SUB | NIEDERSÄCHSISCHE STAATS- UND UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK GÖTTINGEN

Werk

Jahr: 1927

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:3

Werk Id: PPN101433392X_0003

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PID=PPN101433392X_0003|LOG_0042

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

Diagramme zur Bestimmung der Terrainwirkung für Pendel und Drehwage und zur Bestimmung der Wirkung „zweidimensionaler" Massenanordnungen.

Von **Karl Jung.** — (Mit fünf Abbildungen.)

In Anlehnung an eine Anregung von Numerov werden Diagramme beschrieben, die unter Benutzung einer Karte mit Linien gleichen Erhebungswinkels die Bestimmung der Geländewirkung auf Pendel und Drehwage durch Auszählen des in Felder geteilten Geländegrundrisses gestatten, und es werden Diagramme angegeben, die eine einfache Herstellung der Karten mit Linien gleichen Erhebungswinkels ermöglichen. Die Verwendung eines der erstgenannten Diagramme und eines ähnlichen zur Bestimmung der Wirkung in der Tiefe liegender zweidimensionaler Masseneinbettungen wird beschrieben. Alle Diagramme werden gezeichnet, und es werden für alle Fälle eingehende Benutzungsvorschriften gegeben.

A. Terrainwirkung.

1. In Band I dieser Zeitschrift schlägt Numerov[1]) ein Verfahren zur Bestimmung der Terrainwirkung für Pendel und Drehwage vor. Man teilt das ganze Gelände derart in Felder ein, daß die über jedem Feld zu berücksichtigende Masse eine ihrer Dichte proportionale Wirkung, d. h. bei konstanter Dichte dieselbe Wirkung auf das Instrument ausübt. Durch Abzählen der Felder erhält man die Wirkung der gesamten Umgebung. Die Größe und Gestalt der Felder hängt ab von dem Azimut, der Entfernung von der Station und der Höhe des Geländes. Für die Schwereintensität, die Krümmungsgröße und den Gradienten ist je eine besondere Einteilung des Geländes nötig. Leider sind, wohl infolge sprachlicher Schwierigkeiten, nicht alle Teile der Arbeit Numerovs voll verständlich.

Ein dem von Numerov vorgeschlagenen ähnliches Verfahren soll im folgenden ausgeführt werden, und Diagramme sollen angefertigt werden, die die Einteilung des Geländes angeben. Die Größe und Gestalt der Felder soll aber nur von dem Azimut und der Entfernung abhängen, während der Erhebungswinkel dadurch berücksichtigt wird, daß man je nach dessen Betrag den Feldern ein verschiedenes Gewicht zuerteilt.

2. Es sei γ die Gravitationskonstante, σ die Dichte der die Station umgebenden Gesteins- und Erdmassen. In der durch den Bezugspunkt des Instruments gehenden Niveaufläche, die man mit hinreichender Genauigkeit eben

annehmen kann, werden um den Bezugspunkt Polarkoordinaten (ϱ, φ) eingeführt. Dann ist die Terrainwirkung auf das Gravitationspotential:

$$U = \gamma \sigma \int_{\varrho=0}^{\infty} \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\zeta=0}^{h} \frac{\varrho \, d\varrho \, d\varphi \, d\zeta}{\sqrt{\varrho^2 + \zeta^2}},$$

wobei h die Höhe des Terrains über dem Niveau des Bezugspunktes bedeutet.

Berechnet man hieraus die entsprechenden Formeln für die Schwereintensität, die Krümmungsgröße und den Gradienten, integriert sodann über ζ von 0 bis h und führt den Erhebungswinkel*) $\varepsilon = \operatorname{arctg} \frac{h}{\varrho}$ ein, so erhält man folgendes Ergebnis:

Die Terrainwirkung auf die Schwereintensität beträgt:

$$\frac{\partial U}{\partial z} = -\gamma \sigma \cdot \int_{\varrho=0}^{\infty} \int_{\varphi=0}^{2\pi} P(\varepsilon) \, d\varrho \, d\varphi, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$P(\varepsilon) = 1 - \cos \varepsilon.$$

Die Wirkung auf die Krümmungsgröße folgt aus den Formeln:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \gamma \sigma \cdot \int_{\varrho=0}^{\infty} \int_{\varphi=0}^{2\pi} K(\varepsilon) \frac{\cos 2\varphi}{\varrho} \, d\varrho \, d\varphi, \quad \ldots\ldots (2\,a)$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x \, \partial y} = \frac{1}{2} \gamma \sigma \int_{\varrho=0}^{\infty} \int_{\varphi=0}^{2\pi} K(\varepsilon) \frac{\sin 2\varphi}{\varrho} \, d\varrho \, d\varphi, \quad \ldots\ldots (2\,b)$$

$$K(\varepsilon) = 3 \sin \varepsilon - \sin^3 \varepsilon.$$

Für den Gradienten ergibt sich:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x \, \partial z} = -\gamma \sigma \cdot \int_{\varrho=0}^{\infty} \int_{\varphi=0}^{2\pi} G(\varepsilon) \frac{\cos \varphi}{\varrho} \, d\varrho \, d\varphi, \quad \ldots\ldots (3\,a)$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial y \, \partial z} = -\gamma \sigma \cdot \int_{\varrho=0}^{\infty} \int_{\varphi=0}^{2\pi} G(\varepsilon) \frac{\sin \varphi}{\varrho} \, d\varrho \, d\varphi, \quad \ldots\ldots (3\,b)$$

$$G(\varepsilon) = 1 - \cos^3 \varepsilon.$$

*) Wie sich später zeigt, macht die Einführung des Erhebungswinkels die besondere Anfertigung von Karten mit Linien gleichen Erhebungswinkels notwendig. Dieser Nachteil wird dadurch ausgeglichen, daß das im folgenden zu entwickelnde Verfahren sowohl für die Stationsnähe als auch für fernere Geländeteile in gleicher Weise anwendbar ist. Auch ist man im Gegensatz zu anderen Verfahren [z. B. Eötvös[3]), Schweydar[4]), Nikiforov[5])] an keine bestimmte Ausführung des Nivellements gebunden. Ähnlichen Vorteil und Nachteil hat die von Nikiforov[5]) angegebene graphische Methode von Belov.

Hierbei zeigt die Z-Achse senkrecht nach unten, der Winkel φ ist von der positiven X-Achse an im Drehsinn $+X \rightarrow +Y$ positiv zu zählen (Fig. 1). Bezüglich des Vorzeichens ist folgendes zu bemerken. Wenn sich das Gelände über das Niveau des Bezugspunktes erhebt, ist σ positiv, ε positiv, und es ist von 0 bis ε zu integrieren. Senkt sich das Gelände unter dieses Niveau, so ist, da unterhalb der Niveaufläche Masse fehlt, σ negativ zu nehmen, ferner ist (wegen $h < 0$) ε negativ, und es ist von ε bis 0 zu integrieren. Dasselbe erhält man, wenn man σ stets positiv läßt und stets von 0 bis ε integriert, wobei ε positiv oder negativ ist, je nachdem das Gelände sich über das Niveau des Bezugspunkts erhebt oder sich unter dasselbe senkt.

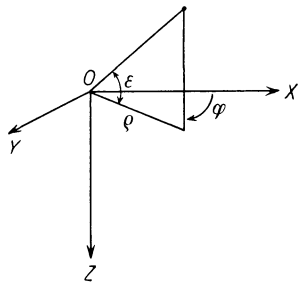

Fig. 1.

Bei der Einteilung des Geländes in Felder wählt man diese so klein, daß für jedes Feld der Winkel ε konstant angenommen werden kann. Dann gilt für jedes dieser Felder*):

$$\frac{\partial U}{\partial z} = -\gamma\sigma \cdot P(\varepsilon) \cdot \iint d\varrho\, d\varphi, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \gamma\sigma \cdot K(\varepsilon) \cdot \iint \frac{\cos 2\varphi}{\varrho} d\varrho\, d\varphi, \quad \ldots\ldots\ldots (2\,a)$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x\, \partial y} = \frac{1}{2}\gamma\sigma \cdot K(\varepsilon) \cdot \iint \frac{\sin 2\varphi}{\varrho} d\varrho\, d\varphi, \quad \ldots\ldots\ldots (2\,b)$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x\, \partial z} = -\gamma\sigma \cdot G(\varepsilon) \cdot \iint \frac{\cos\varphi}{\varrho} d\varrho\, d\varphi, \quad \ldots\ldots\ldots (3\,a)$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial y\, \partial z} = -\gamma\sigma \cdot G(\varepsilon) \cdot \iint \frac{\sin\varphi}{\varrho} d\varrho\, d\varphi. \quad \ldots\ldots\ldots (3\,b)$$

3. Im folgenden ist stets zwischen dem „Gewicht“ und dem „Zählwert“ der Felder zu unterscheiden. Das Gewicht gibt den Wert der Funktionen $P(\varepsilon)$, $K(\varepsilon)$ und $G(\varepsilon)$ an, ist also nur von dem Erhebungswinkel ε abhängig; der Zählwert dagegen bezeichnet den von Azimut und Entfernung abhängigen Teil der Wirkung der über dem Felde befindlichen bzw. unter dem Felde fehlenden Massen, so daß die Gleichung gilt:

$$\text{Wirkung} = \text{Zählwert} \times \text{Gewicht}.$$

*) Hier muß bemerkt werden, daß in den entsprechenden Formeln von Numerov (a. a. O. S. 368) wohl ein Versehen vorgekommen ist. Die eckigen Klammern sind nur in der ersten Potenz zu bringen. Ferner müssen die Formeln, wenn sie die Werte der bestimmten Integrale darstellen sollen, durch die untere Grenze ergänzt werden.

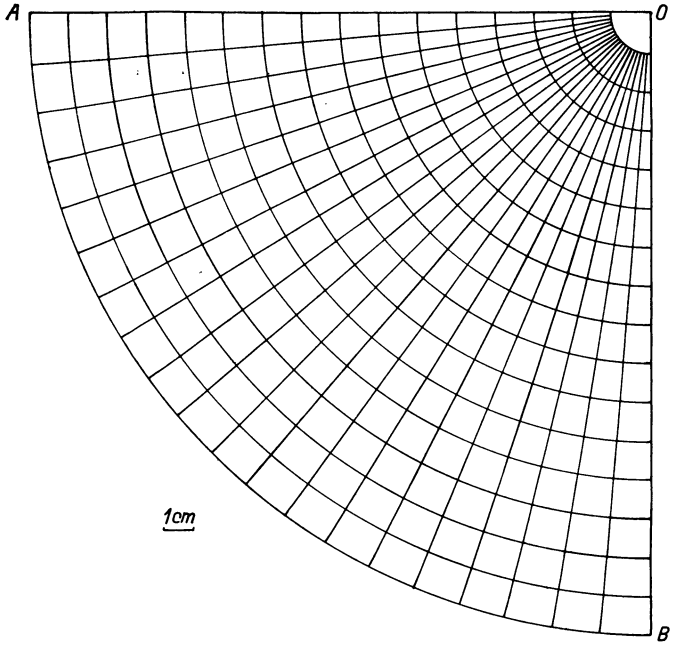

Diagramm A.

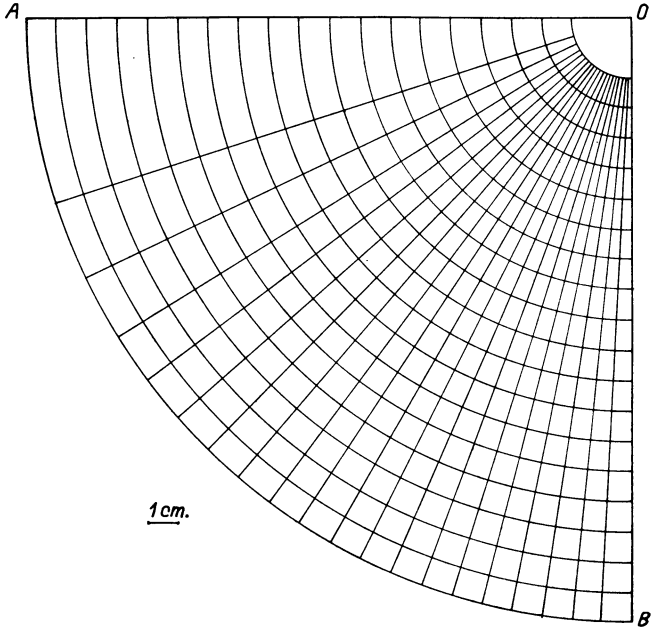

Diagramm B.

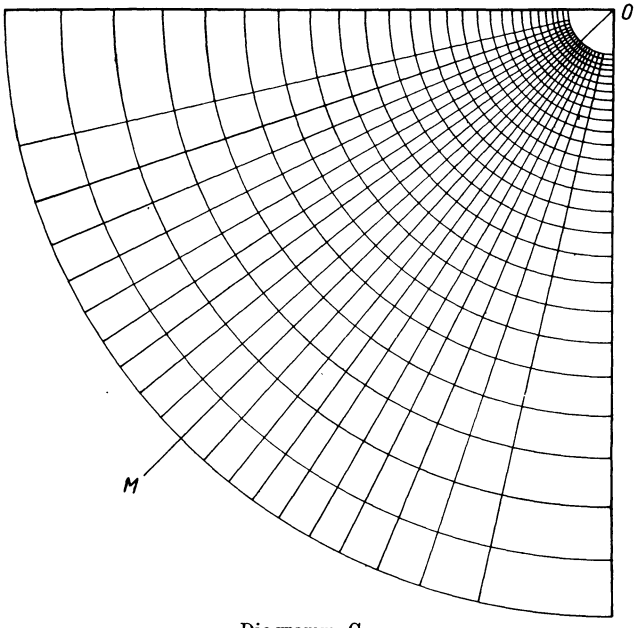

Diagramm C.

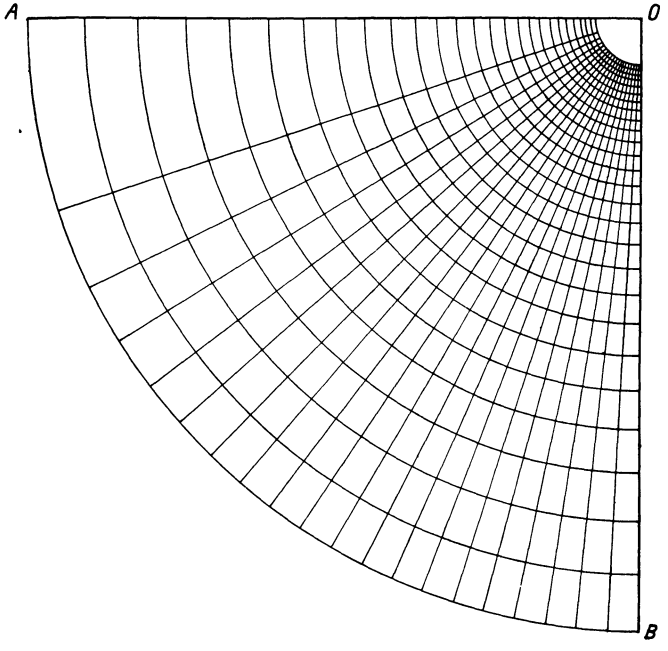

Diagramm D.

4. Die rechte Seite der Formeln (1) bis (3) hat die Form

$$k \cdot l(\varepsilon) \cdot \iint m(\varrho)\, n(\varphi)\, d\varrho\, d\varphi,$$

wobei k entweder $\gamma\sigma$ oder $^1/_2\,\gamma\sigma$ bedeutet, $l(\varepsilon)$ die Funktionen $P(\varepsilon)$, $K(\varepsilon)$ und $G(\varepsilon)$ vertritt und für $m(\varrho)$ und $n(\varphi)$ die unter den Integrationszeichen befindlichen Funktionen zu setzen sind. $l(\varepsilon)$ gibt das Gewicht an, das beim Auszählen jedem Felde zuzuerteilen ist.

Zur Bestimmung von $l(\varepsilon)$ dient Diagramm E, in welchem in übersichtlicher Weise die Funktionen $P(\varepsilon)$, $K(\varepsilon)$ und $G(\varepsilon)$ abhängig von ε oder

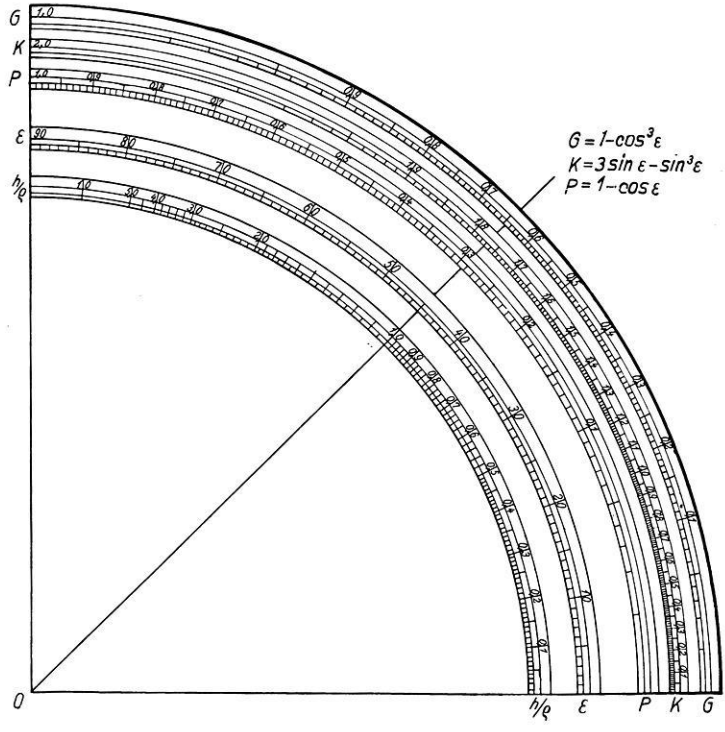

Diagramm E.

$\frac{h}{\varrho} = \operatorname{tg}(\varepsilon)$ für positive Werte von ε dargestellt sind. Wenn man die durch Nivellieren erhaltenen Profile, die den Stationspunkt enthalten, hinzeichnet und das auf durchsichtigem Papier hergestellte Diagramm so darüber deckt, daß die untere linke Ecke (O) des Diagramms auf den Bezugspunkt des Instruments zu liegen kommt, kann man zu jedem Punkte des Profils die Werte von $P(\varepsilon)$, $K(\varepsilon)$ und $G(\varepsilon)$ unmittelbar ablesen. Für die sehr häufigen kleinen Erhebungswinkel ist ein besonderes Diagramm (F) hergestellt, bei dem die Profile in 10facher Überhöhung zu zeichnen sind.

5. Die Einteilung des Geländes in die auszuzählenden Felder läßt sich so vornehmen, daß jedes Feld von zwei Radien und zwei konzentrischen Kreisbogen begrenzt wird. Dann muß für jedes Feld gelten:

$$\int_{\varrho_\mu}^{\varrho_{\mu+1}} \int_{\varphi_\nu}^{\varphi_{\nu+1}} m(\varrho)\, n(\varphi)\, d\varrho\, d\varphi = \text{const} = a^2 \qquad (\mu, \nu = 0, 1, 2 \ldots).$$

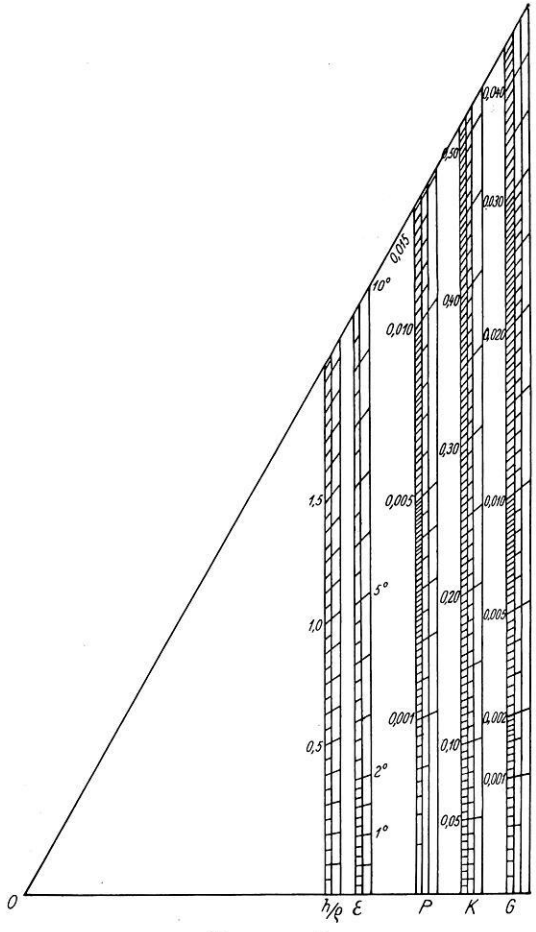

Diagramm F.

Durch Integrieren ergibt sich hieraus eine Gleichung von der Form:

$$\{M(\varrho_{\mu+1}) - M(\varrho_\mu)\}\{N(\varphi_{\nu+1}) - N(\varphi_\nu)\} = a^2,$$

die sich in die Gleichungen

$$M(\varrho_{\mu+1}) - M(\varrho_\mu) = a_1 = \text{const},$$
$$N(\varphi_{\nu+1}) - N(\varphi_\nu) = a_2 = \text{const}, \qquad a_1 a_2 = a^2$$

zerlegen läßt. Diese Gleichungen bestimmen Gestalt, Größe und Zählwert der Felder. Das Vorzeichen von a^2 ist je nach der Lage des Feldes positiv oder negativ.

Die Einteilung des Geländes in Felder muß auf dreierlei Weise vorgenommen werden. Das Ergebnis ist in den Diagrammen A, C und D wiedergegeben, die den Integralen in den Gleichungen (1), (2 a) und (3 a) entsprechen. Weitere Diagramme zu zeichnen ist unnötig, da die den Gleichungen (2 b) und (3 b) entsprechenden Diagramme aus den Diagrammen C und D durch Drehung um 45 bzw. 90° hervorgehen. Eine Übersicht über die zu zeichnenden Diagramme gibt Tabelle 1.

Tabelle 1.

Diagramm	A	C	D
Verwendung	Intensität	Krümmungsgröße	Gradient
$m(\varrho)$	1	$\frac{1}{\varrho}$	$\frac{1}{\varrho}$
$n(\varrho)$	1	$\cos 2\varphi$	$\cos\varphi$
$M(\varrho_{\mu+1}) - M(\varrho_\mu)$ . . .	$\varrho_{\mu+1} - \varrho_\mu$	$\ln\frac{\varrho_{\mu+1}}{\varrho_\mu}$	$\ln\frac{\varrho_{\mu+1}}{\varrho_\mu}$
$N(\varphi_{\nu+1}) - N(\varphi_\nu)$ . . .	$\varphi_{\nu+1} - \varphi_\nu$	$\frac{1}{2}\{\sin 2\varphi_{\nu+1} - \sin 2\varphi_\nu\}$	$\sin\varphi_{\nu+1} - \sin\varphi_\nu$
a_1	$\frac{4}{\pi}$	0.1	0.1
a_2	$\frac{\pi}{40}$	0.05	0.05
a^2	0.1	0.005	0.005
ϱ_μ	$\frac{4}{\pi}\cdot\mu$	$e^{0.1\,.\,\mu}$	$e^{0.1\,.\,\mu}$
φ_ν	$\frac{\pi}{40}\cdot\nu$	$\frac{1}{2}\arcsin(0.1\,.\,\nu)$	$\arcsin(0.05\,.\,\nu)$

Aus der fünften Zeile ist zu ersehen, daß es bei den Diagrammen C und D, d. h. bei Krümmungsgröße und Gradient, nur auf das Verhältnis der Radien benachbarter Kreise ankommt. Dieses ist wegen $M(\varrho_{\mu+1}) - M(\varrho_\mu) = a_1$ auf dem ganzen Diagramm konstant. Deshalb ist der Maßstab der Zeichnung gleichgültig entsprechend der Tatsache, daß geometrisch ähnliche, in bezug auf den Bezugspunkt des Instruments ähnlich liegende Massen von gleicher Dichte auf die Drehwage die gleiche Wirkung ausüben.

Anders verhält es sich mit dem Diagramm A, das den Einfluß des Geländes auf die Schwereintensität bestimmen soll. Im Diagramm haben benachbarte Radien den Abstand $a = \frac{4}{\pi}$ cm, in der Natur aber den Abstand $\frac{4}{\pi}\cdot E$ cm, wobei $1 : E$ den Maßstab des Diagramms bedeutet. Da es auf die Radien selbst und nicht nur auf deren Verhältnisse ankommt, muß der Maßstab berücksichtigt werden, und zwar sind die unter Nichtbeachtung des Maßstabs erhaltenen Be-

träge mit E zu multiplizieren. Auf das Pendel wirken ähnliche und ähnlich liegende Massen von gleicher Dichte proportional ihrer linearen Ausdehnung.

Die Wirkung jedes Feldes beträgt demnach bei Diagramm A: $k.a^2.E.P(\varepsilon)$, bei Diagramm C: $k.a^2.K(\varepsilon)$ und bei Diagramm D: $k.a^2.G(\varepsilon)$. Die Zahlenwerte gibt Tabelle 2.

Tabelle 2.

Diagramm . .	A	C		D	
Verwendung .	$\frac{\partial U}{\partial z}$	$\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$	$\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}$	$\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$,	$\frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}$
k	$6.67 . 10^{-8} . \sigma$	$6.67 . 10^{-8} . \sigma$	$3.33 . 10^{-8} . \sigma$	$6.67 . 10^{-8} . \sigma$	
a^2 bzw. $a^2.E$	$-0.1.E$	± 0.005	± 0.005	± 0.005	
Zählwert . .	$-6.67 . 10^{-9} . \sigma . E$	$\pm 0.333 . 10^{-9} . \sigma$	$\pm 0.167 . 10^{-9} . \sigma$	$\pm 0.333 . 10^{-9} . \sigma$	
Gewicht . .	$P(\varepsilon)$	$K(\varepsilon)$	$K(\varepsilon)$	$G(\varepsilon)$	
Wirkung . .	$-6.67 . 10^{-9} . \sigma . E . P(\varepsilon)$	$\pm 0.333 . 10^{-9} . \sigma . K(\varepsilon)$	$\pm 0.167 . 10^{-9} . \sigma . K(\varepsilon)$	$\pm 0.333 . 10^{-9} . \sigma . G(\varepsilon)$	

6. Die Verwendung der Diagramme geschieht folgendermaßen. Zuerst wird mit Hilfe der Diagramme E und F eine Karte des Geländes mit Linien gleichen Erhebungswinkels gezeichnet. Das kann auf rein graphischem Wege geschehen. In die Flächen zwischen diesen Linien schreibt man zweckmäßig die Mittelwerte von $P(\varepsilon)$, $K(\varepsilon)$ und $G(\varepsilon)$, so daß man unmittelbar die Gewichte ablesen kann.

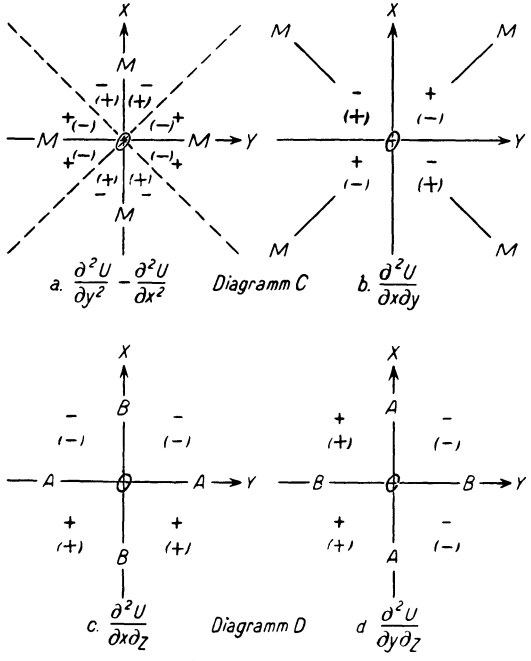

Fig. 2a bis d.

Zum Abzählen zeichnet man die Diagramme A, C und D auf durchsichtiges Papier. Dann ist von jedem dieser Diagramme höchstens ein Quadrant nötig, da gegenüberliegende Quadranten kongruent, benachbarte entweder kongruent (Diagramm A und C) oder spiegelsymmetrisch (Diagramm D) sind. Die Diagramme sind so auf die Karte zu denken, daß der Punkt O der Diagramme auf den Stationspunkt zu liegen kommt.

Bei Diagramm A sind alle Azimute gleichwertig, es ist also keine weitere Bemerkung darüber zu machen, wie das Diagramm zu legen ist. Das Vorzeichen ist stets negativ zu nehmen.

Die Vorschriften über die Lage der Diagramme C und D, sowie die Angaben über das Vorzeichen sind in den Fig. 2a bis d zusammengefaßt. Das eingeklammerte Vorzeichen ist zu nehmen, wenn sich das Gelände unter das Niveau des Bezugspunktes senkt, im anderen Falle gelten die nicht eingeklammerten Vorzeichen. Gleiche Buchstaben in den Diagrammen und den Figuren entsprechen sich.

B. Die Wirkung zweidimensionaler Masseneinbettungen.

1. Bei der Terrainwirkung lag ein dreidimensionales Problem vor. Zwei Dimensionen wurden durch die Diagramme A, C und D erfaßt, während die dritte Dimension durch Einführung des Erhebungswinkels ε (Diagramm E und F) berücksichtigt wurde.

Unter „zweidimensionalen" Massenanordnungen sind solche Einbettungen zu verstehen, die sich längs einer der horizontalen Koordinaten, z. B. in der Y-Richtung, nach beiden Seiten ins Unendliche erstrecken. Die Wirkung solcher Massen hängt nur von ihrem Querschnitt (also einem zweidimensionalen Gebilde) ab und muß sich in zwei Dimensionen beschreiben lassen. Jeder Punkt der XZ-Ebene vertritt eine Massengerade, die durch den Punkt hindurch geht und in der Y-Richtung nach beiden Seiten unendlich lang ist.

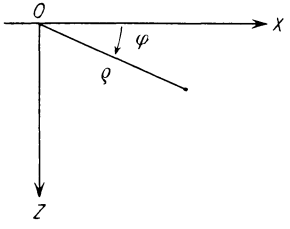

Fig. 3.

Dadurch, daß die dritte Dimension in den Betrachtungen keine Rolle spielt, ergeben sich Vereinfachungen. Zunächst werden alle Differentialquotienten des Gravitationspotentials, in denen nach y differenziert wird, gleich Null; die Krümmungsgröße und der Gradient sind demnach gegeben durch $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$ und $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$. Teilt man die XZ-Ebene in Felder ein, so entspricht nun dem Winkel ε der rechte Winkel zwischen der Y-Richtung und der XZ-Ebene. Das Gewicht ist überall dasselbe; man hat nur den Zählwert der Felder zu bestimmen und über dem Querschnitt der Einbettung abzuzählen.

2. Den Ursprung des Koordinatensystems legt man in den Bezugspunkt des Instruments, die X-Achse verläuft in der Niveaufläche senkrecht zu der Längsrichtung der Einbettung, die Z-Achse zeigt rechtwinklig zur X-Achse nach unten. Man führt Polarkoordinaten (ϱ, φ) ein, wobei der Winkel φ von der positiven X-Achse an positiv im Drehsinn $+X \rightarrow +Z$ zu zählen ist (Fig. 3).

Dann ist das (logarithmische) Potential der Einbettung:

$$U = 2\gamma\sigma \iint_F \ln \frac{1}{\varrho} \cdot \varrho \, d\varrho \, d\varphi,$$

wobei über den Querschnitt F zu integrieren ist. Hieraus erhält man die Wirkung auf die Schwereintensität:

$$\frac{\partial U}{\partial z} = 2\gamma\sigma \iint_F \sin\varphi \, d\varrho \, d\varphi, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

die auf die Krümmungsgröße:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = 2\gamma\sigma \iint_F \frac{\cos 2\varphi}{\varrho} \, d\varrho \, d\varphi, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

und die auf den Gradienten:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x \, \partial z} = 2\gamma\sigma \iint_F \frac{\sin 2\varphi}{\varrho} \, d\varrho \, d\varphi. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

3. Ein Vergleich mit den Gleichungen (2a) und (2b) auf S. 203 zeigt, daß zur Bestimmung des Einflusses auf Krümmungsgröße und Gradient das Diagramm C benutzt werden kann. Die Wirkung jedes Feldes (= Zählwert) zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3.

Diagramm	C	
Verwendung	$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$,	$\frac{\partial^2 U}{\partial x \, \partial z}$
a^2	± 0.005	
k	$1.33 \cdot 10^{-7} \cdot \sigma$	
Wirkung (= Zählwert) . . .	$\pm 0.667 \cdot 10^{-9} \cdot \sigma$	

Für die Lage der Diagramme auf dem Querschnitt und das Vorzeichen bestehen folgende Vorschriften (Fig. 4a, b):

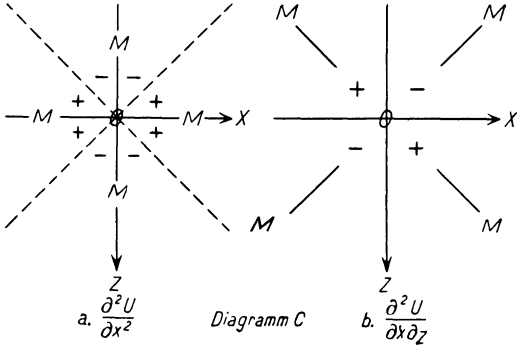

Fig. 4a, b.

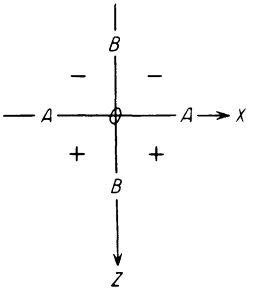

Fig. 5.

Für $\frac{\partial U}{\partial z}$ ist ein neues Diagramm (B) zu zeichnen*).

$$m(\varrho) = 1, \qquad M(\varrho_{\mu+1}) - M(\varrho_\mu) = \varrho_{\mu+1} - \varrho_\mu,$$
$$n(\varphi) = \sin\varphi, \quad N(\varphi_{\nu+1}) - N(\varphi_\nu) = -(\cos\varphi_{\nu+1} - \cos\varphi_\nu);$$
$$a_1 = 1, \quad a_2 = 0.05, \quad a^2 = 0.05;$$
$$\varrho_\mu = \mu, \quad \varphi_\nu = \arccos(1 - 0.05 \,.\, \nu);$$
$$k = 1.33 \,.\, 10^{-7} \,.\, \sigma.$$

Hier ist wie bei Diagramm A mit E zu multiplizieren. Somit ist die Wirkung von jedem der Felder:

$$k \,.\, a^2 \,.\, \sigma \,.\, E = \pm 6.67 \,.\, 10^{-9} \,.\, \sigma \,.\, E.$$

Wie das Diagramm auf den Querschnitt zu legen, und welches Vorzeichen zu nehmen ist, zeigt Fig. 5.

4. Die Diagramme A bis F können ein für allemal hergestellt werden. In der Praxis wird je nach der Geländeform entweder ein graphisches oder ein rechnerisches Verfahren vorzuziehen sein. Über die praktische Verwendbarkeit des hier ausgeführten Verfahrens im Vergleich mit anderen Verfahren und den für ihre Benutzung notwendigen Zeitaufwand soll später berichtet werden.

Literatur.

[1]) B. Numerov: Graphische Methode zur Berücksichtigung des topographischen Einflusses und des Einflusses der unterirdischen Massen auf die gravimetrischen Beobachtungen. Zeitschr. f. Geophys. **1**, 367—371 (1925).

[2]) Derselbe: Die Interpretation der Schwerebeobachtungen (russisch). Bull. de l'institut Astronomique Nr. 15, S. 165—167, Leningrad 1927.

[3]) R. v. Eötvös: Bestimmung der Gradienten der Schwerkraft und ihrer Niveauflächen mit Hilfe der Drehwage. Verhandl. d. 15. allgem. Konf. d. Intern. Erdmessung in Budapest 1906, Teil I, S. 357ff., 1908.

[4]) W. Schweydar: Die topographische Korrektion bei Schweremessungen mit der Torsionswage. Zeitschr. f. Geophys. **1**, 81—89 (1925); **3**, 17— 23 (1927).

[5]) P. Nikiforov: Physical Principles of the gravitational Method of Prospecting (russisch mit englischem Auszug). Bull. of the Inst. of Pract. Geophys. Nr. 1, S. 198 ff., 211 ff., Leningrad 1925.

*) Während der Abfassung dieser Arbeit ist mir eine Veröffentlichung von Numerov[2]) zu Gesicht gekommen, in der ein dem Diagramm B ähnliches Diagramm angegeben wird.

Potsdam, Geophysik. Abteilung d. Geodätischen Instituts, April 1927.