

Ueber die Geologie der Erdoberfläche, in Rücksicht auf die Vertheilung der Temperatur, der Aërolithen und der Oceane.

Von Dr. **Ami Bôué.**

(Aus dem Januar-Hefte des Jahrganges 1850 der Sitzungsberichte der mathem. naturw. Classe der kaiserl. Akademie der Wissenschaften besonders abgedruckt.)

Ein halbes Jahrhundert ist noch nicht verstrichen, seit dem man sich die geognostischen Formationen um den Erdball fast wie die regelmässigen concentrischen Gehäuse einer Uhr vorstellte. Als man später den Irrthum gewahr wurde, nahm man seine Zuflucht zur Theorie der Aequivalente, weil nach Humboldt grosse plutonische Gebilde in Süd-Amerika gewisse neptunische Formationen Europa's ersetzen sollten. Als ein besonderer Freund der Thatsachen war ich immer sehr sorgfältig bemüht, Alles mögliche über geognostische Geographie, mineralogische Topographie, so wie über Pflanzen- und Thiergeographie zu sammeln. Aber im Jahre 1833 war das Material durch die neuen Forschungen schon genug angewachsen, um mich über die Verbreitungsart der Formationen zu einem allgemein anwendbaren und philosophischen Schlusse zu führen, namentlich zu der Abtheilung der Erdoberfläche in geologische Regionen und Provinzen, deren Charakteristik von

den Verhältnissen ihrer Lage, ihrer Temperatur, so wie von den besondern plutonischen Erscheinungen während der verschiedenen geologischen Zeiträume abhängt. (Bull. Soc. géol. Fr. B. 3, Rapport LXXI.)

Diese Ansicht fand Anklang, änderte aber fast eben so bedeutend die *Werner'sche* Geologie als meine auf *Hutton's* Theorie gestützte Auseinandersetzung im Jahre 1822, dass alle krystallinischen Schiefer nur metamorphische, neptunische Gebilde wären. (J. d. Phys. u. Ann. d. Sc. nat. B. 2, S. 417.) Jetzt, auf dem naturgemässen Pfade der Wahrheit, erstaunt man, dass man selbst, a priori, diesem Gedanken nicht huldigte, denn wie auch der Erdball in verschiedenen Zeiten beschaffen gewesen wäre, so musste nothwendigerweise seine Oberfläche mehrere Formen — Phasen — durchgemacht haben, und von einer Gleichheit der Formen in laugen Zwischenräumen konnte nicht die Rede sein.

Auf der andern Seite, was auch die ehemalige Temperatur des ganzen Erdballes gewesen sein mag, muss es doch immer Temperatur, Zonen und gebogene Isothermen, Aequatorial- und Polargegenden gegeben haben. Natürlicherweise war die Lage der Isothermen in älteren Zeiten vielleicht verschieden von der jetzigen.

Wäre selbst anzunehmen, dass die eigentliche Temperatur der Erde oder ihre Wärmeausstrahlung einmal überall gleich war, was doch sein Bedenken hätte, so müsste man nicht vergessen, dass die Erwärmung durch die Sonnenstrahlen mit der geographischen Breite wächst, und dass ihr Maximum in den tropischen Zonen sich findet.

Im Jahre 1836 bestätigte *Herschel* diese noch von Einigen bezweifelte Thatsache, indem er selbst für die tropische Sonne eine fast doppelte Erwärmungsfähigkeit, als für die in Europa fand.

Nach den bisherigen Forschungen bleiben folgende die merkwürdigsten Thatsachen in der Verbreitung der Formationen auf dem Erdballe:

1. Fast alle Inseln, wenn sie nicht aus Korallengehäusen oder vulkanischen Gesteinen bestehen, zeigen uns krystallinische Schiefer und primäre Gebilde sammt plutonischen Gestei-

nen. Einige der grössern besitzen noch dazu tertiäre Gebilde, meistens der jüngern Zeit, so wie älteres Alluvium. Die Flötzgebilde würden der Inselwelt ganz fehlen, wenn nicht die Ausnahmen in dem europäischen Meere, so wie die von Cuba, Manilla und Borneo zu berücksichtigen wären, und man Neu-Holland als ein Festland gelten liesse. Die übrige Inselwelt ist der eigentliche jetzige Sitz der noch thätigen Vulkane und vieler ausgebrannten Feuerberge. In diesen Inseln spiegelt sich eigentlich der Uranfang unserer Festländer, indem wahrscheinlich eine Anzahl sich einmal zu einem Festlande vereinigen und eine andere fortfahren wird uns das Bild einer unvollkommenen Erdbildung zu geben.

2. In den zwei Polargegenden der Erde, so wie selbst in ihrer Nachbarschaft herrschen die krystallinischen Schiefer und die primären Gebilde vor. Wenn plutonische Gesteine vielleicht in gleicher Menge in beiden Erdtheilen vorhanden sind, so ist es bis jetzt unmöglich zu sagen, ob die vulkanischen Felsarten und thätigen Vulkane eine grössere Ausdehnung in den antarktischen Gegenden oder in den arktischen einnehmen. In letztern beschränkt sich das Vulkanische auf Island, die Insel von Mayen und einige Inseln südlich der Behringsstrasse. Gegen den andern Pol kennt man schon mehrere grosse Vulkane und Basalt-Inseln. Auffallend ist auch die Seltenheit von Thermalquellen und selbst von Erdbeben, wenigstens in einigen Polarländern, wie z. B. in Skandinavien und Nordamerika, indem doch gerade der Boden dieser Länder noch jetzt grossen Bewegungen unterworfen zu sein scheint.

Die Erklärung dieser eigenthümlichen Polargeologie ist bis jetzt ein Räthsel geblieben, obgleich die Ursache davon sehr einfach ist, sobald man dem Verstande und nicht der Phantasia Gehör schenkt, und die Ewigkeit der astronomischen Gesetze annimmt. Die Polarwelt ist nichts als eine Inselwelt, die ihre Entwicklung nicht weiter als zum ältern Steinkohlengebilde gebracht hat, weil Formationen sich aus dem Unorganischen und Organischen da nur gebildet haben können, so lange die Temperatur der Oberfläche keine Eis- und Schneefelder duldete.

Als die Erde noch nicht so stark abgekühlt und ihre Wärmeausstrahlung bedeutender als jetzt war, konnte es an den

Polen offene Meere und fließende Wässer, so wie organisches Leben geben. Sobald aber die Polartemperatur so tief sank, dass diese Gegenden sich in Eis einhüllten und die Sonnenhitze nicht einmal im Sommer sie davon befreien konnte, hörte alle unorganische Bildung auf, und das organische Reich schrumpfte zusammen. Das einzige was sich noch bilden konnte, war einiges Gletscher-Alluvium und einige Anschwemmungen der Meeresströmungen (Flötze u. s. w.), wie wir sie auch da finden.

Dieser Uebergang von einem Pflanzenlande zu einem ewigen Schnee muss aber allmählig gewesen sein, denn sonst, da das Eis die Verwesung hindert, müssten wir noch jetzt in jenem die Pflanzen- und Thiergattungen eingefroren finden, die die ältere Steinkohlenperiode charakterisiren.

3. Die Festländer in der Nachbarschaft der zwei Polarkreise würden noch dieselben Eigenthümlichkeiten der Polarregionen zeigen, wenn man nicht in der südlichen Spitze Amerika's das Kreidesystem und tertiäre Gebilde, und im nördlichen Siberien Trias- und selbst Jura-Formationen sammt einer grossen Ausbreitung älteren und neuen Alluviums, selbst bis über dem Polarkreise kennen würde.

4. So weit unsere Kenntnisse in der geognostischen Geographie gehen, scheinen Südamerika oder selbst beide Amerika keine Juragebilde aufzuweisen zu haben, indem in der alten Welt der Lias und die Juraschichten nur nördlich des Aequators, ungefähr von dem 10° der Breite (in Indien und Manilla?) bis zum 65° oder selbst 70° hinauf in Siberien reichen. Ob dieses Gebilde neben der Trias des südöstlichen Afrika's auch vorhanden ist, wissen wir noch nicht. Seine nördliche Höhe ist erstens eine förmliche Ausnahme für Flötzformationen und mag wohl von dem bedeutenden Alluvium der grossen Flüsse jener Gegenden theilweise abhängen. Ausserdem wird man unwillkürlich an Ermann's Ausspruch erinnert, dass der siberische Boden Eigenthümlichkeiten in Betreff der Temperatur-Leistungsfähigkeit zu besitzen scheint.

In neuerer Zeit hat Hr. Fremont in den Rocky Mountains unter $41\frac{1}{2}^{\circ}$ nördlicher Breite und unter 111° der Länge längs dem Muddy River eine Formation von muschelreichen Oolithen entdeckt, worin Hr. Hall einzelne Formabdrücke bestimmt hat,

die an den englischen Jura erinnern würden. Doch Herr Hall verwarft sich gegen jeden voreiligen Schluss, denn die Kreide erhebt sich bis auf 5000 Fuss Höhe in jenen Ketten, und einen Néocomien konnte man für Jura halten.

Die Abwesenheit der Juragebilde in Amerika aber bleibt für jetzt das grösste Räthsel der Geologie, denn wäre es ganz eine Korallenbildung, so könnte man annehmen, dass in jener Periode diese weite Erdregion das dazu nothwendige reine klare Wasser nicht darbot. Aber Korallenbänke sind im Jura mit Littoral- und Buchtengebilden vergesellschaftet. Als diese Ablagerungen Statt fanden, waren die Isothermen schon die jetzigen, was wenigstens zeigt, dass die Korallenthiere die gehörige Temperatur in weiten Gegenden Amerika's fanden. Von der andern Seite genügt es nicht zu sagen, dass das Leben der Korallen und Mollusken durch die Tiefe des Meeres oder die Hebungen ihres Bodens überall unmöglich war, obgleich Darwin die Seltenheit jüngerer Muschelablagerungen auf der westlichen Küste Amerika's durch solche Ursachen erklären möchte. (Geol. obs. on S. America S. 136.) Diese Juragebilde konnten doch auch nicht gänzlich durch eigene Meeresströmungen verhindert worden sein, weil damals der Isthmus von Panama noch offen war, denn das Alluvium der damaligen Flüsse müsste man auch so gänzlich fortschaffen lassen. Das ganze Amerika tief unter den Ocean während dieses jurassischen Zeitraumes zu setzen, geht auch nicht; es müssen da schon ältere Inseln gewesen sein, wie die Trias es beweist. Das Sonderbarste ist, dass die Juraformation vielleicht nicht einmal im nördlichen Amerika unter den europäischen Parallelen oder wenigstens unter den gleichen Isothermen sich findet, und die Kreide da oft das Primäre bedeckt. Die einzige mir einigermaßen vernünftig scheinende Ursache der jurassischen Anomalie in Amerika wäre eine ungewöhnliche plutonische Thätigkeit längs den Meridianketten, die das Leben der Seethiere für lange Zeit da unmöglich gemacht hätte. Auf diese Weise würde sich dieser Uebergang der Trias im plutonischen Gebiete in den Anden erklären, und dieselbe würde bis jetzt fortgedauert haben, ohne doch später die Bildung der Kreide und des Tertiären gehindert zu haben. Doch warum bildete sich keine Juraschichte

weder in Brasilien und Guyana, so wie längs den Alleghanies, wo keine vulkanische Thätigkeit sich zeigte?

5. Wenn die primären Schichten von einem Ende Amerika's zum andern reichen, und wie in der alten Welt viele Metallschätze enthalten, findet man die ältern Steinkohlen, wie in der alten Welt, mehr in Nord- als in Südamerika darin angehäuft. Die Trias ist auch schon hie und da erkannt worden, wie in Connecticut, in Chili, und scheinbar selbst mit den Steinkohlen in den tropischen Höhenbecken Columbiens (Bogota). Ausserdem muss man nicht vergessen, dass die locale Triasbildung durch vorhergehende Porphy-Eruptionen überall bedungen wurde, so dass es kein Wunder ist, wenn die Trias da fehlt, wo diese Erscheinung nicht stattfand.

Das Kreidesystem sammt dem Néocomien scheint in ganz Amerika ausgebreitet zu sein; man kann es namentlich von der südlichsten Spitze bis nach Neu-Jersey durch Patagonien, die Anden, Brasilien, Columbien, Mexico und Texas verfolgen. Ueberhaupt reicht die Kreide auf dem Erdballe südlich bis zu 52° und nördlich bis zu 56° oder selbst 57° nördlicher Breite.

Endlich sind die Tertiär- und Alluvialgebilde in beiden Amerika's sehr ausgebildet und ausgedehnt, und wie in der alten Welt, füllen die jüngern tertiären Schichten oft noch in wagerechter Lagerung ungeheure Ebenen aus, indem die eocene Formation an den grossen Ketten sich anlehnt, wie z. B. in Chili. Merkwürdigerweise ist noch kein Nummulitenlager in Amerika entdeckt worden.

6. In der alten Welt allein wäre die ganze Reihenfolge der bis jetzt ausgemittelten Flötzformationen vorhanden, dort wären auf diese Weise die geognostisch-complicirtesten Länder, und in diesem Punkte würde sich wieder Europa als das am meisten gegliederte Ganze auszeichnen. Die Verbreitung der untern Flötzformationen ist aber mehr beckenartig als im Allgemeinen nachzuweisen, indem das Juragebilde und vorzüglich das Kreidesystem sammt den tertiären Ablagerungen sich weit und breit verfolgen lassen. Die Becken der unteren Flötzgebilde liegen mehr in der nördlichen als in der südlichen Hälfte der beiden temperirten Zonen.

7. Die erratischen Blöcke fehlen unter den Tropen und in den wärmeren Theilen der zwei temperirten Zonen der Erde, aber sie erstrecken sich von beiden Polen aus in den Ebenen oder auf den Küsten von den Nordpol-Ländern bis zu 50° nördlicher Breite, in Europa und in Nordamerika bis über 38° derselben, und von den Südpolar-Inseln bis zu $41^{\circ} 47'$ südlicher Breite. Dann findet man sie wieder in den Alpen und Alpenthälern auf beiden Abhängen der Dauphiné und Piemont's bis tief in Bayern (zwischen 48° und 45° nördlicher Breite), so wie auch in der Himalaya-Kette zwischen dem 26° und 32° nördlicher Breite. Ob die Blöcke am Fusse der Pyrenäen, vorzüglich in ihrem Mitteltheile, noch dazu gehören, stelle ich als noch zweifelhaft dahin.

In den hohen Anden des tropischen Amerika's so wie in den Cordilleren Neu-Mexico's sind sie bis jetzt unbekannt geblieben.

8. Was die plutonischen und vorzüglich die vulkanischen Gebilde betrifft, so kann man nicht umhin, zu bemerken, wie vortheilhaft die N.—S. Hebungslinien oder Ketten im Allgemeinen auf den ganzen Erdball und zu allen Zeiten für ihr Erscheinen waren, so wie sie es noch für die jetzige Thätigkeit der Vulkane meistens sind. Gibt es auch äquatorial-plutonische Linien, so sind sie seltener, und vorzüglich kürzer, und schiefe, den Aequator schneidende gibt es am Ende nur solche, die man als untergeordnete annehmen muss. Diese Eigenthümlichkeiten scheinen mir wieder mit dem Erdmagnetismus in Zusammenhang zu stehen, und erklären die Abstufungen der Höhe in den Meridian-, Aequatorial- und gegen den Aequator schief liegenden Ketten; letztere würden meistens die niedrigsten sein.

Da nun die Meridianrichtung die Ketten der neuen Welt vorzüglich charakterisirt, so versteht man die Ursache, warum die Gegenden der alten Welt, wo Aequatorial-Hebungen im Gegentheil häufiger waren, hinter der neuen und der Inselwelt in Hinsicht der thätigen und der ausgebrannten Vulkane, so wie selbst in Hinsicht der plutonischen Gebilde stehen, wie z. B. der Alpenzug u. s. w. Nicht zu übersehen ist aber, dass das jetzige Hauptäquatorial-Gerippe der alten Welt weit von den Oceanen liegt, indem im Gegentheil der Fuss des Meridian-

Hauptgerippes der neuen Welt vom stillen Meere noch bespült wird, was man als auf die Erregbarkeit des Vulkanismus von Einfluss annehmen möchte, wenn nicht fast dasselbe Verhältniss im östlichen Neuholland keine Spur davor zeigte.

Neben den Anhäufungen von Trachyten und plutonischen Gesteinen der Meridianketten der neuen Welt im N. W. Amerika, in Oregon, Californien, Mexico, Guatemala, Columbien, Peru, Bolivia und Chili, kommen diejenigen Central-Afrika's, Abyssiniens und Arabiens, dann die ungeheure Central-Trappbedeckung Indiens und die Trachyte des indischen Archipels und endlich die bekannten europäischen plutonischen und vulkanischen Gegenden. Im Gegentheil als sehr wenig oder fast keine jüngeren plutonischen Gebilde besitzende Länder erscheinen: das östliche Amerika, namentlich Brasilien, Guyana, die vereinigten Staaten, so wie auch Scandinavien und das westliche Sibirien, Länder, wo meistens gegen den Aequator schief liegende Ketten praedominiren.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen hiesse es jetzt ins Specielle übergehen, für diessmal nur Einiges in dieser Hinsicht über Europa.

In diesem Welttheile muss man erstlich zwei Abtheilungen unterscheiden, nämlich die nördliche und südliche. In der nördlichen findet man sodann acht Provinzen, die sich durch eine eigene Folge, Zusammensetzung und Ausbreitungsart der Formationen, so wie durch gewisse Petrefacten und Hebungen von einander unterscheiden. Im Westen sehen wir in Portugal, in dem nordwestlichen Spanien, in der Bretagne, in Irland und dem ganzen westlichen gebirgigen England die Ueberbleibsel einer einmal bedeutenden, sehr alten Provinz. Das übrige Grossbritannien sammt Belgien und dem südlichen Norwegen bilden eine zweite Gruppe, denen sich südlich drei französische Provinzen anpassen, namentlich eine nördliche, eine centrale und eine südliche. Eine sechste Provinz ist das scandinavische sattelförmige Land sammt seiner jetzt zerstörten westlichen Verlängerung in den Shetlandinseln. Eine siebente Provinz bildet Central-Europa oder Deutschland mit dem böhmischen Kraterlande und dem elliptischen Rheinbecken als Anhängseln. Eine achte wird durch das russische Reich in Europa gebildet.

Im südlichen Europa herrscht der sogenannte mittelländische alpinische Typus, der sich wieder in wenigstens sieben Provinzen theilt, namentlich in die Nordalpen sammt ihren Rändern, in die Südalpen, sammt der Lombardo-venetianischen Ebene, den Karpathen oder ungarisch-türkischen Ländern, den Apenninen oder Italien sammt Sicilien, in die südlichste Provence, Corsica, Sardinien und das nördliche Algerien, als Stücke einer ehemaligen Provinz aus dem südöstlichen Spanien, und aus der südlichen Türkei, sowie Griechenland, welche letztere Provinz sich weit nach Kleinasien erstreckt.

Wenn man die Paläontologie dieser Abtheilungen vergleicht, so bekommt man manchen Fingerzeig über die locale Ausbreitung der Formationen und die Temperatur-Verhältnisse, unter denen sie Statt fanden. So z. B. sind die Belemniten und selbst hie und da die Ammoniten in den mittelländischen alpinischen Provinzen seltener als in dem Nord- und Central-Europa, indem die ungeheuren Anhäufungen von eocenen Nummuliten ihre nördlichste Grenze unter $49\frac{1}{2}^{\circ}$ nördlicher Breite erreichen und von den Rudisten-Bänken der südlichen Kreide fast nur Spuren im nördlichen Europa zu finden sind.

Fast dasselbe könnte man von den Korallen-Bänken des obern Tertiärs sagen. Orthoceratiten und Lituiten, die in der nördlichen Trias fehlen und das Primäre da auszeichnen, kommen ziemlich häufig in der alpinischen Trias und selbst mit Ammoniten und Belemniten im Jurakalke vor. Endlich könnte ich die grössere Analogie und Identität der tertiären Fauna im südlichen Europa mit derjenigen der Tropen-Länder anführen, indem in nördlichen es weniger der Fall ist.

Aus diesem, so wie aus dem, was ich über die Polar-Länder gesagt habe, geht hervor, dass bedeutende Temperatur-Verschiedenheiten zwischen Nord- und Süd-Europa selbst schon nach der ältern Steinkohlen-Formation vorhanden waren, das heisst, vorzüglich seitdem die Pole in Eis und Schnee gehüllt waren; doch muss der Anfang der freien Verbindung der Meere des Nord-Pols und die Schliessung der Erdzunge von Panama die Isothermen vorzüglich in ihre jetzige Lage gebracht haben. Aus diesen erklären sich dann leicht nicht nur die Verschiedenheit der Trias-Fauna in Nord- und Süd-Europa, sondern auch, warum gewisse Lias-

Species scheinbar im Jura-Meere Italiens viel länger als nördlich gelebt haben (*Atti della 8 Riun. dei Sc. Ital. Genova 1846, S. 620*). Mit dem Anfang der Kreide wenigstens waren aber die Isothermen schon an ihrer jetzigen Stelle (*Mittheil. d. Fr. d. Naturwiss. in Wien 1848. B. 4, S. 201.*), obgleich wegen der Wärme-Ausstrahlung der Erde ihr Temperatur-Grad etwas höher als jetzt stand, wie es die Faunen, wie z. B. ihre Korallen, beweisen. Auf diese Weise kann man sich einen annähernden Begriff der Temperatur der Erdoberfläche für die Zeitperioden machen, worin Korallen-Bildungen im Jura-Meer von Central-Europa, im Zechstein-Meer Thüringens und in den primären Meeren der Eifel und Scandinaviens vor sich gingen. Alle diese Meere konnten nicht sehr tief sein und ähnelten jenem Hinter-Indiens.

Aus der gründlichern Kenntniss der Aërolithen hat die Geologie zu merkwürdigen Schlüssen kommen können. Als wahrscheinliche Ueberbleibsel von Himmelskörpern scheinen sie durch ihre fast periodische Erscheinung (*Capocci. Compt. R. Ac. d. Sc. d. Fr. B. 11, S. 357*) und ihre ältere Gleichzeitigkeit mit den periodischen Sternschnuppen, von letztern vielleicht abzustammen. Beispiele von Aërolithen, auf ausgebreitete Land-Strecken gefallen, wie die Sternschnuppen, lieferten uns mehrere Physiker, wie z. B. Herschel in Süd-Afrika (*Phil. Mag. 3. S. B. 14, S. 32*), Berthou in Brasilien (*Compt. R. Ac. de Sc. 1837, B. 5, S. 211*) u. s. w. Diese Meteor-Massen müssen dem Geognosten ein Bild des Innern der Erde geben, vorzüglich da sie nach und nach alle Urstoffe dieser letztern den Chemikern offenbaren.

Die meisten jetzigen Physiker möchten Aërolithen von der Zertrümmerung eines Planeten ableiten, aber könnte es auch nicht ein Satellite der Erde gewesen sein? Wenigstens jetzt wären einige es geworden, da H. Petit 1846 behauptete, dass ein gewisser Bolide um die Erde wie ein Satellit sich drehe (*Compt. R. Ac. d. Sc. 1846. B. 23, S. 704*). Wäre es aber erlaubt, unserer Erde in frühern Zeiten einen zweiten Satelliten zu ertheilen, so hätte der Erd-Magnetismus dadurch modificirt sein müssen, da der Mond allein schon einen gewissen Einfluss in dieser Hinsicht verräth.

Dazu kommt noch das jugendliche Herabfallen der Aërolithen, denn durch die geologischen Forschungen wissen wir, dass keine in der Flötz-Zeit auf die Erde gekommen sind, und nur in den ältern und neuen Alluvial-Gebilden wurde bis jetzt nickelhaltiges Eisen gefunden, namentlich in den gold- und platinführenden Sandschichten des Ural, des Altai (Sobolovski, Gornoi J. 1841, Juli), Borneo's (N. Jahrb. f. Min. 1843, B. 4. S. 851), so wie in Preussen (Pogg. Ann. Phys. 1848. B. 73. S. 334), in Ungarn und den Vereinigten Staaten.

Auf eine höchst merkwürdige Weise fällt aber der Anfang dieses meteorischen Phenomens mit der Bildung ungeheurer Ketten und Schuttgebilde zusammen. In keiner andern Zeitperiode scheint die Erdoberfläche in solcher Ausdehnung und in solchem Masstabe mit Alluvium bedeckt worden zu sein, was bestimmt etwas Ausserordentliches anzeigt. Darum haben auch manche protestantische Geistliche oder Gelehrte nicht in Alluvium, sondern darin die Mosaische Fluth gesucht, was doch nicht haltbar ist, da die begrabenen Thierüberreste nicht unserer Schöpfung, sondern einer ganz andern angehören.

Die Astronomie ist noch nicht so weit vorgerückt, um eine Planeten- oder Himmelskörper-Zertrümmerung naturgemäss erklären zu können, etwas weiter ist sie schon gegangen in der Möglichkeit, dass Kometen sich der Erde bis zu einem Grade nähern könnten, wo sie wenigstens einen Einfluss auf die flüssigen Theile der Erde haben könnten, darum kann der Geognost sich nicht weiter wagen und nur auf die Gleichzeitigkeit der Aërolithen, des ältern Alluviums und des erraticen Phänomens, so wie auf die der Alluvial-Zeit gehörende Hebung der hohen Alpen und Central-Europa's aufmerksam machen.

Das erratiche Phänomen scheint mir bis jetzt nicht recht verstanden worden zu sein, weil man es nicht in seiner Allgemeinheit, sondern nur in seinem Particularismus auffasste und zu erklären suchte.

Nach der besonderen Ausbreitung der erraticen Blöcke ist es ganz gewiss eine Erscheinung, die durch Eis bedungen wurde. Nächst den Polen sieht man namentlich diese Massen und ihren Schutt sich von den Polargegenden als Mittelpunkt strahl- und kreisförmig ausbreiten, indem gewisse Gebirgsgegenden

abgehobelt und ihre Felsen in gewissen Richtungen eingefurcht sind. Auf der andern Seite findet man Gebirge der temperirten Zone, wo Gletscher noch jetzt Thäler füllen, hin- und herrücken und Felsen poliren und einfurchen. Niemand zweifelt an diesen Thatsachen in den hohen Alpen und im Himalaya. Jeder gute Beobachter gibt zu, dass in manchen Thälern dieser Gebirge die Gletscher sich scheinbar zurückgezogen und Moräne mit geritzten Steinen, Blöcke und polirte Felsen zurückgelassen haben, wie z. B. in Chamouny, im Trienterthal, im Aarthal, im Rhonethal u. s. w. Anderswo im Gegentheil sind sie vorge-rückt und haben Pässe und Thäler gefüllt. Die Verschiedenheit der Meinung fängt nur an, wenn man zur Erklärung der Ausbreitung des Schuttes und der Blöcke in weit entfernte Gegenden kommt oder von jetzt ziemlich niedrigen Gebirgen spricht.

Nun hat sich aber seit einiger Zeit die andere Thatsache festgesetzt, dass von den Polar-Seen jährlich nicht nur viel Treibeis in die wärmern Theile der Oceane herunterschwimmt, sondern auch, dass sie Schutt und Blöcke mit sich führen.

Dieses schwimmende Eis kommt jetzt noch eben so tief herab als wir die Blöcke finden; so sieht man es im atlantischen Meere bis zwischen 41° und 43° nördlicher Breite, und in dem australischen Meere bis 39° und selbst 33° südlicher Breite. Auf diese Weise hat man sich erklärt, wie Polar-Blöcke aus den australischen Gegenden nicht nur auf den Küsten des südlichen Shetland, sondern auf denen von Süd-Amerika sich haben ablagern können. Eine Gletscher-Brücke für sie dazu bauen, wird Niemanden einfallen. Man möchte selbst glauben, dass scandinavische Trümmer auf dieselbe Weise nach Schottland herüber gekommen sein mögen, und dass ihr Ursprung nicht immer in jenem Lande zu suchen wäre.

Durch diese unwiderlegbaren Thatsachen aber scheint mir die Schwierigkeit der nördlichen Blöcke gelöst, wenn man nur dieselbe Erklärung für ihre Ausbreitung in weiten Ebenen oder über Seen zugibt. Nicht Gletscher allein sind die Ursache des erraticen Phänomens, sondern Gletscher und schwimmendes Eis, und dieses scheint mir selbst durch die verschiedene Vertheilung der Blöcke auf beiden Abhängen der Schweizer Alpen

bestätigt. Nördlich war vor ihnen der breite Seegrund der niedrigen Schweiz, darum haben da Eisflüsse eben sowohl als Gletscher die Blöcke weit und breit herumgetragen, indem südlich ein niedrigeres Meer und wärmere Temperatur war, so dass dieses Treibeis da viel weniger Statt gefunden hat, und die Ausbreitung der Blöcke nicht so ausgedehnt geworden ist.

Auf der andern Seite scheint dieses Herunterkommen der Polar-Eisfelder mit bedeutenden Veränderungen in den Nord-Festländern zusammengefallen zu sein, denn wahrscheinlich öffnete sich die Behrings-Strasse nur dann und Scandinavien trennte sich gänzlich von Grönland. Führte jetzt das schwimmende Eis Schutt und Blöcke, wie viel mehr musste das der Fall sein, als die nördlichen Gebirge solche Erschütterung litten oder gelitten hatten; eine Zeiteigenheit, die auch auf das erratische Phänomen von Einfluss sein konnte, und die Verschiedenheit in der damaligen und jetzigen Menge des Fortgeführten erklären würde. Wenn man dazu eine ausserordentliche Bewegung der Gewässer gegen den Aequator annehmen könnte, so hätte man mehr als hinlängliche Kräfte, um das ganze erratische Phänomen sowohl in dem dadurch überschwemnten niedrigen Nord-Amerika, als im Central-Europa und Russland zu erklären. Dieses würde auch den Schlüssel zu der Anomalie geben, dass gewisse ältere Alluvial-Schichten Nord-Amerika's an den Küsten Ueberreste der Meeresbewohner zeigen, die man anderswo darin bis jetzt umsonst sucht. In Europa wären diese Seethierknochen oder Gehäuse zertrümmert worden. Doch muss man auch nicht übersehen, dass die Fauna des Eismeeres ziemlich beschränkt ist, und dass in Nord-Amerika, wo Fossil-Muscheln im Erratischen sind, dieses Phänomen gerade viel weiter südlich als in Europa reicht.

Wie muss man sich aber den Stand der Polar-Wässer während des erratischen Phänomens vorstellen? War es nur eine vorübergehende Ueberfluthung von dem Polarmeere von N. W. aus über das niedrige Nordamerika und von dem Eismeere von N. O. über Russland und Central-Europa? Oder waren diese Gegenden noch unter demselben Meere, unter dem die letzten tertiären Ablagerungen Statt fanden? Wenn das Letztere der Fall gewesen wäre, so könnte man erstaunen, keine erra-

tischen Blöcke im europäischen Tertiär zu finden, indem man in Nordamerika vielleicht Tertiärgebilde erwarten sollte, wo doch nur älteres Alluvium zu finden ist; ausserdem erstreckt sich das tertiäre Europa nicht bis zum Eismeer. Aber sehr wahrscheinlich scheint, dass nur ein schmales Land zwischen dem damaligen Eismeere und den ungeheuren Salz- und Süswasserseen Russland's und Central-Europas vorhanden war, indem in Nordamerika auch keine bedeutendere Höhe die Polarüberfluthung verhindern konnte.

Diese letztere muss aber doch eine geraume Zeit gedauert haben, um solche Spuren hinterlassen zu können. Dass sie sehr hoch stieg, möchte ich bezweifeln, indem es mir naturgemässer erscheinen möchte, dass die höchsten Spuren im nordamerikanischen Gebirge keineswegs von dem Treibeis herstammen, sondern dass dieses Phänomen auf die Temperatur so weit Einfluss hatte, dass sowohl in Amerika als in Scandinavien Gletscher sich bilden konnten, wo früher keine waren, oder sich wenigstens weiter in den Thälern ausdehnten und ihre Spuren lassen konnten.

Merkwürdigerweise bezeichnen Buchten, grosse Seen und das Baltische Meer noch jetzt den Platz dieser Fluthen, so dass man berechtigt ist, da Senkungen der Erdoberfläche anzunehmen, die in Verbindung mit Zertrümmerungen, Spaltungen und Hebungen in den Polar- und andern Gegenden der Erde die Ursache der Ueberfluthung geben würden. Da in langen Zeiträumen fortgesetzte Oscillationen der Festländer in den Nordgegenden beider Hemisphären jetzt noch Statt finden, so braucht man nichts weiteres, um Alles naturgemäss zu erklären, und allen gegen Astronomie und Physik verstossenden Träumereien ein Ende zu machen.

Die Senkung eines Erdtheiles bedingt aber die Hebung eines andern, und nach den physikalischen Gesetzen muss die Senkung neben der Hebung Statt finden; darum bemerken wir auch immer bei den höchsten Gebirgen und Bergspitzen die tiefsten und grössten Niederungen. Als die grossen Aequatorial-Hebungen den Hauptzug der Alpen und einiger andern Gebirge Europa's paroxymweise erhöhten, bildeten sich neben ihnen jene tiefen bekannten Becken. Doch zu gleicher Zeit wurde ein bedeutender Theil des centralen Europa's in Masse erhöht, so dass Europa

wirklich buckelig wurde; aber auch darum entstanden grosse Senkungen nördlich gegen das deutsche Meer, Scandinavien und im nördlichen Russland, wie wir noch jetzt sehen, dass der nördliche Theil Scandinaviens sich hebt, indem der südliche sich senkt. Ob damals das scandinavische Gebirge etwas gehoben wurde, können wir nicht wissen und scheint uns für unsere Erklärung von keinem Belang.

Die Resultate dieser doppelten Bewegungen waren zweifach. Die Polar-Meere, die seit langer Zeit nicht mehr nach Central-Europa kommen konnten, überflutheten allmählig das Land, und es bildeten sich vorzüglich Untiefen und Zertrümmerungen auf und neben den Spalten, die die einsinkenden Länder von dem scandinavischen Gebirge trennten.

So wird die Ursache der Entstehung der russischen See, des finnischen Meerbusens, des baltischen Meeres, des Cattegats und der baltischen Inseln Jedem klar. Diese Verwandlung des Bodens konnte nirgends anders Statt finden. Die verschiedenen Flötzformationen, die sich wie gewöhnlich gegen das ältere Gebirge angelehnt hatten, wurden durch diese Hebung und diese Fluthen zerstört, wie es uns deutlich die kleinen Ueberbleibsel des Lias, des grünen Sandes, der Kreide und des Tertiären auf Bornholm, Rügen, Moen und Zeland zeigen, indem wir dadurch auch lernen, dass die Bildung des bothnischen Meerbusens nur aus jener Zeit herstammt, denn so weit erstrecken sich keine Flötztrümmer. Auf der andern Seite sieht man ein, dass die tertiären Gebilde Central-Nord-Europas in Kreidebecken oder wenigstens in Meeren abgesetzt wurden, die mit Kreidefelsen umgeben waren, wie in England und Frankreich, deren Zusammenhang aber zwischen Rügen und Polen durch die Polar-Fluthen gänzlich zerstört wurde.

Wie sich das Nordland mit Polar-Wasser umgab, so musste es kälter werden, mehr Gletscher mussten da entstehen, und die Nachbarschaft des Eismeeress musste auch dazu beitragen, die Temperatur Central-Europas selbst zu vermindern. So bekäme man zu gleicher Zeit einen Wink über die hinterlassenen Spuren von ehemaligen Gletschern in Scandinavien, indem das Treibeis der Meere die Blöcke weit und breit zerstreute, und selbst manche Furchen in niedrigen Gegenden hinterlassen konnte.

Gemischte Alluvial-Gebilde durch Eis- und Flusswasser müssen da eben sowohl entstanden sein, als die spätere Verwandlung durch die Kraft der fließenden Wasser; diese verschiedenen Stadien der Bildungen zu unterscheiden, wird immer schwer bleiben.

Wenn aber die Temperatur des nördlichen Europa niedriger als die jetzige wurde, das Eismeer so tief herunter kam und selbst das deutsche Meer dazu gehörte, weil die Meerenge von Calais noch nicht vorhanden war und der grosse atlantische Strom selbst seine Wärme wegen der Dämme nördlich von Schottland nicht bis dahin bringen konnte, so muss man doch zugeben, dass selbst die Temperatur der Alpen niedriger als jetzt gewesen sein muss, und auch, dass es da mehr Regen im Sommer und Schnee im Winter gegeben haben mag. Nun sind aber dieses alle die nothwendigen Natur-Ereignisse, die Männer, wie Charpentier, für die grosse Vergletscherung der Alpen sich bedungen haben.

Zwischen meiner Hypothese und der von Charpentier ist aber der bedeutende Unterschied, dass er die Veränderung des Klima's der Alpen aus der, durch die Hebung der Alpen hervorgerufenen, besonderen Meteorologie erklärt, und aus dieser Temperatur-Verminderung diejenige Scandinaviens herleitet. Dass diese hohen Ketten nicht ohne Spalten-Bildung gehoben wurden, dass die sich darin ergießenden Wasser durch innere Hitze der Erde lange Zeit verdünsten und zu einer kälteren Witterung mit viel Regen und Schnee Anlass geben konnten, Alles dieses lasse ich auch gern gelten, und hat zu der Vergletscherung der Alpen beitragen können; aber die eigentliche Quelle der Kälte kam wie gewöhnlich von Norden, und wurde nur durch die von Charpentier erwähnten Umstände gesteigert. Wie noch jetzt, konnte die Temperatur der Schweiz, von Bayern u. s. w. eine niedrigere als heute sein, ohne dass darum das gegen Norden geschützte und gegen Süden offene nördliche Italien eine gleiche gehabt hätte, was die verschiedene Ausdehnung der Gletscher auf beiden Abhängen, so wie die verschiedenartige Vertheilung der Blöcke da erklären würde. Im Gegentheil nördlich von den Alpen konnte in einigen den nördlichen Einflüssen ausgesetzten kleinen Gebirgen die Temperatur wohl so tief sinken, dass einige Gletscher im kleinen Masstabe sich da bildeten, wo

sie jetzt ganz verschwunden und nur ihre Moränen und Blöcke zu sehen sind.

Uebersetzen wir nach Amerika, so sehen wir auch da eine Reihe von ungeheuren Seen durch Senkungen entstehen, weil damals jene niedrigen Gegenden dieses Loos traf, wie es jetzt noch die westliche Küste Grönlands trifft, oder wie es noch in den Jahren 1811 und 1812 in Missouri und Arkansas geschehen ist (Pogg. Ann. d. Phys. 1848. Ergänz. 2, S. 628). Andere Theile Nord-Amerika's, wie Neu-Foundland, gewisse Küsten-Theile u. s. w. scheinen im Gegentheil eher im Steigen begriffen. Die Polar-Meere ergossen sich über die Niederungen, ihr Treibeis durchfurchte ihre Oberfläche und bedeckte sie mit Trümmern. Dann, wie in Europa, nach einem bedeutenden Zeitraume stieg das Land wieder empor oder sank das Meer, oder besser gesagt, beide Bewegungen fanden zu gleicher Zeit Statt, und das zu lösende Räthsel lag auf dem trocknen Boden. Dass dieses aber in der Wirklichkeit geschehen ist, dafür bürgen uns in beiden Welttheilen die Ueberbleibsel nicht nur vielfach verlassener Meeres-Ufer, sondern auch zahlreiche Muschelbänke, deren Gattungen meistens noch an Ort und Stelle leben.

Auf diese Weise wird man gewahr, dass die Hypothese einer Eiszeit und das hierdurch verursachte Verschwinden vieler Thiere in gewissen Gegenden der Erde in der Zwischenzeit eines warmen und eines temperirten Zeitraumes ganz und gar nicht ein Traum ist, sondern im Gegentheil eine sehr mögliche physikalische Veränderung, die gewisse Theile der Erde traf. Auf dieses Maximum muss man aber die Göthe-Agassiz'sche Theorie reduciren.

Das Einzige, was man noch für das mögliche Eintreten einer Ultra-Eiszeit vorbringen könnte, wäre höchstens, dass unsere Astronomie noch zu neu ist, um behaupten zu können, dass die Erde immer und ewig dieselbe Menge und Intensität des Lichtes und der Wärme von der Sonne zu erwarten hat. Dann sind die Sonnenflecken und ihr Einfluss auf die Temperatur der Erdoberfläche noch nicht hinlänglich bestimmt worden. Der Gang unseres Sonnensystems wie aller Fixsterne im Welt-Raume, so wie die möglichen Temperaturwechsel der verschiedenen Theile dieses letztern sind noch in Dunkel gehüllt. Die Astro-

nomie kann uns einmal neue Factoren der Geologie entdecken, und der Möglichkeit solcher kosmischen Einflüsse sollten wir nicht zu schnell widersprechen, da wir durch den langen Zweifel an der Wärme des Mond-Lichtes oder seiner Phosphorescenz, so wie an seinen Einfluss auf Meteorologie und Magnetismus schon genug gewitzigt wurden.

Durch diesen langsamen und langwierigen Prozess des erstlich Kälter- und dann Wärmerwerdens gewisser Theile der Erde mag das Leben mancher Säugethiere, Mullusken u. s. w. wohl abgekürzt worden sein. Vorzüglich die Einhüllung ihrer Gerippe, und selbst ihrer noch fleischigen Körper im Polar-Eis wurde dadurch bewerkstelligt, wenn diese zufällig durch Flüsse dahin gebracht wurden. Aber wegen dieser sibirischen Curiositäten muss man sich nicht beirren lassen, und zu keiner unvernünftigen kurzen Fluth seine Zuflucht nehmen; denn das Verschwinden der tertiären und älteren Alluvial-Fauna und Flora wird auf dem ganzen Erdbealle durch keine andere Ursache hervor gebracht, als diejenigen meteorologischen und geologischen, die die vorhergehenden Faunen und die verschiedenen geologischen Perioden nach und nach durch andere ersetzen. Dass das Eis oder eine plötzliche Kälte diese Hauptursache nicht war, dafür bürgen uns ausser allen Thatsachen noch das locale Auftreten des erraticen Phänomens.

Möchte man in den Blöcken und Schutte der pyrenäischen Thäler auch Gletscherarbeit sehen, so würde ich auch hier dieselbe Bemerkung, als für die lombardischen Alpen machen, da nur Grus ziemlich weit vom Gebirge getragen wurde, und die Blöcke nur innerhalb der Thäler, und am Fusse des Gebirges, am Ausgang gewisser Furchen, wie bei Lanemessan, liegen. In der grossen südwestlichen Ebene Frankreichs sind keine grossen erraticen Blöcke, wie in der niedrigen Schweiz.

Ehemals hat man die Bildung des Schuttes meistens durch die Hypothese von älteren Seen und ihre Dammdurchbrüche erklären wollen, heute fällt man in das entgegengesetzte Extrem, und möchte diese Alluvial-Ursache ganz beseitigen, weil man oft die Ueberbleibsel der Dämme nicht mehr findet. Es gibt aber in der Natur drei sehr verschiedene See-Dämme; einige wurden durch kreuzende Hebungen oder durch besondere härtere Stein-

schichten hervorgebracht. Diese bilden sowohl die Schluchten, Eng-Pässe, als manche Wasser-Scheidungen. Aber andere sind nur durch den Schutt und die Felsenstücke gebildet worden, die hier und da die Spalten gefüllt haben, als die Thäler durch Naturkräfte mit Gewalt geöffnet wurden. Die Wässer, die sich dahinter sammelten, können sehr wohl diese Dämme oft später durchbrechen und ihre Trümmer sehr weit zerstreuen, ohne dass man jetzt mehr gewahr wird, wo diese Dämme standen. Nun solcher Naturereignisse scheinen mir in den transversalen Spalten-Thälern der Pyrenäen viele vorgefallen zu sein, wie auch ältere Geognosten es immer geglaubt haben. Dass sich Aehnliches in manchen Gebirgen auch hat ereignen müssen, wie z. B. in Scandinavien, Schottland, im Schwarzwalde, in den Vogesen, in Bosnien u. s. w., so sollte man in jenen Gegenden nur von erratischen Blöcken, Gletschern, Moränen sprechen, wenn alle wesentlichen Charactere dieser letzteren da vorhanden sind, namentlich die eigene Politur und Ritzen in Felsen, die ganz eigenthümlich geritzten Gletscher-Geschiebe, die Lage und Zusammensetzung der Moränen u. s. w. Die Ufer der fließenden Wässer und vorzüglich der Strandmeere zeigen auffallende Felsen-Polituren und Aushöhlungen, die nur mit einigen Gletscher-Erscheinungen manchmal verwechselt werden können, namentlich mit solchen, die auch meistens nur von Gletscher-Wasser herühren, wie z. B. in dem Falle der Riesentöpfe, der cylinderischen Röhren u. s. w. Die Gletscher-Ritzen bilden da das Kriterium. Wenn man aber Gletscher-Spuren am Meeres-Strande aufzufinden meint, so muss nicht vergessen werden, dass viel Aehnliches durch Meertreibeis gebildet werden konnte, und selbst in diesem Punkte hat man noch nicht genug die Wirkungen selbst des einfachen Flusstreibeseis studirt, vorzüglich desjenigen in sehr kalten Gegenden.

Seitdem die Stellungen der nicht wagerechten Schichten und die Gebirge, nach den wahren Grundsätzen der Physik betrachtet, beschrieben und selbst mathematisch studirt wurden, hat die Geschichte der Erdumwälzung eine bedeutend festere Begründung bekommen. Doch sind wir nur wieder zu der vor 200 Jahren herrschenden Theorie zurückgekehrt, die in einem Augenblick in solche Vergessenheit gefallen war, dass ein Physiker,

wie D'Aubuisson im Jahre 1820 es leichter fand, Meermuscheln auf den Gebirgen durch Hebung der Oceane, als durch Bewegung der starren Erdrinde erklären zu können, was doch einen gänzlichen Mangel an paläontologischer und zoologischer Kenntnisse beurkundet.

Aber überall nur von Hebungen sprechen, heisst nur eine Seite der Natur in das Auge fassen. Die Senkungen sowohl des Starren als des Flüssigen zu bestimmen, muss man sich bemühen. Ohne Senkungen bleiben manche jetzige Theile der Erde ein Räthsel, wie z. B. das Zerstückelte des westlichen und nordwestlichen Europa, und vorzüglich die weitläufigen australischen Oceane, wo wahrscheinlich einmal doch mehr Inseln waren.

Was die Meere anbetrifft, muss man Spuren der ehemaligen Meer-Ufer sorgfältig studiren, über welche wir bis jetzt schon über 100 Abhandlungen und ein eigenes Werk für Grossbritannien von Herrn Chambers (*Ancient Sea Margins*, 1848) besitzen. Unter diesen Merkmalen vergangener Zeiten muss man unterscheiden zwischen den eigentlichen Ablagerungen von noch jetzt lebenden Meermuscheln, den von Lithodonten durchbohrten Felsen, den Terrassen ohne Meerthier-Ueberreste und den ausgehöhlten Felsen. Was die Meerthiere anbetrifft, so muss man bemerken, dass ihr Leben schon eine gewisse Tiefe des Wassers erfordern musste, eine Tiefe, die man mit der Höhe der Muschelbank vereinigen muss, um die Höhe des ehemaligen Meeres zu bekommen.

Die Schätzung der wahren ehemaligen Höhen aller dieser Ufer-Merkmale ist aber höchst erschwert durch den Umstand, dass die Grösse der Hebungen und Senkungen des Landes und des Meeres so ungleich, selbst in einer und derselben Periode sein konnte und scheinbar auch war. Dann mangelt diesen Schätzungen meistens die mathematisch-hypsometrische Basis. Ich habe mir doch die Mühe gegeben, alle ähnliche auf dem Erdballe gesammelten Thatfachen in eine Tabelle zusammenzustellen. Das erste Resultat ist, dass Hr. Cordier irrt, wenn er die Höhe der alten Meeresufer der Alluvialzeit in Europa auf 320 Fuss beschränkt, denn es sind in England z. B. Höhen von 1700 Fuss bekannt, doch viele der bekanntesten sind unter 350 Fuss. Wenn diese wenigen Thatfachen uns nur einen

sehr unvollkommenen Begriff von den Hervorragungen der Gebirge aus dem Meere zu verschiedenen Zeiten geben kann, so ist diese Zahl von 1700 Fuss doch bemerkenswerth, weil sie ungefähr mit der Höhe der höchsten tertiären Becken Europa's übereinstimmt. Diese Thatsache möchte beweisen, dass die grösste Hauptwölbung Europa's nur in der alten Alluvialzeit vollständig wurde, denn sonst müsste man den jetzt hoch über dem Meer gelegenen tertiären Becken in jener Zeit ein zu hohes Niveau einräumen. Ueber das Meer können sie als inländische Seen ungefähr wie die jetzigen erhoben gewesen sein.

Ein zweiter Schluss besteht darin, dass wir noch keine Grenze der Höhe jener Alluvial-Ufer besitzen. Dann, dass man wohl eine gewisse Aehnlichkeit in den Höhen verschiedener älteren Ufer auf beiden Seiten gewisser Meere bemerkt, wie z. B. an deutschen Meeren, in Grossbritannien und Norwegen, am atlantischen Meere, in Irland und Canada u. s. w. Aber gänzlich correspondirende Ufer fehlen überall, wenigstens nach den jetzigen beschränkten Beobachtungen; denn in keinem Lande hat man bis jetzt alle ältere Ufer festgesetzt, weil man meistens nur das Littoral der Festländer und Inseln auf diese Weise studirt hat. Wenn man von jedem Lande ganze Karten nach den verschiedenen Höhen verfertigt haben wird, möchte sich vielleicht manches Unverhoffte herausstellen. Die Zahl der verlassenen Meeresufer mochte selbst in der Alluvialzeit noch viel bedeutender gewesen sein, als man sie jetzt schon kennt, denn nach dem was noch jetzt so langsam in Scandinavien vorgeht, waren es die Folgen einer Menge kleiner Bewegungen, und nicht vieler grossen. Wenn wir solche Bewegungen bis in die primäre Zeit, wenn es möglich ist, verfolgen und studiren, so kommen wir zu einer Unzahl von Ufern.

Ein Hauptmoment in dieser Untersuchung ist die Thatsache, dass die Hebungen und Senkungen meistens grosse Länder oder Küstenstriche umfasst haben, und dass sie nicht ganz locale Bewegungen waren. Wenn dieser letztere Fall eingetreten wäre, so müssten die Küsten eine Menge Verschiebungen erlitten haben, denen ungefähr ähnlich, wie gewisse Thüringer Zechsteine und bunte Sandsteine zeigen; dieses Verhältniss ist jedoch nirgends sichtbar. Bei der Bewegung grosser Strecken Landes aber, er-

litten sie nur eine Art Biegung, indem sich hie und da wohl Spalten, Thäler, Felder krümmten und die Enden des Bogens sich senkten, wie wir es noch in Scandinavien und Grönland sehen. Das erste Phänomen ist ein Resultat plutonischer Eruptionen, das letztere wahrscheinlich der Abkühlungsprocess der Erde. Doch diese Ufermerkmale können wohl hie und da nicht durchgehends horizontal sein und nur beinahe dieselbe Höhe haben, wie es Herr Bravais in Norwegen gefunden hat. Diese Verschiedenheit kann sowohl von der verschiedenen Höhe und Kraft der Fluth in verschiedenen Buchten, als von den eigenthümlichen Schichten des bespülten Landes oder selbst von ganz localen Hebungen und Senkungen herrühren.

Wenn ich das Phänomen recht erfasse, so bleibt noch die Hoffnung, dass man den Parallelismus des verlassenen Ufers auf den Seiten fast jeden Meeres herstellen kann, denn wenn selbst ein Ufer andern Hebungen und Senkungen, als diejenige, die sie gemeinschaftlich getroffen haben, unterworfen gewesen, so könnte man doch seinen Zweck erreichen, wenn man an beiden Seiten des Meeres oder des Oceans nur einen Theil der Terrassen-Reihe oder Muschelbänke wiederfände, was natürlicher Weise durch die correspondirende oder nur relative absolute Höhe der Terrassen, durch die Höhe ihrer Zwischenräume, durch die Breite der Stufen, durch die Art ihres Alluviums, der See-thier-Ueberreste u. s. w. auszumitteln wäre.

Wäre auch nur der Fall eingetreten, dass ein Land eine Senkung oder eine Erhöhung erlitten hätte, dem das andere Uferland des Meeres nicht unterworfen wurde, so mochte der dadurch verursachte Unterschied in der Zahl der Terrassen doch nicht verhindern, dass man die Gleichzeitigkeit der andern correspondirenden verkennen konnte. Ist im Gegentheil dieses Verhältniss einmal festgesetzt, so wird man auch oft entdecken können, welches Land noch eine besondere Hebung oder Senkung erlitten hat. Je weiter wir in der geologischen Zeit zurückgehen, um so zahlreicher müssen sich solche besondere Fälle zeigen, so dass viele ehemalige Ufer nun schon sehr weit im Innern der Festländer bestimmt wurden, oder noch zu bestimmen sind, indem viele unter denjenigen von ihnen, die wirklich einmal gleichzeitig auf derselben Höhe waren, jetzt

bedeutend verschiedene Horizonte durch Hebungen angenommen haben. Endlich kommt man auf diese Weise zu den sehr charakteristischen concaven Einschnitten der meisten Gebirgsabhänge und bis an die Gipfel der Berge, und findet selbst da noch einige Fingerzeige über die Art und Weise, wie unter diesen viele einmal kaum aus den Wässern hervorragten, und warum sie ihre jetzigen, für jede Kette sehr hezeichnenden Formen durch Wasserfluthen, Senkungen oder Hebungen bekommen haben. Was die erwähnten Einschnitte anbetrifft, bezeichnet ihre Höhe die des ehemaligen Meerufers, und an ihrer unteren Grenze liegen oft die Meeresanschwemmungen; aber man hüthe sich, ältere Alluvial-Tertiäre oder selbst Flötzufermerkmale mit den jüngsten Alluvial-Terrassen zu verwechseln. Der obere Rand dieser Einschnitte ist oft durch Felsenpartien bezeichnet, weil er die Stelle der Hauptanprallung der Fluthen war.

Man muss vom Kleinen zum Grossen gehen; so finden wir in gewissen Becken wo noch Seen liegen, keine Schwierigkeit mehrere Ufer-Terrassen in gleicher Höhe rund herum zu verfolgen, so z. B. am Hallstädter See, am Genfer See, in mehreren Thälern Nord-Schottlands, in Thessalien, im Becken von Adrianopel, von Wien u. s. w. In Thessalien sind vorzüglich drei Stufen der Wässer, und in demjenigen von Adrianopel vier Terrassen sehr deutlich.

In dem schwarzen, caspischen und aralischen Becken sind ähnliche Abstufungen bekannt. Am schwarzen Meere findet man sie auf Höhen von 5 bis 10 Fuss, von 90, 120 und 200 Fuss. Wenn man von dem Plateau von Schumla nach Varna hinsieht, bemerkt man wenigstens drei Stufen in diesem Theile von Bulgarien, und die Kreide-Plateaux dieses Landes sind auch ihrerseits Wasser-Auswaschungs-Flächen oder sehr wenig geneigte Uferflächen, über denen sich noch bis zum Balkan wenigstens drei ältere Kreide- oder tertiäre Ufer erheben.

Am Marmara-See beobachtete ich auch wenigstens drei Terrassen. Am mittelländischen Meere scheint mir nach dem, was ich selbst gesehen und darüber gelesen habe, dass es eine gewisse Anzahl von verlassenen Ufern gibt, die noch überall fast dieselbe Höhe haben. So z. B. sieht man überall um dieses und das adriatische Meer, in dem felsigen Ufer eine

sehr niedrige Corniche von einigen Fuss, selbst manchmal nur 2 Fuss Höhe. Dann kommt oft in einiger Entfernung eine Felsmauer von 20 bis 50 Fuss Höhe, worin manchmal Bohrmuscheln ihre Löcher gelassen haben, oder wo die Spalten mit Knochen-Breccien ausgefüllt sind, worin die Gehäuse der Meer- und Süsswasser-Mollusken der jetzigen Zeit sich befinden, wie bei Nizza, im Roussillon u. s. w. Man bemerkt auch manchmal Terrassen von einer Höhe von 64, 200 bis 300 und 1017 Fuss Höhe.

Bedeutende Einsenkungen der Inseln und Festländer scheinen das Niveau der Wässer dieses Meeres erniedrigt, und sie von dem atlantischen und rothen Meere getrennt zu haben; später durch die Spalte von Gibraltar hatte das Wasser noch eine weitere Senkung erlitten, und nur hie und da wäre das Land erhoben worden.

Mir scheint wenigstens diese Erklärung stichhaltiger, als der Gedanke an die Möglichkeit einer gleichförmigen Hebung aller Länder dieses Meeres. Die ehemalige Höhe ihres Wassers hätte es durch den Zufluss der Flüsse bekommen können. Aber auf die Oceane kann man diese Theorie nicht anwenden, ohne auch Hebungen auf grosse Strecken anzunehmen; darum finden wir auch grössere Unterschiede in der Höhe der alten Ufer in geschlossenen Meeren, was in den Océanen nicht der Fall ist.

Die Ufer der Oceane zeigen überall ehemals von Wasser bespülte Felsen mit oder ohne Corniche oder untere Terrasse, oder weit ausgedehnte verlassene Ufer-Flächen, indem weiter im Lande höhere Terrassen oder flache ausgebreitete Hügelreihen sich über einander erheben. Je weiter aber die alten Meerwasser-Horizonte vom Ufer entfernt sind, um so schwieriger wird ihre Auffassung, so lange wir keine nach den Höhenunterschieden colorirten oder straffirten Detail-Karten besitzen.

In den Inseln aber sind die Terrassen und Absätze leicht zu sehen, wie z. B. in der Insel Arran in Schottland, wo wenigstens vier zu sehen sind.

Doch muss man nie eine einzige Ufer-Terrasse nur mit einer andern vergleichen, sondern immer alle Terrassen an beiden Meeresufern zugleich. So z. B. findet man am Meeresstrande von Nordamerika und Nordeuropa das Merkmal eines

alten Ufers, das nur 10 bis 11 Fuss das jetzige Meer überragt, aber in der Chilenischen Insel Santa Maria fand i. J. 1835 eine ähnliche Hebung statt, so dass man sieht, zu welchen falschen Schlüssen man gerathen kann, wenn man nur einzelne Fälle berücksichtigt, und vorzüglich, wenn man Meeresufer verschiedener Meeresbecken vergleicht. In diesem letztern Falle wird die Vergleichung noch viel schwieriger als in einem und demselben Becken.

Auf diese Weise können wir schon jetzt wenigstens die Höhe von sieben und zwanzig ehemaligen Meeresufern im atlantischen Meere oder der alten und neuen Welt bestimmen. Das niedrigste Ufer scheint 5 bis 6 Fuss über das Meer zu reichen, obgleich schon im Baltischen Meere noch niedrigere von 2 Fuss vorhanden sind; 2) kommt eines von 10—12 Fuss Höhe, 3) ein seltenes von 15 F., 4) ein ziemlich häufiges von 20 oder 25—30 oder 33, 5) ein selteneres von 40—50, 6) eines von 60, 7) eines von 70, 8) eines von 100—126, 9) eines von 140—147, 10) eines von 186—192, 11) eines von 238—247, 12) ein seltenes von ungefähr 300, 13) eines von 342—347, 14) eines von 392—394 oder selbst 400, 15) eines von 442—443, 16) eines von 513—515, 17) eines von 540—545, 18) eines von 576, 19) eines von 595—599, 20) eines von 640, 21) eines von 654—659, 22) eines von 685—687, 23) eines von 709—715, 24) ein seltenes von 852, 25) eines von 914, 26) eines von 996—1000, 27) eines von 1692—1700 Fuss.

Diese Reihenfolge von Meeresufern, deren Höhe an beiden Seiten des atlantischen Meeres gleich ist, beweist hinlänglich die Allgemeinheit der Ursachen ihres Entstehens und schliesst locale Hebungen aus.

Ueber den stillen Ocean wissen wir noch wenig Bestimmtes, obgleich wir schon Andeutungen für Ufer-Terrassen von einigen Fuss, von 15—20 Fuss, von 50—60, von 100, und auch von 200 Fuss kennen.

Wenn wir das relative Niveau der jetzigen Oceane zu den Festländern während verschiedener Zeiten der Alluvial-Periode auf diese Weise bald genau bestimmt haben werden, können wir auch hoffen, manche Höhe des ehemaligen Meeres in ältern Zeiten kennen zu lernen. Denn obgleich He-

bungen diese Entzifferung erschweren, so bleibt sie wenigstens leicht, wo der Boden des Meeres so wie seine Ufer noch jetzt vorhanden sind und sie keinen Bewegungen oder nur einer gemeinschaftlichen unterworfen worden sind, wie es vorzüglich mit einigen tertiären Becken der Tiefländer der Fall war.

Der einfachste Fall ist der, wo ein kleiner tertiärer See sich ausgeleert hat, wie z. B. bei Steinheim, bei Heidenheim, in der jurassischen Alp Württembergs. Es war da ein See, dessen Wasser wahrscheinlich durch einen sehr reichen Sauerling geliefert wurde. Diese Quelle floss aus der Mitte des Beckens und bildete da einen reichen kalkig-mergelichen Absatz mit vielen Petrefacten. Es gibt da nur über dem Boden des Thales ein Wasserufer, weil das Wasser durch eine Spalte plötzlich abfloss oder die Quelle versiegte.

Nehmen wir die Ränder anderer tertiärer Becken, wie z. B. derjenigen, die einmal am nördlichen oder südlichen Fusse der Alpen oder in Böhmen u. s. w. waren, so finden wir wohl dieselben Merkmale der Wasserabspülung und ihrer Geschöpfe, wie am jetzigen Meeresufer, namentlich Reihen von Terrassen, Höhlen, Löcher, Röhren oder wenigstens concave Felsenauswaschungen, Alluvium- und Muschelablagerungen, so wie Lithodonten-Felsdurchbohrungen. Doch das Niveau dieser Becken ist sehr verschieden, und dasjenige z. B. nördlich der Alpen, senkt sich immer mehr, je weiter man von Westen nach Osten geht, und dieses nicht nur in ihren verschiedenen übereinander gelegenen Becken, sondern auch in einem und demselben.

In solchen Verhältnissen finden sich diese alten Fluthspuren des Wiener Beckens namentlich die Bohrmuschellöcher zu Enzersfeld, Bruck, Haimburg und Theben gegen die des Banates beim Felsendurchbruch von Moldova.

Da man ungefähr weiss wie tief diese Mollusken leben, so kann man durch die gelassenen Löcher eben so wohl als durch die Muschelbänke die Höhe des ehemaligen Wassers bestimmen. Nur ähnliche Bohrmuschel-Merkmale lassen sich bis in die Ufer der Meere verfolgen, unter denen die Juragebilde abgesetzt wurden. (Bull. Soc. géol. Fr. B. 2, S. 370 u. B. 9. S. 158.) An den Rändern der Kreidemeere sind sie schon häufiger, wie

z. B. im Jura (Compt. R. 1842. B. 14. S. 515), am primären Kalke Belgiens (Bull. u. s. w. B. 2. S. 370). Aber vorzüglich haben alle grossen tertiären Meere solche Felsenlöcher zurückgelassen, wie im Pariser und südwestlichen Becken Frankreichs, im Sächsischen (N. Jahrb. f. Min. 1848. S. 73), im Bayerischen (bei Seldenau, Bull. u. s. w. B. 1. S. 145), im Preussischen bei Osterweddingen (Germar, Zeitschr. f. Min. 1826. S. 275), im Italienischen u. s. w. Dieses interessante und noch brache Feld der geologischen Untersuchungen liefert wieder den Beweis der nothwendigen Verbindung hypsometrischer Beobachtungen mit den geognostischen.

Obleich die Zahl der erwähnten Thatsachen noch sehr klein ist, so scheinen mir doch daraus höchst interessante Schlüsse zu fliessen.

Für den einfachen Fall von eingeschlossenen Meeren kann und muss man die verlassenen Uferbildungen, das Senken oder selbst den Ablauf ihrer Wässer durch zufällige Ausleerungen erklären. Erdbeben, Einsenkungen oder Auswaschungen haben mit der Zeit gewisse Dämme theilweise oder gänzlich zerstört oder nur gespalten. Alle Thatsachen sprechen so augenscheinlich für die Wahrscheinlichkeit einer solchen Erklärung, dass sie allgemein angenommen ist, und es sich nur noch um die besonderen einzelnen Fälle handelt. So z. B. wurde die gänzliche Entleerung des thessalinischen oder banatischen Meeres durch die Spalte des Tempethals und der untern Donau bewirkt, indem anderswo nur Auswaschung des Abflusskanales des Wassers oder eines nebengelegenen Meeres die Trockenlegung eines anderen Becken verursacht haben mochte.

Für die von dem Ocean zurückgelassenen Ufer muss man aber zu allgemeinen Ursachen seine Zuflucht nehmen, namentlich zu Hebungen und Einsenkungen in einem grossen Masstabe, tellurische Phänomene, die mit den Abkühlungen und dem Rotationsprocesse der Erde in Verbindung standen und vielleicht noch stehen.

Diejenigen waren aber in Irrthum befangen, die nur von heftigen Bewegungen in der Erdkruste wissen wollten, indem doch im Gegentheile diese Veränderungen nach den beobachteten Thatsachen in langen Zeiträumen nur langsam, und heftiger vielleicht nur manchmal zu gewissen Augenblicken stattgefunden

haben, wie man es sich auch nur von einem theilweis flüssigen, theilweis starren und in rotirender Bewegung begriffenen Weltkörper a priori denken könnte, so lange wenigstens, dass er unter den eigenen ewigen physikalischen und astronomischen Gesetzen unserer Erde steht.

Sollten aber ganz kleine Bewegungen in der Erdrinde durch die sehr kurzen Zeiträume ihrer Trennung keine merklichen Spuren ihres Daseins gelassen haben können und müssen, so ist es wenigstens nicht der Fall für alle etwas grösseren Veränderungen in den Verhältnissen der Wässer zu den trockenen Ländern. Für diese haben wir bestimmt die Hoffnung, ihre Gesamtheit einmal zu kennen.

Aber diese Bewegungen des Starren und Flüssigen scheinen selbst nicht ganz unregelmässig oder gar zufällig, sondern im Gegentheil gewissen mathematischen Gesetzen, wie das ganze Kosmische unterworfen gewesen zu sein.

Ogleich ich mir für ein anderes Mal aufspare, über die mathematische Ordnung in der ganzen Natur Etwas zu sagen, so kann ich doch diese letztere Behauptung nicht ganz ohne beispielartige Beweise bis dahin lassen, denn sie ist der diametralische Gegensatz der heutigen herrschenden Meinung.

Vor nicht gar langer Zeit beschränkte man sich, die Schönheit und Symmetrie des Pflanzenbaues und der Muscheln zu bewundern, ihre mathematischen Grundgesetze blieben aber noch verborgen, und nur nach vielen mühsamen naturhistorischen Beschreibungen kam am Ende Licht in dieses sogenannte Chaos; gewisse Gesetze wurden durch die Naturforscher erkannt und endlich durch die Mathematik festgesetzt. Nun die Geologie muss denselben Fortschrittsgang durchmachen, und um uns auf unsern speciellen Gegenstand zu beschränken, möchten wir die Frage aufwerfen, ob nicht die Reihenfolge der Bewegungen der Erdrinde in einer geologischen Periode, oder selbst in allen, in gewissen mathematischen Verhältnissen zu einander stehen, ungefähr so wie die successiven Windungs-Abstände eines Gasteropoden-Baues eine geometrische Progression mit einem Quotienten von gewöhnlich sehr einfachem numerischen Ausdrücke bilden.

Ueberblicken wir z. B. die Reihenfolge der Zahlen, die uns die verschiedenen verlassenen Ufer in der Alluvial-Zeit an bei-

den Seiten des atlantischen Meeres darbieten, so finden wir schon Andeutungen zu einem besondern regelmässigen numerischen Verhältnisse, wie 5, 10, 20, 30, 40 u. s. w. Aehnliches möchte sich wahrscheinlich überall, wenn nicht immer in den geschlossenen Meeren, doch in den Oceanen finden, wenn unser wissenschaftlicher Gesichtskreis sich bedeutend erweitert haben, wenn selbst diese wichtige geologische Frage in ihrer Allgemeinheit aufgefasst sein, und an ihrer möglichen Lösung nicht mehr wie jetzt gezweifelt wird.

Die Voraussetzungen für solche Regelmässigkeit und gegen alle Unregelmässigkeit sind ausserdem zahlreich genug, wenn man bedenkt, dass Alles darauf hindeutet, dass bestimmte tellurische Gesetze nicht nur die Lage und Formen der Festländer und Inseln, sondern auch die Lage und die in der Zeit verschiedene Entstehung der Ketten, der Gebirgsgänge, der Thermal- und Mineral-Wässer, der Vulkane und ihrer Thätigkeit bedingen haben und noch jetzt bedingen. Nehmen wir noch dazu die ältern plutonischen Wirkungen, die wahrscheinlich theilweise durch Verdichtung der Urstoffe hervorgebrachte ursprüngliche Hitze der Erde, so wie ihre durchgemachten Veränderungs-Stadien im Innern und Aeussern, ihren Magnetismus mit seinen Intensitäts-Verwandlungen und in der Verrückung seines Aequators und seiner Meridiane, und selbst die wahrscheinlichste Bildungsweise des ganzen Erdcomplexes, so müsste man, der Unwahrscheinlichkeit zu Liebe, das Wahrscheinliche nicht sehen wollen, wenn man noch an dem Vorhandensein höchst regelmässiger mathematischer Gesetze für alle in unserer Erde vorkommenden Veränderungen zweifeln sollte.

Was uns vorzüglich noch fehlt, ist eine weitere vollständige Kenntniss des Erdmagnetismus und seines Verhältnisses zu der Hitze der Erde, so wie zu dem noch grösstentheils flüssigen Innern und kleinem erstarrten äussern Theile. Die ganze und wahre Theorie dieser letztern Verhältnisse musste uns bekannt werden, eine unvollständige kann man in der Physik nicht brauchen, ohne dass unerklärte Anomalien übrig bleiben, was uns z. B. in der Optik durch die Annahme oder Nichtannahme der Emmissions- oder Undulations-Theorie, oder in der mathematischen Geologie durch die Berechnungen über die Hitze

der Erde, über die Entstehung ihrer Ketten, die Veränderungen der Schichten-Lage, ihr Streichen u. s. w. hinlänglich bewiesen wurde.

Der Zeitpunkt wird aber schon einmal kommen, wo der Mathematiker seinen Griffel nehmen wird, um folgende Frage fast gänzlich zu lösen, namentlich: „Sei gegeben ein im Weltraume sich bewogender und um sich selbst rotirender mit gewissen flachen Polen versehener sphäroidischer Körper wie die Erde im Beginne, der noch dazu inwendig feuerflüssig von einer gewissen Dichtigkeit wäre, der nun allmähig eine gewisse Lufthülle sowie eine starre, ungleiche, geborstene, theilweise flüssige Rinde von einer gewissen Dicke, Dichtigkeit und äussern Form nach einer gewissen Zeit bekam und noch dazu unter bestimmten Gesetzen der Wärme, des Magnetismus, des Lichtes und der astronomischen, organischen und unorganischen Welt seit einer bestimmten oder wenigstens bestimmbare Grenzen besitzenden Anzahl von Jahrhunderten gestanden hatte, wie muss seine Form und seine trockne und nasse Oberfläche sich nach und nach verändert haben und welche Verschiedenheiten in dem Niveau der Wässer und des Festlandes müssen vorgekommen sein?“ Nur die Lösung dieser Frage wird es möglich machen, die Veränderungen der Ufer der Meere in allen Zeiträumen recht gründlich kennen zu lernen, weil dann nicht nur alle in verschiedenen Zeiträumen geschehenen Ketten- und Continental-Hebungen berücksichtigt und bestimmt, sondern auch in ihrer ganzen Ausdehnung nach den dann bekannten Gesetzen aller physikalischen Erdeigenschaften begrenzt sein werden.

Selbst die grosse Schwierigkeit der jetzigen Ungewissheit über das Wasserquantum in den verschiedenen Stadien der Erde muss allmähig verschwinden, wenn man die andern darauf Bezug habenden physikalischen und chemischen Gesetze gründlich kennen wird. Müssen aber gewisse Bedingnisse und ihre Tragweite für immer dem menschlichen Geiste verborgen bleiben, so wird sich doch noch der Mathematiker durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung der Wahrheit so nahe als möglich nähern können.

Was die mögliche verschiedene Quantität Wasser auf dem Erdballe zu verschiedenen Zeiten anbetrifft, so muss man gewisse noch nicht genug gewürdigte Momente im Auge halten. So z. B. das Wasser, dass sich mit dem Unorganischen nach

und nach chemisch vereinigte, dann vorzüglich dasjenige, was in immer grösserer Menge in den Höhlen und Erdschichten unterirdisch wurde, je mächtiger die Erdkruste wurde, und hauptsächlich je mehr poröse Sandschichten sich anhäuften, die viel mehr Wasser als die Spalten der ältern Gebirge enthalten konnten. Endlich die Verminderung des Wassers auf dem Erdballe seit dem Augenblicke, wo die Temperatur der Erde anfang, ewigen Schnee und Eis in den Polargegenden sowohl als auf den höchsten Gebirgen anderer Zonen zu leiden. In dieser Verschiedenheit der geognostischen Vertheilung der Wässer in der jetzigen und ehemaligen Zeit scheint mir theilweise die Erklärung zu liegen, warum die ehemaligen Mineralwässer nicht bloss zahlreicher sondern auch viel ergiebiger waren. Jetzt gibt es sehr grosse unterirdische Flüsse, die ehemals theilweise aus Mangel an Raum nicht bestehen konnten, indem auf der andern Seite die grössere Hitze der Erde damals eine Tendenz haben musste, das zu tief hereinsinkende Wasser als Dampf gegen die Oberfläche wieder herauf zu bringen. Dasselbe Verhältniss kann auch von Einfluss auf die damaligen Erdbeben und ihre Folgen gewesen sein. Dass die letzteren mit den Mineral- und vorzüglich Thermalwässern in einem geheimen Zusammenhange sind, wird durch folgende zwei Thatsachen bewiesen, nämlich, dass Erdbeben in mineralquellenreichen Ländern häufig sind, und oft der Richtung der Linien-Zone dieser Wässer oder Spalten folgen, indem im Gegentheil, wo die letztern fehlen, wie in Scandinavien, die Erdbeben viel seltener sind.

Ein anderer Theil der Geologie, den man ehemals wenig verstand, ist die allmälige Ausfüllung der alten Meeresbusen oder selbst der Mündungen der ehemaligen Flüsse. Es war der feinen paläontologischen Geologie aufbewahrt, diesen Unterschied zwischen ausgedehnten Meeruferbildungen und jenen anderer Gebilde zu gründen. Wenn in beiden die Alluvionen und Niederschläge nie auf der ganzen bedeckten Fläche gleichmässig und in einer überall gleichen Ordnung sein konnten, so musste es noch weniger in den Meeresbusen und vorzüglich in den Flussmündungen sein, weil hier Süsswasser mit Seewasser sich vermengte, so dass die Gebilde überhaupt sich mehr als ein Netz von verschiedenartigen Ge-

steinen im Grossen darstellen, als dass sie längliche Parallelepiped oder halbe elliptische solide Körper von regelmässigen Schichten bilden. Diese allgemeine Structur zeigt, wie mannigfaltig die Durchschnitte sein müssen, und dass man sich wohl hüten muss, aus einigen Durchschnitten sehr allgemeine Schlüsse zu ziehen.

Dann ist auch die grosse Ausdehnung derselben Gattung von Schichten mit einerlei Petrefacten eher eine Seltenheit als ein öfteres Vorkommen, so z. B. die Cytheren-Schichte oder kleine Austerbank im eigentlichen tertiären Pariser Becken aber auch nicht weiter, ähnliche grosse Austerbänke im Tertiären des südwestlichen und südlichen Frankreich, oder der Lias in England mit Reptilien, die bituminösen Mergelschiefer des deutschen Zechsteines mit ihren Fischen, gewisse Schichten mit primären Petrefacten oder Fischen des alten rothen Sandsteins in Russland u. s. w., so wie ein Lager von phosphorsaurem Kalk von einigen Zoll Mächtigkeit, nach Keyserling auf eine Erstreckung von 800 Werst unter der russischen Kreide u. s. w.

Doch diese Eigenthümlichkeit bleibt immer auf einem nicht sehr grossen Raum beschränkt und bedingt zu ihrer Bildung eine verhältnissmässig sehr ruhige Zeit des damaligen Meeres an seinen Ufern, darum beobachtet man sie auch nur von Zeit zu Zeit in den Erdschichten, und überhaupt sind solche Schichten nie sehr mächtig.

Die Flussmündungs-Bildungen haben uns natürlicherweise die meisten verschiedenartigsten Thiere und Pflanzen geliefert, weil die Hauptmomente zur Verschiedenheit vorzüglich da vorhanden waren, namentlich Süss- und Seewasser und verschiedenartiger Grund durch die verschiedenartigen Alluvionen oder Niederschläge, was sich noch jetzt in der Fauna der Flussmündungen bewährt. Darum haben solche Gebilde viel Analoges wie man es z. B. zwischen den Schichten von Tilgate und diejenigen von Stonesfield findet, obgleich sie zu zwei verschiedenen Perioden gehören.

Amphibien, Fische, Vögel, Cetaceen sowohl als Landsäugethiere liegen da eben so begraben, als Süss- und Seewasser-Mollusken und Zoophyten oder als Crustaceen und Insecten und ihr

zugehörige Pflanzen. Auch Excrementen der Wasserthiere finden sich im Ueberfluss, und die phosphorsauren Verbindungen, die solche Gebilde im Tertiären, in der Kreide und selbst in Jura-Formationen begleiten, könnten wohl von jenen Excrementen so wie von dem aufgelösten Guano der damaligen Vögel und Amphibien abstammen.

Solche Flussbildungen haben wir bis in der jüngern primären Periode kennen gelernt, wo so anomale Amphibien und Fische vorkamen, die beide Classen verbinden. Die Flößzeit hat uns vorzüglich eine höchst merkwürdige Reihe von Reptilien dargestellt, von denen täglich noch neue Gattungen entdeckt werden, und die theilweise die sonderbarsten Gemenge von Formen besitzen oder auch Uebergänge vermitteln.

Dass manche dieser Flussmündungen auch Lagunen enthalten haben, scheint durch die Menge der auf sehr beschränkten Räumen begrabenen Thiere bewiesen, wie z. B. in der lithographischen Jura Bayern's. Dann sprechen dafür die gewöhnliche Vergesellung der Säugethiere, Fische, Insecten und Pflanzen, und vorzüglich der Folliculiten, wie z. B. in Oeningen, Radoboj, Parschlug, Sinigaglia, im Gips von Aix und Paris u. s. w.

Dass viele dieser Thiere lebend begraben oder plötzlich getödtet wurden, ehe diess geschah, liegt auf der Hand, obgleich andere nur nach ihrer Verwesung petrificirt wurden. Wenn im Pariser Museum der Fisch von Bolca, der einen andern zu verschlingen scheint, wohl möglich nur durch zufällige Zusammendrückung zweier Fische entstanden sein mag, so hat H. Heer uns eben zwei fossile Insecten von Radoboj im Copulations-Geschäft dargestellt. (Fossile Insect. 1848. B. 2.)

Möglich ist es, dass unter den Gas-Entwicklungen, die die See- und Flussthierie sehr geschwind tödteten, Hydrothion und Kohlensäure (L'Institut 1845, S. 22) und vorzüglich die erste eine Rolle spielte, da noch jetzt diese Gasart im Meer oder Landgewässer die Fische tödtet. Anderswo mögen wohl schwefelige oder Chlor-Dämpfe oder nur die Hitze des Wassers im Zusammenhang mit Vulkanen (Americ J. of Sc. 1841, B. 41, S. 200) den Tod der Thiere befördert haben. Auch schlammige Wasser oder nur der Eintritt vielen süßen Wassers in eine Lagune von Salzwasser, oder das Gegentheil, haben dasselbe hervorbringen können.

Was uns in der Geologie noch sehr abgeht, ist eine gründliche Kenntniss des Meerbodens und der geographischen und geognostischen Vertheilung seiner Bewohner. Das erste Studium bleibt eine Sache der Seemänner und See-Expeditionen, die viele Zeit, besondere Apparate und Geschicklichkeit in Anspruch nehmen, aber unmöglich ist eine förmliche Aufnahme gar nicht! Die Meeresbewohner, wenigstens längs den Küsten, lassen sich etwas leichter von Jedem studiren, der die Kosten dafür nicht scheuet; für das tiefere Meer aber wird diese Untersuchung sehr schwierig. In diesen letzteren Decennien haben wir manche schätzbare Beiträge über die Geographie der Meeresbewohner bekommen ¹⁾.

Ob es sich bestätigen wird, dass das Meer noch Ungeheuer beherbergt, die mit gewissen abgestorbenen Amphibien einige Aehnlichkeit hätten, lasse ich bei Seite, obgleich man das Abenteuerliche der Seeschlangen aus mehreren Theilen der atlantischen, südafrikanischen und indischen Meere immer wieder auftauchen sieht.

Herr d'Archiac hat das Wenige, was wir über die Geographie der Meerthiere besitzen, gebraucht, um die Tiefe der ehemaligen Meere zu bestimmen, unter welchen verschiedene fossile Thiere in Gesellschaft gelebt haben. (Bull. Soc. géol. Fr. 1843. B. 14. S. 517.)

Forbes hat gefunden, dass die See-Faunen von weit von einander entfernter und doch unter ähnlichen Verhältnissen des Klimas, der Tiefe und des Meeresbodens stehenden Gegenden sich vielmehr durch ähnliche Formen als durch identische nähern. Zweitens, dass die Ausdehnung der geographischen Verbreitung der Species gewöhnlich mit derjenigen ihrer Ausbreitung in der Zeit zusammenfalle. (Quat. J. Geol. Soc. London, 1845. S. 80—81.) Er hat die merkwürdige Beobachtung im Nord- und mittelländischen Meere gemacht, dass in gewissen schon bedeutenden Tiefen jene Species von Mollusken wohnen, von denen man die Gehäuse in den

¹⁾ Auf die Wichtigkeit einer solchen Aufnahme der Küsten des adriatischen Meeres möchte ich aufmerksam machen. Ungeachtet Donatis und anderer italienischer Werke ist da eine schöne zoologisch-geographische Nachlese zu hoffen.

Alluvial- und jüngern tertiären Schichten der Erde kennt, und von denen man angenommen hatte, dass sie ausgestorbene Gattungen wären. (L'Institut 1842. B. 10. S. 463.)

Was uns Geognosten aber sehr interessirt, ist die Thatsache der Verschiedenheit der Seethiere auf verschiedenen Fels- oder Erdboden. Diese einfache Wahrheit behalten aber nur Wenige im Auge, wenn sie paläontologische Unterabtheilungen in den Formationen machen. Die Erdkruste zeigt wirklich in ihrem Innern mehrere Abschnitte, die unter sich durch Paläontologie verschieden sind; aber alle die Thiere und Pflanzen eines Abschnittes haben scheinbar während des ganzen Zeitraumes desselben gelebt, nur ihre verschiedenartigen Stationen haben die Möglichkeit gegeben, solche künstliche Abtheilungen zu machen, und haben auf den Wahn gebracht, dass gewisse Thiere oder Pflanzen während der Zeit der Bildung einer Schichtenreihe, die einen zu dieser, die anderen zu jener Zeit abgestorben sind. So z. B. im Jura-, im Trias-, im Primär-Gebilde u. s. w.

Auf diese Erklärung möchte ich auch die scheinbare Verminderung der Gasteropoden und Cephalopoden vor dem Anfang der Flötzperiode und am Ende der Kreidezeit zurückführen, so wie auch derselbe Fall für die Cephalopoden am Ende der Jurazeit.

Was für diesen Gedanken in primären Formationen noch vorzüglich spricht, ist die gleichförmige Flora ihrer Steinkohlen-Ablagerungen, die doch von sehr verschiedenem Alter sind, dann noch die mineralogische Verschiedenheit der sogenannten paläontologischen Abtheilungen. Ausserdem zeigt uns der mittelländische Typus der Formationen mineralogische Eigenheiten, die im Nord-Europäischen nicht vorhanden sind.

Erinnerte man sich auf der andern Seite nur an die Abtheilungen und Veränderungen, die die geologischen Becken in der Zeit nach und nach erlitten haben, so muss man einsehen, dass, je jünger die Gebilde, um so mehr verschiedene Stationen sich für die Meerthiere und selbst für die Anhäufungen von Landthieren bieten könnten. Auf diese Weise hat z. B. Hr. Marcou sehr schön gezeigt, wie im Jura der Néocomien sich auf keinem grossen Littorale, sondern meistens in tiefen Buchten ge-

bildet hat, und dass doch noch in jenen Becken die Formation stellenweise vier verschiedene Facies annahm. Namentlich liegt in Einem viel Angeschwemmtes, im Andern gibt es viele Korallen, im dritten viele Austern und Corbis, im vierten viele Spatangen und Myaciten. (Mem. Soc. géol. Fr. 1848, B. 2, Th. 1, S. 148.)

Man muss auch für die Fische und Cetaceen, und selbst für einige Molusken und Zoophyten nicht vergessen, dass diese Thiere von einer Küste zur andern sich verfügen können, und dass einige wenigstens dieses periodisch nach den Jahreszeiten thun. Haben sie aber diese Locomotionsmittel, so müssen sie alle Mittel angewendet haben, aus solchen Meeresgegenden sich entfernen zu können, wo die Bedingungen ihres Lebens für immer oder nur für eine Zeit aufhörten. Da der thierische Instinct überhaupt viel eher als der Mensch das ihm Feindliche aufspürt, so muss man einsehen, dass nur sehr plötzliche Veränderungen in den Meerwässern oder auf ihrem Boden im Stande gewesen sein müssen, viele Seethiere in den Erdschichten zu begraben und ihr Leben auf diesem Orte plötzlich abzukürzen. Darum ist es aber sehr nothwendig, so viel als möglich auszumitteln, ob ein gegebenes Tertiär-Petrefact lebend oder nach seinem natürlichen Tode begraben wurde.

Wenn ich diesen theoretischen Gedanken ausspreche, will ich doch nicht dadurch das allmähliche Verschwinden oder die Verwandlung gewisser Gattungen in Frage stellen. Ich meine nur, dass wahrscheinlich die Individuen jeder Gattung eines geologischen Zeitraumes nicht während dieses letztern alle ausgestorben sein mögen. Dass es in gewissen Gegenden und Ländern scheinbar ist, gebe ich zu, aber wenn jede Formation auf dem ganzen Erdballe verfolgt und studirt sein wird, möchte ich glauben, dass meine Meinung richtig befunden wird.

Auf diese Weise erklärt man sich sehr leicht z. B. das Nie-zusammenvorkommen gewisser Petrefacten (N. Jahrb. f. Min. 1836, S. 661); das Gemenge der Species, des Lias und der mittleren Jura-Ooliten in Russland (Bull. Soc. géol. Fr. B. 12, S. 62), den *Ammonites heterophyllus* des Lias im Oxforder Thone (ebend. S. 161), das Gemische der Gattungen des untern Ooliten, des Fullers earth, der grossen Ooliten, des Thones

von Broadford und des Forest-Marble im Departement de l'Aisne (Mem. Soc. géol. Fr. 1843, B. 5, Th. 2, S. 352), die Gleichheit der Fossilien des Thones von Kimmeridge und der Schichten von Portland (Bull. u. s. w. 1845, B. 3, S. 101), die Identität der Fische und Amphibien, der knochenführenden Gesteine zwischen Muschelkalk und Keuper, so wie zwischen diesem letztern und Lias (N. Jahrb. f. Min. 1844, S. 506), das Vorkommen gewisser Petrefacten in mehreren der primären Abtheilungen, wie z. B. in den obern und untern zu gleicher Zeit. Für die vier Abtheilungen der obersten Jura-Gebilde hat Thurmann ähnliche Gemische von Petrefacten für jeden dieser Horizonte in der Schweiz gefunden (Mém. etc. 1848, B. 3, Th. 1, S. 97).

Die Verschiedenheit der Meeresbewohner nach der Tiefe des Wassers hat uns höchst interessante Aufschlüsse über ehemalige Meeres- und Küsten-Verhältnisse gegeben, wie z. B. über das Nordmeer nach Forbes und Forchhammer's Vorträgen. Aber hier muss man auch die Richtung der grossen Meer-Strömungen mit in Betrachtung ziehen, denn dass diese Richtungen sich nach und nach geändert haben, daran ist kein Zweifel, wenn man bedenkt, wie die Festländer durch Ablagerungen, Hebungen und Meer-Senkungen sich nach und nach gebildet haben müssen, und dass wahrscheinlich der Boden mancher Oceane grosse Inseln und selbst Festländer hat tragen können.

In der jetzigen Zeit geben uns die Contouren der Oceane den besten Beweis der Kraft der Meer-Strömungen. Wie die zwei grossen Buchten des westlichen Afrika und des östlichen Süd-Amerika davon theilweise abstammen, so sehen wir den grossen atlantischen Strom den ovalen Meerbusen von Mexiko noch jetzt aushöhlen und die Antillen zerstören, Veränderungen längs den Küsten Nord-Amerika's verursachen und in Europa ähnliche Zerstörungen und Ueberfluthungen in verkehrter Richtung bereiten. Die ganze westliche Küste Europa's besteht eigentlich nur aus einer grossen Concavität zwischen den steilen Küsten und Inseln, den Trümmern des ehemaligen westlichen Europa, unter denen die bezeichnendsten die Shetlands, St. Kilda und Rockol sind. Die verlorne Atlantis ist eine Mythe, die in der Geologie sowohl als in der Geographie der Pflanzen und Thiere

ihre Bestätigung findet, wie es uns Herr Forbes gezeigt hat. Die Azoren, die canarischen und Cap-Verde-Inseln sind nicht ruhig aus dem Meere empor gebauet worden und beurkunden durch die Trümmer tertiärer Gebilde ihre Selbstzerstörung.

Ueberhaupt, wollten wir selbst den Strömungen diese Zerstörungsmacht nicht zumuthen, so finden wir in dem atlantischen Meere genug Anzeigen, dass vulkanische Kraft auch dazu gewirkt haben mag, denn von Tristan d'Acunha's Basaltfelsen bis zur Insel Jan Mayen zieht sich durch diesen ganzen Ocean eine beide Hemisphären trennende vulkanische Zone. Im Norden wären Island, die Faroe, die Hebriden schon Fingerzeige genug, um die Länder-Trennungen zu verstehen, die da in der Alluvialzeit vorgegangen sind, und als Commentar bleibt noch die Steilheit der meisten Küsten der europäischen Nordländer. In dem südlichen atlantischen Meere finden wir merkwürdiger Weise gerade in der Mitte der engen Theile alle Anzeigen einer noch jetzigen Thätigkeit eines submarinischen Vulkans (Compt. R. Ac. d. Sc. P. 1836, B. 6, S. 72), indem ältere Gesteine die kleinen Inselchen von St. Paulus und Fernando de Noronha bilden, die die einzigen noch jetzt über das Wasser hervorragenden Spitzen der einmal möglichen Verbindung oder Annäherung Amerika's und Afrika's sind.

Im stillen Meere, das gegen das atlantische wie ein See zu einem Flusse steht, bemerkt man ähnliche Concavitäten: Steilheit der Küsten und Inselbildung, wie im atlantischen. Die Aushöhlungen haben eben sowohl beigetragen, die grossen Buchten und Inseln im östlichen Asien zu bilden, als der Küste Amerika's die geschweifte Form noch mehr zu geben, die die Nähe einer Reihe Meridian-Gebirge ihr schon theilweise gab. Noch jetzt geht die Zerstörung sehr deutlich durch die Strömungen an den Küsten von Chili z. B. fort.

Aehnliches lässt sich endlich für das indische Meer sagen, obgleich nicht so viele Inseln mehr vorhanden sind, und die Küsten der Festländer keine solchen tiefen Buchten wie die Ränder der andern Oceane haben.

Gehen wir zurück in der ältern Alluvial- und selbst tertiären Zeit, so scheint es wie gesagt, dass in der alten Welt das atlantische Meer nördlich mit Festländern oder

Inseln viel mehr beengt war, und es selbst westlich von Europa grosse Inseln gab.

Die geographische Verbreitung gewisser Thiere und selbst Pflanzen in dem nördlichen Theile der alten und neuen Welt möchte sich fast nur durch die Annahme erklären lassen, dass ehemals eine förmliche Verbindung zwischen Nord-Europa und Amerika eben sowohl, als zwischen diesem letztern und Asien bestand; vorzüglich da diese organischen Wesen in Süd-Amerika fehlen.

Wenn wir aber England mit Canada verbunden uns vorstellen können, oder wenigstens, dass der grosse atlantische Strom sich nicht bis ins deutsche Meer verbreiten konnte, so musste Scandinavien's Temperatur bedeutend tiefer sein und mehr Gletscher besitzen, indem die Umgebung des ganzen Nord-Meeres auch eine Temperatur-Verminderung erleiden musste.

Forbes und Forchhammer haben durch die Muschelversteinerungen sowohl, als durch die ähnlichen noch tief im Meere lebenden bewiesen, dass diese Voraussetzung in der ältern Alluvialzeit die Wahrheit war. Das russische Eismeer war damals nicht nur mit dem deutschen Meere über Nord-Europa in Verbindung, sondern auch über den tiefsten Theil Russlands und Polens mit dem schwarzen, caspischen und arabischen Meere. Ob das schwarze Meer mit dem mittelländischen schon in Verbindung stand, bleibt etwas zweifelhaft, denn die Spalten des Bosphorus und der Dardanellen waren noch nicht vorhanden, doch nach den Niederungen und der Ausbreitung des tertiären Landes zu urtheilen, wäre das schwarze Meer mit dem Meere von Marmara durch das Thal von Sakaria in Verbindung gewesen, und von da aus gab es einen ziemlich breiten Canal nach der Ebene von Adrianopel, von wo aus er sich dann südlich nach dem ägeischen Meere, wie jetzt die Moritza, wandte. Die Inseln des Marmara-Meeres entstanden wohl zu gleicher Zeit mit der Oeffnung der Dardanellen.

Auf der anderen Seite war damals noch eine freie Verbindung zwischen dem mittelländischen und indischen Meere durch die ältere Spalte des rothen Meeres. Vielleicht selbst communicirte dieser Theil des mittelländischen Meeres mit dem persischen Meerbusen über Aleppo und den Euphrat. In allen

Fällen war dieses Meer und das von Mesopotamien nur durch eine sehr schmale Landzunge in Nord-Syrien getrennt.

War aber Frankreich noch mit England verbunden, und die Meerenge des Kattegats und Theile des St. Georgscanales nicht vorhanden, so war im mittelländischen nicht nur die Meerenge von Gibraltar geschlossen, sondern auch die von Messina. Selbst das Meer zwischen Sicilien und Afrika war nicht vorhanden, oder nur ein schmaler Canal, indem ein Arm des atlantischen Meeres über dem südwestlichen niedrigen Frankreich sich mit dem westlichen Theile des mittelländischen Meeres in Verbindung setzte.

Um die ehemalige Verbindung Europa's mit Afrika in tertiärer und selbst in älterer Alluvial-Zeit richtig zu ermitteln, muss man das mittelländische Meer in seinen verschiedenen Beckentheilen und vorzüglich dazu die Richtung der Gebirge berücksichtigen. Das mittelländische Meer zertheilt sich erstlich in zwei Becken, wenn man die ehemalige Verbindung von Afrika mit Sicilien und von Spanien mit Afrika herstellt. Ist die Meerenge von Gibraltar nichts als eine tiefe Spalte, deren Ränder so ziemlich correspondiren, so finden wir zwischen Sicilien und Afrika noch tertiäre und vulkanische Inseln und Untiefen, die die ehemalige Verbindung ahnen lassen. In diesem rundlichen Becken erhoben sich die grossen Inseln von Sardinien und Corsica, über deren mögliche Verbindung mit den grossen nördlichen und südlichen Festländern, ich schon gesprochen habe. Im östlichen mittelländischen Becken aber scheinen die vielen Inseln mit steilen Rändern anzuzeigen, dass das ägeische Meer ziemlich getrennt von dem übrigen Theile gewesen sei; indem das adriatische Meer zwischen dem mittleren Albanien und dem Neapolitanischen geschlossen war. Verräth die östliche Küste dieses letztern Meeres viele Senkungen und Zerspaltungen, so zeigen im ägeischen Meere die Ueberbleibsel von tertiären Becken auf gewissen asiatischen und griechischen Inseln, welche Zerstörung da vorgegangen ist.

Die Lage und Richtung der Gebirge der Insel Kreta sprechen nicht für die Annahme ihrer Verbindung mit Afrika, was in Sardinien und Corsica im Gegentheile der Fall doch gewesen sein mag.

Um einen Schritt weiter in dieser geologischen Archäologie zu machen, muss man die Zoologie und Flora der Ränder des mittelländischen Meeres zu Hilfe nehmen. Merkwürdigerweise findet man, dass die meisten afrikanischen Thiere und Pflanzen an solchen europäischen Gestaden sich befinden, wo die Verbindung nach geologischen und geographischen Gesetzen am wahrscheinlichsten scheint. So z. B. findet man im südlichen Spanien afrikanische Pflanzen, Zoophyten, Mollusken, Insecten, Schlangen, das Cameleon, Vögel (*Tetrao alchata*), Raubsäugethiere (*Viverra Genetta*), und selbst in Gibraltar den Affen (*Simia Inuus L.*). In Sicilien gibt es auch afrikanische Pflanzen, Zoophyten, Insecten, und das Cameleon, das doch sowohl in Calabrien und Morea als in Kreta fehlt. Wahrlich wäre es für Zoologen und Botaniker noch eine schöne Aufgabe, diese Thatsache weiter durchzuführen.

Das mittelländische wie das schwarze Meer hatten ungeheure Buchten und Inseln. In ersterem bildete Central- und Süd-Italien eine grosse Insel, da ein Meeresarm von dem ligurischen Meere über die Lombardei bis zum adriatischen reichte und alle subappenninischen Hügel bedeckte. In Afrika, vorzüglich im Staate Tripoli und in Aegypten, so wie im südlichen Sicilien, in Toscana, im südöstlichen Frankreich und östlichen Spanien (Arragonien, Granada) waren bedeutende Buchten. Das schwarze Meer dehnte sich von dieser Seite über Bessarabien, die Wallachei, einen Theil Bulgariens, und erstreckte sich fast bis zum Fusse des Taurus (Erekli u. s. w.) in Klein-Asien, so dass es damals im schwarzen Meere drei grosse Inseln gab, nämlich südlich der Ausmündung der Donau zwischen Matschin und Badadagh, in der Krimm, und zwischen Sinope, Erekli, Andora und Tosia in Kleinasien. Die erste war eine krystallinische Schiefer-Insel, die zwei anderen vorzüglich Flötzgebirge, die das eine mit dem Siebenbürgischen und das andere mit dem Balkan zusammenhängen. Es ist selbst möglich, dass der ganze Kaukasus nur eine Insel war, denn er hängt südlich mit dem hohen Armenien nur durch eine schmale jüngere plutonische Kette zusammen, indem sein übriger Fuss mit tertiären Schichten bedeckt ist.

Im übrigen Europa waren die Haupt-Inseln: das ältere Gebirge Pohlens, Scandinavien, vielleicht Irland und die Bre-

tagne , aber viele innere Meere oder weit verzweigte Buchten gab es auch. Die grössten Meere waren am nördlichen Fusse der Alpen von Savoyen bis nach Siebenbürgen , mit den servisch-masischen tiefen Buchten, die fast das wallachische Meer berührten oder wirklich mit ihm in Verbindung östlich von Nischa standen, dann im nördlichen und centralen Frankreich, im nördlichen und centralen Spanien (Valladolid u. s. w.), im südwestlichen England , im Rheinbecken, in Böhmen, in Hessen-Cassel u. s. w. Diese kleinen Meere hatten auch Inseln, wie z. B. im ungarischen Bakonyerwalde, in der Fruschka Gora in Syrmien, in dem slavonischen Gebirge u. s. w.

Die Sahara-Gegenden Afrika's und ihre niedrige Umgebung waren atlantische Meerbusen oder selbst war das mittelländische Meer durch Tripoli in Verbindung mit jenem Sahara-Meere, indem das Atlasgebirge aus Marocco und einem Theile von Algerien ein ungeheures Vorgebirge ausmachte, vor welchem die Anhöhen von Algier eine Insel bildeten, da die Metidja-Ebene unter Wasser stand. In der Sahara selbst waren Inseln vorzüglich im Fezzanischen, in Murzuk, Kordofan, Darfur, Burnu u. s. w.

Nach dem Wenigen, was wir über Afrika wissen, scheint es, dass ein tertiärer Meeresarm das Wasser der Sahara mit dem jetzigen Meerbusen von Benin vereinigte, denn der Lauf des Niger liegt im Tertiären. Auf diese Weise hätten wir eine grosse afrikanische Insel im Lande der Ashantis u. s. w. für jene Zeit anzunehmen. Für das übrige südliche Afrika weiss man nur, dass ein flaches niedriges Littorale in manchen Gegenden vor den innern Gebirgen liegt und dass es tertiäre Becken in dem Lande der Boschmans und weiter nördlich selbst Seebecken gibt. Ob Madagascar damals grösser war, und selbst mit den nördlichen krystallinischen Schieferfelsen des Sechelles vereinigt war, bleibt zweifelhaft, obgleich die vulkanische Nachbarschaft von der Comor-Insel im Kanal von Mozambique und der Insel Bourbon und Mauriz auf der andern Seite genug jüngere zerstörende Kräfte beurkundete.

Im nördlichen Asien waren die Niederungen Meere, unter denen das grösste die Wüstenbecken der Mongolei (von Gobi und Yerkeng) bedeckte, Wässer, die später, nach den

letzten Nachrichten, sich mittelst jüngerer Spaltenthäler in der Himmelskette durch die Niederungen zwischen den Alagol, Alektogol und Balkhasch Seen und den Irtisch-Lauf später entleert haben. Der Tschian-Schwang bildete eine Insel in diesem Meere. Persien war grösstentheils ein inneres Meer mit Inseln, das nur durch die niedern Lande der Turkomanen mit den sibirischen in Verbindung stehen konnte. Mesopotamien, ein Theil Arabiens und der Penjab waren Meerbusen des indischen Meeres, indem das englische Indostan uns wieder das Bild Italiens gab, weil das Penjab-Meer sich über das Thal des Ganges ausbreitete und den Himalaya von Indien trennte. Die Insel Ceylon war noch ein Theil dieser dreieckigen Insel.

Im östlichen Asien waren der grosse Meerbusen von Ava, von Siam, von Tonkin, von Nord-China und von dem Amur. Wenn in Borneo, Sumatra, Java, Neu-Guinea, Neu-Zeland mehrere Buchten das jetzige Land bedecken, so war keine so gross, wie die in Central-Neuholland. Es wäre selbst möglich, dass diese Insel damals aus zweien bestand.

Ueberhaupt muss in der tertiären Zeit die Verbindung zwischen Asien und dieser ganzen Inselwelt Hinter-Asiens bis Neu-Irland, Neu-Caledonien und Neu-Seeland nicht so locker als jetzt gewesen sein. Es ist ein ähnlicher Fall wie mit den Inseln der nordatlantischen Meere und des Meeres von Mexico in der ältern Alluvialzeit.

Diese oft ausgesprochene Thatsache der einstigen Verbindung Borneos, Neu-Hollands u. s. w. mit Hinter-Indien wird aber durch geologische, zoologische und botanische Thatsachen bestätigt. Ich meine durch die Verbreitung gewisser organischer Wesen von Hinter-Indien bis nach den grössern Inseln des indischen Archipels und selbst nach Neu-Holland. Dann muss es geognostisch auffallen, dass wenn alle polynesischen Inseln ausser Korallen und vulkanischen Bildungen nur krystallinische ältere Gebirgsarten aufzuweisen haben, man in dem hinterindischen Archipel sowohl als in Neu-Holland und Neu-Seeland nicht nur die primären petrefactenreichen Schichten und ältere Steinkohle verfolgen kann, sondern selbst Flötzgebilde schon im nördlichen Neu-Holland und einigen der grössern Inseln zwischen diesem Festlande und Asien erkannt hat.

In Amerika bespülte das atlantische Meer den Fuss der Anden von Patagonien bis zum Orinoko und sonderte als Inseln Brasilien und Guyana und einen Theil Columbiens als Vorgebirge ab, indem das mexicanische Meer sich weit nach Nordamerika erstreckte, doch nicht bis zu den grossen Seen, da die ziemlich niedrigen Anhöhen, die sein Vordringen verhinderten, mit altem Süsswasser-Alluvium und Muscheln bedeckt sind. Die Alleghanies und Ozarkgebirge bildeten Halbinseln, und ein Theil der atlantischen Frei-Staaten war unter Wasser. Nach dem Wenigen, was wir über Mexico, Guatemala, den Isthmus von Panama und Columbien wissen, scheint dieser Damm schon damals aufgeworfen gewesen zu sein. Stattgefunden hatte schon die Erhebung der Aequatorialketten in Columbien, im Isthmus, in Guatemala, in Mexico, in den Ozarks, in Louisiana und in den grossen Antillen; doch der Meerbusen von Mexico war nicht so ausgehöhlt, und die grossen westindischen Inseln nicht so zerstückelt.

Im Innern jener Länder waren grosse geschlossene Seen, wie in den sogenannten Prairies von Arkansas, um den grossen Salzsee im Innern von Californien, vielleicht auch in Neu-Mexico, um Mexico, um Nicaragua, um Bogota, um Titicaca, in Chili, bei Tarapaca unfern Iquiquè, bei Coquimpo u. s. w. Die Behringsstrasse war geschlossen und Feuerland eben so wenig von Süd-Amerika getrennt, als viele Inseln an dieser südwestlichen Spitze, die immerfort der Kraft der Strömungen des stillen Meeres ausgesetzt sind, und jetzt zerbröckeln. Ob das Meer die Anden Südamerika's in der tertiären Zeit, vielleicht in Chili durchbrach, lässt sich gegenwärtig noch nicht mit Sicherheit beurtheilen. Ein trachytischer hoher Damm scheint fast allein diese ehemalige chilenische Meerenge geschlossen zu haben, und das Tertiäre erreicht noch jetzt von beiden Seiten den Fuss dieser Anden, indem in jener neueren Zeit auch Hebungen älterer Formationen das übrige jetzige Orographische erklären könnten.

Wenn man sich nun in die Zeit der Kreide- und Jura-Gebilde versetzt, so sieht man die erwähnten Meere theilweise viel breiter und ausgedehnter werden, wie z. B. im ganzen nordwestlichen und centralen Europa, in Russland, im südlichen Europa, nördlichen und südlichen Afrika, in Klein-Asien, Meso-

potamien, am Kaukasus, in Persien, in Indien, in Neu-Holland und in beiden Amerika's. (Zu sehen im weitern Detail in Bull. soc. géol. 1844. B. 1. S. 365.)

Auf diese Weise sind viele Becken durch Dämme zertheilt worden und Inseln entstanden, wenn die Kalk- und Sandablagerungen auf seichten Stellen Statt fanden, was mit den Bedingungen des Lebens mancher Thiere wie der Korallen zusammenhängt: So wurden die zwei tertiären Becken in England und die drei grossen in Frankreich gesondert, das ähnliche Becken der Schweiz und Baierns geformt, andere entstanden in Ungarn, Italien, in Spanien, in der Türkei, in Algerien, in Nubien, Süd-Afrika u. s. w. Im nördlichen Syrien wurde dadurch die Verbindung zwischen dem mittelländischen und mesopotamischen Meere erschwert oder selbst vielleicht ganz geschlossen, indem das mittelländische Meer von dem atlantischen getrennt wurde.

Geht man noch weiter zurück in der Zeit, so sieht man die Trias unter noch ausgedehnteren Meeren sich bilden, um später die Ränder der Jura- und Kreide-Becken auszumachen, wie in England, Frankreich, Central-Europa, Spanien, Nord-Afrika u. s. w. Es entstanden dadurch nicht nur Becken-Abtheilungen und Dämme, sondern auch viele Untiefen und Inseln, welche später günstige Verhältnisse für die folgenden Kalkbildungen gaben.

Von der andern Seite mögen die Porphyr und Trapp-Eruptionen, die der Trias vorangingen, auch bedeutend beigetragen haben, die Meeres-Vertheilung zu modificiren. Die schönsten Beispiele gewährt uns der unvollständige Damm, der zwischen dem mittelländischen und rothen Meere auf diese Weise aufgeworfen worden, dann auch diejenigen der Vogesen und des Schwarzwaldes, die früher nur Inseln im weiten Meere waren, und nach diesen Eruptionen und der Trias, Frankreich's Meere von den deutschen trennten.

Wie viel die Strömungen der Meere durch diese Umformung der Erdoberfläche geändert wurden, wird Jedem einleuchten, doch die grössten Störungen müssen durch die Hebung der Ketten entstanden sein. So z. B. wie viel anders müsste der atlantische Strom sich bewegen, wenn er über Central-Europa weg, um die Alpen, damals nur Inseln, sich bis in das

mittelländische Meere fortsetzen und mit den indischen Gewässern durch Mesopotamien oder das rothe Meer in Verbindung treten konnte. Ich möchte fast glauben, dass die ungeheuren Niederungen des nördlichen Afrika eine solche Ursache des Entstehens haben.

Die grösste aber von allen Veränderungen der Ocean-Strömungen muss das Nicht-Vorhandensein der Erdzunge von Panama gewesen sein, ein Verhältniss, das wenigstens in der primären Zeit Statt fand und vielleicht selbst bis am Ende der Trias bestand. Wenn man diese Wahrscheinlichkeit mit der oben auseinandergesetzten zusammenfasst, so bekommt man die mathematische Gewissheit, dass die Aequatorialwässer um den ganzen Erdball eine kreisförmige Bewegung in der ungefähren Richtung der Mitte der Erde hatten, indem sie jetzt durch zwei Dämme der neuen und alten Welt zwei ähnlichen Bewegungen in der Meridian-Richtung unterworfen sind. Ob diese Bewegung den ersten Anlass zu der Zerstörung im mittelländischen oder wenigstens im nördlichen Afrika und selbst die Verbindung von Hinter-Indien und Neuholland war, lasse ich dahin gestellt sein, aber durch diesen Theil der Meere oder um Neuholland musste sie gehen, anderswo hatte sie keinen Ausweg.

Die Polar-Strömungen müssen auch damals ganz anders gewesen sein. Erstlich war im stillen Meere keine arktische, da die Behringstrasse geschlossen war und nur später durch vulkanische Kräfte geöffnet wurde, wie die vulkanischen Inseln in der Nachbarschaft es hinlänglich bekrunden. Aber in der alten Welt konnten Polar-Strömungen nicht nur vielleicht durch einen Theil des atlantischen Meeres, sondern auch über Sibirien nach Central- und Süd-Europa sich bewegen, indem gegen den Süd-Pol ungefähr dieselben als jetzt bestanden hätten.

Wenn die Strömungen der Oceane diejenigen waren, die ich auseinandersetze, so müssen im innern Europa und Asien die Temperatursverhältnisse andere als jetzt gewesen sein, und alles einen mehr tropischen Anstrich angenommen haben, wie es uns die Paläontologie bestätigt.

Auf der andern Seite müssten die zerstörenden Wirkungen der Strömungen sich damals mehr in der Aequatorial- als in der Meridian-Richtung Geltung verschaffen, indem jetzt ganz

das Gegentheil immerfort Statt findet. Dahin zeigen auch die Formen der ältesten Flötz-Becken, indem die spätern alle sich nach den Richtungen der jetzigen doppelten Kreisbewegungen der Oceane modellirt haben.

Der Verfasser zeigte bei dem Vortrage dieser Abhandlung geologische Karten vor, die die Erdoberfläche ungefähr in der tertiären, der Flötz- und primären Zeit darstellen sollen, ferner geologische Specialkarten von Europa, der Türkei und Klein-Asien, die diese Länder in der ältern Alluvial und in der tertiären Zeit vorstellen.