

Werk

Jahr: 1940

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:16

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0016

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0016

LOG Id: LOG_0011

LOG Titel: Die Bestimmung der Apparatkonstanten bei astasierten Gravimetern

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

Eine Prüfung der Tomaschekschen Vermutung, daß regionale Zusammenhänge bestehen, erfordert die Messung des M_2 -Gliedes und anderer Tiden an möglichst vielen Orten. Eine „Wanderstation“, die höchstens einige Wochen an ein und demselben Ort registriert, würde die Klärung dieser Frage wesentlich vereinfachen und rascher zum Ziele führen. Die Rentabilität einer solchen Station ist nach der entwickelten Analyse und den geschilderten Korrektionsverfahren gewährleistet.

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß die bisher mit der Interpolation der Skalenwerte, die manchmal notwendig ist, verbundene Fehlerquelle dadurch beseitigt werden kann, daß bei jeder Komponente der Horizontalpendel ein dazu senkrecht unempfindliches Hilfspendel eingebaut wird, das den Skalenwert mitregistriert.

An dieser Stelle möchte ich noch herzlich danken Herrn Professor Dr. R. Tomasek für anregendes und förderndes Interesse, sowie der Deutschen Forschungsgemeinschaft, welche die Durchführung der Arbeit ermöglichte.

München, Physikalisches Institut, den 1. Oktober 1939.

Die Bestimmung der Apparatkonstanten bei astasierten Gravimetern

(Bemerkung zur Abhandlung von A. Graf*), „Über die Bestimmung der Gravimeterkonstante bei einem frei hängenden Federsystem“)

Von **Gustaf Ising**, Djursholm b. Stockholm

Die Behauptung Grafs, daß die laboratoriumsmäßige Eichung von *astasierten* Gravimetern aus prinzipiellen Gründen nur mit sehr beschränkter Genauigkeit ausgeführt werden könne, wird durch Hinweis auf einen allgemeinen Ausdruck für die Empfindlichkeit astasierter Geräte als irrig zurückgewiesen. Als experimenteller Beleg für die erreichte Eichgenauigkeit (etwa $1/2$ ‰) bei dem vom Verfasser angegebenen Gravimeter mit einem astasierten, beinahe vertikal stehenden Pendel wird dann das Ergebnis einiger im Jahre 1938 mit zwei Gravimetern ausgeführten Messungen zwischen Stockholm und Kopenhagen mitgeteilt.

In der zitierten Abhandlung teilt Herr A. Graf bemerkenswerte Erfahrungen über Instrumente mit einem frei hängenden Federsystem mit und zeigt im besonderen, wie deren Skalenwert „auf physikalischem Wege“, d. h. durch Laboratoriumsversuche an einem einzelnen Ort, mit einer Genauigkeit von etwa $10/100$ bestimmbar ist. Er macht aber, nachdem diese Genauigkeit des Eichwertes eines Gravimeters für gewisse Zwecke (regionale Landesvermessungen) als

*) Zeitschr. f. Geophys. **15**, 49 (1939).

wünschenswert erwähnt worden ist, betreffs *astasierter* Instrumente eine irrigere Behauptung, die den Anlaß zur folgenden Erörterung gegeben hat.

Graf schreibt*): „Diese Forderung ist für astasierte Geräte nur schwer erfüllbar; denn einerseits ist der Eichwert nicht über den ganzen Meßbereich konstant, sondern hängt vom Meßausschlag selbst ab, andererseits kann er physikalisch überhaupt nicht direkt mit der erwähnten Genauigkeit bestimmt werden. Es geht nämlich im Nenner des Ausdrucks**), der die Empfindlichkeit angibt:

$$dx = f \left(\frac{a}{n' - n} \right) dg$$

stets eine Differenz zweier Größen ein, die nahezu Null werden soll — denn erst dann tritt der Fall der Astasierung ein. Nimmt man beispielsweise an:

$$n' - n = 1 - 0.999 = 0.001.$$

so würde eine Genauigkeitsangabe des Ausdrucks $f \left(\frac{a}{n' - n} \right)$, also der Gravimeterkonstante, auf 1⁰/₀₀ heißen, daß n' und n auf 10⁻⁶ ihrer Größe ermittelt werden müssen, was physikalisch nicht möglich ist . . .“

Diese Behauptung ist aber unrichtig, denn die Größen n' und n , welche der elastischen bzw. der von der Schwere herrührenden entgegenwirkenden Direktionskraft proportional sind, *brauchen überhaupt nicht einzeln ermittelt zu werden*, sondern nur der Quotient

$$N = \frac{n}{n' - n},$$

der sogenannte *Astasierungsgrad****). — Nötig ist selbstredend auch, daß die elastische Direktionskraft auf 10⁻⁶ oder weniger *konstant* bleibt; diese Forderung gilt aber auch für nichtastasierte Geräte.

Es läßt sich nämlich allgemein zeigen †), daß bei einem astasierten Gravimetersystem beliebiger Konstruktion die Empfindlichkeit durch eine der Formeln

$$\frac{dx}{dg} = \frac{B}{g} \cdot N, \dots \dots \dots (1)$$

*) Loc. cit. S. 50.

**) Die Abhandlung von Graf hat eigentlich, an Stelle von a , n und n' , die entsprechenden *großen* Buchstaben; diese werden aber hier vermieden, da ich in früheren Publikationen N als Bezeichnung für den Astasierungsgrad (siehe w. u.) benutzt habe und diese Bedeutung im folgenden zu behalten wünsche.

***) Wenn N von der Größenordnung 1000 und auf 1⁰/₀₀ bekannt ist, kennt man allerdings damit den Quotienten n/n' , der sehr nahe 1 liegt, auf etwa $1 \cdot 10^{-6}$; aber diese Genauigkeit der *Quotientenbestimmung* ist eben durch die Astasierung ermöglicht.

†) Es sei auf meine bald erscheinende Abhandlung: „Über die Eichung von astasierten Gravimetern“, Arkiv f. mat., astron. o. fysik Bd. 27 A, Nr. 4 verwiesen, wo auch der Inhalt der allgemeinen Formel (1) durch die Verhältnisse bei dem vom Verfasser angegebenen Gravimeter mit astasiertem, beinahe vertikal stehendem Quarzpendel (Hersteller: Elektrisk Malmletning A. G., Stockholm) beleuchtet wird.

oder

$$\frac{dx}{dg} = \frac{B}{g} \cdot (N + 1) \dots \dots \dots (1a)$$

dargestellt wird, wo g die Schwerebeschleunigung ist und B eine nur von der Bauart des Instruments und dem Ausschlag (x) abhängige Größe bedeutet. Wenn man also die beiden Größen B und N auf 10/100 bestimmt hat, so kennt man damit auch dx/dg mit einer nur unwesentlich größeren (etwa $\sqrt{2}$ facher) Unsicherheit.

Als experimenteller Beleg für die erreichte Eichgenauigkeit seien unten einige Meßergebnisse vom September 1938 angeführt, die mir H. Hedström*) freundlichst zur Verfügung gestellt hat. Es handelt sich um einige Messungen zwischen Stockholm und Kopenhagen, die von der genannten Gesellschaft, anlässlich einer von der Schwedischen Geologischen Landesanstalt beauftragten gravimetrischen Kartierung in Schonen, mit zwei astasierten Gravimetern eben zur Kontrolle der im Laboratorium ausgeführten Eichung vorgenommen wurden. Das eine Gravimeter war als Thermostatinstrument ausgebildet (Arbeitstemperatur etwa 30°), das andere mittels Eis auf 0° gekühlt; beide waren vorher im Laboratorium in Stockholm geeicht worden. Die Messungen wurden nach der *Belastungsmethode* ausgeführt, bei welcher das aufgehängte Pendelgestell durch Auflegen oder Abheben eines kleinen Gewichts Neigungen konstanter Größe nach der einen oder anderen Seite erhält und die dadurch bewirkten, zur Vertikalstellung symmetrischen Ausschläge des Pendels gemessen werden**).

Für die Schweredifferenz Stockholm-Kopenhagen liegen zwei neuere Messungen mit Sterneckpendeln vor, die im Jahre 1930 zwischen *Buddinge*, Kopenhagen und *Ríkets allmänna kártverk*, Stockholm, von H. Schmehl und E. Andersen ausgeführt wurden und folgende Werte geliefert hatten***):

Schmehl	289.9 mgal
Andersen	286.8 „
Mittel:	288.4 mgal

Der mittlere Fehler dieser Bestimmungen kann auf etwa 2.2 mgal geschätzt werden.

Die Gravimetermessungen 1938 ergaben folgende Werte:

Thermostatinstrument, Beobachter	G. B.	290.5 mgal
„	„	G. B. 290.2 „
„	„	B. J. 291.4 „
Eisinstrument,	„	B. J. 290.4 „

Die erhaltenen Werte stimmen miteinander sehr gut überein (mittlerer Fehler etwa 0.5 mgal); ihr Mittel 290.6 ist 2.2 mgal (= 0.76 %) höher als das Mittel aus den

*) Oberingenieur der Gesellschaft Elektrisk Malmletning, Stockholm.

***) Näheres über dieses Gravimeter und die mit demselben zu verwendenden Beobachtungsmethoden in G. Ising: Use of astatized pendulums for gravity measurements, Amer. inst. of min. and met. eng. 1937; Technical Publication Nr. 828.

****) Baltische Geodät. Kommission, Sonderveröff. Nr. 6, Helsinki 1937.

Pendelmessungen. Diese Abweichung ist ungefähr gleich dem mittleren Fehler der Pendelmessungen und dürfte wohl am ehesten auf die Ungenauigkeit dieser zurückzuführen sein.

Die Versuche erlaubten die Schlußfolgerung, daß kein Anlaß zur Korrigierung der im Laboratorium ausgeführten Eichung vorlag, und daß diese wahrscheinlich auf $1/2$ % richtig war*). Dabei ist noch zu bemerken, daß *keine* Korrektion für eine mögliche kleine „sekuläre“ Änderung der Gravimeter während der Zeitintervalle (1 bis 2 Tage), die jedesmal zwischen den Messungen in Stockholm und in Kopenhagen lagen, und ferner, daß der Anschluß in Kopenhagen an die älteren Pendelmessungen nur ein indirekter war, da die Gravimetermessungen dort, aus gewissen praktischen Rücksichten, in einer anderen Lokalität (Geodätischem Institut) ausgeführt wurden, deren Schweredifferenz gegen Buddinge (als 3.4 mgal angenommen) mit einer gewissen Unsicherheit behaftet sein dürfte.

Es sei zuletzt, um zu zeigen, daß (entgegen der Behauptung (Grafs) auch bei astasierten Geräten der Eichwert über den ganzen Meßbereich konstant sein kann, noch auf eine andere Beobachtungsmethode, die „Schraubemethode“ hingewiesen, wo die Größe der symmetrischen Pendelausschläge *konstant* erhalten wird, während die zugehörigen Neigungen (z) des Pendelgestells gemessen werden. Es läßt sich zeigen**), daß dann die relativen Schwerebestimmungen der folgenden Formel gehorchen:

$$g - g_1 = C (z_1 - z),$$

wo nur die einzige Apparatkonstante C eingeht und man für praktisch beliebig große Schwereänderungen Proportionalität zwischen g und z hat***).

*) Mit etwa dieser Genauigkeit, die für die meisten Zwecke genügt, werden bisher die Konstanten im Laboratorium bestimmt; es steht aber prinzipiell nichts im Wege, dieselben noch genauer zu bestimmen. — Allerdings dürfte Herr Graf darin recht haben, daß die Konstantenbestimmung bei seinem Gravimeter etwas einfacher auszuführen sein dürfte, weil nur aus Belastungsversuchen nebst Messung der zugehörigen Federverlängerung bestehend; und dies mag den Eichfehler *ein wenig* (*ceteris paribus*, vielleicht auf die Hälfte) reduzieren. Aber von einer solchen großen prinzipiellen Überlegenheit betreffs der laboratoriumsmäßigen Eichung, wie er gegenüber astasierten Geräten behauptet, kann keine Rede sein.

**) Vgl. die oben zitierte Abhandlung „Use of usw.“

***) Wenn bei *großer* Schwereänderung $g_1 - g$ die Astasierung N beträchtlich herabgeht, wird allerdings die *Einstellgenauigkeit* dem Werte von N entsprechend herabgesetzt.

Djursholm bei Stockholm, September 1939.