewiesen werden. Diese hydraulische Verbindung ist nur möglich beim Vorhandensein von talparallel verlaufenden, steil stehenden offenen Klüften, welche den Lorze-Schotter, die glazialen Seeablagerungen und die undurchlässige Moränenschichten durchtrennen. Solche offene, steil stehende Kluftsysteme sind z.B. aus dem Quellfassungsstollen der Kohlbodenquelle bekannt.