

Ueber systematische Fehler im Präzisionsnivellement

Autor(en): **Hilfiker, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Geometer-Zeitung = Revue suisse des géomètres**

Band (Jahr): **10 (1912)**

Heft 4

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-182125>

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.

Ueber systematische Fehler im Präzisions-nivellement.

In der 7. Lieferung des „Nivellement de précision de la Suisse“ besprechen Hirsch und Plantamour p. 424 das Nivellements-polygon XIV Zürich-Sargans-Rorschach-Steckborn-Zürich, das 1873 von Ing. Redard in dem angegebenen Sinne nivelliert worden ist; während Ing. Benz dasselbe bereits 1870 im umgekehrten Sinne nivelliert hatte. Die Resultate zeigen auffallende systematische Fehler, denn bildet man aus den Höhendifferenzen zwischen den Höhenmarken erster Ordnung die Unterschiede Nivellement Redard — Nivellement Benz, so werden diese Differenzen für die 40 Sektionen des Polygons 30 mal positiv und nur 8 mal negativ; 2 sind gleich. Die nachstehende Zusammenstellung giebt die Vergleichung der Polygonseiten:

Strecke	Distanz km	Redard m	Benz m	Redard-Benz mm
Zürich N. F. 109 bis Pfäffikon N. F. 104	33,05	+ 7,5475	+ 7,5326	+ 14,9
Pfäffikon „ 104 „ Sargans „ 147	58,90	+ 90,9517	+ 90,8339	+ 117,8
Sargans „ 147 „ Steckborn „ 132	123,54	— 104,0372	— 104,0666	+ 29,4
Steckborn 132 „ Zürich „ 109	59,51	+ 5,5666	+ 5,4809	+ 85,7
Zürich N. F. 109 bis Zürich N. F. 109	275,00	+ 0,0286	— 0,2192	+ 247,8 = $\Sigma (R-B)$

Nun besteht in jedem in umgekehrtem Sinne unabhängig doppelt nivellierten Polygon für die Beobachter A und B die Beziehung:

$$\text{Schlussfehler A minus Schlussfehler B} = \Sigma (A-B).$$

In unserm Falle also

$$+ 0,0286 \text{ m minus } - 0,2192 \text{ m} = + 0,2478 \text{ m},$$

d. h. das erste Nivellement ist gut, das zweite unbrauchbar.

Hätten bei unveränderter $\Sigma (A-B)$ beide Beobachter gleich grosse Schlussfehler erhalten, so wäre die Beziehung die nachfolgende:

$$+ 0,1239 \text{ m minus } - 0,1239 \text{ m} = + 0,2478 \text{ m},$$

d. h. beide Nivellements sind schlecht

und wäre endlich bei derselben Voraussetzung für $\Sigma (A-B)$ das

Nivellement Redard vollständig richtig, so kämen jetzt die Zahlenwerte:

0 minus $- 0,2478 \text{ m} = + 0,2478 \text{ m}$,
d. h. sämtliche Fehler haben sich im Schlussfehler B angehäuft.

In unserem Seepolygon XIV ist also der Schlussfehler Redard normal und zeugt für ein gutes Nivellement, dagegen sind im Nivellement Benz Störungen vorhanden, die durch Anhäufung von systematischen Fehlern den übergrossen Polygonschlussfehler verursacht haben. Welcher Art sind diese systematischen Fehler? Die oben erwähnte Diskussion von Hirsch und Plantamour weist darauf hin, dass sehr wahrscheinlich Einsenkungen der Lattenplatten im Nivellement Benz vorgekommen sind und wir wollen im Nachfolgenden zeigen, dass diese Begründung strenge nachgewiesen werden kann.

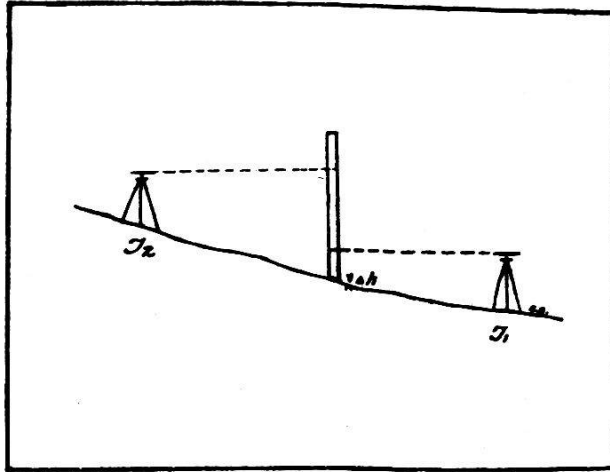
Im alten schweizerischen Präzisionsnivellement ist dem Beobachter nur eine einzige Latte mitgegeben worden. Kommt diese Latte vom Fixpunkt aus in den „Vorblick“ zu stehen, so muss vorausgesetzt werden, dass die Lattenplatte mit aller Vorsicht in die Strasse eingedrückt wird, damit sie in der Zeit bis zum nächsten Stationswechsel keine Lage- resp. Höhenänderung erfährt und deshalb haben Hirsch und Plantamour in der ersten Lieferung des schweiz. Präzisionsnivellements, p. 23, 9. Zeile von unten, den Lattenträgern vorgeschrieben, dass sie die Unterlagsplatte mit dem Fuss fest in die Strasse eindrücken müssen. Wenn nun trotzdem während des Nivellements Einsenkungen stattfinden, so wird das hauptsächlich dann geschehen, wenn der Gehülfe die Latte aus dem Rückblick in den Vorblick dreht und es entsteht nun die Frage, wie äussern sich solche Einsenkungen in den Nivellementsresultaten? Um diese Frage zu lösen, müssen wir unterscheiden zwischen positiven und negativen Höhendifferenzen.

1. Positive Höhenunterschiede.

Aufstieg im Bergnivellement.

Das Instrument steht in J_1 und im Vorblick ist die Mire fertig abgelesen. Das Instrument kommt in die Station J_2 zu stehen, die Latte dreht zum Rückblick und bei dieser Gelegenheit sinkt sie um den Höhenbetrag Δh ein oder rutscht um denselben am Berg talwärts. Somit wird

im Rückblick an der veränderten Lattenstellung $+ \Delta h$ zu viel abgelesen und die positive Höhendifferenz von Lattenstand zu Lattenstand wird um Δh zu gross.



2. Negative Höhenunterschiede.

Abstieg im Bergnivellement.

Das Instrument befindet sich in J_2 , die Ablesung im Vorblick ist fertig, das Instrument kommt nach J_1 , die Latte dreht in den Rückblick und sinkt hierbei um den Höhenbetrag Δh ein oder rutscht um denselben talabwärts. Somit wird die Ablesung im Rückblick um Δh zu gross und die negative Höhendifferenz von Lattenstand zu Lattenstand um den gleichen Betrag zu klein.

Wir erhalten somit für ein Nivellement, bei dem beim Drehen der Latten oder auch durch das eigene Gewicht der letztern Einsenkungen stattfinden, die Folgerung, dass deswegen:

1a *die positiven Höhendifferenzen zu gross,*

2a *die negativen Höhendifferenzen zu klein*

ausfallen und man sieht, dass die Beträge Δh je nach der Sorgfalt des Lattenträgers mehr oder weniger grosse Beträge ausmachen können.

Damit können wir nun das Doppelnivellement im Polygon XIV prüfen, müssen uns dabei aber auf die Sektionen mit kleinen Höhenunterschieden beschränken, denn im alten Präzisionsnivellement sind keine Lattenvergleiche im Felde ausgeführt worden und von den je im Frühling und im Herbst am Komparator in Bern angestellten Vergleichen ist für die definitive

Sektion				Distanz km	Redard	Benz	Vergleichung mm	Nivellement de préc. de la Suisse p.
Zürich	No. F. 109	bis	Thalwil	10,33	— 0,4950	⊕ 0,4854	Benz zu klein um 9,6*	309
Thalwil	" 108	"	Horgen	5,56	+ 12,8191	— 12,8165	" " " 2,6	
Horgen	" 107	"	Wädenswil	7,25	+ 2,9575	— 2,9527	" " " 4,8	
Wädenswil	" 106	"	Richterswil	4,04	— 7,9586	+ 7,9636	" " gross " 5,0	
Richterswil	" 105	"	Pfäffikon	5,85	+ 0,2245	— 0,2124	" " klein " 12,1	311
Pfäffikon	" 104	"	Lachen	6,12	— 7,3013	+ 7,3159	" " gross " 14,6	377
Schübelbach	" 153	"	Ziegelbrücke	12,06	— 7,0734	+ 7,0865	" " " 13,1	
Ziegelbrücke	" 152	"	Wesen	2,67	+ 3,3028	— 3,2978	" " klein " 5,0	
Wesen	" 151	"	Mithlehorn	5,00	— 2,1504	+ 2,1850	" " gross " 34,6	
Mithlehorn	" 150	"	Murg	5,13	+ 3,7793	— 3,7776	" " Klein " 1,7	
Murg	" 149	"	Wallenstadt	6,90	— 4,7035	+ 4,7073	" " gross " 3,8	380
Wartau	" 146	"	Werdenberg	9,79	— 5,8463	+ 5,8631	" " " 16,8	382
Au	" 142	"	Rhoneck	8,03	— 3,7039	+ 3,6901	" " Klein " 13,8*	
Rhoneck	" 140	"	Rorschach	8,02	+ 2,6460	— 2,6217	" " " 24,3	
Rorschach	" 139	"	Arbon	7,30	+ 0,4466	— 0,4329	" " " 13,7	
Arbon	" 138	"	Romanshorn	8,18	— 4,7984	+ 4,8010	" " gross " 2,6	
Güttingen	" 136	"	Kreuzlingen	10,06	— 9,1928	+ 9,2033	" " " 10,5	
Konstanz	" 134	"	Ermatingen	7,83	+ 3,8889	— 3,8832	" " Klein " 5,7	
Ermatingen	" 133	"	Steckborn	8,05	— 5,9310	+ 5,9310	" " gleich	389
Frauenfeld	" 130	"	Islikon	4,65	+ 2,5590	— 2,5531	" " zu klein um 5,9	391
Wiesendangen	" 128	"	Oberwinterthur	2,84	+ 2,2200	— 2,2074	" " " 12,6	
Winterthur	" 126	"	Töss	2,71	— 8,9753	+ 8,9804	" " gross " 5,1	
Schwamendingen	" 122	"	Schwamendingen	1,38	+ 10,6590	— 10,6574	" " Klein " 1,6	
Schwamendingen	" 121	"	Zürich	4,97	+ 14,3180	— 14,3133	" " " 4,7	394

Lattenreduktion der Mittelwert aus diesen Vergleichen eingeführt worden, so dass bei grossen Höhendifferenzen der Einfluss der Unsicherheit im Werte des mittleren Lattenmeters ein beträchtlicher sein kann.

Die vorstehende Tabelle gibt die Vergleichung der beiden Nivellements für Höhenunterschiede von aufeinander folgenden Fixpunkten erster Ordnung, die kleiner als 15 m sind und somit durch unrichtige Lattenkoeffizienten nur im geringen Grade gestört erscheinen. Die mit unsern Folgerungen 1 a und 2 a pag. 2 nicht stimmenden Resultate heben wir durch ein * hervor.

Es ist natürlich zu bedauern, dass die beiden Nivellements um drei Jahre auseinanderliegen, denn in dieser Zeit können sich die Höhenlagen selbst der Marken erster Ordnung ändern; indessen kann die Schlussfolgerung aus unserer Vergleichung nicht zweifelhaft sein; denn von den 24 ausgezogenen Sektionen stimmen 21 mit unsern oben angegebenen Sätzen 1 a und 2 a pag. 87 und nur 2 sprechen dagegen, wobei wir annehmen, dass das Nivellement Redard mit einem Schlussfehler von 28,6 mm und einem mittleren Einkilometerfehler von $\pm 1,7$ mm durchaus normal ist.

Dr. J. Hilfiker.

Zürich, 3. März 1912.

Examens de Géomètres.

Le Département fédéral de l'Intérieur a nommé, le 30 mai 1910, une commission en vue d'élaborer un règlement d'examen de géomètres, question qui, conformément à l'article 33 de la Constitution fédérale, rentre actuellement dans les attributions de l'administration fédérale.

Cette commission de 17 membres nomma à son tour une sous-commission, composée de 7 membres, avec le mandat d'établir un avant-projet de règlement d'examen et éventuellement un programme d'études, et cela conformément aux décisions prises en commission. (Voir à ce sujet notre journal, année 1910, page 133.)

L'avant-projet de la sous-commission a été discuté en séance plénière, les 27 et 28 février dernier, sous la présidence de Monsieur le Conseiller fédéral Muller, chef du Département