

Werk

Jahr: 1935

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:11

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0011

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0011

LOG Id: LOG_0055

LOG Titel: Über die Bedeutung der Mittelwasserorte als Punkte am Geoid

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

Über die Bedeutung der Mittelwasserorte als Punkte am Geoid

Von R. Schumann, Wien

I. Die Internationale Erdmessung hatte von Anfang an hohen Wert gelegt auf Ausbau und Vervielfältigung von Pegelstationen und auf Ableitung von Mittelwassern. Die ersten drei Sätze eines abschließenden Helmertschen Berichtes, nach eingehenden Verhandlungen erstattet im Oktober 1891 an die Permanente Kommission der I. E., lauten:

„Es ist ein alter Gebrauch, die Höhenlage von Orten der Erdoberfläche im allgemeinen in bezug auf den Meeresspiegel anzugeben. Für die Zwecke der Erdmessung erweist sich dieses Verfahren als geradezu unentbehrlich, weil das Weltmeer das einzige bekannte Mittel ist, um die geodätischen Arbeiten auf den verschiedenen, durch das Meer voneinander getrennten Kontinenten und Inseln auf einen gemeinsamen Horizont zu beziehen. Innerhalb zusammenhängender Landflächen allerdings kann man die gegenseitige Höhenlage von Punkten in der Regel nur durch Nivellements ermitteln; das Ergebnis solcher Messungen erlangt aber erst durch den Anschluß an das Weltmeer eine allgemeinere wissenschaftliche Bedeutung“.

Die nivellierende Tätigkeit des Weltmeeres schafft Folgen von Punkten entlang den Niveaulinien an den Festlandküsten. Es drängt sich der Gedanke auf, diese auf dem Geoid selbst liegenden, infolgedessen ausgezeichneten Punkte des Schwerkräftfeldes auch in horizontalem Sinne gegeneinander geodätisch festzulegen, sodann erst die im Inlande im allgemeinen zu anderen und anderen Niveauflächen gehörigen Vermessungspunkte an jene bevorzugten Punkte anzuschließen. Hervorhebenswert ist, daß Helmert allgemein davon spricht: „*die geodätischen Arbeiten...* auf einen gemeinsamen Horizont zu beziehen“. Im folgenden soll die bisher noch zu wenig beachtete fundamentale Eigenschaft der Mittelwasserorte, zugleich auf dem Geoid wie auf dem Festlande gelegen zu sein, zur Erörterung gestellt werden. Erwähnt sei der Einwand, daß gewissen Untersuchungen nach an den Küsten stellenweise „regionale Eigenheiten“ am Geoid aufscheinen. Messungen an diesen Orten selbst werden weiter aufklären helfen. Außerdem müssen theoretische Einwände, wenn sie praktisch beachtet werden sollen, begleitet sein von genügender konkreter Schätzung ihrer Unsicherheit nach dem, m oder km usw.

Auch sind die Kosten für neue Einrichtungen zu beachten.

II. Die Flächentheorie behandelt unter Scharen von Flächen und Kurven besonders die Gleichgewichtsflächen und die Niveaulinien. Das Weltmeer realisiert — bis auf einige dem — sehr nahe *eine* Gleichgewichtsfläche und an allen

Kontinenten und Inseln deren Uferlinien. Es liegt nahe, zu erwägen, ob nicht diese Gruppe eigentlicher Uferlinien, anschließend Küstenketten, gesondert ausgebildet und ausgenutzt werden sollten für die Erdmessung.

Nimmt man schon die mittlere Fläche des Weltmeeres, schlechthin Geoid genannt, als Ausgangsfläche an, so erscheinen Punkte, an denen das *Mittelwasser* bestimmt wurde, sowohl mathematisch wie physikalisch wichtig; an ihnen sollten Polhöhe, Länge, Azimut, Schwerkraft mit ihren Gradienten, allgemein alle Konstanten des Schwerkraftfeldes bestens ermittelt werden. Diese Orte sollten zweckentsprechend vermehrt, geodätisch, astronomisch und geophysikalisch ausgestattet, auch längs der Uferlinie miteinander geodätisch verbunden werden.

Die Lote in den Mittelwasserorten sind Lote am Geoid. In ihnen ist $h = 0$; die Freiluftreduktion z. B. entfällt. Buchstäblich genommen, logischerweise sind die „Reduktionen auf das Geoid“ in den Mittelwasserorten gleich Null, für sie errechnete „Reduktionen a. d. G.“ hätten einen Charakter ähnlich dem „wahrer Fehler“. Bei exzentrischer Beobachtung werden „Reduktionen auf das Geoid“ nur klein sein, ebenso ihre Unsicherheit. Ob das Geoid in Anbetracht der an den Küsten stellenweise gefundenen Eigenheiten (s. oben) daselbst „regularisiert“ werden soll, bleibt fraglich*), namentlich im Hinblick auf die derzeit noch zu geringe Ausdehnung der Schwerkraftmessungen.

Alle Reduktionen müßten übrigens, weil das Geoid durch das Potential definiert wird, von diesem ausgehen.

Gewiß greift die ständige Brandung die Bauwerke nahe den Ufern mehr oder weniger an; dafür gleicht aber das in-sich bewegliche Meer *fortlaufend* aus, über die ganze Erde hin. Leidet auch eine oder die andere Höhenmarke oder verschwindet sie, so bleibt doch das Mittelwasser. Zur Sicherung oder zur Wiederherstellung dienen, wie üblich, geeignete Nebenfestlegungen.

Am Schlusse des schon erwähnten Helmertschen Berichtes heißt es:

„Denn in der Tat sind die Bewegungen des letzteren (= des Meeresspiegels) in Höhe nur sehr kleine Bruchteile der Hebungen und Senkungen der Landmassen, nämlich von der Ordnung des Verhältnisses der Ausdehnung der Gebiete der Hebungen und Senkungen zum Umfang der Erde. Die Hebungen und Senkungen kleiner Gebiete der Landmassen im Betrage einiger Meter sowie entsprechende Anschwemmungen an den Flußmündungen gehen an dem Meeresspiegel sonach fast spurlos vorüber.“

Zu einer Schätzung diene folgendes Beispiel. Das Weltmeer bedeckt etwa 360 Millionen Quadratkilometer; eine Hebung oder Senkung um 1 mm erfordert

*) J. Kasansky nennt die Frage nach den „Reduktionen auf das Geoid“: die kranke Frage der theoretischen und noch in höherem Grade der praktischen Gravimetrie; siehe Verhandlungen der Baltischen Geodätischen Kommission 1934 in Leningrad und Moskau, II. Teil, S. 426. Der reiche Inhalt dieser Veröffentlichungen konnte beim Abschluß meiner Arbeit nicht mehr genügend beachtet werden.

ein Volumen von 360 km^3 . Eine entsprechende Änderung am Festlande ist wenig wahrscheinlich; andererseits ist eine Höhenänderung des Meeresspiegels, selbst um mehrere Millimeter, kleiner als der mittlere Fehler eines Mittelwassers.

III. Zur Annahme des Meeresspiegels als Ausgangsfläche für die Zählung der Höhen haben namentlich Bouquet de la Grye, Ch. Lallemand, A. Kalmár und Fr. R. Helmert beigetragen, siehe hierüber besonders die Verhandlungen der I. E. und ihrer Permanenten Kommission aus 1886 bis 1891. Um 1890 wurden bekanntlich mehr als 20 gut bekannte europäische Mittelwasser unter der Oberleitung von Helmert durch A. Börsch und Fr. Kühnen an ein Überlandnetz von 48 Nivellementsschleifen angeschlossen; man sollte nunmehr, nach Annahme des Meeresspiegels als Ausgangsfläche, umgekehrt die Folgen der Mittelwasserorte zu selbständigen Uferschleifen zusammenfassen und die Binnenlandnetze anschließen. Bevorzugt erscheinen ausgedehnte *flache* Küstenstriche, ihres engeren Anschlusses an die Geoidfläche wegen; ferner Meeresteile, die Schleifen zu schließen erlauben.

Erwähnt sei die hochinteressante, vom Coast and Geodetic Survey der USA. aufgedeckte Erscheinung, daß die Höhendifferenzen im Sinne: Landesnivellement-Mittelwasser am Atlantik wie am Pazifik auf große Strecken hin bis zu 0.7 m ansteigen. Die Eigenschaft $h = 0$ ist beim einzelnen Mittelwasser, wie schon erwähnt, nur bis auf einige wenige Dezimeter erfüllt infolge angebbarer Ursachen wie: Küstenströme, Windrichtung, benachbarte Flußmündungen, Regenperioden, Schneeschmelze usw.; aber diese Unbestimmtheit, selbst zusammen mit dem mittleren Fehler eines Mittelwassers, gibt keinen ausreichenden Grund gegen die Einführung desselben als Höhennullpunkt. Beispielsweise ist die daraus folgende Unsicherheit in der Schwerkraftsreduktion um eine Größenordnung kleiner als die Verschiedenheit zwischen den Beträgen für die „Reduktionen auf das Geoid“, wie sie sich bekanntlich nach verschiedenen Hypothesen ergeben. Es bleibt für immer ein schwerer Entschluß, Reduktionen von schwankendem Betrage anzubringen an Beobachtungen von hoher innerer Genauigkeit. So kommt Schwerkraftswerten ein mittlerer Fehler von $2\text{—}3 \cdot 10^{-3} \text{ cgs}$ zu, während die Differenzen zwischen verschiedenen „Reduktionen“ bis $70 \cdot 10^{-3} \text{ cgs}$ steigen können, abgesehen vom mittleren Fehler einer einzelnen „Reduktion“. Entsprechendes gilt für gemessene Polhöhen, Azimute und Längen mit ihren mittleren Fehlern von einigen $0.1''$.

Bei den auf verschiedenen Gleichgewichtsflächen gelegenen, binnenländischen Punkten können systematische Diskrepanzen dann entstehen, wenn theoretische Reduktionen fremd sind gegenüber der Natur; es können die Wirkungen vorhandener Massenunregelmäßigkeiten verdeckt, scheinbare vorgetäuscht werden.

Beim Anpassen mathematisch einfacher Flächen (Ellipsoid, Sphäroid) an die Messungen auf Mittelwasserorten sind Abweichungen zu erwarten; der

Wunsch nach „bestem Anschluß“ ist auch hier auf die Form zu bringen: „Quadratsumme der Abweichungen gleich Minimum“^{*)}).

IV. Folgen gut dotierter Mittelwasserorte, an und für sich sehr nahe am Geoid gelegen, sind in mancher Hinsicht wichtiger als isolierte Hauptfestpunkte im Landesinnern, etwa wie Pierre du Niton, Meades Ranch, Rauenberg usw. oder als Laplacesche Punkte auf ihren verschiedenen Niveauflächen.

Die Landesvermessungen dehnen sich erfreulicherweise mehr und mehr aus; sachgemäße Unterteilung in natürliche Gruppen wird ohnedies auch hier notwendig, wenn ihre Gesamtheit überarbeitet werden soll. Auch in dieser Hinsicht erscheint es plausibel, aus den Vermessungen an der Küste eine Sondergruppe zu bilden.

Das Weltmeer verbindet automatisch die Mittelwasser des einen mit denen jedes anderen Ufervolkes; sollte es nach den Vorschlägen von M. Schnauder, D. Lampadarios, P. Gast, A. Berroth gelingen, Erdteile über das Weltmeer hinweg miteinander geodätisch zu verbinden, so kommen in erster Linie Küstketten in Betracht. Zudem sind diese wichtig für die Anschlüsse der auf dem Weltmeere, also nahe dem Geoid erhaltenen Messungen; hier sei nur an die Tatsache erinnert, daß die Genauigkeit der Schweremessung auf dem Meere durch F. A. Vening-Meinesz in der letzten Zeit beträchtlich gesteigert wurde. Gefördert wurde auch die Peilung über See.

Zusammenfassung. Nach meiner Überzeugung sollte in Aussicht genommen werden, folgende Arbeiten Schritt vor Schritt als eigene Gruppe herauszuheben und zu fördern:

1. Messungen für die geodätische Verbindung zahlreicher Mittelwasserorte zwecks besseren „Anschlusses an das Weltmeer“, um mit Helmert zu reden.
2. Messung aller Konstanten des Schwerkraftfeldes daselbst, nebst
3. Theoretischen Rechnungen, gegründet auf das Erdpotential.
4. Peinliche Wertschätzung der Unsicherheit aller Messungen, namentlich auch der unterschiedlichen „Reduktionen auf das Geoid“.

^{*)} Eine eingehendere Erörterung über verschiedene „Reduktionen auf das Geoid“ bei geodätisch-astronomischen Messungen ist zwar nicht am Platze; nur bezüglich der Isostasie sei erwähnt, daß bei genügend lang über Land erstreckten Linien und Ketten die superponierten Einflüsse der Isostasiekomponenten sich ebenfalls kompensieren müssen in den Ergebnissen aus *unreduzierten* Messungen. Bei der Darstellung werden dann aber größere Quadratsummen erhalten, wobei allerdings zu beachten ist, daß „Anomalien“ Naturerscheinungen sein können und nicht mit „Fehlern“ oder „Verbesserungen“ verwechselt werden dürfen.