

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: Vermessung der Bahntechnik im Gotthard-Basistunnel

Autor: Stähli, Daniel / Baumeler, Martin / Silbermann, Thomas

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-236728>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

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

Vermessung der Bahntechnik im Gotthard-Basistunnel

Am Gotthard wurde mit dem Hauptdurchstich im Oktober 2010 ein grosses Etappenziel erreicht. Im selben Monat wurden, etwas abseits vom Rampenlicht, im Abschnitt Bodio – Faido die ersten Meter Feste Fahrbahn betoniert. Die industrielle Fertigung des Gleises ist der zentrale Prozess des Loses Bahntechnik, welcher logistisch, bau- und vermessungstechnisch höchste Anforderungen stellt. Das Gleis wird dereinst in beiden Tunnelröhren auf über hundert Kilometern millimetergenau eingebaut sein, um die Sicherheit der Hochgeschwindigkeitszüge im Tunnel gewährleisten zu können.

Au Gotthard, en octobre 2010 le percement principal constitua le franchissement d'une étape très importante. Dans le même mois, un peu à l'écart des gros projecteurs, les premiers mètres de la voie sur dalle furent bétonnés sur le tronçon Bodio – Faido. La construction industrielle de la voie est le processus central du lot technique ferroviaire qui sur les plans de la logistique, de la construction et de la technique de mensuration doit répondre aux exigences les plus élevées. Un jour, la voie ferrée aura été installée au millimètre près dans les deux tubes sur plus de cent kilomètres afin de garantir dans le tunnel la sécurité des trains à grande vitesse.

Nell'ottobre 2010, con la caduta del diaframma principale si è raggiunta una tappa importante al Gottardo. Sempre lo stesso mese, un po' lontano dalle luci della ribalta, sulla tratta Bodio – Faido, si sono cementati i primi metri del percorso. La produzione industriale del binario costituisce l'asse portante del lotto che si occupa della tecnica ferroviaria e che si trova logicamente confrontato a forti sollecitazioni dal punto di vista della logistica, dell'edilizia e delle misurazioni. Il binario sarà posato, con precisione millimetrica, su oltre cento chilometri in ambedue le canne del tunnel al fine di garantire la sicurezza dei treni ad alta velocità che attraverseranno la galleria.

D. Stähli, M. Baumeler, Th. Silbermann

Im Oktober 2010 feierten Beteiligte und Politik nach langjähriger Bauzeit den Hauptdurchstich des Gotthard Basistunnels. Schon vor diesem Meilenstein ist mit der nächsten anstehenden Bauphase, dem Einbau der Bahntechnik, begonnen worden. Die vollständige bahntechnische Ausrüstung der Weströhre des 16 km langen Abschnitts Bodio – Faido schreitet seit Sommer 2010 zügig voran. Der Versuchsbetrieb ist ab 2013 geplant, dabei steht im Vordergrund, die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems zu verifizieren und Verbesserungspotenziale zu erörtern. Der Einbau der Bahntechnik der restlichen ca. 100 km erfolgt ab 2012 unter Berücksichtigung der aus dem ersten Abschnitt gewonnenen Erkenntnissen.

Die Bahntechnik beinhaltet alle nötigen technischen Elemente, um Züge sicher durch den künftigen Basistunnel führen zu können. Dazu gehören in erster Linie Gleis und Fahrleitung, darüber hinaus auch Leittechnik, Belüftung, Beleuchtung, Beschilderung, Sicherheitstechnik, Erdung, Kommunikation, die Energieversorgung für den Zugverkehr sowie die Energieversorgung aller technischen Ausrüstungen. Um die Dimensionen der Aufgaben noch etwas zu verdeutlichen, ist es sinnvoll, sich die folgenden Daten etwas genauer anzusehen. In den beiden voneinander getrennten Tunnelröhren mit einer Gesamtstreckenlänge von 117 000 m inklusive der vier Weichenverbindungen, werden in den nächsten Jahren etwa 119 000 m³ Beton eingebaut und 234 000 m Schienen verlegt. Zusätzlich werden etwa 180 Querschläge mit neus-

ter Leit- und Sicherungstechnik und mit mehreren hundert Kilometer Kabel der neusten Generation verbunden, damit die Züge später mit sehr unterschiedlichen Geschwindigkeiten den Tunnel passieren können.

Organisation Bahntechnik

All diese Anforderungen bedingen grosses spezifisches Fachwissen in den jeweiligen Fachbereichen. Dessen wurde durch die Aufteilung in mehrere Leistungspakete Rechnung getragen. So gründeten vier starke und international erfahrene Grossfirmen ein Konsortium mit dem Namen «Transtec Gotthard». Innerhalb dieses Konsortiums mit den Firmen ALPINE Bau GmbH, Balfour Beatty Rail GmbH, Alcatel-Lucent/Thales und Alpiq wurden Unterarbeitsgemeinschaften gebildet, in welchen sämtliche Fachbereiche wie Fahrleitung, Fahrbahn, Kabelbau, Sicherungs- und Leittechnik bearbeitet werden.

In diesem Beitrag wird näher auf den Einbau der Fahrbahn eingegangen, welcher durch eine Arbeitsgemeinschaft von ALPINE Bau GmbH und Balfour Beatty Rail GmbH durchgeführt wird.

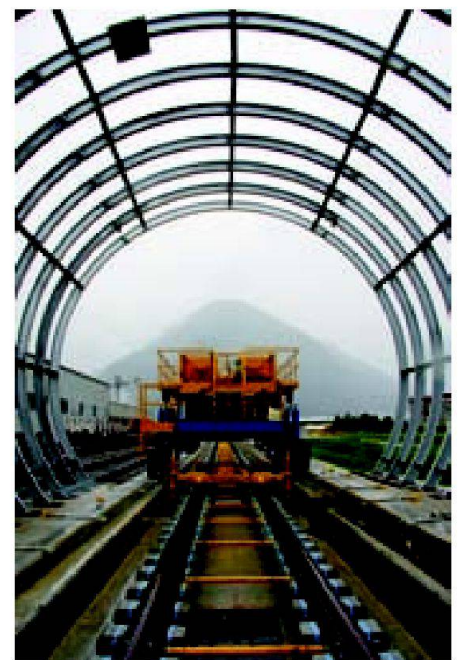


Abb. 1: Trainingsgleis Installationsplatz Biasca.



Abb. 2: Feinrichten Trainingsgleis.

Im Auftrag des Leistungspaketes Fahrbahn sind auch ca. 20 km Schotteroberbau im Süden und ca. 16 km Schotteroberbau im Norden und gesamt 27 Schotterweichen enthalten. Der Einbau der Schotterstrecken im Tessin ist nahezu abgeschlossen und wurde von der Schweizer Gleisbaufirma Scheuchzer ausgeführt.

Für die Vermessungsarbeiten aller Leistungspakete der Transtec Gotthard ist die Firma Grunder Ingenieure AG aus Burgdorf verantwortlich.

Anforderungen

Im Gegensatz zu offenen Strecken sind die logistischen Herausforderungen im Tunnel ungleich höher. Es gibt keinen Platz um ausweichen zu können. Entkoppelbare Prozesse werden daher gestaffelt durchgeführt, um die Produktivität hoch und das Störpotenzial zwischen den Gewerken tief zu halten. Im Mittelpunkt aller Bahntechnik-Aktivitäten steht die industrielle Fertigung des Gleises. Hier sind die Prozesse von Bau und Vermessung komplex ineinander verzahnt und daher sehr detailliert aufeinander abgestimmt. Ziel ist es, einerseits einen optimalen Baufortschritt zu gewährleisten und andererseits die für die Vermessung

nötigen Bedingungen (wie z.B. Vibrationsfreiheit) einzuhalten.

Der Zeitpunkt des Gleiseinbaus ist der grösste Einflussfaktor auf die Logistik im Tunnel. Zuvor werden mittels Spezialfahrzeugen alle Kabel in den dafür vorgesehenen Kabelkanälen verlegt. Anschliessend steht der Einbau der Fahrbahn auf dem Programm. Danach können alle Arbeitsleistungen nur noch mit gleisgebundener Logistik erbracht werden. Dies gilt insbesondere auch für die Vermessung.

Einbauprozess Feste Fahrbahn

Auf dem Installationsplatz im Süden wurde im Vorfeld der eigentlichen Einbauarbeiten eine 250 m lange Trainings- und Musterstrecke gebaut, an welcher bereits alle für den Tunnleinbau geplanten Maschinen erprobt werden konnten. Diese Strecke wurde auch dazu genutzt, die geplante Vermessungstechnik zu erproben. Der Fahrwegausbau des Gotthard-Basistunnels wird voraussichtlich in sechs Einbauabschnitten mit Einzellängen von 16 bis 20 km erfolgen. Zwei Drittel der Ausbauarbeiten werden vom Norden, vom Installationsplatz Erstfeld aus realisiert, der Rest vom Installationsplatz Biasca im Tes-

sin. Jeder Einbauabschnitt ist in sogenannte Einbauintervalle mit maximalen Längen von 2160 m unterteilt. Diese ungerade Zahl hängt unmittelbar mit den verwendeten 120 m Langschienen zusammen. Ein Einbauintervall wird ca. 20 Tage in Anspruch nehmen, in welchem der komplette Oberbau eingebaut wird. Ist ein Intervall fertig, wird unmittelbar am darauf folgenden Tag mit dem nächsten Intervall begonnen. Für den ersten Einbauabschnitt sind bis März 2011 etwa 8 Einbauintervalle vorgesehen.

Am Anfang eines Einbauintervalls werden alle Schienen in den Tunnel eingebracht, auf Spurstangen abgelegt und mittels Abrennstumpfschweissung endlos verschweisst. Am darauf folgenden Tag werden in einem speziell entwickelten Verlegerverfahren alle LVT-Schwellenblöcke auf der kompletten Länge eines Einbauintervalls auf den Tunnelboden zwischen den Schienen abgelegt. Mit der Verlegung der Schwellenblöcke werden auch alle anderen Materialien in den Tunnel eingefahren und vorsortiert verteilt. Danach erfolgen Montage und die Aufständigung des Gleisrostes. Schon bei dem Aufständern auf ein speziell für dieses Projekt entwickeltes Stützsystem wird der Gleisrost in einer Lagegenauigkeit von ± 15 mm und

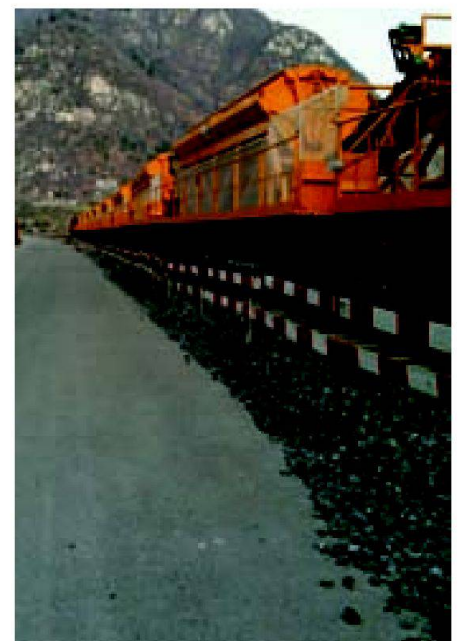


Abb. 3: Betonzug auf Fahrt zum Portal Bodio.



Abb. 4: Aufständern des Gleises im Abschnitt Bodio – Faido West.

einer Höhengenaugigkeit von -10 mm abgestellt. In einem nächsten Schritt wird das Gleis dann «grob» gerichtet. Bei der Festen Fahrbahn heisst dies, dass das Gleis mittels Gleismesswagen und Richtrahmen in einen Bereich von 0 bis ± 3 mm (Lage) und -3 mm Höhe gerichtet wird. Diese Position ist ausreichend genau um alle anderen, zum Gleisbau notwendigen Arbeiten zu erledigen und an der Schiene auszurichten. Sind alle Gleisbauarbeiten fertig, wird in einer Schicht, unmittelbar vor dem Betoneinbau, das Gleis nochmals im Submillimeterbereich «fein» gerichtet. Ist das Gleis feingerichtet, kann an jedem 7. Tag eines Zwanzigtageintervalls damit begonnen werden den Füllbeton einzubringen.

Um eine durchschnittliche Einbaulänge von etwa 200 m pro Betoneinbautag realisieren zu können, wurde eigens für den Gotthard-Basistunnel ein 480 m langer Betonzug hergestellt. Der Betonzug fährt mit der kompletten Mischgutmenge in den Tunnel bis an die Einbaustelle heran und mischt vor Ort den Beton frisch an. Ein auf den Banketten fahrendes Transportsystem bringt den frischen Beton über die an den Vortagen bearbeiteten Einbaubereiche berührungsfrei bis zur eigentlichen Betoneinbauspitze. Dort wird

der Beton mittels speziellen Maschinen sehr systematisch in den Einbaubereich eingebracht. Nach ca. $10-11$ Einbautagen ist der Betoneinbau für das aktuelle Intervall fertig und es wird mit den restlichen Fertigstellungsarbeiten begonnen. Nach 20 Einbautagen ist das Intervall fertig gestellt und es kann mit dem Folgeintervall begonnen werden.

Vermessungsarbeiten

Im Folgenden wird aufgezeigt, welche vermessungstechnischen Aufgaben im Rahmen der Bahntechnik zu erledigen sind.

Nach Übernahme und Verifikation der Projektdaten wie Achsen und Gleisversicherungen werden in einem ersten Schritt der übernommene, leere Tunnel kontrolliert. Sind die Toleranzen von Sohle und Banketten in Höhe und Lage eingehalten? Diese Information ist wichtiger Ausgangspunkt, um später einen reibungslosen Einbauprozess des Gleises gewährleisten zu können. In einem weiteren Arbeitsgang werden alle 20 m Hilfspunkte auf dem Bankettauftritt abgesteckt, welche beim Aufständern des Gleises als Referenz verwendet werden. Dadurch kommt das fürs Aufständern zuständige Team ohne vermessungstechnisches Personal aus und kann trotzdem das Gleis im Zentimeterbereich auf die korrekte Position bringen. Während dieses Prozesses werden Schienenneigung gerichtet und die Schwellenblöcke im korrekten Abstand montiert.

Das Richten der Gleise mittels Gleismesswagen erfolgt in zwei Durchgängen. Die einzuhaltenden Genauigkeitsanforde-

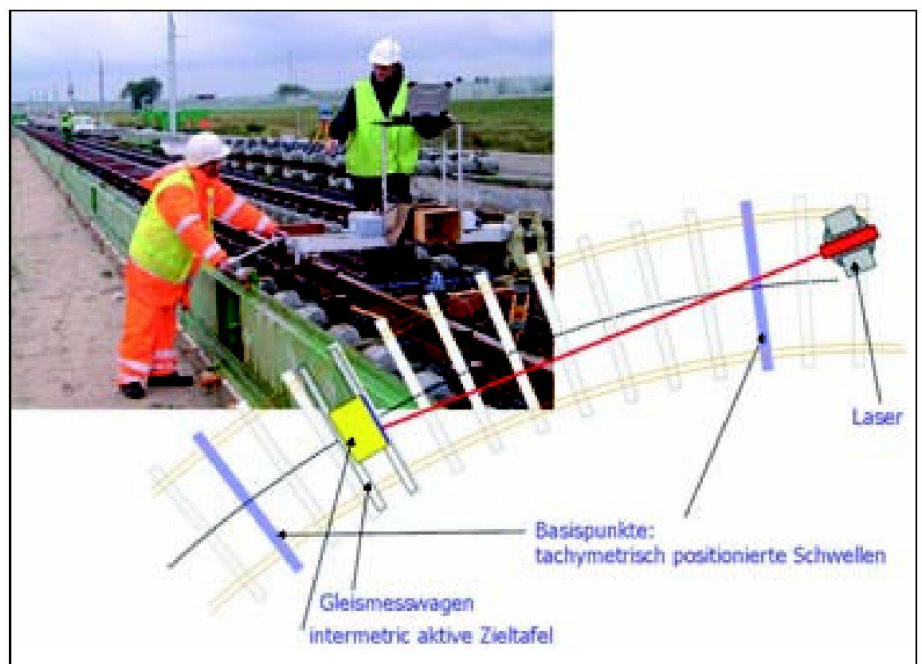


Abb. 5: Funktionsschema des Gleismesswagens.

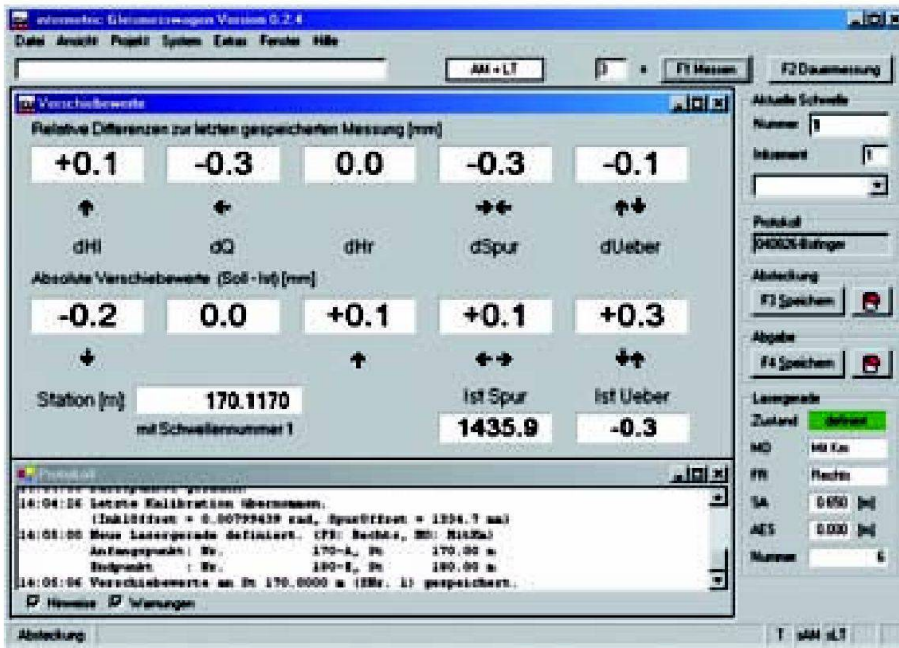


Abb. 6: Messbildschirm Gleismesswagen.

ungen sind sehr hoch und liegen im Bereich von wenigen Zehntelmillimetern, deshalb werden ausschliesslich die genauesten Geräte am Markt eingesetzt. Alle Prozessschritte werden nach Gesichtspunkten der Fehlerfortpflanzung optimiert, um bestmögliche Resultate zu erreichen. Die permanente Kontrolle und Dokumentation aller vermessungstechnischen Arbeiten bildet ein integraler Bestandteil des angewendeten Qualitätsmanagements. Dazu gehören die Richtprotokolle vor dem Betonieren und die Resultate der Kontrollmessung des produzierten Gleises.

Alle Richtprozesse werden mit dem Gleissmesssystem der Firma Intermetric GmbH durchgeführt. Nebst hochgenauer Spurweiten- und Überhöhungsmessung besticht dieses Messsystem insbesondere dadurch, dass Höhe und Querlage des Gleises mit Hilfe einer eingemessenen, starren Lasersehne bestimmt wird. Anfang und Ende dieser Sehne werden durch freie Stationierung auf acht

Gleisversicherungspunkte mit dem Tachymeter Leica TS30 gemessen. Die Gleisposition wird danach mit Hilfe einer aktiven Zieltafel, auf welche die starre Lasersehne trifft, berechnet. Die Differenzen zu den Sollwerten werden online am Bildschirm angezeigt und können mit dem Richtsystem korrigiert werden.

Durch dieses Verfahren wird eine sehr hohe innere Genauigkeit des gerichteten Gleises erzielt, die höher ist als bei Systemen, welche sich ausschliesslich mit Hilfe eines Tachymeters positionieren. Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, dass das System die vorgegebenen Tagesleistungen hinsichtlich Quantität und Qualität erreicht.

Dem Gleiseinbau folgen die Absteckungen für die weiteren Bahnanlage-Installationen. Die Absteckung der Aufhängepunkte der Tunneltragwerke erfolgen mittels Hebebühnen vom Gleis aus. Des weitern werden auch Funkkabelaufhängungen, Balisen, Beschilderung und Merktafeln der Hauptsignale abgesteckt.

All diese Arbeiten werden zwischen Portal und Gleiseinbauspitze erbracht. Das bedeutet, dass fast täglich das Gleis durch den Betonzug befahren wird, um die Gleiseinbauspitze zu erreichen. Alle Absteckarbeiten, auch wenn sie sich örtlich weit weg vom Gleiseinbau befinden, müssen koordiniert werden.

Nach Abschluss des gesamten Einbaus erfolgt die Kontrollaufnahme aller Einbauten für das gesamte System «Gotthard Basistunnel» für die Aufnahme in die Datenbank Feste Anlagen (DfA) der SBB. Momentan stehen wir am spannenden Startpunkt des Gleiseinbaus. Die ersten paar hundert Meter sind im Tunnel, über hundert weitere Kilometer werden zur Vollendung nötig sein. Es ist für uns eine grosse Befriedigung, bei diesem interessanten Projekt dabei sein zu dürfen und einen Beitrag zur erfolgreichen Realisierung leisten zu können.

Daniel Stähli
dipl. Kulturing. ETH
Grunder Ingenieure AG
Bernstrasse 21
CH-3400 Burgdorf
daniel.staehli@grunder.ch

Martin Baumeler
dipl. Ing. ETH
Grunder Ingenieure AG
Bernstrasse 21
CH-3400 Burgdorf
martin.baumeler@grunder.ch

Dipl. Ing. Thomas Silbermann
Leitung Ausführung
ARGE Fahrbahn Transtec Gotthard
Alpine Bau GmbH
Hansmatt 32
CH-6370 Stans
thomas.silbermann@afttg.ch