

Die
Geologie der primitiven Formationen

von **A. Turner.**

I. Die Frage der Erdentwicklung. ¹⁾

Wenn die Geologen der alten und neuen Zeit auch in der Anschauung der allgemeinen Entwicklungsformen sich öfters diametral entgegenstanden, in einem Punkte war die Harmonie völlig hergestellt, der auf den Uranfang der Bildung, den ausdehnungsförmigen Zustand in der ersten Entwicklungsperiode Bezug hatte. Sobald es sich aber um den Uebergang aus dem gasförmigen in den flüssigen Aggregatzustand handelte, gingen die Ansichten wieder direct auseinander, da die Einen als Uebergangsergebnis eine geschmolzene, die Andern eine wässrigflüssige Verfassung folgern zu müssen glaubten, und auf dieser Basis baute nun Jeder seine eigene Theorie auf. — Objectiv betrachtet, muss jedoch die Entscheidung auf Grund der vorhandenen Verhältnisse zu Gunsten der Ersteren ausfallen, wenn in erster Linie berücksichtigt wird, dass der Planet im gasförmigen Zustande auf die Dauer nicht als homogene Masse betrachtet werden kann, dass vielmehr bei der grossen Ausdehnung dieser Atmosphäre, die Mineralgase nach dem Gesetz der Schwere um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt, also im Centrum sich im grossen Ganzen concentrirten, und in Folge des hohen Druckes der höher liegenden Schichten zu Dampf und endlich zur flüssigen Masse verdichtet

¹⁾ Vergl. hierüber die Arbeiten von Gerhard, Abhandl. der Berl. Akademie, 1812 p. 1—11; Leopold v. Buch, Abhandl. der Berl. Akademie 1822/42; Gümbel, Geognost. Beschr. Bayerns, Bd. II; Vogt, Geologie; Neumann, Geognosie; Cotta, Geologie der Gegenwart; Toula, Ueber das Erdinnere, Streng, Zur Theorie des Plutonismus, Min. Mittb. 1878; Mallet, Phils. Trans. R., Vol. 163 II; Bischof, Chem.-phys. Geologie u. Supplementsband; Lyell, Dana, Angelott, Daubrée, Delesse, Studer Volger, Beaumont, Scheerer, Scorpe, Boues, Strange, Macculloch, Hutton u. s. w.

werden mussten. Diese flüssige Aggregatform konnte jedoch nicht eine wässrige Lösung ausmachen, da die Bestandtheile des Wassers hinsichtlich des spec. Gewichtes weit hinter den meisten Mineralsubstanzen rangiren, folglich in einer weit späteren Zeitperiode bei der Concentration der Elemente berücksichtigt werden dürfen, also erst nach jenem Stadium der Contraction, wo die meisten Mineralgase in Folge des hohen Druckes in Dampf und den flüssigen Zustand übergegangen waren.

Die flüssige Aggregatform der Mineralsubstanzen ist aber ausschliesslich die einer geschmolzenen Masse, eine wässrige Lösung nur dann denkbar, wenn thatsächlich in oder mit Hülfe des Wassers eine Sammlung oder Zersetzung von Mineralsubstanzen stattfinden kann. Das Resultat des Ueberganges vom ausdehnungsförmigen in den flüssigen Zustand konnte folglich in diesem Falle nur das Stadium der geschmolzenen feuerflüssigen Masse sein, und dieses Stadium bei der Bildung des Planeten repräsentirt den ersten Abschnitt in der Entwicklungsgeschichte der Erde überhaupt.

Damit wäre also zunächst eine feste Grundlage für die Weiterentwicklung geschaffen; geht man nun bis zu der Phase, wo die Concentration der kosmischen Massen so weit fortgeschritten erscheint, dass Druck und Temperaturverhältnisse die Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff ermöglichen, so ergibt sich eine Situation, welche wohl geeignet ist, als die die wichtigste der ganzen Bildungsperiode des Planeten bezeichnet zu werden. Denn obwohl der zunächst gebildete Wasserdampf bei dem hohen Druck der ausgedehnten Atmosphäre unter Temperaturverhältnissen vor sich gehen musste, welche von denen der geschmolzenen Massen wenig differiren mochte, so war der Gegensatz beider Elemente doch so hervorragend, dass mächtige Conflictte mit dem Eintreten des Wassers in die Erscheinung nothwendigerweise resultirten. Sobald aber die Entwicklung der Wasserdämpfe so weit gediehen war, dass sie in geschlossener Masse den innern Kern einzuhüllen vermochten, da musste der hohe Druck der darüber sich ausbreitenden Atmosphäre hinreichen, die untersten Dampfschichten in die flüssige Aggregatform zu zwingen, bei einer Temperatur, die jeuer der geschmolzenen Masse nichts nachgab. — Mit der Temperaturlausgleichung war aber auch das hauptsächlichste Hinderniss beseitigt, unter dem hohen Drucke der überlagernden Dampf- und Gasmassen eine directe Vermischung des Wassers mit den geschmolzenen Massen des Erdinnern herbeizuführen, und zwar auf eine grosse Distanz gegen den Mittelpunkt des Planeten, im Verhältnisse der Einwirkung des äusseren Druckes, also der Gleichgewichtsbedingungen zwischen diesem Drucke und den Reactionsbestrebungen der geschmolzenen Massen, gegen die durch äussere Kräfte aufgedrungenen fremden Elemente des Wassers.

Das aus diesem Conflict resultirende Ergebniss ist nun thatsächlich ein mit Wasser gemengtes oder mit ihm zusammengeschmolzenes Magma, jedoch kein Zersetzungsproduct¹⁾ in dem von Naumann und Mitscherlich gegebenen Sinne, sondern ein Gemenge, bei welchem das Wasser nun einen wesentlichen Antheil hat, der den Charakter einer geschmolzenen Masse hinsichtlich des chemischen Verhaltens allseitig modificiren musste.

Bisher konnte sich die Geologie gerade über diesen Abschnitt der Entwicklungsgeschichte nicht klar werden; denn wenn auch Sorby, Scheerer, Naumann und eine Reihe hervorragender Geologen das Bedürfniss gefühlt haben, dem Feuer und Wasser gleichzeitige Thätigkeit bei den Bildungen der primitiven Formationen einzuräumen, so war man doch über Mittel und Wege zu diesem Bildungsstadium völlig unklar, eine Vermuthung ohne den nothwendigen logischen Zusammenhang der ganzen Entwicklungsart des Planeten, die sich mehr oder weniger den Aufstellungen anlehnte, welche Mitscherlich in seiner Abhandlung an d. Akd. d. Wiss., Berlin 1822/23 gegeben hatte. Namentlich konnte man sich bis jetzt nicht von der vorgefassten Ansicht trennen, dass erst eine feste Kruste sich gebildet haben müsse, bis Ablagerungen aus dem Wasser überhaupt stattfinden könnten, demnach auch Mitscherlich und Naumann annahmen, dass die durch das Wasser zersetzte, geschmolzene Masse unter der bis zur Weissglühhitze erwärmten Wasserdecke oder Dampfatosphäre zur Erstarrung gelangt seien und diese zuerst erstarrte Decke nun gerade jene Formationen umfasse, die die primitiven Gesteinsmassen repräsentiren. Dieser Fall ist nun in dem Sinne, wie er gegeben erscheint, nicht wohl zulässig; denn so lange das Wasser eine so hohe Temperatur unter Einwirkung des äusseren Druckes halten konnte, war an eine Erstarrung des Magma, welches hier an die Stelle der zersetzten Masse substituirt werden muss, nicht zu denken; erst die von aussen nach innen fortschreitende Abnahme der Temperatur konnte hier beeinflussend einwirken, und zwar einerseits dadurch, dass durch diese Abnahme nach und nach die ausgedehnten Dampfmassen vollständig in tropfbarflüssigen Zustand übergingen, und dass in weiterer Hinsicht bei fortgesetzter Abkühlung auch die Volumina des Wassers, welches in diesem Erwärmungszustande den Raum der höchsten Bergspitzen überschreiten musste, erheblich zur Reduction gelangten, der Druck also auf die tiefer gelegenen Schichten sich in demselben Maasse verringerte.

Wenn nun noch weiter in Betracht gezogen wird, dass die Erstarrungsverhältnisse und auch die chemische Affinität der mit Wasser vermengten Masse nicht mehr den der geschmolzenen Mineralsubstanzen, sondern im Verhältnisse der Vermischung mehr jenen einer wässerigen

¹⁾ Naumann, Geognosie B. II. p. 10, 148, 156.

Lösung bei hoher Temperatur gleichkommen, so ist mit Sicherheit anzunehmen, dass die Anfänge der Erstarrungskruste unter der Wasserdecke erst in einer sehr späten Zeit erfolgt sind, jedenfalls eine geraume Zeitepoche über den Abschnitt hinaus, in welchem die Conflictperiode des Wassers mit der geschmolzenen Masse des innern Planeten ihren Abschluss gefunden, das Gleichgewicht des äusseren Druckes und des innern Reactionsvermögens der geschmolzenen Masse bereits hergestellt war, welche im Kern der Erde in Folge des unzureichenden Druckes von aussen, noch ohne Vermischung mit dem wässerigen Elemente, demnach in rein pyrogenen Verfassung als unveränderter Rest geblieben sein mochte.

Der Contractionszustand des Planeten nach Abschluss dieser Ausgleichungsperiode, welche als die zweite Entwicklungsphase der Erde betrachtet werden kann, ist auf Grund dieser Verhältnisse folgender: Den Kern des Planeten bildet die feurigflüssige Masse, die in Ermanglung hinreichenden Druckes keine Verbindung mit dem wässerigen Elemente erzielte; die darüber sich ausbreitende Masse, welche naturgemäss in successivem Verlaufe in die untere geschmolzene Masse, einen Procentsatz an Wasser aufnehmen musste, der Function ist des Druckes, welchen die Schichten der darüber sich ausbreitenden Wassermassen, der Dampf- und Gasatmosphäre auszuüben und so zunächst eine wässerige Schmelzung hervorzurufen vermochten, die ohne diesen Druck auf natürlichem Wege nicht hätte stattfinden können.

Ueber diesem wässerigen Magma dehnen sich nun die gewaltigen Wassermassen aus, welche schon in Folge des stattgefundenen Conflictes in den unteren Schichten, in grossem Maassstabe mit den verschiedenen Mineralsubstanzen verunreinigt sein mussten, ganz abgesehen davon, dass bei der hohen Temperatur dieser Zeitperiode eine grosse Reihe von Substanzen im Wasser aufgelöst sich erhalten konnten, welche bei gewöhnlicher Temperatur und ohne erhöhten Druck sich ohne weiteres nicht auflösen lassen.

Man hat folglich hier ein Meer von schwebenden Bestandtheilen, von ganz und halbgebundenen Substanzen, die in dem Maasse zur Ausscheidung und Ablagerung gelangen mussten, als die Ruhe in den unteren Regionen, wenigstens im allgemeinen, einen stabileren Charakter annehmen konnte, und diese Ablagerungsproducte bilden nun die Basis für die Entstehung der primitiven Formationen; nicht die Erstarrungskruste des wässerigen Magma, sondern Sedimentärgebilde, welche bis zur Thonschieferformation hinauf aus den schwebenden und gelösten Bestandtheilen des Wassers und dem Eruptionmaterial der gleichzeitigen Periode, sich gebildet haben, im Gegensatze zu jenen Sedimentärgebilden, welche vom Thonschiefer aufwärts der Mehrzahl nach, aus den Ablagerungen herrühren, die hauptsächlich von bereits an die Oberfläche tretenden Landmassen durch die abfliessenden Gewässer angeschwemmt wurden.

Man wird demnach für die Folge zwischen den Sedimentärablagerungen zu unterscheiden haben, ob dieselben den ursprünglichen Ablagerungen der schwebenden Bestandtheile des Wassers, also den ältesten oder primitiven Sedimenten angehören, oder jenen jüngeren secundären Bildungen, die als bloß angeschwemmte Massen den späteren Zeitepochen angehören, wo die Abnahme der Temperatur bereits die Bildung von Organismen im Wasser möglich machte.

II. Ueber den Aufbau der primitiven Formationen.*)

Aus den im Vorangegangenen erörterten Entwicklungsverhältnissen bei der Contraction des Planeten, bis zu den Anfängen der Bildung einer festeren Decke, ergibt sich nun eine unabhängige Basis für die Erklärung des Entstehens der Urgebirgsformationen, mit allen Abnormitäten und Phänomenen, so bizarr und wunderlich dieselben mitunter auch aussehen; aber gerade dieser Durcheinander in den untersten Schichten der crystallinischen Silicatgesteine ist der Normale; das Wunder wäre ein viel grösseres und unverständlicheres, wenn, wie bei den secundären Sedimentgesteinen, eine durchaus regelmässige Schichtung und ruhige Anordnung der Bestandtheile sich vorfinden würde. Denn die letzteren haben sich gebildet, als bereits allgemeine Ruhe auf der Oberfläche der Erde herrschte, als schon eine feste Decke die Gewässer von den innerhalb befindlichen Massen des Magma und dem Rest von geschmolzenen Massen trennte,

*) Vergl. d. Ansichten hierüber: Naumann, Geognosie B. II p. 10, 148—156; Gümbel, Geognost. Beschrb. Bayerns B. II p. 162, 828—844, Ostb. Grenzgeb. 838, N. J. f. Min. 1855 p. 175; Vogt, Geologie (3); Credner, E., D. Geol. (3), Z. d. d. g. Ges. 1875, 1877 p. 757—792; Rosenbusch, Physiogr. d. m. G.; Z. d. d. geol. Ges. 1876 p. 369—390; v. Hauer, Geologie; Bischof, chem. phys. Geologie B. III u. Supplement-B. 1870; v. Cotta, Geologie d. G. I. Aufl. u. IV. Aufl. p. 16, 17, 41, 391, Grdr. d. Geognos. u. Geologie (2) N. J. f. Min. 1862 p. 648; Kalkowsky, Z. d. d. g. Ges. 1875 p. 629, 682; Schafhäütl, N. J. f. Min. 1849. p. 641—665; Scheerer, Poggendf. Ann. B. LIV p. 493, Bull. de la soc. IV, VI, VIII; Sorby, Z. d. d. geol. Ges. XIV, Quart. Jour. of Geol. XIV p. 453—485; Hitchcock, Rep. on the geol. of Massachusetts 1833; L. v. Buch, Ann. d. Phys. et Chem. XXXIII, Abhdl. d. Akd. zu Berlin 1822, 1842; Mitscherlich, Abhandlgn d. Akd. zu Berlin 1822 p. 3; Karsten, Abhdl. d. Berlin. Akd. 1824 p. 1—38; Volger, Stud. z. E. d. Min. 1854 p. 151 N. J. f. Min. 1861 p. 3; Daubrée, Ann. des mines 1857 (5) s. XII p. 259; Comptes rendus 1876 (13), Bull. d. l. s. géol. d. Fr. 1877 (3) IV. 546; Zirkel, Der Umwandlungsproc. im Mineralreich; E. d. Beaumont, Ann. d. Min. (3) 1834; Mallet, Phil. Trans. R. s. v. 163 I. 147—227; Lossen, Z. d. d. geol. Ges. 1872 XXIV, 1876, 405—414; Balzer, N. J. f. Min. 1876, 77, 78.

die Reactionsbestrebungen demnach nur noch einen sporadischen Charakter aufweisen konnten; es war folglich keine natürliche Ursache vorhanden, die regelmässige Absetzung von Substanzen dieser Perioden in allgemeiner Form zu alteriren, dieselbe konnte vielmehr auf völlig unbehinderte Weise vor sich gehen. Das Gegentheil war der Fall für die primären Sedimentärgebilde oder krystallinischen Silicatgesteine. In erster Linie fehlte jeder feste Boden für die Ablagerungsproducte; das unter der Wassermasse sich ausdehnende Magma befand sich wohl in einem brei- oder teigartigen Zustande, war aber in keiner Weise in der Lage, Reactionsbestrebungen des Innern und der regelmässig sich wiederholenden Fluthwelle, entgegen zu stemmen, musste vielmehr diese Bewegungen mit allen Consequenzen mitmachen.

Daraus folgt, dass durch die höhere Consistenz des Magma wohl eine dichtere Grundlage für Niederschläge des verunreinigten Wassers geschaffen war, dass aber diese Niederschläge sämtliche Bewegungen ihrer Grundlage mitmachen mussten, und dass dieselben bei den häufigen Umwälzungen dieser Periode bis zur thatsächlichen Bildung einer hinreichend festen Decke, regelmässig theils in der Hauptmasse untergingen, oder überdeckt, zerrissen und auf die mannigfaltigste Weise durch einander geworfen werden mussten, so dass es gar nicht auffallen kann, wenn selbst noch spätere Sedimentschichten dieser Art in den untersten Theilen des Magma, als untergegangene Producte bei den umfangreichen Umwälzungen, einrangirt erscheinen. Und dieses Verhältniss zwischen den ersten Sedimentärgebilden und den untenliegenden Massen dauerte so lange, als die inneren Reactionsbestrebungen und die allgemeine Fluthwelle die fester werdende Decke regelmässig wieder zerreißen konnten, bis also thatsächlich der Widerstand der Ersteren hinreichte, nur noch sporadisch den Durchbruch der unteren Massen in besonderen Fällen des Andranges zuzulassen. Erst von diesem Zeitpunkte ab war eine regelmässiger Schichtung der Sedimente möglich, der Contractionsprocess aber innerhalb der scheidenden Decke im grossen Ganzen von einander unabhängig. — Das ist die Situation, welche sich in den Urgebirgsformationen verkörpert hat, im Gneiss und selbst noch in dem Glimmerschiefer auf das Grossartigste ausgeprägt, oft ein wildes Durcheinander in allen möglichen Gestalten und Formen, abwechselnd mit regelmässigen Schichtungen und Einlagerungen, mitunter die verschiedensten Massen durch einander gewürfelt, theilweise scharf von einander getrennt, in einander übergehend, oder wieder in seltsamsten Formen durch und an einander vorbeigepresst; das was man sich bis jetzt von keiner Basis aus erklären konnte, wird auf dieser Grundlage zum Normalen, Selbstverständlichen, das Phänomen der primitiven Formationen zu einem ganz natürlichen Act der Schöpfung. Es ist nichts Anderes, als der Kampf der Sedimente gegen die Fluth der inneren Massen um ihr Bestehen, und der Sieg über diese Elemente ist erst in

dem Momente gesichert, als die hinreichend stark gewordene Decke den Durchbruch immer seltener ermöglicht. ¹⁾

Die Carbonate der primitiven Formationen, von denen gar nicht anzunehmen ist, dass sie präexistirt haben, finden hierin ebenso ihre Erklärung; sie sind nichts Anderes, als Absetzungen aus den schwebenden Bestandtheilen des Wassers, welche bei den Umwälzungen untergegangen und in der Masse des Magma mit anderen Gebilden eingehüllt wurden, in den meisten Fällen noch in weichem teigartigen Zustande. Dem entsprechend kann es gar nicht auffallen, wenn auch in den untersten Gneissmassen Kalklager selbst von grösserer Mächtigkeit vorkommen, jedoch nicht als gleichberechtigte Glieder, sondern als Eindringlinge von aussen, die den ursprünglichen Standort vielfach gewechselt haben mögen.

Die Frage über die Möglichkeit des Vorhandenseins von Kalkmassen in schwebendem Zustande innerhalb der Gewässer muss unbedingt bejaht werden; denn in erster Linie war der Kohlenstoff schon ein ursprünglicher Bestandtheil des kosmischen Körpers; es ist in keinem Falle anzunehmen, dass derselbe erst mit dem Erscheinen von Organismen auf der Erde aufgetaucht sei, wie G. Bischof in seiner »Chem.-phys. Geologie« unter allen Umständen annimmt, und seine Verbindung mit Sauerstoff und Calcium konnte schon zu einer verhältnissmässig frühen Zeitperiode erfolgen, jedenfalls aber schon in dem Zeitraume nach dem Abschlusse der Conflictsperiode vollzogen sein. Organismen ²⁾ waren jedoch zu jener

¹⁾ Es sind in neuerer Zeit bezüglich der Druckverhältnisse und dem Verhalten fester Gesteinsmassen bei starker Bedeckung eine Reihe Versuche gemacht worden, die zu den vortrefflichsten Resultaten in dieser Hinsicht geführt haben; vergl. Daubrée, Compt. rend. 1876 (13), Bull. soc. géol. d. Fr. 1877 (3) IV. p. 546, Études synth. d. géol. exp. B. I. 1879; Treska, D. Glärnisch 1873 p. 48; Balzer, N. J. f. Min. 1876—1879. Bezüglich der Folgerungen, welche zu diesen interessanten Experimenten gemacht wurden, dürfte es wohl nothwendig sein, vor einem Zuweitgehen zu warnen; denn gewiss sind die Druckverhältnisse bei grosser Bedeckung geeignet, Modificationen in mannigfacher Hinsicht bei den tieferliegenden Gesteinsmassen zu erzielen und eine Abänderung resp. Alteration der Festigkeitszustände zu ermöglichen, im Verhältnisse zu jenen, welche der Oberfläche näher liegen. Wenn aber auch dieser Druck auf die tieferliegenden Massen eine relative Erweichung der Gesteine ermöglicht, so sind diese Zustände zwar wohl geeignet, Erscheinungen, wie die Schieferung und die damit correspondirenden Verhältnisse zu erklären und zu verstehen; aber sie reichen unter den günstigsten Verhältnissen nicht aus, selbst bei grosser Interpretationsgabe, Verschiebungen und Verhältnisse naturgemäss zu erklären, wie es bei den Lagerungsverhältnissen in den primitiven Formationen und besonders den Alpen nothwendig sein würde, ganz abgesehen davon, dass die Contactverhältnisse im allgemeinen, und die Bewegungsverhältnisse der einzelnen Gebirgslieder nur stellenweise eine grössere Anzahl Momente ausweisen, die mit der Theorie annäherungsweise in Einklang gebracht werden könnten, soweit sich dieselbe darauf bezieht, dass die betreffenden Formationen und Gebirgslieder unter Einfluss des hohen Druckes nachträglich oder ursprünglich in die Situation gerathen wären, in welcher sie sich gegenwärtig vorfinden, also durch Erweichung und Auspressung einzelner Massen.

²⁾ Die Frage über die Existenz der Eozoon in der Lorenzischen und Huronianformation sowie dem Bayr. Waldgebirge dürfte z. Z. nun wohl allgemein als Irrthum erledigt gelten. Vergl. übrigen O. Hahn, Württemb.

Zeit und während der Periode der Kieselsäureausscheidungen in den Gewässern nicht existenzfähig, da die Temperatur noch hinreichend gross war, die freie und selbst halbgebundene Kohlensäure aus den Gewässern auszutreiben, wenn dieselbe, beziehungsweise die Hegemonie der Kieselsäure, auch nicht mehr hinreichte, die Kohlensäure aus thatsächlichen Verbindungen zu entfernen, namentlich aber die Existenz der Kalkcarbonate als schwebende Bestandtheile des Wassers zu verhindern. Auf diese Weise war es möglich, dass besonders bei den Strömungen, welche in Folge der continuirlichen Störungen und namentlich der Fluthwelle in den Gewässern hervorgerufen wurden, Kalkniederschläge erfolgen konnten, noch während die Kieselsäureausscheidungen vor sich gingen, und dass diese Carbonate mit anderen Sedimenten vielfach in den Fluthmassen begraben wurden, wobei es ganz selbstverständlich wird, dass dieselben mit den einschliessenden Massengesteinen identische Erstarrungsverhältnisse durchzumachen hatten.

Auch die Verhältnisse in den Alpen ¹⁾ werden sicher auf dieser Basis eine mehr naturgemässe Erklärung finden, als es bisher vom hydro-chemischen oder vom pyrogenen Standpunkte aus möglich war; denn wenn auch nicht alle Gebilde in diesen Formationen in die Uebergangsperiode hinüberreichen, so sind doch die meisten Massengesteine derselben aus dieser Zeitepoche herrührend, allerdings wohl vorwiegend aus der Endperiode der Deckenbildung, da die mächtigen Sedimentbildungen in den Contactverhältnissen hierauf schliessen lassen.

Ein Umstand, welcher bisher noch nicht berührt worden ist, wird gerade hier erklärend in Betracht kommen: die Ebbe in Bezug auf die innere Fluthwelle; zunächst ist zu bemerken, dass auf Grund der verschiedenen Consistenz des schwerflüssigen Magma und der leichtflüssigen Wassermassen eine Differenz in der Höhe der Fluthwelle des inneren Magma und der des Wassers resultirt, welches den äusseren Attractionskräften leichter zu folgen vermochte als die schwerer flüssige Masse des Innern; dann ist es selbstverständlich, dass wie in den bisher besprochenen Fällen, die Fluthwelle im Andrang die bildende Decke durchbrechen

Jahr.-Hefte 1876, p. 132—155, und 1878, p. 155—177; Ausland 1879 p. 561; G ü m b e l, Jahrb. f. Miner. 1869, p. 551—559; Geognost. Beschr. Bayr., II. Bd., p. 211; Sitzungsbericht der Akademie München 1866, p. 25; v. H a u e r, Geologie 1875, p. 169; Quart.-Journ. 1855, 1865, vol. XXI, XXII, XXIII; Kunze, Ausland 1879 p. 684—686. Vergl. auch J e n t s c h, Mikr. Flora und Fauna der Eruptivgest., 1868; E h r e n b e r g, Abhandl. der Akademie zu Berlin, 1870; Z i r k e l, Mikr. Beschr. der Min. 1873, p. 412.

¹⁾ Vergl. die Publik. von P f a f f, d. g. Ges. 1876, p. 1—21 u. p. 673—681; B a l z e r, N. J. f. Min. 1876, 1877 u. 1878 u. d. g. Ges. 1878; S t u d e r, d. g. Ges. 1872, p. 551; Geol. der Schweiz, I, p. 166, 183; Bull. Soc. géol. de Fr., 1846; S u e s s, Enst. d. Alpen, 1875; F r i t s c h, Beitr. z. g. K. der Schweiz (15); Das Gotthardgebiet, 1873; F a v r e, D. U. d. Mont-Blanc; v. R a t h, D. geol. Ges., 1862; T r e s k a, Der Glärnisch 1873; H e i m, Verh. d. schw. u. Ges., 1872, p. 73, 89; Bull. Soc. géol. de Fr., 1875; G ü m b e l, Abhandl. der Akad. zu München 1874/79; C o t t a, Geol. Frag. aus den Alpen.

musste, so lange nicht hinreichende Widerstandskraft vorhanden war, und umgekehrt musste in der Ebbecurve die Decke zurückweichen, einerseits weil sie in der ersten Zeit nicht so viel Festigkeit hatte, dass sie sich wie ein Gewölbe über den zurückweichenden inneren Massen auszuspannen vermochte, andererseits weil der Druck der überlagernden Wassermassen wohl auf eine lange Zeit hinaus hinreichte, dieses Gewölbe einzudrücken, auch wenn es für sich entsprechende Widerstandsfähigkeit gehabt haben würde die eigene Last zu tragen. Die Alteration der Decke war demnach eine zweifache und continuirliche, da die Fluthwelle sich regelmässig wiederholte, ohne Rücksicht auf die Reactionsäusserungen des Innern, welche sporadisch gleichzeitig zur Geltung gelangten. Erst mit dem Zeitpunkte, wo die Decke solche Festigkeit erlangt hatte, die eigene Last, die über ihr sich ausbreitende Wassermasse, und in weiterer Hinsicht den Atmosphärendruck auszuhalten, war allgemein die Trennung des Inneren vom Aeusseren vollzogen, soweit die weitere Ausbildung hinsichtlich der wechselseitigen Unabhängigkeit in Betracht kommt.

Man wird demnach gerade in den Alpen gewiss keinen Fehler begehen, die diesbezüglichen Verhältnisse auf diese Umstände zu prüfen, auch wenn es sich um verhältnissmässig geringe Ausdehnungen handelt, und wenn auch die verschiedenen Vorkommnisse sehr häufig verschiedene Ursachen haben, die weder die gleiche Zeit, noch die gleiche Bildungsart beanspruchen können, also vielfach in Bezug auf den Causalzusammenhang eine ganze Reihe von Wirkungen und Ursachen repräsentiren, und wo es demnach zunächst darauf ankommt, sämmtliche Glieder der continuirlichen Kette richtig herauszufinden, um die Consequenzen ziehen zu können. Es wird aber kaum einem Zweifel unterliegen, dass im directen oder indirecten Zusammenhang, viele von den mächtigen Fächerstellungen oder grösseren Ausbuchtungen, für den ersteren Fall auf das Zurückweichen der Decke in der Ebbecurve, im zweiten auf die Curve der Fluthwelle zu setzen sein werden, auch wenn sie nicht direct in allgemeiner Bewegungslinie der Fluthbewegung liegen, da mehr oder weniger die ganze Erdoberfläche, resp. die in der Bildung begriffene Decke in Mitleidenschaft gezogen wurde. Allerdings darf man hier den allgemeinen Fall nicht mit kleinen Vorkommnissen von beschränktem Umfange verwechseln, und besonders nicht ausser Acht lassen, dass bei den vielfachen und sich wiederholenden Alterationen und Zerstörungen, bei dem Durch- und Uebereinanderwälzen von Massen ganz verschiedener Consistenz und Bildungsform, die jetzt vorhandenen Lagerungsverhältnisse wohl allseitig geprüft werden müssen, um sämmtliche Ursachen herauszufinden, welche im Verlaufe der Bildung und der Zeit überhaupt mitgewirkt haben können, dieselben in die jetzt vorhandene Situation zu bringen.

Im allgemeinen jedoch lässt sich die Bildungsweise bestimmter Formationen im ganzen auf der gegebenen Grundlage ohne weiteres erklären und auch eine Reihe von Phänomene der primitiven Formationen, in Bezug auf abnorme Lagerungsverhältnisse, passen sich den gegebenen Bedingungen mehr oder weniger vollständig an; nur muss dabei immer berücksichtigt werden, dass von den krystallinischen Massengesteinen nur ein kleiner Theil als zu Tage tretend beobachtet werden kann, während die Gebilde grösserer Tiefen, und wohl auch die ältesten Anfänge der Deckenbildung niemals in dem Masse abgeteuft werden dürften, welches für eine eingehende Untersuchung bedingt wird, und andererseits sind ausgedehnte Gebirgslieder, welche jetzt die secundären Sedimente bilden, durch den Einfluss der Gewässer und Atmosphärien abgetragen und weggeführt worden. Das was in der erstarrten Masse gegenwärtig von den primitiven Formationen zu Tage tritt, repräsentirt wohl in den meisten Fällen jenen Theil der Uebergangsperiode, wo die Consistenz der bildenden Decke als thatsächlicher Uebergang in festen Zustand sich ausdrückt, wo demnach die Durchbrechungen des tieferliegenden Magma schon seltener wurden, und mehr und mehr als ausgesprochene Eruptionen in die Erscheinung eintraten. Die Durcheinanderwälzungen und ausgedehnten Dislocationen verlieren sich, Senkungen, Faltungen, welche bei dem Verschieben der Massen in den Vorperioden sehr häufig bei den halb und mehr oder weniger vollständig festgewordenen Sedimenten auftraten, werden seltener und verlieren sich in den Glimmerschiefer im grossen Ganzen beinahe vollständig, soweit ihr Entstehen auf diese Periode zurückgeführt werden kann.

Die theilweisen Uebergänge der einzelnen Schichten in einander, welche sich zwischen den verschiedenen Varietäten des Gneiss, Granulit, dem Glimmer- und Thonschiefer mit ihren untergeordneten Einlagerungen finden, erklären sich aus den erörterten Verhältnissen von selbst; sie repräsentiren keine Metamorphosen, sondern sind nur die Consequenzen der Umstände, unter denen die ersten Gneiss- und Schieferbildungen bis zum thatsächlichen Festwerden der Decke sich constituiren mussten, und in weiterer Folge der Verhältnisse, unter welchen die Absetzung aus den Gewässern in jener Zeitperiode überhaupt vor sich gehen konnte.

Auch der Umstand, dass die ersten Sedimentbildungen der krystallinischen Silicategesteine, dem Material und Verfassung nach, mit den eigentlichen Massengesteinen vollständig harmoniren, ist nur ein Beweismittel mehr für die Richtigkeit des Vorhergesagten; denn wenn man auf die Zeit der Conflictsperiode zurückgeht, wo der Kampf des Wassers mit der geschmolzenen Masse um die Hegemonie stattfand, so ist es beinahe selbstverständlich, dass die hauptsächlich aus diesem Conflicte resultirende Verunreinigung des Wassers mit

gelösten und schwebenden Mineralsubstanzen der Natur nach der Hauptmasse entsprechen musste, welche durch die Verbindung des Wassers mit einem Theil des pyrogenen Materials unter dem hohen äusseren Druck sich constituirte.

Wenn demnach die primären Sedimente sich von den krystallinischen Massengesteinen der Granite, Syenite etc. etc. nur durch die Lagerung und mehr oder weniger vollständige Schichtung unterscheiden, so liegt die Ursache einfach darin, dass die geschichteten Materialien zwar der Substanz nach mit jenen Massengesteinen übereinstimmen, jedoch als vorwiegende Absätze aus dem Wasser eine mehr gleitende Anordnung der einzelnen Bestandtheile erzielen konnten, und dass ausserdem der erhöhte Druck und die hohe Temperatur der Gewässer dieser Periode, die krystallinische Ausbildung der Gemengtheile auch für die Sedimente ermöglichte, ein Umstand, der bei den secundären Sedimenten beinahe vollständig wegfällt. Deshalb verliert sich auch mit der Temperaturabnahme des Wassers während der Periode der Glimmerschieferbildungen, gegen die Thonschiefer mehr und mehr die Ausbildung der Kieselsäure, die feldspathreichen Zwischenlagerungen, welche vom Gneiss zum Glimmerschiefer und selbst noch während dieser Periode die Regel bilden, machen mehr und mehr den feldspatharmen Einlagerungen Platz, bis diese gegen die Thonschiefer das Uebergewicht erhalten und bald in letzterem ganz vorherrschen, so dass thatsächlich mit dem Thonschiefer schon der Uebergang der primären in die secundären Sedimente der paläozoischen Formation declarirt werden kann, während gleichzeitig die Kohlensäure über die Kieselsäure vollständig die Hegemonie übernommen hat, was wieder genau den Verhältnissen entspricht, die aus der Abnahme der Temperatur und der daraus sich ergebenden Consequenzen gefolgert werden muss, namentlich in Bezug auf das Auftreten von Organismen, welche unzweifelhaft mit dem Beginn der Silurformation in die Erscheinung eintreten.

Die krystallinischen Schiefer können demzufolge auch als fossilfreie Sedimente betrachtet werden, als Uebergangsglieder der ungeordneten Massen in die regelmässigen Ablagerungen aus den Gewässern bei normaler oder nur wenig erhöhter Temperatur.

Bezüglich einiger Vorkommnisse in den Schichten der primitiven Formationen, besonders im Gneiss, sollen hier noch einige kurze Bemerkungen angeführt werden, und zwar hinsichtlich der zerbrochenen und geflossenen Krystalle, der isolirten Partien und Contactverhältnisse, obwohl auch diese Phänomene nach dem bisher Besprochenen sich ohne weiteres erklären; denn es ergibt sich schon aus den mannigfachen Bewegungen, welche die erst in der Contraction befindlichen Massen der ersten Sedimente sowohl, als die obersten Schichten des Magma zu machen gezwungen wurden, dass bei den Verschiebungen weicher, halb und mehr oder weniger schon vollständig erstarrter Gebilde, oder bei den diesbezüglichen Durch-

einanderwälzungen, bereits ausgebildete Krystalle leicht zerbrochen werden konnten, und dass in der Bildung begriffene im weiteren Entwicklungsprocess wieder theilweise aufgelöst, gequetscht oder in normaler Form alterirt wurden, wenn bei den einzelnen Verschiebungen Temperatur- und Massenverhältnisse sich änderten, was häufig der Fall gewesen sein muss. Desgleichen war es ja nur natürlich, dass in Fällen, wo Massen, ohne Rücksicht auf ihre Bildungsweise, bei den Ueberfluthungen durch und zwischen einander durchgepresst wurden, dass sie ihre Gestalt bei diesen Bewegungen nicht nur beständig veränderten, sondern sehr wohl auch in einzelnen Theilen von einander gepresst werden konnten, welche nachträglich bei der endlichen Erstarrung, als isolirte Partien, oft in continuirlicher Reihenfolge in ganz beliebigen Richtungen sich ausprägten. Auch darf es nicht auffallen, wenn Einschlussmassen grössere und kleinere Partien der weichen Umhüllungsmasse in den verschiedensten Formen ihrerseits wieder eingeschlossen haben, oder dass wechselseitig derartige Einschlüsse auftreten, da diese Massen in der langen Zeit der Uebergangsperiode wohl in zahlreichen Fällen durch einander gewälzt wurden, oder doch so vielfachen Alterationen unterlagen, dass eine grosse Zahl dieser Gebilde gar nicht an dem Orte zur endlichen Erstarrung gelangte, welchen sie ursprünglich innehatten. Auch ist zu bemerken, dass eingeknetete und Einschlussmassen dieser Art bei ein und derselben Gattung, je nach der Consistenz, welche sie beim Einschluss besaßen, sich wohl von der Einschlussmasse zu unterscheiden vermochten, soweit die Texturverhältnisse und auch die mehr oder weniger scharfe Trennung dieser Contactmassen in Betracht kommt; derartige Fälle waren zahlreich gegeben, wo Massen verschiedener Consistenz, also ältere und jüngere Erstarrungsproducte, in- und durcheinandergeschoben wurden, und man ist wohl berechtigt zu sagen, dass in den primitiven Formationen selbst das scheinbar Aussergewöhnlichste gerade das Normale bildet; aber es ist nicht immer nur eine Ursache, welcher sie ihre jetzigen Verhältnisse verdanken, sondern es haben während der Zeit ihrer Bildung und auch nach der Zeit ihrer vollständigen Erstarrung oft eine Reihe von mechanischen Ursachen mitgewirkt, die mannigfachsten Alterationen herbeizuführen, welche bei einseitiger Auffassung eine zutreffende Erklärung nicht möglich machen würden. Namentlich gilt das von jenen Einschlussmassen, von welchen oft durch spätere Dislocationen Theile abgetrennt oder untergegangen sind, wozu auch vielfach eingekeilte Massen gerechnet werden müssen, die nur noch einen Theil der ursprünglichen zusammenhängenden Massen repräsentiren, also auch meistens nur dann voll gewürdigt werden können, wenn dieser Zusammenhang erkannt und definirt worden ist.

III. Bemerkungen über die massigen Gesteine. ¹⁾

Die Frage der Eruptivgebilde hängt enge zusammen mit der Frage über die Bildung der primitiven Formationen; die neueren und jetzigen vulcanischen Producte unterscheiden sich von den Producten der Eruptionen der Vorzeit, den sog. Plutoniten, wesentlich durch die Ausbildung ihrer Gemengtheile, in ähnlicher Hinsicht wie das zwischen den primären und secundären Sedimenten der Fall ist. Die Basalte und Laven tragen unzweifelhaft die Wahrzeichen pyrogenen oder feuerflüssigen Ursprunges, während die Granite, Porphyre und selbst noch ein Theil der Grünsteine einen Charakter ausweisen, der eine ursprünglich rein pyrogene Verfassung geradezu ausschliesst.

Die neueren vulcanischen Producte erscheinen durchaus als dichte Gesteinsmasse, selten findet sich ein ausgesprochen krystallinischer Habitus; das Gegentheil ist der Fall bei den älteren Eruptivgesteinen, welche durchaus ein deutlich krystallinisches Gepräge ausweisen, mitunter sogar Krystalle einzelner Gemengtheile enthalten, die erhebliche Dimensionen umfassen. Ausserdem sind vielfache Beweise vorhanden, dass die Kieselsäure ²⁾ im Quarz viel früher zur Krystallisation gelangt ist, als der Feldspath, was für eine pyrogene Bildungsweise, selbst mit

¹⁾ Warmholz, Karsten's Arch. X, 1837, p. 388, 421; Steininger, Geogr. Besch. d. L. z. Laar und Rhein, 1840, p. 119; Gümbel, Geognost. Besch. Bay., B. II., p. 536; Die Eruptivgest. des Fichtelgeb., 1874; Rosenbusch, Physiogr. d. mass. Gest. u. Z. d. geol. Ges., 1876, XXVIII, 365—390; Richthofen, Z. d. d. Geol. Ges., 1869, p. 1—79; Credner, E. d. Geol. (3), p. 278; N. J. f. Min. 1850; Cotta, Geol. Fr. a. d. Alpen; J. f. Min., 1840, p. 461, 1852, p. 603; Geologie d. G. (4); G. v. Rath, Z. d. d. g. Ges., 1866; V. Hauer, Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1850, p. 199; Cochen, D. Structur d. Odenwald-Porphyre; Schmidt, D. Ehrenberg b. Ilmenau; Tschermak, Porphyre Oesterr. 1869 u. Sitzungsber. d. Wien. Akadem. 1859; Dölter, Jahr. d. Geol. Reichsanstalt Wien, XXV, 1875; Fuchs, N. J. f. Min. 1870, p. 719, 851, 1875, p. 812; Studer, Z. d. d. Geol. Ges. 1875, 418—421; N. J. f. Min. 1875, 881, J. f. Min. 1840, 1841, 1847, 1855, 1866, u. Geol. 1847; Zirkel, D. Geol. Ges. 1867, p. 68, 108; N. J. f. Min. 1867; Lanfer, Z. d. d. Geol. Ges., 1876; v. Lasaulz, Z. d. d. Geol. Ges. 1873, 286—340; Bischof, Geologie, B. III.; Naumann, Geognosie, B. I, p. 157, 918; Vogt, Geologie (3), p. 360—367; E. de Beaumont, Bull. de la Soc., IV, 1838; Stud. chem. of Geol., 1871; Levy, Ann. des Min. (7), VIII, 337—438, 1875; Bull. de la Soc. de France (3), III, 1874; Behrens, N. J. f. Min., 1871; Sartorin v. Waltershausen, Ueber d. vulc. Gest. in Sicilien u. Island; Pichler, N. J. f. Min., 1875, p. 926; Roth, Ueber d. Mt-Somma; Abhandl. d. Berl. Akadem., 1877, 1—45; Siegmund, Jahrb. d. geol. Reichsanstalt XXI, 1879, p. 304—312, p. 317—404.

²⁾ Cotta, Geol. d. G., p. 27; Scheerer, Poggd. Ann., B. LIV., 493; Vogt, Geol. (3), B. II, p. 356; Bischof, Chem.-phys. Geol., B. II., 484, B. III., 254; Vergl. auch H. Rose, Poggd. Ann. CVIII, LXXXIII, LXXXVI; Söchting, Einschlüsse i. Min., p. 54, 229—258; Humboldt, Kosm., B. V, p. 94; Daubrée, Ann. d. Min. 1857 (5), XII; Forchhammer, Poggd. Ann. XXXV; Weiss, Beiträge z. K. d. Feldspathbild., Verh. d. n. Ver. d. pr. Rheinl. u. Westph., XXXIV, 203; Zirkel, Z. d. d. Geol. Ges., 1867, p. 88.

Rücksicht auf das Analogon der Leucite ¹⁾ und Augite in der jetzigen Lava, nicht zulässig erscheint, bei dem Umstande, dass der Schmelzpunkt des Quarzes ein viel höherer ist, als der des Feldspath, die Kieselsäure demnach naturgemäss früher zur Erstarrung hätte gelangen müssen. Ferner enthält die Kieselsäure der Granite das spec. Gewicht von 2,6, während die amorphe Kieselsäure nur 2,2 enthält, die erstere demnach jener Modification entspricht, wie sie allgemein normal nur aus wässrigen Lösungen resultirt, und endlich enthalten die Krystalle vielfach in den kleinen Poren Flüssigkeitseinschlüsse ²⁾ und einen allgemeinen Gehalt von Krystallisationswasser, während sich diese sämtlichen Merkmale bei den jetzigen Laven in der Regel nicht finden; kein Wunder also, dass mit Berücksichtigung der jeweiligen Lagerungsverhältnisse die Hauptdifferenzen der Geologen gerade auf diese Gesteinsmassen sich bezogen und noch gegenwärtig ihren Fortgang nehmen, eine Polemik, welche auf der bisher festgehaltenen Basis niemals zum Austrage gelangen würde.

Auch hier ist die objective Lösung nur dann möglich, wenn man die früher erörterte Entwicklungsphase der Conflictsperiode zum Ausgangspunkte nimmt.

Das aus dieser Periode resultirende mit Wasser versetzte Magma, gibt in erster Linie die Anhaltspunkte für die Bildung der älteren Massengesteine und ihrer Uebergänge zu den jetzigen vulcanischen Producten, welche nothwendiger Weise mit der allmählichen Erschöpfung des wässrigen Magma an die Reihe kommen mussten, so dass auch der noch gebliebene pyrogene Rest im Erdinnern nach und nach mit dieser Erschöpfung und der Abnahme des Druckes die Hegemonie über die mit Wasser versetzten Massen gewinnen und schliesslich, wie es in der Gegenwart der Fall ist, die alleinige Herrschaft wieder übernehmen konnte. Der Unterschied zwischen den vulcanischen Erzeugnissen der Gegenwart und jenen der frühesten Perioden, liegt auf dieser Grundlage nicht in der Art der Abkühlungs- und Erstarrungsverhältnisse, also der mehr plutonischen Contraction, sondern in dem Vorhandensein oder Fehlen des Wassers als wesentlichen Gemengtheil, mit Berücksichtigung der Temperaturverhältnisse im Allgemeinen und den jeweiligen Ruhe- und Druckverhältnissen während der Erstarrung.

¹⁾ G. Bischof, Chem.-phys. Geologie, B. II., 480—488; Naumann, Geognosie, B. I., 126, 702; Hofmann, Arch. f. Min., B. XIII., 183; Söchting, Einschl. d. Min., 22—130; N. J. f. Min., 1875, p. 396; Sandberger, Poggd. An. LXXXIII., 453, CXLVII.; G. Rose, Karsten's Archiv, 1839.

²⁾ Sorby, Quart. Journ. of Geol. Soc., XIV, p. 485; G. Bischof, Chem.-phys. Geologie, B. III, p. 869 (3); Vogelsang, Poggd. Ann., CXXXVII, 1869, p. 258; Zirkel, Mikrosk. Besch. d. Min., 1873; D. G. Ges., 1867, p. 99; Sitzungsab. d. Sächs. Ges. d. Wiss. math.-phys. Cl. 1877; N. J. f. Min., 1877, p. 859; Credner, E. d. Geologie (3), p. 34—40; Rosenbusch, Phys. d. mass. Gest. (2), p. 8—11.

Die Granite differiren von den Gneissmassen der primitiven Formationen wesentlich nur durch die mehr unregelmässige Anordnung ihrer Gemengtheile; im Uebrigen ist die Beschaffenheit dieselbe. Das Gleiche gilt den Granuliten gegenüber, welche wieder mehr durch Texturverhältnisse beziehungsweise die allgemeine Lagerung von den ersteren differiren; es existiren aber auch ausgedehnte Granitablagerungen, welche ohne jede Spur eines eruptiven Charakters, weite Flächenräume ausfüllen. Nur in jenen Fällen, wo dieselben unzweifelhaft jüngere Gesteinsschichten durchbrochen haben, von den Contactmassen sich durch den ausgesprochenen Durchsetzungscharakter auch deutlich unterscheiden und Bruchtheile des Nebengesteins mitgerissen und eingeschlossen haben, ist der Eruptivcharakter auf unzweifelhafte Weise ausgedrückt.

Es ist jedoch nicht schwer, auch in diese Verhältnisse Licht zu bringen, wenn man auf die Uebergangsperiode zurückgreift. Die Bewegung der unter dem Wasser sich ausdehnenden Masse des Magma und überhaupt der Materialien des Planeten im Allgemeinen, war durch die Fluthbewegung eine permanente, so lange der Abschluss einer festen Decke fehlte; aber auch so lange diese Decke nicht hinreichende Widerstandskraft besass, dem Andrang der Fluthmasse erfolgreich sich entgegenzustemmen, war eine continuirliche Zerstörung und Alteration der erstarrenden Gebilde die Regel. Daraus folgt, dass dieses Durchbrechen der inneren Massen in den Anfängen dieser Periode mehr einer Durcheinanderwätzung, als einer eigentlichen Eruption gleichkam, und dass die Spuren erst dann nach und nach sich erhalten konnten, als die Decke mehr in vollständige Erstarrung überging. Gleichwohl aber müssen selbst in späterer Zeit diese Durchbrüche noch gewaltige Massen der Decke zerstört oder überfluthet haben, und diese Massen, welche entweder die Decke überströmten oder die Lücken in derselben ausfüllten, waren wohl geeignet, das Material für jene Granitablagerungen zu liefern, welche grössere Flächenräume einnehmen; sie unterscheiden sich in dieser Form von den Gneiss- und Granulitmassen nur dadurch, dass in Folge der stattgefundenen Bewegung und Störungen während der Erstarrung, die Gemengtheile nicht zu einer regelmässigen Anordnung gelangen konnten, so dass bei diesen Gebilden durchaus die Parallelstructur fehlt.

Man wird demnach zwischen dem Urgneiss und diesen Graniten nicht wohl dem Wesen nach einen Unterschied machen können, da ein grosser Theil der Gneissmassen, soweit er nicht ausgesprochene Schichtung ausweist, gleich diesen Granitmassen den durchbrechenden und überquellenden Massen des Magma entstammte, jedoch während der jeweiligen Contraction Modificationen in der Erstarrungsweise unterlegen hatte.

Bei grossen ausgedehnten Massen war die Fluthbewegung auch hinreichend, in Folge der gleitenden Welle eine mehr oder weniger ausdrückliche Regelmässigkeit der Anordnung einzelner Gemengtheile zu erzielen, so dass die Parallelstructur der ungeschichteten Gneissbildungen sehr wohl aus derartigen Ursachen hergeleitet werden kann, im Gegensatze zu jenen Gebilden, welche weniger dem gleitenden Einflusse der Fluthwelle unterlegen haben, vielmehr im Sinne einer stromartigen oder mehr fliessenden Bewegung, nach Art des Eruptivstromes, zum Ausdrucke gelangten, wie das bei überfluthenden, oder noch nicht hinreichend fest gewordener Massen, durchsetzenden mächtigeren Fluthmassen möglich war, ohne dass diese deshalb gerade zu den eigentlichen Eruptionengebilden zu rechnen sein würden. Dieser Charakter kann sich auch nur sporadisch aussprechen, wenn durch Erschütterungen und momentane Störungen der Krystallisationsprocess einer schon mehr ruhigen Masse alterirt wird, so dass die Gemengtheile durcheinander geschüttelt werden und dann in der endlichen Erstarrungsform den Charakter eines unregelmässigen Gemenges, zum Theil auch nur partieweise, annehmen, beziehungsweise festhalten; es sind das dann keine Methamorphosen, sondern in diesem Sinne ursprüngliche Bildungen, auch wenn aus diesem Anlasse, aus Gneiss, Granit, beziehungsweise granitartige Textur oder Structur innerhalb ein und derselben Masse resultirt, selbstverständlich ohne scharfe Abgrenzung. Wo letztere auftritt, ist immer der Einschluss einer fremden Masse zu folgern, die bei den Umwälzungen mit Variationen der Consistenz eingeschlossen oder irgendwo abgetrennt wurde, und die sich mitunter von der Einschlussmasse auch nur durch ihre Beschaffenheit des Gefüges unterscheiden mag, als Theile derselben Gattung, aber verschiedener Consistenz zur Zeit des Einschlusses, welche Differenz sich vielfach bis zur endlichen Erstarrung beider Massen erhalten haben wird, wenn sie sich sonst auch auf das schärfste einander anschmiegen oder theilweise in einander verfliessen. Es wird dementsprechend bei den primitiven Massengesteinen lediglich auf die Modificationen und Contractionsverhältnisse ankommen, ob eine bestimmte Masse als Gneiss, Granulit oder überhaupt als granitisches Gestein zur schliesslichen Erstarrung gelangte und in den meisten Fällen werden die jeweiligen Lagerungsverhältnisse hierüber entsprechenden Aufschluss geben müssen, ob man es mit Modificationen oder einer thatsächlich ursprünglichen Bildung zu thun hat.

Die Hauptfrage hierüber bildet zunächst der Gneiss in seinen verschiedenen Varietäten, besonders aber hinsichtlich der vielseitigen Contactverhältnisse, wie die Fälle in der Schweiz an der Jungfrau, am Stellhorn, am Laubstock, Rosenlaur-Gletscher, den Glarner Alpen etc. etc., welche neuerdings Balzer ¹⁾ in eingehenden Untersuchungen wieder durchforscht und auf-

¹⁾ Balzer, Z. d. d. Geol. Ges., 1876/77/78.

genommen hat; aber auch die Fälle ruhiger Entwicklung im sächsischen Erzgebirge, welche in neuester Zeit wieder von H. Credner¹⁾ und Kalkowsky²⁾ untersucht worden sind, müssen besonders berücksichtigt werden, weil gerade in diesen Gebirggliedern die alte Frage: »ob eruptiv oder sedimentär«, zum Austrage gelangen wird.

Nach den angeführten Umständen beantworten sich diese Fragen von selbst; es ist bereits bemerkt worden, dass der Gneiss zu einem grossen Theil noch der ersten Deckenbildung bei ihrem Uebergange in festen Zustand angehört und es werden nur diejenigen Glieder den besprochenen vielseitigen Charakter erhalten und bewahrt haben, welche sich aus der innern Masse gebildet und an dem Kampfe der erstarrenden gegen die flüssigen Massen theilnehmen mussten; sie bilden keine eigentlichen Eruptivmassen, obwohl sie vielfach den Charakter der Letzteren erhalten konnten, wenn Bewegungs- und Contractionszustände analog jenen wirklicher Eruptivmassen waren. Ihr Typus ist aber weitaus vielseitiger, weil das bergende und durcheinander gemischte Material, also fremde und identische Massen durcheinander, dem Ganzen ein mehr buntes Gepräge verleiht, besonders wo Massen verschiedener Consistenz und Art durch einander liegen. Die Zusammenfügung resp. Contact- und Lagerungsverhältnisse werden auf dieser Basis mannigfaltiger als jene wirklicher Eruptivmassen, die thatsächlich festes Gestein durchdrungen haben.

Der gemischte Typus derartiger Massen und regelmässiger Sedimente tritt in jenen Fällen auf, wo sich feste Sedimente in den Umbüllungsmassen bis zur Erstarrung erhalten konnten, die aber in diesen Fällen die ursprüngliche Richtung verloren haben, und an jenen Orten, wo der Uebergang der bewegten Masse in die endliche Erstarrung, die stabile und normale Richtung regelmässiger Sedimente ermöglichte, zwar noch öfters alterirt, aber nach und nach im grossen Ganzen doch in ein Ruhestadium übergehend. Dementsprechend wird man kaum fehl gehen, die Bildung des rothen Gneisses im Erzgebirge auf diese Periode zurückzuführen, da einerseits die Einschlüsse von rothem Gneiss in Grauen mit Accommodation der Begrenzungsflächen auf die ursprüngliche Bewegung und Einschliessung untergegangener Massen während ihrer Bildung schliessen lassen, andererseits die regelmässigen Wechselagerungen von rothem Gneiss und Glimmerschiefer unzweifelhaft darauf hinweisen, dass hier schon ganz stabile und normale Sedimentablagerungen sich behaupten konnten, als welche die rothen Gneisse und Glimmerschiefer hier in die Erscheinung treten, während ein grosser Theil

¹⁾ Credner, D. g. Ges. 1877, p. 757—792 u. 1875.

²⁾ D. g. Ges., 1875, p. 629—682.

der Gneissmassen in den Alpen auf Massen zurückführt, die wohl mehr dem Ueberfluthungsmaterial angehören und dementsprechend auch einen so gemischten Typus ausweisen.

Die Frage zwischen eruptiv und sedimentär der Gneissmassen und anschliessenden Varietäten dürfte demnach als entschieden gelten können, und zwar für die erstere Modification im engeren Sinne des Begriffes eruptiv verneinend; und als sedimentär bejahend überall in jenen Fällen, wo regelmässige Schichten und Wechsellagerung auftreten, soweit es sich nicht um untergegangene Producte dieser Art handelt, die nur aus der Natur des Materials, wie bei den Carbonaten und der dimorphen Modification des Kohlenstoffs, oder aus der Erhaltung des ursprünglichen sedimentären Charakters erkannt werden können, ohne Rücksicht darauf, nach welcher Richtung sie sich in dieser Situation ausdehnen.

Wirkliche Eruptivmassen repräsentiren zunächst die granitischen Gesteine, soweit deren unregelmässige Anordnung der Gemengtheile nicht auf blosse Contractionsverhältnisse der Fluthmassen gestützt werden können, dementsprechend bloss Variationen der Gneissgebilde ausdrücken, sondern welche thatsächlich feste Massen durchbrochen und auch Bruchstücke des Nebengesteines mit scharfen Kanten und Bruchflächen eingeschlossen haben. Sie entstammen denselben Massen, wie die nicht sedimentären Gneiss- und Granitgebilde der festen Decke in den primitiven Formationen und unterscheiden sich von denselben hauptsächlich nur durch etwas veränderte Contractionsverhältnisse zwischen thatsächlich festen Gebilden, vielleicht auch hie und da durch Differenzen im Procentsatz des Gemengtheiles an Wasser, welche Umstände zusammen, mit Rücksicht auf allenfalls sporadische Störungen und Varietäten in den accessorischen oder substituierenden Gemengtheilen, den Grund zu den mannigfaltigen Abarten der granitischen Gesteine bilden werden.

Jedenfalls aber können die granitischen Massengesteine im grossen Ganzen zu dem Material gerechnet werden, welches den oberen Schichten des Magmas entstammend, auch naturgemäss den grössten Procentsatz an Wasser enthalten musste, und das ist auch der hauptsächlichste Grund, dass mit Rücksicht auf die hohe Temperatur die Gemengtheile der Granitmassen im Allgemeinen so vortheilhaft auskrystallisiren konnten, jedenfalls in weit höherem Maasse, als die Eruptivmassen, deren Wassergehalt nicht so weit hinaufreicht.

Dass mitunter geschieferte Granite oder Massengesteine vorkommen, ist dadurch zu erklären, dass die Schieferung weniger den Bildungscharakter repräsentirt, sondern mehr auf Kosten des Druckes zu setzen ist, welcher die bedeckenden Massen auf die liegenden ausüben und ist bei den eigentlichen und besonders secundären Sedimenten deshalb so vertheilhaft ausgeprägt, weil die Bestandtheile nur nach und nach zur Ablagerung gelangten, also auch allmählig in diese Verfassung übergingen, umsomehr als ihre Festigkeit in der Bindung der Bestandtheile keine so hohe war, als die krystallinischen Gebilde, besonders aber der Eruptivmassen, welche als Ganzes in die Schichten eingeschoben wurden, demnach auch dem ausgeübten

Druck des Hangenden je nach den jeweiligen Verhältnissen grösseren Widerstand entgegen zu setzen vermochten, so dass es wohl erklärlich wird, wenn derartige Gesteine sehr selten die schiefrige Structur angenommen haben, und wo das der Fall ist, vielfach mit den Contactmassen in der Richtung übereinstimmen, wenn die Druckverhältnisse auch nach der Eruption wechselseitig übereinstimmten.

Je mehr das Magma des Innern durch Erstarrung und fortdauernde Eruptionen der Erschöpfung zuging, je mehr demnach der Procentsatz an Wasserbeimengung sich verringerte, desto mehr gingen die Vortheile verloren, welche die älteren Eruptivmassen gegen die jüngeren bezüglich der chemisch-physischen Verhältnisse und den allgemeinen Krystallisationsprocess voraus hatten; denn mit dem Verschwinden dieses Gemengtheiles musste die vorzüglichere Ausbildung der Krystallisation ¹⁾ als Regel mehr und mehr abnehmen, woraus sich der Uebergang der krystallinischen Eruptivgesteine zu den dichten Lavamassen ohne weiteres erklärt, welche letztere die Ausbildung der Krystalle in grösserem Umfange ²⁾ nur selten ausweisen und nur unter dem Mikroskope in vielen Fällen auf eine krystallinische Entwicklung einzelner Gemengtheile hinweisen.

Wo die Grenze des Ueberganges von den wasserhaltigen Theilen des Magma in den Kern der noch gebliebenen rein pyrogenen Massen des Erdinnern gesucht werden muss, wird sich als scharfe Grenze nicht entscheiden lassen, da der Uebergang kein plötzlicher, sondern allmäliger war, im Verhältniss der Abnahme der inneren Druckverhältnisse zu Gunsten der wasserhaltigen Massen, von den Reactionsbestrebungen der pyrogenen Massen, im allmäligen Uebergreifen zur Hegemonie der Ersteren, sobald durch die Erschöpfung die Letzteren dem Gegendruck nicht mehr gewachsen waren. Diesem schwankenden Charakter entsprechen auch die Eruptivproducte von den granitischen Gesteinen, Porphyre und ihren Variationen, bis zu den Grünsteinen, Basalten und den vulcanischen Producten der Gegenwart; aber in den Letzteren ist die rein pyrogene Natur eine unbestrittene Thatsache, Wasserbeimengungen nicht mehr die Regel, sondern sporadisch nur in jenen Fällen, wo der Eruptivstrom auf seinem Wege Wasserreservoir durchbrochen und unter dem Drucke mehr oder weniger starker Bedeckung während des Durchbruches, sich mit unterschiedlichem Erfolge mit dem Wasser zu verbinden ge-

¹⁾ Die freie Atom- respect. Molecularbewegung nimmt ab mit der Reduction des Bewegungsmittels, als welches hier für die Transportfähigkeit das Wasser zu gelten hat; der freie Verkehr der Substanzen im Erdinneren ist hauptsächlich und wesentlich durch die Anwesenheit von Wasser bedingt, und je grösser der Procentsatz dieses Elementes ist, um so vortheilhafter kann der wechselseitige Austausch vor sich gehen, selbstverständlich mit Berücksichtigung der Temperatur.

²⁾ Ueber Lava im Allgem., Vogt, Geol.; Neumann, Geogn., B. I., p. 126, 157; Zirkel, Z. d. d. geol. Ges., 1867, p. 737; Mikr. Beschr. d. Min.; Karsten, Arch. f. Min., 1839, B. XIII; Fouqué, Comptes rendus, 1874; G. Rose, Karsten's Archiv, 1839, p. 13, 184; Roth, D. Vesuv, Abhandl. der Akad. zu Berlin, 1877, p. 1—45; Schmidt, Vulc. Stud., 1874; G. Bischof, Chem.-phys. Geol., B. II, p. 484; Döltner, Abhandl. d. Wien. Akad., 1876, XXXVI.

zwungen war, soweit der wechselseitige Contact oder die Quantität des Ersteren es zuließ; mitunter wird ein derartiger Conflict in Ermangelung des hinreichenden Druckes auch nur das Resultat erzielt haben, das Wasser, soweit die Entwicklung von Wasserdampf nicht eine plötzliche Sprengung der vorhandenen Durchbruchshindernisse bewerkstelligte, auf eine entsprechend höhere Temperatur zu bringen.

Auch ist anzunehmen, dass die Ruhepausen bei den einzelnen Durchbrüchen vorzüglich den Anlass gaben, die Crystallisation innerhalb der Lavamassen zu fördern, besonders wenn sporadisch die Fälle von Wasserbeihilfe in obigem Sinne thätig mitwirken.

Auf die vulcanischen Productionen der Gegenwart ist der Einfluss der inneren Fluthwelle schon als gebrochen zu betrachten, da auch die pyrogenen Massen des Erdinnern bereits ihrer Erschöpfung entgegen gehen.

Es resultirt das aus dem Umstande, dass abgesehen von der verhältnissmässig geringen Mächtigkeit der zu Tage geförderten Lavamassen, die Communication zwischen den einzelnen Eruptionsherden bereits verloren gegangen ist, dieselbe also auf einen rein localen Ort vulcanischer Thätigkeit reducirt erscheinen, ein Beweis, dass die Erstarrung sich schon auf die inneren Theile des Planeten erstreckt, so dass feste Zwischenbildungen die Centralmasse mehr und mehr einengen.

Allerdings kann noch eine geraume Zeit vergehen, bis auch diese Localherde vulcanischer Thätigkeit erschöpft sind, bis die starre unbildsame Masse des Erdkörpers allgemein als eine abgeschlossene Thatsache in die Erscheinung tritt.

IV. Contact-Metamorphosen.

Es ist aus den bisher erörterten Verhältnissen mit Sicherheit anzunehmen, dass die primitiven Gesteinsmassen, nicht wie vielfach angenommen worden, metamorphische Producte repräsentiren, sei es durch einen allmäligen Umcrystallisirungsprocess auf trockenem oder nassem Wege, und Druck, sondern sie repräsentiren ursprüngliche Bildungen mit allen Uebergängen und Abnormalien; sie haben nur vielfach bis zum Stadium der Erstarrung Modificationen durch Störungen unterlegen. Gleichwohl ist sporadisch der Fall gegeben, wo Metamorphosen durch Gebilde dieser Formationen hervorgerufen werden könnten, ganz ähnlich denen wirklicher Eruptivmassen; denn in jenen Fällen, wo zwei mit einander in Berührung befindliche Massen ungleichzeitige Uebergänge in den festen Zustand documentiren, sei es, dass die Verschiedenheit des Materials Differenzen in den Contractionsbedingungen von Natur aus erzielten, oder dass

Massen verschiedener Consistenz in einander eingeschlossen, oder auch bloß berührend auftraten, so war einerseits jene Masse, welche zuerst in festen Zustand überging, im Stande, den eventuellen Ueberschuss an Wasserbeimengung bei der Zusammenziehung der Gemengtheile abzugeben. Für Contactmassen, welche selbst noch nicht vollständig erstarrt waren, war dieses austretende Wasser insofern von Belang, als dasselbe bei höherer Temperatur im verunreinigten Zustande die Consistenz der eigenen Masse an den Contactstellen verändern, und wohl auch je nach den chemischen Verhältnissen, Material ab- oder umsetzen konnte, so dass bei der endlichen Erstarrung dieser Masse die Contactstellen ein verändertes Aussehen beibehielten; bei dieser Gelegenheit war nun wieder der umgekehrte Fall möglich, dass durch Austritt überschüssigen Wassers die feste Contactmasse in entsprechendem Verhältnisse verändert wurde, wenn die chemischen Affinitätsverhältnisse eine Umsetzung der Bestandtheile ermöglichten. In der Natur allerdings werden diese Zustände nicht wohl häufig¹⁾ vorkommen, da die Differenzen der Erstarrungsverhältnisse und auch der Contact für eine derartige Veränderung in den primitiven Formationen nur in sehr günstigen Fällen gegeben war, wobei immer zu berücksichtigen ist, dass chemische Verhältnisse grossen Variationen unterliegen. Grössere Intensivität konnten derartige Veränderungen bei Contactmassen erlangen, wo entweder wirkliche Eruptivströme zwischen bereits festgewordenen Gesteinsschichten durchbrachen, oder wo nicht feste Eruptivmassen in grösserem Umfange in Berührung mit dem Nebengestein gelangten, besonders in jenen Fällen, wo Differenzen in der Natur des Materials zwischen Eruptiv- und Nebengestein resultirten.

Derartige Verhältnisse finden sich denn auch allenthalben in der Natur, und in vorzüglicher Weise bei den granitischen Gesteinsarten, welche als Massen von einem grösseren Procentsatz an Wasserbeimengung, auch vorzüglich für eine derartige Action geeignet erscheinen, da sie naturgemäss bei der Contraction den Ueberschuss an Wasser abgegeben haben, welcher mehr oder weniger mit Substanzen verunreinigt und mit Variationen der Temperatur in das Nebengestein übergegangen ist.

So finden sich z. B. auf der Insel Elba²⁾ die Schiefer bei Lungone netzartig von Granitgängen durchschwärmt, indem sich dieselben vielfach theilen und zu Maschen wieder verbinden, also das zersprengte Gestein allenthalben wieder ausfüllen; sie haben theils horizontalen Verlauf, theils wellenförmige Biegungen mit mächtigen, linsenförmigen Anschwellungen, welche mit Einschnürungen der Gangmasse alterniren.

¹⁾ Vergl. Fikenscher, D. Lunzenauer Schieferhalbinsel 1867.

²⁾ G. vom Rath, Z. d. d. geol. Ges. B. XXII. p. 591—730, 1870, vgl. H. Credner, B. XXVII. p. 153—157. Z. d. d. G. 1875.

Stellenweise sind diese Gänge ganz von Schiefer umschlossen, so dass jeder Zusammenhang mit der Hauptmasse verloren gegangen ist, oder überhaupt fehlt.

Aehnliche Erscheinungen finden sich bei S. Piero, wo der Granit die Schichten durchbrochen hat und Injectionen aufweist, welche der ganzen Beschaffenheit nach nicht darauf schliessen lassen, dass eine Eruptivmasse in dieselben eingedrungen ist; diese Gangmassen enthalten Turmalin, Beryll, Lithionglimmer, welche in dem Normalgranite nicht vorkommen. Der Turmalingranit des Ganges (p. 648) ist fest und ohne scharfe Grenze mit dem Hauptgranit verbunden, was gewöhnlich bei Erzgängen und ihrem Nebengestein nicht der Fall ist.

In Norwegen¹⁾ sind im Contacte mit Granit-Syenit die Kalkmassen und Schiefer auf weite Strecken verändert worden. Das südliche an den Egeberg anstossende Plateau ist von zahllosen Granitmassen durchsetzt, und an unzähligen Orten die deutlichsten Merkmale, dass eine gewaltsame Durchsetzung oder Eintreibung in die Gneisschichten stattgefunden hat; Stücke vom Nebengestein scheinen weggerissen und fortgeführt, so dass an der eruptiven Natur dieser Granite nicht zu zweifeln ist.

Bei Drammen (p. 425), wo sich der Granit unter den Sedimentärschichten, welche hier das Hangende bilden, durchzieht, erscheint der Schiefer auf weite Strecken verändert. An den unmittelbaren Berührungsstellen werden beide Gesteine völlig dicht, der Schiefer grünlichgrau, sehr hart, der Granit fleischroth; beide Gesteine scheinen fest verwachsen, die Grenze bald ganz scharf, mitunter aber auch in einer 1 Zoll breiten Zone vollständig in einander verflösst. Die metamorphosirten Schiefer und Kalksteine umschliessen eine grosse Menge Erzlagerstätten; sie liegen alle in der Nähe der Granitgrenze und Granitapophysmen greifen mehrere hundert Fuss in das Nebengestein.

Im Aschathal²⁾ oberhalb der Pottenhöfer Mühle, verzweigt sich der Granit in so zahlreichen Gängen und Adern in den Gneiss, dass man kaum faustgrosse Gneissstücke schlagen kann, welche nicht zugleich auch einen Theil einer Granitmasse enthalten.

Bei Predazzo,³⁾ Monzouiberg, Fassathal wird der dolomitische Kalkstein vom Syenit-Granit durchbrochen, und an den Grenzen sowohl, als bis auf eine Entfernung von 1000 Fuss in crystallinisch körnigen Marmor umgewandelt, der an den Contactstellen häufig mit Horn-

¹⁾ G. vom Rath, N. Jahrb. f. Miner. 1869 p. 385—444. Naumann, Geognosie B. I. p. 745, 752. G. Bischof, Chem.-phys. Geologie B. III. p. 189, auch Cotta, Geologie (1) p. 361.

²⁾ Gumbel, Geognost. Beschreib. Bayern, B. II. p. 633.

³⁾ G. vom Rath, Poggendf. Annal. B. CXLVII. p. 271, B. CLII. p. 1, Naumann, Geognosie B. I. 752, G. Bischof, Chem.-phys. Geologie B. III. p. 185, Cotta, Geolog. Briefe aus den Alpen, p. 186 und 194, auch Geologie der Gegenwart p. 361, Richthofen, Umgeb. v. Predazzo p. 252, Dölter, N. Jahrb. f. Min. 1875 p. 46, Lemberg, Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellschaft B. XXIV. p. 187—264, L. v. Buch, Abhandl. der Akad. z. Berlin 1822/23, p. 114.

blende, Vesuvian imprägnirt erscheint. Ganz ähnliche Verhältnisse ergibt der Durchbruch des Augit-Syenit am Monzoniberg.

In den Gruben bei Schneeberg in Sachsen (Breithaupt, Paragenesis der Min. p. 36 und G. Bischof, Geologie B. III. p. 186) wird der Thonschiefer in der Nähe des Granites fester und reicher an Kieselsäure, und diese Wirkung dehnt sich 800 Fuss in den Thonschiefer aus.

Nach Duvernoy ist in den Pyrenäen¹⁾ bei Videssos der graue Kalkstein durch Granit in crystallinischen Zustand versetzt worden.

In New-Jersey bei Sparta wurde der Kalkstein im Contacte mit Granit bis auf eine Entfernung von 50 Fuss in allmähigem Uebergang in weissen Kalkspath umgewandelt.

In den Vogesen²⁾ und dem Schwarzwalde sind in der Nähe der Granitkuppen die Schichten der Grauwackenformation in einer breiten Zone so mit Orthoklas, Oligoklas und auch mit Quarzcrystallen imprägnirt, dass sie oft Porphyriten und Felsitporphyren ähnlich werden; allmähig gehen diese feldspathreichen Massen in die unveränderte Grauwacke über.

Desgleichen Rosenbusch (Die Contactzone von Barr-Andlau)³⁾ findet den Schiefer im ganzen Contactgebiete des anstossenden Granit umgeändert; von der Berührungsstelle aus ist der Schiefer völlig verhärtet, mit durchaus crystallinischem Gefüge und Glimmerblättchen enthaltend; die schieferige Structur ist völlig verschwunden, keine Spur von Organismen. Je mehr man sich jedoch von der Granitgrenze entfernt, desto mehr nimmt die Intensität ab; das hygroskopische Wasser,⁴⁾ nimmt im Verhältniss dieser Entfernung zu, ebenso werde das chemisch gebundene Wasser in demselben Maasse vermehrt; die Auscrystallisirung des Quarzes vermindert sich in vereinzelte Gruppen und Körnchen, die Glimmerblättchen treten mehr und mehr zurück, und auch schiefrige Structur tritt wieder mehr in den Vordergrund, während die helle Farbe des crystallinischen Schiefers allmähig der normalen Farbe des Schiefers Platz macht, in welchem nun auch wieder organische Reste auftreten.

Analoge Veränderungen der Contactmassen durch granitische Gesteine finden sich an vielen Orten im Erzgebirge, Banat,⁵⁾ Harz,⁶⁾ Eibenstock,⁷⁾ Tyrol⁸⁾. etc. etc.

¹⁾ Vergl. auch F. Zirkel, Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellschaft 1867 über den Granit der Pyrenäen XIX. p. 68, N. J. f. Min. 1867, Fuchs J. f. Min. 1870 p. 719—752, 851—879.

²⁾ G. Bischof, Chem.-phys. Geologie B. III. p. 203 und 205.

³⁾ Rosenbusch, Die Contactmetamorphosen von Barr-Andlau, (Vogesen,) N. J. f. Min. 1875, 849 ff.

⁴⁾ Unger, Die Contactzone v. Barr-Andlau, N. J. f. Min. 1876, p. 785. Vgl. Rosenbusch, Die Steigerschiefer u. Contactzone a. d. Graniten v. Barr-Andlau, 1877, Rosenbusch, Physiogr. d. mass. Gest. p. 43—45.

⁵⁾ Cotta, Geologie (I) 361, 113.

⁶⁾ Rosenbusch, N. J. f. M. 1875. Vgl. Lossen, Z. d. geol. Ges. 1872 XXIV., 1876 XXVIII.

⁷⁾ Pröls, N. J. f. Min. 1869, p. 257—287.

⁸⁾ Rosenbusch, Mikr. Physiogr. d. mass. Gest. p. 127.

Kaustische Wirkungen, ¹⁾ Frittungen und Verglasungen sind bei diesen Eruptivmassen sehr selten beobachtet worden und dürften wohl in den meisten Fällen, wo diese Beobachtungen sich als richtig erweisen, auf locale Temperaturerhöhungen bei chemischen Vorgängen zurückzuführen sein.

Für die Contactverhältnisse zwischen den granitischen Gesteinsarten und dem Nebengestein fallen zunächst zwei Momente wesentlich ins Auge, die mitunter bedeutende Ausdehnung der Veränderungen, und die Art der Durchsetzungen und Verästelungen ²⁾ in das Nebengestein.

In Bezug auf den letzteren Fall sind besonders die Verhältnisse auf der Insel Elba charakteristisch, wo durch die netzartige Verzweigung der Gänge in dem Nebengestein jeder Gedanke an ein Eindringen durch die Eruptivmasse ausgeschlossen ist; denn ganz abgesehen von der Beschaffenheit dieser Ausfüllungsmassen und ihres Verhältnisses zu der Hauptmasse, ist nicht anzunehmen, dass die horizontal und vertical sich durchkreuzenden Gänge und Adern durch eine mechanische Eindringung einer Eruptivmasse ³⁾ sich ausgefüllt haben sollten, besonders aber in jenen Fällen, wo ein directer Zusammenhang mit der Granitmasse ohne jede Spur einer Verwerfung überhaupt fehlt.

Aber auch durch die Meteorwasser können diese Gebilde nicht in die Schichten eingeführt worden sein, da sie mit den Gangadern der Erzgänge hinsichtlich der Art ihres Vorkommens keinerlei Analogie ausweisen und auch schon durch die Feldspathbildung, ⁴⁾ welche sich hier auf das deutlichste ausspricht, auf eine verhältnissmässig erhöhte Temperatur bei der Bildung schliessen lassen.

Ausserdem sind keinerlei Anzeichen vorhanden, dass eine Zuführung von Material durch von aussen eingedrungene Gewässer stattgefunden hätte, vielmehr deuten alle Umstände darauf hin, dass trotz der abnormen Verhältnisse in der Durchsetzung, diese Gebilde auf das engste mit der Hauptmasse verknüpft sind, und zwar gilt das hauptsächlich für Granitmassen, welche durch ihre Lagerung resp. Durchsetzung und den Einschluss von Fragmenten des Nebengesteines ihre eruptive Natur auf eine unzweifelhafte Art documentiren.

Die meisten Gangmassen und Adern dieser Art zweigen deutlich von der Eruptivmasse ab und verlaufen oft auf grössere Entfernungen von der Contactstelle in das Nebengestein,

¹⁾ Russegger, N. J. f. Min. 1837 p. 667, 1838 p. 626.

²⁾ G. vom Rath, Z. d. d. geol. Ges. p. 352; Gümbel geogn. Beschrb. Bayr. B. II. p. 633, 643; Cotta, Geologie (I) p. 352; Naumann, Geognosie B. I. 872, B. II. 221—245; G. Bischof, Chem.-phys. Geologie B. III. 407; Hofmann, Poggd. Ann. XVI. p. 526.

³⁾ Ueber die Flüssigkeit der Lava. Naumann, Geogn. B. II. p. 150.

⁴⁾ Vgl. Rosenbusch, Mikr. Physigr. d. mass. Gest. 1877 p. 43.

sich vielfach weiter verzweigend und zwar sowohl in das Hangende, wie in die liegenden Schichten.

Die Ausfüllungsmasse stimmt mit dem Material der Hauptmasse überein, in seltenen Fällen, dass einzelne Mineralbestandtheile in denselben auftreten, welche in dem Eruptivmaterial fehlen; wohl aber treten mitunter in diesen Adern einzelne Bestandtheile der Hauptmasse, von der sie bestimmt abzweigen, zurück, so dass nach und nach häufig bloß noch Quarz als Ausfüllungsmaterial die Verästelung fortsetzt.

Wenn nun berücksichtigt wird, dass die Granitmassen als älteste Eruptivgebilde aus den oberen Schichten des Magma wohl auch den grössten Procentsatz an Wasser als wesentlichen Gemengtheil enthalten, welcher naturgemäss bei der Contraction dieser Massen, nach der stattgefundenen Eruption, zu einem grossen Theil zur Ausscheidung gelangte, so ist das Phänomen dieser eigenthümlichen Gebilde unmittelbar erklärt.

Denn die austretenden Gewässer, welche in Uebereinstimmung mit der Eruptivmasse noch eine sehr erhöhte Temperatur besitzen konnten, waren in vielen Fällen bis zu einem hohen Grad mit Substanzen gesättigt, welche aus der Hauptmasse bei der Zusammenziehung der einzelnen Gemengtheile ausgeführt und durch die nachdrängenden Wasser immer wieder ergänzt wurden. Die schon früher vorhandenen, oder während der Eruption gebildeten Spalten und Risse im Nebengestein wurden auf diese Art zunächst von den übertretenden Wasser durchsetzt, die beigemengten oder gelösten Materialien je nach den obwaltenden Verhältnissen ausgeschieden oder gegen andere vertauscht, so dass es nur natürlich erscheint, wenn Gänge oder auch die feinsten Risse und Spalten des Nebengesteins mit Material ausgefüllt wurden, das vollständig, oder mit einzelnen Gemengtheilen der Hauptmasse der Eruptionsproducte übereinstimmte, oder im allmäligen Uebergange in dieselben in einzelne Bestandtheile¹⁾ sich verlor.

Auf diese Weise ist es auch erklärlich, wenn einzelne Mineralbestandtheile während der Durchsetzung durch Eingehen neuer Verbindungen den Grund zu einer Vermehrung der zufälligen untergeordneten Gemengtheile legten, wenn sowohl das Nebengestein, und in einzelnen Fällen auch die Eruptivmasse selbst, an den Contactstellen mit fremden Mineralien und Crystallen imprägnirt erscheinen.

Auch der Umstand, dass bei dieser Gattung von Eruptivmassen in manchen Fällen ausgedehnte Umwandlungen stattgefunden haben, erklärt sich durch die Durchsetzung dieser Gewässer bei erhöhter Temperatur.

¹⁾ Das Zurücktreten des Feldspath in den Adern erklärt sich schon durch die Temperaturabnahme der Wasser in den oft sehr engen Spalten, in Folge der Wärmeentziehung durch die Wandflächen der Canäle.

Abweichungen in der Umwandlungsthätigkeit oder dem Wirkungsvermögen waren da gegeben, wo das austretende Wasser mit der Eruptivmasse eine geringere Temperatur enthielt, wo der Sättigungsgrad mit fremden Beimengungen kein so bedeutender war, und die chemisch-mineralogische Beschaffenheit des Nebengesteines eine grössere Widerstandsfähigkeit aufweisen konnte. Daraus erklärt sich auch der Umstand, dass das Resultat der Abänderung in den Contactschichten bei ein und derselben Masse ein sehr verschiedenes sein konnte, oder dass in vielen Fällen auch gar keine Umwandlung stattfand, selbst wenn grössere Eruptivmassen dieser Art die Schichten durchsetzt haben, besonders, wenn der Procentsatz des übertretenden Wassers, je nach der Beschaffenheit der Eruptivmasse, keine grösseren Dimensionen annahm.

Der Umstand, dass bei den Metamorphosen durch Granite die Contactzonen in vielen Fällen einen vollständigen Mangel an Feldspathausbildung ausweisen, erklärt sich aus dem Umstande, dass die Temperatur der durchsetzenden Wasser in Uebereinstimmung der jeweiligen Verhältnisse Variationen unterlag, welche wohl eine AnscrySTALLISIRUNG der Kieselsäure bis zu einem entsprechenden Grad ermöglichte, jedoch zur Feldspathausbildung mit Berücksichtigung der Druckverhältnisse nicht immer ausreichen mochte; und auch die Kieselsäureausbildung, oder ihre UmcrySTALLISIRUNG in den Contactschichten, hielt nur so lange vor, als die allmähige Temperaturabnahme des Wassers nicht die zulässige Grenze überschritten hatte. Ebenso erklärt sich der Umstand, dass sowohl Eruptivgestein, wie Contactgrenzen mitunter gleichzeitig reicher an Kieselsäure werden, dadurch auf, dass die austretenden Wasser auch noch in der Eruptivmasse selbst zuweilen Kieselsäure abgesetzt haben, und dass aus demselben Grunde in beiden Massen Imprägnationen mit Crystallen auftreten konnten.

Geht man von dem granitischen Eruptivmaterial auf die übrigen Massengesteine über, so finden sich bedeutendere Umwandlungen nur in sehr beschränkten Fällen; doch sind auch hier einzelne Thatsachen bekannt, wo Veränderungen des Nebengesteines im Contact mit Eruptivmassen auf grössere Entfernungen stattfanden, oder dass Imprägnationen mit fremden Crystallen in die Erscheinung traten.

Ein derartiger Fall findet sich beispielsweise in New-Jersey¹⁾ bei Lambertsville, wo ein rother Sandstein durch eine Trappmasse durchbrochen wurde und auf bedeutende Entfernung Veränderungen erlitten hat. Derselbe erscheint beinahe durchgehends mit Crystallen von Turmalin und Concretionen von Schörl und Pistacit besetzt, welche in gewissen Abschnitten von der Contactstelle auf einander folgen, mit gleichzeitiger Verhärtung und dunkler Färbung des Sandsteins in allmähigem Uebergange in seinen normalen Zustand.

Derselbe Fall findet sich bei den Sandsteinen von Rokyhill, welche durch eine Trappmasse vielfach verändert wurden. Auch dieser erscheint mit zahlreichen Crystallen von Schörl und Pistacit besetzt, selbst noch auf eine Entfernung von 1000 Fuss.

¹⁾ Naumann nach Dana Geognos. B. I. 760.

Bei diesen Metamorphosen ist jedoch weniger von einer grösseren Ausführung von Material aus der Eruptivmasse, als von einer einfachen Durchwässerung des Sandsteines zu bemerken; zwar kommen in vereinzelt Fällen ¹⁾ Rannificationen zwischen Basalt und dem Nebengestein vor, welche demnach auf eine Ausscheidung einzelner Substanzen hinweisen, jedoch sehr selten. Auch ist die mineralogische und textuelle Beschaffenheit dieser Eruptivmassen derart, dass sie nicht darauf schliessen lassen, dass der Procentsatz an ursprünglicher Wasserbeimengung ein sehr hoher gewesen sein muss, wie das theilweise bei den Graniten der Fall war. Es ist demnach mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die augenscheinlich von der Contactstelle ausgehenden Wasser, welche die Umwandlung des Sandsteines hierbeigeführt haben, nur zufällig mit der Eruptivmasse emporgedrungen sind, also beim Durchbruch von Wasseradern oder Reservoirs mitgerissen wurden, ohne dass, in Ermanglung des hinreichenden Druckes, eine vollständige Vermengung mit der Basaltmasse stattgefunden hätte, ein Fall, der sich ja bei den heutigen Laven vielfach wiederholt und bei stärkerer Bedeckung wohl auch ähnliche Resultate erzielen dürfte.

Bis zu einem entsprechenden Grade können Umwandlungen auch dadurch hervorgerufen werden, dass beispielsweise der Sandstein stark mit Wasser gesättigt, von einer Eruptivmasse durchbrochen wird. Da die letzteren wohl ohne Ausnahme, besonders aber wo das Material gegen die pyrogene Natur hinneigt, die Eruptivmasse also zu den mehr wasserarmen Eruptivproducten gezählt werden muss, beim Durchdringen noch eine verhältnissmässig hohe Temperatur aufweisen, so musste bei längerem Contacte wohl auch das Wasser des Nebengesteines erwärmt werden, so dass dasselbe in die Lage gesetzt war, in erhöhterem Maasse auf die Gesteinsmasse an Ort und Stelle einzuwirken, oder durch die in Folge der Volumvergrösserung bei der Temperaturerhöhung hervorgerufene Transferirung oder Bewegung der Wassertheilchen, auch eine beschränkte Ortsveränderung einzelner Substanzen zu ermöglichen.

Dass das Eruptionsmaterial des Basaltes nicht allgemein zu den eigentlichen pyrogenen Producten gezählt werden darf, dass dasselbe also von Natur aus z. Th. noch einen gewissen Procentsatz an Wasser enthielt, welcher seinen Erstarrungspunkt wesentlich modificirte, geht schon daraus hervor, dass Basalt im Contacte mit der Kohlenformation vielfach nur ganz unwesentliche Veränderungen hervorgerufen hat, jedenfalls aber in gar keinem Verhältnisse zu den Veränderungen, welche eine wirklich geschmolzene Masse in diesen Gebilden naturgemäss hätte hervorrufen müssen, selbst mit Rücksicht auf den Process im geschlossenen Raum.

¹⁾ G. Bischof, Chem.-phys. Geologie B. III. 407.

Am Meissner,¹⁾ wo eine ausgedehnte Basaltdecke einen Braunkohlenflötz überlagert, verwandelt sich diese auf eine Entfernung von 8—15 Fuss in Stangenkohle, weiterhin in Glanz- und Pechkohle, welche letztere allmählig in die unveränderte Braunkohle ausläuft. Das Bitumen verschwindet hierbei beinahe vollkommen aus der Stangenkohle und zeigt sich erst nach und nach wieder in den Braunkohlen.

Am Great-Causeway²⁾ und der Braunkohle von Habichtswald beginnt dieselbe sich erst mit einer Mächtigkeit des Basaltes [von 4—6 Fuss zu verändern, behält aber bei geringerer Stärke ihre gewöhnliche Beschaffenheit bei.

Bei Mährisch-Ostrau³⁾ erscheint die von einer basaltischen- oder melaphyr-Eruptivmasse in Contact gelangte Kohle saulenförmig zerklüftet, zu coaksähnlicher Masse umgewandelt, sogenannte Stangenkohle.

Ganz ähnliche Verhältnisse treten auf in den von Basalt berührten Braunkohlenlagern bei Utweiler, Grossalmerode,⁴⁾ am Hirschberge, Vogelsberge u. s. w.

Die Umwandlungen des Basaltes sind im allgemeinen weit zahlreicher, als die der Melaphyre, Porphyre, Grünsteine, und erstrecken sich auf die verschiedensten Gesteinsarten.

Auf der Insel Rathlin⁵⁾ wurden die Kreideschichten an drei Stellen von Basalt durchbrochen und in crystallinisch körnigen Marmor umgewandelt, aus welchem die ursprünglich vorhandenen Organismen vollständig verschwunden sind.

Ebenso auf der Insel Man und bei Belfast, wo durch die Basaltmassen die Kreideformation durchbrochen und an den Contactstellen in crystallinisch körnigen Marmor, z. Th. auch in eine porcellanähnliche Masse verwandelt wurde.

Im Departement Puy de Dôme⁶⁾ steht der Basalt bei St. Saturnin mit Thonschiefer in Berührung und wurde letzterer auf 10—12 Zoll in stehenden Prismen abgesondert; die in demselben vorhandenen organischen Ueberreste sind in Kohle umgewandelt.

Die mit Schieferthon, Sandstein und Steinkohlen in Contact gekommenen Trappmassen in Northumberland erscheinen durchgängig verändert. Der vorhandene Kalkstein ist zu weissem

¹⁾ G. Bischof, Chem.-phys. Geologie B. III. 180; Moesta, Geol. Schild. der Gegend z. d. Meissner und Hirschberge.

²⁾ Bischof, 180.

³⁾ Gümbel, N. J. f. Min. 1875 p. 325, ähnl. b. Geinitz, Stein- und Braunkohle 1865, 15, 20, und geol. Reichsanst. Wien 1874.

⁴⁾ v. Leonhard, Basaltgebilde p. 288 (383).

⁵⁾ Naumann, Geognos. B. I. p. 751; Lyell, El. of Geol. II. 221.

⁶⁾ G. Bischof, Chem.-phys. Geologie B. III. 179.

Marmor umgewandelt, die Schieferthone röthlich gefärbt und verhärtet, kieselschieferähnlich, der Sandstein gefrittet und zusammen gesintert, die Steinkohlen bis auf 30 Fuss Entfernung vercoakt und mit erdigen Massen imprägnirt.

Bei Ettinghausen im Vogelsgebirge wurde im Contacte mit Basalt eine Thonschiefermasse bis auf 2 $\frac{1}{2}$ Fuss Entfernung in Säulen abgesondert und auf mehrere Zoll tief rothbraun gefärbt.

Dasselbe ist der Fall bei dem zwischen Braunkohle auftretenden Thonlager am Meissner im Westerwald,¹⁾ bei dem mit Basalt in Berührung gekommenen Sandstein in der Gegend von Zittau,²⁾ welcher in Säulen bis 15 Fuss Länge und 2 Fuss Dicke, von theilweise dichter jaspisartiger Beschaffenheit abgesondert und umgewandelt wurde.

Auf der Insel Anglesea²⁾ wurde der Thonschiefer durch einen Basaltgang bis auf 30 Fuss verändert; an den Contactstellen erscheint derselbe vielfach erhärtet und roth gefärbt, ohne dass die schieferige Structur ganz verloren geht.

Der durch bunten Sandstein hervorgetretene Basalt des Wildensteines veranlasste eine saulenförmige Absonderung des Ersteren bis zu einer Längenausdehnung von 7 Fuss bei nur 1 Zoll Mächtigkeit resp. Dicke, welche durchgehend verändert erscheinen.

Die hier genannten Metamorphosen, welche im Contacte von Basalt hervorgerufen worden sind, tragen einen schwankenden Charakter; denn einerseits grenzen die hervorgerufenen Umänderungen an die Wirkungen pyrogener Gebilde, andererseits deutet der mitunter bedeutende Umfang der Veränderung auf eine Mithilfe des Wassers, da bei dem äusserst geringen Wärmeleitungsvermögen der festen Gesteinsschichten geschmolzene Massen keine umfangreichen Metamorphosen hervorrufen können.

Allerdings scheinen hier bei den vereinzelt Fällen grössere Einwirkungen, wie bei Neu-Jersey und Rokyhill, wohl zufällige Umstände eine Wassermithilfe herbeigeführt zu haben, da die Beschaffenheit der Basaltmasse auf einen ursprünglich höheren Wassergehalt nicht schliessen lässt, vielmehr die Wahrscheinlichkeit vorliegt, dass das Wasser während der Zeit des Durchbruches eingedrungen ist und dass der Druck der bedeckenden Massen nicht mehr vollständig hinreichen mochte, eine thatsächliche Verschmelzung mit der Eruptivmasse herbeizuführen, immerhin aber durch die Letztere eine höhere Temperatur anzunehmen veranlasst wurde.

Seltener als im Contacte mit Basalt finden sich Metamorphosen bei Berührung mit

¹⁾ G. Bischof, Geolog. B. III. 180.; Naumann, Geognos. B. I. p. 739.

²⁾ Reichel, Basalte der Zittauer Gegend.

Porphyren,¹⁾ Melaphyren, Grünsteinen, Trachyt; jedoch sind auch hier mehre Fälle beobachtet worden, in denen Veränderungen des Nebengesteins stattgefunden haben.

Auf der Fixsterngrube bei Altwasser,²⁾ wo in das Steinkohlengebirge ein Porphyrgang eingedrungen ist, wird die Kohle an den Berührungsstellen anthracitähnlich und stängelig abgesondert, eisenschwarz bis auf eine Entfernung von 20 Zoll von der Porphyrmasse.

Nach Hoffmann³⁾ wurde der bei Campiglia (Toscana) mit Porphyr in Berührung gekommene Dolomit in scharfe Säulen abgesondert.

Ebenso findet sich das Nebengestein im Contact mit Porphyr bei Christiania⁴⁾ vielfach verändert.

Bei Probost in Böhmen wurde am Holai Kluk⁵⁾ die Braunkohle durch einen überlagernden trachytähnlichen Phonolith prismatisch abgesondert, zerbrochen und eisenschwarz gefärbt.

Bei Brasac durchzieht ein Grünsteingang die dortige Kohlenformation, welcher viele Trümmer von Schieferthon und Steinkohle einschliesst, die durch denselben vercoakt und stängelig abgesondert wurde, mit beinahe völliger Einbusse des Bitumens.

Im Steinkohlengebirge bei Ilmenau⁶⁾ am Lindenberge findet man die Sandsteine im Contact mit Melaphyr gefrittet und zu einem bandjaspisähnlichen Gestein verwandelt.

Bei der Kohlengrube Rothell in der Pfalz überlagert der Melaphyr theilweise die dortige Steinkohle, die in Folge der Berührung anthracitähnlich und vielfach zerklüftet wird.

Am Harsberge bei Winterlach wurde der Schieferthon durch Contact mit Melaphyr wie eine Ziegelmasse roth gebrannt.

Nach Zeuschner⁷⁾ sind bei Kathowic (Königshütte) die Sandsteine und Schieferthone des Steinkohlengebirges in Contact mit Diorit zu Porcellanit und andere gefrittete und verglaste Masse verwandelt worden.

In ähnlicher Weise wurde am Lohnberge (Nassau) die Grauwacke in Berührung mit Diabas in lavendelblauen Porcellanjaspis umgewandelt.

Ähnliche Fälle finden sich im Harz⁸⁾ am Schaumberge, der Pufflerschlucht⁹⁾ im Thüringer Walde und verschiedenen anderen Orten.

1) Vgl. Rosenbusch, Mikr. Physiogr. d. mass. Gest. p. 99.

2) Naumann, Geogn. B. II. p. 706, B. I. 743.

3) Geognost. Beobacht. u. Reise d. Italien p. 27.

4) vom Rath, N. J. f. Miner. 1869 p. 431.

5) Naumann, nach Reuss, Geognosie B. I. 742, B. II. 518.

6) Derselbe B. II. p. 518 u. 732, B. I. 743.

7) N. Jahrb. f. Miner. 1834 p. 12, 1838 p. 583.

8) Kayser, Zeitschr. d. d. geol. Gesellschaft 1870 B. XXII. p. 103—172.

9) Naumann, Geogn. B. I. 743, B. II. 706.

Bei einzelnen dieser Metamorphosen ist die Einwirkung der Hitze unverkennbar; aber auch hier zeigen besonders die Contactverhältnisse mit der Kohle, dass diese Massengesteine keine rein pyrogenen Eruptivmassen repräsentiren können, sondern dass ihre Natur wesentlich modificirt erscheint, in derselben Art und Weise wie es bei den Basaltmassen der Fall ist, wenn auch der Wassergehalt mitunter ein sehr schwankender sein mag.

Fälle mehr, oder rein pyrogener Wirkung auf das Nebengestein ergeben sich aus den Contactverhältnissen der älteren und neueren Laven.

Am Puy de Dôme,¹⁾ wo Granitfragmente²⁾ von Lavamassen eingeschlossen wurden, erscheinen dieselben in einzelnen Gemengtheilen geschmolzen, ähnlich den zu Kalköfen verwendeten Granitblöcken, bei welchen durch die grosse Hitze Feldspath und Glimmer vielfach angeschmolzen sind.

Am Roderberge³⁾ bei Bonn wurden die Grauwacken und Thonschieferstücke, welche mit Schlackenmassen in Berührung gelangten, durch Einwirkung der Hitze theils roth gebrannt, theils aber auch ganz unverändert gelassen; eingeknetete Quarze haben zuweilen einen glasigen Ueberzug, an welchen zahlreiche Partien Lava fest angeschmolzen waren.

Dasselbe gilt auch von den mit Schlackenmassen in Berührung gekommenen Grauwackenstücken bei Boos (Eifel), von den in Lavamassen vorkommenden Thonschieferfragmenten, am Leilekopf.

Auf St. Jago⁴⁾ (Insel des Grünen Vorgebirges) ist ein Muschelkalkstein von Lava bedeckt und von dieser an verschiedenen Stellen in crystallinisch körnigen Marmor umgewandelt worden, aus welchem die organischen Ueberreste vollständig verschwinden.

Der sandige Thon, über welchen der südliche Strom des Vulcans von Cravenoir⁵⁾ floss, wurde im Contact mit dieser Lava gelb und röthlich erhärtet, rissig und in parallelepipedische Stücke abgesondert.

Aehnliche Umwandlungen finden sich an verschiedenen anderen Orten; aber sie erstrecken sich nur auf sehr geringe Entfernung von der Contactstelle, obwohl mitunter die Lavamassen ganz bedeutende Mächtigkeit anweisen.

An verschiedenen Stellen ist auch hier, wie bei den früher besprochenen Eruptivmassen, sehr häufig gar keine Einwirkung auf das Nebengestein ersichtlich.

¹⁾ Karstens, Arch. B. VII. 1834 p. 524 u. Naumann, Geognos. B. I. 740.

²⁾ Vgl. Roth, D. Monte Somma, Abhandl. d. Akademie z. Berlin 1877 p. 1—45.

³⁾ G. Bischof, Geologie B. III. p. 166 u. 167.

⁴⁾ Söchting nach Darwin, Einschlüsse v. Crystallen, und Naumann, Geogn. B. I. 750.

⁵⁾ v. Leonhard p. 277 u. Bischof, B. III. p. 179.

So ist z. B. von dem Lavaström, der 1669 aus dem Monte Rosso ausgeflossen und theilweise selbst die Mauern Catania's überströmte, nicht die geringste Spur einer Einwirkung aufgefunden worden, welche Erscheinung sich in vielen anderen Fällen wiederholt hat.

Fasst man im grossen Ganzen das Ergebniss der Einwirkungen zusammen, welche Eruptivmassen auf das Nebengestein unzweifelhaft ausgeübt haben, so wird man bei Berücksichtigung der sonstigen Contactverhältnisse, wohl nothwendigerweise zu dem Schlusse gelangen müssen, dass im allgemeinen Verlaufe dieser Metamorphosen ein Zusammenhang mit der Natur der Eruptivmassen sich nicht in Abrede stellen lässt, und dass in jenen Fällen, wo vereinzelte Abweichungen von der Regel auftreten, diese entweder auf locale und zufällige Ursachen zurückgeführt werden können, welche mit Rücksicht auf die chemisch-mineralogischen Verhältnisse sporadische Ausnahmen erzielt haben.

Aber im allgemeinen ist eine gewisse Consequenz in der Art der Wirkung und dem hauptsächlichlichen Verlaufe des Processes der Umwandlungsthätigkeit bestimmt ausgesprochen, und wie die mineralogische und textuelle Verschiedenheit der älteren Eruptivmassen zu den jüngsten Gebilden der Lava-Eruptionen sich unzweifelhaft ausspricht, sind auch die entsprechenden Abänderungen der mit ihnen in Berührung gelangenden Gesteinsmassen mit dem Eruptivmaterial verschieden.

Die Metamorphosen der Granitmassen und ihre Contactverhältnisse zu den durchbrochenen Nebenschichten heben jeden Zweifel an der Natur dieser Gesteine, sie bestätigen in jeder Hinsicht die frühere Aufstellung, dass das granitische Material, wenn auch mit Abstufungen, einen mitunter hohen Procentsatz an Wasser nicht als zufälligen, sondern als wesentlichen Gemengtheil und zwar schon vor der stattgefundenen Eruption enthielt, und dass die durch dieselben hervorgerufenen Metamorphosen, sowie die Ramnificationen und selbst grössere Adern und Gänge erst durch das ausgeschiedene Wasser bei der Contraction dieser Massen hervorgerufen worden sind, indem die vorhandenen Sprünge und Spalten des Nebengesteines mit dem ausgeführten Material, oder neuen Bildungen während der Solution, besetzt wurden.

Desgleichen stehen die Contactwirkungen der Massengesteine, welche zwischen den granitischen Eruptivmassen und den eigentlich pyrogenen Gebilden der Laven eingeschoben sind und ohne eine bestimmte Scala aufzustellen, als Eruptivmassen mit abnehmendem Wassergehalt bezeichnet werden können, sehr wohl im Einklange mit der Verminderung des Procentsatzes an Wasser, und alle Umstände deuten darauf hin, dass Letzteres, wo in vereinzelt Fällen ein massenhafteres Auftreten desselben gefolgert werden muss, nur zufällig beim Durchbruch

von Wassercanälen aufgenommen wurde, also in diesem Verhältnisse nicht schon ursprünglich in der Eruptivmasse präexistirte.

Endlich sind die jüngeren und jüngsten Eruptivgebilde, die Laven, als Massen zu bezeichnen, bei denen der Wassergehalt in ursprünglicher Form überhaupt fehlt, oder doch in einem so geringen Procentsatze, dass er als verschwindend klein angenommen werden kann.

Diese pyrogenen Eruptivmassen, welche den noch gebliebenen Rest an feuerflüssigem Material aus der Ausgleichsperiode repräsentiren, also das letzte Material enthalten, das das Innere des Planeten für eine Reaction nach der Oberfläche noch aufweisen kann, bewegt sich gegenwärtig augenscheinlich schon dem Endstadium zu, der allgemeinen Erschöpfung.

Bei den Eruptionen dieser Massen tritt Wasser nur als zufälliger Begleiter auf, nur in jenen Fällen, wo beim Durchbruche Wasserbehälter durchbrochen und der Inhalt mitgerissen wird, sei es nun, dass er in Dampf verwandelt, oder bei hinreichendem Drucke, selbst mit der Masse theilweise verschmolzen wird.

Die bis jetzt aufgefundenen Metamorphosen der Laven und ihr Verhältniss zum Nebengestein weisen nur die Einwirkung grosser Hitze auf, mit geringer Entfernung von den Contactgrenzen, stimmen also auch in diesem Falle vollständig mit den Erwartungen überein, welche von der Wirkung thatsächlich geschmolzener Massen auf das Nebengestein vorausgesetzt werden können, oder mit den Modificationen, die eine bloß sporadische Antheilnahme des Wassers im Gefolge haben kann.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1880-1881

Band/Volume: [12_1880-1881](#)

Autor(en)/Author(s): Turner A.

Artikel/Article: [Die Geologie der primitiven Formationen I. Die Frage der Erdentwicklung. 1-33](#)