

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: 122 (2024)

Heft: 1-2

Artikel: Vermessung der Gotthardbahn-Tunnel

Autor: Sievers, Beat

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1062476>

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: 10.01.2026

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

Vermessung der Gotthardbahn-Tunnel

Dieser Artikel fasst den ausführlichen Bericht über die Vermessungsarbeiten an den Gotthardbahn-Tunnel der Bergstrecke Erstfeld–Biasca kurz zusammen und zieht ein Fazit. Die Arbeiten erfolgten in den Jahren 1869 bis 1881. Der «Grosse Tunnel» der Gotthardbahn, die sieben Kehrtunnel und der Naxberg-Tunnel werden im Bericht beleuchtet, die vielen weiteren Tunnel nicht. Der 78-seitige, nur deutschsprachige Bericht ist zusammen mit drei Beschrieben über inventarisierte Objekte im Virtuellen Museum der Gesellschaft für die Geschichte der Geodäsie in der Schweiz (www.gggs.ch/virtuelles-museum) abgelegt. Alle können heruntergeladen werden.

Cet article résume brièvement le rapport détaillé sur les travaux de mensuration des tunnels du chemin de fer du Gothard de la ligne de montagne Erstfeld–Biasca et en tire un bilan. Les travaux ont eu lieu entre 1869 et 1881. Le «Grand Tunnel» du chemin de fer du Gothard, les sept tunnels hélicoïdaux et le tunnel de Naxberg sont mis en lumière dans le rapport, mais pas les nombreux autres tunnels. Le rapport de 78 pages, rédigé uniquement en allemand, est déposé dans le Musée virtuel de la Société pour l'histoire de la géodésie en Suisse (www.gggs.ch/virtuelles-museum) avec trois descriptions d'objets inventoriés. Tous peuvent être téléchargés.

Questo articolo riassume brevemente il rapporto dettagliato sui lavori di rilevamento delle gallerie della Ferrovia del Gottardo sulla linea montana Erstfeld–Biasca e ne trae una conclusione. I lavori furono eseguiti tra il 1869 e il 1881. La «Grande Galleria» della Ferrovia del Gottardo, le sette gallerie elicoidali e la galleria del Naxberg sono evidenziate nel rapporto, ma non le numerose altre gallerie. Il rapporto di 78 pagine, disponibile solo in tedesco, è conservato nel Museo virtuale della Società per la storia della geodesia in Svizzera (www.gggs.ch/virtuelles-museum) insieme a tre descrizioni degli oggetti rilevati. Tutti possono essere scaricati.

B. Sievers

Der ausführliche Bericht über die Vermessungsarbeiten an den Gotthardbahn-Tunnel der Bergstrecke Erstfeld–Biasca behandelt im 2. Kapitel die vorhandenen und neu erstellten Fixpunkt- und Plan-Grundlagen für die Trassierung der Zufahrtsstrecken. Kapitel 3 beschreibt die initialen Vermessungshauptpunkte für den Tunnelvortrieb und das Vorgehen bei selbigem. Dann werden die Grundlagenvermessungen und Tunnelabsteckungen Otto Gelpkes (Kapitel 4) und Carl Koppes (Kapitel 5) anhand ihrer originalen Publikationen geschildert, die Abbildungen 1 und 2 zeigen ihre Hauptdreiecksnetze. Die beiden Ingenieure haben zeitweise parallel gearbeitet, Gelpke war Vorstand der topographischen Abteilung

der Gotthardbahn-Gesellschaft, Koppe sein Untergebener. Dieser Umstand führt im Bericht – bedingt durch die Literaturquellen – zu Mehrfachnennungen einzelner Tatbestände. Kapitel 6 fasst die Absteckung der sieben Kehr- und Spiraltunnel zusammen, in Kapitel 7 werden die Beiträge von Vorgesetzten oder Rezessenten und von Nachforschenden nach dem Jahre 1900 angesprochen. Kapitel 8 beschreibt die damals verwendeten Theodolite und Passageinstrumente. Die meisten sind heute noch vorhanden und gut erhalten. Nach einem Glossar (Kapitel 9) zu heute nicht mehr oft gebrauchten Begriffen listet Kapitel 10 die verwendeten Quellen und ihre Fundorte auf. Der Anhang (Kapitel 11) diskutiert die hauptsächlichen Fixpunkte, positioniert sie in den Bezugsrahmen LV03 (Abb. 3) und

LV95/LN02 und schliesst auf ihren heutigen Zustand. Weiter inventarisiert der Anhang die heute noch vorhandenen Messinstrumente und den massiven Messpfiler des Observatoriums Göschenen.

Zusammenfassend lässt sich aufgrund der Nachforschungen feststellen:

- Die grundlegenden Methoden waren die Triangulation und die Polygonierung. Weiter das geometrische Alignement, denn lange Tunnel verliefen bis 24.7.1908 (Einbruch des Lötschbergtunnels im Gasterntal) streng in einer Vertikalebene, Kurven in der Horizontalebene wurden mittels geradlinig weitergeföhrter Richtstollen bewältigt (z.B. bei dem in einem 300 m Radius endenden Tunnel in Airolo).
- Die Höhen wurden mittels geometrischem Nivellement oder trigonometrischer Höhenmessung übertragen.
- Topografische Plangrundlagen wurden mit Messtisch und Kippregel im Messstichverfahren grafisch und halbgrafisch erstellt, anfänglich im Massstab 1:10 000, später 1:2500 bis 1:1000, letzterer für örtlich begrenzte Katasterpläne (z.B. Göschenen) und Detailprojekte.

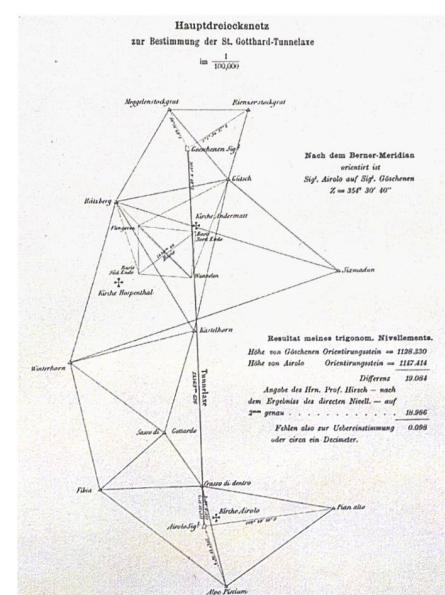


Abb. 1: Triangulationsnetz von O. Gelpke (Gelpke 1871, S. 18).

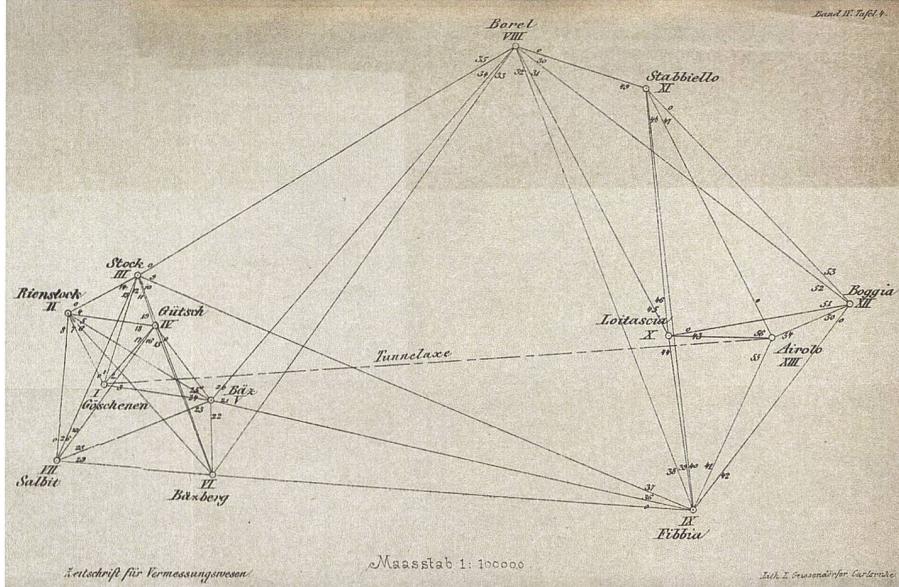


Abb. 2: Triangulationsnetz von C. Koppe (ETH-Bibliothek, Rara und Karten).

- Die Instrumentenbauer stellten die Messmittel meist auf Bestellung her und nicht in Serien: Die Gotthardbahn-Ingenieure erstellten dazu Konstruktionszeichnungen und ihre Erfahrungen flossen in Neuentwicklungen ein.
- Der geodätische Maßstab stammte anfänglich aus der damals noch ungenügenden Landestriangulation, dann

aus einer (mehreren) 1450.44 m Basismessung von Otto Gelpke in der Talebene von Andermatt. Diese war mitverantwortlich für die späteren Durchschlagsfehler.

- Die mechanischen Theodolite erreichten eine beachtliche empirische Richtungs-Standardabweichung aus der Ausgleichung von 0.75 mgon (Gelpke)

bzw. 0.31 mgon (Koppe); bei den Kehrtunneln 1.9 mgon. Die hauptsächlich verwendeten Theodolite (Abb. 4) und grossen Passageinstrumente (Abb. 5) sind gut erhalten vorhanden (bei swisstopo, in der Sammlung Kern, im Verkehrshaus der Schweiz).

- Distanzen wurden mit 20 m Stahlbändern oder kalibrierten 3 m Holzlatten gemessen, längere Distanzen wurden aus der Triangulation gerechnet bzw. bei den Kehrtunneln wurden Messbassen angelegt. Die Messmittel wurden zwar genügend oft kalibriert, wichen aber im Tagesverlauf wegen Wärme- und Luftfeuchtigkeitseinflüssen von den Kalibrierwerten ab.
- Die messtechnische und rechnerische Redundanz wurde hoch gewichtet und führte so zu zuverlässigen Resultaten.
- Ausgewertet wurde von Hand: Triangulationsnetz-Berechnungen mit bedingter Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate, mit logarithmischen Rechenoperationen und evtl. Rechenschiebern (letztere sind nicht dokumentiert).
- Nur Koppe hat astronomisch beobachtet und sphärische Reduktionsgrössen

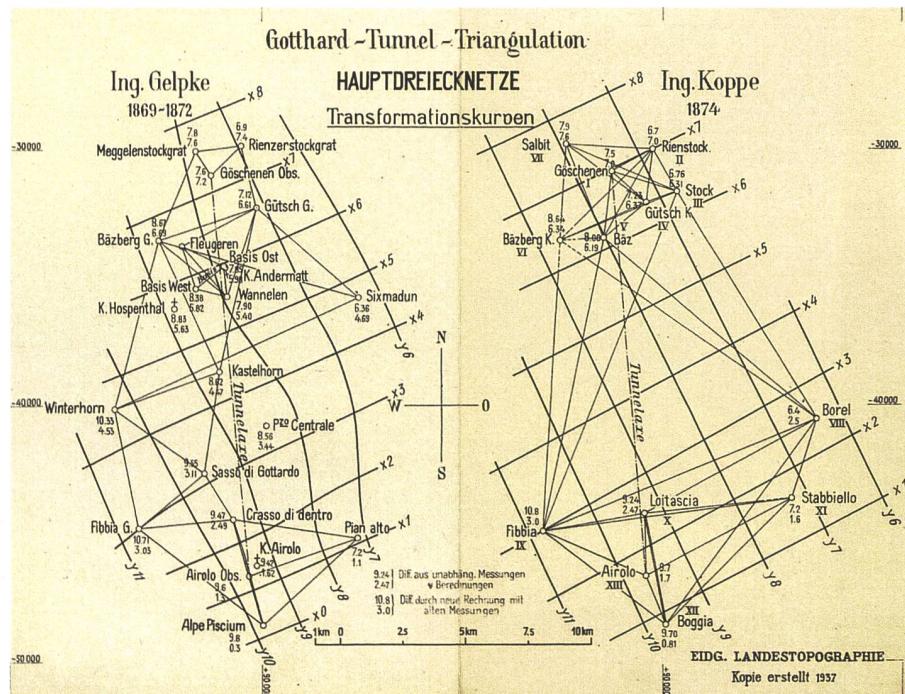


Abb. 3: Verzerrungskarte Gelpke/Koppe – Zylinderkoordinaten (swisstopo Archiv, 1937).

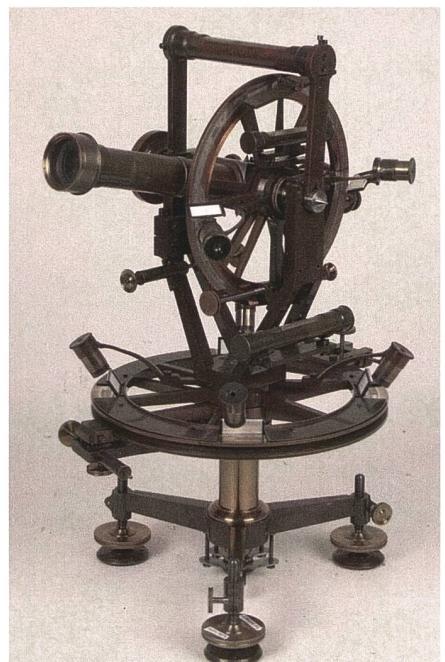


Abb. 4: «Gotthard-Theodolit», Bestimmung der Gotthard-Tunnel Achse, 1874 (swisstopo Bild 9287, 2013).

berücksichtigt (sphärischer Exzess, Reduktionen ins Projektionssystem).

- Die (empirischen) Lotabweichungen haben weder Gelpke noch Koppe wissenschaftlich streng behandelt, die Refraktionskoeffizienten haben beide ermittelt.
- Transportmittel waren Postkutsche, Stollenbahn und Fussmarsch mit vielen Lastenträgern.
- Meldungen wurden übermittelt mittels handschriftlichem Brief in Kurrentschrift, Zurufen, Hornsignalen/Pfeifen, Lichtzeichen (mit Kerzen- oder Petrolampen), ab 1875 mittels Morse-Telegrafie. Ein Einsatz von Heliographen wird in der Literatur nicht erwähnt.
- Die Beteiligten waren physisch weit mehr gefordert als sie es heute sind.
- Der Bundesrat legte den offiziellen Baubeginn der Gotthardbahn auf den 1. Oktober 1872 fest, Favre begann am 24.10.1872 mit dem Ausbruch in Göschenen nach der belgischen Baume thode (im Tunnelquerschnitt von oben nach unten), der Durchschlag geschah



Abb. 5: grosses Passageinstrument von C. Koppe (Sammlung Kern, Stadtmuseum Aarau).

am 29.2.1880: Längsfehler 7.11 m, Querfehler 33 cm, Höhenfehler 5 cm.

- Der Bau des «grossen Tunnels» kostete 61 Mio. Fr., die Vertragssumme Louis Favres lag bei Fr. 47 804 300 für

14 900 m Tunnel. 1938 war der Tunnel 15 002.64 m lang, heute wegen einer Strassenüberdeckung in Airolo etwas länger.

- Der Arbeitsfortschritt wurde in ganz Europa mitverfolgt und lebendig diskutiert.

Das Studium der Literaturquellen in ihrer vollen Tiefe führte zu wachsender Begeisterung und Ehrfurcht vor den grossen Herausforderungen und Taten der Vermessungsingenieure von anno 1869–1881. Heute kann man sich vor ihnen nur verneigen und ihre Leistungen staunend würdigen.

Quellen:

Siehe Kapitel 10 des vollständigen Berichts.

Beat Sievers
Bahnhofstrasse 11
CH-3454 Sumiswald
sievers-frey@bluewin.ch

GEO BOX

Unser Produkt «GEOBOX GIS Amtliche Vermessung»
ist bereit für DMAV. Und Sie? Melden Sie sich bei uns!

geobox.swiss/dmav