

Werk

Jahr: 1936

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:12

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0012

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0012

LOG Id: LOG_0015

LOG Titel: Über den Einfluß der mitschwingenden Luft bei den magnetischen Schwingungsbeobachtungen

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

0.016'' $\sin(\odot - 47^\circ)$ besitzen. Somit wird das primäre z -Glied der abgeänderten Treppenwerte

$$z_p = 0.038'' \sin(\odot - 154^\circ),$$

dem die Periode der Wanachschen Deklinationskorrekturen

$$-z_p = \Delta \delta_W = 0.036'' \sin(\odot - 334^\circ)$$

gegenübersteht. Im Hinblick auf die gänzlich verschiedene Ableitung dieser Periode kann ihre Übereinstimmung als vollkommen bezeichnet werden. Aus der Definition der $\Delta \zeta$ -Perioden

$$\Delta \zeta = (\zeta_a - \zeta_n) = (\varphi_a - \varphi_n) + (\Delta \delta_a - \Delta \delta_n)$$

folgt wegen

$$(\varphi_a + \varphi_n) = \frac{1}{12} S + (R_n - R_a) = \frac{1}{12} S + \Delta z_s,$$

daß sich $\Delta \zeta$ aus der Differenzkurve des individuellen sekundären und des mittleren primären z -Gliedes zusammensetzt. Die Summation nach Formel (5) liefert somit auch nicht die individuellen gesamten z -Beträge, wie Mahnkopf in Verkenning dieses Sachverhaltes annimmt. Vielmehr geben die $\Delta \zeta$ -Perioden noch weit geringeren Aufschluß als die Perioden des sekundären z -Gliedes, die allein individuell erfaßbar sind.

Über den Einfluß der mitschwingenden Luft bei den magnetischen Schwingungsbeobachtungen

Von G. Fanslau, Berlin-Charlottenburg

Die am Magnetischen Observatorium in Potsdam ausgeführten Messungen über den Einfluß der mitschwingenden Luft haben gezeigt, daß dieser Einfluß auch bei den magnetischen Schwingungen nicht unberücksichtigt bleiben darf. Die als Beispiele berechneten Fehler liegen weit über der erreichbaren Meßgenauigkeit.

Die Grundgenauigkeit in der erdmagnetischen Meßtechnik beträgt gegenwärtig $1 \gamma = 10^{-5} I'$. Dabei werden die 0.1γ als Rechenstelle noch mitgenommen. Dem entspricht in der Schwingungsdauer bei der Bestimmung der Horizontalintensität des Erdfeldes eine Genauigkeit von 10^{-5} sec. Unter diesen Umständen liegt natürlich die Frage sehr nahe, inwieweit die in ihrem statischen Zustand gestörte Umgebungsluft des schwingenden Körpers dessen Schwingungsdauer beeinflusst. Rein theoretisch sind folgende vier Hauptpunkte dieses Einflusses denkbar:

1. Änderung der für das Vakuum gültigen Schwingungsdauer des Körpers beim Schwingen im luftgefüllten Raum.

2. Abhängigkeit dieser Änderung bei gleichbleibender mittlerer Schwingungsdauer von der geometrischen Form des Körpers, insbesondere von seiner Länge.

3. Abhängigkeit dieser Änderung bei gleichbleibender geometrischer Form des Körpers von seiner Schwingungsdauer.

4. Abhängigkeit dieser Änderung von der Art der Begrenzung des Schwingungsraumes.

Jeder einzelne dieser vier Fälle bringt meßtechnisch wichtige Folgerungen.

Zu 1: a) Man darf bei den magnetischen Schwingungen nie das errechnete Trägheitsmoment des Magneten einsetzen. Da ja neuerdings vielfach — z. B. auch im magnetischen Observatorium in Niemegek — sehr sorgfältig gearbeitete Hohlzylinder ohne Suspensionsstifte als Magnete benutzt werden, wäre eine exakte Berechnung des Trägheitsmoments ohne weiteres möglich.

b) Der Einfluß der extremen Luftdruckschwankungen kann kleine Korrekturen für die Schwingungsdauer nötig machen.

c) Weitaus am wichtigsten dürfte jedoch die Berücksichtigung dieser Korrekturen bei Gebirgsmessungen sein, da ja der Luftdruck mit der Höhe rasch abnimmt und so Messungen in Höhen von 3000 bis 4000 Metern bei wesentlich anderen Drucken stattfinden, als solche im Meeresniveau.

Zu 2: Verwendet man zur Bestimmung des Trägheitsmoments des Magneten z. B. Trägheitsstäbe, die länger sind, als der Magnet selbst, die also in den Magneten hineingeschoben an beiden Enden herausragen, so tritt dadurch eine Veränderung der geometrischen Gestalt des schwingenden Körpers ein und damit auch eine Veränderung des Einflusses der mitschwingenden Luftmassen.

Zu 3: a) Benutzt man z. B. bei Polarexpeditionen einen Magneten zu relativen H -Messungen, der in einem Observatorium mittlerer Breiten angeschlossen wurde, so findet eine erhebliche Zunahme der Schwingungsdauer dieses Magneten gegenüber der im Heimatobservatorium gemessenen statt. In solchen Fällen können kleine Korrekturen notwendig werden.

b) Selbst wenn man bei der Bestimmung des Trägheitsmoments eines Magneten Trägheitsstäbe benutzt, die genau dieselbe Länge haben, wie der Magnet selbst, die also, abgesehen von der Umwandlung aus einem Hohl- in einen Vollzylinder, keine geometrische Änderung des schwingenden Körpers hervorrufen, so hat man doch in der starken — natürlich für die ganze Bestimmung notwendigen — Veränderung der Schwingungsdauer denselben störenden Faktor zu berücksichtigen, wie bei 3a.

Zu 4: Die hier in Frage kommenden Verhältnisse sind äußerst vielgestaltig und verwickelt, so daß ich im folgenden vorläufig nicht näher hierauf eingehen möchte.

Unter den eben kurz geschilderten Umständen ist es natürlich, daß schon sehr früh Versuche unternommen wurden, diese Einflüsse messend zu erfassen. Die erste Arbeit dürfte von Lamont stammen, der bereits im Jahre 1847 der-

artige Messungen ausführte*). Wegen der Kleinheit dieser Korrekturen ist dann das ganze Problem lange Zeit unbeachtet geblieben, bis 1905 W. Watson die Messungen wieder aufgriff und zeigte, daß eigentlich diese Korrekturen nicht vernachlässigt werden dürften**). Errechnet er doch in seiner Arbeit einen Fehler in der absoluten Horizontalintensitätsbestimmung von $\sim 5 \gamma$. Im Anschluß an diese Untersuchungen wurden im Potsdamer magnetischen Observatorium noch unter dessen früheren Leiter Prof. Ad. Schmidt Versuche unternommen, die Grundlagen dieser Messungen zu verbessern. Als ich im Jahre 1932 diese Untersuchungen wieder aufgriff, war eine der ersten Vorbedingungen die, ein zuverlässiges Schwingungsmeßgerät zu entwickeln. Dank dem freundlichen Entgegenkommen der Deutschen Forschungsgemeinschaft konnte dies ziemlich rasch geschehen, so daß jetzt für solche Messungen ein zuverlässiges, für Dauerbetrieb besonders geeignetes Schwingungsmeßgerät zur Verfügung steht***). Da ich im Jahre 1934 den Gesamtbetrieb im Ad. Schmidt-Observatorium in Niemeck übernahm, blieb mir nicht mehr die nötige Zeit, mich diesen Untersuchungen persönlich zu widmen. Ich habe mich also entschlossen, die Aufgabe als Dissertation zu vergeben, die inzwischen von Herrn A. Burger ausgeführt und erschienen ist†). Die Messungen werden jetzt noch nach verschiedenen Richtungen hin fortgesetzt. In vorliegender kurzer Notiz möchte ich mehr referierend die bisher — also insbesondere von Burger — erzielten Ergebnisse erwähnen. Über alle technischen Einzelheiten gibt die Originalarbeit von Burger erschöpfend Auskunft.

Zur Beantwortung aller oben aufgeworfenen Fragen genügt es, die Schwingungsdauer von Stäben verschiedener Länge (Punkt 2) an Fäden verschiedener Torsionskraft (Punkt 3) bei verschiedenen Drucken (Punkt 1) zu beobachten. Demzufolge wurden im Intervall von einer Atmosphäre Überdruck bis eine Atmosphäre Unterdruck im allgemeinen bei Druckänderungsstufen von 100 mm folgende Messungen ausgeführt ††):

Tabelle 1 †††)

Stab Nr.	Trägheitsmoment K in $\text{cm}^2 \text{g}$	Länge in cm	Schwingungsdauer T in sec		
1	4518	20.0	5.2	2.7	} Vollzylinder; Durchmesser 1 cm
2	3860	19.0	4.8	2.5	
5	2258	16.0	8.2	3.7	
3	546	10.0	11.1	4.6	} Hohlzylinder; Durchmesser innen: 1.0 cm, außen: 1.6 cm
4	352	7.5	8.8	3.7	

*) Poggend. Ann. d. Phys. **71** (1847).

***) Proc. of the Phys. Soc. London **19**, 139ff. (1905).

***) Zeitschr. f. Geophys. **9**, Heft 1/2, 93—98 (1933).

†) Dissertation, Philosophische Fakultät Berlin 1935.

††) Es ist wohl kaum erforderlich darauf hinzuweisen, daß alle diese Messungen zur Erhöhung ihrer Einfachheit und Zuverlässigkeit an unmagnetischen Stäben vorgenommen wurden.

†††) Durchweg nur runde Zahlen, genaue Angaben s. bei Burger l. c.

Dabei ergab sich folgendes:

Tabelle 2

Stab Nr.	Mittleres T in sec	ΔT in 10^{-5} sec	
		bezogen auf Vakuum	gegen Normaldruck
1	5.2	220	3.82
	2.7	93	3.04
2	4.8	150	2.40
	2.5	60	1.81
3	11.1	450	0.45
	4.6	135	0.32
4	8.8	495	0.40
	3.7	185	0.36
5	8.2	250	1.36
	3.7	100	1.21
	1.9	50	1.16

In der Tabelle 2 sind außer den Änderungen der Schwingungsdauer auch die daraus berechneten Veränderungen des Trägheitsmomentes angegeben, ohne zunächst damit irgend etwas über die wirklich obwaltenden physikalischen Vorgänge aussagen zu wollen. Für den vorliegenden Zweck ist es ja vorerst auch gar nicht nötig, über diese Vorgänge genau orientiert zu sein. Vielmehr läßt sich ja aus dem ΔT direkt der Fehler in γ angeben.

Es ist zunächst von Wichtigkeit, sich über den Unterschied zwischen dem wirklichen (geometrischen) und effektiven (luftbehafteten) Trägheitsmoment eines Magneten Rechenschaft abzulegen. Bei einer Schwingungsdauer von 4.7 sec ist dieser Unterschied für einen Magneten mit den Abmessungen des Stabes 4 rund $0.4 \text{ cm}^2 \text{ g}$, das entspricht 25γ . Man erkennt hieraus, welche im Grunde genommen doch recht bedeutende Rolle die umgebende Luft bei dem Schwingungsvorgang spielt und kann allein schon aus dieser Zahl ohne viel Rechnung abschätzen, daß man in vielen Fällen den Zustandsänderungen — denn auf diese kommt es in der Hauptsache an — der umgebenden Luft volle Beachtung schenken muß, um daraus entspringende Fehler zu vermeiden. An einigen Beispielen will ich die Größe dieser Fehler zeigen:

1. Ein Magnet (Abmessungen wie Stab 4, $K_m = 352 \text{ cm}^2 \text{ g}$) wurde zur Bestimmung seines Trägheitsmomentes mit einem Trägheitsstab von $K_s = 4500 \text{ cm}^2 \text{ g}$ belastet, ohne dadurch, außer der Verwandlung aus einem Hohl- in einen Vollzylinder, irgendwelche Veränderungen in seiner geometrischen Gestalt zu erleiden. Seine Schwingungsdauer von 4.7 sec verändert sich dabei um den Betrag von 12.7 sec in 17.4 sec. Für die Differenz der bei diesen beiden verschiedenen Schwingungsdauern wirksamen Trägheitsmomentsvermehrungen gibt Tabelle 2 näherungsweise $0.09 \text{ cm}^2 \text{ g}$, entsprechend wird H um etwa 7γ zu groß.

2. Derselbe Magnet wurde zu Messungen an Stationen in 4000 m Meereshöhe benutzt, wobei Anschlußmessungen im Meeresniveau verwertet werden. Unter

Voraussetzung nahezu gleicher mittlerer Schwingungsdauer von 4.7 sec an beiden Stationen bringt die vorhandene Druckdifferenz von rund 393 mb eine Änderung des zusätzlichen Trägheitsmomentes der Luft von $0.14 \text{ cm}^2 \text{ g}$, d. h. H wird um etwa 7γ zu groß gemessen.

3. Des Interesses wegen seien hier noch die Korrekturen abgeschätzt, die die maximalen Luftdruckschwankungen bei den Schwingungsbeobachtungen nötig machen können. Bei Schwankungen von 80 mb ergeben sich Änderungen im effektiven Trägheitsmoment von 0.03, d. h. etwa 2.3γ . Bei den Observatoriumsmessungen hoher Genauigkeit mit Angabe der Zehntel γ dürften also eigentlich selbst diese Korrekturen nicht unberücksichtigt bleiben. Korrigiert man doch auch die Ablesungen am Thermometer bei den Ablenkungs- und Schwingungsbeobachtungen auf Teilungsfehler. Diese Teilungsfehler sind sicher nicht größer als einige wenige Zehntel Grad, entsprechen also z. B. bei 0.2° auch nur einer Korrektur von 4γ .

Alle drei Beispiele habe ich auf mittlere Potsdamer Verhältnisse bezogen. Weitere Zahlenbeispiele sollen hier nicht gegeben werden, da hierüber in der Arbeit von Burger genügend Einzelheiten enthalten sind.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß die Ansicht, diesen ganzen Fragenkomplex als für die erdmagnetische Meßtechnik belanglos zu betrachten, nicht aufrecht erhalten werden kann, wenn anders überhaupt eine erstrebenswerte Genauigkeit von 1γ anerkannt werden soll. Mit Rücksicht darauf, daß der absolute magnetische Theodolit — und damit auch die Schwingungsmethode — wegen seiner vielen großen Vorteile niemals durch galvanische Instrumente voll ersetzt werden kann, ist eine nähere Kenntnis aller dieser Vorgänge von großer Bedeutung. Das Ziel unserer weiteren Messungen ist die Aufstellung von Tabellen, mit deren Hilfe leicht für jeden speziellen Fall die Größe der erforderlichen Korrektur abgeschätzt werden kann.

Es ist natürlich von großem Interesse, zu sehen, wie weit die hier erzielten Ergebnisse mit den vor allen Dingen bei den Pendelmessungen ja schon lange bekannten Korrekturen übereinstimmen. Wenn auch dort die untersuchten Schwingungskörper wesentlich andere Gestalt haben, die Resultate also nicht ohne weiteres übertragbar sind, so sind doch die physikalischen Vorgänge hier und dort dieselben, und die erzielten Ergebnisse werden sich in äußerst nützlicher Weise ergänzen. Über diese rein physikalischen Fragen hoffe ich nach Abschluß einiger noch in Gang befindlicher Messungen in Kürze berichten zu können.

Potsdam, Magnetisches Observatorium.