

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: Von der Potenzialtheorie zu den Senkungen am Gotthardpass

Autor: Geiger, Alain / Schlatter, Andreas

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-236738>

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: 01.04.2025

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

Von der Potenzialtheorie zu den Senkungen am Gotthardpass

Was als harmloser potenzial theoretischer, akademischer Feldversuch im Vorfeld des Baus des Gotthard Basistunnels begann, endete 1997 in der überraschenden Entdeckung von massiven Senkungen am Gotthardpass. Ein kleiner Rückblick, wie die Suche nach der Bestätigung der Potenzialtheorie zu einem ganz anderen Fund führte.

Ce qui commença comme essai anodin dans le terrain potentiellement théorique, avant la construction du tunnel de base du Gotthard finira en 1997 par la découverte surprenante de tassements massifs au col du Saint-Gothard. Une petite rétrospective montre comment la confirmation de la théorie du potentiel mena à une toute autre trouvaille.

Ciò che è iniziato come un'innocua prova accademica sul campo prima della costruzione della galleria di base del Gottardo ha portato, nel 1997, alla sorprendente scoperta di massicci cedimenti di terreno sul passo del Gottardo. Qui di seguito una breve retrospettiva di come la ricerca della conferma della teoria del potenziale ha portato a tutt'altra scoperta.

A. Geiger, A. Schlatter

Was hat die Potenzialtheorie mit einem Tunnel zu tun?

Diese Frage wird wohl so selten gestellt, wie längste Eisenbahntunnels gebaut werden. Trotzdem, deren Beantwortung ist gerade im Zusammenhang mit dem Tunnelbau oder genauer mit dem Bau des momentan längsten Eisenbahntunnels von Belang. Auch wenn die Antwort nicht ausgesprochen wissenschaftlich daher kommt, soll sie doch einen kleinen Neben aspekt der geodätischen Forschung herausgreifen und kurz aufleuchten lassen.

1990er Jahre: Eigentlich wusste jedermann, mindestens jede und jeder geologisch nur schon halbwegs Interessierte, dass auch das Gotthardmassiv nicht in letzter Konsequenz unverrückbar dastand. Alpenhebung hiess das Stichwort. Spätestens nach den Arbeiten von F. Jeanrichard und E. Gubler (beide Direktoren des Bundesamtes für Landestopografie swisstopo, nicht parallel aber konsekutiv)

und nach den unermüdlich geführten geodätisch-tektonischen Untersuchungen vom damaligen ETH-Geodäsie-Professor und Präsidenten der Schweizerischen Geodätischen Kommission H.-G. Kahle war klar, dass die Alpen sich zum Teil jährlich millimeterweise heben. Deformationen im soliden Gestein also.

Neben der «grossräumigen» Tektonik zeichnen sich auf den Talschultern entlang der Rhein-Rhone-Linie aber auch lokale, jungquartäre Verwerfungen ab. Diese im Gelände gut erkennbaren, differentiellen Verstellungen, auf ihrer Bergseite sogenannte Nackentälchen bildend, tauchen auch oberhalb Andermatt auf. Dort, beim Stöckli – Lutersee zeigten geodätische Messungen insbesondere des Instituts für Geodäsie und Photogrammetrie der ETHZ kleine vertikale, differentielle Bewegungen von etlichen Zehntel Millimetern pro Jahr. P. Eckardt et al. (2/1983) beschreiben diese Verwerfungen in «Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik», der Vorgänger-Zeitschrift von «Geomatik Schweiz». Möglicherweise sind die im Bereich des «Kilometer 4» des Strassentunnels bald nach der Eröffnung aufgetretenen Deformationspro-

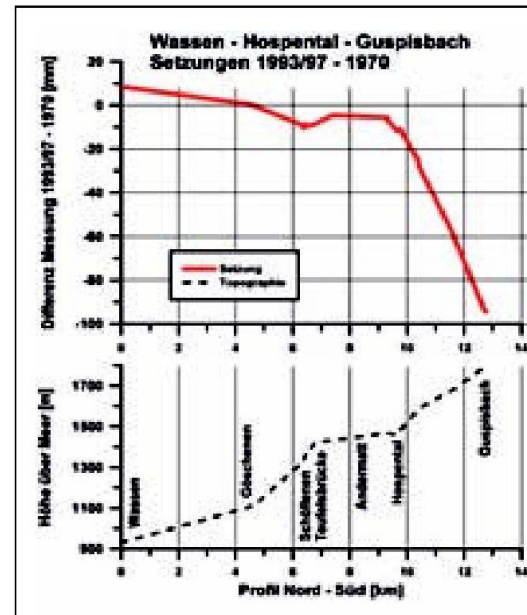


Abb. 1: Senkungen am Gotthardpass zwischen Wassen–Göschenen–Hospental und Guspisbach; Originalgrafik der Erstpublikation aus dem Pressecommuniqué vom 22.1.1998 (Schneider, Schlatter 1998).

bleme auf diesen Bewegungsmechanismus zurückzuführen. Oberhalb Sedrun, im Gebiet der Alp Caschlé, hoch über dem geplanten Gotthard Basistunnel, waren diese postglazialen Störungen ebenfalls auszumachen. Sie wurden im Wissen um mögliche Bewegungen in den 90er Jahren vom Konsortium Vermessung Gotthard Basistunnel (VI-GBT) wiederholt geodätisch eingemessen.

D. Schneider, als Leiter der damaligen Sektion Geodätische Grundlagen bei swisstopo und Förderer des Einbezugs deformations-theoretischer Erkenntnisse in die Landesvermessung, entwarf ein Konzept zur Wiederholungsmessung des Strassentunnelnivelements, vor allem im Hinblick auf die Feststellung von Deformationen. Die Messungen wurden vom VI-GBT und swisstopo während eines unterhaltsbedingten Betriebsunterbruchs im Juni 1997 durchgeführt. Zwischen dem Projektleiter Vermessung GBT, F. Bräker, R. Haag vom VI-GBT, swisstopo und dem IGP (ETHZ) entspannten sich interessante Diskussionen, die sich um die Frage drehten, was weitere Messungen an

Zusatzerkenntnissen bringen könnten. Da war zum Einen die Frage nach dem Zusammenhang von Oberflächen- und Tunneldeformationen und zum Anderen das eher potenzialtheoretische Interesse an der Untersuchung einer «vertikalen» Nivellementschlaufe. Die Versuchsanlage ist ideal, da das Oberflächennivellement zwischen den beiden Lüftungsschächten Hospental und Guspisbach praktisch genau über dem Nivellement im Tunnel verläuft. An den Enden der Nivellementstrecken können die «Höhen unten und oben» mit einer vertikalen Distanzmessung direkt miteinander verknüpft werden. Man kann also direkt die Länge der Lotlinie messen, im Erdinneren sozusagen, und das an zwei Stellen, so nahe beieinander, dass die verbindenden Nivellements sehr genau ausfallen und mit vertretbarem Aufwand durchzuführen sind. Kurz, ideal für geodätische Untersuchungen, und wer kann sich schon ein geodätisches Labor mit einem Tunnel und zwei vertikalen Schächten von 320 und 530 m Länge leisten?

Von den Messungen zur grossen Überraschung

Durch das Entgegenkommen aller Parteien und der finanziellen Zusatzunterstützung durch die Schweizerische Geodätische Kommission der scnat wurde es möglich, die Messungen alsbald durchzuführen. Sie mussten mit einem Tunnel-Unterhaltsblock zusammenfallen. Vom 23. auf den 24. und vom 24. auf den 25. September 1997 blieben also wenige Nachmittagsstunden, um die Distanzmessungen mit dem KERN Mekometer 5000 in den Vertikalschächten durchzuführen. Ende des gleichen Monats erfolgte auch das Nivellement entlang der Passstrasse durch swisstopo und VI-GBT. Die ersten Auswertungen der Messungen von Hospental zum Guspisbach hoch (5 km Länge und 330 m Höhendifferenz) zeigten eine erhebliche Diskrepanz zum früheren Passnivellement von 1970. Ganze acht Zentimeter Senkungen! Welten für einen Nivelleur. Nach weiteren Kontrollmessungen und Auswertungen war

es nicht mehr wegzudiskutieren, von Hospental bis Guspisbach hatte sich der Fels eingesenkt. Im Januar 1998 erfolgte die Publikation dieses, sozusagen Berge versetzenden Resultates in einem swisstopo-Pressecommuniqué (vgl. Abb. 1 aus Schneider, Schlatter 1998). Darin sprechen die Autoren von den «massivsten Senkungserscheinungen im anstehenden Fels, die in der Schweiz je beobachtet wurden». Die Aktion löste eine Wiederholung des restlichen Gotthard-Passnivellementes von Guspisbach bis Airole aus. Deren Auswertungen bestätigten eindeutig die zum Teil befürchteten aber sicher bedenkenswerten Ergebnisse. Im zentralen Abschnitt des Alpendurchstichs mussten sich tatsächlich Einsackungen bemerkbar gemacht haben. Eine zusammenfassende Darstellung (Schlatter, 2007) dieser Einsenkung ist in Wiget et al., (dieses Heft, 2010) zu sehen.

Diese Erkenntnisse bewogen die Aufsichtsbehörden und die Bauherrschaft, umfangreiche Untersuchungen gekoppelt mit ersten geodätischen Null-Messungen im ganzen AlpTransit-Gebiet zu veranlassen. Die Null-Messungen sollten den momentanen Ist-Zustand dokumentieren, auf den man sich zu späteren Zeitpunkten referenzieren konnte. So wurden unter der Leitung von swisstopo breit angelegte Nivellementmessungen über den Furka-, Oberalp-, Lukmanierpass und ins Val Nalps durchgeführt. Im Rahmen von Mess- und Monitoring-Aufträgen sollten die Deformationen der unterfahrenen Stauanlagen auch geodätisch überwacht werden. Mit dem Blick in den Rückspiegel auf den Fall Zeuzier (Staudammdeformation, z.B. Biedermann 1980) war man sich offenbar über die proaktive, vorwärtsgerichtete Strategie in Bezug auf die geodätischen Überwachungsmassnahmen einig. Nicht zuletzt musste auch der Einfluss von Felsdrainagen auf das durchbohrte Gestein in neuem Lichte betrachtet werden.

Wer hat nicht schon Bestimmtes gesucht und ganz Anderes gefunden? Sollte man nicht die nächste grössere Tunnelstilllegung als Zeichen wahrnehmen, die Potenzialtheorie nochmals überprü-

fen zu müssen. Gibt es noch weitere Überraschungen?

Referenzen:

Biedermann, R. (1980). Ausserordentliches Verhalten der Staumauer Zeuzier. Wasser, Energie, Luft, 72. Jahrgang, Heft 7/8.

Eckhardt, P., H. Funk, T. Labhart mit Beiträgen von W. Fischer und E. Gubler (1983). Postglaziale Krustenbewegungen an der Rhein-Rhone-Linie; Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 2/83.

Schlatter, A. (2007). Das neue Landeshöhennetz der Schweiz LHN95. Geodätisch-geophysikalische Arbeiten in der Schweiz, Band 72, Schweizerische Geodätische Kommission, 373 Seiten. ISBN 978-3-908440-16-1.

Schlatter, A., E. Gubler, B. Mattli, D. Schneider (1997). Neues Landeshöhennetz LHN95: Deformations-Analyse Gotthard. Untersuchungen der Senkungserscheinungen im Bereich des Gotthard-Strassentunnels. Technischer Bericht 97-40, Bundesamt für Landestopographie, Wabern.

Schneider, D. (1997). AlpTransit Gotthard-Basistunnel: Deformationsmessungen im Gotthard-Strassentunnel (A2). Technischer Bericht 97-13, Bundesamt für Landestopographie, Wabern.

Schneider, D., A. Schlatter (1998): RCM – Analyse Gotthard. Pressecommuniqué, L+T, 22.1.1998.

Schneider, F. (1978). Nivellement und Schwermessungen am Gotthard. Bericht 17, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, ETH Zürich.

Wiget, A., U. Marti und A. Schlatter (2010). Beiträge der Landesvermessung zum AlpTransit Gotthard-Basistunnel, Geomatik Schweiz, 12/2010.

Alain Geiger
Institut für Geodäsie und
Photogrammetrie
ETH Zürich
Schafmattstrasse 34
CH-8093 Zürich
alain.geiger@geod.baug.ethz.ch

Andreas Schlatter
Bundesamt für Landestopographie
swisstopo
Seftigenstrasse 264
CH-3084 Bern-Wabern
andreas.schlatter@swisstopo.ch