SUB | NIEDERSÄCHSISCHE STAATS- UND UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK GÖTTINGEN

Werk

Jahr: 1926
Kollektion: fid.geo
Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:2
Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Werk Id: PPN101433392X_0002
PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0002

LOG Id: LOG_0037
LOG Titel: Die gleichmäßig gedrehte Drehwage
LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X
PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X
OPAC: http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.
Each copy of any part of this document must contain there Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.
Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

Ansel (diese Zeitschr. **1**, 167), der ihre Verwertung „praktisch" findet, wenn sie auch „nicht völlig streng" seien, einigermaßen verfehlt.

[8]) In gewissem Grade mag das in dem Rechnungsvorgang begründet sein, den Niethammer angewendet hat. Siehe: Zur Theorie der isostatischen Reduktion der Schwerebestimmung, Verh. Naturf. Ges. Basel **28**, II. Teil, 206 (1917). Es muß hervorgehoben werden, daß Niethammers Methode trotzdem einen wesentlichen Fortschritt darstellt.

[9]) Siehe Gutenberg: Der Aufbau der Erdkruste auf Grund geophysikalischer Beobachtungen, diese Zeitschr. **1**, 94.

[10]) Darum bin ich gegen die Mode des Längengliedes nach 2λ als sinnwidrig. Die Bemerkungen Ansels (diese Zeitschr. **1**, 37, 167) zeigen übrigens, daß damit nur Mißverständnisse hervorgerufen werden.

[11]) Als ich gelegentlich einem Geophysiker gegenüber meiner Befriedigung Ausdruck gab über diese Bestätigung der Theorie, bekam ich die erstaunte Antwort: „Aber das ist ja selbstverständlich!" Was zur Beleuchtung der verschiedenen Standpunkte mitgeteilt wird. Für die beobachtende (induktive) Naturwissenschaft muß eine Deduktion „selbstverständlich" durch direkte Beobachtung verifiziert werden.

[12]) Vgl. Heiskanen: Diese Zeitschr. **1**, 226.

[13]) Niethammer, Verh. Schweiz. Naturf. Ges., 102. Jahrg., S. 62, (1921).

[14]) Deswegen ist es unrichtig, wenn Heiskanen (Veröffentl. d. Finnischen geodät. Inst., Nr. 4, Helsingfors 1924) sich bemüht, diese Überschwere der Randsenke durch superlativische Annahmen bei der isostatischen Reduktion wegzuschaffen.

[15]) A. Berroth: Gerlands Beitr. z. Geophys. **14**, Heft 3 u. 4 (1916—1918).

Die gleichmäßig gedrehte Drehwage.

Von **Karl Kilchling** in Freiburg i. B. — (Mit einer Abbildung.)

Kurzer Bericht über das Prinzip einer gleichmäßig gedrehten Drehwage; an einer berechneten Kurve der Ablenkungen über den ganzen Azimutbereich von 0 bis 360° ist gezeigt, wie die Auswertung der Aufnahme sich gestaltet.

Die gleichmäßig gedrehte Drehwage besteht aus einer Eötvöswage, welche durch ein Uhrwerk in kontinuierliche, langsame, erschütterungsfreie, gleichmäßige Drehung versetzt wird. Während der Drehung kann die Ablenkung des Gehänges entweder okular oder photographisch beobachtet werden. Bei der photographischen Registrierung entsteht, sofern die Beleuchtung des Spiegels dauernd erfolgt, eine zusammenhängende Kurve. Die ursprünglich vorhandenen Schwierigkeiten bei der Erzeugung einer gleichförmigen Drehbewegung können jetzt als überwunden gelten [1]).

Unter dem Einfluß des Schwerefeldes wird das Gehänge gegenüber dem Gehäuse vorlaufen oder zurückbleiben. Gemessen wird also die Winkelgeschwindigkeit des Gehänges oder besser der Zuwachs dieser Geschwindigkeit, die Winkelbeschleunigung. Im letzteren Falle ist die zu jedem Azimut gehörige Beschleunigung direkt gleich dem Winkel ϑ, um welchen die Stellung des Gehänges gegen die des Gehäuses in der Zeiteinheit differiert.

Um die Theorie in den Grundzügen klarzumachen, ist im folgenden eine Diskussion einer durch eine gewöhnliche Eötvöswage aufgenommenen Messung durchgeführt [2]). Eigene Messungen mit der gleichmäßig gedrehten Wage werden in nächster Zeit an gleicher Stelle veröffentlicht werden.

Die Eötvössche Formel

$$n - n_0 = 2D \cdot \left\{ \frac{1}{2} \cdot \frac{k}{\tau} \cdot \left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right) \cdot \sin 2\alpha \right.$$

$$\left. + \frac{k}{\tau} \cdot \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} \cdot \cos 2\alpha - \frac{m.h.l}{\tau} \cdot \left[\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} \cdot \sin\alpha - \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} \cdot \cos\alpha \right] \right\}$$

hat die Form

$$n - n_0 = a_2 . \sin 2\alpha + b_2 . \cos 2\alpha + a_1 . \sin\alpha + b_1 . \cos\alpha.$$

Darin bedeutet

$$a_1 . \sin\alpha + b_1 . \cos\alpha = g(\alpha)$$

den Anteil des Gradienten und

$$a_2 . \sin(2\alpha) + b_2 . \cos(2\alpha) = h(\alpha)$$

den der horizontalen Richtkräfte. Aus den von Eötvös gegebenen Daten für

$$D,\ k,\ \tau,\ m,\ h,\ l,\ \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2},\ \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y},\ \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} \quad \text{und} \quad \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}$$

ergibt sich

$$a_1 = -3.7, \quad b_1 = 1.01, \quad a_2 = 0.49 \quad \text{und} \quad b_2 = -1.8.$$

Man erhält damit für $n - n_0$ die in der Fig. 1 abgebildete Kurve. Die Azimute sind als Abszissen, die Werte $n - n_0$ als Ordinaten abgetragen, Ordinateneinheit $= 57.296^0$. Die ausgezogene Kurve setzt sich zusammen aus der Gradienten- und der Richtkraftkurve. Die erstere ist gestrichelt, die zweite punktiert. Die Periode der Gradientenkurve ist 2π, die der Richtkraftkurve π.

Die Gesamtkurve hat die Periode 2π und ist im übrigen nicht symmetrisch gebaut, d. h. der negative Teil ist anders geformt als der positive. Für die Auswertung nach einem halb graphischen Verfahren sind brauchbar diejenigen Azimute, in welchen die Gradientenkurve die Abszissenachse schneidet, und jene, in welchen sie ein Maximum oder ein Minimum hat.

Azimut $\alpha_1 = 15^0$: die Gradientenkurve schneidet die Abszissenachse, $g(\alpha_1) = 0$; die Richtkraftkurve $h(\alpha)$ und die Gesamtkurve $y(\alpha)$ haben an dieser Stelle dieselbe Ordinate, $y(\alpha_1) = h(\alpha_1)$.

Azimut $\alpha_9 = \alpha_1 + 180^0 = 195^0$: zweiter Schnittpunkt der Gradientenkurve mit der Abszissenachse, $g(\alpha_9) = 0$, also auch hier $y(\alpha_9) = h(\alpha_9)$. Da die Funktion $h(\alpha)$ die Periode 2π hat, so ist $y(\alpha_9) = h(\alpha_9) = h(\alpha_1) = y(\alpha_1)$. In diesen beiden Azimuten ist also die Wirkung des Gradienten auf das Gehänge gleich Null, das Gehänge zeigt in der Richtung des Gradienten; das Azimut des Gradienten ist 15^0. Welches der beiden Azimute, 15 oder 195^0, die Gradientenrichtung ist, ergibt sich bei der gleichmäßig gedrehten Drehwage aus der Drehungsrichtung und aus der weiteren Diskussion der Gesamtkurve.

Für die Praxis ergibt sich daraus folgende Vorschrift: Nimm die Strecke π in den Zirkel oder verwende ein Lineal von der Länge π, führe den einen Endpunkt dieser Strecke auf der y-Kurve entlang (dabei bleibe die Strecke selbst parallel zur Abszissenachse) so lange, bis der andere Endpunkt der Strecke ebenfalls auf der y-Kurve liegt. Die zu diesen beiden gleichen Ordinatenwerten gehörigen Azimute sind die Richtung bzw. Gegenrichtung des Gradienten.

Azimut α_4: Minimum von $g(\alpha)$; $g'(\alpha_4) = 0$; $y'(\alpha_4) = h'(\alpha_4)$, d. h. die Tangente an die Gesamtkurve hat dieselbe Steigung wie die Tangente an die Richtkraftkurve. Dabei ist $\alpha_4 = \alpha_1 + 90^0 = 105^0$.

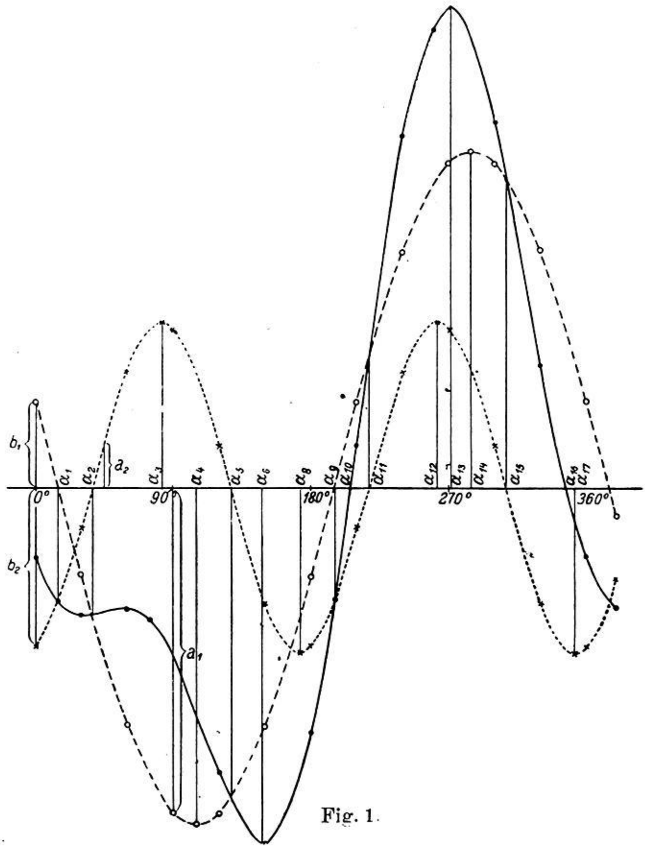

Fig. 1.

Azimut $\alpha_{14} = 285^0$: Maximum von $g(\alpha)$; $g'(\alpha_{14}) = 0$; $y'(\alpha_{14}) = h'(\alpha_{14})$. Die Tangente an die Gesamtkurve bildet wieder mit der Abszissenachse denselben Winkel wie die Tangente an die Richtkraftkurve. Das ist derselbe Winkel, den die Tangente an die Richtkraftkurve im Punkte α_4 mit der Abszissenachse bildet. Es ist $y'(\alpha_{14}) = y'(\alpha_4)$. Dabei ist $\alpha_{14} = \alpha_4 + 180^0 = \alpha_1 + 270^0$. Diese Verhältnisse gestatten ohne weiteres eine Prüfung der für den Gradienten gefundenen Richtung.

Für die Punkte α_1 und α_9 ergibt sich aus $g(\alpha_1) = 0$ oder $a_1 \,.\, \sin \alpha_1 + b_1 \,.\, \cos \alpha_1 = 0$ der Wert $\operatorname{tg} \alpha_1 = -\dfrac{b_1}{a_1}$.

Alle diese Beziehungen sind aus der Gradientenkurve abgeleitet. Ähnliche liefert die Richtkraftkurve. Sie sind im folgenden zusammengestellt:

$$y(\alpha_2) = -y(\alpha_{11}); \quad \alpha_{11} = \alpha_2 + 180^0,$$
$$y(\alpha_5) = -y(\alpha_{15}); \quad \alpha_{15} = \alpha_5 + 180^0 = \alpha_2 + 270^0 = \alpha_{11} + 90^0,$$
$$y'(\alpha_3) = -y'(\alpha_{12}); \quad \alpha_{12} = \alpha_3 + 180^0 = \alpha_2 + 225^0,$$
$$y'(\alpha_8) = -y'(\alpha_{17}); \quad \alpha_{17} = \alpha_8 + 180^0 = \alpha_2 + 315^0.$$

Für die Schnittpunkte mit der Abszissenachse ist $h(\alpha) = 0$, z. B.

$$h(\alpha_2) = a_2 . \sin(2\alpha_2) + b_2 . \cos(2\alpha_2) = 0; \quad \text{daraus} \quad \operatorname{tg}(2\alpha_2) = -\frac{b_2}{a_2}.$$

Weitere Beziehungen liefert die Gesamtkurve; die hier nicht weiter erwähnt sein sollen.

Bemerkenswert sind folgende Beziehungen:

$$g(0^0) = a_1 . \sin 0^0 + b_1 . \cos 0^0 = b_1,$$
$$h(0^0) = a_2 . \sin 0^0 + b_2 . \cos 0^0 = b_2,$$
$$g(90^0) = a_1 . \sin 90^0 + b_1 . \cos 90^0 = a_1,$$
$$h(45^0) = a_2 . \sin 90^0 + b_2 . \cos 90^0 = a_2.$$

Im allgemeinen ist die Aufnahme der Gesamtkurve über die ganze Periode 2π nicht notwendig. Jedes Teilstück der Kurve enthält alle Bestimmungsstücke oder Koeffizienten der Eötvösschen Gleichung. In der Praxis liegen die Verhältnisse für die gewöhnlichen Drehwagen gegenwärtig so, daß man für eine Station drei Stunden Meßzeit rechnet. Dann sind aber keine Kontrollmessungen gemacht. Ein Meßfehler in einem der sechs Azimute fälscht die ganze Berechnung, und es müssen korrekterweise alle sechs Azimute repetiert werden. Aus dem von der gleichmäßig gedrehten Drehwage direkt aufgezeichneten Kurvenzug kann aber eine beliebig große Zahl von Stichproben entnommen werden. Selbstverständlich ist auch hier die Sicherheit der Messung um so größer, je größer der Azimutbereich ist, über den die Messung sich erstreckt. Ein Fehler in einem Teile der Kurve ist daran zu erkennen, daß die Berechnung auf Widersprüche bei den Koeffizienten führt. Die Messung als Ganzes braucht aber dann noch nicht wertlos zu sein, da ein anderer Teil der Kurve richtig, d. h. in sich widerspruchlos sein kann. Wenn die ganze Kurve aufgenommen ist, so kann sie auch nach den Methoden der Fourierschen Reihenanalyse zerlegt werden, insbesondere kann ein graphisches Verfahren oder ein mechanischer Analysator die Koeffizienten in kürzester Frist abzulesen gestatten. Vorarbeiten dafür sind im Gange.

Literatur.

[1]) Die gleichmäßig gedrehte Drehwage ist im In- und Auslande zum Patent angemeldet.

[2]) Die Niveauflächen und die Gradienten der Schwerkraft am Balatonsee, von Eötvös (Station 4 vom Jahre 1901).