

# Vermessungstechnische Herausforderung beim Bau des Gotthard-Basistunnels im Abschnitt Faido

Autor(en): **Deicke, Reinhard**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **104 (2006)**

Heft 6: **Geomatiktage Luzern = Journées de la géomatique Lucerne**

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-236334>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Vermessungstechnische Herausforderung beim Bau des Gotthard-Basistunnels im Abschnitt Faido

Entgegen allen Prognosen war und ist die Geologie im Bauabschnitt Faido in der Multifunktionsstelle alles andere als gut und stabil. Kurz nach Vortriebsbeginn im März 2002 kam der erste Verbruch in der Querkaverne; ab diesem Zeitpunkt wird der Vermessung extrem viel abverlangt.

*Contrairement à tous les pronostics, la géologie dans le secteur de construction de Faido, au point multifonctionnel, est tout autre que bon et stable. Sitôt après le début des travaux d'excavation, en mars 2002, la première rupture a eu lieu dans la caverne transversale; dès ce moment, le travail de mensuration est devenu extrêmement exigeant.*

Contrariamente alle previsioni, la geologia nel troncone di Faido era ed è tutt'altro che buona e stabile. Subito dopo l'inizio dello scavo, nel marzo 2002 si è avuto un primo crollo nella caverna trasversale. A partire da questo momento, le esigenze nei confronti della misurazione sono notevolmente aumentate.

R. Deicke

## Vortriebsvermessung

In der Multifunktionsstelle (MFS) wird der gesamte Ausbruch durch Sprengvortrieb erstellt. Hierbei bohren Atlas Copco Bohr-

wagen mit zwei oder drei Bohrramen die Ortsbrust mit ca. 150 Bohrlöchern und ca. 3,50 m Tiefe ab. Bei der heutigen Technik wird natürlich nicht mehr jedes Bohrloch angezeichnet. Der Bohrwagen wird über eine vorhandene Laserstation eingemessen und positioniert. Im Bohrwagen ist in einem PC die Laserlinie, die Ach-

se und Gradiente des Projekts und das zu bohrende Ausbruchprofil mit allen Angaben der einzelnen Bohrlöcher gespeichert. Der Bohrwagen richtet sich über zwei Zieltafeln am Bohrram und den dazugehörigen Tunnelmeter über den Laser ein. Damit ist der Bohrwagen positioniert und der Bohrist kann nun über einen Display mit Joystick die einzelnen Bohrlöcher anfahren und abbohren.

Nach der Sprengung und dem Schuttern des Materials werden Profile, alle 1–2 m auf das Ausbruchprofil gemessen und sofort vor Ort ausgewertet. Eventuelles Unterprofil wird angezeichnet und bereinigt. Dies geschieht mit reflektorlos messenden Tachymetern der Firma Leica. Im Tachymeter integriert sind alle für die Vermessung wichtigen Programme im Tunnelvortrieb. Später erfolgt eine Auswertung mit entsprechender Dokumentation im Büro. Der Datenfluss vom Tachymeter zum PC und den einzelnen Programmen ist gewährleistet.

Beim Stellen von Einbaubögen muss der Vortrieb nicht auf die Vermessung warten. Sie können mit Hilfe einer Fernsteuerung und den von der Vermessung programmierten Tachymetern alle Bögen selbst stellen. Die im Programm Leica TMS SETOUT vereinbarten Stellen und Abstichmasse sind frei wählbar und müssen individuell angepasst werden. Die anschließende Kontrolle ergab, dass die Bögen Zentimeter genau gestellt wurden.

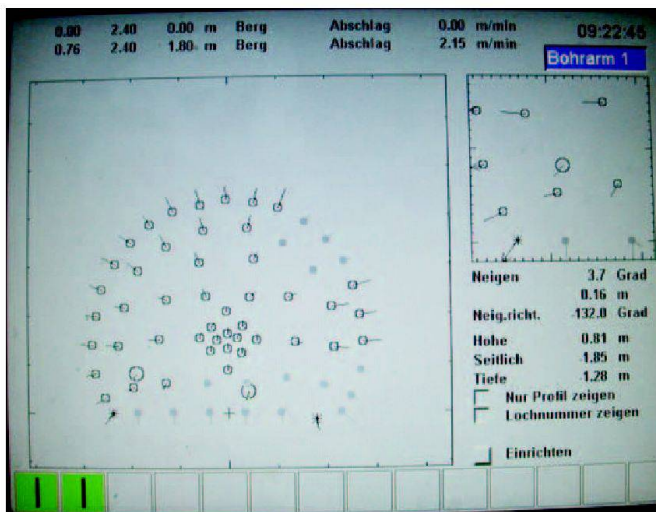


Abb. 1: Display der Ortsbrust im Bohrwagen.



Abb. 2: Bohrram mit Zieltafeln.

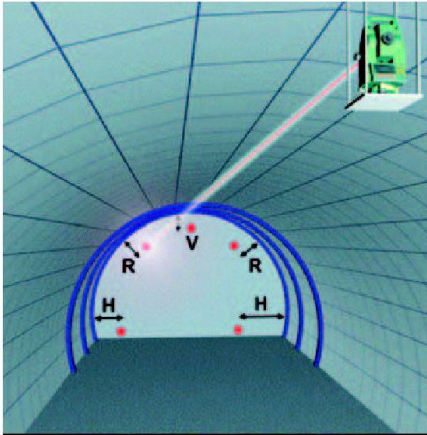


Abb. 3: Abstichmasse Bogeneinmessung.

### Festpunktfeld

Der Ursprung des Festpunktfeldes liegt im fertig ausbetonierten Zugangsstollen. Hier wurden vom Auftraggeber Punkte in Lage und Höhe übergeben. Wiederholungsmessungen durch den Bauherrn und Messungen durch den Bauunternehmer haben gezeigt, dass diese Punkte als fest zu betrachten sind. Quer zum Zugangsstollen erstreckt sich die MFS ca. 1300 m nach Norden und Süden und beinhaltet nebst den beiden Hauptröhren zwei Not- haltstellen und zwei Abluftstollen sowie zwei Tunnelverzweigungen.

In der MFS sind nun seit vier Jahren Vortrieb keine endgültigen Ausbauten vorhanden und die Festpunkte in der MFS somit immer nur provisorisch. Bedingt durch die starken Deformationen in den

verschiedenen Bereichen können erstellte Festpunkte nie als fest gesehen werden. In der Sohle, die nur mit Material gefüllt ist, können durch starken Verkehr der Baustellenfahrzeuge keine Festpunkte gesetzt werden. Es bleibt nur die Vermarkung von Punkten im Parament mittels so genannter Göcke Dübel. Auch hier halten die Punkte nie lang, da zu unterschiedlichen Zeiten diverse Lagen Spritzbeton aufgetragen werden und die Festpunkte wieder entfallen. Sehr grosse Aufmerksamkeit widmen wir somit dem Festpunktfeld und verwenden sehr viel Zeit zur Überwachung und Neubestimmung der Festpunkte. Immer wieder wird bis in den Zugangsstollen zurück gemessen, um exakte Koordinaten zu erhalten. Das heutige Instrumentarium zum Ermitteln des Festpunktfeldes erleichtert die Arbeit sicherlich, da aber oft an acht verschiedenen Stellen in der MFS gearbeitet



Abb. 4: Positionieren des Bogens.

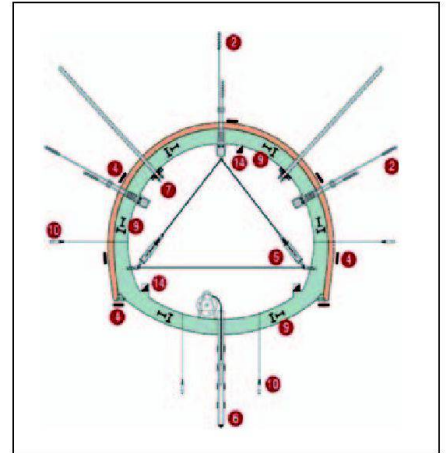


Abb. 6: Messquerschnitt mit möglichen Einbauten.

wird, muss das gesamte Festpunktfeld zu jeder Zeit auf dem Laufenden sein.

In der Zwischenzeit wurden bis zu 1200 Festpunkte gesetzt. Es gibt Punkte, die mittlerweile nur monatlich kontrolliert werden, andere aber mehrfach wöchentlich. Die hohe Genauigkeit wird nicht nur für den Vortrieb gefordert, sondern auch für die felsmechanischen 3D-Messungen.

### Geotechnische Messungen

Bedingt durch sehr starke Deformationen in der MFS ist der Aufwand der geotechnischen Messungen enorm. Zur Erfassung der Deformationen kommen die verschiedensten Messmethoden zum Einsatz. Dies sind optische 3D-Konvergenzmessungen, Extensometer, Tape-Messungen, Strain Gauge, Curvometer, Sonden-

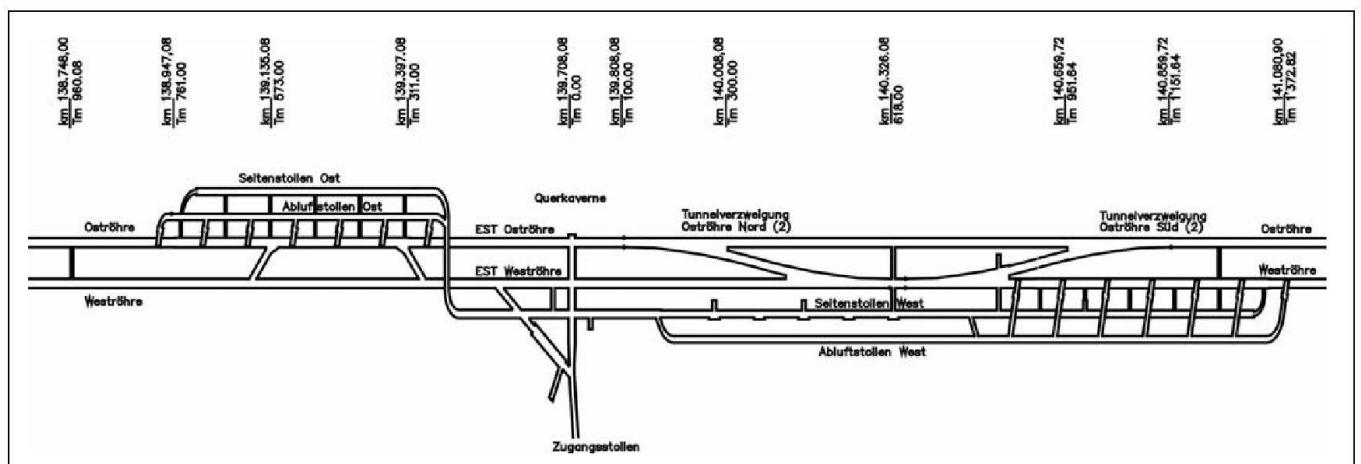


Abb. 5: Übersicht der Multifunktionsanlage.

extensometer, Messanker, Ankerkraftmessdosen, Druckmessdosen und Inklinometer.

Zurzeit sind 360 Messquerschnitte mit je drei bis sieben Reflektoren installiert. Der Messrhythmus der einzelnen Querschnitte ist zwischen täglich und monatlich, je nach Deformation. Die grösste Deformation lag bei 70 cm. In dieser Zone wurde sogar stündlich gemessen. Stahlträger scherten innerhalb von 24 Stunden komplett ab. Daraufhin musste der Tunnel in diesem Bereich neu aufgeweitet und mit grossem Aufwand gesichert werden.

Auch wurden schon 150 Extensometer gesetzt, nebst den 3D-Konvergenzbolzen die wichtigsten geotechnischen Einrichtungen. In der Annahme, dass der tiefste Punkt des Extensometers ausserhalb des aufgelockerten Bereichs des Gebirges zu liegen kommt, werden Längenänderungen des Extensometers in verschiedenen Tiefen gemessen. Je nach Ausführung des Extensometers liegen die Messtiefen zwischen 3 und 25 m. Die Daten werden per Funk ausgelesen und in einem Diagramm dargestellt.

Um Belastungen auf den Stahlbögen zu messen, wurden Strain Gauge und Curvomometer eingesetzt. Diese wurden an verschiedenen Stellen des Bogens versetzt und ca. alle vier Stunden gemessen. Leider waren diese Messquerschnitte innert

weniger Tage zerstört oder aber der Messbereich wurde überschritten und sie waren somit nicht mehr messbar. Beide Messverfahren lieferten die gleichen Ergebnisse und konnten die starken Verformungen des Bogens nachweisen. Eine andere wichtige Messmethode sind Messanker mit Ankerkraftmessdosen. Aufgrund der Längenänderung des Messankers können Belastungen des Ankers zurückgerechnet werden. Kraftmessdosen, die an der Ankerplatte angebracht sind, ermitteln die Kraft, mit der der Anker in das Gebirge hineingezogen wird. Mit den Tape-Messungen werden Verformungen direkt mit Hilfe von Invardrähten abgelesen. Es wird eine sehr hohe Genauigkeit der Strecke erreicht, bis zu 1/100 Millimeter. Jede Strecke muss von Hand abgelesen werden und ist somit sehr zeitintensiv.

Alle gemessenen und verarbeiteten Daten werden in einem Visualisierungsprogramm dargestellt. Via Internet sind die Daten jeder Zeit einzusehen. An Hand der Setzungs-, Querverschiebungs- und Vektordiagrammen erkennt man in Abhängigkeit zum Baufortschritt die Deformation des Tunnels. Diese Daten sind für den Innenausbau des Tunnels von grosser Bedeutung. Seismische Vorauserkundungen, seismische Tomografien zur Erkundung des seitlichen Umfeldes sowie Kern-

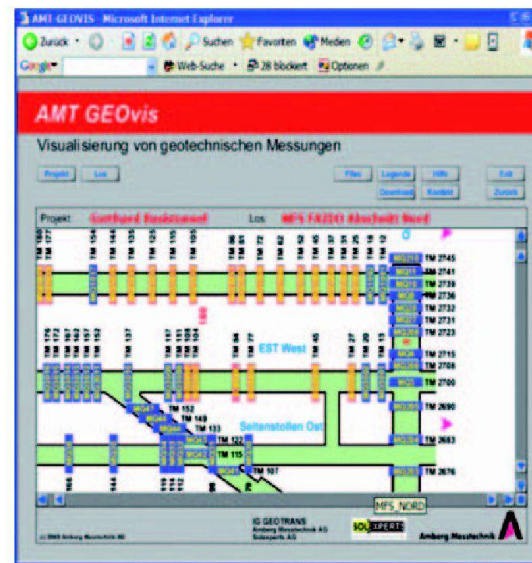


Abb. 7: Übersicht der Querschnitte im Visualisierungsprogramm.

bohrungen wurden zu jeder Zeit durch die Vermessung mit all ihren Daten und Aufnahmen unterstützt.

## Ausblick

Das Erreichen aller Messquerschnitte, säubern der Prismen, organisieren einer Hebebühne ist sehr zeitaufwändig. Die Baustelle arbeitet 24 Stunden am Tag. Vortriebstopp ist zu Weihnachten, Ostern und während den Bauferien; leider nicht für die Vermessung. Diese Zeit wird genutzt, um alle Punkte neu einzumessen und auch während dieser Zeit geforderte Konvergenzmessungen durchzuführen. Die Vermessung des Bauherrn nutzt auch diese Zeit, um ihrerseits alles neu zu koordinieren, kreiseln und uns zu kontrollieren. Bis jetzt waren alle Differenzen in einem sehr kleinen Rahmen. Wie immer ist die Anzahl des Personals bei der Vermessung sehr bescheiden. Um solche Leistungen zu erbringen, muss man viel Freude am Beruf, am Bauwerk und eigene Motivation mitbringen.

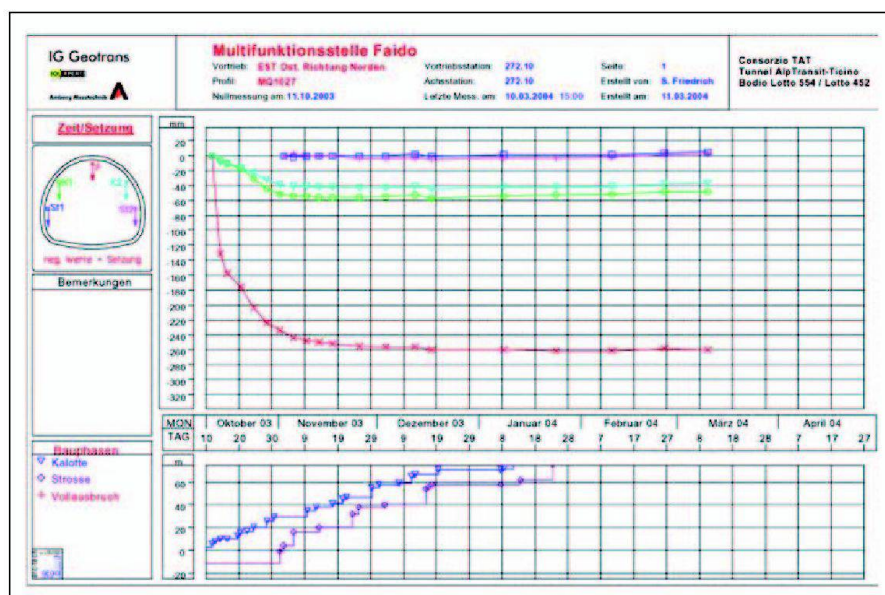


Abb. 8: Beispiel Zeit/Setzungsdiagramm.

Reinhard Deicke  
ARGE TAT  
Isengrundstrasse 18  
CH-8134 Adliswil  
deicke@freesurf.ch