

Werk

Jahr: 1932

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:8

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0008

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0008

LOG Id: LOG_0035

LOG Titel: Ein neuer Integrator zur Berechnung von Schwerewerten

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 these 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

Legt man die Meßlinien so, daß sie parallel zueinander in Richtung des Schichtstreichens und die Verbindung ihrer Mittelpunkte auf einer Geraden in Richtung des Schichtfallens verlaufen, so erhält man durch Aneinanderreihung der einzelnen Diagramme mit beliebig engen Intervallen ein Querprofil durch den Untergrund, in dem der Verlauf der Schichtgrenzen zutage tritt und Verwürfe zu lokalisieren sind. Zugleich ist man imstande, zwischen geologischen und hydrologischen Schichtgrenzen zu unterscheiden. Während nämlich die Tiefenwerte der hydrologischen Schichtgrenzen auf den einzelnen Diagrammen annähernd konstant und vom Schichtfallen unabhängig bleiben müssen, werden die geologischen Schichtgrenzen an einer Änderung ihrer Tiefenwerte im Sinne und Betrage des Schichtfallens erkennbar sein.

Über entsprechende Untersuchungen, die mit Hilfe der Notgemeinschaft zum Zwecke der Klärung der hydrologischen Verhältnisse von Poljenuntergründen in den Karstgebieten Südslaviens im August/September 1931 vom Verfasser gemeinsam mit A. Löhnberg angestellt wurden, soll demnächst berichtet werden.

Danken möchte ich der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, die vorstehende Untersuchungen finanziell unterstützte, den Betriebsdirektionen der Gruben Gruhlwerk und Beisselsgrube für ihr vielfältiges Entgegenkommen bei den Messungen in ihren Feldern, den Herren Dr. Honnefelder für Mitarbeit bei der Auswertung der Messungen, J. Jacobsohn für konstruktive Mitarbeit und Dipl.-Ing. Tilders für Beteiligung und Hilfe bei den praktischen Geländemessungen.

Köln, im Januar 1932.

Ein neuer Integrator zur Berechnung von Schwerewerten

Von F. Kaselitz. — (Mit 1 Abbildung)

Auf Anregung von Prof. Schweydar haben die Askaniewerke, Berlin-Friedenau, Kaiserallee 87/88 ein Instrument entwickelt, das es ermöglicht, sowohl die Gradienten als auch die Komponenten der Schwerkraft durch einfache Integration eines Querschnittes schnell und sicher zu berechnen.

Jedes auszuwertende Integral muß auf eines der folgenden Integrale umgeformt werden.

$$\begin{array}{lll} \sin \varphi \, dr & \sin 2 \varphi \, dr & \sin 3 \varphi \, dr \\ \cos \varphi \, dr & \cos 2 \varphi \, dr & \cos 3 \varphi \, dr \\ \sin \varphi \frac{dr}{r} & \sin 2 \varphi \frac{dr}{r} & \sin 3 \varphi \frac{dr}{r} \\ \cos \varphi \frac{dr}{r} & \cos 2 \varphi \frac{dr}{r} & \cos 3 \varphi \frac{dr}{r} \end{array}$$

Hierbei bedeutet φ den Winkel gegen die Horizontale und r die Entfernung vom Nullpunkt des Instruments.

Z. B. kann die Formel für die Vertikalkomponente der Schwerkraft für zweidimensionale Körper in folgender Form geschrieben werden:

$$g = 2k\sigma \int_{r_1}^{r_2} dr [\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2]$$

Der Gradient für zweidimensionale Körper:

$$U_{xz} = k\sigma \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} [\cos 2\varphi_1 - \cos 2\varphi_2]$$

Der Gradient für allgemeine Körper:

$$U_{xz} = k\sigma \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \cos \alpha d\alpha \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} \left[\frac{1}{4} \cos 3\varphi_1 + \frac{3}{4} \cos \varphi_1 - \frac{1}{4} \cos 3\varphi_2 - \frac{3}{4} \cos \varphi_2 \right]$$

$2U_{xy}$ für allgemeine Körper:

$$2U_{xy} = k\sigma \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \sin 2\alpha d\alpha \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} \left[\frac{9}{4} \sin \varphi_2 + \frac{1}{4} \sin 3\varphi_2 - \frac{9}{4} \sin \varphi_1 - \frac{1}{4} \sin 3\varphi_1 \right]$$

Die übrigen Formeln sind im Prinzip gleich gebaut und unterscheiden sich nur durch die Funktionen sin und cos, Vorzeichen und die Mehrfachen von φ .

Bei der Auswertung zweidimensionaler Körper genügt für einen Punkt eine einmalige Umfahrung des Querschnittes. Will man dagegen die Wirkung eines beliebig geformten Körpers für einen bestimmten Punkt ermitteln, so müssen mehrere zentral zu diesem Punkt gelegene Schnitte je zweimal umfahren werden und zum Schluß noch eine Integration aller Einzelschnittwerte vorgenommen werden.

Der Apparat besteht aus einem topfartigen Gehäuse, das auf einem Träger drehbar gelagert ist. An diesem Gehäuse ist der Fahrarm befestigt, auf dem sich der Fahrstift verschieben läßt. Montiert ist der Apparat auf einem Brett, auf welchem die zu umfahrenden Profile aufgelegt werden. Der Arbeitsbereich erstreckt sich über einen Radius von 530 mm und einen Winkel φ von ungefähr 270° . Zur Einstellung der Winkelfunktion sin oder cos dienen die beiden auf der Deckplatte befindlichen Knöpfe und die zwischen ihnen liegende Kupplung. Die Winkelübersetzung von φ , 2φ , 3φ wird durch einen unter dem Apparat befindlichen Hebel eingeschaltet. Über der Befestigung des Fahrarmes am Gehäuse befindet sich ein Umstellknopf, welcher die Umschaltung von dr auf dr/r ermöglicht. Ist dieser Umstellknopf auf dr eingestellt, so kann man mit dem Fahrstift bis in den Nullpunkt gehen. Hat man dagegen dr/r eingestellt, so kann man den Fahrstift nur bis auf einen Bereich von 30 mm im Umkreis vom Drehpunkt nähern. Innerhalb dieses Bereiches wird der Skalenwert derart hoch und erreicht im Nullpunkt den Wert unendlich, was der Apparat unmöglich wiedergeben kann. Fällt ein Teil der zu umfahrenden Figur in diesen Bereich, so muß dieses Stück im vergrößerten Maßstab umfahren werden. (Der Maßstab ist bei der Ablesung nicht zu berücksichtigen.) Eine Zählsscheibe, deren volle Umdrehung in 100 Teile geteilt

ist, kann von beiden Seiten des Apparates durch zwei Fenster abgelesen werden. Eine kleinere Zählsscheibe zählt wiederum die vollen Umdrehungen der ersteren, so daß man durch Differenzbildung der Anfangs- und Endablesung den gesuchten Wert der Umfahrung erhält. Ein Steigen des Skalenwertes entspricht einem positiven, ein Fallen des Skalenwertes einem negativen Wert des Resultates.

Bei der Umfahrung eines Schnittes führt also das Instrument zwei Bewegungen aus: Durch die *Drehung* um die Instrumentenachse wird entsprechend der jeweils eingestellten Funktionen \sin oder \cos von φ oder einem Mehrfachen von φ eine Arbeitsscheibe betätigt, die ihre Bewegungsgröße über ein Friktionsrädchen auf die Zählsscheibe überträgt. Durch die Bewegung des Fahrstiftes in radialer Richtung wird die Bewegung der Arbeitsscheibe bzw. des Zählrades entsprechend der Entfernung r oder ihres Logarithmus so variiert, daß die Ablesungsdifferenz am Zählrad das gewünschte Integral nach Multiplikation mit der Apparatenkonstante ergibt.

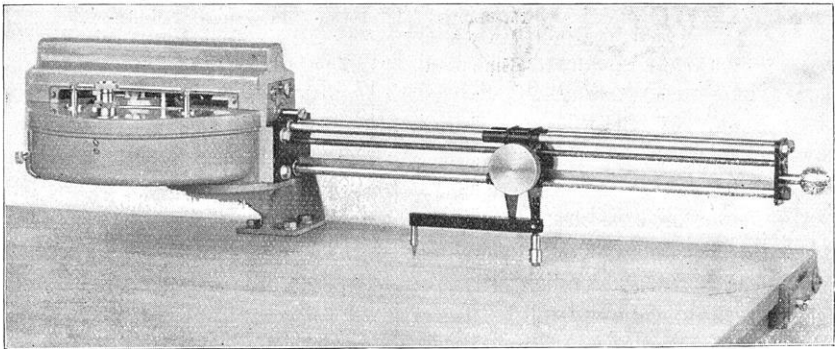


Fig. 1. Integrator zur Berechnung von Schwerewerten

Eine genaue Gebrauchsanweisung über die Reihenfolge der Schaltungen, die anzuwendenden Formeln, Apparatekonstanten usw. ist dem Instrument beigegeben. Aus der beigegebenen Abbildung ist das Äußere des Instrumentes und sein Raumbedarf erkennbar.

Das Instrument wurde mir freundlicherweise von den Askaniawerken für längere Zeit zur Auswertung von Drehwaagenmessungen überlassen und es hat mechanisch einwandfrei zur vollsten Zufriedenheit gearbeitet.

Einstellung	Skalenablesung							
	I	II	I	II	I	II	I	II
$\varphi \frac{dr}{r}$	19	19.5	58	62	170	174	12.5	12.5
φr	21	21.5	34	34	25	25.5		
$2 \varphi \frac{dr}{r}$	14	14.5	336	334	274	272	160	159
$2 \varphi r$	6	6.5	87	85				
$3 \varphi \frac{dr}{r}$	115.5	113	106	104	73	73	66	66
$3 \varphi r$	52	53	34	34				

Die erste Prüfung erstreckte sich auf die Reproduzierbarkeit gleicher Werte bei mehrfacher Umfahrung des gleichen Schnittes. Aus dem vorhandenen Zahlenmaterial habe ich willkürlich einige Werte in der vorstehenden Tabelle zusammengestellt, die beweisen, daß die Übereinstimmung der Ablesungen sehr gut ist. Es wurde sogar bei den verschiedenen Umfahrungen nicht besonders darauf geachtet, ganz exakt mit dem Fahrstift auf den Schnittlinien zu bleiben, so daß die Differenzen zum Teil noch auf Konto dieser Ungenauigkeiten gehen.

Fünffache Ablesung in der Nähe des Nullpunktes bei Einstellung 2φ und dr/r ergab die Skalenwerte 226, 222, 224, 224, 222,5.

Ferner wurde die Übereinstimmung von den durch den Integrator gewonnenen Gradientenwerten mit denen aus einer Auszähltablelle gefundenen verglichen. Zwei Beispiele folgen, die sich auf zweidimensionale Körper, d. h. beiderseits unendlich zur Bildebene, beziehen:

Schnitt	Integratorwert	Tabellenwert	Integratorwert	Tabellenwert
1 $Uxz =$	11.8 Einheiten	12.7	9	8
2 "	16.8	17	14	14.7
3 "	18	18	20.8	22
4 "	17.2	17.2	25.5	24
5 "	14.3	13.8	17.5	17.7
6 "	8.3	7.8	10.4	10
7 "	3.3	3	4.2	3.5

Da die Auszählung von allgemeinen, d. h. begrenzten Körpern, wenn man sie genau machen will, ziemlich zeitraubend ist, so wurde nur in zwei Fällen eine Vergleichsrechnung durchgeführt. Im ersten Falle ergaben beide Verfahren den gleichen Gradienten von 13 Einheiten, im zweiten Falle ergab der Integrator 17,8 Einheiten gegen 18 Einheiten Tabellenwert, also eine ganz ausgezeichnete Übereinstimmung.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß mit dem Integrator eine Genauigkeit bis auf etwa 5% sich erreichen läßt, ohne daß besonders sorgfältig gearbeitet zu werden braucht, daß also das Instrument dem Bedürfnis des Praktikers, der mit seiner Zeit haushalten muß, vollauf genügt. Berücksichtigt man ferner, daß die gemessenen Gradienten durch die Einflüsse des nahen Untergrundes bei weitem ungenauer sind, so ist diese Genauigkeit mehr als ausreichend.

Im obigen habe ich festgestellt, daß das Instrument gestattet, alle bei Drehwaagen- und Pendelmessungen vorkommenden Werte zu ermitteln und daß die Genauigkeit und Zuverlässigkeit mehr als ausreichend für alle Fälle der Praxis ist. Es ist ferner anwendbar für alle Integrale, die in die eingangs erwähnten Formen sich bringen lassen und wird deshalb für zahlreiche andere wissenschaftliche Probleme anwendbar sein. Was nun den sehr wichtigen Punkt der Zeitersparnis anbelangt, so bedeutet das Instrument zweifellos einen großen Fortschritt gegenüber der bis jetzt üblichen Methode der theoretischen Berechnung durch Auszähltablellen. Die vorbereitende Zeichenarbeit ist für beide Verfahren dieselbe. Bei zweidimensionalen Körpern beträgt die Zeitersparnis nach meinen Erfahrungen

etwa 20% gegenüber dem Auszählverfahren. Bei begrenzten Körpern kann man etwa 50% Zeit sparen, da die Schlußintegration über sämtliche Radialschnitte sehr genau ist und man deshalb von vornherein mit weniger Schnitten auskommt.

Für vorbereitende Zeichenarbeit, doppelte Umfahrung von zwölf Schnitten und zwei Schlußintegrationen benötigte ich etwas mehr als 1 Stunde, was zwei Gradientenwerte ergab.

Für die Gradientenkurve eines Salzdomes z. B. genügt im allgemeinen die Berechnung von sechs bis acht Gradienten in verschiedenen Entfernungen vom Dom, so daß man an einem Tage bequem zwei vollständige Kurven berechnen kann.

Die Arbeit läßt sich wesentlich abkürzen, wenn man bei derartigen Berechnungen zunächst die Kurven für senkrecht zur Bildebene unbegrenzte Körper errechnet, die erhaltenen Gradienten schätzungsweise oder nach einer Faustregel für begrenzte Körper reduziert und erst nachdem man so eine genügende Annäherung an die gewünschte Kurve erhalten hat, die genaue Berechnung mittels Radialschnitte für den begrenzten Körper durchführt.

Außer der Zeitersparnis sehe ich in dem Instrument einen nicht zu unterschätzenden Vorteil in der großen Sicherheit gegen Verrechnen und Verzählen. Wer jemals stundenlang mit Auszähltabellen gearbeitet hat und im Ermüdungsstadium anfang sich zu verrechnen und zu verzählen und verzweifelungsvoll die Arbeit wieder von vorn begann, wird es zu schätzen wissen, wenn ihm durch das Instrument der größte Teil dieser geisttötenden Arbeit abgenommen wird.

Jedenfalls wird man im Besitz eines solchen Instrumentes viel eher sich die Zeit nehmen können, die qualitative Auswertung von Schweremessungen durch die quantitative Durchrechnung zu kontrollieren und zu sichern, und insofern ist es eine große Hilfe für den praktischen Geophysiker, der mit *kleinem* Personalstab auskommen muß. Vollste Ausnutzung findet der Integrator in den Zentralen größerer Gesellschaften, bei denen ein reiches Material zur genaueren Durcharbeitung zusammenströmt.

Über eine Messung der Bewegung von Pfeilern

Von J. Egedal — (Mit 1 Abbildung)

Um einen Satz Niveauvariometer und einen hydrostatischen Nivellierapparat, die zur Bestimmung von kleinen Höhenänderungen bestimmt sind, zu prüfen, wurde die Variation des Höhenunterschiedes von zwei Pfeilern, die in einem Abstand von 5 m voneinander standen, untersucht. Durch zwei verschiedene Methoden wurde die Schwankung der jährlichen Variation übereinstimmend zu rund 100 μ gemessen. Dieses Resultat deutet darauf hin, daß die Instrumente für die Messung der verschiedenen kleinen Höhenänderungen der Erdrinde verwendbar sind.

Die Messung wurde in einem Keller vorgenommen. Die Instrumente wurden auf (oder nahe bei) zwei Pfeilern aus Marmor, die in einem Abstand von 5 m voneinander unmittelbar auf dem Zementboden stehen, aufgestellt.

Die Instrumente umfassen einen Satz Niveauvariometer¹⁾ und einen von D. la Cour konstruierten hydrostatischen Nivellierapparat¹⁾.