

müßte. Letzteres dagegen besteht aus einer überwiegenden feinkörnigen Grundmasse mit regellosen Einschlüssen, eine Struktur, gleich typisch für gewisse Bildungen des Vulkanismus wie des Eises, aber auch nur für diese. Solcherlei Kontraste, die bei der großen Fläche der Bruchwände der Herdubreid besonders ins Auge springen müßten, zeigen sich tatsächlich nirgends.

Es ist somit hier durch die Beobachtung ein Fall konstatiert, in dem eine Spalte bis zu 300—400 m unter die Basis eines Vulkans hinab nicht vorhanden ist.

Das chemische System der Eruptivgesteine und die Theorie ihrer Genesis.

Vortrag auf der 81. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Salzburg in der gemeinschaftlichen Sitzung der Abteilungen Astronomie und Geodäsie, Geophysik, Geographie, Mineralogie und Geologie am Dienstag, den 21. September 1909.

Von Arthur Schwantke aus Marburg i. Hessen.

Wer die Ehre hat, über einen so umfassenden und allgemeinen Gegenstand vorzutragen, dem liegt wohl zunächst die Pflicht ob, die diesem gegebene Überschrift mit einigen Worten zu erläutern.

Vortragender beabsichtigt nicht, ein chemisches System der Eruptivgesteine zu entwickeln, er steht vielmehr auf dem Standpunkt, daß wir ein solches System bereits besitzen, und wir brauchen nur den Namen HARRY ROSENBUSCH¹ zu nennen, um die Grundlage zu bezeichnen, von der wir hier ausgehen wollen. Wie aber die Systematik der Eruptivgesteine nicht im einzelnen besprochen werden soll, so soll auch nicht auf die anderen Systeme eingegangen werden, z. B. dasjenige der amerikanischen Forscher, die um die Erweiterung unserer chemischen Kenntnis der Eruptivgesteine ein so hohes Verdienst haben.

Wovon wir hier ausgehen wollen, ist das, was das Fundament der modernen Systematik der Eruptivgesteine ausmacht und was wir in erster Linie HARRY ROSENBUSCH verdanken, um es kurz voranzuschicken: Der Parallelismus oder vielleicht auch der Dualismus der Alkalikalkgesteine und der Alkaligesteine oder, wie wir sie mit H. ROSENBUSCH nennen, der granito-dioritischen und gabbro-peridotitischen einerseits und der foyäitisch-theralithischen Magmen anderseits². Es knüpfen sich daran Fragen, die eng mit der genetischen Auffassung der Eruptivgesteine zusammenhängen, ich

¹ H. ROSENBUSCH, Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine. 2., 1. u. 2. Hälfte. 4. Aufl. Stuttgart 1907/08.

² oder, wie sie von F. BECKE (vergl. unten) genannt werden, der pazifischen und der atlantischen Gesteinsippe.

möchte sagen, gerade die mancherlei Schwierigkeiten, denen wir bei der Verfolgung des Systems im einzelnen begegnen, führen auf diese Grundfragen. Von solchen Schwierigkeiten ausgehend, ist der Vortragende auf einen Weg gekommen, der dahin führt, bei der Betrachtung der Entstehungsvorgänge der Eruptivgesteine über den eigentlichen chemischen Bestand der Gesteine selbst hinauszugehen und auch die gleichzeitig empordringenden juvenilen gasförmigen und flüssigen Stoffe mit in Erwägung zu ziehen.

Wenn wir die fertigen Gesteine miteinander vergleichen, so sehen wir mit Recht ab von diesen äußeren Produkten der Eruption und ebenso auch von dem chemischen Bestande der in akzessorischen Mineralien oder sonst spurenweise vorhandenen Elemente. Zum chemischen Bestande der Eruptivgesteine gehören dann: K_2O und Na_2O , CaO , MgO , FeO und Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , daneben noch TiO_2 , P_2O_5 und H_2O ; das sind die Bestandteile, die in den Analysen notwendig bestimmt werden müssen. Gegenüber der großen Zahl der aus diesen Elementen möglichen und in der Natur sich findenden Verbindungen und gegenüber der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der verschiedenen Gesteine sehen wir aber, daß es nur sehr wenige Mineralien sind, die diese große Anzahl von Gesteinstypen bilden (die farblosen Gemengteile, Quarz und die Feldspäte, die farbigen Glimmer, Hornblende [Amphibol], Augit [Pyroxen], Olivin und Erz [Magnetisen oder Titaneisen], Apatit). Auch hier arbeitet die Natur mit den einfachsten Mitteln. Mannigfaltig aber ist in diesen wenigen Hauptmineralien die gegenseitige Verbindung und isomorphe Vertretung der einzelnen Elemente. In einer besonderen Gruppe von Gesteinen treten hierzu noch die Alkalitonerdesilikate Leucit und Nephelin, Gesteine, die sich dann auch in der Regel durch einen höheren Gehalt an Alkalien von den entsprechenden Gliedern der anderen Reihe unterscheiden und in denen auch die farbigen Gemengteile Hornblende und Augit in alkalihaltigen Gliedern auftreten, die der anderen Reihe fehlen.

Diese Alkaligesteine bilden eine vollständige Reihe neben der anderen, sie zeigen eine analoge Zugehörigkeit bestimmter Ergußformen zu den entsprechenden Tiefen- und Intrusivgesteinen und eine für sie charakteristische Gefolgschaft von Gängen. Es ist eine der bedeutsamsten Errungenschaften der modernen Petrographie, die Selbständigkeit dieser Gesteinsreihe erkannt zu haben, eine Selbständigkeit, die sich auch in ihrem geologischen und geographischen Auftreten kundgibt, wonach wir die großen Eruptivgebiete als petrographische Provinzen der Alkalimagmen oder solche der Alkalikalkmagmen unterscheiden können. In jeder der beiden Reihen sehen wir einen fortlaufenden Übergang von den kieselsäurereichsten (sauren) Gesteinen bis zu den kieselsäureärmsten (basischen) Gliedern und können die Differenzierung eines intermediären Magmas in verschiedene Gesteine nach

den beiden extremen Polen hin beobachten. Nirgends aber sehen wir ein Glied der einen Reihe durch Differentiation aus einem Magma der anderen sich bilden und es ist auch unmöglich, irgend ein bestimmtes Gestein der einen Reihe durch Abspaltung oder durch Mischung aus zwei oder mehr Gliedern der anderen Reihe theoretisch aus dem chemischen Bestande heraus zu berechnen. Dennoch erscheint der Unterschied in der chemischen Zusammensetzung zwischen zwei entsprechenden Gliedern beider Reihen gering im Verhältnis zu dem Unterschied abstehender Glieder einer Einzelreihe, die durch alle möglichen Übergänge verknüpft sind.

Auf die Möglichkeit und die Versuche, diesen fundamentalen Unterschied, diesen Dualismus zu erklären, werden wir sogleich eingehen; zuvor ist aber noch zu erwähnen, daß es Gesteine gibt, die man, allein nach ihrem chemischen Bestande betrachtet, sowohl in die eine wie in die andere Reihe stellen könnte. Es hieße den Unterschied der beiden Reihen verschleiern und die gewonnene Erkenntnis wieder trüben, wenn man solche Gesteine als Übergangsglieder verwenden wollte. Es gilt, wie von H. ROSENBUSCH unermüdlich betont worden ist, auf das Ganze zu sehen; diese Übergänge wären Übergänge nur an einzelnen Stellen, gewissermaßen Brücken zwischen beiden Reihen, und dies dürfte noch viel schwerer verständlich sein.

Bei dem offensichtlichen Dualismus bieten aber gerade diese Gesteine dann die Hauptschwierigkeit. Vortragender erfuhr diese Schwierigkeit bei seinen eigenen Arbeiten an den hessischen Basalten. Das gleiche gilt für die Diabase des Rheinischen Schiefergebirges. Hier verdanken wir die Aufklärung REINHARD BRAUNS¹. Er hat nachgewiesen (und auf der vorjährigen Versammlung in Köln mitgeteilt), daß die mitteldevonischen Diabase Alkaligesteine sind, „während das Oberdevon nur typische Gesteine der Alkalikalkmagmen enthält“. Eine Schwierigkeit liegt aber hier in der Verbindung der mitteldevonischen Diabase mit Keratophyren, für die hier die Zugehörigkeit zu den Alkalimagmen durch den Gehalt an Alkaliamphibol und Alkalipyroxen von R. BRAUNS erwiesen ist, während H. ROSENBUSCH neuerdings entschieden dafür eintritt, daß den Keratophyren im allgemeinen eine Stellung in der Reihe der Alkalikalkmagmen zukommt. Gibt es also doch Gesteine, die beiden Reihen angehören können?

Unter den genannten Diabasen ist ein trennender Unterschied in dem geologischen Alter gegeben. Ein solcher fällt aber fort im Gebiete der hessischen Basalte, die alle mindestens einer größeren gemeinsamen Eruptionsperiode der Tertiärzeit angehören. Hier finden wir z. T. die normalen Basaltgesteine, die wir absolut

¹ R. BRAUNS, Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der devon. Eruptivgesteine im Gebiete der Lahn und Dill. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXVII. 1909. p. 261; Beil.-Bd. XXVIII. 1909. p. 379.

in die Alkalikalkreihe stellen werden, wie denn auch H. ROSENBUSCH den bekannten Dolerit von Londorf als einen Grundtypus gewählt hat. Andererseits stehen aber mit solchen Basalten in lokaler Verknüpfung Limburgite und basanitoide Basalte, Nephelin und Lencit führende Basalte, in der Rhön und im Vogelsberg treten mit den Basalten Phonolithe auf und im nördlichen Teil der hessischen Basalte finden sich Melilithbasalte, also alles Gesteine, die ebenso absolut zu den Alkalimagneten gehören. Auch W. SCHOTTLER¹ ist es nicht gelungen, unter der Einteilung der Basalte des Vogelsberges die Gesteine beider Reihen zu trennen. Am auffallendsten ist, daß an einem einzelnen, vom Vortragenden untersuchten Eruptivvorkommen von Amöneburg sowohl gewöhnlicher Basalt und Dolerit wie der basanitoide Basalt in zweifelloser Verknüpfung auftreten. Sollte man also vielleicht doch unsere gesamten hessischen Basalte in eine petrographische Provinz der theralithischen Magmen zu stellen haben?

Der fundamentale Unterschied der beiden Gesteinsreihen fordert eine Erklärung. H. ROSENBUSCH² erklärt sie durch eine primäre Spaltung des einheitlichen Urmagmas im Erdinnern, das er sich als eine flüssige Metallegierung denkt. „Erst beim Aufsteigen in die höheren Regionen des Erdinnern dürfte sich die Oxydation dieses Urmagmas und seiner Spaltungsprodukte, sowie die Wasseraufnahme vollziehen“^{3,4}. Der Dualismus der beiden Gesteinsreihen würde danach auf einer primären Verschiedenheit der abgespaltenen „Metallkerne“ beruhen, und diese Metallkerne sind es, die bei der späteren Oxydation die verschiedenen Mineralien liefern.

Einen weiteren Fortschritt zur Erklärung dieser Fragen verdanken wir den Untersuchungen von FRIEDRICH BECKE⁴, die gewissermaßen den Weg in jene unbekannte Tiefe öffneten, indem sie die Abhängigkeit der beiden Gesteinsreihen von tektonischen Richtungen dartaten. Er zeigte durch den Vergleich der Eruptivgesteine der jüngsten geologischen Zeit, daß die in den Zonen tangentialen Zusammenschubes der Erdrinde längs der jungen gefalteten Kettengebirge auftretenden Gesteine der andesitischen (also

¹ W. SCHOTTLER, Die Basalte der Umgegend von Gießen. Abh. d. Großh. Hess. Geol. Landesanstalt zu Darmstadt. 4. Heft 3. 1908.

² H. ROSENBUSCH, Über die chemischen Beziehungen der Eruptivgesteine. TSCHERMAK's mineralog. u. petrograph. Mitteilungen. 11. 1890. p. 144 ff.

³ H. ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre. 2. Aufl. 1901. p. 186. 3. Aufl. 1910. p. 225.

⁴ F. BECKE, Die Eruptivgesteine des Böhmisches Mittelgebirges und der amerikanischen Andes. Atlantische und pazifische Sippe der Eruptivgesteine. TSCHERMAK's Min. u. petrogr. Mitteilungen. 22. 1903. 209 ff. Zum ersten Male vorgetragen in den Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte, 74. Versammlung zu Karlsbad. 2. Teil, 1. Hälfte, p. 125. Leipzig 1903.

granito-dioritischen) Gaureihe, dagegen die in den Gegenden radialer Kontraktion längs Schollenbrüchen auftretenden Vulkaneruptionen der tephritischen (theralithischen) Gaureihe zugehören. Gleichzeitig ergab sich durch den Vergleich des chemischen Bestandes der Andes-Gesteine (einer granito-dioritischen Provinz) mit den Gesteinen des Böhmisches Mittelgebirges (einer foyaitisch-theralithischen Provinz), daß die ersteren ausgezeichnet sind durch ein Überwiegen der leichteren Elemente. Hieraus ergab sich der Schluß in genetischer Beziehung: „Zu einer Zeit, als die Elemente noch im Gaszustand den Erdball zusammensetzten, erfolgte eine Differenzierung nach der Gasdichte (dem Atomgewicht). Die oberen Schichten sind reicher an den leichteren Elementen, die tieferen reicher an den schwereren Elementen. Aus den ersteren stammen die Gesteine der andesitischen Gaureihe, aus den letzteren die Gesteine der tephritischen Gaureihe.“

Dieser Nachweis der Abhängigkeit von tektonischen Richtungen ist ein wichtiger Beweis und gewissermaßen auch eine Erklärung für die geographische und geologische Selbständigkeit der Eruptiva der beiden Gesteinsreihen. Einer großen Schwierigkeit begegnen wir aber, wenn wir den Gesamtbestand der granito-dioritischen und gabbro-peridotitischen Gesteinsreihe mit dem der foyaitischen und theralithischen, besonders in ihren entsprechenden Gliedern mit Rücksicht auf das Vorwiegen der leichteren oder schwereren Elemente vergleichen. Hier sehen wir gerade die Gesteine der letzteren Reihe ausgezeichnet durch das Vorherrschen der leichteren Alkalien, besonders des Natrons über den Kalk, auch die Menge der Tonerde ist relativ eine etwas größere und steht im umgekehrten Verhältnis zur Kieselsäure. Auch das charakteristische Auftreten von Leucit und Nephelin in diesen Gesteinen beweist die wichtige Rolle der Alkalien. Daraus ist aber — das soll hier ausdrücklich betont sein — nichts gegen den Wert und die Richtigkeit der Untersuchungen von F. BECKE zu folgern, denn berücksichtigen wir es wohl, die Gesamtheit der Gesteinsreihen ist ein künstliches System, während dort natürliche Gesteinsgruppen verglichen wurden. Es ergibt sich hieraus nur, daß die Untersuchung mit Rücksicht auf die Verteilung der leichteren und schwereren Elemente zum Vergleich entsprechender Glieder beider Reihen nicht gut anzuwenden ist.

Wenn wir tatsächlich Gesteine haben, die sich gerade an der Grenze beider Reihen voneinander scheiden, oder, wie wir auch sagen können, scheinbar ineinander übergehen, so lag es nahe, in den einen nach den Charakteren zu spähen, die am ersten eine Hinneigung zur anderen Reihe verraten. Gehen wir nun von den Alkalien aus, so sehen wir in der Alkalikalkreihe die Ergußgesteine relativ etwas reicher daran als die Tiefen- und Intrusivgesteine, und in ihnen wieder die Gläser relativ reicher

als die kristallinen Partien. Das gilt nicht nur für die Gläser der Erstarrungskruste oder ganz glasige Ströme, sondern — wenigstens bei den Basalten — auch für das Glas der Grundmasse, denn hier sind es gerade die glasreichen Limburgite, die den Charakter der theralithischen Gesteinsreihe zeigen, und die scheinbare Nepheliumreaktion der basanitoiden Basalte liefert gerade das sogen. nephelinitoide Glas. Ferner finden wir unter den Basalten solche, die, gewissermaßen in der Grundmasse, Zeolithe führen, die nicht durch die Zersetzung des völlig frischen Gesteins zu erklären sind, sondern deren Abscheidung unmittelbar am Ende der Gesteinsverfestigung erfolgt sein muß. Die Alkalien der Zeolithe müssen in dem Wasser des Schmelzflusses gelöst gewesen sein, und auch das Glas ist es, das dieses Wasser noch z. T. zurückhält. Haben wir also hier vielleicht Pseudo-Alkaligesteine vor uns, und war es nur das unter normalen Verhältnissen entweichende Wasser, das diese Stoffe nicht wie sonst mit sich fortführte? Daß die Eruptionen solcher basischen Gesteine tatsächlich Natron nach außen abgeben, ist durch die Kontaktwirkungen der Diabase in den Adinolen allgemein bekannt und oft betont. Die Wichtigkeit der Rolle des Wassers in den Eruptivgesteinen ist gleichfalls allgemein anerkannt, aber wir dürfen vielleicht sagen, bisher mehr vom physikalisch-chemischen Standpunkte aus betrachtet als mit Rücksicht auf den chemischen Bestand. Die Eruptivgesteine geben aber mit dem Wasser noch eine Reihe anderer Bestandteile ab, insbesondere auch Kieselsäure. Vortragender hat nach Beispielen gesucht, die es gestatten, den Zusammenhang der thermalen Periode mit den Eruptivgesteinen nicht nur im Kontakt, sondern auch in unmittelbarer Verbindung mit einem Gestein selbst zu beobachten.

Vielleicht das beste lieferte der Gabbro des Radautals im Harz, der sich auch besonders deshalb hier als Beispiel empfiehlt, weil er nach den ausgezeichneten Aufnahmen des neuen Blattes Harzburg der geologischen Karte der Kgl. Preussischen Landesanstalt besonders gut zu studieren ist. In dem Steinbruch (oberhalb des Falls) an der Eimmündung des Lohnbaches ins Radautal sieht man im Anschluß an die Eruption des Gabbros die verschiedensten Gänge in diesem auftreten, beginnend mit unmittelbaren Nachschüben und mikropegmatitischen Gängen über Prehnit führende Gesteine bis zu fast reinen Quarz- und schließlich Kalkspatgängen. Die sich in den Gängen kundgebenden Injektionen haben z. T. auch die Gesteinsgemengteile, namentlich den Pyroxen zersetzt und den Gabbro mit Kieselsäure infiltriert, so daß der Quarzgehalt z. T. derartig hoch ist, daß man kaum von einem Gabbro sprechen würde. Die ganze Serie des Materials, das der Vortragende in diesem und dem vorigen Jahre dort gesammelt hat, erscheint wie eine Reihe, beginnend mit den schmelzflüssigen bis zu den rein wässrigen Lösungen. Es kann auf die Details an

dieser Stelle nicht eingegangen werden¹, sondern es soll nur ein Beispiel genannt sein für die Bedeutung der wässerigen Lösungen in Verbindung mit der Eruption eines Gesteins. Aber noch in einer anderen Beziehung ist der Gabbro bei Harzburg für uns interessant. Wir sehen hier die mannigfaltigste Differenzierung in einer ganzen Reihe von Gesteinen vom Norit und den verschiedenen Gabbroarten bis zum Peridotit und Harzburgit, ganz abgesehen von der Frage nach dem genetischen Zusammenhang des Gabbro und des Granit. Die Differentiation ist eine der bedeutsamsten Erscheinungen in dem Entstehungsvorgange der Eruptivgesteine, aber es ist noch schwer, sie nach den Gesetzen der physikalischen Chemie in allen Einzelheiten zu erklären. Es würde weit über den Rahmen dieses Vortrages hinausgehen, wenn die verschiedenen Theorien besprochen werden sollten. Es sei nur erwähnt, daß dabei verschiedentlich auf die Schwierigkeit einer Differenzierung in trockenen Schmelzflüssen und auf die bedeutende Rolle hingewiesen ist, die das Wasser hier vielleicht in den Eruptivgesteinen spielt. Und in der Tat scheint auch das eben gewählte Beispiel hierfür zu sprechen.

So können wir jedenfalls den Satz aufstellen: Das stets mit einem aufdringenden Eruptivgestein verbundene Wasser und die in ihm gelösten Substanzen gehören mit zum wesentlichen Bestande des werdenden Gesteins.

Was ist nun aber dieses Wasser der Eruptivgesteine, das mit ihnen heraufdringt und mit seinen gelösten Substanzen das Gestein infiltriert und die Spalten und Gänge in ihm erfüllt, anders als ein juveniles Wasser? Auf der 74. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte zu Karlsbad im Jahre 1902 hat kein Geringerer als EDUARD SUESS² auf diesen Zusammenhang des Wassers und der Gase mit den vulkanischen Eruptionen hingewiesen. „Sie stammen aus den tieferen Innenregionen des Erdkörpers und sind die Äußerungen einer Entgasung des Erdkörpers, welche seit der beginnenden Erstarrung desselben begonnen hat und heute, wenn auch auf einzelne Punkte und Linien beschränkt, noch nicht völlig abgeschlossen ist.“

Dieser Vortrag hat aber auch gleichzeitig den Bann gebrochen, der, man kann vielleicht sagen, den Glauben an die juvenile Natur unserer Erzgänge und anderer Gänge nur langsam aufkommen ließ.

Bei den Erzgängen ist ein direkter Beweis für die Herkunft aus der Tiefe schwer zu führen. Anders steht es mit solchen Erzlagerstätten, die in genetischer Verbindung mit Eruptivgesteinen stehen. Hier ist gleichfalls in neuerer Zeit ein gewisser Um-

¹ Auch im Harzburgit des Radautals finden sich aplitartige Gänge, die fast nur aus Prehnit bestehen.

² Verhandlungen, 1. Teil, Leipzig 1903. p. 133 ff.

schwung eingetreten, wie das große grundlegende Werk von STELZNER-BERGEAT¹ beweist, das auch für andere Lagerstätten als die magmatischen und unmittelbaren Kontaktlagerstätten der Frage des möglichen Zusammenhanges mit Eruptivgesteinen nachzugehen sucht. Es wird auch (von A. BERGEAT, l. c. 1202) darauf hingewiesen, daß wir ganz analog, wie wir von petrographischen Provinzen der Eruptivgesteine reden, so auch von bestimmten charakteristischen Metallzonen sprechen können.

Um auch hier ein Beispiel zu nennen, sei an die schichtigen devonischen Eisenerze erinnert, die dem Vortragenden aus der Gegend von Dillenburg und an der Lahn durch eigene Untersuchungen bekannt sind. Für die Dillenburger Erze wie an der unteren Lahn² läßt sich nachweisen, daß sie insbesondere in enger syngenetischer Beziehung zu den Schalsteinen stehen, und man weiß auch, daß die Erze schon in der Devonzeit als solche vorhanden waren, da das Roteisenerz durch die jüngeren Diabasgänge im Kontakt zu Magnet Eisen umgewandelt worden ist. Nach der oberen Lahn hin haben wir nicht die reichen Erze des Dillenburger Reviers, es treten hier Eisenkieselzonen auf, die sich nur lokal zu würdigen Erzen anreichern. Hier ist der Zusammenhang mit den Diabasen gleichfalls vorhanden, wie man ja auch diese Eisenkiesel schon immer als Kontaktbildungen der Diabase angesprochen hat. Interessant ist der Faziesunterschied der beiden Gebiete. In der Dillenburger Gegend und an der unteren Lahn, wo das Devon kalkreicher entwickelt ist, haben wir die reichen Erze, an der oberen Lahn ist das Devon kalkarm und wir finden die kieseligen Erze, die teils verkieselte Sedimente, teils verkieselte Schalsteine darstellen³. Auch die Kieselsäure muß, wie die Kontakteisenkiesel beweisen, im Gefolge der Diabase eingedrungen sein.

Jedenfalls dürfen wir behaupten, daß es eine ganze Anzahl von Erzlagerstätten gibt, die wir durch das Eindringen juveniler Emanationen und Lösungen in Verbindung mit Eruptivgesteinen erklären müssen. Wenn wir aber sehen, daß ebenso wie die Eruptiva auch solche juvenile Lösungen aus unbekanntem Herde der Tiefe aufsteigen, dann dürfen wir auch die Frage aufwerfen, ob nicht beide aus gemeinsamer Quelle stammen. Und wenn dem so wäre, dann würden wir ebenfalls von einem Spaltungsvorgang

¹ Die Erzlagerstätten. Unter Zugrundelegung der von A. W. STELZNER hinterlassenen Vorlesungsmanuskripte und Aufzeichnungen. Bearbeitet von A. BERGEAT. Leipzig 1904—1906.

² abgesehen von den metasomatischen Eisenerzen im Kalk.

³ Die Erzbildung ist aber keineswegs lediglich als eine Reaktion der eisenhaltigen Lösungen auf den Kalk nach Art der Pseudomorphosenbildung aufzufassen. Eine ausführliche Veröffentlichung der Studien des Verf.'s hierüber wird in den Schriften der Gesellschaft zur Bef. der ges. Naturwissenschaften zu Marburg erscheinen.

sprechen müssen, durch den sich die juvenilen Stoffe ebenso abspalten, wie die beiden Reihen der Eruptivgesteine.

Gewiß ist das eine reine Spekulation, aber dies gilt nicht minder, wenn wir uns nur mit der Bildung des eruptiven Magmas in der Erdtiefe beschäftigen. Die Frage, die wir uns hier stellen, lautet vielmehr jetzt in erweiterter Form: Wenn sich die juvenilen Stoffe gleichzeitig mit dem eruptiven Magma abspalten, können wir dann nicht in dem auffallenden Unterschiede der beiden Magmenreihen Anzeichen finden, die auf einen ursächlichen Zusammenhang mit den juvenilen Stoffen hinweisen? Wir würden diese dann wohl besonders in den gewissermaßen von der Norm abweichenden Alkaligesteinen zu suchen haben.

Es geht aber nicht an, durch eine aus der Vergleichung beider Gesteinsreihen zu gewinnende Berechnung die Herleitung etwa eines Gliedes der normalen Alkalikalkreihe gewissermaßen durch Subtraktion aus einem entsprechenden Gliede der Alkalireihe zu erhalten. Denn wir finden in unserem System die Glieder beider Reihen nach absteigendem Kieselsäuregehalt geordnet, und wir haben gesehen, daß mit den thermalen Lösungen auch große Mengen von Kieselsäure emporgeführt werden können.

Wir haben schon den charakteristischen Unterschied in dem Gehalt an Alkalien hervorgehoben. In den Thermen sind diese außer an Kohlensäure, die ja auch in flüssiger und gasförmiger Form als Einschlüsse in den Mineralien der Eruptivgesteine auftritt, an Chlor und Schwefelsäure gebunden. Cl und S sehen wir auch häufig in den Exhalationen der Vulkane. Ist es dann nicht beachtenswert, daß gerade in den für die Alkaligesteine so charakteristischen Mineralien der Sodalithgruppe ein Gehalt von NaCl und Na_2SO_4 vorhanden ist?

Ein Bestandteil, der ebensowohl in Lösungen wie in Eruptivgesteinen auftreten kann, ist die Phosphorsäure. Es wäre unter diesem Gesichtspunkte die Verbreitung des Apatits in den Gesteinen zu untersuchen. Es scheint immerhin, als ob in der Tat auch die Analysen der Alkaligesteine einen relativ etwas höheren Phosphorsäuregehalt aufweisen.

Es gibt aber ein sehr charakteristisches Element, das für die Mineralien der gangförmigen Lagerstätten sehr bezeichnend ist und die Eruptivgesteine gewissermaßen meidet, das ist das Barium. Genauere Analysen haben gezeigt, daß es auch den letzteren nicht ganz fremd ist. H. ROSENBUSCH berichtet in seiner Physiographie¹: „In den Analysen der Eruptivgesteine aus den letzten Jahrzehnten, zumal in denen, welche die Geologische Landesanstalt der Vereinigten Staaten veröffentlicht hat, findet sich sehr regelmäßig ein Gehalt an BaO, und zwar überraschenderweise in den Gesteinen

¹ Mikroskopische Physiographie. 1. 2. Hälfte. 4. Aufl. 1905. p. 309.

der foyaitischen und theralithischen Magmen." Von unserem Gesichtspunkte aus würden wir das verstehen können!

Es sind das also doch Tatsachen, die wenigstens, wir können vielleicht sagen, die Berechtigung der hier angestellten Überlegungen dartun können. Ob sie sich auf dem richtigen Wege befinden, wer vermöchte es zurzeit zu entscheiden? Hypothesen sind Hilfsinstrumente, die wir so lange mit der nötigen Vorsicht gebrauchen, als sie uns einen Dienst erweisen. Vielleicht dürfen wir also auch einmal von den hier dargelegten Überlegungen Gebrauch machen.

Wir sind auf sie geführt worden, wenn wir annehmen, daß sowohl die Eruptivgesteine wie die juvenilen Stoffe aus gemeinsamer Quelle stammen. Wir werden uns dann allerdings nicht mehr das Erdinnere als eine reine Metallegierung denken können. Die wesentlichste Stütze für diese Annahme hat man neben dem Eigengewicht der Erde und den meteorischen Eisenmassen besonders in dem Vorkommen des gediegenen Eisens in den Basalten gesehen. Der Vortragende kennt das wichtigste dieser Vorkommen, das grönländische auf der Insel Disko, aus eigener Anschauung und ist, nachdem er gerade den sogen. protogenen Mineralbildungen besondere Aufmerksamkeit gewidmet hatte, an das Studium seines Materials herangegangen. Das Resultat ist gegen die protogene Natur des Eisens ausgefallen¹. Die Reduktion des Eisens erfolgte im Basalt in der Phase, in der sich der Olivin und das Erz ausscheiden².

Welche Art der Verbindung wir im Erdinnern anzunehmen haben, in der die juvenilen und eruptiven Stoffe sich im Urzustande befinden, wissen wir nicht. Das allerdings wäre die notwendige Folge unserer Annahme, daß es Verbindungen einer Art sein müßten, die wir an der Erdoberfläche nicht kennen. Nur was wir in der äußeren Zone sehen, in der die juvenilen Lösungen und die Eruptiva aufsteigen, wir wollen sie die peripherische nennen. ist uns begreiflich. In ihr existieren die gleichen Verbindungen wie an der Erdoberfläche und gelten die gleichen physikalisch-chemischen Gesetze. Das wahre Wesen der zentralen Zone in der nach unserer Vorstellung Eruptiva und juvenile Stoffe durch gemeinsamen Akt sich bilden, ist uns unbekannt.

Dennoch müssen wir zum Schluß wohl noch die Frage erwägen: Besitzen wir nicht Spuren, die in jene Tiefe führen? Was liegt näher, als hier an die radioaktiven Körper zu erinnern? Wir brauchen nicht näher darauf einzugehen. Es sei gestattet,

¹ A. SCHWANTKE, Sitzungsberichte d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. Mathem.-naturw. Kl. 1906. 50. p. 853.

² Auch das neueste Vorkommen in der Gegend von Kassel spricht nach den jüngsten Studien des Verf.'s gegen die Herkunft des gediegenen Eisens aus dem Erdinnern.

das zu wiederholen, was schon vor 10 Jahren von W. RAMSAY und M. W. TRAVERS¹ gesagt worden ist, nachdem sie erkannt hatten, daß der Fergusonit eine endotherme Verbindung darstellt und zwischen 500 und 600⁰ unter Wärmeentwicklung und Aufglühen Helium abgibt: „Ist es nicht bei Spekulationen über die Entstehungsweise dieser merkwürdigen Verbindung erlaubt, zu vermuten, daß sie den Zustand unserer Erde darstellt, welcher nur bestand, als sie noch nicht erstarrt war? Daß diese Mineralien, welche seltene Elemente enthalten, einen Teil aus dem Innern unseres Planeten darstellen, daß unter den enormen Drucken, die im Innern bestehen, die Verbindung des Heliums ein exothermischer Vorgang war, und daß solche Verbindungen, wenn sie durch irgendwelche Umstände auf die Oberfläche gekommen sind, wo sie nicht mehr diesen enormen Drucken unterworfen sind, endotherme Verbindungen geworden sind? Die Gegenwart von Helium in der Sonne und in vielen Sternen macht es nicht unwahrscheinlich, daß diese Annahmen sich von der Wahrheit nicht allzuweit entfernen.“

Wir müssen sagen, daß also aus dem Innern der Erde Substanzen mit heraufgebracht werden, die imstande sind, aus sich selbst heraus große Mengen von Energie zu entwickeln. Vielleicht dürfen wir dasselbe auch von den unbekanntem Verbindungen des Urzustandes in der Erdtiefe annehmen. Sollten dann vielleicht jene² bei dem Spaltungsakte auch die Quelle der Kraft sein, die die in der peripherischen Zone aufsteigenden juvenilen Stoffe und die Eruptivgesteine in die Höhe treibt?

Aber gewiß verlassen wir mit solchen Spekulationen den sicheren Boden der Mineralogie. Ihr gehört es zu, nur nach den Spuren zu suchen, die uns die Mineralien der Gesteine aus unbekanntem Tiefen mit heraufbringen. Die selteneren Elemente sind nicht willkürlich in den Eruptivgesteinen verteilt, sondern wir kennen bereits einige charakteristische Beispiele von bestimmter Zusammengehörigkeit. Es wäre ein hohes Verdienst, wenn diejenigen, die über reiche Mittel verfügen, durch die Analyse größerer Gesteinsquantitäten unsere Kenntnis über die Verteilung der spurenweise auftretenden Elemente erweitern würden. Vielleicht dürfen wir hoffen, daß sich die Mineralogie dann auch weiterhin der Chemie als eine Quellenkunde erweisen wird.

¹ W. RAMSAY und M. W. TRAVERS, Fergusonit, ein endothermes Mineral. Zeitschrift für physikalische Chemie. 25, 1898. 568—572.

² also nicht nur die radioaktiven Substanzen. Wir könnten uns z. B. denken, daß die Zersetzung der endothermen Verbindungen z. T. explosionsartig verläuft.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [1910](#)

Autor(en)/Author(s): Schwantke Arthur

Artikel/Article: [Das chemische System der Eruptivgesteine und die Theorie ihrer Genesis. 169-179](#)