10378756

Sitzungsberichte

der

königl. bayerischen Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1860.

München.
Druck von J. G. Weiss, Universitätsbuchdrucker.
1860.

In Commission bei G. Franz.

48 2

mit gewöhnlichem Sauerstoff merklich rascher Nitrit erzeugt, als diess das mit Ammoniak in Berührung stehende freie Kupferoxid thut. Möglicher Weise beruht dieser Wirkungsunterschied auf dem einfachen Umstande, dass das gebundene Oxid im flüssigen, das freie Oxid im festen Zustande dem vorhandenen Sauerstoff und Ammoniak dargeboten wird.

Die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen über die in vorangehender Mittheilung besprochenen Gegenstände zeigen somit, dass das metallische Kupfer, dessen beide Oxide wie auch das kohlensaure Kupferoxid das Vermögen besitzen, den neutralen Sauerstoff schon bei gewöhnlicher Temperatur zur Oxidation der Elemente des Ammoniakes zu bestimmen und dadurch die Bildung von salpetrichter Säure d. h. eines Nitritkupferdoppelsalzes zu veranlassen, wobei auffallend erscheinen muss, dass unter den erwähnten Umständen der Stickstoff des Ammoniakes immer nur bis zu NO_3 und nicht bis zu NO_5 oxidirt wird. Diese Thatsache, für welche ich bis jetzt noch keinen Grund anzugeben wüsste, dürfte für eine künftige Erklärung der sogenannten spontanen Nitrification nicht ohne alle Bedeutung sein und vielleicht darauf hindeuten, dass unter gegebenen Umständen der Bildung eines Nitrates diejenige eines Nitrites vorausgehen möchte.

Wenn die Ergebnisse der neuern Untersuchungen es auch in hohem Grade wahrscheinlich gemacht haben, dass das Ammoniak bei der freiwilligen Salpeterbildung eine wesentliche Rolle spiele und der Stickstoff desselben hauptsächlich zur Erzeugung der Salpetersäure diene, so sind doch meines Erachtens die nähern Vorgänge, welche bei dieser Nitrification stattfinden, bei weitem noch nicht genau genug erforscht, wesshalb es schon längst in meiner Absicht liegt, die Ermittelung derselben zur Aufgabe einer einlässlichen Untersuchung zu machen, was, wie ich hoffe, auch demnächst geschehen soll.

---

3) Herr A. Wagner gab einen Auszug seiner

„Betrachtungen über den gegenwärtigen Standpunkt der Theorien der Erdbildung nach ihrer geschichtlichen Entwicklung in den letzten fünfzig Jahren.“

Wenn man den Entwicklungsgang einer Wissenschaft fast ein halbes Jahrhundert mit durchgelebt und mit Aufmerksamkeit verfolgt hat, so

gewinnt es ein hohes Interesse, auch einmal einen Rückblick auf die zurückgelegten Stadien eines solchen Weges zu werfen, um daraus zu entnehmen, zu welchem Ziele derselbe geführt und ob der dermalige Standpunkt in fortwährend gerader Richtung, oder auf mancherlei Um- und Abwegen, durch Satz und Gegensatz, erreicht worden ist. Die Wissenschaft, die ich hier meine, ist die Geologie und insbesondere deren Abschnitt die Geogenie, die Theorie der Erdbildung. Ich werde diesen Rückblick mit kritischen Bemerkungen begleiten und mich dabei so kurz als es für das Verständniss thunlich fassen [1].

Zur Zeit, wo ich meine Universitätsstudien (im Jahre 1814) begann, stand Werner's Theorie von der Gebirgsbildung auf ihrem Höhepunkte; sie war wenigstens in Deutschland die allein herrschende. Ihr zu Folge war das ganze Felsgebäude der Erde aus Wasser abgesetzt worden und die ursprüngliche Gestaltung ihrer Oberfläche ist im Ganzen und Grossen ziemlich dieselbe wie heut zu Tage geblieben, mit Ausnahme der Einwirkungen, welche die Atmosphärilien, Ueberschwemmungen, Vulkane und Erdbeben fortwährend auf sie ausüben.

Zu solcher allgemeinen Anerkennung wie in Deutschland war jedoch die Werner'sche Theorie in England und Frankreich nicht gelangt. In jenem Lande hatte bereits James Hutton im Jahre 1795 seine „Theorie of the earth" publizirt und zwar ganz im vulkanistischen Sinne; sie fand in England eine so beifällige Aufnahme, dass neben ihr die Werner'sche Theorie es zu keiner rechten Anerkennung bringen konnte. Umgekehrt konnte aber auch die Hutton'sche Lehre in Deutschland kein sonderliches Glück machen, schon desshalb nicht, weil ihr hier Werner's gewaltige Autorität entgegentrat. Es wird nicht uninteressant sein, sich die Fundamente der Hutton'schen Theorie etwas näher zu besehen

Zunächst war es der Basalt, für den Hutton die feurige Bildung in Anspruch nahm, wie es schon lange vor ihm andere Naturforscher gethan hatten und wie die nahe Verwandtschaft desselben mit den Laven auch eine wohlbegründete Berechtigung zu einer solchen Voraussetzung darzubieten schien. Hutton hatte in seinem Vaterlande Schottland häufig gesehen, dass Basalte und Trappgesteine überhaupt in Gängen und Verästelungen andere mit ihnen zusammengrenzende Felsarten durchzogen.

---

(1) Wegen der ausführlichen Begründung meiner Kritik verweise ich auf meine „Geschichte der Urwelt" 2. Aufl. Leipzig 1857.

Ein solches Auftreten konnte er sich aber nicht anders denken, als dass sich der Basalt beim Eindringen in andere Gesteine im feurigen Flusse befunden haben müsse. Allein einer solchen Annahme stand der Einwurf der Neptunisten gegenüber, dass durch Schmelzung von Gesteinen keine krystallischen, sondern nur glasartige Producte gebildet werden können. Aus der Verlegenheit, in welche Hutton durch diese Einwendung gerieth, half ihm jedoch der Chemiker Hall, indem dieser mit Trappgesteinen und Laven Schmelzversuche anstellte und den Nachweis lieferte, dass bei langsamer Abkühlung derselben keine glasartige, sondern eine steinige, zum Theil körnige Masse entstand, die der vor dem Schmelzen ähnlich war. Hiemit war für Hutton die feurige Entstehung des Basaltes vollständig erwiesen.

Das zweite Gestein, welchem er eine feurige Bildung zuerkannte, war der Granit. An eine solche hatte er bereits früher gedacht, weil ihm der Mangel der Schichtung des Granites und dessen körnige Struktur, wie sie sich auch bei manchen Laven und Basalten findet, einen ähnlichen Ursprung wie bei letzteren erwarten liess. Indess zur Gewissheit wurde es ihm doch erst, als es ihm gelang die Beobachtung zu machen, dass zuweilen der Granit in die ihn überdeckenden Schiefer und Kalksteine ähnliche Ausläufer wie der Basalt absendet. Mit dieser Beobachtung war für Hutton die Gleichartigkeit der Entstehung des Granites mit der des Basaltes zur vollen Evidenz gebracht. In dieser Ueberzeugung liess er sich auch nicht mehr irre machen, als die chemischen Versuche, auf dem Wege der Schmelzung des Granites bei langsamer Abkühlung abermals ein granitartiges Gestein zu gewinnen, vollständig misslangen. Für Hutton waren schon die Granitausläufer vollkommen ausreichend, um des vulkanischen Ursprunges des Granites unerschütterlich versichert zu sein, und die Mehrheit seiner Landsleute theilte mit ihm die gleiche Ueberzeugung.

In Deutschland, wo man die neuen Entdeckungen mit etwas mehr Kritik prüfte, stellte es sich doch bald heraus, dass die aus ihnen gezogenen Folgerungen auf sehr schwachen Füssen standen und dass sie auch noch eine andere Deutung zuliessen. Haben doch z. B., um nur an das Eine zu erinnern, späterhin Bischof und Delesse gerade aus den Granitausläufern die Unmöglichkeit einer feurigen Bildung des Granits gefolgert. Nicht bloss der Granit, sondern auch der Basalt blieb daher in der Werner'schen Schule nach wie vor ein Glied der neptunischen Reihe der Felsarten. D'Aubuisson, einer der aus-

gezeichnetsten Schüler Werners, vertheidigte im Jahre 1803 mit Geschick die Ansicht seines Lehrers über die Basaltbildung. Als er aber später die Auvergne bereiste und dort das Vorkommen des Basaltes in zahlreichen Lavaartigen Strömen untersuchte, überraschte ihn diese Erscheinung in so hohem Grade, dass er alsobald der neptunistischen Ansicht von der Basaltbildung entsagte und zu der vulkanistischen übertrat. Zwar hatte D'Aubuisson noch nachdrücklich vor Uebertragung einer solchen Anschauung auf die Granitbildung als ganz unberechtigt gewarnt, allein es fruchtete diess nicht mehr; nicht bloss der Basalt und Trachyt, sondern auch der Granit wurden nun ebenfalls von deutschen Geologen in immer wachsender Anzahl von dem neptunischen an das vulkanische Gebiet überliefert.

Den totalen Umsturz der Werner'schen Theorie vollendete L. von Buch, und zwar gaben ihm hiezu die Beobachtungen, die er in Südtyrol, insbesondere im Fassathal, im Jahr 1822 anstellte, die Veranlassung. Die hier in grosser Mächtigkeit auftretenden Dolomite, Augitporphyre und rothen Quarzporphyre fand er in solchen eigenthümlichen Beziehungen zu einander, dass er sich berechtigt hielt, über deren Bildungsweise die kühnsten Ansichten auszusprechen. Hier war es, wo L. v. Buch die Theorie von der Emporhebung der Gebirgsketten durch unterirdische vulkanische Kräfte begründete; hier war es, wo er die Lehre der Dolomitisirung des Kalksteins durch das Eindringen der aus dem feurigflüssigen Augit aufsteigenden Dämpfe von Bittererde als augenscheinlich nachweisbar aufstellte, hier war es, wo durch ihn die schwarzen und rothen Porphyre zu ihrer weltumgestaltenden Bedeutsamkeit gelangten. Zwanzig Jahre früher, wo Buch ebenfalls Südtyrol besucht hatte, war er freilich durch seine Untersuchungen zu ganz andern Resultaten gelangt; damals galt ihm der rothe Quarzporphyr, wie er massenhaft namentlich um Botzen auftritt, für ein entschieden neptunisches Gebilde. Nach Verlauf von zwei Dezennien sprach er sich aber über eben diesen Porphyr im völlig entgegengesetzten Sinne aus, indem er es für möglich erklärte, dass derselbe nicht bloss einzelne Gebirgsketten, sondern ganze Kontinente erhoben haben dürfte. Nicht dass etwa mittlerweile dieses Gestein sich in seiner Beschaffenheit geändert hätte, wohl aber die Anschauungsweise des berühmten Geologen. Er hatte nämlich in der Zwischenzeit die Vulkane Italiens und der kanarischen Inseln mit grösstem Eifer untersucht und die gewaltigen vulkanischen Einwirkungen, die er an denselben wahrnahm, hatten ihm

dermassen imponirt, dass er geneigt war ihre frühere Action auch da wieder erkennen zu wollen, wo alle Spuren von erloschenen oder noch thätigen Feuerbergen fehlten. Buch wusste seine neuen, bis dahin unerhörten Ansichten mit einer solchen Kraft der Ueberzeugung und in so anschaulicher begeisterter Schilderung vorzutragen, dass sie in allen Ländern mit höchstem Beifalle aufgenommen wurden. Damit war nun aber auch der lange heisse Kampf zwischen Vulkanismus und Neptunismus zu Ende gebracht; die Niederlage des letzteren hätte nicht vollständiger ausfallen können.

So lange noch das Sturmlaufen auf den Neptunismus andauerte, war es natürlich keine Zeit, den Vulkanismus zu einem in sich abgeschlossenen, organisch gegliederten Systeme auszubilden. Diess wurde erst jetzt möglich, nachdem der Streit glorreich beendigt war. Zunächst wäre zu erwarten gewesen, dass man von vulkanistischer Seite versucht hätte, die neuen geologischen Doctrinen durch Beiziehung der Chemie auf ein festes Fundament zu begründen, indess gerade diese Aufgabe wurde, wenigstens in der ersten Zeit, nicht in sonderliche Berücksichtigung genommen: den Einen gingen die hiezu erforderlichen chemischen Kenntnisse ab, die Andern begnügten sich mit der durch die neuen geologischen Doctrinen bereits gewonnenen Evidenz, Etliche hielten die Mitwirkung der Chemie sogar für ein Hinderniss in der raschen Entwicklung derselben. Mehr Berücksichtigung erlangte die Physik, und selbst die Astronomie wurde herangezogen, weil mit ihrer Beihilfe die moderne Geogenie einen glänzenden Anfang machen und auf zwei für alle Zeiten hochberühmte Autoritäten sich stützen konnte. Um den vollen Gegensatz, in der sich die neue vulkanistische Theorie mit der Werner'schen gesetzt hatte, zur Veranschaulichung zu bringen, genügt es, jene nach ihren Hauptzügen zu skizziren.

Zum Ausgangspunkt der modernen Geologie ist die Theorie des grossen Mathematikers La Place von der Entstehung unseres Sonnensystemes gewählt worden. Gemäss derselben bildete letzteres in seinem ganzen Umfange anfänglich eine ungeheure Nebel- oder Dunstmasse, die nach langer Ruhe durch irgend eine unbekannte Ursache in der Richtung von West nach Ost in Bewegung kam und aus welcher nach und nach durch Concentrirung der Dünste an einzelnen Punkten die Sonne mit ihren Planeten und deren Trabanten hervorging. Nach einem bekannten physikalischen Gesetze führt aber die Verdichtung eines Körpers nothwendig Wärmeentwicklung herbei und diese wird um so

gewaltiger, je mehr jene vorschreitet. Die Folge war, dass zuletzt unser Erdkörper — es genügt, ihn hier ausschliesslich ins Auge zu fassen — durch rasch zunehmende Verdichtung in feurigflüssigen Zustand gerieth und demnach eine Feuerkugel wurde. Um dieser Hypothese einen thatsächlichen Anhaltspunkt darzubieten, berief sich La Place auf die Beobachtung von W. Herschel, die dieser mit seinem Riesenteleskop am gestirnten Himmel gemacht hatte, woraus es sich zu ergeben schien, dass noch jetzt aus den Nebelflecken allmählich wirkliche Sterne sich herausbilden. Kein Schluss konnte daher gerechtfertigter erscheinen als der, dass so wie sich noch jetzt Sterne aus Nebelflecken gestalten, das Gleiche uranfänglich für unser ganzes Sonnensytem sich ereignet hat.

Die Ziehung der Consequenzen aus dieser Theorie übernahmen nun die Geologen. Die Erde war also in ihrer Entwicklung bereits bis zur Bildung einer glühendflüssigen Kugel vorgeschritten, die sich durch den Weltraum bewegte. Indem aber letzterer eben so kalt als jene heiss war, musste sich zweierlei ereignen: die Oberfläche des Planeten fing an zu erstarren, wodurch eine feste Kruste gebildet wurde, und die aufgestiegenen Dünste condensirten sich zu Wolken. Letztere stürzten als Regengüsse hernieder und lösten, zumal sie anfänglich noch sehr heiss waren, die bereits erstarrte Kruste zum grossen Theile wieder auf und setzten ihre Bestandtheile endlich als horizontal-geschichtete Niederschläge ab; diess die Bildung der sogenannten sedimentären Gesteine. Bei fortschreitender Erkaltung der Erdoberfläche nahmen auch die Regengüsse an Wärme immer mehr ab und somit war die Möglichkeit zur Entwicklung der organischen Wesen gegeben, wie wir sie jetzt nach ihren fossilen Ueberresten in den Sedimentärgesteinen aufbewahrt finden.

Eine weitere Folge der Zunahme der erstarrten Kruste an Dicke war aber die immer grösser werdende Spannung der unterhalb der Erdoberfläche aufgehäuften, im Schmelzflusse befindlichen Massen, die endlich zur gewaltsamen Sprengung der Decke führten und Ströme feuriger Laven über die bereits consolidirten sedimentären Gesteinsablagerungen ergossen Diese Eruptionen, denen die sogenannten eruptiven Gesteine, die man wieder in vulkanische und plutonische abtheilte [2], ihre Bildung oder doch wenigstens ihr Hervortreten zu Tage

---

(2) Die Unterscheidung der sogenannten Eruptivgesteine in vulkanische und plutonische ist von der vulkanistischen Schule erst später

verdanken, beschränkten sich aber nicht bloss auf den Absatz von Laven auf der Erdoberfläche, sie bewirkten noch mehr, indem sie einzelne Berge wie ganze Gebirgsketten aus den Tiefen der Unterwelt ans Licht des Tages emporhoben. Solche Kraftäusserungen des Erdinnern waren aber nicht mit einem Schlage und ein für allemal abgethan, im Gegentheil sie haben seit jener Zeit sich fortwährend wiederholt, wie diess die Ausbrüche der aktiven Vulkane erweisen; ja die noch fortgehende Hebung ganzer Länder, wie z. B. von Schweden und Chili, lässt es nicht für unmöglich erklären, dass nicht noch jeden Tag, zur grossen Verwunderung der Geographen, eine neue Gebirgskette aus den unterirdischen Tiefen aufsteigen könnte. Hiemit ist in die geologische Doktrin eine neue Lehre, die Hebungstheorie, eingeführt worden. Sie wurde um so beifälliger aufgenommen als es mit ihrer Hilfe nunmehr möglich wurde, das relative Alter der vulkanischen Eruptionen zu bestimmen. Sieht man nämlich an der Grenze, wo ein sedimentäres, also ursprünglich horizontal geschichtetes Gestein mit einem eruptiven zusammen stösst, die Schichten des ersteren in schiefer Stellung, so ist diess ein Zeichen, dass sie in eine solche erst durch das Aufsteigen des Ausbruchgesteines gebracht worden ist. Zeigen sich z. B. die Schichten einer Kreideablagerung bei ihrer Berührung mit Granit in einer geneigten Lage, so folgt daraus, dass erstere schon abgesetzt war als letzterer empor stieg; würden sich dagegen die Schichten in horizontaler Richtung vorfinden, so war noch vor ihrer Ablagerung die Graniteruption bereits erfolgt.

Unser Erdkörper ist aber, wie uns die vulkanische Theorie weiter berichtet, noch immer nicht in so weit erkaltet, dass auch sein Kern bereits zur festen Masse erstarrt wäre, denn die Ausbrüche der Vulkane erweisen, dass sein Inneres sich fortwährend im Schmelzflusse befindet. Diess wird auch von anderer Seite her bestätigt, indem die in Bergwerken und artesischen Brunnen gemachten Erfahrungen darthun, dass mit der grösseren Tiefe die Wärme in gleichem Maasse zunimmt, so dass

---

hin eingeführt worden, obgleich wesentlich damit nichts gewonnen wurde, so wenig als mit der Unterscheidung von Vulkanismus und Plutonismus. Nebenbei sei noch bemerklich gemacht, dass zwischen Eruptiv- und Sedimentär-Gesteinen keine feste petrographische Grenzlinie zu ziehen ist; der angebliche Unterschied in ihrer Entstehungsweise ist ohnediess unbegründet.

sich leicht berechnen lässt, dass man im Erdinnern gerade nicht ausserordentlich tief herabzudringen hätte, um auf den glühendflüssigen Erdkern zu stossen. Somit wäre also die alte Lehre vom Centralfeuer wohlbegründet und ist demnach jetzt nicht mehr für eine Hypothese, sondern für ein Theorem zu erklären.

Man kann schon aus dieser kurzen Skizze entnehmen, dass die vulkanistische Theorie sich in direktem Gegensatz zu der neptunistischen gesetzt hatte. Nach letzterer ist die ganze Erde durch Niederschläge aus dem allgemeinen Gewässer gebildet worden, während nach der vulkanistischen Theorie der Erdkörper anfänglich im glühendflüssigen Zustand sich befand, aus welchem die Gesteine theils unmittelbar, theils mittelbar durch Mitwirkung des atmosphärischen Wassers sich absetzten. Nach den Anschauungen der Werner'schen Schule erfolgten die Niederschläge in regelmässiger Reihe, so dass die untern die älteren, die obern die jüngeren sind, erstere wurden daher als das Urgebirge bezeichnet. Nach der vulkanistischen Theorie dagegen gilt eine solche Altersfolge nur für die sogenannten Sedimentärgesteine; die eruptiven aber, die fast das ganze Werner'sche Urgebirge in sich schliessen, gelangten erst während und nach der Bildung der sedimentären Ablagerungen zum Ausbruche und führten überdiess die gewaltigsten Störungen in der Anordnung der älteren Gesteine durch Hebungen wie durch Einschachtelungen und Senkungen herbei.

Wer es wie ich mit erlebt hat, wie die neuen vulkanistischen Anschauungen anfangs bedächtigen Ganges, bald aber im Sturmschritte bei uns sich zur Geltung zu bringen wussten und in unglaublich kurzer Zeit die ganze Werner'sche Theorie radikal umgestürzt und in Trümmer zerschlagen hatten, der weiss noch lebhaft sich zu erinnern, mit welchem Unmuthe und Widerwillen die treugebliebenen Anhänger der alten Schule von diesem Gebahren erfüllt wurden. Göthe, einer der eifrigsten Schüler Werner's, gab bekanntlich in Prosa wie in Versen seinem Missmuthe einen energischen Ausdruck. Sein klarer scharfer Blick hatte zu sehr das Unhaltbare und Fantastische der neuen Doktrinen durchschaut, als dass er sich mit ihnen hätte befreunden können; der Terrorismus, mit dem jeder Widerspruch abgefertigt wurde, konnte ihn noch weniger für die neue Lehre gewinnen. Wie ihm erging es auch vielen andern Naturforschern, sie kehrten sich unmuthig von der Geologie ab, manche wandten sich sogar andern Studien zu.

Auch mir, obwohl damals noch ein junger Mann, war es, als die

neuen Anschauungen in Schwung kamen, nicht gegeben, mich alsobald von Werner's hochverehrter Autorität abzukehren. Davon hielt mich gleich von vornherein das Studium einer Schrift ab, die gerade in Deutschland hauptsächlich den Sturz der Werner'schen Lehre herbeigeführt hatte, ich meine hiemit die berühmten geographischen Briefe über das südliche Tyrol von L. v. Buch, die damals (1822—24) eben veröffentlicht worden waren. Mit nicht geringem Erstaunen vernahm ich durch Bekanntwerdung mit der neuen Dolomitisations-Theorie, welch gewaltige Einwirkungen der im feurigen Flusse aufgestiegene Augitporphyr in Südtyrol auf das ihn überlagernde Kalksteingebirge ausgeübt habe. Denn „dieser Augitporphyr sei es eigentlich, der auf die Schichten der dunkelgefärbten dichten Kalksteine einwirkend, sie entfärbt, Versteinerungen und Schichten vernichtet, mit Talkerde die Masse durchdringt, sie dadurch zu körnigem Dolomit umändert und endlich sie als senkrecht zerspaltene Kolosse über die Thäler in die Höhe stösst." Aber nicht bloss in Südtyrol, sondern auch im fränkischen Jura und sonst allenthalben, wo Dolomit auftritt, sollte dieser als ein durch Bittererde Dämpfe umgewandelter Kalkstein zu betrachten sein.

Wenn ich auch, um mir ein eigenes Urtheil über diese Dolomitisations-Hypothese bilden zu können, mit den geognostischen Verhältnissen Südtyrols damals noch ganz unbekannt war, so war ich um so vertrauter mit den Gebirgsverhältnissen des fränkischen Jura, der unweit meiner Vaterstadt vorüberzieht. Schon in meinen Knabenjahren hatte ich Muggendorf mit seinen wunderbaren Felsenformen und unterirdischen Grotten kennen gelernt; noch genauer wurde ich später, wo ich in Erlangen studirte, mit denselben durch zahlreiche Excursionen bekannt. Ich und meine Freunde warfen oft die Frage auf, wie denn wohl die Bildungsweise dieses höchst eigenthümlichen Gebirges erfolgt sein möge, aber Keiner war darauf verfallen dieselben als ein Werk feuriger Gewalten bezeichnen zu wollen. Um so befremdlicher war es mir daher, als ich aus Buch's Briefen vernahm, dass gleichwohl diese dazu die Veranlassung gegeben hätten. Trotz des gewaltigen Respektes, den ich vor der gewichtigen Autorität des berühmten Geologen hatte, schüttelte ich doch dazu ungläubig den Kopf und da mich mein Lehrberuf vom Jahre 1824 bis 1832 in Erlangen festhielt, so benützte ich die mir dargebotene günstige Gelegenheit, um das ganze Dolomitgebirge, wie es vom Maine an bis zur Donau dem Jurakalk aufliegt, nach seinen geognostischen Beziehungen zu durchforschen, wobei es mir sehr erwünscht

kam, dass ich auch die dolomitische Rauchwacke der Zechsteinformation des Spessarts in den Bereich meiner Untersuchungen ziehen konnte.

Die Resultate, welche meine Beobachtungen lieferten, fielen freilich ganz verschieden von denen Buch's aus; sie zeigten, dass dessen Voraussetzungen zur Begründung der Dolomitisations-Hypothese entweder gar nicht vorhanden oder doch unrichtig aufgefasst worden waren. Ich konnte mich dabei auch noch auf Zeuschner's Untersuchungen von Südtyrol und auf die Fr. Hoffmann's der Umgebungen des Luganer Sees berufen, durch welche dargethan wurde, dass auch dort der Augitporphyr, der im fränkischen Jura und im Spessart ohnediess gänzlich fehlt, keinen Antheil an der Dolomitbildung genommen haben konnte. Es gelang mir ferner den Nachweis zu liefern, dass der Dolomit des fränkischen Jura häufig äusserst reich an Versteinerungen ist, während der des Spessarts die ausgezeichnetste Schichtung besitzt. Ich wies endlich nach, dass die Buch'sche Hypothese eine chemische Unmöglichkeit sei. Obwohl ich vom Jahre 1831 an in verschiedenen Zeitschriften und zuletzt in meiner „Geschichte der Urwelt" die vollgiltigsten Dokumente beibrachte, dass der Dolomit nur auf nassem Wege gebildet wurde, hielt nicht bloss Buch unerschütterlich an seiner Hypothese fest, sondern die Furcht vor seiner Autorität war so gewaltig, dass längere Zeit hindurch mein Einspruch von den Geologen vollständig ignorirt wurde [3].

---

(3) In welcher Weise der Terrorismus der neuen Schule zu jener Zeit sich geltend machte, mag aus nachstehender Aeusserung von O. Volger (in Romberg's Zeitschrift: die Wissenschaften im 19. Jahrhundert. II. S. 582. 1857) entnommen werden. „Das Auftreten des Dolomits in sehr eigenthümlichen Beziehungen zum schwarzen augitreichen Porphyr im südlichen Tyrol gab dem Verbreiter des Plutonismus den ersten Gedanken der Berührungsumwandlung ein, und den ausserordentlichen Folgerungen, welche der hochbegabte Mann an die dort gemachten Beobachtungen zu knüpfen wusste, verbunden mit der glänzenden, gleichsam siegbewussten Darstellung, in welcher er dieselben verkündete, erweckten unter den Geologen — unter deren Schaar übereiferige ..... zu allen Zeiten hundertmal zahlreicher gewesen sind als scharf urtheilende, prüfende und sichtende Köpfe — eine allgemeine Begeisterung für seine, dem kühlern Zuschauer fast unglaublichen Ansichten. Vergeblich erhoben sich gegen des Führers Dolomitbildungslehre die gewichtigsten Einreden Einzelner, meistens von Chemikern, denn wenige

Als indess späterhin auch andere Forscher die Unhaltbarkeit der Buch'schen Dolomitisations-Hypothese nachwiesen, musste man sie doch zuletzt, obwohl noch verschiedene vergebliche Versuche ihr in einer modificirten Gestalt durchzuhelfen gemacht wurden, gänzlich fallen lassen. Und wenn auch jetzt noch fortwährend von einer Dolomitisirung der Kalksteine die Rede ist, so sucht man eine solche nicht mehr auf feurigem, sondern auf nassem Wege erklärlich zu machen. Die Buch'sche Hypothese gehört demnach, wie man zu sagen pflegt, einem bereits überwundenen Standpunkte an [4].

Nachdem es mir also gelungen war, einen wichtigen Bestandtheil des Felsgebäudes der Erde, den Dolomit, dessen sich der Vulkanismus bereits bemächtigt hatte, wieder dem Neptunismus zurückzustellen, erschien im Jahre 1830 Elie de Beaumont's berühmte Theorie der Gebirgshebungen vermittelst vulkanischer Gewalten. Dieselbe war sowohl von A. v. Humboldt als von Arago nachdrücklichst befürwortet wor-

---

Geologen hatten den Muth, den Glaubenssätzen jenes Geistesherrschers auf ihrem Gebiete nicht zu huldigen, da selbst Schweigen lange Zeit fast einer Selbstausschliessung aus der Gemeinschaft der allein rechtblickenden Geologie gleich kam."

(4) Ganz zu dem gleichen Resultate hinsichtlich der Dolomitbildung ist auch F. von Richthofen gelangt in seinem soeben erschienenen Werke: „geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo, St. Cassian und der Seisser Alpe in Südtyrol. 1860." Obwohl der Verfasser ein enthusiastischer Plutonist ist, weist er doch sehr bestimmt die Buch'sche Hypothese, sowohl wegen der theilweisen Unrichtigkeit der Beobachtungen als der Verstösse gegen die Chemie, zurück und erklärt, dass bei der Dolomitbildung plutonische Vorgänge gar nicht mitgewirkt haben. Und bei Besprechung des Dolomits des Schlerns, der bei Buch eine Hauptrolle spielt, führt er die regelmässige Einlagerung desselben zwischen ungestörten Schichtgebilden als Beweis an, dass der Dolomit selbst in die Reihe der letzteren gehört und nach seiner Ablagerung, wenn man von den unbedeutenden Augitporphyr-Gängen absieht, keine erhebliche mechanische Störung erlitten hat (S. 294). Dass Buch in Tyrol durch die Kürze seiner Reise zu „manchen falschen Schlüssen" veranlasst wurde, gibt Richthofen zu; „nie hätte", wie er beifügt, „L. v. Buch seine Theorie von der Dolomitisirung des Kalks durch Augitporphyr aufgestellt, wenn er nur Einen Dolomitberg genau untersucht hätte."

den. War dieses Lob begründet, so musste jeder anderweitige Versuch dem Neptunismus wieder aufzuhelfen, schon als im voraus gescheitert erklärt werden. Die Hebungstheorie war daher einer ernsten Prüfung zu unterstellen und die Resultate, die ich hiebei erlangte, gab ich schon im Jahr 1833 bekannt.

Arago hatte, wie es sich bei dieser Prüfung zeigte, allerdings ganz Recht, wenn er die von E. de Beaumont eingehaltene Methode wegen ihrer Klarheit und Strenge belobte; aber der grosse Astronom hatte sich hinsichtlich der Evidenz des Ansatzes, von dem der Kalkul ausging, täuschen lassen. Der Ansatz nämlich lautet: die Schichten der Sedimentärgesteine sind ursprünglich wagrecht abgelagert worden. Daraus zog dann E. de Beaumont die Folgerung, dass wenn die Schichten eines Sedimentärgesteines in schiefer Richtung an ein Gebirge sich anlehnen, dieselben durch das Aufsteigen des letzteren aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht und gehoben worden seien. Allein Werner hatte ebenfalls wie E. de Beaumont die horizontale Lage der Schichten für die ursprüngliche genommen; nur gelangte er hinsichtlich der Erklärung des Phänomens der geneigten Schichten zur entgegengesetzten Folgerung, nämlich zur später eingetretenen Senkung derselben. Es ist klar, dass das Eine wie das Andere gleich möglich ist, und wenn ich daher in einem gegebenen Falle durchaus eine Hebung und nicht eine Senkung statuiren will, so muss ich zuvor den Nachweis bringen, dass letztere nicht stattgefunden hat. Allein weder E. de Beaumont noch sein Sachwalter haben daran gedacht, einen solchen zu liefern. Ihr Bestreben ging nur dahin Beweise darzubringen, dass starre feste Schichten aus ihrer ursprünglichen horizontalen Lage in eine schiefe gebracht werden können, wodurch sie aber nichts weiter erreichten, als dass sie eben so viele Argumente für die Werner'sche Theorie wie für ihre eigene herbei schafften. Bei solcher Sachlage fehlt demnach der Beaumont'schen Hebungstheorie jede Beweiskraft, da sie nicht einmal ihr Gegentheil ausschliessen kann. Dazu kommt nun noch, dass angesehene Geognosten schon früher die Schichtung für ein wesentliches Strukturverhältniss der Felsarten erklärten, so dass je nach der Eigenthümlichkeit der Bildungskräfte derselben die geneigte oder gewundene Schichtenstellung ein ebenso ursprüngliches Ergebniss als das der wagrechten Lage sein kann. Nach dieser Anschauung, die auch die meinige ist, ist alsdann weder eine Hebungs- noch Senkungs-Theorie erforderlich.

Indess zu Gunsten der ersteren wurden auch direkte Erfahrungen beige-

bracht. Man berief sich z. B. auf das Aufsteigen der Insel Ferdinandea im Mittelmeere und des Feuerberges Jorullo in Mexiko; indess diese beiden Berufungen waren sehr übel gewählt, denn eine Vergleichung der Beschaffenheit derselben mit der eines Basalt- und Granitberges zeigt nicht ihre Gleichartigkeit, sondern ihre totale Verschiedenartigkeit. Zudem ist die Schlackeninsel Ferdinandea wieder zerfallen und vom Jorullo haben neuere Beobachter dessen Aufsteigen, wie überhaupt die ganze Hypothese von den Erhebungskratern, negirt[5]. Endlich hat man sich

---

(5) Bekanntlich hat von allen Hypothesen der neueren Geologie bei den Anhängern der Werner'schen Schule keine einen grösseren Widerwillen als die vom Heben und Senken der Gebirge hervorgerufen. Man weiss, wie Göthe sie voll Zornes von sich gewiesen hat. Minder bekannt ist es, mit welchem Spotte Oken sie in seiner originellen Weise abfertigte. Zur Charakteristik der damaligen Stimmung der alten Wernerianer mag Oken's Aeusserung, die er gelegentlich einer Besprechung der Theorie der Erde von Fuchs in der Isis 1845 S. 219 kundgab, hier eine Stelle finden. „Das ist etwas. Es bilden sich in verschiedenen Ländern Vereine gegen Thierquälerei, nöthig wären auch Vereine gegen Erdquälerei. Thut es auch der Erde nicht weh, so thut es denjenigen Menschen, welche dem Toben in der Erde zusehen müssen und es doch nicht über sich haben bringen können, dasselbe als ein Gaukelspiel zu belachen. Nicht etwa Berge springen hervor wie der Bajazzo aus dem Fass und ducken sich wieder hinein, sondern ganze Gebirgsketten, ja ganze Kontinente nach dem Takte des Magiers, zweimal, dreimal, fünfmal, nach Belieben, solang das Publikum geduldig zuschaut oder lacht. Feuer ist oben und unten im Haus; Dämpfe zersprengen die Erdrinde zu Fetzen wie einen Dampfkessel, und diese legen sich wieder zurecht als wenn sie gebügelt wären. Der Magier spricht: Spazier sie heraus! und 20,000 Fuss hoch steht ein Gebirge 100 Meilen lang und schnurgerad vor den Augen der erstaunten Zuschauer. Spazier sie hinein! und verschlungen ist das ganze Heer der Riesen, und dasteht mit aufgesperrtem Maul das Publikum. Doch das ist nur ein Bajazzo-Spass. Der Meister spricht: Doucement! und ganz Schweden und Chili bläht sich auf wie ein Federbett, und legt sich wieder hin wie ein Blasbalg. Dem Publikum wird's unheimlich; es läuft nach Hause, riegelt zu und versteckt sich unter der Decke. Des Morgens steht es auf wie es geschlafen hat, und denkt an keine Hölle mehr. Der frevelhafte Magier! Wir haben, ein Glück für ihn, keine Dichter mehr, welche sich wie die Alten zu den Naturwissenschaften herunter würdigen; sonst würde

auch auf gewisse Fälle von Küstenerhebungen bezogen, namentlich von Chili und Schweden. Allein ersterer Fall, der durch ein Erdbeben erfolgt sein soll und daher nichts Befremdliches hätte, wird selbst in seinem Sachverhalt von Augenzeugen bestritten und von letzterem ist erst noch nachzuweisen, dass die an sich sehr unbedeutende Veränderung im Niveau der Küste zu dem des Meeresspiegels nicht vielmehr auf zeitweilige Schwankungen des letzteren zu bringen sei. Aber alle diese angeblichen Küstenerhebungen könnten ja überdiess gar keine Aehnlichkeit mit dem angeblichen Aufsteigen eines Gebirges wie das des Himalaya oder der Kordilleren zeigen. Zu einer Identifizirung beiderlei Vorgänge fehlt jede faktische und logische Berechtigung, und man kann sich nur wundern, wie solche Fantasiegebilde jemals aufgestellt und geglaubt werden konnten; die exakte Forschung hat nichts mit ihnen zu thun.

Zwei Jahre nach der Publikation der Hebungstheorie von E. de Beaumont erschien abermals ein bedeutendes Werk, das seinem Gegenstande nach den wichtigsten Stützpunkt für den Vulkanismus darzubieten geeignet war: „die Basaltgebirge in ihren Beziehungen zu normalen und abnormen Felsmassen“ von K. C. von Leonhard. Der Basalt war von jeher die gefährlichste Klippe für den Neptunismus gewesen und sollte es durch dieses Werk, das alle Erfahrungen über dessen Entstehungsweise in geschlossener Phalanx beibrachte, im verstärkten Maasse werden. Ich gestehe es, dass ich nicht ohne einige Bangigkeit an das Studium dieses Buches gegangen bin, denn nach den Anpreisungen, die ich über dasselbe gehört hatte, sollte es eine unwiderstehbare Beweiskraft für den vulkanischen Ursprung des Basaltes besitzen. So ungern ich auch auf diesen in der Reihe der neptunischen Felsarten verzichtet hätte, so machte ich es mir doch zur strengen Pflicht, mit aller Unparteilichkeit bei der Kritik des Werkes von Leonhard zu verfahren und wenn ich von seiner Argumentation überführt werden sollte, diess

---

wohl aus dem Erdbrande ein Aristophanes geschleudert werden, der lebendig genug bliebe, um die Wuth des Planeten zur Raison zu bringen. Desto besser. Das Publikum schläft ruhig auf dem Boden fort und lässt, allmählich daran gewöhnt, die Kobolde poltern.“ — Oken's Spott klingt komisch, aber Veranlassung dazu hatte er sattsam; man wolle nur noch an die Geschichte mit dem Serapistempel denken, die wie ein Mährchen aus Tausend und einer Nacht sich ausnimmt.

ebenso unumwunden auszusprechen als es früher D'Aubuisson nach dem Besuche der Auvergne gethan.

Indess der Erfolg des Studiums des Leonhard'schen Werkes war von ganz anderer Art als meine kühnsten Erwartungen es zu hoffen gewagt hätten. In der Kategorie der Argumente, die zu Gunsten der vulkanischen Entstehung des Basaltes darin aufgeführt werden, waren doch weitaus diejenigen die bedeutendsten, welche mir schon früher bekannt waren, nämlich dass so wie noch jetzt die aktiven Vulkane Lavaströme von basaltischer Natur ergiessen das Gleiche auch schon in älteren Zeiten erfolgt ist, obwohl diese alten Vulkane jetzt nicht mehr in Thätigkeit sind. Allein die Uebereinstimmung basaltischer Lavaströme in ihrer Gesteinsbeschaffenheit mit eigentlichen Basalten hat nichts Befremdliches mehr, seitdem Hall durch das Experiment nachgewiesen hat, dass geschmolzener Basalt bei langsamer Abkühlung abermals eine der früheren ähnliche Beschaffenheit erlangt. Die Basaltlaven sind also als geschmolzene Basalte zu betrachten und können uns keine Auskunft geben über die ursprüngliche Entstehung des Basaltgebirges. Schon Dolomieu, Schmieder und Andere haben zwischen primärem und sekundärem Basalte unterschieden. Dass sie in dieser Beziehung Recht hatten, ist neuerdings noch weiter von Girard bestätigt worden, der, obwohl an der pyrogenen Natur der Basalte festhaltend, doch wenigstens auf die grosse Verschiedenartigkeit zwischen Basalten und basaltischen Laven aufmerksam machte und daraus folgerte, dass sie nicht gleichartigen Ursprunges sein könnten.

Während also die von Leonhard zu Gunsten der vulkanischen Bildung der sämmtlichen Basaltgebirge angeführten Argumente mir der Hauptsache nach bereits bekannt und eben deshalb nicht im Stande waren, mich von meiner früheren Ansicht von der Basaltbildung abzubringen, fand ich dagegen im erwähnten Buche unter den aufgezählten Beobachtungen so viele und gewichtige, mir vorher unbekannte, die entschieden gegen die Entstehung des Basaltes auf trocknem Wege, dagegen für die auf nassem Wege zeugten, dass mir die letztere Erklärung von nun an zur grösseren Gewissheit wurde als vorher. Dass bei der Ablagerung der Basalte, insbesondere bei denen, bei welchen das krystallinische Gefüge am meisten ausgebildet ist, die Hitze mehr oder minder betheiligt war, muss allerdings zugestanden werden; nur ist sie nicht vom vulkanischen Feuer, sondern vom Krystallisationsakte, der selbst gewaltige thermo-elektrische Prozesse mochte hervorgerufen

haben, ausgegangen. Hitze hatte also bei der Basaltbildung in vielen Fällen einen wichtigen Antheil, nur nicht als primäre Ursache, sondern als sekundäre Folge seines Bildungsprozesses.

Meine Ansichten über die Entstehung des Basaltes habe ich zuerst in den bayerischen Annalen vom Jahre 1833 ausgesprochen, damals war freilich die Zeitstimmung nicht darnach, ihr eine Anerkennung zu verschaffen; dass sie jedoch in jüngster Zeit Aussicht gewonnen hat eine solche zu erlangen, davon wird späterhin die Rede sein.

Die Theorie des Vulkanismus war jetzt auf ihren Höhepunkt gelangt und fand die allgemeinste Anerkennung; sie ging nunmehr auch in die Volksbücher über und gelangte dadurch zur weitesten Verbreitung. Um so mehr hielt man sich berechtigt auf die Einsprüche weniger Einzelner, wie z. B. von Keilhau, Kühn und mir, gar keine Rücksicht mehr nehmen zu dürfen. Die allgemeine Uebereinstimmung der Forscher hatte ja bereits in dieser Angelegenheit entschieden.

Indess gegen diese allgemeine Uebereinstimmung wurde auf einmal und ganz unerwartet ein Protest der gewichtigsten Art erhoben und zwar von dem als Mineralogen wie als Chemiker gleich berühmten Forscher, nämlich von Nepomuk Fuchs. Diesen Protest legte er nieder in seiner am 25. August 1838 in hiesiger Akademie gehaltenen Festrede, welche „über die Theorien der Erde“ handelte und die Wiederaufrichtung des Neptunismus vermittelst der Chemie zur Aufgabe hatte.

Fuchs war ein Schüler Werner's in Freiberg gewesen und dessen geognostische Vorträge hatten ihn lebhaft interessirt. Als dann im wilden Sturme das ganze Gebäude des grossen Meisters umgestürzt wurde und dabei nicht einmal die Fundamentalsätze der Chemie eine Berücksichtigung mehr fanden, wandte er sich, wie so viele Andere, mit Unwillen von diesem Gebahren ab und wollte von der ganzen Geologie nichts mehr wissen. Im Jahre 1826 wurde ich zum Erstenmale mit Fuchs bekannt; vom Jahre 1832 an, wo ich nach München berufen wurde, erfreute ich mich bis zu seinem Tode des freundschaftlichsten Verkehres mit diesem ausgezeichneten Manne. Seit meiner ersten Bekanntwerdung mit ihm wandte ich mich hinsichtlich meiner geologischen Discussionen an ihn, um über chemische Fragen Bescheid zu erlangen. Nur ungern ging er anfänglich darauf ein; nach und nach gewann er aber doch wieder Interesse an der Geogenie und endlich entschloss er sich seine Ansichten über die Bildung der Erde vom chemischen Standpunkte aus bekannt zu geben. Die Ueberraschung der Geologen war gross, als

auf einmal ihre ganze vulkanistische Theorie über den Haufen geworfen und der für abgethan gehaltene Neptunismus wieder auf den Thron gesetzt wurde. Ich habe nun zunächst die Theorie von Fuchs in ihren Hauptzügen zu skizziren, was auch schon deshalb nöthig ist, um dieselbe unmittelbar mit den in späterer Zeit aufgestellten andern chemischen Theorien vergleichen zu können.

Fuchs geht von der beiden Partheien gemeinsamen Annahme aus, dass die Erde sich im Anfange in flüssigem Zustande befunden hat. Aber schon die weitere Frage nach der Beschaffenheit des letzteren deckt die grosse Kluft zwischen beiderlei Ansichten auf: die Vulkanisten behaupten, er sei durch das Feuer, die Neptunisten durch das Wasser hervorgebracht worden.

Den Vulkanisten räumt hiebei Fuchs den grossen Vortheil ein, dass sie an dem Feuer ein Mittel haben, welchem die Möglichkeit, alle Körper in Fluss zu bringen, zugestanden werden muss. Indess nun erhebt sich doch gleich hiebei eine nicht geringe Schwierigkeit. In den gemengten Gebirgsarten liegen die verschiedenartigen Mineralien von den verschiedensten Graden der Schmelzbarkeit nicht nur nebeneinander, sondern zum Theil in- und durcheinander gewachsen, so dass ihre gleichzeitige Entstehung gar nicht zu verkennen ist. Wie lässt sich nun aber ein solches Verhalten denken, wenn Alles zu einer homogenen Masse zusammen geschmolzen war? Man hat zwar in Schmelzöfen manchmal mineralienähnliche Krystalle, aber niemals ein dem Granit ähnliches Gemenge hervorgehen sehen. Im Gegentheil, wenn der Granit geschmolzen gewesen wäre, so hätte sich — gemäss der sehr verschiedenen Schmelzbarkeit und Erstarrbarkeit seiner drei Gemengtheile — der Quarz zuerst absetzen müssen und erst lange nachher Feldspath und Glimmer. Da aber im Granit diese Mineralien nebst andern, die ihnen häufig beigesellt sind, nicht lagenweise gesondert, sondern miteinander verwachsen sind, so ist die Annahme einer feurigen Bildung rein unmöglich, und Fuchs erklärte es daher mit Bestimmtheit, dass schon an diesem Verhältnisse die vulkanische Theorie scheitern müsse. Nebenbei macht er aufmerksam, dass man im Granit noch keine Spur einer glasartigen Masse gefunden habe, während eine solche doch darin erwartet werden sollte, wenn er ein Product des Feuers wäre. Endlich bringt Fuchs noch einen andern gewichtigen Einwurf bei. Wäre nämlich anfänglich Alles zusammen geschmolzen gewesen, so hätte nothwendig der kohlensaure Kalk nicht bestehen können, sondern sich in kieselsauren verwandeln

müssen und wir würden kaum noch etwas von Quarz und Kalkstein antreffen. Da jedoch der kieselsaure Kalk zu den sparsam vorkommenden Mineralien gehört, so kann der Kalkstein nicht geschmolzen sein, er muss sich auf nassem Wege gebildet haben.

Aber auch den Neptunismus, wie ihn Werner und seine Schüler hingestellt haben, kann Fuchs nicht ohne Weiteres hinnehmen. Der Annahme, dass die Gebirgsmassen anfangs im Wasser aufgelöst waren, muss nämlich die Chemie widersprechen, denn ein grosser Theil derselben ist gar nicht oder so wenig löslich, dass schon für letztere mehr Wasser erforderlich gewesen wäre als dermalen noch vorhanden ist. Ein anderes Bedenken ergeben die gemengten Gebirgsarten wie z. B. der Granit, wenn auch aus einem andern Grunde als gegen den Vulkanismus geltend gemacht wurde. Die im Gemenge enthaltenen Mineralien haben nämlich verschiedene Grade der Auflöslichkeit und Krystallisirbarkeit, so dass sie sich hätten schichtenweise ablagern müssen und deshalb nicht durcheinander gewachsen sein könnten.

Nach dem eben Gesagten kann also weder der Vulkanismus mit seiner Annahme einer ursprünglichen allgemeinen Feuerflüssigkeit, noch der Neptunismus mit seiner Voraussetzung, dass Alles im Wasser aufgelöst war, zur Entwicklung einer Theorie der Erdbildung gelangen; schon der nächste Schritt, den der eine wie der andere thun wollte, würde ihm von der Chemie verwehrt. Es muss also noch etwas Drittes beigezogen werden, um den gesperrten Weg wieder frei zu machen. Für den Vulkanismus weiss jedoch Fuchs kein solches Mittel ausfindig zu machen; derselbe ist also von vorn herein abgewiesen. Etwas Anderes ist es dagegen mit dem Neptunismus, denn für diesen hat Fuchs einen Ausweg gefunden, aber einen solchen, den er erst selbst bahnen musste und zwar durch die von ihm aufgestellte Lehre des Amorphismus. Gemäss derselben können nämlich nicht bloss flüssige, sondern auch feste amorphe Körper unmittelbar krystallisiren, wobei es für die Umwandlung amorpher Körper in krystallinische sehr günstig ist, wenn sie von Wasser durchdrungen und in einen festweichen bildsamen Zustand versetzt werden. Demnach brauchte also im Anfange nicht die ganze Erdmasse im Wasser aufgelöst zu sein, sondern nur ein Theil derselben; für den andern genügte der amorphe festweiche Zustand, um bildungsfähig zu werden. Es fragt sich nun, was war aufgelöst und was war fest und nur von Wasser durchdrungen? Zur Beantwortung dieser Frage bieten sich uns zunächst als die wichtigsten Bestandtheile zwei

Säuren dar: die Kieselsäure (Kieselerde) und die Kohlensäure. Die erstere bildete theils für sich als gallertartige Substanz, theils mit den Basen vereinigt die unauflösliche Masse des Felsgebäudes im amorphen festweichen Zustande. Die andere eignete sich den Kalk an und machte die Hauptmasse des aufgelösten Theiles aus. Hiezu war aber das vorhandene Wasser vollkommen ausreichend, und die eine grosse Schwierigkeit, die sich dem Werner'schen Neptunismus als unübersteigliche Schranke entgegenstellte, ist durch Fuchs vollständig beseitigt worden.

Aber auch die andere Schwierigkeit, welche das Vorkommen gemengter Gebirgsarten verursachte, lässt sich nun mit Hilfe des Amorphismus aus dem Wege räumen. Indem nämlich sowohl die Kieselerde als der kohlensaure Kalk anfangs bloss eine festweiche plastische Masse darstellten, befanden sie sich in einem Zustande, in welchem allein sie geeignet waren, andere Gemengtheile zu tragen und zu Krystallen oder krystallinischen Körnern, wie z. B. im Granit, ausbilden zu lassen.

Die weitere Auseinandersetzung der Theorie von Fuchs gehört nicht mehr hieher; das Mitgetheilte genügt, um zu beweisen, das die vulkanistische Annahme eines feuerflüssigen Zustandes unsers Planeten es zu keiner Entwicklung einer Theorie der Erdbildung zu bringen vermag und dass man zu einer solchen nur auf dem von Fuchs gezeigten neptunischen Wege gelangen kann. Ehe ich jedoch den Erfolg schildere, den die Theorie des Letzteren bei den Geologen hatte, muss ich auf einen andern Koryphäen der Mineralogie hinweisen, der auf einem ganz verschiedenartigen Wege gleichwohl zu einem ähnlichen Resultate wie Fuchs gelangte: ich meine Mohs und beziehe mich auf sein Lehrbuch betitelt: „Die ersten Begriffe der Mineralogie und Geognosie. II. Theil. Geognosie.“ Wien 1842.

Dieses Lehrbuch ist sowohl in formaler als materialer Beziehung ein wahres Meisterstück. Es zeichnet sich schon gleich aus durch seine grosse Klarheit, scharfe Unterscheidung und eine strenge logische Methode, die, ohne sich von Nebendingen beirren zu lassen, aus den festgestellten Vordersätzen mit mathematischer Sicherheit die Consequenzen zieht. Mohs stellt keine Hypothesen auf; er hält sich lediglich an die Thatsachen, wie sie die Gebirgswelt darbietet und schliesst sogar die Chemie bei seinen Betrachtungen aus. Er ist kein unbedingter Anhänger von Werner's Ansichten von der Gebirgsbildung, im Gegentheil bestreitet er diese in vielen Stücken, aber noch weniger ist er ein Freund der modernen vulkanistischen Anschauungen. Die Unhaltbarkeit der letztern

sowohl bezüglich ihrer logischen Widersprüche als bezüglich ihrer Unvereinbarkeit mit sicher ermittelten Thatsachen weist er auf's Evidenteste nach, und zeigt an zahlreichen und schlagenden Beispielen, dass der herrschenden Theorie zu ihrem dauerhaften Bestande nur Eines fehle: die Uebereinstimmung mit der Erfahrung. Wenn diese eminente Arbeit von Mohs bei uns wenig bekannt geworden ist, so ist diess, weil sie, wenigstens anfänglich, nicht in den Buchhandel gelangte, vollkommen zu entschuldigen; dagegen ist es höchst befremdlich, dass sie auch bei den österreichischen Geologen, bei denen sie doch viel verbreitet sein muss, fast gar nicht in Berücksichtigung kommt. Nun sind zwar dermalen die meisten derselben eifrige Anhänger des Vulkanismus und Plutonismus und können daher an der Tendenz und dem Schlussresultate von Mohs keine Freude haben; aber man hätte doch erwarten sollen, dass sie, ehe sie sich unbedingt den modernen Ansichten zuwendeten, vorher den Versuch unternommen hätten, die Argumentation von Mohs zu entkräften. Ich kenne keinen solchen Versuch, bin aber auch nicht zweifelhaft darüber, wie derselbe ausfallen würde.

So haben denn Fuchs und Mohs, beide unabhängig von einander und auf verschiedenem Wege, die Unhaltbarkeit der vulkanistischen Theorie dargethan und ich fahre fort zu zeigen, mit welchem Erfolge. Dass wegen äusserlicher Umstände die Mohs'sche Arbeit keinen sonderlichen Success haben konnte, ist bereits erwähnt worden; etwas Anderes ist es mit der von Fuchs. Ihr nächstes Resultat war, die vulkanistische Schule in grosse Verlegenheit zu bringen, besonders deshalb, weil sie sich auf dem Gebiet der Chemie bewegte, auf welchem viele Geologen nicht folgen, wenigstens nicht entgegnen konnten. Es versuchte zwar Berzelius ihnen zu helfen, indem er mehrere Augumente von Fuchs als unhaltbar bestritt; indess es fiel Letzterem nicht schwer, die Unstatthaftigkeit der Einwürfe des Ersteren nachzuweisen. Somit stand die Sache wieder auf dem alten Fleck. Mittlerweile hatte aber auch Schafhäutl[6] noch von andern Punkten aus die modernen geologischen Theorien angegriffen und dadurch den Ansichten von Fuchs eine gewichtige Stütze bereitet. Ich selbst habe dann in meiner „Geschichte

---

(6) In seiner an der hiesigen Akademie gehaltenen Festrede: „Die Geologie in ihrem Verhältnisse zu den übrigen Wissenschaften.“ München 1843, so wie in andern Abhandlungen.

der Urwelt," 1845, in dem Abschnitte: Geschichte der Erdbildung, alle Belege zusammen gestellt, denen gegenüber die vulkanistische Theorie nicht mehr haltbar sein kann, sondern nur die neptunistische, in der Modifikation und Ausprägung, wie sie ihr von Fuchs gegeben worden ist.

Indess die Stimmführer der modernen Geologie liessen sich gleichwohl durch alle diese Einreden in ihren Doktrinen nicht irre machen, ja die meisten nahmen nicht einmal Notiz davon. Selbst A. v. Humboldt hat in seinem Kosmos (erstem Bande 1845), wo er die Geologie behandelt, dem Vulkanismus unbedingte Anerkennung geschenkt und dabei die ganze Reihe von Thatsachen, welche diesem widerspricht, nebst der ganzen Literatur, die gegen die vulkanistische Doktrin gerichtet ist, vollständig ignorirt. Sogar die Buch'sche Dolomitisirungs-Hypothese wird noch zu halten versucht, wenn gleich, wie es scheint, mehr aus Rücksicht auf ihren Urheber als auf die der Thatsachen.

Noch erspriesslichere Hilfe leistete aber den Vulkanisten Fournet (im Jahre 1844), wenn auch nicht für ihr ganzes System, doch wenigstens für einen Hauptpunkt desselben. Fuchs hatte sich, wie vorhin angeführt, auf die weit auseinander liegenden Grade der Schmelzbarkeit und Erstarrung der Gemengtheile des Granits berufen und damit dessen schmelzflüssigen Ursprung bestritten. Dieser Einwurf war für die Vulkanisten um so misslicher, als Berzelius bei seinen Einwendungen gegen die Theorie von Fuchs über diesen Punkt mit Stillschweigen hinweg gegangen war und daraus mit Recht gefolgert werden musste, dass er dessen Widerlegung für unmöglich hielt. Indess das Unmögliche glaubte Fournet durch Aufstellung seiner Hypothese von der Ueberschmelzung (surfusion) möglich machen zu können, indem er versicherte, dass vermöge dieses Prinzipes es beim Schmelzflusse dem Quarz gestattet war, längere Zeit in einem gewissen Zustande der Weichheit zu verharren, während leichter flüssige Mineralien ihm in der Reihe der Erstarrung vorangingen. Mit dieser Annahme war demnach die Möglichkeit der Bildung des Quarzes und des Granits auf feurigem Wege gesichert.

Obwohl nun v. Kobell und Schafhäutl sich gleich nach der Bekanntgabe der Surfusions-Lehre gegen dieselbe erklärten, letzterer insbesondere sie als gänzlich irrig nachwies, so war sie doch den vulkanistischen Geologen viel zu erwünscht gekommen, als dass sie nicht den Protest der Chemiker hintangesetzt und weit lieber die Versicherung

Fournet's, dass seine Hypothese nicht von der Beschaffenheit sei durch irgend einen Einwand entkräftet zu werden, im getrosten Glauben hingenommen hätten. Hiebei ereignete sich nun aber ein wahrhaft tragikomisches Missverständniss. Fournet hatte seine Surfusions-Hypothese einestheils auf die vom Wasser, Schwefel und Phosphor gemachten Erfahrungen, anderntheils auf die von Gaudin mit dem Quarz angestellten Schmelzversuche begründet, gemäss welcher die krystallinische Kieselerde die Eigenschaft besitzen soll, nach dem Schmelzen längere Zeit in einem zähweichen Zustande zu verharren und in Fäden ausziehbar zu sein, ohne zu erstarren. Fournet hatte die Versuche von Gaudin nicht wiederholt, er bezieht sich lediglich auf dessen Autorität. Da mir nun die berichteten Resultate höchst unglaublich erschienen, so suchte ich den Originalbericht von Gaudin auf, um mich doch selbst zu überzeugen, ob Fournet richtig referirt habe. Zu meinem nicht geringen Befremden ersah ich aber, dass letzterer jenen Bericht ganz missverstanden hat. In dem höchst summarisch gehaltenen Rapport ist nämlich bloss von dem Verhalten der Kieselerde „unter dem Einflusse des Sauerstoffgas-Gebläses" die Rede. Ueber ihr Verhalten ausserhalb des Bereiches von letzterem wird nichts weiter gesagt als dass, wenn man einen Tropfen geschmolzener Kieselerde in's Wasser fallen lässt, derselbe hart wie Stahl wird. Dagegen findet sich in Gaudin's Bericht kein Wort darüber, dass nachdem die geschmolzene Kieselerde dem Feuer entrückt ist, dieselbe vor dem Erstarren noch längere Zeit im zähweichen und bildsamen Zustand verharren könne. Diese Behauptung Fournet's beruht lediglich auf gröblichem Missverständnisse des Berichtes von Gaudin. Dass dem in der That so ist, beweisen ausserdem die zahlreichen Versuche von Schafhäutl, welcher dargethan hat, dass allerdings der Quarz in der Flamme des Knallgas-Gebläses sich schmelzen und in Fäden ziehen lässt, dass aber der feinste Faden im Augenblick, wo er dieser Einwirkung entrückt wird, vollkommen starr ist[7]. Wobei nicht zu vergessen, dass geschmolzene Kieselerde bei dem Erstarren nicht in den krystallinischen Zustand mit der Dichtigkeit 2,6 zurückkehrt, sondern amorph wird mit der Dichtigkeit von nur 2,2.

Somit ist denn die berühmte Theorie von der Surfusion — wenigstens in so weit als sie den Quarz betrifft — nicht, wie Fournet rühmt,

---

(7) Vergl. meine Geschichte der Urwelt 2. Aufl. I. S. 68.

nunmehr „zum Range der geologischen Wahrheiten erhoben", sondern als Erzeugniss eines kläglichen Missverständnisses abzuweisen [8].

Wenn schon in Deutschland die Einreden gegen den Vulkanismus wenig Anklang fanden, so ist es nicht zu verwundern, dass diess noch weniger im Auslande der Fall war. Insbesondere hat Lyell in seinen berühmten Principles of Geology, die fortwährend neue Auflagen erleben, dem Plutonismus den nachhaltigsten Einfluss bei der Gebirgsbildung zugesprochen und damit die allgemeinste Anerkennung gefunden [9]. Die meisten Geologen wandeln noch bis heute in seinen Fusstapfen; die Einen in gänzlicher Sicherheit, weil sie von den neptunistischen Ein-

---

(8) Nachdem die angebliche Ueberschmelzung des Quarzes durch das Experiment als ein Unding dargethan worden ist, ist die Widerlegung des andern, von dem Verhalten des Wassers, Schwefels und Phosphors hergenommenen Grundes — nämlich längere Zeit im flüssigen Zustande unter der Temperatur ihres Schmelzpunktes aushalten zu können — völlig überflüssig. Aber darauf soll bei dieser Gelegenheit aufmerksam gemacht werden, mit welcher Willkühr Analogien gezogen werden zwischen Körpern, die, wie die eben angeführten, sich so durchaus verschiedenartig von der Kieselsäure verhalten.

(9) Mit grossem Nachdruck hat sich Volger (Mittheilungen aus der Werkstätte der Natur 1. S. 16) gegen Lyell's Plutonismus in folgender Stelle erklärt, zu deren Verständniss zu bemerken ist, dass dieser von der Ansicht ausgeht, dass in der Urzeit keine andern Kräfte gewirkt haben als die noch jetzt thätigen. „Da noch niemals", sagt Volger, „Jemand irgendwo ein sogenanntes plutonisches Gestein nach Art vulkanischer Laven hat entstehen sehen, so hätte Lyell der Unterstellung einer solchen Entstehungsweise, nach seinen eigenen Grundsätzen, entsagen müssen. Dieses hat er keineswegs gethan: die plutonischen Gesteine spielen bei ihm ganz dieselbe Rolle wie bei andern Plutonisten. Lyell ist aber selbst Plutonist geblieben, obgleich er es nie hätte werden dürfen, und auch trotzdem, dass der heutige Zustand der Wissenschaft Niemanden, der es war, mehr gestattet, es zu bleiben. Die Chemie weist nach, dass die „„plutonischen"" Gesteine unmöglich durch Erstarrung einer Schmelzmasse entstanden sein können. Aber obendrein weist die Untersuchung der Entwicklungsgeschichte der einzelnen Mineralien, aus welchen jene Gesteine bestehen, eine gänzlich andere Entstehungsweise für dieselben nach. Der Plutonismus ist ebenso unzulässig als er überflüssig ist."

sprüchen nichts wissen, die Andern in vergeblicher Abmühung sich deren zu erwehren.

Indess ohne Erfolg ist der Widerspruch, der von neptunistischer Seite gegen die dominirende Schule erhoben wurde, doch nicht geblieben. Zunächst hat jene an G. Bischof in seinem ausführlichen Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie (1847 bis 1854) einen ausgezeichneten Mitstreiter gewonnen. Gleich Fuchs die Verhältnisse der Gebirgswelt mit der Fackel der Chemie beleuchtend, ist er, der früher selbst Plutonist war, zur Ueberzeugung gekommen, dass die vulkanistischen Anschauungen von der Entstehung der Felsarten mit den chemischen Erfahrungen durchaus nicht in Uebereinstimmung gebracht werden können. So hat sich ihm zuletzt das Schlussresultat herausgestellt, dass allen Gebirgsarten die vulkanische oder plutonische Entstehungsweise abzusprechen ist, mit Ausnahme der basaltischen und trachytischen Formationen. Da jedoch auch bei letzteren gewisse Erscheinungen, insbesondere die Basaltausläufer im Nebengestein, sich zeigen, durch welche Bischof bedenklich gemacht wurde, der gewöhnlichen Meinung über ihre feurige Entstehung unbedingt zu huldigen, so dachte er bereits an die Möglichkeit, für sie auch noch eine andere Bildungsweise zu ermitteln. So ist denn Bischof über die Genesis der Gebirgsarten zu einem ähnlichen Resultate gelangt, wie es schon früher von Fuchs, Schafhäutl und mir ausgesprochen wurde.

Mittlerweile war von meiner „Geschichte der Urwelt“ eine zweite Auflage nöthig geworden, die im Jahre 1857 erschien und mir eine erwünschte Gelegenheit darbot meine frühere Erörterung der Erdbildung zu ergänzen und zu erweitern. Bezüglich der Betheiligung der Chemie auf diesem Gebiete konnte ich mich nun auch auf die wichtigen Deduktionen von Bischof berufen, und hinsichtlich der petrographischen Verhältnisse und der aus ihnen abzuleitenden Folgerungen gewährte mir das Lehrbuch von Mohs, das mir bei der ersten Auflage meines Werkes noch ganz unbekannt geblieben war, die nachhaltigste Unterstützung, von der ich um so mehr Gebrauch machen konnte, da ich in den Hauptpunkten mich mit ihm in völliger Uebereinstimmung befand. Während ich aber in der ersten Auflage mich bloss auf die Geogenie beschränkt und die Charakteristik der Felsarten übergangen hatte, zog ich jetzt auch diese herbei, denn ich hatte in der Zwischenzeit die Nothwendigkeit erkannt, das thatsächliche Verhalten der Gebirgsarten, das durch vulkanistische Anschauungen vielfach alterirt dargestellt worden war,

wieder in's rechte Licht zu setzen und dadurch die falschen Folgerungen, die aus ihnen gezogen worden waren, zu beseitigen. Das Schlussresultat, das sich mir schon in der ersten Auflage über die Erdbildung ergab und zur Wiederaufrichtung des Neptunismus führte, ist auch in der neuen Auflage unverrückt dasselbe geblieben, nur dass ich ihm jetzt, nach Beiziehung der gewonnenen neuen Erfahrungen, noch ungleich mehr Stützpunkte als früherhin gewähren konnte.

Ob die Publikation der zweiten Auflage meiner Geschichte der Urwelt bei den Geologen eine bereitwilligere Aufnahme finden wird als die erste, wird die Folgezeit lehren. Dass ich einigen Grund habe eine solche Hoffnung zu hegen, rührt zunächst davon her, dass seit ihrer Veröffentlichung von zwei der berühmtesten Chemiker, nämlich von H. Rose und Delesse, Arbeiten erschienen sind, die gerade in Hauptpunkten den bisherigen vulkanistischen Ansichten sich ebenso gewichtig entgegenstellen als sie den von mir vertretenen neptunistischen zur Stütze gereichen. Ueber diese Arbeiten habe ich daher umständlicher zu berichten.

Zuerst wende ich mich an die Abhandlung von Heinrich Rose: „über die verschiedenen Zustände der Kieselsäure" (Poggend. Annalen Bd. 68 S. 147), in soweit sie auf Geogenie Bezug hat. Bekanntlich hat Fuchs seine Theorie der Erdbildung hauptsächlich auf die Eigenschaften der Kieselsäure (Kieselerde) begründet, mit deren Studium er sich sein ganzes Leben hindurch beschäftigt hatte. Von ihm rührt unter andern der Nachweis her, dass sie sowohl im krystallinischen als amorphen Zustande in der Natur auftritt und darnach zwei verschiedene Mineralspezies: Quarz und Opal bildet, die sich in ihrem physikalischen und chemischen Verhalten wesentlich voneinander unterscheiden. Die Untersuchungen von Fuchs hat H. Rose wieder aufgenommen, sie in allen ihren Theilen bestätigt, zugleich aber auch weiter fortgebildet. Wie jener unterscheidet er in gleichem Sinne zwischen krystallinischer und amorpher Kieselerde; erstere mit dem specifischen Gewicht von 2,6, letztere mit dem von 2,2 bis 2,3. Dann zeigt Rose, dass man die Kieselsäure im krystallisirten Zustande von der Form des Bergkrystalls künstlich darzustellen vermöge, aber nur auf nassem Wege. Dagegen sei es nicht gelungen, krystallisirte oder krystallinisch-dichte Kieselsäure durch Schmelzung zu erhalten, obgleich manigfaltige Versuche darüber angestellt worden seien. Auf dem Wege der Schmelzung erlange man nur eine vollkommen amorphe Kieselsäure von dem specifischen

Gewicht 2,2; von einer solchen geringen Dichtigkeit finde man aber keine krystallinische Kieselsäure in der Natur, namentlich nicht im Granit [10].

Von seinen Betrachtungen über die Kieselerde macht dann H. Rose Anwendung auf die Hypothesen über die Entstehung des Granits. Er zeigt zunächst, dass Feldspath und Glimmer sowohl auf nassem als feurigem Wege hervorgebracht werden könne, dass aber der auf vulkanischem entstandene Glimmer sich wesentlich unterscheide von dem, welcher im Granit vorkommt. Wenn also schon dieses Verhalten der genannten Silikate für eine Bildung des Granits auf nassem Wege spreche, so sei diess noch weit mehr mit dem Quarze der Fall, bezüglich dessen Rose folgende Argumente zu Gunsten des neptunischen Ursprunges des Granits aufführt.

1) Die krystallisirte Kieselsäure, wie sie im Granit enthalten ist, kann nur mit Hilfe des Wassers dargestellt werden; dagegen ist die geschmolzene Kieselerde amorph und kommt nicht im Granit vor.

2) Der Quarz im Granit scheint nach allen Wahrnehmungen meist später als der Feldspath krystallisirt zu sein und gleichsam nur die Räume ausgefüllt zu haben, welche die andern Gemengtheile des Granits übrig gelassen. Man hat diess schon oft bemerkt und mehrmals darauf hingewiesen, dass diese Thatsache nicht für die plutonische Bildung des Granits spricht, da von allen Gemengtheilen desselben der Quarz der am schwerschmelzbarste ist und sich daher aus der geschmolzenen

---

(10) H. Rose macht hiebei folgende Bemerkung. „Man könnte vielleicht annehmen, dass die geschmolzene Kieselsäure durch sehr allmähliches Erkalten in den krystallisirten Zustand, wie sie sich im Granit findet, übergegangen sei oder auch durch eine langdauernde erhöhte Temperatur, bei welcher sie aber nicht zum Schmelzen kommen konnte, wie das Glas, dem die Kieselsäure in sofern ähnlich ist, als es auch beim Schmelzen eine teigige Masse bildet. Es ist diess aber unwahrscheinlich. Wenn auch der Granit bei seinem Erstarren aus dem geschmolzenen Zustande durch eine äusserst allmähliche Abkühlung erkaltet sein sollte, so konnte diess doch bei den ungeheuern Massen der Gebirgsart nicht so vollkommen gleichförmig geschehen, dass nicht an einigen Stellen sie etwas rascher hätte erfolgen müssen. Aber nirgends, auch nicht da, wo eine schnellere Abkühlung hätte stattfinden können, findet man meines Wissens im Granite eine Kieselsäure von der Dichtigkeit 2,2.“

Masse zuerst durch Krystallisation ausgeschieden haben müsse, was aber offenbar meistentheils mit dem Feldspath und nicht mit dem Quarz der Fall gewesen ist. Nur bisweilen findet sich krystallisirter Quarz in Feldspath eingewachsen, wie z. B. im Granit des Prudelbergs und im Granit des Brocken [11].

3) Durch die Annahme einer Bildung des Quarzes auf nassem Wege fallen alle Widersprüche fort, welche bei der Ansicht von der plutonischen Entstehung schwer und nur gezwungen zu heben sind. Die Bergkrystalle schliessen bisweilen, ausser Wasser oder anderen flüchtigen Flüssigkeiten, Eisenoxydhydrat, kohlensaures Eisenoxydul und mehrere Substanzen ein, welche wie schon Sénarmont richtig bemerkt, gleichsam als Zeugen seines Ursprungs auf nassem Wege gelten können. Der Rauchtopas verdankt seine dunkle Farbe kleinen Mengen flüchtiger oder leicht oxydirbarer, wahrscheinlich kohlenhaltiger Substanzen und verliert sie beim Glühen.

4) Sollte der Granit im geschmolzenen Zustand gewesen sein, so ist es schwer zu erklären, wie neben einem sehr basischen Silikate, dem Glimmer, sich habe reine Kieselerde als Quarz ausscheiden können. Auf nassem Wege indessen können beide sehr gut und nacheinander entstanden sein, da auf solchem die Kieselsäure bei gewöhnlicher Temperatur fast gar nicht als Säure wirkt und den schwächsten Säuren, namentlich der Kohlensäure, und dem Wasser an Stärke der Verwandtschaft nachsteht.

5) Man hat in solchen Fällen durch eine äusserst langsame Erkaltung die Ausscheidung der verschiedenen Gemengtheile des Granits er-

---

(11) Bezüglich der Ausrede mit der Surfusion äussert sich H. Rose folgendermassen. „Um die plutonische Bildung des Granits gegen die Einwendungen, die man aus dem Vorkommen des Quarzes im Granite hergeleitet hatte, zu vertheidigen, nahm man desshalb an, dass nach dem Schmelzen der Quarz weit unter seinem gewöhnlichen Erstarrungspunkte unter Umständen flüssig bleiben oder einen gewissen Grad der Weichheit und Biegsamkeit behalten könne und Fournet gründete darauf seine Theorie der Ueberschmelzung (surfusion). Von dieser hat indess schon Durocher bemerkt, dass durch sie die Thatsachen nicht gut erklärt werden können, indem der Unterschied in der Schmelzbarkeit zwischen Feldspath und Quarz wohl 1000° beträgt und ein solcher Unterschied im Schmelzpunkt und Erstarrungspunkte nicht füglich stattfinden kann.“

klärt. Dann wäre der Quarz, ungeachtet er von letzteren am schwersten schmelzbar ist, am längsten flüssig geblieben, hätte also zuletzt gleichsam die Mutterlauge gebildet, welche gewöhnlich von den Bestandtheilen, die sich früher durch Krystallisation ausgeschieden haben, Reste zurückbehält. Der Quarz im Granit ist aber von einer merkwürdigen Reinheit.

6) Das Aeussere des Granits hat wenig Aehnlichkeit mit dem einer geschmolzenen Masse, welche durch sehr langsame Abkühlung krystallinisch geworden ist, wie z. B. mit dem sogenannten entglasten Glase. Es ist bisher nicht geglückt durchs Schmelzen selbst grösserer Mengen von Granit eine geschmolzene Masse hervorzubringen, in welcher durch langsames Erkalten krystallinische Substanzen sich ausgeschieden hätten. Man hat immer obsidianartige Massen erhalten.

Man sieht, dass die von Rose aufgestellten Argumente gegen die Bildung des Granites auf feurigem Wege in der Hauptsache mit denen von Fuchs übereinstimmen, wodurch diese also eine neue Bekräftigung erlangt haben. Dabei macht Rose bemerklich, dass es ihm nicht darum zu thun gewesen sei, eine Hypothese über die Granitbildung aufzustellen, sondern nur vom chemischen Standpunkte aus auf die Schwierigkeiten aufmerksam zu machen, die einer Entstehung des Granits durch Schmelzung entgegen stehen. Es ist möglich, setzt er hinzu, „dass diese Schwierigkeiten gehoben werden können, und dass vielleicht nach späteren Erfahrungen der Ansicht von der plutonischen Entstehung des Granits auch von chemischer Seite nichts entgegensteht. Wenn es z. B. gelingen sollte, durch Schmelzen eine krystallisirte Kieselsäure von der Dichtigkeit 2,6 hervorzubringen, so wäre der Hauptgrund gegen die plutonische Bildung des Granits widerlegt. Bei dem jetzigen Standpunkt der Wissenschaft aber kann der Chemiker eine plutonische Entstehung des Granits nicht für wahrscheinlich halten.“

Rose macht also eine Concession zu Gunsten der Plutonisten, indem er die Möglichkeit einräumt, dass immerhin noch in der Zukunft ein Weg ausfindig gemacht werden könnte, auf welchem auch aus dem Schmelzflusse krystallinische Kieselerde (Quarz) sich ausscheiden liesse. Diese Möglichkeit muss allerdings zugestanden werden, aber ihre Wahrscheinlichkeit ist nach allen bisherigen Erfahrungen äusserst gering, fast hoffnungslos. Damit wäre aber nur einer der Punkte gegen die plutonische Bildung des Granits beseitigt und zwar lediglich derjenige,

auf welchen Fuchs gar kein Gewicht legte und ihn desshalb nicht einmal mit aufführte. Alle Argumente von Fuchs und eben so die übrigen von Rose würden demnach auch dann noch in voller Kraft bleiben. Nimmt man ferner hinzu, dass, wie ich in meiner Geschichte der Urwelt gezeigt habe, der Granit in seinem ganzen Verhalten zu den angrenzenden Gebirgsarten nicht den Charakter eines plutonischen, sondern eines neptunischen Gebildes bewährt, so stimmen alle Erfahrungen darin überein, dass der Granit durchaus den letzteren anzureihen ist.

Rose zieht aber aus seinen vorhergehenden Betrachtungen noch weitere Folgerungen, nämlich „dass andere Gebirgsarten, welche Quarz enthalten, denen oft noch allgemeiner als dem Granit ein plutonischer Ursprung zugeschrieben wird, wie z. B. den quarzführenden Porphyren und Trachyten, ebenfalls nicht durch Schmelzung entstanden sein können.“ — Diesen Satz habe ich schon im Jahre 1845 ausgesprochen, indess zum erstenmal finde ich denselben auch von einem auswärtigen Chemiker anerkannt. Was aber für die quarzführenden Porphyre und Trachyte gilt, muss auch auf die quarzführenden Grünsteine und Melaphyre passen. Da nun die quarzfreien Gesteine dieser Kategorie häufig in unmittelbarer Verbindung mit den quarzführenden vorkommen, also beide gleichartiger und gleichzeitiger Entstehung sein müssen, so folgt von selbst hieraus, dass was von dem Bildungsmodus der letzteren gilt, auch auf die ersteren überzutragen ist. Damit wären also fast alle sogenannten plutonischen Gebirgsarten dem plutonischen Gebiete entzogen, ja nach Rose's eignen Angaben sogar ein Theil der sogenannten vulkanischen Gebilde im engeren Sinne, nämlich der Trachyt, wenigstens in seinen quarzführenden Abänderungen. Dieses Zugeständniss ist grösser als ich es hätte erwarten können, kann aber bei einer consequenten Schlussziehung auch gar nicht anders ausfallen

Ich gehe nun über zu der Erörterung der in hohem Grade wichtigen „Untersuchungen über die Entstehung der Gesteine“ von Delesse [12], wobei er sich auf die sogenannten Eruptivgesteine (Ausbruchsgesteine) beschränkt. Bei der Bedeutsamkeit dieser Untersuchungen, die häufig den gewöhnlichen plutonistischen Ansichten geradezu widersprechen, erfordern sie eine etwas ausführlichere Besprechung.

---

(12) Bullet. de la soc. géol. de France XV. p. 728; daraus in der Zeitschrift d. deutsch. geolog. Gesellsch. XI. (1859) S. 310.

In den vorläufigen Betrachtungen macht Delesse zuvörderst darauf aufmerksam, dass ein und dasselbe Material bald wässerigen, bald feurigen Ursprungs sein könne, was leicht einzusehen sei, da die chemischen oder molekulären Thätigkeiten, durch welche eben die Mineralien erzeugt werden, in Gegenwart sowohl der Hitze als des Wassers ihr Wesen treiben. Er erinnert dann daran, dass die Bezeichnung einer Felsart als feurigen oder wässerigen Ursprungs nicht genau sei, indem damit nicht gesagt werden soll, dass die eine nur durch die Wärme, die andere nur durch das Wasser bildsam gemacht worden sei, sondern es soll damit nur das Hauptmittel der Bildung bezeichnet werden. Unter den Eruptivgesteinen unterscheidet er 3 Gruppen, je nachdem jene feuriger, scheinbar feuriger oder nichtfeuriger Entstehung sind. Ich will zuerst nur die Hauptpunkte kurz hervorheben, ohne Bemerkungen beizufügen, was ich mir zum Schluss des Referates vorbehalte.

1. Gesteine feurigen Ursprungs. Durch die Wärme geschmolzen oder wenigstens bildsam gemacht, daher fast immer wasserfrei, dabei zellig, rauh und ihre Mineralien mit deutlichem Glasglanz; häufig sind sie von Schlacken begleitet. Diese Gesteine betrachtet man als vorzüglich vulkanisch und oft sogar sind sie wirklich Laven. Die entgegengesetzten Hauptbilder sind Trachyt und Dolerit, „deren Ursprung sicher ist, da wir sie sich in noch brennenden Vulkanen bilden sehen.“

Der Trachyt kann, wo er Kuppeln, Kegel und grosse Massen bildet, nicht flüssig gewesen sein, sondern fest oder durch Wärme nur erweicht. Wo er dagegen Gänge, Ströme oder Lager darstellt, war er sehr flüssig. Von Auswurfskegeln zeigt er keine Spur. Das Nebengestein lässt keine Spur von Wärme wahrnehmen, doch war es nicht immer stark erhitzt. Wird der Trachyt reich an Quarz, so verschwinden die übrigen Eigenthümlichkeiten und es entwickelt sich ein unmerklicher Uebergang in Porphyr und alles lässt dann glauben, dass die Wärme bei dieser Bildung von immer geringer werdender Bedeutung gewesen sei.

Der Dolerit hat sein Nebengestein mehr oder minder durch Wärme verändert. Ueber seine Bildung kann kein Zweifel sein, da er von mehreren brennenden Vulkanen ausgeworfen ist; so z. B. enthält die Lava des Aetna Labrador und Augit, die des Vesuvs Leucit, Augit und Olivin. Auf ihn ist ganz besonders die Bezeichnung als Lava anzuwenden, welche man auch verschiedenen vulkanischen Gesteinen beilegt.

2. Gesteine nur scheinbar feurigen Ursprungs. Verflüssi-

gung theilweise feurig, theilweise wässrig; Wasser, Wärme und vielleicht auch Druck trugen miteinander bei, sie bildsam zu machen. Stets wasserhaltig, oft zellig, ihre Mineralien nur mit schwachem Glasglanz; gewöhnlich mit den Feuergesteinen vergesellschaftet, zumal in vulkanischen Gegenden sich einstellend.

Der Pechstein tritt mitunter sehr sonderbar auf, indem er mit seinem Nebengestein nach und nach verschmilzt, andererseits auch in geschichtete und Versteinerungen führende Gesteine übergeht. Der gangförmige Pechstein hat sehr merkliche Umwandlungen bewirkt, doch mochte dabei die Hitze nicht sehr gross sein, da er sich zu gleicher Zeit und unter gleichen Bedingungen bilden konnte wie Quarzporphyr, der keine feurige Entstehung hatte.

Klingstein und Pechstein stellen nur zwei verschiedene Zustände gewässerten Trachyts dar. Ist der Klingstein auch kein eigentliches Feuergestein, so hat doch die Wärme sicher zu seiner Bildung beigetragen.

Der Basalt unterscheidet sich vom Dolerit durch die Gegenwart von Wasser und flüchtigen Stoffen. Zuweilen ist er zellig und geht in wirkliche Schlacke über, bleibt aber immer durch seinen grössern Wassergehalt von den durch brennende Vulkane ausgeworfenen Schlacken unterscheidbar. Auf Lagern ist seine Einwirkung auf das Nebengestein unbedeutend, oft gar nicht vorhanden, Zeichen wenig erhöhter Wärme. Auf Gängen wirkte er kräftiger; hier war also die Wirkung des Wassers durch hohe Wärme unterstützt. Wo er einzelne Kegelberge bildet, konnte seine Flüssigkeit nur gering sein; manchmal war er vielmehr sehr zähe und halbfest. In Gängen und Lagern musste er dagegen sehr flüssig sein. Alle Eigenthümlichkeit des Basaltes zeigen demnach, dass sein Ursprung ein gemischter war, dass Wasser und Wärme zusammen sich bei seiner Bildung betheiligten. Wahrscheinlich befand er sich in einem Zustand wässriger Verflüssigung. Die Hitze war hoch genug, um die Entwicklung von Olivin und Augit zuzulassen, genügte indess doch nicht, Wasser und flüchtige Stoffe gänzlich auszutreiben.

Der Trapp geht in Basalt über, doch mag seine Entstehung bei geringerer Hitze erfolgt sein. Er scheint in der Gestalt eines Mörtels oder schlammigen Teiges sich befunden zu haben.

3. Ausbruchsgesteine nichtfeurigen Ursprungs, den plutonischen Felsarten Lyell's entsprechend. Die Masse nicht mehr zellig, ihre Mineralien zeigen nicht mehr Glasglanz und begleiten nicht mehr

vulkanische Gebilde. Wahrscheinlich erhielten sie ihre Bildsamkeit durch Wasser und Druck, während die Wärme nur in zweiter Reihe thätig war.

Der Granit sondert sich bisweilen in Säulen ab, was auch beim Gipse und andern Gesteinen unzweifelhaft wässeriger Bildung der Fall ist und nur ein Zeichen gleichmässiger Zusammenziehung (keineswegs nothwendige Folge der Abkühlung) ist, wie sie durch Austrocknung und molekulare Bewegungen hervorgerufen werden kann. Von den drei Gemengtheilen des Granits kann der Quarz nur auf nassem Wege entstanden sein ; Feldspath und Glimmer entstehen zwar auf beiderlei Wegen, aber ihr Verhalten im Granite spricht nur für den nassen. Die Gänge, welche der Granit bildet, wechseln von sehr weiten Grenzen bis zum kaum Sichtbarbleiben; „solche feine Adern in Feldspathgesteinen können nicht durch Einspritzung, sie müssen durch Ausscheidungen von ihren Wandungen her erfüllt sein.“ Nirgends zeigen sich Spuren feuriger Schmelzung, die man dem Granite zuschreiben könnte. Hat demnach das Wasser diese Gesteine nicht geradezu abgesetzt, so war es doch bei ihrer Bildung in bedeutender Weise thätig. Schafhäutl u. A. nehmen für den Granit einen Zustand gewässerten oder durch Wasser erweichten Breies an, was auch für Delesse „höchst wahrscheinlich“ ist. Nach seiner Meinung zeigt der Granit kein Merkmal eines Feuergesteines. „Zur Ausbildung seiner Mineralien genügte eine eben nur bildbare Beschaffenheit seiner Masse; ja nach manchen Erscheinungen (Auftreten in Kuppeln und gezähnten scharfen Spitzen) konnte er selbst im beinahe festen Zustande krystallisiren. Die Bildsamkeit wurde herbeigeführt durch Wasser, unterstützt von Druck, so wie auch von Wärme, jedoch nur von einer sehr mässigen und nicht bis zum Rothglühen steigenden.“

Der Diorit ist, unter einer nur nebensächlichen Betheiligung der Wärme, durch Wasser und Druck erzeugt worden.

Beim Serpentine sind die Wirkungen der Wärme fast ganz verschwunden, so dass nur noch Wasser und Druck seine Bildsamkeit haben hervorbringen können.

So weit der in gedrängter Kürze gegebene Auszug aus der Abhandlung von Delesse, woran ich nun einige Betrachtungen anknüpfen werde. Von seinen 3 Gruppen der sogenannten Eruptivgesteine hat er die ganze dritte Abtheilung, die plutonischen Felsarten Lyell's, dem neptunischen Gebiete überwiesen und damit also weitaus die Mehrzahl aller Eruptivgesteine dem vulkanischen Bereiche entzogen. Letz-

terem belässt er nur den Trachyt und Dolerit als echt feurigen Ursprunges; dagegen betrachtet er den Basalt, Trapp, Klingstein und Pechstein als Gesteine von nur scheinbar feurigem Ursprunge. Diess ist aber ein sehr wesentlicher Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen hinsichtlich ihrer Bildungsweise: die ersteren sind unmittelbar aus dem Schmelzflusse hervorgegangene Feuergebilde, die zweiten sind gemischten Ursprungs, nämlich theilweise feurig, theilweise wässerig, indem sie eine Art „wässeriger Schmelzung" oder wie sich Delesse an einem andern Orte ausdrückt, „wässeriger Verflüssigung" erfahren haben.

Wie hat man sich nun aber bei den Gesteinen nur scheinbar feurigen Ursprungs das Zusammenwirken von Wärme und Wasser in ihrem Bildungsprozesse zu erklären? Delesse spricht sich hierüber nicht ganz bestimmt aus, doch gibt er einige Andeutungen. Vom Trapp vermuthet er, dass derselbe sich im Zustande eines schlammigen Teiges oder Mörtels befunden haben möge. Vom Basalt, wenn er in Kegelbergen auftritt, meint er, dass seine Flüssigkeit nur gering sein könnte, dass er vielmehr manchmal sehr zähe und halbfest war. Ferner macht er darauf aufmerksam, dass bei der Basaltbildung die Hitze nicht hoch genug war, um Wasser und flüchtige Stoffe gänzlich auszutreiben. Irre ich nicht, so scheint Delesse beim Zusammenwirken von Wärme und Wasser zur Bildung dieser Gesteine dem letzteren den grösseren Antheil zuzuschreiben. Ist diess der Fall, so würden meine Ansichten von der Basaltbildung wohl so ziemlich den seinigen angepasst werden können. Ich nehme nämlich für den Basalt eine den übrigen Gebirgsarten gleichartige neptunische Entstehungsweise an, wobei jedoch beim Uebergange aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand, wodurch immer Wärme frei wird, die Wärmeentbindung mitunter zu sehr hohen Graden gesteigert wurde, so dass dadurch Erscheinungen, z. B. das Verkoken der Kohlen, die Frittung der Sandsteine u. a., hervorgerufen werden konnten, wie sie uns zunächst vom Feuer bekannt sind.

Durch die Ausscheidung des Basaltes und der andern vorhin genannten Gesteine aus der Reihe der Felsarten feurigen Ursprunges, dagegen deren Zuweisung an die Gruppe der Felsarten nur scheinbar feurigen Ursprunges, hat sich Delesse im vollkommensten Widerspruche mit der vulkanistischen Schule gesetzt. In der Entwicklung meiner geologischen Ansichten habe ich mit nichts grösseren Anstoss erregt als mit der Ausschliessung der Basalte und Trachyte aus der Reihe der vulkanischen Bildungen; selbst Bischof ist zweifelhaft geblieben. Jetzt habe

ich wenigstens für den Basalt eine Autorität zur Seite, der man wohl einige Beachtung nicht wird versagen können.

Das vulkanische Gebiet ist demnach durch Delesse gewaltig reducirt, indem es durch ihn lediglich auf die wirklichen Laven und auf den Dolerit und Trachyt beschränkt wird; den feurigen Ursprung der letzteren hält er für ganz gesichert, da sie sich noch in brennenden Vulkanen bilden. Wollen wir indess doch zusehen, ob ihr Ursprung so ganz zweifellos dasteht als es Delesse behauptet.

Es muss doch, um mit dem Dolerite zu beginnen, sehr auffallend erscheinen, dass Delesse denselben in eine ganz andere Gruppe als den Basalt bringt, obwohl beide Gesteine häufig miteinander vorkommen und unmittelbar ineinander übergehen, so dass eine solche Scheidung nichts weniger als naturgemäss ist. Offenbar hat er sich dazu durch den Umstand bestimmen lassen, dass der Dolerit mit gewissen Laven übereinkommt und gleich diesen auch kein Wasser oder doch nicht in bemerkenswerther Menge enthält. Allein da wir wissen, dass geschmolzene Trappgesteine beim langsamen Abkühlen wieder ein steiniges krystallinisches Ansehen, analog dem ursprünglichen annehmen, so folgt daraus für die doleritischen Laven nur so viel, dass sie aus einem doleritischen Material hervorgegangen sind, während über den Ursprung des primitiven Dolerits als Gebirgsart hiemit nichts ausgesagt ist. In consequenter und naturgemässer Schlussziehung kann ich für den Dolerit keine andere Bildungsweise als für den Basalt zulässig finden.

Vom Trachyt behauptet Delesse, dass er alle Merkmale eines Feuergesteines trage, das durch Wärme geschmolzen oder mindestens erweicht wurde. Es ist schon vorhin angeführt worden, dass H. Rose wenigstens für die quarzführenden Trachyte gerade das Gegentheil annimmt, indem er von ihnen sagt, dass sie nicht durch Schmelzung entstanden sein können. Bei strenger Folgerichtigkeit hätte aber auch Delesse zu demselben Schlusse gelangen müssen, denn bei dem Granite erkennt er es als Grundsatz an, dass quarzführende Gesteine nicht als Schmelzproducte angesehen werden dürfen. Ausserdem gesteht er es zu, dass zwischen Trachyt und Porphyr „ein unmerklicher Uebergang“ stattfindet, was nothwendig den gleichen Bildungsmodus bedingt; vom Quarzporphyr behauptet er aber geradezu, dass dieser keine feurige Entstehung hatte, woraus abermals gefolgert werden muss, dass das Gleiche auch von den Quarztrachyten zu gelten habe. Was aber von letzteren gesagt wird, muss ebenfalls auf die quarzfreien Trachyte An-

wendung finden, da diese in inniger Verbindung mit jenen stehen. Zu der gerügten Inconsequenz ist Delesse dadurch gerathen, dass er, wie er es auch beim Dolerite gethan, den Bildungsmodus der trachytischen Laven ohne weiteres auf primitiven Trachyt überträgt; also einen Unterschied übersieht, den erst neuerdings wieder Girard in Bezug auf Basalt und basaltische Laven mit Nachdruck hervorgehoben hat.

Somit kann ich denn weder den Dolerit noch den Trachyt, in sofern sie als Gebirgsarten auftreten, für Feuergesteine passiren lassen. Uebrigens scheint es mir, dass sehr häufig primitive Trachyte mit Trachytlaven verwechselt werden und dass auf diesem Gebiete erst noch eine strenge Sichtung vorzunehmen ist, bevor man zu sichern Resultaten gelangen kann.

Es soll aber bei dieser Gelegenheit nicht übersehen werden, dass es mit dem Auftreten der Trachyt- und Trappgebilde, überhaupt mit den Gesteinen, welche Delesse als echt feurigen oder nur scheinbar feurigen Ursprungs bezeichnet, eine eigenthümliche Bewandtniss hat. Sie treten in der Gebirgswelt in zweierlei Formen und in dadurch bedingter Verschiedenheit der Massenhaftigkeit auf. Entweder stellen sie Gänge und untergeordnete Lager in andern Felsarten dar und sind dann, als integrirende Theile der letzteren, auch mit diesen gleichartiger und gleichzeitiger Entstehung; in dieser Form haben die basaltischen und trachytischen Gebilde nur eine unbedeutende Mächtigkeit. Oder sie liegen frei zu Tage und bilden dann mächtige Kuppeln oder flötzartige Massen, die vom Granite an den verschiedenartigsten Formationen aufgesetzt, aber niemals von irgend einer andern Felsart überdeckt sind; in diesen Formen können sie eine ungeheure Massenhaftigkeit erreichen und sich über hunderte, ja selbst einige tausende von Quadratmeilen ausbreiten. Als freiliegende, niemals überdeckte Gebirgsmassen machen sie also in allen Lokalitäten, wo sie auftreten, das jüngste Glied in der Reihenfolge der Formationen aus, greifen demnach nicht in das innere Gerüste des Felsgebäudes der Erde ein, sondern sind nur Aufsätze auf der Oberfläche desselben [13]. Denkt man sich, dass das ganze Trachyt- und Trappgebirge plötzlich entfernt würde, so würde dadurch die innere

---

(13) Nach den vulkanistischen Ansichten sollen freilich die Basaltgänge nur die Stiele der oberirdischen Basaltmassen sein, durch welche letztere mit dem Erdinnern in Verbindung stehen; indess eine solche Behauptung ist nichts weiter als eine Fiction.

Struktur des Felsgebäudes nicht im mindesten alterirt werden. Auf dieses Verhalten mache ich hier nur desshalb aufmerksam, um zu zeigen, dass selbst wenn der Nachweis geliefert werden könnte, dass das ganze Trapp- und Trachytgebirge aus dem Schmelzflusse hervorgegangen wäre, ein solcher Bildungsmodus doch nur einen oberflächlichen Aufsatz des Felsgebäudes der Erde, nicht einen integrirenden Theil von diesem selbst, betroffen hätte, woraus also auch für die Genesis keine Folgerung abzuleiten ist.

Wie man aus den eben mitgetheilten Arbeiten von H. Rose und Delesse ersieht, ist es also bei diesen beiden ausgezeichneten Chemikern, wie schon früher bei Fuchs, ebenfalls die Kieselerde — sei es in deren Eigenthümlichkeiten an sich, oder in deren Verhalten zu den andern Gemengtheilen des Granits oder in den Beziehungen des letzteren zu seinem Nebengesteine — wodurch sie sich in die Nothwendigkeit versetzt sehen, die sämmtlichen sogenannten plutonischen Felsarten dem vulkanisch-plutonischen Gebiete zu entziehen, womit demselben also nur noch das trachytische und basaltische Gebirge übrig geblieben ist, wobei jedoch wiederholt daran erinnert werden soll, dass Rose auch noch die Quarztrachyte von demselben ausgeschlossen hat. Will aber gleichwohl der Plutonismus die ihm entzogene Herrschaft wieder gewinnen, so kann er zu einer solchen auf keinem andern Wege kommen als dass er das Veto, welches ihm das Verhalten der Kieselerde entgegensetzt, zu beseitigen hat. Da jedoch dieses Veto auf petrographische und chemische Erfahrungen gestützt ist, so kann dasselbe nur dadurch entkräftet werden, dass er ihm auf gleichem Wege gefundene gegentheilige Erfahrungen gegenüber zu stellen vermag. Hiebei wolle man aber einen Ausspruch von E. de Beaumont, obgleich er ihn selbst nicht immer festhielt, nicht aus den Augen verlieren, dass man sich nämlich nie über die durch die Beobachtungen gegebenen Grenzen hinwegsetzen dürfe.

Mit der Surfusions-Hypothese darf man, wie gezeigt, jetzt nicht mehr kommen. Es ist nun interessant zu sehen, wie sich die plutonistischen Geologen — insofern sie überhaupt auf diesen Punkt eingehen — in neuerer Zeit abmühen, um den Stein des Anstosses, den ihnen die Chemiker in der Gestalt des Quarzes in den Weg gelegt haben, zu beseitigen. Einige Beispiele mögen hier genügen.

An die Spitze stelle ich Naumann, wie sich derselbe in seinem Lehrbuche der Geognosie (1. Aufl. 1848, 2. Aufl. 1858) über diesen schwierigen Punkt geäussert hat. Sein Lehrbuch verdient als das um-

fassendste und an Thatsachen reichhaltigste, das wir besitzen, eine besondere Berücksichtigung. In seinen geognostischen Ansichten bekennt er sich als Anhänger des Plutonismus, und um ein solcher bleiben zu können, war ihm natürlich die Aufgabe gestellt, die Argumente, welche Fuchs dem Vulkanismus, und zwar zunächst in dessen Fassung als Plutonismus, entgegen gehalten hatte, zu entkräften, wozu dann noch für die zweite Auflage die Rücksichtsnahme auf Bischof kam. Indess scheint Naumann wenig Gewicht auf diese Einreden gelegt zu haben, so dass selbst der Name Fuchs nur nebenbei genannt ist und, wenn gleich der von Bischof öfters angeführt wird, diess in der Regel doch nur in den Zusätzen geschieht, um bemerklich zu machen, dass dieser der entgegengesetzten Meinung sei.

Was den Hauptpunkt anbelangt, so glaubt Naumann nicht, „dass aus dem Auftreten des Quarzes irgend ein erhebliches Bedenken gegen die pyrogene Bildung des Granites entlehnt werden kann.“ Zur Rechtfertigung dieser allerdings befremdlichen Erklärung bringt er Folgendes bei. Erstlich hätten die Versuche von Gaudin gelehrt, „dass geschmolzene Kieselerde vor dem Erstarren zähflüssig wird und sich wie Siegellack in Fäden ziehen lässt.“ Diess beweise, dass ihre Erstarrungs-Temperatur sehr tief unter ihrer Schmelz-Temperatur liegen müsse, daher denn auch die Grundidee der Surfusions-Theorie mit Recht verfochten werde. Allein wie ich schon vorhin erwähnt und anderwärts ausführlich gezeigt habe, beruht die Fassung des Berichtes von Gaudin, wie sie hier angenommen wird, auf einem argen Missverständnisse und der Thatbestand ist gerade das Gegentheil von dem, wie er hier hingestellt ist.

Dann bezieht sich Naumann auf eine Bemerkung von Durocher, gemäss welcher man es sich denken könne, wie aus einem feuerflüssigen, die Elemente des Granits enthaltenden Magma, dessen Schmelzhitze weit unter der, welche der Quarz für sich allein in Anspruch nimmt, liegen könne. Feldspath und Glimmer krystallisirten, während die überschüssige Kieselerde ausgeschieden wurde und „dabei durch den viscosen Zustand allmählich in den starren und krystallinischen Zustand des Quarzes überging.“ — Allein einer solchen Annahme steht schnurstracks die Erfahrung entgegen, dass aus dem Schmelzflusse niemals krystallinische Kieselerde (Quarz) sich ausscheiden lässt; mit Hypothesen aber kann man einen festbegründeten Thatbestand nicht beseitigen.

Um ein recht überzeugendes Beispiel, dass ein sehr strengflüssiger

Körper aus einem feuerflüssigen Magma von weit niedrigerer Temperatur herauskrystallisiren kann, vorzulegen, verweist ferner Naumann (nach Fournet's Vorgang) auf das Roheisen, in welchem der Kohlenstoff als Graphit in grossen krystallinischen Blättern ausgeschieden wird, zwischen welchen sich das Roheisen herausschmelzen lässt. — Dieses Argument könnte man gleich kurz von der Hand weisen, weil es sich bei demselben nicht um den Quarz, sondern um einen sehr verschiedenartigen Körper, den Graphit, handelt, dessen Eigenschaften man nicht ohne Weiteres auf jenen übertragen darf. Dann habe ich aber schon früher nachgewiesen, dass in dem angeführten Beispiele die Auslegung verfehlt ist. Richtig wäre sie, wenn jener Graphit reiner Kohlenstoff wäre, allein derselbe ist immer mit mehr oder weniger Eisen und erdigen Theilen verbunden, so dass man nicht behaupten kann, dass hier reiner Kohlenstoff für sich geschmolzen sei, sondern die fremdartige Beimischung hat ihm als Schmelzmittel gedient.

Auch die von Naumann zu Gunsten der Behauptung: dass Mineralien von sehr verschiedenen Graden der Schmelzbarkeit aus dem feurigflüssigen Zustande herauskrystallisiren können, angeführten andern Beispiele, nämlich des Olivins und Leuzites, beweisen nichts für die feurige Bildung des Quarzes. Uebrigens haben schon vorher andere Forscher aus dem Vorkommen des Olivins in basaltischen Laven und des Leuzites in Leuzitlaven die Präexistenz dieser beiden Mineralien vor den Laven gefolgert und damit dem Argumente von Naumann alle Beweiskraft entzogen.

Es ist demnach Naumann nicht gelungen, die Argumente von Fuchs gegen die feurige Bildung des Quarzes in irgend einer Weise zu beseitigen; sein Festhalten am Plutonismus hat daher keine Berechtigung. Indess ist er keineswegs ein consequenter Anhänger desselben. Denn während er einerseits die Annahme einer schmelzflüssigen Bildung der Quarzkörner, wie sie in den Perliten, Trachyten, Porphyren und Graniten eingemengt sind, für nothwendig erklärt, gesteht er andererseits doch selbst zu, dass es „ungereimt" sein würde, dieselbe Entstehung für die Quarzite und die quarzreichen Glimmerschiefer geltend machen zu wollen. Was ihn nun aber gleichwohl verhindert, unumwunden die plutonistische Anschauung von der Quarzbildung für alle Fälle aufzugeben, ist die Meinung, dass der Glimmer und der häufig mit diesem zugleich auftretende Granat in der Natur nirgends in unzweifelhaft neptunischen Gesteinen als Gebilde auf nassem Wege sich dokumentiren

Allein Bischof und H. Rose haben nachgewiesen, dass der meiste Glimmer, und namentlich der in den granitischen Felsarten, nur auf nassem Wege entstanden ist, und Ersterer hat das Gleiche für den Granat gethan. Somit hat Naumann alle Stützpunkte verloren, um seine Ansicht von der schmelzflüssigen Entstehung des Quarzes und Granites noch länger festhalten zu können. Was die Widerreden von Fuchs, Schafhäutl, Bischof und mir nicht vermochten, wird er nun wohl gegenüber H. Rose und Delesse zugestehen müssen.

Interessant ist es zu wissen, wie sich der Nestor unserer Geologen, C. v. Leonhard, zu dieser Streitfrage gestellt hat; ich beziehe mich desshalb auf sein Lehrbuch der Geognosie und Geologie. 2. Aufl. 1852. Fuchs und Schafhäutl sind zwar einmal mit Namen angeführt, aber eine Berücksichtigung haben sie so wenig als ich gefunden. Die vulkanistische Doktrin steht darin noch in voller Geltung, wie nachfolgende Citate zeigen. Die abnormen oder Eruptivgebilde haben alle einen feurigen Ursprung: „es sind Massen, die im glühenden Flusse gewesen.“ Diorit ist eine in feurigflüssigem Zustande aus den Erdtiefen aufgestiegene Masse. An der plutonischen Bildungsweise des Serpentinfelses ist wohl nicht zu zweifeln. An der vulkanischen oder vielmehr plutonischen Herkunft der Feldsteinporphyre ist ebenfalls nicht zu zweifeln. Der plutonische Charakter des Granulits und sein späteres Hervorbrechen sind unzweifelhafte Thatsachen. Das Entstehen des Granites auf plutonischem Wege dürfte heutiges Tages nur von sehr Wenigen in Zweifel gestellt werden. Der körnige Kalk bei Auerbach an der Bergstrasse ist in feurigflüssigem Zustande aus Erdtiefen emporgestiegen. Ueber die Bildungsweise des Quarzes und Glimmerschiefers wird, was sehr bezeichnend ist, mit Stillschweigen hinweggegangen.

Pfaff hält sich in seiner Schöpfungsgeschichte (1855) hinsichtlich des strittigen Punktes an Naumann; er lässt ebenfalls Gaudin durch Versuche gefunden haben, dass bei der Kieselerde der Schmelzpunkt und Erstarrungspunkt weit auseinander liegen. Er hat auch gar kein Bedenken, aus einem Schmelzflusse krystallinische Kieselerde sich ausscheiden zu lassen. Pfaff geht aber noch weiter; er bemüht sich nämlich — wie er denn überhaupt mit wunderbarer Schnelligkeit seine Gegner ad absurdum zu führen unternimmt — nachzuweisen, dass die Theorie von Fuchs als absolut unhaltbar sich zeige oder zu den lächerlichsten Annahmen führe. Wer indess bei diesem Nachweise zu Schaden gekommen ist, darüber habe ich mich an einem andern Orte mit

einigen Worten geäussert [14]. Pfaff ist seiner Sache so sicher, dass er sein Erstaunen darüber ausdrückt, dass die neptunistische Ansicht noch immer ihre Vertreter finde und sucht diess dadurch begreiflicher zu machen, dass es eben den Menschen überhaupt schwer werde, althergebrachte Vorstellungen aufzugeben.

Von einer ähnlichen Meinung scheint F. v. Richthofen in seiner geognostischen Beschreibung von Südtyrol (1860) auszugehen, indem er bezüglich der Bildungsweise der Quarzporphyre und der Granite von der Ausscheidung des Quarzes aus dem Schmelzflusse mit einer Unbefangenheit spricht, als ob die Möglichkeit einer solchen Operation noch niemals die geringste Beanstandung erfahren hätte.

Wie der Plutonismus in den Elementar-Lehrbüchern traktirt wird, davon will ich eine Probe aus Schödler's sonst vortrefflichem „Buch der Natur" vorlegen. Auf einer kolorirten Tafel kann man da nämlich sehen, wie nicht bloss die Lava eines feuerspeienden Berges aus dem Erdinnern hervorbricht, sondern wie auch in ähnlicher Weise Basalte, Granite, Porphyre und Grünsteine aus den unterirdischen Tiefen durch alle Flötzschichten sich hindurchgebrochen haben, um zuletzt mit ihren Köpfen frei zu Tage zu treten. Nun ist es freilich unmöglich in die Tiefe des Erdinnern hinabzuschauen, um über dessen Beschaffenheit Bericht zu erstatten; die bildlichen Darstellungen, die man gleichwohl davon gibt, sind daher nur Hirngespinste, die nicht zur Aufklärung der Schüler, sondern gleich von vornherein nur dazu dienen, ihnen eine ganz verkehrte Vorstellung von den geognostischen Verhältnissen des Erdkörpers einzuprägen. Ein Lehrbuch für den ersten Unterricht darf aber nur sicher begründete Thatsachen vorlegen.

Ich habe absichtlich längere Zeit bei der Frage verweilt, ob Quarz und quarzführende Felsarten auf trocknem oder nassem Wege sich gebildet haben und welche Ansichten hierüber von den Geognosten ausgesprochen worden sind. Es ist diess eine der wichtigsten Fragen, welche in der Geologie zur Erörterung zu kommen haben und sie hat überdiess den grossen Vortheil, dass man hoffen darf, über sie auf dem Wege der Erfahrung zu einer definitiven Bescheidung zu gelangen. Die Vulkanisten hatten anfänglich an diese Frage gar nicht gedacht; erst Kühn hatte sie ihnen im Jahre 1833 entgegen gehalten. Seitdem haben Fuchs, Schafhäutl, Bischof, H. Rose und Delesse, zunächst vom chemischen

---

(14) Geschichte der Urwelt 2. Aufl. S. 166.

Standpunkte aus, so wie Mohs und ich nach den petrographischen Verhältnissen, unter welchen der Quarz in der Gebirgswelt auftritt, dargethan, dass die Entstehung des Quarzes und sämmtlicher quarzführenden Gesteine auf dem trocknen Wege geradezu zu verneinen ist[15].

Dieses wichtige Resultat ist lediglich und allein das Ergebniss exakter Forschungen des Thatbestandes, wie ein solcher vermittelst chemischer und petrographischer Erfahrungen und Beobachtungen, mit Ausschluss aller Hypothesen, sich herausstellt. Es ist demnach dieses Resultat auf einem Wege gefunden worden, den die Naturwissenschaft als den einzig zulässigen zur sichern Lösung ihrer Aufgaben anerkennen kann. Verlässt man den exakten Standpunkt und greift man zu Hypothesen, die über die Grenzen der Beobachtung hinausschweifen, ja von den sicher ermittelten Thatsachen nicht mehr die Consequenzen, sondern ihr Widerspruch sind, oder die doch wenigstens ohne reellen Anhalt wie Dunstgebilde in der Luft schweben, so ist damit eine Richtung einge-

---

(15) Ohne alle Voraussetzungen von Daubrée zu theilen, muss ich doch bei dieser Gelegenheit noch hinweisen auf dessen höchst wichtige „Beobachtungen über Gesteinsmetamorphose und experimentelle Versuche über die Mitwirkung des Wassers bei derselben; übersetzt von Ludwig.“ Darmstadt 1858. — Auf S. 33 äussert sich Daubrée dahin: „es ist durch die Versuche erwiesen, dass das hoch erhitzte Wasser ebenso wie der gleich hoch erhitzte Wasserdampf mit grösster Leichtigkeit die Silikate in ihrer Bildung unterstützen, dass der nasse Weg zu dem Ziele führt, welches der trockene vergeblich anstrebt.“ — Und in der Einleitung S. IV stellt Ludwig folgendes Resultat hin. „Die Daubrée'schen Experimente über die thätige Mithilfe des Wassers bei der Darstellung derjenigen Mineralien, welche nach der allgemeinen Meinung das feuerflüssig gebildete Urgebirge des Erdballes darstellen, stürzen manche tief eingewurzelte Vorurtheile. Daubrée weist durch unwiderlegbare Experimente nach, wie die Hauptbestandtheile des Granits und Syenits, wie die Ausfüllung der Erzgänge und viele seither für Feuerbildung gehaltene Mineralien bei geringer Temperatur, aber bei hohem Drucke unter Mitwirkung des Wassers krystallisiren. Seine schlagenden Versuche, aus denen die wasserfreien Silikate im Wasser gebildet, hervorgingen, lassen alle die Feuererscheinungen verlöschen, welche man als bei der Bildung der krystallisirten Schiefergesteine thätig voraussetzte.“

sc 'agen, die zu den gröbsten Verirrungen führen kann und muss. Gegen eine solche Richtung hat die Wissenschaft ihren nachdrücklichsten Protest einzulegen.

Fällt aber die vulkanistische Ansicht von der Bildung der sogenannten plutonischen Felsarten auf feurigem Wege, so kann sich auch die Hebungstheorie nicht länger halten lassen. Sie ist auch, wie schon vorhin erwähnt wurde, ebenfalls eine der Hypothesen, die ihr Fundament erst jenseits der durch die Beobachtung gegebenen Grenzen aufgeführt hat und die daher dem Bereiche exakter Forschung bereits entrückt ist. Und was ist, mit Göthe zu reden, „die ganze Heberei der Gebirge zuletzt, als ein mechanisches Mittel, ohne dem Verstand irgend eine Möglichkeit, der Einbildungskraft irgend eine Thulichkeit zu verleihen? Es sind Worte, schlechte Worte, die weder Begriff noch Bild geben“

Indem wir die Hebungstheorie als ebenso unzulässig wie überflüssig zurückweisen, gelangen wir von selbst zur Annahme, dass das Relief der Erdoberfläche im Ganzen und Grossen ein ursprünglich festgesetztes Verhältniss ist. Diese Annahme gibt sich aber schon dadurch als eine ganz naturgemässe zu erkennen, weil wir mit ihr die in unsern Laboratorien auf dem Wege des Experimentes gefundenen Gesetze der Chemie ohne Weiteres als von gleicher Geltung auf die Gebirgswelt übertragen können. Eine solche Identität kann aber die vulkanistische Theorie in Bezug auf die chemischen Vorgänge bei der Gebirgsbildung nicht gelten lassen, denn sie findet sich vielfach im vollen Widerspruche mit den chemischen Gesetzen. Es muss also eine Aushilfe zur Beseitigung dieses Widerspruches aufgesucht werden und diess geschieht dadurch, dass die Geologen, wie sich H. Rose ausdrückt, „wenn sie Hypothesen aufstellen, die mit den Gesetzen der Chemie im Widerspruch stehen, oft einen Druck annehmen, um die Schwierigkeit bei der Erklärung wegzuräumen.“ Der Druck ist also der Nothhelfer, den die Vulkanisten anrufen müssen, um den Widerspruch, in welchem sich ihre Theorie mit den Gesetzen der Chemie befindet, auszugleichen. Nun wissen wir freilich von den Wirkungen, welche der Druck auf die feuerflüssige Bildung einer Felsart (z. B. des Granits) ausüben kann, so gut wie nichts; um so freieren Spielraum hat daher die Fantasie, ihn, wie es ihr beliebt, wirken zu lassen. Die exakte Forschung kann natürlich mit solchen Auskunftsmitteln sich nicht befassen.

Als ob man nicht genug schwierige Fragen hätte, die unsern Erd-

körper betreffen, verstiegen sich aber die Geologen auch noch in die unermesslichen Himmelsräume, um dort den Anknüpfungspunkt für ihre Theorie der Erdbildung zu finden. Sie berufen sich dabei, wie schon im Eingange dieser Abhandlung hervorgehoben wurde, auf zwei hochberühmte Autoritäten, nämlich auf W. Herschel, der mit seinem Riesen-Teleskope die Entdeckung gemacht habe, dass noch jetzt aus unbestimmten Nebelflecken sich concrete Sterne herausbildeten und auf Laplace, der ihm beigestimmt und ausserdem noch auf die gleichförmige Richtung in der Bewegung der Planeten und Trabanten unsers Sonnensystemes aufmerksam gemacht habe. Wie aber noch jetzt aus Dunstmassen sich Sterne gestalteten, so sei es auch ursprünglich mit der Erde der Fall gewesen und die schnelle Verdichtung habe nothwendig eine ungeheure Wärmeentwicklung hervorgerufen, wodurch unser Planet in einen feuerflüssigen Zustand versetzt wurde. Die Erde war also anfänglich eine Feuerkugel.

Indess mit dieser Annahme haben sich die Geologen gewaltig irre führen lassen. Es ist zwar allerdings richtig, dass Herschel mitunter wahrgenommen zu haben glaubte, als seien Nebelflecke im Uebergange zur Sternbildung begriffen, aber andermale bezweifelte er selbst wieder die Richtigkeit eines solchen Vorganges, so dass er hierüber zu keinem entschiedenen Ausspruche gelangte. Indess schon sein Sohn und alle übrigen Astronomen haben seitdem erklärt, dass eine solche Umwandlung nicht stattfindet; vielmehr sind sie sämmtlich überzeugt, dass alle Nebelflecke sich zuletzt als sehr entfernte Sternhaufen erweisen werden und dass die Sternbildung überhaupt schon längst abgeschlossen ist[16].

---

(16) Mit einer gewissen Heftigkeit hat sich neuerdings einer der grössten Physiker, David Brewster (in seinem Buche: more Worlds than one the creed of the Philosopher and the hope of the Christian, 1858) gegen die Hypothese von der Entstehung der Sterne aus Nebelmassen erklärt. Er nennt sie presumptuous and fanciful, subversive of every principle of the inductive philosophy, degrading to science. Alle Nebelflecke sind nach ihm Haufwerke von Sternen. Und gegen die Angabe von Laplace, dass alle Körper unsers Sonnensystemes sich in gleichförmiger Richtung bewegen, wendet er mit Recht ein, dass man zur Zeit, wo jener diesen Satz aufstellte, allerdings nur die Bewegung von West nach Ost gekannt habe, dass man aber seitdem wisse, dass alle Trabanten des Uranus sich in entgegengesetzter Richtung bewegen, was auch nach Hind von denen des Neptuns gelte.

Die Berufung auf Laplace kann aber zu nichts helfen, da dieser seine Hypothese ganz auf Herschel's Angaben über die Umwandlung der Nebelflecke in Sterne stützt und ausserdem ausdrücklich warnt, ihr die Evidenz der Beobachtung oder des Kalkuls einräumen zu wollen[17]. Trotz des einstimmigen Widerspruches der Astronomen gibt es gleichwohl selbst noch in neuerer Zeit vulkanistische Geologen, welche noch immer die Hypothese von der Umwandlung des „Urnebels" in Sterne an die Spitze ihrer Theorie der Erdbildung stellen.

Die Hypothesen von Herschel und Laplace über die Entstehung unsers Sonnensystems waren den vulkanistischen Geologen schon desshalb höchst annehmbar, weil sie erstlich zwei hochberühmte Namen an die Spitze ihrer Geogenie stellen und fürs Andere die alte Lehre vom Centralfeuer, d. h. vom schmelzflüssigen Zustande des Erdkernes, sich aneignen konnten. Letzterer galt ihnen als das noch nicht zur Erstarrung gelangte Residuum von der ehemaligen Feuerflüssigkeit des ganzen Erdballes, zugleich auch als der Grund der Wärmezunahme nach dem Erdinnern, wie solche durch den Bergbau und durch artesische Brunnen ermittelt ist. Nachdem jedoch jetzt die Hypothesen von Herschel und Laplace für die Zukunft nicht mehr aufrecht erhalten werden können, lässt sich auch die Existenz eines schmelzflüssigen Erdkernes nicht mehr von jenen Voraussetzungen ableiten, und somit bleibt nur noch die mit der Tiefe anwachsende Temperatur-Zunahme über, um aus ihr den feuer-

---

(17) Weil man mitunter der Meinung begegnet, als sei die Ansicht von Laplace über die Entstehung des Sonnensystemes ein Ergebniss seines Kalkuls, so sei hier bemerkt, dass diess keineswegs der Fall ist, sondern dass sie aus theoretischen Betrachtungen hervorgegangen ist. Er hat sie desshalb auch nicht in seine Mécanique céleste, die nur für den mathematischen Kalkul bestimmt ist, aufgenommen, sondern in seine Exposition du système du monde, die mit theoretischen Betrachtungen sich befasst. Dabei äussert sich aber Laplace am Schlusse seiner Hypothese von der Entstehung unsers Sonnensystems mit folgenden Worten (4. édit. p. 441): quoiqu'il en soit de ces conjectures que je présente avec la defiance que doit inspirer tout ce qui n'est point un résultat de l'observation ou du calcul . . . . — Die Behutsamkeit, mit welcher sich hier der grosse Mathematiker über seine eigene Hypothese ausspricht, dürfte vielen unserer Geologen, die mit eben so grosser Unbedachtsamkeit haltlose Hypothesen aufstellen als von Andern annehmen, zum beschämenden Beispiele dienen.

flüssigen Zustand des Erdinnern folgern zu dürfen. Nun kann es allerdings keinem Zweifel unterliegen, dass wenn die Wärmezunahme eine fortwährend andauernde ist, man endlich im Erdinnern einen Punkt erreichen muss, wo alle Mineralkörper im Schmelzflusse sich befinden; wenn dagegen, wie es öfters bei physikalischen Erscheinungen der Fall ist, diese Zunahme eine Grenze, und noch dazu eine nicht besonders tiefliegende, erreicht, so bleiben eben die Körper ungeschmolzen und das Centralfeuer ist nur ein Fantom. Um in dieser Alternative eine Entscheidung geben zu können, würde kein anderer Ausweg übrig bleiben, als das Innere der Erde bis gegen seinen Mittelpunkt hin zu erforschen. Da aber die Lösung dieser Aufgabe eine total unmögliche ist, so bleibt auch die Entscheidung in dieser Alternative eine unmögliche. Wer daher behauptet, dass die Wärmezunahme im Erdinnern eine continuirliche ist und desshalb zuletzt den feurigen Fluss herbeiführt, der ist allerdings sicher, dass er durch die Erfahrung nicht widerlegt werden kann; aber ebensowenig ist er im Stande die Unstatthaftigkeit der gegentheiligen Behauptung nachzuweisen. Die Annahme der einen oder der andern Meinung ist demnach zuletzt blosse Geschmacksache, mit der eine exakte Forschung nichts mehr zu schaffen hat.

Bei dieser Frage haben indess die Geologen, die sich zu Gunsten des Centralfeuers ausgesprochen haben, eine Schwierigkeit übersehen, welche ihnen ausgezeichnete Physiker bezüglich des Erdmagnetismus entgegen stellen. Um nämlich die Erscheinungen des letztern an der Erdoberfläche zu erklären, sind sie eines festen Erdkernes benöthigt, der überdiess nicht einmal bis zur Rothglühhitze erwärmt sein darf, weil sonst der Magnetismus ganz verloren geht. Ich muss es den Vulkanisten überlassen, ihre Annahme eines Centralfeuers jenem Einwurfe gegenüber zu rechtfertigen.

Ich bin hiemit an den Schluss meiner Schilderung der Entwicklungsgeschichte der Geogenie, wie sich dieselbe im Laufe der letzten fünfzig Jahre gestaltete, gelangt. Ist es mir erlaubt, nochmals einen kurzen Rückblick auf dieselbe zu werfen, so drängt sich uns zunächst die Wahrnehmung auf, dass von dem Anstosse aus, den Werner der Geogenie gegeben, der Fortgang keineswegs in gerader Linie erfolgte, sondern dass bald am Anfang der hier bezeichneten Zeitperiode durch eine Revolution diese Richtung plötzlich verlassen und in ganz andere Bahnen eingelenkt wurde. Da fragt es sich nun vor Allem: ist das Verlassen der alten Bahn eine wissenschaftliche Nothwendigkeit gewesen und

welche Förderung hat sie einer exakten Behandlung der Theorie der Erdbildung gebracht? Die Antwort hierauf ist bereits in den vorstehenden Erörterungen enthalten, und es bedarf nur noch, sie aus denselben in gedrängter Kürze zusammenzufassen.

So gewiss es ist, dass seit Werner's Tod die Geognosie, d. h. die thatsächliche Erforschung des Gebirgsbaues, sowohl an und für sich, als durch Herbeiziehung der Palaeontologie und der Chemie ungeheure Fortschritte gemacht hat, eben so unzweifelhaft ist es dagegen, dass seitdem die Geogenie, d. h. die Theorie der Erdbildung, in ausserordentliche Verirrungen gerathen ist. Es lag keineswegs irgend eine Nothwendigkeit vor die Bahn von Werner zu verlassen; dazu nöthigten weder die in der Gebirgswelt selbst gemachten Beobachtungen, noch die Fortschritte der Chemie. Man verfiel in den Vulkanismus durch falsche Interpretation der Thatsachen, zum Theil auch durch fehlerhafte oder doch mangelhafte Beobachtungen, dann durch unberechtigte Induktionen, unerweisbare Hypothesen, geflissentliches Ignoriren wohlbegründeter Einreden und Ausserachtlassung der Chemie. Der Grundsatz: die durch die Beobachtung gegebenen Grenzen zu respektiren, wurde in sehr vielen Fällen nicht mehr beachtet, dagegen der Fantasie ein Spielraum gestattet, der über den auf exakten Erfahrungen ruhenden Thatbestand weit hinaus und dann meist falsch griff.

Was sich für uns als das weitaus bedeutsamste Resultat herausgestellt hat, ist, dass nunmehr wieder mit Werner anerkannt werden muss, dass die ganze Gebirgsbildung auf gleichartige Weise, nämlich auf nassem Wege erfolgt ist und dass somit der Vulkanismus wie früherhin lediglich auf die Bildung von Laven, die aus Feuerbergen in neuerer oder älterer Zeit in feuerflüssigen Strömen ergossen wurden, beschränkt bleibt. Dieser Bildungsakt auf nassem Wege ist jedenfalls für das ganze sogenannte plutonische Gebirge erwiesen, denn für einen solchen haben wir die feste Stütze an der Chemie, so wie an einer vorurtheilsfreien Auslegung der petrographischen Thatsachen. Aber auch für das Trachyt- und Basaltgebirge wird sich nun nicht länger ein vulkanischer Ursprung festhalten lassen. Diess ist für den Trachyt schon desshalb nicht mehr annehmlich, da in ihm so häufig der Quarz einen wesentlichen Gemengtheil ausmacht. Und wenn diess auch bei dem Basalte nicht oft der Fall ist, so gibt doch schon ein solches, wenn auch seltenes, Vorkommen des Quarzes wenigstens einen Fingerzeig, von welcher Art seine Entstehung gewesen sein möge. Nimmt man dann aber das ganze

Verhalten des Gebirgsbasaltes — wohl zu unterscheiden von den basaltischen Laven — hinzu, so können wir alle die manigfaltigen Erscheinungen, unter denen er auftritt, uns ganz gut erklären, wenn wir aus denselben schliessen, dass seine Entstehung von einer mehr oder minder bedeutenden Wärmeentwicklung begleitet war.

Mit der Beseitigung des Vulkanismus erweisen sich dann von selbst dessen Hilfshypothesen vom Urnebel, dem Centralfeuer, der Hebung der Gebirge und der Ueberschmelzung als völlig überflüssig, wie sie ohnediess an sich auf falschen oder doch wenigstens nicht erweisbaren Voraussetzungen beruhen.

Nun bin ich freilich weit entfernt zu wähnen, dass die sämmtlichen vulkanistischen Geologen die Evidenz des Resultates, zu welchem vorstehende Erörterungen geführt haben, nämlich Beseitigung des Vulkanismus und Rückkehr zum Neptunismus, ohne Weiteres anerkennen werden. Sie sind zu sehr gewöhnt, mit Hypothesen sich aus ihren Verlegenheiten zu helfen als dass sie diess nicht fernerhin thun würden. Dann aber haben sie sich es selbst zuzuschreiben, wenn ihre Bestrebungen als ausserhalb der Aufgabe der Wissenschaft liegend erklärt werden müssen. Denn will die Geologie auf den Namen einer Wissenschaft nicht verzichten, so muss sie vor Allem eine auf dem festen Boden der Erfahrung ruhende Behandlung ihres Gegenstandes zur Grundlage haben und Hypothesen nur in soweit Raum geben als sie sich als unmittelbare Folgerungen aus sicher ermittelten Beobachtungen ableiten lassen. Wo auch dieses Hilfsmittel nicht ausreicht, gestehe man offen und unumwunden die Mangelhaftigkeit unsers Erkennens und überlasse es getrost der Fortentwicklung der Wissenschaft, ob sie in der Zukunft mehr Einsicht in uns zur Zeit noch ganz dunkle Erscheinungen zu bringen vermag. Wie aber bisher die Geologie behandelt wurde, kann man von ihr nicht sagen, dass sie der exakten Behandlung der Theorie der Erdbildung zur Förderung gereicht hätte; im Gegentheil hat sie erst jetzt anzustreben, eine solche wieder zu gewinnen.

Fragt man zuletzt, wie es denn gekommen ist, dass der Vulkanismus bei seiner innern Haltlosigkeit und seiner fantastischen Ueberschwenglichkeit doch die allgemeine Anerkennung erlangen und trotz aller Einreden Einzelner fortdauernd behaupten konnte, so mag uns Göthe mit seiner tiefen Menschenkenntniss Auskunft geben, wie ein solcher Consens erzielt worden ist. „Das Schrecklichste“, sagt er, „was man hören muss, ist die wiederholte Versicherung: die sämmtlichen

Naturforscher seien hierin derselben Ueberzeugung. Wer aber die Menschen kennt, der weiss wie das zugeht: gute, tüchtige, kühne Köpfe putzen durch Wahrscheinlichkeit sich eine solche Meinung heraus; sie machen sich Anhänger und Schüler, eine solche Masse gewinnt eine literarische Gewalt, man steigert die Meinung, übertreibt sie und führt sie mit einer gewissen leidenschaftlichen Bewegung durch. Hundert und aber hundert wohldenkende Männer, die in andern Fächern arbeiten, die auch ihren Kreis wollen lebendig wirksam, geehrt und respektirt sehen, was haben sie Besseres und Klügeres zu thun, als jenen ihr Feld zu lassen und ihre Zustimmung zu dem zu geben, was sie nichts angeht Das heisst man alsdann: allgemeine Uebereinstimmung der Forscher"*.

Zum Schlusse dieser Erörterungen sollen noch die hauptsächlichsten Punkte, die zur Begründung einer richtigen Theorie von der Erdbildung dienen, in nachfolgenden Thesen zusammengefasst werden.

1. Bei Aufstellung von Theorien darf man sich nie über die durch die Beobachtung gegebenen Grenzen hinwegsetzen (Elie de Beaumont).

2. Die Surfusions-Theorie überschreitet diese Grenzen und ist dadurch in Verirrung der Fantasie gerathen.

(*) Nachtrag. Sehr wichtige Belege zu Gunsten der neptunischen Entstehung der Gesteine bringt das eben publicirte interessante Werk Söchting's „die Einschlüsse von Mineralien in krystallisirten Mineralien." 1860. — Ich kann hier aus demselben nur noch die Schlussfolgerung S. 357 hervorheben. „Wir gelangen nach Allem", heisst es daselbst, „zu dem Schlusse, dass, wenige Fälle ausgenommen, bei denen eine Bildung auf feurigem Wege nicht abzustreiten oder mindestens sehr wahrscheinlich, die Entstehung der Einschlüsse gleich der Erzeugung der betreffenden Mineralkörper selbst, wenn auch vielleicht nicht überall ohne Hilfe von Wärme, doch wesentlich nur durch das Wasser statthaben konnte; Folgerungen, denen wir uns nicht entziehen können, selbst auf die Gefahr, zu den ""starrsinnigen Verehrern Neptuns, ihren Nachtretern und Glaubens-Ueberläufern"" (v. Leonhard, Hüttenerzeugnisse S. 62) gerechnet zu werden." — Einem alten ergrauten Vulkanisten kann man es freilich nicht verdenken, wenn er missmuthig darüber wird, dass die Fortschritte auf dem Gebiete der Geognosie, Oryktognosie und Chemie dem Vulkanismus eine Stütze nach der andern niederwerfen und sie sogar zum Theil zum Wiederaufbau des Neptunismus verwenden. Man wird doch nicht verlangen wollen, dass zur Aufrechthaltung des Irrthums der Fortschritt der Wissenschaft sistirt werden solle.

3. Das Gleiche gilt von der Hebungstheorie.

4. Die Lehre vom Centralfeuer kann nicht in Vereinbarung mit den Thatsachen des Erdmagnetismus gebracht werden.

5. Die Nebelhypothese, d. h. die Meinung, als ob die Sterne aus Nebelflecken entstünden, behauptet zwar bei den Geologen fortwährend ein grosses Aufsehen, ist aber von den Astronomen längst und einstimmig als unhaltbar aufgegeben.

6. Der Neptunismus, wie ihn die Werner'sche Schule auffasste, stösst auf unüberwindliche chemische Schwierigkeiten; diese können nur durch die Deutung, wie sie ihm N. v. Fuchs gab, beseitigt werden.

7. Krystallinisch dichte Körper und amorph dichte von gleicher chemischer Constitution stellen gleichwohl nach ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften zwei wesentlich verschiedene Arten von Mineralien dar.

8. Gesteine gleicher chemischer Constitution können verschiedenartigen Ursprunges sein.

9. Gesteine, welche durch gegenseitige Uebergänge oder durch Wechsellagerung mit einander aufs innigste verbunden werden, sind gleichartiger und gleichzeitiger Entstehung.

10. Weder die Kalksteine noch die Sandsteine, welche integrirende Bestandtheile des Felsgebäudes der Erde ausmachen, sind mechanische sedimentäre Schwemmbildungen, sondern ursprüngliche, chemisch-krystallinische Erzeugnisse.

11. Die Unterscheidung der Felsarten in eruptive und sedimentäre beruht auf falschen Voraussetzungen.

12. Amorphe Kieselerde mit dem specifischen Gewicht von 2,2 bis 2,3 entsteht sowohl auf nassem als trocknem Wege.

13. Dagegen lässt sich krystallinische Kieselerde (Quarz) mit dem specifischen Gewicht von 2,6 nicht auf trocknem (feurigem) Wege darstellen.

14. Der Quarz ist nur auf nassem Wege oder wenigstens mit Hilfe des Wassers entstanden und entsteht auf solchem noch fortwährend.

15. In allen granitischen Gesteinen kommt die Kieselerde nur als krystallinische (Quarz) vor; sie sind daher nur auf nassem Wege entstanden, was auch noch durch viele andere Umstände ausser allen Zweifel gesetzt wird.

16. In sehr vielen Porphyren, Trachyten und Grünsteinen macht der Quarz einen wesentlichen Gemengtheil aus; sie sind daher gleichartiger Entstehung mit dem Granit.

17. Was aber von den quarzführenden Porphyren, Trachyten und Grünsteinen gilt, lässt sich auch auf die quarzfreien übertragen.

18. Basalte und Laven sind verschiedenen Ursprunges.

19. Indem die sogenannten Trapptuffe mit den ihnen entsprechenden Trappgesteinen sowohl durch gegenseitige Uebergänge als durch Wechsellagerung zu einem einheitlichen Ganzen verbunden sind, ist für alle ein gleichartiger Ursprung vorauszusetzen.

20. Welcher Art dieser aber gewesen ist, geben die zahlreichen Versteinerungen, von welchen die Trapptuffe häufig erfüllt sind, zu erkennen.

21. Die Differenzen im Aggregatzustande der Trappgesteine erklären sich daraus, dass der Krystallisationsakt bei den körnigen Basalten, Grünsteinen und Trachyten zum Maximum seiner Entwicklung gesteigert, bei den Trapptuffen bis zum Minimum derselben herabgesunken ist.

22. Wenn der Uebergang der Materie aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand, wobei Wärme frei wird, mit grosser Raschheit und in grossen Massen erfolgt, so kann die hiebei sich entwickelnde Wärme bis zur Gluthhitze gesteigert und hiedurch Erscheinungen hervorgerufen werden, welche man bisher auf Rechnung des Feuers gebracht hat.

23. Die vulkanistische (plutonistische) Theorie steht in gleich grossem Widerspruche mit den Erfahrungen der Chemie als mit denen der Mechanik.

24. Die vulkanische Thätigkeit der Erde ist erst mit dem Ablaufe der Tertiärzeit erwacht.

25. Der Herd der Vulkane reicht nicht hinab bis zum Erdkern, sondern ist auf das Innere der Erdkruste beschränkt.

26. Die Bildung des Felsgebäudes der Erde ist im Ganzen und Grossen als ein neptunischer Vorgang zu betrachten, wobei jedoch in vielen Fällen die Wärme in Folge chemischer und elektrischer Prozesse, insbesondere des Krystallisationsaktes, einen wesentlichen Antheil und mitunter in sehr hohem Grade genommen hat.