

6. Ueber das Alter einiger Theile der (süd-amerikanischen) Anden.

III. (Schluss)

Von Herrn CARL OCHSENIUS in Marburg.

Mit dem Satze: „Der Bericht über die erwarteten Blattabdrücke von Potosí wird besser den Händen eines unserer gewiegten Phytopaläontologen anzuvertrauen sein, als den meinigen“ beendete ich den Aufsatz II über das Alter einiger Andentheile im Jahrgang 1887. p. 301 ff. dieser Zeitschrift. Der Bericht ist zwar längst fertig erschienen, die aus ihm zwinglich zu ziehenden Folgerungen haben aber erst kürzlich noch eine so charakteristische Bestätigung erhalten, dass ich schon aus diesem Grunde nicht bedauere, mit dem Schluss meiner kleinen Arbeit bis heute gezögert zu haben.

H. ENGELHARDT in Dresden hat die Potosíner Abdrücke bestimmt und ihre Beschreibung in Abh. 4 der Ges. Isis dort veröffentlicht.

Ich entnehme derselben nur folgende Notizen.

„Die Pflanzenreste befinden sich, recht wohl erhalten, in einem grauen, bisweilen durch vegetabilischen Detritus schwärzlich gefärbten, sehr feinkörnigen Sandstein, der unter der Loupe stellenweise winzige Glimmerblättchen erkennen lässt. Sie sind in dem nach N. einfallenden schiefrigen Theile des Cerro de Potosí in einer Höhe von 4100—4200 m, also etwa 300—400 m unterhalb des Gipfels gefunden worden und entsprechen den Blättern solcher recenten Arten, die zur Zeit das tropische Amerika bewohnen. Daraus geht hervor, dass die Pflanzen, von denen sie herrühren, nicht in so bedeutender Erhebung über dem Meeresspiegel gewachsen sein können, sondern dass nach ihrer Einbettung ein Aufsteigen des Gebietes stattgefunden haben muss.

Es sind: *Myrica banksioides* ENGELN., der europäisch tertiären *M. banksiae folia* UNG. sehr nahe stehend. (Andere *Myrica*-arten kommen jetzt noch in Jamaika, Carolina, am Cap und in Nepal vor).

Cassia ligustrinoides ENGELH. identisch mit *C. ligustrina* L. aus Westindien und Cayenne.

Cassia chrysocarpioides ENGELH., dieselbe wie *C. chrysocarpa* DESV., *C. chrysostriche* COLLAD., die im tropischen Brasilien und in Guyana wächst.

Cassia cristoides ENGELH. entspricht der *C. crista* JACQ., *C. biflora* L., noch vorkommend in Central-Amerika, Westindien und Nordbrasilien.

Sweetia tertiaria ENGELH., harmonirend nach allen Richtungen hin mit der noch im tropischen Brasilien einheimischen *S. elegans* BENTH., *Leptotobium elegans* VOG.

Ausserdem *Phyllites Franckeii* ENGELH., den Blättchen von *Cassia dentata* VOG. sehr ähnlich*.

Soweit ENGELHARDT über die Potosiner Blattabdrücke in seiner ausführlichen Abhandlung.

Derselbe hat nun auch die recht schwierige Bearbeitung der von mir in den 60er Jahren, namentlich bei Coronel in Chile (37^o S. Br.) und weiter südlich gesammelten, zahlreichen tertiären Pflanzenreste beendet. Ein Bericht über den Vortrag, den der genannte am 12. December v. J. in der „Isis“ hielt, besagt (auszugsweise) etwa Folgendes.

Unsere Kenntniss über die Tertiärgebilde Südamerika's reicht trotz deren grossen Verbreitung doch kaum über das anfängliche hinaus, besonders was die damalige Flora betrifft.

Wohl habe WOLF in tertiären Schieferthonen Ecuadors Dikotyledonen-Abdrücke gefundenen, die noch nicht bearbeitet seien, aber bekannt seien bis jetzt nur die paar Potosiner Blätter und die der Veröffentlichung entgegen gehenden chilenischen. Das sei alles, wogegen man über die vorweltliche Flora von Nordamerika doch weitaus besser unterrichtet sei. Die chilenischen Petrefacten bestehen aus Blättern und Früchten, die grösstentheils eine so überraschende Uebereinstimmung mit solchen von Pflanzen des tropischen Süd- und Mittelamerika's zeigen, dass man nicht unhin kann, die tertiären Gewächse mit diesen wenigstens als nächstverwandt zu bezeichnen, bezw. sie als Voreltern der jetzigen zu betrachten.

Sie deuten fast durchgängig auf ein feucht-tropisches Klima hin, das in das heutige kühlere allem Anschein nach durch die Erhebung der Anden verwandelt worden.

Jetzt findet man dieselben Arten nicht mehr auf der Westseite der Cordilleren, sondern nur nördlich und östlich davon, in Brasilien, Perú u. s. w. Sie müssen also fortgewandert sein dahin, wo mehr Wärme und Feuchtigkeit vorhanden war. Eine Weiterwanderung nach Norden auf der Insel, die sich in langsamem

Tempo zu den Anden erhob, ward umsomehr begünstigt, als jene dort die gleichen klimatischen Verhältnisse trafen, die früher im Süden geherrscht hatten. Als sie später auf den bedeutenden Höhen aussterben mussten, blieben sie in den tiefen und warmen Thälern und an den Ostabhängen der Cordilleren bestehen, durch welche bereits damals die Gewässer in die Tiefen strömten, ihre Früchte dorthin mitnehmend. Das erweist sich durch ihre vorzugsweise Verbreitung längs der Flüsse auf dem heutigen Festlande. Die Ueberführung zu den mittelamerikanischen Inseln übernehmen die bekannten Meeresströmungen.

Es geht aus allem hervor, dass nicht nur die chilenischen Tertiärpflanzen, sondern auch die bolivianischen — Potosí liegt unter 19° 21' S. Br. — zur Auswanderung nach Norden und Osten in wärmere Tiefen gezwungen worden sind, und das kann doch nicht anders als vermittels der Hebung der Anden gedeutet werden. Und langsam muss diese gewesen sein; denn Pflanzen brauchen mehr Zeit zum Ausziehen als Thiere.

„Wir müssen warten auf mehr Licht“, ruft LE CONTE aus in seinem Aufsatz über Hebung der Cordilleren und Senkung des Grossen Oceans.

Allmählig scheint es zu dämmern. Wenn z. B. BALL in No. 910 der Nature, p. 529, die Vermuthung ausspricht, dass die Vorfahren der brasilianischen Flora und zum Theil auch diejenigen der in den Anden auftretenden Pflanzenwelt zuerst in den alten, hohen Gebirgsketten von Brasilien vorhanden gewesen seien, so wissen wir jetzt, umgekehrt aus den Untersuchungen ENGELHARDT'S, dass wenigstens ein Theil jener Flora aus dem Westen stammt; die Waldregion des tertiären Südkiles und die Gegend von Potosí in Bolivia gaben Besiedeler Brasiliens her.

Hoffentlich macht man noch weitere Aufschlüsse dort.

Ein Brief eines Herrn F. A. CANFIELD über Potosí (abgedruckt in: Geologische Mittheilungen von VOM RATH 1887, p. 19), endet mit den Worten: „Schliesslich will ich erwähnen, dass ich zwei Fundstätten fossiler Pflanzen in unseren Bergen entdeckt habe, welche es ermöglichen, das Alter der betreffenden Schichten zu bestimmen“¹⁾.

¹⁾ Vielleicht sind es von CANFIELD eingeschickte Petrefacten, welche im Geschäftslocal der Royal Silver Mines of Potosí-Gesellschaft in London, E. C., Moorgate Street 57, in einer Schieblade im September 1888 umherlagen. Obwohl ich selbst eine Potosí-Actie besitze, gelang es mir damals, als ich an dem internationalen Geologencongress in London Theil nahm, nicht, vom Directorium auch nur einen jener 50--60 herrlichen Blattabdrücke etc. vom Cerro de Potosí leihweise behufs wissenschaftlicher Verwerthung zu erlangen. Spätere Versuche bolivianischer Hauptactionäre, deren Vermittelung ich erbat, blieben ebenso erfolglos.

Zugleich mit den Blattabdrücken erhielt ich zwei versteinerte Seeigel. Dieselben stammen von Miraflores, etwa 40 km nordwestlich von Potosí, und gehören dem Genus *Diadema* bezw. *Pseudodiadema* an. Leider ist ihr Erhaltungszustand nicht so, dass man die Art bestimmen könnte, und somit ist auch nicht auszufinden, ob sie der Kreide oder dem Tertiär zuzurechnen sind.

Mancherlei Notizen haben sich noch angefundnen, welche auf meine Ansicht betreffs sehr junger Hebungen in Theilen der Anden Bezug haben. Ich glaube nicht unterlassen zu dürfen, solche dem vorliegenden letzten Aufsätze über dieses Thema, wenn auch mosaikartig, beizugeben und das umso mehr, als ein Geolog von so hoher Bedeutung, wie E. STUËSS ist, seine Zustimmung zu meiner Auffassung verweigert hat, indem er im „Antlitz der Erde“ I, p. 692 sagt:

„Es ist zu wiederholten Malen die Ansicht ausgesprochen worden, dass die Anden in der jüngsten Zeit eine sehr beträchtliche Erhöhung erfahren haben, und es sind hierfür mehrere Gründe angeführt worden. Man hat die über 7000, ja bis 12 500 Fuss hoch liegenden salinaren Ablagerungen als unmittelbare Abdampfungsreste von Meerestheilen angesehen. Aber östlich von den Anden haben seit WOODBINE PARISH zahlreiche Forscher, wie insbesondere BURMEISTER, ZEBALLOS und SCHICKENDANZ gelehrt, dass die Salinas der Pampas solche Abdampfungsreste seien, und auch im Westen hat sich z. B. PISSIS mit guten Gründen und mit Entschiedenheit dagegen ausgesprochen.“

Daraus erwächst mir die Pflicht, das, was zur weiteren Begründung meiner Anschauung dient, in aller Bescheidenheit als Rechtfertigung meines Standpunktes vorzubringen.

Was die salinaren Ablagerungen betrifft, so habe ich in allen meinen Veröffentlichungen nur die allbekanntlich in den hohen Anden liegenden unermesslichen Steinsalzflötze als unmittelbare Verdampfungsreste von partiell abgeschnürten Meerestheilen hingestellt, alles andere salinische befindet sich mit wenigen Ausnahmen auf secundärer Lagerstätte. Die Mutterlaugenreste, die nach dem Aufsteigen der Cordilleren sich von ihren Steinsalzflötzen trennten und in die tieferen Horizonte liefen, sind es, welche das Material für die Salinas der östlich der Anden gelegenen argentinischen Pampas, der Salares und Nitratbetten der westlich der Anden liegenden chilenischen Provinzen Tarapacá und Atacama hergegeben haben. Das letztere ist erwiesen in meiner Arbeit: „Die Bildung des Natronsalpeters aus Mutterlaugensalzen“: das erstere wird demnächst gezeigt werden; obwohl die Sache nunmehr sich eigentlich von selbst versteht, sind doch einige besondere Umstände, die namentlich von A. STELZNER

dabei hervorgehoben werden, zu erklären. BURMEISTER, ZEBALLOS und SCHICKENDANZ haben also ganz recht, ebenso wie SANTIAGO ROTH, wenn sie behaupten, die Salze in den Pampas rührten nicht von Meeresbedeckungen her; wohl aber sind die colossalen Steinsalzmassen der nordchilenischen, bolivianischen und peruanischen Anden s. Z. direct aus dem Ocean abgesetzt worden, und erst lange nachher haben sie salinische Lösungen in das tiefer liegende Gelände entsandt. Was PISSIS betrifft, so leitet er den Ursprung des Natronsalpeters und von dessen Begleitsalzen in Atacama (An. Un. Santiago, 1877, p. 573—597) ab aus der Zersetzung kiesigen Feldspathes in Alcalicarbonate, aus atmosphärischer Nitrosäure und (dort nicht vorhandenem) vulkanischem Chlor neben jodhaltigen (da noch nicht aufgefundenen) Quellen; die massigen Magnesiumsalze übergeht er mit Schweigen. Dagegen stützt er seine Ansicht darüber, dass das Nitrat nicht von einer Meeresbedeckung stammen könnte, auf das Fehlen von marinen Conchylien; solche fehlen aber in weitaus den meisten Steinsalzflötzen naturgemässer Weise (s. OCHSENIUS, Bildung der Steinsalzlager etc., p. 14—15).

Ausser der längst bekannt gewesenen Gewissheit, dass die chilenischen Salz- und Nitratfelder ihr Dasein keiner Meeresbedeckung ihrer jetzigen (secundären) Lagerstätte verdanken, blieb von der ganzen in den Annalen der Universität von Santiago de Chile entwickelten Hypothese PISSIS' nur die Möglichkeit, dass ein Theil des in jenen Feldern reichlich vertretenen Gypses aus der Zersetzung von kiesigen Feldspäthen stammen könnte.

Auf p. 310 (1887) berührte ich im Hinblick auf die verschiedenartigen Porphyre der chilenischen Anden die recente Bildung von Anorthit aus Dampferschlacken, die auf hoher See entleert werden, und fügte hinzu, dass alte Schlackenhalde unserer Schmelzhütten nichts von solchen Neubildungen erkennen liessen, weil Süsswasser- oder Humusbedeckungen anders wirken als Seewasser, und hoher Druck neben grosser Ruhe, wie solche auf dem Océanrunde herrschen, wohl zu derartigen Umbildungen nöthig seien, indem auch vulkanische Strandklippen nichts Aehnliches aufweisen.

Diese meine Meinung hat sehr rasch eine Bestätigung erhalten. Die alten Bleischlacken von Laurion, welche aus der Römerzeit herrühren und in die Tiefe der Bucht geschüttet wurden, sind da nach VOM RATH's mineralogischen Mittheilungen, Bonn 1887, in Laurionit $2(\text{PbO}, \text{HCl})$ verwandelt worden.

Der von mir wenigstens für einzelne Theile der chilenischen Feldspath-Porphyrite vermuthete Charakter untermeerischer Bildung erhält durch A. PLAGEMANN in dessen Beschreibung der

Hacienda de Cauquenes einen weiteren Beleg. Nach ihm wechsel-lagern dieselben mit Kalkstein- und Sandsteinbänken und Schiefer-letten, welche Einbettungen von Pflanzenresten führen.

Ueber den Gesamteindruck des Gebirges äussert er: „Weit und breit keine thätigen oder erloschenen Feuerberge, wohl aber ein grosses Binssteinlager. Wir dürfen daher wohl annehmen, dass die jüngeren Eruptivgesteine längs Spalten hervorbrachen und sich deckenartig ergossen haben. Den Eindruck früherer gewaltiger, vulkanischer Ereignisse empfängt Jeder dort. Das ganze Gebirge ist ungemein gestört, beständig wechselt das Fallen der Schichten. Offenbar sind durch den Gebirgsschub die Sedi-mente des Cerro del Yeso (Gypsberges) unter der colossalen Andesitdecke hervorgepresst und dabei die Schichten gestaucht, verworfen, gebrochen und emporgerichtet worden.“

Demselben Schicksale der Schichten des Gypsberges im mitt-leren Chile sind nun die weiter nördlich und in Perú u. s. w. im Bereich der Anden liegenden jungen Steinsalzflötze wohl auch nicht entgangen, und die über ihnen stehen gebliebenen oder nachher gebildeten Salzlösungen müssen ihr Dasein noch docu-mentiren. Und das ist auch der Fall. Es geschieht augen-scheinlich durch das massenhafte Vorkommen von Thermen und Mineralquellen längs der Abhänge der hohen Cordillere, während solche im Litoral fast absolut fehlen, obwohl die Salzterrains und Salzlagunen recht häufig sind.

Die bei der Hebung der Gebirgsketten frei werdenden Mut-terlaugenreste (die sich als solche kennzeichnen durch verhältniss-mässig bedeutenden Gehalt an Kalium, Magnesium, Brom, Jod, Bor und Lithium) erfüllten damals mit Leichtigkeit die zahl-reichen, in ihrer nächsten Nachbarschaft sich öffnenden Klüfte und lieferten das salinische Material für jene Quellen, konnten aber da, wo sie, wenn überhaupt, das viel weniger durch die Hebung afficirte Litoral erreichten, nur in geringe Tiefen ein-dringen, sie wurden dort von klastischen Massen der Oberfläche eingesogen und nur theilweise von einzelnen schon vorhandenen Gangspalten, deren Ausfüllungsmaterial etwas durchlassend war, aufgenommen. Auf diese Weise erklärt sich auch das Auftreten von Chlor-, Brom- und Jodverbindungen von Silber, Quecksilber, Kupfer, Blei, Wismuth u. s. w. in den oberen Teufen derartiger (nicht sämmtlicher) Erzgänge, sowie die Gegenwart von Boraten in den Kupfergruben von Tamaya, in deren Nebengestein keine Spur von Bor aufzufinden ist.

Gehen wir noch weiter nördlich, so finden wir, dass H. KARSTEN, der seine geologischen Studien schon 1844 in Vene-zuela begann und sie bis vor Kurzem weiter betrieben hat, sich

so ziemlich auf demselben Boden der Anschauung über die geologische Jugend der Anden gestellt hat.

Während HUMBOLDT die Cordillere als das ältere Gebirge Columbiens betrachtete, von dem ostwärts später die Höhen von Guyana mit den zwischen beiden befindlichen unermesslichen Ebenen aus dem Meere hervortreten, meint KARSTEN (Geol. de la Colombie, p. 51), dass der Gebirgsstock von Guyana das Erhebungscentrum gewesen sei, um das sich in aufeinander folgenden Epochen die verschiedenen Gebirgsketten, und zwar in Venezuela als Nord-, in Neugranada bis Bolivia sich als Westränder erhoben. Die neptunischen Schichten dieser Umrandung gehören zu geologisch jüngeren Epochen, im Gegensatze zu denen, welche die plutonischen Gebirgsstöcke Brasiliens westlich und südlich umgeben und bis zu den ältesten sedimentären Systemen hinabreichen.

Die hebende Kraft, welche diesen Spalt im Umkreise des granitischen Centrums Columbiens in der festen Erdrinde entstehen liess, scheint im Norden nach Osten und Süden gewirkt zu haben, und zwar im grössten Maassstabe im Norden bei Caracas, Merida, Santa Marta, aber von da nach Süden immer schwächer werdend; dagegen befolgte die letzte bedeutende Hebung, welcher zur Tertiärzeit die Hochcordilleren ihre Entstehung verdanken, den entgegengesetzten Gang.

Im Norden erreichten die das Meer begrenzenden plutonischen Gebirgsketten schon bei der ersten Hebung fast ihre jetzige Höhe, wurden am Ende der Kreide und zu Beginn des Tertiärs nur wenig noch emporgetrieben, während die äquatorialen Abtheilungen, Insehn bildend, vom Meer bedeckt blieben und erst am Schlusse des Tertiärs durch das hier am kräftigsten auftretende, nordwärts sich mässigende Hervorbrechen der trachytischen Massen und Laven ihre jetzige Gestaltung und Höhe erhielten.

So schliesst KARSTEN aus den zahlreichen Beobachtungen der Lagerungsverhältnisse und discordanten Lagerungen der verschiedenen Schichtenfolgen. Während die syenitischen Gebirge der Nordküste nur bis zu geringer Höhe mit jüngeren Gesteinen bedeckt sind, finden sich tertiäre Sedimente bis nahe an die höchsten Kuppen der Aequatorialcordillere, deren Jugend kennzeichnend.

Das ist gewiss deutlich genug.

Ein Forscher, der sich so lange mit der geologischen Kenntniss der nördlichen Anden beschäftigt hat, muss doch wissen, dass zwischen dem Bilde, das entsteht, wenn Sedimentgesteine durch seitlichen Druck gefaltet, oder durch Eruptivmassen durchbrochen und verworfen, in beiden Fällen aber gehoben werden,

und dem anderen, das erscheint, wenn Gebirgsflanken nur durch das rechts- und linksseitige Versinken von ursprünglich horizontal abgelagerten Schichten formirt werden — zwischen diesen beiden Bildern Unterschiede existiren müssen, die für jeden Naturforscher kenntlich sind.

Warum hätten Laven und Trachyte zum Durchbrechen gerade die sie am mächtigsten überlagernden Gesteinsmassen, die Horste, ausgesucht, um da nach oben zu streben und die Kämme zu bilden?

Weshalb haben sie nicht die Tiefen, die Muldenspalten oder Einbruchsfelder, wo sie auf geringeren Widerstand stossen mussten, durchbrochen? Das sollte man eher meinen, und so ist es anscheinend bei den Anden und höchst wahrscheinlich auch anderwärts an vielen Orten der Fall gewesen.

HETTNER (d. Zeitschr., 1888, p. 205 ff.) berichtet über die Centralcordillere der columbianischen Anden: „Sowohl die krystallinischen Schiefer, wie die Kreideschichten lagern nirgends horizontal, sondern sind meist unter steilem Winkel, im Mittel 45° , aufgerichtet. Die Streichrichtung ist im Allgemeinen nord-südlich, also der der Kämme parallel. Demnach ist die Centralcordillere im wesentlichen ein Faltengebirge, wahrscheinlich post-cretacischen Ursprungs. Einzelne Kämme, wie der Picona, entsprechen tektonischen Gewölben. Der Einfall der Schichten an diesem 3000 m hohen Gipfel ist auf dessen Ostseite östlich, auf der Westseite westlich. Auf ihnen finden wir vulkanische Sande horizontal abgelagert; jenseits des Rio Guarinó bei Vitoria treten in 10 km breiter Zone eigentliche Eruptivgesteine auf, am Ruizwege ist die Zone vulkanischer Augitandesite schon an 50 km breit und bei Manizales erscheinen Zeichen recenter vulkanischer Thätigkeit. Der schneebedeckte, breite, über 5000 m hohe Ruiz ist wahrscheinlich der nördlichste Vulkan von Südamerica und noch in historischer Zeit thätig gewesen.“

Den aufgerichteten und gefalteten Massen, welche bis in die Kreidezeit hinabreichen, sind jüngere quartäre oder tertiäre Sedimente horizontal aufgelagert, ein Beweis, dass die Gebirgsfaltung gegenwärtig nicht mehr fort dauert oder wenigstens verschwindend klein ist.“

LENK und FELIX sagen über Mexico: „Die geologische Bildung lässt erkennen, dass die, wenn auch nicht plötzliche doch deutliche Hebung des mittleren Mexico eine Spalte hervorgerufen hat, aus der sich vulkanische Massen theils in einzelnen Gipfeln, theils in Wällen über die Plateaux hinaus aufthürmten.“

Der nordamerikanische Staatsgeolog J. S. DILLER drückt sich auf Grund dreijähriger stratigraphischer Studien in Nord-

Californien und Oregon folgendermaassen im Am. J. of Sc. 1887, p. 152 aus: „Die letzte Faltung, welche gewiss die Sierra Nevada in Form einer abgesonderten und verschiedenen Kette aufbaute, indem sie dieselbe von der grossen Hochebene trennte, die sich ostwärts bis in die Region der grossen (Salz-) Seen erstreckt, begann erst gegen Ende der Tertiär- oder Anfang der Quartärzeit.“

Aber nicht überall müssen Zusammenschiebungen, Schrumpfungen, Faltungen, Wickelungen und Ineinanderknetungen von Gebirgtheilen als Höhen bildende Momente hingestellt werden.

Für die Rocky Mountains östlich der grossen Salzseeregion beansprucht DE LAPPARENT eine verticale Hebung nicht gefalteter Schichten und weist die Idee einer Senkung von mehreren Kilometern des ganzen Geländes ringsherum entschieden zurück. Und sicher mit Recht; denn im selben Gebiet der Rocky Mountains steigen die Spanish Peaks bis zu 4152 m auf, die Berge des Huerfano - Gebietes, die Höhen um Park View Mount; und die sind klar erweislich alle durch verticale Hebungen entstanden.

Schichtgesteine (von dem oberen Carbon an bis zur Kreide einschliesslich) sind da durch domförmig gewölbte Trachytmassen, Lakkolithe, in die Höhe getrieben worden. Der nach oben gewölbte Schichtencomplex hat bei den von 2362 bis 3429 m von der rechtsseitigen Hochebene des Colorado in Süd - Utah aufragenden Henry Mountains, welche in Gemeinschaft mit den Massen der Sierras la Sal, Abajo, Carriso, el Late, San Miguel, la Plata etc. auch zu den Lakkolithen gehören, eine noch sichtbare Mächtigkeit von 1300 m, und nach GILBERT's Aussage sind an 1000 m darüber ursprünglich vorhanden gewesene Tertiärbildungen bereits durch Erosion vollständig vernichtet.

An 50 Berge setzen die Henry Mountains zusammen, und vom Gebiete der Basin Ranges, westlich vom Colorado Plateau berichtet CLARENCE KING, dass rhyolitische Ejectionen Berggruppen aufgebaut haben, fast 1000 — 2000 m mächtig in Blöcken von 100 — 130 km Länge.

Eine grosse Lavafloth bedeckt ausserdem die beiden Territorien Oregon und Washington. Amerika ist das Land der gigantischen Dimensionen, dort ist fast alles vielmal grossartiger als bei uns; wir haben in Europa nur winzige Beispiele von Lakkolithen, aber sie fehlen nicht; und dass sich über einem solchen späterhin noch ein echter Vulkan erheben kann, der bezeugt, dass die eruptive Kraft andauert, wird im westlichen Theile der Euganeischen Berge südlich von Padua, bewiesen. (S. NEUMAYR, Erdgeschichte, I. p. 202.)

Weiter darf ich hier wohl einige weitere Notizen aus Nord-

Amerika verzeichnen. Eine offenbare Hebung von Koralleninseln liegt bei den Bermudas. Ueber 70 Fuss Kalkschlamm, Korallensand und zuletzt animalische und vegetabilische Reste (aufrecht stehende Baumstümpfe. Landconchylien. Vogelknochen) liegen dort unterhalb des Meeresniveaus auf hartem Kalkstein, wie Tiefarbeiten bei einer Dockanlage ergaben.

Hier, so sagt E. SUESS sehr bedeutungsvoll, ist positive Bewegung festgestellt, obgleich seit 1609 keine merkbare Veränderung eingetreten ist.

Und wie viele grosse Veränderungen in jenen bisher berührten Gegenden mögen erst in jüngster Zeit sich vollzogen haben!

Inmitten der Kalktuffmassen des Lake Lahontan wurde bekanntlich kürzlich eine von Menschenhand zurecht geschlagene Speerspitze gefunden. Basalt (basaltische Lava?) des Cinder Cone am Snag Lake, 10 engl. Meilen nordöstlich vom Lassen Peak hat einen Theil der dort noch vorhandenen Waldungen von *Pinus ponderosa* nach J. S. DILLER zerstört.

Auf Grund floristischer Eigenthümlichkeiten der Inseln des südcalifornischen Litorals und der Funde von Mammutknochen auf der grössten und weitest abliegenden Insel Santa Rosa spricht LE CONTE die Ueberzeugung aus, dass diese Eilande zweifellos erst in der Quartärzeit vom Festlande abgetrennt worden sind.

Also Hebung der Sierra und Sinken des (damaligen) Oceanufers, höchst wahrscheinlich zur Zeit des menschlichen Geschlechts.

Die ganze Hälfte des grossen Foxbeckens der Cumberland-Halbinsel an der Davisstrasse ist flach, und die Ebenen sind der trocken gelegte Meeresboden, wie die Knochenreste von Walen, Wallrossen u. s. w. beweisen.

Auch bei uns fehlt es nicht an Zeugen von Hebungen.

Die Niveauveränderungen an der Süd- und Südwestküste von England sprechen da sehr deutlich.

Ganz Kent scheint in der Hebung begriffen. Sussex theils in Hebung und Senkung, die Grafschaften weiter westlich sämmtlich in Senkung. Die Erscheinungen machen nach T. ST. GARDENER (Geol. Mag. erw. Jahrb. Min., 1888. II. p. 70) jeden Versuch, sie durch eine Niveauänderung des Meeres zu erklären, unmöglich.

Bei Gelegenheit der Besprechung der grossen basaltischen Ströme der inneren Hebriden und der früheren dortigen vulkanischen Erscheinungen bemerkt E. SUESS (a. a. O., I, p. 205): „Die grössten Aschenkegel, jene von Mull und Skye dürften über 4000 m Höhe erreicht haben.“

Die früher gebildeten granitischen Massen geben auch wirkliche Lakkolithen in die mesozoischen Schichten ab.“

Und wer wollte wohl den Hunderten von Basalt- und Peridotit-Dykes, die gleichlaufend aus dem Gneiss an der Küste von Suterland im Nordwesten von Schottland nahe bei einander herausgebrochen sind, eine hebende Kraft absprechen?

Das Aufsteigen Schwedens, welches bestritten wurde und dessen Anschein durch das Zurückweichen des Ostseewassers erklärt werden sollte, ist nun doch wohl als Factum hinzunehmen; denn von einem Entleeren der Ostsee ist an den Schweden benachbart gegenüber liegenden deutschen Küsten nicht das Geringste wahrnehmbar, wie v. DRYGALSKY sehr richtig hervorgehoben hat. Nach SVEVONIUS finden sich in Lappland die Spuren von erstorbenen Nadelholzwaldungen sogar oberhalb der Birkenregion bisweilen mehrere Meilen jenseits der heutigen Coniferenbestände. Auf der kleinen Insel Andersky der Solowetzky-Gruppe im Weissen Meere sind parallele Lagen von Strandgeröllen sichtbar, und INOSTRANZEFF glaubt auch aus gewissen Streifen am Fusse einer 1799 erbauten Ufermauer des Klosters auf Solowetzky eine Hebung vermuthen zu dürfen.

Was die Schweizer Alpen betrifft, so muss ich auf RENEVIER's Aufsatz im Arch. Sc. Genève, October 1887, verweisen. v. KÖNEN sagt mit Bezug auf diese Gebirgsmasse am Schlusse seines Beitrages zur Kenntniss von Dislocationen (Berlin 1888): „Sehr viel wichtiger, schon weil sie weit näher als die Anden und Sierra Nevada belegene Gebiete betrifft, ist die Mittheilung von HEIM (Vierteljahrsh. Naturf. Ges., Zürich 1887, p. 137), dass nach trigonometrischen Messungen in der Zeit von etwas über 30 Jahren die Lägeru sich dem Rigi und Napf um einen Meter genähert hätten.“¹⁾

· Einen historisch merkwürdigen Fund hat Chorherr GREMAT von Sitten auf dem grossen St. Bernhard unweit des Hospizes gemacht, welcher nicht nur beweist, dass zur heidnischen Zeit sich auf der Spitze dieses Berges eine Opferstätte befand, sondern auch, dass der Canton Wallis schon zur Steinzeit von Menschen bewohnt wurde. Dieser Fund besteht nämlich aus fünf grossen Granitaltären und steinernen Opfergeräthen, Messern und

¹⁾ Wenige Zeilen vor dieser Notiz ist v. KÖNEN ein lapsus calami mit untergelaufen. Ich habe nicht von einer Senkung der Anden, wie solche bei Quito (nach gewiss unzuverlässigen barometrischen Messungen) seit 1745 stattgefunden haben soll, in meinen beiden früheren Aufsätzen in dieser Zeitschrift (1886, p. 766 und 1887, p. 301) gesprochen, sondern eine bis in die jüngste Zeit reichende Hebung von Theilen derselben behauptet. — ORTON hatte früher die schon 1880 von REISS wiederlegte Meinung über das Sinken der Anden ausgesprochen.

Aexten zum Schlachten der Opfethiere. Das ist eine Beobachtung, die sich an die von mir 1886, p. 770 erwähnten Thatsachen über das Vorkommen eines Fichtenstammes im Gletschereis oberhalb der jetzigen Verbreitungsgrenze dieses Nadelholzes und über die Vereisung eines Alpenpasses in den letztvergangenen 300 Jahren anschliesst.

Auch das Erzgebirge ist höchst wahrscheinlich noch in langsame Hebung begriffen. Der Gesteinsbau des sächsischen Vogtlandes, das häufig von Erderschütterungen betroffen wird, erklärt im Verein mit jener Annahme alle die betreffenden Erscheinungen.

v. KENEN zeigt in seiner vorhin erwähnten Abhandlung bei Erörterung der Hebung der Harzes zur Quartärzeit, bewiesen durch das Vorkommen von Geschieben auf dem Osttheil desselben, dass die Flüsse in der Glacialperiode annähernd in demselben Niveau geflossen sind, wie diejenigen der Jetztzeit, und ein Anstauen unserer Flussläufe allein durch das in postglacialer Zeit etwas höher gestiegene Niveau des Meeres gewiss nicht anzunehmen ist, da ausgedehnte Ablagerungen von Lösslehm in der Gegend von Kreiensen u. s. w. sich noch in einer Höhe von 200 m über dem Meere befänden, und dass keinerlei Anzeichen dafür vorhanden sind, dass das Meer in postglacialer Zeit auch nur an den Harz herangereicht, geschweige denn hier eine nennenswerthe Höhe — (die nordischen Blöcke liegen 452 m hoch) — gehabt hätte.

Wir müssen daher diese Anstauungen des Wassers durch Niveauveränderungen der Erdoberfläche erklären, sei es durch Oscillationen, sei es durch Dislocationen.“

Durch Drift sind also die Blöcke nicht da hinauf gekommen, sie müssen eben in situ mit ihrer Umgebung gehoben worden sein.

Der Beweis, den v. KENEN geführt hat darüber, dass der Harz erst in der Quartärzeit seine jetzige Höhe erreicht habe, wird noch dadurch wesentlich verstärkt, dass er in der Nähe von Seesen, westlich vom Harz eine Verwerfung aufgefunden hat, welche, wie die auf ihr eingesunkenen nordischen Geschiebe zeigen, erst nach Ablagerung von diesen, d. h. in postglacialer Zeit sich geöffnet haben kann.

Wer vermöchte nach dem Vorgetragenen den 18 durchschnittlich je 10 m mächtigen Eruptivgesteinsgängen, die im Trusenthal im Thüringerwald eine nicht ganz 2 km lange Linie kreuzen, eine hebende Kraft absprechen! Zwischen der Restauration Ittershagen und dem Wasserfall in derselben Gegend folgt (nach BÜCKING, Eruptivgesteine der Section Schmalkalden, 1887) Gang

auf Gang; 8 meist mehr als 10 m starke Gänge sind auf dieser nicht ganz 0,5 km betragenden Strecke anstehend beobachtet.

Aus den umfassenden Forschungen ABEICH's in Armenien lernen wir, dass die an Versteinerungen reichen Ablagerungen der ersten Mediterranstufe auch in dem südlichen Theile dieses Gebietes durch späte Gebirgsbewegungen in Schollen zerbrochen und zu grossen Höhen emporgetragen worden sind (Suess, Antlitz. I. 395).

Der 3147 m hohe Palandokän bei Erzerum, dessen mächtiger Krater aus jungen Eruptivmassen besteht, hat Serpentine, Chloritschiefer, Kalke und Gypse mit hinaufgehoben.

Bei Urnia liegen tertiäre Kalktuffe, durch Trachyte nach oben befördert, 3300 m (nach POHLIG) über dem Meere.

Aehnlich wie mit den Basaltländern Oregon und Washington verhält es sich mit den „Amben“ von Abessinien.

Das sind zerrissene Hochebenen, die zum grossen Theile aus gluthreichen, vulkanischen Gesteinen bestehen und oft von fürchterlichen Abgründen begrenzt, steil aus der Tiefe aufragen. Abessinien gleicht in seiner orographischen Beschaffenheit dem Coloradogebiet von Arizona; die Hochebene von Talanta z. B. ist eine ungeheure Amba vulkanischen Ursprungs, begrenzt im Norden von der Djidda, die sich in den sie südlich abschneidenden Baschilo ergiesst, während die Ostseite von einem steil nach Osten abfallenden Grat gebildet wird.

Andere Amben bestehen aus Sedimentgebilden. Das ganze Semien-Gebirge, in denen das Terrassenland Abessinien seinen höchsten Ausdruck findet, scheint vulkanisch gehoben zu sein.

1848 entstand während eines Erdbebens eine Kluft an der Südküste der Cookstrasse (Neuseeland) gleichlaufend mit dem Gebirge der Südinsel in der Richtung SSW nahezu 100 km lang.

Am 15. Januar 1855 setzte sie sich während eines Bebens fort auf die Nordinsel und erreichte da eine Länge von 145 km. Alles Land östlich der Kluft blieb unverändert, westlich davon sank alles auf der Südinsel um etwa 5 Fuss und stieg um 9 Fuss (nahe den Riss) auf der Nordinsel. Eine Nulliporen-Zone an der Muka-Muka-Klippe wurde durch die Spalte getheilt und behielt im Osten ihre Lage bei, hob sich dagegen im Westen um 9 Fuss, welche erst in 37 km Entfernung nach Westen hin sich verliefen.

Die Dislocation ist auch innerhalb des Landes bemerkbar und ausser Zweifel gewesen. (Suess, Antlitz, II, p. 34.)

Genug der Thatsachen aus allen Theilen der Erde glaube ich beigebracht zu haben, um meine Ansicht zu rechtfertigen.

Von 4000 m an bis auf wenige Fuss herab, aus allen Perioden bis auf unsere Tage, wo vor Augenzeugen Hebungen stattfanden, liegen Belege vor. Was für Gründe existiren nun für

die Annahme, dass jetzt die sämtlichen Kräfte, die früher enorme Gebirge mit Riesenvulkanen aufthürmten, sei es durch Faltung, durch Zusammenschiebung oder unmittelbare Hebungen, mit einem Male total verloren gegangen sind? Schwächer mögen sie geworden sein, aber an ein gänzlich Aufhören von ihnen glaube ich nicht, so lange ich sie noch wirken sehe, und deshalb glaube ich auch nach wie vor, dass Theile der Anden noch vor Kurzem in aufsteigender Bewegung waren und vielleicht noch nicht vollständig zur Ruhe gelangt sind.

Wenn erst die südamerikanischen Andenrepubliken im Stande sein werden, ein Geologencorps wie die Vereinigten Staaten auszubilden, auszurüsten und auszusenden, dürften wir neben Trachyt-
domen, Granit-Narben, Rückenvulkanen u. s. w. wohl noch grossartigere Lakkolithen kennen lernen aus den dortigen Gegenden als aus dem Westen Nordamerikas.

H. BÜCKING äusserte bei Besprechung meiner beiden Andenaufsätze: „Im Allgemeinen sind wir nicht gewöhnt, in der Geologie solch junge Niveauveränderungen anzunehmen; dass sie aber wirklich vorkommen, darauf deuten auch noch andere Beobachtungen.“

Später sagt M. NEUMAYR (in seiner Erdgeschichte, I, 176 ff.): „Die Ansichten von LYELL und POULLET SCROPE gegen die Hebungstheorie sind jetzt die allgemein herrschenden geworden. In der That ist es ein grosser Fortschritt, dass man nicht mehr in jedem Ringwall eine Erhebung sieht; aber wenn wir auch darin mit der Mehrzahl der Geologen übereinstimmen, so drängt uns doch eine strengere Kritik die Ueberzeugung auf, dass man in der Reaction vielfach zu weit geht, indem man überhaupt das Vorkommen irgend welcher Hebungerscheinungen bei Vulkan-
ausbrüchen durchaus in Abrede stellt. Man hat das Kind mit dem Bade ausgeschüttet und unbestreitbare Thatsachen ignoriert, indem man alle Elevationerscheinungen in Abrede stellt. Die active Rolle der ausbrechenden Gesteine ist unterschätzt und ihre Fähigkeit, selbstthätig gewisse Verschiebungen von Massen hervorzurufen, übersehen worden.“

Ich denke, das bisher Vorgebrachte genügt, um meine Aussprüche über den Glauben an junge und jüngste Hebungen in einigen Theilen der Anden vollkommen zu rechtfertigen.

Ob diese Hebungen nun durch Faltung hervorge-
rufen wurden, die aus der Schrumpfung der Erdrinde hervorgingen, oder durch Aufsteigen vulkanischer Massen, bleibt sich ganz gleich. Ob bei dort noch vorkommenden Erdbeben die Cordilleren mit ihren Gipfeln in seitlicher Richtung afficirt werden, wie Schiffsofficiere beim Beben von

Arica beobachtet haben wollen, oder nicht, bleibt sich ebenfalls ganz gleich.

Ich gehe zwar nicht so weit zu sagen: „Wenn sich Bergspitzen in den Alpen nähern, können auch Bewegungen der Art in den Cordilleren vorkommen“, möchte aber hier doch betonen: „Bei Hebungen sind schon Menschen als Augenzeugen zugegen gewesen, bei Schrumpfungsfaltungen aber noch nicht; an der Existenz von ersteren ist daher nicht zu zweifeln; an die von letzteren glaubt man nur, weil man sie für die beste Erklärungsweise der beobachteten Lagerungsverhältnisse hält.“

Auch mir hat es widerstrebt, an Oscillationen unseres Bodens zu glauben bei Betrachtungen von zuweilen hundertfachem Wechsel von marinen und lacustrischen oder fluvio-terrestrischen Schichten; ebenso wenig konnte ich jedoch an einen periodischen Wechsel von so langer Dauer und Tragweite des Meeresspiegels denken.

Jetzt weiss man, dass eine Barre derartige Veränderungen in einem unterseeischen Gelände hervorrufen kann.

Wenn ein Busen oder eine Bai partiell von der See durch eine Barre abgeschlossen ist, so werden je nach deren verschiedenen Höhenlagen auch in dem abgetrennten Meerestheile verschiedene Vorgänge Platz greifen.

So wehrt z. B. eine niedrige Barre, wie sie vor dem Eingange vieler norwegischer Fjorde liegt, das Eindringen des kalten Oceanwassers aus der Tiefe in den Fjord selbst ab, wie die Temperaturbeobachtungen an Ort und Stelle ergeben.

Sehr auffallend wird diese Thatsache noch bewiesen durch die im Mittelmeer obwaltenden Wärmeverhältnisse. Dasselbe zeigt bis in seine grössten Tiefen von 4000 m eine Temperatur von etwa 14° , weil die Wassertheilchen an der Oberfläche von der Sonne erwärmt, durch theilweise Verdunstung salziger und somit specifisch schwerer werden, untersinken und dem ganzen Mediterranbecken-Inhalt ihre Wärme mittheilen und conserviren, weil die Schwelle der flachen Meerenge von Gibraltar den kalten Gewässern der Tiefe des Atlantischen Oceans den Eintritt verwehrt. Dieser hat westlich von Gibraltar schon in viel geringerer Tiefe als 4000 m nur $0^{\circ} - 3^{\circ}$.

Ist die Barre einer Bai höher, sagen wir so hoch, dass sie nahe unter der Meeresfläche herläuft, so ist die Grösse der Zuflussöffnung zwischen Barrenhöhe und Meeresspiegel maassgebend.

Eine Bucht, die einen Süsswasserzfluss aufnimmt, wird ein Süsswassersediment auf dem Grunde erhalten, wenn ihre Barre so hoch ist, dass nur das vom Lande zuströmende Süsswasser über sie in den Ocean treten kann. Der ganze Inhalt der Bai

besteht dann aus Süßwasser und diesem zukommenden Organismen. Ist dagegen die Barre niedriger, sodass das offene Meer freien Zutritt hat, so wird die Bucht Salzwasser enthalten und nur dicht bei der Flussmündung brakische Schichten absetzen, wogegen im Uebrigen ein mariner Niederschlag den ganzen Grund bedeckt.

Hieraus geht hervor, dass es bei einer Bai mit Süßwasserzufluss und einer hohen Barre nur des Wechsels der Barrenhöhe bedarf, um einen Wechsel von marinen und fluviatilen bezw. lacustren Sedimenten entstehen zu lassen. Vollzieht sich die Höhenänderung der Barre rasch, so tritt eine unvermittelte Wechsellagerung zwischen fluviatilen und marinen Schichten ein; ist die Aenderung langsam, so muss eine brakische Lage den Uebergang einleiten. Eine solche wird sich vielleicht auch bilden, wenn in der hohen Barre irgendwo ein tiefer Einschnitt existirt, der dem Meerwasser gestattet, die tieferen Theile der Bucht einzunehmen, während die oberen aus Flusswasser bestehen. Dann werden Süßwasser-Organismen nach dem Absterben aus den Oberflächenschichten herabsinken zu den Meeresmuscheln etc., die am Grunde hausen, und somit im Verein mit deren Resten der Schlammsschicht einen brakischen Charakter ertheilen.

Das Pariser Becken, das in tertiärer Zeit die Loire aufnahm, würde ein treffliches Erläuterungs-Beispiel einer derartigen Reihe und Wechselung von Vorgängen abgeben.

Auf die angegebene Weise erklärt es sich leicht, dass auch Kohlenflötze mit marinen Thon- etc. Schichten alterniren können, ohne dass man genöthigt ist, bei der Erklärung der stratigraphischen Verhältnisse zu mehrfach wiederholten Vertical-Oscillationen des Landes mit Meeresbedeckungen, Wiederauftauchen u. s. w. seine Zuflucht zu nehmen. Veränderungen der Barrenhöhe, wie wir sie noch täglich nach starken Stürmen beobachten können, erklären Alles in ungezwungener Weise ohne unglaubliche Veränderungen der Lage des Starren oder des Niveaus des Flüssigen.

Zwischen den oberschlesischen Flötzen wurden marine Einschaltungen von F. RÆMER 1863 entdeckt und 1870 mit den Gannister beds oder Pennystone englischer Kohlenreviere verglichen. Kosmann hat gezeigt, dass sie sich in bestimmten Horizonten wiederholen. Marine Bänke enthalten *Phillipsia*, *Belterophon*, *Productus* etc., die mit limnischen Merkmalen führen *Anthracosia*, *Modiola*, *Planorbis* u. s. w.

Auch im ganzen mittleren Theil der Vereinigten Staaten, in Grossbritannien, Frankreich, Belgien, Westfalen, Oberschlesien, Mähren, Russland, Nordchina findet sich dasselbe Verhalten.

Denkt man sich nun eine Bai, deren Barre rasch erhöht wird, mit einem Niloberlauf aus üppigst tropischem Vegetationsgebiet als Zufluss, welcher etliche Kilometer oder Meilen der colossalen Grasinsele etc. anbringt, wie sie beschrieben werden, so lässt sich die nach SUESS räthselhafte Existenz von Brachiopoden oder aufgeklappter Exemplare von *Mytilus* u. s. w. innerhalb eines viele Pflanzenreste bergenden Sandsteins höchst einfach begreifen.

Schlamm, Sand, vegetabilische Substanzen und Seethiere, ja annehmbar auch Tange, helfen zugleich dieselbe Schicht, die vielleicht nur tagelang vorher einen entschieden marinen Charakter besessen hatte, als lacustre fortsetzen. In manchen Fällen mag eine enge Barre auch durch Grasinsele oder ähnliche Gebilde förmlich verstopft oder erhöht worden sein — es ergeht ja manchen africanischen Binnenseen heute noch so — bis eine aussergewöhnliche Hochfluth vom Meere her den Status quo wieder herstellte, nachdem der Stoff für ein mächtiges Kohlenlager allmählich herangeschwommen war. Dass die meisten Complexe von Kohlenflötzen marine Schichten als Liegendes haben, ergibt sich gewissermaassen von selbst aus der eben skizzirten Situation; die Bucht war vorhanden, die Barre erschien erst später und so auch ihre Wirkungen.

Die in Neubraunschweig beobachtete Einschaltung von Bändern gypshaltiger Mergel ist ebenfalls nicht schwer zu deuten, obwohl sie nur als Ausnahmefall zu verzeichnen wäre.

Versiegen des Süßwasserzufflusses bei so enger Barre, dass die Menge des über dieselbe eindringenden Seewassers nur so viel beträgt, als die Busenoberfläche verdunsten kann, ruft, sobald das spec. Gewicht des Buseninhaltes auf 1.13 gelangt ist, einen Gypsniederschlag hervor.

Wiedereintritt des Süßwasserzufflusses mit Material für Sumpfkohle liess dann, ohne dass der Gypsniederschlag so rasch wieder gelöst werden konnte — in reinem Wasser ist Calciumsulfat bekanntlich viel weniger löslich als in salzigem — den Gypsmergel bestehen und Kohle darüber absetzen.

Ich bin aber weit entfernt, die Entstehung aller Kohlenflötze auf eine und dieselbe Weise erklären zu wollen; Vorstehendes kann nur als eine Erläuterung bezw. Bestätigung der von NEUMAYR (Erdgeschichte II, p. 173) im Schlusssatz über Kohlenflötz-Bildung ausgesprochenen Ansicht gelten.

Sehr treffend sind dessen Worte: „Es waren das offenbar Becken, welche nahe am Ocean lagen und in welche durch irgend eine Veränderung im gegenseitigen Stande von Land und Meer das letztere für kurze Zeit vordrang, ohne das Gebiet zu behaupten.“

Meine Erklärung beseitigt nur die Nothwendigkeit, Veränderungen von Oceanniveau und Landhöhe annehmen zu müssen — und das ist im vorliegenden Falle wohl immer schon „etwas“.

Was nun die in letzter Zeit aufgestellte Behauptung über bedeutende Schwankungen des Meeresspiegels betrifft, so muss ich zum Schlusse doch auch noch einiges dazu sagen, weil das ja in engster Verbindung steht mit der von mir ausgesprochenen Ansicht über Hebungen. Man wirft dem Ocean sehr, sehr grosse Veränderlichkeit vor, er soll Länder überschwemmen und wieder verlassen, sich an den Küsten, gleichsam mit periodischer Ueberspülung, drohend erheben u. s. w.

Sechszehn Reisen auf dem Mittelmeer, dem atlantischen und stillen Ocean, sowie ein zwölfjähriger Aufenthalt dicht am Gestade des letzteren berechtigen mich wohl, wenige Worte zu Gunsten der Beständigkeit des äusseren Antlitzes von *Θάλαττα* zu reden.

1. Wenn in einem der neuesten geologischen Werke, wie schon vorhin erwähnt, gesagt wird: „Aber Schweden erhebt sich nicht, sondern das baltische Meer in seiner umschlossenen Lage, abhängig von klimatischen Einflüssen, befindet sich in einer Phase zunehmender Entleerung, welche in den von seinen Pforten entfernten Theilen mehr und mehr die Strandlinie sinken lässt“, so bemerkt v. DRYGALSKI dagegen sehr richtig, dass von einem Zurückziehen des Meeres an den Schweden verhältnissmässig nahe benachbart gegenüber liegenden Küsten durchaus nichts davon zu bemerken sei. Umgekehrt könnte eher angenommen werden, dass sich die nahezu ausgesüssten Theile der Ostsee in ein etwas höheres Niveau eingestellt hätten, als die, bei denen der salzige Unterstrom aus der Nordsee sofort seine Wirkung äussert. Seewasser hat im Allgemeinen ein spec. Gewicht von 1,0275 gegen 1,0 von Süsswasser, sodass also bei zweien vom Erdencentrum gleich weit entfernten Punkten des Meeresgrundes der Ostsee, von denen einer im finnischen Busen, der andere vielleicht westlich von Bornholm läge, der erste eine Meerestiefe von 100 m gegen eine solche von etwa 102,75 m des zweiten ergeben könnte, falls dieser Busen ganz ausgesüsst wäre, und wenn Laboratoriumsversuche für die Natur überall maassgebend wären, was sie aber bekanntlich nicht sind.

Aus diesem Grunde kann ich nicht an erhebliche Niveau-differenzen des Meeresspiegels auf verhältnissmässig unbedeutende Entfernungen in Meerbusen glauben, Differenzen, die dadurch entstehen sollen, dass die See sich von einem Ufer desselben Beckens zurückzieht und vom anderen nicht.

Ich bezweifle auch, dass sich die See überhaupt aus Buchten

zurückzieht, so lange sie nicht dazu gezwungen wird, und kann ich daher auch die Bucht der Gironde, aus der (nach SUESS) das Meer mehrmals zurückgewichen sein soll, um wieder in dieselbe zurückzukehren, nicht als dafür maassgebend betrachten.

Ich habe mich allerdings nie lange genug in Paulliac und Bordeaux aufgehalten, um die marinen Ufersedimente genau zu studiren, aber eine andere Lösung wird sich mit der Zeit doch wohl noch anfinden.

2. Auch auf weitere Entfernungen glaube ich nicht an bedeutende Niveau - Unterschiede an den verschiedenen Küsten von Europa, weil auf der IX. Generalversammlung der internationalen Erdmessung (2. bis 12. Oct. 1889) in Paris sich das Gegentheil von früher behaupteten Verschiedenheiten der Meereshöhen an den europäischen Gestaden ergeben hat.

In einem Bericht über diese Generalconferenz heisst es:

„Ein sehr bemerkenswerthes Resultat hat die nivellitische Verbindung der verschiedenen Mareographen unter einander ergeben. Während man noch vor wenigen Jahren nicht unbeträchtliche Höhenunterschiede der einzelnen Meere als erwiesen annahm, hat sich jetzt bei Berücksichtigung aller erforderlichen Correctionen herausgestellt, dass abgesehen von vereinzelt localen Störungen innerhalb der Europa umgebenden Meere nirgends Höhenunterschiede aufgefunden worden sind, welche sich nicht durch die Unsicherheit der die Meere verbindenden Nivellements erklären lassen.“

Diese Thatsache spricht also ganz entschieden gegen die Annahme eines Unterschiedes zwischen dem Wasserstand des Mittelmeeres und dem des atlantischen Oceans.

Ausserdem müsste der Nil, das Schwarze Meer und die höchst wahrscheinlich unterirdische Verbindung mit dem Rothen Meere schon für die Ausfüllung einer Depression im östlichen Theile des Mittelmeeres, von welcher oft geredet worden ist, Sorge tragen, falls der Atlantische Ocean nicht im Stande wäre. Das scheint aber in ausgiebigem Maasse der Fall zu sein; denn bekanntlich geht ein salziger Unterstrom noch aus dem Mittelmeer bei Gibraltar durch hinaus in das Atlantische und ein ebensolcher durch die Dardanellen in das Schwarze Meer; an Wassermangel leidet also das Mittelmeer nicht.

3. Wenn gesagt wird, dass ein allmähliches Ansteigen des Meeresspiegels gegen die Küsten stattfindet, dass in der Mitte des Oceans die Oberfläche des Wassers weit tiefer liege, d. h. unter gleicher geographischer Breite dem Erdmittelpunkte sich näher befände, als an der Küste des Festlandes, so kann das meines Erachtens auch nicht richtig sein.

Man hat aus Pendelbeobachtungen geschlossen, dass die Strandlinie auf isolirten Inseln einen niedrigeren Stand einnähme, als an den grossen Continentalmassen und dass das Meer, wenn es nicht mehr vom Festlande angezogen würde, diese Inseln überschwemmen müsste.

Aber die Pendelbeobachtungen stimmen auch in den Küstengegenden nicht ganz unter einander. Das Secundenpendel auf den Bonin-Inseln macht 14,2 Schläge mehr in einem Tage, als man nach der geographischen Lage schliessen sollte, auf Ualau 12,6; St. Helena 10,3; Isle de France 9,9; Fernando Noronha 9,4 u. s. w., während an continentalen Küstenstationen die Zahl der Schläge im Gegentheile kleiner ist als man vermuthen sollte.

Nun heisst es, dass die See an von einander entfernten Punkten eines und desselben Continentes (der verschiedenen von der Landmasse abhängigen Anziehungskraft wegen) auch verschiedenen hoch stände (für Europa gilt das schon nicht mehr!); Süd-Amerika z. B. wird an seiner Westküste, wo die gewaltige Kette der Anden liegt, das Wasser stärker an sich ziehen als an seiner flachen Ostküste, ja FISCHER hat berechnet, dass die Emporhebung dort ungefähr 1100 m betragen muss.

Bei dem Lesen anderer in diesem Sinne verfasster Aufsätze findet man:

„Die Continente müssen das Meer anziehen, dasselbe also an den Küsten schwellen und auf der weiten offenen See eine Vertiefung hervorbringen lassen, die ihre Oberfläche dem Mittelpunkte der Erde nähert; denn das ist die Erscheinung, die wir alle Tage an einem Glase Wasser an der Wandung beobachten können. Die Vermehrung um eine Pendelschwingung entspricht einer Annäherung an den Mittelpunkt der Erde von 122 m. Auf 9 Schwingungen mehr beträgt das 1098 m.

Wenn ein Schiff die Küste verlässt, wird es demnach einen sehr sanften Abhang hinabgleiten, sodass es mitten auf dem Meere in einer 1 km tiefen muldenförmigen Aushöhlung fahren würde. Ist das genau? Niemand kann es noch beweisen, doch haben wir schon in nächster Zeit weitere Aufklärungen zu erwarten.“

Nun hat FAYE, wenn ich nicht irre, schon darauf hingewiesen, dass ein Pendel auf der Oberfläche in der Mitte des Meeres eigentlich weniger Schwingungen machen müsste als sonst überall, weil die anziehende Masse zunächst unter ihm, doch dem Gewicht nach weit weniger ist, als auf den Felsmassen der Continente. Wenn aber trotzdem die Schwingungen des Pendels eine Zunahme nach der Mitte der See hin anzeigen, so muss unter der Wassermasse eine uns bis jetzt unbekannt, jedoch ununterbrochen fortwirkende Ursache vorhanden sein, die diese

Anziehung vermehrt. FAYE vermuthet jene in der durch die grosse Kälte veranlassten Verdichtung der Erdrinde unmittelbar unter den Meeren; vielleicht nicht mit Unrecht. Sicherlich geht daraus hervor, dass auch der Pendel keine brauchbaren Resultate giebt, weil wir die anzubringenden Correcturen noch nicht kennen.

Da habe ich nun an das Barometer gedacht; das muss die Höhe derjenigen Luftsäule, die über irgend einem Punkte unserer Litho- oder Hydrosphäre lagert, mit wenigstens ziemlicher Genauigkeit angeben, und die Isobaren liefern uns da gutes Vergleichsmaterial. Ich entnehme der HANN'schen Isobaren-Karte (No. 32 der neueren Ausgabe von BERGHAUS' Physikalischem Atlas) einige Daten.

Die mittlere Jahres-Isobare von Kusaie (Ualau), der östlichsten der Carolinen-Inseln giebt 758,5 mm an; dieselbe Linie erreicht die Ostküste des australischen Continents etwa bei Trinity Bay, 17° südl. Br., und verlässt diesen bei Exmouth Golf auf der Westküste unter 22° südl. Br., geht durch den indischen Ocean bis Barawa an der ostafrikanischen Küste unter 1° nördl. Br., um von da nach Norden umzubiegen und durch Arabien, Herat, Bangkok, und Saigon etwas südlich lassend, über Manila wieder zu den Carolinen zurückzukehren.

Wenn nun Ualau dem Pendel nach 122. 12,6 = 1537 m unter einer gewissen Oeanniveaus-Normale liegt und Barawa wegen der Anziehung des Continents nur einige Hundert über derselben, wo bleibt da die Isobare, die von Rechts wegen 190 mm runden barometrischen Unterschied zwischen 2000 m Höhenunterschied aufweisen müsste?

Die Isobare von 762 mm von Isle de France, das nach dem Pendel 1208 m unter die Oceansnormale taucht, läuft über Mosambique durch Afrika nach St. Helena, das 1256 m tief liegen müsste, von da nach Trinidad, erreicht die brasilianische Küste bei der Insel S. Catarina nördlich von Porto Alegre und wendet sich zurück über Tristan da Cunha nach Melbourne, um von da westwärts wieder Isle de France zu treffen.

Demselben berührten brasilianischen Küstenstrich gegenüber rein westlich davon lagert eine gleichwerthige Isobare von 762 mm auf der Insel Mocha dicht am chilenischen Litoral, läuft von da, Valparaiso westlich lassend, nach Caldera und von dort wieder nach Westen.

Da werden also vier einzelne, ganz isolirte oceanische Eilande, die sämmtlich kilometertief unter dem Normal-Wasserspiegel liegen, und zwei Ost- und zwei Westküsten grosser Ländermassen von Continenten, welche das Meer kilometerhoch — an der Pacificküste sogar fast 1100 m — angezogen haben sollen, angelaufen,

und überall muss da das Meer demnach gleich hoch stehen, weil derselbe Druck gleicher Luftsäulen auf ihm lastet.

Noch befremdender steht die Sache mit Fernando-Noronha, das, wie der Pendel sagt, sich 1147 m zu tief befindet. Von dieser Insel bis zur brasilianischen Küste sind nur 48 geogr. Meilen, eben so viel wie die Breite der Ostsee zwischen Memel und Karlskrona beträgt, — und auf solche kleine Entfernung hin soll ein so ungeheurer Niveauunterschied des Oceans existiren, abgesehen von dem, welcher noch durch die vermeintliche Anziehung der Wasser durch den südamerikanischen Continent hinzukommt? ¹⁾

Solche Widersprüche sind doch unvereinbar mit der Annahme, dass der Oceanspiegel ein veränderlicher sei.

Man bedenke doch, dass schon 500 m Höhenunterschied den Barometerstand um rund 500. 0,105 mm = 52,5 mm verändern; und keineswegs trifft man in der Mitte der grossen Oceane Inseln maximalen Luftdruckes, die eine solche Annahme irgendwie stützen könnten. Die Isobare von 762 mm auf der nördlichen Hemisphäre begleitet den Seeweg vom Canal über den Atlantischen Ocean nach New York; von einer Vertiefung im Meere zwischen Europa und Amerika kann also doch da keine Rede sein und auch nicht von einem Aufsteigen des Wassers an den Küsten; denn es wäre doch noch keinem Schiffscapitän der unzähligen Fahrzeuge, die diese Linie seit Jahrhunderten frequentiren, der Umstand entgangen, dass das Barometer der Regel nach viel falle, wenn er sich der Küste nähert und umgekehrt steige, sobald er der hohen See zustenert.

Wenn in Fernando Noronha das Meer fast 1150 m zu tief steht, so muss es an der brasilianischen Küste wegen der Massenanziehung zu hoch stehen. Eine Beobachtung darüber von dem nur 48 Meilen entfernten Küstenpunkt S. Roque liegt nicht vor; dagegen wird für die Insel Marañon (wohl Maranhão unter 2^o 32 südl. Br.) dicht am brasilianischen Continente, 175 m westlich von Fernando Noronha, 140 m von S. Roque, + 567 m angegeben.

Nimmt man nun die Hälfte dieser Zahl für San Roque, also $1146,8 + \frac{567}{2}$, so giebt das eine Differenz von 1430 m auf die 48 Meilen zwischen Fernando Noronha und dem Festlande.

¹⁾ Sollte der annehmbar vulkanische Untergrund der erwähnten Inseln nicht seine Hand im Spiele haben bei den Pendelresultaten? Die Bonin-Inseln werden zwar nicht als vulkanisch bezeichnet, fallen aber in die gerade Linie zwischen dem japanischen Feuerberg Fusi-yama und den vulkanischen Ladronen; Aehnliches gilt von den Carolinen, wogegen Mauritius, St. Helena und Fernando Noronha ausgeprägt vulkanischen Charakter besitzen.

48 Meilen sind 356179,2 m Länge, und dabei 1430 m Höhe ergeben in einem rechtwinkligen Dreieck eine Tangente von 0,004016, d. h. einen Winkel von 13,85 Minuten, oder fast einen Viertel Grad, um den das Meer von Fernando Noronha nach der Küste bei S. Roque ansteigen müsste.

Das ist doch wohl nicht wahrscheinlich. Zwischen den beiden Punkten Fernando Noronha und Maranhão ergibt sich ein Neigungswinkel von 4,55 Minuten bei der Annahme, dass die See dazwischen geradlinig verläuft¹⁾.

Aber alle dergleichen Folgerungen sind noch keine Gegenbeweise. Ein solcher ist jedoch leicht zu erbringen auf dem Gebiete der Nautik.

4. Ein im Rahmen der Nautik, sagen wir in Form einer Dampferlinie zwischen den Carolinen und Neuguinea, construirtes Beispiel wird die Unhaltbarkeit an den Glauben von Meeresthälern und Bergen schlagend erhärten. Ualau oder Kusaie, die östlichste der Carolinen, liegt, wie schon vorhin p. 141 gesagt, den Pendelbeobachtungen nach 1,537 km unter dem normalen Oceanniveau bei 5° 30' nördl. Br. Lassen wir dieses in Ermangelung anderweitiger bestimmter Daten auch für die weiter westlich gelegenen Inseln derselben Gruppe gelten, also auch für die Eauripik-Inseln (6° 45' nördl. Br.).

Da nun weiter die Anden in Südamerika nach Pendelaussagen den Meeresspiegel um 1,1 km an der Küste erhöhen, so dürfen wir wohl 0,463 km annehmen für die Nordküste von Neuguinea in der Gegend zwischen den Torricelli Mountains und dem Jullien-Berge, welche beide einer dicht am Meere hinlaufenden mächtigen Kette angehören, die Gipfelhöhen von 2000—3500 m aufweist.

Die erwähnte Gegend liegt südlich von den Eauripik-Inseln ziemlich genau unter 3° 15' südl. Br., sodass also die Entfernung zwischen beiden Punkten 10°, d. h. 1113,1 km beträgt.

Dann ergibt sich aus der Figur auf pag. 145, bei der nur die eingeschriebenen Zahlen maassgebend sind: Meereshöhe bei Torricelli (T), d. h. Entfernung vom Erdcentrum C^1 , C^1T (Erdradius) = 6377,397 km + 0,463 k = 6377,860 km; wogegen die von Eauripik EC^1 ist: 6377,397 — 1,537 = 6375,860 km.

¹⁾ Ich unterlasse nicht, zu bemerken, dass schon der hochverdiente Geolog FR. PFAFF in dieser Zeitschrift 1884, p. 1 ff. auf die vielen Widersprüche hingewiesen hat, die sich aus den Folgerungen ergeben, welche man den Angaben über die Höhenlagen der Inseln und den benachbarten Festländern entnehmen muss. Er hebt u. a. den negativen Werth der Falklands-Inseln gegenüber dem positiven des nicht fern liegenden Cap Horn hervor.

Damit haben wir ein Dreieck C^1TE , in dem eine Seite $C^1T = 6377,860$, die andere $C^1E = 6375,860$ und der von beiden (nahezu gleichen Schenkeln) eingeschlossene (Scheitel- bzw. Centri-) Winkel $TC^1E = 10^0$ ist.

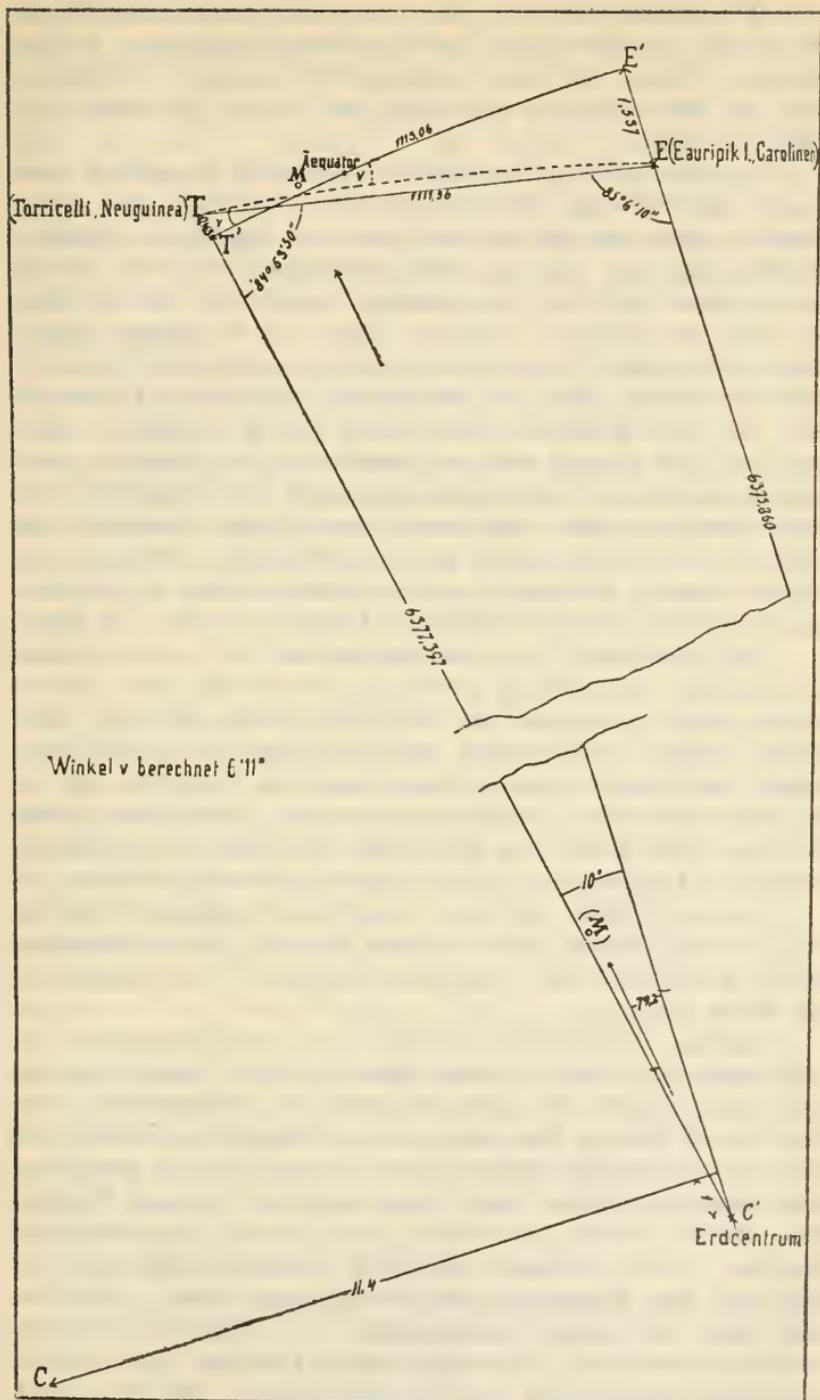
Die Basis dieses Dreiecks ist ein Theil einer Secante des Erdkreises in einer Meridionalebene, und diese Secante mit ihrer Verlängerung bei T würde also diejenige Linie bilden, welche der Ocean zwischen Torricelli und Eauripik einnimmt, wenn er sich geradlinig zwischen diesen beiden Punkten stellt. Der Basiswinkel bei Eauripik, der Carolineninsel, ergibt sich aus einer einfachen trigonometrischen Rechnung; er hat $85^0 6' 10''$; der Basiswinkel bei Torricelli dagegen $84^0 53' 50''$, und die Länge der Basis beträgt (nach dem Ausdrucke $c = \frac{a \cdot \sin C}{\sin A}$, wo A der Basiswinkel bei E, d. h. $85^0 6' 10''$) 1111.56; also nur 1.5 km weniger als der in dem (kugelförmig angenommenen) Geoid für 10^0 entsprechende Bogen zwischen E^1 und T^1 von 1113.06 km Länge, wobei E^1 die Lage von E + 1.537 bedeutet und T^1 die von T — 0,463.

Wollte man annehmen, dass die Meeresoberfläche zwischen den beiden Stationen eben wäre, also in der Figur die Gerade TE darstellte, so würde an dem Schnittpunkt dieser Geraden mit dem Bogen T^1E^1 bzw. dessen Tangente ein Winkel von $5^0 3'$ vorliegen; das wäre demnach der Betrag der Aenderung der beiden Horizonte, die den Seelenten zur Bestimmung der Polhöhe dienen müssen!

Das wird gewiss Niemand glauben, ebenso wenig als dass das Meer, statt wagerecht zu stehen, bei Torricelli eine Neigung von $90^0 - 84^0 53' 50'' = 5^0 6' 10''$, und bei Eauripik eine Steigung von $90^0 - 85^0 6' 10'' = 4^0 53' 50''$ zeigt, sondern es muss den Ausgleich zwischen den beiden Punkten ungefähr in der punktirten Bogenlinie TE — wir gehen dabei nicht so weit wie E. SUSS, welcher concave Niveauflächen stellenweise für den Oceanspiegel beansprucht, wodurch natürlich sich die Sache noch bedeutend verschlimmert — suchen.

Diese punktirte Linie TE stellt den convexen Bogen eines Kreises vor, dessen Radius das arithmetische Mittel aus den Entfernungen C^1T und C^1E ist, d. h. 6376.86 km. Der Mittelpunkt C dieses Kreises liegt 11.4 km von C^1E und etwa 1 km vorwärts von C^1 .

Dann würde sowohl an den beiden Endpunkten der Neigungswinkel v der Tangenten dieser beiden Kreise, als auch derjenige im Schnittpunkt M derselben (welcher etwa $7^0 42'$ von E entfernt liegt) nahezu $6' 10''$ betragen.



Wir nahmen nun an, dass eine regelmässige Dampferlinie die Fahrten zwischen den beiden genannten Localitäten lebhaft betreibe. Täglich wird dabei auf hoher See an Bord die Mittagshöhe mit dem Sextanten genommen und daraus die Breite etc. sofort berechnet.

Bei einer solchen Berechnung repräsentirt bekanntlich jede Minute eine Seemeile oder 1.852 km. Man weiss also immer ziemlich genau, wo und wie weit man vom Lande sich befindet. Nun betrachte man die Lage eines Fahrzeuges, das etwas südlich vom Aequator auf der besprochenen Dampferlinie in die Nähe der Riffe von Echiquier, Durour, Matty u. s. w. gelangt, nachdem es die Nähe des wahrscheinlichen Schnittpunktes der wirklichen Oceanfläche T^1E^1 mit der punktirt angedeuteten TE passirt hat. Die dort berechnete Breite muss um den Winkel v differiren von der wahren auf das wirkliche Geoid bezogenen, und doppelt differiren, je nachdem die Sonnenhöhe nach Süden (October-März) genommen wird, oder nach Norden (März - October). Im ersteren Falle wird die Breite bezw. Zenithdistanz, weil auf einen höheren Horizont berechnet, um v Seemeilen zu klein, im letzteren um ebenso viel, auf einen niederen Horizont bezogen, zu gross.

Ein Unterschied, d. h. ein Irrthum von $2v$, also von über 12 Seemeilen in dortigen Meeren in der Region der Wirbelstürme gehört aber nicht nur in dunkler Nacht oder bei strömendem Regen, sondern auch am hellen Tage in der Nähe niedriger, nicht weit sichtbarer Inseln unter die Umstände, die zu den verhängnissvollen gezählt werden müssen; denn freien Raum hat jedes Schiff nöthig, um bei Klippen, Untiefen und dergleichen vorüber zu kommen, sonst geht es durch Auflaufen verloren.

Aehnliche Fälle wie der angenommene zwischen Eauripik und Torricelli liegen auch vor beim Ansegeln der nordbrasilianischen Küste von Norden und beim Anfahren der Capland-Gestade von Süden her.

Constant auftretende Differenzen bei der Berechnung der Entfernung von einem gesuchten Hafen in jenen Theilen müssten doch schon längst die Aufmerksamkeit der beobachtenden Seeleute, deren Zahl an Bord der grösseren Dampfer gleichzeitig oft 3 bis 4 ist, auf sich gezogen haben. Denn das ist doch klar, dass ungleich (und gar noch etwa napfartig) gebogene Flächen nicht überall dieselbe Sonnenhöhe geben können, als gleichmässig gebogene. Ohne Vertrauen auf seinen Sextanten sinkt der Nautiker auf den Standpunkt des Küstenfahrers herab. Aber bis jetzt sind noch keine Kundgebungen von Seiten der Seeleute erschienen, welche auf continuirlich falsche Resultate ihrer Breitenberechnungen in gewissen Gegenden basirt wären, und das müsste doch heute, wo wir auf dem Festlande eine Breitendifferenz von

weniger als einer drittel Secunde, von 10 m Verschiebung, astronomisch nachweisen, der Fall sein, wenn überhaupt Unregelmässigkeiten in unserer Hydrosphäre — nicht zu reden von wirklichen Meeresbergen und -Thälern von Tausenden von Metern Höhe und Tiefe — existirten. Mit grossem Rechte verwerfen daher die meisten Geodäten die Ansicht vom Vorhandensein bedeutender Unregelmässigkeiten im Meeresniveau. Wahrscheinlich existiren sie gar nicht, und die Pendel-Versuchsergebnisse werden da, wo sie im Widerspruch unter sich oder mit anderen Umständen stehen, eine andere Erklärung finden, als die von Niveauverschiedenheiten.

Wenn z. B. die Attractionswerthe (bezw. Niveauverschiedenheiten im Meere) für London mit 118 m, für Königsberg mit 92,6 m angegeben werden (LISTING, erw. SUESS, Antlitz, I. p. 21), so zeigen doch die geodätischen Resultate, dass eine Differenz in den Meereshöhen der beiden genannten Orte, wie überhaupt an den europäischen Küsten, nicht vorkommt, obwohl dieselbe den Attractionswerthen nach 25,4 m betragen müsste.

Und gerade so wird es an den Küsten der anderen Continente sein, und nicht nur an den Küsten, sondern auch in den Meerestheilen zwischen den Continenten, d. h. auf hoher See.

Ein Anhänger der Ansicht von der Existenz von Meeresbergen und -Thälern sagt: „Mit dem Barometer kann man die Störung der Niveauflächen durch ungleiche Massenvertheilung, d. h. deren Abweichung von der Oberfläche eines regelmässigen Rotations-Ellipsoides ebenso wenig bestimmen, wie z. B. die Anschwellung der Erde unter dem Aequator. Die Flächen gleichen Druckes im Wasser und in der Luft folgen in ihrer Gestalt den gestörten Niveauflächen, sie gehen mit ihnen bergauf und bergab, wenn man so sagen darf, genau so wie die Lothlinie. Man kann deshalb die Störungen auch durch ein Nivellement nicht entdecken. Das Pendel dagegen zeigt die Abplattung der Erde an. Aber so viel steht fest, dass, wenn nicht durch eine besondere Vertheilung in der Dichte der tieferen Erdschichten die Unregelmässigkeiten der Massenvertheilung, wie sie die Erdoberfläche darbietet, compensirt wird, Unregelmässigkeiten der Niveauflächen bis zu und über 1000 m Einsenkung resp. Erhebung vorkommen müssen, die man jedoch mit dem Barometer nicht messen kann.“

Hiergegen möchte ich Folgendes bemerken:

Der verhältnissmässig niedere Barometerstand in den Polargegenden ist leicht erklärlich dadurch, dass auch die Atmosphäre wegen der Erdrotation in der Aequatorialgegend etwas angeschwollen ist.

Ein höherer Barometerstand müsste an den Polen herrschen, als am Aequator, wenn die Luft in Form einer Kugel den Erd-

ball umgäbe; aber aus der geringen Höhe der Luftsäule über den Polen folgt durchaus nicht, dass Luftschichten gleicher Schwere allen Unebenheiten der irdischen Litho- oder Hydro-sphäre folgen. Wäre das der Fall, so wäre ja überhaupt alles barometrische Höhenmessen ein Unding. Eine Einsenkung im Atlantischen Ocean muss sich durch den Barometer nachweisen lassen, gleichviel, ob die Meeresoberfläche flüssig oder fest, sagen wir gefroren ist. Wäre sie letzteres, so würde kein Unterschied existiren zwischen einer barometrischen Höhenmessung auf dem Ocean und einer solchen auf dem Festlande, z. B. von den nord-amerikanischen Prairien nach den Rocky Mountains, oder von den argentinischen Pampas nach der Cordillere. Die Jahres- und Monats-Isobaren, ja sogar die Jahres- und Monats-Isothermen entfernen sich nicht weit von der Dampferoute zwischen dem Canal und New York, nichts deutet auf eine Unregelmässigkeit der oceanischen Fläche hin, welche sicherlich durch die Fülle von meteorologischen Beobachtungen und geodätischen Messungen (Bestimmen der Breite und Länge auf hoher See durch Sextant und Chronometer) auf dieser Linie sich schon längst sehr, sehr fühlbar gemacht haben müsste, wenn sie existirte; denn für das Barometer ist es schliesslich doch gewiss einerlei, ob es von einem Berggipfel bis an oder auf den festen Strand des Meeres, oder in ein auf dem Wasser schwimmendes Boot getragen wird, oder auf die gefrorene Eisfläche des Gewässers; es giebt den Höhenunterschied eben an, und richtig, wenn die erforderlichen Correctionen wegen der Temperatur, Feuchtigkeit, Schwere etc. in entsprechender Weise angewandt werden. Aber nicht einerlei ist es für unsere Seeleute, ob sie ihre Sonnenhöhe auf einen richtigen, d. h. tangentialen oder falschen, d. h. geneigten Horizont basiren. Die hätten längst ihre Sextanten bei Seite gelegt, wenn sie sich nicht auf sie verlassen könnten. Kurz, die Physiker werden die Gründe der Nichtübereinstimmung der Pendelversuche schon mit der Zeit ausfinden¹⁾; die aus denselben gezogenen Folgerungen betreffs der Meeresthäler und -Berge aber waren, wie die Thatfachen allseitig nach meinem Dafürhalten beweisen, falsch; und dieses ist für die Geologen wichtig genug, denn man sieht daraus, dass die sogen. Strandverschiebungen am offenen Meer das bedeuten, für was sie ursprünglich angesehen wurden, nämlich Hebungen

¹⁾ Man hat ja schon die Vermuthung ausgesprochen, dass unter dem Meere die Schichten dicker seien, weil tiefer abgekühlt, dass die Continente gleichsam wie in einem Kuchen aufgetriebene, specifisch leichtere Schichten darstellen, und somit eine prästabilisirte Harmonie in der Vertheilung der Massen herrschen soll.

Unmöglich wäre das gar nicht; denn an continentalen Küstenstationen ist die Zahl der Pendelschläge im Gegensatze zu der auf isolirten Inseln im Ocean kleiner, als man vermuthen sollte.

und Senkungen des Landes und nicht etwa Auf- und Ab-
laufen des Oceans.

Gegen letzteres bringe ich, hiermit wiederholend, vor:

1. Die Widerlegung des Beweises, dass die Ostsee ausläuft. Ihr Zurückweichen von den schwedischen Küsten beruht auf der Hebung der letzteren; denn die Ostsee bleibt an den südbaltischen Küsten stabil. (v. DRYGALSKI.)
2. Alle Meere um Europa stehen gleich hoch (Intern. Geodät. Congress in Paris 1889); die ein anderes Resultat anzeigenden Pendelbeobachtungen werden also durch etwas anderes als die Meereshöhe beeinflusst sein.
3. Das Benehmen des Barometers, darunter die Lage der Isobaren, seine Anwendung zum Höhenmessen etc. verneinen total die Existenz von Unebenheiten der Oceanfläche. Dasselbe thun die Angaben des hypsometrischen Thermometers bei Bestimmung des Wassersiedepunktes und die barometrischen Beobachtungen (in anderer Weise) in Luftballons.
4. Die auf die Regelmässigkeit des Meereshorizontes basirten Bestimmungen der Ortsbreite auf hoher See lassen ebenso wenig Höhen- und Tiefenlagen der oceanischen Fläche erkennen, und das müsste der Fall sein bei schon viel geringeren als jetzt angenommenen Unterschieden.

Nachschrift.

R. S. WOODWARD bespricht in No. 48 des Bull. Geol. Survey U. S. (Washington 1888) die Form und Lage des Meeresniveaus, führt ein Beispiel an, das nach G. K. GILBERT erkennen lässt, dass Inseln in der Mittelpartie der quartären Inland-Depression des früheren Lake Bonneville Strandlinien zeigen, die jetzt mehr als 100 Fuss über den correspondirenden Linien der Uferränder liegen, und kommt zu dem Schlusse (p. 85), dass die Erhebung des Oceanspiegels nach einer Berechnungs-Hypothese für das Innere der asiatisch-europäischen Continentalmasse 2900 Fuss betragen müsste, wogegen sie nach einer anderen kaum 10 Fuss erreicht.

Angesichts solcher Widersprüche überzeugt man sich, wie sehr Recht schon FR. PFAFF hatte, 1884 sich gegen die Annahme der Existenz von Meeresthälern und -Anhöhen zu wenden. Seine überaus triftigen Gegengründe werden durch eine Antwort HANN's keineswegs abgeschwächt, geschweige denn widerlegt. Ebenso wenig sind die Einwände LEIPOLDT's durch den Hinweis auf verschiedene Barometerconstructions u. s. w. widerlegt worden (6. Geographentag, 1886, p. 73 ff.).

	Seite.		Seite.
Wismuthoxyd	64	von Schwarzburg, Thürin-	
Wismuthglanz	64	gen	370
Würtzit	66	Zinkblende von Bensberg .	170
		— von Müsen	170
Xiphias Dixoni LEIDY	298	Zinkit	68
Zechsteinkalk, verkieselter,		Zinkoxyd	66

Druckfehler-Verzeichniss

für Band XLI.

- S. 586 letzte Zeilen muss stehen 176 M. 90 Pf. statt 176 M. — Pf.
 S. 587 am Schluss: 3273 M. 22 Pf. statt 3237 M. 22 Pf.
 S. 591 Zeile: b. Kupfertafeln, Lithographien etc. = 2636 M. 16 Pf.
 statt 1636 M. 16 Pf.

Für Band XLII.

Zusatz zu S. 143 Z. 11 v. o. beweise“ — könnten vielleicht An-
 hänger des unregelmässigen Geoids gegenüber denen des regelmässigen
 (Erd-) Ellipsoids sagen. Ein solcher

S. 171, Z. 11 v. o. lies: „VANUXEM“ statt CONRAD.

Taf. XXI, Figur 2 ist etwas verzeichnet; so gehört die Palpe auf
 die andere Seite.

S. 433, Z. 3 v. o. lies: „DE KONINCK“ statt DE KONINGK.

S. 433, Z. 5 v. u. lies: „ „ „

S. 435, Z. 3 v. o. lies: „ „ „

S. 436, Z. 5 v. u. lies: „ „ „

S. 437, Z. 17 v. o. lies: „ „ „

S. 439, Z. 8 v. o. lies: „ „ „

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [42](#)

Autor(en)/Author(s): Ochsenius Carl Christian

Artikel/Article: [Ueber das Alter einiger Theile der \(su^damerikanischen\) Anden. 121-149](#)