Erster Abschnitt.

Allgemeine physische Verhältnisse der Erde.

Von den Agregatsformen der Erdmassen und den Grundkräften der Erde.

§ 1.

Die Massen, welche zusammen die Erdkugel bilden, erscheinen uns in drei Zuständen, die wir durch starr oder erdig, flüssig und luftförmig von einander unterscheiden. Nur das Starre hat eine selbstständige Gestalt und bewahrt dieselbe. Es giebt dem gesammten Erdbaue seine Gestalt; es ist die ausharrende, bleibende Grundlage alles Beweglichen, Veränderlichen auf dem Erdballe, das Bett des Oceans, der Träger der Luft, der Boden der Pflanzen, die Wohnung vieler Thiere und des gesammten Menschengeschlechts.

Das Starre bildet eine Rinde um die Erde, die nach später zu gebenden Gründen, an einigen Stellen fünf bis acht deutsche Meilen, an anderen auch wohl weniger dick ist.

§ 2.

Der Charakter des Flüssigen ist Tropfbarkeit. Die Tropfbarkeit beruht auf dem schwachen Zusammenhange der Massentheilchen, der in dem Flüssigen so gering ist, dass die Theilchen jeder auf sie einwirkenden Kraft nachgeben und sich ins Unbegrenzte verschieben lassen. Flüssig ist das Wasser und in glühend flüssigen Zustand können durch Wärme Eisen und alle anderen Metalle, können Erze und Steine versetzt werden. Das Tropfbarflüssige ist zufolge der leichten Verschiebbarkeit seiner Theile sehr beweglich,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wegen des geringen Zusammenhanges derselben formlos, und sucht stets, indem jedes Theilchen auf das andere mit gleicher Kraft drückt, überall, wo dieser Druck verstärkt wird, denselben gleichmässig durch die ganze Masse zu vertheilen und das aufgehobene Gleichgewicht wieder herzustellen.

Die Oceane auf der Oberfläche der Erde zusammen bilden um die starren Massen des Erdballs eine bewegliche, flüssige Hülle, die durch ihre stete Bewegung im Gegensatze zum Starren steht.

§ 3.

Das Wesen des Luftförmigen ist Ausdehnsamkeit, oder das Bestreben der kleinsten Massentheilchen, sich von einander zu entfernen; daher strebt eine jede luftförmige Masse beständig einen grössern Raum einzunehmen. Das Luftförmige ist noch beweglicher als das Flüssige, denn die Theilchen der Luft haben gar keinen Zusammenhang mehr und sind daher auch verschiebbarer, als die des Flüssigen. Auch in dem Luftförmigen ist ein stetes Ringen nach innerem Gleichgewichte. Luftförmige Massen bilden um die Erde die äusserste Hülle; durch sie dringt das Licht aus den fernsten Himmelsräumen, freilich geschwächt und von seiner geraden Bahn abgelenkt, bis zur Oberfläche des Starren und Flüssigen. Dieser Luft-Ocean steht mit dem Wasser-Ocean in verwandschaftlicher Beziehung. In beiden ist ein immerwährender Wechsel von feierlicher Stille zur wildesten Bewegung.

§ 4.

Alles Starre, Flüssige und Luftförmige ist schwer, d. h., wenn es nicht unterstützt ist, so fällt es senkrecht zur Erde nieder, und würde, wenn es auf der Erdoberfläche keinen Ruhepunkt fände, bis zum Mittelpunkte derselben mit zunehmender Geschwindigkeit sich bewegen. Hier ist also eine Bewegung, wo aber eine Bewegung ist, da schliesst unser Verstand nach dem Satze: „Jede Wirkung (Bewegung) hat ihre Ursache," dass irgend ein Etwas in dem Erdball sein müsse, welches die irdischen Dinge nach dem Mittelpunkte treibt. Diese Ursache nennen wir Kraft. Die Kraft selbst aber kann nicht, wie ihre Wirkung, die Bewegung, durch die Sinne wahrgenommen werden, sondern geht über die Sinne hinaus und ist nur dem Verstande zugänglich. Die Anziehungskraft der Erde ist daher ein übersinnliches Element. Sie hat nicht in dem Mittelpunkte der Erde ihren Sitz, sondern ist in dem kleinsten Massentheilchen, sowohl des Starren,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

als auch Flüssigen und Luftförmigen. Jedes Massentheilchen zieht das andere mit gleicher Intensität an. Je mehr Masse daher ein Körper hat, um so stärker zieht er andere Körper an, um so stärker wird er wiederum von grössern Massen angezogen. Darum wird alles, was der Erde angehört, von ihr festgehalten, das Sonnenstäubchen, wie die kolossalen Felsenmassen. Die Erdkugel selbst können wir als die Wirkung dieser unsichtbaren Kraft ansehen, die, in dem kleinsten Theile wirksam, zugleich Alles, was der Erde angehört, mit Riesenmacht umfasst und zu einer selbständigen Einheit verbindet. Im Mittelpunkte zur höchsten Macht sich concentrirend, verbreitet sie sich von hier aus, gleich Strahlen eines Lichtes, gleichmässig nach allen Seiten hin und nimmt in ihrer Wirkung nach den Quadraten der Entfernungen vom Mittelpunkte so ab, dass bei einer doppelten Entfernung vom Mittelpunkte, sie 4 mal, bei einer dreifachen 9 mal, bei einer vierfachen Entfernung 16 mal, bei einer fünffachen Entfernung 25 mal schwächer u. s. w. ist. Ihr Wirkungskreis reicht weit über die Erde hinaus. Sie ist es auch, welche den Mond zwingt, die Erde zu begleiten. (Der Mond wird von der Erde, da er ungefähr 60 Erdhalbmesser entfernt ist, $60 \times 60 = 3600$ mal schwächer, als ein Körper auf der Erdoberfläche angezogen). Selbst an der Sonne versucht sie ihre, dort freilich schon zu einem Minimum herabgesunkene, Stärke. Die Anziehungskraft der Erde ist ein Ausfluss jener allgemeinen, das ganze Weltall durchdringenden, Kraft, die Newton, Gravitation nennt. Diese, in jedem Weltkörper von eigenthümlicher Intensität, gab und erhält jedem seine Einheit und Gestalt; sie bindet alle Theile des Weltkörpers so zusammen, dass kein Stäubchen wägbarer Materie von ihm sich entfernen, noch verloren gehen kann; sie verknüpft alle Weltkörper und Weltensysteme zu einem unermesslichen Ganzen und erhält alle ihre Bewegungen in ewiger Ordnung und Harmonie, deren Betrachtung, wie August (in Fischers Lehrbuch der mechanischen Naturlehre) sagt, jedes unbefangene Gemüth zu hohen Ahnungen erheben muss. Nur dieses unsichtbare Band des Weltalls dürfte der Schöpfer lösen, um die ganze Erscheinungswelt in ein Chaos zu verwandeln.

Die Wirkung der Schwerkraft auf der Erde lässt sich am besten an einem, im luftleeren Raum fallenden, Körper messen. Schon der Italiener Galilei und dessen beide Schüler Riccioli und Grimaldi fanden, dass in Gegenden, die weder den Polen, noch dem

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Aequator zu nahe und nicht zu hoch über der Meeresfläche liegen, ein freifallender Körper am Ende der ersten Secunde $15^{98}/_{1000}$ pariser Fuss oder $15^{5}/_{8}$ rheinländische Fuss zurücklegt, in der zweiten Secunde $2 \times 2 = 4 \,.\, 15^{5}/_{8}{}'$, in der dritten $3 \times 3 = 9 \,.\, 15^{5}/_{8}{}'$ u. s. w. Demnach würde ein freifallender Körper, wenn er nirgends eine Unterlage fände, ungefähr in 1144 Secunden oder 19 Minuten und 4 Secunden mit einer Endgeschwindigkeit von $1^{1}/_{2}$ Meile (34,320 pariser Fuss) in dem Mittelpunkte der Erde ankommen. Vergleicht man die Schwerkraft der Erde mit der des Mondes, der Sonne und der übrigen Planeten, so findet sich, dass, wenn ein freifallender Körper auf der Erde in der ersten Secunde einen Weg von $15^{5}/_{8}$ Fuss zurücklegt, derselbe auf dem Monde nur einen Weg von $2^{3}/_{10}$ pariser Fuss (100 Pfund auf der Erde wiegen daher nur 15 Pfund auf dem Monde), dagegen auf der Sonne $428^{1}/_{4}$ Pariser Fuss (100 Pfund auf der Erde wiegen auf der Sonne 2750 Pfund), auf dem Mercur $8^{7}/_{10}$ pariser Fuss (100 Pfund auf der Erde sind nur 58 Pfund auf dem Mercur), auf der Venus nahe 15 pariser Fuss, auf dem Mars etwa $7^{1}/_{2}$ pariser Fuss, auf dem Jupiter, und zwar am Aequator $32^{7}/_{10}$ und an den Polen wegen der starken Abplattung $42^{4}/_{10}$ pariser Fuss (100 Pfund auf der Erde wiegen am Aequator des Jupiters 217 Pfund und an den Polen 283 Pfund), auf dem Saturn, am Aequator $11^{4}/_{10}$ pariser Fuss und an den Polen $20^{7}/_{10}$ pariser Fuss (100 Pfund auf der Erde wiegen am Aequator des Saturns 75 Pfund und an den Polen 137 Pfund), endlich auf dem Uranus $11^{1}/_{2}$ pariser Fuss (100 Pfund auf der Erde wiegen $76^{3}/_{10}$ Pfund auf dem Uranus).

Die Schwerkraft der Erde ist am Aequator schwächer, nach den Polen hin stärker. Diese Zunahme der Schwere mit der geographischen Breite hat einen doppelten Grund. Der erste liegt in dem Umschwung der Erde um ihre Axe. Dieser ertheilt nämlich den Körpern ein Bestreben, von der Erde wegzufliegen, und wirkt also der Schwerkraft entgegen. Je schneller daher ein Punkt an der Oberfläche bei diesem Umschwunge sich bewegt, desto mehr muss die Wirkung seiner Schwere vermindert werden. Die Schwungkraft ist am Aequator, der den grössten Umfang hat, am stärksten, an den Polen = 0 und in den Breitenkreisen, die dem Aequator näher liegen, stärker als in denjenigen, welche vom Aequator entfernter sind. Es nimmt also die Schwungkraft der Punkte eines Meridians vom Aequator

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

nach den Polen zu (nach den Cosinussen der Breiten) ab. Die Schwerkraft findet mithin unterm Aequator eine grössere Gegenwirkung als unter den Polen und muss daher unter den Polen grösser sein und nach dem Aequator zu abnehmen. — Der zweite Grund liegt in der Gestalt der Erde. Die Erde ist nämlich an ihren Polen ein wenig abgeplattet, was als eine Folge der schnellen Umdrehung um ihre Axe zu betrachten ist, so dass am Aequator die Entfernung der Erdoberfläche vom Mittelpunkte genau $^1/_{298,39}$ grösser als an einem der Pole ist. Der Unterschied ist jedoch nur unbedeutend, er beträgt nur $^1/_{200}$ des Gewichtes.

Die Gravitation oder Schwerkraft ist nicht mit der Kraft, welche die Massentheilchen eines Körpers zusammenhält, der Zusammenhangskraft oder Cohäsionskraft, die gleichfalls als Anziehung sich äussert, zu identificiren; sondern die Gravitation und Cohäsionskraft stehen zu einander in demselben Verhältnisse, wie das Allgemeine zu dem Besonderen. Wie jedes Ding ein besonderes und allgemeines ist, so ist auch die Anziehungskraft in jedem materiellen Theilchen eine besondere und allgemeine. Als besondere giebt sie dem Dinge seine Einheit und Selbstständigkeit, (der Feldstein z. B. ist durch die besondere Anziehung seiner Massentheilchen ein in sich zusammenhängendes Ganzes), als allgemeine Anziehung ist es ein Theil des Erdballs und somit des ganzen Sonnensystems.

§ 5.

Hätte die Anziehungskraft die Alleinherrschaft auf der Erde, so, schliesst der grosse Philosoph Kant, würde ja Alles in einen einzigen Punkt zusammengezogen werden. Da nun dies nicht geschieht, so muss in dem Erdball eine Gegenkraft existiren, welche zur Anziehungskraft sich verhält, wie das Nein zum Ja, oder diese Gegenkraft muss sich als Abstossung der kleinsten Massentheilchen von einander äussern. Und was durchdringt gleich der Anziehungskraft den Erdball und das Weltall? Ist es die Wärme? Ihre Wirkung in der Masse ist Ausdehnung der Masse. Die Masse kann sich aber nur ausdehnen, wenn die Theilchen derselben sich von einander entfernen, und sie entfernen sich von einander, wenn sie sich gegenseitig abstossen. Die Wirkung der Wärme wäre demnach die gegenseitige Abstossung der Massentheilchen. Würde aber diese Kraft allein gedacht, so müsste alles Dasein ins Unendliche zerstreut werden. Soll daher die Materie den Raum erfüllen, so müssen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

beide, einander sich feindlich begegnenden, Mächte in einem bestimmten Verhältnisse und Gleichgewichte stehen. — Um nun dies weiter verfolgen zu können, müssen wir zuerst untersuchen, ob die Wärme denn auch wirklich, gleich der Schwere, den ganzen Erdball durchdringt. — Ohne die Wärme ist das Wasser bewegungslos, starr, wie die Erdkruste; es ist Eis. Die furchtbare Gewalt der Ströme, der donnernde Sturz des Niagara, den seine eigenen Wasser in dichte Nebelwolken hüllen, würde, wenn ihm ein bestimmtes Maass von Wärme entzogen würde, plötzlich in starre hohe Eissäulen, oder übereinandergebaute Eisthürme sich verwandeln und ein tiefes Schweigen auf den Donner folgen. Das Meer, welches zürnend die ihm gesetzten Schranken bestürmt, muss sich unter der festen Decke beugen, die seine Fluthen erstarrend über sich bilden, und die Natur zwingt seine stolzen Wogen, indem sie diese einiger Wärme beraubt, still zu stehen.

Dieser Kampf ist furchtbar. Wo es immer nur kann, wo die Wärme ihm noch Bewegung verstattet, selbst in der Polarzone noch, da zertrümmert es gewaltig seine Fesseln, bis endlich sein Widerstand besiegt wird, und seine stets wechselnde Gestalt gleichsam versteinert, als ein Denkmal dieses Sieges, da steht. Wie entkräftet, wie regungslos erscheint nicht das Wasser an beiden Polen! Wollte die Natur hier, wo kein Land ist, das Meer zwingen, selbst Land zu werden? Es ist zum Krystall in sich selbst erhärtet, nur breite Thäler, hochragende, glänzend weisse, das Sonnenlicht wiederstrahlende Eisgruppen von allen Gestalten bilden ein eigenes Gebirgsland, träge und fest in sich ruhend, wie die Erde, aber unendlich öder. Viele hundert Fuss hoch ragen Eisberge, wie hohe, in ihren Spalten und Klüften im schönsten Blau prangende, Zaubergestalten, die zu einem labyrinthischen Irrbau sich vereinigen, über den Spiegel des Meeres empor und ruhen auf einer, oft mehrere 100′ tief in das Meer hinabsteigenden, Grundfläche. Diese Eisdecke der beiden Pole verlässt in tieferen Breiten die Oberfläche und erhebt sich, gleichsam unkörperlich werdend, zu beiden Seiten, den Erdball als eiskalte Lufthülle, die am Nordkap schon 2200′, in Snöhätta in Norwegen 5600′, in den Karpathen 7998′, in den Alpen 8520 — 8220′, am Aetna 9900′, am Atlas 11550′, in Mexico 14133′ und am Cotopaxi um 15228′ von der Erdoberfläche sich entfernt und also je näher dem Aequator, je höher über der Erdoberfläche schwebt. Alles was in diese Eis-, oder Schneezone hineinragt,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wird mit Schee bedeckt, oder mit Eis bepanzert. Sie ist zugleich die Grenze des irdischen Lebens nach oben.

Wie das Ei in seiner Kalkschaale ruht, und wie diese den eingeschlossenen Lebensfunken schützt, so ist der Erdball in ein Eisgewand, theils sichtbar, theils unsichtbar gehüllt, innerhalb dessen Grenzen, von der Erdoberfläche aus, ein wechselvolles und gestaltenreiches Leben sich entwickelt.

Wie die Wärme sich dem Wasser entwindet, und dasselbe dadurch in Eis verwandelt wird, so kann sie sich auch mit dem Wasser verbinden und zwar in höherem Grade als zu seinem tropfbaren Zustande nöthig ist. Dadurch wird das Wasser immer mehr und mehr ausgedehnt, die Wassertheilchen erweitern sich zu Bläschen, wie dies beim kochenden Wasser zu sehen ist, verlassen die Erdfeste und steigen in die Luft. Die Bläschen werden unsichtbar und das sichtbare Wasser hat sich in luftförmiges, vollkommen unsichtbares, in Wasserdunst, verwandelt. Wie also das Wasser durch Entziehung der Wärme den Character des Starren annimmt, so nimmt es durch Bindung von Wärme den der Luft an. Das Wasser hat somit eine bestimmte Wärme; wird diese vermehrt, oder vermindert bis zu einem gewissen Grade, so hört es auf, Wasser zu sein. Das Wasser bedarf mithin zum tropfbar flüssigen Zustande eine gewisse Wärme, zum luftförmigen gleichfalls eine bestimmte Wärmemenge, welche letztere aber grösser als die des flüssigen Zustandes ist, und endlich zum festen Zustande wiederum ein gewisses Wärme-Quantum, das geringer als das des flüssigen Zustandes ist. Allein diese Wärme ist durch das Thermometer (Wärmemesser) nicht wahrnehmbar, eben so wenig durch unseren Hautsinn, und heisst daher verborgene, oder latente Wärme. Ein Theil, der den flüssigen Zustand des Wassers erzeugenden, latenten Wärme wird daher frei, sobald das Wasser zu Eis wird, und eben so ein Theil der latenten Wärme des luftförmigen Zustandes, sobald der Wasserdunst sich verdichtet und tropfbar flüssiges Wasser bildet. Umgekehrt muss das Eis wieder Wärme aufnehmen, wenn es schmelzen, und auf gleiche Weise das Wasser, wenn es die Dunstgestalt annehmen soll.

Wie beim Wasser, so ist auch bei der Atmosphäre die latente Wärme die Ursache ihres eigenthümlichen Zustandes. Denn wird z. B. die Luft in einem engen Raume schell und mit Heftigkeit zusammengeprest, so wird Wärme frei, oft von solcher

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Intensität, dass sie leicht brennbare Stoffe, wie Zunder, entzündet. Dem Franzosen Thilorier gelang es (1835) die Kohlensäure, eine bis dahin für permanent gehaltene Luftart in fester Gestalt darzustellen. Unter einem Drucke von 40 Atmosphären bei 0° Wärme wurde diese gasförmige Säure flüssig und bei einer Kälte von etwa 100° (C) fest. Beide Zustände erfolgten auch hier unter Entbindung von latenter Wärme. — Ohne Zweifel würde hiernach die durchsichtige, leichtbewegliche Lufthülle der Erde in den flüssigen Zustand übergehen, wenn ihre latente Wärme bis zu einem gewissen Grade frei würde. Wäre diese tropfbar flüssig gewordene Luft so schwer, wie das Wasser, so würde sie die ganze Erdoberfläche nur 32 Fuss hoch bedecken, oder wäre sie so schwer, wie Quecksilber, so würde die ungeheure Lufthülle in ihrem tropfbar flüssigen Zustaude nur noch 28 Zoll hoch sein. Ja, wiche die latente Wärme noch in grösserm Maase aus der Atmosphäre, so würde vielleicht der Luftocean erstarren und die Erde mit einer dünnen, festen Schaale umschliessen, in der alle lebendige Wesen, Pflanzen und Thiere ihr gemeinsames Grab fänden, wie die Pflanzen und Thiere der Vorwelt in den damals sich bildenden Erd- und Steinschichten.

Auch der starre Zustand der Erdfeste ist durch die ihr inwohnende, latente Wärme bedingt. Denn alle starren Massen werden durch Erhöhung der, in ihnen gebundenen, Wärme ausgedehnt, zuletzt flüssig, selbst luftförmig. Bringt man z. B. ein dünnes Goldblättchen in den Brennpunkt eines, die Sonnenstrahlen sammelnden, Hohlspiegels, so verfliegt dasselbe. Die latente Wärme ist die Gegnerin der Cohäsionskraft, oder wie wir dieselbe vorher nannten, der besonderen Anziehungskraft der Massentheilchen unter einander; die freie Wärme dagegen die grosse Gegnerin der Gravitation. Die freie, ungebundene Wärme, wie wir sie in unserem irdischen Feuer kennen, zerstört die Dinge und treibt die Theilchen derselben mit Gewalt auseinander. Stellen wir uns einmal vor, das Innere der Erde sei in heftiger Gluth, es herrsche dort freie Wärme und ihre Gewalt steigere sich fort und fort, — würde dann nicht zuletzt der Erdball zersprengt werden? Und wäre dies etwas anderes, als die Ueberwindung der Schwerkraft durch die Wärme. Auch die Wärme offenbart sich in den Dingen demnach als eine besondere und allgemeine, oder als gebundene und freie. Als besondere ist sie die Gegnerin der Zusammenhangskraft der

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

materiellen Theilchen eines Dinges, als allgemeine die Gegnerin der Schwerkraft und hat im Innern der Erde ihren Sitz. Erhöhte sich daher die latente Wärme der starren Massen der Erdfeste, so würde alles Feste flüssig werden, Steine, Erde und Metalle, wie es in jener Zeit war, als Festes und Flüssiges sich noch nicht geschieden hatten; verminderte sich dagegen die freie Wärme, so würde die Erdfeste zusammenschrumpfen, indem die Anziehungskraft die Uebermacht erhielte. Ja Alles, was in und auf unserem Planeten ist, lebt und webt, vom Felsblock bis zu dem schönen, künstlichen Gewebe des menschlichen Organismus besteht durch die ihnen zugemessene Wärme. Sie ist die Mutter jeglichen Daseins, die Mutter der ganzen Natur. Himmel und Erde von ihr verlassen würden zu unbeweglichen Massen erstarren, Bewegung und Formen aus ihnen verschwinden; oder zur höchsten Gluth gesteigert, würde die Wärme alles, was ist, die ganze Körperwelt, auflösen und zerstreuen und das schöne, erhabene Weltgebäude in ein Chaos verwandeln, bedeckt von der ewigen Nacht. Darum hat die Kälte zur Herrschaft die Räume erhalten, welche die Welten von einander trennen, und die Gluth den Kern der Weltenkugeln, um dort als Gegenkraft der Anziehung zu wirken und die letztere zu begrenzen.

§ 6.

Doch was ist nun dieses allgewaltige Wesen, von dem, wie von der Anziehungskraft, Dasein und Form der äussern Welt abhängig ist? Unseren Sinnen ist die Wärme, wie die Anziehungskraft, völlig entrückt; weder lässt sie sich feststellen, wie das Erdige, noch zu Seen versammeln, wie das Wasser, noch wägen wie die Luft; weder erhöht sie das Gewicht eines Körpers, wenn sie in demselben erhöht wird, noch vermindert sie dasselbe, wenn sie in demselben sinkt. Sie leistet keinen Widerstand, lässt sich in kein Gefäss, wie dicht dieses auch sein mag, einsperren, was doch mit dem leichtesten, wägbaren und luftförmigen Körper, dem Wasserstoff, geschehen kann. Sie scheint demnach ganz unkörperlich, d. i. ein Wesen, wie die Anziehungskraft zu sein. Bedenkt man jedoch, dass unsere Mittel zur Erforschung der Materie dieses Wesens, unsere Waagen nämlich, noch unvollkommen sind, dass die Wärme doch wohl unter der Macht der Schwere stehen, d. h. etwas Materielles sein könne, ohne dass wir dieses Materielle wahrzunehmen im Stande wären, so bleibt die Behauptung, dass die Wärme eine Kraft sei, unsicher, wesshalb

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

denn auch einige Physiker einen sogenannten Wärmestoff annehmen. Wir folgen indessen hier denen, welche, geleitet durch die Erfahrung, dass die Wärme, wie die Schwere alles Materielle durchdringt, dass sie demselben Gesetze, wie die Schwere, unterworfen ist, dass ihre Wirkungen nämlich nach den Quadraten der Entfernungen abnehmen, und sehen die Wärme als die allgemeine, abstossende Kraft in der Materie an. Je nachdem nun Anziehung, oder Abstossung das Uebergewicht gewinnt, wechselt der Zustand der Körper und bedingt ihren festen, flüssigen, oder luftförmigen Zustand.

Durch diese beiden grossen Kraftströme führt der Ewige den in Raum und Zeit unendlichen Bau der Natur aus. Diese zwei Kräfte lässt er nach ihrer besondern und allgemeinen Richtung walten und sich ewig feindlich begegnen. Die eine hält Alles fest zusammen, die andere drängt Alles auseinander. Siegt die Anziehung — Dasein und Leben erblüht; siegt die Abstossung — das Leben erlöscht, das Gewordene wird vernichtet.

§ 7.

Die starren, flüssigen und luftförmigen Massen, welche den Erdball ausmachen, sind in der Regel aus ungleichartigen Stoffen zusammengesetzt. So ist das Wasser, welches unseren Sinnen als eine bis in seine kleinsten Theile gleichartige und einfache Masse erscheint, zuerst von Lavoisier in zwei Luftarten, Wasserstoff und Sauerstoff, zerlegt worden; so ist ferner die Luft gleichfalls aus zwei Luftarten, Sauerstoff und Stickstoff, und der Zinnober aus einem Metalle, dem Quecksilber, und Schwefel zusammengesetzt u. s. w. Die Chemiker haben die verschiedenen zusammengesetzten Körper unserer Erde in ihre Bestandtheile zerlegt und sind auf diese Weise zu solchen Stoffen gekommen, die bis jetzt nicht weiter zerlegt werden können und den Namen Grundstoffe erhalten haben. Die Zahl dieser Grundstoffe beläuft sich gegenwärtig auf 55, eine freilich nicht unbeträchtliche Zahl, die jedoch im Vergleich gegen die unendliche Mannigfaltigkeit der Körper, welche aus ihnen gebildet sind, nur klein zu nennen ist. Denn aus ihnen ist unser Leib, so wie der thierische, aus ihnen sind alle Pflanzenkörper, alle Felsenmassen der Oberfläche, aus ihnen das Meer, die Atmosphäre und wahrscheinlich das Innere des Erdballs gebaut. Diese 55 Grundstoffe sind entweder metallisch, oder nicht; im letztern Falle heissen sie Metalloide. Der Metalloide giebt es 12, von denen drei beständig luftförmig

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

sind; diese sind: Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff. Der Sauerstoff ist der Hauptbestandtheil der Erdrinde und macht $^1/_3$ von dem Gewichte der Erde aus. Die 43 metallischen Grundstoffe unterscheidet man in Alkalibilder, und in solche, die Erdarten bilden, deren es zusammen 12 giebt, und in Oxydbilder, oder solche, die vorzugsweise Salze bilden.

Von diesen 55 Grundstoffen kommen einige, wie: Platina, Gold, in ausserordentlich geringer Menge vor, während andere, wie: Eisen, Kupfer, Kiesel, das Metall der Thonerde, Kalkerde, Talkerde, Schwefel, Wasserstoff und der schon erwähnte Sauerstoff in erstaunlicher Quantität und ungemeiner Verbreitung gefunden werden. Wahrscheinlich kommen die meisten dieser Grundstoffe nicht blos auf und in unserer Erde vor, sondern sind auch vermuthlich Bestandtheile anderer Weltkörper, wie dies die zerlegten Meteorsteine,* vorausgesetzt, dass sie kosmischen Ursprungs

* Die in den Meteorsteinen bisher gefundenen einfachen Bestandtheile, ihrer Zahl nach, sind: Eisen, Mangan, Nickel, Kobalt, Kupfer, Zinn, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Aluminium, Chrom, Sauerstoff, Wasserstoff, Schwefel, Phosphor, Kohle, Kiesel. Die Meteorsteine scheinen Bergarten, aus mehreren Mineralien in veränderlichen Verhältnissen gemengt, zu sein. In allen ist die Talkerde vorwaltender Bestandtheil, dagegen zeigen sich die Kieselerde, so wie die Thonerde und die Alkalien in ihnen sehr untergeordnet, wodurch sich diese Bergarten von den terrestrischen wesentlich unterscheiden. Die Textur der Metorsteine weist auf eine langsamere Bildungsart, als der vulkanische Schmelzungsprozess ist, hin. Sind die Meteorsteine nicht terrestrischen Ursprungs, so ist doch die Einwirkung der Schwere auf sie dieselbe, wie Bessel durch Pendelversuche gezeigt hat, als auf irdische Körper. Gegen den Ursprung der Meteorsteine vom Monde bemerkt Olbers (Schuhmachers astronomisches Jahrbuch 1837 p. 54) „damit ein vom Monde vertikal geworfener Körper nicht auf diesen zurückkehre, bedarf es, unter der Voraussetzung einer $^1/_{75,47}$ betragenden Mondmasse, wie sie Laplace bestimmt, einer Geschwindigkeit von 7575,23 par. Fuss; beträgt die Masse nach Brinkley aber nur $^1/_{79,89}$, eine Geschwindigkeit von 7377,31 par. Fuss. Eine mit dieser Geschwindigkeit vom Monde ausgeworfene Masse, kann nur mit einer relativen Geschwindigkeit von 35000 Fuss in der Secunde bei der Oberfläche der Erde ankommen. Da aber die Sternschnuppen bei ihrem Eintritt in die Erdatmosphäre im Mittel eine relative Geschwindigkeit von 5 deutschen Meilen = 114000 par. Fuss in der Secunde haben; so müssen diese mit einer Geschwindigkeit von fast 110000 Fuss in der Secunde vom Monde ausgeschleudert sein, was doch wohl für ganz unmöglich zu halten ist.“

v. Hoff macht (Poggendorf Ann. 36, p. 161) besonders darauf aufmerksam, dass alle, das Erscheinen von Feuerkugeln, aus denen Meteorsteine herabfallen, begleitenden Erscheinungen dafür sprechen, dass die Meteor-

*

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

sind, zu beweisen scheinen, nur dass sie in diesen vielleicht in anderen Verbindungen auftreten, oder mit anderen Grundstoffen, welche der Erde fehlen, vereinigt sind, oder dass diejenigen, welche auf der Erde untergeordnet und in geringer Menge vorkommen, auf dem einen, oder anderen Planeten vorherrschend sind.

§ 8.

Diese 55 Grundstoffe haben zu einander entweder eine verwandtschaftliche Beziehung, oder nicht. Im ersten Falle können sich zwei derselben unter günstigen Umständen so mit einander verbinden, dass sie einen ganz neuen Körper, der weder die Eigenschaft des einen, noch die des andern besitzt, bilden. Bringt man z. B. ein Volumtheil Sauerstoff und zwei gleich grosse Volumtheile Wasserstoff zusammen, so durchdringen sie sich so, dass sie eine ganz gleichförmige Luft, Knallluft genannt, bilden. Befindet sich die Knallluft in einer luftleeren, völlig abgesperrten Glaskugel und zwar in der Menge, dass sie den fünften Theil von dem Raume der Kugel erfüllt und lässt man durch dieses Gemenge einen electrischen Funken schlagen, so entzündet sich die eingeschlossene Knallluft, oder die beiden Luftarten vereinigen sich mit Heftigkeit unter Entwicklung von Licht und Wärme. Denn in demselben Augenblicke ist alle Luft verschwunden und die Kugel mit Wasserdunst erfüllt, der sich an die kälteren Wände der Kugel als tropfbares Wasser absetzt. Das Gewicht des gebildeten Wassers ist vollkommen gleich der Summe der Gewichte des verschwundenen Sauerstoffs und Wasserstoffs, und es ist mithin weder wägbare Materie entstanden, noch vernichtet worden; denn 100 Gran Knallluft geben 100 Gran Wasser. Knallluft und Wasser sind aber in Hinsicht ihrer materiellen Beschaffenheit gänzlich von einander verschieden. Die Vereinigung des Wasserstoffs und Sauerstoffs, in dem angegebenen Verhältnisse, geschieht durch Anziehung der beiden Stoffe zu einander, also durch eine Kraft, welche den Stoffen inwohnt und von der Attraction verschieden ist. Diese Anziehungskraft wird, zum Unterschiede der Attraction, chemische Anziehung, oder Wahlverwandtschaft, Verwandtschaftskraft genannt. Wärme, Licht, Electricität und Magnetismus sind sowohl bei einer chemi-

---

steine nicht als fertige Massen in die Atmosphäre eintreten, sondern das Product eines erst dort sich einleitenden physisch-chemischen Processes sind. (S. Meteorsteine in W. Dove's Repertorium der Physik, Band IV. pag. 272.)

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

schen Verbindung, als auch chemischen Zersetzung mit thätig. Die chemische Verwandtschaftskraft äussert sich nur zwischen den kleinsten ungleichartigen materiellen Theilchen, und unterscheidet sich dadurch von der Cohäsionskraft, welche nur zwischen gleichartigen materiellen Theilchen wirksam ist. Sie äussert sich nur dann, wenn Substanzen unmittelbar sich berühren. Deshalb muss bei jeder chemischen Verbindung wenigstens eine der beiden Substanzen flüssig, oder luftförmig sein. Häufig ist zur Verbindung der Stoffe, die selbst eine grosse Verwandtschaft zu einander haben, Wärme, oder eine andere Substanz zur Einleitung der Verbindung erforderlich. Die chemische Verbindung zweier Körper, z. B. des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff, kann man sich so vorstellen, dass die kleinsten materiellen Theilchen (Atome) des Wasserstoffs sich zwischen die kleinsten materiellen Theilchen des Sauerstoffs legen; und dies kann nun so geschehen, dass ein Atom des einen Körpers sich an ein Atom des andern legt, (Kalium und Sauerstoff), was bildlich diese Figur oo darstellt, oder 2 Atome des einen an ein Atom des andern $\frac{o}{oo}$ (Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser), oder 3 Atome des einen an ein Atom des andern $\frac{oo}{oo}$ (Schwefel und Sauerstoff zu Schwefelsäure) u. s. w., oder endlich 2 Atome des einen an drei Atome des andern $\frac{oo}{ooo}$ u. s. w. sich legen, wobei vorausgesetzt wird, dass, wie ungleichartig die Atome sind, eben so verschieden auch ihre Natur sei, woraus hervorgeht, dass ein Atom Sauerstoff, umgeben von zwei Atomen Wasserstoff, ein anderer Körper sein muss, als wenn es von zwei Atomen Sauerstoff umgeben werde. Das erstere ist ein Wassertheilchen, das letztere bleibt Sauerstoff. Je nach der Natur des Atoms werden sich an denselben ein Atom eines andern Körpers, oder zwei, oder drei u. s. w. legen, überhaupt so viel Atome, als seine Anziehungskraft zu halten vermag. Dies erklärt die Erscheinung, wie ein Körper, z. B. der Schwefel mit dem Sauerstoff in mehreren Graden sich verbinden kann.

Was nun die Zuneigung, oder Abneigung der ungleichartigen Atome zu einander betrifft, so ist diese im Ganzen sehr verschieden. Nur die Atome des Sauerstoffs, Schwefels und Chlors zeigen zu den Atomen aller Metalle Verwandtschaft, die aber in allen nicht dieselbe, sondern, dem Grade nach, sehr verschieden ist. Dagegen haben die Atome des Wasserstoffs, Kohlenstoffs, Kiesels u. a. nur zu wenigen Metallen und die Atome des Stickstoffs nur zu den Alkali-Metallen Verwandtschaft.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

§ 9.

Alle chemischen Verbindungen sowohl in der organischen, als auch unorganischen Natur sind durch die Zahl bestimmt. Nimmt man 100 Gewichtstheile Sauerstoff zur Einheit, oder zum Maass, so können sich nur $6^{23}/_{100}$ solcher Gewichtstheile vom Wasserstoff, $88^{51}/_{100}$ vom Stickstoff, $201^{16}/_{100}$ vom Schwefel, $1294^{49}/_{100}$ vom Blei, $1351^{60}/_{100}$ vom Silber, $1243^{1}/_{100}$ vom Golde, $1233^{49}/_{100}$ vom Platin u. s. w. mit jenen 100 Theilen des Sauerstoff verbinden.

Diese Mischungsgewichte, oder Atomgewichte, welche von den Atomen selbst, den vorher erwähnten kleinen materiellen Theilchen, wohl zu unterscheiden sind, eröffnen uns einen neuen Blick in die Materie, ja in die gesammte Erscheinungswelt. In dem kleinsten, materiellen Theilchen eines zusammengesetzten Körpers, in einem Kreidestäubchen z. B. liegen tiefe Gesetze verborgen, welche sein Erscheinen bedingen. Und diese Gesetze sind eins mit der Kraft, welche seine verschiedenartigen Bestandtheile, die in der Kreide Sauerstoff, Metall und Kohlenstoff sind, mit einander zu diesem Stäubchen verbinden. Diese Mischungsgewichte zusammen bilden das Fundamentalgesetz aller weiteren Verbindungen. In der unorganischen Natur verbinden sich zunächst die Grundstoffe nach den angedeuteten Zahlenverhältnissen, dann diese so gebildeten Substanzen wieder unter sich zu einfachen Salzen und die einfachen Salze zu Doppelsalzen. Die Kreide, oder der Kalkstein ist ein einfaches Salz, wie der Salpeter. Viele der einfachen Salze sind Verbindungen einer Säure mit einer Basis. Die Basis ist häufig ein Metalloxyd, die Säure eine Verbindung eines Metalloids mit Sauerstoff. Der Salpeter ist eine Verbindung der Salpetersäure und des Kali. Die Salpetersäure hat zum Kali Verwandtschaft, so, dass der Salpeter, wie das Wasser, ein Product der chemischen Verwandtschaftskraft ist. In $1266^{9}/_{10}$ Gewichtstheilen Salpeter finden sich $489^{9}/_{10}$ Kalium (ein Metall, das auf dem Wasser schwimmt. Sobald dies Metall auf Wasser geworfen wird, zerlegt es dasselbe in 2 Maass Wasserstoff und ein Maass Sauerstoff unter heftiger Entwicklung von Licht und Wärme. Das Kalium-Metall hat grosse Verwandtschaft zum Sauerstoff; beide einfache Körper vereinigen sich nach dem ihnen inwohnenden Gesetze, nämlich 100 Gewichtstheile Sauerstoff verbinden sich mit $489^{9}/_{10}$ Gewichtstheilen Kalium-Metall. Der neu gebildete Körper, eine weisse, flockige Masse,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ist Kaliumsauerstoff oder Kaliumoxyd, auch Kali genannt, und ist die obige Basis) mit 100 Theilen Sauerstoff; beide machen, wie so eben erwähnt wurde, die Basis des Salpeters aus. Ferner finden sich in der Salpetersäure 2 Atome Stickstoff mit 5 Atomen Sauerstoff verbunden, oder $88^5/_{10} \times 2$ Stickstoff $+ 100 \times 5$ Sauerstoff $= 177$ Stickstoff $+ 500$ Sauerstoff, welche 4 Zahlen zusammen $1266^9/_{10}$ Salpeter geben. — Ein solches Sauerstoffsalz kann sich wieder mit einem andern Sauerstoffsalz zu einem Doppelsalz verbinden. Der Feldspath, welcher ein Hauptbestantheil des Granits, Gneis, Glimmerschiefers, Feldsteinporphyrs u. s. w. ist ein solches Doppelsalz und eine Verbindung der kieselsauren Thonerde mit kieselsaurem Kali. (Die Kieselsäure, eine Verbindung eines Metalloids mit Sauerstoff ist fest und heisst Quarz, oder Kiesel. Der Quarz ist gleichfalls ein Hauptbestandtheil des Granits. Der Küstensand besteht zum grössten Theil aus dieser festen Säure.) In der organischen Natur dagegen vereinigen sich unter Mitwirkung des Lebensprocesses 3 und 4 Grundstoffe mit einander. In dem Pflanzen-Organismus ist der Kohlenstoff mit dem Wasserstoff und Sauerstoff, in dem thierischen Organismus der Sauerstoff mit dem Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff und gleichfalls in bestimmten Zahlenverhältnissen verbunden.

Der ganze feste Erdkörper besteht demnach fast nur aus Metallen. Die Oberfläche dieses grossen Metallballs enthält mehr die Alkali- und Erdbilder, oder die leichten Metalle; das Innere mehr die Oxydbilder, oder die schwereren Metalle.

§ 10.

Wenn die chemische Verwandtschaftskraft die ungleichartigen, materiellen Theilchen zu einem neuen Körper verbindet, so ist bei dem Werden dieses neuen Körpers zu gleicher Zeit die Cohäsionskraft und die latente Wärme mit thätig. Die beiden letzteren Kräfte geben dem neuen Körper die Aggregatsform, die entweder eine besondere Art des Festen, oder Flüssigen, oder Luftförmigen bezeichnet. Die Cohäsionskraft wirkt aber bei den meisten Körpern nicht in allen Richtungen auf gleiche Weise; woher es denn kommt, dass sehr viele Mineralien in den verschiedenen Richtungen verschiedene Spaltbarkeit haben. Von dieser Verschiedenheit des Cohäsionszustandes eines Minerals nach den verschiedenen Richtungen ist die äussere Form des Minerals mehr, oder weniger abhängig. — Fast alle unorganischen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Körper, welche aus dem flüssigen, oder luftförmigen Zustande in den festen übergehen, nehmen, wenn dieser Uebergang allmählig und ungestört erfolgt, äusserlich eine regelmässige Gestalt, innerlich ein regelmässiges Gefüge an, in welchem Zustande die Körper Krystalle heissen. Die Krystalle sind die Wirkungen einer eigenthümlichen Kraft, welche mit dem Namen Krystallisationskraft bezeichnet wird. Diese Kraft ist mit der chemischen Anziehung, Cohäsionskraft, der latenten Wärme innig verwandt. Wie mannigfaltig auch die Krystallformen der irdischen Körper sind, denn man kennt deren mehr als 300, so lassen sie sich doch alle auf sehr wenige, einfache, mathematische Gesetze, oder Grundformen, wie dies durch die schönen Untersuchungen von Weiss geschehen ist, zurückführen, von denen alle übrigen hergeleitet werden können. Die Grundgesetze der Krystallbildungen haben eine grosse Analogie mit denen der Musik, so, dass einige Naturforscher, die Krystallbildung der Erde eine versteinerte Musik genannt haben.

In den meisten Krystallen sind die Ecken, Kanten und Seitenflächen so regelmässig gruppirt, dass sich leicht an denselben eine Symmetrie in der Anordnung auffinden lässt. Verbindet man in der Vorstellung je zwei symmetrisch entgegenstehende Stellen eines Krystalls durch gerade Linien, so durchkreuzen sich diese Linien im Innern des Krystalls in einem Punkte. Unter diesen Linien wähle man diejenigen aus, welche auf einander rechtwinklig stehen und Axen des Krystalls genannt werden. Aus ihrer verhältnissmässigen Grösse und gegenseitigen Lage zu einander lässt sich auf rein mathematischem Wege die Grundgestalt des Krystalls bestimmen. Vier verschiedene Arten solcher Axenverbindungen werden von Weiss unterschieden, der hiernach alle Krystallformen in vier verschiedene Klassen von Krystallsystemen bringt. Die drei ersten Arten beziehen sich auf drei, nach den Dimensionen des Raums senkrecht zu einander stehende, Axen, die entweder alle drei gleich lang sind, das gleichaxige System, zu welchem z. B. der Würfel gehört, oder von denen nur zwei gleich sind, die zwei- und einaxigen Systeme, oder die alle drei einander ungleich sind, die ungleichaxigen Systeme bilden. Die vierte Art der Axenverbindung besteht in drei gleichen Axen, die in einer Ebene liegen und gleiche Winkel mit einander bilden, und in einer Axe, die jene drei in ihrem Durchschnittspunkte senkrecht

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

durchschneidet, drei- und einaxige Systeme. — In den Grössenverhältnissen der Axen eines und desselben Systems und der verschiedenen, von diesem Axenverhältnisse abgeleiteten, Krystallformen ergeben sich Zahlenverhältnisse, welche analog denen der Töne in der grossen Scala der Musik sind. In der Krystallisationskraft wohnen, wie in der chemischen Verwandschaftskraft, feste mathematische Gesetze. Hier, wie dort ist jede Bewegung berechnet, jede Form abgemessen. Hier, wie dort offenbart sich ein Etwas, das, nach unserer Einsicht, auf eine höchste Vernunft hinweist.

Nach dieser Erörterung, können wir auch das krystallisirte Mineral, als die, durch unsere Sinne wahrnehmbare, Erscheinung vieler zu einer in sich verbundenen Einheit von Kräften, deren inwohnende (mathematische) Gesetze in einander verwebt sind, ansehen. Dieses Gewebe zu lösen, ist die Aufgabe des Chemikers, Physikers und Mineralogen. Vieles ist hierin schon gethan. So ist schon ein Zusammenhang zwischen dem chemischen Mischungsverhältnisse und der Krystallform bei mehreren Mineralien nachgewiesen. Mitscherlich hat dargethan, dass bei den meisten Stoffen, welche einer Abtheilung der verschiedenen Krystallsysteme angehören, auch eine gewisse Uebereinstimmung in der chemischen Zusammensetzung zeigen. Diese Körper werden isomorph genannt. Isomorph sind z. B. Calcium, (das Metall der Kalkerde) Magnesium, (das Metall der Bittererde) Mangan, Zink und Eisen. Diese Metalle bilden Oxyde, die mit Kohlensäure auf gleicher Stufe verbunden, Salze geben, die alle in ähnlichen Rhomboëdern krystallisiren.

Das Krystallisiren ist Bewegung, welche durch Anziehungen in ganz bestimmten Richtungen hervorgerufen wird. Löst man Glaubersalz in Wasser, so ist die Flüssigkeit gleichartig und als eine einfache (chemische) Verbindung des Salzes mit dem Wasser anzusehen. Bleibt die Flüssigkeit ruhig und wirft man einen Strohhalm in dieselbe, so setzen sich an denselben, wenn die Flüssigkeit bis auf einen gewissen Punkt der Verdunstung gekommen, oder bis zu einem gewissen Grade verdichtet ist, kleine Krystalle von Glaubersalz. Diese wachsen sichtbar, doch so, dass sie die ursprüngliche Gestalt behalten, und man kann die Vergrösserung des Krystalls gleichsam als eine Erweiterung desselben ansehen. Nicht immer ist aber die Ablagerung an allen Flächen gleichmässig, zuweilen wächst der

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Krystall an einigen Flächen stärker als an anderen. Wird ein schon gebildeter Krystall von Glaubersalz in diese Flüssigkeit gebracht, so wird er in derselben Form grösser, der Art, dass, wenn eine Ecke an demselben abgeschlagen ist, sich dieselbe während des Wachsens allmählig ergänzt. Auf ähnliche Weise krystallisiren glühend flüssige Massen, wenn sie allmählig erkalten; erkalten sie aber plötzlich, so wird das Krystallisiren gestört und die erstarrte Masse ist alsdann eine mehr, oder weniger formlose. Das Krystallisiren kann man daher als die Verwirklichung eines der Masse inwohnenden, mathematischen Gesetzes ansehen. Unter dem mathematischen Gesetze stehend, werden die Theilchen der Masse mit eiserner Nothwendigkeit getrieben, die ihnen inwohnende Form zu realisiren. In jedem Punkte der Materie ist das Grundgesetz der Krystallform; jeder Punkt zieht nach seinen rechtwinkligen Axen in dem Verhältnisse ihrer Gleichheit, oder Ungleichheit, und darum hat der kleinste, wie der grösste Krystall eines und desselben Stoffes dieselbe Form.

Die chemische Verwandtschaftskraft, wie die Krystallisationskraft sind polare Kräfte, d. h. sie äussern sich nicht allein als Anziehung, sondern auch als Abstossung, wie die Electricität. Bringt man Wasser zwischen zwei electrische Pole, so wird dasselbe augenblicklich zerlegt. Der Sauerstoff sammelt sich an dem einen Pol, der Wasserstoff an dem andern. Da nun nach dem Grundgesetze der Electricität, zwei gleichnamige Pole sich abstossen und zwei ungleichnamige sich anziehen, so muss der Sauerstoff zum Wasserstoff sich verhalten, wie Ja zum Nein, wie + zu —. Eine der Zersetzung des Wassers ähnliche Erscheinung zeigt ein einfaches Salz zwischen zwei electrischen Polen. Das Salz zerlegt sich in seine Säure und Basis. Die Basis sammelt sich an dem einen Pol, die Säure an dem andern. Es verhält sich demnach die Säure zur Basis wie + zu — u. s. w. Man hat auf diese Weise alle Grundstoffe der Erde geprüft und gefunden, dass sie sich in electronegative und electropositive Stoffe unterscheiden lassen, jedoch so, dass ein Stoff aus der Verbindung mit einem andern zum positiven, mit einem dritten aber zum negativen Pole sich wenden kann, und der polare Gegensatz der Stoffe unter sich relativ ist. Nur zwei Stoffe, die eine chemische Verbindung eingehen, verhalten sich zu einander, wie + zu —. So ist der Sauerstoff im Kali electronegativ, dagegen das Kalium electropositiv.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Fragt man also nach dem Grunde der chemischen Verwandschaft, oder woher es kommt, dass gewisse Stoffe sich mit einander zu einem neuen Körper verbinden, andere dagegen nicht, so ist derselbe in dem polaren Verhalten der Körper zu suchen, wo das Gesetz gilt: Ungleichnamig polare Körper ziehen sich an, verbinden sich oder durchdringen sich in ihren kleinsten Theilchen so, dass ihre Eigenschaften sich gegenseitig zum Theil aufheben, zum Theil sich combiniren und neue hervorrufen; gleichnamige polare Körper dagegen stossen sich ab, oder scheiden sich aus, schlagen sich nieder, oder entweichen aus einer Verbindung. Auch die meisten Krystalle, wenn ihre Temperatur verändert wird, zeigen zwei bestimmte electrische Pole, und selbst während des Krystallisirens einiger Mineralien offenbaren sich electrische Erscheinungen.

Es ist daher wohl keinem Zweifel unterworfen, dass in dem polaren Gegensatze die Grundbewegung, die schöpferische Kraft sich offenbart, welche die Dinge zur Erscheinung bringt. Schon in der sinenischen Kosmogonie ist dieselbe durch Yang und Yn, durch Ja und Nein, in den anderen orientalischen Kosmogonieen durch Licht und Finsterniss ausgesprochen. Zahl und Form ist ihr Symbol. Zahlenverhältnisse in den verschiedensten Combinationen gehen durch die ganze Natur und mit Nothwendigkeit muss alles, was da ist, und wird, denselben folgen. Die Mathematik umfasst den ganzen Weltraum und alles, was in ihm zur Erscheinung kommt. Alle Zahlenverhältnisse stehen in innigem Zusammenhange mit dem polaren Gegensatze, der im Magnetismus als Nord und Süd, in der Electricität als Plus und Minus, in der chemischen Verwandtschaftskraft als Anziehung und Abstossung, in der Krystallisation zunächst in der symmetrischen Form, dann in dem electrischen Verhalten des Krystalls sich offenbart. Und alle diese Gegensätze werden von dem allgemeinsten, den wir als den höchsten polaren Gegensatz der Natur ansehen können, der Gravitation und Wärme beherrscht.

Die grossen allgemeinen, polaren Kraftströme der Erde sind es auch, welche die starren, flüssigen und luftförmigen Massen in ununterbrochene, ich möchte sagen, in lebendige Wechselwirkung bringen. Jedes giebt den anderen, jedes empfängt von den anderen, jedes stellt in sich eigenthümliche Producte dar. In ihrer Wechselwirkung spricht sich ein Etwas aus, das an das

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Leben erinnert und man könnte sie in dieser Hinsicht als die grossen Werkzeuge des Erdganzen ansehen, durch welche seine eigenthümliche Natur hervortritt. Denn ohne Wasser und Luft würde die Erdfeste einer nackten, öden Steinmasse gleichen und in vieler Hinsicht dem Monde nicht unähnlich sein. Ihre Oberfläche würde durch tiefe Risse, Furchen und Einsenkungen, durch spitze, zerrissene Felsengruppen, nach allen Richtungen sich ausdehnender hoher Gebirgskämme, uneben und verworren erscheinen. Erst das bewegliche Wasser und die stets veränderliche Luft im Vereine mit der starren Erdfeste verscheucht die Todesstille von der Oberfläche, hüllt diese in ein grünes Gewand, erfüllt die Wälder mit Gesang und giebt dem Menschen eine Heimath.

Das Festland.

§ 11.

Von der gesammten, 9,280000 Quadratmeilen grossen, Erdoberfläche nimmt das aus dem Meere hervorragende Land ungefähr 2½ Million Quadratmeilen ein, von denen 1,625000 auf die östliche, 750000 auf die westliche Halbkugel, 1000 auf die Inseln der beiden Hemisphären und ungefähr 250000 Quadratmeilen auf die Ländermassen, welche sich muthmasslich um die beiden Pole lagern sollen, kommen würden. Demzufolge beherrscht das Meer 6,780000 Quadratmeilen, also mehr als ⅔ der gesammten Erdoberfläche. Oder, denkt man sich die gesammte Oberfläche in 100 gleiche Theile getheilt, so würden davon 27 das Land und 73 das Wasser einnehmen. Ungleich sind die Continente, wie schon ein blosser Blick auf den Erdglobus lehrt, auf der Erde vertheilt. In der nördlichen Halbkugel verhält sich das Land zum Wasser, wie 11 zu 14, auf der südlichen wie 1 : 9. Diese Ungleichheit wird noch grösser, wenn man einen Punkt unter 40° südl. Breite und etwa 220° östl. Länge (von Ferro) zum südlichen Erdpol macht. Die südliche Halbkugel ist alsdann fast ganz mit Wasser bedeckt und nur etwa 1/25 derselben ragt aus demselben als Land hervor, während die nördliche in der vorher angegebenen Stellung der Erdaxe eben so viel Land als Wasser enthält.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Von dem Meere in ihren Umgrenzungen mannigfach eingeschnitten und zerrissen, steigen die Erdtheile wie grosse Inseln theils allmählig und terrassenförmig, theils plötzlich und wie hohe Mauern aus den Fluthen hervor, erheben sich zu kleineren, oder grösseren Unebenheiten, hier zu Landrücken und Hügeln, dort zu Hochebenen und Bergen, die aneinandergekettete Gebirge bilden. An die Hochebenen lehnen sich in der Regel Tiefländer; die Berge und Berggruppen werden durch Thäler von einander geschieden.

§ 12.

Asien, der grösste Continent auf der östlichen Halbkugel, dessen Areal allein 800000 Quadratmeilen umfasst, und von dem Europa (155000 □ Meil.) und Afrika (550000 □ Meil.) wie zwei grosse Halbinseln auslaufen, erhebt sich im Innern zu einem ausgedehnten Hochlande, das, als Ganzes genommen, eine Höhe von 3 — 4000 Fuss erreicht. Grosse Gebirgsketten nehmen rund herum, wie Nebenwurzeln von der Hauptwurzel, hier ihren Ursprung und tauchen mit ihren äussersten Enden fast nach allen Seiten hin in das Meer. Das Hochland steigt vom 32° nördl. Breite aus der Ebene Hindustan's in 3 grossen, auseinander gerückten Stufen auf. Die vordere Stufe erreicht nur eine Höhe von 2200′ über der Ebene. Eine Reihe von Längenthälern, parallell der Hauptrichtung des Gebirges, scheidet die vordere Stufe von der folgenden. Die Höhe derselben schwankt zwischen 3200′ und 8400′. Die höchsten Punkte erheben sich am Nord- und Südrande dieser Stufe, die in ihrer Mitte eine Art von Mulde bildet. Die dritte Stufe bildet die Kammhöhe des Himalaya-Gebirges durchschnittlich zu 14000′ Höhe. Auf dieser Kammhöhe erheben sich endlich die höchsten Berggipfel der Erde, der Dhavala-Giri (weisser Berg) von 26000′ und Tschumulari 25000′. Diese gewaltige Felsenmauer dient dem Hochlande zum Fundament. Sie geht von den Grenzen Afghanistans ununterbrochen, immer gleich gross, gleich mächtig, anfangs südöstlich, dann östlich bis zu den chinesischen Grenzen durch 20 Parallelgrade, oder 370 deutsche Meilen Länge hin und ist fast 5 mal so lang wie die Pyrenäen-Kette. Durchschnittlich ist diese Mauer 45 deutsche Meilen dick. Auf dem südlichen Abhange liegt ihre Schneegrenze 11700 Fuss hoch, 3960 Fuss tiefer als auf dem nördlichen Abhange des hohen Randgebirges. (Wahrscheinlich strahlen die Flächen des Hochlandes auf diesem Abhange Wärme aus, welche als die Ursache

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dieser höchst merkwürdigen Erscheinung anzusehen ist.) Der nördliche Rand des Hochlandes ist das Gebirgssystem des Altai und grenzt es gegen das grosse Tiefland von Sibirien ab. Zwischen dem Himalaya einerseits und dem Altai anderseits liegt das Tafelland von Hochasien, das jedoch nicht als eine zusammenhängende Hochebene zu denken, sondern mehrfach von Gebirgszügen durchschnitten ist, unter denen der Kuen-lün und Thian-schan, welche beide mit dem hohen südlichen und nördlichen Rande des Hochlandes mehr oder weniger parallel laufen und drei Plateaux abgrenzen, hervorzuheben sind. Zwischen dem Himalaya und dem Kuen-lün breitet sich das Plateau von Tübet, ein wahres Alpenland, aus, das 9500′ hoch, zufolge der strahlenden Wärme noch auf Höhen von 1500′ Gerste erzeugt; zwischen dem Kuen-lün und Thian-schan, die hohe Tartarei und zwischen dem Thian-schan und dem Altai das Tafelland der Dschungarei. Der Thian-schan verflacht sich in die, von SW. nach NO. streichende, Wüste der Gobi. Im Osten grenzt gleichfalls unter dem 140° w. Länge ein solches Randgebirge, der Khinggan-Ola, Central Asien gegen das chinesische Tiefland und gegen Westen der Bolor Tagh und das Alpenland von Turkestan gegen das Tiefland von Turan ab. Gegen Süd Westen lehnt sich an Hochasien das kleinere persische Hochland von 2 — 2500 Fuss Höhe. Den Nordrand desselben bildet der Hindu-kuh, jenseit welches Gebirges sich das caspische Tiefland und das Tiefland von Turan ausdehnt. Im NW. laufen vom persischen Hochlande zwei Arme aus, das Tafelland von Armenien und Anatolien, oder das Hochland von Kl. Asien; gegen SW. fällt es plötzlich in das arabisch-syrische Tiefland und im Süden steil zum Meere ab. Die Halbinseln, in welche der Süden und Süd-Westen Asiens sich spalten, haben kleinere Hochflächen, wie Dekan und Arabien, beide in der Form eines Dreiecks. — In Asien ist das Hochland vorherrschend, und es verhält sich der Raum, den die asiatischen Hochländer zusammen einnehmen, gegen den der asiatischen Tiefländer etwa wie 2 : 1 (1⅘ : 1.)

§ 13.

Auch in Afrika tritt das Hochland sehr mächtig auf. Ein Hochland, in seiner Ausdehnung noch grösser, als Central-Asien, nimmt fast den halben Erdtheil vom 10° nördl. Breite bis zum Cap der guten Hoffnung (34° südl. Breite) ein, (eine Strecke, wie vom Nordkap bis an die Nordküste von Afrika,) dieses

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

grosse Tafelland ist uns aber eine wahre terra incognita. Nur so viel weiss man, dass es im Osten von einem Randgebirge (Lupata) getragen wird, dessen vielfache Verzweigungen unbekannt sind, und im Süden in den Tafelberg, an dessen Fusse sich die Capstadt ausbreitet und in eine hohe, 120 deutsche Meilen lange, von Westen nach Osten hinziehende, Küste zu endigen scheint. Nur wenige Flächen bietet dieser Küstenstrich dar und landeinwärts steigt das Land in zwei bis drei grossen Stufen, deren vordere Wand Bergreihen bilden, aufwärts zum Hochlande.

In SW. jenseit des Winterhoeksbergs, von 6000′ Höhe, ist die Fläche der grossen Karroo, begrenzt durch das Nieuweveld-Gebirge, welches zugleich das Tafelland Süd-Afrika's 2 — 3000′ hoch, von dem der Karroo trennt. Weit und breit dehnen sich nach NO. Ebenen (Sandwüsten) aus, die nur von Hügelreihen durchschnitten werden. Vom 25½° südl. Breite erheben sich Berge in majestätischer Grösse, und östlich unter dem 26° südl. Breite zieht sich das Kaschan Gebirge, das in Grossartigkeit der Formen mit den Alpen verglichen wird. Auf der Ostseite dieses Gebirges dehnen sich wiederum ungeheure Ebenen aus. Unter dem Wendekreise des Steinbocks muss man, von der Küste kommend, eine Bergkette übersteigen, in welcher der Taos, ein Gipfel derselben 4000′ hoch über der Ebene liegt. Jenseit derselben breitet sich eine Hochebene aus. Vom 20° südl. Breite bis zum Aequator steigt man über, mit der Küste parallele, Bergzüge zum Hochlande auf. 12 deutsche Meilen von der Mündung des Congo-Stromes erheben sich, nach Douville's Angabe, die ersten Höhen, (3000′,) und etwas über 15 deutsche Meilen von der Küste erreicht man das Plateau, welches 4500′ hoch ist. Dieses Hochland erstreckt sich in südöstlicher Richtung über fünf Längengrade weit ins Innere von Afrika. In der Bucht von Biafra bildet das Tafelland von Afrika einen nordwestlichen Vorsprung. Berge über Berge thürmen sich hier auf, und unter diesen die Cameruns-Berge. In gewaltigen Pyramiden steigen sie über die nahe Meeresfläche empor und stehen an Höhe den höchsten Alpengipfeln nicht nach. Man vermuthet, dass dieses Hochgebirge sich mit dem Gebirgen Kong verbinde und auf diese Weise die eigentliche NW. Ecke des grossen Tafellandes von Afrika bilde. Etwa 120 deutsche Meilen nordöstlich von diesem Vorsprunge unter 10° nördl. Br., erhebt sich über die Ebene Mandara gleichfalls

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

in kühnen Formen ein Gebirge, das, anfänglich nur 2500 — 4000′ hoch über der Ebene, weiter nach Süden aber nadelförmige Spitzen der Alpen zeigt. Ganz Nord-Guinea und Senegambien ist ein Bergland, und einzelne Gipfel in demselben erreichen eine Höhe von 3000 Fuss. Dieses Bergland fällt zuletzt gegen die Sahara in steilen Wänden ab. Im Süden der Sahara bildet Sudan, etwa 1000′ bis 1200′ hoch, die erste Stufe des Tafellandes. Wie im Westen, so scheint auch im Osten das Plateau von Afrika in eine Ecke, die an Grösse und Mächtigkeit der erstern nicht nachsteht, zu endigen. Es ist das Tafelland von Abessinien. Unter dem 15½° n. Br. steigt dasselbe gleichsam aus dem rothen Meere in dem Gedam als eine gewaltige Felsenmauer 5000′ auf und erreicht in terrassenförmigen Absätzen ziemlich steil, in kaum zehnstündiger Entfernung von der Küste, eine Höhe von 8000 — 9000′ über dem Meere. Das eigentliche Plateau bildet Dembea und die Ebene des Zana-Sees, welches in NO. von einem hohen Randgebirge, dem Simen, das in seinen höchsten Gipfeln eine Höhe von 14000 Fuss erreicht, und in SW. vom Hochgebirge in Godscham begrenzt wird. Im N. fällt Afrika in dem Hochlande von Barka 1800′ und der Berberei, durchschnittlich 2000′ hoch, welches sich an den kleinen und grossen Atlas lehnt, zum mittelländischen Meere ab. Zwischen dem grossen südlichen Tafellande und diesen Hochländern breitet sich das ungeheure Sandmeer der Sahara, 900 — 1000′ über dem mittelländischen Meere aus, das zwischen jenen beiden Hochländern aber als Tiefland zu betrachten ist. — Die Raumverhältnisse des Hochlandes zum Tieflande sind in Afrika nahe wie 2 : 1.

§ 14.

In Europa ist das Tiefland vorherrschend; nur einzelne kleine Hochebenen, in die sich Gebirgszüge verflachen, treten hier und da hervor. Der ganze südliche und südwestliche Theil von Europa ist Gebirgsland, welches durch einen langen Gebirgszug, gebildet aus kleineren, von NW. nach SO. sich erstreckenden, Gebirgketten von dem nordöstlichen Tieflande getrennt wird. Diese grosse Gebirgkette beginnt mit dem Teutoburgerwald, setzt sich in dem Harz, Erzgebirge, Riesengebirge, den Sudeten, Karpathen fort, theilt sich dort in zwei Arme, von denen der eine in die uralische, karpathische Landeserhöhung sich verflachend durch das südliche Russland

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

zum Ural hinübergeht und an die Obtschey Syrt sich schliesst, der andere in dem siebenbürgischen Erzgebirge durch den Hämus hinüber nach Asien zieht. In dem gebirgigen Europa bilden die Alpen den grössten Gebirgsstock, die Karpathen und der Hämus im Osten, die Pyrenäen und die Sierra Nevada (im südlichen Spanien) im Westen kleinere Gebirgsstöcke. Wie der Himalaya in das Tiefland von Hindustan, so fallen die Alpen gegen Süden schroff und steil in das Tiefland des Po und in das mittelländische Meer, und breiten sich gegen Norden zunächst in die kleine bairische Hochebene aus, die eine Höhe von 1600 Fuss über dem Meere hat, und senken sich von da allmälig zur Nord- und Ostsee. Diese allmälige Abdachung wird aber, wie Hoch-Asien, von einzelnen Gebirgszügen unterbrochen. Auch an die Karpathen lehnt sich ein kleines Hochland, die Hochebene von Telecza, etwa 1000 Fuss hoch; im südöstlichen Frankreich erhebt sich die provençalische Hochebene zu 1200 Fuss, und in Spanien die castilische Hochebene, die höchste in Europa, welche sich an die Pyrenäen legt, im Osten schnell zum mittelländischen Meere, im Westen allmälig zum atlantischen Ocean fällt. — Schwedens Gebirge breitet sich im Osten in seiner ganzen Längenerstreckung zu einem schmalen Ptateau aus. — Das Tiefland Europas verhält sich zum Gebirgslande, dem Raume nach, wie $2^1/_2 : 1$.

Der australische Continent, (von 120000 □ Meilen Areal) dessen früherer Zusammenhang mit Asien unverkennbar ist, charakterisirt sich durch seine einförmigen Küstenumrisse und seine eigenthümliche Natur im Innern. Nicht ein, überall steil zum Meere abfallendes, Hochland, sondern Bergketten, Plateaux, Hochthäler, auf die mannigfaltigste Weise und rasch mit einander abwechselnd, scheinen das, uns noch unbekannte, Innere dieses Erdtheils auszumachen.

§ 15.

Amerika, nächst Asien der grösste Continent von 750000 □ M. Areal, durch seine gewaltige Längenerstreckung von N. nach S. fast durch alle Zonen, von der nördlich kalten, wo es in der Insel Grönland vielleicht von dem eisigen Nordpole selbst ausgeht, bis tief in die südlich gemässigte Zone, steht im höchsten Gegensatze zum östlichen Continente, der mit seinen östlichen und westlichen Enden fast um die ganze Halbkugel von Osten nach Westen sich krümmt. Die eigentliche Gestalt von Amerika wird durch

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die Anden bedingt, eine fast ununterbrochene Kette von Gebirgen und kleinen Hochebenen, welche der 1750 geogr. Meilen langen Westküste folgen, und auf der einen Seite fast unmittelbar aus dem stillen Ocean, auf der andern aus einer wenig über den atlantischen Ocean erhobenen Ebene zu einem, an manchen Stellen 60 Meilen breiten, sehr zerrissenen, steilen Gebirgsgrat emporsteigen, der von 16000 Fuss bis auf einige hundert Fuss Höhe sich herabsenkend, mit zahllosen, eine deutsche Meile und darüber, hohen Spitzen gekrönt ist. Zwei grosse, durch ihre Längendimensionen überwiegende Tiefländer, lehnen sich in Gestalt zweier Halbinseln an diesen Gebirgsrücken. Aus dem Tieflande von N. Amerika, das vom mexicanischen Meerbusen bis zum nördlichen Eismeere sich erstreckt, erheben sich die Apalachen, und aus dem Tieflande von Süd-Amerika, von Caracas bis Patagonien sich ausbreitend, die 4000′ hohe Kette von Caracas, das Hochland von Parime (an der Küste des atlantischen Meeres) und das Hochland von Brasilien von 2000 Fuss Höhe. — In Süd-Amerika verflacht sich der Kamm der Anden zu drei kleinen Plateaux, dem 12000 Fuss hohen Plateau von Bolivia, dem 50 Meilen langen, 20 Meilen breiten und 8000 Fuss hohen Plateau von Bogota und der Hochebene von Quito von 8 — 10000 Fuss Höhe. Die Anden von N. Amerika beginnen mit dem 5 — 8000 Fuss hohen Plateau von Mexico, das sich 300 Meilen fast ohne Unterbrechung gegen Norden hin ausdehnt. In Süd-Amerika übertrifft der Flächenraum des Tieflandes fast das Vierfache des Hochlandes, dagegen kommt in Nord-Amerika das Areal der Gebirgsländer sehr nahe dem Flächenraum der Stufenländer und Tiefländer gleich.

Dieselbe Oberflächengestalt, welche das aus dem Meere hervorragende Festland darbietet, scheint dem, durch das Meer verdeckten Theil der Erdoberfläche, gleichfalls eigen zu sein. Denn die Inseln, unter denen Borneo (von 14000 □ Meilen Areal) die grösste ist, müssen als Theile von Hochebenen, Gebirgskämmen, als Berggipfel, deren Fuss tief in den Meeresgrund hinabsteigt, und die nur mit ihren höchsten Punkten über den Meeresspiegel hervorragen, betrachtet werden. Sie können uns daher nicht anders erscheinen, als die Berggipfel und Gebirgskämme, die von einer bedeutenden Höhe gesehen, des Morgens inselartig aus dem, Thal und Ebene überdeckenden, Nebel hervorragen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

§ 16.

Die Massen, aus denen das Festland, und auch wohl die ganze Erdoberfläche, wenn wir uns das Wasser auf derselben wegdenken, besteht, sind verschiedene Gesteine, die in Adern und Gängen (breiten Adern) Metalle, theils rein, theils als Erz, enthalten, und überall, wo sie nicht zu Tage ausgehen, entweder von Pflanzenerde, aus verwesten, vegetabilischen Substanzen erzeugt, mit Sand, Lehm und erdigem Kalk gemengt, oder von den letzteren allein bedeckt sind. Sand, Lehm und erdiger Kalk sind aber, wie wir in der Folge sehen werden, verwitterte oder zerfallene Gesteinmassen.

Viele dieser starren Massen liegen in Schichten von verschiedener Dicke übereinander, deren Lage entweder eine wagerechte, oder eine gegen den Horizont geneigte, oder eine mehr verticale ist. Die letzteren erscheinen alsdann wie aufgerichtet; andere dagegen sind ungeschichtet und zeigen in ihrem Innern eine auffallend verschiedenartige, meist krystallinische Structur; noch andere stehen in Rücksicht ihrer Lagerung und innern Structur zwischen jenen beiden. Die geschichteten Erd- und Steinmassen bestehen im Wesentlichen aus Sand, Thon und Kalk. Der Sand, entweder allein, oder mit Thon und Kalk vermengt, ist nicht lose, sondern durch einen Kitt zu einem festen Gestein, Sandstein genannt, verbunden; eben so ist der Thon meistens eine feste Masse, und der Kalk in seinen mächtigen Lagern erscheint als Felsmasse. Alle diese geschichteten Gesteine schliessen mehr oder weniger Ueberreste organischer Wesen, Versteinerungen, ein, welche in den ungeschichteten Gesteinmassen gänzlich fehlen.

In allen Erdtheilen, so weit sie vom Menschen erforscht sind, zeigen sich im Allgemeinen die geschichteten Gebirgsmassen als dieselben und lassen sich in sieben Hauptgruppen bringen, welche von der Oberfläche nach der Tiefe zu folgende sind:

I. Die Geröllegruppe. (Tab. I. Fig. 1.) Zu dieser Gruppe gehört der Schuttboden, welcher die oberste Decke der Erdoberfläche ausmacht. Er besteht zum Theil aus Trümmerstücken oft sehr fern gelegener Felsenmassen, zum Theil aus aufgelösten Steinen, wie aus Sand, Lehm, Thon u. s. w., oder, nach Ehrenbergs Entdeckung, aus 20 bis 70 Fuss mächtigen Schichten kleiner Kieselpanzer von Thieren, die dem unbewaffneten Auge unsichtbar sind und die an manchen Orten selbst noch lebend

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

darin angetroffen werden. In diesem Schuttboden findet man die Knochen von grossen Vierfüssern, von Elephanten, Mastodonten (den Elephanten ähnliche Dickhäuter mit höckrigen Backenzähnen, die in der jetzigen Schöpfung nicht mehr vorkommen); ferner von Nashörnern, Nilpferden, Tapiren, Wallrossen, Wallfischen, von einem riesigen Faulthiere, vom Gürtelthiere, Biber, von Pferden, Ochsen, Hirschen, Bären, von einem grossen Hunde, von Hyänen, Löwen u. s. w. Die Geröllegruppe bildet niedrige Hügelreihen von 100 bis 1000 Fuss Höhe.

II. Die Molassegruppe, (Tab. I. Fig. 1.) eine sehr verbreitete Formation, die besonders reich an organischen Ueberresten ist, an Land-, Süsswasser- und Meergeschöpfen, wie an Knochen von Elephanten, Rhinoceros, Nilpferden, Tapiren, Pferden, Hirschen, Antilopen, Hasen, Ebern, Hyänen, Füchsen, ferner von hühnerartigen Vögeln, Landschildkröten; ausser diesen finden sich in derselben Zähne vom Hai, und Knochen von Seehunden, Wallrossen, und zahllose Muschelschalen und Schneckengehäuse. Die oberen Schichten dieser Gruppe bestehen aus Grobkalk, der sich bald als sandiger Kalkstein, bald als kalkiger Sandstein, oder loser Sand, darstellt und mit zahllosen Schalthierresten des süssen Wassers erfüllt ist. Dieser Grobkalk z. B. bildet den Boden und die Umgegenden von Paris. Tiefer, mithin auch früher entstanden, oder älter, als der Grobkalk, ist die eigentliche Molasse, die sich z. B. am Rande der Alpenkette in ziemlicher Ausdehnung findet; sie besteht aus einem bläulichgrauen, grünlichen, oder gelblichen, feinkörnigen Sandstein von kalkigem oder thonigem Bindemittel, der mit der Nagelflue, einem oft sehr grosskörnigen Conglomerate von Kalksteingeschieben, in der Lagerung abwechselt. In den tiefsten Lagen enthält die Molasse Braunkohlenschichten, in denen Säugethierknochen und Süsswassermuscheln sich vorfinden. — Auch die Molasse bildet Hügellandschaften, die indessen an einzelnen Punkten, wie die Nagelflue des Rigi am Vierwaldstädter See, zu einer Höhe von 6000 Fuss ansteigen kann.

III. Die Kreidegruppe. (Tab. I. Fig. 1.) Sie besteht aus folgenden Schichten: erdige, weisse Kreide, die Feuersteinknollen in Lagen führt; unter dieser liegt ein lichter Kalkstein mit kleinen, grünen Punkten (Grünerde), dann Quadersandstein, gleichfalls reich an kleinen grünen Punkten, daher auch Grünsand genannt, hierauf ein zäher, brauner Thon, Wälderthon

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

genannt, und unter diesem ein eisenschüssiger Sandstein. In diesen Schichten sind eingeschlossen die Reste vieler Korallen, Strahlthiere, vieler Muscheln, Schnecken, Krebse, Fische, (Welse) Krokodile, Eidechsen, Schildkröten. Es finden sich aber in denselben nicht mehr die Knochen von Vierfüssern und Vögeln, wohl aber Blätterabdrücke von Bäumen, die unseren jetzigen Platanen nicht unähnlich waren, von Farrn, Algen u. s. w. — Wellenförmiges Land, oder niedrige Plateaux von 100 — 1000 Fuss Höhe, sind in der Regel die Formen, welche die Aussenseite dieser Gruppe charakterisiren.

IV. Die Juragruppe. (Tab. I. Fig. 1.) Sie hat ihren Namen vom Juragebirge, das als Repräsentant dieser Gruppe anzusehen ist, und ist eine sehr verbreitete Formation. In der Schweiz steigt sie zu Höhen von 860 — 5160 Fuss (über dem Meere) an. Auch in dieser Gruppe fehlen die Ueberreste von Säugethieren und Vögeln, und nur Knochen von Schildkröten, Krokodilen (mit schwanenartigen Hälsen,) Abdrücke von Fischen (Heringen, Hechten,) Spuren von Insekten, Krebsen, Würmern und zahllose, spiralförmig gewundene Kalkgehäuse der Ammoniten, (unseren Tintenfischen und Nautilen ähnliche Geschöpfe,) oft von der Grösse eines kleinen Wagenrades, ferner Belemniten (gewöhnlich Donnerkeile genannt) werden darin angetroffen. Aus dem Pflanzenreiche finden sich, unter anderen Ueberresten, Zapfen von Nadelhölzern, Farrnkräuter, Schachtelhalme u. s. w. — Diese Gruppe zählt von oben nach unten vier Hauptglieder, welche folgende sind: 1) der lithographische Stein, ein schiefriger Kalkstein. Da, wo der lithographische Stein fehlt, endigt die Juragruppe, wie in England, mit dem Oxfordthon, einem zähen, blaugrauen Thon und dem Korallenkalk, so genannt nach den vielen Korallen, die ihn grösstentheils ausmachen, und dem Portlandkalk, einem erdigen, bisweilen sandigen, oder auch rogensteinartigen Kalksteine; 2) der untere Oolith, ein Kalkstein, in dem kleine Körner sich finden, welche früher für Fischeier gehalten wurden, und daher auch den Namen Rogenstein erhalten hat. Diese Körner sind aber wahrscheinlich kleine Schalenthierchen gewesen; 3) der Lias. Dieses Glied umfasst einen feinkörnigen, wenig festen, weissen, gelben, rothen Sandstein (Liassandstein), einen dünn- und ebenschiefrigen Mergelthon (ein inniges Gemenge von Kalk, Thon und Sand), Liasschiefer, und den eigentlichen Liaskalkstein, einen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dunkelgrauen bis braungefärbten, mergligen Kalkstein, 4) der Keuper, welcher, bestehend aus einem grauen, glimmerreichen Sandsteine und bunt gefärbten Mergel, der ganzen Juragruppe zum Grunde liegt. — Die Juragruppe in ihren verschiedenen Unterabtheilungen bildet parallel neben einander hinlaufende Bergketten, oder langgestreckte Plateaux, die in der Regel, wie Bergketten, aus der Ebene steil aufsteigen.

V. Die Gruppe des bunten Sandsteins, (Tab. I. Fig. 1.) welche man auch wegen der in dieser Gruppe eingeschlossenen Salzlager, Salzgruppe nennen könnte. Das unterste Glied derselben bildet das Rothliegende, ein Conglomerat von Trümmerstücken verschiedener Felsarten, als: Feldsteinporphyr, Granit, Syenit, welches zuweilen versteinerte Palmenstämme enthält. Auf dieses folgt der Kupferschiefer, ein schwarzer Mergelschiefer, mit fein vertheilten Kupferkiespunkten, vielen Fischabdrücken, die meistens eine gekrümmte Lage haben, und sparsamen Pflanzenabdrücken; dann folgt ein meist feinkörniger, rother, oder weisser und an Versteinerungen reicher, thoniger Sandstein, (bunter Sandstein.) Auf diesem Sandsteine liegt der Muschelkalk, reich an Ueberresten von Schalthieren, Strahlthieren und den räthselhaften Enkriniten, welche einer Lilie gleich auf einem oft 12 Fuss langen Stengel sich ausbreiteten und Meeresgeschöpfe waren. An manchen Orten beginnt der Muschelkalk mit einem grauen, thonigen Kalksteine, der wellenförmig geschichtet ist, von Gyps, Thon und Steinsalz häufig begleitet wird und zuweilen in einen grau, gelb oder roth gefärbten Dolomit, (inniges Gemenge von Kalk und Talk) endigt. Im Muschelkalk kommen zuerst die Ueberreste von riesenhaften Eidechsen und Schildkröten vor. Das Rothliegende bildet meistens isolirte Gebirgszüge, aus hohen, steilen Bergen bestehend. In Amerika steigt diese Formation in den peruanischen Anden bis 8800 Fuss, in Quito bis 9600 Fuss über das Meer.

VI. Die Steinkohlengruppe. (Tab. I. Fig. 1.) Das unterste Glied dieser Gruppe bildet ein bald fein-, bald grobkörniger Sandstein von kalkigem, oder kalkigthonigem Bindemittel, der roth, oder braun gefärbt ist, meist ohne Versteinerungen. Dieser Sandstein wird alter, rother Sandstein genannt; auf diesem liegt der Bergkalk, ein dichter splittriger Kalkstein, von dunkelgrauer Farbe, welcher Reste von Schalthieren und Korallen enthält, ausserdem finden sich in ihm, wie in der Kreide, Feuer-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und Hornsteinknollen in parallelen Lagen. Auf den Bergkalk folgt dann die Steinkohlenformation, welche drei Glieder zählt: 1) die eigentlichen Steinkohlen, 2) den Kohlenschiefer, 3) den Kohlensandstein. Die eigentlichen Steinkohlen sind niedergestreckte und umgewandelte grosse Wälder von Palmen, baumartigen Farrnkräuter und Schachtelhalmen, von denen z. B. im Saarbrückschen 150 Flötze, jedes Flötz von 1 — 80 Fuss dick, übereinanderliegen. Ueberreste von Amphibien sind in dieser Gruppe noch nicht gefunden worden, wohl aber von Fischen und Abdrücke von Insekten, Scorpionen und Schalthieren der See. Im Ganzen ist diese Gruppe an Versteinerungen viel ärmer als die vorhergehenden. In England hat die Kohlengruppe eine sehr grosse Verbreitung, steigt dort bis zu einer Höhe von 3000 Fuss, senkt sich tief unter das Niveau des Meeres und hat an manchen Orten eine Dicke von 8000 Fuss. — Die Berge des Kohlensandsteins sind meistens gerundet, die des Bergkalks dagegen spitz, kegelförmig, äusserst wild und pittoresk.

VII. Die Grauwacken-Thonschiefergruppe. (Tab. I. Fig. 1.) Diese ist die unterste der geschichteten und Versteinerungen führenden Gebirgsmassen. In dieser Gruppe wechseln die beiden Hauptglieder, Thonschiefer und Grauwacke, mit einander ab. Beide enthalten nur sparsame Versteinerungen und zwar aus den niedrigsten Thierklassen, wie der Korallen, Schalenthiere und einer jetzt nicht mehr lebenden, krebsartigen Thiergattung (Trilobiten). Ausser diesen finden sich Flossenstacheln von Fischen und Abdrücke von Sumpf- und Küstenpflanzen. Die Grauwacke ist ein grauer Sandstein, der sich von den Sandsteinen der vorhergehenden Gruppen durch ein thonschieferartiges Bindemittel auszeichnet. Die Grauwacke geht häufig in Grauwackenschiefer über. In diesem letztern sind die Schieferungsflächen oft mit Glimmer bedeckt. Der Thonschiefer geht, bei grosser Feinheit, Gleichförmigkeit und gänzlichem Mangel an sandigen Theilen in Dachschiefer über. Die Grauwacke sowohl, als auch der Thonschiefer sind häufig mit Lagern von Kalkstein, Grauwackenkalkstein, verbunden. Die Grauwackengruppe bildet Hochebenen, oder breite Gebirgsrücken, oder einzelne, häufig kegelförmige Berge, die nur an ihrer Basis zusammenhangen. Diese steigen aber selten höher als 2000 Fuss (die Berge am Rhein.) Alle Gebirgsmassen unter der Grauwacke führen keine Versteinerungen mehr, so, dass die Versteinerungen mit der Grauwacke

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

beginnen, die nur Ueberreste der niedrigsten Thier- und Pflanzengeschöpfe enthält; die folgenden Gruppen bis zu der obersten zeigen gewissermassen eine zunehmende Progression, sowohl der Zahl als auch der Vollkommenheit der Geschöpfe, in der Weise, dass die Geröllegruppe Ueberreste aus allen Thier- und Pflanzenklassen aufzuweisen hat. Die versteinerungsleeren Gebirgsmassen, welche zunächst unter der Grauwacke liegen, haben noch eine schiefrige Structur und bilden in dieser Beziehung gleichsam den Uebergang zu denjenigen, deren wesentlichster Charakter das Ungeschichtete und Krystallinische ihrer Masse ist. — Diese schiefrigen, versteinerungsleeren Gebirgsmassen sind: Glimmer-Chlorit und Talkschiefer; sie schliessen sich häufig an den Thonschiefer und gehen an manchen Orten unmerklich in den letztern über.

§ 19.

Die versteinerungsleeren Gebirgsmassen greifen auf die mannigfaltigste Weise in die geschichteten Gebirgsmassen ein, wie in der Figur (Tab. I.) zu sehen ist, und sind: Granit, als dessen Abarten man den Gneis und Glimmerschiefer ansehen kann, dann Syenit, Porphyr, Diorit, Trachyt und Basalt.

Der Granit, ein krystallinisches Gemenge aus Feldspath, Quarz und Glimmer, das vom Grosskörnigen bis zum Feinkörnigen übergeht, bildet nicht nur ganze Gebirge, sondern auch häufig den Kern derselben und ragt dann als Kuppe an den höchsten Punkten über die umgebenden Gebirgsmassen empor. Die hohen Granitberge sind meist schroff, ihre Gipfel spitz und gezakt, ihre Thäler tief, wild und eng; die minder hoch emporragenden haben in der Regel sanfte Umrisse, sind domartig gewölbt, oder rundkuppig; zuweilen bildet der Granit hohe, senkrechte Mauern, selten aber erscheint er in niedrigen Gegenden, oder bildet Hochebenen. Auch füllt der Granit Gänge aus und verzweigt und verästelt sich bisweilen auf kleinen Klüften und Trümmern in anderes Gestein (Nebengestein.) Zertrümmert in grosse Blöcke, in kantige Pfeiler und tafelförmige Massen, findet er sich als Gerölle in Ebenen, in Gegenden, die häufig weit entfernt von seiner ursprünglichen Lagerstätte liegen.

Durch Verwitterung wird der Granit mürbe und zerfällt in quarz- und glimmerreichen Gruss oder Sand, der Feldspath dagegen wandelt sich in Thon um.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Der Gneis, aus denselben Bestandtheilen, wie der Granit gemengt, wird durch abgesonderte Lagen von Glimmerblättchen dünn- bis dickschiefrig. Auch der Gneis bildet ganze Gebirge und lehnt sich häufig an hervorspringende Granitmassen, ragt aber selten in steilen und spitzigen Gipfeln hervor. Seine Bergzüge sind langgestreckt, zusammenhängend, abgerundet und erscheinen mehr wellenförmig. Der Gneis steigt nicht zu so ausserordentlichen Höhen, wie der Granit, an. In den Alpen und Anden erreicht er eine Höhe von 7800 — 8400 Fuss. Verwittert, zerfällt er allmälig zu glimmerreichem und sandigem Thon.

Mit dem Gneis wechselt häufig der Glimmerschiefer, der, aus Quarz mit überwiegendem Glimmer gemengt, gleichfalls ausgedehnte Berge und Bergebenen zusammensetzt, und in den Alpen bis 13800 Fuss ansteigt. Mit dem Glimmerschiefer ist der Thonschiefer, der ausgedehnte Hochebenen bildet, verwandt. Nur da, wo tiefe Thäler die Thonschiefermassen durchschneiden, zeigen sich hohe, steile, seltsam geschichtete Wände, mit zackigen, überhängenden Massen. In den Anden erheben sich die Thonschiefermassen bis zu 12000 Fuss Höhe.

Der Feldsteinporphyr, eine dichte, mit mehr oder weniger Quarz innig gemengte, Feldspathmasse, in der Feldspath- und häufig auch Quarzkrystalle eingeschlossen sind, bildet selten zusammenhängende Bergketten, sondern mehr einzelne, fast unübersteigliche Kegelberge, die sich durch ihre grotesken Formen auszeichnen. In den Alpen erhebt er sich bis zu 4200 Fuss Höhe. Er verwittert um so leichter, je weniger Quarz in ihm enthalten ist, und verwandelt sich zunächst in Thonporphyr, dann in Porzellanerde, oder Thonerde.

Der Syenit, gemengt aus rabenschwarzer, oder graulich-schwarzer Hornblende und Feldspath, vom Grobkörnigen bis zum Feinkörnigen, erhebt sich in hohen Rücken über die Hochebenen der Schiefergebirge und in der Andenkette zu einer beträchtlichen Höhe. Der Syenit verwittert langsam und zerfällt zuletzt in Gruss und Thon.

Diorit, ein krystallinisches grob- bis feinkörniges Gemenge von schwärzlich-grüner, oder grünlich-schwarzer Hornblende und Albit (eine Feldspath ähnliche Masse,) bildet einzelne, meist flache Hügel, pyramidenförmige, abgestumpfte Gipfel, klippenförmige Abhänge. Zuweilen steigt er treppenartig an, woher er auch den

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Namen Trapp (von dem schwedischen Worte Trappa, Treppe) erhalten hat.

Der Trachyt, aus Feldspath von meist graulich weisser, oder aschgrauer Farbe bestehend, feinkörnig bis erdig, mit grösseren Feldspathkrystallen, bildet grosse, glockenförmige Berge, stockförmige Massen und Gänge in anderen Gebirgsarten. Die Trachytberge erheben sich gewöhnlich über Granit, Syenit und Porphyr; ihre Thäler sind steil und schroff; ihre Gipfel meistens spitz, oder eben und in der Mitte dann kraterartig eingesenkt. Die Trachytmassen scheinen die Spitzen der höchsten Berge zu bilden. Das Plateau von Quito (9000 Fuss hoch) ist ein Trachytgewölbe, und der Chimborazo, welcher von diesem Plateau aufsteigt, ein Trachytberg. — Bei der Verwitterung schälen sich die Feldspathkrystalle leicht heraus und die übrige Masse verwandelt sich zuletzt in gelblichgraue Erde.

Der Basalt, ein bläulich schwarzes, dichtes Gestein, und charakterisirt durch seine säulenförmige, massige Absonderung, ist gemengt aus Augit, Labrador und Zeolithen, und bildet einzelne, kegelförmige Berge mit kraterartigen Vertiefungen auf der Spitze, die häufig mit Wasser angefüllt sind, oder setzt kleine Gebirgsmassen zusammen, selbst kleine Plateaux, oder steigt in mauerförmigen Kämmen auf. Der Basalt verwittert nur sehr langsam.

§ 18.

Alle diese genannten Felsenmassen, sowohl die geschichteten, als auch ungeschichteten sind an der Oberfläche im Mittel $2^{66}/_{100}$ dichter als das Wasser.* Tiefer, als 1513 engl. Fuss, (so tief geht nämlich das Kohlenwerk von Monkwearmouth in England) unter das Niveau des Meeres ist der Bergmann in die Erde nicht gedrungen, und man ist daher nicht im Stande über die Dichtigkeit der inneren Erdmassen, die ohne Zweifel wegen des Druckes der oberen grösser sein muss, direkte Abwägungen anzustellen. Indessen giebt es noch verschiedene andere Wege, auf denen man indirekt zur Kenntniss der mittlern Dichtigkeit der gesammten Erdmassen gelangen kann, die aber hier auseinanderzusetzen zu weit führen würde. Nur so viel, dass mittelst eines

* Setzt man nämlich die Dichtigkeit des reinen Wassers = 1, so ist die Dichtigkeit des Granits $2^5/_{10}$ bis 3, des Kalks $2^7/_{10}$ — $3^1/_{10}$, des Prophyrs $2^4/_{10}$ — $2^8/_{10}$, des Thones 2 — $2^4/_{10}$, des Sandes und Kiesels $2^6/_{10}$.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Pendels in der Nähe grosser Felsenmassen und zwar durch dessen Ablenkung von seiner senkrechten Richtung, die durch die Anziehung der Felsen bewirkt wird, die mittlere Dichtigkeit der Erdmassen gefunden worden ist. Man beobachtet nämlich, welche Ablenkung das Pendel durch die Nähe eines grossen Berges erfährt, bestimmt alsdann das Volumen und specifische Gewicht der Massen, die den Berg zusammensetzen, welches durch directe Abmessungen und Abwägungen geschieht. Aus dem kleinen Winkel, den das Pendel in dieser Abweichung macht, lässt sich die Anziehungskraft des Berges berechnen, und diese, verglichen mit der des Erdballs, welche aus dem Falle der Körper bekannt ist, führt zu dem Verhältnisse der Bergmasse zur gesammten Erdmasse. Da nun die Dichtigkeit eines Körpers gefunden wird, wenn man seine Masse durch sein Volumen dividirt, so ergiebt sich die Dichtigkeit der Erde, wenn man die gefundene Erdmasse durch ihr Volumen dividirt. Maskelyne* und Hutton fanden auf diese Weise die mittlere Dichtigkeit zu $4^{713}/_{1000}$, d. h. die Erdkugel ist $4^{713}/_{1000}$ mal dichter als ein gleich grosser Wasserball. — Cavendish † fand die mittlere Dichtigkeit der Erde zu $5\frac{1}{2}$. Das Gesammtgewicht ist nach dieser letzteren (mittleren) Dichtigkeit = 13 Quadrillionen Pfund. Hiernach beträgt die Dichtigkeit der Massen, welche die Oberfläche des Festlandes und des Seebodens ausmachen, ungefähr die Hälfte der mittlern Dichtigkeit der

* Maskelyne und Hutton stellten im Jahre 1774 — 1776 Beobachtungen dieser Art zu beiden Seiten des Berges Shehallien in Schottland, in der Grafschaft Perth, an. Der Berg besteht aus Quarz, Glimmerschiefer und altem Kalkstein. Die Ablenkung des Pendels betrug 11,6 Sekunden. Setzt man die Wirkung der Erde als Einheit, so ist die Wirkung des Berges auf das Pendel = Tg 11''.6 = $^1/_{17787}$, welcher Bruch wegen der Abnahme der Schwere nach dem Aequator corrigirt = $^1/_{17804}$ zu setzen ist. Dieser Bruch hätte aber = $^1/_{9900}$ sein müssen, wenn die Dichtigkeit des Berges und der Erde gleich gewesen wäre, mithin war die Erde in dem Verhältnisse von 17804 : 9900 dichter als der Berg u. s. w.

† Cavendish suchte mit Hülfe der Drehwage die Dichtigkeit der Erde zu ermitteln. Er berechnete nämlich aus den Massen, die erforderlich waren, um die Nadel, die an ihren Enden gleich schwere Kugel trägt, mit einer gewissen Geschwindigkeit schwingen zu lassen und aus der Vergleichung dieser Schwingungen mit der eines Pendels, welches blos vermöge der Schwerkraft schwingt, die Anziehungskräfte. Da nun auch das Volumen der Massen und das der Erde bekannt war, so konnte man hieraus einen Schluss auf ihre beiderseitigen Dichtigkeiten machen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Erde. Daraus folgt, dass die Dichtigkeit gegen den Mittelpunkt der Erde hin mehr als $5\frac{1}{2}$ des Wassers betragen müsse ($8\frac{8}{10}$ — $11\frac{4}{10}$), wenn die Erde im Ganzen jene Dichtigkeit haben soll. Nehmen wir an, dass die Massen von der Oberfläche nach der Tiefe gleichmässig dichter werden, so würde die mittlere Dichtigkeit von $4\frac{713}{1000}$ etwa 200 Meilen unter der Erdoberfläche anzunehmen sein.

Auch in Hinsicht der Dichtigkeit steht die Erde zum Monde, der Sonne und zu den übrigen Planeten eigenthümlich da. Denn die mittlere Dichtigkeit der Mondesmasse ist 3 des reinen Wassers, die Dichtigkeit der Sonnenmasse ungefähr $1\frac{3}{10}$, die Dichtigkeit der Merkursmasse $8\frac{1}{4}$. Die Dichtigkeit der Venusmasse beträgt etwas mehr als die der Erde, die Dichtigkeit der Masse des Mars nahe 5, die Dichtigkeit der Jupitersmasse nahe $1\frac{3}{10}$, also fast eben so viel, wie die der Sonne, die Dichtigkeit der Masse des Saturns ungefähr $\frac{7}{10}$ des reinen Wassers, also nicht so dicht, wie das Wasser und würde mithin auf dem irdischen Wasser schwimmen, endlich die Dichtigkeit der Uranusmasse nahe $1\frac{3}{10}$, also auch gleich der des Jupiters und der Sonne.

§ 19.

Die Wärme der Erdoberfläche nimmt von der Oberfläche nach der Höhe zu so ab, dass bei 600 Fuss Höhe die Wärme nur 1 Grad geringer wird, dagegen nimmt die Wärme von der Oberfläche nach der Tiefe schon bei 100 Fuss um 1 Grad zu, und zwar von jedem Punkte der Erdoberfläche, mag er hoch, oder niedrig über dem Meeresspiegel liegen, während die Abnahme der Wärme nach oben von dem Meeresniveau zu rechnen ist. Hat ein 3000 Fuss hoher Berg auf seinem Gipfel 2 Grad Wärme und an seinem Fusse 10 Grad, so wird im Innern des Berges und zwar auf gleichem Niveau mit dem Fusse, eine Temperatur von $2 + \frac{3000}{100} = 32$ Grad sein. Bei Bergen von 10 — 12000 Fuss Höhe kann daher die Hitze in Tiefen, die selbst noch über dem Meeresniveau liegen, den Siedegrad des Wassers erreichen, worin denn auch die heissen Quellen der Erde zum Theil ihre Erklärung finden möchten. Würde die Wärme aber in dem Maase nach der Tiefe zunehmen und nach der Höhe abnehmen, wie dies wirklich dicht unter und dicht über der Erdoberfläche der Fall ist, so würde das Centrum der Erde eine Hitze von $859 \cdot \frac{22842}{100} = 196327$ Grad Wärme und die Luftdichtigkeit in den oberen Regionen eine noch viel grössere Zahl ergeben.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Diese beiden Extreme erscheinen uns nicht einmal glaublich, geschweige denkbar. Vielmehr ist es höchst wahrscheinlich, dass die Zunahme der Wärme im Innern der Erde, wie die Zunahme der Kälte in den oberen Luftregionen eine Grenze erreiche, und im Erdinnern eine constante Wärme, in den oberen Luftregionen eine constante Kälte herrsche. Von der letzteren wollen Fourier und Svanberg nach einem Gesetze der Kältezunahme in den oberen Luftregionen, gestützt auf Erfahrungen der Luftschiffer, die Grenze der Kälte auf 40° setzen und sehen diese Temperatur zugleich als die des Weltraumes an.

§ 20.

Ausser dieser, der Erde eigenthümlichen, Wärme, wird die Erdoberfläche täglich von der Sonne erwärmt. Die Sonne selbst scheint aber keine Wärme auszustrahlen und das Sonnenlicht an sich kalt zu sein. Der Sonnenstrahl, oder nach der neuern Lichttheorie, die, von der Sonnenatmosphäre angeregten, Schwingungen eines durch den ganzen Weltraum verbreiteten, in jedem Körper befindlichen Stoffes, Aether genannt, der von einer solchen Feinheit, dass er weder zu wägen, noch auf irgend eine andere Weise wahrnehmbar ist, und von einer solchen Elasticität sein soll, dass ein Aethertheilchen in einer Secunde mehrere hundert billionenmal hin und her schwingt, werden die kleinsten Theilchen der Massen, die durch das wissenschaftliche Mikroskop gesehen, sich nicht berühren, sondern neben einander schweben und auf eine ähnliche Weise sich zusammenhalten, wie die Weltkörper im Himmelsraume, in Schwingungen versetzt, und diese Schwingungen sind das, was wir Wärme nennen. — Die grösste Tageswärme in den tropischen Gegenden zeigt sich um 2 Uhr Nachmittags und kann im Schatten bis auf 40 Grad steigen, in der gemässigten Zone im Winter um 1 Uhr und im Sommer zwischen 2 und 3 Uhr, kann jedoch in der kalten Zone bis auf 40 Grad Kälte sinken. — Da, wo eine solche Kälte im Winter herrscht, ist der Erdboden bis zu einer Tiefe von 100 Fuss, wie in den Polargegenden von Nord-America und Sibirien gefroren. * Die Wärme nimmt zwar im Allgemeinen von dem Aequator nach den Polen hin ab, aber nicht überall auf gleiche Weise

* Zu Nertschinsk in Sibirien will man sogar eine Kälte — 62° (C) beobachtet haben. Bei dieser Temperatur ist das Quecksilber ein so festes Metall, dass man es hämmern kann.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und es zeigen sich bedeutende Unterschiede. Linien, durch die Oerter von gleicher, mittlerer Temperatur gezogen, heissen isothermische Linien und bilden auf dem Erdglobus sehr eigenthümliche Curven,* welche die Parallelkreise vielfach durchschneiden und nicht concentrisch die geographischen Pole umschliessen, sondern auf der nördlichen Halbkugel zwei andere Punkte, von denen der eine nördlich von der Mündung der Lena, etwa unter 78° n. Breite, der andere im Norden von Amerika auf den neu entdeckten Inseln etwa unter 76° nördl. Breite liegt. Diese beiden Punkte sind die Kältepole der nördlichen Halbkugel. Der asiatische Kältepol hat eine mittlere Temperatur von — 13¾ Grad, und der amerikanische eine mittlere Temperatur von —15¾° (R). Auf der südlichen Halbkugel sind die Kältepole noch nicht bekannt. Wahrscheinlich fallen sie dort eben so wenig mit dem geograph. Pole, wie auf der nördlichen Halbkugel, zusammen. Nach Kämtz Rechnungen wäre die Temperatur des geograph. Nordpols im Mittel — 4⅗° R. und des geograph. Südpols — 9 1/15 Grad; es folgt hieraus, dass die südliche Halbkugel bedeutend kälter als die nördliche sein muss. Dieser Unterschied der Temperatur soll jedoch erst unter den Breiten, die jenseit des 45° südl. Breite liegen, bemerkbar sein.

Das Meer.

§ 21.

Das Meer scheint unter den vier sonnennächsten Planeten, vielleicht mit Ausnahme des Mars,† der Erde allein anzugehören. Diese grosse Wasserdecke, über mehr als ⅔ der Erdoberfläche

* In Europa weichen im Allgemeinen die Isothermen am weitesten nach Norden aus, und es ist daher in Europa unter gleichen Breitegraden wärmer als in Amerika und Asien. So geht z. B. die Isotherme von 0° in Amerika durch den 60sten Breitengrad, in Europa dagegen durch den 70sten Grad d. Br. Durch New-York, unter 40° n. Breite geht die Isotherme von 10°, welche in Europa durch London unter 50° n. Breite geht.

† Den Mars haben wir allerdings als einen, unserer Erde in physischer Hinsicht sehr verwandten, Planeten zu betrachten. Der Anblick seiner Oberfläche kann uns gleichsam ein allgemeines Bild der Erde geben, wie sie aus grosser Ferne, etwa aus der doppelten Entfernung des Mondes von der Erde, mit blossem Auge am Himmel erscheinen würde. Mars zeigt an dem Pole, welcher Winter hat, einen grossen glänzend weissen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

sich krümmend, nimmt wegen des Umschwungs des Erdballs um die eigene Axe, eine ellipsoidische Gestalt an. Denn das Wasser strebt nach innerem Gleichgewichte. Dieses Gleichgewicht wird dadurch, dass die Schwere am Aequator um $1/200$ geringer als an den Polen ist, gestört und wieder hergestellt, dass sich die Wassermassen am Aequator erhöhen, oder dass der Durchmesser des Aequators grösser als der Durchmesser der beiden Pole ist. Daraus folgt aber, dass das Meer am Aequator tiefer, als an den beiden Polen sein muss. Laplace hat durch Rechnungen dargethan, dass das Meer nirgends tiefer als 4 Meilen sein könne und es würde demnach, wenn man die Abplattung der Erde zu 5 Meilen rechnet, der Durchmesser des Aequators um 8 Meilen länger als die Erdaxe sein. So gross scheint aber die Differenz nicht zu sein. — Im Atlantischen Ocean, 230 Meilen südwestwärts von St. Helena, ist der Grund des Meeres in einer Tiefe von 14556 Fuss mit dem Senkblei erreicht worden, und es ist höchst wahrscheinlich, dass die Tiefe des Meeres unter dem Aequator nicht über eine deutsche Meile betrage und

---

Fleck, oft von solcher Intensität des Lichtes, dass ihn Mädler selbst durch eine Wolke noch sah, welche den Planeten verdeckte. Da dieser weisse Fleck, der wechselweise am Nord- und Südpol gesehen wird, seine Ausdehnung beträchtlich verändert und zwar so, dass seine grösste Kleinheit in den Marssommer, dagegen sein grösster Umfang in den Marswinter fällt, so lässt er sich als ein Winterniederschlag deuten, der dem unsrigen sehr ähnlich sein muss. (S. W. Beer und Dr. I. H. Mädler.: Beiträge zur physischen Kenntniss der himmlischen Körper im Sonnensysteme.) Folgende Beobachtung scheint dies auch zu bestätigen. 1837 sah Mädler zunächst am weissen Polarfleck einen schwarzen, dunklen Gürtel, der, nach dem Aequator zu, keine bestimmte Grenze hatte, wiewohl er sich an einigen Stellen knotenartig vergrössert, oder verdichtet hatte. Die Jahreszeit auf dem Mars harmonirte mit dem Anfange unsers Mai. „Sollte dieser dunkle Gürtel nicht vom schmelzenden Schnee herrühren“ sagt Mädler in der angeführten Schrift „indem ein sumpfiger Boden am wenigsten Licht zurückwirft und daher unter allen Oberflächentheilen am dunkelsten erscheinen muss?“ Die anderen grösseren dunklen und helleren Flecken des Mars werden wahrscheinlich durch den Gegensatz von Land und Wasser erzeugt. Könnten wir die Erde aus grosser Entfernung sehen, so würden die Meere, die grossen Urwälder, die Sumpfstrecken, verglichen mit den Sandwüstsn, Gebirgen, angebauten Gegenden u. s. w. ähnliche Contraste in dem reflectirten Lichte erzeugen. Hat die Oberfläche des Mars Land, Wasser, Eis und Schnee, so muss auch eine Atmosphäre diesen Weltkörper einhüllen. Auf eine Atmosphäre scheinen auch die verwaschenen Ränder der Continente am Rande der Scheibe hinzuweisen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

somit würde sich die ellipsoidische Gestalt der Wasserhülle der Kugelform noch mehr nähern. Das nördliche Polarmeer scheint im Durchschnitt nur 1800 Fuss tief, hingegen das südliche Polarmeer durchschnittlich 12000 Fuss tief und tiefer zu sein; denn an mehreren Punkten hat man bei 12000 Fuss Tiefe den Grund nicht erreicht.* Binnenmeere haben in der Regel nur eine geringe Tiefe. Die Ostsee z. B. ist in ihrer Mitte durchschnittlich 180′ — 240′ tief und der Boden der Nordsee würde, wenn der Wasserstand des atlantischen Meeres nur um 600 Fuss fiele, als ein trocken gelegtes, hügeliges Land, etwa wie die norddeutsche Ebene, von der es eine natürliche Fortsetzung bilden würde, erscheinen. Es würde die in diesem Meere von N. nach S. sich erstreckende Doggerbank von 354 engl. Meilen und eine andere von Dänemark in nordwestlicher Richtung von 110 engl. Meilen Länge, bedeutende Hügelketten bilden. Auf leichtem Fahrzeuge schwebt also der Mensch auf der überall gleich hoch erscheinenden, unabsehbaren Wasserfläche dahin, über Berge und Thäler, über Hoch- und Tiefländer, ohne sie zu kennen; nur hier und da lehrt ihn die abwechselnde Tiefe, die oft plötzlich von mehreren Tausend Fuss bis auf wenige Klafter abnimmt, dass er über dem Gipfel eines bedeutenden Berges dahingleitet. — Nimmt man die mittlere Meerestiefe zu 12000 Fuss an, so bedecken 3 Millionen Cubikeimer Wasser (den Eimer von einer Meile im Durchmesser und einer Meile Höhe genommen) die Erdoberfläche, — eine Wassermasse, welche sämmtliche Flüsse der Erde erst in 40000 Jahren, wenn sie jährlich 75 solcher Cubikeimer dem Meere zuführten, ersetzen könnten. Was ist da der Marañon, der König der Ströme, von dem sein Entdecker nicht wusste, ob er einen Meeresarm vor sich sehe, oder nicht? Was sind da alle Bäche, Flüsse, Ströme und Seen des Festlandes, welche, Adern gleich, die Säfte der Erde durch die Länder führen, überall Leben weckend und Leben fördernd, gegen den Ocean, der sie von seinem Ueberflusse erzeugt und unterhält? Was sind die Ländermassen, welche stolz Welttheile sich nennen, gegen den Ocean, der sie wie Eilande in seinem dunklen Schoosse trägt. Denn vergleicht man die mittlere

* Capitain Ross erreichte bei seiner letzten antarctischen Expedition 1839—42 mit dem Senkblei unter 68° 34′ südl. Breite und 12° 49′ westl. Länge bei 4000 Faden Tiefe nicht den Meeresgrund.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Meerestiefe, und würde dieselbe auch nur zu 6000 Fuss angenommen, mit der mittlern Erhebung der Erdtheile, die nach Al. v. Humboldt für Europa zu 615 Fuss, für Nord-Amerika zu 684 Fuss, für Süd-Amerika zu 1035 Fuss und für Asien zu 1053 Fuss zu setzen sei (für Afrika und Australien kann dieselbe aus bekannten Gründen nicht angegeben werden;) so würde das Festland, wenn es mit seinen Gebirgen bis zum Meeresniveau abgetragen und diese Massen ins Meer gestürzt würden, die mittlere Meerestiefe nicht mehr als um $^1/_{15}$ verringert werden; dagegen würde alles Festland Meeresboden werden, der Ocean sich mehrere hundert Fuss hoch über denselben hinwälzen und die Erdkugel einer Wasserkugel gleich sein.

§ 21.

Das Wasser erreicht seine grösste Dichtigkeit bei einer Temperatur von $3^5/_{10}$ bis 4 Grad Wärme. Wasser von einer niedrigern Temperatur z. B. von 0 Grad und Wasser von einer höhern Temperatur, als $3^1/_2$ Grad Wärme ist leichter und wird von dem Wasser $+ 3^1/_2$ Grad getragen. Daher schwimmt auch das Eis auf dem Wasser, und hat das Grundwasser tiefer Seen, so wie das Wasser in der Meerestiefe sowohl unter dem Aequator als in den Polarmeeren eine Temperatur von + 4 Grad. D'Urville (in einem über diesen Gegenstand in der geogr. Gesellschaft zu Paris 1833 gelesenen Memoire) behauptet: 1) dass die allgemeine Temperatur der unteren Wasserschichten im Meere, in 3600 Fuss und mehr Tiefe in allen Meeren fast gleich sei, und zwischen 4 bis 5 Grad Wärme betrage. (Capitain Ross fand jedoch in der Baffins-Bai, bei 100 Faden Tiefe, $-1^1/_{10}{}^0$ R., bei 200 Faden $-1^7/_{10}{}^0$ R., bei 400 Faden $-2^2/_{10}{}^0$ R. und bei 660 Faden $-3^6/_{10}{}^0$ R. Im grönländischen Meere will dagegen Scoresby eine Zunahme der Wärme mit der Tiefe gefunden haben.) 2) Dass die Temperatur gegen die Meeresoberfläche sich modificire nach der Temperatur der Luft und der Jahreszeit. Die Erwärmung des Meeres durch die Sonne ist nicht so grossen und schnellen Veränderungen, wie die des Bodens, unterworfen. Die Temperatur des Meerwassers unter dem Aequator ist beständig 21 — 22 Grad R. In den gemässigten Zonen ist die mittlere Temperatur des Meeres der des Landes nahe gleich, im Winter jedoch ist das Meer viel wärmer als das Land. Nach Parrot gefriert das Seewasser erst bei 4 Grad Kälte (Reau.) Beim Gefrieren des Polarmeeres bildet das aus-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

geschiedene Salz feine Krystalle, die der Wind in kleinen Haufen zusammenweht. Das nördliche Eismeer gefriert oft sehr schnell und vor dem Gefrieren wird die Meeresoberfläche erst ganz ruhig.

§ 22.

Das Meerwasser hat wegen seines Salz- und Kalkgehaltes einen salzigen, bittern, widerlichen Geschmack und ist durchschnittlich $^{26}/_{1000}$ schwerer, als das Süsswasser. Nach den Untersuchungen von Marcet soll der Ocean der südlichen Halbkugel etwas salziger, als der nördliche sein, wahrscheinlich wegen der grösseren Eismassen des südlichen Polarmeers. Der Salzgehalt wechselt zwischen 3 bis 4 Procent, d. h. verdampft man 100 Pfund Meerwasser, so bleiben im Kessel 3 bis 4 Pfund feste Substanzen zurück. Von diesen festen Bestandtheilen sind 2 bis 3 Pfund Kochsalz, das Uebrige besteht aus Bittersalz, Glaubersalz, aus Gyps und Kalk. Der Salzgehalt ist in der Nähe der Küste und in eingeschlossenen Meeren, wie in der Ostsee, dem weissen Meere u. s. w. geringer als in den offenen, was offenbar von der Masse des süssen Wassers herrührt, welches die Flüsse jenen Meeren zuführen. Das Wasser der Ostsee enthält nur $1^{2}/_{10}$ Procent Salz. Eine Ausnahme hiervon macht das mittelländische Meer. Nach einigen Untersuchungen hat es einen etwas grösseren Salzgehalt als das atlantische Meer. Diese Erscheinung muss der starken Verdunstung an der Oberfläche desselben zugeschrieben werden, so wie der Zuströmung von salzigem Wasser aus dem atlantischen Meere. Man ist sogar geneigt, anzunehmen, dass das Mittelmeer auf seinem Boden eine Salzrinde absetze; denn in dem, aus einer Tiefe von 4000 Fuss in 10 Meilen Entfernung von der Meerenge von Gibraltar geschöpften, Wasser hat Wollaston $17^{3}/_{10}$ Procent Salz gefunden. Den grössten Salzgehalt hat aber das todte Meer, der auf 24 bis 25 Procent angegeben wird und wovon ungefähr 10 Procent Kochsalz sind.

§ 23.

Es giebt im Meere regelmässige und unregelmässige Bewegungen. Zu den regelmässigen, von Winden unabhängigen, Bewegungen, gehören die Polarströmungen, oder die Strömung von den Polen zum Aequator. Die Strombewegung von N. und S. zum Aequator entsteht in Folge des Grundgesetzes des Flüssigen, das Gleichgewicht zu erhalten, dasselbe mithin überall wieder herzustellen, wo es gestört wird. Das Gleichgewicht der oceanischen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wassermassen wird aber dadurch gestört, dass in den wärmeren Gegenden der Erde, wie in der Tropenzone, die Verdunstung des Wassers an der Meeresoberfläche stärker als der Niederschlag, in den kälteren dagegen dies Verhältniss sich umkehrt und dort der Niederschlag stärker als die Verdunstung ist. Weil nun zugleich das kältere, schwerere Wasser der Polarmeere nach der Tiefe sinkt, so strömen in der Tiefe die Polarwasser nach dem Aequator, um dort jenen Verlust wieder zu ersetzen. Die Richtung dieser Strombewegung von N. nach S. erleidet aber dadurch, dass die Polarwasser eine viel geringere Rotationsgeschwindigkeit haben, als die Aequatorialwasser, eine Abänderung. Denn sobald das Wasser der Polarmeere in tiefere Breiten kommt, bleibt es dem hier schneller rotirenden nach, oder strömt der Rotation der Erde entgegen und nimmt eine südwestliche, das vom Süden kommende eine nordwestliche Richtung an.

§ 24.

Zu den regelmässigen Bewegungen des Meeres gehört ferner die Ebbe und Fluth, oder das periodische Fallen und Steigen des Meeres. Das Steigen dauert gewöhnlich $3\frac{1}{2}$ Stunde, das Fallen gegen 9 Stunden, beides zusammen durchschnittlich 12 Stunden $24\frac{3}{4}$ Minuten. Dieses periodische Steigen und Sinken des Meeresspiegels steht mit dem Monde und der Sonne in enger Beziehung, und wird, wie Newton, Laplace und Bessel theoretisch gezeigt haben, durch deren Anziehung auf die Erde bewirkt. Denn die Wiederkehr der Fluth nach 12 Stunden $24\frac{3}{4}$ Minuten ist genau die Hälfte derjenigen Zeit, welche ein Ort der rotirenden Erde gebraucht, um wieder den Mond in seinem Meridian zu haben. Stehen Sonne, Mond und Erde in gerader Linie, wie dies annähernd beim Neu- und Vollmonde der Fall ist, wo also die Anziehungskraft von Mond und Sonne fast in derselben Richtung wirken, ihre vereinigte Wirkung stärker ist, dann ist auch die Fluth (nach ungefähr 36 Stunden) stärker (Springfluth;)* stehen dagegen Sonne und Mond rechtwinklig zur Erde, wie dies im ersten und letzten Monds-Viertel der Fall ist, wo dann die Anziehungskraft der Sonne und

* Setzt man die Erdmasse = 1, die Sonnenmasse = 354936, die Mondmasse = $\frac{1}{81,636}$ und die Entfernung der Sonne von der Erde = 400 Mond-Entfernungen, so hat man nach dem Gesetze, dass die störenden Wirkungen sich direkt verhalten, wie die Masse der Sonne zu der des Mondes, und umgekehrt, wie die Cuben ihrer Entfernungen:

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

des Mondes sich gegenseitig schwächen, dann ist auch die Fluth schwächer (Nippfluth.) Auch ist die Fluth stärker, wenn die Erde in der Sonnennähe und der Mond in der Erdnähe (49000 Meilen) und schwächer, wenn der Mond in der Erdferne (55000 Meilen) sich befindet, und endlich ist die Fluth am stärksten, wenn der Mond in einem seiner Knoten und zugleich in der Ebene des Erdaequators steht, wie zur Zeit der Tag- und Nachtgleichen.

Indem ich aber auf die Erscheinung der Ebbe und Fluth später wieder zurückkommen werde, so übergehe ich hier die Theorie derselben, welche in ihrem ersten Grunde, wie nämlich die Anziehung der Sonne und des Mondes auf die Erde gleichzeitig an zwei entgegengesetzten Punkten derselben, Fluth erzeugen könne, nicht völlig aufgeklärt ist, und will das hier nur anführen, was die Beobachtungen über diese Erscheinung bis jetzt ergeben haben. — Wie die Wasserwellen hin und hergehende Schwingungen an der Wasseroberfläche sind, so ist auch die Fluth eine solche Schwingung an der Oberfläche des Oceans, nur dass die ursprüngliche Fluthwelle von viel grösserem Umfange, als eine gewöhnliche Welle ist. Diese erste grosse Welle wird durch die Anziehung des Mondes und der Sonne auf den Ocean erzeugt, indem nämlich das Wasser, nicht aber das Starre dem Zuge des Mondes und der Sonne folgen kann, und wird mithin da am stärksten sein, wo der Mond im Zenith steht, was im Laufe des Jahres bald unter den Wendekreisen, bald zwischen denselben und dem Aequator, bald unter dem Aequator, also innerhalb der Wendekreise und einige Grade über dieselben hinaus der Fall ist; geringer wird dagegen die Anziehung der beiden Himmelskörper auf diejenigen Erdpunkte, welche in höheren Breitengraden liegen und wird in den Polarmeeren verschwindend klein, also fast Null sein. Es ist daher einleuchtend, dass, wenn die Fluthwelle im grossen Ocean nur eine Höhe von höchstens 1 — 2 Fuss erreicht, die Fluthen in den nördlichen und südlichen Meeren viel niedriger sein müssen und dass also die höheren Fluthen in jenen Meeren nicht als die Wirkungen der Anziehung des Mondes auf jene Wasserflächen angesehen werden können,

---

$S : M = {}^{354936}/_{400}{}^{3} : {}^{1}/_{81,636} = 1 : 2,20875$, oder die Anziehung des Mondes auf die Erde ist mehr denn doppelt so stark, wie die Anziehung der Sonne zur Erde; mithin ist dieselbe in der Conjunction und Opposition $= 3,20875$ x dagegen in den Quadraturen $= M - S = 1,2087$ x.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

sondern eine andere Ursache haben müssen, und zwar nach folgender Hypothese: Nach Whewell nämlich, wird im grossen Ocean durch die Anziehung des Mondes auf denselben die ungeheure Wasserfläche desselben etwas gehoben, und diese, in ihrer Ausdehnung so breite, in ihrer Höhe so niedrige Welle wird dadurch, dass durch die Rotation der Erde zuerst Neu-Holland, dann Afrika durch sie hindurch geführt wird, gebrochen und zum Theil zurückgeworfen, gleichsam mehr zusammengezogen und auf mehrere Fuss erhöht und pflanzt sich dann von O. nach W., also der Rotation der Erde entgegen, weiter fort. Sich um das Cap der guten Hoffnung biegend, tritt sie in das atlantische Meer ein und diese mächtige Schwingung des Oceans theilt sich allmälig dem atlantischen Meere mit, das sie dann nach allen Seiten bis an die äussersten Enden fortpflanzt, wie zum Theil folgende Beobachtungen, an seinen östlichen Küsten, lehren.

Nachdem die Fluthwelle Afrika's Südspitze passirt ist, geht der grössere Theil derselben gegen Norden, und von dieser Fluthwelle wendet sich ein Zweig nach Afrika's und Europa's Westküste, ein anderer nach Amerika's Ostküste. Die Fluthwelle an der afrikanischen Küste kommt eine Stunde nach der Monds-Culmination von Greenwich zwischen Fez und Marocco an. Zwei Stunden nach derselben zeigt sie sich nicht blos vor der Strasse von Gibraltar, sondern auch längs der ganzen Westküste von Spanien und Portugal bis zum Cap Finisterre. Am Ende der dritten Stunde erscheint sie beim Cap Ortegal und zugleich an allen Küsten der spanischen Bucht bis zur Insel Quessant, von wo sie nordwestlich ins atlantische Meer zurückweicht. Während der vierten Stunde dringt sie gegen den Canal und in das irländische Meer vor, wird aber bei den Vorsprüngen und Untiefen der Länder und Inseln zurückgehalten und gehoben, so, dass sie eine sehr gekrümmte Linie beschreibt, und bei der Dingle-Bay die Westküste Irlands verlässt, um sich gegen NNW. in den Ocean zu verlieren. Erst am Schlusse der fünften Stunde kommt sie hierauf, längs der übrigen Westküste Irlands zum Vorschein, und fängt an auch von Norden her gegen den Nord-Canal vorzudringen, weicht aber wieder nördlich weit vor den Hebriden zurück. Am Ende der sechten Stunde findet sie sich an der Südspitze der westlichen Küste der Hebriden wieder, von wo sie sich ungefähr in der Richtung der Faröer-Inseln entfernt. Eine Stunde später

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

äussert sie ihre Wirkungen an der nördlichen Spitze der Hebriden und beim Cap Wrath (der nordwestlichen Spitze von Schottland,) von wo sich ihre Richtung nordnordöstlich verläuft. Gehemmt von den Orkneys und Schetlands-Inseln kommt sie zu Ende der achten Stunde an der westlichen Küste derselben an und biegt sich um das nördliche Ende der letztern mit beschleunigtem Fortschritt in die offene Nordsee, wendet sich aber einige Längengrade von der norwegischen Küste wieder NW. Letztere erreicht sie nämlich am Ende der neunten Stunde bei Stavanger, wo sie mit derselben bis vor den Vaags Fjord ziemlich parallel läuft und sich dann in nördlicher Richtung immer mehr von derselben entfernt. Der Schluss der zehnten Stunde sieht ihre Ankunft bei Christiansand, doch entfernt sie sich bei nördlicher Richtung sogleich wieder von der nordöstlich laufenden Küste. Von den Vigten-Inseln an (nördlich von Drontheims-Fjord), wo sie am Schlusse der eilften Stunde ankommt, scheint sie sich dem West-Fjord nähern zu wollen, bleibt aber südlich vor den Lofodden-Inseln zurück, mit deren westlichen Küsten sie in einiger Entfernung eine Strecke parallel geht, bis sie ungefähr 1½ Stunde später, also zusammentreffend mit einer neuen Monds-Culmination, bei der nördlichen Spitze der Lofodden-Inseln anlangt und zwei Stunden später das Nord-Cap bespült. — Auch den Gang der Fluthwelle in der Nordsee hat Whewell näher bestimmt. An der schottischen und englischen Küste bis zur Themse schreitet die Fluth von N. nach S. fort; an der gegenüberliegenden Küste von Calais bis zur Nordspitze Jütlands ist das Fortschreiten dagegen von S. nach N. Die erste Fluthwelle ist ein Arm der im irischen Meer nach N. fortschreitenden Fluth, die letztere ein Arm der durch den Canal dringenden. Diese schreitet nur langsam fort, so, dass sie schon in der Nähe von Dunkerque mit der neuen Culmination zusammentrifft und erst sieben Stunden später vor der Insel Texel ihre schwachen Wirkungen zeigt, von wo sie dann, durch die von Norden kommende Fluthwelle verstärkt, rascher gegen Osten eilt. Es ist nämlich die andere atlantische Fluthwelle von Norden her in die Nordsee eingedrungen und hat am Schlusse der neunten, zehnten und eilften Stunde seit der marokkanischen Küste ihre Wirkung über die ganze Breite der Nordsee erstreckt und kommt zur zweiten Monds-Culmination vor der Mündung der

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Elbe an, wo sie sich theilt, und ein Zweig derselben oberhalb Hamburg, also eine Strecke von ungefähr 20 geogr. Meilen gegen den Elbstrom hinaufdringt, zu welcher Wanderung sie ungefähr 6 Stunden braucht, und wodurch vielleicht die Erscheinung zu erklären ist, dass das Hochwasser bei Hamburg mit dem Niedrigwasser an der Elbmündung gleichzeitig ist.*

Auf dem Amazonenflusse zwischen Macapa und dem Cap Poro findet drei Tage vor und nach den Sizygien eine merkwürdige Erscheinung, von den Einwohnern Proroca genannt, statt. Es bildet sich plötzlich eine Welle von 12 bis 15 Fuss Höhe, der 3, oder 4 andere folgen. Sie rückt sehr schnell vor, und das Getöse derselben wird in weiter Entfernung gehört. Sie nimmt die ganze Breite des Stromes ein und treibt alles vor sich hin, bis sie breitere Wasserflächen erreicht, wo sie aufhört. — Die Ebbe und Fluth soll 120 Meilen aufwärts in dem Amazonenstrome bemerkt werden, so dass gleichzeitig mehrere in dem Flusse stattfinden und die Oberfläche des Wassers auf dieser Strecke eine Wellenlinie bildet.

Was die Geschwindigkeit betrifft, mit der die grosse Fluthwelle im atlantischen Ozean von Süden nach Norden vorrückt (d. h. die Undulation des Wassers, nicht das Wasser selbst), so macht die Fluthwelle, welche bis New-Foundland von Süd Ost nach Nord West zieht, in 12½ Stunde 100 Breitengrade, rückt also mit der ungeheuren Schnelligkeit von 120 geogr. Meilen in der Stunde fort. Diese Geschwindigkeit nimmt aber in eben dem Grade ab, als die Fluthwelle durch Inseln und Untiefen gehemmt wird.

Die verschiedenen Fluthhöhen an den Küsten sind von den Hindernissen abhängig, welche denselben sich entgegensetzen. So erreichen an der Landenge, welche Nova Scotia mit Nord Amerika verbindet, in der Bai von Fundy, auf der Südseite, die Fluthen um die Zeit der Aequinoctien die ausserordentliche Höhe von 60 — 70 engl. Fuss, während sie auf der Nordseite in der Baie verte nur auf 8 Fuss steigen. Der Fluthstrom hat in diesen engen Canälen, besonders da, wo er am höchsten steigt, eine viel grössere Geschwindigkeit, als an den Mündungen derselben. Während die Fluth an den Küsten der Inseln des

* S. Fluth u. Ebbe nach den englischen Beobachtungen v. H. Germar, in Lüdde's Zeitschrift für vergl. Erdkunde I. Band.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

stillen Oceans nur bis auf 2 Fuss steigt, ist sie an den Cap Verdischen und Bermudas-Inseln 4 — 6 Fuss, den Canarischen Inseln 8 — 10 Fuss, an den Azoren 6 — 7 Fuss hoch. Boulogne, Dieppe, Havre haben Fluthen von 19 — 20 Fuss Höhe. An beiden Enden des Canals, am Cap Lands-End 20 Fuss und zu Uissant 21 Fuss. In dem grossen Busen vom Cap La Hague steigt sie zwischen Jersey und St. Malo 45 Fuss und zu Guernsey 35 Fuss.

§ 24.

Die Passatwinde in der Tropenzone, welche Jahr ein und Jahr aus von Osten, also der Rotationsrichtung der Erde gerade entgegen, wehen, wirken auf die Meeresoberfläche bewegend ein und erzeugen zu beiden Seiten des Aequators eine regelmässige Strömung des Meeres nach Westen, die unter dem Namen der Aequatorial-Strömung bekannt ist und eine Geschwindigkeit hat, welche im Durchschnitt 15 d. Meil. an einem Tage beträgt. Im Mexicanischen Meerbusen an der Landenge von Nicaragua theilt sich dieser Strom in zwei Theile, von denen der eine längs der brasilianischen Küste gegen Süden, der andere anfänglich nordwärts durch den Kanal von Bahama zieht und sich dann als Golfstrom an Breite zunehmend, nordöstlich bis an die Bank von New-Foundland erstreckt, wo er in einer Breite von 48° sich in zwei Arme spaltet, von denen der eine, sich südlich wendend, bei Madeira wie ein grosser Wirbel in den Hauptstrom zurückkehrt, der andere in nordöstlicher Richtung nach den Küsten von Europa hinüberzieht und vom Nordwestwinde begünstigt, Palmenfrüchte der Antillen, Weinfässer von gestrandeten Schiffen, auch wohl lebende Eskimos in ihren ledernen Böten aus Ostgrönland an die Nordwestküsten Europa's führt. Dieser Strom, fast 1000 d. Meilen lang, hat in den Monaten Februar und August eine Geschwindigkeit von 18, 20 bis 30 geogr. Meilen innerhalb 24 Stunden, im Monat October nur 9¼ geogr. Meilen. Das Wasser dieses Stroms zeigt überall eine viel höhere Temperatur als das umgebende Meerwasser. Im grossen Ocean zeigt sich die Aequatorial-Strömung weniger verwickelt als in dem engern Becken des atlantischen Oceans. Alex. v. Humboldt entdeckte in diesem Ocean auf der südlichen Hemisphäre einen kalten Strom, der längs den Küsten Chili's und Peru's das Wasser aus dem Süd-Polarmeere unter die Wendekreise führt und im Hafen von Truxillo im September

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

nur eine Temperatur von + 12 $^{8}/_{10}$ ° C. hatte. Dieser Strom, welcher erst unfern des Aequators die Küste verlässt und sich westwärts wendet um sich in die Aequatorial-Strömung zu ergiessen, ist nur ein Arm des Polarstroms, wovon ein anderer Arm bei der Insel Chiloë umbiegt. Es ist dies kein oberflächlicher Strom, sondern geht, nach Capit. Du-Petit Thouars, bis zu der Tiefe von 1780 Metr. um das Kap Horn in den atlantischen Ocean. Die Aequatorial-Strömung zwischen dem Archipelagus der Carolinen und dem Aequator verwandelt sich in eine periodisch abwechselnde West- und Ostströmung, die von den Monsunen Indiens, welche sich bis in diese Gegenden wirksam erweisen, bedingt wird. Eben so, wie ein warmer Strom um das Cap Horn geht, biegt sich ein gleicher um das Cap der guten Hoffnung, geht neben der Agulhas Bank vorbei und ergiesst sich in den Canal von Mozambique. Einen vierten Strom dieser Art scheint der Capit. Du-Petit-Thouars, welcher die Welt umschiffte, im Süd Süd Osten von Vandiemensland, entdeckt zu haben.

Die Atmosphäre.

§ 25.

Alle Planeten unseres Sonnensystems und die Sonne selbst scheinen von mehr, oder minder dichten Gashüllen umgeben zu sein. Dünner erscheinen die Gashüllen der sonnennächsten, dichter die der sonnenfernsten Planeten. Die Gashülle der Erde besteht im Wesentlichen aus zwei Gasen, dem Sauerstoff und Stickstoff, welche in dem constanten Verhältnisse von 21 : 79 d. h. 100 Volumtheile Luft bestehen aus 21 Volumtheilen Sauerstoff und 79 Volumtheile Stickstoff, gemischt sind. Beide Gase sind farblos, ohne Geruch und Geschmack. Ausser diesen beiden Bestandtheilen findet sich in 100 Volumtheilen Luft immer ein wenig Kohlensäure, durchschnittlich $^{4}/_{1000}$ bis $^{8}/_{1000}$. Diese, wahrscheinlich chemisch mit einander verbundenen, Gase und die geringe Menge Kohlensäure bilden die Atmosphäre der Erde, welche, obgleich im mittleren Dichtigkeitszustande 900 mal leichter als Wasser, dennoch schwer ist und mit der unglaublichen Kraft von etwa 97000 Billionen Centner auf die Erdoberfläche drückt. Ihre Gesammtmasse beträgt etwas weniger als ein

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Millionthell der Erdmasse. Mit der Erdkugel den täglichen Umschwung theilend, hat sie, zufolge der grössern Schwungkraft und grössern Erwärmung und Ausdehnung unter dem Aequator, eine ellipsoidische Form. Der grösste Durchmesser dieses hohlen Ellipsoides ist der des Aequators. Bis zu welcher Höhe die Erde von diesem Gasozean, auf dessen Grunde wir leben, umgeben sei, hat bis jetzt nicht genügend ausgemacht werden können. Nach dem Gesetze von Mariotte und Boyle ist die Dichtigkeit der Luft der zusammendrückenden Kraft direkt proportional, d. h. in demselben Maasse die Luft zusammengedrückt wird, in demselben Maasse wird der Raum, den sie einnimmt, auch kleiner, so, dass bei einem vierfachen Drucke eine Luftschicht auch nur 1/4 des frühern Raumes einnimmt. Daraus folgt, dass die oberen Luftschichten, (wir wollen uns die Atmosphäre in 1000, der Masse nach, gleiche Schichten getheilt denken) dünner als die unteren, und die 1000ste die dünnste sein muss, und dass die höhere Luftschicht z. B. die 300ste einen viel grösseren Raum als die unterste, weil sie, bei gleicher Masse, weniger als die unterste gedrückt wird, einnehmen muss. Nach dem Mariottischen Gesetze stehen die Räume derselben Menge Luft im umgekehrten Verhältnisse der zusammendrückenden Kraft, oder die Räume zweier Luftschichten, von denen die eine mit einer Kraft von 4, die andere mit einer Kraft von 12 zusammengedrückt werden, verhalten sich zu einander, nicht wie 4 : 12, (denn das wäre direkt), sondern wie 12 : 4 = 3 : 1, d. h. die erstere Luftschicht nimmt einen 3 mal grössern Raum als die letztere ein. Diesem Gesetze zufolge müsste die letzte Luftschicht, indem sie keinen Druck mehr erleidet unendlich dünn sein und auch ins Unbegrenzte sich ausdehnen. Willkührlich nahm indessen Mariotte an, dass die Luft in den oberen Regionen nur 4096 mal dünner, als sie an der Erde ist, werden könnte, und dies müsste nach den Berechnungen in einer Höhe von 7 — 8 Meilen der Fall sein. — Laplace ging von der Schwungkraft der rotirenden Luft aus und nahm an, dass die Atmosphäre nur bis zu der Höhe reichen könnte, wo die Schwungkraft mit der Schwere ins Gleichgewicht kommt. Dies würde in einer Höhe von 5682 2/10 geogr. Meilen der Fall sein. (Dort würde ein Mond in 24 Stunden um die Erde laufen.) Endlich aus der Eigenschaft der Luft, schief auffallende Lichtstrahlen zurückzuwerfen, wodurch Gegenden, unter deren Horizonte die Sonne schon

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

steht, noch etwas Licht erhalten, oder aus der Dämmerung und deren Dauer, hat man die Höhe der Atmosphäre gleichfalls zu bestimmen gesucht und den äussersten Theil derselben, der noch im Stande ist, hinreichend Licht zurückzuwerfen, zu einer Höhe von 10 Meilen gefunden. — Hiernach liegt die Grenze der Atmosphäre zwischen 7 bis 5682 8/10 geogr. Meilen.

Leichtflüssiger als das Wasser, aber nicht tropfbar, sondern ausdehnsam flüssig, strömt die Luft nicht, wie die Flüsse und Meere, gebannt an den Boden, auf der Oberfläche hin, sondern ihre Ströme steigen von den Höhen in die Thäler, aus den Tiefen weit über die höchsten Berggipfel hinweg und dringen, weder von Küsten, noch Ufer beengt, frei und ungebunden von den Polen zum Aequator und vom Aequator zu den Polen, um das in diesem grossen Gassphäroid durch ungleichmässige Erwärmung gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen. Denn die Luftströmungen müssen, wie die Meeresströmungen, als ein beständiges Ringen nach innerm Gleichgewicht, welches schon der leiseste Flug eines Insektes zu stören vermag, betrachtet werden. Die Luftströmungen sind unter dem allgemeinen Namen der Winde bekannt. Die Geschwindigkeit der Winde ist verschieden. Die Geschwindigkeit eines gewöhnlichen Windes beträgt in einer Sekunde 10 Fuss, eines Sturmes 50 Fuss, eines heftigen Orkans 80 bis 120 Fuss. Eben so, wie die Meeresströmungen, lassen sich auch die Luftströmungen in beständige und veränderliche unterscheiden. Zu den beständigen gehören die Passatwinde. Die Entstehung derselben kann man sich auf folgende Weise erklären. Man denke sich ein geheiztes Zimmer zwischen zwei kalten Corridoren; zu jedem dieser Corridore führe eine Thür, beide Thüren seien geöffnet, so wird die kalte, schwerere Luft der Corridore auf dem Fussboden in das warme Zimmer, die warme, leichtere Luft des Zimmers oben aus der Thüröffnung zu beiden Seiten in die kalten Corridore strömen; ungefähr in der Mitte beider Thüröffnungen, da, wo sich der kalte und warme Luftstrom begegnen, wird eine Windstille sein. Hiervon wird man sich leicht überzeugen, wenn man eine brennende Kerze zuerst unten, dann oben und zuletzt in die Mitte der Thüröffnung hält. Unten schlägt die Kerzenflamme in das erwärmte Zimmer, oben aus dem Zimmer, und in der Gegend der sogenannten Windstille wird sie von ihrer vertikalen Richtung nicht abgelenkt. Das warme Zimmer auf der Erde ist

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die heisse Zone, die beiden kalten Corridore, die kalten Zonen. Die Thüren der heissen Zonen stehen beständig offen. Beständig strömt daher die kalte, schwerere Luft von jedem Pole auf der Erdoberfläche zum Aequator und die warme leichtere Luft am Aequator steigt in die Höhe, strömt über die kalte Luft zum Nord- und Südpol. Da, wo sich beide Luftströme, der kalte und warme, begegnen, sind die Windstillen zu beiden Seiten des Aequators, zwischen den Wendekreisen. Sie sind während des Jahres nicht immer unter denselben Breiten, sondern wechseln mit dem Stande der Sonne. Zur Zeit des Sommers der nördlichen Halbkugel rückt die Windstille auf derselben mehr nach Norden, zur Zeit des Winters mehr zum Aequator. Auf der südlichen Halbkugel findet dasselbe, nur in umgekehrter Weise statt. Die Gegenden unter den Windstillen haben dann ihre Regenzeit, weil die warme aufsteigende Luft von der sie berührenden kalten Luft abgekühlt und der mit aufgenommene Wasserdunst condensirt wird und in Tropfen niederfällt.

Der Aequatorialstrom hat eine doppelte Bewegung, die rotirende des Erdballs und die Bewegung nach den beiden Polen. Da nun die Schwungkraft unter dem Aequator am grössten, und mit den Breiten nach dem Verhältnisse der Halbmesser der Parallelkreise abnimmt; so kommt der nach den Polen gehende Aequatorialstrom zu beiden Seiten des Aequators in Gegenden, die langsamer von Westen nach Osten, als dieser Strom, der anfänglich seine Schwungkraft beibehält, rotiren und wird der Luft unter den höheren Breiten gleichsam vorauseilen, d. h. dort wird der Südwind auf der westlichen Halbkugel in den Süd-Westwind, auf der südlichen Halbkugel der Nordwind in den Nord-Westwind übergehen, und je weiter diese Ströme gegen die Pole vordringen, desto mehr wird der Süd-Westwind in Westwind, der Nord-Westwind gleichfalls in Westwind übergehen, und zuletzt von den Polarströmungen, der eine vom Nordwinde, der andere vom Süd-Polarwinde, zum Aequator zurückgeführt werden.

Der Polarstrom wird dagegen, seiner geringen Schwungkraft zufolge, in den tieferen Breiten, hinter der, mit der Erde schneller rotirenden Luft, gleichsam zurückbleiben, d. h. der Nordwind auf der nördlichen Halbkugel wird unter den mittleren Breiten in Nord-Ostwind, der Südwind auf der südlichen Halbkugel in Süd-Ostwind umsetzen und in der Tropenzone,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wo die Schwungkraft um Vieles stärker ist, der Nord-Ostwind wie der Süd-Ostwind in den beständigen Ostwind oder Passatwind, und zwar der erstere in den Nord-Passat, der letztere in den Süd-Passat, übergehen. Der Nord-Passat weht zwischen den 5° — 30° n. Breite, der Süd-Passat zwischen 1° — 25° südl. Breite. Im Passat ist die Luft, weil sie von Norden und Süden her nach wärmeren Gegenden strömt, trocken geworden und daher vollkommen heiter. Hier ist es, wo den grössten Theil des Jahres der dunkelblaue Himmel wolkenlos erscheint und den europäischen Reisenden durch seine Einförmigkeit ermüdet. Jeder Ort zwischen den Wendekreisen hat also trockene Zeit, wenn er im Passat liegt, eine Regenzeit, wenn er Windstille hat. In der Tropenzone strömt demnach die untere Luft von Osten nach Westen, der Rotation der Erde entgegengesetzt, die obere hingegen mit der Rotationsrichtung der Erde von Westen nach Osten. Diesen oberen Luftstrom hat man auch schon auf hohen Bergen, wie auf dem Pic von Teneriffa, auf Owaihis hohen Vulkanen Muna Roa und Muna Koah und anderen hohen Bergen, erreicht. Nach W. Dove's Untersuchungen gehen die Veränderungen der Windesrichtungen aus dem Kampfe zweier über dem Beobachtungsorte einander abwechselnd verdrängenden Luftströmungen hervor. Im indischen Ocean herrscht nur der Südost-Passat zwischen den Parallelen des 28° und 10° südl. Breite. Von dem 10° bis ins Binnenland von Indien und China, wehen periodische Winde, bekannt unter dem Namen der Monsune oder Moussons (Winde, die mit den Jahreszeiten abwechseln). Der Südwest-Monsun herrscht in den Monaten April bis October, der Nordwest-Monsun von October bis April. Diese periodisch abwechselnden Luftströmungen im indischen Meere entstehen durch den Wechsel der wärmeren Landluft mit der kälteren Seeluft, und umgekehrt. Die langgestreckten Küsten von Indien, Persien, Arabien und dem östlichen Afrika senden, wenn sie die Sonne in ihrem Scheitel haben, erwärmte, und somit verdünnte Luftmassen aufwärts, wodurch gewissermaassen ein Mangel über ihnen erzeugt wird, der, zur Wiederherstellung des Gleichgewichts, durch kältere, vom Meere kommende, ersetzt wird, und der Strom, der diese herbeiführt, muss, der Stellung des Landes zum Meere gemäss, eine südwestliche Richtung haben. Dies ist in den Monaten April bis October der Fall. Hat hingegen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die südliche Halbkugel Sommer, dann kehrt sich das Verhältniss der kälteren Luft zur wärmeren um. Der kältere Landwind strömt zum Aequator von Nord-Ost, um dort das gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen.

Zu den unregelmässigen Luftströmungen gehören die Stürme. Sie sind über die Erdoberfläche fortschreitende, sehr grosse Luftwirbel. Die Drehung in diesen Wirbeln ist auf den beiden Halbkugeln entgegengesetzt.* Die Stürme, welche in der tropischen Zone entstehen, behalten, so lange sie in derselben bleiben, ihre ursprüngliche Richtung von SO. nach NW., fast unverändert bei, biegen sich aber, so wie sie in die gemässigte Zone gelangen, fast rechtwinklig um, und gehen nun von SW. nach NO. Auf der südlichen Erdhälfte sind diese Richtungen im entgegengesetzten Sinne. Die Wirbel nämlich, welche in der Tropenzone von NO. nach SW. fortschreiten, werden bei ihrem Uebergange in die südlich gemässigte Zone so abgelenkt, dass sie von NW. nach SO. sich wenden. Die Wirbel nehmen sowohl auf der nördlichen, als auf der südlichen Erdhälfte bei diesem Umbiegen plötzlich an Breite zu. Warum aber der erste Impuls in der Regel von SO. nach NW. gerichtet ist, sagt W. Dove in der erwähnten Abhandlung, könnte vielleicht darin eine Erklärung finden, dass diese Richtung, als senkrecht auf der des Passates, zur Entstehung einer wirbelnden Bewegung gerade am geeignetsten ist. — Derselbe erklärt in einer andern Abhandlung † die Entstehung der Stürme auf folgende Weise: Man denke sich eine Reihe materieller Punkte in einer geraden Linie bei einander, welche dem Aequator parallel, durch irgend einen Impuls von Süd nach Nord in Bewegung versetzt werden, so würden diese Punkte, (die wir von Ost nach West durch 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 u. s. w. bezeichnen wollen), weil sie von grösseren Parallelkreisen zu kleineren gelangen, von SW. nach NO. sich bewegen, wenn der Raum leer wäre. Befindet sich aber in diesem Raume unbewegte Luft, so wird Punkt 1, weil er mit Lufttheilchen von geringer Rotationsgeschwindigkeit in Berührung kommt, also seine Geschwindigkeit nach Ost hin vermindert wird, sich mehr von SO. nach NW. bewegen. Der Punkt 9 hingegen

* W. Dove's Repertorium der Physik IV. Band. Berlin 1841. Stürme, eine Abhandlung von W. Dove p. 147.

† Poggendorfs Ann. der Physik. Bd. LII. Stück I.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

hat neben sich auf der Seite nach 1 hin, Theile von ursprünglich gleicher Rotationsgeschwindigkeit; dieser muss sich also, wie im leeren Raume bewegen und wird daher die Richtung nach SO. annehmen, so, dass 9 und 1 in den höheren Breiten ihre Stellen vertauschen; 9 ist SO. und 1 ist NW. Ist demnach 1 bis 9 eine von Süd nach Nord getriebene Luftmasse, so wird die Richtung des Sturmes auf der Ostseite derselben, d. i. Punkt 9, weit mehr Süd sein, als 1, und, da die Punkte 9 — 1 einen Bogen bilden, eine Tendenz zu einem Wirbel im Sinne SONW. entstehen. Diese Tendenz zum Wirbel würde nicht da sein, wenn die Punkte 1 — 9 durch einen luftleeren Raum von S. nach N. sich bewegten; umgekehrt wird sie in dem Maase zunehmen, als dieser Widerstand die westliche Ablenkung des Sturmes hemmt. Der Sturm wird also desto heftiger wirbeln, je unveränderter er die ursprüngliche Richtung seines Laufes beibehält. In der Passatzone ist der Raum, den die Punkte 1 — 9 durchlaufen mit Luft erfüllt, die von NO. nach SW. strömt. Der Widerstand wird hier am grössten sein und der Sturm in der Passatzone am heftigsten wirbeln, aber geradlinig mit unveränderter Breite fortgehen. So wie aber derselbe in die gemässigte Zone gelangt, durchlaufen die Punkte 9 bis 1 einen Raum, in dem die Luft von SW. nach NO. strömt. Der Widerstand, den der Punkt 1 bisher fand wird plötzlich bedeutend vermindert, oder ganz aufgehoben, d. h. die Richtung NW. verändert sich plötzlich in SW., der Sturm biegt plötzlich und fast rechtwinklig um, während er an Breite schnell zunimmt, indem der bisher zwischen der Bewegung der Punkte in 1 und 9 vorhandene Unterschied nun aufhört, oder der Sturm wirbelt in der Tropenzone von SO. nach NW., dagegen bei der Umbiegung in der gemässigten Zone von SW. nach NO. In Europa schreitet der letztere von Brest zum Cap Lindenäs (der südwestlichen Spitze Norwegens) vor und in immer grösser werdenden Kreisen, deren Hälften über ganz Europa sich erstrecken, durchzieht dieser grosse Wirbel mit der einen Hälfte Europa und Nord-Asien, mit der andern den atlantischen Ocean. Die Erscheinungen der südlichen Halbkugel ergeben sich eben so unmittelbar; der Wirbel geschieht dort, wie schon erwähnt wurde, im entgegengesetzten Sinne.

Da die westindischen Orkane an der innern Grenze der Passate entstehen, da, wo in der sogenannten Gegend der Wind-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

stillen die Luft aufsteigt, welche dann über dem untern Passat in entgegengesetzter Richtung abfliesst, so, sagt W. Dove, sind es wahrscheinlich Theile dieses obern Stromes, welche, in den untern eindringend, die erste Veranlassung zu diesen Stürmen werden. Die hohen Gebirge der Inseln jener Gegenden mögen einen mechanischen Grund solcher Hemmungen abgeben, da die Luft zwischen zwei Höhen mit verdoppelter Geschwindigkeit hindurchströmt.

Es sind also nicht allein die Passatwinde und der regelmässige, jährliche Wechsel der Moussons eine Folge der Rotation der Erde, sondern auch die Stürme, sowohl die, welche vorzugsweise im westindischen Meere, und, beim Umsetzen der Moussons, im indischen Oceane entstehen und über das südliche Asien sich verbreiten, als auch wahrscheinlich die Typhons des chinesischen Meeres.

Zweiter Abschnitt.

Von den hauptsächlichsten Veränderungen des Festlandes, welche durch die Atmosphäre, das Meer, durch vulkanische Ausbrüche und Erdbeben bewirkt werden.

Veränderungen des Festlandes, welche durch die Atmosphäre und das Meer bewirkt werden.

§ 26.

Die bewegte Luft, wenn sie als Sturm in gewaltigen Wirbeln über das Festland dahin kreist, modellirt im Kleinen dasselbe. Felsblöcke von den Höhen, indem die Erd- und Schneemassen, auf denen sie ruhen, von dem Sturme gelöst werden, rollen in die Tiefe mit zunehmender und zerstörender Gewalt. In sandigen Gegenden wühlt der Sturm die Oberfläche auf und trägt die Dünen von den Meeresküsten tief ins Land hinein, oder führt den Sand der Wüsten in finsteren, erstickenden Wolken über ganze Länderstrecken mit sich fort und setzt ihn in Hügeln in fruchtbaren Gegenden ab, die allmälig zur Wüste werden. In

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf