

# Die Contactgebilde

im

Kalksteingebirge

und der

**gegenwärtige Stand der chemischen Geologie.**

Von

KARL F. PETERS.

Vortrag, gehalten am 2. December 1861.



Es war zu allen Zeiten ein Bedürfniss des forschenden Geistes, das in der Natur Gegebene nicht bloß in seinem Sein zu erfassen, sondern auch seinem Werden nachzuspüren.

Schon vor 15 oder 20 Jahren sprach man gerne von einer „Entwicklungsgeschichte“ der Mineralien, weil man die Umbildungsprocesse an manchen Kristallen erkannt hatte. Man war überhaupt geneigt, Vergleiche zwischen Mineralien als Individuen und als Art und zwischen den organischen Wesen anzustellen. Sogar die Ausdrücke Histologie (Gewebelehre) und Physiologie des Mineralreiches wurden gebraucht, ja, ein sehr achtbarer aber allzu phantasiereicher Naturforscher unserer Stadt wusste viel von „kranken“ Gesteinen zu erzählen und war nahe daran, ein pathologisches System der Gesteinskunde zu entwickeln. Es ergab sich dies Alles aus der ersten, kindlichen Freude über die Fortschritte des Wissens von der Natur, aus dem Behagen, womit sich jedes Zeitalter auf einen sehr hohen Rang in der Stufenreihe des Möglichen erhoben glaubt, und war eine nothwendige

Folge des naturphilosophischen Denkens, welches das erste Drittheil unseres Jahrhunderts charakterisirt, in Deutschland wohl auch fernerhin jeden Fortschritt der Naturwissenschaften begleiten wird — mindestens durch träumerische Excurse wohlmeinender Dilettanten.

Versteht man unter Entwicklungsgeschichte der Mineralien — mit strenger Ausschliessung jedes Hinweises auf das organische Leben — die Erforschung der physikalischen und chemischen Bedingungen, unter denen sich Stoffe zu individualisirten Mineralkörpern gestalten, so ist sie allerdings im Geiste der modernen Naturforschung gelegen und insofern, als man die Resultate dieser entwickelungs-geschichtlichen Untersuchungen mit anderen Thatsachen und mit weittragenden Inductionen der Geologie zu verknüpfen vermag, eines ihrer höchsten Ziele.

Es versteht sich von selber, dass die Geologie erst in der neuesten Zeit, nachdem ihr ein hinreichend grosses Material von Mineral- und Gesteinsanalysen zu Gebote stand und Erscheinungen an weit entlegenen Orten ihrer Gleichartigkeit nach erkannt waren, die ersten sicheren Schritte auf diesem räthselvollen Gebiete wagen durfte. Die archeologische Forschung reichte ihr die Hand dabei, indem sie das Alter von Bauwerken bestimmte, in denen sich unter Einfluss von warmen Quellen interessante Neugebilde von Mineralien entwickelt haben, — Neugebilde, deren 1000jährige Bildungszeit, so kurz sie auch ist, den geologischen Zeiträumen doch viel näher steht als die

Minute, der Tag oder die Woche, in welchen das Experiment vor unsern Augen abläuft. Sie wurde unterstützt durch Experimente, die mit grossen Mitteln eingeleitet, durch die Dauerhaftigkeit der Gefässe und die Zweckmässigkeit des Verfahrens im Kleinen qualitativ dasselbe zu erzielen vermochten, was die Natur im Schoosse der Berge im Verlaufe von Aeonen im grossen Maasstabe geschaffen hat, oder was sie durch vehemente Prozesse bei sehr hohen Temperaturen und unter ausserordentlich hoher Spannung des Wasserdampfes in tief eingesenkten Communicationsröhren, in den Vulkanen — noch heutzutage erzeugt.

---

Erlauben Sie mir, meine Herren, dass ich aus der Reihe der Mineralgruppen, in deren Kenntniss wir bis zu einiger Einsicht in ihre Entstehungsbedingungen fortgeschritten sind, eine Einzige herausgreife. Eben deshalb, weil sie in verschiedenen geologischen Perioden, unter sehr verschiedenen Umständen beinahe unverändert wiederkehrt, und selbst dem Experimente nicht ganz unzugänglich blieb, ist sie für die Wissenschaft von hohem Werth und verdient selbst der Beachtung des nicht mit geologischer Forschung vertrauten Naturfreundes empfohlen zu werden.

Es ist dies jene Gruppe von Verbindungen der Kieselsäure mit Kalk, mit ein wenig Magnesia und

Eisenoxydul, also von Kalksilicaten, welche an der Berührung von eruptiven, namentlich granitartigen Gesteinen mit geschichteten Kalksteingebirgen höheren und minder hohen Alters so häufig und massenhaft vorkommen, — welche die merkwürdigen Kalksteinblöcke der alten Vesuvlaven in der Somma durchweben und welche auch hie und da auf besonderen Mineral- namentlich auf Erz-Lagerstätten erscheinen.

Wegen der zuerst erwähnten Art ihres Vorkommens nennt man sie im geologischen Sinne die Gruppe der *Contactsilicate*.

In den chemischen Mineralsystemen stehen sie eben ihrer stofflichen Verwandtschaft wegen unfern von einander, auch das sogenannte „naturhistorische“, richtiger gesagt, ästhetische Mineralsystem von Mohs hat ihre wirkliche Verwandtschaft nie ganz verleugnet und sie je nach Aehnlichkeit in der Härte, Dichte u. s. w. als *Species* einer Sippe, als Glieder einer oder zweier nahe benachbarter Ordnungen aufgefasst.

Es gehören hierher mehrere allgemein bekannte und in den Sammlungen gerne betrachtete Mineralien: der grüne oder grünlichbraune Kalkgranat, der Idokras oder Vesuvian, die kalkreichen Glieder der Pyroxen oder Augit- und der Amphibol-Gruppe, der Gehlenit und mehrere Andere.

Ausser der qualitativen Gleichartigkeit ihrer Elementarbestandtheile haben sie auch das gemeinsam, dass sie mit kohlensaurem Kalk, dem allgemein

bekanntem Kalkspath, auf's innigste verwachsen, eigentlich in ihm eingewachsen sind. Schon dadurch unterscheiden sich in den Sammlungen die uns hier interessirenden Gebilde leicht von ähnlichen Mineral-Gesellschaften anderer Position.

Der Kalkspath ist entweder weiss oder bläulich gefärbt und stellenweise ziemlich grobkörnig ausgebildet. Manchmal sitzt in der Kalkspathmasse nur eine der genannten Mineralspecies in zahllosen Krystallen, manchmal deren zwei oder drei. Solche bilden in Gebirgs-Formationen von nahezu gleichem Bau und gleichem Alter, auch wenn dieselben geographisch weit von einander entrückt sind, völlig identische Mineralgemenge, welche man als spezifische Felsarten erklären dürfte, wenn sie in continuo auf grössere Strecken hin unverändert anhielten.

Zwischen dem Kalkspath und den Silicaten besteht noch eine interessante Beziehung. Die Krystalle der Letzteren sind nämlich keineswegs homogen wie viele Krystalle von Quarz, von Steinsalz und anderen Mineralien, sondern jeder einzelne umschliesst kleine Körnchen von Kalkspath, ja wohl auch von den anderen Gemengtheilen des Gesteins. So enthalten z. B. die schönen, bis ein Zoll grossen Granatkrystalle von Csiklova im Banat, so regelmässig sie auch ausgebildet und so frisch ihre grünen Farbentöne sind, doch stets im Innern zahllose Kalkkörnchen, auch feine Täfelchen des augitartig constituirten Tafelspathes (Wollastonit), welcher in grossen freien

Krystallen neben ihnen im bläulichen Kalkspathgestein eingewachsen ist. Das Gemenge des Gesteins findet sich im Innern der Krystalle wieder. — Ich erwähne diese Erscheinung hier, weil man in genetischer Beziehung ein hohes Gewicht darauf gelegt hat.

Dergleichen Gemenge von Kalkspath und Kalksilicaten sind, sagte ich, sehr häufig und wohl in einer Breite von 2 bis 6 Klaftern an der Berührung (am Contact) zwischen den Schichten der Kalksteingebirge und den sie durchsetzenden granitartigen Eruptivmassen entwickelt. Doch giebt es auch in der Umrandung der letzteren viele Stellen, ja es giebt ganze Contactzonen, in welchen nur körniger Kalkspath ohne Granat, ohne Vesuvian u. dgl. zu entdecken ist und wieder andere, wo anstatt derselben Magneteisen oder wasserhaltiges Eisenoxyd die Berührung beider Gebirgsmassen vermittelt. Der körnige Kalkspath, oder richtiger gesagt: körnige Kalkstein, geht in der Regel — ob er nun Silicate, Magneteisen oder keines von beiden enthalte — ganz allmählig in den dichten Kalkstein des Gebirges über, bildet also nur eine krystallinisch gewordene Zone desselben in der Umgebung der Eruptivmassen. Diese Zonen sind in ihrer Dicke (Mächtigkeit) sehr veränderlich. In manchen Gegenden zeigt sich das ganze Kalksteingebirge, Massen von 3—400 Fuss Höhe, krystallinisch, anderwärts sind die Zonen nur wenige Zoll stark, ja stellenweise stösst der dichte



Kalkstein ganz unverändert an den Granit oder Syenit.

Dergleichen Vorkommnisse, die man an vielen Punkten Europa's zu beobachten Gelegenheit hat — sehr ausgezeichnet z. B. bei Rothan in den Vogesen, am Monzonistock in Südtyrol, bei Oravitza im Banat und bei Rézbánya in Ungarn, auch in Gumeschevskoi Rudnik im Bezirk Turjinsk u. s. w. — diese Vorkommnisse zogen die Aufmerksamkeit der Geologen schon im vorigen Jahrhundert auf sich.

Den Kalkspath, der in der Gluth des Ofens so bald seine Kohlensäure verliert und sich zu Aetzkalk brennt, von Mineralien ganz durchwachsen und durchdrungen zu sehen, denen man als kieselsauren Verbindungen eine Entstehung auf feurigflüssigem Wege zuschreiben zu müssen glaubte, das war für die Geologen jener Zeit eine höchst auffallende und räthselhafte Erscheinung. Die unbestreitbare Thatsache, dass Gesteine wie die vorhin beschriebenen mit dem normalen Gebirgsschichten zusammenhängen und offenbar nur locale Umbildungen derselben sind, hervorgebracht durch das Empordringen von Felsmassen, die sich nach Art der Laven im geschmolzenen Zustande befunden haben mussten, wies nöthigend darauf hin, dass solche Umbildungen der Gluthhitze der letzteren zuzuschreiben seien. Schon Hutton, der Gründer und Stimmführer jener geologischen Schule in England, welche man im Gegensatz zu den Anhängern Werner's, den Neptunisten, die plutonistische

nannte, sprach sich 1795 entschieden für diese Art der Bildung aus. Da gelang es seinem Freunde, dem Chemiker James Hall, unter anderen zur Stütze der plutonistischen Ansicht unternommenen Versuchen, Kreide, pulverisirten Kalkspath und Muschelschalen unter einem Drucke von vielen Atmosphären einigermaßen zur Schmelzung zu bringen, so dass eine krümelig krystallinische Masse daraus hervorging, welche — zum Theile wenigstens — kohlensaurer Kalk war, d. h. die Kohlensäure der angewendeten Materialien nicht völlig verloren hatte. Durch dieses Experiment, vielleicht das bedeutsamste in der ganzen älteren Geschichte der Geologie, war nun die Hauptschwierigkeit hinweggeräumt. Kalkige Stoffe können durch Schmelzung in körnigen Kalkstein (Marmor) umgewandelt werden, — das war erwiesen. Es können also auch ganze Kalksteingebirgsmassen durch die enorme Gluth der in sie eingedrungenen Granite, Syenite u. dgl. nicht nur in Marmor umgewandelt werden, sondern die angrenzenden Partien, welche die meiste Hitze auszuhalten hatten, wurden sogar mit eingeschmolzen; die Gemenge von Granat, Vesuvian, Tafelspath u. dgl. mit Kalkspath und alle im Marmor eingewebten Mineralien sind das Ergebniss dieser Zusammenschmelzung. Die Hutton'sche Theorie hatte also einen glänzenden Sieg erfochten.

Die Neptunisten, Werner und seine Freiburger Schüler, protestirten freilich dagegen, sowie gegen den Plutonismus überhaupt, aber sie gingen in ihrer

Beweisführung so unkritisch zu Werke und hatten ein geographisch so beschränktes Gebiet vor Augen, das kleine Sachsen mit seinen Nebenländchen, dass sie mit ihren Protesten nicht durchdringen konnten und alle Welt sich nach und nach der plutonistischen Anschauungsweise zuneigte.

Nicht um die Contactgebilde im Kalkstein für sich allein entbrannte dieser Streit, der obgleich unblutig geführt, an Erbitterung doch politischen und religiösen Parteikämpfen wenig nachgab. — Amphibole und Augite, nur durch den basischen Bestandtheil ihrer chemischen Zusammensetzung von jenen Gemengtheilen des Marmors unterschieden, sind normale Bestandtheile vieler Gebirgsmassen von unzweifelhaft feuerflüssiger Entstehung der Basalte, der Trachyte, ja selbst der Laven, die in historischer Zeit an die Oberfläche traten. Der Eisenthongranat ist ein fast beständiger Gemengtheil des Glimmerschiefers, welchen man als ein Glied der ersten Erstarrungskruste des Erdballes aufzufassen geneigt war. Auch giebt es in den meisten Gneuss- und Glimmerschiefer-Complexen, dem damals sogenannten Urgebirge, ganze Lager von körnigem Kalkstein mit vielen Silicateinschlüssen, Lager, welchen man dieselbe Entstehungsart zuerkennen musste, wie den sie umgebenden Felsarten.

Die Frage um die Genesis jener kleinen Mineralgesellschaft, die, wenn auch verbreitet, doch nur in verhältnissmässig geringen Dimensionen auftritt, hing also mit geologischen Fragen von der grössten Trag-

weite zusammen, mit Fragen, welche damals und bis in die neueste Zeit die Geologen aller Länder beschäftigten.

Man hatte längst erkannt, dass Werner auch insofern im Irrthume war, als er annahm, der Granit sei das älteste Gestein der Erdrinde, „der erste Niederschlag aus der chaotischen Flüssigkeit.“ Nicht deshalb erscheint der Granit häufig als Kernmasse und als Axe krystallinischer Gebirge, weil er vor seiner Umhüllung abgelagert wurde. Im Gegentheil, er muss eben deshalb jünger sein, weil er, als ein Keil unter sie und in sie eingeschoben, alle auf ihm ruhenden oder an ihm abstossenden Schichten von Gneiss, Glimmerschiefer und Thonschiefer emporgehoben und bei Seite gedrängt oder sonst wie in ihrer Lagerung gestört hat.

Die Beweise dafür wurden im Harz, im Thüringer Walde und vielen anderen Gebirgen, ja in der Nähe von Freiberg selber bald aufgefunden; ebenso wurden die sächsischen Porphyre und die porphyrartigen Gesteine des Harzes, welche Werner sämmtlich als primäre Gebilde ansah, als bei weitem jüngere, bis in die Steinkohlenformation eindringende Eruptivgesteine erkannt. —

So wichtig und folgerich Werner's Wirksamkeit für die Gebirgskunde (Geognosie) und ihre Bedeutung für den Bergbau auch war — mit Recht nennt man ihn in dieser Beziehung den Vater der deutschen Geognosie, — seine geologischen Grundsätze waren

bald umgestossen. Die später hochberühmten Zöglinge der Freiburger Schule, Leop. v. Buch und Humboldt, stellten sich bald auf den Boden der plutonistischen Theorie und wurden deren eifrigste Verfechter und Pfleger.

Interessant ist es zu vernehmen, dass auch unser Göthe, der bekanntlich ein eifriger Geognost und Anhänger Werner's war, an den grossen Streitfragen Theil nahm, freilich in seiner Weise, durch ein beissendes Epigramm:

„So wie man Könige frech verletzt,  
Wird der Granit auch abgesetzt,  
Gneiss, der Sohn, wird zum Papa,  
Der auch bleibt nicht lange da.“

Schon vor Werner's Blüthezeit hatte Desmarest die interessanten vulkanischen Kegel der Auvergne untersucht; nun concentrirte sich die Forschung zu- meist im Studium der süditalienischen Vulcangruppe und Leop. v. Buch holte von den canarischen Inseln die Belege zu einer consequent durchgearbeiteten, leider irrigen Theorie der vulkanischen Kegelbildung.

Aber auch in der Erforschung unserer ruhig lagernden Gebirge war man nicht säumig. Das Studium der Schichten, zu dem die Interessen des Bergbaues so dringlich aufforderten, gedieh von Jahr zu Jahr und man kam zur Ueberzeugung, dass in allen geologischen Perioden Eruptivmassen aus dem Innern der Erde emporgedrungen

seien und die bereits abgelagerten Schichten durchsetzt haben.

Auf dieser einen grossen Thatsache und auf der wichtigen Entdeckung des Gesetzes von der beständigen Zunahme der Erdwärme gegen das Innere zu beruht die ganze neuere Geologie, die sich vom zweiten Decennium unseres Jahrhunderts an, unbeirrt von unfruchtbaren Streitigkeiten mit der Erforschung der einzelnen Länder und Gebirge beschäftigen konnte, und aus den fernsten Erdtheilen wichtige Bereicherungen erhielt.

Die unumstössliche Ueberzeugung davon zieht sich als rother Faden durch alle Detailstudien und fand in Humboldt's schönen Sätzen: „Das Innere der Erde reagirt beständig gegen die Oberfläche“, und — „die Vulkane sind die Sicherheitsventile der Erde“, ihren treffendsten Ausdruck.

Je mehr nun die Kenntniss von den einzelnen Schichten-Abtheilungen — Formationen — durch genaue Erforschung der in ihnen begrabenen Organismen an Schärfe und Sicherheit gewann, um so genauer konnte man auch das Alter der verschiedenen Eruptivgesteine bestimmen und gelangte allmählig zu der Ueberzeugung, dass Gesteine von gleicher oder sehr ähnlicher Zusammensetzung aus Feldspatharten, aus Glimmer, Hornblende und Augit mit überschüssiger Kieselsäure (Quarz), oder ohne dieselbe in sehr verschiedenen Altersperioden ausbrachen und dass hinwieder Gesteine von wesentlich

verschiedener mineralischer Natur einer und derselben Periode angehören.

Man erkannte, dass manche Gebirge mit einer krystallinischen Centralkette und in derselben mit umfänglichen granitischen Kernen, wie z. B. die Alpen, in einer viel späteren Zeit aufgerichtet wurden als andere Gebirgssysteme, die unter einer mächtigen Decke von aufgerichteten Schichten ganz ähnliche Glimmerschiefer- und Gneiss-Varietäten mit ebenso kolossalen Granit- und Porphyrkernen bergen, wie z. B. der Thüringer Wald, und dass es endlich Gebirgsländer gebe, welche, zumeist aus Granit und Gneiss zusammengesetzt, seit den urältesten Zeiten unbedeckt dastehen, und als Gebirge Zeugen waren vielmaligen Wechsels von Meer und Land in ihrer Umgebung. Von letzteren giebt das südliche Böhmen (das Böhmerwald-System) ein vorzügliches Beispiel.

Die krystallinischen Schiefergesteine in den Gebirgen der letzten Art gehören wirklich dem „Urgebirge“ der alten Geologen an. Es ruhen unmittelbar auf ihnen Schichten, in denen man die ersten Spuren des organischen Lebens findet, jene uralten Gesellschaften von Seethieren, welche sowohl in der östlichen als auch in der westlichen Hemisphäre als die Vorläufer einer reichen Meeresfauna der sogenannten Silurformation auftreten. — Anders ist dieß in den Gebirgen der ersten Art. Hier hat man in den Glimmerschiefer-, Gneiss- und Kalkschiefer-Complexen, welche sich mehr als fünf Tausend Fuss mächtig

über jene Granitkerne hinwölben oder steil von ihnen abfallen, die Stellvertreter von Formationen verschiedenen Alters erkannt, welche in der Entfernung von etlichen Meilen noch deutliche Spuren ihrer Thier- und Pflanzenreste bewahrt haben. Mit anderen Worten: Solche krystallinische Gesteine sind aus der Umwandlung der Schieferthone, der Kalk- und Sandsteine petrefactenführender Ablagerungen hervorgegangen, — sie haben, wie die Geologen sich ausdrücken, eine durchgreifende Metamorphose erlitten.

Welchen Potenzen ist diese Metamorphose zuzuschreiben? Welches geologische Agens war mächtig genug, um ganze Formationen in krystallinische Mineralgemenge umzuwandeln?

Die plutonistische Schule antwortet auf diese Frage ohne sich lange zu bedenken: Der Granit. Die feuerflüssigen Massen, welche die Schichten emporgehoben, und langsam erstarrend ihre Wärme an sie abgeben mussten, haben diese Umwandlung bewirkt. Sie haben die nächstliegenden Schichten völlig erweicht und zu einem granitähnlichen aber schiefrigen Gebilde, zu Gneiss, gemacht, die ferner liegenden zu Glimmerschiefer, die einzelnen Kalksteinlager zu zuckerkörnigem Marmor mit Amphibol, Pistazit und anderen Mineralien. Haben wir nicht in den Contactgebilden von Rothau, vom Monzoni, in den Kalksteinblöcken, welche der Vesuv auswarf, die deutlichsten Beweise, dass solche Umwandlungen wirklich und allenthalben vor sich gegangen sind? Wurden



sie nicht durch das Experiment von Hall und die späteren von Buchholz und Mitscherlich erwiesen?

So argumentirte der eifrige Plutonist und so steht es noch in verdienstvollen Handbüchern und einzelnen schönen Abhandlungen aus den letzten Jahren zu lesen. Und doch hat die Zahl der Sachkundigen, welche dieser Argumentation unumwunden beipflichteten, bedeutend abgenommen. Die Fortschritte der Mineralchemie, die chemische Geologie überhaupt, die geologischen Detailuntersuchungen, welche ohne vorgefasste Meinung angestellt wurden, die Mineralien, welche die Thermen von Plombières im römischen Mauerwerk erzeugt haben, die glänzenden Resultate von Daubrée's Versuchen, — am Ende auch der gesunde Menschenverstand, der an fabelhafte Einwirkungen der Hitze auf hundert und tausend Fuss von Gesteinen, die schlechte Wärmeleiter sind, nicht glauben kann, und der Nachweis, dass mehrere Eruptivmassen, die mit eminenten Contactwirkungen aufgetreten sind, bei ihrer Krystallisation viel Wasserdampf enthalten mussten, — alle diese Einzelmomente haben die Ausschreitungen des Plutonismus im Capitel der Contactmetamorphose ad absurdum geführt. Die Mineralogie und Gesteinslehre befinden sich heutzutage in einem modernen Neptunismus, der aber nicht wie die alte Werner'sche Theorie mit unzureichenden Beobachtungen und mit Phantasiegebilden, sondern mit Wage und Messinstrumenten arbeitet und keinen Ausspruch thut, der sich

nicht haarscharf beweisen lässt. Der Ausdruck *Hydroplutonismus* bezeichnet sehr treffend dieses moderne Stadium der chemischen Geologie.

---

Bevor ich mich auf einige der berührten Momente näher einlasse, um Ihnen über den gegenwärtigen Stand der Wissenschaft einige Andeutungen zu geben, erlauben Sie mir, dass ich unser specielles Kapitel: die Contactgebilde im Kalksteingebirge, durch einige geognostische Beschreibungen erläutere.

Wer von Ihnen, meine Herren, mit einigem Interesse für mineralogische Studien Südtirol bereiste, hat gewiss die Umgebung von Predazzo und Moena im Fleimser Thal (Val di Fassa) südöstlich von Botzen nicht unberührt gelassen. Diese Gegend ist ein classischer Boden für das Studium der Eruptivgesteine und ihrer mineralogischen Wechselbeziehungen zu den Schichten der Triasformation, ein wahres Mineraliennest, in welchem die chemischen Processe von frühen geologischen Perioden an thätig waren. Sie hat für die chemische Geologie und für die Mineralogie ungefähr dieselbe Bedeutung, wie das unweit nördlich davon gelegene St. Cassian und die Umgebung von Hallstatt in Oberösterreich für das Schichtenstudium, für die stratigraphische Geologie der Alpen.

Die für uns bedeutendsten Punkte sind die Marmorbrüche i Canzacoli, westlich nächst Predazzo und

der imposante Gebirgsstock Monzoni zwischen dem oberen Fassathal und dem Val die San Pelegrino, welches letztere ihn von den meilenweit im Süden ausgedehnten Quarzporphyrmassen des Bocchegebirges trennt. Obwohl sich das geologisch-historische und das chemisch-mineralogische Interesse mehr auf den ersteren Punkt concentrirt, bestimmen mich doch die mehr prägnanten Formverhältnisse nur beim Monzoni einen Augenblick zu verweilen und Ihnen die schönen Durchschnitte vorzuweisen, welche mein ausgezeichnete Freund Baron Richthofen davon entworfen hat. (Vgl. Fig. 1 u. 2.)

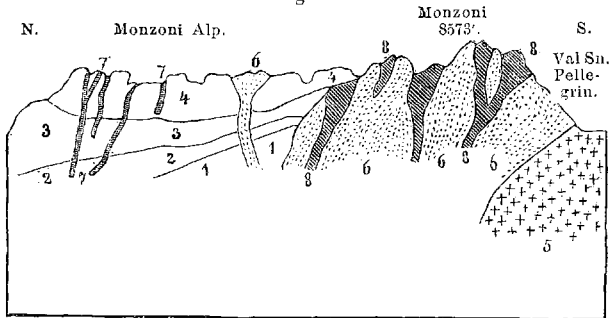
„Mitten aus den mächtigen Kalkalpen, welche sich dem Porphyrgyzug des Monte Bocche anlegen, erhebt sich der Eruptivstock des Monzoni-Gebirges“, im Osten und Westen zwischen die Kalkmassen des Ziegelau und des Monte Rocca eingekeilt, von ersterem aber durch einen tiefen Graben, das Val di Monzoni, soweit losgetrennt und überhaupt so vielfach durchfurcht, dass sowohl sein Bau als auch seine Contactzonen hinreichend deutlich aufgeschlossen sind.

Sein zerrissenes und keineswegs allenthalben gangbares Plateau zeigt noch stellenweise die Spuren der Kalksteindecke, welche das Eruptivgestein gesprengt und emporgehoben hat, ja gerade der Gipfel (8573 Fuss üb. d. M.) trägt einen Aufsatz von Kalkstein.

Die Hauptmasse des Monzoni besteht aus einem granitartigen Gestein, einem hornblende- und glimmerreichen Syenit, in demselben aber steckt noch eine

andere mehr grobkörnige Felsart, welche ihn noch vor seiner völligen Erstarrung, das heisst bevor die

Fig. 1.

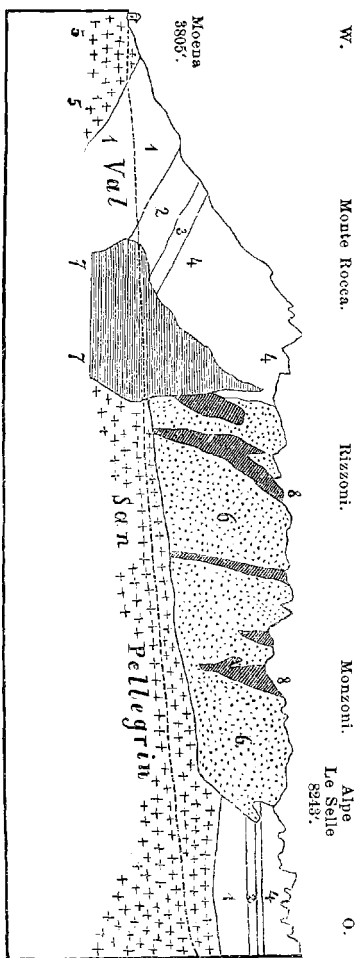


1	Sand- u. Kalkstein	}	Untere Trias.	5	Felsitporphyr.
2	Schiefer			6	Monzoni-Syenit.
3	Kalkstein	}	Obere Trias.	7	Melaphyr.
4	Dolomit			8	Hypersthenfels.

Krystallisation seiner Gemengtheile vollendet war, gangförmig durchsetzt hat. Es ist dies jenes Augitgestein, welches die Petrographen Hypersthenfels nennen, und ist, wie Richthofen nachgewiesen hat, nichts anderes als Augitporphyrmasse, in der Mischung ganz identisch mit dem am Fusse des Monzoni (im Val di S. Pellegrino) hervortretenden und in Südtirol so weit verbreiteten Augitporphyr, nur innerhalb des Syenits in anderer Weise ausgebildet.

Auf eine Gliederung der Schichten rings um den Monzoni wollen wir uns hier nicht einlassen, sie ge-

hören, wie schon bemerkt wurde, sämtlich der Triasformation an. Eine derselben ist durch *Retzia trigonella* und andere Petrefacte als „Muschelkalk“ charakterisirt. Der andere, höhere, ist derselbe überaus mächtige Dolomit, welcher die himmelhohen Wände des Schlern und des Langkofels bildet und, weil er unter unseren sogenannten „Raibler Schichten“ liegt, noch zur Trias gerechnet werden muss. In den Canzacoli kann man selbst in den metamorphischen Gebilden noch den Gesteinsunterschied



beider Schichten in ihrer normalen Ausbildung unterscheiden, am Monzoni nicht mehr; auch ist es ziemlich gleichgültig, welcher Art Kalkstein oder Dolomit in den Umwandlungsprocess gezogen wurde. Hier ist es von weit höherem Interesse zu unterscheiden, welche Mineralgesellschaften sich in der Berührung des Kalksteins mit Syenit und welche sich unmittelbar am Hypersthenfels gebildet haben. In der That fand Richthofen da sehr wohl bemerkliche Unterschiede. Die Berührung des Kalksteins mit Hypersthenfels hat pyroxen- und glimmerreiche Gemenge, sehr ähnlich den Vesuvblöcken, zur Folge gehabt, während am Syenitcontact die allgemeiner verbreiteten und namentlich den Granitgebieten eigenen Granat- und Vesuviangesteine mit weissem oder bläulichem Kalkspath entstanden.

Es würde mich zu weit führen, wollte ich auf die mineralogischen Subtilitäten eingehen, welche beiderlei Contactmassen darbieten, oder gar auf deren spätere Umbildung zu wasserhaltigen Mineralien; ich begnüge mich damit, zu erklären, dass sämmtliche über und um den Hypersthenfels verlaufene Prozesse eine höhere Intensität gehabt haben müssen (was auch mit der Natur des Eruptivgesteins selber vollkommen übereinstimmt), als jene, die in den Contactzonen des Syenits in viel grösserer Ausdehnung und selbstverständlich auch in längerer Dauer vor sich gingen. Der instructivste Fundort von Gemengen der ersten Art ist der Toal de Rizzoni am Südabhang,

— vom normalen Syenitcontactgemenge die auf unserem Durchschnitt verzeichnete Alpe „Alle Selle“ an der Nordostseite.

Leider ist Baron Richthofen vor seiner Abreise nach den ostasiatischen Insel-Ländern nicht mehr dazu gekommen, die Mineralvorkommnisse der hier betrachteten Punkte im Detail zu bearbeiten. Die weitere Ausführung der Ansichten des geist- und kenntnisreichen Ultraplutonisten über diesen wichtigen Gegenstand fehlt also. Aber jedenfalls ist es höchst wünschenswerth, dass ein Geologe, welcher sich nicht in die plutonistische Anschauungsweise ganz eingelebt hat, denselben wieder aufnehme und neue fleissige Studien an Ort und Stelle mache.

Versetzen wir uns aus dem milden Klima von Südtirol weit weg nach Osten, über das ungarische Tiefland hin unmittelbar an die Grenze von Siebenbürgen, in den Schoos eines rauhen Gebirges, welches minder reich ist an Gesteinsarten und Mineralien wie die Alpen im Fassungsbereich und völlig verschieden von ihnen im Bau und Alter der Formationen, aber doch hinsichtlich der Contactgebilde mit dem Monzonistock auf das innigste verwandt.

Es ist dies jener Theil des ungarischen Grenzgebirges, welcher 10—12 Meilen südsüdöstlich von Grosswardein beinahe genau von Süden nach Norden verläuft und steil gegen das Hügelland im Gebiete der schwarzen Körös, minder steil aber vielfach verästelt und durchfurcht in die Flussgebiete des Számos

und des Aranyos abfällt. Die Ungarn nennen das Gebirge den Bihar, die Rumänen Biharia oder schlechtweg die Muntje, das Hochgebirge. Seine Kammhöhe schwankt zwischen 4000 und 4600', sein Hauptgipfel, die Cucurbéta (Kürbisskuppe), steht 5840' üb. d. Meere. Der uns hier interessirende Abschnitt des Gebirges ist die Umgebung des alten, durch einstigen Kupfer- und Silbererz-Reichthum berühmten Bergstädtchens Rézbánya.

Um die einzelnen Schichten dieser interessanten Gebirgsmasse in wenigen Worten namhaft zu machen, erwähne ich, dass der grösste Theil derselben aus Thon- und Glimmerschiefer besteht, welchen ich für einen umgewandelten Flügel der Steinkohlenformation zu halten Grund habe, und jenen Schichten derselben gleichstellen muss, die südlich von dem Máros, insbesondere in der Umgebung von Reschitza im Banat, wegen ihrer Kohlenflötze seit langer Zeit Gegenstand eifriger Untersuchungen sind. Im Bihar aber enthalten sie ebensowenig fossilen Brennstoff wie in den Hochalpen zwischen Steiermark und Kärnten. — Auf ihnen ruht eine mächtige Bank von rothem Sandstein und Schiefer, wahrscheinlich der permischen Formation angehörig und die ursprüngliche Lagerstätte der Kupfererzmassen, welche aus ihr entfernt und in viel jüngere Formationen transportirt worden sind. — Darüber folgt jenes interessante Sandstein- und Kalkgebilde, welches den ältesten Abtheilungen des Lias entspricht und im Banat die

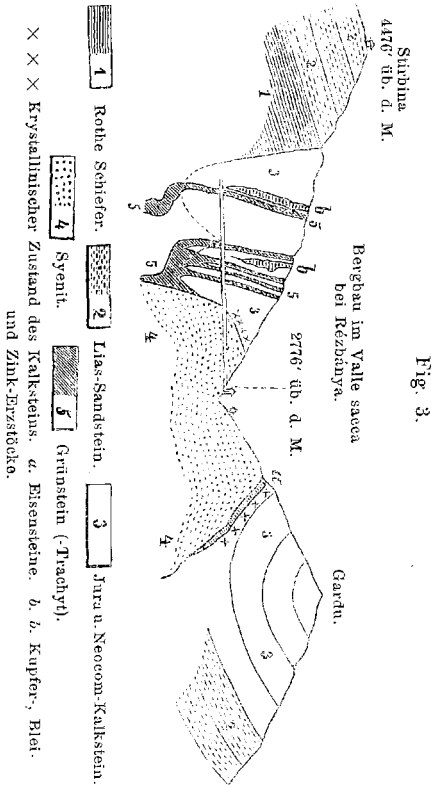


hauptsächlich kohlenreiche Schichte ist. Auch dieses ist hier ohne die Ueberreste der Vegetation seiner Periode zur Ablagerung gekommen. Endlich erscheint ein mächtiger Complex von Kalksteinen, selten in regelmässiger Lagerung auf den älteren Schichten, zumeist stark gestört und zwischen sie und eruptive Massen eingeklemt. Einige Versteinerungen weisen ihn zum Theil dem Jura, zum Theil der unteren Kreide (dem Neocom) zu.

Was nun die Eruptivgesteine anbelangt, so gehören sie, weit entfernt im Alter von den Gruppen des Fassagebietes, in die grosse Abtheilung der Trachyte, also in die jüngste Gruppe von Eruptivgebilden. Sie durchschwärmen vielfach das Gebirge und eines derselben, ein porphyrtartig ausgebildeter, an Oligoklas und Hornblende reicher Trachyt, bildet einen grossen Gebirgsstock, welcher die Stelle jener Thon und Glimmerschiefer einnimmt, d. h. die Wasserscheide zwischen Ungarn und Siebenbürgen bildet. Andere sind grünsteinartig wie die erzführenden Felsarten um Schemnitz und Nagybánya, — ein drittes endlich ist granitartig ausgebildet und ist ein wahrer Syenit, dem des Monzonistockes nicht ganz unähnlich.

Dieser tritt stets mit den jüngsten Kalksteinen, in welche die Hauptmasse von Erzen eingebettet ist, in Berührung und hat sehr interessante Contactbildungen in ihnen hervorgebracht. Eben deshalb nehmen wir die Gegend von Rézbánya hier in Anspruch.

Ich bitte Sie, meine Herren, mir auf einer kleinen Wanderung zu folgen, welche wir zu dem einzigen noch im Betrieb stehenden Bergbau bei Rézbánya im Valle sacca, richtiger Valle séca, das trockene Thal — antreten wollen (vergl. Fig. 3).



Der Weg führt uns durch enge Seitenthäler bergan auf einen sehr hohen Rücken, welcher den inneren Bezirk der Bergstadt, das Gebiet des Körösbaches, vom Gebiete der Galbina scheidet. Wir gelangen endlich auf eine rundliche Kammkuppe, die Stirbina (4476'), auf der für die Saumrosse eine Raststation errichtet ist und es eröffnet sich uns die Aussicht auf den vielfach durchrissenen Kalkstock, der sich zwischen den Thälern des Számos und dem ungarischen Hügelland etwa 2 Meilen breit und eben so lang ausstreckt. Zu unseren Füßen liegt die tiefe Schlucht des Valla sacca; jenseits derselben erhebt sich der steile aber ganz bewaldete Kalkstein-Gipfel des Gardu, weiter nördlich die nackte Wand der Pietra Galbina und hinter ihnen tauchen noch viele schroffe, die zahlreichen Kesselmulden dieses Gebirges umsäumende Höhen auf, zuletzt der Kamm der Batrina, welcher östlich nicht minder steil gegen den Számos abstürzt.

Die Stirbinakuppe besteht noch aus Lias-Sandstein, unter dem wir in der Tiefe die rothen Schiefer verborgen wissen. Kaum sind wir aber 3—400' hinabgestiegen, so betreten wir schon den jüngeren Kalkstein, welcher in völlig abnormer Lagerung äusserst steil gegen das Thal zu einschiesst. Auf Schlangenfäden, welche die uns begegnenden erzbeladenen Rosse mühsam hinankeuchen, geht's nun hinab in's Thal, beständig auf diesem Kalkstein, dessen Felsmassen hie und da aus dem Waldboden und in der

Nähe alter Schächte hervorgucken. Schon haben wir die Sohle des Valle sacca beinahe erreicht, da starrt uns mit einem Male eine weiss glitzernde Felsmasse entgegen. Es ist körniger Kalkstein, der bergwärts in den dichten Kalk übergeht. Aber kaum haben wir uns von diesem Verhältnisse überzeugt, so bringt uns die nächste Krümmung des Weges schon an mächtige Felsplatten aus Syenit, welchen das Thal im Bereiche der Bergcolonie durchscheidet und welcher als ein plumper buchtiger Stock unter und in den Kalkstein eingedrungen ist. Am jenseitigen Gehänge steht er noch höher an, sinkt aber alsbald unter mächtige Bänke von grobkörnigem Kalkstein hinab, welche zu den höheren Schichten des Gardu in denselben Beziehungen stehen, die wir soeben nahe dem Ziele unserer Wanderung beobachtet haben. Die Contactzone des Valle sacca wäre also vorerst passirt und wir dürfen in der qualmigen Knappenstube ein Weilchen vom angestrengten Marsche ausruhen, bevor wir uns in der Grube und in der Umgebung der Bergcolonie weiter umthun.

Eine umsichtige Befahrung des schönen Stollens, der als tiefster Zubau von der Thalsole aus in den Berg getrieben ist, ungefähr in derselben Richtung, in der wir herabkamen, zeigt uns bald, dass wir im Bergabsteigen zu wenig aufmerksam waren. Wir hätten sonst die Ausbisse von mehreren Grünstein-trachytgängen bemerken müssen, welche nahezu parallel mit den Schichten des Kalksteins zu dem

Gebirge aufsetzen. — Sie zeigen keine Contacterscheinungen wie der Syenit, wohl aber interessante Umbildungen in ihrer Masse. Da wir uns jedoch jetzt weder mit diesen Gängen noch mit den interessanten Erzstöcken in ihrer Nachbarschaft befassen können, kehren wir wieder an's Tageslicht zurück und besuchen einen nahen Seitengraben, Porotze Ganuli genannt, wo schon vor mehreren Jahren prachtvolle Contactgesteine aus bläulichem Calcit, gelblichweissen Wollastonit und braunem Granat gebrochen wurden.

Wir finden im moorigen Waldgrunde alte und neuere Röschen, welche man das Gehänge hinangezogen hat, um zu untersuchen, ob die Contactzone keine bauwürdigen Erze führe. Dies war zu unserem grossen Bedauern nicht der Fall, denn wäre jenes Gemenge hier erzführend gefunden worden, so würde der Bergbau gute Aufschlüsse gemacht haben, die wir jetzt schmerzlich vermessen. Doch so viel ging aus der Beobachtung mehrerer Punkte hervor, dass der Kalksilicatifels mehrere Klafter mächtig ist und den Syenitstock begleitet, so weit er sich unter dem Kalkstein blicken lässt. —

Jenseits am Gehänge des Gardu hat die Contactzone einen ganz anderen Habitus. Hier besteht sie aus einem eisenoekrigen Gestein, welches aus einem Gemenge von Magnet Eisen, Serpentin und Kalkspath entstanden und eine wahre Ausfüllungsmasse ist. Zum Beweis dafür einzelne Brocken von Syenit, die sich,

stark zersetzt aber immerhin noch deutlich genug, in dem eisenreichen Gestein eingebettet finden.

Zahlreiche Belegstücke von allen hier anstehenden Felsarten haben uns in den Stand gesetzt, die geognostischen und mineralogischen Verhältnisse dieses interessanten Gebirgswinkels an einem anderen Orte ausführlich zu beschreiben. Für heute müssen wir uns mit dem Ueberblick der Contactgebilde begnügen und eilen zu einem anderen weit mehr bekannten und berühmten Fundort unserer Mineralgeossenschaft.

Der dritte Punkt, den wir noch flüchtig in's Auge fassen wollen, ist kein anderer, als unser alter und doch noch kräftiger Vulkan Vesuv. Seit beinahe 1800 Jahren ist er Gegenstand der Beobachtung und doch bieten seine Ausbrüche den Geologen noch von Jahr zu Jahr neuen Stoff zu interessanten Studien über die Erscheinungen der Eruption, die Veränderungen des Kegels und über die mineralogisch-physikalische Natur seiner Laven!

Ich habe schon früher bemerkt, dass unter den vom Vesuv ausgeschleuderten Massen Kalksteinblöcke vorkommen, welche in ihrer mineralischen Zusammensetzung mit den Contactgebilden vom Monzoni, von Rézbánya und anderen Orten in vielfacher Beziehung übereinstimmen.

Seit den Arbeiten von Hamilton, Breislak, Necker und Hoffmann, insbesondere aber seit die Neapolitaner Monticelli und Covelli ihr gründliches Werk: „Pro-

dromo della mineralogia vesuviana 1825“ publicirt haben, sind diese Blöcke bekannt und vielfach untersucht. Jede gute Mineraliensammlung besitzt reichliche Suiten von Musterstücken, die aus solchen Blöcken herausgeschlagen wurden. Die Mineralspecies Idokras von Hauy hat schon von Werner den Namen Vesuvian erhalten, weil sie an keinem anderen, in alter Zeit bekannten Fundort in so ausgezeichneten und flächenreichen Krystallen vorkam, wie eben hier. Reichliche Massen eines dunklen Glimmers, die Felspathart Anorthit, das in den Formen und in der Mischung dem Idokras nahe verwandte Kalksilicat Mejonit, ein glänzend schwarzer Pyroxen, mit dem Augit der Laven und älteren Eruptivgesteine näher übereinstimmend, als irgend ein anderer Contactpyroxen und noch mehrere andere Mineralien sitzen als aggregirte Krystalle in dem körnigen Kalkstein dieser Blöcke. Aber nicht jede Eruption, überhaupt kein Ausbruch in historischer Zeit hat sie in erheblicher Menge zu Tage gefördert. Sie gehören den uralten Laven an, welche das alte Ringwallsegment des vorhistorischen Vesuvkegels, die Somma, bilden, und sind ausserdem nur noch in den Auswürflingen der ersten historisch bekannten Eruption (79 n. Chr. Geb.), das heisst, unter den Lapilli und im Bimssteintuff von Pompeji gefunden worden.

Woher nahm der Vulkan in längst vor-römischen Zeiten diese ihm fremdartigen Kalksteinmassen? Offenbar aus den Schichten der apenninischen Formationen,

aus den Jura- oder Kreide-Kalksteinen, welche sein Schlott in unergründlicher Tiefe durchsetzt haben muss, um sich bis an die Oberfläche hinaufzubohren.

Diese Blöcke sind also mit der Lava und gleichsam in ihr schwimmend herausgetreten und mit ihr an den Gehängen des alten Kegels abgesetzt worden.

Kein Wunder also, argumentirten die Plutonisten, dass diese Blöcke, die in dem glühenden Bauch des Typhon umgetrieben wurden, dieselben Mineralgemenge zeigen, die wir von unseren alten Contactbildungen her kennen. Oder vielmehr umgekehrt: von ihnen wissen wir, dass sie in feurig-flüssigen Massen steckten und durch dieselben umgewandelt wurden, sie mussten ja offenbar selber dabei in Schmelzung gerathen, also auch der Schlerndolomit am Monzoni und der Virgloriakalk der Canzacoli, die ja ebenso körnig sind wie sie und nahezu dieselben Kalksilicate enthalten. —

So wurden die Kalksteinblöcke des Vesuv — deren Beschränkung auf die alten Sommalaven wir erst seit den vortrefflichen Untersuchungen von Roth (1855) kennen — eine Hauptstütze des Plutonismus, nach dem Hall'schen Experiment gewiss die wichtigste.

---

Was sagt nun die neuere Wissenschaft zu dem allen? Die Zeit, für die ich mir Ihre Aufmerksamkeit erbitten darf, würde nicht hinreichen, den Gang der kritischen Forschung von Anfang des 4. Decenniums



an bis auf unsere Tage zu verfolgen und darzulegen wie es kam, was ich schon früher andeutete, dass der Plutonismus, dieser schöne und bequeme Bau chemisch-geologischer Wissenschaft, eine Stütze nach der anderen verlor und nun dem Zusammenbrechen nahe ist. — Ich muss mich auf einige der wichtigsten Errungenschaften der Neuzeit beschränken.

Den ersten und wichtigsten Platz in dieser Reihe nehmen wohl die Untersuchungen von Gustav Bischof in Bonn ein, welcher nach einer gründlichen Bearbeitung der Lehre von der Erdwärme und den warmen Quellen nach und nach das ganze Mineralreich einer scharfen chemischen Kritik unterzog und für eine grosse Menge von einzelnen Mineralien und Mineralgesellschaften nachwies, dass sie, so wie sie sind, nicht auf feuerflüssigem Wege oder durch Sublimation entstanden sein können, sondern nur durch den Zusammentritt von wässerigen Lösungen unter Temperaturen, welche keineswegs ausser der gesetzmässen Scala der Erdwärme lagen und durchaus keine überspannten Druckverhältnisse voraussetzten. Auf die Mineralien der Contactzonen und der ihnen in vielfacher Beziehung nahe verwandten Erzgänge hatte er sein besonderes Augenmerk, und versuchte es, die vorerwähnte gegenseitige Durchdringung der Contactmineralien: Kalkspath, Granat, Wollastonit u. dgl. — ein wichtiges Moment in der Argumentation der Plutonisten — als ein Ergebniss der Bildung auf nassem Wege zu erklären. Die volle Bedeutung der in den

Erdwässern überall gegenwärtigen Kohlensäure als hauptsächlichem Factor der Mineralbildung und Umbildung, die Rolle, welche der Schwefelwasserstoff bei diesen Processen spielt, wurden von ihm zuerst umfassend dargestellt.

Die kritischen Gänge Bischof's gegen den Ultraplutonismus wuchsen zu einem stattlichen Werke von nichts weniger als vierthalbtausend Octavseiten an; je weiter gegen das Ende (1854), um so klarer ist es und um so reicher an schlagenden Thatsachen. — Wenn wir heutzutage dieses merkwürdige Werk durchblättern, erkennen wir freilich, dass das jeweilige Ziel darin oft weit überschossen wurde und dass die Induction hie und da auf Abwege gerieth, weil die vorliegenden geognostischen Daten ungenau oder falsch waren. Nichtsdestoweniger ist und bleibt es wohl für lange Zeit das Organon der neueren chemischen Geologie. —

Die chemische Kritik forderte, wie gesagt, neue genauere geognostische Beobachtungen und eine gründliche Revision der älteren.

Die Chemiker selber, Männer wie Abich, Bunsen, Sartorius v. Waltershausen, Deville und Andere zogen hinaus an die vulkanischen Heerde des Nordens und Südens, um beiden Bedürfnissen, dem geognostischen und dem chemischen, gleichzeitig Rechnung zu tragen.

Daubrée untersuchte das römische Mauerwerk des Vogesenbades Plombières, welches nahezu gleich-

zeitig mit dem an seine Thermen sich knüpfenden politischen Interesse, auch in geologischer Beziehung eine hohe Bedeutung gewann. Er fand darin nicht nur zahlreiche Krystalle von Schwefelkupfer, die sich ganz in derselben Weise, wie sie auf Erzgängen und in Contactgebilden vorkommen, aus einem römischen Bronzestück gebildet hatten, sondern auch das Kalksilicat Apophyllit, Drusen von Chabasit und schöne wasserklare Trauben von amorpher Kieselsäure, Hyalith, wie sie in vulkanischen Gesteinen als secundäre Gebilde erscheinen. — Die aus Granit entspringenden Thermen haben eine Temperatur von nicht ganz 70° des hunderttheiligen Thermometers. Nichtsdestoweniger waren sie im Stande, durch ihr Eindringen in den alten Mörtel Mineralien zu erzeugen, die man früher der Substanz nach aber nicht in ihren ganz normalen Formen auf dem Wege der Schmelzung (Kupferglanz) oder aus Lösungen bei 200° und 10—12 Atmosphären-Druck (Wöhler's Apophyllit) zu erzeugen vermocht hat. An den Thermen von Luxeuil (Haute-Saône), welche eine Temperatur von nur 46° haben, zeigten sich dieselben Zeolithe (Apophyllit und Chabasit) nur in kleinerem Maassstabe.

Diese wichtigen Funde bestimmten Daubrée, eine Reihe von Experimenten anzustellen, von denen nur die Resultate der Jahre 1858 und 1859 veröffentlicht sind.

In grosse, sehr dickwandige Eisenröhren wurden starke Glasröhren gebracht, in welche die zum Versuch bestimmten Materialien mit Wasser möglichst luftleer eingetragen waren. Der zwischen dem Eisenrohr und dem Glas befindliche Raum wurde auch mit Wasser gefüllt und der ganze Apparat, dauerhaft verschlossen, in das Mauerwerk eines Gasbereitungs-Ofens eingelegt, so dass er durch mehrere Wochen und Monate einer Temperatur von ungefähr 400<sup>o</sup> C. ausgesetzt blieb. — — Es war nicht der Zweck dieser Versuche, wasserhaltige Silicate oder Kieselsäure-Hydrat zu bilden, denn deren Entstehung bei niederer Temperatur und einfachem Atmosphäre-Druck war ja durch den Fund in Plombières und Luxeuil erwiesen. Es handelte sich darum, wasserfreie Silicate darzustellen, wie sie als primäre Gemengtheile der Felsarten erscheinen.

Die Ausdauer Daubrée's, dem anfangs viele Röhren sprangen, bis der Apparat und das Verfahren völlig geregelt waren, wurde durch einen glänzenden Erfolg belohnt.

Aus Glas allein entstand nach kurzer Dauer krySTALLISIRTER Quarz in Doppelpyramiden, wie sie den Porphyrgesteinen eigen sind und nadelförmiger Wollastonit, den wir als ein Contactmineral schon öfters genannt haben. Aus dem bekannten vulkanischen Glase Obsidian, welches in seiner Mischung dem Feldspath nahe steht, wurde eine trachytartige Masse mit sehr deutlichen Feldspathkörnchen;

aus Porzellanerde mit Thermalwasser von Plombières wurde Feldspath im Gemenge mit Quarz erzeugt; in einer Glasröhre, welche nur solches Wasser enthielt, bildeten sich sehr deutliche Kryställchen von Pyroxen (Diopsid), welche sich von natürlichen nur durch eine grössere Härte unterscheiden.

Es versteht sich, dass durch mehr complicirte Beschickung des Apparates auch mannigfaltigere Mineralcombinationen aus diesen Experimenten hervorgehen müssen.

Doch ist schon durch die bisherigen Resultate erwiesen, dass das Hauptagens bei den Processen in der Natur der überhitzte Wasserdampf ist, der aus jedem beliebigen Stoffgemisch krystallisirte Mineralien in einer den Felsarten und den Mineralgesellschaften besonderer Lagerstätten entsprechenden Anordnung und Combination erzeugen muss.

Nebenher wurden von Daubré selber, von Delesse, von Sorby und mehreren anderen Geologen viele Felsarten genauer und mit schärferer Kritik studiert. Man erkannte, dass der Quarz und der Feldspath der granitischen Gesteine voll von mikroskopischen Hohlräumen sind, in denen sich Wassertropfchen befinden, gerade so wie dergleichen in Gang-Quarz-Krystallen in grossem Maassstabe vorkommen und seit den ältesten Zeiten bekannt sind. — Man hat gefunden, dass der Wasserdampf auch in den modernen Laven ein zur Krystallbildung nothwendiger Bestandtheil und dass er der

eigentliche Motor bei vulkanischen Ausbrüchen ist, — man weiss, dass gerade die ältesten Eruptivgesteine aus einer wasserhaltigen Masse hervorgingen, unter Umständen, wo sie das Wasser nicht einmal völlig ausscheiden konnten (Granit, Syenit), — dass es pseudovulkanische Gesteine giebt, welche, wie es scheint, einer Art von wässriger Schmelzung unterlagen und sowohl durch ihre Blasenräume als durch die innerhalb derselben stattfindende Mineral-(Zeolith-) Bildung ausgezeichnet sind, und dass endlich eine dritte Kategorie von vulkanischen Felsarten wirkliche Feuergesteine in sich begreift, mit schlackenartigen Massen und glasigen, keine mikroskopischen Wassertröpfchen enthaltenden Gemengtheilen (Trachyt, Dolerit).

Es versteht sich nun von selber, dass auch die Contactbildung, die Umkrystallisirung der Kalksteine in der Nähe von eruptiven Massen nicht das Ergebniss einer feurigen Schmelzung sein könne, wie sie in dem innersten Schmelzraum unserer Hochöfen stattfindet, sondern dass ihr krystallinischer Zustand eben deshalb ein so ausgezeichneter, ihre Mineralgemenge deshalb so artenreich und einander durchdringend sind, weil auf den Klüften zwischen zwei stofflich so grundverschiedenen Gebirgsmassen die erhitzten Gewässer und aufsteigenden Dämpfe, beladen mit den Zersetzungsproducten Beider und mit Stoffen aus grösserer Tiefe ein ungemein freies und mächtig wirksames Spiel hatten.

Gerade am Granit und Syenit, gleichviel welcher Altersgruppe sie angehören und welche Kalksteinschichte sie durchsetzen, wurden von jeher die ausgezeichnetsten Contactgebilde angetroffen, während Trachyte, Dolerite u. dgl. sehr untergeordnete oder kaum merkliche Umbildungen hervorbrachten. Im Sinne der Plutonisten müssten also die Ersteren die mächtigste Schmelzwirkung auf ihr Nebengestein ausgeübt haben, was nach dem eben Gesagten nicht der Fall sein konnte, da sie gar nicht in einem der Art feuerflüssigem Zustand waren wie letztere.

Bei einer ziemlich sorgfältigen Untersuchung der Contactzonen um Rézbánya fand ich in einem körnigen Kalkstein eine mikroskopisch aber massenhaft ausgeschiedene Verbindung von Borsäure mit Magnesia und Wasser, welche in feinen Nadelgruppen die Kalkspathkörnchen durchwebt. Sie ist wahrscheinlich nicht in allen Entwicklungsstadien wasserhaltig gewesen, da wir aber in der Gegenwart die Borsäure nur getragen von Wasserdampf an die Erdoberfläche treten sehen (in den bekannten Lagunen (Suffioni) von Volterra in Toscana und im Krater der liparischen Insel Volcano), so erscheint der Schluss vollkommen gerechtfertigt, dass sie auch in den Contactklüften früherer geologischen Perioden auf diesem Vehikel eindrang, um sich an der Bildung der Ausfüllungsmassen derselben zu betheiligen.

Endlich erscheint es mir nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse von diesen Processen

als sehr wohl möglich, dass wasserhaltige Thonerde-, Kalk- oder Thonerde-Magnesia-Silicate (wie das von mir Biharit genannte Mineral), insofern sie an der Stelle der normalen Contactgemenge vorkommen und keinerlei Spur eines secundären Ursprunges, das heisst von Granat-, Vesuvian- oder Pyroxen-Krystallen, aus denen sie etwa hervorgegangen sein könnten, an sich tragen, — wirklich primäre Gebilde seien, also das erste Product, welches aus der Vereinigung der heissen Auslaugungsproducte des Kalksteins und der kürzlich emporgedrungenen Eruptivmassen resultirte. —

Die Contactzonen von Rézbánya sind auch insofern sehr interessant, als sie anstatt der Kalksilicate in manchen Gegenden magneteisenreiche Gemenge darbieten, also beweisen, dass keineswegs die Natur der einander berührenden Felsarten die Art des Contactgebildes allein bestimmte, sondern dass dasselbe vielmehr von hinzukommenden Stoffen abhängig war. Uebrigens giebt es viele Stellen, wo weder die Einen noch die Anderen vorhanden und im Kalkstein kaum Spuren einer Metamorphose zu bemerken sind.

Was nun die Vesuvblöcke anbelangt, welche dem Plutonismus bei Beurtheilung der Contactminerale eine so wichtige Stütze darboten, so möchte ich die Argumentation jetzt umkehren und sagen: Weil die Contactgemenge zwischen Syenit und Kalkstein auf dem Wege feuriger Schmelzung nicht entstanden sein können und kein ächtes Feurgestein (Trachyt, Dolerit), wo es Kalksteingebirge durchsetzt,



von dergleichen Gemengen begleitet ist, so sind auch die Vesuvblöcke in ihrem gegenwärtigen mineralreichen Bestande nicht aus einer Zusammenschmelzung des Apenninenkalksteins mit den alten Laven im Schlotte des Vulkans hervorgegangen, sondern sie sind Trümmer eines alten Contactgebildes, welches in der Region der gespannten Wasserdämpfe im festen Kalksteingebirge entstand und wahrscheinlich erst später in den Bereich des Lavaschlottes gerieth. Es ist sogar sehr fraglich, ob eine in den Kalkstein injicirte Lava (Leucitophyr oder Augitophyr) oder eine andere ältere Felsart das Materiale dazu geliefert hat\*). Da

\*) Sehr wichtig scheint mir in dieser Beziehung eine Analyse, welche Roth schon im Jahre 1851 gelegentlich seiner Untersuchung der Canzacoligesteine mit dem in manchen Vesuvblöcken herrschenden bläulichen Kalkspath (Varietá amorfa turchina, Mont. & Cov. pag. 162) angestellt hat. Er fand, dass er mehr als 10 % Wasser enthält,

$$\begin{aligned} \text{Mg} &= 23.68 \\ \text{Ca} &= 35.45 \\ \text{C} &= 29.66 \\ \text{Al, Fe, Si} &= 0.62 \\ \text{H} &= 10.59 \end{aligned}$$

somit dieselbe Zusammensetzung hat, wie das von Petzholdt Predazzit genannte Gestein von Canzacoli.

Auch die aus weisslichem Peridot mit Augit und Glimmer bestehenden „Silicatblöcke“, welche, insofern sie von neueren Eruptionen herrühren, unter der (modernen) Lavahülle mit erdigen Oxyden überzogen sind, somit aus alten Tuffen der Tiefe stammen (Roth), deuten auf alte infra-vesuvische Felsarten hin.

wir im Banat und bei Rézbánia Syenite kennen gelernt haben, welche dem Alter nach der letzten (dritten) Gruppe von Eruptivgesteinen angehören, nicht älter vielleicht sogar jünger sind als der Grünsteintrachyt, so wäre es selbst denkbar, dass dieselben vulkanischen Massen des Vesuvherdes, welche an der Atmosphäre zu Augitophyr und Leucitophyr erstarrt sind, in der Region des gepressten Wasserdampfes innerhalb des Apenninenkalksteins sich zu granitartigen Gesteinen ausbilden und als solche die Entstehung der Contactgebilde bedingen mussten.

Vieles ist in diesem Capitel der Geologie noch dunkel, viele Fragen und Zweifel sind noch zu lösen, insbesondere über den chemischen Vorgang bei der gleichzeitigen Bildung von Kalkspath und von Kalksilicaten, welche durch freie Kohlensäure angegriffen werden, — doch lässt es sich nicht verkennen, dass zuerst die Kritik, dann die beobachtende Forschung in den letzten 15 Jahren ein früher kaum geahntes Licht darüber verbreitet haben. Auch ist es kaum zu verwegen, wenn ich behaupte: die Fortsetzung und

---

Breislak (Geologie S. 255) gedenkt eines Exemplares der Edinburger Sammlung, welches zur Hälfte körnig, im Uebrigen dichter Kalkstein ist. — Ich selber fand unter dem alten Materiale des Pester Universitätsmuseums ein Stück Vesuv-Kalkstein, welches nur zum Theil körnig, aber ganz von strahligem Aragonit durchdrungen ist — ganz so, wie dies bei Moldava im Banat vorkommt.

Vervollkommnung der Daubrée'schen Experimente werde die chemische Geologie und die Gesteinslehre binnen wenigen Jahrzehnten auf dieselbe hohe Stufe der Vollkommenheit erheben, welche die stratigraphische Geologie schon längst erreicht hat.

Das unablässige und mit allen Hilfsmitteln der modernen Naturforschung betriebene Studium der Vorgänge an der Erdoberfläche hat uns die mineralbildenden Prozesse einigermaassen kennen gelehrt, welche in der Vorgeschichte des Planeten und in den unterirdischen Regionen der einzelnen geologischen Perioden thätig waren. — Wir wissen, dass weder die in den Tartarus eingesperrte Gluthitze des jungen Weltkörpers, noch das strömende Wasser der lebensvollen Meere für sich allein am Ausbau der Erdrinde gearbeitet hat, sondern zumeist das Ergebniss beider Elemente, dieselbe Macht, die heute dienstbar unsere Maschinen treibt und den Verkehr der Völker vermittelt, der gepresste Wasserdampf.

Das Wasser, welches bei der Bildung der krystallinischen Gebirgsmassen als Medium thätig war, hat seither millionenmale den Kreislauf zwischen der Atmosphäre und dem Innern der Erde durchgemacht, aber ein unermessliches Quantum davon ist von den Gesteinen bei ihrer späteren Umbildung zu wasserhaltigen Mineralien wirklich verbraucht worden und wird von ihnen noch beständig verbraucht.

Erst kürzlich hat Herr Saemann in Paris die geistreiche und höchst plausible Ansicht ausgesprochen,

dass die kleinen Satelliten ohne Wasseratmosphäre, wie z. B. unser Mond, nicht ursprünglich wasserlos gewesen sein können, sondern dass sie ihr flüssiges Element in secundären Mineralbildungen bereits völlig aufgezehrt haben. So wäre denn Austrocknung auch das endliche Schicksal grosser belebter Planeten.

Fürwahr, eine mehr beruhigende Aussicht in die ferne Zukunft der Erde, als die Weltenbrandkatastrophe der Alten sie darbot, denn die Erde, deren Oberfläche heutzutage noch zu  $\frac{8}{3}$  aus Wasser besteht und deren Oceane Thäler aufzuweisen haben, von deren Grunde aus der Montblanc den Meeresspiegel nicht erreichen könnte, wurde vom Schöpfer damit so reichlich ausgestattet, dass noch manche geologische Periode über sie ergehen muss, bevor den belebten Wesen die erste Bedingung ihrer Existenz entschwindet.

---