

Werk

Jahr: 1924

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:1

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0001

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0001

LOG Id: LOG_0052

LOG Titel: Die Airysche isostatische Hypothese und Schweremessung

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 Airysche isostatische Hypothese und Schweremessung.

Von **W. Heiskanen.**

Im Folgenden wird zur Arbeit „Untersuchungen über Schwerkraft und Isostasie“ des Autors stützend gezeigt, daß die Airysche isostatische Hypothese wenigstens gleich gut die Schwereanomalien erklärt wie die Prattische Hypothese, dann wird die entgegengesetzte Meinung W. Bowie's besprochen und endlich durch einige Beispiele bewiesen, daß es bei großen lokalen Schwereanomalien überhaupt schwierig ist zwischen den Airyschen und Prattischen Hypothesen zu entscheiden.

Daß die Unebenheiten der Erdoberfläche unterirdisch kompensiert sind, ist heutzutage als eine bestätigte Tatsache zu betrachten. Wie aber diese Kompensation stattfindet, darüber gehen noch die Meinungen gegeneinander. Sowohl die Prattische, von Hayford und von anderen präzisiertere als auch die Airysche Hypothese haben Anhänger gefunden.

Viele Geodäten und Geophysiker, wie Helmert, Hayford, Bowie usw. haben die Prattische Hypothese näher geprüft und bemerkt, daß sie mit den Schwereanomalien und Lotabweichungen ziemlich gut im Einklang steht. Die Airysche Hypothese ist dagegen von den Geophysikern nicht unter genauer numerischer Diskussion gesetzt worden.

Da ich in meiner einen Arbeit*) diese Lücke zum Teil gefüllt habe, und weil W. Bowie**) sich gegen die Airysche Hypothese, oder „roots of mountains“ theorie, wie Bowie sie nennt, geäußert hat, so berühre ich hier kurz diese Fragen.

Die Airysche Hypothese gestaltet sich mancherlei, je nachdem wie man die zwei Parameter: die dem Meeresniveau entsprechende Erdkrustendicke T und Dichtendifferenz δ' der Erdkruste und der darunter liegenden nachgiebigen Schicht wählt. Ich habe in meiner Arbeit angenommen, daß T 77.2, 63.8 und 40 km und δ' 0.2, 0.3 und 0.6 betragen. Die Gebirge sinken in die nachgiebige Schicht um so tiefer, je höher sie sind, und die kompensierende Schicht liegt unter den Gebirgen tiefer als unter den Flachländern und unter den Ozeanen, und um so tiefer, je kleiner δ' ist. Es ist aber wahrscheinlich, daß die Erdkrustendicke unter den Gebirgen nicht viel größer sei als unter den Ozeanen, und die Schwerebeobachtungen auf den Ozeaninseln deuten auch darauf hin, so daß die Dichtendifferenz δ' der Erdkruste und der nachgiebigen Schicht verhältnismäßig groß, wahrscheinlich etwa 0.5 bis 1.0 ist. So große Werte

*) W. Heiskanen: Untersuchungen über Schwerkraft und Isostasie. Veröffentl. d. Finnischen geodätischen Instituts, Nr. 4, 1924.

**) William Bowie: A gravimetric test of the „roots of mountains“ theory, U. S. Coast and Geodetic Survey Serial, Nr. 291, 1924.

von δ' sind noch möglich und denkbar*). Im Flachland und in großen Hochländern ist die Airysche Kompensation mit der mittleren Tiefe des Kompensationsgebietes T' sehr nahe gleich der Prattaschen Kompensation mit der Ausgleichstiefe $2T'$, wie man leicht einsieht, und wie die von mir berechneten Tabellen zeigen. Auf den keilartigen Berggipfeln und in Kettengebirgen, die von vielen tiefen Tälern durchschnitten sind, führen aber diese zwei Hypothesen zu Resultaten, die voneinander erheblich abweichen. Auch hier kann man aber eine Airysche Hypothese finden, die die Schwereanomalien ebenso gut erklärt wie irgend eine Prattasche Hypothese.

Bowie nimmt in seinem erwähnten Aufsatz ein Beispiel. Er berechnet den Einfluß der isostatischen Kompensation eines Gebirges, dessen Breite 112.6 km, Länge 321.9 km und Höhe 4.83 km beträgt, unter der Annahme, daß die dem Meeresniveau entsprechende Erdkrustendicke T 96.6 km, die Dichtendifferenz der Erdkruste und der nachgiebigen Schicht δ' 0.15 und die Dichte der Erdkruste 2.70 beträgt. Er erhält für den Einfluß der Kompensation in diesem Fall den Wert 0.096 cm/sec^2 , während der Einfluß der Kompensation im Prattaschen Sinne mit der Ausgleichstiefe 96.6 km gleich 0.274 cm/sec^2 beträgt. Und weil die Prattasche isostatische Hypothese mit der obigen Ausgleichstiefe ziemlich gut mit den Schwereanomalien übereinstimmt, so zieht Bowie die Folgerung, daß die „roots of mountains“ theorie nicht zutreffend ist.

Daß Bowie den Einfluß der isostatischen Kompensation im Sinne von Airy so gering gefunden hat, kommt daher, daß er mit so großer Kompensationstiefe operiert hat. Nach seinen Angaben ist nämlich die Erdkrustendicke unter dem obigen Gebirge $96.6 + 4.8 + 87.0 = 188.4 \text{ km}$ und die mittlere Kompensationstiefe 144.9 km. Diese Airysche Kompensation ist im großen und ganzen mit der Prattaschen Kompensation mit der Ausgleichstiefe 289.8 km gleichbedeutend, und mit so großer Ausgleichstiefe sind keine Schwereanomalien übereinstimmend. Die größte Ausgleichstiefe, die ich gefunden habe, ist 250 km (in Kaukasien), während sie im allgemeinen zwischen 80 und 150 km liegt.

Hätte Bowie z. B. angenommen, daß die dem Meeresniveau entsprechende Erdkrustendicke 37 km und δ' 1.0 beträgt, so wäre er beinahe zu dem Resultat gekommen wie mittels der Prattaschen Hypothese. Die Erdkrustendicke ist nämlich dann unter dem Gebirge gleich $37.0 + 4.8 + 13.0 = 54.8 \text{ km}$ und die mittlere Kompensationstiefe $37.0 + 4.8 + 6.5 = 48.3 \text{ km}$, was die Hälfte von der Prattaschen Ausgleichstiefe 96.6 km ist.

Übrigens habe ich in meiner Arbeit numerisch gezeigt, daß die Airysche Hypothese sowohl in Kaukasien, in den Alpen als auch in U. S. A. die Schwereanomalien wenigstens ebenso gut oder ein wenig besser erklärt als die Prattasche Hypothese. In Kaukasien macht die Airysche Hypothese mit der dem Meeresniveau entsprechenden Erdkrustendicke 77.2 km und mit δ' gleich 0.2 die übrigbleibenden Schwereanomalien kleiner als irgend eine andere von mir benutzte Reduktionsart. In den Alpen stimmen die Schwereanomalien mit den Schwereanomalien in den Randsenken der Alpen über-

*) L. Kober: Der Bau der Erde 1921, S. 9—10.

ein, wenn man in der Airyschen Reduktion die mittlere Kompensationstiefe 35 und in der Prattischen Reduktion die Ausgleichstiefe 107 km benutzt. In U. S. A. erklärt die Airysche Reduktion mit der Erdkrustendicke 50 bis 70 km den Schwereverlauf etwas besser als jede Prattische Reduktion.

Es sei noch erwähnt, daß es mittels der Schwerkraftanomalien sehr schwierig zu entscheiden ist, ob die Prattische oder die Airysche Hypothese dem Schwereverlauf besser entspricht. Man kann nämlich auf mehrere Art — theoretisch auf unendlich manche Art — die Massenordnung unterhalb des Meeresniveaus so wählen, daß sie sich als eine gewisse Schwereanomalie äußert. Und die unregelmäßigen, mit dem geologischen Bau der Erdkruste mehr oder weniger im Zusammenhang stehenden Schwereanomalien sind manchmal so groß, daß sie die nach verschiedenen Reduktionsarten übrigbleibenden regelmäßigen Schwereanomalien überwältigen.

Wenn z. B. in Wiipuri (in Finnland) die nach der Prattischen isostatischen Reduktion übrigbleibende Anomalie -0.049 cm/sec^2 und in Sortavala, etwa 150 km nordöstlich, $+0.020 \text{ cm/sec}^2$ beträgt, so wissen wir sicher, daß dieser Unterschied dem geologischen Bau zuzuschreiben ist, denn diese beiden Stationen liegen im Flachland. Wenn aber z. B. an Kasbek (im Kaukasus), Beobachtungshöhe 1727 m, die nach der Prattischen isostatischen Reduktion — Ausgleichstiefe 113.7 km — übrigbleibende Anomalie $+0.86 \text{ cm/sec}^2$ und an Duschet, etwa 60 km südlich, Beobachtungshöhe 846 m, die Schwereanomalie -0.04 cm/sec^2 beträgt, so ist es schwieriger zu entscheiden, ob dieser Anomalienunterschied vollkommen aus den örtlichen Dichtenunterschieden herrührt, oder ob man die Ausgleichstiefe so verändern muß, daß sie diese Anomalien mehr einander gleich macht. In Alat, am Kaspischen Meere, beträgt die Schwereanomalie nach der isostatischen Reduktion -0.099 cm/sec^2 und in Lenkoran, etwa 135 km südlich an demselben Meere, $+0.062 \text{ cm/sec}^2$. In Sörvaagen, auf den Lofoteninseln, beträgt sie $+0.123 \text{ cm/sec}^2$ und in Bodó, etwa 80 km südöstlich, -0.056 cm/sec^2 usw. Wenn man mittels der Schweremessungen zwischen der Airyschen und Prattischen isostatischen Hypothese sicher entscheiden will, müßte man diese örtlichen Schwereanomalien beseitigen können, was schwierig, wenn nicht ganz unmöglich ist.

Zur Airyschen Hypothese komme ich zurück, wenn ich meine Untersuchungen über die Schwereanomalien in Skandinavien veröffentliche.

Bowie erwähnt noch ein Argument gegen die Airysche Hypothese. Er bemerkt ganz richtig, daß nach den Polschwankungen, Gezeiten und seismischen Ergebnissen im Erdinneren keine bedeutenden zähflüssigen lavaartigen Schichten sein können, in die die Gebirge einsinken könnten. Aber obgleich die nachgiebige Schicht gegen die kurzperiodischen Kräfte, die Polschwankungen und Gezeiten verursachen, wie ein starrer Körper sich verhält, so kann sie doch unter dem ständigen Drucke der Gebirge nachgeben, wie auch Schweydar erwähnt hat. Dann könnten z. B. die positiven Anomalien auf den Ozeaninseln so erklärt werden, daß sie nicht in die nachgiebige Schicht genügend eingesunken sind, und daß dort daher ein Massenüberschuß hervorkommt. Diese Erklärung ist jedoch nicht die einzige mögliche.