

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: Die (vermessungstechnischen) Herausforderungen am Anfang des
Projekts, als noch alles neu und unbekannt war

Autor: Ebnetter, Franz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-236723>

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: 14.01.2026

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

Die (vermessungstechnischen) Herausforderungen am Anfang des Projektes, als noch alles neu und unbekannt war

Als anfangs der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts die Vermessung für die neue Alpentransversale am Gotthard organisiert und aufgebaut werden musste, war vieles im Umbruch. Mit der Reform der amtlichen Vermessung, der Einführung der neuen Landesvermessung, mit neu entwickelten automatisierten Messinstrumenten und entsprechenden Auswertprogrammen oder mit neuen Möglichkeiten der Datenkommunikation konnten die vielfältigen Vermessungsbedürfnisse optimal realisiert werden. Der Beitrag zeigt, dass die Herausforderungen beim Projektstart mit dem Aufbau der Vermessungsorganisation, der Regelung der Verantwortlichkeiten oder der Ausschreibung und Vergabe der Vermessungsarbeiten für eine erfolgreiche Vermessung ebenso wichtig sind wie die Anwendung der bekannten und neuen vermessungstechnischen Möglichkeiten.

Lorsqu'au début des années 90 du siècle passé la mensuration pour les nouvelles transversales alpines a dû être organisée et installée beaucoup de choses étaient en transformation. Avec la réforme de la mensuration officielle, l'introduction de la nouvelle mensuration nationale, de nouveaux instruments de mensuration automatiques et les programmes d'exploitation correspondants ou de nouvelles possibilités de communication de données les multiples besoins de la mensuration ont pu être réalisés de façon optimale. L'article démontre que les défis lors du démarrage du projet concernant l'établissement de l'organisation de la mensuration, la définition des responsabilités ou la mise en concurrence et l'adjudication des mandats sont autant importants pour une mensuration réussie que l'application des méthodes techniques de mensuration connues ou nouvelles.

Molte cose si trovavano in una fase di mutamento quando all'inizio degli anni '90 del secolo scorso si è provveduto a organizzare la misurazione della nuova trasversale alpina del Gottardo. Con la riforma della misurazione ufficiale, l'introduzione della nuova misurazione nazionale, i nuovi strumenti di misurazione automatizzati, i rispettivi programmi di elaborazione e le nuove possibilità nella comunicazione di dati, si è riusciti a soddisfare in modo ottimale le innumerevoli esigenze imposte dalla misurazione. Quest'articolo dimostra che le sfide all'inizio della progettazione, con l'organizzazione della misurazione, la regolamentazione delle responsabilità o il bando di concorso e l'assegnazione delle opere di misurazione sono importanti tanto quanto l'utilizzazione degli elementi di misurazione già noti o nuovi.

F. Ebnetter

Herausforderungen sind für uns Ingenieure notwendig wie das Salz in der Suppe. Ohne sie wäre unser Berufsleben fade und unsere Aktivitäten würden zur Routine führen. Die Herausforderungen,

wie sie beim Projektstart von grossen Bauvorhaben, in unserem Fall im Projekt AlpTransit auf uns Ingenieure zukommen, finden sich nicht nur im rein technischen Bereich. Das Erkennen der wesentlichen Aufgaben und deren zeitliche Abfolge und der Projektrisiken, die Festlegung der Verantwortlichkeiten, die Regelung der Pro-

zesse, der Aufbau der Organisation, die Abschätzung der Kosten, die Verfahren für die Ausschreibung und Vergabe von Aufträgen an Dritte mit den dazugehörigen vertraglichen Regelungen sind Beispiele von ebenso anforderungsreichen Aufgaben, die den Erfolg unserer Ingenieur-Tätigkeiten massgebend beeinflussen.

Aufgaben und Organisation der Vermessung

In den ersten Kontakten mit der Projektleitung legten wir die Aufgaben der Vermessung fest. Als Kernaufgabe war die Tunnelabsteckung gesetzt. Dazu wurden dem Vermessungsdienst die Beschaffung, die laufende Aktualisierung und die Verwaltung der Geodaten des Ist-Zustandes und des Projektes für alle Projektbeteiligten übertragen. Ebenso wurde der Vermessungsdienst verantwortlich für die Überwachung des Bauwerks und von gefährdeten Objekten, die im Einflussbereich des Projektes stehen.

ATG in der Funktion als Bauherrin der neuen Alpentransversale auf der Gotthardachse leitet das Projekt mit einer schlanken Organisation. Mit der Planung und Projektierung wurde eine Vielzahl von Ingenieurbüros beauftragt. Es war ein weitsichtiger, nicht selbstverständlicher Entscheid, ein Vermessungsteam in die Projektleitung zu integrieren und diesem die Gesamtleitung der Vermessung zu übertragen. Die Aufgaben und Verantwortlichkeiten wurden aufgeteilt in bauherrenseitige Leistungen und Vermessungsleistungen der beauftragten Unternehmer des Rohbaus und der Bahntechnik. Ein beauftragter externer Vermessungsexperte hat die Projektleitung Vermessung im Sinne des Vieraugen-Prinzips bei der technischen Beurteilung von Konzepten, Verfahren und bei der Prüfung von Kontrollberichten unterstützt. Für die Ausführung der bauherrenseitigen Vermessungsarbeiten wurden externe Vermessungsunternehmen meist als Konsortien beauftragt.

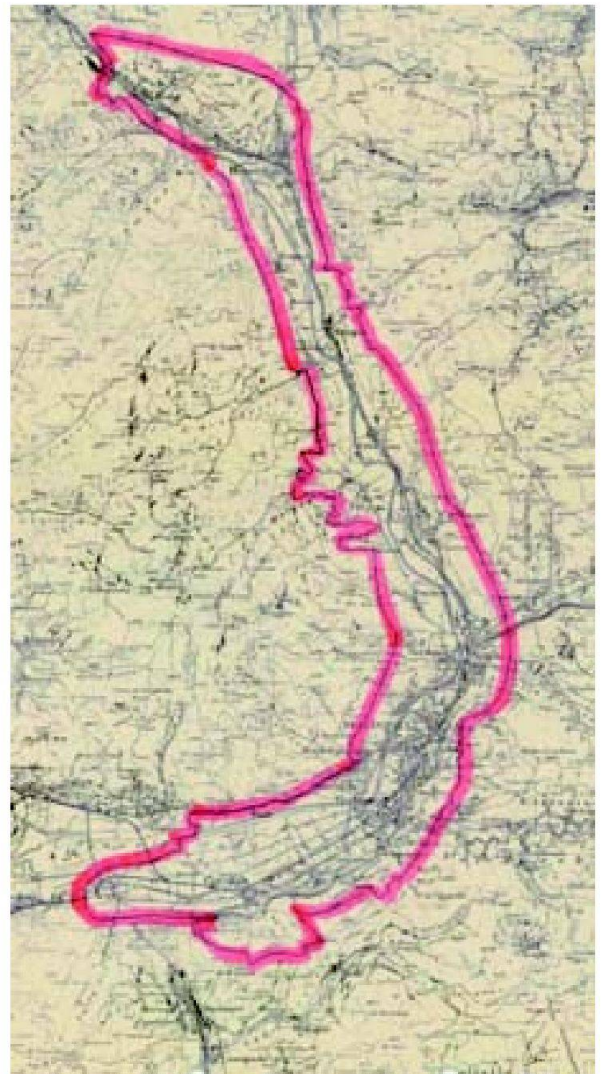
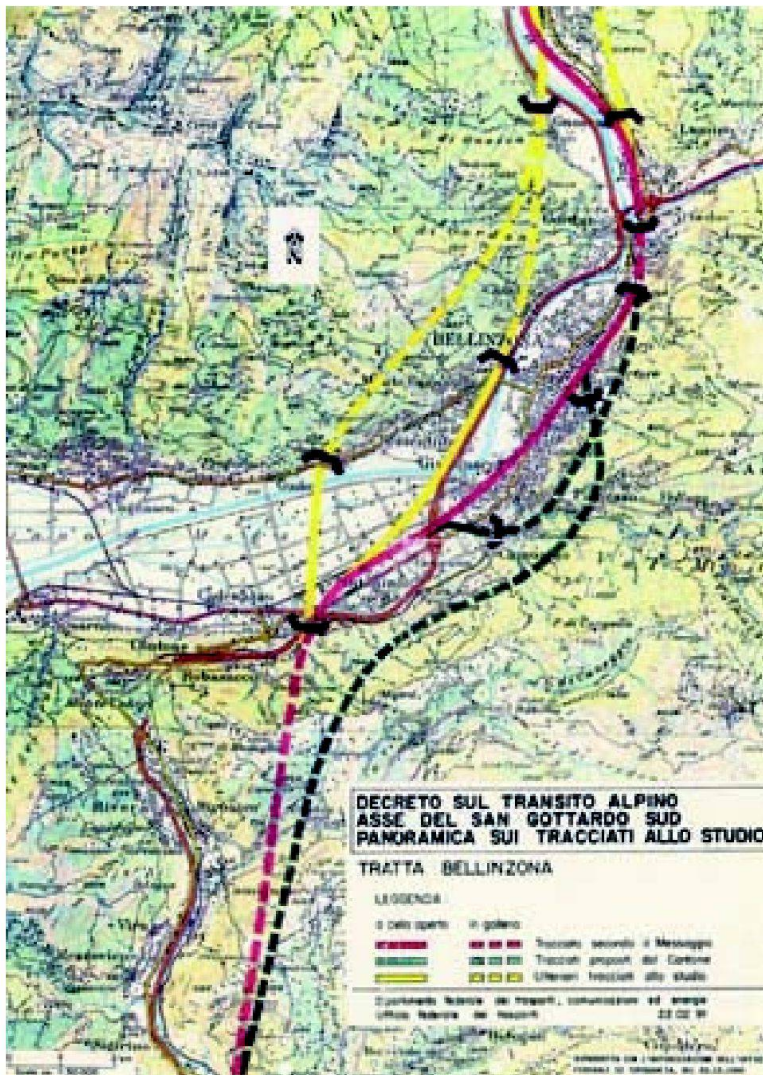


Abb. 1: Projektvarianten und daraus abgeleiteter Perimeter für die Erfassung der Projektierungsgrundlagen.

Projektierungsgrundlagen mit Daten der amtlichen Vermessung

Eine besondere Herausforderung stellte die Beschaffung der notwendigen Projektierungsgrundlagen dar. Noch im Verlauf der Phasen Grob- und Feinvariantenvergleich mussten aktuelle Grundlagen des Katasters, der Bodenbedeckung und der Topographie auf der Gotthard-Achse zwischen Arth-Goldau und Lugano, über fünf Kantone und 50 Gemeinden beschafft werden. Der Variantenfächer der Linienführung war zu diesem Zeitpunkt noch weit offen, was die Festlegung des Perimeters nicht einfach machte. Es war gegeben, dass diese Projektie-

rungsgrundlagen allen Projektbeteiligten über eine Projektdauer von über 20 Jahren laufend und immer aktuell zur Verfügung gestellt werden mussten. Dabei war unser Ziel, diese Daten digital zu erheben und deren laufende Aktualisierung bis zum Bauabschluss sicherzustellen. Mit den Organen der amtlichen Vermessung, die mit der Grundbuchvermessung über einen grossen Teil dieser Daten in graphischer Form verfügten und die zu diesem Zeitpunkt das Projekt «Reform der amtlichen Vermessung» initialisierten, konnte eine vorzeitige, vereinfachte Datenerfassung über unseren Projektperimeter vereinbart werden. Aus photogrammetrischen Aufnahmen und deren Auswertungen entstanden so die digitalen Daten

der Bodenbedeckung und des Gelände-modells. Die Grenzen und weitere Informationen wurden aus den graphischen Katasterplänen digitalisiert. Da diese Daten Teil der amtlichen Vermessung wurden, ist auch deren laufende Aktualisierung gewährleistet.

Datenkoordination

Neben der Datenbeschaffung war der Datenaustausch zwischen den Projektbeteiligten (AlpTransit, BAV, SBB, Projektgenieure von Rohbau und Bahntechnik, Unternehmen, kantonale Ämter u.a.) eine weitere enorme Herausforderung. Die einzelnen Beteiligten erstellen mit den von ihnen eingesetzten Systemen Doku-



Abb. 2: Vertragsbestandteile der Bauunternehmen mit den Vorgaben für die Vermessung.

mentationen in Form von Plänen, Tabellen, Präsentationen und Berichten. Diese werden in Dossiers verpackt und dann wieder breit verteilt. Unser Ziel war, diese Informationen nicht nur analog, sondern bevorzugt auch digital auszutauschen und so eine effiziente und qualitativ optimale Weiterverarbeitung zu gewährleisten.

Wir strebten als Idealfall an, dass alle Projektbeteiligten diese – unter anderem georeferenzierten – Informationen redundanzfrei in einem GIS verwalten und bearbeiten. Leider war dies mit den vielen Projektbeteiligten zu dieser Zeit nicht realisierbar. ATG hat den Grundsatz vertreten, dass sie ihren Beauftragten keine Vorgaben zu den von ihnen eingesetzten Informatik-Systemen machen will. Es musste realistischerweise eine heterogene CAD/GIS-Umgebung bei allen Projektbeteiligten akzeptiert werden. ATG hat sich darauf auf CAD-Leistung beschränkt und den Beauftragten nur Vorgaben zu den Datenstrukturen, zu den Formaten und zu den Schnittstellen gestellt. Jahre später verschärfte ATG diese Vorgaben, indem für die Bahntechnik auch das CAD-System vorgegeben wurde. Für die Übergabe der Bauwerksdokumentation an den zukünftigen Betreiber

wurde mit der SBB vereinbart, dass diese in digitaler Form, nach den Vorgaben der Datenbank der festen Anlagen, dem GIS der SBB erfolgen muss.

Die Datenkoordinationsstelle als Teil der Projektleitung hat sich bestens bewährt. Sie stellt sicher, dass laufende Projektänderungen unverzüglich allen Projektbeteiligten zur Verfügung stehen, und dass alle jederzeit auf die verbindlichen, aktuellen Projektdaten zugreifen können.

Ausschreibung der Vermessungsarbeiten

Rechtzeitig vor Beginn der Bauarbeiten galt es, in einem zweiphasigen Auswahlverfahren für die Vermessungsarbeiten in den Projektabschnitten auf den Achsen Gotthard und Lötschberg die fähigsten Bewerber zum wirtschaftlich günstigsten Preis zu verpflichten.

Die grosse Herausforderung dabei war, mit den zu diesem Zeitpunkt vorhandenen Projekt- und Ausführungkenntnissen die zu erbringenden Leistungen mit dem dabei herrschenden Umfeld und den Baustellenbedingungen so zu beschreiben, dass die Anbieter taugliche Konzepte und realistische Preise offerieren konnten. Es war nicht möglich, ein detaillier-

tes Leistungsverzeichnis mit einem nur annähernd tauglichen Mengengerüst vorzugeben. Trotzdem war es wichtig, dass für alle möglichen Vermessungsleistungen bindende Preise vorlagen. In dieser Situation wählte ATG einerseits umfassende Pauschalpositionen für die Hauptarbeiten, wie die Erstellung des oberirdischen Netzes oder die Hauptabsteckung eines ganzen Tunnels, und andererseits viele Einzelpositionen für verschiedenste zu erwartende Kontroll- und Deformationsmessungen, die vor allem der Preisbindung galten.

Tunnelabsteckung: Vorgaben an Projektierende und Unternehmer

Damit die hohe Qualität der Messungen auf den komplexen Tunnelbaustellen erzielt werden kann, mussten frühzeitig bei der Projektierung und anschliessend bei der Ausschreibung und Vergabe der Vortriebs- und Rohbauarbeiten die notwendigen Messbedingungen festgelegt und eingebracht werden. Die grosse Herausforderung war, alle möglichen kritischen Situationen voraus zu erkennen, die daraus abgeleiteten Massnahmen bei den Projektierenden und in den Submissionsdokumenten und Verträgen mit den Rohbauunternehmen durchzusetzen.

Neben konstruktiven, baulichen Massnahmen waren dabei Dispositionen für die Arbeitssicherheit, für den Zeitpunkt und die Dauer von Messeinsätzen, für ein akzeptables Tunnelklima beim Messen, für das Freihalten von Visuren bis zu den Transporten der Messequipen zu regeln. Die Herausforderung war, alle möglichen Leistungen der Unternehmer für die bauherrnseitige Vermessung so vollständig wie möglich mit der Submission zu regeln. Ein Beispiel von konstruktiven Massnahmen kann am 800 m tiefen Schacht Sedrun gezeigt werden: Im Vermessungskonzept waren durch diesen Schacht eine mechanische Mehrgewichtslotung über drei Lotstellen an der Schachtwand und eine optische Lotung in Schachtmitte vorgesehen. Diese Lotungen müssen bis zum

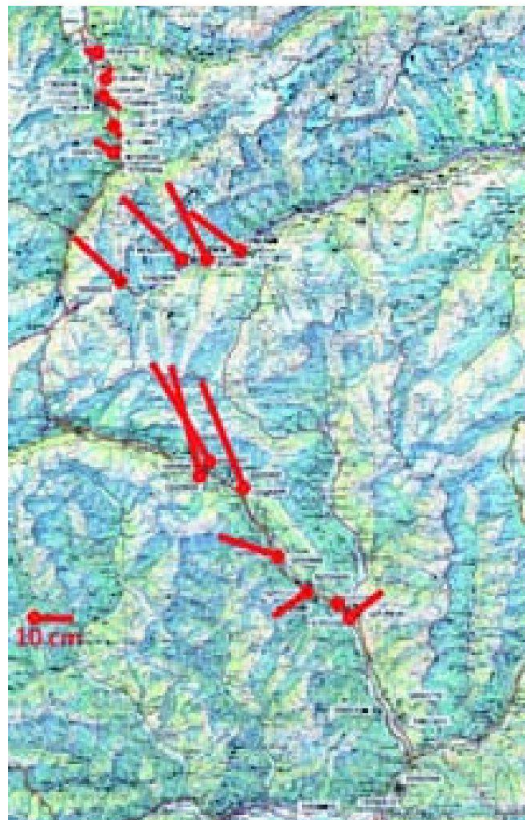


Abb. 3: Transformationsvektoren zwischen dem Werknetz ATG und der alten Landesvermessung LV03.

Zeitpunkt des letzten Durchschlages möglich sein. Für die Vermessung sind in diesem Schacht mit einem Durchmesser von acht Metern und vollgestopft mit der Liftanlage und Leitungen jeder Art Lötungs-Korridore so offen zu halten, dass diese Messungen möglich sind.

Tunnelabsteckung: Grundlagennetz Lage/Höhe

Eine fundamentale Voraussetzung für eine erfolgreiche Tunnelabsteckung ist der Aufbau eines präzisen und homogenen übertägigen Werknetzes über den ganzen Projektperimeter. Als 1995 dieses Netz realisiert wurde, war das Bundesamt für Landestopographie mit dem Aufbau eines modernen GPS-Referenznetzes und einem neuen Höhenbezugsrahmen, dem «Neuen Landeshöhenetz LHN95», mit denen die alte Landesvermessung abgelöst werden sollte, beschäftigt.

ATG wollte von der hohen Qualität der neuen Landesvermessung profitieren. Gleichzeitig war zu berücksichtigen, dass alle bestehenden Projektunterlagen von ATG lückenlos auf die alte Landesvermessung referenziert waren. Es war zu entscheiden, ob alle bestehenden Projektunterlagen in die neue Landesvermessung transformiert werden sollten, oder ob das auf den Grundlagen der neuen Landesvermessung erstellte Werknetz in die alte Landesvermessung eingepasst werden sollte. Die technische Machbarkeit beider Varianten wurde geprüft und bestätigt. Weil der Aufwand für die Transformation aller bestehenden Projektunterlagen in die neue Landesvermessung zusammen mit allen Projektierenden als gross und fehleranfällig beurteilt wurde, kam zum Schluss der Entscheid auf die Einpassung in die alte Landesvermessung zustande.

Bei der praktischen Umsetzung musste mit entsprechenden Massnahmen sichergestellt werden, dass bereits ausgeführte Absteckungen aus dem Netz der zu diesem Zeitpunkt gültigen alten Landesvermessung mit dem Werknetz von ATG in Übereinstimmung gebracht werden konnten. So wurde zum Beispiel der Zugangsstollen zum Schacht Sedrun noch

auf den Grundlagen der alten Landesvermessung aufgeföhren. Eine organisatorische Herausforderung war die Kommunikation dieser Festlegungen unter allen Projektbeteiligten Vermessern und Projektierenden.

Überwachungsarbeiten

Aus aktuellen Erfahrungen (Zeuzier, Gotthard Strassentunnel) wussten wir, dass als Folge der Gebirgsentwässerung durch den Tunnelbau an der Oberfläche Setzungen entstehen können. Der Vortrieb des GBT von Sedrun nach Faido unterquert drei Stauanlagen im gefährdeten Setzungsbereich. Im Rahmen der Risikoüberlegungen der ATG wurde eine mögliche Beeinträchtigung der Sicherheit und der Betriebsfähigkeit dieser Stauhaltungen durch die Tunnelvortriebe frühzeitig als massgebende Gefahr erkannt. Ein Vortrieb ohne unzulässige Beeinträchtigung der Stauanlagen gehörte deshalb zu den obersten Projektzielen. Dementsprechend wurden umfangreiche vermessungstechnische und bauliche Massnahmen in das Projekt integriert.

Die Vermessung wurde gefordert, vom Tunnelvortrieb verursachte Geländedeformationen an der Oberfläche bei den

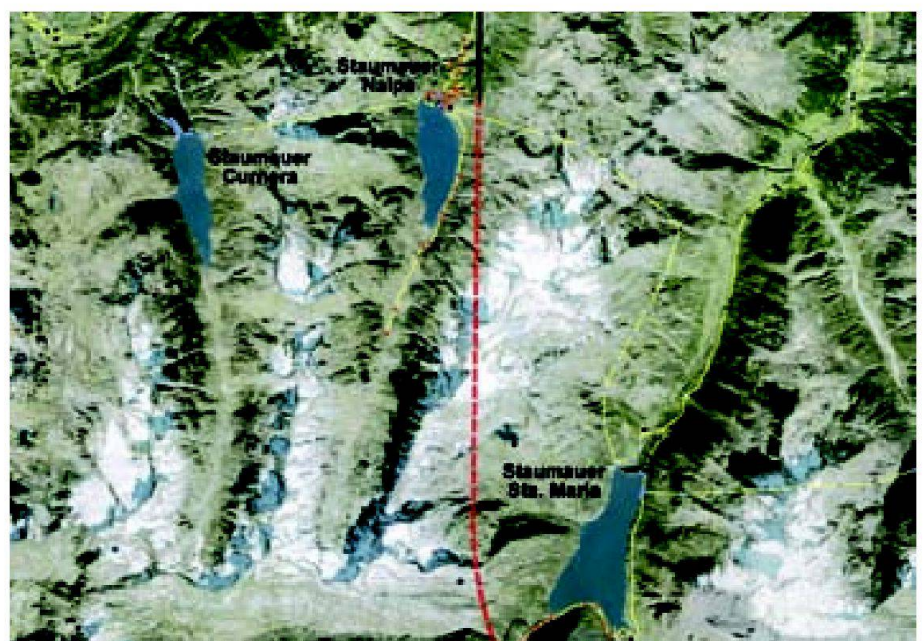


Abb. 4: Linienführung des Gotthard-Basistunnels im Bereich der Stauanlagen Curnera, Nalps und Sta. Maria auf dem Projektabschnitt Sedrun – Faido.

Stauanlagen und in deren Vorfeldern jederzeit in hoher Genauigkeit zu erkennen. Das Messkonzept umfasste im Wesentlichen die Überwachung von Talquerschnitten bei den Staumauern und in deren Vorfeldern, ein ausgedehntes Netz von über 100 km Nivellementslinien längs und quer zur Tunnelachse an der Oberfläche und in Kraftwerksstollen sowie mehrere Einzelpunkte an schwer zugänglichen Punkten. Aus den Präzisionsnivellements und den Einzelpunkten sollen periodisch – mindestens jährlich – die Ausdehnung und der Betrag von Setzungsmulden festgestellt werden. In den Talquerschnitten müssen Talflankenbewegungen permanent, mit einer Messstoleranz von ± 4 mm erfasst werden.

Die grosse Herausforderung bestand darin, einen Vermessungsunternehmer zu finden, der diese Anforderungen zu einem wirtschaftlich günstigen Preis umsetzen konnte. Zum Zeitpunkt der Ausschreibung dieser Arbeiten (1989/1990) waren wichtige notwendige Technologien und Instrumentarien entwickelt, jedoch zum Teil noch in der Einführungsphase: Vollautomatische Präzisions-Tachymeter, GPS-Empfänger, Meteo-Sensoren, automatische Steuerung der Mess-

abläufe und Datenübertragung via ISDN/GSM-Verbindungen, autonome Energieversorgung, Datenverwaltungs- und Auswertungssoftware. Das raue Klima stellt besondere Bedingungen an die Messanlage. Tiefe Temperaturen, grosse Schneemengen im Winter mit Lawinenniedergängen oder starke elektrostatische Entladungen im Sommer dürfen die Messanlagen nicht behindern. Ein grosser Teil der Messpunkte ist im Winter während 5–6 Monaten nicht begehbar. Es war nicht selbstverständlich, einen Anbieter zu finden, der aus all den Einzelkomponenten ein taugliches, auf eine Messdauer von 20–25 Jahre ausgelegtes Messsystem in dieser Hochgebirgsregion aufbauen und betreiben konnte. Dank einem mindestens zweijährigen Betrieb der Messanlage ohne Beeinflussung durch den Tunnelvortrieb konnten aussagekräftige Informationen zum «Normalverhalten» der Talquerschnitte erfasst werden.

Schlussbemerkungen

Diese und viele weitere Herausforderungen an die Vermesser am GBT konnten dank dem grossen Engagement, dem Know-how, der Kreativität und der hohen

Sorgfalt aller direkt und indirekt Beteiligten bewältigt werden. Die intensive Zusammenarbeit mit den Eidg. Technischen Hochschulen, dem Bundesamt für Landestopographie, der eidgenössischen Vermessungsdirektion und den kantonalen Vermessungsämtern hat massgebend zum Erfolg beigetragen. Die jeweiligen Geschäftsleiter der AlpTransit Gotthard AG haben die Bedeutung und Notwendigkeit der Vermessung erkannt und deren Anliegen respektvoll unterstützt. Die weiteren Beiträge in diesem Heft zeigen, wie die vielen Herausforderungen von den verschiedenen Projektmitarbeitenden angegangen und gelöst wurden und bis zum Projektabschluss noch gelöst werden.

Franz Ebneter
Kreuzbuchstrasse 123
CH-6006 Luzern
fh.ebneter@hispeed.ch

Geomatik Schweiz / Géomatique Suisse

Inhaltsverzeichnis 2010: www.geomatik.ch > Fachzeitschrift

Sommaire 2010: www.geomatik.ch > Revue

Alle Fachartikel und Rubrikbeiträge als pdf: www.geomatik.ch > Fachzeitschrift > Archiv
Tous les articles et contributions sous rubrique en pdf: www.geomatik.ch > Revue > Archives