

B. Die Constitution des Erdkörpers.

Die Erde hat eine Kugelgestalt. Dieser Satz bedarf in unsern Tagen des weitläufigeren Beweises nicht mehr. Es war selbst die Kugelgestalt der Erde auch den Griechen und Römern auf der Höhe ihrer Cultur, sogar schon viel früher, hinlänglich bekannt. Die abweichenden oft sonderbaren Vorstellungen, welche in griechischen und römischen Schriftstellern vorkommen, gehören nur den Laien der Naturwissenschaften an.

Die ersten Größenbestimmungen der Erde, welche uns bekannt geworden sind, rühren von Eratosthenes (250 J. v. Chr.) und Posidonius (50 J. v. Chr.) her. Jener leitete sie von der Größe des Bogens zwischen Syene und Alexandrien, und dieser von dem Bogen zwischen Alexandrien und Rhodus ab. Sowohl diese, als auch die im Mittelalter von den Arabern ausgeführten Erdmessungen, haben nur noch für die Geschichte der Wissenschaft Interesse. Ihre Resultate waren zu ungenau, um jetzt noch in Betracht gezogen werden zu können. Eben so ungenügend sind die Gradmessungen, welche vor dem Jahre 1730 in den Niederlanden, in Frankreich und anderwärts ausgeführt wurden. Die neuesten und genauesten Messungen fallen in die Zeit von 1730 bis heute. In diesem Zeitraume sind gemessen worden in Peru unter dem Aequator 3 Grade, in Ostindien unter 16 Grad mittlerer Breite 15 Grade, in Frankreich unter 45 Grad mittlerer Breite $12\frac{1}{2}$ Grad, in Hannover unter 52 Grad mittlerer Breite 2 Grad, in England unter derselben mittlern Breite 3 Grad, in Dänemark unter 54 Grad mittlerer Breite $1\frac{1}{2}$ Grad, in Preußen unter 55 Grad mittlerer Breite $1\frac{1}{2}$ Grad, in Rußland unter 56 Grad mittlerer Breite 8 Grad, in Lappland unter 66 Grad mittlerer Breite $1\frac{1}{2}$ Grad: im Ganzen also 48 Grad in dem Bereich vom Aequator ab bis zum 67 Grad nördlicher Breite. Von der südlichen Halbkugel ist bloß eine Messung von geringerer Ausdehnung und Genauigkeit, die im Jahre 1751 im Caplande ausgeführt wurde, vorhanden. Die russische Messung soll noch nördlich fortgesetzt werden; der Kaiser hat dazu auf 10 Jahre jährlich 3000 Thaler bewilligt. Werden die sämmtlichen Resultate dieser großen Messungen in Berechnung genommen, so findet sich mit großer Uebereinstimmung der mittlere Meridian-Grad zu $57011\frac{1}{2}$ Toisen. Man darf annehmen, daß dieser Werth nicht um mehr als 3 Toisen von der Wahrheit abweicht. Die französisch-österreichische Längen-Grad-Messung zwischen Marennes und Padua, eine Strecke von 15 Längen-Graden, gibt den mittlern Meridian-Grad zu 57013 Toisen, also nahe genug mit dem Haupt-Resultate übereinstimmend, an.

Diese Gradmessungen führten zugleich zur genauern Bestimmung der Erdgestalt. Die Erde kann nämlich, wie Newton dies zuerst aus theoretischen Gründen nachwies, keine vollkommene Kugel sein. Sie ist an den Polen abgeplattet, so daß also die Breitengrade nach den Polen zu wachsen müssen. Die obengenannten Gradmessungen weisen mit großer Uebereinstimmung eine Abplattung von $\frac{1}{300}$ nach.

Und zwar bildet jeder Erdmeridian eine so vollkommene Ellipse, daß die von den Messungen nachgewiesenen Abweichungen von dieser Linie nur localen Ursachen zugeschrieben werden können.

Die Erde schwingt sich in einem Sterntage um ihre Achse. Die Kraft des Schwunges, die der Schwere entgegen wirkt, muß um so größer sein, je weiter die Erdoberfläche von der Achse absteht. Aus diesem Grunde ist die Schwere eines Körpers unbeträchtlicher am Aequator als am Pole. Aber auch noch aus einem andern Grunde nimmt die Schwere nach dem Pole hin zu. Weil nämlich die Erde abgeplattet ist, so nähert man sich vom Aequator nach dem Pole zu gehend dem Mittelpunkte der Erde um den ganzen Betrag dieser Abplattung. Und je näher man dem Erdmittelpunkte kommt, desto stärker wirkt die Anziehungskraft der Erde. Die Schwere-Zunahme der Körper kann vermittelt einer gewöhnlichen Wage nicht gefunden werden, weil die Körper in beiden Wagschalen gleich stark ihr Gewicht ändern. Aber es wirkt die Aenderung der Schwere auf die Pendelschwingungen. Die Schwingungen werden rascher, wenn die Schwere wächst. Man ersieht hieraus, daß aus Pendelbeobachtungen in verschiedenen Breiten die Erdgestalt bestimmt werden kann. Die genauesten neuern Beobachtungen hat Capitain Sabine, dem die englische Regierung bloß für diesen Zweck ein Schiff ausrüstete, vom Aequator an bis zum 80. Grade nördlicher Breite in 15 Stationen angestellt, zu denen noch 6 Stationen auf dem Meridian der französischen Gradmessung, wo von Pariser Academikern beobachtet wurde, hinzugerechnet werden müssen. Auf der südlichen Halbkugel ist von dem Capitain Freycinet in 8 Stationen bis zum 52. Breitengrade beobachtet worden. Die genaue Berechnung dieser Beobachtungen weist für beide Halbkugeln die gleiche Abplattung von $\frac{1}{289}$ nach. Die Abweichungen, welche vorkommen, sind auch hier wieder so unbedeutend, daß sie nur geringe Unterschiede in der Dichtigkeit der Erdringe zunächst der Oberfläche so nachweisen, wie sie durch geognostische Untersuchungen des Bodens an den verschiedenen Stationen bestätigt werden. Später hat Capitain Lütke in 9 Stationen auf der südlichen und nördlichen Halbkugel Pendel-Beobachtungen angestellt, die sehr genau zu sein scheinen. Sie geben die Abplattung der Erde etwas stärker an, als sie aus den Beobachtungen von Sabine und Freycinet berechnet worden ist.

Der Mond hängt in seiner Bewegung um die Erde von der Anziehung, welche die Erde auf ihn ausübt, ab. Bliebe der Mond in seiner Bewegungs-Ebene senkrecht über dem Erd-Aequator; so würde es für seine Bewegung gleichgültig sein, ob die Erde eine Kugel oder ein Ellipsoid sei. Es verhält sich aber die Sache anders, da der Mond sehr bedeutend bald nördlich bald südlich vom Aequator steht. Es müssen sich also im Mondlaufe kleine Ungleichheiten zeigen, die von der ellipsoidischen Gestalt der Erde abhängen. Laplace hat zwei solcher Ungleichheiten nachgewiesen, und berechnet aus beiden die Erdabplattung sehr übereinstimmend zu $\frac{1}{305}$.

Wir haben hier drei Bestimmungen für die Erdabplattung, die auf sehr verschiedenem Wege gefunden wurden, und dennoch wenig von einander abweichen. Legen wir der letztern Bestimmung einen geringern Werth, als den beiden andern bei, so darf eine Abplattung von $\frac{1}{295}$ für sehr genau gehalten werden. Diese Abplattung beträgt an jeder Seite des Erdkörpers nicht ganz 3 Meilen.

Nach den Ergebnissen der Gradmessungen beträgt
 die kleine Erdachse = 3216107 Toisen
 » große » = 3271954 »

Ferner ist die Länge eines Meridiangrades unter der mittlern Breite b in Toisen = $57011,453 - 284,851 \cos. 2b + 0,593 \cos. 4b - 0,001 \cos. 6b$; und die Länge eines Grades im vorbezeichneten Parallel = $57153,885 \cos. b - 47,576 \cos. 3b + 0,059 \cos. 5b$.

Die Beobachtungen, um die Erdgestalt zu bestimmen, haben zu gleicher Zeit ein höchst wichtiges Resultat über die innere Structur der Erde gegeben. Sie haben nämlich nachgewiesen, daß die Schichten rund um den Mittelpunkt in symmetrischen Abständen von der Erdachse nach allen Seiten gleiche Dichtigkeit haben müssen. Denn wäre dieses nicht der Fall; so hätten die Ablenkungen des Loths bei den Gradmessungen, die Unregelmäßigkeiten in den Pendelschwingungen und in der Mondbewegung die dichtern Stellen nachweisen müssen.

Die symmetrische Vertheilung der Erdmasse um ihre Achse herum folgt auch aus einem andern Grunde. Wenn nämlich bei regelmäßiger Gestalt des Erd-Ellipsoids die Massen im Innern ungleich vertheilt wären; so würde die Umdrehungsachse eine Schwankung haben, deren Periode einen Sterntag betrüge. Von einer solchen Schwankung ist aber nicht die geringste Spur vorhanden, und sie würde bei astronomischen Beobachtungen bemerkt werden, wenn sie nur einen geringen Bruchtheil einer Bogen-Secunde ausmachte. Daraus folgt der obige Satz mit mathematischer Evidenz. Freilich sind kleine Schwankungen der Erdachse vorhanden; diese hängen aber von der Attraction ab, welche besonders der Mond auf das Erd-Ellipsoid ausübt, so daß ihre Periode genau mit der des Mondlaufs, nicht aber mit der Rotation der Erde, correspondirt.

Eine andere Frage ist es aber, ob die Dichtigkeit von der Oberfläche nach dem Mittelpunkte der Erde zu dieselbe bleibt. Auch diese Frage ist durch genaue Untersuchungen genügend beantwortet. Es kommt hier nämlich vor Allem darauf an, die mittlere Dichtigkeit der ganzen Erdmasse zu bestimmen. Die ersten Untersuchungen darüber fallen in das Jahr 1774, und wurden von Maskelyne und Hutton mit großer Sorgfalt und Anstrengung ausgeführt. Man beobachtete die Ablenkungen des Loths, welche durch den einzeln stehenden Bergfegel Shehallien in Porthshire bewirkt wurden, und berechnete daraus das Verhältniß der Erdmasse zur Bergmasse. Man fand nach den mühsamsten und genauesten Erörterungen die Dichtigkeit der Erde = 4,7. Cavendish untersuchte kurz nachher

die Frage auf eine ganz verschiedene Art. Er beobachtete durch Schwingungen die Attraction, welche große Bleimassen auf einander ausübten, und berechnete daraus die Dichtigkeit der Erde = 5,3. Auf diese Versuche und ihre Berechnung wurde ebenfalls großer Fleiß verwendet. Carlini beobachtete später das Pendel auf dem Berge Genis, und berechnete aus dem Verhältniß der Berg-Attraction zur gesammten Erd-Attraction die Dichtigkeit der Erde zu 4,4. Aus den Pendelbeobachtungen, welche in der Grube Dolcoath in Cornwall, 1200' unter der Erdoberfläche angestellt wurden, berechnete Drobisch die Dichtigkeit der Erde zu 5,4. Diese vier Angaben stimmen, in Betracht der Schwierigkeit einer solchen Untersuchung, genau genug mit einander überein. Das Mittel aus ihnen ist in runder Zahl = 5. Da nun die mittlere Dichtigkeit der Erdrinde, abgesehen von dem Wasser, das sie bedeckt, unter 3 bleibt; so muß die Dichtigkeit der Erde nach dem Mittelpunkte zunehmen, was auch schon in dem ungeheuren Druck Erklärung findet, der auf die untern Schichten von der obern ausgeübt wird. Der Gedanke an große Aushöhlungen im Innern der Erde, oder an bedeutende dort verschlossene Wassermassen, wird durch die obigen Resultate ganz beseitigt. Freilich verträgt sich auch beides nicht mit den durch das ganze Weltall wirksamen Gesetzen der Schwere. Kein Gewölbe würde stark genug sein, um, wenn im Innern der Erde große Aushöhlungen vorhanden sein sollten, ihren Einsturz zu verhüten.

Die Erdoberfläche hat ziemlich bedeutende Unebenheiten. Auf beiläufig ein Viertel der Fläche ragt die feste Erdrinde über das Wasser empor, so daß fast drei Viertel dieser Fläche mit Wasser bedeckt sind. In den Hochgebirgen Asiens steigen einige Gipfel 26000 pariser Fuß, und in dem Cordilleren gegen 24000 pariser Fuß über das Niveau des Meeres empor. Die meisten bewohnten Ländertheile liegen weniger als 1200 Fuß über dem Meerespiegel. Die mittlere Erhebung des festen Landes über die Meeresfläche erreicht unstreitig keine 2000 Fuß. — Die Tiefe des Meeres ist uns wenig bekannt. Die zwischen großen Ländermassen eng eingeschlossenen Meere haben gewöhnlich nur eine geringe Tiefe. Die Ostsee ist sehr seicht. In der Straße von Dover sind Tiefen von 30 Faden schon selten. In der Nordsee finden sich auf einige Meilen Entfernung von den englischen Küsten nur Tiefen von 40 bis 50 Faden. Das mittelländische Meer hat Tiefen, die bis zu 1000 Faden reichen. Die Tiefen der großen Weltmeere sind nie gemessen worden; die Versuche, welche man dazu gemacht hat, sind erfolglos geblieben. Nimmt man an, daß sich die Unebenheiten des Festlandes und des Meeresboden verhalten, wie ihre Flächenausdehnungen; so müssen im Meere Tiefen von 3 Meilen vorkommen, und die mittlere Tiefe wird gegen 6000' betragen. Andere Gründe bekräftigen diese Schätzung. Die Landseen haben gewöhnlich nur eine geringe Tiefe; nur in den Hochgebirgen gibt es Seen von 1000' Tiefe, welche Tiefe z. B. die großen Schweizer-Seen erreichen.

Daß die Wärme, welche auf der Erdoberfläche verbreitet ist, ihre Hauptquelle in dem Sonnenlichte habe, lehren die großen Temperatur-Unterschiede zwischen Tag und Nacht, Sommer und Winter, und zwischen den verschiedenen Zonen der Erde. Unter dem Aequator beträgt die mittlere Lufttemperatur 22° R., die mittlere Meerestemperatur $20\frac{1}{2}^{\circ}$ R. Die Lufttemperatur übersteigt auf dem Lande nie 36° , und zur See nie 25° . Die Temperatur des Meerwassers kann ebenfalls bis zu 25° emporsteigen. — Die Temperatur der Erdpole kann nur aus der Temperatur benachbarter Gegenden geschlossen werden. Es sind Gründe vorhanden anzunehmen, daß die mittlere Temperatur des Nordpols von der der Melville Insel, die Parry zu 12° unter Null bestimmt hat, nicht sehr abweicht. Die niedrigste Temperatur, die je beobachtet worden ist, beträgt noch nicht 40° unter Null. Die südliche Halbkugel ist kälter als die nördliche. Und auf der nördlichen Halbkugel haben gleiche Breiten im Westen von Europa eine höhere Temperatur, als im Osten; und in Asien und Amerika steht die Temperatur für gleiche Breiten noch niedriger, als im östlichen Europa.

Die Erde kann nie eine niedrigere Temperatur annehmen, als die, welche im Weltraume vorhanden ist. In den langen Nächten der Polar-Regionen muß aber die Temperatur des Weltraums tief in die Erdatmosphäre eindringen. Aus diesen Gründen darf man dem Weltraume eine Temperatur von beiläufig 40° unter Null zuschreiben. Es folgt hieraus, daß die Luft um so kälter sein muß, je weiter sie von der wärmern Erde absteht, und je näher sie also an den kältern Weltraum grenzt. Dazu kommt noch, daß die Luft mit den wachsenden Höhen dünner, folglich durchsichtiger wird, und darum von den Sonnenstrahlen weniger erwärmt werden kann, als die dichtere Luft. Denn das Licht erwärmt nur insoweit, als es absorbiert wird, und aufhört Licht zu sein. Man kann im Mittel annehmen, daß von der Erdoberfläche an das Thermometer mit jeder 600' Erhebung um 1 Grad fällt.

Nimmt man darauf Rücksicht, daß Quellwasser oft von hohen Bergen herab kommen, und daß die meteorischen Niederschläge zu einer Zeit niederfallen, wo die Temperaturen für den betreffenden Ort am niedrigsten stehen; so weisen die Beobachtungen unter allen Himmelsstrichen nach, daß das Quellwasser eine höhere Temperatur aus der Erde mitbringt, als es dahin mitgenommen hat, daß es also in der Erde erwärmt wird. Diese Erwärmung ist unter dem Aequator kaum merklich. In unsern Gegenden beträgt sie, nach eignen und fremden Beobachtungen, durchschnittlich mehr als 1 Grad. In nördlichen Breiten ist sie noch beträchtlicher. Auf den Höhen und in denjenigen Gegenden, wo ewiger Schnee liegt, schmilzt dieser Schnee und das Glätschereis an der Erde fortwährend, so daß hier die größten Ströme ihren Ursprung nehmen. Je größer die Tiefe ist, aus welcher die Quellen entspringen, desto höher steht ihre Temperatur über der Lufttemperatur. Die Quellen, welche aus großer Tiefe kommen, ändern sich nur wenig in der Quantität

des Ausflusses, und gewöhnlich bringen sie mineralische Theile mit zu Tage. — Ich will für die obigen Behauptungen einige Belege anführen. Die Lufttemperatur von Soest beträgt gegen $7\frac{1}{2}$ Grad, die Temperatur der constanten Quellen in der Nachbarschaft 8° . In Hemern bringen die süßen Wasser, welche aus 80' bis 100' tiefen Bohrlöchern ausströmen, eine Temperatur von 9° mit. Die meisten Soolquellen in Westphalen haben eine Temperatur von 10 bis 12° ; in Rothensfelde und Salzkotten beträgt diese Temperatur sogar 14 bis 15 Grad. Quellen von höherer Temperatur, also die eigentlich heißen Quellen, sind schon seltener. Ihre Wasser erreichen fast nie völlig die Siedhitze; wahrscheinlich bringen sie aber diese mit aus den Tiefen der Erde, die aber nahe der Oberfläche durch Hinzutreten fremder Wasser mehr oder weniger erniedrigt wird.

Diese Thatfachen lehren auf die unzweideutigste Weise, daß im Innern der Erde Wärme vorhanden sei, die nicht von außen ihr mitgetheilt wird, ihr also eigenthümlich ist. Und diese Ansicht wird durch thermometrische Beobachtungen in tiefen Erzgruben völlig bestätigt. Es sind in neuerer Zeit solcher Beobachtungen in England, Frankreich, Preußen, Sachsen, Rußland u. sehr viele angestellt worden. Sie weisen alle, ohne irgend eine Ausnahme, eine Temperaturerhöhung bei größern Tiefen nach. Das Verhältniß der Temperaturzunahme ist aber sehr verschieden gefunden worden. Es gehört zu 1 Grad Temperaturzunahme nach den Beobachtungen von

D'Aubuisson	bei 1000'	Tiefe, eine Tiefe von 144'	Freiberg.
v. Trebra	» 1350'	» » » »	150' Freiberg.
Urago	» 1230'	» » » »	120' Paris.
Reich	» 900'	» » » »	144' Erzgebirge.
Cordier	» 600'	» » » »	100' Frankreich.
Philipp's	» 1500'	» » » »	120' Newcastle.
preuß. Beamten	» 300'	» » » »	200' Preußen.
Forbes u. Fox	» 1400'	» » » »	50' Cornwall.
Erman u. Magnus	» 650'	» » » »	80' Müdersdorf.

Das Mittel aus diesen Beobachtungen gibt für 1 Grad Temperaturerhöhung die Tiefe zu 134 Fuß an. Die großen Differenzen sind leicht erklärlich. Wo nämlich schlecht leitende Massen in der Tiefe liegen, oder wo die höhere Temperatur durch Wasser abgeleitet wird, müssen die Beobachtungen eine verhältnißmäßig geringere Erdwärme nachweisen. Die Beobachtungen auf den preussischen Gruben mögen auch darum eine so geringe Erdwärme nachweisen, weil sie nur bis zu sehr unbedeutenden Tiefen reichen, und die Temperatur, wie die Beobachtungen so wie auch theoretische Gründe darthun, erst mit größerer Tiefe in einem bedeutendern Verhältniße zunimmt.

Nun kenne ich keine andere haltbare Erklärungsart dieser Erdwärme, als daß sie dem Erdbörper durchaus eigenthümlich ist, dann also auch nothwendig mit der Tiefe bis dahin, wo die Massen flüssig werden, zunimmt. Diese Tiefe läßt sich freilich nicht sicher

berechnen, theils, weil die Beobachtungen über die Wärmezunahme sehr von einander abweichen, theils auch, weil wir das Leitungsvermögen der festen Erdschichten nicht genau kennen. Eine wahrscheinliche Schätzung lehrt aber, daß die Tiefe, worin die Erdmassen geschmolzen angetroffen werden, 8 Meilen wohl nicht überschreiten kann.

In der Annahme, daß die Erde in einer Tiefe von 8 Meilen eine so hohe Temperatur habe, daß ihre Massen dort flüssig sind, finden Erdbeben, die Ausbrüche der Vulkane, das Ausströmen von ungeheuren Massen von kohlensaurem Gase, das Dasein von heißen Quellen ihre genügende Erklärung; Wäre die Erde eine solide Kugel; so würden die wellenförmigen Erschütterungen der Erdoberfläche, die sich oft über Länderstrecken von mehreren 100 Meilen Ausdehnung verbreiten, sowohl in ihren Ursachen als auch in ihren Erscheinungen ganz unerklärlich sein. Die Ausbrüche der Vulkane mit den sie begleitenden Phänomenen, ihre Entzündung, ihre Hebung und Erschütterung der Erdrinde, ihre Auswürfe geschmolzener Massen, sind noch durch keine andere Hypothese genügend erklärt worden. Nimmt man die Dicke der festen Erdrinde nur zu 8 Meilen an; so begreift man, warum grade in den Meeren und am Rande derselben die meisten vulcanischen Ausbrüche vorkommen müssen. Auch erklärt sich hieraus die von Leopold v. Buch und Lyell nachgewiesene Thatsache, daß die thätigen Vulkane in Linien zusammenstehen, die wahrscheinlich großen Spalten in der Erdrinde entsprechen, und daß nie oder wenigstens nur höchst selten, zwei oder mehrere Ausbrüche in derselben vulcanischen Linie gleichzeitig vorkommen. Die Erde haucht auf manchen Stellen so ungeheure Quantitäten von kohlensaurem Gase aus, daß nur die ausgedehntesten Feuer-Processe im Innern die Production derselben erklären. Nach den Beobachtungen und Berechnungen des Professors Bischoff strömt in der Umgebung des Saacher Sees jährlich über 2 Millionen Centner Kohlenäure aus dem Innern der Erde. Die Mofetten in den Gegenden von Pyrmont und von Carlsbad sind wohl eben so ergiebig, die italienischen wahrscheinlich viel ergiebiger. Und eben so augenscheinlich verkündigen die heißen Quellen, deren Temperatur seit undenklichen Zeiten dieselbe geblieben ist, eine constante Wärmequelle im Innern der Erde, deren Wirkungen von denen temporärer und örtlicher Entzündung sehr verschieden sind.

Die Erdkugel ist mit einer Atmosphäre umgeben. Wäre die Luft in allen Höhen so dicht, als am Meerespiegel; so würde ihre vorhandene Masse eine Höhe von 24500 pariser Fuß einnehmen, sie würde also die höchsten Berggipfel nicht ganz bedecken. Die Luft wird aber mit zunehmender Höhe immer dünner, weil die obern Schichten unter einem geringern Druck stehen, als die untern Schichten. Und so reicht die Atmosphäre noch weit über die höchsten Berggipfel empor. Bei 10 Meilen Höhe ist die Luft schon so

dünn, daß sie, wie die astronomische Beobachtungen nachweisen, nicht merklich mehr brechend auf das Licht einwirkt. Die Grenze der Atmosphäre muß da sein, wo ein Lufttheilchen durch die Expansivkraft eben so stark gehoben, als es durch die Schwere niedergedrückt wird. Diese Grenze ließe sich genau berechnen, wenn man das Gesetz künnte, nach welchem die Wärme in der Höhe abnimmt, oder auch nur die Temperatur des Weltraums. Wahrscheinlich ist in einer Höhe von 25 bis 30 Meilen keine Luft mehr vorhanden. Dennoch ereignet sich in größern Höhen noch manches, was der Erde angehört, z. B. die Nordlicht-Erscheinungen.

Die atmosphärische Luft besteht aus 21% Sauerstoff, gegen 79% Stickstoff und durchschnittlich nur $\frac{1}{20}$ % Kohlensäure. In dieser Mischung ist der Kohlensäure-Gehalt allein veränderlich. Nach den sorgfältigen Beobachtungen von Theodor de Saussure, wechselt der Kohlensäure-Gehalt in der Schweiz von $\frac{1}{30}$ % bis $\frac{1}{16}$ %. In den untern Theilen der Atmosphäre sind Wasserdämpfe in wechselnder Menge enthalten. Diese Dunst-Atmosphäre reicht wenig über die höchsten Berggipfel empor. Wenn die Atmosphäre bei hohen Temperaturen mit Wasserdampf gesättigt ist; so kann sie davon gegen 3% enthalten, bei mittlern Temperaturen aber nur $1\frac{1}{2}$ %. Von diesem Maximum enthält die Atmosphäre gewöhnlich nur $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$. Alle Körper im Niveau der Meeresfläche stehen unter dem Drucke der ganzen Atmosphäre, welcher im Mittel für jeden Quadrat Zoll gegen 15 Pf., also für den Quadratfuß etwas über 2000 Pf. beträgt.

Das Meerwasser, welches den größten Theil der Erdrinde bedeckt, enthält im Mittel $3\frac{2}{3}$ % feste Bestandtheile. Diese bestehen aus Kochsalz, Chlormagnesium, schwefelsaurer und kohlenaurer Magnesia, schwefelsaurem Natrium, schwefelsaurem und kohlensaurem Kalk und noch einigen geringern Beimischungen. Das Kochsalz macht $\frac{3}{4}$ dieser Bestandtheile, also gegen 3% des Meerwassers aus. Mehrere Soolquellen, welche benutzt werden, haben keinen stärkern Salzgehalt. Der Salzgehalt wechselt in offenen Meeren zwischen 3 und $4\frac{1}{3}$ %. Die eng eingeschlossenen Meere haben in der Regel einen geringern Salzgehalt; dies ist z. B. der Fall bei der Ostsee, dem schwarzen Meere, dem Meere von Marmora. Das mittelländische Meer hat einen sehr beträchtlichen Salzgehalt, er steigt bis zu 4%. Und das Wasser, welches der Capitain Smith in der Nähe der Straße von Gibraltar aus einer Tiefe von 4000' herauf holte, hatte nach der Analyse von Wollaston einen Salzgehalt von $17\frac{1}{3}$ %. In den übrigen Meeren scheint der Salzgehalt mit der Tiefe nicht merklich zuzunehmen; doch sind über diesen Fragepunkt nur sehr wenige Beobachtungen vorhanden, da es mit vielen Umständen verbunden ist, sich Meerwasser aus großen Tiefen zu verschaffen.

Eine Wassersäule von 100' Höhe entspricht in Beziehung des Drucks, den sie ausübt, beiläufig 3 Atmosphären. In Meerestiefen von 1000' übt das Wasser also einen Druck von 30 Atmos-

phären, das heißt von 450 Pf. auf den Quadrat Zoll, oder von 600 Centner auf den Quadratfuß, aus. In einer Tiefe von 3 Meilen beträgt der Druck über 2000 Atmosphären, also über 30000 Pf. auf den Quadrat Zoll, oder 43,000 Centner auf den Quadratfuß. Dieser Druck ist so ungeheuer, daß es außer dem Bereich sicherer Erfahrungen liegt, was aus den Körpern wird, wenn sie einem solchen Druck unterworfen werden, und wie sie unter solchem Drucke chemisch aufeinander wirken. Perkins hat einen sehr großartigen und gut construirten Apparat aufgestellt, worin er, nach seiner Behauptung, gerade den oben berechneten Druck von 2000 Atmosphären hervor zu bringen im Stande ist. Das Wasser wird unter diesem Druck um $\frac{1}{14}$ ($\frac{1}{10}$ nach Calladon u. Sturm) zusammen gepreßt. Ich habe den Apparat und den Versuch in London gesehen, kann aber freilich nicht behaupten, daß gerade dieser Druck hervorgebracht wurde, dessen ungeheure Größe ich jedoch keineswegs bezweifele.

In die feste Erdrinde sind die Menschen nur an sehr wenigen Stellen 1000 bis 1500' tief eingedrungen, und die größte Tiefe, die sie erreicht haben, beträgt gegen 2000'. Wird die Erde durch einen Globus von 10' Durchmesser dargestellt; so würde die erreichte Schachttiefe auf einer solchen Kugel noch nicht das dünnste Postpapier ganz durchdringen. Was unter dieser Tiefe liegt, kann nur durch wahrscheinliche Schlüsse gefolgert werden. Nimmt man die Dicke der festen Erdrinde zu 8 Meilen an, so beträgt die Tiefe der Bergwerke $\frac{1}{96}$ von dieser Dicke. Die Dicke der festen Erdrinde von 8 Meilen würde bei einem Globus von 10' Durchmesser $\frac{1}{2}$ Zoll betragen.

Die Erdrinde besteht bei weitem zum größten Theile aus festem Gestein. Die losen Massen sind meistens durch Verwitterung und durch mechanische Einwirkungen von den festen Massen getrennt, und in einzeln Anhäufungen abgelagert worden. Die festen Massen zerfallen in geognostischer Beziehung in zwei Haupt-Abtheilungen, nämlich in nicht geschichtete und in geschichtete Massen. Die geschichteten Massen nehmen den größten Theil der Erdoberfläche ein. Ihre Straten liegen höchst selten horizontal. Wo sie geneigt liegen laufen sie mit ihren Enden meistens zu Tage aus. Hier kann also ihre Mächtigkeit, so wie ihre Reihenfolge, untersucht werden. Und auf diesem Wege ist man dahin gelangt, die Erdmassen bis zu einer mäßigen Tiefe mit Sicherheit aus den geognostischen Verhältnissen der Oberfläche beurtheilen zu können. Wo sich Gelegenheit findet, solche Schlüsse in den Schächten und Strecken der Bergwerke, in Bohrlöchern oder in andern Durchschnitten der Erdschichten, der Prüfung zu unterwerfen, da sind sie, in soweit sie nur den wesentlichen Character der Tiefe betrafen, stets wahr befunden worden.

Der Grund-Typus der ungeschichteten Massen bildet der Granit, der aus Quarz, Feldspath und Glimmer, in crystallinischer

Structur, besteht. Die Größe der Gemengtheile wechselt vom kleinsten Korne bis zu den größten Crystallen von mehreren Fuß Ausdehnung ab. Wird in der Masse der Glimmer vorherrschend, und legen sich seine Blättchen mehr parallel; so wird das Gestein schieferrig, und es heißt dann Gneis. Der Uebergang des einen Gesteins ins andere ist unmerklich. Findet sich Hornblende im Granit ein, wogegen dann meistens der Glimmer und theilweise auch der Quarz verschwindet; so geht der Granit in Syenit, in jene dichten Massen über, aus denen viele Bauwerke in Aegypten bestehen. Vermehrt sich die Hornblende weiter, so bilden sich die verschiedenen Arten Grünstein aus, der, wenn er körnig ist, Diorit heißt. Ein körniges Gemenge von Augit und Feldspath heißt Dolerit. Gemenge von körnigem Feldspath, Augit und Hornblende heißen Gabbro. Im Serpentin ist dem sehr feinkörnigen Feldspath Schillerspath zugemengt.

Die vorgenannten Gesteine bilden die untern Lager der Erdrinde. Sie liegen in unerforschter Mächtigkeit in der Tiefe; alle andere Gebirgsarten liegen über ihnen. Ihre Massen sind oft in ungeheuern Dimensionen ohne alle Zerklüftung. Man kann daher jene großen Steinblöcke aus ihnen loshauen, welche zu den Obelisken Aegyptens und zu den Kirchen Säulen in Petersburg bearbeitet worden sind. Oft aber sind diese Massen mit ungemessener Kraft aus den Tiefen empor gehoben worden, bis sie die höchsten Gipfel und Rücken unserer Gebirge bilden. In diesen Hochgebirgen sind sie allein zu suchen, in den niedrigeren Gebirgen sind sie hoch mit neuern Schichten bedeckt. Bei solchem Emporheben mußte die feste Masse auf die mannfachste Weise aufreißen. Darum stehen in diesen Gebirgen die Felsen in den wunderbarlichsten Lagen und Gruppirungen da. Die verschiedenen Felsarten der Urgebirge gehen, wie schon oben bemerkt, in unmerklichen Abstufungen in einander über. In ihrer Zusammenlagerung ist keine bestimmte Folgenreihe bemerklich.

In den Urgebirgen ist nie die geringste Spur von Ueberresten organischer Gebilde angetroffen worden. Auch kommt in ihnen der Kohlenstoff in keiner andern Verbindung als im kohlensauren Kalk vor. Es widerspricht keine einzige Thatsache der Annahme, daß diese Massen sich aus dem geschmolzen-flüssigen Zustande durch Abkühlung bildeten; es ist durch Versuche nachgewiesen worden, daß unter einem starken Drucke der kohlen saure Kalk zum Schmelzen gebracht werden kann, ohne seine Kohlen säure zu verlieren. Vielmehr lehren die unmerklichen Uebergänge derselben in Gestein von unbestrittener vulcanischen Abstammung, daß sie dem Feuer ihr Entstehen zu verdanken haben. Auch weisen dies viele ihrer Lagerungsverhältnisse nach. Wir werden später auf diese beiden Punkte wieder zurückkommen.

An diese ungeschichteten Felsarten schließt sich eine Gruppe schieferriger Gesteine an, die mit ihnen in den mannfachsten Verhältnissen und ohne bestimmte Ordnungsfolge wechsellagern, und in denen ebenfalls nie eine Spur von Versteinerungen aufgefunden worden ist. Sie besteht aus Thonschiefer, Kieselschiefer, Glimmer-

schiefer, Talkschiefer, Chloritschiefer, Hornblendeschiefer, Quarzfels und noch einigen andern Felsarten. Diese Felsarten stehen an der Grenze des Urgebirges, und bilden den unmerklichen Uebergang zu den mittlern Gebirgen, in welchen sie ebenso, wie in den Urgebirgen, eingelagert angetroffen werden.

Die geschichteten Gebirgsarten nehmen mit der Grauwacke in den sogenannten Uebergangsgebirgen ihren Anfang. Die Grauwacke ist meistens schieferig; sie ist unbestritten durch Niederschlag entstanden. In ihr finden sich die ersten Spuren von Ueberresten des organischen Lebens. Ueberall ruht sie auf den vorhin genannten versteinungsleeren Gebirgsarten. Man rechnet zum Grauwacken-Gebirge oft noch den Uebergangskalkstein und den alten rothen Sandstein, oder das sogenannte Todtliegende. Elberfeld liegt auf der Grenze des Grauwacken-Schiefergebirges. Ein sehr ausgezeichnetes Kalkflöz, voller merkwürdigen Höhlen, und voller Verfeinerungen, das, aus den Gegenden jenseits Arnberg über Iserlohn, Hagen, Schwelm, Elberfeld, Mettmann bis zum Rheine streicht, begrenzt dieß Gebirge nördlich. Das sogenannte Todtliegende besteht in unsern Gegenden aus einem grauen Sandsteine, den die Geognosten unserer Gegenden flözleeren Sandstein nennen. — In dem Uebergangsgebirge treten zuerst Kohlen-Ablagerungen auf. Doch sind diese Ablagerungen selten und nicht ausgedehnt. Die Verfeinerungen in diesen Gebirgsarten lassen einen Schluß auf die zur Zeit ihrer Bildung bestehende organische Schöpfung machen. Von Pflanzen finden sich Ueberreste von Equiseten, Calamiten und Fucoiden; es mußte also zur Zeit der Bildung dieser Gebirge ein Festland schon vorhanden sein. Nur aus den niedrigsten Thierklassen finden sich versteinerte Ueberreste: Zoophyten, Radiarien, Molusken, Crustaceen kommen in sehr vielen Arten vor. Aber alle diese Geschlechter sind andere, als die jetzt die Meere bewohnen. Von Fischen hat man einige wenige Flossenstacheln, Gaumenzähne und Knochen gefunden. Von den höhern Pflanzen- und Thierarten findet sich hier noch keine Spur.

Ueber der Grauwackengruppe lagert das Kohlengebirge. Wenn in dem Uebergangsgebirge eine Schichtung allerdings sehr entschieden auftrat, so haben die Bänke doch keine weite Erstreckung. Die Schichten liegen mit großen und raschen Wechselln ihrer Neigungen und Richtungen neben einander; eine Uebereinstimmung dieser Lagen für ganze Gebirgszüge ist kaum merklich. Im Kohlengebirge hingegen ist die Flözbildung sehr regelmäßig von statten gegangen. Die Flöze verändern auf meilenlangen Erstreckungen kaum merklich ihr Streichen und Fallen; selten nähert sich ihr Einfallen der senkrechten Richtung. Die Kohlenflöze wechseln mit Bänken von Sand-

stein und Schieferthon ab; auch finden sich in den meisten Kohlengebirgen schwächere Lagen von Thoneisenstein (Sphärosiderit), der besonders in England in mächtigern Bänken vorkommt. In England wechsellagern Kalksteinschichten mit den genannten Gliedern des Kohlengebirges. Dieser Kohlenkalkstein kommt mit dem Uebergangskalkstein so genau überein, daß viele Geognosten den letztern nebst dem Todtliegenden mit zum Kohlengebirge rechnen. Der vielen Versteinerungen wegen, die sich im Uebergangskalk vorfinden, so wie auch wegen der regelmäßigen Lagerungs-Verhältnisse des genannten Kalk- und Sandsteins, nähern sich allerdings die beiden Gebirgsarten mehr dem Flözgebirge als dem Uebergangsgebirge. Auf der andern Seite aber muß bemerkt werden, daß ein Seitenarm des westphälischen Uebergangskalkflözes tief in das Grauwackengebirge eindringt. — Die Kohlenflöze haben eine wechselnde Mächtigkeit von einigen Zollen bis zu 30' und selbst bis zu 60'. In der Regel liegen mehrere Flöze in paralleler Lagerung über einander, durch starke Sandsteinbänke von einander getrennt. Auf dem Flenu, westlich am Mons, liegen 100 Flöze über einander, und in dem Saarbrücker Kohlengebirge sogar 120 Flöze. Bei Tamaqua in Nord-Amerika liegen 50 Flöze über einander, wovon das stärkste 60', das schwächste 8' Mächtigkeit hat. Die Mächtigkeit der ganzen Kohlengruppe beträgt oft gegen 8000'. — Die Kohlengebirge umschließen das Grab einer ganzen vegetabilischen Schöpfung. Der Schieferthon verwahrt die Eindrücke einer so großen Menge von Pflanzen, daß nur erst der geringste Theil derselben hat genau bestimmt werden können. Es sind Equisetaceen, Felices, Lycopodiaceen, Cannae, also vorzugsweise Sumpf- und Küstenspflanzen, welche hier vorkommen. Ihre ungeheure Größe, besonders die baumartigen Farnkräuter, deuten auf den fruchtbarsten Boden und ein sehr heißes Klima hin. Diesen Character der untergegangenen Pflanzenwelt weisen die Kohlengebirge des Nordens, wie des Südens nach. — Versteinerungen aus dem Thierreiche kommen nur selten vor. Von Conchilien hat man etwa 12, und von Fischen nur wenige Arten entdeckt.

Die Pflanzen-Ueberreste liegen in den Kohlenflözen, die sie bilden, mit der Richtung der Schichten gleichlaufend, aufeinander. Die vegetabilischen Schichten scheinen sich in ähnlicher Art gebildet zu haben, wie sich jetzt noch die Torf-Straten bilden. Merkwürdig sind die im Kohlengebirge aufrecht stehenden Baumstämme. In den Gegenden von Saarbrück, Esweiler, Durham, Newcastle hat man mehrere solcher Baumstämme (wahrscheinlich Sigillarien, Farren) von bedeutender Größe aufgefunden.

An die Kohlengruppe reiht sich die Gruppe des rothen Sandsteins. Sie besteht aus Lagern von buntem Mergel (Keuper), von Muschelkalk, von buntem Sandstein, von Zechstein, Kupferschiefer

oder Alpenkalkstein und von rothem Sandstein. Die Schichten folgen ihrem Alter nach in vorstehender Ordnung, von den jüngern Bildungen angerechnet, auf einander. Die Flöze dieser Gebirgsarten liegen noch flacher und regelmäßiger zusammen gelagert, als im Kohlengebirge. Ihre Bildung scheint durch keine großen Revolutionen gestört worden zu sein. Sie haben in neuerer Zeit bedeutend an staatswirthschaftlicher Wichtigkeit gewonnen, nachdem durch Auffindung der bedeutenden Salzlager in Lothringen, am Neckar, in Sachsen und in der Schweiz die Gewisheit erlangt worden ist, daß diese Salzablagerungen der rothen Sandstein-Gruppe eigenthümlich angehören. Das einzelne Glied der Gruppe, der Zechstein, war von jeher für den deutschen Bergbau sehr wichtig, indem im Mansfeldischen auf dem in ihm gelagerten bituminösen Kupferschiefer ein bedeutender und sehr alter Bergbau getrieben wird. In unserer Nähe fehlt den Gebirgen, so weit wir sie kennen, diese ganze Gruppe. Die vielen Soolquellen am Fuße des Haargebirges begründen aber die Vermuthung, daß sie zu Tage durch jüngere Schichten bedeckt ist, und in der Tiefe zwischen diesen und den ältern Formationen keinesweges fehlt. An den Höhen des Teutoburger-Waldgebirges lagern mächtige Muschelkalk-Flöze, und im nahen Lippischen ist der Keuper sehr verbreitet. Spuren von Gypslagern sind dort aufgefunden worden; aber nach Salzablagerungen hat man bisher vergeblich gesucht, obgleich die vielen und reichen Soolquellen ihr Dasein nicht bezweifeln lassen.

Das Rothliegende enthält nur wenige Versteinerungen. Der Zechstein schließt schon mehr Versteinerungen ein. Im bunten Sandstein sind die Versteinerungen ebenfalls nicht sehr zahlreich. Der Muschelkalk ist voller Versteinerungen, wie schon sein Name andeutet. Es finden sich hier ziemlich viele Ueberreste von Fischen vor. Und zuerst tritt hier das wunderbare Geschlecht der Saurier auf, das von hier an in wechselnden Formen bis auf unsere Tage sein Fortbestehen hatte. Auch finden sich Ueberreste von riesenhaften Schildkröten im Muschelkalk. Im Keuper kommen neben vielen andern Ueberresten der untern Thierwelt auch wieder solche vom Geschlechte der Saurier vor.

Die Mächtigkeit der ganzen Gruppe mag durchschnittlich gegen 2000' betragen, worin sich die einzeln Glieder, wenn sie sämmtlich vorhanden sind, ziemlich gleichförmig theilen.

* *

Die nächst jüngere Gruppe von Gebirgsarten tritt sehr charakteristisch und in großer Ausdehnung im Jura auf, und hat von dort her ihren Namen, Jurakalk, entlehnt. Ihr Hauptglied ist ein ziemlich lockerer Kalkstein, in seiner Masse liegen runde Kalkkörner in einem Teige, der ebenfalls aus Kalk besteht. Dieser Bildung wegen heißt dieser Kalk auch Dolithenkalk oder Nogenstein. Straten von Thon, Sandstein, Mergel und Kalkstein wechsellagern mit

dem Jurakalke, und gehen gegenseitig in einander über. Der lithographische Stein von Solenhofen gehört zu den obern Schichten dieser Gruppe, so wie auch der in London häufig als Baustein benutzte Portlandstein. Die unterste Schicht besteht in einem ausgezeichneten Kalksteinlager, dem Lias oder Gryphitenkalke.

In unserer nähern Umgebung fehlt diese Gruppe von Gebirgsarten ganz; auch sind keine Anzeichen vorhanden, daß sie in der Tiefe sich vorfinde. In der merkwürdigen Kette des Teutoburgerwaldes kommt die Formation vor, in größerer Ausdehnung aber in dem Jura und den dieses Gebirge östlich und westlich begrenzenden Ländern. Auch in England ist sie sehr verbreitet.

Zu den Zeiten, wo der Jurakalk sich ablagerte, hatte die organische Schöpfung schon einen höhern Character angenommen. Es finden sich in dieser Gruppe Versteinerungen von Cycadeen, Coniferen und Liliaceen vor. Unter den zahlreichen Geschlechtern der Molusken treten die Belemniten und Ammoniten in großer Mannfaltigkeit auf. Das Geschlecht der Saurier, des Crocodils und der Schildkröte hatte auch hier sein Fortbestehen. Und von Säugethieren findet sich im Dolithenkalk von Stonesfield die erste Spur (Didelphis Bucklandi). Eben so kommen in dieser Formation die ältesten Ueberreste von Insecten vor.

Die Mächtigkeit dieser Formation kann durchschnittlich zu 2500 Fuß angenommen werden.

* *

Dem Jurakalk reiht sich der Altersfolge nach das Kreidegebirge an. Außer der eigentlichen Kreide gehört zu demselben noch ein mächtiges Mergelgebilde, das meistens durch grüne Körner sehr stark gefärbt ist, und darum auch wohl Chloritmergel genannt wird; man nannte es auch Plänerkalk oder Quader sandstein. In Norddeutschland, in Nordfrankreich und in Südingland ist diese Formation sehr weit verbreitet. Die Mächtigkeit erreicht nur selten 1000 Fuß.

Das Ruhr-Kohlengebirge wird in der Gegend von Essen, Bochum, Dortmund, Unna vom Kreidegebirge überdeckt, das sich in weiterer östlicher Erstreckung über Werl, Soest, Erwitte bis Paderborn an das Uebergangsgebirge unmittelbar anlehnt.

Als die Kreide sich ablagerte, mußten alle weit verbreiteten gewaltsamen Erdumwälzungen schon beschwichtigt sein. Die Flöße liegen in weiten Erstreckungen regelmäßig und in nur geringen Neigungen über einander. Man kennt in Westphalen ein ausgezeichnet grünes Flöz von wenigen Fuß Mächtigkeit, an welches man die Soolquellen gebunden zu sein glaubte, das meilenweit genau dasselbe Fallen und Streichen beibehält, wie dies durch Tagebauten und Bohrlöcher nachgewiesen worden ist.

Merkwürdig sind in der Kreide die Feuersteinknollen, welche in ziemlich regelmäßigen Schichten sich abgelagert haben. Sie umschließen in der Regel als Kern irgend einen organischen Körper,

der zu ihrer Bildung den ersten Anhaltspunkt dargeboten zu haben scheint.

Das Kreidegebirge und seine vielen Versteinerungen sind sehr genau untersucht worden. Es bedeckt das Becken von Paris und London, und bot am erstgenannten Orte dem reichbegabten Geiste Cuvier's Reiz und Mittel, seine Untersuchungen über die untergegangenen Thiergeschlechter mit so glänzendem Erfolge durchzuführen.

Das Kreidegebirge ist, wie schon bemerkt, sehr reich an Versteinerungen. Außer Nesten von der niedern Thierklasse, finden sich viele von Fischen, von dem ungeheuern Mosasaurus, vom Crocobil. Von Pflanzentheilen, Blättern, Zweigen und von Holzstücken, also von eigentlichen Landpflanzen, finden sich viele Abdrücke und Versteinerungen. Von Bierfüßern findet sich hier keine Spur.

* * *

Die Gebirgsformationen von den Kohlen bis zur Kreide rechnet man zu dem eigentlichen Flözgebirge, welches auch wohl den Namen secundäres Gebirge führt. Die Schichten, welche über der Kreide liegen, rechnet man zum tertiären Gebirge, das man erst in neuerer Zeit der nähern Untersuchung für würdig gehalten hat. Diese Untersuchung, von französischen Geognosten vorzugsweise angeregt, hat aber schon zu sehr wichtigen Resultaten geführt. Cuvier und Brongniart haben sich durch dieselben große Verdienste erworben.

In der Gegend von Paris hat man 5 Schichten über der Kreide unterschieden. Die untere besteht aus plastischem Thon, Braunkohlenlagern und Sandstein; sie ist eine Süßwasser-Bildung. Die zweite Schicht bildet den Grobkalk, oder Cerithenkalk; sie hat sich im Meere gebildet. Die dritte Schicht ist wieder im süßen Wasser gebildet, und besteht aus kieseligem Kalkstein, aus Gyps und Knochenlagern und aus Süßwasser-Mergeln. Die vierte Schicht ist wiederum eine Meerbildung, bestehend aus Mergel, Meersand, Sandstein und Kalkstein. Die fünfte Schicht endlich ist wiederum eine Süßwasser-Bildung, die vorzugsweise aus den berühmten Mühlsleinlagern zwischen der Seine und Marne, und aus Mergeln besteht. Man sieht also, daß in der Periode, in welcher das Tertiär-Gebirge des Pariser Beckens sich bildete, die Gegend umher dreimal lange Zeit vom Meer überfluthet wurde, und dreimal aus ihm hervortrauchte. Die Mächtigkeit dieser fünf Schichten beträgt gegen 500 Fuß.

Das Tertiär-Gebirge der übrigen Länder weicht in vielen Stücken von dem hier beschriebenen ab. Es möchte bei unserer jetzt noch unzulänglichen Kenntniß dieses Gebirges schwer halten, allgemein gültige Angaben über seine Lagerungs-Verhältnisse aufzustellen. Auch mag die Verschiedenheit der Schichten, die über der Kreide liegen, in den verschiedenen Gegenden so groß sein, daß sie nicht unter einen allgemeinen Gesichtspunkt gebracht werden können.

Das Tertiär-Gebirge ist reich an Versteinerungen, und die Reste der organischen Welt, die es einschließt, zeugen davon, daß

im Laufe der Erdbildung immer vollkommnere Wesen hervortraten, und daß die untergegangene organische Schöpfung sich der jetzt bestehenden immer mehr näherte. In den obern Schichten, besonders in dem losen Gerölle, kommen Knochen von Thiergattungen vor, die zu den ausgebildetsten der jetzigen Thierwelt gerechnet werden müssen. Ihre Geschlechter sind zu zahlreich, als daß sie hier könnten aufgezählt werden. Auch finden sich Reste von Thieren, besonders von solchen, die im Meere leben, die mit den jetzt noch fortbestehenden völlig übereinstimmen. Es ist aber sehr bemerkenswerth, daß die untergegangene Thierwelt in nördlichen und südlichen Zonen als identisch erscheint, und daß sie, nach Analogie der jetzt bestehenden geschlossen, überall einem heißen Klima angehört. Nur in den neuesten Schichten kommen versteinerte Muscheln vor, wovon dieselben Arten noch in den benachbarten Meeren wohnen. In etwas ältern Lagern werden nur solche gefunden, deren Arten, wenn sie noch vorhanden sind, der heißen Zone angehören.

* *

In den Geschieben, welche an der Erdoberfläche abgelagert sind, und in dem Schlamm, der sich in natürlichen Höhlen befindet, kommen große Massen von fossilen Knochen vor, die größtentheils einer untergegangenen Thierwelt angehören. Diese Geschiebe-Ablagerungen und Höhlen bildeten sich, als die jetzige Oberflächegestalt der Erde schon vorhanden war; viele Thatsachen weisen dieses überzeugend nach. Die Höhlen, von denen hier die Rede ist, gehören alle dem Kalkgebirge an, in welchem sie wahrscheinlich durch Auswaschungen entstanden. In unserer Nähe liegen die Sundwischshöhle, die Klutert, die Neandershöhle, das Hühnenloch und mehrere weniger bekannte Höhlen im Uebergangskalkstein. Die englischen Höhlen (Kirkdale) liegen im Jurakalk, die Seilenreuther Höhlen im Dolomit, die Höhlen bei Montpellier im Grobkalk. Der Boden dieser Höhlen ist gewöhnlich mehrere Fuß tief mit einem eigenthümlichen, zähen Schlamm bedeckt, und in diesem sind die Knochen abgelagert. Cuvier und Bucland haben sich um die Untersuchung, Vergleichung und Bestimmung dieser thierischen Ueberreste große Verdienste erworben. Man hat bis jetzt 2 Arten des Megatheriums, 5 Bären-Arten, 5 Arten von größern Thieren des Raubgeschlechts, 7 Arten des Hundgeschlechts, 5 Hyänenarten, 10 Hirscharten, mehrere Arten von Rhinoceros, Elephanten, Flusspferden ic. bestimmt. Von Vögeln und Reptilien finden sich nur wenige Ueberreste.

Die Knochen von Bären und Hyänen sind in diesen Höhlen bei weitem die vorwaltenden. Die Höhlen scheinen von diesen Raubthieren bewohnt gewesen zu sein, die dann andere Thiere als Raub hineinschleppten. Freilich finden sich in einigen wenigen Höhlen auch bloß Knochen von Fleischfressern, die vielleicht im Alter oder bei Krankheiten in ihnen Schutz suchten und starben.

In den Höhlen und Geröll-Ablagerungen der nördlichen Gegenden finden sich wiederum Knochen von sehr vielen Thiergeschlechtern, die jetzt nur der heißen Zone angehören.

Es ist eine sehr bemerkenswerthe Thatsache, daß weder von Quadrumanen noch von Menschen Knochen in einem entschieden fossilen Zustande gefunden worden sind. In der Höhle bei Montpellier sollen sich freilich Menschenknochen und Scherben von Töpferwaare mit Knochen von Bären, Hyänen, Hirschen, Dachsen, Vögeln vermischt durch die ganze Lettenschicht vorfinden. Aber es kommen in sehr vielen Höhlen auch Knochen von jetzt lebenden Thiergeschlechtern vor, von denen der neuere Ursprung nachgewiesen werden kann. Man hat bis dahin noch kein sicheres Kennzeichen aufgefunden, um das relative Alter solcher thierischen Ueberreste zu bestimmen.

Eine andere merkwürdige Erscheinung, welche die Geschiebe-Ablagerungen uns darbieten, treten in den theils kleinen, theils sehr großen granitischen Steinblöcken auf, welche weit von den entblößten Urgebirgen entfernt, meistens in ausgedehnten Niederungen, gefunden worden. Die ganze norddeutsche Ebene, von den Niederlanden an bis zu den russischen Ostsee-Ländern, ist mit solchen Rollsteinen überdeckt. In unserer Nähe reichen sie bis zu den Hügeln auf dem nördlichen Ruhrufer, und bis zum Haargebirge; die mäßigen Höhen dieser Berge, von 800' über dem Meere, haben sie nicht zu übersteigen vermocht. Derselber setzt ihnen das Harzgebirge einen unübersteiglichen Damm entgegen. In Sachsen dringen sie bis Leipzig vor, wo der Schwedenstein bei Lützen gleichsam ihren südlichsten Grenzposten bildet. Im Odrerthale drangen sie bis hoch nach Oberschlesien hinauf, jedoch auch hier erreichen sie kaum die Höhe von 1000' über dem Meere. Man findet einzelne Blöcke von 15000 bis 20000 Cubikfuß Inhalt, die also ein Gewicht von 3 bis 4 Millionen Pfund haben. In den scandinavischen Gebirgen sind die granitischen Steine anstehend, von denen die losgetrennten Bruchstücke die norddeutsche Ebene bedecken, und die wohl nicht anders als durch Wasserfluthen dorthin geschwemmt sein können. Daß sie wenigstens von Norden herkamen lehren ihre Lagerungs-Verhältnisse. In der Schweiz, in Italien und noch in vielen andern Gegenden finden sich ähnliche Erscheinungen vor.

Werfen wir nun noch einen übersichtlichen Rückblick auf die Felsarten, welche die Rinde des Erdkörpers bilden; so sehen wir in den Urgebirgen rein crystallinische Gesteine auftreten, die sich also aus geschmolzenen Massen durch Abkühlung gebildet haben. Diese Gesteine treten nur in den höchsten Erhebungen der Erdrinde zu Tage hervor; wo das Terrain sich weniger erhebt, sind sie von andern Gesteinsmassen bedeckt. Es ist aber nicht zu bezweifeln, daß sie überall die untern Schichten der Erdrinde ausmachen, also an

feinem Punkte der Erde fehlen. Ihre sehr bedeutenden Emporhebungen, und ihre furchtbar zerrissenen Massen deuten auf eine Bildungszeit hin, wo die Naturkräfte in dem ungeheuersten Auf-
ruhr mit einander kämpften. Das Bestehen organischer Gebilde war unter solchen Zuständen unmöglich.

Das Uebergangsgebirge ist ein Gebilde des Meeres, nur sehr wenige und beschränkte Räume sind von ihm entblößt. Wahrscheinlich fehlt es nirgends anderswo, entweder selbst zu Tage liegend, oder von jüngern Gebirgsmassen bedeckt. Seine ordnungslos durch-
einander geworfenen Schichten nehmen jede Neigung gegen den Horizont an, und wechseln in kurzen Erstreckungen. Ungeheure Spalten durchsetzen sowohl die Urgebirge als die Uebergangsgebirge; diese Spalten dehnen sich oft meilenweit aus, und ihre Mächtigkeit kann bis auf 100 ja sogar auf 150' ansteigen. Sie sind mit krystallinischen Gesteinsarten, die unbestreitbar aus der Tiefe empor-
drangen, gefüllt. Quarz, Hornstein, Braunspath, Flußspath, Thon und Letten bilden gewöhnlich die Ausfüllmassen dieser Spalten. Sehr häufig kommen aber auch granitische und basaltische Gang-
massen vor. Die Gänge bilden die eigentlichen Lagerstätte der Mineralien, und besonders der Erze. Während die gewöhnlichen Gebirgsmassen nur geringe Verschiedenheit in ihren Bestandtheilen zeigen, sind die Gänge die Fundorte, wo noch fortwährend neue
Combinations der einfachen Stoffe entdeckt werden. Sehr häufig findet man Spalten, Klüfte und Räume des Uebergangsgebirgs mit Urgebirgsmassen ausgefüllt, die unmittelbar mit den anlie-
genden primitiven Gebirgsmassen in Verbindung stehen, und die nur im flüssigen Zustande sich in diese Räume hineindrängen konnten. Die Urgebirgsmassen haben augenscheinlich an manchen Stellen die Grauwacke durchbrochen, bedecken sie theilweise, haben Bruchstücke
abgerissen und dieselben mit ihren Verfeinerungen eingehüllt. Auch ist der Umstand sehr wichtig und entscheidend, daß die Urgebirgs-
massen, wo sie in das secundäre Gebirge eindringen, an den Berührungsflächen und oft tief in das Gestein hinein, sehr wesentliche Umänderungen bewirkten, die nur in einer hohen Temperatur
ihre Erklärung finden.

Je weiter man in dem Gebirgsalter abwärts steigt, desto weniger trifft man auf Spuren jener furchtbaren Umwälzungen, jener ungeheuren Emporhebungen, welche der jetzigen Gestalt der Erdrinde
ihren Character verliehen. Die Schichten entfernen sich immer weniger von der horizontalen Lage, innere Zerreißen und Ver-
werfungen werden seltener und unbedeutender. Die Spalten sind hier nicht mehr mit krystallinischem Gesteine ausgefüllt. Solche
Zerreißen und Verwerfungen sind im Kohlengebirge noch sehr häufig. In den Kreidelagern und den noch jüngern Formationen
kommen sie kaum an wenigen einzeln Punkten noch vor.

In anderer Beziehung unterschieden sich die eigentlichen Flöz-
gebirge dadurch wesentlich von den ältern Gebirgen, daß die einzelnen
Formationen nur ziemlich kleine Theile der Erdoberfläche bedecken

und daß sie sich um so mehr in enge Grenzen zusammen ziehen, je jünger sie sind. Sehr große Länderstrecken sind bloß mit Ur- und Uebergangsgebirgen bedeckt, so daß hier die jüngern Formationen gänzlich fehlen. Der übrige Theil des Festlandes ist in die verschiedenen Formationen, die über der Grauwacke liegen, getheilt, so daß meistens mehrere dieser Formationen ganz fehlen. Die Formationen über der Kreide sind nur in sehr geringer Ausdehnung vorhanden. Es müssen sich also bei dem Altern der Erdrinde immer mehr und mehr Theile derselben der Bildung neuer Straten entzogen haben.

* *

Wenn die Schichten der Erdrinde zerrissen wurden, so daß sich Spalten bildeten, die durch alle Schichten hindurchreichten, so mußte durch den ungeheuren Druck die in der Tiefe noch flüssige Masse gezwungen werden, in diese Spalten einzudringen, und sie auszufüllen. Oft reichten die Räume der Spalten nicht hin, die geschmolzenen Massen zu fassen; sie quollen dann an der Erdoberfläche hervor, bildeten beim Emporheben der Erdmassen, welche den Ausfluß hemmten, und durch ihr Erkalten kegelförmige Anhäufungen, die oft bis zu sehr beträchtlichen Höhen emporragen. So entstanden die Vulcane. Man sieht leicht ein, daß in dieser Ansicht die vulcanischen Erscheinungen fortbauern mußten, von der Bildung der Urgebirge an bis auf unsere Zeiten. Und so ist es wirklich. Anfanglich war die ganze Erdoberfläche ein Vulcan. Später zogen sich die vulcanischen Eruptionen in immer engere Grenzen zurück, bis sie in unsern Tagen nur noch an wenigen Punkten in Thätigkeit sind. Die ältesten vulcanischen Producte sind die Urgebirgsarten selbst. Auf sie folgen die Trachyte und verwandten Gesteine. An diese schließen sich die Basalte an. Und diese gehen in die Laven über, welche wir vor unsern Augen aus den Kratern hervorbrechen sehen. Diese verschiedenen vulcanischen Gebilde gehen so unmerklich in einander über, daß es an vielen Punkten ihrer Lagerstätte unmöglich ist, die genaue Grenze zu ziehen. Namentlich bildet der Dolerit ein Zwischenglied, das in unmerklichen Abstufungen auf der einen Seite in Syenit und auf der andern in Basalt übergeht, und das mit Urgebirgsarten und mit den Gliedern des Trappgebirges wechsellagert. Die Trachyt- und Basalt-Regel bilden die sogenannten erloschenen Vulcane. Man findet sie in allen Welttheilen sehr weit verbreitet. In unserer Nähe bieten das Siebengebirge und die Eifel die interessantesten Erscheinungen solcher erloschenen Vulcane in ihrer ganzen Mannfaltigkeit dar. Nächstlich erstreckt sich der vulcanische Gebirgszug über den Westerwald hin bis über Cassel hinaus, wo er im Habichtswalde und im Meißner in ausgezeichnet charakteristischen Gesteinlagern auftritt. Im Bivarais und in der Auvergne in Frankreich, im Vicentinischen und in den Euganeischen Feldern in Italien, im nördlichen Irland, in Catalonien,

in Sardinien, in Tyrol, in Ungarn und Siebengebürgen nehmen die erloschenen Vulcane große Länderstriche ein. Die vulcanischen Massen zeigen in ihren charakteristischen Eigenschaften eine sehr große Uebereinstimmung.

Die noch in unsern Tagen thätigen Vulcane sind nur auf wenige Punkte der Erdoberfläche beschränkt. Sie bilden in ihrer Gruppierung vulcanische Linien, die wahrscheinlich großen Spalten in der Erdrinde entsprechen, wie dies schon oben bemerkt worden ist.

In Europa gibt es drei solcher vulcanischen Linien: die sicilianische Linie, die Linie des griechischen Archipelagus, die isländische Linie.

Asien besitzt 7 vulcanische Linien: die ungeheure kamschatkisch-kurilisch-japanische Linie, die aleutische Linie, die Linie von Inner-Asien, die Linie vom caspischen Meere, die Linie der Marianen Inseln, die Linie der Molukken und Philippinen, die Linie der Sunda-Inseln.

In Afrika kennen wir 4 vulcanische Linien: die azorische Linie, die canarische Linie, die cap-verdische Linie, die Linie der Insel Bourbon. In den Gegenden des rothen Meeres sind Spuren von Vulcanen bekannt geworden; doch sind die Nachrichten von ihnen noch wenig sicher.

Durch ganz Amerika hin zieht sich eine vulcanische Linie von ungeheurer Ausdehnung, die wir hier der bequemen Uebersicht wegen in mehrere Theile zerlegen wollen. Wir erhalten dadurch 6 einzelne Linien, nämlich: die Linie von Chili, die Linie von Quito, die Linie der Antillen, die Linie von Guatimala, die mericanische Linie, die Linie der Gallopagos-Inseln.

In Australien sind die folgenden 4 vulcanischen Linien bekannt: die Linie der Sandwichs-Inseln, die Linie der Freundschafts-Inseln, die Linie der Gesellschafts-Inseln, die Linie der Marquesas-Inseln.

Unter diesen 24 vulcanischen Gruppen sind nur 2, die sich auf beträchtliche Strecken vom Meere entfernen, nämlich die vulcanische Gruppe im Innern von Asien und die im Innern von Mexico. Drei andere vulcanische Reihen, nämlich die des amerikanischen Festlandes, gehören dem Küstensaume an. Die übrigen 19 vulcanischen Reihen stehen im Meere selbst.

