

# Die Chemie der Gesteine.

Von

PROF. KLETZINSKY.

---

Vortrag, gehalten am 19. November 1873.



## Geehrte Versammlung! <sup>1)</sup>

Ich habe nach zwei Jahren wieder die Ehre, Sie an dem ersten Vereinsabend herzlich zu begrüßen.

Verzeihen Sie, dass ich diess in meiner invaliden Form thun muss, allein ich vermag nicht länger, mich von der Vereinsthätigkeit auszuschliessen und hoffe, dass Sie mein unverschuldetes Gebrechen verzeihen.

Ich habe vor Allem die männlichen Mitglieder des Vereins um eine wohlwollende und freundliche Kritik und um ein thätiges Mitwirken zu bitten, damit die Zwecke des Vereines auch in diesem Jahre so energisch gefördert werden, wie bisher; an die Damen des Vereines richte ich dieselbe Bitte und ersuche Sie, in dem Umstande, dass die Vereinsleitung gerade den heutigen Tag zum ersten Vereinsabend bestimmt hat, ein Zeichen der Werthschätzung zu sehen, die der Verein ihrer so wichtigen, wenn auch stillen Mitwirkung zollt, denn es ist heute der Namenstag der ersten Frau unseres Reiches.

---

<sup>1)</sup> Die stenographische Aufnahme dieses Vortrages hatte Prof. Engelhard aus Gefälligkeit übernommen.

Ich habe nun eine traurige Pflicht zu erfüllen, indem ich im Namen des Vereins einen Nachruf unserem mit Tode abgegangenen Vice-Präsidenten widmen muss.

Georg Ritter von Frauenfeld trat im Jahre 1868/69 dem Vereine bei, von dem er zum Vice-Präsidenten gewählt wurde.

Dieser Mann ist es wohl werth, ihm eine Nachrede zu halten, nachdem ihn der Tod inmitten seines Schaffens so vorschnell abberufen hat. Frauenfeld ist wirklich ein selfmademan gewesen, der vor Allem auf eigenen Füßen stand. Er war im Jahre 1807 in Wien geboren und die Verhältnisse seiner Familie gestatteten nicht ihm eine vollkommen gelehrte Erziehung angedeihen zu lassen, im Gegentheil, die Verhältnisse der Familie zwangen ihn, sich sehr bald einer unmittelbar praktischen Richtung zuzuwenden und auf eigenen Broderwerb zu denken.

Und so finden wir diesen Manu wunderbarer Weise als Postexpeditor in Stokerau. Dasselbst machte er die Bekanntschaft des damaligen praktischen Arztes Dr. Unger, der nachher Professor wurde, und es dürfte nicht zu viel gesagt sein, dass der Umgang mit diesem Manne und namentlich das damals von ihm verfasste Werk über die Pflanzengallen, auf die spätere Richtung Frauenfeld's Einfluss genommen hat.

Von Stokerau kam Frauenfeld in das Stift Lilienfeld. Da konnte er in der reichen Bibliothek dieses Stiftes, welches eine Stätte der Wissenschaft geworden ist, sich mannigfach durch Selbststudium bereichern und

nachholen, was die Kärghlichkeit seiner Verhältnisse früher nicht gestattet hatte.

Als Beweis seines ausdauernden Fleisses ist zu erwähnen, dass er das Werk: „Systema naturae“ von Linné vollständig copirte. Von Lilienfeld kam er nach Purkersdorf. In Lilienfeld war er ein leidenschaftlicher Jäger geworden, hat daselbst die letzten Fuchsjagden mitgemacht und später die Erlebnisse dieser Jagden beschrieben, welche Arbeit nicht mit der gewöhnlichen Jagdschriftstellerei zu verwechseln ist und das Thierleben in geistreicher Weise auffasste. Sie finden diese Schriften in der zweiten Auflage von Brehm's Thierleben verzeichnet. In Purkersdorf hat sich Frauenfeld eine ganz stattliche Bibliothek gegründet und an seiner weiteren Ausbildung gearbeitet. Oftmals überraschte ihn das Posthorn im Walde auf dem Anstande, und mancher Besucher des Posthauses hätte sich nicht träumen lassen, dass der Mann, der die Briefe expedirt, die ganze Nacht nicht geschlafen, sondern im Walde geforscht hat.

Von da an werden seine Zustände besser; er wird Secretär des Baron Laudon, der viel, direct und indirect, für die Wissenschaft gethan hat.

Frauenfeld verlebt den Winter in Wien, den Sommer auf dem Laudon'schen Gute Bistritz, sammelt Vögel, Insekten, Säugethierschädel und vergrössert die Sammlung ununterbrochen.

Im Jahre 1851 fasst er mit seinem Freunde, dem Zoologen Schöner, den für die damalige Zeit muthigen Entschluss, unter der Dictatur Weldens die zoologisch-

botanische Gesellschaft zu gründen. Mit der Gründung dieser Gesellschaft hat Frauenfeld für die Naturwissenschaften in Oesterreich viel gethan; er hat einen Mittelpunkt des geistigen Verkehrs geschaffen, der nie mehr unterbrochen wurde; und von der Thätigkeit der Gesellschaft geben die 23 Jahrgänge ihrer Schriften Zeugniß. Aus dieser Gesellschaft sind anerkannte Fachmänner hervorgegangen, wie: Körner, Weiss, Reich, Maier u. A.

Im Jahre 1852 wurde Frauenfeld zum vierten Custos-Adjuncten des kaiserlich zoologischen Museums ernannt. Von nun an war die Bahn seines Talentes und Forschertriebes gebrochen.

Im Jahre 1854 bereiste er Dalmatien, besonders interessante Studien über die Algen Dalmatiens liefernd, deren letztes Resultat erst in jüngster Zeit möglich wurde, nämlich: aus den dalmatinischen Algen Jod zu bereiten und England wegen Bezug dieses Artikels Concurrenz zu machen.

1857—59 ist er von der Akademie der Wissenschaften delegirt, als Zoologe die Fregatte Novara auf ihrer Weltreise zu begleiten. Zurückgekehrt, wird er noch im October 1859 zum Director des Novara-Museums ernannt und arbeitet für den Bericht über die Weltumseglung die Abhandlung über die Conchylien aus, welche Arbeit anerkannten Werth besitzt.

Im Jahre 1861 wird er zum ersten Custos des zoologischen Hofmuseums ernannt; es fällt diess gerade auf den 8. September, und da leider sein Todestag der 8. October 1873 ist, so war er in dieser Stellung gerade

12 Jahre und 1 Monat. Vielfaches hat er in dieser Zeit geleistet. Auch unser Verein hat schöne Leistungen von ihm aufzuweisen.

Im ersten Jahre seiner Vice-Präsidentschaft hielt er einen Vortrag über die aussterbenden und ausgestorbenen Thiere der jüngsten Erdperiode.

Im Jahre 1870 einen Vortrag über die Gallen und Missbildungen im Pflanzenreich, ein Gegenstand, den er mit besonderer Vorliebe behandelte, wie überhaupt das Stilleben der Natur ihn mit grosser Vorliebe erfüllte.

Im Jahre 1871 beschäftigten sich seine Vorträge mit der Pflege der Jungen bei den Thieren. Hierauf wendete er sich der Frage des Thierschutzes, besonders des Vogelschutzes zu, welche Frage er für Oesterreich officiell auf dem Congresse in Florenz vertrat. Zuletzt beschäftigte er sich mit der Abkunft und Zählung der Hausthiere. In seinem Nachlasse befindet sich ein grosses Werk über die Pflanzenflöhe, das leider fragmentarisch geblieben ist.

Seine eigenthümliche Durchgeistigung des Forschens, die Gemüthstiefe seiner Arbeiten hat Ausdruck gefunden in der Liebenswürdigkeit seines Umganges, so dass er ein Musterbild für alle jüngeren Forscher war. Leider ist er in der Mitte seines Schaffens, durch eine jähe Verkühlung auf einen Ausfluge nach Eisgrub, erkrankt und nach kurzem Leiden vom Tode dahingerafft worden, ein Organismus, der unter allen Klimaten der Erde gelebt hat und durch die Abhärtung seines For-

schens befähigt gewesen wäre, wenigstens noch ein Vierteljahrhundert zu leben.

Dieser Mann, der für die Naturforschung in Oesterreich so viel gethan und dem auch speciell unser Verein so kräftige, warme Unterstützung in mehr als einer Beziehung verdankt, verdient, dass wir ihm einen trauernden Nachruf widmen und den Verblichenen in treuem Angedenken behalten.

---

Nachdem ich einer traurigen Pflicht gegenüber dem Todten Genüge geleistet habe, wende ich mich nun zu den Lebenden.

Wir alle haben ein recht sonderbares, nach manchen Richtungen bittersüßes Jahr durchgemacht; Grosses ist geleistet, Herrliches vollbracht worden: aber es ist auch Entsetzliches über uns hereingebrochen. Das, was die Wissenschaft wohl voraus sah und mahnend, aber ungläubigen Ohren predigte, das hat endlich die Erfahrung Jedermann klar gemacht: dass nämlich die menschliche Gesellschaft, die ewig fortschreitende menschliche Gesellschaft überall, aber vielleicht nirgends mehr als in Oesterreich, zwei Feinde hat: die Phrase und die Clique.

Es gilt dem Kampfe gegen die Phrasen, es gilt dem Kampfe gegen die Cliquen.

Die Phrase ist gewiss, wenn sie aus der Werkstätte des menschlichen Geistes hervorgeht, ein ganz vorzügliches Ding; ich möchte mir sie im Bilde so vorstellen, wie die Flasche eines ausgezeichneten Weines mit ein-

gebrannter Etiquette. Die Flasche wird geöffnet, der Wein wird getrunken; aber die leere Flasche wird nicht beseitigt, sondern die Halbwelt der Production bemächtigt sich dieser Flasche, füllt sie mit einem sonderbaren Gebräude und die eingebrannte Etiquette markirt die Güte der Waare.

Das ist die Gefahr der Phrase, ihre sociale Contagiosität, so wie die Clique ein sociales Miasma ist und die Desinfection durch die Wissenschaft muss sich gegen beide kehren; sie sind tödtend in ihren Folgen. Glauben Sie mir sicher, dass, wenn ausgezeichnete Menschen sich zusammenfinden und es erstarrt ihr Verband zur Clique, diess der Pesthauch für die Gesellschaft wird. Ich habe es erlebt, dass Capacitäten ersten Ranges, in einem sonderbaren Verbande zur Clique petrificirt, nicht hindern konnten, dass die bedauerlichsten Fehler und Irrthümer sich verbreiteten, denn es liegt etwas Entnervendes in dem Princip der Clique.

Was für Mittel haben wir nun, um gegen die Herrschaft der Phrase und Clique anzukämpfen? Gerade solche Vereine wie der unsere sind die besten Mittel dagegen.

Die Naturforschung als solche ist der erklärteste Gegner der Phrasen; sie ist stets auf dem „Qui vive!“ der Analyse; nie begnügt sie sich mit der äusserlichen Etiquette; das ist das Wesen der Forschung überhaupt, und insbesondere der Naturforschung. Und was ist der Verein anderes, als ein steter Kampf gegen die Clique; denn so lange die Menschheit die freie Institution des

Vereines besitzt, erstarrt ihr Verband nicht zur Clique; es erfolgt eine stete organische Verjüngung.

Wir sind nun einmal nicht für das Versteinern; Alles was von sich aussagt: „So muss es bleiben, es darf und wird sich nie ändern“, Alles das fällt zusammen wie ein Koloss, der auf thönernen Füßen steht. Wir wollen uns an dem Kampfe gegen Phrase und Clique betheiligen; wir wollen forschen nach allen Zweigen des menschlichen Wissens und gleiches Recht jedem Forscher gönnen, sei er alt oder jung, sei er hoch oder nieder, arm oder reich. Nur durch das Zusammenwirken Aller, nur nach dem Grundsätze unseres Monarchen, nur durch das Princip: „Viribus unitis“ lässt sich heute in dem Strudel des Fortschrittes das Richtige leisten.

Nachdem ich noch an Sie die Bitte stelle, die Kämpfer des Vereines zu unterstützen durch Ihr freundliches Gehör, durch die Mitwirkung in allen Richtungen des Vereines, durch das Werben für den Verein, durch die Verbreitung der Ansichten, welche der Verein klärt und zum Durchbruch bringt; wende ich mich nun zum eigentlichen Vortragsgegenstande, der Chemie der Gesteine.

---

Die Erde, als Himmelskörper oder Planet aufgefasst, besitzt eine Oberfläche, welche sich in runder Zahl mit 5360 Billionen Quadratfuss bezeichnen lässt. Einer solchen Kugel, die diese Oberfläche hat, entspricht ein Cubikinhalte von in runder Zahl 2 Quadrillionen Cubikzollen. Denken Sie sich nun, ein einziges Bilsenkraut-

Exemplar hätte die Fähigkeit, nachdem es gereift, allen seinen Samen auf fruchtbares Land auszustreuen und die ganze Erdoberfläche, diese ganze Summe von Billionen Quadratfussen, sei ein geeigneter Boden zur Entwicklung des Bilsenkrautes; so würde es diesem einzigen Exemplare gelingen, in ungefähr fünf Jahren die ganze Oberfläche der Erde in eine dichte Bilsenkrautwiese umzuwandeln.

Noch mächtiger ist in dieser Beziehung die Thierwelt. Der Rogen des Härings entleert 2000 Eichen, wovon die Hälfte Weibchen werden. Denken Sie sich jetzt die ganze Erde als eine Wasserkugel, welche für die Entwicklung des Härings geeignet wäre, so dürfen Sie nur die Regeln der geometrischen Progression anwenden und Sie werden finden, dass nicht volle zehn Jahre nothwendig wären, um zwei Quadrillionen Häringe zu erhalten. Wenn man dem Haring nur einen Cubikzoll Raum gibt, so wäre der ganze Rauminhalt der Erde in Häringe umgesetzt. Diess ist die masslose Fertilität des organischen Lebens. Natürlicher Weise werden die zahllosen Feinde alles organischen Lebens solche luxurirende Entwicklung verhindern; es ist aber nicht ohne Interesse, sich dieselbe schrankenlos zu denken. Es ist sicherlich ein eigenthümlicher Gedanke, dass, von einer Bilsenkrautpflanze ausgehend, binnen fünf Jahren die ganze Erdoberfläche eine Bilsenkrautwiese sein könnte, oder dass die Nachkommenschaft eines einzigen Häringpaares binnen zehn Jahren dem Cubikinhalt der Erde gleich kommt.

Viel beschränkter dagegen ist das mineralische Gebiet. Das Gestein besitzt keine solche Fertilität, keine solche Möglichkeit der inneren Vermehrung; es ist in die Grenzen seines eigenen Gebietes gebannt und kann nur wenig in den Formen sich verändern und umsetzen. Wenn Sie sich die ganze Erde unter dem Bilde einer Orange vorstellen, so ist eigentlich nur die gelbe Schale davon uns oberflächlich bekannt, die weisse Schale der Orange ist uns schon unbekannt, und die eigentliche Frucht, das Fruchtfleisch, ist nach Allem, was wir vermuthen können, ein feurigflüssiger Kern, unnahbar für alle Zeiten. Es ist freilich demüthigend für uns, wenn wir bedenken, dass wir von dem eigenen Planeten, mit dessen Kenntniss wir so dick thun, nicht mehr kennen als diese dünne gelbe Schale; aber die Thatsache lässt sich nicht ablängnen. Der Umstand, dass bei zunehmender Tiefe die Temperatur mächtig steigt, so dass wir angeben können, in einer Tiefe von ungefähr 2 Meilen müsse eine Temperatur herrschen, bei der selbst Platin geschmolzen wird; diese unabweisbare Thatsache der Erfahrung, die nun im Zusammenhange mit den vulkanischen Erscheinungen zur zwingenden Annahme eines feurigflüssigen Erdinneren führt, lässt wahrscheinlich werden, dass Alles einmal in diesem feurig-flüssigen Zustande war, und nach und nach Erstarrung der äusseren Rinde eintrat. Ja, wenn man mathematische, astronomische, geologische und chemische Lehrsätze verbindet, so ist sogar wahrscheinlich, dass unsere Erde einst ein loser Dunstball

von elementaren Dämpfen war, allerdings in riesiger Ausdehnung gegen heute.

Wir wissen, dass hinreichend hohe Temperatur alle chemischen Verbindungen aufhebt, ein hinreichender Hitzegrad würde nicht nur die Oxyde der Edelmetalle zerstören, sondern auch die der unedlen Metalle. Wir können diess allerdings in der Praxis nicht zu Wege bringen, weil wir nicht die erforderlichen Hitzegrade hervorrufen können; wir haben uns aber überzeugt, dass hohe Hitze die chemische Verbindung zerstört.

Denken Sie sich die Erde ursprünglich ausserordentlich glühend, so kann keine chemische Verbindung auf ihr geherrscht haben; alle Elemente müssen das Chaos der Philosophie und Poësie gebildet haben. Ein solcher riesiger Dunstball von Elementardämpfen kühlt aber aus, denn er strahlt nach allen Richtungen Wärme aus. Die Wärmestrahlung ist stets eine gegenseitige, d. h. auf jede Hinstrahlung erfolgt Rückstrahlung; daher ist es ja auch in einer wolkigen Nacht wärmer als in einer heiteren, weil von der Wolkendecke die Wärme zum Theil zurückgeworfen wird. Es musste daher nach der Position unseres Erdballes in unserem Sonnensystem eine ungleichmässige Wärmeausstrahlung erfolgen; denn nach der einen Richtung hin bemerken Sie eine unendliche Leere des Himmelsraumes, während sie in der entgegengesetzten Richtung die Fülle der Milchstrasse gewahren.

Die Wärmeausstrahlung des glühenden Erdballes musste daher ungleich sein und die Physik hat in einem sehr schönen Versuche gezeigt, dass eine freischwebende

hellglühende Kugel, deren Abkühlung ungleich ist, sich in Rotation versetzt. Die Entstehung der Erdumdrehung ist also ein mathematisches Postulat der Erdabkühlung.

In dem Maasse der Abkühlung hat die Erdumdrehung diese Ungleichheit ausgeglichen und dadurch ist endlich eine gewisse Regelmässigkeit in die Abkühlung gelangt, die Schritt für Schritt vorging, bis sich die einzelnen Dampftheilchen der noch immer freien Elementarstoffe so weit genähert hatten, dass der Funke der chemischen Verwandtschaft überschlagen konnte.

Anfänglich war durch die ungeheure Hitze die Entfernung der kleinsten Dampftheilchen zu gross; durch die Abkühlung aber wird, wie immer, eine Annäherung der Moleküle bewirkt. Das Volumen der Erde schrumpfte ein; in dem Masse mussten sich die Theilchen der Elemente nähern, was in der Natur der Sache gelegen war. Es schlug der Funke der chemischen Verwandtschaft über, und unter donnernden Gewittern, unter Knallgasgewittern, mussten chemische Verbindungen erfolgen. Die Hitze war noch zu gross, um das Zustandekommen des tropfbaren Wassers herbeizuführen; alles Wasser hing noch als Dampf in der Luft; aber es wird Verbindungen gegeben haben, die schon bei jenen Glühhitzen starr zu werden begannen, und wir haben guten Grund, zu vermuthen, dass unter die ersten Bildungen das Stickstoff-Silicium gehört habe. Die Verwandtschaft des Stickstoffelementes ist eine ganz eigene; als Gas die Hauptmasse unserer Luft bildend, ist es so ganz passiv, theilnahmslos. Es ist schwer, den Stickstoff der Luft zu Verbindungen

zu nöthigen; aber gerade zu den Elementen der Diamantkörper hat der Stickstoff in der Weissglühhitze Verwandtschaft; er verbindet sich mit dem Kohlenstoff des Diamantes, mit dem Bor des Borax und dem Silicium. Diese 3 Körper werden unter die Diamantbildner rangirt.

Gerade das Stickstoff-Silicium scheint sich in ungeheuren Massen gebildet zu haben, und der erste starre Körper dieser Erde gewesen zu sein. Wenn nun die Abkühlung immer weiter fortschritt, so dass das in der Luft schwebende Wasser nicht mehr ganz schwebend blieb, so begann das Urmeer niederzuthauen, und dieses heisse Wasser kam in Berührung mit den glühenden aufzischenenden Massen des Stickstoff-Siliciums, um sich sogleich in Ammoniak und in Kieselerde zu zerlegen.

Mit der Bildung der Kieselerde ist das eigentliche Gerippe der Mutter-Erde geschaffen worden, denn die Kieselerde ist die wichtigste Mineralverbindung des Urgesteines. Mit dem Ammoniak, der gleichzeitig in die Luft zurückkehrte, ist für viel spätere Perioden die Möglichkeit der organischen Schöpfung geboten worden; denn noch heute zieht alles Organische in letzter Quelle seinen Stickstoff aus dem Ammoniak der Luft.

Wenn wir von der Bildung und dem Untergange der Gesteine reden wollen, so müssen wir vor Allem festhalten, dass ja den Gesteinen, die wir als anorganisch dem organischen Leben gegenüberstellen, jeder innere Stoffwechsel gebricht. Die Gesteine haben das nicht, was ich schon Eingangs von dem Bilsenkraut und Haring erwähnte. Die Steine können sich nicht von Innen her-

aus fortpflanzen; sie bedürfen dazu äussere Anlässe; der Stein kann werden, kann zerfallen, kann seine Formen verändern, aber organisch sich weiter zu entwickeln, ist ihm nicht gegönnt. Wir haben also factisch nur die chemische Bildung und den Zerfall des Gesteines zu betrachten, denn ein chemisches Leben des Gesteines gibt es nicht.

Ich habe mir in einer gewissen Kühnheit der Auffassung erlaubt, bis zum Entstehen der ersten starren Gesteine zurück zu greifen, und brauche wohl nicht erst zu erwähnen, dass die hiefür gegebene Erklärung zwar sehr begründet ist, aber doch nur vermuthet wird. Die eigentliche reelle Forschung beginnt erst mit dem Plutonismus der Erde, jener Verarbeitung der erstarrten äusseren Massen der Erde durch den eingeschlossenen noch feurigflüssigen Erdkörper. Denken Sie sich, dass das Erdvolumen in Folge der Abkühlung immer mehr einschrumpft; die Massenelemente mussten daher in chemische Verbindungen eintreten, oder mussten sich zu Flüssigem verdichten. Nach innen gruppirt sich das Schwerste, nach aussen das Leichtere. Die Massen, welche gegen das Urmeer zu lagen, unterlagen einer doppelten Wirkung; theils von aussen benagt, theils von innen glühend gemacht und erhitzt und diese, ich möchte sagen chemische Kochung der Mineralverbindungen, die aus ihren Schlacken Gemenge schuf, ist der eigentliche Plutonismus und die Erzeugung der Urgesteine. Da finden wir die Bildung des Granites und aller seiner verwandten Minerale, die Bildung der Porphyre, der Sili-

cate, der Thonerde, der Kalk- und reinen Kieselerde, alles als Schlacke wunderbar gemengt, ist das Product der Einwirkung des feurigen Erdinnern auf die Erdoberfläche und heisst Urgestein.

Nun kam fortwährend nagend die Gewalt des nidergethauten Urmeeres ins Spiel. Man kann sich denken, wie oft diese Rinde zerbarst, wie oft das Wasser mit den Eruptionsmassen des Erdkernes sich mengte, bis sich ein *modus vivendi* zwischen Meer und feurigem Erdinneren finden liess. Unter dem Urmeer darf man sich aber nicht das gezähmte Meer von heute vorstellen; das Meer von damals war mit chemischen Agentien überladen und wahrscheinlich mehr als siedend, und zwar aus dem Grunde, weil ein anderer Atmosphärendruck auf der Erde herrschte.

Dieses heisse, mit Chlorwasserstoff gesättigte Wasser wusch, frass und nagte an der kaum erhärteten Rinde und bildete, theils auf chemischem, theils auf mechanischem Wege, wunderbare Veränderungen. Es scheint einmal aus dem Natron der silicatischen Gesteine der ganze Kochsalzgehalt des Meeres zu stammen. Aber nicht bloß die chemische Thätigkeit, die sich schwer in's Detail verfolgen lässt, sondern noch sehr viel mehr die mechanische Gewalt der Wellenbrandungen hat das Gestein zerrieben, losgerissen und verwandelt, gerade so, als wenn auf einen mürben Fels ein kräftiger Wasserstrahl aufiele, der eine Masse von dem Verwitterungsmulm des Felsens loslöst und weiter spült. Wenn aber der Wasserstrahl in der Ebene zur Ruhe gelangt, lässt

er seinen Raub fallen und erzeugt einen geschichteten Bodensatz.

Wir stehen jetzt vor den neptunischen Gesteinen; sie sind offenbare Bodensätze aus dem Wasser; die Gewalt der Urgewässer, theilweise unterstützt von besonderen chemischen Agenzien, hat aus den Urgesteinen, einen Schlamm geschaffen, den das Wasser weit hin trug und bei grösserer Beruhigung fallen liess, und der dann die verschiedenen Schichtungen bildete. Das Meer hat sich in tiefere Kessel zurückgezogen, und das Flötzgebirge wurde blossgelegt als Land.

Wenn sich das alles so glatt zusammenlegen liesse, so hätten Sie einen feurig-flüssigen Erdkern, umhüllt von einer Granitrinde, gleichsam beklebt von aussen mit kalkigen Niederschlägen; darüber erst das Meer, und über dem Meer die Luft. Das wäre die glatte nette Scheidung dieser Phasen.

Nun werden Sie wohl begreifen, dass durch mannigfaltige Anlässe in dem feurig-flüssigen Erdinneren Fluthungen stattfinden konnten, was Dampfentwicklungen und Spaltungen zur Folge hatte. Es ist sehr möglich, dass chemische Verbindungen erfolgten und plötzlich Wärme erzeugt wurde, was bei jeder chemischen Verbindung geschieht. Hieraus kann eine Bewegung der inneren Gluthmassen erfolgen, und wenn sie durch einen chemischen Einfluss in Bewegung gerathen sind, so werden Hitze und Dampfspannung local sich steigern. Dasselbe können Sie durch die Conjunction der Gestirne erklären; es gibt Momente, wo grosse Sternmassen zur Erde in

Opposition oder Coniunctur sich befinden, so dass wahre Springfluthen der inneren Lava erfolgen.

Zugeben muss man, dass es Bedingungen geben kann, wo eine selbstständige Bewegung in diesem inneren Feuermeer entstehen könnte, welche gegen die erstarrte Rinde drückt, dieselbe sprengt, welche endlich sogar die Schichten hebt. Da haben Sie die Erhebung mancher grosser, ausgedehnter Gebirgszüge. Manchmal gelingt es dem inneren Feuermeer, durch feine Spalten sich Bahn zu brechen und sich gleichsam ein Sicherheitsventil für den Ueberdruck zu schaffen. Diese Gewalt treibt geschmolzene Massen durch die Spalten in die Höhe und diese Form heisst man den Gang.

Wenn Sie sich denken, dass in 2 Meilen Tiefe eine Hitze herrscht, bei welcher Platin schmilzt, so begreifen Sie, dass die Schichten der Erdoberfläche, die neptunischen Schichten wie die Urgebirge, die da durchbrochen werden, nicht blos mechanisch zersplittern, sondern auch sich physikalisch ändern durch die Glühhitze und chemisch verändern durch den Einfluss der fremden Materien.

Der mechanische Druck also bahnt den Weg; die Hitze, welche dieser Gang mitbringt, der eine feurigflüssige Ader ist, muss metabolisch umwandelnd auf das Gestein einwirken. Thonschiefer verwandelt sich in Porzellanjaspis, u. s. w.

Ausser der thermischen Action und mechanischen Gewalt bleibt noch ein drittes Moment übrig, das vielleicht das wichtigste sein kann, die chemische Influenz auf die verschiedenen Bestandtheile der Schichten. So

finden wir viele Gänge von breiten Bändern gesäumt, welche von den Mineralogen Salbänder genannt werden.

Diese Salbänder sind die Einwirkungszonen der feurig-flüssigen Ader auf das benachbarte kühle Gestein; sie sind die geheime Werkstätte der Mineralogie; die übrigen wüsten Schichten kümmern den Mineralogen nicht, sondern den Geologen. Der Mineraloge, der die Mineralien als Individuen auffasst, hat in den Salbändern seine wichtigsten und schönsten Funde gemacht. — Sie haben nun gehört, und es kann fast gar nicht anders gewesen sein, dass sich muthmasslich erst unter sogenannten chemischen Gewittern die chemischen Verbindungen auf der Erde eingestellt haben. Die Erde muss älter gewesen sein als der Chemismus, und der Organismus entstand noch viel später.

Zuerst war die Erde ein blosser Dunstball; durch Abkühlung hatten sich die Dämpfe soweit verdichtet, dass chemische Verwandtschaft platzgreifen konnte. Die chemische Verwandtschaft wirkt aber nur auf unmessbar kleine Distanzen. Wenn Sie die schärfste Base zur schärfsten Säure auf Eine Linie weit zusammenstellen, so erfolgt keine chemische Verbindung, sondern erst dann, wenn sich Base und Säure berühren. Darum musste lange Zeit vergehen, ehe der Dunstball den chemischen Kräften zum Spiele dienen konnte.

Hat der Chemismus die Massen geschaffen, hat der Plutonismus die Urgesteine der Erde geformt, den Schlackenguss der Erde bewirkt, der Neptunismus die Flötzgesteine gebildet; endlich diese Eruptionen des Erd-

inneren die verschiedenen Gänge, Salbänder und Mineralien geschaffen: so sind wir mit der eigentlichen Massenbildung des Gesteines zu Ende und wir haben den zweiten Theil unserer Aufgabe, den Zerfall des Gesteines, zu behandeln.

Der wichtigste Factor, welcher das Gestein tödtet, ist die Verwitterung. Das Gestein reicht bis zu den Atmosphärlinien, im günstigsten Falle bis zum Wasser und von da bis zum feurig-flüssigen Erdkern. Wo aber das Gestein mit den Atmosphärlinien oder gar mit Wasser und Atmosphäre in Berührung kommt, da herrscht die Zone der Verwitterung. — Der Verwitterungsprocess, der so eigentlich das Reale ist, was man in der Dichtung „Zahn der Zeit“ nennt, ist eine Resultirende von ganz wunderbaren Componenten. Seine chemischen Mittel scheinen im ersten Augenblick mild zu sein; Kohlensäure, Wasser, wie mild und indifferent sind sie; der Sauerstoff der Luft ist ein ziemlich träges Gas; es ist nicht einmal Ozon nöthig: dennoch geht die Verwitterung vor sich. Die chemischen Mittel der Verwitterung sind also nicht bedeutend, aber von besonderer Mächtigkeit und Intensität sind die physikalischen Momente.

Stellen Sie sich vor, es rage ein prachtvoller harter Granitfelsen in die feuchte Luft, umfluthet, umspült von den Wogen des Luftmeeres, ausgesetzt der Kohlensäure, dem Wasser und dem Sauerstoff der Luft. Da wird in dem Granit zuerst die Alkaliverbindung locker; der Granit enthält auch Silicate der Alkalien in seinem Feldspath und Glimmer, die er einschliesst. Diese Alkalien

zieht die Kohlensäure an, entreißt sie langsam der Kieselerde und stört auf diesem Wege das chemische Gleichgewicht der Masse. Es tritt ein zwar langsamer aber merklicher Zerfall des Feldspathes und Glimmers ein, während der Quarz anfänglich nicht von der Verwitterung berührt wird. Da der nachfolgende Regen die neugebildeten Carbonate der Alkalien wegwäscht und wegspült, so entsteht ein unmessbarer kleiner Substanzverlust; es entstehen nach dem Molecular- und Structurverhältnisse des Granites kleine Schründe: da sickert im Spätherbst der Thau hinein und nun kommt der erste Nachtfrost, und dieses hineingesickerte Thauwasser wird plötzlich starr; das Wasser aber, wenn es friert, dehnt sich aus. Struwe hat in Petersburg auf der Newa Bomben mit Wasser gefüllt, die beim Frieren des Wassers zersprangen. So unwiderstehlich ist die Gewalt der Ausdehnung beim Frieren des Wassers, und gleich als hätte eine geschäftige Schar von unsichtbaren Gnomen und Elfen Meißel und Hammer angesetzt, so wird der Felsen bearbeitet für die nachkommende Verwitterung, und so geht das Spiel immer weiter, bis der festeste Granit zermalmt, zerrieben ist durch die Gewalt der Molecularkräfte.

Da kommt nun noch ein weiteres Agens hinzu; es hilft der Organismus mit, den Anorganismus zu überwältigen.

Sie müssen sich die Luft als ein wirkliches Meer vorstellen; der Stickstoff der Luft ist gleichsam das Wasser, der Sauerstoff ist das Salz des Meeres, und wie im Meere Pflanzen, Keimzellen vorkommen, so auch in

der Luft. Wenn man Luft von was immer für Räumen, selbst die Luft im Berner Oberlande auffängt, so erhält man hievon noch sichtbare Resultate, aber um so mehr von der Luft der Grossstädte in der bewohnten Tiefebene. Wenn wir solche Luft untersuchen oder durch klebrige Stoffe gleiten lassen, so staunen Sie bei der mikroskopischen Beobachtung, welche Masse von Keimen in der Luft herumwirbeln. Die Luft trägt also mikroskopische Keimzellen. Wenn diese nun den vorbereiteten Granit treffen, so bleiben sie da liegen, wachsen in dem Mulm und umkleiden den Fels mit allerlei Moosen und Flechten, die aber auch wieder mechanisch und chemisch den Verwitterungsprocess fortsetzen. Die Verwesung der Pflanzenleichen erzeugt Säuren, welche gleichfalls am Felsen nagen. Ich erinnere Sie an den sogenannten Thierschit. Man hat nämlich am Parthenon in Athen Marmorsäulen gefunden, die einen eigenthümlichen Ueberzug hatten.

Thiersch vermuthete, man habe die Umwandlung eines antiken Firnisses gefunden. Ueber diesen angeblichen Firniss weiss man nichts Bestimmtes; was Plinius darüber schreibt, ist unbegründet. Thiersch glaubte nun diesen Anstrich der Griechen aufgefunden zu haben, aber im Münchner chemischen Laboratorium erwies sich der angebliche Anstrich als kleesaurer Kalk.

Später fand man dafür die Aufklärung; es war eine gewöhnliche *Parmelia*-Flechte, die organische Säuren enthielt und bei ihrer Verwesung Schichte auf Schichte von kleesaurem Kalke absetzte.

So geht alles darauf hinaus, aus den härtesten Felsen Mulm und Schlamm, Staub und Thon zu bilden. Der Feldspath insbesondere ist es, welcher durch seine Zersetzung im Vereine mit dem Kalkstein der neptunischen Schichten das bildet, was später fruchtbares Ackerland genannt wird.

Denken Sie sich den Feldspath in Verwitterung, so entsteht daraus Kieselerde und es wird kohlen-saures Kali frei. Letzteres kann nicht dem Wasser freizügig folgen; es bleibt an die Scholle gebunden, es wird von porösen Körpern zurückgehalten. Wenn wir zwei gläserne Trichter, die mit Baumwollpfropfen geschlossen sind, mit Erde füllen, und wir giessen in den einen Trichter eine Kochsalzlösung und in den andern eine Chlorkaliumlösung: so wird die Kochsalzlösung durch das Erdfilter laufen; manchmal wird die Kochsalzlösung sogar etwas stärker, weil die Luft einen Theil des Wassers mitnimmt. In dem andern Erdfilter dagegen wird das Chlorkalium fast gar nicht, sondern nur das Wasser durchlaufen; das Kalisalz wird zurückgehalten.

Der Vorgang richtet sich nämlich nach der Grösse der Moleculargruppe. In Selowitz findet man schöne Granaten, aber gemengt mit Flusskiesel; das Ausklauben wäre eine Zeitverschwendung sondergleichen. Man wird daher ein Sieb nehmen, wo der Flussschotter aufgeworfen wird; die Granaten werden durchfallen, der Schotter bleibt zurück. Ebenso verhält es sich mit der Diffusion und dem Filter. Die Moleculargruppen des Kalisalzes sind sehr gross, die des Kochsalzes sehr klein;

daher gibt es Filter, wo das Kali noch durch kann, und andere Filter, wo es nicht durch kann.

Ich sagte, dass bei der Verwitterung des Feldspathes sich zuerst Kieselerde und kohlen-saures Kali abscheiden, während Thon zurückbleibt. Dieses Verwitterungsproduct des Feldspathes hat physikalische Bedeutung; es ist wasserbindend und wo es sich abgeschieden hat, dort bildet eine Thonschichte das Bett des Grundwassersees. Alles Hydrometeor, das in das Erdinnere abfließen will, wird durch die Thonschichten des Grundwassersees Halt geboten: da staut sich das Wasser, und nachdem es sich an der Metamorphose des Gesteins beteiligt hat, wird es irgendwo als Wasserfaden, als Quelle zu Tage treten.

Hat sich nun aus dem Feldspath Thon gebildet und mengt sich dieser Thon auf mechanischem Wege mit dem Kalkstein, so entsteht daraus der Mergel, das Prototyp des Ackerlandes. Ein richtiges Gemenge von wasser-durchlassendem Kalkstein und wasserundurchlässigem plastischen Thon gibt zusammen fruchtbares Culturland. Ueberwiegt eine der beiden Specialitäten, so entstehen schwere, kalte oder hitzige und lockere Böden, die eine eigene Bewirthschaftung erfordern.

Dieser Mergel, der das eigentliche Culturland bildet, ist das letzte Product der Verwitterung; es ist vollkommen verwitterter Granit oder Feldspath, gemengt mit Kalkstein oder Flötzgebilden. Da es nun in Bezug auf den Feldspath zwei Varietäten gibt, so entstehen

auch Kali- und Natronböden und es gibt eine Kaliflora und eine Natronflora.

Wein, Rübe, Flachs, Tabak sind Kalipflanzen. Wo der Boden überwiegend Kali enthält, dort ist die Heimath des Tabaks. Ganz analoge kaliarme Gegenden liefern keinen oder einen jämmerlichen Tabak; daher sind von den europäischen Ländern jene, wo stellenweise viel Kali auftritt, wie z. B. Ungarn, für den Tabakbau besser, als andere Länder gleicher Wärme. Wo der Boden nicht kalireich ist, da gedeiht der Tabak nicht. Man bemerkt heutzutage eine Verschlechterung der Originalsorte des Havannatabakes; wahrscheinlich ist durch das Jahrhunderte lange Ausernten des Bodens der Kalireichtum geringer geworden. Dass dort gewiss noch Niemand an Kalidüngung gedacht hat, steht fest, denn alle diese Dinge werden in den Colonien schlecht betrieben. Baumwolle und Thee hingegen sind Natronpflanzen.

Wir haben jetzt das Gestein verfolgt, wie es sich aus dem Chaos herausbildet und wie es wieder zu Schutt, zu Culturland wird, wo es dann dem organischen Leben gehorcht. In diesen Mulm, zu welchem die Felsen zerfallen, schleicht sich die organische Zelle ein; dort ist die eigentliche organische Schöpfung zu suchen. Mulm, zerriebenes Gestein von neptunischer und plutonischer Abstammung, eingetaucht in feuchte Luft, das ist die Bedingung für die Urzeugung der Zelle. So muss das organische Leben auf der Erde eingetreten sein. Bedenken Sie nur, dass ein noch heisses Gestein, dass tropische Erhitzung von dem nahen flüssigen Erdkern vorhanden

war; während die Erde jetzt immer mehr auskühlt — obwohl die Ausstrahlung immer geringer, weil die erstarrte Rinde immer dicker wird — aber die Erde leitet doch Wärme ab und der absolute Verlust wird immer zunehmen. Ob diese Wärmeabnahme einen Grad erreichen wird, bei dem das Cultur- und organische Leben aufhört, wissen wir nicht. Erinnern Sie sich nur an den Golfstrom: wenn Amerika die Meerenge von Panama durchstechen wollte — und es könnte diess einen „casus belli“ herbeiführen — so würde der Golfstrom in den stillen Ocean gehen, und 10 Jahre später hätte England keine Kultur mehr; es würde das Klima Island's, bekommen, wie aus demselben Grunde einst Grönland, d. i. Grünland, vereist ist. Ich bin fest überzeugt dass, wenn man den Golfstrom ablenken würde, so dass er nicht mehr bis hoch hinauf nach Norden kommen könnte sich dann unser Klima arg verschlechtern würde.

Ob nun eine ähnliche Abnahme des Centralfeuers der Erde in messbarer Zeit zu ähnlichen Resultaten führt, ist wahrscheinlich, aber die Wissenschaft weiss hierüber nicht Bestimmtes anzugeben.

So viel ist gewiss, dass der Mineralismus, oder die Welt der Gesteine, die aus dem Chemismus entstanden ist, durch Verwitterung zermalmt und gebändigt, dem Organismus überliefert wird. Ohne Mineralismus gibt es kein Pflanzenleben, kein Gedeihen einer Thierfaser; nicht bloß das Skelet besteht aus phosphorsaurem Kalk, auch die Muskelfaser ist an Phosphorsäure und Kali gebunden:

fehlen diese, so kann keine Muskelzelle, keine Fleischfaser entstehen. Das Gestein muss vom Zahn der Zeit benagt worden sein, muss verwittert und zerfallen sein, damit aus seinem Schutte das organische Leben erblühe.

---