

Zeitschrift: Zeitschrift des Vereins Schweizerischer Konkordatsgeometer [ev. = Journal de la Société suisse des géomètres concordataires]

Herausgeber: Verein Schweizerischer Konkordatsgeometer = Association suisse des géomètres concordataires

Band: 8 (1910)

Heft: 6

Artikel: Über die Genauigkeit tachymetrischer Polygonzüge [Schluss]

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-181181>

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: 27.01.2026

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

Von der Versicherung mit Steinen in Straßen und Wegen sind wir abgekommen.

Wir beziehen die Schutzkästen samt Standrohr aus der von Rollschen Gießerei Bern, das größere Modell zum Preise von Fr. 9.80, das kleinere für Fr. 8.20. Den Guß der Zementblöcke an die Standrohre besorgt uns die Zementwarenfabrik Brunschwylers Söhne in Bern zum Preise von Fr. 4.50 per Stück.

Diese Versicherungsart ist wohl etwas teurer als die mit Steinen, aber dafür vorteilhafter, namentlich für Städte mit dem regen Verkehr, den fortwährenden Grabarbeiten, Umpflasterungen und Änderungen des Planbildes. Sie ist übrigens nicht neu und nur durch das verbesserte Kastenmodell empfehlenswerter geworden. Daß der vorbeschriebene Verschlußkasten für die Abschlußhahnen unserer städtischen Gas- und Wasserversorgung nun ausschließliche Verwendung findet, sei nur für diejenigen angeführt, welche in diesem Zweige der neueren Technik betätigt sind.

Bern, 13. Mai 1910.

F. Brönnimann, Stadtgeometer.

Über die Genauigkeit tachymetrischer Polygonzüge.

(Schluß.)

Ein einseitig wirkender Fehler der Fadenkonstanten kann deshalb in diesem Falle gar nicht zum Ausdruck kommen und der Fehler des Abschlusses ist einzige und allein auf die zufälligen Fehler zurückzuführen. Im Eingang ist mitgeteilt worden, daß die Fadenkonstante zu 101.55 bestimmt worden sei, das macht in Winkelwert ausgedrückt

$$\frac{206265}{101,55} = 2000'' \text{ rund.}$$

Nach meinen Erfahrungen ist man imstande, bei einem Fernrohr mit der angegebenen Leistungsfähigkeit die Fadenkonstante innerhalb etwa 1" oder $\frac{1}{2000}$ ihres wahren Wertes zu bestimmen. Durch Kombination des daraus resultierenden regelmäßigen Fehlers in diesem Betrage und dem zufälligen Fehler, den wir oben ausgerechnet, ergibt sich der relative Fehler der optischen Distanzmessung zu

$$\sqrt{\left(\frac{1}{1065}\right)^2 + \left(\frac{1}{2000}\right)^2} = \frac{1}{940} = 1,07\%$$

Machen wir nun die Annahme, der Einstellungs- resp. Ablesefehler an einem Faden betrage bei einer 30fachen Fernrohrvergrößerung 2", auf Ziellisten von 100 m also rund einen Millimeter, so wird der mittlere Fehler des Lattenabschnittes, da an 2 Faden einzustellen, resp. abzulesen ist:

$$\sqrt{2^2 + 2^2} = 2,83 \text{ betragen}$$

und für eine Konstante = 100 der zufällige Distanzfehler

$$\frac{2,83}{2062,65} = \frac{1}{730} = 1,36\%$$

und für Beobachtung vorwärts und rückwärts

$$\sqrt{\frac{1,36}{2}} = 0,825\%$$

Da bei solchen Vergrößerungen erfahrungsgemäß der Zielfehler den angenommenen Betrag nicht erreicht, so kann man die berechnete Zahl gewissermaßen als Grenzwert auffassen, wie es sich aus der Vergleichung mit den durch den geschlossenen Zug ergebenen Zahlen auch ohne weiteres annehmen lässt.

Nun treten bei der optischen Distanzmessung ja noch andere Fehler auf; in erster Linie sind zu nennen die als zufällig zu betrachtenden Lattenteilungsfehler, der Fehler der Maßeinheit, in welchem die durch Temperatur und wechselnde Luftfeuchtigkeit veranlaßten Längenänderungen als inbegriffen betrachtet werden können, und der durch unvollkommene Vertikalstellung der Latte erzeugte Fehler. Der erste dieser Fehler kann wohl die einzelne Beobachtung um weniges beeinflussen, bei einem längern Polygonzug bei der Möglichkeit, die einzelnen Teilstriche der Latte innerhalb $\frac{1}{5}$ mm genau zu machen, aber kaum merklich zur Geltung kommen, der Fehler der Maßeinheit kann durch periodische Lattenvergleichungen seiner Größe nach bestimmt und sein Einfluß durch entsprechende Korrektur beseitigt werden, es bleibt also im wesentlichen nur die schiefe Lattenstellung als Fehlerquelle. Bei horizontalen Visuren genügt schon ein sorgfältiges Halten der Latte von freier Hand durch einen geübten Gehülfen, damit der Fehler

für gewöhnliche Zwecke kaum merkbar wird. Weicht z. B. das obere Ende einer 4 m Latte aus der Vertikalen um 4 cm

$$= \frac{1}{100} l$$

was unschwer einzuhalten ist, so erhält man als Reduktionsgröße für die schiefe Lattenlänge nach der bekannten Formel

$$a^2 = f(2l-f) \text{ sehr nahe } f = \frac{a^2}{2l}$$

und durch Einführung der Zahlenwerte

$$f = \frac{l^2}{20000l} = \frac{l}{20000}$$

Dieser kleine Wert läßt sich mit Hilfe von Doseniveau oder Senkel, wie aus diesem Beispiel hervorgeht, für horizontale Visuren noch viel kleiner machen, so daß sein Einfluß als verschwindend betrachtet werden kann.

Bei geneigten Visuren aber kann der Fehler, der aus schiefer Lattenstellung resultiert, sehr beträchtlich werden.

Bezeichnen wir den zwischen den Parallelfaden erscheinende Lattenabschnitt mit l , wenn die Latte vertikal steht, mit l_1 wenn sie um den Winkel β nach rückwärts, mit l_2 wenn sie um denselben Winkel nach vorwärts geneigt ist, so wird bei einer Neigung der Ziellinie um den Winkel α (der Leser möge sich die einfache Figur selbst machen und mitrechnen):

$$l_1 = l \frac{\cos \alpha}{\cos(\alpha + \beta)} \quad l_2 = l \frac{\cos \alpha}{\cos(\alpha - \beta)}$$

wenn α positiv ist. Für ein negatives α vertauschen sich l_1 und l_2 und man hat allgemein für das fehlerhafte Lattensegment:

$$l_1 = l \frac{\cos \alpha}{\cos(\alpha \pm \beta)}$$

je nachdem die Latte vor- oder rückwärts gelehnt wird.

Um die Größe des Fehlereinflusses kennen zu lernen, machen wir ein Beispiel wieder unter der Annahme, eine 4 m lange Distanzlatte werde um 4 cm schief gehalten, der Neigungswinkel α betrage 20° . Der Winkel β entspricht dann der Bogenzahl $1/100$ und hat den Wert $\beta = 0^\circ 34^1$. Als Lattenabschnitt wählen wir der Einfachheit halber die Einheit. Die logarithmische Rechnung ergibt für

$$l_1 = \frac{1.00 \cos 20^\circ}{\cos 20^\circ 34^1} = 1.0035 \quad l_2 = \frac{1.00 \cos 20^\circ}{\cos 19^\circ 26^1} = 0.9964$$

Gibt man aber α den Wert 45° , der zwar selten erreicht, in einzelnen Fällen aber noch überschritten wird, so erhält man:

$$l_1 = \frac{1.00 \cos 45^\circ}{\cos 45^\circ 34^\circ} = 1.0105 \quad l_2 = \frac{1.00 \cos 45^\circ}{\cos 44^\circ 26^\circ} = 0.9902$$

Es hat vielleicht für einige Leser Interesse, wenn mitgeteilt wird, wie diese Rechnung mit großer Annäherung ohne Hilfe von Logarithmentafeln geführt werden kann.

Es ist

$$\frac{\cos \alpha}{\cos(\alpha \pm \beta)} = \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta} = \frac{1}{\cos \beta \mp \tan \alpha \sin \beta}$$

Da $\beta = \frac{1}{100}$ angenommen wird ist $\cos \beta = 1 - \frac{1}{2000} \approx 1$

also darf man in Annäherung setzen

$$\frac{\cos}{\cos(\alpha \pm \beta)} = \frac{1}{1 \mp \tan \alpha \sin \beta}$$

und weiter, ebenfalls angenähert

$$\frac{1}{1 \mp \tan \alpha \sin \beta} = 1 \pm \tan \alpha \sin \beta$$

so lange β , wie im vorliegenden Falle nur klein ist.

Der Ausdruck $\tan \alpha \sin \beta$ aber kann mit genügender Genauigkeit mit Hilfe des gewöhnlichen Rechenschiebers gebildet werden, man erhält dann (bitte den Schieber zur Hand!)

für $\alpha = 20^\circ$

$$1 \pm \tan \alpha \sin \beta = 1 \pm 0,00364 = \left. \begin{array}{l} 1,00364 \\ 0,99636 \end{array} \right\}$$

für $\alpha = 45^\circ$

$$1 \pm \tan \alpha \sin \beta = 1 \pm 0,01 = \left. \begin{array}{l} 1,01 \\ 0,99 \end{array} \right\}$$

Derselbe Ausdruck ergibt sich auch leicht durch differenzieren.

Der Schluß den wir aus diesen Zahlen ziehen können, liegt nahe: Wird die Distanzlatte sorgfältig von Hand gehalten, so ist bei 45° Neigung ein Fehler von nicht unter 1% der Distanz zu erwarten, bei 20° noch von zirka $1/3\%$. Wir sehen aber auch, daß bei Anwendung des Schiebers sich mit überraschend geringem Zeitaufwand Fehlertabellen von durchaus genügender Genauigkeit aufstellen lassen, vornehmlich aber sollen diese Beispiele zeigen, wie außerordentlich wichtig eine tadellos, lotrechte Stellung der Distanzlatte ist.

Wir wollen nun eine solche Fehlertabelle aufstellen und die Fehler, d. h. die Werte $l-l_1$, um nicht zu kleine Zahlen zu erhalten in ‰ des Lattenabschnittes resp. der Distanz, da dieselben proportional sind, angeben.

Neigungswinkel α	entsprechend Aus- weichung von 4, 2, 1 cm bei 4 m Latte.		
	β	$1/100$	$1/200$
5°	0.85	0.43	0.21
10°	1.77	0.89	0.44
15°	2.68	1.34	0.67
20°	3.64	1.82	0.91
25°	4.66	2.33	1.16
30°	5.77	2.88	1.44
35°	7.00	3.59	1.75
40°	8.39	4.20	2.10
45°	10.00	5.00	2.50
50°	11.93	5.96	2.98

Die Zahlen für $\beta = 1/100$ lassen sich als günstigste Werte für den Fall annehmen, wenn die Distanzlatte von einem tüchtigen Gehülfen freihändig gehalten wird, $\beta = 1/200$ wenn die Distanzlatte außerdem mit einem Doseniveau ausgerüstet ist. In beiden Fällen aber tritt zu der fehlerhaften Stellung der Latte das unvermeidliche Pendeln derselben, wodurch die Stellung des Lattenbildes zu den Faden fortwährend verändert und die Ablesung außerordentlich mühsam und unsicher wird.

Gegen diesen Übelstand lässt sich nur durch das Verstreben der Latte mit korrigierbaren Stützen, Doseniveau und Senkel, wie sie in der Präzisionstachymetrie angewendet werden, aufkommen. Unter dieser Voraussetzung lässt sich der Winkel $\beta = 1/400$ annehmen.

Gehen wir nun aus von dem zu $1/1065 = 0.94\text{ ‰}$ betragenden Fehler der Doppelmessung einer Seite in dem oben angeführten Polygonzug, dessen nahezu horizontale Distanzen den Fehler der Lattenschiefe als beinahe ausgeschlossen annehmen lassen und wenden diese Zahl auf die Probevermessungen an, welche von Kantonsgeometer Röthlisberger in der IV. Hauptversammlung unseres Vereins (s. Zeitschrift, Jahrgang III, Seite 74) mitgeteilt wurden, so ergibt sich folgendes:

Flur C, mit Ausnahme des Bodens von Kandersteg 1200 bis 2500 m ü. M., Neigung 20—50°, 263 Polygonzüge mit 2206 Punkten, durchschnittliche Länge einer Polygonseite 67.7 m, durchschnittlicher Schlußfehler 0.68 ‰. Dies ergibt im Mittel 8.4 Seiten pro Zug, mittlere Neigung der Visuren 30°, relativer zufälliger Fehler der Doppelmessung 0.94 ‰, der einfachen Messung $0.94 \sqrt{2} = 1.33$ ‰, der Lattenschiefe für $\beta = 30^\circ$ Neigung und Verstrebung der Latte 1.44 ‰, so ergibt sich der rein zufällige Fehler des Zuges zu

$$\sqrt{\frac{1.33^2 + 1.44^2}{2 \cdot 8.4}} = \sqrt{\frac{3.84}{16.8}} = 0.493 \text{ ‰}$$

Und durch Kombination des konstanten Fehlers des Sehwinkels, den wir zu $\frac{1}{2000} = 0.5$ ‰ angenommen haben mit dem zufälligen Fehler der zu befürchtende mittlere Fehler eines Zuges zu:

$$Z_m = \sqrt{0.5^2 + 0.493^2} = 0.7 \text{ ‰}$$

während Röthlisberger einen durchschnittlichen Schlußfehler von 0.68 ‰ gefunden hat, der einem etwas größeren mittleren Fehler als dem von mir berechneten, nämlich 0.90 ‰ entspricht.

In einem Aufsatz, erschienen in der Zeitschrift für Vermessungswesen, Jahrgang 1906, S. 39, gibt Röthlisberger den zufälligen Fehler einer einfachen Messung zu 0.88 ‰ an. Es scheint in dieser Zahl die Wirkung der Lattenschiefe bereits enthalten zu sein. Führt man unter dieser Voraussetzung in ähnlicher Weise wie oben die Rechnung für unseren Zug durch, so erhält man als Einfluß der zufälligen Fehler den überraschend kleinen Betrag von 0.23 ‰ und durch Kombination mit dem Fehler des Sehwinkels den Gesamtfehler

$$Z_m = 0.55 \text{ ‰.}$$

Derselbe ergab sich durch die oben angeführte Berechnung aus dem durchschnittlichen Abschlußfehler der Polygonzüge zu 0.90 ‰, also wesentlich größer. Es kann diese Tatsache nicht überraschen, da in den wirklichen Abschlußfehlern auch die Unsicherheit der Anschlußpunkte mit enthalten ist.

Wir gelangen zum Schlusse:

1. Die Präzisionstachymetrie in ihrer Anwendung auf Polygonzüge hat eine ungemein günstige Fehlerfortpflanzung, die Abweichungen liegen sowohl für die einzelnen Seiten wie die ganzen Züge innerhalb der Toleranz von Instruktion III, bei Einhaltung der nötigen Sorgfalt steht ihre Genauigkeit derjenigen der direkten

Messung in schwierigem Terrain nicht nach, übertrifft sie bei besondern Meßschwierigkeiten sogar, so daß deren Anwendung unbedenklich auch auf Gebiete von Instruktion II gestattet werden könnte.

2. Ihre schwache Seite liegt zur Zeit noch in der genauen Bestimmung und *Erhaltung* der Fadenkonstanten, deren Fehler die Meßresultate einseitig beeinflußt und der Genauigkeit der Messungen in jedem Falle ihre besondere *feste Grenze zieht*.

Nachschrift. Wir haben den auf S. 111 angeführten Polygonzug zwischen 2 trig. Punkten aus weiteren Betrachtungen ausgeschlossen, da ein günstiger oder vielleicht besser gesagt, ein höhnischer Zufall den Fehler in der Längserstreckung des Zuges fast verschwinden und lediglich den Querfehler, der in der Hauptsache auf die Winkelmessung zurück zu führen ist, zur Geltung kommen läßt. Immerhin wäre der Fall als Beispiel für die überaus günstige Fortpflanzung der Längenfehler auch dann noch interessant, wenn man die Gesamtabweichung letzterer zu Lasten legen würde.

St.

† Friedrich Luder.

Am 26. Mai, mittags 1 Uhr, starb in Burgdorf nach längerer Krankheit Ingenieur und Konkordatsgeometer Friedrich Luder, Stadtgeometer daselbst, geboren im Jahre 1838. Zahlreich war am darauffolgenden Sonntag die Trauerversammlung aus Stadt und Land, die am Sarge den ausgezeichneten Worten von Pfarrer Ryser aus Bern, einem Freunde des Entschlafenen, ergriffen lauschte. Einen Mann eigener Kraft nannte er Luder, der einen edlen Charakter mit gründlichem Wissen und Können verband und der als Vorbild in der Erinnerung aller, die ihn kannten, fortleben wird.

Einer bescheidenen Bauernfamilie in Höchstetten bei Koppigen entsprossen, besuchte Luder die dortige Primarschule und sodann ein Institut in Neuenstadt. Im Jahr 1859, als das eidgen. Polytechnikum zum ersten Male seine Pforten auftat, war Luder unter denjenigen, die sich zur Aufnahme meldeten. Er bestand die Aufnahmsprüfung mit Erfolg, durchlief die Klassen der Ingenieurabteilung und bestand im Jahr 1863 sein Diplomexamen. Seine erste Praxis machte er im Seeland, bei den Anfängen der Seelandsentwässerung. Damals zeigten sich auch die ersten Anfänge von

gebenen Programmes getagt und seine Sitzungen abgehalten. Der Kongreß war sehr zahlreich sowohl von den staatlichen, wie von „freien“ (libre) Geometern aus allen Kulturstaaten Europas besucht. Auch aus Amerika waren Vertreter anwesend.

Als die wichtigste Errungenschaft dieses Kongresses verzeichnen wir die Tatsache, daß die Geometer aus den verschiedenen Staaten Gelegenheit hatten, sich näher zu treten und daß durch die Beschlüsse eine bis zum nächsten Geometerkongreß dauernde nationale und internationale Kommission geschaffen wurde, welche die gemeinsamen Fragen der Geometer in den Kreis ihrer Beratungen ziehen wird.

* * *

Als Chef des Grundbuchgeometerbureaus Basel als Nachfolger unseres verstorbenen Vorstandsmitgliedes M. Stohler ist gewählt worden unser Mitglied Emil Keller, einer der ältesten Mitarbeiter des Verstorbenen. Unser aufrichtiger Glückwunsch gilt nicht nur dem Gewählten, sondern auch dem großen Werke, zu dessen Leitung er nun berufen ist.

* * *

Obwohl wir keine Tageszeitung schreiben, melden wir das nach unserer Ansicht bis jetzt bedeutsamste Ereignis dieses Jahrhunderts: Die Ueberquerung des Alpenmassivs von Brig bis Domodossola durch den kühnen Aviatiker Chavez am 23. September 1910 und sein am 27. September erfolgtes tragisches Ende.

Druckfehlerberichtigung.

Auf Seite 187 der letzten Nummer ist für den durchschnittlichen Schlußfehler der Polygonzüge Kandergrund ‰ statt ‰ gesetzt worden, was aufmerksame Leser im Hinblick auf die in Nr. 6, Seite 129 gemachten Angaben wohl bereits richtig gestellt haben.

Redaktion.
