

Geoelektrische Charakterisierung von Auflockerungszonen im Opalinus-Ton (Mont Terri, Schweiz)

Im Rahmen des “Engineered Barrier Emplacement Experiment”

Projektleiter:	Prof. Dr. U. Yaramanci
Mitarbeiter:	S. Kruschwitz , M. Braun
Finanzierungsträger:	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
Zeitraum:	Juli 2001 – Dezember 2002

Geoelektrik im Untertagelabor Mont Terri:

In Mont Terri werden seit 1999 geoelektrische Messungen untertage von der TU-Berlin durchgeführt [1, 3, 4]. Das Ziel ist die Erfassung von Auflockerungszonen um eine Strecke (Stollen), die durch die Auffahrung und aufgrund von Spannungsumlagerungen entstehen. Die aufgerissenen bzw. aufgelockerten Gesteinsbereiche trocknen aus und somit wird der spezifische elektrische Widerstand erhöht. Die größten Auflockerungszonen bilden sich in der Streckensohle und –firste:

Allgemeine Ziele des EB-Experiments:

Das Felslabor Mont Terri liegt ca. 100 km SW von Basel im Kanton Jura in der nördlichen Schweiz. 300 m unter der Erdoberfläche werden geotechnische, hydraulische, geophysikalische und geochemische Gesteinseigenschaften untersucht, um Tonstein auf seine Eignung als Wirtsgestein für Problemabfälle zu charakterisieren. Das „Engineered Barrier Emplacement - (EB)“ Experiment ist Teil des Mont Terri Projektes, welches bereits seit 1996 im schweizer Opalinuston mit breiter internationaler Beteiligung angelaufen ist. Einer der wichtigen Hintergründe ist die Untersuchung der Gesteinsbereiche um Strecken und speziell deren Rückverfüllung zum Zweck der Einlagerung toxischer Substanzen. In dem EB-Projekt soll untersucht werden, inwieweit die Auflockerungszone um eine Strecke mit geophysikalischen Methoden erfaßt und wie ein solcher Hohlraum stabilisiert sowie mit erprobter Verfülltechnik geschlossen werden kann. Geplant sind neben geoelektrischen Messungen, die von der TU-Berlin konzipiert und durchgeführt werden, auch seismische und hydraulische Tests sowie der Einbau geomechanischer Aufnehmer. Die seismischen Untersuchungen werden von der BGR durchgeführt und ausgewertet; darunter fallen die Geschwindigkeitsanalysen aus Intervall- und Cross-holemessungen sowie ein refraktionsseismisches Profil entlang der Streckenwand.

Weiterhin ist im Verlauf des EB-Experiments der Einbau eines Versuchskanisters mit einer Länge von 4,5 m und einer Höhe von 0,97 m geplant. Dieser soll die gleiche Dimensionierung und das gleiche Gewicht wie der spätere Referenzkanister haben und muß einem Umgebungsdruck von bis zu 12 MPa standhalten. Im Inneren sind keine elektrischen

Meßinstrumente vorgesehen. Nach der Verfüllung soll vom Kanister eine Flüssigkeit in den Stollen injiziert werden, deren Ausbreitung dann geoelektrisch aufgenommen wird.

Geoelektrische Messarbeiten und Zielsetzung:

Der Untersuchungsbereich bzw. die Versuchsstrecke ist mit einer Länge von 6 m und einer Breite von ca. 3 m relativ begrenzt. Durch detaillierte geoelektrische Messungen sollen sowohl der Streckensaum bezüglich aufgelockerter und ausgetrockneter Bereiche untersucht, als auch das Verfüllmaterial charakterisiert werden. Dazu wurden 3 geoelektrische Profile fest in der Streckenwand installiert [Abb. 1], so daß auch noch nach der Verfüllung eine gesicherte Datenaufnahme möglich ist.

Entlang der Streckenwand verläuft ein Stoßprofil mit 45 Elektroden, die in einem Abstand von 12.5 cm in den Fels geschlagen wurden. Jeweils einen halben Meter rechts und links der Streckenmitte wurden weiterhin zwei Ringprofile angebracht, die entlang des Streckenquerschnittes verlaufen. Hier beträgt der Elektrodenabstand etwa 21 cm bzw. vom Profilmittelpunkt 8° und die Elektrodenanzahl beträgt wiederum 45.



Abb.1: Die Versuchsstrecke und Installation der Ringprofile 1 und 2

Die Aufnahme der spezifischen elektrischen Widerstände erfolgt auf zwei Arten. Einerseits wird mit der Campus-Geopulse ein gängiges Gleichstromverfahren verwendet, zum anderen wird mit der SIP-Fuchs ein Wechselstromverfahren zur Messung der spektralen induzierten Polarisation eingesetzt. Durch einen Amplitudenvergleich des spezifischen elektrischen Widerstandes beider Verfahren kann eine Qualitätsanalyse der Daten und somit eine Einschätzung der Güte der Phasenwerte vorgenommen werden. Die Datenaufnahme erfolgt in Wennerkonfiguration. Zur Inversion der Ringprofile werden die Daten in überlappende Sektionen unterteilt, die einzeln invertiert und anschließend wieder zusammengesetzt werden. Der komplexe Widerstand der SIP-Messungen wird in Real- und Imaginärteil ungerechnet und diese werden getrennt invertiert. Die Geometriefaktoren, die für diese

spezielle Meßanordnung benötigt werden, wurden mit einem 3D-Finite-Differenzen Programm berechnet [2]. Erste Ergebnisse sind in Abb. 2 dargestellt:

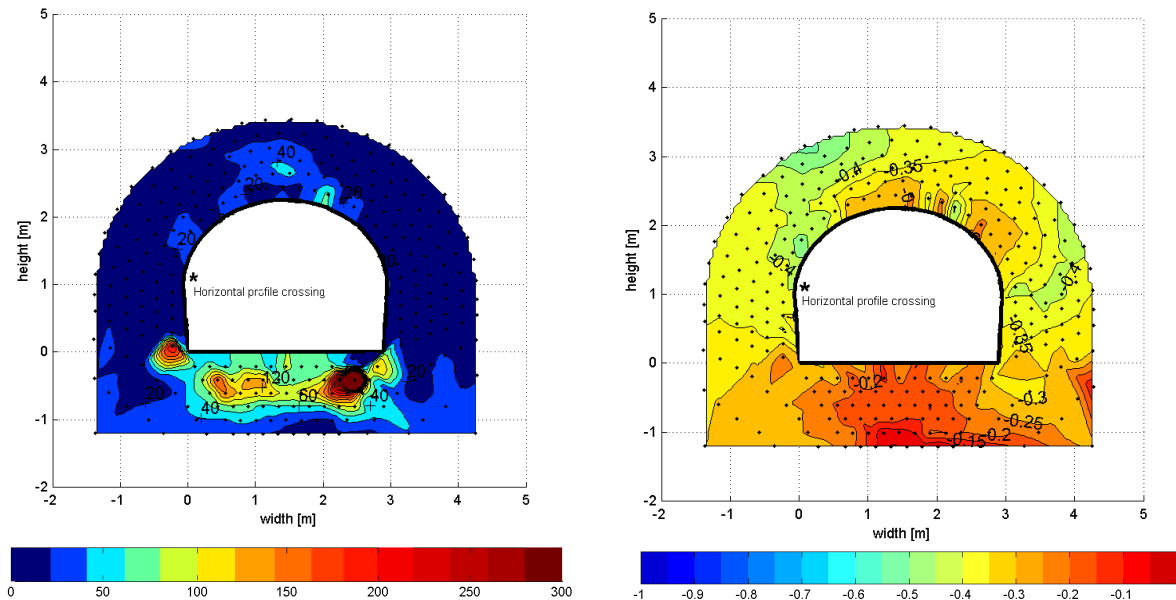


Abb.1: Erste Ergebnisse: Inversion des Ringprofils 1

Spezielles Augenmerk soll bei der Auswertung auch auf geotechnische Gesichtspunkte und eine Stabilitätsuntersuchung des gesamten Stollens gelegt werden. Ebenfalls soll durch Labormessungen eine Eichkurve des komplexwertigen spezifischen Widerstandes bei verschiedenen Wassergehalten erstellt werden, so daß den aufgelockerten Gesteinsbereichen direkt ein Sättigungs- bzw. Entsättigungsgrad zugeordnet werden kann. Dies soll im weiteren Verlauf des Projektes auch für das Verfüllmaterial Bentonit möglich sein.

Die Interpretation der Phasenmessungen des spezifischen elektrischen Widerstandes muß weiterhin verbessert werden, so daß diese besser interpretierbar und eindeutigen physikalischen Gesteinsparametern zuzuordnen sind. Dazu können Laboruntersuchungen von Bohrkernen aus verschiedenen Stollenwandbereichen, und somit verschiedenen Mikrorißsystemen, entscheidend beitragen.

Literatur:

[1] Kiewer, M. (2000): *Geoelektrische Charakterisierung von Tonformationen*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Technische Universität Berlin.

[2] Xiaomin, F. (1998): *Modellierung und Inversion von Gleichstromgeoelektrischen Bohrlochmessungen mit 2D und 3D-Finiten-Differenzen*. Dissertation, Technische Universität Berlin. Mensch Buch Verlag Berlin.

[3] Yaramanci, U., Kiewer, M. (2000): *Geoelectrical Characterisation of the Opalinus Clay Formation in the Underground Rock Laboratory 'Mont Terri'*. Mont Terri Project, Technical Note 99-27, ED-C Experiment. Technische Universität Berlin.

[4] Yaramanci, U., Kruschwitz, S., Maultzsch, S. (2000): *Geoelectrical Characterisation of the Opalinus Clay Formation in the Underground Rock Laboratory 'Mont Terri'*. Mont Terri Project, Technical Note 2000-33, ED-C Experiment. Technische Universität Berlin.