

# Tellurische , Rolle chemischer Elemente.

Von

PROF. VINCENZ KLETZINSKY.

---

Vortrag, gehalten am 17. März 1875.

(Nach stenographischer Aufnahme.)



Da Alles, was überhaupt existirt, aus Grundstoffen oder Elementen bestehen muss, so muss auch die Erde aus solchen bestehen, und es wird daher zunächst als tellurische Rolle der chemischen Elemente der Erde die Art, wie sie dieselbe zusammensetzen, und die einzelnen Schichten derselben bilden, darzustellen sein.

Bei dieser tellurischen Rolle der chemischen Elemente oder Grundstoffe tritt aber nun in dreifacher, hervorragender Weise eine wesentliche Verschiedenheit auf, einmal in Bezug auf den Charakter der Elemente selbst, dann in Bezug auf den Ort oder die Zone, in welcher sie vorzüglich hervortreten, und endlich zuletzt in Bezug auf das Massenmoment, in dem sie auftreten.

Was vorerst die erste Verschiedenheit anbelangt, nämlich den Charakter der chemischen Elemente, so lässt er sich ganz allgemein und übersichtlich in einem Dualismus ausdrücken, den wir in derjenigen Sprache, die dem Laien die allergehäufigste sein dürfte, mit dem Doppelausdrucke der „Brenner“ und der „Zünder“ bezeichnen können. Allerdings gibt es, wenn wir mit wissenschaftlicher Schärfe die einzelnen Elemente prüfen, streng genommen nur einen einzigen Zünder und einen einzigen Brenner, der sozusagen Farbe bekennt und Farbe

hält. Alle zwischen den beiden Polelementen stehenden übrigen Elemente sind gegen gewisse Vordermänner immer Brenner, gegen gewisse Hintermänner immer Zünder. Die Natur liebt es überhaupt nicht, die starre Consequenz des Systems einzuhalten, im Gegentheile, sie vermittelt die schroffsten Gegensätze in wunderbar abgeschatteten und nuancirten Uebergängen in einer so geläufigen Weise, dass man schliesslich überrascht alle die schroffen Verschiedenheiten verschwunden sieht.

Dennoch lässt sich im Allgemeinen der Begriff der Brenner und der Begriff der Zünder mit einiger Wahrheit oder doch Wahrscheinlichkeit durchführen. Wir theilen diejenigen Elemente, die wir ihrem Charakter nach Brenner nennen, wieder weiter ab in die Familien der Metalle, in die Familien der phosphorartigen Elemente und in die Familie der Adamantide oder diamantartigen Elemente. Auf diese drei bestimmten Familien, deren grösste und gliederreichste die Familie der Metalle ist, folgt nun eine jener Familien, in welchen eben die Natur ihr Vermittelungswerk begehrt; es ist das eine Familie, die zu den Brennern, aber auch schon entschieden zu den Zündern gerechnet werden muss; die Familie der schwefelartigen Körper oder Thionide. Unstreitig gilt für den Laien der Schwefel für einen ganz entschiedenen Brenner; fängt er doch so leicht Flamme und brennt er doch mit so unverwüthlicher Hartnäckigkeit, dass es sogar schwer ist, den Schwefel zu löschen. Allein trotz dieser Thatsache führt uns die Wissenschaft Beispiele vor die Augen,

welche die Zündernatur des Schwefels beweisen. Im Schwefeldampfe können wir gewisse Metalle entzünden und fortbrennen machen, gerade so wie eine Kerze im Sauerstoff der Luft brennt. Es ist also unter Umständen der Schwefel auch der Zünder der chemischen Verbindung, und mit dem Schwefel die ihm verwandten Elemente. Von Zündern im strengen Sinne des Wortes, wenn wir die Schwefelsippe so unentschieden an der Grenze stehen lassen, kennen wir dann nur zwei: Halogene und Oxygenoide oder Salzbildner und sauerstoffartige Elemente.

Wir haben jetzt die Elemente in sechs grosse Familien eingetheilt, von welchen drei so ziemlich Brenner, zwei so ziemlich Zünder sind, und die sechste, in der Mitte zwischen beiden Gruppen stehend und als Familie der Thionide oder schwefelartigen Körper bekannt, sich bald auf die eine, bald auf die andere Seite schlagen lässt.

Die Familie der Metalle ist selbst ausserordentlich gross und umfasst die bei Weitem grössere Anzahl der Elemente, so dass es begreiflich ist, dass in dieser grossen Familie, die blos durch gewisse physikalische Eigenschaften als zusammengehörend betrachtet werden muss, selbst wieder grosse mannigfältige Verschiedenheiten auftreten, und dass auch in dieser Familie nach einer Richtung hin die Zündernatur, nach der anderen Richtung hin die Brennernatur mehr hervortritt. Wir könnten also die Metalle selbst unter sich wieder unterscheiden in Brenner- und Zündermetalle. Diese beiden Bezeichnungen „Brenner“ und „Zünder“ sind eigentlich

dem Bilde der Verbrennung entlehnt. Die Verbrennung selbst ist kein spezifischer Vorgang, sondern ein ganz allgemeiner. Jede chemische Verbindung ohne Ausnahme, welche mit hinreichender Heftigkeit und Kraft erfolgt, dass dabei Wärme ausstrahlt und Licht fernwirkt, ist eine Verbrennung.

Zu einer chemischen Verbindung gehören nun notwendiger Weise mindestens zwei Elemente. Eines dieser Elemente wird stets den elektropositiven Charakter bei dieser Verbindung übernehmen müssen, denn die Elektrizität ist eine Grundkraft, die bei chemischen Vorgängen überall mitspielt. Wenn nun das eine Element die Rolle des elektropositiven Elementes spielt, so muss das andere die Rolle des elektronegativen Elementes übernehmen, — und das ist die Zünderrolle. Wollen Sie also den wissenschaftlichen Inhalt der Worte „Brenner“ und „Zünder“, so liegt er in dem elektrochemischen Charakter. Jede chemische Verbindung muss gewissermassen ein Elektrolyt sein, sie muss auch unter dem Einflusse gewaltiger elektrischer Ströme wieder zerfallen können, und es fragt sich nun: an welchem Punkte scheiden sich die beiden Componenten der Verbindung ab? Da sich die entgegengesetzten Elektrizitäten anziehen, die gleichnamigen sich abstossen, so wird jenes Element, welches bei dem Zerfalle einer chemischen Verbindung durch einen elektrischen Strom am positiven Pole frei wird, elektronegativ sein müssen, — und dieses Element nennen wir den Zünder; und jenes Element, welches am negativen Pole frei wird, wird elektropositiv sein müssen, — und

ein solches Element nennen wir den Brenner. In dem Glanze, in der Energie der verschiedenen Verbrennungsprocesse herrscht natürlich eine mannigfache Verschiedenheit. Es gibt Metalle, die mit ausserordentlichem Glanze verbrennen, schöner als viele Nichtmetalle, und doch stehen endlich die Metalle den Brennern näher und rangiren weit mehr unter diese als die Nichtmetalle, die den Zündern näher stehen. Es kommt sehr viel darauf an, welcher Gegensatz, welcher elektrochemische Gegensatz unmittelbar zwischen zwei Elementen herrscht, so dass es möglich ist, dass die Verbrennung eines Elementes im Sauerstoff nahezu rivalisirt mit der Verbrennung eines anderen Elementes in einem anderen Gase. Eben nur der relative Gegensatz bedingt die Energie und damit auch den Glanz und die Heftigkeit der Verbrennung. Dass solche Verbrennungsprocesse in ungeheuerem Masse stattgefunden haben müssen, in jener Periode, die wir allgemein die der Knallgasgewitter nennen und die factisch der Bildung unseres Meeres, unserer Luft, unserer Erdrinde vorherging, unterliegt keinem Zweifel; dass also auch hier die Ausgleichung zwischen den elektrischen Gegensätzen die Verbindung der Brenner und Zünder veranlasst hat, steht fest. Die Zeitfolge dieser Verbrennungsprocesse im Detail anzugeben, ist heutzutage geradezu unmöglich; wir können nur aus dem allgemeinen Verwandtschaftsverhältnisse mit einiger Wahrscheinlichkeit folgern, dass jene Verbindungen zuerst bei solchen Verbrennungen entstanden sind, bei welchen die grösste Gegensätzlichkeit hervortritt, und die schroffsten Gegen-

sätze auszugleichen waren, und die daher die grösste Energie der sogenannten Affinität oder chemischen Anziehungskraft besitzen müssen. So ist der Sauerstoff der Polkörper der Chemie, er ist der einzige treue, sich nie verleugnende Zünder, der souveräne Zünder, welcher alles verbrennen und verzehren lässt. Während es für alle die anderen Elemente, die hinter dem Sauerstoff zu stehen kommen, bis auf das Cäsium-Metall immer Fälle geben wird, wo sie ihrer ursprünglichen Zünderrolle untreu werden, bleibt sich der Sauerstoff immer treu, eben weil er der Körper ist, der am Pole steht. Er wird daher auch mit vielen Metallen riesige Verbindungsprocesse durchgespielt haben und da zählen wir denn einen Körper, der streng wissenschaftlich genommen gewiss zu den Metallen gerechnet werden dürfte, hieher, nämlich den Wasserstoff, indem grosse Quantitäten, kolossale Mengen des Wasserstoffgases im Sauerstoff verbrannten.

In diesem Vorgange bestehen eben jene Phänomene die wir Knallgasgewitter nennen und die zur Niederthauung und Bildung des Urmeeres Anlass gegeben haben. Es ist sehr wahrscheinlich, dass der Sauerstoff, eben weil er ein Polkörper ist, in dieser Urzeit der chemischen Erdbildung vollkommen aus der Zahl der freien Elemente verschwunden ist und dass die Mengen von Sauerstoff, die unsere Luft heute noch frei besitzt, erst als ein späteres glückliches Product des Pflanzenlebens betrachtet werden müssen. Wenigstens wissen wir noch heute, dass ja diese Sauerstoffmenge in relativ kurzer Frist gänzlich verzehrt wäre, dass sie gänzlich ver-

schwinden müsste, wenn alle diese Athmungsprocesse der gesammten Thierwelt, sowie die Verbrennungsprocesse in Industrie und Hauswesen immer in gleicher Weise andauern würden, ohne dass ein Ersatz für die entzogene Kohlensäure geboten würde.

Da ist es aber glücklicher Weise die Aufgabe des Pflanzenlebens, unter den Einflüssen der Sonnenstrahlen die Kohlensäure wieder zurückzuführen zum Sauerstoffe und daher ist es sehr wahrscheinlich, dass bei Anbeginn der Bildung der Erdrinde, des Erdmeeres, und bei der ersten chemischen Organisation des Erdballes aller Sauerstoff im ersten Momente verzehrt worden sein muss und dass sein Wiederfreiwerden erst ein verspätetes Erzeugniss der allmählig sich einschleichenden organischen Pflanze ist. Es mussten dann natürlich alle diese herben elementaren Kämpfe bezähmt, gemildert sein, es musste diese titanenhafte Kraft des Vulcanismus bezwungen sein, bis die organische Zelle sich heimisch finden konnte auf den rauchenden Trümmern des Plutonismus. Aber gewiss ist es wahrscheinlich, dass es erst dieser Pflanzenzelle, erst der Entwicklung der Vegetation vorbehalten war, die sauerstofflöse Urluft wieder mit diesem kostbaren Lebensgase zu versehen und so die Möglichkeit einer thierischen Schöpfung herbeizuführen. Gewiss hat sich auch die eminente Verwandtschaft, die ein sonst träges Element, der Stickstoff, zum Silicium, einem Adamantide, zeigt, schon damals geltend gemacht, und es sind ungeheure Massen von Stickstoff-Silicium entstanden, von welchen heute keine Spur in der Natur sich

findet. Das Stickstoffsilicium, welches überall entsteht, wo Stickstoff bei höherer Temperatur mit einem Silicium-Elemente zusammen kommt, ist eine Masse, die selber wieder rasch der weiteren Zersetzung anheimfällt, wenn sie mit Wasser gekocht oder mit Wasserdämpfen in Berührung gebracht wird. Wenn man über erhitztes Stickstoff-Silicium Wasserdämpfe streichen lässt, würde Kieselerde entstehen, Siliciumoxyd, und das Ammoniakgas träte auf den Schauplatz. Dieses Ammoniakgas ist unstreitig ein massenhafter Bestandtheil der Urluft, die alle Bedingungen zur Pflanzenentwicklung in einer wahrhaft freigebigen Ueppigkeit besitzen musste.

Sie sehen, dass das Wasser, das selbst ein Product der Knallgasgewitter war, ein erstes Kind der chemischen Processe der Verbrennung, sich mit seinen beiden Elementen an der Zersetzung des Stickstoffsiliciums theiligt. Der Sauerstoff wandert an das Silicium, der Wasserstoff an den Stickstoff und bildet so Ammoniakgas, das eben eine Verbindung von Wasserstoff und Stickstoff ist, die zwar dem thierischen Leben nicht günstig ist und zu den untersten Gliedern der Miasmenreihe zählt, aber ein fruchtbares Nahrungsmittel der Pflanze bildet. Ammoniak ist die am besten und leichtesten geeignete Form, in welcher die Pflanze Stickstoff aufnehmen kann und aus dem Ammoniakgehalte der Urluft hat sich die riesige Vegetation der damaligen Periode den Stickstoff assimilirt und die Eiweisskörper und andere verschiedene Proteinkörper erzeugt, die nöthig waren, um sie der herankeimenden und heranwachsenden

Thierwelt als unvermeidliches Nahrungsmittel zuzuführen. Die Pflanze besitzt nämlich die glückliche Organisation, als wunderbar mächtiger chemischer Reductionsapparat aus anorganischen binären Verbindungen, aus Verbindungen der Weissglühhitze, aus thermischen Zersetzungsprocessen, aus allen organischen Halbstoffen, wie Kohlensäure, Ammoniak, Wasser, Salpetersäure sich die wichtigen Lebens Elemente ihres Körpers zu assimiliren, sich Stickstoff in ihren Leib einzubilden, damit zu wachsen, eine Menge Zellenlaboratorien zu schaffen, die Säfte nach diesen metabolischen Zellen zu treiben und in dem Bereiche ihres Samens die wunderbaren Nahrungsschätze niederzulegen, die der spätere Organismus, das Thier dann fertig aufnimmt. Denn der thierische Chemismus wäre nicht im Stande, aus anorganischen Halbstoffen die wunderbaren Elemente des Lebens herauszuschälen; die chemische Kraft des Thieres ist zu beschränkt, fast fertig muss es die Stoffe seines Lebens bekommen, vorbereitet von der Pflanzenwelt; nur schwache Aenderungen erlaubt ihm sein eigener chemischer Process im Inneren des Körpers.

Wir haben die Bildung des Wassers, also des Urmeeres im Knallgasgewitter, die Verbrennung des Wasserstoffgases im Sauerstoff angedeutet; wir haben angedeutet: die Bildung des Stickstoffsiliciums, seinen raschen Zerfall in Kieselerde, welche in dem Urgesteine der Erde die Hauptmasse bildet und in Ammoniak, das in die Luft zurückgeht, und den Nahrungsstoff der späteren Vegetation bildet.

Wir müssen nun noch der Verbrennung des Kohlenstoffelementes im Sauerstoffe Rechnung tragen. Auch Kohlenstoff besitzt so wie Wasserstoff eine Verwandtschaft zum Sauerstoffe, namentlich in der Weissglühhitze, und wird darin von fast keinem anderen Elemente übertroffen. Es muss daher angenommen werden, dass unter den damaligen thermischen Verhältnissen das Kohlenstoffelement massenhaft im Sauerstoffe verbrannte und sich Kohlensäure in ungeheuren Massen bildete. Ein Theil dieser Kohlensäure ist mit den Verbrennungsproducten der Metalle gesättigt worden und zu Salzen zusammen gegangen, die theils den Schlamm des Meeres, theils die Salze desselben bildeten. Der andere Theil aber ist in freiem Zustande in die Luft entflohen und hat daselbst auch wieder einem reichen alimentären Schatz für die nachrückende Pflanzenwelt gebildet. Sie sehen, wie der Mineralismus, wie diese furchtbare rohe Gewalt der Elemente nichts Anderes zu thun hatte, keine andere Aufgabe vollzog, als sorgfältig vorzuarbeiten für die Bedingungen des organischen Lebens auf der Erde. Es musste eine Urluft, eine warme, feuchtigkeitstrotzende Urluft hergestellt werden, welche reichlich mit Kohlensäure und Ammoniak versehen war.

In den beiden Verbindungen, Kohlensäure und Ammoniak sind die vier Elemente repräsentirt: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, und diese vier Elemente sind es in der That, die „innig gesellt, bilden das Leben und bauen die Welt;“ — aus ihnen

besteht alles Organische, aus ihnen erwächst zunächst die Pflanze und in späterer Folge das Thier.

Ein weiteres Detail über diese geheimnissvollen Vorgänge einer versunkenen Periode zu geben, ist der Wissenschaft heute unmöglich, aber es liegt auch kaum ein Bedürfniss des menschlichen Geistes darnach vor; er ist zufrieden mit dem, was er in dieser Beziehung begriffen hat, und weiss sich das in seiner Weise zurechtzulegen.

Ich wende mich nun zu dem zweiten Momente der Verschiedenheit der Elemente, nämlich zu der Oertlichkeit, wo dieselben auftreten und die für die Art und Weise der Bildung des Erdballes auch von grosser Bedeutung ist. Theilweise ist das wohl jetzt schon verrathen worden, dass z. B. die Elemente: Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff factisch der Luftzone angehören, dass sie aber noch theilweise tiefer ragen und auch noch in der Erde selber wurzeln. Um uns darüber recht klar zu werden, wird es gut sein uns die fünf wesentlichen Zonen der Erde auseinander zu schälen.

Wir unterscheiden:

1. eine eigentliche Luftzone oder Atmosphäre;
2. eine Wasserzone oder Hydrosphäre;
3. eine Flötzone oder Schichtensphäre (Stratosphäre), die aus lauter geschichteten Mineralien besteht;
4. eine Rindenzone, die aus plutonisch erstarrtem Urgebirge besteht, und endlich

5. das uns unbekannte Innere der Erde, das uns nur dann und wann, unter sehr erschütternden Momenten in der Regel, Boten nach aufwärts schickt, feurige Grüsse, aus denen wir beiläufig urtheilen können, dass sich da drinnen Alles unter entsetzlichen Druckkräften in feuerflüssiger Lohe befinden müsse.

Das organische Leben ragt mit seinen tiefsten Wurzeln bis in die dritte Schichte oder Zone, es lebt, eingetaucht gleichsam in Luft und Meer, bewurzelt im Flötzgebirge, in der Schichtenzone, in dem neptunischen Gesteine. In der Rindenzone, wo das Urgebirge beginnt, erlischt alles organische Leben, dennoch aber sind gewisse Beziehungen dazu da. Die Verwitterungsproducte des Urgebirges theilen sich dem Flötzgebirge mit und werden zu wesentlichen Factoren des Lebens für Thier und Pflanze. Das feuerflüssige Erdinnere, die sogenannte Centralosphäre ist ein Gebiet, über welches wir eigentlich noch ganz im Dunkeln sind; das wäre der weiteste Spielraum der Phantasie, aber die Wissenschaft, namentlich die Wissenschaft des Stoffes, ist eine Erfahrungswissenschaft und hat auch vor den geistreichsten Phantasien, wenn sie ohne positiven Halt sind, sich sehr zu hüten.

Wir vermuthen, dass die Adamantide, diese so interessante Familie, sich ein ganz eigenthümliches Vertheilungsgebiet auf der Erde vorbehalten haben. Es scheint so, als wenn zonenweise diese Terne von Elementen, diese dreigliederige Familie herrschen würde, — die Luftzone dominirt unstreitig der Kohlenstoff, und mit der Luftzone die organische Zone überhaupt bis

hinab in das Flötzgebirge. Denken Sie, welche Masse von Kohlenstoff haben wir in der Form von Kohlensäure in der Atmosphäre, und zwar noch heute! Bedenken Sie aber fern̄er, welche Massen von Kohlenstoff liegen in der heute existirenden Pflanzen- und Thierwelt! Endlich, welche riesige Massen von Kohlenstoff sind in Form von Carbonaten niedergelegt in den Flötzschichten der Erde! Denken Sie an den Alpenkalk! Die ganzen Züge der Alpen hindurch gehen massenhafte Niederschläge von Kalk. Dieser Kalk ist ein kohlensäurehaltiges Mineral, das nahezu zur Hälfte seines Gewichtes aus Kohlensäure besteht, in der wieder Kohle enthalten ist. Also, Sie sehen, dass auch die Flötzschichte strotzend reich an Kohle ist.

Ich habe Ihnen nun Kohle nachgewiesen in der Flötzschichte, in der organischen Natur und in der Luft, — das sind die drei organisirten oder organischen Zonen. Wenn Sie einmal in das Urgebirge gehen, zur krystallinischen Rinde des Gesteines, zur plutonischen Bildung, da hört der Kohlenstoff auf. Sie finden in diesem Urgebirge nicht die geringste Spur von Kohle, auch nicht fossiler Art, wie Sie auch keine Versteinerungen und überhaupt keine chemische Verbindung des Kohlenstoffes daselbst antreffen.

Wie es sich mit dem Erdinnern verhält, mit diesem flüssigen gespannten Lager des Erdcentrums, das wissen wir nicht. Ja, wir müssen — und wir werden das namentlich betonen müssen, wenn wir zum dritten Theile unserer Aufgabe, zur letzten Frage kommen — wir

müssen ganz besonders hervorheben, dass die Mengen, die relativen Mengen gewisser Elemente ganz über alles Mass und gegenüber anderen ganz unverhältnissmässig gross sind. Sehen wir nun, welches Element von den Adamantiden denn in der Urgebirgszone, in der Rindenzone herrscht, so finden wir das Silicium in sehr ausgesprochenem Masse. Alle Urgesteine ausnahmslos sind Silicate. Quarz, Feldspath und Glimmer, die sind es, welche in wunderbaren Fügungen und Gemengen die eigentlichen Urgesteine der Erde bilden. Granite, Syenite, Porphyre und Malaphyre u. s. w., das sind lauter Silicate. In diesen Schichten also dominirt das Silicium. Nur soweit das Urgebirge, durch vulcanische Hebungen getragen, in die Flötzschichten hineinragt und dort, den Einflüssen einer schonungslosen Verwitterung preis gegeben, zerbröckelte und zerfiel, nur soweit finden Sie auch Siliciumverbindungen im Flötzlande. Es ist das nämlich eine der für die organische Welt so wichtigen Verbindungen, die sich trotzdem an der Bildung des organischen Lebens selbst nicht betheiligt, nämlich der Thon.

Während im Flötzgebirge von den Metallen das Kalkerdemettall und das Bittererdemettall massenhaft auftreten, finden wir in den eigentlichen Urgesteinen das Aluminiummetall und die Alkalien vertreten, nämlich Kalium und Natrium, und nur soweit das Urgestein verwittert ist und soweit es zersetzt wird, ragen eben die Alkalien in die Hydrozone und Flötzzone, oder finden Sie auch Silicate in den Flötzgebirgen.

Wie schon erwähnt, gehört nämlich der Thon zu diesen ausserordentlich fruchtbaren Verwitterungsproducten. Wenn der Feldspath, ein treuer Bestandtheil der Urzone, welcher aus Alkali und Thonerdesilicat besteht, dem Zahne der Zeit, das ist der Verwitterung unterliegt, wenn er vom Froste zersprengt und endlich von der Feuchtigkeit zu Mulm zerrieben wird, so geht auch schon eine chemische Umwandlung mit ihm vor: Kieselerde wird frei, eine sogenannte Sandbildung tritt ein, Thon, basisch kieselsauere Thonerde scheidet aus und das freigewordene Alkali wird gewöhnlich in kohlen-sauren Verbindungen entweder weitergeführt, oder an den Mulm des zerfallenden Minerals physikalisch gefesselt. Natron, wenn es bei der Zersetzung eines Natronfeldspathes hervorgeht, folgt, gewöhnlich freizügig der Welle der Gewässer, Kali hingegen bleibt gebunden und gefesselt an die Scholle der Zersetzung. Der Thon selbst, das basische Silicat des Aluminiums, eine Masse von enormer Verbreitung, wie sie in den entsprechenden Verwitterungsproducten des Urgebirges unter den Einflüssen der Flötzzone vorkommt, ist selbst, was äusserst interessant erscheint, an der Bildung eines organischen Körpers nicht betheilig. Man hat anfänglich durch längere Zeit die Thonerde, das Aluminium als einen wesentlichen Bestandtheil von Pflanzenaschen hinstellen wollen, besonders hat man gewisse Pflanzen dafür angeführt, und zwar vor Allem das sogenannte *Lycopodium complanatum*, eine Gattung des Bärlappfarrens. Von dieser Pflanze hat man behauptet, dass sie mit aller Sorgfalt herausgerissen

und gereinigt und an den verschiedensten Standpunkten gesammelt worden sei, und dass man stets Aluminium in ihrer Asche fand. Allein es könnte das auch nur ein zufälliges Ergebniss sein, weil neue Aschenanalysen von Bärlappfarren die vollkommene Abwesenheit von Aluminium in der Bärlappasche constatiren. Wenn ich diesen einzigen Fall ausnehme, so hat man nie davon gesprochen oder daran geglaubt, dass Aluminium ein wesentlicher Bestandtheil der Pflanze oder ihrer Asche sei. Bei der Pflanzenasche mag dieser Stoff wohl öfter auftreten, weil es häufig sehr schwer ist, die mechanische Reinigung von der Erde ihres Standpunktes zu leisten. Bei dem Thiere aber ist es anders. Im Thierkörper, im Körper des freizügigen Thieres, das nicht mit Wurzeln an die Erde befestigt und eingesteckt ist, ist nirgends Aluminium zu finden. Es finden sich diese Stoffe nicht im organischen Körper, und trotzdem ist diese Verbindung, das basische Silicat des Aluminiums, unentbehrlich für das organische Leben, weil diese merkwürdige Bildung die letzte und entscheidende Schranke für das Wasser wird. Wer weiss es zu sagen, ob nicht, wenn der unermessliche, glühende Schlund des Erdinnern die niederstickernden Hydrometeore verschlingen könnte, ob nicht in Folge chemischer Prozesse eine vollkommene Zerstörung des Wassers stattfände, eine Zersetzung desselben, die die bedenklichsten Folgen nach sich ziehen müsste. Um dieses kostbare Nass, ohne das ein organisches Leben und eine Bewegung nicht denkbar ist, der Erde immer unversehrt in gleichem Masse zu erhalten

und es nur dem reinigenden Kreislaufe zu unterziehen, legt die Thonsole im Innern der Flötzschichten ihr Veto ein. Diese Verbindung wird bei der Berührung mit Wasser zu einer plastischen Masse, die aneinander klebt und kein Wasser mehr durchlässt. Während die härtesten Gesteine durch ihre feinen Ritzen und Fugen das Durchsickern der Hydrometeore der Luft, des Regens, des Thaus gestatten, vermag es der Thon, dies zu verhindern und da, wo er die Sohle bildet, da steht unverrückbar und unversiegbar das Grundwasser, das Meer unter unseren Füßen, entgegengesetzt dem Meer ober unseren Häuptern, den Wolken. Und dieser ewige Kreislauf, der eigentliche Ocean, die Hydrosphäre der Erde, vom kleinsten Bache, von der Quelle angefangen bis zum Urmeere selber, das Alles ist in fortwährendem Verdunsten begriffen, steigt als Dampf auf und schwebt als Wolke in der Luft, wird niedergeschlagen von chemisch-physikalischen Momenten, fällt als Schnee, Thau, Regen wieder zur Erde, sickert ein, geht als Hydrometeor durch Einsickerung in die Tiefe, erreicht endlich das non plus ultra, die Thonsole: da sammelt es sich zum Grundwasser, da kann es nicht weiter, da muss es umkehren; nicht mehr ist es ihm erlaubt, in unermessliche Gründe zu versickern, sondern es muss nach hydraulischen Gesetzen als Wasserfaden sich irgendwo entleeren und als muntere Quelle irgendwo zum Tageslichte emporsteigen. Könnten Sie die Thonsole einer Wasserscheide um 90 Grade im Innern wenden, so würden Sie sich wundern, wie die Configuration der Elemente, wie die Cultur und

der Wohlstand, die ganze politische Gestaltung der Länder sich verändern müsste. Denn wenn Sie eine solche Wasserscheide um einen kleinen Winkel drehen, wird die ganze Bewässerung des Landes eine andere, vielleicht wird sie für gewisse Strecken ganz unmöglich, und mit dem Verluste des Wassers tritt Unfruchtbarkeit, Culturmangel und Rückschritt ein.

Endlich haben wir noch eines dritten Adamantids zu erwähnen, eines dritten Diamantbrenners. Bisher wurde die Kohle erwähnt, die in den oberen drei Schichten zu Hause ist, dann das Silicium in der Rindenzone, in der Zone des plutonischen Gesteins, und endlich haben wir das Bor oder Boron. Wir kennen es nur vulcanischen Ursprungs. Bor und Schwefel — letzterer ist auch ein solches vulcanisches Element — erscheinen nur überall dort auf der Erdoberfläche, wo sie gleichsam als Boten des feuerflüssigen Erd-Innern, als vulcanische Sendlinge interveniren. Es gibt auf den liparischen Inseln, in Toscana, ja sogar in den Lagunen einzelne Orte dieser Art. Besonders schön ist das in den toscanischen Bergen entwickelt, da sind grosse Hügelketten, terassenförmig ansteigend, und jeder solche kleine Hügel ist ein Diminutivvulcan, der jedoch nicht Feuer speit — so protzig und unbequem macht er sich nie, aber er poltert doch in Einem fort. Dampfbrodem steigt auf, Rauch wirbelt gegen den Himmel, schlammige Mischung kocht in ihm, — es sind diess die Mofetten, Suffonen und Fumarolen Italiens. Diese Zwergvulcane liefern uns den Schatz jener Borsäure, die in den verschiedenen

Künsten und Gewerben dann weiter benützt wird, und zwar hat man die Vulcane sich selbst dienstbar gemacht auf eine recht sinnige Weise. Die Dämpfe, die ein solcher kleiner Krater entwickelt und in welchen immer, mechanisch mitgerissen, Borsäureflitter mitwirbeln, fängt man mit einer sehr einfachen Verschalung von Holz auf. Diese Krater sind nämlich so klein, dass sich die menschliche Kraft schon heranwagen kann, nicht etwa so kolossale Schlünde, wie beim Aetna. Ist nun die verschalte Borsäure eingefangen, so leitet man durch Rinnen den verdichteten Dampf, der die Borsäure mitnimmt, in Pfannen, und diese muss geduldig wieder der nächstniedrigere Krater tragen; die setzt man ihm auf und er muss sie heizen und das Wasser, das dann nach der unteren Fumarole hin fließt, wird dort immerfort verdunstet, und da füllt sich die Pfanne immer mehr mit flittrigen Schuppen an, — das ist Borsäure, allerdings unrein, mit Salmiak, etwas Schwefel gemischt, aber der Hauptsache nach Borsäure, die sehr leicht zu reinigen ist, um in ihren prachtvollen Krystallformen, in perlglänzenden Schuppen in die eigentlichen Bahnen der Industrie einzugehen. Ueberall, wo man das Vorkommen von Bor praktisch sondirt hat, hat sich schliesslich herausgestellt, dass das Bor vulcanischen Ursprunges sei. Heute noch müssen sogar die Balneologen zugeben, dass sich aus dem Borsäuregehalte der Mineralwässer ungefähr die Tiefe ihres Eindringens, die Tiefe ihres Ursprunges aus dem Grundwasser herauscalculiren lasse. Gewöhnlich finden Sie das Bor

in stark heissen Quellen. Die intermittirende Geysarquelle auf Island ist borsäurehältig, der Karlsbader Sprudel ist borsäurehältig. Es ist das aber freilich nicht unbedingt nothwendig; die Hitze des Wassers ist ein indirectes Beweismittel für die Tiefe seines Ursprunges im Grundwassersee, denn in je tiefere Schichten wir vordringen, desto wärmer wird die Erde, aber es muss das nicht sein, wir können uns nämlich sehr wohl Fälle denken, — und es gibt deren, die erwiesen sind — dass es Quellen gibt, die so tief sind, oder besser dass zu gewissen Quellen die zugehörigen Theile des Grundwassersees so tief gelegt sind, dass das Wasser in hellen Sud gerathen muss. Aber der Quellenfaden, der sich davon abspisst, hat einen so vielfach gekrümmten und langgestreckten Weg vielleicht zu durchlaufen, dass er dabei wieder auskühlt, und es kann die Quelle, wenn sie wieder zu Tage kommt, eine ganz unbedeutende Eigentemperatur besitzen. Aber im Eigentlichen ist es richtig, dass, je tiefer die Quelle entspringt aus dem Grundwassersee, sie auch desto heisser zu Tage tritt und wir desto sicherer darin Bor finden, ein Beweis, dass alle tiefsten Schichten, die nahe dem Vulcanismus sind, nahe an der Centralsphäre liegen, der Tummelplatz des Bor sind. Damit vereint sich ganz hübsch der Unterschied im Mengen-Verhältnisse, der später noch zur Sprache kommen wird: Kiesel und Kohle in Menge, Bor verschwindend wenig, — allein unsere Kenntniss der vulcanischen Sphäre ist überhaupt verschwindend klein. Denn schliesslich, um sich ein rechtes

Bild über diese relativen Momente zu machen, muss ich Sie bitten, sich das Bild der Orange vorzustellen, — es ist ein zwar oft gebrauchtes, aber sinnfälliges Beispiel, ich weiss kein besseres für das Laienauge und den Laiensinn. Wenn Sie von einer gewöhnlichen Pomeranze die gelbe Schale abschälen, haben Sie beiläufig das, was wir von der Erdrinde kennen, was wir wirklich durchfahren, was wir durchteuft, worin wir Stollen getrieben, worin wir uns umgethan haben. Nicht mehr die weisse Lederschale dazuzählen! — sonst begehen Sie schon eine Täuschung — sondern nur die gelbe drüsige Schale der Orange ist unser wissenschaftlicher Kampfplatz. Sie sehen, wie lächerlich klein das ist, und wie es eigentlich eine Art Vermessenheit ist, wenn wir von einer tellurischen Rolle der Elemente sprechen, denn die ungeheure Hauptmasse der Erde selbst ist uns, eine vollkommene terra incognita, ein unbekanntes Land, in das nicht einmal noch die Vermuthungen, geschweige denn die Forschungen und Erfahrungen der Gelehrten hineinragen.

Sie haben in Bezug auf den zweiten Abschnitt gehört, dass Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff vorzüglich die Luftzone bilden, dass die Meereszone von denselben Momenten gebildet wird, an die aber noch die Familie der Halogene herantritt, — diese Familie ist so recht eigentlich im Weltmeere zu Hause. Also die Elemente, welche die Hydrozone der Erde bilden, sind die Salzbildner: Chlor, Brom und Jod. Aber auch hier findet sich wieder diese, ich

möchte sagen: so peinlich berührende Disharmonie der Mengen. Dem stolzen menschlichen Verstande, der gerne überall bis zum letzten Grunde fertig werden möchte, ist es eine sehr unangenehme Aufgabe, wenn er über die tellurischen Verhältnisse der Elemente Prüfungen anstellen muss. Es gibt nichts Demüthigeres für den menschlichen Verstand, als eine solche Studie. Schon einmal choquirt es den denkenden Verstand, sich mit dieser sonderbaren Zahl der Elemente zu befassen, die nicht einmal ganz sicher gestellt ist und bald auf 65, bald auf 64, bald auf 63, bald auf 66 berechnet wird. Der menschliche Geist hätte sich das so gerne in einem oder wenigen scharfen Gegensätzen zurechtgelegt, so dilemmatisch, so positiv und negativ; — das scheint nun nicht der Fall zu sein. Freilich müssen wir gestehen, es wäre eine ebenso grosse Selbsttäuschung, wenn wir mit Sicherheit behaupten wollten, dass das, was wir heute schon Elemente nennen, auch die wirklichen Elemente sind; vielleicht sind das Verbindungen zweiter oder dritter Ordnung und vielleicht wird erst nach Jahrtausenden die Wissenschaft an die wirklichen Elemente herantreten. Indess, was nützt das? Die Natur unserer Wissenschaft, die Natur der Chemie als einer Erfahrungswissenschaft, erlaubt uns solche Träume nicht, sie zwingt uns, — selbst auf die Gefahr hin unbescheiden und gedankenlos zu erscheinen, — solange an die elementare Natur eines Stoffes zu glauben, bis das Gegentheil bewiesen ist. Erst dann, wenn es gelungen ist, einen Körper, den man bisher

für ein Element gehalten hat, in zweierlei verschiedene Urtheilchen zu zerlegen, erst dann ist er seiner elementaren Würde entthront, allein so lange das nicht bewiesen ist, müssen wir ihn als Element gelten lassen, eben weil wir auf dem Standpunkte der reinen Erfahrung stehen. — Etwas Anderes wäre es, wenn diese Erscheinungen überall der Philosoph zu beurtheilen hätte; der kann sich gewiss nicht befreunden mit der bunten Vielzahl der Elemente, er wird sich nicht damit befreunden, zu glauben, dass in der Natur ein Element in Hülle und Fülle, und sein Nachbar kaum spurenweise vorhanden ist, als hätte da die unendliche Kraft der Schöpfung nicht ausgereicht, als wäre das nur ein kleiner Abfall, ein Nothbehelf so wie der Bäcker solche Nothbehelfe aus einigem übriggebliebenen Teige bäckt, wenn es mit der eigentlichen Masse nicht recht zusammengeht. Nun, da liesse sich freilich noch leichter ein Verständniß dafür suchen.

Ich habe mitgetheilt, dass wir so wenig von der Erde kennen; das ist aber unendlich bequem, überhaupt ist nichts im Leben bequemer als die Unwissenheit. Schieben wir das Fehlende da hinein, sagen wir von jenen Elementen, dass nur die Spuren derselben sich auf der Erdoberfläche finden, ihr ganzer Hauptvorrath aber in der Erde eingesperrt ist, zu der wir den Schlüssel nicht haben! — Da liessen sich wenigstens diese Widersprüche vermitteln und begreifen. Es gibt keine ähnlicheren Stoffe wie Chlor, Brom und Jod, und längst hat die Wissenschaft sie zu einer natürlichen Gruppe gezählt. Sie bleichen alle drei, sie desinficiren

alle drei, sie bilden alle drei mit Metallen auf der ersten Verbindungsstufe Salze. Wenn wir Kalium im Brom-, Jod- oder Chlordampf verbrennen, bilden sich lauter salzartige Körper; wenn wir gewisse Metalle im Chlorstrom verbrennen, schneit ein Bodensatz von Haloid-Salz nieder. Unter den Salzen ist das Kochsalz das für den Laien gebräuchlichste Salz, wenn auch für die Wissenschaft kein solches, sondern ein Haloid. Nach dieser Eigenschaft haben die drei Elemente den Namen Halogene erhalten. Und wie verschieden sind sie der Menge nach vertreten!

Welche ungeheure Massen Salz birgt das Meer; Woher kommt das? Gewiss ist wohl, dass Chlorwasserstoff, nachdem aller Sauerstoff bei den Knallgasgewittern verzehrt war, in grosser Menge da gewesen ist. Es musste das ganze Meer salzsäurehaltig sein, als das feste Urgestein gebildet wurde. Sie wissen ja, dass Aluminium, Silicium, Kalium und Natrium vorzüglich concurrirt haben, um die Urzone zu bilden. Wenn sich das nun, noch glühend heiss, in das Salzsäure haltige Urmeer eingetaucht hat, muss es tüchtig benagt und zerfressen worden sein, und damals hat sich das Meer seinen Kochsalzgehalt aus den natronhaltigen Felsen des Plutonismus herausgeleckt. Das Meer wird ungefähr im Mittel 3% Kochsalz haben; wir rechnen nur so bescheiden, so recht bescheiden, und da stellt sich die Menge des Meerwassers auf 20 Billionen Tonnen. Da sind die grossen Tiefen nicht einmal mitgerechnet. Man hat diesfalls durch Messungen mit dem Senkblei, die

man mit ungeheurem Aufwande von Kosten und Mühe unternahm, Stellen im Meere gefunden, wo man den Himalaya auf den Chimborasso stellen könnte, und noch kann der grösste Dreimaster darüberfahren, ohne daran gehindert zu sein. Solche Tiefen sind also in unsere Berechnung gar nicht aufgenommen, sondern es sind derselben nur die bescheidenen Grössen der mittleren Tiefe zu Grunde gelegt — und schon das liefert 20 Billionen Tonnen. Denken Sie nun; 3 0/0 davon sind Salz. Die Meere, die sich dann später verflüchtigten, haben ihr Wasser an die Luft abgegeben und ihr Salz zurückgelassen in den riesigen Salzstöcken von Wieliczka, Stassfurt u. s. w. Bei all diesem Reichthum von Chlornatrium, respective von Chlor, finden sie nur eine kleine Menge von Brom und Spuren von Jod. Sie finden dieselben Verhältnisse in dem Urmeere, in dessen vertrockneten Rückständen, wie Sie sie noch in den heutigen Meeren finden. Vielleicht, dass es in manchen Binnenseen etwas günstiger war. Das Wasser des Kaspisees scheint etwas reicher an Jod, und ich bemerke, dass das Wasser des todten Meeres in Palästina, das zu untersuchen ich selbst Gelegenheit hatte, entschieden reicher an Jod ist. Mit dem Wasser desselben können Sie direct Jodreactionen anstellen; wenn Sie empfindliche Reagentien nehmen, so gelingt es: — das Wasser dieses Sees ist an Jod beinahe so reich wie das Haller Jod-Wasser. Das ist aber auch ein Unicum, dieser Asphaltsee, er hat auch über 14, zu Zeiten sogar 20 0/0 Salzurückstand, während der Salzgehalt bei dem Mittelmeere nur mit 4 0/0 berechnet wird. Also

das todte Meer in Palästina ist ein Ausnahmefall, und seine Verhältnisse können nicht als Regel betrachtet werden.

Wenn Sie dafür nach einer Erklärung suchen: so fehlt sie. Warum ist denn das Jod so wenig? Warum gibt es denn in der Mutterlauge der Tangen, aus welcher Jod und Brom dargestellt werden, Pfunde von Chlor, Quentchen von Brom und Grane von Jod? Welches ist denn die Erklärung? Die Tangen, die Seegewächse, die doch ganz eingetaucht sind in ihre Ernährungsfluth, können natürlich die Stoffe nur in dem Masse aufnehmen, als sie sie finden, sie nehmen Chlor reichlich, Brom in kleiner Menge, Jod in Spuren auf, weil sie sich so finden. Wir benützen diese Tangen als Sammler des Jod und Brom, ein anderer Vorgang wäre zu theuer. Die Pflanzen sammeln diese Stoffe auf, wir fischen diese Pflanzen, wir harpuniren sie, wir fangen sie, trocknen sie an der Küste, verbrennen sie dann in Erdgruben, und es bleibt eine Asche, Kelp oder Varech zurück, aus der man Soda gewinnt, deren Mutterlauge die kostbare Masse ist, aus der wir Jod und Brom auszuschneiden vermögen.

Da war auch die Continentalsperre auf diese Jod- und Bromgewinnung von Einfluss. Napoleon hatte damals die sehr unglückliche Idee, die indirect auch zu seinem Sturze beitrug, die Continentalsperre zu dictiren, um die Engländer bis in das Herz, in ihre vitalsten Interessen zu treffen. Nun waren die französischen Seifen- und Salpetersieder ohne die gewohnten Sodasendungen aus Egypten. Mr. Courtois war in seinem Geschäfte

sehr gehindert und da fiel ihm eine alte Tradition ein, nach welcher die Ueberreste der Kelten, der Basken im Gebiete des Landes, in Spanien selbst und um die Bucht von Biscaya herum tüchtige Halurgen seien und seit jeher die Salzwirthschaft mit Vorliebe betreiben, dass sie Soda gewinnen, welche zwar schlecht sei, bei der sich indessen, so dachte Courtois, vielleicht etwas werde verbessern lassen. So reist er denn hin, angetrieben einzig und allein durch die Continentalsperre; er untersucht die Mutterlauge, entdeckt wohl kein neues besseres Sodaverfahren, dafür aber Jod. Denn wie er die betreffenden Mutterlaugen mit Schwefelsäure versetzt, ob dieselben brausen, da entweicht ein veilchenblauer Dampf, der dem Jod seinen Namen gegeben hat, so genannt nach Ἰὼν, das Veilchen.

Selbst die grossen Mengen Jod, die man producirt und zu Desinfectionen, zur Erzeugung von Farben, zur Photographie und Medicin verwendet, sind verschwindend klein gegen die ungeheuere Masse von Chlor. Wir haben jetzt glücklicherweise einen wesentlichen Zuwachs an Jod bekommen, nämlich durch die südamerikanischen Staaten Bolivia, Chile, Peru. Dort ist ein weiter, 150.000 Quadratmeilen umfassender Bezirk, wo überall Auswitterungen von Salniter statthaben. Es sind dort die ganze Küste entlang die Guano-Inseln, jene Korallenriffe und Atolls, wo die Südseevögel seit Jahrtausenden nisten. Da ist denn dort ein kostbarer Dünger aufgesammelt, den grosse Kauffahrteischiffe nach Europa bringen und hier verwerthen, es ist das ein factisches

Staatseinkommen dieser südamerikanischen Staaten. Dort nun scheint sich auch eine Ammoniakbildung einzuleiten, und durch den Ozongehalt der Gegend eine grossartige Salpeter-Plantage durchgeführt zu sein. Um aber auf den Grund zurückzukommen, weshalb ich Ihnen diese Mittheilung mache, diene Ihnen zur Nachricht, dass gefunden wurde, dass die Mutterlauge, die beim Raffiniren dieses fossilen Salpeters übrig bleibt, ein pro Mille Jod enthält, also nicht viel. Gewiss hat hier ursprünglich auch das Meer intervenirt, gewiss sind alle diese Lager in irgend einer Berührung mit dem Meere gewesen. Dass das häufig in Amerika der Fall ist, zeigen die Vulcane dieses Welttheiles. Amerika hat Vulcane, wie den Popocatepetl, die sich häufig den Spass machen, gebratene Fische herauszuwerfen, was nicht sein könnte, wenn nicht das Meer damit zusammenhängen würde, wenn auch nur nach Art eines Stosshebers. Von Zeit zu Zeit kommt da wohl ein Strahl, ein Schwall Wassers hinein und da reisst er die unglücklichen Fische mit, die nun eine so sonderbare Luftfahrt machen müssen.

Es wäre nun auch der zweite Punkt im Wesentlichen durchgesprochen, bei dem wir, wie gesagt, manche der Erscheinungen nicht begründen können, manche der Erklärungen gänzlich schuldig bleiben müssen, so jene über die Frage, warum so viel Chlor und so wenig Jod und Brom auf unserer Erde ist, es wäre denn, dass das fehlende, der Abgang von dem Erdinnern gedeckt wird, — wir wissen es nicht. Da liegt wohl in dieser Beziehung die Vermuthung nahe, und es wird das auch vielleicht

behauptet werden: „sie seien nicht viel werth, diese chemischen Elemente! Wahrscheinlich gibt es nur ein Chlorelement und Jod und Brom sind nur allotrope Erscheinungsformen des Chlors in veränderter Weise“. Von dem Standpunkte der Philosophie ist das ein sehr wichtiger Einwurf, aber ich habe schon betont: unsere Gesetze sind nicht philosophisch deducirt; unsere Gesetze sind von der Erfahrung inducirt. Solange es uns nicht gelingt, aus Jod und Brom Chlor herauszuziehen, müssen wir die beiden ersten für ebenbürtig halten mit dem in der Natur massenhaft enthaltenen Chlor.

Damit bin ich auch schon der letzten Frage, nämlich dem eigentlichen Massenmomente des Vorkommens der Elemente nahegerückt. In dieser Beziehung ist Sauerstoff vielleicht eines der massenhaftesten Elemente und das ist doch ein so leichter, luftartiger Körper, — wollen Sie aber nur seine Spuren verfolgen! Von der Atmosphäre, die wohl ein dünnes luftiges Meer ist, aber doch ein erdrückendes Gewicht ausmacht, bekommen wir eine ungeheuere Menge von Sauerstoff, wobei wir uns noch auf eine Höhe von drei Meilen Atmosphäre beschränken, die wir, wenn nicht eine grössere, annehmen müssen. Es sind nämlich Gründe da, um derentwillen die Atmosphäre von Einigen auf 14 Meilen geschätzt wird, 10 Meilen ist eine häufig wiederkehrende Angabe. Wenn wir aber auch nur eine Höhe von drei Meilen annehmen, — und unter diese Höhe herab zu gehen, gestatten uns die Thatsachen nicht, — so macht das eine riesige Summe von Gewicht

aus, und von diesem ganzen, weiten Meere macht der Sauerstoff 21 bis 23  $\frac{0}{0}$  aus, also nahezu ein Viertel. Nun kommt das Meer und das Wasser der Grundwasserseen. Denken Sie dann nur noch an das Wasser in der Luft, das Wasser im Erdinnern und an die eigentliche Hydrosphäre der Erde. Von all' diesem Wasser macht der Sauerstoff  $\frac{8}{9}$  aus, nur  $\frac{1}{9}$  also entfällt auf den Wasserstoff, und es sind also über 88  $\frac{0}{0}$  des Wassers Sauerstoff, kaum 12  $\frac{0}{0}$  gebühren dem Wasserstoff. Gehen Sie weiter in die Flötzschichte über, endlich in das Urgebirge; — denn merkwürdig, Sauerstoff ist überall hingedrungen, — bis in die innere Sphäre der Erde, vielleicht, die uns ganz verschlossen ist, ein Buch mit sieben Siegeln versiegelt, das wir nicht kennen. Das wissen wir nicht, ob auch diese feurige Centralsphäre Oxyde beherbergt, ob auch dort noch der Sauerstoff mitspielt. Aber in der erstarrten, erharschten Rinde dieser Feuerkugel, in den Urgebirgen, da spielt er, das wissen wir, tüchtig mit. Im Flötzgebirge und im plutonischen Gebirge, in den neptunischen und in den Feuerschichten finden wir bis zu 40—50  $\frac{0}{0}$  Sauerstoff.

Ich habe bisher absichtlich die organische Schöpfung ausgelassen, die doch in diese drei ersten Schichten hineinragt, in die Luft, in das Wasser und in das Flötzgebirge. In der organischen Schöpfung macht der Sauerstoff 75  $\frac{0}{0}$  aus, was nicht zu verwundern ist, da die organische Schöpfung grosse Mengen von Wasser enthält und vom Wasser der Sauerstoff 88  $\frac{0}{0}$  ausmacht; daher darf es Sie nicht Wunder nehmen, wenn Sie sehen, dass

in der organischen Schöpfung der Sauerstoff im Mittel 75<sup>0</sup>/<sub>0</sub> bildet. Jetzt denken Sie 23<sup>0</sup>/<sub>0</sub> in der Luft, — oder sagen wir in runder Zahl nur 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> — dann 88<sup>0</sup>/<sub>0</sub> im Wasser, 75<sup>0</sup>/<sub>0</sub> in der organischen Schöpfung, 40<sup>0</sup>/<sub>0</sub> mindestens in der Mineralrinde, im neptunischen und plutonischen Gestein! Wenn wir somit die uns bekannte Erde zusammennemen, als Basis der Berechnung, so können wir gar nichts anderes als feierlich erklären, dass der Sauerstoff die Hälfte des Gewichtes der Erde ausmacht, das heisst von der Erde, die wir kennen. Dass er nicht die Hälfte des Gewichtes der Gesamtterde sein kann, wird uns astronomisch klar, denn die Astronomie hat bewiesen, dass die Mitteldichte des Erdballes zwischen vier und fünf fällt, das heisst, dass die Erde als Gesamtkörper mehr als viermal, aber nicht ganz fünfmal schwerer ist, als Wasser. Nun ist aber Sauerstoff vielemal leichter als Wasser, und es könnte sich also daraus nicht das Gewicht vier oder fünf ergeben, wir müssten denn allerdings an fabelhafte Schätze der allerschwersten Edelmetalle im Erdinnern denken, an wahrhaft nabobische Schätze von Platin und Gold, denn nur diese sehr schweren Metalle wären dann im Stande, jenes Mittelgewicht der Erde zu liefern, wie es die Astronomie herausgerechnet hat; denn Sauerstoff ist sehr leicht, nur 16mal schwerer als Wasserstoffgas, und dieses ist 760mal leichter als Wasser.

Zunächst dem Sauerstoff müssen als vollbürtige Elemente, das heisst als solche Elemente, deren Massenmoment sich sehen lassen darf, die sich in Bezug auf

die Menge nicht spotten lassen, — nächst dem Sauerstoffe, also, der unstreitig das massenhafteste Element ist, müssen hier auftreten: Wasserstoff, bei welchem zu berücksichtigen ist, dass er zwar ausserordentlich leicht ist aber eine sehr grosse Verbreitung hat, dann Kohlenstoff und Stickstoff. Sie sehen die vier Organogene, die vier Elemente, von denen schon erwähnt wurde, dass sie innig gesellt das Leben bilden und die Welt bauen. Diese vier organischen Stoffe, der eigentliche Kern der organischen Schöpfung, die durch das bescheidene Salz „kohlensaures Ammoniak“ repräsentirt werden, sind zugleich vier wahre Massenelemente. Dann folgt Calcium und Magnesium, Kalkerde und Bittererde insbesondere. Gewöhnlich ist ein Element von solchen Paarlingen in reicherem Masse vorhanden, als sein Begleiter. Kalk ist entschieden noch mehr vertreten, als Magnesia; er tritt auch entschieden massenhafter, gebirgsbildender auf und veranlasst wahrhafte Gebirgsformationen. Magnesia ist bescheidener, obwohl auch daran betheilig. Ferner haben wir Aluminium und Silicium im Vereine mit den Alkalien, Kalium und Natrium. Diese vier Elemente sind es wieder, welche die plutonische Viereinheit bilden. Glimmer, Feldspath, Quarz bilden jene Mineralien, welche combinirt die eigentlichen Urgesteine, die Knochen der Mutter: Erde bilden.

Das sind lauter Massenelemente. Nun gibt es aber eine Menge Elemente, deren Namen ich heute nicht einmal ausgesprochen habe. Denken Sie z. B. an das tellurische Element, das heute einen grösseren Preis als

Gold besitzt und mit 33 fl. per Loth bezahlt wird, an dieses tellurische Element, das in kleinen Mengen in Felsóbanya, in Nagy in Siebenbürgen, vereint mit Gold, Wismuth und Blei sich vorfindet, im Schriftez oder Silvanerz sich darstellend, — an jenes Element, das noch ein ausserordentlich seltenes Vorkommen am Harze hat, sowie in einigen wenigen anderen Gebirgen, dessen Gesammtmasse sich endlich, wenn wir ihr nachgehen, vielleicht nicht einmal auf eine Tonne beziffert. Ja, soll man denn glauben, dass es wirklich der Schöpfung der Mühe werth war, 20 Zollcentner von einem Grundstoff zu produciren? Es scheint so, Bestimmtes wissen wir eben darauf nichts zu antworten. Ob diese Elemente, deren geringfügige Menge beinahe albern erscheint, sich nicht aus dem unentwirrten Schoosse des feuerflüssigen Erdballes ergänzen, das ist eine Frage, welche die empirische, erfahrungsnüchterne Wissenschaft heute zwar aufwerfen kann, auf die sie aber die Antwort schuldig bleiben muss, — klügeln und träumen kann darüber nur der Philosoph.

Es gibt auch Elemente, welche in diesen Beziehungen factisch auf Gastrollen sich finden; ein solches Element, das auf einer solchen, sehr interessanten Gastrolle zufällig entdeckt wurde, ist das Silber. Das Silber findet sich sonst in den Bergen, wie alle Metalle, auf sogenannten edelerzführenden Gängen. Diese Gänge sind schliesslich in der Regel nichts Anderes als feuerflüssige Adern, die gewiss unter dem Drucke der Centralgase nach aufwärts getrieben wurden, und wie Wasseradern,

das Gestein, die mannigfach metabolisirten Schichten durchbrechen, bis sie endlich zu Tage beissen. Diese Gänge zu schürfen, blozulegen, durch Schachte zu erreichen, die man abteuft, oder ihnen durch Stollen zu begegnen, die man hineintreibt, ist Aufgabe der Hüttenkunde, der Metallurgie, des Bergbaues. Silber gehört zu den Edelmetallen und ist einer der hervorragenden Werthmesser. Dieses Silber wurde nun im Weltmeere aufgefunden. Delioux, ein Franzose, war der Erste, welcher den positiven Nachweis von dem Vorkommen des Silbers im Meere gab. Die Sache ist so interessant, dass die Académie des Sciences in Paris die Frage selbst zu der ihrigen machte und da hat man denn nun an einer passenden Küstenstelle grosse Kupferrollen verankert; — auf Zink hatte man keinen Verlass, man fürchtete, dass dasselbe zu schnell von dem Meerwasser werde zerfressen und zerstört werden. Man nahm Kupferblech in ausserordentlich schwerer Masse, das spiralg eingewickelt wurde, jedoch so, dass die Schneckengänge einander nicht berührten; es war dies also eine Kupferschnecke aus eingewickltem Blech. Diese verankerte man im Meeresgrunde. Natürlich ist die Sache nicht ohne Kosten abgelaufen, das Kupfer war sehr theuer, und man musste doch auch für die nöthigen Wachen sorgen; diese brauchten freilich nicht eigens zu diesem Zwecke bestellt zu werden, da man schon eine Gegend gewählt hatte, wo eine Douanenwache war; aber bezahlt musste jene Wache doch werden. Der Versuch dauerte zehn Jahre. Nach Ablauf dieser Zeit wurde das Kupferblech

wieder heraufgewunden. Es war dasselbe riesig zerfressen, theilweise gar durchlöchert, aber es hatte sich doch so viel Silber abgeschieden, dass drei Medaillen daraus geprägt werden konnten, die im Besitze der französischen Akademie der Wissenschaften sich befinden. Nun kam man natürlich zu der nüchternen Berechnung. Die Kosten dieser Silbergewinnung sind fabelhaft gross gegenüber dem Werthe des dargestellten Silbers, es ist nicht einmal ein Dreissigstel der Kosten durch den Silberwerth realisirt, das heisst, die Kosten haben dreissigmal so viel betragen als das Silber, das gewonnen wurde, werth war, — solche Massen von Kupfer sind während der Zeit vom Meere zerfressen worden, aufgelöst worden, — wir hätten gar nicht einmal die Menge des Kupfers. Es ist also das Unternehmen ohne alle Aussicht, und doch — woher kommt dieser Silbergehalt des Meeres? Auch ihn hat man verschiedenartig zu erklären gesucht; solche Erklärungen, wenn sie auch falsch sind, sind doch auch lehrreich. Zuerst hat man gedacht, das sei das Silber, welches durch Havarien verloren wurde, — die philologischen Geister kamen und appellirten an die punischen Kriege, — die Historiker kamen mit der „unüberwindlichen Armada“, die bekanntlich, äusserst reich an Silbereinrichtung, dort im Meere zu Grunde gegangen war. Endlich kam man mit den regelmässigen Havarien der aus Peru, Chile und Mexico bald nach der Entdeckung Amerikas rückkehrenden Schiffe, — es hatten damals, da die Schifffahrt noch nicht so sicher war, wie jetzt, sehr viele Schiffbrüche stattgefunden — ;

bis man die Menge des Meersilbers ungefähr bestimmt hatte und zum grossen Schrecken sah, dass diese Spuren Silbers, das im Meerwasser gelöst ist, so dass man zehn Eimer Meerwasser verdunsten lassen muss, um sie überhaupt erst durch die empfindlichste Reaction nachzuweisen, mindestens dreimal so viel Silber repräsentiren, als in dem gesammten Verkehre der civilisirten Völker sich befindet. Jetzt gab man es auf, nach den Havarien, nach der spanischen Armada und nach den punischen Kriegen zu forschen. Man sah jetzt eben, dass das Silber von Adern herrühren müsse. Man muss sich nämlich daran gewöhnen, den Meerboden sich so vorzustellen, wie gewöhnlichen Boden, nur dass er mit Wasser bedeckt ist. Die Türkenschanze bei Wien war gewiss auch einmal Meeresgrund, jetzt ist sie es nicht mehr. So mögen denn dort im Meere auch die Silberadern zu Tage beissen, und weil das Meer zwei Drittel der Erde ausmacht, so hat die menschliche Habsucht nur ein Drittel aufgraben können, zwei Drittel bleiben ihr wohlweislich in die Ferne gerückt. Diese Silberadern beissen zu Tage, die kochsalzhaltige Welle des Meeres nagt daran, verwandelt sie in Chlorsilber, wenn es nicht schon dazu geworden ist, und löst sie endlich als ein Chlorosalz auf, das sehr schwerlöslich aber doch fähig ist, jene kolossalen Mengen Silber darzustellen, die das sogenannte Delioux'sche Salz bildet, das den Silbergehalt des Meeres repräsentirt.

Erreichbar ist dieser Schatz für uns heute nicht; das im Meere gelöste Silber zu gewinnen, ist unmöglich.

Wir haben nicht Kupfer genug, um das Silber galvanisch abzuscheiden, und nicht Brennstoff genug, um das Wasser zu verdunsten. Aber nicht so albern ist vielleicht die kühne Idee, ob nicht einmal die Habsucht des Menschen, dieser wesentliche Factor des Fortschrittes, ihn endlich dazu treiben wird, förmliche Bauten auf dem Meeresgrunde aufzuführen, pneumatische Bauten, die er mit Luft versieht, Stationen für bleibende Taucher, und ob er nicht anfangen wird, die reichen Adern auf dem Meeresgrunde selbst zu schürfen, und so mit habsüchtiger Hand dem alten Ocean seine Schätze zu rauben. Wenn das nie geschehen sollte, dann bleibt wohl für den Humor unserer Ignoranz keine Erklärung, als die, dass die vorsichtige Natur diese unergreiflichen und unhebbaren Silber-Schätze in Voraussicht der riesigen Staatsschulden Europas als eine Art Haftgeld im Weltmeere niedergelegt und bewahrt hat.

---