

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

Band: 55 (1957)

Heft: 8

Artikel: Präzisionsnivelllement und Schweremessung

Autor: Jessen, Axel

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-213584>

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: 24.01.2026

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

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie

Revue technique Suisse des Mensurations, du Génie rural et de Photogrammétrie

Herausgeber: Schweiz. Verein für Vermessungs-
wesen und Kulturtechnik; Schweiz. Kulturingenieurverein;
Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie

Editeur: Société suisse des Mensurations et Amélio-
rations foncières; Société suisse des ingénieurs du
Génie rural; Société suisse de Photogrammétrie

Nr. 8 • LV. Jahrgang

Erscheint monatlich

13. August 1957

Präzisionsnivelllement und Schweremessung

Von Axel Jessen, Geodätisches Institut, Kopenhagen

Die Diskussion der Schwerereduktion des Nivellementes begann im Jahre 1870, als man in einem zweimal die Alpen überquerendem Polygon des Schweizerischen Landesnivelllementes den Schlußfehler von 1,186 m konstatierte. U. a. brachten Zachariae und Helmert Vorschläge, das Nivellement wegen des Fehlers, der von der Nichtparallelität der Niveaumäßigkeiten der Erde stammt, zu korrigieren (Astr. Nachr. Nrn. 1916 und 1939); nach Zachariae war die Möglichkeit, daß dieser Fehler die Größenordnung von 1 m erreichen könnte, nicht von der Hand zu weisen. Nachträglich hat sich jedoch herausgestellt, daß ein grober Meßfehler in einer einzelnen Sektion die Hauptschuld am großen Schlußfehler trug¹.

Damals verfügte man über verhältnismäßig wenige Schwerewerte, welche man sich durch ziemlich umständliche Pendelmessungen verschaffte, so daß die Möglichkeit, die Theorie praktisch anzuwenden, sehr begrenzt war. Nach der Konstruktion moderner Gravimeter, die schnelle und genaue Schweremessungen gestatten, ist die Diskussion von neuem in Fluß gekommen. Viele neue Vorschläge sind gemacht worden, und eine umfangreiche Literatur ist über dieses Thema entstanden.

Der zugrunde liegende Gedanke ist folgender. Die Summe Σh der Höhenunterschiede längs einer Nivellementslinie ist nicht unabhängig vom Weg. Dies ist dagegen der Fall mit der Summe Σgh der Potentialdifferenzen. Also muß der «richtige» Höhenunterschied H zwischen zwei Punkten P und Q so definiert werden, daß er, mit einem geeignet gewählten durchschnittlichen Schwerewert multipliziert, die gemessene Potentialdifferenz ergibt:

(a)

$$GH = \Sigma gh.$$

¹ E. Buffat, Notice sur le Nivellement Général du Canton de Vaud. Schw. Z. f. Verm. u. Kulturtechnik, 1910, No 8, p. 164; Das Präzisionsnivelllement des Kantons Waadt, id., p. 231.

Wählt man für G die normale Schwere auf der Breite 45° , erhält man die sogenannte dynamische Höhe von Q über P . Wählt man für G einen Mittelwert der Schwere längs dem Lote zwischen Q und dem Geoid unter Q , erhält man die orthometrische Höhe von Q über P . Und werden andere Zahlen für G eingesetzt, erhält man neue Höhen: Niethammer-Höhen, Vignal-Höhen, Bomford-Höhen usw. Man hat vielen Scharfsinn darauf verwendet, plausible Werte von G zu finden, aber die Willkür in der Wahl läßt sich nicht wegdiskutieren. Die dynamischen und orthometrischen Höhen können besonders im Gebirge so sehr von den unkorrigierten Höhen abweichen, daß der Anschluß von Linien II. Ordnung Bedenken erregt.

Beim Studium dieser Dinge kann man sich kaum von dem Gefühl losmachen, daß irgend etwas fundamental unrichtig ist in der Art und Weise, wie Gleichung (a) angewandt wird. Um einen Ausweg aus den Schwierigkeiten zu finden, kann man versuchen, sich klarzumachen, wie man die Nichtparallelität der Niveaumäßigkeiten überhaupt feststellen kann. Man wird dann zu Überlegungen folgender Art geführt.

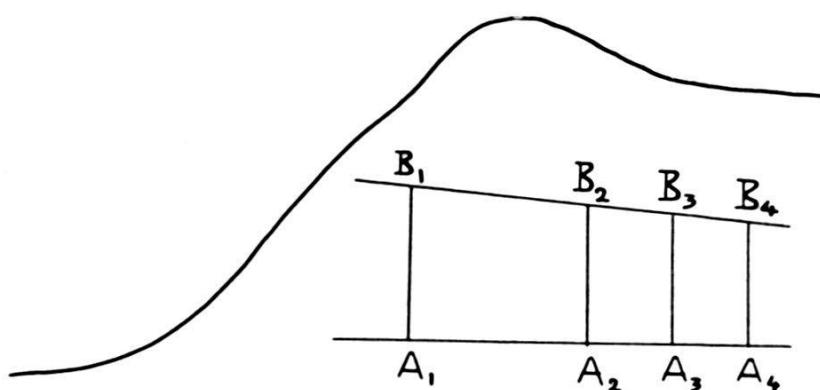


Fig. 1

Die Figur stellt einen Berg vor. Von A_1 am Fuße des Berges aus nivelliert man nach A_2, A_3, \dots, A_r ; gleichzeitig werden Schweremessungen ausgeführt, so daß man imstande ist, die sukzessiven Potentialdifferenzen Σgh zu berechnen. Hat man jetzt dafür gesorgt, daß die Punkte A_1, A_2, \dots, A_r so liegen, daß Σgh für sie 0 ist, so haben die Punkte das gleiche Potential W_A und liegen deshalb auf derselben Niveaumäßigkeit A . Analog können die Punkte B_1, B_2, \dots, B_r höher oben am Berge so gesetzt werden, daß ihr Potential konstant $= W_B$ ist, so daß auch sie auf ein und derselben Niveaumäßigkeit B liegen. W_B wird durch $W_A + \Sigma gh$ ausgedrückt nach einem Nivellement von A_1 nach B_1 oder von A_2 nach B_2 usw. Eventuelle Widersprüche werden durch eine Ausgleichung der Potentialdifferenzen nach der Methode der kleinsten Quadrate beseitigt.

Jetzt werden die Höhenunterschiede Σh zwischen Punkten A_r und B_r , welche unmittelbar übereinanderliegen, miteinander verglichen.

Hierbei wird vorausgesetzt, daß der Berg genügend steil sei, so daß der Einfluß der Schwerkraft auf die Messung der Σh vernachlässigt werden kann. Die Punkte B_r werden dann auf einer Geraden liegen, wenn die Σh graphisch als Ordinaten zu den Abständen $A_1 A_r$ als Abszissen dargestellt werden. Eine neue Ausgleichung ist nötig, um diese Gerade zu bestimmen. Hierdurch erhält man Lage und Neigung des Schnittes der Niveaupläne B mit dem Berge relativ zur Niveaupläne A . Wird auf diese Weise um den ganzen Berg herum nivelliert, so ist es möglich, nicht nur die Schnitte der Niveaupläne mit dem Berge, sondern auch die gegenseitige Lage und Neigung der Niveaupläne selbst zu erhalten, unter der Voraussetzung, daß das Gebiet nicht größer ist, als daß die Niveaupläne als Ebenen betrachtet werden können. Hier wird also der Schlußfehler Σh des Polygons $A_1 B_1 \dots B_r A_r A_1$ nicht als ein Fehler aufgefaßt, der wegkorrigiert werden soll, sondern als eine Größe, die dazu dienen kann, die Neigung der Niveaupläne B gegen A zu bestimmen.

Wenn so gemessen und ausgeglichen wird, wie beschrieben, dann stimmen alle Messungen, die «Schlußfehler» der Polygone werden O , und die Berechnung der Höhen wird eindeutig. Das heißt, daß ein zweckmäßig ausgeführtes Nivellement, kombiniert mit Schweremessungen, die Bestimmung sowohl der Höhen der einzelnen Punkte als auch der Lage und Neigung der Niveaupläne gegeneinander ermöglicht.

Nachdem nun gezeigt worden ist, wie man in einem beschränkten Gebiet verfahren kann, die Beobachtungen ohne Hilfe der Gleichung (a) auszunützen, scheint es, daß die Erklärung der eingangs erwähnten Schwierigkeiten darin zu suchen ist, daß die Gleichung (a) überflüssig ist. Man muß eben die Potentialdifferenzen dazu verwenden, um diejenigen Punkte ausfindig zu machen, welche auf ein und derselben Niveaupläne liegen, und dann weiter verfahren, wie oben angegeben.

Freilich ist die Methode kaum in einem weitmaschigen Netz I. Ordnung anwendbar. Die Schuld daran trägt die geschichtliche Entwicklung. Es liegt aber kein Zwang vor, nach Korrekturen wegen der Nichtparallelität der Niveaupläne zu suchen. Denn der Wert eines Nivellementsnetzes kommt erst recht zur Geltung, wenn es mit einem ebenso guten früheren oder späteren Nivellement desselben Netzes verglichen werden kann. Aber hierzu braucht man eventuelle Schwerekorrekturen nicht, denn sie werden für dieselben Punkte dieselben Werte annehmen und können darum weggelassen werden.