

Herr Dr. Boué las die nachstehende Abhandlung :

„Ueber die äusseren Formen der Erdoberfläche und ihre Ursachen.“

Die äussere Form der Erdoberfläche und ihre Bestandtheile sind oft besprochen worden und doch scheinbar nicht hinlänglich beleuchtet, so dass ich mich berechtigt finde, das Folgende darüber zu bemerken und zu gleicher Zeit den Beweis liefern werde, dass Geologie ewig die einzige Grundlage der physikalischen Geographie bleibt.

Anderswo habe ich mich schon geäussert, dass die Formen der Erdoberfläche nicht vielfältig sind. (Bull. Soc. geol. Fr. 1844. B. 1, S. 347.) Verschiedenartige Vierecke, einige Dreiecke, ziemlich viele Ovale und Kreise und einige gabel- und sternartige Figuren bleiben die Hauptformen. Polygone oder vielkantige Contours gibt es wenig, ausser dass man einige der erwähnten Urformen mit ihren grössten Unregelmässigkeiten im Zusammenhang auffasst oder die Zusammensetzung der grossen Festländer erkennt.

Auf letztere Weise fand Herr Pissis für Süd-Amerika die Figur eines sphärischen Pentagones, für Afrika die eines zehnkantigen Pentagones, für die alte Welt 15, für die neue 11 und für Neu-Holland 7 Kanten (Bull. Soc. geol. Fr. 1848. B. 5, S. 454). Herr Pissis hatte aber nur im Sinne, die Verhältnisse der Gebirgsketten zu den Küsten darzustellen, indem wir die äussern Formen viel allgemeiner oder in abstracto durchmustern.

So z. B. erscheint das zehnkantige Pentagon Afrika's des Herrn Pissis uns nur ein Dreieck, weil wir die Aushöhlung des grossen westlichen Meerbusens uns wieder ausgefüllt denken und Arabien mit Afrika vereinigen, da es nur durch eine schmale Spalte davon getrennt ist. Süd-Amerika ist kein sphärisches Pentagon, sobald man bei Afrika das Meer in Gedanken etwas ausfüllt u. s. w. Zu diesen Ausfüllungen wird man aber berechtigt, weil da grosse

Zerstörungen wirklich vorgegangen sind. In derselben Weise erkennt Jedermann, dass Aehnliches auf einem grossen Masstab im westlichen Europa geschehen ist.

Die Kreis-Form ist wohl bekannt in den Korallen-Inseln, in den Krater-Inseln und Bergen, so wie in gewissen älteren oder plutonischen Gebirgen und auch im Flötzkalk und Sandsteinen. Daraus sind manchmal kreisförmige Seen entstanden, wie der von Pavin in der Auvergne, der von St. Anna im Trachyt Siebenbürgens, der von Gondar in Abyssinien, der von Castoria in der Protogine der Türkei, der von Lochnagar im Schottischen Granite, der von der Grimsel im Gneiss u. s. w. Die äussere Kalkform, unter dem Namen Karst bekannt, liefert Beispiele dieser Form im kleinen Masstabe. Als grosse kreisförmige Gebirgskessel begnüge ich mich mit der Erwähnung der trachytischen Kessel von Bolsena, oder Armenien's, des Kessels der Berarde im Dauphiné, des Flötzkessels von Pymont, desjenigen von Windisch-Kappel in Kärnthen, des böhmischen, ungarischen, persischen Kessels u. s. w.

Viele dieser Kreisformen haben eine Oeffnung, die manchmal nur eine Spalte ist und andersmal in der Halbmondform übergeht. In diesem Falle sind viele kraterförmige Inseln und Gebirge, so wie auch viele Meerbusen und Buchten, wie die von Maracaibo und von Carpentaria; die Meerbusen von Hudsons-Bay, von Okhotsk, vom nördlichen China, von Mexiko u. s. w.

Die sogenannten Gebirgs-Circus gehören auch zu dieser Form, wie man sie zu Gavernie in den Pyrenäen, beim Roc Crusau und Sanadoire in Mont d'or, im Berge Kuschna hinter Fel-lach in Kärnthen u. s. w. kennt.

Die wahre Halbmondform ist noch häufiger als die vorige. Wir können dazu folgende Land- und Wasser-Formen zählen; namentlich als Länder: Japan, Cuba, Neu-Zeland, Neu-Britannien, Lucon, Nova Zembla, die Insel St. Johann in Canada u. s. w., und als Gewässer den Bothnischen Meerbusen, den Baikalsee, den Zürcher und Genfer See u. s. w.

Ovale Formen gibt es viele, vorzüglich unter den länglichen Ovalen, die dann meistens die Längen-Grade der Erde schief durchschneiden.

Diese Form besitzen als Länder die Inseln Sumatra, Java, Neu-Irland, Nutka, Euboea, Kandien u. s. w., die Halbinseln Malacca,

Kalifornien und Alaschka u. s. w. und viele centrale krystallinische Schiefer-Gebirge in den grossen Ketten, so wie auch gewisse Jura- und Kreide - Thäler. Gewässer dieser Form sind das rothe und adriatische Meer, der Waldstätter, Neuburger und Plattensee u. s. w.

Andere mehr rundliche ovale Formen bieten mehrere Inseln, wie Madagascar, Ceylon, Formosa, Corsica, Sardinien, Cyprien, Jamaica, Sitka, Chiloe, Hainan, Kotelnoi, die Inseln Gothland und Bornholm, die Halbinsel Florida's u. s. w., mehrere Gewässer, wie das Meer von Baffin, der persische Meerbusen, der See von Wan und Ormiah, der Ochrida-See in Albanien, der Zugersee u. s. w.

Die Form des Dreiecks, vorzüglich des ungleichschenkligen ist ziemlich häufig. Als grosse dreieckige Länder hat man oft auf das englische Indostan und Grönland, so wie auch selbst auf Süd-Amerika und Afrika mit Arabien hingewiesen. Kleine dreieckige bilden folgende Länder: Mexiko, Sicilien, Teneriffa, die zwei Inseln an der südlichen Spitze Amerikas und Australiens, die Halbinsel Kamtschatka, Istriens, des Berges Sinai u. s. w. Borneo gehört auch eher hierher als unter den ovalen Formen. Als Gewässer findet man das azowsche Meer, den Garda-See und viele Buchten.

Seltenere ziemlich regelmässige Vierecke bilden folgende Halbinseln und Inseln. Namentlich Klein-Asien, Spanien, Britannien, das Cutcher Land, die Krimm, die Insel La Trinidad, die Insel Edges Island, das australische Mainland u. s. w. Als Gewässer dieser Form zeigen sich das ägäische Meer, der See Tschad, der See Kokunoor, der Chiemsee u. s. w. Finnland möchte auch dieser Form angehören.

Unregelmässige Vierecke oder Parallelogramme bemerkt man sowohl unter den Fest-Ländern, als unter den Inseln und Halbinseln. In diese Kategorie gehören auf der einen Seite Arabien, Cochinchina und Siam, Korea, die europäische Türkei, der Pelopones, die Manche in Frankreich; auf der andern Seite Lappland, Yucatan, selbst das gebirgigte nordwestliche Afrika, Irland, Island, Neu-Schottland, Neu-Foundland, Neu-Southampton, die südliche Insel Neu-Zelands u. s. w.

Mehrere siberische und arktische Halbinseln sind in diesem Falle.

Als Gewässer können wir das caspische und aralische Meer, das Nordmeer, der Balkasch-See, der See Winipeg, der Ladoga-See u. s. w. erwähnen.

Für die gabelartigen Formen können wir als Länder die folgenden nennen; namentlich Scandinavien, Italien, Hayti, die nördliche Insel von Neu-Zeland, die Insel Sakhalien u. s. w. Das Durchkreuzen zweier Gebirge bildet auch in kleinem Masstabe solche Formen, wie zum Beispiel in Central-Asien, in der Central-Türkei u. s. w.

Als Gewässer haben diese Form das Baltische Meer, der Meerbusen des Obi, Funday-Bay in Neu-Schottland, überhaupt mehrere tiefe Buchten von Norwegen und Grönland, dann auch die folgenden Seen, namentlich der Constanzer und Comer-See, der Lago maggiore, der Mond- und Attersee im Salzburgischen, die Meerenge des Bosphorus u. s. w.

Die seltenere Sternform bietet sich dar in den Inseln Cebeles, Gitolo, Shetland, Spitzberg und in einigen Inseln des arktischen Amerika's, so wie auch in manchen älteren krystallinisch-schieferigen oder jungen vulkanischen Gebirgen, wie im Cantal, Mont d'or u. s. w. Als Gewässer dieser Form finden wir das mittelländische Meer, die grosse Vereinigung der amerikanischen Seen unter den Namen von Obersee, Michigan, Huron, Erie und Ontario-See, dann den Bären-See, den Vierwaldstätter-See, der Luganer-See u. s. w.

Als besondere und seltene Formen sind die ziemlich ähnlichen Polygone von Neu-Holland und des schwarzen Meeres, so wie auch die etwas ähnlichen und zusammengesetzten Formen Neu-Guinea's und des Konstanzer-Sees. Auch Gross-Britannien und das baltische Meer sind auf dem Erdballe höchst seltene Formen, die sich aber hinlänglich erklären, da man sie in mehrere Parallelogramme zerstückeln kann. Der dänische Staat nähert sich etwas dieser englischen anomalen Form.

Das unregelmässige Viereck Nord-Amerika's ist ein grosses Beispiel derselben Zusammensetzung, denn es wird vorzüglich durch drei Parallelogramme gebildet. Seine Verbindung mit Süd-Amerika wird durch ein Dreieck und ein accidentirtes schief liegendes schmales Ovale bewerkstelligt, welches vorzüglich unter den Meeren mit der Form des deutschen Meeres und unter den

Meerengen im Kleinen mit dem englischen Kanal einige Aehnlichkeit verräth.

Ueber unregelmässige Formen der Oceane werden wir weiter unten sprechen und sie den unregelmässigen Contours der ganzen Contiente entgegenstellen.

Die Gleichförmigkeit der verschiedenen Formen der Länder und Gewässer ist der beste Beweis, dass die äusseren Formen der Erdoberfläche überall durch dieselben Kräfte bedungen wurden; Kräfte, die an manchen Orten Hebungen und an andern Senkungen verursachten, wie die jetzigen Beobachtungen es bestätigen.

Da die Gebirgswügel eines Landes seine Formen bedingen, wenn man die verschiedenen Formen durchgeht, so kommt man zu wichtigen Schlüssen über ihre verschiedene Bildung und durch Analogie zu geographisch-geologischen Kenntnissen über Theile des Erdbodens, dessen Inneres noch unerforscht ist. So z. B. gibt das indostanische Dreieck über das südliche Afrika Bescheid.

Auf der andern Seite, wenn man alle ovalen oder viereckigen Inseln, Halbinseln oder Länder vergleicht, so findet man, dass diejenigen, deren Vorgebirge ungefähr nach der Erdbreite sich ausdehnen, ihre Ketten diese Richtung auch haben, indem diejenigen, deren Vorgebirge nach den Längegraden laufen, auch nur Ketten mit dieser Richtung besitzen. So z. B. in der ersten Kategorie wäre Klein-Asien, die Krimm, Hayti u. s. w., in der zweiten der Pelopones, die Chalcis, Kamtschatka, Neu-Foundland u. s. w.

Die Kreis-Form, ganz oder nur halb geschlossen, ist die einfachste. Es ist eine Korallen-Bildung oder vulkanische oder plutonische oder sie wurde durch eine Central-Hebung oder seltener durch drei Hebungen hervorgebracht. Die vulkanischen Krater sind Erhebungs- oder Explosions-Trichter, oder sie rühren von einer Einstürzung her. Diese letzte Erscheinung hat auch zu vielen solchen Formen in den neptunischen geschichteten Sand- und Kalkstein-Gebirgen Anlass gegeben, und besonders gewisse Flötzkalk-Felsen mit Trichter übersät.

Manche grosse Formen dieser Gattung wurden durch die Kraft der Wasser-Strömungen erweitert und durch Flötz-, Tertiär- oder Alluvial-Anschwemmungen theilweise ausgefüllt. Darum findet man oft neben den Wasser-Formen mit fast kreisförmigen Rändern ähnliche Randformen in solcher Weise, dass die ersteren der letz-

teren concentrisch sind, wie z. B. im südwestlichen Frankreich, im nördlichen China u. s. w. Diese letztern Formen bilden die meisten Flötz- und vorzüglich Tertiär- und Alluvial-Becken. An ihren innern Rändern ist oft Steilheit und an ihren äusseren sanfte Umrise zu bemerken, wenn diese Formen klein und vulkanisch oder plutonisch sind, oder durch drei Hebungen hervorgebracht wurden.

Die Halbmond-Formen mögen wohl mehr als eine Hebung oder Einsenkung, oder wenigstens mehrere parallele Bewegungen anzeigen, indem dieses sicher in den meisten rundovalen Formen der Fall ist; doch mitunter haben Anschwemmungen einige ovale Land-Formen breiter als länger gemacht. Dasselbe ist auch einigen rundovalen Wasser-Formen geschehen, so dass wie in den kreisförmigen sich neben ihnen rundovale Flötz-, Tertiär- und Alluvial-Landformen concentrisch mit ihnen gebildet haben. In diesem Verhältnisse steht das Flötz-Tertiär-Becken des Euphrates und des Tiger mit dem persischen Meerbusen.

Die schmalen ovalen, oft dachförmigen Land-Formen sind durch Gebirgszüge oder eine oder zwei Hebungen in einer und derselben Richtung bedungen worden, indem die Gewässer dieser Formen durch ähnliche Senkungen entstanden sind. Diese Bewegungen des Bodens haben sich in aller Zeit fühlbar gemacht. Vorzüglich viele Inseln gehören dieser Form, indem sie nur die Spitzen versunkener Ketten darstellen. Die Ränder der länglich-ovalen Wässer sind theilweise steil, vorzüglich wo Inseln davor liegen, die zu älteren Gebirgsmassen der Ränder gehören.

Die dreieckigen Formen werden auf dem Lande, vorzüglich durch Hebungen in drei Richtungen hervorgebracht, in deren Mitte dann oft Flötz und selbst Tertiäre und Alluvium sich lagerte. Grosse Continente haben diese Formen. Die dreikantigen Wasser-Formen mögen oft nur durch eine oder zwei Senkungen entstanden sein.

Die Vierecke im Allgemeinen bearkunden die mannigfaltigsten Hebungen und Senkungen, enthalten viele Becken von jüngeren Gebilden und bilden einen guten Theil des trockenen Bodens, vorzüglich der Festländer. Einige ziemlich regelmässige Vierecke scheinen wirklich vorzüglich durch vier Hebungen bedungen worden zu sein. Einige parallelipedische Formen sind durch

Reihen von Parallel-Hebungen hervorgebracht. Andere aber sind ganz oder theilweise vulkanische oder plutonische Massen.

Die Wasser - Formen dieser Art sind theilweise auch durch mehrere Senkungen entstanden, theilweise durch starke Anschwemmungen in ihrer ursprünglichen Form etwas verändert worden.

Die seltenen Polygonen - Formen sind nur eine Folge von mehreren Hebungen oder Senkungen, oder sie rühren von einer Reihe dieser Bewegungen, die neben einander in paralleler Richtung stattgefunden haben. Die Zwischenräume der Hebungen wurden durch Flötzgebirge oder Tertiäre ausgefüllt. Es sind Inseln oder Meere.

Die gabelartigen Formen sind auf dem Lande, vorzüglich durch zwei Hebungen und auf dem Wasser durch zwei Spaltungen entstanden, indem die Ursache der sternartigen Formen auf dem Festlande Erhebungskrater und plutonisch-ähnliche Wirkungen und auf dem Wasser kraterförmige Senkungen und strahlige Spaltungen waren. Die Gabel- und Stern-Formen der Gebirge und Wässer befinden sich natürlicher Weise meistens in der Mitte des Festlandes oder Inseln, und die Wasser-Formen dieser Art haben viele steile Ränder. Unregelmässige Sternformen oder eigentlich Vierecke mit sternförmigen Rändern, wie z. B. der Pelopones, sind durch parallele Transversal-Hebungen, vulkanische Hebungen und Zerstörungen gebildet.

Wenn man von diesen Formen auf einem grossen Masstabe nur diejenigen ins Auge fasst, die die Gebirge und Thäler auszeichnen, so findet man dieselbe Gleichheit und kommt zu folgenden Schlüssen:

Die Thäler-Bildung ist nun viel besser als ehemals bekannt und man unterscheidet mit allen Rechten Aushöhlungs- oder Auswaschungs-Thäler, so wie nur durch Anspülung oder seltener durch Austrocknung der Niederschläge entstandene von denjenigen, die ihren Ursprung Schichten-Biegungen, Hebungen, Spalten, Verrutschungen, Einsenkungen oder grossen Berstungen der Erdoberfläche verdanken. Die Auswaschungs-, Spalten-, Verrutschungs-, Hebungs- und Schichten-Biegungs-Thäler haben alle eine längliche und oft geschlängelte Form. Die andere Gattung zeigt eine mehr runde ovale an. Die Seiten der ersten Reihe von Thälern besitzen mehr oder weniger jene correspondirenden Ecken und Einschnitte,

in denen man ehemals nur Wasser - Auswaschungen erkennen wollte. In dem letztern Falle sind die äusseren Formen der Thäler meistens viel sanfter als in den Spalten-Thälern. So z. B. liefern die mit schroffen Felsen eingefassten Meerengen des Bosphorus und der Dardanellen das Bild zweier geschlängelten Spalten - Thäler, und nicht dasjenige eines Auswaschungs-Thales mit Terrassen, wie z. B. das von Adrianopel. Bei Wien braucht man nur das Durchbruch-Thal zwischen dem Bisamberg und Leopoldsberg mit dem Marchfelder Thale zu vergleichen. Im grossen Masstabe kann man im atlantischen Meere viele Eigenthümlichkeiten der Auswaschungs-Thäler finden. Obgleich Spalten-Thäler in allen Landformen vorkommen, sind sie am häufigsten in den sternartigen, gabelartigen und kreisartigen Formen. Parallelaufende Hebungs- oder Schichten-Biegungs-Thäler sind mehr den ovalen und viereckigen Formen eigen.

Wenn viele Spalten- oder Verrutschungs-Thäler in Gebirgen vorzüglich ihre ursprünglichen Naturmerkmale noch nicht eingebüsst haben, so sind viele dieser Thäler in den niedern Gegenden vorzüglich oft mehr oder wenig unkenntlich geworden. Um ihr Entstehen zu entziffern, muss man die Richtung der nächsten Gebirge und Gebirgsthäler in Betracht ziehen. Doch manchmal ist ein merkwürdiges Merkmal ihrer ersten Entstehung als Spalte zurück geblieben; namentlich der Contrast zwischen der Höhe des einen Ufers ihres Wasser - Stromes gegen die niedere Lage des andern; wie z. B. am Wolga, am Don, am Donetz, an der Garonne, am Eurotas, an der Nieder-Elbe u. s. w.

Förmliche Auswaschungs-Thäler oder andere Thäler-Formen, die später unter Wasser standen, besitzen beide sehr oft terrassenförmige Seiten. Diese letzteren stammen von den Bewegungen und Niedersenkungen des Meeres, des Flusses oder des Süsswasser-Sees her, so wie auch manchmal von den Hebungen der Länder.

In der Unterscheidung dieser zwei Ursachen irren noch viele jetzige Geologen, denn z. B. wenn die terrassenförmigen Absätze aller Thäler des nördlichen Schottlands, Norwegens, Chilis u. s. w. nur von Hebungen des Landes oder Senkungen des Meeres abhängen, so würde man überall, wie an gewissen Küsten Norwegens und am mittelländischen Ufer, Spuren des Meeres auf den Terrassen noch finden, namentlich nicht nur Seethier-Ueberreste, son-

dern auch jene eigenen flachgeformten Küsten-Gerölle, jene eigenen Felsen-Aushöhlungen oder Auswaschungen u. s. w. Diese terrassenförmigen Alluvial-Gebilde deuten auf diese Weise öfter oder eben so oft auf das ehemalige Vorhandensein von Süsswasser-Seen, die sich nach und nach durch neue Spalten-Bildung oder weitere Zerstörung ihrer Dämme entleert haben. Dass wenigstens nur in besonderen Gebirgs-Fällen sie als Ueberbleibsel von Gletschern oder Gletscher-Seen gelten können, beweist der Mangel an erraticen Blöcken und an den eigenen geritzten Gletscher-Geröllen. Ausserdem wie viele grosse Thäler und Becken gibt es nicht, wo solche mehr oder weniger deutliche Alluvial-Terrassen ohne Blöcke bekannt sind, wie z. B. in dem ungarisch-österreichischen Becken, im wallachisch-bulgarischen, in Thessalien, in Algerien, längs dem Euphrates und Ganges, in Hinter-Indien, in den Becken des Amazonen-Flusses, in Mexico u. s. w. Selbst die weitläufigen Ränder der ehemals viel ausgedehnten nordamerikanischen Seen könnte man anführen, obgleich erratiche Blöcke einmal darüber geführt wurden.

Wenn man die Gebirge mit den Thälern vergleicht, so findet man dieselben geraden oder geschlängelten Formen, auch die selbst unter starken Winkeln sich biegender Formen, die Kreis- und ovalen Formen, wie die Knoten-Form, das heisst gerade oder krumme Linien, die hie und da breiter werden, die sogenannten Gebirgsstöcke und Gebirgsbecken. Gabel- und sternförmige Thäler wie Gebirge gibt es auch.

Die Ursachen dieser Gleichheit der Formen sind jetzt hinlänglich bekannt. Wenn Hebungen oder manchmal ihre Durchkreuzungen die Gebirgsstöcke hervorgebracht haben, so sind Gebirgsessel durch Senkungen in ähnlicher Weise erzeugt worden.

Durchkreuzungen derselben zweifacher Gattung haben auch die starkwinkligen Gebirge und Thäler hervorgebracht. Die Kreis-, Oval- und Stern-Formen sind in beiden Fällen durch Hebungen oder durch vulkanische Oeffnungen bedungen worden. Gerade und geschlängelte Formen der Gebirge und Thäler sind nichts als Spaltungs-, Hebungs- und Senkungs-Wirkungen, und diese Formen finden sich im Kleinen in den Gängen wieder. Bis zu welchem Grade von Krümmung in den geschlängelten Formen eine einzige solche Bewegung Anlass geben kann, bleibt noch unentschieden,

obgleich der geometrische Werth eines solchen Winkels doch eine bestimmte Grenze in der Natur hat. Sonst wäre wenigstens die abstracte Annahme der geraden Linien jeder einzelnen Hebungskette unhaltbar.

Die Thäler sind ganz trocken oder sie enthalten immer oder nur in gewissen Jahreszeiten einen Wasserstrom, oder sie sind ganz oder theilweise nur zu gewissen Zeiten mit Seen gefüllt.

Die Flüsse oder Meerengen theilen sich natürlicher Weise nach der Bildung der Thäler, mit den Seen ist es aber nicht ganz der Fall. Denn es gibt Seen, deren Entstehen weder in einer Spalte noch in einer Senkung oder Hebung oder Berstung zu suchen ist, die aber nur durch Korallen-Bildung oder das Alluvium eines Flusses an seine Mündung oder an seiner Seite, oder selbst nur durch Flusswasser - Infiltration im thonigen oder sandigen Alluvium entstanden sind. Einsenkungen in verschiedenen älteren Gebilden, so wie auch im Torfmoor und Alluvium geben auch Anlass zur See-Bildung, wie z. B. der Salzsee im Flötz-Gebilde Mannsfeld's.

Da wir von Seen sprechen, müssen wir auch von den Höhlen etwas sagen, die theilweise nur unterirdische Seen oder Flüsse sind. Solche leere Räume gibt es fast in allen Formationen und Gebirgsarten, aber nicht in gleicher Anzahl und gleicher Häufigkeit. Die Kalksteine, Gypse und gewisse Sandsteine und Conglomerate scheinen am meisten den Höhlenbau begünstigt zu haben, was auch die Ursache ist, dass die meisten Trogloditen - Wohnungen in solchen Gesteinen zu finden sind. Basalte, Laven, Porphyre, Trachyte haben weniger Höhlen aufzuweisen. Seltener sind sie in älteren Schiefergebirgen.

Spalten, Senkungen oder Einstürzungen und seltener durch die organische oder unorganische Bildung hinterlassene Räume waren der erste Anlass zu der Höhlen - Bildung. So sehen wir Räume in gewissem Korallen - Kalke; Spalten und Räume durch Austrocknung in thonigen, sandigen oder kalkigen Gesteinen; Spalten durch Erdbeben, Rutschungen oder Ueberstürzungen in manchen Gebirgsarten; Einstürzungen in den Bergwerken, den Vulkanen, den Kalksteinen und den Gypsen.

Diese letztere Gattung von Bewegung bildet an der Oberfläche trichterförmige Räume (Karst, Herzegovina, Bosnien u. s. w.) und in der Erde grosse Höhlen, manchmal mit Seen oder selbst

mit fliessenden Wässern, wie die Gyps-Schlotten und Trichter des bunten Sandsteins im nördlichen Deutschland und Russland.

Die Wässer winden sich durch die Erdschichten vermittelt den Spalten der Felsarten. Das Wasser wirkt auf diese durch seine mechanische Kraft, durch die mit sich geführten harten Theile und vorzüglich durch die Kohlensäure seiner atmosphärischen Luft, vorzüglich wenn der Fels kalkig ist.

Wenn man sich noch dazu die localen Einstürzungen denkt, so wie auch, dass manche Wässer theilweise oder ganz minerale Wässer oder Säuerlinge waren, so hat man alle nothwendigen Ursachen, um die sonderbare Form, die Windungen, die grossen Veränderungen in der Breite und der Höhe, die abgerundeten Felsen, die Alluvial-Ausfüllungen, die Knochen und See- und Süsswasser-Muscheln einiger Höhlen u. s. w. sich genugsam zu erklären.

Die Einwendungen der sonderbaren Form fallen weg, wenn man bedenkt, wie mannigfaltig die Spalten in Gebirgen sind, dass die Einstürzungen nicht überall sich zugetragen haben und ihre herabgestürzten Massen oft weggeführt wurden. Dann muss man auch die Bedeckung der Stalactiten und Stalagmiten in vielen Höhlen berücksichtigen, um ihre wahre Form heraus zu bringen.

Die Katavotrons erscheinen dann nur als die Thüren oder Ausgänge solcher Höhlen, die als Abzug-Kanäle für Seen und Flüsse dienen. Die sogenannten natürlichen Brunnen oder Schlünde bekrunden aber sehr mächtig auflösende Wässer, wie manche Säuerlinge. Was das Wasser aber mit der Zeit erreichen kann, sehen wir in einigen Flüssen, deren Lauf auf kurze Strecken unter irdisch ist, oder über dessen Wässer der Kalkstein noch ein Gewölbe bildet, indem anderswo solche natürliche Brücken nur durch zufällige Umstürzungen hergestellt wurden.

Die Höhlen in vulkanischen oder plutonischen Gebirgen mögen meistens ihr Entstehen in Wasser-Dämpfen oder Gas-Bildung finden, wie z. B. die blaue Höhle am Meere in der Insel Ischia, die grosse Höhle von Surtshellir in Island u. s. w. Auch Einstürzungen mögen diese Art von Höhlen, wie auch diejenigen, die durch Auswaschung neben den Flüssen und Meeren entstehen, oder neben ehemaligen Meeren entstanden sind, bedingen. Seltener kommen solche Gas-Höhlen-Bildungen in neptunischen Gebilden vor, wie z. B. im Conglomerat.

Die Höhlen in den andern Gesteinen sind nur durch Spalten oder Gänge entstanden, die durch kalte oder warme Sauerlinge oder selbst Sauer-Wässer erweitert wurden.

Eine gar seltene Entstehungsart ist diejenige, dass durch die starke Biegung der Kalk- oder Schiefer - Schichten Räume entstehen.

Von allen den Arten von Höhlen bleiben die Kalk-Höhlen die grössten, längsten, tiefsten und die alleinig oft sehr getheilten unterirdischen Räume, indem die meisten andern Höhlen nur aus einem Raume oder aus sehr kurzen und wenig tiefen Räumen bestehen. Diese Eigenthümlichkeit, so wie auch, dass der Kalkstein am meisten Höhlen aufzuweisen hat, scheint sehr günstig für unsere Annahme, dass diese Aushöhlungen grösstentheils den Wässern oder Sauerlingen zu verdanken sind, denn Kalkstein wird leichter als andere Felsarten von der Kohlensäure angegriffen.

Wenn man die grossen Festländer nach ihren Formen und ihrer Bildungsweise vergleicht, so kommt man zu höchst auffallenden Schlüssen über die unentzifferte Verbindung zwischen den äusseren Formen der Erde und ihrem Innern.

Ohne wieder auf die auffallende Aehnlichkeit der Dreiecke Süd-Amerikas, Afrikas mit Arabien und des englischen Indostan zurück zu kommen, sehen wir in der Structur der neuen Welt erstens eine viel grössere Einfachheit als in der alten, und dann als Hauptfactor Erhöhungen des Bodens, die von Nord nach Süden laufen, indem die andern dem Aequator der Erde parallele scheinenden Hebungen nur kleine Theile der Gebirge bilden und viel seltener ost-westliche Hebungen den Boden erhöht haben.

Im Gegentheil die complicirte alte Welt und die polynesische scheinen gerade durch solche den Aequator mehr oder weniger parallele Bewegungen, besonders auf der Wasser-Oberfläche hervorgeragt zu sein, und die nord-südlichen Hebungen bilden hier keine Haupt-Gebirge, sondern nur mehr untergeordnete Meridian-Züge, unter denen der Bolor-Soliman-Zug fast der höchste und der Ural sammt Nova-Zembla der Länge, aber nicht der Höhe nach, die bedeutendsten wären und auch darum Europa von Asien trennt. — Schief gegen den Aequator liegende Gebirge gibt es viel mehr in der alten als in der neuen Welt, vorzüglich was die Verschiedenartigkeit der schiefen Lage anbetrifft.

Könnte man den Knochenbau der alten Welt mit dem Gerippe eines Schiffes vergleichen, so wäre in Amerika anzunehmen, dass dieses Gerippe die Umdrehung eines halben Kreises erlitten hätte.

Von der andern Seite, da zwischen den zwei Amerikas nur eine Erdzunge und einige von Ost nach West sich erstreckende Inseln sich befinden, so bleibt es doch höchst merkwürdig, dass gerade diese Theile und ihre nächste Umgebung (N. Grenada) mit dem Aequator parallele Hebungen zeigen, und dass selbst eine Reihe Vulkane noch auf solchen Linien da thätig sind.

Wenn man nun bemerkt, 1. dass die Aequatorial- sowohl, als die Meridian-Hebungen nicht auf eine Linie, sondern auf mehrere parallele Linien fallen; 2. dass diejenigen, die den Aequator schief schneiden, sehr verschiedene Winkeln mit ihm machen; 3. dass diese Verschiedenheit besondere geologische Zeit-Perioden charakterisirt: so scheint dem Geognosten die allgemeine Ursache, wenn noch in weitem Felde bis zur mathematischen Gewissheit, doch jetzt schon vorzuschweben.

Wenn man auf den grossen Festländern die Vertiefungen in Betracht zieht, die zwischen den Gebirgszügen liegen, so sieht man sie in der alten Welt mehr von Westen nach Osten, als von Norden nach Süden neben einander gereiht, indem in der neuen Welt sie es mehr von Norden nach Süden, als von Westen nach Osten sind. Aber merkwürdiger Weise findet man in der alten Welt mehr grosse, mondartige, kreisförmige oder ovale Vertiefungen, als in der neuen sind. So z. B. für die Kessel von Böhmen, Ungarn, Persien, von der Wüste Gobi u. s. w. findet man in Amerika nichts so Rundes, doch aber die ovalen Becken der grossen nordamerikanischen Seen, des Mississipi-Thales, des Salz-Sees in Kalifornien, der Hochebenen von Mexico, Bogota und Titicaca u. s. w.

Von dem Bären-See in Amerika bis zum atlantischen Meere ist bekannter Weise eine Reihe von grossen Seen, zu denen wir den mexicanischen Meerbusen gesellen. In der alten Welt ist aber auch etwas Aehnliches von der Nordsee und dem mittel'ändischen Meere bis zum Baikalsee. Dieser geschlängelte Erdgürtel von Vertiefungen scheint aber in nahen Verhältnissen mit den Isothermen zu stehen, vorzüglich wenn man noch einige Gebirgs-Kessel

hinzufügt, von denen die Wässer in sehr jungen geologischen Zeitperioden ausgeflossen sind.

Wie die Isothermen viel tiefer in Amerika, wie in Europa gehen, so sieht man das wahre Pendant von der Nordsee, vom baltischen Meere und den Seen im nördlichen Russland, dem böhmischen Kessel und dem mittelländischen Meere viel tiefer in der neuen Welt, namentlich in der Hudson-Bay, in den grossen canadischen Seen, im mexicanischen Meerbusen und dem Meere der Antillen, indem in Süd-Amerika ungeheure niedrige Pampas und hoher Llanos sich befinden, die in der Sahara und den central-afrikanischen Terrassen weniger ihr Gleichen finden, als in den central-asiatischen Steppen und Hochterrassen.

Gehen wir aber weiter im Innern der alten Welt, wo die Isothermen sich denjenigen von der neuen Welt nähern, so sehen wir den fast äquatorialen Erdgürtel der Vertiefungen der Erdoberfläche gegen Norden sich erheben. Wenn die grössten dieser Einsenkungen ihre Wässer verloren haben, so bilden noch andere bedeutende Meere und Seen, wie das schwarze, caspische, aralische u. s. w. Für die westliche alte Welt ist das mittelländische Meer was die westindischen Gewässer und der mexicanische Meerbusen für die neue sind. Der Unterschied rührt daher, dass das Festland im Central - Amerika von zwei Seiten zerstört und vorzüglich durch die Strömungen des atlantischen und stillen Meeres zu gleicher Zeit in Arbeit genommen wurde, indem im mittelländischen die zwei alten Vierecke von Spanien und Arabien, so wie die Gebirge des Atlas die weiteren Verwüstungen in jenen Gegenden der Erde theilweise gehindert haben mögen. Die enge Verbindung mit dem indischen Meere durch das rothe Meer muss auch eine Hauptursache dieser Verschönerung gewesen sein.

Vergleicht man den nördlichen Theil von Süd-Amerika mit demselben von Afrika, so bekommt man ungefähr die Figur eines länglichen Pentagones, der aber in Amerika gegen Osten und in Afrika gegen Westen offen ist, oder in andern Worten: die Oeffnungen der Sahara- und Amazonen-Becken stehen gegen einander ungefähr wie das mittelländische zu dem westindischen.

Die südliche Spitze von Amerika würde mit dem südlichen Afrika oder mit dem englischen Indostan viel mehr Aehnlichkeit haben, wenn man die brasilianischen Ketten im atlantischen

Ocean verlängert. Nun dass dieses einmal der Fall war, beweisen sowohl die gegen Osten gebogene Feuerland-Insel und die Malouinen, als die älteren Gebirgsspitzen unter dem tertiären und Alluvial-Pampas von Buenos-Ayres. Weil da grosse Senkungen gegen Südosten Statt fanden, bildeten sich anstatt ziemlich hohen Ebenen grosse niedere Flächen und Stufen, und die Wässer mussten alle auf diese Schiefe abfliessen und sie mit ihrem Alluvium bedecken.

Schon zu oft hat man das östliche Asien mit dem indischen Archipelagus, und Neuholland mit der Structur der beiden Amerika verglichen. Nicht nur in der Form wäre vieles Aehnliche, aber auch die Richtung der Gewässer und Halbinseln ist oft dieselbe, wie z. B. Kalifornien wie der englische Indostan, Borneo wie Yucatan zu liegen käme u. s. w. Der grösste Unterschied besteht wieder da in den australischen Senkungen, die Neu-Holland von Neu-Zeland und den antarctischen neu entdeckten Ländern getrennt haben. Dann in der ungeheuren Zerstücklung der einmal sie verbindenden Landzunge durch Strömungen und vulkanische Kräfte, deren viele noch thätige Vulkane da hinlängliche Beweise liefern.

Dass an beiden Polen ziemlich viele Inseln und grosse Inseln liegen, scheint wieder eine Aehnlichkeit, die wahrscheinlich nicht zufällig ist, vorzüglich wenn man in arctischen Gegenden bemerkt, dass sie von Nordamerika durch grosse Meere getrennt sind, wo oder in welcher Nähe der magnetische Nordpol wohl immer gewesen sein mag.

Auf der anderen Seite die Zerstücklung der arctischen Länder hat seines Gleichen nur im indisch-australischen Meere und im nordwestlichen Europa, aber in beiden letzten Gegenden der Erde kennen wir davon die Ursachen, so dass wir auch wissen, was in jenen Ländern vorgegangen ist, namentlich ungeheure Spaltungen, Senkungen und Hebungen.

Will man Nordamerika mit Europa vergleichen, so muss man letztes um einen halben Kreis umdrehen, weil die Hauptzüge der Gebirge sich unter einen rechten Winkel schneiden, dann kommt doch etwas Aehnliches heraus.

Man wird unwillkürlich zu dem Gedanken geführt, dass die Formen Amerika's fast die Urform der grossen Festländer darstellten, namentlich zwei bedeutende Land-Formen, die durch Wasser-Formen fast ganz getrennt sind, letztere Erscheinung, die

mit dem Einfluss der Rotation der Erde auf die Bewegungen der Meere zusammenhängen muss.

Die alte Welt kann sich fast in zwei Amerika theilen lassen, und es ist, als wenn der Anfang der Trennung Europas von Asien schon angezeigt wäre, namentlich durch die Spalten des rothen Meeres und persischen Meerbusens, durch das kaspische Meer und das ehemalige grosse siberische Meer, nur dass Europa im Westen, so wie im Süden ungeheuer gelitten hat durch Senkungen, so wie durch Spaltungen und Zerstörungen mittelst der Strömungen.

Sonst könnte man sagen, dass wenn die drei grossen Süd-Festländer Dreiecke, oder wie jetzt, Pentagone sind, die drei Nord-Festländer drei unregelmässige Vierecke wären, was doch immer auf eine Regelmässigkeit in der Structur hindeuten würde, die nur im Innern unserer Erde ihren Grund haben kann.

Wie die zwei Amerika durch Meere mit Inseln fast in zwei ungleiche Theile getheilt sind, so sieht es für Europa und Afrika auch so aus, da ihre gänzliche Trennung von sehr jungem Alter ist und durch eine seltsam complicirte polygonische Wasser-Form bewerkstelligt wird, indem südlich der nördlichen Gebirge Afrikas die Wüsten der Sahara eine etwas ähnliche jetzt trockene Becken-Form darbieten, die wieder mit dem Amazonen-Becken correspondiren möchte.

Endlich wenn man die Formen der Oeane mit denjenigen der grossen Festländer vergleicht, so findet man ziemlich viele Aehnlichkeit, wenn man sich namentlich die Festländer in einer gewissen umgekehrten Richtung an der Stelle des atlantischen und stillen Oceans vorstellt. Die zwei Continental-Massen der neuen Welt würden mit der geschlängelten Thal-Form des atlantischen Meeres und die gabelförmige alte Welt sammt Australien mit der Kessel-Form des stillen Oceans zusammenfallen. Doch im letztern Falle würde dieses nur mittelst Zerstörungs-Voraussetzungen wahr sein, indem in dem ersten man solche viel weniger brauchen würde.

Sobald man in Reinem gekommen ist über die Art, wie Gebirge wirklich durch Bewegungen der Erdoberfläche gebildet wurden, so muss man auch der Ursache dieser letzten auf der Spur sein, und da diese die Formen der Festländer bedingen, so kommt man auch zugleich zur Ursache dieser Formen. Nach allen neuen Erfahrungen und physikalisch-chemischen Grundsätzen kann sie

keine andere sein, als das Zusammenschrinken der Erdoberfläche durch Abkühlung oder wenigstens Phänomene der eigentlichen Hitze der Erde. Wer aber das letzte Wort ausspricht, der muss Electricität und Magnetismus jetzt dazu gesellen. Nun Hitze und Magnetismus geben Anlass zu einer Reihe der merkwürdigsten Erscheinungen an der Erdoberfläche, Phänomene, deren Gesetze uns nach und nach gründlicher bekannt wurden und ewig dieselben gewesen sein müssen. Wenn aber diese Erscheinungen nicht nur auf der Erdoberfläche methodisch classificirt und aufgezeichnet sind, sondern wenn sie auch in dem Zeitlaufe betrachtet werden, so findet man besondere Modificationen, die man schon zu periodische stempeln kann. Diese letzteren sind solche, die noch jetzt bestehen, so wie auch jene, die bestanden haben, und die sich scheinbar durch eine grössere oder geringere Thätigkeit der innern Erdkräfte bekrundet haben und dann hinlänglich erklären lassen.

Auf diese Weise haben Physiker nicht nur auf dem Erdballe für die Hitze die gebogenen Isothermen, Isotheren und Isochimenen, sondern auch für den Magnetismus die gebogenen Isogonen und Isodynamen nach Beobachtungen und Berechnungen gezeichnet, so wie auch magnetische Meridiane, einen Aequator, zwei Pole und eine Achse angenommen. Auf der andern Seite liegen eine Menge Beweise für den Einfluss von Hitze und Kälte auf den Magnetismus, für denjenigen der Sonnen-Hitze auf die tägliche Intensität, und Variationen des Erdmagnetismus, selbst auf die stündlichen Aenderungen in der Declination, für denjenigen der Aequinonen und des Sommersolstitium auf die Declination, überhaupt für denjenigen der Sonnen- und Mond-Perioden auf die Variationen der Magnetnadel. Zu gleicher Zeit wird angenommen, dass ein sehr nahes Verhältniss zwischen den Isothermen und isodynamischen Linien statt findet, so wie auch, dass der Platz der magnetischen Pole scheinbar nicht immer derselbe bleibt, sondern im Gegentheil rotire. Natürlicher Weise verrückt dieser alle anderen magnetischen Linien und erklärt das periodische ewig Vor- und Rückwärtsgehen der Declination. Die Lehre der periodischen Störungen, so wie der seculären Veränderung des Magnetismus floss aus diesen Thatsachen.

Dann hat man auch die innige Verbindung des tellurischen Magnetismus mit der Meteorologie im Allgemeinen und mit den

Nordlichtern in specieller Hinsicht bewiesen. Die Erdbeben und vulkanischen Erscheinungen eben so als die Nordlichter haben einen entschiedenen Einfluss auf die Magnetnadel, auf ihre tägliche Variation und selbst manche Felsarten oder Gebirge stören sie bedeutend (Locke Americ. J. of Sc. 1841, B. 41, S. 171. Fournet Annal. de Lyon 1848). Weiter hat Necker die Hauptrichtungen der Gebirgsmassen mit den isodynamischen Linien in Verbindung gebracht (Bibl. univ. Geneve. 1830, B. 43, S. 166).

Unser genialer Colleague Hr. Melloni hat die Frage aufgeworfen, ob die Variationen der magnetischen Meridiane um den astronomischen nicht in Verhältniss mit den Perioden der Hebung und Senkung der Meerküsten sein könnten, da die magnetische Kraft der Erde derjenigen eines Magneten gleich? Die innere Thätigkeit der Erde konnte periodische Veränderungen verursachen, die zu gleicher Zeit auf die Lage des Meeres gegen einen gegebenen Punct der Erde, so wie auf diejenige der magnetischen Declinationsnadel gegen den Meridian dieses Punctes wirken konnte (Bibl. univ. Geneve. 1847, B. 5, S. 330). Herr Pio de Muti sprach sich in 1843 über normale und abnorme Hebungen aus, die durch elektrische und electromagnetische Strömungen herbeigeführt werden konnten (Atti della 5 Riun. di Sc. Ital. S. 284).

Endlich haben wir schon von Dr. Hopkins ein eigenes Werk über die Verbindung der Geologie mit Erdmagnetismus (On the connection etc. 1844). Leider ist aber dieser Versuch nur ein sehr einseitiger, da er hauptsächlich auf die Richtung der Gebirge, Gebirgsmassen und Gänge Amerikas gegründet ist.

Wenn man Alles dieses in Erwägung zieht und die Erde ohne Magnetismus nicht denkbar ist, so kommt man schon zu der Einsicht, dass in allen geologischen Zeiten ein inniges Verhältniss zwischen dem Magnetismus und den Bewegungen an der Erdoberfläche Statt gefunden haben muss. Vergleicht man nachher die Gebirgszüge mit den verschiedenen magnetischen Linien, die die Physiker um die Erde gezogen haben, so findet man eine förmliche Aehnlichkeit, namentlich die Hebungen nach den Breitengraden oder sogenannte Aequatorial-Hebungen correspondiren mit den isodynamischen Linien und die nach den Längengraden oder Meridiane und die gegen den Aequator schiefen Hebungen mit den

Declinations-Linien. Wie alle diese Linien in der Zeit variiert haben mögen, so ist es auch mit den Hebungen geschehen, und darum finden wir Hebungen nach der Breite und Länge vertheilt auf parallele Linien und nicht auf eine einzige Linie, indem die sogenannten schiefen Hebungen eine Menge von Winkel mit dem Aequator bilden.

Aber zugegeben, alles dieses wäre in der Ordnung, wie kann man glauben, dass Gebirgs-Hebungen durch Magnetismus hervor gebracht wurden, da jetzt nichts dergleichen geschieht. Wir haben schon auf den Einfluss der Hitze auf Magnetismus so wie auf die Störungen der Magnetnadel durch Vulkane aufmerksam gemacht. Auf der andern Seite wissen wir durch die Paleontologie, dass es ehemals auf Erden viel wärmer war, und dieses je weiter wir uns in die Urzeit versetzen. Die arctischen Polarländer besitzen in ihren primären Gebirgen tropische Pflanzenformen.

Die Anschwemmungs-Theorie durch Meeresströmung ist längst für die Bildung der Steinkohlen mit Recht verlassen, und da man in jenen Gegenden mit solchen Gebilden zu thun hat, so muss man fast glauben, dass diese Pflanzen da gewachsen und gestorben sind, so wie auch dass die damalige grössere Hitze der Erde kein Eis am Pole litt. Ohne Licht wächst aber keine Pflanze, und doch erlaubt uns die Astronomie nicht an solche Erdumwälzungen zu glauben, dass es am Pole einmal keine Winter-Nacht gab. Da aber Pflanzen unter dem electricischen Lichte wie unter demjenigen der Sonne gedeihen können, was um so mehr naturgemäss ist, als beide Lichtgattungen am Ende eins sein werden, so ist man unwillkürlich geführt zu der Frage, ob wohl die Nordlichter das Licht für sie ersetzt haben mögen. Aber in diesem Falle wäre es nöthig gewesen, dass diese glänzenden Erscheinungen viel häufiger, von längerer Dauer und von grösserer Intensität als jetzt gewesen wären. Nun dieser Schluss ist gerade derselbe, zu welchem man durch die ehemalige grössere Hitze der Erde geleitet wird.

Da die Erde noch nicht so abgekühlt als jetzt, der starren Oberfläche feuerflüssiges Innere nicht so dick wie jetzt, der ganze Körper noch nicht so zusammengeschrumpft, und an den Polen vielleicht noch nicht so flach war, so frage ich, ob es nicht wahrscheinlich scheint, dass durch die Abkühlung und das Zusammenschrumpfen, so wie vielleicht auch durch die Rotation der Erde,

die feuerflüssigen Theile die Starre empor getrieben haben. Auf diese Hitz-Thätigkeit-Linien wäre der Magnetismus potenziert und am stärksten gewesen, so dass er nicht nur im Kleinen auf die innere Polar-Structur der metamorphischen Gesteine und ihrer blätterigen Gefüge gewirkt hätte ¹⁾, sondern noch mit den Hebungen in inniger Verbindung stünde, wie die Natur es selbst jetzt noch beweist. Auf diese Weise wären die äusseren Formen in inniger Verbindung mit dem Erdmagnetismus.

Endlich wenn man diese Ansichten annimmt, so bekommt man auch ein Mittel an die Hand, die Geschichte des Erdmagnetismus in der geologischen Vergangenheit kennen zu lernen, und wenn man mit dieser mächtigen Kraft der Erde besser bekannt sein wird, so muss man hoffen, für jede grosse geologische Zeitperiode einen magnetischen Atlas construiren zu können, fast eben so, wie man es für unsere jetzige macht. Weit vom Ziel sind wir noch; wenn wir aber das Periodische der magnetischen Erscheinungen einmal gründlich kennen, so werden sich die noch unerklärten andern Räthsel auch lösen. So z. B. warum gewisse beschränkte Localitäten grosse Störungen in der Magnetonadel hervorbringen, wie in der Bretagne, ohne dass Geognosie oder Nachgraben die Ursache dazu geben (Baudouin Compt. R. Ac. d. S. Paris 1835, S. 73) u. s. w.

Mögen meine wenigen Bemerkungen dazu beitragen, den Irrthum mancher Geognosten zu berichtigen, die auf Erdmagnetismus nur wie auf einige andere Zweige der Physik blicken, mit denen ihre Wissenschaft nie viel zu schaffen hat. Ohne Erdmagnetismus fehlt aber der Geogenie die erste nothwendigste Basis.
