

## Die mittlere Tiefe der Oceane

und das

Massenverhältniss von Land und Meer.

Von Dr. Otto Krümmel in Göttingen.

---

Die Unzuverlässigkeit der vagen und sehr schwankenden Schätzungen, welche in den Lehrbüchern für die mittlere Tiefe der Oceane gegeben werden, bewog mich vor längerer Zeit, an der Hand des in letzten Jahren so reichlich geflossenen Materials, eine möglichst sorgsame Berechnung der mittleren Beckentiefe der Meeresräume vorzunehmen. Es lagen für den nordatlantischen Ocean eine grosse Zahl von Sondirungen, kartographisch dargestellt von Hermann Berghaus (in Stieler's Handatlas) vor, für die Südsee gleichfalls eine hinreichende Zahl von Messungen, welche Petermann auf einer schönen Tiefenkarte niedergelegt hat, deren leere Räume sich in erwünschter Weise durch die Beobachtungen an den Meerbebenwellen ergänzen lassen. Für den südatlantischen Ocean entwarf ich nach den Messungen zweier englischer Expeditionen (Hydra und Challenger) und der deutschen (S. M. S. Gazelle) selbst eine Tiefenkarte; für den indischen Ocean, sowie für die ostasiatischen Randmeere, den australasiatischen Archipel, das Mittelmeer und die Ostsee benutzte ich die englischen, für die Nordsee die deutschen Admiralitätskarten, welche sämmtlich ein reichhaltiges Material darboten. Für den grössten Theil der Nordpolarräume ergaben die zahlreichen wichtigen Karten in Petermann's »Mittheilungen« erwünschten Aufschluss. Gar kein Material, auch nicht einmal ein Anhalt für Schätzungen, lag vor aus dem antarktischen und einem Theil des nordischen Eismeeres, zusammen für etwa 475.000 Quadratmeilen oder 7% der Gesamtmeeresfläche. Das Resultat meiner Berechnungen kann in Folge dessen nur eine Reihe von Näherungswerthen sein, und als etwas anderes beanspruchen die im Folgenden mitgetheilten Ziffern nicht betrachtet zu werden.

## Dimensionen der Meeresräume.

|                                  | Mittlere Tiefe |           | Areal<br>in<br>Quadratmeilen |
|----------------------------------|----------------|-----------|------------------------------|
|                                  | Faden          | Kilometer |                              |
| 1. Atlantischer Ocean .          | 2013           | 3-681     | 1,394.375                    |
| 2. Indischer Ocean . . .         | 1829           | 3-344     | 1,340.295                    |
| 3. Südsee . . . . .              | 2126           | 3-887     | 2,850.890                    |
| 4. Südliches Eismeer . . . . .   | 1800?          | 3-3?      | 375.000?                     |
| 5. Nördliches Eismeer . . . . .  | 845            | 1-545     | 246.600                      |
| 6. Australasiatischer Archipel . | 487            | 0-891     | 142.700                      |
| 7. Amerikanisches Mittelmeer     | 1001           | 1-832     | 82.710                       |
| 8. Romanisches Mittelmeer . .    | 729            | 1-339     | 52.405                       |
| 9. Baltisches Mittelmeer . . .   | 36             | 0-067     | 7.545                        |
| 10. Rothes Mittelmeer . . . . .  | 243            | 0-444     | 8.075                        |
| 11. Persisches Mittelmeer . . .  | 20             | 0-037     | 4.300                        |
| 12. Die Nördsee . . . . .        | 48             | 0-089     | 9.945                        |
| 13. Der Canal etc. . . . .       | 47             | 0-086     | 3.700                        |
| 14. St. Lorenz-Golf . . . . .    | 160            | 0-290     | 4.775                        |
| 15. Ostchinesisches Meer . . . . | 66             | 0-121     | 22.310                       |
| 16. Japanesisches Meer . . . . . | 1200           | 2-200     | 18.105                       |
| 17. Ochotskisches Meer . . . . . | 830            | 1-515     | 26.130                       |
| 18. Berings-See . . . . .        | 550            | 1-000     | 40.845                       |
| Die 3 offenen Oceane (1—3) . .   | 2026           | 3-705     | 5,585.560                    |
| Die Mittelmeere (5—11) . . . .   | 740            | 1-353     | 544.335                      |
| Die Randmeere (12—18) . . . .    | 386            | 0-706     | 125.810                      |
| Das Weltmeer (1—18) . . . . .    | 1877           | 3-432     | 6,630.705                    |

Es beträgt also die mittlere Tiefe der gesammten Meeresräume ungefähr 1877 *Fathoms* oder 3432 Meter oder 0-4624 geogr. Meilen. Die Details der Berechnung<sup>1)</sup> und Näheres über die in der Tabelle angedeutete neue Eintheilung der Meeresräume sollen andern Orts ausführlicher mitgetheilt werden. Es sei hier nur bemerkt, dass ich die Gesamtmeeresfläche wahrscheinlich um etwa 156.000 Quadratmeilen, also um 2% zu klein gefunden habe — eine Folge der rohen Methode der Arealberechnung, auf welche ich angewiesen war. In den nachfolgenden Berechnungen nehme

<sup>1)</sup> Die Methode hat P e s c h e l in seinen »Neuen Problemen« (S. 78 der 2. Aufl.) angegeben.

ich eine grössere Fläche, nämlich 6,786.000 Quadratmeilen dafür an, welche sich ergibt, wenn man das Areal der fünf Continente (2,454.000 nach H. W a g n e r), vermehrt um das der Polarländer (etwa 21.000 Quadratmeilen), von der Gesamtoberfläche der Erde (9,261.000 Quadratmeilen) abzieht. Wir bleiben also bei dem gegenwärtig geltenden Flächenverhältniss von Land zu Wasser wie 1 : 2·75.

Es liegt nahe, die mittlere Erhebung der Festländer über dem Meeresniveau mit der mittleren Tiefe der Oceane zu vergleichen. Es mangelt aber noch an einem zufriedenstellenden Werthe für die erstere. Die Berechnung H u m b o l d t's (Kleinere Schriften S. 438) auf die wir uns allein beziehen können, muss als gegenwärtig völlig veraltet betrachtet werden. Er hatte erhalten als Mittelhöhen für:

|                        |            |
|------------------------|------------|
| Asien . . . . .        | 350 Meter, |
| Südamerika . . . . .   | 345 »      |
| Nordamerika . . . . .  | 228 »      |
| Ganz Amerika . . . . . | 284 »      |
| Europa . . . . .       | 205 »      |

Für Afrika und Australien hat er vermieden, Mittelzahlen auszuwerthen; doch glaubte er die für Europa, Asien und Amerika allein gefundenen Ziffern benutzen zu dürfen, um darnach eine annähernde Mittel'erhebung sämmtlicher Continente über den Meeresspiegel zu berechnen. Er fand sie zu

$$c_1 = 308 \text{ Meter.}$$

Seitdem haben sich wohl die Höhenmessungen in allen Ländern beträchtlich vermehrt, aber der Versuch Humboldt's hat bisher nur für Europa Nachahmung gefunden. Die Berechnungen von Gustav L e i p o l d t, mit musterhafter Sorgfalt und strenger Methode ausgeführt, ergaben jedoch einen von dem Humboldt'schen stark abweichenden Werth; Leipoldt fand nämlich die Mittelhöhe Europas zu 296·84 oder rund 300 Meter. Humboldt's Ziffer ist also um 0·44 zu klein. Setzen wir den Fall, Humboldt habe sich auch bei den anderen Continenten um die gleiche Quote geirrt, so würden wir nach Verbesserung dieses Fehlers erhalten:

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| Europa . . . . .  | 300 Meter |
| Asien . . . . .   | 500 »     |
| Amerika . . . . . | 330 »     |

Geben wir nun Afrika dieselbe Höhe wie Asien, Australien aber eine Mittelhöhe von 250 Meter, so würden wir als mittlere Erhebung aller Festländer über der Meeresoberfläche erhalten:

$$c = 420 \text{ m} = 0.0566 \text{ Meilen.}$$

Also darnach als Volum aller Festländer über dem Meeresniveau:

$$C = 140.086 \text{ Cubikmeilen.}$$

Dagegen erhalten wir als Inhalt der Meeresräume, deren Fläche zu 6,786.000 Quadratmeilen, und Tiefe zu  $t = 0.4624$  gesetzt den Werth:

$$O = 3,138.000 \text{ Cubikmeilen.}$$

Während sich also die Continentalfläche verhält zur Meeresfläche wie 1:2.75, verhalten sich die Volumina beider wie 1:22.4. Man könnte also die Continente, soweit sie über dem Meeresspiegel liegen, 22.4 mal in die Meeresbecken hineinschütten.

Die Continente aber sind, nach Humboldt's Ausdruck, gewaltige Plateaux, die vom Meeresboden aufsteigen. Die unsichtbaren Festländer ruhen also auf mächtigen Sockeln, deren Höhe gleich ist der Mitteltiefe der Meere. Die Gesammt'erhebung dieser Festlandmassive oder Erdfesten beträgt also

$$t + c = 0.519 \text{ Meilen} = 3.852 \text{ Km.}$$

Das Volum der Erdfesten also:

$$V = 1,284.500 \text{ Cubikmeilen.}$$

Es könnten also die Festlandsmassive (gerechnet vom Niveau des Meeresbodens an) in den Meeresbecken nur 2.443 mal untergebracht werden.

Was wir bisher verglichen haben, waren nur die Räume des Meeres und Festlandes; wollen wir auch die Massen beider vergleichen, so müssen wir die Volumina mit den entsprechenden specifischen Gewichten multipliciren.

Bei  $0^{\circ}\text{C}$  und einem Salzgehalte von 3.5%, ist das specifische Gewicht des Meerwassers = 1.02946, und es ändert sich nach der von J. H a n n gegebenen Formel:

$$s = 1.02946 - 0.000006(6.7 + t)t + 0.0077(p - 3.5)$$

wobei  $s$  das specifische Gewicht,  $t$  die Temperatur nach der hunderttheiligen Scala und  $p$  den Salzgehalt in Procenten bedeutet. Wir nehmen für unsere Rechnung den Salzgehalt der gesammten

Meeresräume zu 3·5% an, da kein Grund vorliegt, von diesem Mittelwerthe abzuweichen. Die mittlere Temperatur der Meeresgewässer aber haben wir nach 10 Temperaturprofilen, entworfen nach den Messungen der Challenger-Expedition, zu 3·8° C. gefunden. Setzen wir diese Werthe in die obige Formel ein, so erhalten wir  $s = 1·02922$ . Daraus ergibt sich als Masse der Meeresräume, wenn wir mit  $P$  das Gewicht einer Cubikmeile reinen Wassers bei 0° C bezeichnen:

$$M_0 = 3,229.700 P.$$

Dem gegenüber finden wir als Masse der Erdfesten, deren specifisches Gewicht nach der allgemeinen Annahme gleich 2·5 gesetzt,

$$M_v = 3,211.310 P, \text{ also}$$

$$M_0 - M_v = 18.390.$$

Es zeigen sich also die Massen der Erdfesten (vom Meeresboden ab gerechnet) und des Meeres nahezu gleich; wir brauchen das specifische Gewicht des Festlandes nur von 2·5 auf 2·51432 zu erhöhen, um das Gleichgewicht beider Massen völlig herzustellen.

Die Massen, die sich hier gegenübergestellt werden, sind so gewaltige, dass die Fehler in unseren Mittelwerthen am Gesamtergebnisse wenig ändern. Setzen wir beispielsweise als Mittelhöhe der Festländer über dem Meeresspiegel den älteren Humboldt'schen Werth ein,  $c_1 = 0·0415$  Meilen, so würden wir erhalten:

$$C_1 = 1,027.300 \text{ Cubikmeilen}$$

$$V_1 = 1,247.120 \quad \text{„}$$

$$M_{v_1} = 3,117.880 \quad P.$$

$$M_0 - M_{v_1} = 111.820 \quad \text{„}$$

Wir müssen, um  $M_0 = M_{v_1}$  zu machen, das specif. Gewicht des Festlands immer nur auf 2·5897 erhöhen — was innerhalb der bisherigen Schätzungen bleibt, welche von 2·5 bis 2·6 schwanken.

Nehmen wir ferner versuchsweise an, die von uns gefundene (wahrscheinlich um 2% zu kleine) Meerestfläche (6,630.705 Quadratmeilen) wäre die richtige, so würden wir darnach erhalten:

$$O_1 = 3,066.260 \text{ Cubikmeilen}$$

$$M_{o_1} = 3,155.850 \quad P.$$

$$M_{o_1} - M_v = - 55.460 \quad \text{„}$$

$$M_{o_1} - M_{v_1} = 37.970 \quad \text{„}$$

Um  $M_{o_1} = M_v$  zu machen, müsste das specifische Gewicht des Festlands = 2·4557, und um  $M_{o_1} = M_{v_1}$  zu machen, = 2·5043 werden.

Man sieht, wie wenig etwaige Fehler in den von uns zu Grunde gelegten Arealen oder Höhenziffern im Stande sind, das Gesamtergebnis zu beeinflussen. Wir dürfen somit aussprechen, dass es mehr als wahrscheinlich ist, dass Gleichgewicht herrscht zwischen der irdischen Meeresdecke und den Erdfesten. Wir unterlassen mit Vorbedacht, über die Ursachen dieses Gleichgewichts Speculationen anzustellen; wir wissen nicht, ob und warum es nothwendig so ist. Hier mag es gestattet sein, noch auf eine Schlussfolgerung geologischer Natur hinzuweisen. Es wird vielfach angenommen, dass in zurückliegenden Weltaltern das Areal der Landflächen beträchtlich kleiner gewesen sei als heute. Wenn nun das Gleichgewicht der Land- und Wassermassen sich nicht nur als ein momentan und zufällig, sondern nothwendig und dauernd herrschendes Gesetz erweisen sollte, so müsste damals das specifische Gewicht der Festlandmassive ein entsprechend höheres gewesen sein als heute: eine Schlussfolgerung, welche wirklich in der Thatsache Bestätigung finden würde, dass die älteren Gesteine auch immer die specifisch schwereren sind.

---

### Nachtrag zum Jahresberichte des Präsidenten.

Von bedeutenderen geographischen Publicationen, welche im Laufe des Jahres 1878 von Mitgliedern unserer Gesellschaft herausgegeben wurden, sind auf pag. 23 des Jahresberichtes die beiden Arbeiten:

**Armenien.** Ein Bild seiner Natur und seiner Bewohner. Im Anhang Anatolische Fragmente. Jena, Costenoble 1878.

**Bosnien.** Das Land und seine Bewohner. Geschichtlich-geographisch, ethnographisch und social-politisch geschildert. Mit 8 Original-Illustrationen und einer kolorirten Uebersichtskarte. Wien, 1878. L. C. Zamarski.

von Amand Freiherrn von Schweiger-Lerchenfeld eines unserer thätigsten Mitglieder durch ein unliebsames Versehen ausgeblieben.

Die Redaction.

---