

Die Präzisions-Nivellemente über die Grimsel in den Jahren 1880, 1901 und 1920

Autor(en): **Gassmann, Robert**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières**

Band (Jahr): **20 (1922)**

Heft 6

PDF erstellt am: **16.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-187498>

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.

Grundbuchführer ins Vermessungswerk eingetragen. In den andern Kantonen besorgt das Grundbuchamt lediglich die Nachtragung der Handänderungen im Grundbuche und macht alsdann periodisch über diese Aenderungen dem Nachführungsgeometer Mitteilung, der sie dann in den Büchern der Vermessung einträgt.

Uebergang der Nachführung zur Neuvermessung.

Die Erfahrungen bei unsern Vermessungen in den verschiedenen Landesteilen haben gezeigt, daß die Lebensdauer einer Vermessung in erster Linie von der Art und Weise der Nachführung abhängt. Je mehr Sorgfalt dem Vermessungswerke zuteil wird und je zuverlässiger dessen Nachführung erfolgt, um so länger wird es erhalten und gebrauchsfähig bleiben. Wir haben eine Anzahl Beispiele, speziell in der deutschen Schweiz, wie gute polygonometrische Vermessungen kurze Zeit nach ihrer Erstellung durch unsachgemäße Behandlung und durch eine mangelhafte Nachführung unbrauchbar geworden, ja geradezu zerstört worden sind.

Trotz allen vorsorglichen Maßnahmen für eine lange, sogar sehr lange Erhaltung der mit großen Opfern erstellten Vermessungswerke, vermag sie aber auch die beständige Nachführung nicht ewig, sondern nur bis zu einem gewissen Zeitpunkte gebrauchsfähig erhalten. Wie jedem Menschenwerke, so ist auch der Grundbuchvermessung ein Ziel gesetzt; sie muß früher oder später wieder erneuert werden.

(Fortsetzung folgt.)

Die Präzisions-Nivellemente über die Grimsel in den Jahren 1880, 1901 und 1920.

Das erste Präzisionsnivellement der Schweiz, welches bekanntlich in den Jahren 1865—1887 durch die schweizerische geodätische Kommission zur Ausführung kam, enthält auch einen Nivellementszug über die Grimsel, jene Alpenstraße mit Paßübergang auf 2172 m Höhe, welche das Berner Oberland durch das Tal der obern Aare mit dem Oberwallis, dem Tal der jungen Rhone, d. h. Meiringen und das Oberhasle mit dem Knotenpunkt Gletsch an der Furkastraße verbindet. Diese

Linie ist erstmals im Auftrage der geodätischen Kommission im Jahre 1880 durch Ingenieur G. Autran nivelliert worden, wobei die Messung noch dem alten Saumweg folgte, da die mit bedeutender Bundessubvention durch die Kantone Bern und Wallis erbaute neue Grimselstraße erst im Jahre 1895 dem Verkehr übergeben wurde. Die großen Unstimmigkeiten dieses ersten Doppelnivellementes in sich und die durch die neue Straße geschaffene bessere Unterlage für eine weitere Messung haben im Jahre 1901 das eidgenössische topographische Bureau veranlaßt, das Präzisionsnivellement durch ihren Ingenieur Dr. J. Hilfiker wiederholen zu lassen. Wieder fast zwei Dezennien später, im Jahre 1920, ist die Linie als Bestandteil des neuen Landesnivellements zum drittenmal nivelliert worden und es dürfte wohl auch weitere technische Kreise interessieren, einiges über die Ausführung und die Resultate dieser um ungefähr je 20 Jahre auseinander liegenden Messungen zu erfahren, dies um so mehr, als es sich hier um eine ausgesprochene Berglinie handelt, deren Kulminationspunkt beinahe 1600 m über ihrem Anfangspunkte liegt.

Das erste Nivellement von Ingenieur Autran, der damals eben erst seine Studien am Polytechnikum in Zürich abgeschlossen hatte, fällt in die Zeit vom 16. Juni bis 30. Oktober 1880. Es beginnt im Anschluß an die Linie Bern-Luzern bei deren Fixpunkt N. F. 187 in Brienz und mündet bei N. F. 159, einem in Felsen versetzten Punkte bei der steinernen Bogenbrücke zirka 900 m unterhalb Gletsch, in die Furkalinie. Dem alten Saumweg nach beträgt die nivellierte Länge der Linie 45.4 km und wenn für die Messung hin und zurück 136 Tage gebraucht wurden, so muß dazu bemerkt werden, daß der Witterung wegen hiervon nur 96 Tage genutzt werden konnten und daß für den geringen Arbeitsfortschritt auch die Ungeübtheit des Beobachters und die Schwierigkeiten auf dem verkehrsreichen Saumweg gebührend in Berücksichtigung zu ziehen sind. Ferner ist in diesem Zeitaufwand auch das Setzen von sechs Bronzehauptpunkten und die Markierung von 41 sekundären, in Stein eingemeißelten Fixpunkten mit inbegriffen. Als Instrument diente das damalige Modell des Kern'schen Präzisions-Nivellierinstrumentes mit 40-facher Vergrößerung und einer Angabe des Fernrohrniveaus von wenig mehr als 3''. Die 3 m lange,

ebenfalls von Kern in Aarau gelieferte Präzisionsmire hatte weiß-schwarze Feldteilung mit Bezifferung der Zentimeter. Eine Vergleichung der Latte am Komparator in Bern ist nur einmal, am 23. November, also volle 23 Tage nach Abschluß der Feldarbeit ausgeführt worden; Feldvergleichen wurden damals noch keine gemacht. Für die Aufstellung der Latte wurde eine eiserne Unterlagsplatte verwendet und die Vertikalstellung erfolgte mittels zweier Stöcke nach dem auf der Rückseite der Mire angebrachten Dosenniveau. Für die Beobachtung ist die Ziellinie annähernd horizontal gestellt und der genaue Stand der Libellenblase abgelesen worden. Das Doppelnivellement der Linie ist von Ingenieur Autran nicht in einem Zuge hin bis Gletsch und hernach zurück bis Brienz ausgeführt worden, vielmehr geht aus den Feldbüchern hervor, daß die Messung in kleinen Strecken von einigen Kilometern unmittelbar hin und zurück erledigt wurde. Die Resultate dieses ersten Nivellements waren wenig befriedigend, indem sich zwischen Hin- und Hermessung eine systematisch zunehmende Abweichung zeigte, die im Endpunkte der Linie fast vier Dezimeter erreichte, so daß denn auch von einer Verwendung dieser Linie in der Ausgleichung des Hauptnetzes der geodätischen Kommission abgesehen werden mußte. Ingenieur Autran selbst äußerte sich seinerzeit über diese große Differenz dahin, daß er drei wenig geeignete Gehilfen gehabt habe, die vermutlich die Fußplatten nicht richtig gelegt hätten, ferner hätten sich Unregelmäßigkeiten im Gange der Niveaublase gezeigt, so daß das Niveau im Laufe der Arbeit durch ein neues ersetzt werden mußte und endlich meint er ganz richtig, daß es wohl besser gewesen wäre, von einem Präzisionsnivellement auf einem so schmalen und ausgelaufenen Saumweg mit großem Verkehr den ganzen Tag über abzusehen. In den steilen Partien des Saumweges sei es zudem vorgekommen, daß oft die Fokussierung wegen der zu kurzen Distanz nicht mehr möglich gewesen sei.

Das zweite Grimselnivellement von Dr. J. Hilfiker ist in den Tagen vom 25. Juni bis 5. September 1901 zur Ausführung gekommen und benötigte also 72 Tage für die der neuen Straße nach gemessen 48.2 km lange Linie, wobei im voraus zu bemerken ist, daß die Messung als einfaches Nivellement mit zwei nebeneinander gestellten Miren durchgeführt wurde. Die Operation um-

faßte auch hier neben der Messung noch die Rückversicherung der am Wege liegenden alten Punkte und die Versicherung längs der neuen Straße, die in zahlreichen Kehren vom alten Saumweg abweicht, wobei insgesamt 112 Bronzebolzen verwendet wurden. Da Punkt N. F. 187 in Brienz verändert erschien, hat Dr. Hilfiker seine Messung bei Punkt $\odot$ 46 im „Hälteli“ zwischen Brienz und Brienzwiler begonnen, während der Abschluß ebenfalls in Punkt N. F. 159 an der Furkalinie unterhalb Gletsch erfolgte. Als Instrument diente wiederum ein solches von Kern; das Niveau hatte eine etwas geringere Angabe, nämlich 5'', und die Ablesung geschah bei einspielender Blase. Die beiden Miren, eine Reversionsmire mit zwei Teilungen und eine Kompensationsmire nach System Goulier, sind vor und nach der Feldarbeit am Komparator in Bern verglichen worden; ferner wurden für die Reversionsmire während der Feldarbeit insgesamt 16 Vergleichen mit einem Normalstahlstab von 1 m Länge ausgeführt und die Kompensationsangabe der andern Mire ist täglich mehrmals abgelesen worden. Das Nivellement wurde im allgemeinen in der Richtung Brienz-Grimsel geführt, nach Erreichen der Paßhöhe trat aber andauernd schlechtes Wetter ein, das den Beobachter nötigte, die Messung in tieferer Lage fortzusetzen, und aus diesem Grunde ist auf der Maienwangseite in der Richtung Gletsch-Paßhöhe nivelliert worden. Die Uebereinstimmung der Resultate der beiden Miren war eine sehr gute, die Summe der Differenzen vom Ausgangspunkt aus gerechnet betrug im Maximum 4 mm und ging gegen das Ende der Linie in Null über. Herr Dr. Hilfiker schloß daraus, daß nur ganz unbedeutende systematische, von der Höhe abhängige Fehler übrig geblieben seien und daß die abgeleiteten Lattenkoeffizienten der Wahrheit sehr nahe kommen müssen. Gegenüber der ausgeglichenen Höhe des Anschlußpunktes N. F. 159 in Gletsch ergab sich eine Differenz von 50 mm, die klein erscheint, wenn man bedenkt, daß die alten Nivellemente, zu denen auch dasjenige über die Furka von 1879 zählt, mit einem Mittelwert aus sämtlichen Lattenvergleichen reduziert worden sind.

Im neuen Landesnivellement ist die Grimsellinie in den Monaten August-September 1920 doppelt und vollständig unabhängig gemessen worden und zwar in der Richtung Meiringen-Gletsch durch Dipl.-Ing. H. Härry, in der entgegengesetzten Richtung

durch den Unterzeichneten. Die Rekognoszierung und Ergänzung der Punktanlage von 1901, die, nebenbei bemerkt, einen auffallend geringen Punktverlust von nur 8 % aufwies, sowie das Setzen von Nieten als Abstellpunkte ist bereits im Laufe des Jahres 1919 besorgt worden. Der Zeitaufwand für das Nivellement in beiden Richtungen beträgt 61 Tage, entsprechend einem Tagesfortschritte der einfachen Messung von 1.56 km, wobei auch hier die Regen-, Sonn- und Feiertage mit inbegriffen sind. Jedem Beobachter diene als Instrument ein gleichgebautes Präzisions - Nivellierinstrument, System Wild - Zeiß, mit Keilstricheinstellung und als Latten zwei Präzisions-Invarband-Miren mit direkter Spannung des Bandes. Von den beiden Miren ist nach der im Landesnivellement üblichen Methode die eine im Rückblick und die andere gleichzeitig im Vorblick aufgestellt worden. Die Markenabstände, welche für die Zwischenkontrollen der Gesamtlänge der Miren dienen, sind im Jahre 1920 im ganzen achtmal am Komparator in Bern verglichen worden und haben eine Unveränderlichkeit der Bandlänge bei gleicher Temperatur innerhalb ± 0.0021 mm ergeben. Die Miren sind mit Thermometern versehen, welche auf jeder Station abgelesen wurden. Für die Berechnung der Mirenkoeffizienten ist streckenweise auf das Temperaturmittel zur Zeit der Messung abgestellt worden. Von den frühern Endpunkten der Grimsellinie konnte N. F. 159 in Gletsch beibehalten werden, auf der Berner Seite dagegen hatten inzwischen ausgeführte Kontrollmessungen auch für Punkt $\odot$ 46 im „Hälteli“ Senkungen ergeben, weshalb hier an Punkt $\oplus$ 55, einen in Felsen bei der Wilerbrücke angebrachten Versicherungspunkt des alten Brünignivellements, angeschlossen wurde. Die Resultate der vollständig unabhängigen Hin- und Hermessung zeigen eine beachtenswerte Genauigkeit, indem die Summe der Differenzen zwischen beiden Beobachtern ab Wilerbrücke gerechnet bei einer Länge von 48.2 km im Maximum 3.2 mm beträgt und im Kulminationspunkte der Linie, 1597 m über dem Anfangspunkte, sogar innerhalb einem Millimeter bleibt. Die Anschlußdifferenz gegenüber den ausgeglichenen Höhen des alten Präzisions-nivellements ergibt nur 13 mm, ein Betrag, den wir im Hinblick auf die große Höhendifferenz und die frühere Unsicherheit in der Lattenlänge wohl als Zufall ansprechen dürfen.

Nachfolgend geben wir nun eine Zusammenstellung der Resultate von 1880, 1901 und 1920 resp. ihrer Differenzen für eine Reihe von Punkten, die einmal in allen drei Messungen angeschlossen wurden und die ferner ihrer Lage nach und nach dem Verlaufe der Messungsdifferenzen von 1901 und 1920 als wahrscheinlich unverändert gelten können. Es ist ja selbstverständlich, daß sich eine Vergleichung nur auf unverändert gebliebene Punkte stützen darf, ansonst wir in den Differenzen nicht nur Messungsdifferenzen, sondern auch Punktänderungen erhalten. Aus diesem Grunde können wir als gemeinsamen Ausgangspunkt der drei Messungen weder N. F. 187 in Brienz, noch Punkt $\odot$ 46 im „Hälteli“ nehmen, sondern müssen von Punkt $\oplus$ 55 bei der Wilerbrücke ausgehen. Wie schon bemerkt, ist dies ein Bolzen des Versicherungsnivellements der Brüniglinie von 1901; im Jahre 1880 hat er also noch nicht bestanden, ist aber in den Grimselmessungen von 1901 und 1920 mit einbezogen worden. Seine Höhe im System der Messung von 1880 läßt sich jedoch berechnen, indem wir hiefür die Höhendifferenz N. F. 187 Brienz bis $\odot$ 48 Felspunkt an der Straße nach Brienzwiler, wie sie im ersten Brünignivellement von 1876 erhalten wurde, und die Höhendifferenz von $\odot$ 48 bis $\oplus$ 55 nach den Resultaten im Landesnivellement von 1908 über den Brünig zu Hilfe nehmen. Die so berechnete Höhe von Punkt $\oplus$ 55 bezieht sich demnach auf die Höhe des veränderlichen Punktes N. F. 187 im Zeitpunkte der Messung von 1876 und da Ingenieur Autran erst im Jahre 1880 sein Grimselnivellement an diesen Punkt angeschlossen hat, so wäre eine kleine Aenderung des Punktes in der Zwischenzeit in den Differenzen gegenüber den spätern Messungen mit enthalten. Um die Zusammenstellung nicht unnötig auszudehnen, haben wir darin neben den Entfernungen der Fixpunkte von Wilerbrücke und ihren Meereshöhen nach den Resultaten von 1920 lediglich die uns speziell interessierenden Differenzen der Höhen zwischen den verschiedenen Messungen und bezogen auf den Ausgangspunkt aufgenommen. Der Größenordnung dieser Differenzen entsprechend, sind dieselben im allgemeinen auf Millimeter genau angegeben und nur für die Doppelmessung von 1920 sind die Zehntelsmillimeter beibehalten worden.

Zusammenstellung der Differenzen in den Grimsel-Nivellementen von 1880, 1901 und 1920.

Fixpunkt		Distanz	Gebrauchs- Höhe 1920	Differenzen im Doppelnivellement		Differenzen von 1920 gegenüber		
No.	Ort			1880	1920	1880		1901
						I	II	
		km	m	mm	mm	mm	mm	mm
55	Wilerbrücke	0.0	575.107	+ 0	+ 0.0	+ 0	+ 0	+ 0
236	Meiringen	7.0	592.857	+45	—1.4	—36	+9	—5
4	Kirchet	11.4	698.848	+97	—2.0	—29	+68	+13
7	Innertkirchen	16.0	656.523	+139	—2.9	—42	+97	+14
16	Tschingelbrücke	25.1	1137.394	+230	—1.4	—44	+186	+32
21	Handegg	29.6	1414.388	+279	—0.2	—54	+225	+50
238	Hospiz	36.8	1873.129	+347	+0.5	—58	+289	+79
239	Paßhöhe	41.4	2172.531	+344	—0.0	—40	+304	+94
159	Gletsch	48.2	1711.803	+396	+0.1	—48	+348	+69

Die erste Differenzenkolonne zeigt uns die bereits erwähnten großen Unterschiede in den Resultaten der Hin- und Hermessung von Ingenieur Autran im Jahre 1880. Der allgemeine Verlauf derselben ließe zunächst vermuten, daß in den beiden Operationen eine Differenz der Lattenlängen von zirka 0.22 mm pro Meter bestanden hätte. Dieser Annahme widerspricht aber die Stetigkeit des Vorzeichens der Differenzen im Auf- und Abstieg und dann vor allem die Tatsache, daß Ingenieur Autran die Hin- und Hermessung nicht in einem Zuge von Brienz bis Gletsch und zurück, sondern in kurzen Strecken von einigen Kilometern unmittelbar nacheinander erledigt hat, so daß in der Zwischenzeit so große und systematische Aenderungen der Lattenlänge nicht vorgekommen sein können. Uebrigens treten auch in den relativ ebeneren Strecken zwischen Wilerbrücke und Innertkirchen schon starke Differenzen auf, die nicht von der Lattenlänge herrühren können. Für die großen Unstimmigkeiten in den steileren Partien des Saumweges dürfte eine Erklärung zum Teil wohl in den Bemerkungen enthalten sein, die der Beobachter selbst hiezu gemacht hat und die wir weiter oben bereits angeführt haben.

Die zweite Differenzenkolonne enthält die Unterschiede der Resultate für die angeführten Fixpunkte in der hinsichtlich Miren, Instrument und Beobachter sowie auch zeitlich vollständig unabhängigen Hin- und Hermessung von 1920. Die außerordentlich kleinen Beträge zeigen auch in ihrem Verlaufe nur wenig systematischen Charakter, worin vor allem im Hinblick auf die großen Höhendifferenzen eine genaue und zutreffende Bestimmung der Mirenlängen zum Ausdrucke kommt. Bestimmen wir den systematischen Fehler pro Kilometer nach den Formeln von Lallemant, so erhalten wir $\sigma_v = \pm 0,11$ mm, während der zufällige Fehler $\eta_v = \pm 0.36$ mm ergibt. Nach

der bekannten Formel $M = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{d^2}{s} \right]}$ für Doppelnivel-

lemente erhalten wir aus den Widersprüchen der insgesamt 114 Einzelstrecken einen etwas größern Wert $M = \pm 0.38$ mm. Diese sehr guten Resultate sind unter durchschnittlich mehr ungünstigen Witterungsverhältnissen erzielt worden und bestätigen neuerdings die große Leistungsfähigkeit des Wild-Zeiß'schen Instrumentariums.

Die letzten und interessantesten Kolonnen der Zusammenstellung geben uns Aufschluß über die Differenzen der frühern Nivellemente von 1880 und 1901 gegenüber der Neumessung von 1920. Die Differenzen bestätigen im allgemeinen die Stabilität der ausgewählten Punkte, einzig für Punkt N. F. 236 an der Aarebrücke unterhalb Meiringen erscheint eine kleine Senkung sehr wahrscheinlich. Ein ganz merkwürdiges Resultat erhalten wir nach dem Landesnivellement für die Hin- und Hermessung von 1880, indem erstere, abgesehen von den größern zufälligen Fehlern zwischen Wilerbrücke und Innertkirchen im übrigen ganz ordentlich mit der Neumessung übereinstimmt, während die Rückmessung in großen Beträgen systematisch gestört erscheint. Da beide Messungen unter den erwähnten ungünstigen Verhältnissen a priori als gleich gut, resp. gleich schlecht anzunehmen sind, so muß hier ein sonderbarer Zufall diese einseitige Verteilung der Gesamtdifferenz bewirkt haben. Das einfache Nivellement von 1901 mit zwei nebeneinander gestellten Latten zeigt im Verlaufe seiner Differenzen gegenüber der Neumessung systematischen Charakter, der auf einen Unterschied

in der Mirenlänge von durchschnittlich 0.05 mm pro Meter zwischen den Messungen von 1901 und 1920 schließen läßt. Da im Nivellement von Dr. J. Hilfiker die Resultate der beiden Miren unter sich gut übereinstimmen, so liegt die Vermutung nahe, daß die in Frage stehende Differenz von der Bestimmung der Mirenlängen am Komparator in Bern herrühren könnte. Für die Vergleichen von 1901 ist hiebei der alte „Bernermeter“ der damaligen eidgenössischen Eichstätte, eine 3 m lange Eisenschiene von T-förmigem Querschnitt, verwendet worden, während die Vergleichen von 1920 sich auf den Dreimeter-Normalstahlstab der eidgenössischen Landestopographie stützen. Die beiden Normale sind deshalb im April 1921 an verschiedenen Tagen durch den Unterzeichneten am großen Komparator der eidgenössischen Landestopographie unter sich verglichen worden und haben aus fünf Bestimmungen im Mittelwert eine Uebereinstimmung auf 4.8 ± 0.4 Mikron pro Meter ergeben, so daß dadurch nur ein Bruchteil der gesuchten Differenz von 0.05 mm aufgeklärt würde. Ein weiterer und größerer Beitrag dürfte wohl daraus resultieren, daß die Mirenkoeffizienten von 1901 nur aus der Gesamtlänge abgeleitet wurden, während im Landes-nivellement seit 1909 bei den Hauptvergleichen alle Dezimeter der Teilung mit einbezogen werden. Die daherige Differenz wird im allgemeinen bei sorgfältig geteilten Miren nicht groß sein, wenn aber in den Endpartien der Latte Teilungsfehler vorkommen, so kann dieser Unterschied sehr wohl Beträge von einigen Hundertstelmmillimetern erreichen, wie wir dies schon bei einer unserer Miren feststellen konnten. Leider ist es nicht mehr möglich, die beiden von Dr. J. Hilfiker im Grimsel-nivellement 1901 verwendeten Miren nach dieser Richtung hin zu untersuchen, da dieselben inzwischen abgeändert worden sind.

Bern, im Mai 1922.

Robert Gaßmann, Dipl.-Ing.

Ueber den Unterhalt der Drainagen.

Wir beabsichtigen hier einige Erfahrungen bekannt zu geben, die wir bei den jährlichen Inspektionen der Drainagen im Kanton Neuenburg gemacht haben. Zum völligen Verständnis der Verhältnisse ist es aber vorerst nötig, einige Aufschlüsse zu geben