**Zeitschrift:** Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

**Herausgeber:** geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und Landmanagement

**Band:** 108 (2010)

**Heft:** 12: AlpTransit

**Artikel:** Geomonitoring beim Nordportal des Ceneri-Basistunnels

**Autor:** Heiniger, Thomas

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-236735

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 17.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Geomonitoring beim Nordportal des Ceneri-Basistunnels

Die Unterquerung der Autobahn A2 ist eine der grossen Herausforderungen im nördlichen Abschnitt des Ceneri-Basistunnels. Neben manuellen Messungen ist ein automatisches Monitoringsystem das Herzstück der Überwachung für die A2 während der Unterquerung. Während zwei Jahren Vortriebsarbeiten stellte die Monitoringanlage die Sicherheit des Transitverkehrs auf der Autobahn A2 sicher.

*Th. Heiniger*

Im Norden des Ceneri steigt die geplante NEAT Linienführung über einen Viadukt in der Magadino-Schwemmebene auf die Höhe des Tunnelportals. Dieses befindet sich direkt unter der wichtigsten Nord-Süd Strassen-Transitroute, der Autobahn A2. Die Schwemmebene wird durch die Erstellung der Trasse stark belastet. Sie hat bereits in der Vergangenheit bei verschiedenen Bauvorhaben Setzungen bis zu 1.2 m verursacht.

Um diesen erwarteten Setzungen vorzubeugen, wird die ganze Ebene im Bereich der zukünftigen Linienführung mit Ausbruchsmaterial aus dem Gotthard-Basistunnel vorbelastet. Um die Auswirkungen der Vorbelastung zu überprüfen und die Sicherheit der Autobahn A2 während der Unterquerung durch den Ceneri-Basistunnel zu gewährleisten, wurde eine Überwachung des Gebietes mit Fokus auf die Unterquerung der Autobahn A2 beschlossen. Die Unterquerung der A2 findet innerhalb den ersten 50 Tunnelmeter im Material des geschütteten Autobahndammes statt.

## Los704: Monitorraggio sedimenti

Das Monitoring wurde als separates Los öffentlich ausgeschrieben. Die IG Ceneri-Monitor mit Amberg Technologies als federführendes Unternehmen, zusammen mit BSF Swissphoto, haben den Zuschlag für die Überwachung der anschliessend beschriebenen Gebiete erhalten. Beide Unternehmen haben ihren Geschäftssitz in Regensdorf und überwachen für die AlpTransit Gotthard AG bereits die Umgebung von drei Staumauern über dem Gotthard-Basistunnel.

### Manuelle Überwachungen

An über 110 Punkten wird die Setzung der Ebene periodisch geprüft. Dazu wurden zu Beginn der Schüttung Setzungspegel installiert, die mit dem Anwachsen der Schüttung jeweils erhöht wurden. Die Messung dieser Pegel erfolgt geodätisch mit Tachymeter bezüglich eines übergeordneten Bezugssystems. Die maximalen Setzungen in diesem Bereich betragen 90 cm, was den Vorhersagen des Projektingenieurs entspricht. Zusätzlich werden im gleichen Messeinsatz auch Punkte auf dem bestehenden SBB-Bahndamm inklusive Brücke kontrolliert. Das Messintervall wird dabei den Bautätigkeiten flexibel angepasst, wobei der normale Rhythmus 14 Tage beträgt. Diese Messungen erlauben Aussagen über das langfristige und grossflächige Setzungsverhalten.

### Automatische Überwachung der A2

Für die Überwachung der Autobahn-Unterquerung A2 wird das netzwerkbasierte DC3 Monitoring-System eingesetzt. Dieses erfasst relevante Deformationen im Bereich der Autobahn und stellt mittels automatischer Alarmierung bei der Überschreitung von Grenzwerten den gefahrlosen Betrieb der wichtigsten Schweizer Nord-Süd-Verbindung sicher. Im Bereich von zwei geplanten Viaduktpfeilern in der Magadinoebene sind Setzungs- und Wasserstandsmessungen im Untergrund an das Monitoring-System angeschlossen. Damit wird das Setzungsverhalten während der Vorbelastung in verschiedenen Tiefen bis 60 m Tiefe überprüft.

**Abb.1: Vigana: Blick auf das Nordportal Vigana, darüber verläuft die A2 – eine der beiden Haupt-Verkehrsachsen durch die Schweiz.**
*Fig. 1: Vigana: Vista sul portale nord Vigana, sopra scorre l'A2 – una delle due tratte principali della Svizzera.*

**Abb. 2: Messpfeiler: Automatische Überwachung entlang der Autobahn A2 – das Monitoringsystem detektiert Bewegungen mit einer vorgegebenen Sensitivität von 3 mm.**
*Fig. 2: Pilastro di Misurazione: monitoraggio automatico lungo l'A2 – il sistema di monitoraggio rileva movimenti con una sensibilità prescritta di 3 mm.*

## Geodätisches Monitoring an der Oberfläche

Entlang der Autobahn A2, in der Böschung und im Bereich des geplanten Portals sind insgesamt 48 Prismen installiert, welche durch zwei Tachymeter vom Typ Leica TCA1800 stündlich angemessen werden. Diese Daten dienen der Erfassung von Deformationen an der Oberfläche. Dieses System, das insbesondere auch die Langzeitbeobachtung des Dammkörpers abdeckt, detektiert Bewegungen mit einer vorgegebenen Sensitivität von 3 mm. Dies stellt hohe Anforderungen an die Stabilität des Systems. Die Langzeitbeobachtung zeigt auf, dass die Einhaltung dieser hohen Anforderungen bei guten meteorologischen Verhältnissen erreicht wird. Um die Langzeitstabilität der Festpunkte zu überwachen, wurden zusätzlich vier GPS-Punkte installiert.

## Geotechnisches Monitoring im Untergrund

Um Bewegungen bei einem plötzlich auftretenden Ereignis möglichst schnell zu erfassen, sind Tachymeter nicht geeignet. Diese Bewegungen werden daher mit einem verdichteten Netz von geotechnischen Sensoren in einem Intervall von ca. 3 Minuten registriert. Diese wurden in bis zu 50 m lange horizontale Bohrlöcher zwischen 4–8 m unter der Fahrbahn installiert. Am talseitigen Rand des Dammkörpers wurden 30 m tiefe Bohrungen mit Sensoren bestückt.

Zum Einsatz kamen dabei folgende Sensoren:

- 4 horizontale Bohrungen mit 70 verketteten unaxialen Inklinometern
- 6 vertikale Bohrungen mit 75 verketteten biaxialen Inklinometern
- In 2 vertikalen Bohrungen je 3 Längenmesssensoren
- 2 bergseitige Bohrungen mit je 5 Piezometersensoren

Die horizontalen Ketteninklinometer messen Setzungen, die vertikalen biaxialen Inklinometer messen Querverschiebungen in 2 Achsen. Die Längenänderungssensoren zeigen Verschiebungen entlang der senkrechten Bohrlöcher und damit Setzungen im Untergrund. Messungen der Piezometer stellen den Wasserdruck in den verschiedenen wasserführenden Schichten des Dammkörpers dar. Die Tachymeter messen die absoluten Verschiebungen und Setzungen der Bohrlöcher ein. Damit können die Resultate der Bohrlochmessungen besser interpretiert und mit den geodätischen Messungen verglichen werden.

## Auswertung

Die Messdaten der automatischen Messungen werden direkt vor Ort im System analysiert und verwaltet. Dies erlaubt eine automatische Generierung von Grafiken nach jedem Messdurchgang. Diese werden in einem vordefinierten Intervall auf das webbasierte Datenvisualisierungsportal GEOvis von Amberg Technologies geladen. Die Projektverantwortli-

**Abb. 3: GEOvis: Mit dem Webinterface GEOvis können die Messdaten jederzeit interaktiv abgefragt werden.**
*Fig. 3: GEOvis: con il Webinterface GEOvis è possibile esaminare i dati di misurazione in modo interattivo in ogni momento.*

chen können die aktuellen Grafiken dort jederzeit einsehen und auch auf archivierte Daten zugreifen. Die manuellen Messungen werden innerhalb eines Tages ausgewertet und die Diagramme werden ebenfalls in GEOvis bereitgestellt.

### Alarmierung

Der Projektingenieur hat zweistufige Grenzwerte für maximal erlaubte Bewegungen festgelegt. Wird nach einem Messdurchgang eine Überschreitung dieser Werte festgestellt, alarmiert das Monitoring-System automatisch die verantwortlichen Personen per SMS und über Anruf mit Sprachmitteilung. Die Empfänger sind gezwungen, die Meldung aktiv zu quittieren, ansonsten werden die Meldungen an die stellvertretenden Personen weitergeleitet. Im Alarmfall werden die neusten Grafiken sofort im GEOvis bereitgestellt und stehen den verantwortlichen Personen zur Interpretation der Situation zur Verfügung.

## Fazit

Der Start der automatischen Messungen erfolgte ca. 1 Jahr vor Beginn des Tunnelvortriebs. Dies ist in solch komplexen Monitoring-Projekten wichtig, um Erfahrungen mit dem System zu sammeln und das Verhalten des Systems bei den verschiedensten Umweltverhältnissen kennenzulernen. Im November 2008 wurde die Alarmierung «scharf» gestellt und die kritische Phase der Unterquerung wurde Mitte 2010 erfolgreich bewältigt. Die gemessenen Setzungen von maximal 14 cm lagen im Bereich der berechneten Vorhersage des Projektingenieurs. Dank intelligenter interner Systemprüfungen konnten Fehlalarme bis auf zwei Ausnahmen vermieden werden.

Während die geotechnischen Sensoren von Umweltbedingungen weitgehend unbeeinflusst blieben, und damit auch die Alarmierung jederzeit sichergestellt war, gab es bei den geodätischen Messungen verschiedene Herausforderungen. Das schnelle Wachstum der Vegetation und die starke Gischt bei Regen erforderte einen erhöhten Aufwand für Rodungen der Visuren und Reinigung der Prismen. Extrem starker Schneefall verunmöglichte teilweise die freie Sicht auf die Prismen und nicht zuletzt wurden wir mit der Zerstörung von Messpunkten infolge von Unfällen auf der Autobahn, Bautätigkeiten und Vandalismus konfrontiert.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass sich das gewählte Mess- und Alarmierungskonzept vollumfänglich bewährt hat, wobei der 24 Stunden Bereitschaftsdienst doch eine hohe Belastung für das Personal der IG Ceneri-Monitor darstellte. Daher sind nicht nur alle Projektbeteiligten erleichtert, dass die Unterquerung der A2 erfolgreich durchgeführt werden konnte, sondern auch die Monitoringspezialisten der IG CeneriMonitor freuen sich auf eine Zeit ohne Handy neben dem Bett.

Thomas Heiniger
Amberg Technologies AG
Trockenloostrasse 21
CH 8105 Regensdorf-Watt
theiniger@amberg.ch