

Theorie der Erdbildung.

Die Hypothese, wodurch wir die Entstehung der Erde erklären wollen, muß, wenn sie auf Wahrheit Ansprüche macht, von einer Voraussetzung ausgehen, deren Zulässigkeit nicht bloß mit der erkennbaren Bildung des Erdkörpers im Einklange steht, sondern auch die nachweisbaren Entwicklungsphasen als nothwendige Resultate der gesetzten Ursache von selbst darthut. Diese Anforderung stützt sich auf Thatsachen der Weltordnung, so weit unsere Wahrnehmungen reichen; überall finden wir nur einen Anstoß in den Erscheinungen gegeben, und sobald derselbe erfolgt war, reiheten sich an ihn alle weiteren Phänomene in unausbleiblicher Folge als Resultate der Grundursache an. Werfen wir in dieser Beziehung einen Blick auf den Weltraum mit seinen Millionen Sternen, so ist es das Gesetz der Gravitation, welches hier als Lenkerin der Bahnen aller von uns genau in ihren Bewegungen erkannten Himmelskörper auftritt, was den kleineren um den größeren gehen heißt und das geordnete Sonnensystem, dessen Theil wir bilden, in seinen Grenzen erhält. Aber nicht bloß am Firmament äußert die Gravitation ihre Wirkungen, auch auf dem einzelnen Planeten, den wir bewohnen, tritt sie überall an der Materie als erste Grundkraft auf und wirkt als Schwere anziehend, wie als Adhäsion verschiedene, oder als Cohäsion gleichartige Massen zu einem Ganzen verbindend. —

Suchen wir, von diesem Resultat geleitet, den Urzustand unseres Planeten aus seinen dermaligen Verhältnissen zu bestimmen, so dürfen wir ihn nur in der eben angedeuteten Weise voraussetzen; wir dürfen also unsere Erde nicht etwa als einen schon fertigen Weltkörper ansehen, der durch einen anderen wieder zertrümmert und in die chaotische Mischung seiner Bestandtheile zurückgeführt wurde, daraus die nachweisbaren Revolutionen seiner Oberfläche erklärend. Denn bei einer solchen Annahme wäre der heutige Zustand nicht Resultat eines nothwendig aus der ersten Anlage sich ergebenden Bildungsganges, sondern Folge eines zufällig eingetretenen Ereignisses, dessen Begebniß außerhalb des ursprünglichen Planes lag. Verhältnisse solcher Art giebt es aber in der Natur nicht; was wir Zufall nennen, ist sicher nothwendiges Resultat unbekannter Ursachen, und ebenso gesetzmäßig, wie jede natürliche Erscheinung überhaupt. Jede Revolution ist daher ein

durch die Anlage der Erde selbst bedingtes Ereigniß, ein nothwendiger Akt im fortschreitenden Schaffen und Gestalten, den keine äußere, zu ihm beziehungslose Bedingung, wie etwa eine allgemeine Verderbniß des Menschengeschlechtes, herbeiführen konnte. Wer in natürlichen Ereignissen Strafen höherer Mächte am sterblichen Geschlecht erkennt, beurtheilt die Weltordnung nach menschlichen Zwecken und schiebt ihr Motive unter, welchen sie nicht folgt. Denn die Strafe des Himmels am Menschen ist, so lange es Menschen gegeben hat, immer von ihnen selber vollzogen worden; das lehrt die Geschichte mit blutigen Zügen. Für jene teleologische Ansicht der Welt bleibt ihre Ordnung ein Geheimniß, das Niemand errathen kann, der sich durch Annahme kleinlicher menschlicher Motive alle höhere Einsicht im Voraus verbaut hat. Selbst der Mensch ist weit eher der Natur wegen da, als sie seinetwegen; ja nicht der kleinste Theil in ihr hat eine andere Beziehung zum Ganzen als die, welche sein Existenzbedürfniß fordert. Ein Jeder soll sich durch eigne Kraft erhalten, nicht seine Umgebung ihn; und er thut es, indem er rücksichtslos ergreift, was ihn umgiebt, in der Voraussetzung, daß, was ihm erliegt, seinem Bedürfniß zu dienen bestimmt sei. Und doch hat dieses Außending dieselbe Berechtigung der Existenz, wie er, daher es auch eben so oft die seinige vernichtet, wie es von ihm als Individuum vernichtet wird, bevor die Erfahrung beider über das stattfindende Abhängigkeitsverhältniß die belehrenden Aufschlüsse erteilt hat.

Sprechen wir demnach diese erste Grundursache, diesen uranfänglichen Zustand, der alle späteren Phasen als nothwendige Entwicklungsstufen nach sich zog, hypothetisch aus, so lautet sie wie folgt:

Der Erdkörper war im Anfange seines Daseins ein weit ausgedehnter Gasball, welcher bei allmählicher Verdichtung in Gluth gerieth und durch langsame Abkühlung in seine spätere Beschaffenheit überging.

Bevor wir die Resultate dieser Annahme erörtern und zeigen, daß die Verdichtung eines gasartigen Urzustandes Verhältnisse herbeiführte, wie diejenigen sind, welche wir in der Erdrinde antreffen, müssen wir die Gründe hervorheben, aus denen sich die Berechtigung unserer Hypothese darthun läßt.

Der erste und hauptsächlichste Grund liegt im Erdkörper selbst, dessen Temperatur, wie wir gesehen haben, noch jetzt im Innern sehr hoch steht, und dessen Rindenbestandtheile alle der Art sind, daß sie durch hohe Temperaturgrade gasförmig werden könnten. Wir verfolgen diese Behauptun-

gen hier nicht weiter, da von ihnen schon in den früheren Untersuchungen mannigfach gehandelt wurde.

Ein zweiter Grund für die ausgesprochene Annahme zeigt sich in den Himmelskörpern¹⁾, welche unser Sonnensystem zusammensetzen, insofern dieselben sich nachweislich in sehr verschiedenen Dichtigkeitsgraden befinden und neben einander alle die Phasen der Verdichtung darbieten, welche wir für den Erdkörper als seine aufeinanderfolgenden Entwicklungsstufen annehmen. Verweilen wir zunächst bei den Planeten, so übertrifft nur einer von ihnen, der Merkur, welcher der Sonne am nächsten steht, in dieser Beziehung unseren eignen Weltkörper; denn seine Masse verhält sich zur Erdmaterie, dem spezifischen Gewichte nach, wie 6 zu 5; — alle anderen Glieder unseres Systems sind aus weniger dichten Stoffen gebildet worden, wenn gleich der Unterschied zwischen der nahen Venus und unserer ihr in so vielen Stücken ähnlichen Erde ein sehr unbedeutender ist. Schon der Mond, welcher die Erde noch viel näher umkreist, gehört unter die dünneren Weltkörper; das spezifische Gewicht seiner Bestandtheile verhält sich zu dem der Erde, wie 5 zu 9. Endlich die Sonne, der Mittelpunkt des ganzen Systems, die doch alle anderen Planeten zusammen 700mal an Größe übertrifft, und 1,500,000 mal räumlich größer ist, als die Erde, steht derselben, also auch der Venus und dem Merkur, in der Dichtigkeit ihrer Masse bei weitem nach; sie ist sogar aus einer noch dünneren Materie als der Mars gebildet, und gleicht darin mehr dem Jupiter, dessen Bestandtheile, obgleich sie dem größten aller Planeten angehören, doch über viermal lockerer gefügt sind, als die der Erde, mithin sehr wenig mehr Consistenz als das Wasser haben. Nur Uranus und Saturn bleiben hinter der Dichtigkeit der Sonne beträchtlicher zurück; letzterer am bedeutendsten, da er der lockerste aller Planeten ist. —

Eine genauere Vergleichung dieser verschiedenen Dichtigkeitsgrade ergibt also, daß der am nächsten an die Sonne herangerückte Planet der dichteste ist, und daß sich an ihn zwei andere Planeten von geringerer, unter sich fast gleicher Dichtigkeit anreihen, worauf abwärts von der Erde die Dichtigkeiten schneller und um so mehr abnehmen, je weiter der Planet sich von der Sonne entfernt; Uranus ausgenommen, welcher eine größere Dichtigkeit besitzt, als der ihm vorangehende Saturn, obgleich er dem-

1) Ausführlichere Mittheilungen über die hier nur angedeuteten Thatfachen finden sich in J. H. Mädler's astronomischen Briefen (Mitau 1846. 8.), auf welche wir unsere Leser verweisen.

selben an Masse bedeutend nachsieht. Die Sonne aber, der Centralkörper, hat keineswegs die größte Dichtigkeit, sondern eine so geringe, daß sie erst mit dem stofflichen Gehalte der entferntern größeren Planeten, besonders mit dem des Jupiter, übereinzustimmen scheint 2).

Indem wir die eben entwickelte und gewiß nicht zufällige, wenn auch an kein mathematisches Gesetz gebundene Abnahme der Dichtigkeitsgrade in nähere Ueberlegung ziehen und auf ihre Ursachen prüfen, so scheint uns ein Vergleich mit den Eigenschaften der Sonne auf die Ansicht zu leiten, daß Temperaturunterschiede wohl als Bedingungen mitwirken könnten und jenes früher (S. 59) erörterte Gesetz von der Ausdehnung der Materie durch die Wärme in Anwendung kommen möchte. Allgemein wird ja der Sonne eine höhere Temperatur zugeschrieben, welche man freilich nicht dem Sonnenkörper selbst beilegt, sondern einer ihn umgebenden feurigen Atmosphäre, deren Ausdehnung, wie Erscheinungen bei Finsternissen andeuten, über 30,000 Meilen betragen mag, während Spuren derselben selbst noch jenseits der Erdbahn im Zodiacallichte uns sichtbar werden dürften. Wie groß der Einfluß eines solchen glühenden Dunstkreises auf die Ausdehnung des Sonnenkörpers sein müsse, ist leicht zu erachten, selbst wenn man annehmen wollte, daß der feste Kern der Sonne aus Materien, strengflüssiger als die tellurischen Stoffe, bestehe; ja wir werden einer solchen Annahme ohne Widerspruch beipflichten können, weil sie in der That annehmlicher erscheint als das Gegentheil. Immer aber müßte die hohe Temperatur des Sonnendunstkreises auch auf den Kern ausdehnend wirken und könnte eben dadurch einen Theil des geringeren spezifischen Gewichtes der Sonnenmasse hervorrufen. Wie dem aber auch sein mag, für unsere gegenwärtige Betrachtung genügt die Thatsache, daß die Sonne aus zweien Bestandtheilen, einem selbstleuchtenden Dunstkreise und einem lichtlosen Kerne, bestehe, mithin in zwei verschiedenen Graden der Massenverdichtung sich befände; eine Eigenschaft, welche jedoch mit den ähnlichen Qualitäten der tellurischen Bestandtheile nicht in unmittelbarer Uebereinstimmung stehen dürfte, sondern aus anderen und eigenthümlichen Bildungselementen der Sonne hervorzugehen scheint. —

2) Weder von den zahlreichen kleinen Planeten oder Asteroiden zwischen Mars und Jupiter, deren Menge gegenwärtig schon bis auf 23 angewachsen ist, noch von dem kürzlich durch Leverrier hinter der Uranusbahn theoretisch ermittelten, von Galle zuerst wirklich gesehenen, größeren Planeten Neptun, sind die Dichtigkeiten erkannt worden.

Bei so schwachen Analogien wird uns die physische Beschaffenheit der Sonne nicht viel nützen, sie kann uns zwar eine Duplicität der Sonnen-Substanz darthun, allein nicht mehr lehren, als was die Erde selbst zeigt; — daß nämlich sich ihre Bestandtheile nicht in einem gleichen Grade der Verdünnung oder Verdichtung befinden. Aber die Möglichkeit eines Urzustandes gleichförmiger Verdünnung aus heutigen Thatfachen zu deduciren ist hier unsere Aufgabe; — ihre Lösung liegt also noch vor, wenn wir nicht bei dem obigen Resultate stehen bleiben wollen, daß die Sonne und die Planeten gegenwärtig sehr verschiedene Grade der Verdichtung zeigen, freilich aber eine größere Consistenz, als bloße Dunstmaterie, unfehlbar besitzen. Auf eine so wenig ausreichende Erfahrung sich allein zu stützen, ist nicht statthaft, wenn noch Thatfachen von mehr Erfolg zu erlangen sind. Sie bieten sich bei näherer Betrachtung der Kometen dar, jener wandelbaren, schwach leuchtenden Gestirne von ungleicher Masse, welche von Zeit zu Zeit im Bereiche unseres Sonnensystems erscheinen, oder mit uns die Sonne in langgezogenen Ellipsen umkreisen. Ihre Substanz ist dunstförmig, das lehrt der Augenschein; sie leuchtet, gleich den Planeten, nur mit erborgtem Lichte, und ändert sich an jedem einzelnen Kometen je nach seiner Stellung im Weltraum und den Beziehungen, in welche der Komet zu benachbarten Gestirnen tritt; — aber auch ihre Form und ihre Ausdehnung ist großen Verschiedenheiten unterworfen. Enke's Komet, uns der nächste, dessen minder langgestreckte Bahn noch nicht bis zum Jupiter reicht, umkreist näher als Merkur die Sonne in nicht völlig $3\frac{1}{3}$ Jahren, eine elliptische Dunstmasse bildend, worin nahe dem vorderen Ende ein minder durchsichtiger, sphärischer Kern sich befindet, von dem an die Materie allmählig nach dem Umfange hin dünner wird. Aber die meisten Kometen zeigen nicht einen solchen Umfang, sie bestehen vielmehr aus einem schärfer umgrenzten Kern von hellerem Lichte, hinter dem sich ein langer Dunstnebel herzieht, welcher den Kern in zwei konischen Schichten, einer inneren dünneren und einer äußeren dichteren, zu umgeben scheint. Dieser dem Kopfe oder Kerne folgende Schweif nimmt an Größe zu, je näher der Komet an die Sonne heranrückt, und befindet sich in der Regel hinter dem Kern, doch nicht auf der Bahnlinie, sondern von der Sonne abwärts nach außen zu und so gewendet, daß die Verlängerung seiner Achse durch den Mittelpunkt der Sonne geht. Nicht immer behält er die gleiche Stellung, er schwankt vielmehr, nach links und rechts abweichend, in bestimmten Pausen, was Bessel einer polaren Action, der magnetischen Polarität unseres Erdkörpers vergleichbar, zuschreiben möchte. Welcher Art die Materie sei,

woraus der Schweif sich bildet, und ob sie von den Stoffen des Kernes ab- weiche, ist schwerlich oder überhaupt gar nicht zu bestimmen; aber dunst- förmig muß sie sein, selbst dünner als unsere zartesten Nebel, weil man Sterne mit völliger Klarheit durch sie wahrnimmt. Auch der Kern kann nicht viel dichter sein, denn er trübt ebenso wenig das Licht der Fixsterne, welche durch ihn zu uns herüberstrahlen. Die Qualität beider Stoffe muß ferner von bestimmten Graden der Temperatur und des Druckes abhängen, weil die Dunstmasse sich vergrößert, je näher der Komet an die Sonne her- anrückt und gewöhnlich bald nach dem Durchgange durch sein Perihel der Schweif des Kometen die größte Ausdehnung erlangt. Früher schrieb man die Verlängerung des Schweißes dem ausdehnenden Einflusse zu, welchen die Sonne mittelst ihrer Wärme auf die Masse des Kometen ausübe; gegen- wärtig ist man geneigter, seine Volumsvermehrung von der beschleunigten Bewegung des Kernes abzuleiten, worin ihn die mit der Annäherung immer stärker werdende Attraction der Sonne versetzt. Indem nämlich ungleich dichte Bestandtheile des Kometen theils ungleich von der Sonne angezogen, theils ungleich von dem Widerstande des Aethers ³⁾ zurückgehalten werden, müssen allerdings die zarteren Schichten mehr zurückbleiben und als Folge davon den Schweif verlängern. Es muß ferner der Kern, ohne Zweifel der dichteste Theil des Kometen, sich der Sonne zuwenden, weil er am stärksten von ihr angezogen wird, der Schweif aber wird um so weiter von ihr entfernt bleiben, je dünner er ist, d. h. je schwächer er angezogen wird; und aus diesem Grunde treffen wir ihn außerhalb der Kometenbahn ab- wärts von der Sonne in der früher erwähnten Richtung. Vergleichen Verhältnisse könnten aber nicht eintreten, wenn die Bestandtheile des Kome- ten eine gleiche Dichtigkeit besäßen oder überhaupt nicht so überaus dünn wären; ja es scheint, als wenn seine Stoffe, wegen der mangelnden größe- ren Differenz ihrer spezifischen Schwere, wohl nie zu einer bessern Consoli- dirung gelangen werden, sondern für immer in dieser luftigen hauchartigen Beschaffenheit zu verweilen bestimmt sein dürften. Wenigstens sind die Unterschiede der mehrmals wiedergekehrten und genauer beobachteten Kome- ten zu unbedeutend, als daß sich ein allmäliger Fortschritt an ihnen, eine

3) Die Anwesenheit eines höchst zarten Fluidums im Weltraume, des Aethers, ist schon von früheren Physikern gelehrt, in neuerer Zeit aber am überzeugendsten durch Cncke dargethan worden, indem er zeigte, daß nur aus der Annahme eines solchen Widerstand leistenden Stoffes die stets kürzer werdende Umlaufszeit des nach ihm genannten Kometen erklärt werden könne. —

Art Entwicklung, erkennen ließe. Die Kometen stehen vielmehr in ihrer physischen Individualität noch weit mehr hinter dem materiellen Gehalte der entfernteren oberen Planeten zurück, und stellen mit ihrem dunstförmigen Wesen wahrscheinlich den Urzustand dar, von welchem der durch größere stoffliche Mannigfaltigkeit bevorzugte Erdkörper vor Millionen von Jahren ebenfalls ausging. — Und was sonach für die Erde zulässig erscheinen dürfte, das kann auch von den übrigen Planeten gelten, sie alle mögen einstmals dunstförmige, elastisch-flüssige Nebelmassen gewesen sein.

Diese Voraussetzung ist in der That keine neue und übertriebene, sondern eine sehr alte, zuerst von Kant vorgetragene Ansicht, die später Laplace unabhängig von seinem Vorgänger weiter verfolgt und als wahrscheinlich dargethan hat. Der große Astronom und Analytiker wurde durch die übereinstimmende Richtung aller Bewegungen ⁴⁾ in unserem Sonnensystem zunächst zu der Ueberzeugung gebracht, daß eine so gleichartige Wirkung nur von einer und derselben Ursache herrühren könne. Er stellte demnach die Ansicht auf, daß man sich unser ganzes Sonnensystem sehr wohl in seinem uranfänglichen Zustande als einen einzigen ungeheuren Gasball denken könne, in dem durch Concentration der Substanzen sich irgendwo ein Mittelpunkt und später ein festerer Kern bildete. Erhielt derselbe durch irgend eine äußere Gewalt, vielleicht durch die Attraction entfernter ähnlicher Kerne, eine Bewegung um seine Achse, so mußte an dieser Bewegung nach und nach die ganze ihn umgebende Gasmaterie Theil nehmen, mithin der Gasball ein in sich selbst rotirender werden. Anfangs sich langsam um seine Achse wälzend, wurde diese Bewegung, wegen der fortschreitenden Verdichtung der Masse und der damit harmonischen Verkleinerung des Volumens, bald schneller und schneller, die Gestalt des Gasballes aber mehr und mehr eine sphäroidische, der Linsenform genäherte, indem mit der schnellern Drehung auch die Schwungkraft (Centrifugalkraft) sich vermehrte. Bei fortschreitender Verdichtung des Ganzen und gleichmäßig vermehrter Fliehkraft der peripherischen Theilchen konnte es nun nicht ausbleiben, daß zu irgend einer Zeit diese Fliehkraft über die Anziehung, welche der Kern im Mittelpunkte auf die peripherischen Schichten ausübte (Centripetalkraft), die Oberhand gewann, und da dies an

4) Nur die Uranus-Trabanten bewegen sich entgegengesetzt, nämlich von Osten nach Westen; den übrigen Körpern unseres Systems ist die gleiche Bewegung von Westen nach Osten eigen. —

allen Orten unter dem Aequator des linsenförmigen Gasballes gleichzeitig erfolgen mußte, ein ringförmiger zumest peripherischer Theil vom Ganzen sich ablöste. Dieser Gürtel oder Ring erhielt später durch Störungen, welche auf ihn ausgeübt wurden, Lücken, zerriß an einer oder an mehreren Stellen, und wickelte sich zu ebenso vielen Kugeln auf, welche so wie sie entstanden waren, ihr Dasein bleibend behaupteten. Es ergab sich also daraus entweder ein einziges neues größeres Sphäroid mit doppelter Bewegung: einer Achsendrehung, bedingt durch die ungleiche Schwungkraft, welche der Gasring an seiner äußeren und inneren Seite besitzen mußte; und einer zweiten, den übrig gebliebenen Gasball noch ferner umkreisenden peripherischen Umlaufsbewegung; — oder eine Anzahl kleinerer Sphäroide, die alle in ziemlich gleichem Abstände vom Centrum mit denselben doppelten Bewegungen fortrollten³⁾.

Während dies an der Peripherie des großen Gasballes sich zutrug, verfolgte er selbst seine alte rotirende Bewegung und vergrößerte zugleich immer mehr seine Schnelligkeit in der Umdrehung, weil er fort und fort durch Zusammenziehung oder Verlust kleiner wurde. Da wiederholte sich an ihm nach einiger Zeit die alte Erscheinung; die Centrifugalkraft der peripherischen Schicht überwand die Anziehungskraft des Kernes, und ein neuer Gürtel löste sich ab. Auch dieser gestaltete sich in der Weise des früheren, und indem er jetzt die Phasen durchlief, welche der ältere bereits zurückgelegt haben mochte, bereitete sich an der centralen Masse schon ein dritter Gürtel zur Ablösung vor. Derselbe Hergang begab sich nach und nach so oft aufs Neue, wie die peripherische Schwungkraft der stets beschleunigter bewegten Masse die Anziehungskraft der Mitte überwinden konnte; erst als ein solcher Fall vermöge des geringeren Umfanges, den der Centraltheil nach so viel erlittenen Verlusten angenommen haben mußte, nicht mehr eintreten konnte, war die Entstehung neuer peripherischer Weltkörper unmöglich geworden. Jetzt endlich hatte sich der Gegensatz zwischen der centralen Sonne und den peripherischen Planeten für immer festgestellt, das Sonnensystem also nach dieser Seite hin sich vollendet. Allein die Planeten waren inzwischen durch neue Stadien der Entwicklung hin-

3) Die 23 kleinen Asteroiden beweisen, daß auch dieser zweite Fall ein wirklicher gewesen ist; während alle größeren Planeten auf die zuerst angegebene Weise durch Concentration des Ringes in eine Masse sich gebildet haben.

durchgegangen. In diesen peripherischen Gasugeln fehrte nämlich, wenn sie groß genug an Umfang waren, um der Centrifugalkraft ihrer Aequatorialtheile das Uebergewicht über die Anziehung ihres Kernes einräumen zu müssen, die Tendenz zur Gürtelbildung zurück; es entstanden selbstständige Ringe, welche sich nach den früher mitgetheilten Gesetzen zu Kugeln formirten, und den Unterschied von Planeten und Trabanten bewirkten. Kleinere Planeten ließen es zu einer solchen Gürtelbildung nicht kommen, während größere mehrere Gürtel über einander absetzten, von denen vielleicht einige noch heute nicht zu Kugeln sich gestaltet haben; denn dafür scheint der mehrfache Ring am Saturn zu sprechen. —

Die vorgetragene Ansicht von Laplace und Kant harmonirt nun vollkommen mit den früher besprochenen Dichtigkeitsunterschieden der Planeten (S. 136), und hat in ihnen eine nicht minder sichere Stütze, als in der übereinstimmenden Richtung ihrer Bewegungen. Denn da im ganzen Gasball eine fortdauernde Verdichtung durch Massenanziehung stattfand, so mußten natürlich die inneren Theile desselben aus dichteren Schichten bestehen, als die äußeren, die unteren Planeten also, welche aus diesen Gürteln dichterer Materien entstanden, eine größere Dichtigkeit besitzen, als die oberen, welche sich aus den zuerst abgeordneten äußeren Gürteln leichter Stoffe gebildet hatten.

Wenn auf solche Weise die Entwicklung des Gasballes, dem unser Sonnensystem zur Grundlage diente, vorgegangen ist, so fragt es sich dagegen noch sehr, wie der Gasball selbst sich bildete, und was für ein Urzustand seiner Existenz in abgesonderter Form voranging. Ueber diese Frage ist Laplace mit Stillschweigen hinweggegangen, obwohl ihre Beantwortung eine nicht geringe Wichtigkeit hat. Sie geht übrigens aus seiner Theorie auch ziemlich ungezwungen hervor, wenn man annimmt, daß derselbe Anfang, welcher für unser Sonnensystem zulässig erschienen ist, auch für die übrigen Weltkörper und ihre Systeme Geltung haben könne, ja daß er selbst Geltung haben müsse, wenn wir die Einheit des Planes in der Weltordnung statuiren. Bei dieser Voraussetzung ist es kein Sprung in der Schlußreihe, anzunehmen, daß der ganze Weltraum ursprünglich homogen mit höchst fein zertheilten dunstförmigen Substanzen, den Substraten der gegenwärtig zu Weltkörpern verdichteten Materie, angefüllt war. Eben dieser feinen Zertheilung wegen reagirten die einzelnen Bestandtheile noch nicht auf einander, alles blieb in chaotischer Mischung regungslos stehen, bis irgendwo durch erste Massenanziehung die Anlage zu einer Differenz in der Materie und dadurch zu einer Wirkung der differenten Bestandtheile

auf einander Veranlassung gegeben worden war 6). Solche Concentrationen geschahen wohl gleichzeitig an unendlich vielen Punkten des Welt- raumes, und sie waren es, welche zu den festen Kernen, aus deren Anziehung Laplace die Bewegung der einzelnen Gasräume und ihre Verdichtung zu Sonnensystemen herleitet, Veranlassung gaben. Jede Concentration der Materie erregte aber nothwendiger Weise Temperaturunterschiede, denn mit der Verdichtung jedweden materiellen Stoffes ist eine Entbindung von Wärme verbunden. Vermöge dieser Wärme wurden die ersten sich concen- trirenden Massen nicht gleich fest, sondern sie blieben in einem erweichten breiartigen, vielleicht selbst glühenden Zustande, und aus solchen glühenden Massen bestanden ohne Zweifel die ersten Kerne des sich aus seiner dunst- förmigen Zertheilung hervorbildenden Weltalls. Das Chaos mit seiner uranfänglichen Gleichheit der Form war auch der Materie nach ebenso in- different, bis Dichtigkeitsunterschiede und die davon abhängenden Tempera- turdifferenzen eintraten, welche ein Aufhören der Indifferenz und ein Agiren der entfesselten Substanzen auf einander nach den ihnen inwohnenden phy- sikalischen wie chemischen Eigenschaften bedingten. Erst jetzt, wo der ent- standene Kern einen höheren Sitzgrad behauptete, von der concentrirten Materie Wärme und Licht, die unzertrennlichen Genossen hoher Tempera- turen, ausstrahlten, zog er die zarter gefügten Stoffe an sich heran, erregte in ihnen durch beide Agenten chemische Affinitäten, und bildete fortan eine leuchtende Fackel 7), die den leichteren lichtlosen Dünsten als Anziehungs- punkt diente, indem sie durch die bis dahin finsternen Räume des Weltalls ihre ersten, wenn auch schwachen, Strahlen verbreitete. Und wie weit sie mit ihren chemischen Wirkungen reichten, so weit reichte auch die An- ziehungskraft des Kernes; durch beide ward der Gasraum dieses Systemes von den Räumen der zunächst gelegenen Kerne gesondert, und die Grenze bestimmt, innerhalb welcher die vollendeten Weltkörper in weiten Abständen sich noch heute bewegen.

Wir überlassen es dem Gefühl jedes einzelnen Lesers, diesen Gedanken diejenige Wahrheit beizulegen, welche sie ihm zu verdienen scheinen, und

6) Man hat durch Rechnung wahrscheinlich gemacht, daß der achtzigtausend mil- lionste Theil eines Grans fester tellurischer Substanz eine Kubikmeile anfüllen mußte, als die Bestandtheile unseres Sonnensystems den Kugelraum gleichmäßig erfüllten, dessen Umfang etwa die Uranusbahn bezeichnet. In einem solchen Grade der Verdünnung wa- ren aber noch keine chemischen Einwirkungen der Stoffe auf einander möglich.

7) Moses Genes. 1. Cap. 3. Vers: Und Gott sprach: es werde Licht!

fehren, nach so überschwenglichen theoretischen Abschweifungen, zur Betrachtung des Jugendzustandes unseres Erdkörpers zurück.

Wenn derselbe also bei seinem ersten Entstehen als räumlich individualisirte Masse ein Gasball war, so hatte er nothwendiger Weise auch eine Temperatur⁸⁾, die hinreichte, alle gegenwärtig in fester Gestalt an ihm vorhandene Materie in Dunst zu verwandeln. In dieser Dunstmasse bildete sich jedoch sofort, sei es durch das centripetale Streben der schwereren Stoffe, oder durch die Compression der peripherischen auf die centralen Schichten ein festerer Kern. Ein solcher konnte nicht wohl fehlen, wenn wir uns die Entstehung des ganzen Gasballes in der Art denken, wie die vorgetragene Theorie von Laplace es bestimmt; nämlich als Concentration einer gewissen Schicht an der großen Gasugel unseres ganzen Sonnensystems. Hier entsteht nun zunächst die Frage, was für Stoffe wohl diesen Kern gebildet haben mögen, und ob derselbe gleich anfangs seine spätere Beschaffenheit besitzen mußte. Den zweiten Theil dieser Frage dürfen wir mit einigem Rechte verneinen, wenn wir an die eiförmige Dunstmasse des Encke'schen Kometen uns erinnern, insofern dessen Kern nur sehr wenig dichter zu sein scheint, als der ihn umgebende Dunstkreis. Sehen wir dagegen die Meteorsteine als Bruchstücke kleiner im Weltraume gebildeter Planetenmassen an, welche die Attraction der Erde, als sie ihre Bahnen durchschnitt, an sich zog; so haben wir freilich alle Ursache, den ersten Kern unsers Planeten auch als eine feste, und zwar metallische Substanz uns zu denken. Hierbei ist indeß nicht zu übersehen, daß die kalten Räume, in welchen die Meteore sich bewegen, ihre anfängliche Temperatur bedeutend verringern und ihre materielle Dualität dadurch ändern mußten⁹⁾; letztere mithin nicht gut als Analogie für die ursprüngliche Beschaffenheit des Erdkernes angeführt werden kann. Dennoch dürfte seine Materie dieselbe oder eine ähnliche gewesen sein, da uns frühere Untersuchungen ja über die vorwiegende Metallität des Erdinnern belehrt haben.

8) Einen sehr hohen Grad brauchte sie nicht zu besitzen, weil wir wissen, daß alle flüssigen Materien, und selbst viele feste, bei jeder Temperatur verdunsten, also auch bei niedrigen Temperaturen dunstförmig bleiben können. Vergl. die 2. Note zu S. 39.

9) Daß die Meteorsteine in der Regel warm, ja selbst heiß und sogar mit Feuererscheinungen verbunden niederfallen, giebt keinen Grund ab gegen die obigen Annahmen; denn diese Temperatur scheinen sie erst in der Nähe unserer Erdatmosphäre durch Entzündung der sie begleitenden Dunstmassen, oder durch Reibung in der Luft selbst zu erlangen.

Wir gehen deshalb von dieser Meinung aus, und lassen es dahin gestellt sein, ob die ersten Verdichtungen der Materie, welche den Kern der Erde bildeten, bloß aus metallischen Dünsten, oder bereits aus festen Metallmassen bestanden, indem wir uns mit dem Resultat begnügen, daß sie in einer gewissen Periode sicher tropfbar-flüssig wurden und waren¹⁰⁾. Gewisse Zeit mag dieser Kern zu seiner Vergrößerung gebraucht haben, ehe er eine Dimension erlangte, wie sie zur Attraction aller irdischen Materie in seinen Dunstkreis erforderlich ist; bedenkt man indes, daß die Metalle die schwersten Substanzen der Erde sind, und daß alle Gradation in der Anziehung auf die spezifische Schwere sich gründet, so werden wir von selbst einsehen, warum der erstgebildete metallische Kern fort und fort neue Metallschichten an sich heranziehen und alle metallischen Bestandtheile der tellurischen Kugelzone, die nicht durch chemische Affinitäten oder physikalische Kräfte zurückgehalten wurden, mit sich vereinigen mußte. Denn außer der größeren oder geringeren Schwere der Stoffe in jener Kugelzone konnten es nur chemische Affinitäten der Materien sein, die in ihr wirksam waren; allein diese konnten bei sehr vielen Stoffen erst eintreten, als die größere Anziehung den zu ihrer chemischen Wirksamkeit nöthigen Verdichtungsgrad herbeiführte. Denken wir uns also auch immer die zahlreichen elementaren Substanzen, aus denen der chemischen Analyse nach unsere Erde besteht, in den Verhältnissen, in welchen sie wirklich constituirende Bestandtheile des Erdkörpers sind, dunstförmig unter einander gemischt; — eine Annahme, die bei dem Durchdringungsvermögen der Gase unter einander keineswegs eine unmögliche ist; — so konnte sich die chemische Affinität dennoch nicht gleich anfangs an allen geltend machen und Verbindungen in der Weise bewirken, wie wir sie gegenwärtig sich gestalten sehen. Auch sind gerade die schwersten Stoffe, die edlen Metalle, zu solchen Verbindungen am allerwenigsten geneigt, und wenn sie auch unter einander im flüssigen Zustande sich mischen, so mußte doch die sehr verschiedene Flüssig- und Flüchtigkeitfähigkeit sie beim Beginn des allmäligen Festwerdens aus der Dunstform von Gemischen abhalten. Denn das Quecksilber ist z. B. noch dampfförmig, während das Eisen erst glüht, und das Platin hat längst seine feste Form angenommen, wenn Gold und Silber noch tropfbar-flüssig sind. Nach diesen Gesetzen schieden sich also die schwersten Metalle um so eher aus der Mischung aus, je weniger sie zu

10) Vergl. die elfte Note auf der folgenden Seite.

Verbindungen mit anderen Materien geneigt sind; sie waren es ohne Zweifel, welche den ersten festen oder flüssigen Kern bildeten, der nach und nach durch Anziehung gleichartiger Theile sich vergrößerte, bis er einen Umfang gewonnen hatte, welcher hinreichend war, auch die leichteren flüchtigen Stoffe der Kugelzone an sich heranzuziehen und dieselbe in eine selbstständige Kugel zu verwandeln. Von diesem Augenblick an stand der Erdball im Weltraum da, eine kometenartige Masse, gebildet aus flüssigem glühenden Metall¹¹⁾, dessen amoch geringe Peripherie von einer ungeheuern, bis weit über den Mond hinausreichenden Gaszone umgeben war, in welcher die verschiedenen chemischen Affinitäten sich noch nicht, der feinen Suspension wegen, worin die Stoffe sich befanden, so ausgleichen konnten, wie es die relativen Mengen der vorhandenen Materien nothwendig machten, selbst wenn der Druck des peripherischen Theiles gegen das Centrum, im Gegensatz gegen die vom heißen Kern ausstrahlende Gluth, ihnen förderlich war, und manchen verstattete, die gasförmige Qualität bald aufzugeben, bald wieder zu behaupten.

Indem wir in unserer Betrachtung die Periode überspringen, welche den ganzen Gasball in die peripherische Mondschicht und die centrale Erdkugel sonderte, weil sich nach unsern jetzigen Kenntnissen von ihrer Bildung nicht gut mehr sagen läßt, als was bereits früher im Allgemeinen über die Trennung der Gasfugeln in Gürtel erwähnt wurde; wollen wir nur noch daran erinnern, daß die geringere spezifische Schwere des Mondes wieder sehr gut mit dieser Ansicht harmonirt, und seine viel geringere Größe es erklärt, warum er sich in einem mehr abgekühlten Zustande befindet, als die Erde, auch eben deswegen, wie die Astronomen lehren, keine oder eine ganz auffallend dünne Atmosphäre besitze. Wir wenden daher sofort unsere Blicke auf den Erdkörper selbst und suchen zu erfahren, in welchen Entwicklungsphasen er seit dem Beginn der chemischen Actionen in seiner peripherischen Gaschicht verweilt haben möge.

Da lehrt uns nun die Beobachtung des gegenwärtigen Zustandes, daß von allen Materien der Sauerstoff in größter Quantität vorhanden sein mußte, denn er bildet noch heute 23 Gewichtsprocente der Atmosphäre

11) Die bekannte Thatsache, daß der Erddurchmesser zwischen den Polen um $\frac{3}{5}$ geogr. Meilen kürzer ist, als der Durchmesser des Aequators ($1718\frac{3}{5}$ Meilen), macht es übrigens zur Gewisheit, daß die erste Qualität des Erdkörpers eine flüssige und keine feste war, weil nur bei solcher Beschaffenheit der Erdmasse jene Differenz der Diameter entstehen konnte.

rischen Luft, 89 Procente des Wassers, über die Hälfte der Kiesel-
erde, überhaupt fast ein Drittel der ganzen festen Erdrinde; so weit wir
ihre Bestandtheile kennen¹²⁾. Eben dieser Stoff hat zugleich die aller-
größte Neigung, mit gewissen Metallen binäre Verbindungen¹³⁾ ein-
zugehen und dadurch neue Stoffe zu bilden, in denen der metallische
Charakter — größere Schwere, besonderer Glanz, Undurchsichtigkeit ver-
bunden mit eigenthümlicher Färbung — verloren gegangen ist, während
andere unterscheidende Eigenschaften — größere Härte, geringere Schwere,
häufiges Auftreten der Durchsichtigkeit in verschiedenen Graden und man-
gelnde Färbung — die entstandenen Verbindungen auszeichnen. — Man
nennt dieselben Erden oder Alkalien, und die ihnen zum Grunde lie-
genden metallischen Körper, Halbmetalle. Das Bestreben des Sauer-
stoffs, sich mit ihnen zu vereinen, ist übrigens so entschieden und erfolgreich
gewesen, daß beide Substanzen nirgends unverbunden vorkommen, und
überall die Verbindung derselben sich schnell wieder herstellt, wenn nach
künstlicher Trennung, die den Chemikern gelungen ist, sie mit einander in
Berührung gerathen¹⁴⁾. Aus solchen Verbindungen entstanden die Kie-
selerde, Thonerde, Talkerde, Kalkerde, das Natron, das Kali
und einige andere erdige Materien, welche in geringerer Quantität, als die
genannten, constituirende Bestandtheile des Erdkörpers ausmachen. Ihr
Bildungsproceß durch Verbindung von Metall mit Sauerstoff ist aber, nach
Seite 58, eine wahre Verbrennung, und konnte nicht ohne heftige Wärme-

12) Folgende Procente von Sauerstoff enthalten die am allgemeinsten verbreiteten
Erden, Alkalien und Säuren: Kieselerde 52 Procente, Thonerde 46, Talkerde
38, Kalkerde 28, Natron 25, Kali 16; die Salpetersäure 74, die Kohlsäure 72, die
Schwefelsäure 60.

13) Binäre Verbindungen sind alle chemischen Produkte, welche aus zwei in be-
stimmten numerischen Quantitäten sich vereinigenden Stoffen bestehen, oder auf zwei solche
Bestandtheile sich zurückführen lassen.

14) Man hat die Frage aufgeworfen, ob es wegen der großen Affinität, in welcher
gewisse Elemente zu einander stehen, überhaupt zulässig sei, sie als einfache Stoffe neben
einander zu denken, und ob nicht vielmehr anfangs gleich das zusammengesetzte Produkt
sich als solches gebildet habe. Diese Frage scheint uns überflüssig zu sein. Es ist für die
Erfolge ganz einerlei, ob man das Einfache vor dem Zusammengesetzten annimmt, oder
letzteres sofort; die theoretische Betrachtung muß aber das Einfache vor das Zusammen-
gesetzte stellen, weil nur so die Einsicht in den allmäligen Entwicklungsproceß zu gewin-
nen ist. Ob ein wirklicher Zeitraum zwischen der Entstehung der einfachen und der zu-
sammengesetzten Stoffe lag, darauf kommt es nicht an; Thatsache aber ist es, daß letztere
aus ersteren bestehen. —

erzeugung vor sich gehen; sie fand also dabei statt und erklärt sowohl den fortdauernden geschmolzenen Zustand der Metalle im Erdkern, als auch die tropfbar-flüssige Qualität, in welcher die Erden selbst, trotz ihrer Strengflüssigkeit, sich anfangs befinden mochten. In dieser Gestalt senkten sie sich allmählig aus dem Dunstraume der Erde gegen den Kern zu Boden, bildeten eine flüssige Schlackenrinde über dem metallischen Mark der Erde, und erhielten durch ihre Gluth das letztere ebenso sehr flüssig, wie den Gasraum über sich in Dunstgestalt durch die Wärmestrahlung ihrer oberflächlichsten Schichten. Die dadurch eingeleitete Abkühlung derselben hatte aber eine sehr verschiedene Wirkung. Während sie nämlich an der Rinde langsam von außen nach innen vorschritt, und eine ungleiche Temperatur der Rinde in ihren verschiedenen Schichten bedingte, hatte sie im Gasraume eine ziemlich gleiche Temperatur zur Folge; weil die äußersten Schichten desselben, so wie sie sich abkühlten, sich auch mehr verdichteten, dadurch natürlich schwerer wurden, und in Folge dessen herabsanken, anderen wärmeren und leichteren ihre Stellung einräumend. Allein während diese sich abkühlten, schöpften jene neue Wärme aus der Rinde, hoben sich wieder, verdrängten die kälteren, und bewirkten im beständig fortdauernden Spiele des Aufsteigens und Sinkens, der Erwärmung und Abkühlung, eine ziemlich gleichmäßige Temperatur im ganzen Gasraume auf Kosten des weiter erkalteten peripherischen Theiles der bis dahin tropfbar-flüssigen Erdrinde.

Um die verschiedenen Proceffe, welche von nun an in diesen beiden Schichten des Erdkörpers, der tropfbar-flüssigen und der elastisch-flüssigen, gleichzeitig stattfanden, in der Betrachtung übersehen zu können, ist es nöthig, jede von beiden einzeln zu schildern, mithin die Erscheinungen, welche zu gleicher Zeit neben einander vor sich gingen, als nach einander erfolgte darzustellen. Wir werden uns dadurch die Einsicht in den Bildungsgang und die Erkenntniß seiner Resultate nur erleichtern, freilich aber eine vom wirklichen Hergange in ihrer Zeitfolge etwas abweichende Erzählung unsern Lesern mittheilen müssen.

Betrachten wir also zuvörderst die Schaafe tropfbar-flüssiger Erden, welche sich über den geschmolzenen metallischen Kern nach und nach verbreitete, so versteht es sich von selbst, daß auch dieser äußere Mantel, so lange er noch tropfbar-flüssig war, den Rotationsgesetzen Folge leistete, und an der bereits eingeleiteten Abplattung der Erde an den Polen ihrer Umdrehungsachse Theil nahm. Die dadurch in der flüssigen Masse vom Pol zum Aequator hin bewirkte, wenn auch nur langsame, Strömung ist ein nicht zu übersehendes Moment der schnelleren Erkaltung gewesen; denn

die oberflächlichen mehr abgekühlten Schichten wurden durch diese Strömung auf einen Raum, den des Aequators, zusammengeführt und eines Theils immer neue Schichten an den Polen der Abkühlung ausgesetzt, andern Theils aber wurde auch um den Aequator herum ein fester Gürtel gebildet, der vielleicht aus einzelnen compacten Klumpen bestand, die ähnlich wie Eisberge im Meer so in der glühenden Flüssigkeit schwammen und zur Entstehung von Unebenheiten Veranlassung gaben. — Dies also mochte die älteste äußere Form des erkaltenden Erdenmantels sein; wie aber verhielt sich dabei seine Materie in ihrem Innern?

Die heutige Beschaffenheit der plutonischen und vulkanischen Producte giebt uns die bündigste Antwort auf diese Frage; sie lehrt uns, daß in dem Erdenmantel die Kieselerde am reichlichsten vorhanden war, ja selbst 70 Procente der Mischung, ihrer dermaligen Verbreitung zufolge, betragen mochte. Nach ihr war die Thonerde der Hauptbestandtheil, sie bildete etwa 16 Procente des Ganzen; außerdem fanden sich 5—6 Procente Kali, halb so viel Natron, und die übrigen Mischungsantheile bestanden in Talkerde, Kalkerde, Eisenoxyd, Manganoxyd, und den andern minder häufigen Erden oder Metalloxyden. Die so zusammengesetzte Masse konnte aber ohne chemische Actionen ihrer verschiedenen Bestandtheile nicht bestehen; die Affinität derselben unter einander trat alsbald hervor, und bewirkte neue chemische Producte. Bei diesem Hergange spielten die Alkalien und die Kieselerde, als stärkste elektrochemische Gegensätze, schon deshalb die Hauptrolle, weil sie von allen in der Mischung gleichzeitig vorhandenen Stoffen die innigste Verwandtschaftsbeziehung zu einander besaßen, sich also zuerst verbinden mußten; und namentlich bildeten wohl die alkalischen Materien das leitende Princip, wonach sich die Verbindungen regelten, weil ihre Menge beschränkter war, als die der andern zur Kieselerde in geringerer Affinität stehenden Stoffe. Die heutige Chemie nennt alle Verbindungen zweier bereits mit Sauerstoff oder einer ihm analogen Materie (z. B. Chlor, Schwefel u. a. m.) vereinigten Stoffe Salze, und den einen elektronegativen Stoff, worin gewöhnlich der größere Sauerstoffgehalt sich findet, die Säure, den andern elektropositiven mit dem geringeren Sauerstoffantheil die Base. Demnach waren die neuentstehenden Erdenverbindungen eigentlich Salze, in denen die Kieselerde als Säure zu betrachten ist, das Alkali oder eine zweite Erde als Basis. Aus diesem Grunde werden alle Kieselerdeverbindungen kiesel-saure Salze, in lateinischer Form Silicate, genannt. Selbst das künstliche Glas, dessen Eigenschaften mit denen der Silicate übereinstimmen, ist in Wahrheit ein

kiesel-saures Salz, aber kein Erden- oder Ird-salz, sondern ein Alkali-
 saltz, weil seine Basis vorzugsweise aus Kali oder Natron besteht, wo-
 mit geringere Anthelle von Kalkerde und Metalloryden sich vereint
 haben. In den natürlichen Silicaten, wie sie damals im Mantel der
 tropfbar-flüssigen Erden entstanden, findet sich als vorwiegende Basis die
 Thonerde, und neben ihr entweder eine zweite Erde, z. B. Kalkerde, Talk-
 erde, oder ein Alkali. Sie sind daher größtentheils Doppelsalze, d. h.
 Verbindungen von zwei Salzen, nach ähnlichen Gesetzen geregelt, wie die
 Verbindung der Säure und Base im einfachen Salz; Substanzen also,
 die in ihrer Zusammensetzung als natürliche Glasflüsse sich ansehen lassen,
 in denen nur umgekehrt, wie in den künstlichen, der Erdengehalt den Alkali-
 gehalt überwiegt, und die äußere Form durch eine deutliche Krystallisation
 bestimmter geregelt ist. Trat ihnen noch ein Metalloryd bei, so verhielt
 sich dies wieder als neue Base, und bedingte die Farbe der Mischung ganz
 ebenso wie im künstlichen Glase, das bekanntlich ohne Zusatz von Metall
 farblos ist, durch letzteres aber grün (Eisenorydul), roth (Kupferorydul),
 blau (Kobaltorydul), gelb (Silberoryd), braun (Eisenoryd), schwarz
 (mehr Eisenoryd) u. s. w. gefärbt werden kann. — Diese Verbindungen
 der Erden zu Silicaten erfolgten aber nicht plötzlich und unmittelbar, son-
 dern langsam und allmählig, so daß die einzelnen Bestandtheile noch Zeit
 hatten, sich während der Verbindung, ihrer eigenthümlichen Schwere gemäß,
 etwas zu sondern. Unter ihnen waltete jedoch nur das spezifische Gewicht
 der metallreichen Silicate entschieden vor, daher diese allein in die unteren
 Tiefen hinabsanken, während die Erden- und Alkali-Silicate gleichmäßiger
 gemischt blieben, weil ihre Gewichtsunterschiede zu gering sind, als daß
 in dem zähen Fluß der geschmolzenen Materien sich ihr Einfluß hätte
 geltend machen können. Aus dem letzteren Grunde dürfte auch die Ab-
 scheidung der Metallsilicate nach unten nur unvollständig gewesen sein; ein
 großer Theil blieb überall suspendirt in der ganzen Masse zurück. Da-
 rum konnten die unteren Schichten nur im Allgemeinen mehr Metall-
 oryde, als die schwersten, die oberen mehr Alkalien, als die leichtesten
 Stoffe der Mischung in sich aufnehmen. Die zu oberst gelegene Haupt-
 masse besteht demnach vorzugsweise aus Alkalisilicaten, mit geringen Bei-
 mischungen von Metalloryden, und erscheint uns hauptsächlich in zwei
 Formen, nämlich als Granit oder als Gneiß. Beide sind Gemische
 zweier Silicate, des Feldspathes und Glimmers, zwischen denen
 als dritter Bestandtheil reine Kieselerde oder Quarz sich ausgeschieden
 hat. Im Granit bildet von diesen drei Stoffen jeder für sich bedeutende

Massen in räumlicher Absonderung; im Gneiß sind die einzelnen Bestandtheile auf kleinere Räume beschränkt, der Glimmer waltet vor, und giebt dem Ganzen durch sein blätteriges Gefüge ein schieferiges Ansehn. Der Quarz ist farblos; der Feldspath pflegt weiß oder fleischroth gefärbt zu sein, und am meisten in der Mischung des Granits zu überwiegen; der Glimmer hat eine gelblich-braune Farbe und auf seinen Theilungsflächen einen sehr lebhaften Glanz; beide letzteren bestehen aus kieselhafter Thonerde und aus kieselhafter Kali, aber der Glimmer enthält viermal so viel Thonerde und ein Drittel mehr Kieselerde als der Feldspath¹⁵⁾. Ein anderes Gemisch, welches neben dem Granit oder statt seiner aufzutreten pflegt, ist der Syenit, bestehend aus Feldspath und Hornblende, theils allein, theils noch mit Quarz und Glimmer verbunden. Die Hornblende (Amphibol), an ihrer schwarzen Farbe leicht kenntlich, ist ein Doppelsilicat, das aus dreifach kieselhafter Kalkerde¹⁶⁾ mit doppelt kieselhafter Talkerde entstand, und ihre schwarze Farbe beträchtlichen Antheilen von Eisenorydul verdankt. Sie findet sich außerdem noch im Grünstein oder Diorit, aber nicht mit gewöhnlichem Feldspath, sondern mit dem reinweißen, natronhaltigen Albit verbunden. Auch dies Gestein tritt neben Granit oder Syenit auf, hat aber gewöhnlich ein kleiner körniges Gefüge, und ist nie so massenhaft, wie jene beiden. Dagegen zeigen sich als Begleiter des Gneißes noch andere schieferige Gesteine, wie der Glimmerschiefer, ein inniges Gemisch von feinem Quarz und Glimmerblättern; oder der Chloritschiefer, welcher aus kieselhafter Thonerde mit kieselhafter Talkerde zusammengesetzt ist, und seine bräunliche, röthliche oder grünliche Farbe dem beigemischten Eisenorydul, wie sein etwas fettiges Ansehen der Talkerde verdankt. Der Wassergehalt desselben ist für ein Gestein aus dieser Periode besonders merkwürdig, und hat zu sehr verschiedenen Ansichten über seinen Ursprung Veranlassung gegeben. In ihn beson-

15) Neben dem eigentlichen Feldspath unterscheiden die Mineralogen noch eine bedeutende Anzahl von ähnlichen Mineralien, die alle kieselhafter Doppelsalze sind, d. h. aus kieselhafter Thonerde einerseits und aus einem kieselhaften Alkali oder Kalk andererseits bestehen. Geologisch wichtig sind davon der eigentliche Feldspath (auch Orthoklas oder Adular genannt), welcher neben kieselhafter Thonerde kieselhafter Kali enthält; der Albit, dessen zweiter Bestandtheil kieselhafter Natron ist; und der Labrador, worin sich kieselhafter Kalkerde mit der kieselhaften Thonerde verbunden hat.

16) Die Ausdrücke: einfach-, doppelt-, dreifach-kieselhafter u. s. w. bedeuten, daß die Kieselerde eines gewissen Silicates eben so viel, doppelt so viel oder dreimal so viel u. s. w. Sauerstoff enthält, wie der andere Bestandtheil oder die Basis.

ders sind mancherlei fremde Stoffe, die zu jener Zeit im Silicatenmantel zugleich mit entstanden, eingebettet, z. B. Magneteisen, Granat, Turmalin und Smaragd; während in den granitartigen Massen Granat, Epidot, Turmalin, Topas, Korund, Zirkon u. s. w. enthalten zu sein pflegen; alle schöner krystallisirt, als die Grundmasse, welche sie umschließt, und meistens in vollständigen Krystallen räumlich abgefordert. Auch sie sind größtentheils Silicate, in denen die seltener vorkommenden Erden, die Zirkon-, Beryll- oder Glycin-Erde, ihre geringen Quantitäten abgelagert haben. —

Was unter dem Granit liegt, hat die Erfahrung bis jetzt noch nicht sicher ermittelt; wir können also nur Muthmaßungen äußern und annehmen, daß es die an Metalloryden reicheren und deshalb schwereren Silicate sein werden, welche wir stellenweis auf der Oberfläche der Erde unter Verhältnissen gegenwärtig antreffen, die es wahrscheinlich machen, daß sie aus jäter Tiefe emporgestiegen seien. Es sind das die Augit oder Pyroxen und Olivin enthaltenden schwarzen Basalte, Melaphyre und Lavien. Der Augit hat dieselben Bestandtheile wie die Hornblende, aber statt dreifachkieselsaurer nur doppeltkieselsaure Kalkerde, und besonders eine andere Krystallisation; der Olivin ist einfach kieselsaure Talkerde mit kieselsaurem Eisenorydul, ohne Kalkerde. Beide Stoffe zeigen eine schwarze, der letztere mehr eine schwärzlich-grüne Farbe und kommen in den erwähnten Gesteinen gern mit wasserhaltigen Silicaten (Zeolithen¹⁷) verbunden vor, was einen eigenthümlichen Bildungsproceß derselben andeutet. Die geringere räumliche Absonderung der einzelnen Bestandtheile giebt übrigens den Augitgesteinen eine homogene, graue oder schwarze Farbe; Eigenschaften, welche das abweichende Ansehen bedingen und einen schärferen Unterschied von dem großkörnigen Granit, Syenit und Diorit, obwohl die chemische Beschaffenheit nicht immer so grell verschieden zu sein pflegt, wie die äußere Betrachtung glauben macht. Denn alle sind wenigstens auf dieselbe Weise gebildet, d. h. Gemische von kieselsauren Doppelsalzen, in denen ein Bestandtheil, die kieselsaure Thonerde, nie fehlt, während der andere zwischen verschiedenen Alkali-, Erden- und Metallorydsilicaten hin und her schwankt, ja oft aus mehreren zugleich bestehen kann¹⁸).

17) Man vergl. Seite 68 die Note 8.

18) Ueber den Ursprung dieser Verschiedenheiten hat sich G. Mitscherlich in einem neuen Werke folgendermaßen sehr bündig ausgedrückt: „Besteht eine geschmolzene Masse,

Die chemischen Verbindungen aller dieser Materien unter einander erfolgten übrigens im Erdmantel nur so lange, wie er noch flüssig oder wenigstens weich war; sobald er erstarrte, hatte die chemische Affinität ihre Wirksamkeit verloren, denn auch hier gilt die alte Lehre der Alchymisten, daß die Stoffe nur dann auf einander chemisch wirken können, wenn sie flüssig sind¹⁹⁾. Die Erstarrung trat mit zunehmender Abkühlung nach und nach ein, aber so langsam, daß die Krystallisation der gebildeten Silicate dabei nicht gehemmt wurde, weshalb glasförmige Materien in ihnen ganz fehlen²⁰⁾. Ein wie langer Zeitraum zur allmätigen Erstarrung nöthig war, läßt sich freilich nicht mit Sicherheit bestimmen, aber kurz darf man ihn sich nicht vorstellen, wenn man bedenkt, daß die Temperatur während desselben etwa von + 2000 Cels. (1600 Reaum.) bis auf + 200 Cels. (160 Reaum.) herabsinken mußte²¹⁾. Welch ein enormer Zeitraum von Jahrtausenden mochte zu einer solchen Temperaturabnahme erforderlich sein; wir haben nach unseren heutigen Beobachtungen keinen sichern Maasstab dafür, und enthalten uns lieber aller positiven Angaben²²⁾; aber gewiß

bei überschüssiger Kieselsäure, aus Thonerde und Kali in dem Verhältniß, daß der Sauerstoff der Thonerde sich zu dem Kali wie 3 zu 1 verhält, so wird sie beim Gefalten Quarz und Feldspath liefern; enthält sie mehr Thonerde, so wird sie aus Quarz, Feldspath und Olimer bestehen; enthält sie viermal mehr Thonerde, als zur Feldspathbildung nöthig ist, so besteht sie aus Quarz und Olimer allein. Enthält sie noch Kalkerde und Eisenorydul, so wird sie auch Hornblende liefern.“ (A. angef. D. S. 53.) Für die nähere Kenntniß der formellen Zustände dieser Stoffe ist besonders G. Bischof's Aufsatz in Leonhard's und Bronn's neuem Jahrb. 1843. S. 1 ff., von großer Wichtigkeit; weshalb wir die Leser auf ihn aufmerksam machen.

19) Corpora non agunt nisi fluida.

20) Vergl. das S. 70 über die Form der Laven Gesagte.

21) Bei 2000 Cels. sind alle Silicate geschmolzen, bei 227° schmilzt das Zinn.

22) Professor G. Bischof in Bonn hat (Wärmelehre S. 479 ff.) aus Untersuchungen über die Abkühlungszeit einer künstlich geschmolzenen Basaltkugel von 2' Durchmesser nicht zu übersehende Folgerungen gezogen und durch Rechnung gefunden, daß die Erstarrung des Erdkörpers von der Schmelzhitze seiner jetzt festen Rinde bis zur Stabilität der Temperatur 353 Millionen Jahre gedauert haben müsse. Durch eine andere Rechnung fand er den Zeitpunkt, wo in unseren Gegenden ein Tropenklima herrschte, was mit der Epoche vor Entstehung der Steinkohlen zusammenfallen würde, ziemlich 1,300,000 Jahre von der jetzigen Periode des Erdkörpers entfernt. Hiermit stimmt freilich eine ähnliche Berechnung von Arago (Gehler's physik. Wörterb. IX. 1. S. 618 u. f.), die diesen Abstand bloß zu 313,600 Jahren annimmt, wenig überein, und zeigt mindestens, wie unsicher die numerischen Resultate überhaupt sind, die aus jetzigen Erfahrungen über frühere

bleibt es wohl, daß die Erkaltung nicht überall gleichmäßig auf der Oberfläche eintrat, sondern zuerst hier und da in der bereits angegebenen Weise, und daß dadurch unter dem Aequator ein unregelmäßig geformter Gürtel entstehen mochte, der sich erst nach und nach gegen die Pole hin weiter ausbreitete. War er vollständig zur Kugelzone geschlossen, so verhinderte er die schnellere Abkühlung der übrigen Masse, weil die Silicate schlechtere Wärmeleiter sind, als die Metalle; mithin nur eine langsamere Fortpflanzung der Wärme, die von den in der Tiefe stehenden geschmolzenen Metallen ausging, durch sich hindurch verstatteten. Die entstandene krystallinische Rinde erkaltete darum in den äußeren Schichten viel schneller, als der ganze Silicatenmantel, weil zu ihr weniger und immer weniger Wärme von der Tiefe her hinausdrang; und diese schnellere Erkaltung auf der Oberfläche eines Theils, dann aber auch die von der Achsendrehung des Erdkörpers hervorgebrachte Strömung im Silicatenmantel, so lange er noch ganz flüssig war, scheint manchen Geologen die Ursache gewesen zu sein, warum die äußersten Schichten der krystallinischen Silicate ein feinkörniges, blätteriges Gefüge besitzen; während Andere darin schon unter dem Einfluß des Wassers gebildete ungeänderte Sedimente erblicken, deren statifizierte Beschaffenheit ihren sedimentären Ursprung zu erkennen geben soll. Unter dem Namen der krystallinischen Schiefer werden wir ihrer bald weiter gedenken müssen; Gneiß, Glimmerschiefer, Chlo-ritschiefer, Talkschiefer &c. gehören in diese Kategorie.

Die fortdauernde und zugleich an Intensität fortschreitende Abkühlung des ganzen Mantels der Silicate bewirkte natürlich in ihm eine mit der Abkühlung gleichmäßige Verdichtung und Zusammenziehung²³⁾, welche ebenfalls von außen nach innen vorschritt, und später, da die anorganische feste Materie nur höchst geringe Elastizität besitzt, zu einer Zerreißung oder

Zustände gefolgert werden können. Dagegen ergibt eine von anderen Voraussetzungen ausgehende Rechnung (ebendas. S. 622) ein mit *Bischof's* Annahme fast gleichlautendes Resultat, nämlich 1,306,800 Jahre für den Zeitraum von der Steinkohlenperiode bis zur Gegenwart; und so scheint in der That dieser Werth eine nicht zu verachtende Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Später hat indeß *Bischof* wieder denselben Zeitraum zu 9,000,000 Jahren bestimmt, und zwar dies Resultat auf demselben Wege, wie die ganze Erkaltungszeit von 333,000,000 Jahren erhalten. Dieser Zeitraum würde also, wenn jene Berechnung von 1,300,000 Jahren die richtigere ist, eine entsprechende Reduction erfahren müssen.

23) Vergl. S. 39.

Spaltenbildung auf der Oberfläche führen mußte. Von diesen Spalten gelangten einzelne größere, nach und nach, wie die Abkühlung zunahm, tiefer eindringend, in die Nähe der noch flüssigen Schicht, und boten, indem die Zusammenziehung der kälteren Rinde gegen den Mittelpunkt an allen peripherischen Punkten fortbauerte, den dadurch gepressten inneren flüssigen Massen einen Ausweg dar. Gewaltsam unter Donner gleichem Krachen und heftigen Erschütterungen die Spalten zerreißend, drang der zähe Fluß von unten her in die geöffneten, weit klaffenden Schlünde, schob ihre Ränder mit sich empor, und erstarrte hier, von den kälteren Umgebungen schnell seiner höheren Wärme beraubt, die dadurch entstandenen Fugen wieder schließend. Allein die Zusammenziehung hörte nicht auf, sie schritt vielmehr um so schneller und nachhaltiger vor, je mehr und mehr der Silicatenmantel fest ward, je stärker er sich auf der Oberfläche abkühlte; weshalb der Druck von außen nach innen immer heftiger wurde. Als Folge desselben hoben sich, von dem gepressten glühenden Kerne getragen, einzelne von Spalten abgegrenzte Bruchstücke der Schaale immer mehr über das mittlere Niveau der übrigen; ihre Hebung dauerte fort, so lange die Zusammenziehung dauerte, und bedingte stets stärker werdende Unebenheiten der festen Rinde. Diese Rindenstücke trugen die auf ihnen liegenden krystallinischen Schiefer natürlich mit empor, selbst wenn sie bis tief in den großmassigen Granit hineinragten, und erkalteten schneller, weil sie isolirter dastanden; worauf eine neue oder wiederholte Spaltenbildung bei ihnen eintrat, und die früher (S. 70) besprochenen Erscheinungen der Zerklüftung oder Absonderung erzeugte. —

Dies war der Hergang, den der Silicatenmantel unseres Erdballes vom Anfange seines Daseins in tropfbar-flüssiger Form bis zu seiner Vollendung in fester verfolgen mußte; untersuchen wir nun, was gleichzeitig mit diesen Erscheinungen im übrig gebliebenen Gasraume des werdenden Planeten geschah.

Auch hier ist es unsere erste und nächste Frage: Woraus bestand dieser Gasraum nach Ausscheidung der tropfbar gewordenen Silicate? — Die Antwort darauf muß wieder von der Betrachtung des gegenwärtigen Zustandes und der Untersuchung dessen, was zwischen der heutigen Atmosphäre und den krystallinischen Silicaten liegt, ihren Ausgang nehmen.

Als Bestandtheile des Gasraumes über den Silicaten werden wir zunächst diejenigen Stoffe ansehen dürfen, welche noch heute die größte Neigung zur Gasform besitzen, und deshalb mit dem Namen der per-

manenten Gase bezeichnet werden²⁴⁾. Es sind das der Sauerstoff, Wasserstoff und der Stickstoff. Aus Sauerstoff und Stickstoff, in dem Volumenverhältniß von 21 zu 79 gemischt, besteht unsere Atmosphäre; der Wasserstoff dagegen hat sich mit dem Doppelten seines Volumens oder dem Achtefachen seines Gewichtes Sauerstoff zu Wasser verbunden, und ist als solches beim gewöhnlichen Luftdruck und einer Temperatur unter 80° Reaum. tropfbar. Steigert sich aber die Wärme, so wird das Wasser dampfförmig, wenn nicht entsprechend erhöhte Druckkräfte seine Umwandlung hindern²⁵⁾. Zur Zeit der flüssigen Silicate war also die Atmosphäre der Erde stark mit Wasserdunst erfüllt, sie war ebendeshalb dichter und für die Strahlen der Sonne noch nicht so durchdringlich; aber sie hatte auch ein bei weitem größeres Gewicht, sie drückte vermöge desselben stärker auf ihre Unterlage, oder vielmehr die oberen Schichten drückten auf die unteren. Ein solcher Druck ist von entschiedenem Einfluß auf die Existenz gasförmiger Stoffe, er wirkt nicht bloß comprimirend auf sie, sondern zwingt auch manche von ihnen, aus der Gasform in die tropfbare Form überzugehen, ohne daß die Temperatur abzunehmen braucht. Nimmt nun die Temperatur im gedrückten Gasraume selbst mit ab, so mehrt sich in demselben Maße die Wirkung des Druckes; weshalb Gase, welche beiden Bedingungen gleichmäßig ausgesetzt werden, oft schnell in eine tropfbare Flüssigkeit sich verwandeln²⁶⁾. Umstände ähnlicher Art fanden statt, als der Silicatenmantel zu erkalten anfing; daher wir annehmen dürfen, daß bald nach seiner Erstarrung auch schon das Wasser in den untersten Schichten des Gasraumes tropfbar wurde, und ein heißes, kochendes, dampfendes, zischendes Urmeer darstellte, welches sich anfangs nur hier und da in den Vertiefungen der ungleichen Oberfläche sammeln mochte, später aber in

24) Stoffe, die beim gewöhnlichen Luftdruck und den natürlichen Temperaturunterschieden luftförmig bleiben, nennt man Gase; permanente nennt man sie dann, wenn sie sich weder durch Druck, noch durch Kälte tropfbar darstellen lassen.

25) Ein doppelt so großer Luftdruck, wie der normale, erfordert z. B. 96° Reaum., um das Wasser dampfförmig zu erhalten. —

26) Man pflegt den Druck, welchen unsere heutige Atmosphäre ausübt, und der bekanntlich ebenso stark ist, wie der Druck einer Quecksilbersäule von 28 Zoll, oder einer Wassersäule von 32 Fuß Höhe, als Einheit bei Messungen der Druckkräfte anzunehmen, und also von Gasen zu reden, die unter 2, 3, 4 u. s. w. Atmosphären tropfbar comprimirt werden. Daß man diese schwierigen Untersuchungen durch Beobachtung von Druckkräften, welche Quecksilbersäulen von 2mal 28, oder 3mal 28 Zoll u. Höhe entsprechen, werde anstellen können, wird jeder Leser bei reiflichem Nachsinnen bald ergründen. —

demselben Maasse an Ausdehnung zunahm, als die festen Silicate sich abkühlten. Je mehr Wasser aber tropfbar wurde, um so mehr verminderte sich der Druck des Gasraumes, weshalb es einen sehr langen Zeitraum erfordert haben muß, ehe alles Wasser des Gasraumes tropfbar werden konnte. Wir dürfen mit Sicherheit annehmen, daß dies nicht eher geschah, als bis die Temperatur des ganzen Gasraumes unter 80° Reaum. gefallen war, und erst von diesem Zeitpunkte an die spätere Beschaffenheit der Atmosphäre datiren. —

In diese Periode ihrer Entwicklung gelangt, war für die Erde der feurige Proceß in seinen Hauptsachen beendet, und der wässerige nahm seinen Anfang. Allein ehe das Meer und die Luft zu ihrer jetzigen Beschaffenheit gekommen sind, müssen noch manche Veränderungen oder chemische Conflicte im Gasraume stattgefunden, und namentlich die Stoffe aus ihm sich abgeschieden haben, welche neben Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff darin ursprünglich sich befanden. Was das für Stoffe gewesen sind, können wir weniger aus der heutigen Atmosphäre, als aus der Beschaffenheit derjenigen Absätze kennen lernen, welche sich zunächst auf die krystallinischen Silicate auflagerten, und natürlich die Bestandtheile des Gasraumes nach Entstehung der Silicate verändert oder unverändert enthalten.

Unter den sedimentären Schichten, denn das sind diese Gebilde alle, nimmt die kohlen saure Kalkerde eine der bedeutendsten Stellen ein; sie mag darum auf ihre Entstehung zuerst geprüft werden. Gegenwärtig finden wir sie als mächtige Lager eines derben, theils krystallinischen, theils strukturlosen, feinerdigen aber festen Kalksteins, der zwischen Thonschiefer und Grauwacke in der unmittelbaren Nähe der krystallinischen Schiefer auftritt, und gewöhnlich schon Versteinerungen thierischer Körper enthält. Wir sehen daraus, daß die Temperatur des Gasraumes und Meeres unter 80° Reaum. gefallen war, als dieser Kalkstein entstand; denn kein thierischer Organismus kann in einer Temperatur von 80° R. leben, weil schon bei 60° R. das Eiweiß gerinnt, aus dem ein großer Theil aller thierischen Materie besteht, eine solche Gerinnung aber augenblicklich den Tod nach sich zieht. Als also die kohlen saure Kalkerde in Lagen sich absetzte, war das Meer bereits völlig tropfbar; und da diese Qualität nicht seine erste gewesen ist, so dürfen wir auch nicht den jetzigen Zustand der kohlen sauren Kalkerde als den ursprünglichen ansehen; denn die kohlen saure Kalkerde ist nicht vom Meere gebildet, sondern aus ihm bloß abgesetzt. In welchem Zustande war sie aber früher vorhanden? — Diese Frage ist eine

der wichtigsten, und ihre Beantwortung eins der schwierigsten Probleme der theoretischen Geologie. — War sie etwa als Gas im Gasraume des Erdkörpers enthalten? — Schwerlich, denn bei Einwirkung eben nicht sehr hoher Hitze trennt sich ihre Verbindung, die Kohlensäure entweicht und die Kalkerde bleibt zurück; nur wenn ein heftiger Druck die Entweichung der Kohlensäure hindert, schmilzt der kohlen-saure Kalk, wie die Silicate, und nimmt ein krystallinisch körniges Gefüge an. Aber bei Weitem die meisten und namentlich alle jüngeren Kalksteine sind nicht krystallinisch, sondern feinerdig abgefordert, wenn auch sehr fest und zähe gefügt; sie entstanden also weder durch einen wässerigen Krystallisationsproceß, noch durch plutonische Massenbildung, sondern auf eine andere, wahrscheinlich secundäre Weise, aus großartigen Zerstörungen älterer krystallinischer Rindenbestandtheile unseres Erdkörpers. Gesezt nämlich, der heiße Duntmantel und das aus ihm niedergefallene Urmeer umgaben die krystallinischen Silicate, so wirkten sie auch zerlegend auf dieselben ein; sei es, daß ihre hohe Temperatur den Verwitterungsproceß begünstigte, oder die in beiden enthaltene, viel größere Quantität von Kohlensäure die auflösende Eigenschaft des Wassers unterstützte. Dadurch zerstörte es nicht bloß die Oberfläche der Gesteine, sondern es drang auch in alle Fugen, Klüfte oder Spalten bis zu beträchtlichen Tiefen mit derselben auflösenden Wirkung hinab; die Silicate wurden vielseitig angegriffen, ihre auflösbaren Bestandtheile wurden vom Wasser chemisch aufgenommen und die unauflösbaren als erdiger Schlamm mechanisch mit fortgeführt. Nun sind diese Bestandtheile, ihrer Hauptsache nach: Kieselsäure, Thonerde, Alkalien und Kalkerde. Die Kieselerde ist theilweis auflöslich, wenigstens die aus ihrer chemischen Verbindung herausgetriebene; theilweis erhielt sie sich unverändert, wenn sie als reiner Quarz vorhanden war; — die Thonerde ist unauflöslich, sie blieb also mechanisch suspendirt im Wasser und bildete mit den zertrümmerten Quarzkörnern einen schlammigen Bodensatz; — die Kalkerde endlich und die Alkalien, jene dem Labrador, Augit und der Hornblende entzogen, diese vom Orthoklas und Albit (vergl. Note 15) abstammend, gingen mit der vorrätigen Kohlensäure neue chemische Verbindungen ein, und wurden als kohlen-saure Salze aufgelöst: die Alkalisalze, weil sie leicht löslich sind; der kohlen-saure Kalk, weil die in großem Ueberschuß vorhandene Kohlensäure auch ihn auflöslich machte. Damit war denn der kohlen-saure Kalk zwar vorhanden, aber er war noch nicht abgesetzt; er war nur in Auflösung vorrätig, und mußte in ihr so lange verbleiben, wie die Mutterlauge vorhanden war; denn an eine Abscheidung

durch Verdunstung des Wassers ist diesmal um so weniger zu denken, als mit der fortdauernden Abnahme der Temperatur die Quantität des Wassers auf der Erde durch Niederschlag der wässerigen Dünste aus dem Luftkreise sich nur vermehren, nicht vermindern konnte. Dagegen mußte eine Abnahme der freien Kohlensäure im Wasser, wie in der Luft, eine theilweise Abscheidung des kohlensauren Kalkes bewirken, und diese Abnahme ist allerdings denkbar, ja sogar nothwendig, zur Zeit, als die ältesten Organismen, besonders die ursprünglich wohl zuerst vorhandenen Meergewächse, die schwimmenden *Fucoiden* oder *Vareghs*, entstanden. Daß die ältesten organischen Geschöpfe ihren materiellen Gehalt aus ihrer Umgebung entlehnten, kann nicht bezweifelt werden, und da die Kohlensäure noch jetzt das wichtigste anorganische Substrat für das Pflanzenleben bildet, so muß sie es auch in jener Zeit gewesen sein. Also die ältesten Pflanzen verbrauchten einen Theil der Kohlensäure im Wasser, wie in der Luft, und begünstigten dadurch den Abzug des im Urmeer sehr reichlich gelösten kohlensauren Kalkes. Waren aber erst Pflanzen da, so konnten auch Thiere entstehen; und wenn die auftraten, wenn Muscheln, Schnecken und besonders Polypen das Weltmeer bevölkerten, so mußte auch kohlensaure Kalkerde ihm in Masse entzogen werden. Auf diese Weise ist die organische Welt ein kräftiger Hebel für die Entstehung der sedimentären Kalklager geworden, und ihr im Laufe der Zeiten mächtiger werdender Einfluß liefert uns die beste Erklärung des stets zunehmenden Kalkquantums auf der Erdoberfläche. Zugleich ergiebt sich das lokale Auftreten des Kalkes aus Umständen, welche die Ansiedelung der Kalk abscheidenden Meerthiere begünstigten, namentlich aus den Verschiedenheiten des Bodens und des Wassers. So lange der Thonschlamm in ihm suspendirt war, so lange Strömungen diesen Schlamm in Bewegung erhielten, wurde das Leben der Polypen beeinträchtigt, so lange bildeten sie noch keine Kalkbank; als aber Ruhe eintrat, der Schlamm zu Boden fiel, das Meer sich abklärte, da wurde es ein geeigneter Tummelplatz für die Polypen, und von nun an begannen sie ihr Kalk abscheidendes Geschäft. —

So scheinen, nach der gegenwärtigen Lage unserer Forschungen, organische Prozesse auf der Erdoberfläche mit den anorganischen, chemischen wie physikalischen, wesentlich Hand in Hand zu gehen und namentlich die Abnahme der Kohlensäure in Luft und Wasser die Zunahme der Thier- und Pflanzenwelt zu bedingen, beide Umstände zugleich aber entscheidend für die Ausbreitung sedimentärer Kalkschichten zu sein, und das nach und nach immer mächtiger werdende Quantum des Kalks am besten zu erklären; indem

sie darthun, wie durch den anderweitigen Verbrauch der überschüssigen Kohlen Säure das Wasser seine auflösende Kraft verliert, mithin immer größere Massen von kohlen saurer Kalkerde absetzt. Ein solcher anderweitiger Verbrauch der Kohlen Säure bietet sich am natürlichsten in den Pflanzen dar, weil sie größtentheils aus Kohlenstoff bestehen, den sie als Kohlen Säure in sich aufnehmen. Sobald sich also der Meeresgrund oder das bereits entstandene Land mit Pflanzen bekleidete, nahm die Kohlen Säure ab, die dadurch abgeschiedene kohlen saure Kalkerde zu, und da die Kalkerde in größter Mächtigkeit erst nach den Steinkohlen erscheint, deren Kohle aber von vernichteten Pflanzen herrührt, so hat die mitgetheilte Ansicht mehr als eine hypothetische Wahrheit für sich. Ganz ebenso verhält es sich mit der Thierwelt: auch sie steigt, jemehr die Kohlen Säure abnimmt; und indem sie steigt, liefert sie den zweiten Faktor für die sedimentäre Kalkbildung. Wir bleiben demnach bei dieser Ansicht, als der richtigsten, stehen, und glauben durch sie schon genugsam bewiesen zu haben, daß außer Wasserdämpfen und atmosphärischer Luft der Gasraum noch eine sehr bedeutende Quantität von Kohlen Säure enthalten mußte.

Was übrigens vom kohlen sauren Kalk gilt, kann, soweit es seine Entstehung im Urmeere betrifft, auch vom schwefel sauren oder Gyps, vom phosphor sauren oder Apatit, vom flusssäuren oder Flußspath, und von der kohlen sauren Talkerde, dem Talkspath, Magnesit oder Bitterkalk gelten; alle diese Gesteine konnten sich aus Säuren bilden, die im Urmeere enthalten waren, und mit der frei gewordenen Kalk- und Talkerde chemische Verbindungen eingingen, welche das stark gesäuerte heiße Wasser in sich aufnahm und so lange behielt, bis veränderte Umstände es nöthigten, die Stoffe an geeigneten Stellen wieder abzusetzen. —

Wir sehen aus diesen Angaben, daß der Gasraum hauptsächlich ein Gemisch von Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff gewesen ist, aus denen sehr bald Luft, Wasser, Kohlen Säure, vielleicht auch Salpetersäure und einige andere verwandte Flüssigkeiten entstanden. Die Bildung dieser Stoffe in sehr früher Zeit läßt sich bei dem Durchdringungsvermögen²⁷⁾ der Gase unter einander sehr wohl begreifen; aber da ihre Existenz in tropfbarer Form an eine niedere Temperatur

27) Obwohl die verschiedenen Gase eine verschiedene spezifische Schwere besitzen, so ordnen sie sich in Mischungen doch nicht nach derselben über einander, wie tropfbare

gebunden ist, so konnten sie erst chemische Verbindungen eingehen, nachdem die Affinitäten solcher Materien sich ausgeglichen hatten, welche schon bei höherer Temperatur sich chemisch verbanden und dann tropfbar oder fest wurden. Ebendeshalb treffen wir Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff in den krystallinischen Schichten des Erdkörpers nur stellenweis in sehr geringen Quantitäten als Bestandtheile chemischer Verbindungen an; alle wurden bei der Condensation gewöhnlich von den schwereren metallischen und erdigen Stoffen verdrängt, und als leichtere Substanzen auf die höheren Räume der Gaszone beschränkt. Nur vom Kohlenstoff, dem strengflüssigsten der genannten, möchte man erwarten, daß er trotz seiner großen Affinität zum Sauerstoff schon früh, d. h. bei sehr hoher Temperatur, habe fest werden können und die Erfahrung schien diese Annahme im Vorkommen von Diamant und Graphit zu bestätigen; allein spätere Prüfungen jener beiden reinsten Formen des Kohlenstoffs im älteren Gebirge wollen das nicht rechtfertigen, sie sprechen dafür, daß es secundäre, durch Umwandlung entstandene Körper sind. Uns beweisen sie übrigens, so gut wie die überall fein vertheilten Metalle, daß in dem Gedränge der mannigfach durch einander gemischten Stoffe zur Zeit, als die Silicate sich bildeten, nicht alle den Weg ihrer Schwere gemäß finden konnten, sondern mancher in diesem oder jenem Zustande zurückgehalten wurde. Namentlich Metalle blieben auf solche Art im Silicatengürtel übrig; sie erhielten sich theils schwebend in der Masse, theils drangen sie aus der Tiefe wieder hervor, und diese allgemeine Verbreitung fand um so mehr statt, je größer die Quantität jedes einzelnen Stoffes war. — Der Kohlenstoff muß aber eine sehr häufige und deshalb weit verbreitete Substanz gewesen sein, weil er, außer jenen Resten im Silicatenmantel, sowohl in den neptunischen Niederschlägen, als auch im organischen Reiche mit Sauerstoff verbunden eine so große Rolle spielt. Diese Verbindung erfolgte sehr früh — das lehrt die hohe Temperatur, welche erfordert wird, den Kohlenstoff zu verbrennen²⁸⁾ — war aber, so wie sie sich gebildet hatte, höchst flüchtig, denn die Kohlen-

flüssigkeiten, sondern erfüllen einen Raum vollständig gleichmäßig; verhalten sich also einzeln so, als ob die anderen im Raume gar nicht vorhanden wären. Diese Eigenschaft nennt man das Durchdringungsvermögen.

28) Diamanten, welche aus reinem Kohlenstoff bestehen, verbrennen nur im Focus der stärksten Hohlspiegel, oder im Knallgasgebläse, welches durch Entzündung von Sauerstoff und Wasserstoff im Moment ihrer Verbindung hervorgebracht wird, und alle künstlichen Hitzgrade übertrifft.

säure bleibt bekanntlich beim gewöhnlichen Luftdruck noch gasförmig²⁹⁾. Ihr Bestreben zu dieser Dualität konnte nur durch einen starken Druck³⁰⁾ oder eine sehr entschiedene chemische Affinität überwunden werden; allein letztere konnte sich in frühesten Zeit um so weniger geltend machen, als die Kohlensäure eine der schwächsten Säuren ist, und in der Glühhitze noch von der Kieselerde ausgetrieben wird. Damals entstanden also keine kohlenfauren Verbindungen, sie gehören alle einer späteren Epoche an.

Ebenso zeitig wie die Kohlensäure, ja vielleicht noch früher, ging die Drydation des Wasserstoffes, oder die Bildung des Wassers vor sich; denn beide Stoffe verbinden sich alsbald chemisch, wenn ihr Gemisch entzündet wird. So lange der Erdball eine bloße Dunstmasse war, konnten Wasserstoff und Sauerstoff noch zu keiner chemischen Verbindung gelangen; als aber im Dunstball ein glühender fester Kern sich gebildet hatte, wurde das Gemisch des Wasserstoffes und Sauerstoffes durch ihn entzündet und zur chemischen Verbindung gestaltet. Wohl aus diesem Grunde fehlt freier Wasserstoff gänzlich auf der Erde; überall ist er chemisch gebunden, sei es an Sauerstoff, oder an Stickstoff, Chlor und Fluor, den Elementen, mit welchen er neben dem Sauerstoff noch die am meisten verbreiteten Verbindungen eingegangen ist. Das Wasser war also ein sehr früher Bestandtheil unserer Erde; es existirte schon vor den Silicaten in Dunstgestalt, und bildete mit den Bestandtheilen der Atmosphäre das Medium, in dem alle anderen Dunstmassen enthalten waren. Auch als es später zur tropfbaren Dualität sich verdichtet hatte, blieb ihm seine frühere Rolle; es ward die allgemeine Mutterlauge, welche die auflösllichen Stoffe und Flüssigkeiten, besonders die noch nicht an Basen fixirten ursprünglichen, oder im Laufe der Zeit secundär gebildeten Säuren, in sich aufnahm, und ihnen passende Verhältnisse zu ihren chemischen Actionen darbot. —

Die Gründe für diese Annahmen lassen sich empirisch aus dem Umstande darthun, daß Verbindungen von Säuren mit Basen so häufige Bestandtheile derjenigen Erdschichten ausmachen, welche über den Silicaten als wässerige Absätze die stratificirten Sedimente der Erdrinde zusammensetzen. Wir müssen diese Schichten entweder als Niederschläge im Urmeere aufgelöst gewesener Salze ansehen, oder als Produkte der Zerstörungen,

29) Siehe Seite 84.

30) Unter dem Druck von 36 Atmosphären bei 0° Reaun. wird die Kohlensäure tropfbar. (Siehe Seite 136 die 25. Note.)

welche das heiße Urmeer auf die festgewordenen krystallinischen Silicate ausübte. Die erstere Annahme ist nicht sehr wahrscheinlich, die zweite dagegen um so statthafter. Wir leiten gegenwärtig nicht bloß die kohlen-saure Kalkerde, wie oben gezeigt wurde, sondern auch alle anderen Sedimente, von den Verwitterungen her, welche das heiße Urmeer und die Atmosphäre auf ihre Umgebungen ausübten und glauben, daß bei diesen Zersetzungen auch die Schwefelsäure, Salzsäure, Flußsäure u. sich theiligten, welche wir in chemischer Verbindung mit Alkalien und Erden als Bestandtheile der Sedimente auf der Erdoberfläche antreffen. Der Stoff dieser Sedimente beglaubigt durchaus unsere Annahme, er beweist sogar ihre Richtigkeit. Denn die äußersten Lagen der Silicate bestehen aus Quarz, Feldspath, Hornblende und Glimmer, von denen der Feldspath unter dem Einfluß der Kohlen-säure des Urmeeres, oder noch früher durch Einwirkung der mit ihr geschwängerten heißen Wasserdämpfe, zersetzbar ist. Bei seiner Zerstörung gingen Kali und Natron ins Wasser über, und bildeten lösliche salzsaure (z. B. Kochsalz), schwefelsaure (z. B. Glaubersalz) oder andere Verbindungen, während die unlösliche Thonerde abgesetzt wurde, die Kieselerde des Feldspaths aber im Wasser aufgelöst blieb, und der unaufgelöste Quarz oder der unlösliche Glimmer in kleinen Partikeln zu Sand zerfiel. Wir haben also mechanische Beimengungen von Thonerde und Glimmerblättchen, aus denen der Thonschiefer entstand, wenn die Thonerde allein oder mit Glimmer gemischt niederfiel, während Grauwacke sich bildete, wenn Thonerde mit Sandkörnern vermengt wurde. Schied sich mit der Thonerde auch aufgelöst gewesene Kieselerde aus, so entstanden Kiesel-schiefer und Taspis, oder wenn Talkerde mit abgesetzt wurde, der Talk-schiefer. War ein Theil der frei gewordenen Talkerde mit der Kohlen-säure eine chemische Verbindung eingegangen, und drang dieselbe, sei es nachträglich oder gleichzeitig, in die bereits entstandenen Sedimente von kohlen-saurer Kalkerde ein, so lieferte sie das Material des Dolomits, und wo die kohlen-saure Kalkerde allein durch organische Thätigkeiten niedergeschlagen wurde, den Kalkstein. Wir können aus einer solchen Zersetzung der Silicate die Materien fast aller neptunischen Niederschläge erklären; selbst die in ihnen enthaltenen Erz-lager, wenn wir nur annehmen, was völlig erlaubt ist, daß die verwitterten Silicate Erze enthielten, besonders Eisen- oder Kupferoxyde. Wurden dieselben durch die Verwitterung der Silicate den Einwirkungen der Schwefelsäure; die aus sublimirtem Schwefel sich bildete, ausgesetzt, so entstanden schwefel-saure Salze (Vitriole), welche in Wasser löslich sind. Aus ihm schied

sich das schwefelsaure Salz besonders durch die Einwirkung der absterbenden Organismen wieder ab, und verwandelte sich dabei mittelst Entfernung des Sauerstoffs³¹⁾ in Schwefelmetall, in welcher Gestalt es in den neptunischen Erdschichten gewöhnlich enthalten ist. Manches Eisenoryd mochte auch als kohlenfaures Salz im Wasser verweilen, wenn keine Schwefelsäure mehr für dasselbe übrig blieb, und später wieder in reines Dryd sich umwandeln, als die Straten, worin es mit aufgenommen worden war, durch Verdunstung ihr Wasser und ihre Kohlenensäure abgaben. So entstanden die Thoneisensteine und Eisennieren, welche in mittleren Flözgebirgen häufig gefunden werden; in tertiären Epochen bildete sich auf dieselbe Weise der Eisenocher und der fast immer eisenschüssige Thon oder Lehm. —

Demnach rühren die ältesten neptunischen Schichten des Erdkörpers von den Verwitterungen der obersten plutonischen Stoffe, der Silicate her, und ihre frühzeitige Entstehung lehrt uns, daß schon lange vor dem Tropfbarwerden des Wassers, durch die im Gasraume enthaltenen heißen Wasserdämpfe und die Kohlenensäure diese Verwitterungen begannen. Das später tropfbar gewordene Wasser fand also seine mechanischen Beimengungen bereits im zersetzten Zustande, und es bereitete aus ihnen durch bloßen Niederschlag den Glimmerschiefer oder Urthonschiefer, zwei der ältesten neptunischen Schichten, deren erste Existenz ohne Zweifel über das Sinken der Temperatur unter 80° Reaum. hinausreicht. Als aber diese bedeutende Temperaturabnahme eintrat und das älteste organische Leben in Pflanzen- und Thiergestalt entstand, verlor das Wasser mit der Hitze und der Kohlenensäure sein kräftiges Einwirkungsvermögen auf die Silicate, es übte von nun an eine schwächere chemische, aber desto mehr eine mechanische Gewalt über sie aus, und schuf dadurch vielleicht die sandreichen Grauwackenschichten, welche dem Thonschiefer zu folgen pflegen, wie er bereits Versteinerungen enthaltend. Zugleich mußte aus denselben Gründen auch die kohlenfaure Kalkerde vom Wasser sich trennen und den Uebergangskalkstein bilden, welcher mit Thonschiefer und Grauwacke wechsellagernd die Uebergangsformation der älteren Geognosten ausmacht. Diese Absätze und die Verwitterungen, denen sie ihr Dasein verdanken, ließen aber nach, als die der Atmosphäre und dem Wasser zugänglichen Oberflächen der krystallinischen Gesteine zerstört, oder von neu

31) Die Zerlegung der organischen Körper bot dazu Veranlassung, daher dieselben so oft in Schwefelflies verwandelt sich finden. Vergl. S. 46 und die Note 16 zum 11. Kap.

gebildeten Niederschlägen bedeckt worden waren; womit die Entwicklung des Erdkörpers in dieser Periode ihr Ziel gefunden hatte. Ein langer Zeitraum der Ruhe und des Gleichgewichtes herrschte schon damals, als das Meer durch seine Ausscheidungen sich abgeklärt und gleich der Atmosphäre von allen fremden Beimischungen sich gereinigt hatte, auf der Erde; während welcher Ruhe der Ocean in seinem Schooße die ältesten Organismen gebar, und alsbald der unendliche Raum mit wenigen, merkwürdigen Formen in zahlreichen Individuen sich bevölkerte. Indessen nicht für immer war diese erste Pause im unaufhaltbaren Fortschritt der Entwicklung gegeben, — Revolutionen, die dem Leben der Organismen gefährlich wurden, traten ein und bewirkten ihren Untergang, so daß nur die härteren Theile ihrer Leiber, welche in die amnoch weichen Schichten des Meeresbodens sich eingebettet hatten, ihre Formen für uns als redende Zeugen einer fernen Vergangenheit aufbewahrten³²⁾. — Ueber die Ursachen solcher Umwälzungen walten, nach den vorangegangenen Mittheilungen, keine Zweifel mehr ob; aus der Tiefe emporgekommene Massen waren es, welche Theile der festen Erdrinde verwarfen, und die vormals horizontalen Schichten durch weiteres Deffnen der Spalten, aus denen sie hervortraten, in eine geneigte Stellung verfesten. Erschütterungen des Bodens beim Durchbruch, ausgegangen entweder von den Contractionen der erstarrenden, stellenweis zusammenstürzenden Rinde (S. 154), oder von eingepreßten Wasserdämpfen, welche als tropfbare Flüssigkeit, mittelst der feineren Klüfte bis in die Nähe des geschmolzenen Theiles der Silicate einen Weg gefunden hatten; — heftige Bewegungen des Meeres während solcher Erschütterungen, und noch mehr während des Emporsteigens der von jenen Kräften getriebenen Massen; — eine Aenderung seines Niveaus nach ihrem Durchbruch; — das waren die gewöhnlichen Phänomene, womit eine neue Periode der Schöpfung ihren Anfang nahm; denn sie sind die nothwen-

32) Hiermit soll indessen nicht gesagt werden, daß alle Versteinerungen von plötzlich getödteten oder vernichteten Geschöpfen herrühren; sehr viele, ja die meisten Thierreste sind wohl Ueberbleibsel von Individuen, welche eines natürlichen Todes starben und bei dem schnellen Fortschritt der Schichtenbildung gleich nach ihrem Tode eingehüllt und vor Zerstörung gesichert wurden. Die Vertheilung zahlreicher Individuen derselben Thierart in verschiedene Schichten einer Formation spricht zu deutlich für deren langdauerndes Dasein und allmähliges von Generation zu Generation eingetretenes Absterben, als daß sich eine andere Ansicht von ihrem Todefüglich aufstellen ließe. Nichtsdestoweniger sind plötzliche und gewaltsame Tödtungen in einzelnen Fällen sicher vorgekommen und ebenso bestimmt nachgewiesen. —

digen Folgen der Ursachen, welche mit dem Ausströmen der erhitzten Dämpfe oder Gase sich wieder verloren. Nicht selten waren die letztern zugleich giftige, den Organismen schädliche Stoffe, welche der Ocean in sich aufnahm, und dadurch mehr, als durch die bloße Bewegung, seinen gerade dort anwesenden Bewohnern verderblich werden mußte. Große Massen todter Fische, deren früher als Begleiter von submarinen vulkanischen Ausbrüchen gedacht wurde, scheinen für ähnliche Verhältnisse in der Vorzeit zu sprechen. Gewiß aber wirkte die bis zum Siedpunkte örtlich gesteigerte Hitze des Wassers, veranlaßt durch heiße hervorquellende Dämpfe und Flüssigkeiten, tödtend auf die organischen Geschöpfe in der Nähe der Eruptionspunkte, da feins derselben eine solche Temperatur auch nur auf wenige Minuten zu ertragen fähig ist.

Was hier im Kurzen von den Ursachen und Produkten der ältesten Erdumwälzungen gesagt wurde, scheint nicht bloß für sie richtig zu sein, sondern auch bei allen folgenden sich wiederholt zu haben. Wir betrachten daher alle erdigen geschichteten Lagen als Reste der Verwitterungen krystallinischer Gesteine, an deren Bildung chemische Affinitäten der vom Meere absorbirten Säuren wesentlichen Antheil hatten. Die dadurch neu gebildeten, im Wasser unauslösllichen Stoffe wurden in fein zertheilter Form vom Meere aufgenommen und schichtweise wieder abgesetzt, bis alle krystallinischen Massen, mit denen das Wasser und die Atmosphäre in Berührung kommen konnte, diesem Verwitterungsproceß unterworfen waren. Da führten Zerreißen der Schichten, von eingeengten Wasserdämpfen bedingt und von dem Emporsteigen krystallinischer Substanzen begleitet, neue Unebenheiten des festen Bodens herbei; Berge stiegen allmählig aus dem Meere herauf und hoben die geschichteten Lagen in ihrer Nähe mit sich, anfangs inselartig das weite Weltmeer durchbrechend. Ihre Entstehung gefährdete das Leben der Organismen; sie kamen um, sei es durch Hitze allein, oder durch ausgehauchte, ihnen schädliche Stoffe, und räumten anderen jüngeren und edleren Gestalten das Feld. Zugleich bot das Vorhandensein neuer krystallinischer Gesteine dem durch frischen Zusatz von heißen Dämpfen und Kohlensäure aus der Tiefe her stärker angefachten Verwitterungsvermögen der Luft und des Wassers neue Nahrung dar; beide nagten in gewohnter Weise an den Gebirgszügen, den Ufern, selbst am Meeresgrunde, und schufen das Material zu neuen Schichten. Als aber jene verderblichen Beimischungen zum Theil verbraucht worden waren, zum Theil selbst in die Organismen, zumal die Kohlensäure in die Pflanzensubstanz, eingingen; da bevölkerte sich das entstandene Land mit neuen organischen Wesen, das

Meer erzeugte seine alten Bewohner, wenn auch oft in veränderter Weise³³⁾, wieder, und der Friede herrschte neben der Ruhe so lange fort, bis eine neue Eruption eine neue Umwälzungsperiode veranlaßte. Sie tödtete und begrub das Vorhandene, so weit ihre Wirkungen sich erstreckten, und bereitete zugleich anderen, vollkommeneren Wesen einen besseren, wenigstens ausgedehnteren Boden. Dies ist der einfache Gang, den in mannigfachen Wiederholungen die Entwicklungsgeschichte des Erdkörpers bis auf unsere Tage hinab genommen hat. —

33) Die Entstehung der Organismen wird später (im 17. Abschnitt) im Allgemeinen besprochen werden, hier scheint nur die Bemerkung am Orte zu sein, daß sich über die spezifische Differenz derselben in den verschiedenen Epochen der Erdbildung zwei von einander abweichende Ansichten geltend machen. Nach der einen Annahme gingen die Geschöpfe der älteren Periode, welche der nächstfolgenden jüngeren fehlen, beim Abschluß der ersteren unter, und statt ihrer entstanden mit den neugegebenen Verhältnissen eigenthümliche, durch sie bedingte Arten unmittelbar. Die andere Ansicht läßt nur diejenigen Formen untergehen oder aussterben, welche der folgenden Periode fehlen, d. h. auch nicht einmal durch analoge Arten in ihr vertreten werden; sie erklärt dagegen die theilweis abweichenden analogen Arten dieser späteren Periode für Nachkommen der früheren, deren Eigenthümlichkeiten durch die veränderten Einflüsse der Umgebungen modificirt wurden. Beide Ansichten haben nach meinem Dafürhalten gleiche Berechtigung, insofern sich weder für die eine, noch für die andere, bestimmte Facta aus der historischen Zeit beibringen lassen; ich glaube indes der ersteren Meinung eine größere Wahrscheinlichkeit zusprechen zu müssen; — eines Theils, weil auch die zweite wirklicher Nachschöpfungen beim Auftreten ganz neuer Formen nicht entbehren kann, anderen Theils, weil sie kein beweisendes Factum aus historischer Zeit für ihre Lehre von der Umbildung einer Species in eine andere bei veränderter Verthilichkeit beizubringen im Stande ist. Nur für die aus einer Periode in die andere hinübergehenden, identischen Arten ist eine wiederholte Schöpfung unwahrscheinlich; ihre Existenz scheint mir zu beweisen, daß wirklich einzelne Individuen sich in den Stürmen einer Erdumwälzungskatastrophe erhielten und ihr Geschlecht in der folgenden Periode weiter fortpflanzten; aber alle Arten von solchen versprengten Resten einer früheren Epoche herleiten zu wollen, halte ich nicht für zulässig. —