

Areal und mittlere Erhebung der Landflächen, sowie der Erdkruste nach H. Wagner.

Von Dr. K. Pencker, Wien.

Unter sehr eingehender kritischer Untersuchung aller bisherigen Berechnungen der mittleren Erhebungsverhältnisse der Erdoberfläche, besonders derjenigen durch Heiderich (in ähnlicher Weise, wie er im Jahre 1883 in der »Wiener statist. Monatsschrift« VIII Strelbitzky's »Superficie de l'Europe« einer kritischen Beleuchtung unterzogen hatte), kommt H. Wagner (in der »Beiträgen zur Geophysik, II. Bd., Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlags-handlung, [E. Koch] 1895), zu folgenden hier auf das Wesentlichste zusammenge-drängten Resultaten:

Areal und mittlere Höhe der Erdtheile (diese im Sinne Penck's in weiteren morphologischen Grenzen gefasst, d. h. je mit Hinzurechnung der auf dem zugehörigen Theile des Continentalsockels aufruhenden Inseln):

	Fläche in <i>km²</i>	%	Mittlere Höhe in <i>m</i>	Die zuletzt als gültig'angesehene u. in Berghaus Physik-Atlas u. anderwärts bereits graphisch fixirten mittleren Höhen:
Europa	10.006.000	6.9	300	375
Asien	44,181.000	30.6	950	920
Afrika	29.822 000	20.7	650	602
Australien	8.898.000	6.2	300	470
Nordamerika . . .	24 056 000	16.6	700	830
Südamerika . . .	17,783.000	12.3	650	760
Oceanische Inseln	84	—	—	
Polargebiete . . .	(9.619)	6.7	—	
Landfläche (Land-				
block)	144.500.000	100	700 (4200)	
Meeresfläche (Wasser-				
block)	365.500.000	—	3500 (mittlere Tiefe des Weltmeeres).	

Die Unterschiede dieser auf dem neuen Wege gewonnenen Zahlen gegenüber früher ermittelten sind zum Theil recht beträchtlich, wie schon aus obigem Beispiel hervorgeht.

Da Wagner für die Mittelhöhe der Landfläche wie für die Mittel-tiefe des Weltmeeres einen mittleren Fehler von 5% annimmt, so erwiese sich die von Tillo mit 693 *m* (Supan 680 *m*) berechnete mittlere Höhe als Minimal-werth, die nach Penck bestimmte von 724 *m* (Heiderich 744 *m*) als Maximal-werth, bzw. die Mittel-tiefe der Oceane, wie sie Heiderich mit 3438 *m* berechnete, als Minimalwerth, die Supan-Penck'sche — seit 5 Jahren als gültig angesehen — mit 3650 *m* als Maximalwerth.

Die neue Ziffer für die Mitteltiefe des Weltmeeres stützt sich im Wesentlichen auf die sorgfältigen Berechnungen von Karstens.

Der mittlere verticale Abstand zwischen der Landoberfläche und dem Meeresboden, d. i. $3500 + 700 = 4200\text{ m}$ ist die Höhe des »Landblockes« (wie Wagner diesen Begriff neu bezeichnet), der sich also auf einer Grundfläche von $144.500.000\text{ km}^2$ erhebt. Neben diesem besteht der »Wasserblock« mit 3500 m Höhe auf einer Basis von $365.500.000\text{ km}^2$.

Mit der Aufstellung der neuen Zifferwerthe für diesen Theil der Erhebungsverhältnisse der Erdoberfläche bringt Wagner zugleich die allgemeinen Gesetze zu Fall, welche man auf Grund einiger vordem als gültig angesehener Zahlenwerthe aufgestellt hatte. So »verhalten sich« nach jenen nicht mehr — wie Romieux meinte — »die Grundflächen von Land- und Wasserblock wie die Quadratwurzeln aus den entsprechenden mittleren Höhen« — was übrigens auch schon Heiderich 1891 nachgewiesen; — (hätte dieses Gesetz Geltung, so müssten die Océane im Mittel um volle 1000 m tiefer sein!) Es kann ferner auch das von Krümmel gefundene »Gleichgewicht zwischen Land- und Wassermassen« (»Morphologie der Meeresräume« 1879, S. 107 — nur dann bestehen, wenn die mittlere Dichte des Landblockes nicht — wie man jetzt annimmt — 2.5 , sondern höchstens etwa 2.2 betrüge. »Der Satz, dass sich die Volumina von Land- und Wasserblock umgekehrt wie ihre specifischen Gewichte verhalten, kann also zur Zeit nicht als erwiesen gelten.«

»Das mittlere Krustenniveau« ist die mathematische Fläche, welche diejenigen Partien der gesammten Erdkruste scheidet, die abgetragen werden und in die unterhalb jener Fläche noch verbliebenen Hohlräume gefüllt werden müssten, um die feste Erdrinde vollständig auszuglätten (die oceanische Wassermasse der Erde wird also dabei zunächst vom Volumen der Erde ausgeschieden gedacht). Man erhält den Zifferwerth für das mittlere Krustenniveau, indem man den Rauminhalt des Landblockes über dem Niveau der mittleren Meerestiefe gleichmässig ausbreitet. Diese Masse würde sich dann rund 1200 Meter über jenem Niveau erheben ($607.000.000\text{ km}^3$; $510.000.000\text{ km}^3$), also noch 2300 m ($3500 - 1200\text{ m}$) unter dem wirklichen Meeresspiegel bleiben. Das mittlere Krusten-Niveau beträgt also — 2300 m . Der mittlere Radius der festen Erdkugel würde dann nicht 6370.3 km , sondern nur 6368 km betragen

Zieht man nun jetzt die Masse des Weltmeeres (= Volumen des Wasserblockes) heran und lässt sie die ausgeglättete feste Erdkugel überströmen, so würde die Dicke (oder Höhe) dieser Wasserschichte rund 250 m ($1279.000.000\text{ km}^3$; $510.000.000\text{ km}^3$) betragen, den jetzigen Meeresspiegel also um 200 m ($250 - 2300$) überragen. »Das Mittelniveau der aus starrer Erdrinde und flüssiger Hülle zusammengesetzten physischen Erdoberfläche ist also 200 m «.

Die 200 m -Isohypke unserer besseren Kartenwerke erhält also hiermit eine — der 200 m -Isobathe analoge — allgemein-morphologische Bedeutung.

Die von Wagner wohl mit relativ unvollkommenem Materiale — wie es nun einmal heute noch vorliegt — aber streng methodisch bestimmte »mittlere Krustenhöhe«, die vorher wesentlich zu hoch, beziehungsweise zu tief unter dem Meeresspiegel veranschlagt war (von H. R. Mill mit — 2560 , von Penck mit — 2435 m) ist gewissermassen als das Niveau des O-Punktes der Massenvertheilung auf der Erdoberfläche zu betrachten.

Sie hat seit J. Murray (1886) in allmählich sich präzisirender Fassung innerhalb der rein morphologischen Betrachtungsweise der Erdoberfläche unvermerkt der Scheidelinie zwischen den uralten Gegensätzen von Landoberfläche und Meeresboden den Vorrang abgewonnen. Indem man das Uebergangsgebiet von Landoberfläche zur Tiefsee (Murray's »Transitional-Area«) mit der Landoberfläche zu einem morphologischen Hauptbegriffe zusammenschweisste, trat die Trennungslinie zwischen Uebergangsgebiet und Tiefsee — eben die, welche das mittlere Krusten-Niveau markirt — in ihr neues Recht und nun stehen sich als die morphologischen Hauptbegriffe auf der Erdoberfläche der »Continentalblock« (Penck's) — der also vom »Landblock« (Wagner's) wohl zu unterscheiden ist! — und der alle Theile der festen Erdkruste oberhalb — 2300m umfasst und die »abyssischen« oder »Tiefseeregionen« — das sind die Regionen der Erdoberfläche unterhalb — 2300m gegenüber. Die Theilung ist durchaus keine rein schematische. denn es fällt in der That — wie Penck gezeigt hat — der Continentalblock in seiner Flächenausdehnung im Wesentlichen mit dem reellen Sockel zusammen, auf welchem sich Continente und Inseln erheben.

Nach Wagner's Messungen beträgt die Grundfläche des Continentalblocks, also die Fläche oberhalb der Isobathen von 2300 m, 221,000.000km²; und von diesen entfallen auf

das trockene bekannte Land	185,400.000	»
die Mittelmeere (incl. arktischem Meer)	31,600.000	»
die Randmeere (incl. d. Korallensee bis an die Salomons-Inseln)	12,000.000	»
die Grenzgewässer jenseits der Mittel- und Randmeere bis zur Isobathe von 2300 m	20,000.000 (rund)	
die antarktische Polarkalotte	20,000.000	»

Die mittlere Höhe des Continentalblocks (der ja natürlich als auf dem Niveau von — 2300 m aufsitzend, niedriger und auch kleiner sein muss, als der auf dem Niveau von — 3500 m basirende »Landblock«) beträgt 2500 m, aufruhend auf einer Grundfläche von 221,000.000 km². Mit dieser neuen Bestimmung der Masse des Continentalblocks fällt auch ein weiterer von Romieux aufgestellter Satz, dass sich nämlich »Wasser- und Landflächen wie das Volumen des Continentalblocks zum Meeres-Volumen verhalten solle; ebenso verliert auch das von Romieux für wahrscheinlich gehaltene Gleichgewicht zwischen Continentalblock und Weltmeer an Boden. Das mittlere spezifische Gewicht des Continentalblocks müsste dann statt 2.5 sein: 2.38.

Mit der Aufstellung aller dieser morphometrischen Hauptbegriffe hatte sich eine Eintheilung der vertikalen Dimensionen der Erdrinde in einzelne Erhebungsstufen ergeben. Man ist indes hierin bis jetzt noch zu keiner Einigung gelangt; G. K. Gilbert nimmt eine Zweitheilung, Murray, Mill und Penck nehmen eine Dreitheilung vor; und nun findet Wagner im Hinblick auf die — von Penck in die Morphometrie eingeführte — hypsographische Curve, welche er (Wagner) auf Grund seiner Zifferwerthe von der Erdkruste neu entworfen hat — eine Eintheilung in fünf einzelne Erhebungsstufen für richtiger. Bei Acceptirung der letzteren ist es wohl aber selbstverständlich, dass man sie den beiden Hauptgegensätzen innerhalb der Erhebungsverhältnisse der Erdrinde, nachdem man sie nun schon als solche, und mit Recht, hingestellt hat, in

ersichtlicher Form subsumirt: dem Continentalblock und den Tiefsee-Regionen. Innerhalb dieser Zweitheilung ordnen sich Wagner's fünf Erhebungsstufen der Erdrinde mit ihren zugehörigen morphometrischen Werthen folgendermassen ein:

Continental-Region:		Fläche		Mittlere
		Mill. km ²	%	Höhe m
Culminationsgebiet d. Erdrinde (Gebiet über				
+ 1000 m	31	221	28.3	43.3
Continentaltafel (+ 1000 bis - 200 m)	144			
Continental-Abhang (- 200 bis - 2300 m)	46			
(arktische Stufe Penck's)				
Tiefsee-Region:				
(Abyssische Region Penck's)				
Tiefseetafel (- 2300 bis - 5000 m)	274	289	53.7	56.7
Depressionsgebiet (Gebiet unter - 5000 m)	15			
Summa	510	100		

Von den vier Grenzflächen zwischen den Erhebungsstufen sind nur die 200 m- und die 2300 m-Isobathe — soweit dies der provisorische Charakter der ganzen Rechnung zulässt — gesicherte Zifferwerte. Die Grenzfläche der 5000 m-Isobathe — obgleich als Linie eines Gefällswechsels im Sinne der 200 m-Isobathe gedacht, ist als Zifferwerth bei der ganz besonderen Spärlichkeit des Materiales, aus dem er gewonnen, schon wesentlich unsicherer als jene. Der 1000 m-Isophyse aber als Grenzhöhe dürfte lediglich nur der Werth einer runden, leicht zu merkenden Zahl beizumessen sein. Dem Referenten schiene es hier — nach Analogie der Gewinnung der Grenzfläche von - 2300 m richtiger, die Mittelhöhe der Landflächen, also + 700 m hierfür zu wählen; oder vielleicht wäre es noch besser, die 500 m-Linie als untere Grenze des Culminationsgebietes anzusetzen. Sie ist nämlich nach den Untersuchungen Penck's (Morphologie I, S. 136), und nach jeder besseren Schichtenkarte (deren es allerdings nicht viele gibt!), die obere Grenze aller größeren meerangrenzenden Ebenen der Landoberfläche, bezeichnet also thatsächlich: den Gebirgsfuß der Erde. —

Zum Schlusse mögen auch an dieser für ein grösseres Publicum bestimmten Stelle alle von Wagner in seiner bedeutsamen Studie neu berechneten Werthe — soweit sie in Obigem erläutert sind — übersichtlich zusammengestellt werden.

1. Flächenwerthe:

- a) Areal der Landflächen der Erde 144.5 Mill. km² = 28.3%
- b) Areal (Grundfläche) des Continentalblocks . . . 221 „ „ = 43.3%
- c) Areal der Meeresflächen der Erde 365.5 „ „ = 71.7%

Verhältniss von Land- zu Wasserflächen = 1:2.54.

2. Schichtendicke (mittlere Höhen):

- a) Mittlere Höhe der Landerhebungen + 200 m
- b) Mittlere Tiefe des Weltmeeres - 3500 m
- c) Mittlere Dicke des Landblocks 4200 m
- d) Mittlere Dicke des Continentalblocks 2500 m

3. Volumina:

- a) Landhöhen (144.5 · 0.7) 101 Mill. km³

b)	Continentalblock (221 . 2·5)	553 Mill. <i>km</i> ³
c)	Landblock (144·5 . 4'2)	607 » »
d)	Wasserblock (365·5 . 3·5)	1279 » »
4. Niveau's, bezogen auf den Wasserspiegel:		
a)	Mittleres Niveau der Landhöhen	+ 700 <i>m</i>
b)	Mittleres Niveau der physischen (starren und flüssigen) Oberfläche	+ 200 <i>m</i>
e)	Niveau des über seine Grundfläche ausgeglätteten Continental- blocks	+ 200 <i>m</i>
d)	Meeresspiegel	0
e)	Mittleres Niveau der starren Erdkruste (= mittleres Krusten- Niveau)	— 2300 <i>m</i>
f)	Mittleres Niveau des Meereshodens	— 3500 <i>m</i>

Alle diese Werthe können, wie Wagner wiederholt betont, bei der Lückenhaftigkeit des vorhandenen Materials, nur als »rohe, erste Annäherungen an die wahren Verhältnisse des Erdoberflächen-Reliefs« gelten, er beansprucht indes für sie als für abgerundete, aber rechnerisch in Zusammenhang stehende Mittelwerthe provisorischen Werth vor anderen, indem sie seiner Darstellung zufolge im Gegensatz zu wesentlichen Theilen der früheren Berechnungen durchweg auf streng methodischem, alle Rechenfehler durch sorgfältige Controlrechnungen ausschliessendem Wege gewonnen wurden.
