

Über die Geogenie der Mandel-, Blatter- oder Schaalsteine, der Variolithen, der Serpentine und der kieseligen Puddingsteine.

Von Dr. A. Boué,

wirklichem Mitgliede der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 29. Februar 1864.)

Voriges Jahr hat die Classe eine Abhandlung über einige dieser Fragen gedruckt, in welcher ich leider Behauptungen bemerkte, welche mir nicht in der Natur gegründet erscheinen.

Die Akademie überlässt wohl den einzelnen Gelehrten die Verantwortlichkeit ihrer Meinung, demungeachtet könnten gewichtige Fachmänner sich wundern, dass Niemand in Wien sich getraut hätte, gegen solche aphoristisch hingeworfene Meinungen Einsprache zu erheben.

„Die Hohlräume der alten Laven sollen nur selten etwas regelmässig gestaltet und selten besonders vollständig rund sein (siehe Sitzber. Bd. 17, S. 104). Nie kommen kugelrunde Räume neben solchen vor, welche bei gleicher Grösse nach verschiedenen Richtungen verästelt sind. Zwei Blasen eines porösen Mandelsteines sind nie durch eine Wand von der Dicke eines Menschenhaares getrennt (S. 111), und was noch wichtiger dem Verfasser scheint, nie kommt eine Vereinigung von zwei neben einander liegenden Blasen vor (S. 111). Möglich, dass dieses der Fall in der durch den Herrn Verfasser fleissig durchmusterten schönen Sammlung des k. k. Mineralien-Cabinetts ist, aber die Geologie und Geogenie lernen sich nicht wie die krystallographische und chemische Mineralogie im Studirzimmer, sondern in der freien Natur und da würde man bald, denke ich, die zu straffe Begrenzung der Möglichkeiten und Zufälligkeiten erkennen müssen. Wir brauchen nur auf den Vesuv, die Auvergne und Island u. s. w. zu verweisen. Die Form der Lavalöcher hängt ebensowohl von der Art der Bildung und leichten oder schweren Entweichung der Gasarten, als von der Ablagerungsweise jener feurigen Massen ab. Wenn der Druck gering und viel Gas vorhanden war, so sind die Hohlräume grösser und von verschiedenartiger Structur; stellen sich die entgegengesetzten Umstände ein, wie z. B. ziemlich oft in Lavagängen, so gibt es eher viele rundliche als eckige Räume. Wenn die Gase

der Feuerproducte nur dem Luftdrucke ausgesetzt sind, ihre Hülle feldspathisch und letztere in der Luft sehr zerstückelt geschleudert werden, so entstehen die länglichen Räume und das Faserige der Bimssteine, aber Schlacken schwerer Gattung mit Augit, Eisen u. s. w. zeigen ebensowohl runde als eckige Löcher. Für die geringste Dicke der Wände der Lavas mögen manche oft so leichte, mit so vielen kugelrunden Räumen versehene vulcanische Schlacken bür- gen, welche mit Bimssteinen selbst von Island bis nach Schott- land über's Meer wandern und über die als unmöglich gehal- tene Vereinigung zweier Lavas oder Basaltblasen finden wir in den schönen Basaltdrüsen des Riesendamms Irlands die un Streit- barsten Widerlegungsbeweise.

Die Verwitterung der Krystalle und besonders der Zwillinge oder Zusammengesetzten aus der Reihe der Feldspathe, Augite, Hornblende u. s. w. gibt unter gewissen Umständen Anlass zur Bildung von rundeckigen und selbst ganz sphäroidischen Concre- tionen, wie der Herr Verfasser es sehr gut darstellt (S. 106) und wie es z. B. gewisse Kaolin-, Steatit- oder Speckstein-Concretionen im Thonstein und Thonerzlagen darthun. Aber diese Gattung Felsarten galten nie als wahre Mandelsteine, sondern nur als Por- phyre mit mandelsteinartigen Theilen, und darum glaube ich es nicht erlaubt, wenigstens diese Bildungsart als charakte- ristisch für die meisten dunkelgrauen, braunröthlichen oder rothen Mandelsteine (Toadstone der Engländer) anzunehmen. Nach den Deductionsregeln ist es höchst wahrscheinlich, dass selbst diese mandelsteinartigen Abtheilungen der Porphyre oder Felsenmassen nur solche vorstellen, welche in der ersten Zeit ihrer Bildung durch Gasentwickelungen etwas poröser als die übrigen waren.

Die wahren Mandelsteine sollen nach Volger (Stud. z. Ent- wicklungsgesch. der Mineral. 1854, S. 533) und dem Herrn Verfasser wahre umgestaltete Conglomerate sein, wie der Hereforter kiese- ligger Puddingstein (S. 112), eine sonderbare, aber gerade für unsere plutonische Meinung ziemlich wichtige Annahme.

Die Mandelsteine sind ja, nach dem Ausspruche aller compe- tentesten Männer in der Kenntniss der Vulcane und der plutonischen Gebiete, nichts anderes als Schlacken oder sehr porose Massen- anhäufungen, welche meistens oben auf den alten Lavaausbrüchen, aber auch unter diesen zu liegen kommen und welche dann durch

verschiedene chemische Verwitterungen und später Ausfüllungen in Mandelsteine umgewandelt wurden.

Die meisten Theoretiker sahen in der Ausfüllung der vollen oder nur theilweise gefüllten Mandel ein Werk wässeriger Infiltrationen, mittelst Thermal- und Tagewässer (siehe Soret über Wasser in Basalten N. Bull. Soc. philom. P. 1825, S. 124), welche besonders Kiesel und noch andere chemische Elemente mit sich führten, so wie aus den verwitterten Felsen aufnahmen, so dass ebensowohl die verschiedenartigsten Agathen als Kalkspath und Zeolithenbildung daraus entstanden. Man hat sich Mühe gegeben, die gewöhnlichste Folge der Bildung dieser sehr verschiedenartigen Mineralien zu erkennen. In den Drusen der Mandel zeigen sie mehrere Formen, welche an die Stalaktiten- und Tropfsteinbildung überhaupt erinnern (siehe Délesse, Ann. d. Miner. 1850, Bd. 16, S. 527). Doch gibt es auch einige Geologen, wie Fournet, welche keineswegs eine Infiltration zugeben wollen, sondern sich die Bildung der Mandel durch kieselhaltige warme Wasserdämpfe vorstellen (Bull. Soc. géol. Fr. 1849, N. F. Bd. 6, S. 510—513 und auch Coquand, Mem. Soc. géol. Fr. 1850, Bd. 3, S. 360—361). Wir möchten glauben, dass, obgleich die erstere Meinung die Bildung sehr vieler, vielleicht selbst der meisten Mandel erklärt, die Möglichkeit der letzteren Theorie nicht ganz ausgeschlossen bleibt, was selbst für einzelne Fälle die allein richtige sein könnte. Das seltenere Vorkommen von gediegenem und rothem Kupfererz (besonders am oberen See in Nordamerika) und von gediegenem Blei zwischen Wikerode und Gross-Almerode (Moll's Jahrb. d. Berg- und Hüttenk. 1801, Bd. 5, S. 434) geben keinen Anhalt weder für die eine noch für die andere Hypothese, obgleich man die metallischen Sublimationen (Eisenglimmer, gediegenes Kupfer u. s. w.) in Laven in Erinnerung bringen könnte.

Wenn andererseits Fournet's Theorie meistentheils die richtige wäre, so müsste man sich wundern, so selten Mandelstein- und besonders Achatenbildung in jüngeren plutonischen Gebilden zu finden. So z. B. bemerkt man in der Auvergne Mandelsteine mit kohlelsauren Kalk-Infiltrationen und Mandel-Ausfüllungen nur in der Limagne oder in dem tiefer gelegenen Lande, welches noch unter Wasser stand, als jene Vulcane in Thätigkeit waren. Hingegen in höher gelegenen Gegenden, wie z. B. zwischen Clermont und Montdore und anderswo, beobachtete ich nur selten

einige kleine Ablagerungen des kohlensauren Kalkes in den sehr porösen älteren Basaltlaven; in jüngeren noch starr und wild, wie aus dem Krater geflossen (Volvic), aber nie etwas Ähnliches.

Dass man die Gänge der Infiltration nie sieht, ist auch ein Irrthum, besonders wenn man mit den dichten, gewöhnlich ziemlich zeolitharmen Mandelsteinen die Zeolith-Basalte des irischen Riesendamms vermischt (S. 111). Für letztere kann ich gutstehen, dass jeder Mensch diesen Umstand daselbst auf's Deutlichste bemerken kann. Diese Zeolithen-Infiltration erstreckt sich selbst bis in die Spalten des unten liegenden Kreidekalkes. Für jede Mandel und selbst für jeden Mandelsteinfels die Infiltrationscanäle als sichtbare Gegenstände zu fordern, scheint mir überflüssig, da es viele Nebenumstände gibt, welche die Zustopfung jener Leitungswege später oder sogleich bedingen mussten. Daher stammen auch die mikroskopischen Structuren jener verwitterten und später bedeutend modificirten Gesteine her, wie sie durch Herrn Zirkel's Zeichnungen und Beschreibungen uns vorgeführt wurden.

Ich habe selbst Zeolith- (Stilbit?) Drusen, obwohl selten, im Trachyte der Bergspitzen des Cantal gefunden und zweifle kaum an der grössern Wahrscheinlichkeit dieser winzigen Mineralbildung durch die kohlensäurehaltigen Tagewässer-Infiltration als an ihrem Entstehen auf feurigem oder gasartigem Wege. Doch die Infiltrationscanäle blieben mir nicht wahrnehmbar. Dasselbe würde man wahrscheinlich auch für den selten im Granite befindlichen Stilbit (Essai l'Écosse, S. 19) vermuthen können.

Die sogenannten grünen, grauen und röthlichen Wacken haben eigentlich die grösste Ähnlichkeit mit der Grundmasse der Mandelsteine, namentlich eine thonartige Verwitterung und Zersetzung, besonders des Feldspaths, der Augite und manchmal des Olivin, hie und da mit einigen Kalkspath-Trümmern. Da aber die Mandel oder gefüllten Räume fehlen und die Wacken ebensowohl in Gängen (Joachimsthal, Werner Crell's Chem. Ann. 1789, S. 134) als in den deutlichsten Lagern in älteren Steinkohlen — Sandsteinen (Calton hill, Edinburgh) oder hie und da unter jüngeren Basalten (Scheibenberg in Sachsen. Werner, Bergmänn. J. 1788, Bd. 2, Nr. 9, S. 845—907, Puy Marmant, Auvergne) bekannt sind, so würde man in dem Lagerartigen wenigstens vielleicht nur vulcanische Aschenausbrüche oder selbst Schlammausbrüche im Wasser sehen

sollen. Herr Schafhäutl hat uns eine neptunische Wacke mit Quarz, Turmalin, Dichroit, Rothkupfererz u. s. w. in den Berner Alpen beschrieben (München. gel. Anzeige 1849, Nr. 1822, S. 417, N. Jahrb. f. Miner. 1850, S. 67), welche hierher nicht gehören kann.

Die Blatter- oder Schaalsteine scheinen ein Mittelding zwischen den Mandelsteinen und gewissen, durch Metamorphismus veränderten Schiefen und Kalkgesteinen zu sein. Unter letzteren erstlich gesagt, rechne ich die halb krystallinischen dichten Kalke mit Albit-Krystallen (Joch des Bonhommeberges, Savoyen); die mit Serpentin, Steatit, Glimmer, Talk, Granat, Idokras, Augit, Tyrit, Eisenoxydul, Kupferkies u. s. w. geschwängerten Kalkfelsen; dann die sogenannten Fleckenschiefer, einige Fruchtschiefer; die Schörl, Chiastolith, Dipyr, Couzeranit und seltener Diallagon? (Othré) führenden Schiefer; die mit krystallisirtem Feldspath, Hornblende oder Actinot, Grenatit, Magnet-Eisenstein, Eisen- und Kupferkies versehenen Schiefer oder selbst nur Sandsteine (Taviglianer Sandsteine); gewisse unreine Glimmerschiefer, mit oder ohne Granat oder Schörl, die Hornfelsarten sammt gewissen dichten feldspathreichen Gneissen. Letztere Gesteine unterschieden sich ganz gut ebensowohl vom rothen als vom grauen Gneiss (siehe Scheerer, Abh. im Berg- und Hüttenmann etc. 1861, S. 181). Für uns beruht noch immer dieser letztere wichtige Unterschied auf einem mehr oder minder fortgeschrittenen allgemeinen Metamorphismus.

Wenn die Mandelsteine ganze Lager oder Stöcke oder selbst Gänge und Theile von letzteren ausmachen, so haben die Schaalsteine keine so einfache Lagerung und selbst keine so gleichartige Zusammensetzung. Es gibt einige Schaalsteine, namentlich bei welchen die Brecciennatur die herrschende ist und die Gänge und Theile von diesen meistens bilden. Andere sind nur die oberen oder unteren Theile von Trappgängen.

Wenn die Mandelsteine augitisch veränderte schlackenartige Massen im ältern Paläozoischen, in den älteren Steinkohlen, in dem unteren oder oberen Flötzgebiete, sowie selbst im Tertiären sind, so scheinen die bekanntesten Schaalsteine (Harz, Dillenburg, Fichtelgebirge) meistens nur Hornblende führende metamorphische Contactbildungen in schiefrigen älteren Gebilden zu sein. Wegen diesem letzteren Umstande haben die meisten eine blättrige Structur, gehen hie und da in Thonschiefer oder gewöhnliche Schiefe

über (S. 114) und sind in innigster Verbindung mit Eisensteinlagern und Nestern. Unter dem Namen eines Mandelsteines hat uns Dufrenoy in der Nachbarschaft von Paimpol in der Bretagne einen silurischen Schiefer beschrieben, welcher nach ihm durch Porphyre in jenes Gestein umgewandelt worden wäre (Ann. des Mines. 1838, 3. R., Bd. 14, S. 362—364, 376 u. 392; Explicat. de la Carte geol. de Fr. 1841, Bd. 1, S. 95). Wenn hier kein Schaalstein gemeint ist, so wäre es ein Beispiel von Mandelsteinbildung durch Metamorphismus (siehe also Rozet für Localitäten im Beaugolais Bull. Soc. géol. Fr. 1840, Bd. 12, S. 154).

In den Schaalsteinen sind die Verwitterung, die Infiltration und der Spielraum der chemischen Affinitäten wieder die Hauptfactoren, welche das Gestein ebensowohl umwandelten, als ihre hohlen, mit Gas gefüllten Räume in Mandeln verwandelten. Doch sind letztere weder so zahlreich und vorzüglich, noch so rund wie die der Mandelsteine, sondern sie sind länglich, meistens sehr wenig bauschig und die Ausfüllungsmaterien sind besonders Kalkspath und ein grauliches chloritisches Mineral als Zersetzungsproduct. Zeolithe, Epidote, selbst Quarz scheinen da gewöhnlich nicht vorhanden zu sein. Man sieht es dem Gesteine an, dass den Gasbildungen daselbst der Raum sehr eng bemessen wurde und sie immer einen grossen Druck zu überwältigen hatten. Roth- und Brauneisensteinester sind bei denselben in besonderer Verbindung mit grossen mandelförmigen Absonderungen der Blattersteine.

Der sogenannte Eisenthon, Ironclay der Engländer, im plutonischen Gebiete ist nur ein sehr verwitterter, veränderter, sichtlich sehr wenig poröser Felsit, welcher sehr reich an Eisen ist und auch manchmal etwas Augite enthalten kann.

Wie der gefleckte lichtgraue, ziemlich weiche Honestone der Engländer in dem alten Steinkohlengebiete (siehe Essai sur l'Écosse, S. 171) nur ein veränderter, verwitterter Phonolith ist, wie der Thonstein und der Dolomit nur modificirte Abänderungen des Felsites für den ersteren und der Trachyte für den andern sind, so steht es mit den Eisenthongesteinen, welche von dem Engländer manchmal basaltische Klingsteine genannt wurden. Die festen Varietäten bilden einen sehr schweren und zähen, eisenreichen, schwarzgrauen oder röthlichen (Dunbar) dichten Felsit, indem die weicheren fast in eine immer röthliche Bole übergehen,

so dass man selbst letztere manchmal nur mit einiger Mühe von den eigentlichen Bolen unterscheiden kann.

Unter der plutonischen Bole sind namentlich mehrere minder specksteinartig, besonders wenn sie meistens von feldspathischen Aschenausbrüchen herkommen, gröbere Gattungen sind mehr eisenhaltig. Ihre Farbe ist die weissliche, bläuliche und rothe und hängt innig mit dem Oxydirungsgrade ihres Eisengehaltes zusammen. Wenn man sich nach einem Lavaausbruche eine Ejection von unzähligen kleinen Schlacken und Asche denkt und diese in's Wasser fallen, um wieder von Laven bedeckt zu werden, so müssen durch den Druck, die Verwitterung und chemische allmähliche Veränderung ziemlich ähnliche Gesteinlager als jene feinere Bolearten und Abänderungen des Ironclay entstehen. Dieses scheint mir nun der Fall in Island, in den Hebriden und am irischen Riesendamme der Fall gewesen zu sein, wo zwischen ausgedehnten mächtigen lagerartigen Basaltströmen solche röthliche Eisenthone sich weit ausbreiten und auch Spuren von Spath-, Kalk- und Zeolith-Infiltration darbieten. Ob aber andere rothe Bole, wie z. B. der unter dem Basalt von Apchon im Cantal (siehe Jour. de Geologie 1830, Bd. 2, S. 408) denselben Ursprung haben, möchte man wegen der Feinheit bezweifeln; besonders weil, wenigstens in jenem centralen Frankreich, solche Gesteine aller Farben vorkommen und der feldspathische Charakter über dem augitischen daselbst die Oberhand hat.

Überhaupt ist da noch ein weites Feld für die mikroskopische Mineralogie, welches auch gleichzeitig uns die besten Aufschlüsse über die ganze Bimsstein-Reihe-Gebilde geben könnte, namentlich vom gewöhnlichen fragmentarischen Auswürfling bis zu jenem Bimsstein, welcher durch bewegte Wässer fortgeführt und abgesetzt, endlich nur als weisslicher Schlamm, rein oder mit anderen Mineralien gemischt, als abnorme kreideartige Felsart abgesetzt wird, wie in Ungarn, Siebenbürgen, Klein-Asien u. s. w.

Eine ganz andere Classe von plutonischem Gebilde, die der Variolithen, wurde oft unlogisch mit den Mandelsteinen zusammengeworfen. Ich meine darunter diejenigen feldspathreichen dichten Gesteine, worin Concretionsbildungen sich befinden, denn ihr mandelartiges Aussehen ist nur eine falsche Ähnlichkeit, da die fremdartigen Nester meistens rund und nicht wie in den Mandel-

steinen besonders elliptisch oder unregelmässig sind. Ausserdem ist die Bildungsart deutlich eine andere, in den Mandelsteinen wurden Räume später ausgefüllt, indem andererseits die Concretionen und die Centralpunkte der chemischen Affinitätsthätigkeiten während der Bildungs- und Abkühlungsperioden jener Felsarten andeuten. In dieser Hinsicht stehen die Variolithen genetisch ganz in der Nähe der wohl bekannten kugeligen oder Orbicularformen der Perlsteine, Pechsteine (Scrope, Insel Ponza), Diorite (Domfront, Orne und Corsica), der metallführenden Hornblende-Porphyre Ungarns und Macedoniens, der Felsit-Porphyre oder Pyromeriden Corsica's, der sogenannten drüsigen Hornstein-Porphyre zu Planitz (Cotta's Geologie 1840, S. 282—284) und manche Granite. Diese Formen scheinen mit der Art der Erkältung und Erstarrung der Felsarten im Zusammenhange zu stehen (siehe für den Pyromerid Bourjot, Bull. Soc. géol. Fr. 1855, Bd. 12, S. 369). Ähnliche sphäroidisch strahlförmige Bildungen wurden in folgenden Mineralien beobachtet, wie: Schwerspath, Kalkspath, Quarz, Glimmer, Actinot, Lievrit, Eisen- und Kupferkies u. s. w. Mit der Anwendung der Infiltrations-Theorie für die Bildung der Sphäroidal-Concretionen der Variolithen können wir uns keineswegs einverstanden erklären, obgleich Herr Delesse in solchen Concretionen Verwerfungen und Sprünge gesehen haben will (Ann. d. Mines. 1850, Bd. 16, S. 125).

In den kugeligen Concretionen der Variolithen bemerkt man den dichten Feldspath, den Albit, das dichte Diagonalon, einen grünen Talk, seltener den Epidot u. s. w. Diese Felsarten kommen selten einzeln als Eruptivstöcke im Flötzgebiete, wie längs der Durance im Dauphiné ¹⁾, vor, meistens sind sie in Verbindung mit mächtigen Euphotid- oder Gabbro- und Serpentin-Gängen und Pils- oder hutförmigen Massen ²⁾, wie in Ligurien, Toscana, Graubündten u. s. w., aber auch weniger charakterisirt mit den jüngeren Dioriten oder

¹⁾ Man hat die Variolithen jener Gegend mit den Spiliten oder Mandelsteinen des Flusses Drac in derselben Provinz oft unlogisch zusammengeworfen. Letztere Gesteine enthalten Kalkspathmandeln und sind in der Mitte von theilweise in Gyps verwandelte Liaskalke bei Vizille und Champs, sowie im Estrellegebirge (Itier und Coquand, Bull. Soc. géol. de Fr. 1840, Bd. 11, S. 385 u. 428, 1844, N. R. Bd. 1, S. 414—417). Herr Gras möchte in jenen Mandelsteinen nur metamorphosirte Kalke sehen (dito 1840, S. 423—429), eine Meinung, der die chemischen Gründe fehlen.

²⁾ Dieser Ausdruck wird mir erlaubt sein, da man von einem eisernen Hut der oberen Teufen von Gängen schon lange spricht.

Ophiten, wie in den Pyrenäen u. s. w. Herr Fournet hat sich bemüht, die chemische separate Bildung der Variolithen von der der Serpentine auf die Wirkung der Kohlensäure zurückzuführen (Ann. Sc. phys. nat. Soc. d'agric. de Lyon 1841, Bd. 4, S. 151), indem G. Rose in der Bildung eines eben sowohl in grünen Schiefer als in Serpentin übergehenden Gabbro zu Zobten in Schlesien, eine metamorphische magnesiareiche Wirkung einer Graniteruption, sieht, weil der Gabbro zwischen Serpentin und Granit eingezwickelt erscheint (Bull. Soc. géol. Fr. 1847, N. R. Bd. 4, S. 1061). Später sprach sich derselbe Gelehrte noch deutlicher in seiner Geogenie des Serpentin aus (Poggendorff's Ann. Phys. 1851, Bd. 2, S. 525—530).

Die geogenetische Auffassungsart der Bildung der eben erwähnten verschiedenen Felsarten, gegen welche ich meine Bemerkungen machte, scheint innigst verwebt mit der Frage über den Ursprung des Materials jener Gesteine. Denn in manchen möchten gewisse Geologen nur feurige oder wässerige Umwandlungen von geschichteten Gebirgsarten sehen und ihre Stütze suchen sie besonders ebensowohl in chemischen Zerlegungen als in den fremden Fragmenten der sogenannten plutonischen Massen. Auf diese Weise würden wir durch letztere fast gar nichts über die Natur der Erdbestandtheile unter der von dem Plutonisten als erstarrt gehaltenen Erdrinde erfahren.

Da dieser Theil der Petralogie und mineralogischen Chemie nur im Beginne der Erkenntniss sich befindet, so hält es schwer, darüber Vieles zu sagen. Unstreitig werden alle plutonischen Eruptivgesteine von mehr oder weniger fremdartigen Breccien begleitet, ob diese letzteren neben den eigentlichen feurigen Felsarten oder einzeln nicht unfern jenen erscheinen, ist hier ziemlich gleichgiltig. Andererseits ist wohl zu bemerken, dass alle Geognosten diesen wichtigen Umstand nicht ganz berücksichtigen oder selbst manchmal ganz übersehen. Wenn ich schon behauptete, dass man manchmal Trachytbreccien mit dem Trachytconglomerate unwissenschaftlich zusammenwirft, so stellen sich ganz ähnliche Fälle für Porphy- und Pechsteinbreccien der paläozoischen und älteren Flötzperioden ein, wie z. B. in Norwegen, in Glencoe in Schottland, in Cumberland, im Königreiche Sachsen (siehe Guide du Géologue Voyageur, Bd. 1, S. 435), in den Pentlandbergen bei Edinburgh u. s. w. Feldspathische Conglomerate des Rothtodtliegen wurden

besonders oft von Porphyrbreccien nicht getrennt. Aber selbst bei allen anderen plutonischen und metamorphisch-krystallinischen Gebirgsmassen fehlen die Breccien mehr oder weniger nicht. Ohne an die häufigen Tufas der Trappe und die Breccien der Augitporphyre erinnern zu brauchen, übersah man manchmal und ich selbst einst die schönsten Breccien der Diorite und Syenite, indem man die Fragmente nicht als Bruchstücke, sondern als chemische Concretionen behandelte, wie z. B. auf der Insel Arran an der Bucht von Brodick am Ausgange des Cloythales (siehe *Essai sur l'Écosse*, S. 20). Durchbricht der Syenit, der Gabbro, der Serpentin, der Augitfels oder Porphyr Kalksteine, wenn auch von verschiedenem Alter, so bilden sich eigene Trümmersteine, wie man es zu Glentilt in Schottland, zu Cravignola bei Borghetto in Ligurien, bei Willendorf in Niederösterreich, in den Pyrenäen bei Lherz, im Fassathale (Kalktrümmer in Augitporphyr des Monzoniberges u. s. w.); zu Serravezza (Toscana, Kalkfragmente in Wackite Savi und Brongniart. *J. de Geologie*, 1830, Bd. 2, S. 264—265), und zu Vizille (Dauphiné, Gyps- und Mandelstein-Breccie) beobachten kann. Die Granite mit Fragmenten von Gneiss und Schiefer sind in mehreren Gebirgsgegenden eine wohlbekannte Thatsache, weniger die wahren Breccienpartien der Gneiss-, Glimmer- (Schwarzwald) und Talkschiefer (Tanneberg, Agordo).

Dieser kurze Überblick über die plutonischen, oder besser gesagt Contact-Breccien zeigt aber, wie wenig wir noch berechtigt sind, die Urmaterie des Eruptiven unter den Schiefeln oder neptunischen Gebilden der Erdoberfläche zu suchen. Denn wenn die Temperatur jener plutonischen Gesteine so gering war, um wahrscheinlich unter einem gewissen Druck eine solche Masse fremder Fragmente so wenig verändern zu können, und wohl gemerkt, in den Trapp- und Porphyrbreccien gibt es selbst noch unverzehrte Versteinerungen ¹⁾, so bleibt bis jetzt die bestrittene Hypothese nur eine noch nicht bewiesene Muthmassung und das selbst für den besonderen Fall des Trachytes oder Dolomites, der einst in Frankreich aus Granit erstanden sein sollte.

¹⁾ Von Althaus, *Helix hortensis* in Phonolithtuff zu Magberg (Württemberg. *Jahrb. f. Min.* 1832, S. 228) Leop. von Buch, Basaltgänge in Württemberg mit petrefactenreichen Jurakalk-Fragmenten (*Jahrb. f. Min.* 1832, S. 224), Boué, Breccienartige untere Theile eines Mandelstein mit Cariophyllien enthaltenden Kohlenkalkstückes zu Berkeley in der Grafschaft Gloucester (*Essai sur l'Écosse* 1820, S. 366), Griffith,

Demungeachtet muss man nicht vergessen, wie viele sehr veränderte Fragmente fremder Gebirgsarten die jüngeren Laven enthalten, sowie auch die seltene Zusammenschmelzung jener Massen mit der Lava, wie es uns der Vesuv insbesondere beweist. Auch kommen mir wieder jene so zahlreichen rundlichen Massen von Olivin und Granit in den Basalten des Vivarais (Thäler der oberen Ardeche und des Fontaulier) in den Sinn, welche neben einander sich so sonderbar ausnehmen, weil sie nicht nur dieselbe Form haben, sondern auch der Olivin unter den Bestandtheilen des Granites wie vermengt erschien. Es drängt Einem unwillkürlich die Frage auf über den möglichen Übergang des Olivin in Granit. Dr. Hibbert beschrieb einen Übergang des Basaltes in Granit. (Edinb. Jof. Se. 1824, Bd. 1, S. 105.)

Dass aber in den bis jetzt als plutonisch angenommenen Felsarten der Hitzegrad ehemals als überschätzt war, ändert ganz und gar nicht die Theorie und findet sich gerade mehr in Einklang mit dem Bekannten über die geringen Veränderungen an den Berührungsflächen vieler neptunischen Massen mit dem Eruptiven. Im Gegentheil, wässerige chemische Veränderungen haben daselbst viel öfters stattgefunden, während andererseits die Erfahrung hinlänglich gezeigt hat, was für eine bildende und umändernde Wirkung eine nur verhältnissmässig geringe Temperatur haben kann, wenn sie lange fort dauert und unter einem gewissen Drucke, so wie mit Hilfe der Wasserdämpfe stattfindet.

Es gibt ein Gestein, der Serpentin, welcher der Umwandlungstheorie sehr das Wort zu sprechen scheint, obgleich seine Lagerung nicht immer alle geognostischen Kennzeichen der eruptiven Massen entbehren. So z. B. für jene ungeheuren Gänge oder Pro-

Terebrateln im Grünstein des Kohlenkalkes Irlands (Conybeare's *Outlines of the Geology of England* 1822, S. 440), Naumann Grünsteintuff mit Versteinerungen bei Planzsitz am Fusse des Kirchberg (Fichtelgebirge), zu Magwitz, Rosenthal und Plauen (N. Jahrb. f. Min. 1841, S. 194), J. Phillips' Muschel und Korallen in einem Trappkalk-Aggregat des Malvernberges (Phil. Mag. 1842, B. 21, S. 388—293), Eug. Robert, Melaphyr mit petrefactenreichen paläozoischen Kalkstein-Fragmenten zu Tyre-Holmen unfern Christiania (Bull. Soc. geol. de Fr. 1841, Bd. 13, S. 23 ad notat), Dechen, Porphy mit Trilobiten in der Grauwacke von Lenne (Karsten's Archiv f. Min. 1845, Bd. 19, S. 419—420, Berg- und Hüttenmann-Zeit. 1860, S. 255), Guido Sandberger, Schaalstein mit Muscheln im devonischen Kalke bei Weißburg, Nassau (N. Jahrb. f. Min. 1842, S. 227). Alex. Brougniart, eine Spillite zootique mit Encriniten (Dict. d. Sc. nat.).

trusionen, welche man im Monte Rosa, so wie in Central-Graubünden, nordwestlich des Julier, so wie im Davos kennt, dann für jene angedeuteten italienischen Gängemassen, welche in ihren obersten Theilen die Form eines Keils angenommen und über die neptunischen Gebilde sich etwas ausgebreitet haben. Wenn schon Ferber den Serpentin des Berges Traverso in Toscana als alte Lava bezeichnete, so wird Niemand es verargen können, wenn Alex. Brongniart und ich die eruptive Natur des Serpentin nicht allein auf Borghetto, Prato u. s. w. (siehe mein geognost. Gemälde Deutschlands 1829, S. 272 – 273) beschränken wollten. Möglich, dass wir im Unrecht waren, die unterliegenden rothen und gelben Jaspise einzig als feurige Contactwirkung anzusehen, indem zu dieser Silicifirung wohl auch eher Kiesel-, Eisen- und Kohlensäure enthaltende Thermalwässer und Dämpfe mitgewirkt haben mögen.

Überhaupt ist die Lagerung des Serpentin in dem charakteristischen paläozoischen Schiefer, so wie vorzüglich in dem mehr oder weniger krystallinischen Schiefer und dem körnigen Kalk der Art, dass man ehemals solche Gesteine nur als gleichzeitige chemische Bildungen betrachtete. Jetzt sehen aber mehrere gewichtige Geologen nur metamorphische magnesiareiche Wirkungen in solchen Lagern und Stöcken. So z. B. Böbert für die durch Veränderung des krystallinischen Schiefers hervorgebrachte Serpentine Norwegens (*Gaea Norwegica* Keilhaus, 1838, *Edinb. u. phil. J.* 1838, Bd. 24, S. 206), Fallou und Müller für die durch chloritische Sublimationen im sächsischen Weissstein gebildeten Serpentine bei Bohringen unfern Rosswein (*Mittheil. aus d. Osterland. Naturforsch. Ges. zu Altenburg* 1842, Bd. 5, S. 219), J. Fournet für die Serpentine als Metamorphismus in gewissen Kalksteinen der Vogesen in der Nachbarschaft des Granites (*Bull. Soc. géol. Fr.* 1846, N. R., Bd. 4, S. 231—232), Alph. Favre für die Serpentine des Berges Iseran (*Bull. Soc. géol. Fr.* 1851, Bd. 8, S. 624), Bernh. Studer für diejenigen, welche mit körnigem Kalke und Dolomite im Walliser Lande, in Piemont, bei Predazzo in Tirol und in Glen Tilt in Schottland verbunden sind (*Edinb. u. phil. J.* 1849, Bd. 46, S. 168). In Graubünden neben der grossen Serpentinablagerung von der Ober-Halbsteingau südlich von dem Albulathale schienen mir auch neben mancher Felsverkieselung ähnliche metamorphische Contactbildungen vorhanden zu sein.

Schon im Jahre 1820 sprach ich mich über die theilweise wahrscheinliche feurige Bildung der Serpentine aus (Essai sur l'Écosse, S. 442), indem ich auf die so wichtige Verbindung des Diallagon und Olivin mit jenen Gesteinen aufmerksam machte. Chrysolithe will Fournet darin in den Vogesen gesehen haben (Bull. Soc. géol. Fr. 1846, Bd. 4, S. 227). Im Jahre 1820 und besonders später wurden die Übergänge des Serpentin im Doleriten (Insel Inchcolm bei Edinburgh in Schottland), im augitreichen Trapp oder Basalt, im Euphötid, Diorit oder Ophit von mir aufgezeichnet (siehe Denkschriften d. k. Akad. d. Wiss. 1851, Bd. 3, S. 54). Im Jahre 1842 beschrieb Fallou neben dem Serpentin des Weissstein eine Gebirgsart mit der Structur des Eclogit und kleinen Trümmern von Chlorit. In neuerer Zeit erklären aber Blum, B. Cotta, H. Müller und Naumann den Serpentin nur für eine Pseudomorphose des Eclogit, gewisser Hornblendefelsarten, der Diorite und der Euphotide. Th. Scheerer brachte die Bildung der Serpentine auch in Verbindung mit dem Olivin (Liebig's Handwörterbuch d. Chemie 1835 u. N. Jahrb. f. Min. 1854, S. 451—453) und James Dana sieht auch im Serpentin nur eine durch warme Magnesia enthaltender Wässer gänzlich veränderte Felsart (Americ. J. of Sc. 1843, Bd. 45, S. 120). Th. Sterry Hunt ging noch weiter, indem er dieselbe Bildungstheorie nicht nur für Serpentine, sondern auch für Euphotide, Talk und Hornblendegesteine Canadas vorschlug (Bull. Soc. géol. Fr. 1855, Bd. 12, S. 1031, C. R. Ac. d. Sc. P. 1837, Bd. 44, S. 996).

Über die Urmaterie gewisser Trappgesteine haben nur sehr wenig Geologen sich Muthmassungen erlaubt, so z. B. Samuel Solly, welcher in der Londoner geologischen Gesellschaft im Jahre 1816 den 7. Juni und in der Royal Society den 6. März 1828 sie als veränderte ältere Steinkohlen-Gesteine erklärte (Ann. of phil. 1818, Bd. 8, S. 143, Phil. Mag. a. Ann. 1828, Bd. 3, S. 458—460, Zeitsch. f. Min. 1829, S. 383—386). Mögen auch die Trapp-, sowie gewisse sogenannte schieferige ältere Grünsteine zum Metamorphismus gehören, so sind doch diese Fragen bis jetzt nicht gründlich genug erörtert worden und der Trapp bleibt einstweilen wie die Lava ein eigentliches Product, dessen Urmaterie bis jetzt unbekannt geblieben ist. Die Zeit ist vorüber, wo man es als wahrscheinlich fand, dass Granit als theoretisch angenommenes unterstes Gestein

die Materie alles Vulcanischen wäre, denn die chemischen Beweise wurden nie davon geliefert und sehr granitähnliche Gesteine bilden noch jetzt jüngere Laven.

Was die kieseligen tertiären Puddingsteine betrifft, welche in jener erwähnten, der Akademie vorgelegten Abhandlung mit in das Mandelstein-Tableau hineingezogen wurden, so glaube ich bei der Meinung der bisherigen Mineralogen und Geologen bleiben zu müssen, namentlich dass ebensowohl in den englischen aus der Grafschaft Hertford, als in den französischen bei Nemours die sogenannten Mandel nur grösstentheils abgerundete Hornstein- und Feuersteinstücke aus der Kreide seien. Manche dieser ovalen oder runden Fragmente zeigen verschiedenartig gefärbte concentrische Zonen der Verwitterung, so wie alle Kiesel- und Kalksteine. Doch da das Cement dieser Agglomerate Kiesel oder selbst Achat ist, — wahrscheinlich eine Thermalwasser-Ablagerung, — so müsste es eher auffallen als erstaunen, dass diese Kieselsolution keine Absonderung in einigen Löchern veranstaltet oder selbst einige Kalkgerölle verkieselt oder gänzlich ersetzt hätte. Einfachere Drüsenausfüllungen können auch dadurch erstanden sein, und ganz dasselbe geschah im sogenannten kieseligen Pariser Süsswasserkalk zu Champigny.

Möge man auch überhaupt ein so geschickter Mineralog oder Chemiker als nur möglich sein, jede geognostische Erklärung muss, wie schon bemerkt, die verschiedene geognostische Lage der besprochenen Mineralien oder Felsarten gründlich berücksichtigen. Sonst bleibt Alles nur einseitig, wie es z. B. den höchst interessanten mineralogischen (S. 247) und chemischen Erörterungen (Bischof's chemische Geologie und Delesse Ann. d. Mines. 1848, 4. Ser., Bd. 13, S. 695—697, Bull. Soc. géol. Fr. 1859, Bd. 16, S. 419) zum Trotz noch jetzt immer mit dem sogenannten wässerigen Niederschlage aller Granite und Porphyre steht. Zu allen Zeiten gab es in der theoretischen Wissenschaft abnorme Meinungen, wie z. B. für die Feuergebilde ein Nose, für den Basalt ein Schmitz u. s. w., welche die deutlichsten Feuerspuren in einer unbekanntenen Feuerquelle in jenen Gesteinen suchten; kein Wunder, dass heutzutage der Ilfelder Melaphyr nur ein eisenschüssiger Thon des rothen Sandsteines sein soll (N. Jahrb. f. Min. 1848, S. 53), oder dass selbst über die Steinkohlenbildung Sonderbares uns dargeboten wurde (siehe Berg- und Hüttenmann-Zeitung, 1861 u. 1862).

Wenn die Bildung des Quarzes wahrscheinlich oft mittelst warmer Wässer stattfand und dieses sowohl für die tertiären quarzigen Mühlsteine und quarzigen Trachytophyre, als für die Feuersteine und Hornsteine der Kreide, des Flötz und paläozoische Zeit gewesen sein mag, so bemerkt man, dass die Menge letzterer, besonders als knollige Mineralien von der ältesten Zeit bis zur neuesten immer zahlreicher werden, indem in den allerältesten Perioden der weisse Quarz und Quarzit jene ersetzt und nur selten in späteren Zeiten sich wieder zeigte, um doch solche Massen nie wieder zu bilden.

Vergleicht man beide Kieselreihen, so sieht man leicht ein, dass in beiden Zeiträumen die Kieselablagerungen immer mehr oder weniger localisirt waren. So z. B. mangeln in gewissen Kreidegebilden mancher Länder der Reichthum der Feuersteine, anderswo stellen sich Hornsteine oder andere kieselige Ablagerungen in anderen tertiären Flötz- und paläozoischen Kalken ein, welche in gewissen Ländern nicht wiedergefunden werden. Selbst in den ältesten Gebilden ist die Ausbreitung der Quarze nicht gleichförmig. Dieser Umstand ist sehr erklärbar, wenn man diese Kieselbildung mit Thermalwasser verbindet, da Mineralwasser immer nur locale Erscheinungen sein können. Die Frage, ob Quarz ganz gebildet und feuerflüssig aus der Erde hat kommen können, möchte ich nicht beantworten, aber ungeachtet dieser theoretisch offen gelassenen Frage können wir wenigstens schliessen, dass die Ablagerung der weissen Quarzsteingänge und Lagen unter ganz besonderen Umständen erzeugt wurde. Da aber die Wasserbildung nicht nur für Quarzkrystalle und Feuersteine u. s. w., sondern selbst für Quarzgänge im Tertiären und Flötzen erwiesen ist, so versteht man sehr wohl, wie man diesen geogenetischen Gedanken verallgemeinern möchte. Doch kann die Natur zwei Wege zur Erzeugung desselben Minerals gebrauchen und in Wirklichkeit, wie neben vielen von unten oder von der Seite gefüllten Basaltgängen es einige gibt, welche es von oben wurden, wie bei Murat im Cantal (siehe *Essai sur l'Écosse*, Fig. 33), so haben wir im Gegentheil die Kenntniss von einer Unzahl von kleineren und grösseren Quarzgängen erlangt, welche von oben nach unten gebildet wurden, indem andere, wie die zu Plombières, sowie gewisse stratificirte Achate- und Hornsteingänge, auf das Deutlichste von unten durch kieselhaltige Thermalquellen allmählich gefüllt wurden (siehe Daubrée *Ann. d. Mines*. 5. Ser., Bd. 13, S. 227—256).