

Werk

Jahr: 1929

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:5

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0005

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0005

LOG Id: LOG_0062

LOG Titel: Die Reduktion von Bruns-Bowie

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

Die Reduktion von Bruns-Bowie.

Von F. Hopfner, Wien.

Im Artikel wird gezeigt, daß die Berücksichtigung der Reduktion von Bruns-Bowie zu neuen Gesichtspunkten für die Beurteilung der Grundlagen der Lehre von der Isostasie führt.

Seit etwa 100 Jahren beherrscht die Vorstellung von den Überschweren über den Weltmeeren und den Unterschweren über den Festländern die Geophysik, so daß es geradezu als vermessen erscheinen muß, die Richtigkeit dieses von Generationen anerkannten Beobachtungsergebnisses ernstlich in Frage stellen zu wollen. Wenn ich dennoch dieses Wagnis unternommen habe und insbesondere auch heute die Frage nach den Über- und Unterschweren wieder aufrolle, so geschieht es, weil ich mir in den letzten Monaten über ein freilich schon etwa 3 Jahre zurückliegendes Forschungsergebnis des Herrn W. Bowie vollkommen klar geworden bin, das mich in meiner bis dahin unabhängig gewonnenen Erkenntnis bestärkt, daß nämlich das bisher als gesichert hingewommene Ergebnis von den Überschweren über den Weltmeeren und den Unterschweren über den Festländern zumindest als zweifelhaft angesehen werden muß.

Der Schlüssel zu dieser Erkenntnis liegt in der Unvollständigkeit der bisher geübten Verfahren bei der Reduktion der beobachteten Schwerkraftwerte¹⁾. Das Clairautsche Theorem und ebenso die Clairautsche Formel beziehen sich auf das Niveausphäroid. Die beobachteten Schwerkraftwerte wären daher nicht nur, wie es bisher geschieht, auf eine gemeinsame Niveaufläche — etwa in Meereshöhe —, sondern auf das Niveausphäroid gleichen Potentialwertes zu reduzieren. Die Übertragung der Schwerkraftwerte von der ersteren zur letzteren Fläche vollzieht der Term von Bruns $N \frac{\partial g}{\partial N}$. Mit N

bezeichne ich den Normalabstand des Niveausphäroids vom Geoid gleichen Potentialwertes, wobei N im Außenraum des Geoids positiv ist; $\partial g / \partial N$ bedeutet die Änderung der Schwerkraft in der Richtung der Normalen N zum Geoid. Der Term wirkt, wenn er unberücksichtigt bleibt, wie ein systematischer Beobachtungsfehler in den Schwerkraftbeschleunigungen g — abgesehen natürlich von den Störungen, die durch die Wirkung rein lokaler Massenunregelmäßigkeiten entstehen können. Denn der Term ist, da im allgemeinen $\partial g / \partial N < 0$ ist, über den Festländern positiv und über den Weltmeeren negativ. Setzt man zur

Abschätzung der Größenordnung dieses Terms $\frac{\partial g}{\partial N} = -\frac{2g}{a}$ mit $g = 10$ m, $a = 6 \times 10^6$ m und $N = \pm 100$ m, so ergibt sich

$$N \frac{\partial g}{\partial N} = \mp 0,033 \text{ cm, das ist } 330 \mu.$$

Wie man sieht, ist der Absolutbetrag des Terms von Bruns wesentlich abhängig vom Absolutbetrag der Undulation N . Über deren Größe ist derzeit so gut wie gar nichts Sicheres bekannt; denn die bisherigen Angaben über die von den Kontinenten bzw. von den Ozeanen erzeugten Undulationen sind Schätzungen, deren Zuverlässigkeit bezweifelt werden darf. Sicherlich sind aber die Undulationen, wie man heute schon mit Gewißheit behaupten kann, so groß, daß der Term von Bruns bei der Reduktion der Schwerkraftwerte nicht mehr vernachlässigt werden darf. Dieses wichtige Erkenntnis verdankt man Herrn W. Bowie²⁾, der bei der Bearbeitung der Schwerkraftwerte des Herrn Venning Meinesz zur Einsicht gelangt ist, daß die Abweichungen der Niveaufläche vom Niveausphäroid gleichen Potentialwertes bei der Reduktion der Schwerkraftwerte berücksichtigt werden müssen; diese von W. Bowie auf empirischem Wege als notwendig erkannte Reduktion hat die Union Géodésique et Géophysique auf ihrer Tagung zu Prag im Jahre 1927 als die Reduktion von Bowie bezeichnet³⁾; sie ist offenbar identisch mit dem Term von Bruns.

Seitdem die Erkenntnis von der Unmöglichkeit der Vernachlässigung des Terms von Bruns bei der Reduktion der Schwerkraftwerte gewonnen ist, können die hieraus für die Geophysik und insbesondere für die Lehre von der Isostasie sich einstellenden Folgerungen nicht mehr unberücksichtigt bleiben. Auf die folgenschwerste möchte ich in aller Kürze noch hinweisen.

Es ist leicht einzusehen, daß sich der Term von Bruns-Bowie auch in der sogenannten Schwerkraftstörung auswirken wird. Man erhält nämlich verschiedene Werte γ bzw. γ' der theoretischen, also auf ein Niveausphäroid bezogenen Schwerkraftbeschleunigung, je nachdem man der rechnerischen Bearbeitung der Clairautschen Formel Beobachtungswerte zugrunde legt, die mit Hilfe des Terms von Bruns-Bowie auf das Niveausphäroid gleichen Potentialwertes reduziert worden sind oder nicht. Man hat daher zwischen den Schwerkraftstörungen $g - \gamma$ und $g - \gamma'$ zu unterscheiden. Erstere Störung, ich will sie die wahre Schwerkraftstörung nennen, verdankt ihre Entstehung allein nur der Wirkung der Massenunregelmäßigkeiten im Gegensatz zur scheinbaren Schwerkraftstörung $g - \gamma'$, in der noch die Wirkung des Terms von Bruns-Bowie steckt und die somit aus der vereinigten Wirkung der Massenunregelmäßigkeiten und dieses Terms hervorgeht. Zwischen den beiden Schwerkraftstörungen besteht die Beziehung

$$g - \gamma = g - \gamma' + N \frac{\partial g}{\partial N}.$$

Es lag nahe, beide Schwerkraftstörungen für eine schematisierte Erde zu berechnen, um einen Einblick in die Vorzeichen und Größenordnung der beiden Schwerkraftstörungen zu gewinnen⁴⁾. Man stelle sich zu diesem Behufe die Erde als eine homogene Kugel vom Radius a und der Dichte ρ_m vor; dieser Kugel seien die Festländer und Weltmeere in der von der Natur gegebenen Verteilung aufgesetzt. Die Kontinente seien homogen und von der Dichte ρ_1 .

Das Meerwasser besitze die Dichte ρ' ; unterhalb der Weltmeere, nämlich zwischen ihrer unteren Begrenzungsfläche und der Kugeloberfläche, befinde sich eine homogene Massenschicht der Dichte $\rho'' > \rho_1$. Diese Annahmen führten zu den folgenden beiden Formeln:

$$g - \gamma = -\frac{\gamma}{2a}N; \quad g - \gamma' = \frac{3\gamma}{2a}N.$$

Die wahre und scheinbare Schwerkraftstörung haben somit entgegengesetztes Vorzeichen; absolut genommen ist die scheinbare Schwerkraftstörung dreimal so groß als die wahre Schwerkraftstörung. Man muß daher schließen:

a) Es ist der Term von Bruns, der die Wirkung der Massenunregelmäßigkeiten in der scheinbaren Schwerkraftstörung völlig überdeckt.

b) Man kommt zu ganz entgegengesetzten Vorstellungen über die Massen-anordnung im Erdinnern, je nachdem man auf diese von der wahren oder von der scheinbaren Schwerkraftstörung aus schließt.

Wegen des Vorzeichens der Undulation — N ist über den Weltmeeren positiv, über den Festländern negativ — bestehen die Ungleichungen

$$\begin{aligned} \text{Weltmeere: } g - \gamma &< 0; \quad g - \gamma' > 0, \\ \text{Festländer: } g - \gamma &> 0; \quad g - \gamma' < 0. \end{aligned}$$

Die Ungleichungen für die scheinbare Schwerkraftstörung $g - \gamma'$ erforderten zu ihrer Erklärung die Annahme eines Massenüberschusses unterhalb der Weltmeere und eines Massendefektes unterhalb der Festländer; mit anderen Worten, diese Ungleichungen führten zur Kompensationstheorie und in weiterer Folge zur Lehre von der Isostasie, als Erfahrungstatsachen auf anderen Wissensgebieten auch Massenüberschüsse bzw. Massendefekte unterhalb der Weltmeere und Festländer wahrscheinlich machten. Es ist daher eine sehr wichtige Erkenntnis, daß für die Größe und das Vorzeichen der scheinbaren Schwerkraftstörung $g - \gamma'$ nicht die Massen-anordnung, sondern der Term von Bruns-Bowie ausschlaggebend ist. Denn aus dieser Erkenntnis folgt, daß man die Ursache für das auffällige Verhalten der scheinbaren Schwerkraftstörung über den Ozeanen und Kontinenten bisher an falscher Stelle gesucht hat. Die Lehre von der Isostasie verliert damit einen ihrer wichtigsten Stützpunkte.

Betrachten wir die wahre Schwerkraftstörung $g - \gamma$; sie führt zu Unterschweren auf den Ozeanen und zu Überschweren auf den Kontinenten; sie scheint somit die sinnfällige Beobachtung zu bestätigen: Die Weltmeere sind ausgedehnte Massendefekte, die Festländer ausgedehnte Massenüberschüsse.

Um jedoch jedem Mißverständnis zu begegnen, möchte ich ausdrücklich betonen, daß der Term von Bruns-Bowie, wenn er auch der Lehre von der Isostasie einen Hauptstützpunkt entzieht, andererseits doch auch gar nichts gegen diese Lehre beibringt. Denn wenn die Berücksichtigung dieses Terms auch zu Unterschweren auf den Ozeanen und zu Überschweren auf den Kontinenten führt, so können, wie das beigebrachte Beispiel zeigt, trotzdem unterhalb

der Ozeane Massenüberschüsse vorhanden sein; es ist eben die Wirkung der Undulationen, die die Wirkung der Massenunregelmäßigkeiten vollkommen überdeckt.

Die Berechtigung des Rückschlusses von den Verhältnissen des gewählten Beispiels auf die von der Natur im Erdkörper gegebenen Verhältnisse mag bezweifelt werden; immerhin zeigt aber das Beispiel, daß die Wirkung des Terms von Bruns-Bowie strengster Nachprüfung bedarf. Hieran hat man es bisher bedauerlicherweise fehlen lassen.

Literatur.

- 1) F. Hopfner: Zur Frage nach der Erdgestalt. Astr. Nachr. Nr. 5617, 235. Bd. (1929).
- 2) The effect of the shape of the geoid on values of gravity at sea. Amer. Journ. of Science **14** (1927).
- 3) Bull. géodésique, Nr. 17 (1928), S. 30.
- 4) F. Hopfner: Über die Wirkung der Undulationen auf die Größe der scheinbaren Schwerkraftstörung. Gerlands Beitr. z. Geophysik **22** (1929).

Zur Frage der Laufzeitkurven. II.

Von **Gerhard Krumbach**, Jena. — (Mit acht Abbildungen.)

Unter Benutzung von 68 Beben des Jahres 1924 werden die früher veröffentlichten mittleren Laufzeitkurven verbessert. Ein Vergleich der neuen Laufzeitkurven mit denen einiger Weltbeben zeigt, daß die Abweichungen für verschiedene Epizentralgebiete nicht übereinstimmen und auch für Beben gleicher Epizentralgebiete verschieden sind. Diese Unterschiede werden mit der Herdtiefe und dem geologischen Aufbau des Epizentralgebietes in Zusammenhang gebracht.

1. Einleitung. Über die Aufstellung von Laufzeitkurven. In einer früheren Veröffentlichung¹⁾ wurde gezeigt, daß die meisten der gebräuchlichen Laufzeitkurven im Gegensatz zu der Mohorovičić-Laufzeitkurve²⁾ stehen. In Fig. 1 sind noch einmal die Abweichungen der einzelnen Laufzeitkurven von der Wiechert-Zöppritz-Kurve³⁾ aufgetragen, die die Grundlage aller Laufzeituntersuchungen darstellt.

Die graphische Darstellung ergibt deutlich den prinzipiellen Unterschied zwischen der Mohorovičić-Kurve und den übrigen Kurven. Die Laufzeiten sind bei der Mohorovičić-Kurve wesentlich kleiner als bei den übrigen Autoren. Um eine Vereinheitlichung zu erzielen, wurden daher die Laufzeitkurven von Wiechert-Zöppritz³⁾, Geiger-Gutenberg, Hecker⁴⁾, Visser¹⁰⁾ zu einer mittleren Laufzeitkurve vereinigt. Diese sollte als Grundlage für weitere Laufzeituntersuchungen dienen.

Bevor auf die Erfahrungen mit dieser Kurve eingegangen wird, sollen die Einwände von Herrn B. Gutenberg⁵⁾ gegen die Aufstellung der obigen Kurve nicht unerwähnt bleiben. Nach der Auffassung von B. Gutenberg besitzt die