

Das Verhältniß des Land- und Wasser-Areales auf der Erdoberfläche.

Von Professor Dr. **Albrecht Penck.**

Durch die Erkennung der Kugelgestalt der Erde wurden die bis dahin als unendlich gedachten Fluthen des Oceans räumlich begrenzt, und es erwuchs die Aufgabe, Wasser- und Landfläche ziffermässig mit einander zu vergleichen. Allein so alt auch die Aufgabe ist, so spät konnte erst deren Lösung beginnen. Es mussten wenigstens einigermaßen die Conturen der festen Länder bekannt sein, ehe irgend welche Meinung zu äussern gestattet war, und dies geschah durch die Entdeckungsfahrten der neueren Zeit.

Es ist bekannt, dass dieselben auf einen aus dem Alterthume überlieferten Irrthume beruben, wonach die Entfernung Indiens in westlicher Richtung bedeutend unterschätzt wurde; dazu gesellt sich die zweite irrthümliche Annahme, dass die Landoberfläche grösser als die Wasseroberfläche sein müsse. Columbus ¹⁾ nahm mit seinen Zeitgenossen, einer Stelle des Buches Esra folgend (Buch IV, C. 6, V. 42), an, dass $\frac{6}{7}$ der Erdoberfläche dem Lande, und nur $\frac{1}{7}$ dem Wasser angehöre. Aber selbst seine Entdeckungsfahrten und die von Magelhães trugen nur wenig zur Klärung der Frage bei. Die Geographen und Kosmographen des 16. Jahrhunderts, verwöhnt durch die schnelle Auffindung neuer Länder, neigten, trotzdem dass ihnen die Breite des Atlantischen und Pacificischen Oceans bekannt war, fast durchwegs zur Ansicht, dass die Wasserfläche weit kleiner als die des Landes sei, weil man in den noch nicht bekannten Theilen der Erde, namentlich in den Polarregionen, noch sehr bedeutende Landmassen muthmasste oder bereits für entdeckt hielt. So findet Riccioli, ²⁾ alle unbekanntten Regionen zum Lande zählend, dass sich dessen Fläche zu der des Meeres wie 400 : 250 verhält, und der jüngere Buache bemerkt, weil man täglich mehr Land entdeckte, dass noch sehr viel zu ent-

¹⁾ Vergl. hierüber Emil Wisotzki: „Die Vertheilung von Wasser und Land auf der Erdoberfläche“ Königsberg i. Pr. 1879.

²⁾ Geographiae et Hydrographiae reformatae libri XII. 1661. Cap. VII.
Mitth. d. k. k. Geogr. Ges. 1896. 4. 13

decken sei, woraus sich ergeben würde, dass die Landoberfläche grösser, als die des Meeres wäre.³⁾

Es ist nicht zu verkennen, dass diese Vorstellung einer überwiegenden Landfläche auf der Erde im Wesentlichen von teleologischen Gründen getragen war, indem angenommen wurde, es hätte sich der Schöpfer einer Zweckwidrigkeit schuldig gemacht, wenn er das Gegentheil, geschaffen hätte, insofern das Feste vorzugsweise der Wohnort belebter Wesen sei⁴⁾ und die Andersgläubigen werden Schwachköpfe und Anhänger einer tollen Idee genannt.⁵⁾

Neben dieser Anschauung entwickelte sich frühzeitig aber auch eine andere, welche wenigstens einigermaßen theoretisch genannt werden konnte. Mehrere Geographen, voran Gerhard Mercator, nahmen an, dass auf der Erdoberfläche Gleichgewicht zwischen Wasser und Land vorhanden sei, und da auf der nördlichen Hemisphäre wirklich Wasser und Land gleichgrosse Flächen bedecken, so erhielt die Meinung, dass auf der Südhemisphäre die grossen Oeane durch unbekannte Länder balancirt würden, eine namhafte Stütze. Varenius⁶⁾ schloss sich dieser theoretisirenden, etwas Richtiges ahnenden Anschauung an, während andere Geographen, wie Wisotzki in seiner anregenden Schrift zeigte, sich von teleologischen und theoretischen Anschauungen frei machten, und durch Bestimmung des Verhältnisses von Wasser und Land auf der bereits bekannten Erdoberfläche ein allgemeineres Resultat herzuleiten suchten. Es zeigten Sir Jonas Moore 1681, Halley 1693 und Dr. Long 1740, dass die bekannte Wasserfläche grösser als die bekannte des Landes sei; Letzterer fand sogar, dass sie dreimal grösser sei. Unterdessen wurden die Entdeckungsfahrten mehr und mehr ausgedehnt, Abel Tasmans wichtige Fahrt engte die Grenzen eines unbekanntes Australandes sehr ein, und Antonius a Leeuwenhoek 1722, sowie Struyk schreiben darnach dem Meere eine doppelt so grosse Oberfläche als dem Lande zu. Aber erst Cook's grosse Reisen machten der Terra australis auf den Karten und in den Köpfen völlig ein Ende und bedingten einen neuen Impuls, sich der Frage nach der Vertheilung von Wasser und Land zuzuwenden.

³⁾ Géographie élémentaire. Paris 1772. Vol. I, p. 71.

⁴⁾ Columbus; citirt bei Wisotzki, a. a. O. S. 7.

⁵⁾ Wisotzki a. a. O.

⁶⁾ Geographia generalis. Cap. XVIII. Praep. I.

Joh. Elert Bode⁷⁾ war der Erste, welcher mit Kenntnis von Cook's Fahrten eine Arealberechnung der Erde anstellte. Er findet:

	□ Meilen
Europa	171.834
Asia	641.093
Afrika	531.638
Amerika	572.110
Neu-Holland	143.000
Summa Land	2,059.675
Unbekanntes Areal . . .	1,000.000
„ Meer	6,222.385
Erdoberfläche	9,282.060

also ein Verhältnis von Land zu Wasser — wenn von den unbekanntenen Regionen abgesehen wird — von 1 : 3, nachdem bereits Becchetti⁸⁾ ausgesprochen hatte, dass die bekannten Länder nur ein Viertel der Erdoberfläche einnehmen, von welcher aber die Terra australis noch unbekannte Areale umfasse.

Somit war eine äusserst wichtige Frage der Erdkunde ihrer Lösung näher gebracht, und es ist interessant zu sehen, wie nunmehr in dem nach langem Irren gefundenen Ergebnisse eine teleologisch wichtige Thatsache erblickt wird. Gaspari⁹⁾ und später Heinrich Berghaus¹⁰⁾ erkennen darin, dass die Wasseroberfläche viel grösser als die Landoberfläche ist, die Weisheit des Schöpfers, welcher die Meere so gross schuf, dass die Luft sich reichlich mit Wasserdunst beladen kann, welchen sie dann in Gestalt der Niederschläge dem Lande spendet, und der grosse Oceanograph Maury¹¹⁾ betet die Weisheit Gottes an, „welche Alles, Land, Wasser und Wüste, in das genaueste Gleichgewicht zu setzen wusste“, d. h. in ein gegenseitiges Verhältnis brachte, welches dem ausgezeichneten Nautiker als sehr praktisch vorkam.

Die von Bode berechneten Zahlen werden anfangs dieses Jahrhunderts öfters angegeben, bis dann neuere Arealbestimmun-

7) Anleitung zur allgemeinen Kenntnis der Erdkugel. 1786.

8) Teoria generale della terra. 1782. Lex. X.

9) Lehrbuch der Erdbeschreibung 1799, p. 55, Anm.

10) Allgemeine Länderkunde 1837, Bd. I, S. 405.

11) Die physische Geographie des Meeres. Deutsch von Boettger. Leipzig 1856 S. 58.

gen des Festen und Flüssigen ausgeführt wurden. Rigaud ¹²⁾ in Oxford ermittelte 1838 deren Verhältnis genauer zu 1:2,76, welche Zahl von Humboldt und Ritter verbreitet wurde; Engelhardt ¹³⁾ bestimmte dasselbe 1853 zu 1:2,827, und Dove ¹⁴⁾ 1862 zu 1:2,76; 1870 veröffentlichte darauf Hermann Wagner ¹⁵⁾ seine wichtigen Tabellen über die Dimensionen des Erdsphäroids, durch welche die Arealberechnungen sehr erleichtert werden. Wagner selbst hat diese Aufgabe für die Landmassen ausgeführt. Auf Grund derselben bestimmte er das Verhältnis zwischen Land- und Wasseroberfläche zu 1:2,765. ¹⁶⁾ Krümmel unterzog sich der schwierigen Arbeit, die Areale der Meere auszumessen; er fand das Verhältnis Land zu Wasser = 1:2,75. ¹⁷⁾ Derselbe Geograph hat seitdem seine Zahlen über den Flächeninhalt der Meere zu verbessern vermocht, und ist zu einem Ergebnisse gekommen, welches sich dem Wagner'schen fast genau ergänzt. ¹⁸⁾ so dass die neuerdings auch wieder von Wagner bestimmte Zahl von 1:2,76 als die wahrscheinlichste für das Verhältnis von Land- und Wasserfläche angegeben wird. ¹⁹⁾

Allein wie ausserordentliche Mühe auch für die Herleitung dieser Verhältniszahl aufgewandt wurde, so kann dieselbe doch nur wenig befriedigen, denn die Berechnung derselben schliesst einen Irrthum in sich ein, welcher kaum geringer ist, als derjenige, welchen die älteren Geographen begingen, als sie den ganzen unbekanntem Theil der Erdoberfläche als Land ansahen. Sowohl von Hermann Wagner als auch von Krümmel sind die unbetretenen Räume der Erde zur Wasserfläche gerechnet worden. Diese gänzlich unbekanntem Theile der Erdoberfläche umfassen aber keinen geringen Procentsatz der gesammten. Wie weit auch die Polarfahrer im Norden vorgedrungen sind, so ist noch eine Fläche von 6 $\frac{1}{3}$ Millionen □ Kilometer, also fast von der Grösse Australiens, welche von keiner Expedition berührt wurde, und in der Umgebung des

¹²⁾ On the relative quantities of land and water on the surface of the terraqueous globe. Transact. Cambr. Philos. Soc. vol. VI. 1838. p. 289—300.

¹³⁾ Der Flächenraum der einzelnen Staaten in Europa und der übrigen Länder der Erde. Berlin 1833.

¹⁴⁾ Ueber die Verhältnisse des Festen und des Flüssigen auf der Erdoberfläche. Zeitschr. f. Erdkunde. Berlin NF. Bd. XII. 1862. p. 111—118.

¹⁵⁾ Geogr. Jahrb. Bd. III. 1870. S. 587.

¹⁶⁾ Guthe's Lehrbuch der Geographie. 1877. S. 28.

¹⁷⁾ Morphologie der Meeresräume. S. 101.

¹⁸⁾ Zeitschr. für wissensch. Geogr. Bd. II. 1881. S. 73.

¹⁹⁾ Guthe's Lehrb. der Geogr. 5. Aufl. Bd. I. S. 50.

Südpols ist ein Areal von $16\frac{1}{2}$ Millionen □ Kilom. noch unbetreten, also eine Fläche, weit grösser als Europa. In beiden Polargebieten sind noch Gebiete beinahe von der Grösse Afrikas zu durchforschen. Solch' ausgedehnte Areale dürfen nicht ohne weiters zum Meere geschlagen werden, sie müssen aus der Rechnung eliminiert werden, d. h. es muss die von Krümmel für das Weltmeer gefundene Zahl von 374,057.912 □ Kilom. um ca. 22,800.000 □ Kilom. gemindert werden. Darnach erhält man 351,257.912 □ Kilom. als wasserbedeckte Fläche, welcher 136.055.371 □ Kilom. Landfläche gegenüberstehen. Land und Wasser verhalten sich darnach wie 1 : 2,58. Je nachdem nun die unbekanntes Gebiete als Wasser oder als Land betrachtet werden, ergeben sich die Verhältnisse 1 : 2,76 oder 1 : 2,21, zwischen welchen das wahre Resultat liegen muss. Also in noch sehr weiten Grenzen bewegt sich die heutige Kenntnis von dem Verhältnisse von Land- zu Wasserfläche, welches als Fundament aller Geographie zu gelten hat, und dringend erheischt diese Unsicherheit, die Erforschung der unbekanntes Erdräume, namentlich die der Polarregionen, nicht ruhen zu lassen.

Aber selbst der Quotient von 1 : 2,58, welcher durch Ausmessung der unbekanntes Theile der Erdoberfläche gewonnen ist, hat nur angenäherten, keineswegs absoluten Werth. Die Küstenvermessungen, auf welchen allein Angaben über Land- und Wasserflächen basirt werden können, sind noch nicht überall beendet worden.²⁰⁾ Nur in Europa sind sie abgeschlossen, aber dennoch ist damit nur ein annähernder, keineswegs absolut genauer Umriss der Küsten erkannt. Wie wenig genau gelegentlich die Seekarten dieses bestvermessenen Erdtheiles dessen Contouren angeben, lehrt der Umstand, dass durch die portugiesische Landesaufnahme der Verlauf der Küstenlinie im Mittel sich um 7—10 Kilom. gegen die Seekarten verschoben hat,²¹⁾ wodurch natürlich dem Lande ein ganz anderer Flächenraum wird. Von Afrika ist nur die Nordküste aufgenommen, West- und Ostküste sind nur streckenweise bekannt. Asiens Süd- und Ostküsten sind zum Theile sehr genau vermessen, während die ganze Nordküste des Continentes nur annähernd richtig gezeichnet werden kann. Brachte doch allein die Vega-Expedition für Nordasien ganz neue Contouren, welche von den früher bekannten sich im Mittel um 50 Kilometer entfernen.²²⁾

²⁰⁾ v. Bogulawski, Ozeanographie. S. 41, 42.

²¹⁾ Vergl. Vogel's Karte in Petermann's Mittheilungen 1871. Tafel 17.

²²⁾ Taf. 2. Petermann's Mittheilungen 1879.

Amerika ist verhältnismässig genau bekannt, obwohl noch manche Küstenstrecken Südamerikas eingehenderer Vermessungen bedürfen. Die Nordküste jedoch, gleich der Asiens, ist nur in den grossen Zügen ihres Verlaufes festgestellt worden. Von Australiens Küstenlinie erübrigen nur noch geringe Strecken einer genauen Vermessung. Nach alledem kann wohl gesagt werden, dass höchstens $\frac{2}{3}$ der gesammten, an 200.000 Kilom. betragenden Küstenlänge der Festländer mit Sicherheit bekannt ist, also rund 140.000 Kilom. während 60.000 Kilom. noch der näheren Erforschung harren.

Wenn nun selbst, wie erwähnt, die Lage genau bekannter Küstenlinien gelegentlich eine Unsicherheit im Betrage von mehreren Kilometern erkennen lässt, so liegt auf der Hand, dass die Lage nur oberflächlich gekannter Gestade noch in viel weiteren Grenzen schwankt. Es darf nicht vergessen werden, dass Ortsbestimmungen zur See nur höchstens bis auf 1' Genauigkeit gemacht werden, und dass demnach die Fixpunkte der nur annähernd gekannten Küsten mindestens um diesen Betrag, 1,8 Kilom., unsicher sind. Grössere Unsicherheit kommt noch den dazwischen gelegenen Strecken zu, und es ist wohl kaum zu viel gesagt, wenn behauptet wird, dass deren Lage nur auf 10 Kilom. Genauigkeit angegeben werden kann. Das würde heissen, dass allein durch eine genauere Küstenvermessung die Areale der Festländer um den Betrag von 600.000 □ Kilom. geändert werden könnten, das sind 0,5% der Gesamtfläche des Landes; das Verhältnis von Wasser und Land schwankt darnach zwischen 1 : 2,57 und 1 : 2,60, und es erhellt, dass der wahrscheinlichste Werth desselben 1 : 2,58 bereits in der ersten Decimale unsicher ist.

Eine weitere Ungenauigkeit dieses das Verhältnis von Land- und Wasserfläche darstellenden Werthes erhellt aus der Unsicherheit über die Dimensionen des Erdkörpers. Keineswegs gleichgiltig nämlich für obiges Verhältnis ist nämlich, ob die Maasse eines Bessel'schen Ellipsoides mit der Abplattung 1 : 299, oder eines solchen von Clarke 1 : 294, oder eines von Listing 1 : 288 den Rechnungen zu Grunde gelegt wird, denn ein jedes von denselben ergibt andere Areale, namentlich für die den Polen benachbarten Gebiete, während sie für die Aequatorial-Region nahezu dieselben Werthe herleiten lassen. Land und Wasser sind nicht symmetrisch zum Aequator gelagert und jede Neuberechnung der Dimensionen des Erdkörpers wird eine Aenderung im Verhältnis von Land- und Wasserfläche nach sich ziehen.

Nun ist aber die geometrische Erdoberfläche nicht die eines Rotations-Ellipsoides, sondern ist eine Fläche eigener Art, ein Geoid, das sich theils über das mittlere inhaltsreiche Sphäroid erhebt, theils in dasselbe eingesenkt ist. Die eingesenkten Theile werden grösstentheils durch die Meeresflächen repräsentirt, die erhabenen hingegen durch die Landmassen. Die Arealbestimmungen der Erdoberfläche werden auf dem idealen Rotations-Ellipsoid vorgenommen, welches durchaus nicht, weder im Ganzen, noch im Einzelnen, dieselbe Oberfläche wie das Geoid besitzt. Namentlich ist von vornherein klar, dass die über das Sphäroid erhabenen Partien des Geoids eine grössere Oberfläche besitzen, als die entsprechenden, darunter gelegenen Theile des Sphäroids, und umgekehrt wird es sich mit den eingesenkten Theilen verhalten. Die eingesenkten Theile des Geoids entsprechen aber den Wasserflächen, die erhabenen den Landflächen; es werden durch das planimetrische Verfahren, durch Messen auf dem Sphäroid, zu grosse Wasserflächen und zu kleine Landflächen gefunden. Andererseits ist nicht zu verkennen, dass vermöge der allenthalben am Rande der Festländer stattfindenden allgemeinen Lothablenkung, wie Herr Dr. Eduard Brückner in einer besonderen Veröffentlichung darlegen wird, der Durchmesser der Continente in allen Richtungen namhaft (ca. 2') zu gross erscheint, weswegen die planimetrisch ermittelten Festland-Areale gleichfalls zu grosse sind; hiedurch wird obige Fehlerquelle allerdings mehr oder weniger compensirt. Um wieviel allerdings durch diese beiden Thatsachen das gegenseitige Verhältnis von Wasser und Land beeinflussen, lässt sich nicht schätzen. Interessant aber erscheint, dass die Ermittlung desselben die schwierigsten geodätischen Probleme berührt.

So ist denn die bisher angenommene Zahl für das Verhältnis von Wasser und Land in jeglicher Hinsicht unsicher, und es ist einigermassen beschämend, dass seit Anfang dieses Jahrhunderts kaum eine nennenswerthe Präcision des einschlägigen Ausdruckes erreicht worden ist. Zwar sind lang gedehnte Küstenstrecken aufgenommen worden, aber immer noch existiren durchaus unbekannte Areale in sehr namhafter Ausdehnung fort, und mehr als irgend welche andere Darlegungen fordert die Thatsache, dass ein Theil der Erdoberfläche beinahe von der Grösse Afrikas noch gänzlich der Erschliessung harret, auf, der Polarforschung vor Allem auch in antarktischen Regionen nachhaltend Aufmerksamkeit zu schenken. Dann erst wird es möglich sein, das Verhältnis von

Wasser und Land auf der Erdoberfläche in engeren Grenzen ziffermässig auszudrücken. Aber gerade dieses Verhältnis ist für die theoretische Erdkunde von allerhöchster Bedeutung. Nicht nur gibt ein Ueberblick über die einzelnen Entwicklungsphasen, welche seine Herleitung erfahren hat, die interessantesten Einblicke in die Geschichte der Erdkunde, und jedwelche bezügliche Zahl ist geradezu der Ausdruck des Gesamtwissens von der Erde zu irgend welcher Zeit, sondern vor Allem kann erst durch eine positive Ermittlung der Festland- und Meeresflächen erkannt werden, ob wirklich zwischen beiden eine gesetzmässige Beziehung besteht, wie so oft ausgesprochen wird.

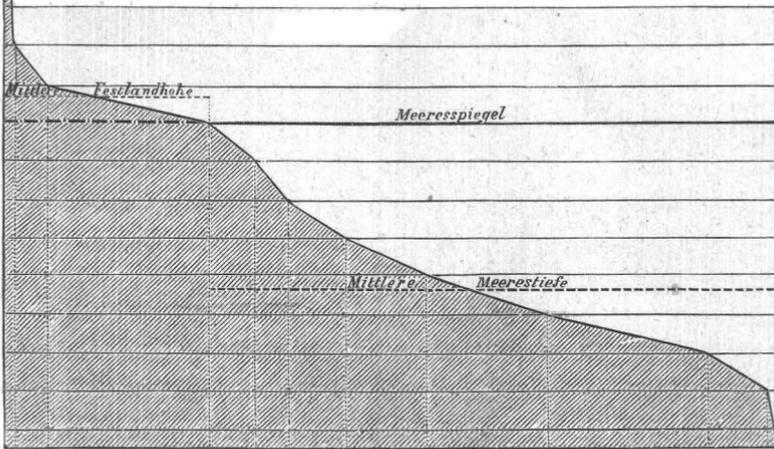
Es soll nicht Aufgabe sein, hier die einschlägigen Hypothesen anzudeuten, und die Aufmerksamkeit möge nur auf zwei Punkte gelenkt werden. Der erste davon ist, dass gegenwärtig, wie es scheint, Meeres- und Festlandräume ziemlich scharf von einander getrennt sind, und dass die einen wirklich die sehr tief, die anderen die hochgelegenen Theile der Erdkruste darstellen, welche nicht durch Uebergänge mit einander verbunden sind, sondern jäh aneinanderstossen. Unter solchen Umständen würden die Grenzen von Wasser und Land als Hauptstructurlinien der Erdoberfläche aufzufassen sein und das gegenseitige Verhältnis der beiden ersteren auch morphologische Bedeutung erhalten.

Diese wichtige Thatsache geht aus den Berechnungen der einzelnen Höhenzonen der Erde hervor, welche de Lapparent vorgenommen hat. Derselbe fand, dass die einzelnen Höhenstufen der Erdoberfläche verschiedene Areale einnehmen. Aus seinen diesbezüglichen Angaben ²⁹⁾ lassen sich folgende Zahlen herleiten:

Ueber 2000 Meter hoch liegen 1,3% der Erdoberfläche			
1000—2000	"	"	4,2% " "
0—1000	"	"	20,6% " "
0—1000	"	tief	5,9% " "
1000—2000	"	"	4,4% " "
2000—3000	"	"	7,4% " "
3000—4000	"	"	10,4% " "
4000—5000	"	"	15,5% " "
5000—6000	"	"	21,4% " "
6000—7000	"	"	7,4% " "
über 7000	"	"	1,5% " "
			100,0

²⁹⁾ Traité de géologie. Paris 1883. p. 62, 63. 2. Aufl. p. 66, 67.

d. h. von den eilf unterschiedenen Höhenstufen absorbiren zwei zusammen 40% der ganzen Erdoberfläche. Die eine umfasst die Tiefen zwischen 5000 und 6000 Meter, die anderen die Höhen von 0—1000 Meter; die erstere umfasst die mittleren Festlandshöhen, die letztere die Meerestiefen, und zwischen beiden zeigt die Erdkruste einen beträchtlichen Steilabfall.



Man kann sich denselben versinnbildlichen, indem man aus obigen Daten, wie in vorstehender Zeichnung, eine Curve derart construirt, dass man die gefundenen Procentzahlen auf der Abscissenaxe, die gefundenen Tiefen auf der Ordinatenaxe abträgt; die so gewonnene Curve zeigt zwischen 0—3000 Meter Tiefe einen steilen Abfall: das ist der Steilabfall der Continente, darüber ein sanftes Ansteigen, das sind die mittleren Landhöhen, darunter ein sanftes Abfallen der Meerestiefen.

Wenn also aber Festlands- und Meeresräume streng von einander geschieden sind, so sind auch ihre Oberflächen wirklich in der Structur des Erdballes vorgezeichnete Areale und bedeutungsvoll erscheint das gegenseitige Verhältnis beider. Man hat bemerkt, dass ein Gleichgewichtsverhältnis zwischen Wasser und Land insofern herrsche, als das Meer so vielmal grösser als das Land sei, wie letzteres schwerer als das Wasser ist. In der That schwankt das specifische Gewicht der meisten Gesteine zwischen 2 und 3, also innerhalb jenen Grenzen, in welchen sich das Verhältnis von Land- und Wasseroberfläche der Erde bewegt. Krümmel²⁴⁾ vertiefte

²⁴⁾ Morphologie der Meeresräume. Leipzig 1879. S. 109.

diese Ansicht dahin, dass er von einem Gleichgewichte zwischen den Massen des Meeres und des Erdfesten sprach, das heisst, er wies nach, dass das Gewicht der über die mittlere Meerestiefe aufragenden Festlandmassen gleich dem des gesammten Meeres sei. Thatsächlich aber geht eines aus dem anderen hervor, da die Meeresfläche im Vergleiche zur Landfläche eine sehr grosse ist und die mittlere Meerestiefe unwesentlich kleiner als die Landhöhen über dem Meeresgrunde sind.

Folgende Rechnung begründet dies:

Landfläche	= 1,	Meeresfläche	= 2,76	nach Hermann Wagner.
Landhöhe über der mittleren Meerestiefe		Mittlere Meerestiefe		
		= 4900 Mtr.	= 4250 Mtr.	beides nach de Lapparent.
Volumen der Erdfesten zu dem der Meeresräume			= 4900 : 2,76 . 4250	
			= 1 : 2,3.	

Es ergibt sich ein Verhältniss der Volumina, welches innerhalb der Fehlergrenzen des Flächenverhältnisses liegt, und zu keinem andern Resultate gelangt man, wenn man andere Zahlenwerthe für Land- und Wasserflächen und die Höhen und Tiefen einsetzt.

Die erwähnte Curve macht aber noch eine andere, sehr wesentliche Thatsache ersichtlich. Zeigt sie zwar, wie Festland- und Meeresräume geschieden sind, so lässt sie auch erkennen, nach welcher Richtung hin sich gegenwärtig die Grenzen von Wasser und Land am leichtesten verschieben könnten. Ein Sinken des Meeresspiegels um 1000 Meter würde das Land um 30% seines Areales vergrössern, aber ein Anschwellen des Meeres um denselben Betrag würde die Landoberfläche um 8% verkleinern. Es kann das Meer viel leichter auf Kosten des Landes, als dieses auf Kosten von jenem wachsen. Damit ist aber ein geologisch höchwichtiges Ergebnis gewonnen; denn darüber, dass in den älteren geologischen Perioden die Vertheilung von Wasser und Land eine andere war, als gegenwärtig, kann kein Zweifel herrschen, und dies würdigten schon die Geographen des vorigen Jahrhunderts, wobei sie allerdings meist, so wie es heute noch geschieht, der Anschauung huldigten, dass die Meere immer kleiner geworden seien. Auch hierin erblickte eine teleologische Anschauungsweise den Ausdruck höherer Weisheit. Torbern Bergmann schrieb: ²⁵⁾ „Es war der

²⁵⁾ Physische Beschreibung der Erdkugel. 3. Aufl. d. deutsch. Uebersetz. 1791. S. 203.

Weisheit des Schöpfers nicht gemäss, im Anfang so viel Land zu machen, als man nun findet. Wozu sollte es dienen, da es nur mit wüsten Wäldern und unvernünftigen Thieren angefüllt war? Wer ist so einfältig, etwas zu verfertigen, das erst nach vielen tausend Jahren gebraucht werden soll? Sollte die Einrichtung nicht weiser sein, dass das Land nach Massgabe der Bedürfnisse der Einwohner von selbst anwächst, da alle Dinge in ihrer Ordnung und zu ihrer Zeit hervorgebracht werden?“

Die Geologie allerdings kann jene Anschauung, welche so gut in den Schöpfungsplan zu passen schien, nicht mehr theilen. Es drängt sich durch neuere Untersuchungen mehr und mehr das Ergebnis auf, dass Wasser und Land in früheren Perioden sehr schwankende Grenzen besessen haben. Es lassen sich Spuren grosser Meeresbedeckungen nachweisen, und erst kürzlich hat M. Neumayr die Ausdehnung einer solchen festgestellt. Derartige, namhafte Theile der Landflächen überfluthende Meere nannte Ed. Suess Transgressionen, und es stellt sich mehr und mehr heraus, dass verschiedene Transgressions-Perioden zu unterscheiden sind. Andererseits aber finden sich gewichtige Andeutungen dafür, dass zu gewissen Zeiten wiederum das Land grösser war, als gegenwärtig; es alterniren, wie es scheint, die Transgressions-Perioden mit solchen grosser Festlandausdehnung, und zwar bedeuten die letzteren meist den Schluss geologischer Zeiträume.

Wenige Andeutungen mögen auf die Gründe hiefür hinweisen. Gegen Schluss des paläozoischen Zeitalters, während der jüngeren Steinkohlenperiode, macht sich allenthalben und zwar zum ersten Male in der geologischen Chronologie, die Existenz sehr ausgedehnter Landmassen geltend, und in der nachfolgenden Periode der Dyas scheint das Land bereits mindestens seinen heutigen Umfang erhalten zu haben, denn keine Stelle der Landoberfläche ist bisher mit Sicherheit bekannt, welche während der ganzen Dyasperiode unter das Meer getaucht war. Aehnliches wiederholt sich am Schlusse des mesozoischen Zeitalters; es beginnt die känozoische Aera mit einer Festlandperiode, und erst von einer einzigen Stelle, in der libyschen Wüste, liess sich nachweisen, dass sie seit Schluss der Kreideperiode bis in die Tertiärperiode hinein submers gewesen ist.

Was von jenen Grenzzeiten aufeinander folgender Aeren zu behaupten ist, gilt auch für jene einzelner Perioden; darauf weist die geologisch wohl bekannte Thatsache hin, dass sich so selten

Formationen finden, in welchen zwei geologische Systeme in einander übergehen. Es erscheinen die Hauptabschnitte der geologischen Zeitrechnung als Landperioden, und das ist insoferne begreiflich, als die geologische Chronologie ihre Zeiträume durch Ablagerungen entstanden in Meeren charakterisirt.

Wenn sich nun also Transgressions- und Festlandsperioden unterscheiden lassen, so liegt nahe, zu fragen, worauf sich dieselben zurückführen. Die Antwort dürfte aus der obigen Curve und dem in derselben ausgesprochenen Satz erhellen, dass das Meer leicht auf Kosten des Landes wachsen kann. Wird einmal nämlich zugestanden, dass die Meeresräume tief gelegene, die Continente erhabene Schollen der Erdkruste bilden, so ist beiden wahrscheinlich auch eine differente Bewegung zuzuschreiben. Es können sich die Landpfleiler heben oder senken und zugleich kann der Meeresgrund sich vertiefen oder erhöhen. Es kann bei solchen differenten Bewegungen zu folgenden beiden Ergebnissen kommen: es kann der Unterschied der mittleren Festlandhöhen und der mittleren Meerestiefen, welcher gegenwärtig 4900 Meter beträgt, sich vergrößern oder verkleinern; wird er grösser, so ziehen sich die Meere in die eingesunkenen Tiefen zurück und das Land nimmt an Umfang zu, während andererseits, wenn der Höhenunterschied kleiner wird, das Meer aus seinen Ufern heraus auf das Festland gedrängt wird. Nehme der Höhenunterschied zwischen beiden um 1000 Meter zu, so wird gegenwärtig das Land, wie angedeutet, um 30% grösser. mindert sich aber der Unterschied um denselben Betrag, so wird das Land um 80% kleiner.

Die Erwägung wirft Licht auf die Transgressions- und Festlandperioden; die ersteren lassen sich als Zeiten auffassen, in welchen die Höhenunterschiede der Festland- und Meeresschollen geringer waren als heute, während andererseits die Festlandperioden solche sind, in welchen dieser Höhenunterschied gesteigert erscheint. In den ersteren Perioden sind die Festlandsöckel grösstentheils überfluthet, in den letzteren erheben sie sich in ihrer ganzen Ausdehnung über den Ocean. Letzteres ist gegenwärtig nahezu der Fall. Das Meeresniveau liegt in der Höhe der Kante der Festlandplateaus und überfluthet dieselbe nur um ein Weniges, wie aus den Tiefenverhältnissen der Meere hervorgeht, denn nur geringe Theile derselben, ungefähr diejenigen, welche unter 100 Faden tief sind, können als randliche Festlandüber-

fluthungen angesehen werden, als gegenwärtige Transgressionen.

Allerdings möchte scheinen, als ob die heute an den Küsten sich abspielenden Prozesse dieser Anschauungsweise widersprüchen, denn da scheint sich das Land zu senken, während es dort in Hebung begriffen entgegentritt, so dass sich kaum behaupten liesse, ob das Land oder das Meer sich ausdehne. Allein man möge allen diesen örtlich spielenden Vorgängen kein zu grosses Gewicht beilegen und sich an die Erwägung halten, dass durch locale Ereignisse das Gesamtphänomen manchmal förmlich umgekehrt werden kann. An jenen Küsten, welche sich zu den Tiefen des Meeres herabsenken, wird selbst in einer allgemeinen Continentalperiode ein Anwachsen des Meeres auf Kosten des Landes stattfinden, während umgekehrt in Transgressionsperioden ein durch locale Prozesse sich hebender Küstenstreifen einen Landgewinn versinnbildlichen kann. Oertliche Hebungs- und Senkungsprozesse einzelner Landschollen werden die Gesamttendenz, welche der Verschiebung der Küstenlinie einer bestimmten Periode innewohnt, verschleiern, und nur aus der Summe aller einzelnen Vorgänge wird sich entnehmen lassen, ob in der Gegenwart Transgressionen des Meeres oder Emersionen des Landes wirklich von Statten gehen.

Nach diesen Darlegungen kann das jetzige Verhältnis von Wasser- und Landfläche nicht als eine constante Grösse angesehen werden, und das gegenwärtig existirende Gleichgewicht zwischen Masse der Festlandpfeiler und Meeresmasse dürfte zufällig sein. Dagegen ist die Thatsache, dass Meeres- und Landflächen variabel sind, als eine biologisch äusserst wichtige zu betonen, denn Land und Wasser werden von verschiedenen Organismen bewohnt, eine jede Aenderung der Grenzen beider Elemente muss daher nothwendigerweise die Wohnplätze sämtlicher Landbewohner erweitern oder beschränken. Gerade aber die Grösse des Wohnplatzes ist entwicklungsgeschichtlich bedeutungsvoll. Vergrössert sich das Land, so können sich dessen Thiere und Pflanzen ausbreiten und neue Gebiete einnehmen, wobei sie leicht Veränderungen erleiden können, während andererseits dann, wenn das Land an Grösse verliert, Thier- und Pflanzenwelt in gleichem Masse zusammengedrängt werden, und dies muss nothwendigerweise zur Folge haben, dass schwache Formen gegenüber stärker organisirten im Kampfe um die kostbar gewordene Wohnfläche erliegen. Es be-

deutet das Anwachsen der Landfläche eine reiche Entfaltung der Landbewohner, jede Reduction der ersteren auch eine solche in der Entwicklung der letzteren. Es lässt sich geradezu aussprechen, dass sich Thier- und Pflanzenwelt proportional der Grösse des Festlandes entfalten. Diese letztere aber ist, wie zu zeigen versucht wurde, variabel, sie steht in keinem constanten Verhältnisse zu jener der Wasserfläche. Dem entsprechend muss aber auch das organische Leben der Erdoberfläche variiren. Zeiten reicher Entfaltung müssen wechseln mit solchen, in welchen eher ein Erlöschen als ein Fortbilden von Formen stattfindet.

Was sich also theoretisch herleiten lässt, ist wirklich der Fall gewesen. Es wechseln Glanzperioden des organischen Lebens mit solchen des sichtlichen Verfalles desselben; nicht gleichmässig und stetig entwickelte sich die Thier- und Pflanzenwelt, sondern intermittirend, bald rascher, bald langsamer. Auch dies ist eine geologisch wohlbekannte Thatsache; die geologische Chronologie hat dieselbe längst gewürdigt und gliedert nach den Hauptentwicklungsphasen des organischen Lebens ihre Zeiträume. Die so gewonnenen Abschnitte laufen aber merkwürdigerweise parallel mit den auf anderem Wege, durch das Studium der Schichtfolgen, erhaltenen. Es bedeutet die erste Landperiode der Erdoberfläche, welche in der Steinkohlenperiode stattfand, jenen ausserordentlichen Aufschwung der Pflanzenwelt, von welchem die Steinkohlenlager zeugen, und nachdem die älteren Pflanzengeschlechter, die Kryptogamen und Gymnospermen, durch das ganze mesozoische Zeitalter geherrscht hatten, entfalten sich die Laubhölzer erst dann in glänzender Weise, als bei Beginn der Tertiärperiode das Land wieder einmal grossen Umfang erhalten hatte. Nicht anders ist es mit den Thieren; es verdrängen die Säugethiere erst dann die Amphibien und Reptilien, nachdem bei Beginn der känozoischen Aera ihnen das gross gewordene Land den nöthigen Raum zur kräftigen Entfaltung gegeben hatte. Das jeweilig auf der Erdoberfläche herrschende Verhältniss von Wasser und Land bestimmt gleichsam die Intensität des organischen Lebens, und jetzt erst kann richtig gewürdigt werden, welch' hohe Bedeutung der unscheinbaren Verhältnisszahl beider zukommt; sie gibt gleichsam einen Massstab für die Entfaltung der Thier- und Pflanzenwelt.

Umsomehr ist aber die Unsicherheit über die wahre Grösse dieser Zahl zu beklagen und um so lebhafter wird der Wunsch, dass durch baldige Forschungsreisen diese beträchtliche Lücke geo-

graphischer Kenntniss ausgeglichen werden möchte. In den Südpolarregionen liegt die Lösung auch dieses Problems, wie jenes anderen, welches Licht über die Entwicklung des organischen Lebens breitet, nämlich das der grossen, von den Polen ausgehenden klimatischen Aenderungen. Möchte daher die Antarktis recht bald der Schauplatz muthigen Wettkampfes der Entdeckungsfahrten werden, möchte dieser weisse Fleck recht bald von den Karten verschwinden.

Dann wird es an der Zeit sein, nicht blos mit scheinbarer, sondern mit wirklicher Genauigkeit das gegenseitige Verhältnis von Wasser und Land anzugeben, und es kann begonnen werden, zu untersuchen, nach welcher Richtung sich dasselbe ändert. Befreit von der Anschauung, dass dieses Verhältnis ein besonders glückliches, eigens für den Menschen geschaffenes sei, wird man dann seine Bedeutung für die Entwicklung des gesammten organischen Lebens würdigen, und man wird dann vielleicht von Neuem die Weisheit der Weltordnung rühmen, welche gerade im fortwährenden Wechsel der Vertheilung von Wasser und Land einen Motor für die Entwicklung des organischen Lebens schuf.

Zur Hydrographie des oberen Wêbi.

(Mit 1 Kartenskizze. Tafel IV.)

Von Prof. Dr. **Philipp Paulitschke**.

Auf dem ausgedehnten Territorium der Somäl-Halbinsel hat die Geographie zwei wichtige hydrographische Probleme zu lösen: das des Wêbi und jenes des Dschubb oder Dschúbba. An der Lösung beider arbeiten seit Jahren vornehmlich im Quell- und Mündungsgebiete der Ströme fleissige Kräfte, ohne dass es indessen der Forschung bislang gelungen wäre, sei es durch Autopsie der Reisenden, sei es durch scharfsinnige Kritik zu entscheiden, in welcher Art sich die reichen, vom abessinischen Massiv und dessen Ausläufern gegen SE. niederströmenden Wassermassen, zu den die Meeresküste erreichenden zwei grossen Flussadern gruppiren. Was die Hydrographie des Dschúbba betrifft, so passt auf dieselbe noch immer das Wort Capit. Cecchi's: „Complicata e misteriosa“. Dagegen verbreiten neuere Forschungen über den Flusslauf des Wêbi ein eigenthümlich vortheilhaftes Licht.