Sonderdruck aus „**Gerlands Beiträge zur Geophysik**“, Bd. 56, Heft 2, 1940
Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. in Leipzig

Bemerkungen zu Preys Reduktion der Schweremessungen.

Von

A. Prey, Wien.

(Mit 2 Figuren.)

In vielen Arbeiten über die Isostasie wird der nach mir benannten Reduktionsmethode gedacht[1]), deren wesentliche Eigenschaft darin besteht, daß die Massen nicht verschoben werden und die Geoidfläche daher unverändert an jener Stelle bleibt, welche durch die herrschende Massenverteilung bedingt ist. Es scheint mir nun, daß darüber noch manches Mißverständnis herrscht.

Zunächst möchte ich bemerken, daß die Isostasie keine Reduktionsmethode, sondern eine Hypothese über die Massenverteilung ist. Besteht Isostasie, so muß man auch in diesem Sinne reduzieren, besteht sie nicht, so darf man nicht isostatisch reduzieren. Meine Methode kann man nun sowohl auf den isostatischen wie den nichtisostatischen Fall anwenden.

Ist die Anziehung der Masse oberhalb der Geoidfläche auf einen Punkt P der physischen Erdoberfläche $= a$, die Anziehung derselben Masse auf den Punkt P' der Geoidfläche, der in der Lotlinie unter P liegt $= a'$, so ist die Schwere auf dem ungeänderten Geoid:

$$g_0 = g - a - a' + 2\,h/R,$$

welche Formel für den nichtisostatischen Fall gilt. Ist die Anziehung der kompensierenden Massen, die negativ zu nehmen ist, auf den Punkt P und den Punkt P' gleich b und b', so erhalten wir

$$g_0 = g - a - a' - b + b' + 2\,h/R$$

als Schwereformel für den isostatischen Fall. Die vier Größen a, a', b, b' sind bei vollständiger Isostasie den absoluten Beträgen nach wenig verschieden, so daß sich die Schwere in P und P' in beiden Fällen beiläufig um den doppelten Betrag von a unterscheidet. Es ist also gar nicht merkwürdig, wenn nach der Preyschen Reduktion Undulationen des Geoides resultieren, welche anders oder sogar entgegengesetzt sind [illegible] denen, die aus der Freiluftmethode folgen, denn es ist nicht ric[illegible]

[1]) Vgl. W. Heiskanen, Rapport sur l'isostasie. Rapports génér[illegible] Edinbourg 1936.

daß die Freiluftmethode die Massen nicht verschiebt und das Geoid ungeändert läßt, denn schließlich wird der Schwerewert doch so erhalten, als ob die ganze Masse, welche zu Anfang unterhalb des Punktes P war, nach der Reduktion unter dem Punkte P' läge. Es scheint mir somit, als ob die STOKESsche Formel, trotz ihres großen theoretischen Wertes, für das vorliegende Problem vollständig ungeeignet wäre. Entweder man läßt die Masse ungeändert, dann gilt die Formel überhaupt nicht, oder man schiebt die Masse in das Innere des Geoids, dann bestimmt man die Undulationen eines deformierten Geoids. Die einzig einwandfreie Methode scheint mir doch die zu sein, die ich selbst versucht habe, nämlich die Anwendung der Kugelfunktionen, bei stetiger strenger Scheidung zwischen inneren und äußeren Punkten[1]).

Trotzdem sind die Freiluftwerte von außerordentlicher Wichtigkeit und Brauchbarkeit. Denn die von mir (und auch von JEFFREYS auf andere Weise) erhaltene Formel[2])

$$p_n = \frac{g'_n R}{g_0 (n-1)}$$

gestattet, aus der Kugelfunktionenentwicklung der Freiluftwerte $\Sigma g'_n$ sofort die dazugehörigen Glieder p_n der Entwicklung des Geoides zu berechnen. g_0 ist hier eine konstante Normalschwere. Für die merkwürdige Tatsache, daß die Undulationen des unverschobenen Geoides klein ausfallen, obwohl die Schwerestörungen, die nach der PREYschen Methode erhalten werden, groß sind, läßt sich folgender einfacher Grund angeben: Es sei in Fig. 1: M die störende Masse, M' ihre Kompensation; dann ist für den Punkt P des Geoides der Einfluß von M durch PA, der Einfluß von M', der einer Abstoßung entspricht, durch PB gegeben. Die in die Richtung von g fallenden Komponenten summieren sich und geben die große Schwerestörung. Die auf die Lotstörung wirkenden Kräfte aber wirken einander entgegen und lassen nur eine kleine Differenz zurück. Es ändern sich also der Schwerewert sehr stark, die Schwererichtung aber fast nicht. Auch beim Einfluß des Meeres und seiner Kompensation (Fig. 2) fallen die Komponenten PA und PB auf verschiedene Seiten der Normalschwer. Die Lotstörungen bleiben also auch hier klein, in diesem Falle auch die Schwerestörungen. Es sind also in keinem Falle große Undulationen zu erwarten.

Ich habe auf Grund meiner Formel für die Höhen- und Tiefenverhältnisse der Erde die Form des Geoides sowohl für den nicht-

[1]) A. PREY, Zur Frage nach dem isostatischen Massenausgleich in der Erdrinde. Gerl. Beitr. Geophys. **29** und **36**.

isostatischen wir füe den isostatischen Fall gerechnet[1]), immer unter der Annahme, daß keine Massenverschiebung vorgenommen wird. Man erhält im ersten Falle Undulationen im Maximalbetrage von etwa $+1600$ m und -1200 m, während im zweiten Falle $+47$ m und -25 m resultieren, in dem Sinne, daß das Geoid über den Kontinenten gehoben und über den Ozeanen gesenkt ist. Wenn Hirvonen[2]) die entgegengesetzten Undulationen findet, so beziehen sie sich auf ein durch Massenverschiebung deformiertes Geoid, das nirgends existiert.

Endlich sei in diesem Zusammenhange auch noch darauf hingewiesen, daß dem Begriff des Niveausphäroides, das dadurch ent-

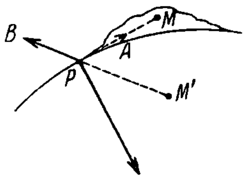

Fig. 1.

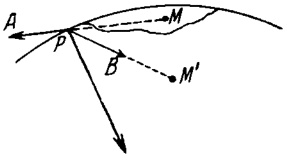

Fig. 2.

steht, daß man in der Entwicklung des Potentiales nach Kugelfunktionen die Glieder dritter und höherer Ordnung wegläßt, so viele Schwierigkeiten anhaften, daß man es besser nicht verwendet. Es ist nämlich nicht richtig, daß man durch diese Teilung den Einfluß der Störungen vollständig abtrennt. Es gibt keine Massen, die kein Trägheitsmoment haben, es bleibt also in den Gliedern zweiter Ordnung das Trägheitsmoment der störenden Massen zurück. Diese sind, obwohl sich dabei sehr vieles kompensiert, doch von der gleichen Größenordnung wie die Abplattung. Selbst wenn man annimmt, daß die Erde vollständig isostatisch gebaut ist, so daß die Summe der störenden Massen eigentlich Null ist, so ist doch ihr Trägheitsmoment nicht Null. Als Normalfläche kann man nur eine solche auffassen, bei welcher alle Massenunregelmäßigkeiten ausgeglichen sind, deren Oberfläche im Sinne der Hydrostatik eine Gleichgewichtsfigur einer rotierenden Flüssigkeit ist und aus der man sich durch Umlagerung der Massen die heutige Erde entstanden denken kann.

---

[1]) l. c.

[2]) R. A. Hirvonen, The continental undulations of the geoid. Veröff. des finnischen geod. Institutes. Nr. 19.