

# Beitrag des Landesnivellements zur Bestimmung vertikaler Krustenbewegungen in der Gotthard-Region

Autor(en): **Gubler, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen  
= Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie**

Band (Jahr): **56 (1976)**

Heft 3

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-43713>

## 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.

## **Beitrag des Landesnivellements zur Bestimmung vertikaler Krustenbewegungen in der Gotthard-Region**

Von *E. Gubler* (Wabern)\*)

### **Abstract**

Between 1903 and 1925, the Topographical Survey of Switzerland carried out a first order levelling of 3000 km, stretching through all of Switzerland. Since 1943, half of this distance has been remeasured, so that for about 100 specific fix-points, a relative vertical velocity in mm/year can be determined, provided one assumes uniform movement. The adjusted results of the six measured loops, using the method of the least squares, yield a vertical velocity for all points with reference to an arbitrarily chosen startingpoint. The standard deviations provide information as to the significance of the measured movements. Therefore, for each velocity, the doubled standard deviation is also represented in the figure.

Das Nivellement ist ein einfaches und zudem sehr genaues Verfahren zum Messen von Höhendifferenzen. Im Landesnivellement sind von 1903 bis 1925 entlang von insgesamt 3000 km Nivellementslinien die Höhen von rund 13000 Fixpunkten (Bronzebolzen) bestimmt worden. Seit 1943 ist die Hälfte des Netzes ein zweites Mal gemessen worden. Von all den Punkten, die nach rund fünfzig Jahren wieder gemessen wurden, haben wir die stabilsten ausgewählt. Aus den Veränderungen der gemessenen Höhendifferenzen berechnen wir je für aufeinanderfolgende Fixpunkte eine Relativgeschwindigkeit in mm/Jahr und dann mit Hilfe einer Ausgleichung für alle Fixpunkte Hebungs- oder Senkungsgeschwindigkeiten, die sich auf einen frei gewählten Ausgangspunkt beziehen, der als unverändert angenommen wird. Wir haben die Fixpunkte in Aarburg als Referenz gewählt, weil dort fünf Bolzen vorhanden sind, die alle in gutem Fels verankert sind. Bezogen auf diese Gruppe, haben wir für alle übrigen jährliche Höhenänderungen berechnet, die im Bild mit schraffierten Säulen dargestellt sind. Bei diesen Berechnungen müssen wir voraussetzen, dass alle Hebungen und Senkungen in den letzten siebenzig Jahren mit konstanter Geschwindigkeit vor sich gegangen sind. Wäre das nicht der Fall, könnten wir keine brauchbaren Resultate mehr gewinnen. Zum Glück scheint diese Voraussetzung einigermaßen erfüllt zu sein, denn bei der Auswertung der sechs vorhandenen Schleifen haben sich keine abnormalen Widersprüche ergeben. Bei fünf von sechs Schleifen wird der Schleifenschlussfehler

---

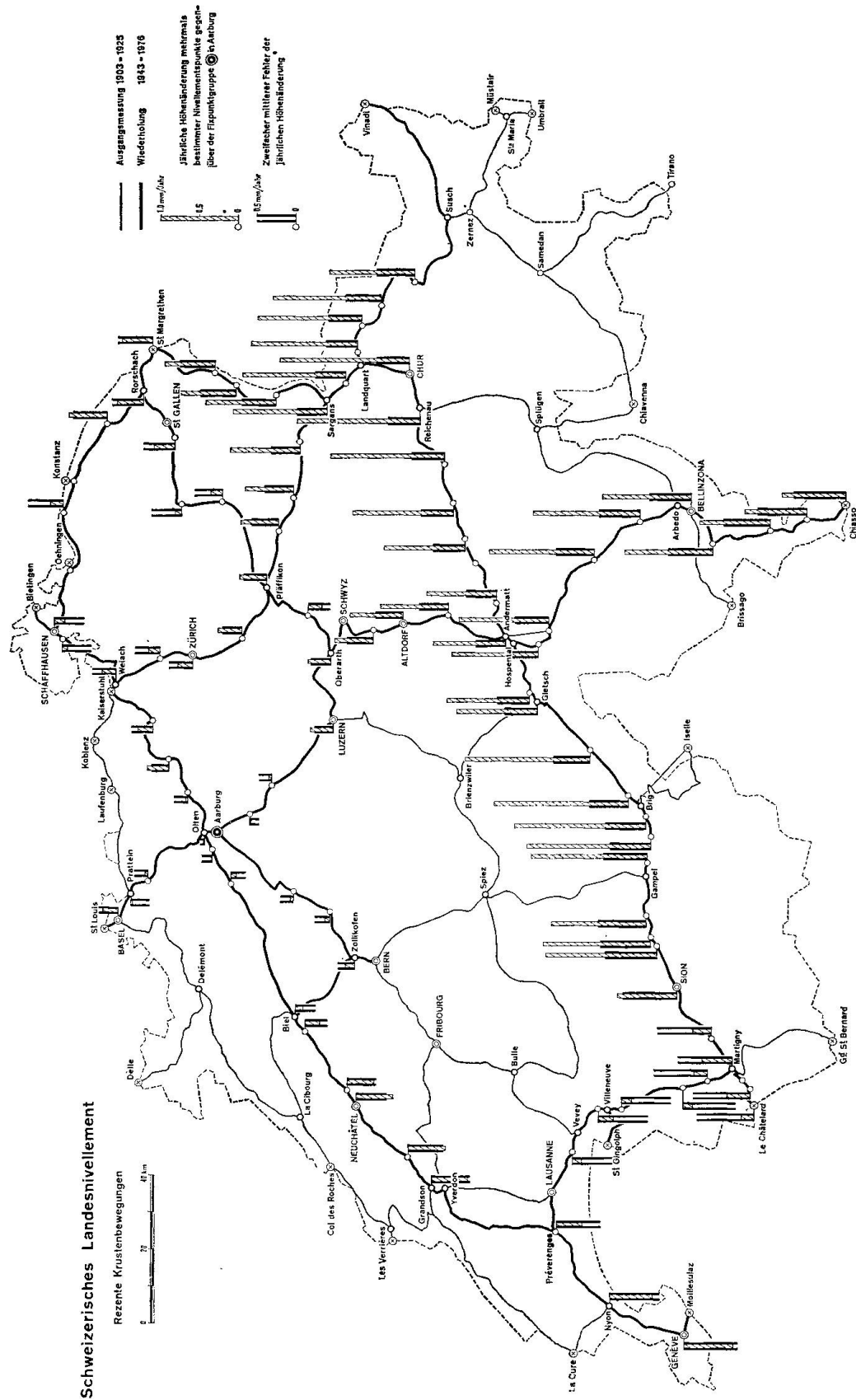
\*) Eidg. Landestopographie, Seftigenstrasse 264, CH-3084 Wabern.

kleiner, sobald wir die Vertikalbewegungen berücksichtigen. Nur bei einer Schleife steigt er von 21 auf 32 mm, bleibt aber im Bereich der zufälligen Fehler.

Natürlich hat uns die Frage beschäftigt, wieviele der dargestellten Geschwindigkeiten rein durch Messfehler erklärt werden können. Die Fehlertheorie liefert eine brauchbare Antwort in der Form eines mittleren Fehlers oder einer Standardabweichung für jede Hebungsgeschwindigkeit. Übersteigt die Geschwindigkeit den doppelten Betrag ihrer Standardabweichung, so kann sie mit grosser Wahrscheinlichkeit als gesichert gelten, denn die Wahrscheinlichkeit, dass die tatsächliche Hebung von der berechneten nach unten oder nach oben um mehr als diesen Betrag abweicht, ist nur 5%. In der Darstellung ist die doppelte Standardabweichung mit einem dicken Strich beiderseits der Hebungsgeschwindigkeit wiedergegeben. Beide sind von der Wahl der Referenzgruppe in Aarburg abhängig. Überall dort, wo die schraffierte Säule die schwarze Hülle verlässt, darf eine Relativbewegung gegenüber Aarburg angenommen werden. Mit ähnlichen Methoden kann auch geprüft werden, ob die Relativbewegung zwischen irgendwelchen Punkten das Mass der zufälligen Fehler übersteigt.

Im folgenden werden die Resultate, die die Geotraverse betreffen, etwas eingehender besprochen. Zwischen Basel und Aarburg können keine Relativbewegungen nachgewiesen werden. Die bei JEANRICHARD (1973) sichtbare Senkung auf dem Hauenstein ist nicht gesichert, weil die Latten des ersten Nivellements auf diesem Stück eine zu grosse Massstabsunsicherheit aufweisen. (Das gleiche gilt auch für den zwischen Oberarth und Pfäffikon gelegenen Fixpunkt Rothenthurm.) In Luzern übersteigt die Hebungsgeschwindigkeit mit 0,3 mm/Jahr zum erstenmal die doppelte Standardabweichung. Zwischen Luzern und Andermatt steigt diese jährliche Hebung gleichmässig bis auf 1,0 mm, dann bis Biasca auf 1,4 mm, um dann wieder abzusinken auf 1,1 mm auf dem Ceneri und 0,8 mm in Chiasso. Rechtwinklig zur Geotraverse ergibt sich von Andermatt aus sowohl bis Chur wie auch bis Brig ein Anstieg von 1,0 auf den höchsten gefundenen Betrag von 1,7 mm.

Auch bei diesen Ergebnissen müssen wir uns fragen, ob die Unterschiede durch Zufall entstanden sein können. Auf den Abschnitten Luzern–Andermatt, Andermatt–Chur und Andermatt–Brig übersteigen die berechneten Werte *die vierfache* Standardabweichung. Es kann deshalb als gesichert gelten, dass sich Andermatt stärker hebt als Luzern, aber deutlich schwächer als Chur und Brig. Nicht ganz so eindeutig sind die Verhältnisse zwischen Andermatt und Chiasso. Sowohl zwischen Andermatt und Biasca wie auch zwischen Biasca und dem Ceneri übersteigt der Unterschied die doppelte Standardabweichung nur wenig. Für Chiasso ergibt sich zwar eine gesicherte Senkung, die aber auch auf lokalen Einflüssen beruhen kann, denn wir verfügen südlich vom Ceneri nur noch über Fixpunkte, die an Gebäuden verankert sind.



Wir werden die begonnenen Messungen in den nächsten Jahren fortsetzen, sofern die benötigten Kredite bewilligt werden. Geplant sind der Simplonpass, die Linie Kaiserstuhl–Pratteln sowie Bahn- und Strassentunnel durch den Gotthard. Mit den zuletzt genannten Messungen hoffen wir einen weiteren Beitrag zur Geotraverse Basel–Chiasso liefern zu können.

#### Literatur

- FISCHER, W. (1974): Rezente Erdkrustenbewegungen in der Schweiz, Mittbl. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, Heft 5, 1974.
- GHITĂU, D. (1973): Über den Aufbau eines allgemeinen Modells zur Beschreibung von Landhebungen aufgrund von Wiederholungs-Nivellements, Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 1, 1973.
- HOLDAHL, S. R. (1975): Models and Strategies for Computing Vertical Crustal Movements in the United States, Preprint for International Symposium on Recent Crustal Movements Grenoble 1975.
- JEANRICHARD, F. (1972): Contribution à l'étude du mouvement vertical des Alpes, Boll. di Geodesia e Scienze Affini, Heft 1, 1972.
- (1973): Nivellement et surrection actuelle des Alpes, Rev. Mensuration, Photogrammétrie, Génie rural, Heft 1, 1973.
- (1974): Essais de mesure géodésique des mouvements horizontaux de la croûte terrestre, Rev. Mensuration, Photogrammetrie, Génie rural, Heft 3, 1974.
- (1975): Summary of geodetic studies of recent crustal movements in Switzerland, Proceed. V. Intern. Symp. Recent Crustal Movements Zurich, 1974, Tectonophysics, vol. 29, 1975.
- (1975): Rapport sur l'état actuel des recherches sur les mouvements verticaux des Alpes, présenté à la XVI<sup>e</sup> Assemblée générale de l'UGGI, Grenoble 1975.
- LEVALLOIS, J. J. (1972): Sur la mise en évidence d'un mouvement de surrection des massifs cristallins alpins, Bull. Géodésique, n. Ser. 1972, No 105, 1972.
- MÄLZER, H. und SCHLEMMER, H. (1975): Geodetic measurements and recent crustal movements in the southern Upper Rhinegraben, Proceed. V. Intern. Symp. RCM Zurich, 1974, Tectonophysics, vol. 29, 1975.
- RINNER, K. (1974): Der geodätische Beitrag zu geodynamischen Projekten, Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 8, 1974.
- PAVONI, N. (1975): Report of the Working Group on Recent Crustal Movements, First Report of Switzerland to International Geodynamics Project, July 1975.
- SCHAER, J.-P. et JEANRICHARD, F. (1974): Mouvements verticaux anciens et actuels dans les Alpes suisses, Eclogae geol. Helv., vol. 67/1, 1974.
- SCHWARZ, E. (1976): Präzisionsnivellement und rezente Krustenbewegungen dargestellt am nördlichen Oberrheingraben, Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 1, 1976.
- SENFTEL, E. (1970): Ein Beitrag zum Nachweis rezenter Bewegungen in den Hohen Tauern, Österr. Zeitschr. f. Vermessungswesen, Heft 2, 1970.
- SENFTEL, E. und EXNER, CH. (1973): Rezente Hebung der Hohen Tauern und geologische Interpretation, Verh. Geol. B.-A., 2, 1973.
- STARZMANN, G. (1976): Präzisionsnivellement und rezente Vertikalbewegungen der Alpen, Zeitschr. f. Vermessungswesen, Heft 8, 1976.
- VYSKOČIL, P. und KOPECKÝ, A. (1974): Neotectonics and Recent Crustal Movements in the Bohemian Massif, Řada 4, Dedicated to the 20-th Anniversary of the Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography in Prague.