6. Ueber die Zusammensetzung einiger Laven und des Domites der Auvergne und des Trachytes von Voissières (Mont-Dore). *)

Von Herrn KOSMANN in Berlin.

In der Literatur über die vulkanischen Gebilde der Auvergne kann man MONTLOZIER's „*Essai sur les volcans d'Auvergne*“ als die erste Schrift betrachten, welche in eingehender Weise eine Beschreibung der dortigen Formationen liefert. Sie war zur Zeit als L. v. BUCH die Auvergne bereiste nach dessen eignem Zeugniß in Deutschland wenig bekannt und so mögen die Briefe L. v. BUCH's an KARSTEN**) als diejenigen gelten, welche zuerst die deutschen und ausserfranzösischen Gelehrten den geognostischen Reichthum dieser Gegend kennen lehrten.

Nach ihm veröffentlichte der Engländer POULETT SCROPE im Jahre 1827, in 2. Auflage im Jahre 1858, eine umfassende und zusammenhängende geologische Beschreibung der Vulkane Centralfrankreichs.***) Ihm folgten bald die ausführlichen theils topographischen, theils geognostischen Beschreibungen der Auvergne von LECOQ und BOUILLET †) und in den vierziger Jahren ein Werk über denselben Gegenstand von AMÉDÉE BURAT. ††)

Ausserdem hat LYELL in seinem *Manual of Geology* eine vorzügliche Skizze der verschiedenen Formationen der Auvergne gegeben. †††)

*) Deutsche Bearbeitung der Dissertation: *De nonnullis lavis Arverniacis. Halis Sax.*

**) L. v. BUCH, Geognost. Beobachtungen auf Reisen in Deutschland und Italien. II. Bd. Anhang. Berlin, 1809.

***) P. SCROPE, *Geology and extinct volcanos of central France. London, 1858.*

†) H. LECOQ et BOUILLET, *Vues et coupes du Département du Puy de Dôme. Clermont, 1830.*

††) A. BURAT, *Description des Terrains volcaniques de la France centrale. Paris, 1843.*

†††) LYELL, *Manual of Geology. V. edition, p. 195, 550.*

Neuerdings hat sich H. LECOQ, ausser vielen kleineren Schriften, um die Kenntniss seiner Heimath durch Heransgabe einer geologischen Karte verdient gemacht, die im Maassstab von 1 : 40000 angelegt*) die Resultate von 30jähriger Forschung enthält.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass in diesen Schriften so reichliches Material sie in der Aufzählung geognostisch wichtiger Lokalitäten und interessanter mineralogischer Vorkommnisse bieten, sehr wenige Versuche gemacht sind, eine genaue petrographische Beschreibung der krystallinischen Gesteine zu liefern oder sich über die chemische Constitution der dichten Gesteine zu unterrichten und darauf hin eine Classificirung der in der Auvergne vorkommenden vulkanischen Gesteine oder eine Vergleichung derselben mit den vulkanischen Produkten anderer Gegenden zu begründen.

Eine erste Notiz in dieser Beziehung verdanken wir G. ROSE,**) welcher, nachdem er die Streifung der Feldspathkrystalle des Domits beobachtet hatte, den Domit sowie das Gestein des Puy de Chaumont der dritten Klasse seiner Eintheilung der Trachyte einreichte; die Trachyte dieser Klasse aber sind durch den Gehalt an Oligoklas, Glimmer und Hornblende charakterisirt, welche Bestandtheile eben in jenen Gesteinen auftreten.

Auch LECOQ hat, allerdings gestützt auf äusserliche Beobachtungen, eine Unterscheidung der verschiedenartigen Lavagesteine aufgestellt, welche weiter unten besprochen werden wird.

Dieser Mangel einer chemischen Analyse der zahlreichen vulkanischen Gesteine der Auvergne hat mich zu der vorliegenden Arbeit bewogen, in welcher ich allerdings, bei der Schwierigkeit und Langwierigkeit derartiger mineralanalytischer Arbeiten, nur erst über wenige mir vorzüglich interessant erscheinende Gesteine etwas Gewisses festzustellen vermochte.

Zum bessern Verständnisse meiner nachherigen Angaben will ich eine kurze geognostische Skizze des zu betrachtenden vulkanischen Gebiets der Auvergne vorausschicken.

Diejenigen Bildungen der Auvergne, welche mit Bestimmtheit als vulkanischen Ursprungs angesehen werden (was nicht mit

*) H. LECOQ, *Atlas géologique du Département du Puy de Dôme. Clermont, 1863.*

***) HUMBOLDT, *Kosmos. Bd. IV. p. 467.*

Sicherheit von den basaltischen und den durch den Basalt veränderten kalkigen Plateaus der Ebene der Limagne gilt, zumal sie einer andern Bildungsepoche angehören), erheben sich auf dem Rücken eines Granitplateaus, welches sich westlich von der Limagneebene in einer Länge von 20 Kilometern, in einer Höhe von 900 bis 1100 Metern über dem Meere, 500 Meter über der Limagne in nordsüdlicher Richtung ausdehnt.

(Auf der Chaussee von Clermont nach Pontgibaud giebt ein Meilenstein in der Nähe des Puy des Goules die Höhe der Strasse über dem Meere zu 997,74 Meter gemäss dem Nivellement général von 1833 an.)

Das Plateau fällt an seiner östlichen Seite steil ab und zeigt tiefe Thaleinschnitte, deren Wände bis zu 100 Meter über der Ebene von den untersten Gliedern der dortigen miocänen Süswasserformation bedeckt sind; nach Westen fällt die Hochebene sehr allmähig ab, indem zugleich der Granit in Gneis und Glimmerschiefer übergeht. Den östlichen Abfall begleitend, erhebt sich die Kette der erloschenen Vulkane, nördlich bei Manzat mit dem Gour de Tazana beginnend, und in mehreren parallelen Reihen das Plateau bis zur Breite von 2 Meilen bedeckend endet sie nach 5 Meilen Erstreckung mit dem Puy de Monteynard, dessen Lava bereits an den nordöstlichen Ausläufern des Mont-Dore-Gebirges entlang geflossen ist.

Mit Ausnahme einiger Vulkane, die ausserhalb der Hauptkette gelegen sind, folgt die Erhebungslinie dieser letzteren und ihrer parallelen Glieder einer nordsüdlichen Streichrichtung von 15 bis 20 Grad nach Osten, so dass man wohl behaupten darf, die vulkanische Erhebung sei in der Länge einer Gebirgsspalte erfolgt, deren Richtung gemäss der dem granitischen Plateau eigenthümlichen Zerklüftung schon vor dem Ausbruch vorhanden und in dieser begründet war. Und in der That finden wir in einigen andern Gebirgspartien desselben Gebiets hierfür einen Beleg; zunächst habe ich im Bereich der Vulkane selbst an ausgedehnten anstehenden Granitfelsen mit dem Kompass die Richtung der Hauptklüfte aufgenommen; so bei Fontanas am obern Ende des Thals von Royat und am Pedane, einem Berge oberhalb Volvic, und dann an mehreren Stellen des granitischen Gebiets, welches sich, von vulkanischer Erhebung fast intact, zwischen dem Puy de Charade und dem Puy Noir befindet. Immer

zeigte sich die Hauptspaltungsrichtung innerhalb der Grenzen des angegebenen Streichwinkels.

Das Bestehen dieser also gerichteten Zerklüftung des granitischen wie des angrenzenden Gneis-Gebietes wird auch durch andere Bildungen bewiesen, deren Entstehung um weniges jünger als die des Granits anzunehmen ist; ich meine die Ausfüllung der Gangklüfte, wie sie die Hornsteingänge bei Manzat und die Bleierzgänge von Barbecot und Rozier, Pranal in der Nähe von Pontgibaud darbieten, welche sämmtlich die angegebene Streichrichtung beobachten lassen.

Und man fühlt sich bewogen dieser Zerklüftung des Urgebirges auch die Entstehung jener mächtigen Spalte zuzuschreiben, welche, im Westen des Departements des Puy de Dôme in einer Länge von 32 Kilometer den Gneis und Granit durchsetzend, das Steinkohlenbecken von St. Eloy und Pontaurmur bildet und nach kurzer Unterbrechung ihre Fortsetzung im Kohlenbassin von Bourg-Lastic findet.

Mithin sind die Vulkane der Auvergne, in Folge ihrer Vertheilung längs derselben Eruptionsspalte, nach L. v. BUCH's Bezeichnung als Reihenvulkane zu betrachten und ist damit ein erster Beweis für die Gemeinschaftlichkeit ihres Ursprungs gewonnen. Die Reihe der Vulkane, deren Anzahl P. SCROPE auf 66 angiebt, wird durch den P. de Dôme, welcher sich vor allen durch seine Höhe von 1468 Meter über dem Meeresspiegel und 465 Meter über seiner Basis auszeichnet, in zwei fast gleiche Hälften getheilt, von denen eine der andern in Bezug auf die Grösse der einzelnen Kegel nicht nachsteht. Indess ist die Gruppe der nördlich gelegenen Vulkane dadurch ausgezeichnet, dass unter ihnen jene fünf Vulkane auftreten, deren Gestein L. v. BUCH mit dem Namen „Domit“ belegt hat*) und deren eigenthümliche theils kugelförmige, theils pyramidenförmige Gestalt sie sogleich von den andern, von L. v. BUCH als Schlacken- oder Auswurfskegel**) bezeichneten Vulkanen unterscheiden lässt. Diese Berge sind der Puy de Dôme, de l'Aumone, Cliersou, le grand Sarcoui, P. de Chopine. Dem Gesteine derselben nähert sich nach ROSE, wie oben angeführt, dasjenige des P. de Chaumont, des

*) L. v. BUCH, Geognost. Beobachtungen. Bd. II. S. 244.

**) Ihre Vergleichung mit denen des Vesuv und Aetna, siehe a. a. O. p. 272.

Nachbars des P. de Chopine, und das Gestein des P. de la Nugère, von welchem weiter unten.

Ausser jenen hat LECOQ in der südlichen Hälfte noch drei als aus Domit bestehende Vulkane nachgewiesen, nämlich den P. de Laschamp, de Pelat, de Montchar, welche auf der dem SCROPE'schen Werke beigegeführten Karte noch als Schlackenkegel angegeben sind. Es ist sehr bemerkenswerth, dass diese domitischen Kegel sich nahe bei einander befinden, so dass die Domitbildung gleichsam lokalisiert erscheint, und dass die meisten derselben, wie der Grand Sarcoui, Cliersou, P. de Chopine im Centrum je einer kleinen Gruppe von Vulkanen sich erheben und der Art an sie angehängt oder mit ihnen verbunden erscheinen, dass sich an der Gleichzeitigkeit ihrer Entstehung kaum zweifeln lässt.*)

Die domitischen Kegel sind auf den Raum ihrer Erhebung beschränkt und der Umfang ihres Gesteins grenzt sich mit ziemlicher Bestimmtheit auf ihrer Basis ab.

Nicht so die Auswurfskegel; jeder vulkanische Ausbruch derselben äusserte sich durch ein Auswerfen zahlreicher Massen von Schlacken, Lapilli, sogenannter vulkanischer Thränen oder Bomben, alles Theile der eruptiven flüssigen Masse, welche aus derselben durch die gewaltige Kraft der zu gleicher Zeit sich expandirenden Dämpfe emporgerissen und weithin geschleudert beim Niederfallen ein weites Feld bedeckten, in dessen Mitte sich der thätige Krater befand. Um diesen häuften sich vorzugsweise diejenigen zurückfallenden Stücke an, welche entweder der emporreissenden Kraft seitlich auswichen oder die in steil gerichteter Parabel aufwärts geschleudert wurden. Die Anhäufung derselben gab einem concentrisch kegelförmigen Kranze Entstehung, dessen äusserer wie der dem vulkanischen Ausbruchsorte zugewandte Abfall dem natürlichen Böschungswinkel aufgeschütteter lockerer Massen entsprach, welche letztere, da sie in ihrem halbweichen Zustande und poröser Beschaffenheit an einander fritteten, eine um so grössere Consistenz dem neu entstandenen Kegel verschafften.

Der innere Raum desselben hatte mithin die Gestalt eines umgekehrten Hohlkegels und bildete den Krater, welcher eine Verlängerung des unterirdischen vulkanischen Kanals war. Die

*) P. SCROPE, *Geology*. p. 45. L. v. BUCH a. a. O. S. 250.

schönsten Beispiele von der Form und Erhaltung desselben geben der Puy de Pariou, de Montjughat, de Vichatel. Innerhalb nun des neu gebildeten Schlackenkegels stieg die feuerflüssige mineralische Masse empor und sobald das Gewicht dieser Schmelzsäule den Punkt der geringsten Cohäsion in dem umgebenden Schlackenring überschritt, so durchbrach sie diesen. Da nun die geringste Festigkeit auf dem Contact zwischen dem frisch entstandenen Kegel und der ganz heterogenen Oberfläche des Granits vorzusetzen ist, so sehen wir auch, dass meistens am Fusse des Kegels die Lava ausgetreten ist, wenn sie nicht etwa durch ihre Last, oder mit Hülfe der gleichzeitigen Erschütterungen der Eruption einen Bruch im Schlackenkegel selbst herbeiführte und mit Zerstörung eines Theils desselben ihren Ausweg ins Freie nahm. Dergleichen ausgezeichnete Beispiele liefern die Kegel des Puy de las Solas, de la Vache, de Charmont.

Der Strom der Lava folgt den Niveauverschiedenheiten des Bodens, über den sie sich verbreitet und indem die erstarrende Oberfläche die innere flüssige und stets nachfliessende Masse vor Abkühlung schützt, ist die Lava fähig, ihren Strom bis auf weite Entfernung vom Ort des Ausbruchs hinwegzuwälzen. Die Steinbrüche in den Laven des Puy de Gravenoire bei Royat und die Brüche von Volvic geben ein deutliches Bild von der Zusammensetzung des geflossenen Stroms; unter einer mächtigen Lage von Puzzolanen und Asche folgt eine Schicht, welche aus Gerölle und einem erdigen, anscheinend zersetzten Conglomerat der fortgeführten Puzzolanen besteht; dieses sind Produkte, welche nach dem Austritt der Lava aus dem Material der ausgeworfenen Massen gebildet wurden. Unter ihnen folgt die eigentliche Oberfläche des Lavastroms, bestehend in einem Lager poröser, vorwiegend roth gefärbter Schlacken, zwischen welchen sich schon steinige Streifen zeigen. Unter demselben steht bis zu 20 Meter mächtig die steinige Lava an, pyramidale und sphäroidische Absonderung zeigend, eine Folge der Erstarrung und der damit verbundenen Zusammenziehung.

Das Ende des Lavastromes giebt sich meistens durch eine Aufthürmung zu erkennen, welche dadurch entsteht, dass die ins Stocken gerathenden Massen, welche von der erstarrten Kruste wie von einem zähen Sack eingeschlossen sind, unter derselben hervorbrechen, aber an die Luft getreten selber sehr bald erstarren. Indem so stets neue Schichten die äussere Kruste vermeh-

ren, macht die Dicke derselben dem Fortgange der noch flüssigen Massen ein Ende und diese letzteren stauen sich innerhalb auf. Derartig gebildete bis 30 Meter hohe Felsen zeigen die Lavaströme des Puy de Gravenoire zwischen Beaumont und Aubières südlich von Clermont, und beim Dorfe Royat.

Wie das Verhalten der Lavaströme gegen die von ihnen zum Theil bedeckten miocänen Süßwasserschichten der Limagne zeigt, gehört die Erhebung der Vulkane der Auvergne einer längeren Periode jüngerer Zeit an; ob in dieser die jedesmaligen Ausbrüche der einzelnen Vulkane besonderen Zeitpunkten angehören*) oder ob für die Erhebung der Schlackenkegel zwei gemeinsame Ausbruchsperioden zu unterscheiden sein, darüber ist nichts Sicheres zu bestimmen.

Einige der Vulkane haben mehrere Ausbrüche gehabt, wie zunächst die Reste alter Kratere beweisen, welche durch den erneuerten Ausbruch zerstört wurden, und wie es die Aufeinanderlagerung verschiedener, zum selben Krater gehöriger Lavaströme zeigt; in wenigen Fällen aber nur wird es möglich, das relative Alter der Ausbrüche verschiedener Vulkane zu bestimmen; so z. B. findet sich der Strom des Puy de Louchadière kurz vor seinem Ende überlagert von dem nordwestlichen Arm des Stroms des Puy de Come; im Thal von Royat sieht man die Lava des P. de Colière,**) eines kleinen Vulkans nahe dem P. de Dôme, bedeckt von einem der Lavaströme des Puy de Gravenoire.

LECOQ bezeichnet auf seiner geognostischen Karte die Schlackenkegel mit dem Namen der Volcans modernes zum Unterschiede von den Eingangs erwähnten älteren basaltischen Pla-

*) P. SCROPE, *Geology* p. 44.

***) Der Name dieses Vulkans findet sich zuerst auf der Karte von P. SCROPE und dem Ausbruch dieses Vulkans schreibt dieser Verfasser den besagten Lavastrom im That von Royat zu; auf der älteren Karte von DESMARETS, auf welcher alle Lavaströme genau verzeichnet sind, wird der Anfang dieses Lavastromes in die Einsenkung zwischen dem Nid de la Poule und dem petit P. de Dôme versetzt. Auf der neuesten Karte von LECOQ findet sich zwar die Erhebung des P. de Colière markirt, aber der Name selbst nicht und der Lavastrom entwickelt sich aus einem ungenau begrenzten, mit Auswürflingen bedeckten Felde, welches die Basis des Puy de Dôme und seiner Nachbarn umgiebt. Jedoch verdienen die Angaben von P. SCROPE das meiste Vertrauen und der Augenschein selber zeigt sehr wohl die Anwesenheit des P. de Colière und seines Lavatroms.

teaus der Ebene, welche auch P. SCROPE „Rocks from earlier eruptions“ nennt. LECOQ erklärt sich ferner für das Vorhandensein zweier Hauptausbruchsperioden der Schlackenkegel und unterscheidet deshalb auf seiner Karte bezüglich „Lave supérieure“ und „Lave inférieure“; er macht ferner in einer Monographie über den Puy de Pariou (Clermont, 1846) und in Anmerkungen zu der französischen Uebersetzung der BUCH'schen Briefe durch Mad. KLEINSCHRODT auf die petrographischen Unterschiede zwischen älterer und jüngerer Lava aufmerksam, die er als überall sich bewährend angiebt. Er nennt erstere die pyroxenische oder dunkle, letztere die labradoritische und weisse Lava. Diese Unterscheidung ist aber vorweg keine charakteristische, weil Labrador und Augit in einer Reihe von Gesteinen die Hauptbestandtheile bilden, so dass das eine Mineral immer auf die Anwesenheit des andern schliessen lässt, ohne dass man dem Gestein einen besonders labradoritischen oder pyroxenischen Charakter vindiciren möchte.

Die ältere oder pyroxenische Lava charakterisirt sich nach LECOQ durch die krystallinische Grundmasse mit vielen Augit- und Olivinkrystallen, durch feine Feldspathlamellen, die in der Sonne glänzen, durch die Abwesenheit von Eisenglanz, geringe Porosität, den splittrigen spröden Bruch. Als solche Laven zeigen sich die Lava des Puy de Louchadière, des Gravenoire, des Collière und trotzdem sind die Ströme der beiden letzteren Vulkane auf LECOQ's geognostischer Karte als lave supérieure angegeben, so dass er selbst den angegebenen Unterschied nicht aufrecht zu erhalten scheint. Die jüngere Lava nämlich unterscheidet sich durch die grössere Porosität der Grundmasse, in welcher wenig Augitkrystalle, mehr Feldspathkrystalle, welche LECOQ für Labrador hält, ausgeschieden sind, durch die reichliche Anwesenheit von Eisenglanz, durch den ebenen Bruch, welcher diese Laven zu Werksteinen höchst geeignet macht. Derartige Laven sind die meist bekannte Lava von Volvic (Strom des P. de la Nugère), die Lava des Puy de Pariou, des P. de Come.

Die wichtigste Frage also in Bezug auf die Zusammensetzung dieser Laven ist diejenige, welcher Feldspath in ihnen enthalten sei, ob Labrador oder Oligoklas und ob allen Laven derselbe Feldspath gemeinsam sei, und ob die verschiedenen Laven in Folge dessen vermöge ihrer Silikationsstufe sich nahe stehen.

Die äussere Betrachtung der Laven lehrt über die Unter-

schiede der Feldspäthe gar nichts, da in keiner der Laven die Feldspathkrystalle so gross werden, um mehr als ihre Streifung auf der Fläche *P* zu unterscheiden und die Frage wird um so schwieriger zu beantworten sein, als auch aus der chemischen Analyse nichts Sicheres erhellt, da die Augite, die mit den Feldspäthen auftreten, thonerdehaltig sind.

Als ein weiteres Hülfsmittel für die richtige Beurtheilung dieser Laven bietet sich einmal die mikroskopische Betrachtung derselben dar, und dann die Vergleichung derselben mit Gesteinen, die mit ihnen in unmittelbarem geognostischen Zusammenhang stehen.

Es schien deshalb nöthig, auch den Domit in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, weil derselbe, wie weiter unten zu sehn, als Ausgangspunkt für die Bildung der Lava von Volvic zu betrachten ist und weil das krystallinische Gefüge desselben eher eine Kenntniss seiner petrographischen Bestandtheile zulässt. Da aber, wie Eingangs erwähnt ist, der Domit als ein durchaus trachytisches Gestein angesehen wird, so wirft sich sogleich die Frage über das Verhältniss desselben zu den Trachyten des Mont-Dore auf, um so mehr als einige Trachyte wie z. B. der von Voissières äusserlich dem Domit sehr ähnlich sehen. Voissières ist ein kleines Dorf oberhalb des Dorfes Chambon am Bache Couze. Die beiden Orte sind in einem weiten Thal gelegen, welches die Fortsetzung der östlich vom Pic de Sancy, dem Centrum des Mont-Dore, ausgehenden Vallée de Chaudefour bildet und welches unterhalb des Lac de Chambon durch die Erhebung des P. de Tartaret sich schliesst. Das Niveau des Chambon-Sees ist 880 Meter über dem Meere gelegen und das Thal steigt nach Voissières zu bis 892 Meter über dem Meere, hier aber treten die nördlichen und südlichen Felsen des Thals plötzlich zusammen, so dass sich in steilem Abfall die Berge über Voissières bis zu 1000 Meter erheben. Von diesem Punkte bis zu den Centralerhebungen des Mont-Dore beginnt die Vallée de Chaudefour, deren Thalsole an ihrem Entstehungspunkt 1125 Meter über dem Meere liegt; die Wände dieses gleichfalls weiten und flachen Thals erheben sich sehr allmähig nördlich bei Moneau zu 1214 Meter, südlich bei Montmie zu 1159 Meter über dem Meere. Das Gestein derselben ist ein röthlicher porphyrtartiger Trachyt mit grossen Sanidinkrystallen, während die Sohle des Thals von Granit gebildet wird, welcher sich in den Thalwänden

nördlich und südlich von Voisières fortsetzt, und zwar in der Höhe von 1000 bis 1094 Meter über dem Meere. Dies sind aber die mittleren Höhenwerthe, welche der Granit überall in der Umgebung des Mont-Dore erreicht. Der Granit erscheint in der Nähe von Voisières und Chambon an den Thalwänden wie ein Saum, in dessen Rücken die trachytischen Gebilde hervorbrechen; südlich von Voisières aber durchbricht der Trachyt den Granit und erfüllt eine mächtige Gebirgsspalte von der Thalsohle an bis zur Höhe des Plateaus, wo leider die Vegetation diese Spalte weiter zu verfolgen nicht erlaubt. In diesem Trachyt schien früher ein Steinbruch betrieben zu sein, da eine Felswand von ziemlicher Ausdehnung blosgelegt war. Der Trachyt fällt durch seine weisse Farbe auf und da die eingeschlossenen Sanidinkrystalle nicht grösser sind als die im Domit ausgeschiedenen, so ist die äussere Aehnlichkeit höchst auffallend. Dieser Trachyt ist es, dessen Zusammensetzung später erläutert werden soll.

Es sind daher folgende Laven der chemischen Analyse unterworfen und für die mikroskopische Betrachtung vorgerichtet worden. *)

- 1) Die Lava des Puy de Colière.
- 2) Die Lava des Puy de Come.
- 3) Die Lava von Volvic.

Ausserdem, wie oben angeführt:

- 4) Der Domit des Puy de Dôme.
- 5) Der Trachyt von Voisières.

Bei der Analyse obiger Gesteine ist keine im Wesentlichen neue Methode angewendet worden; jedoch halte ich es für zweckdienlich anzugeben, wie die Bestimmung einiger Bestandtheile erzielt worden ist; namentlich die Bestimmung der Phosphorsäure neben Thonerde und Eisenoxyd, die Bestimmung der Alkalien, die Bestimmung von Eisenoxydul und Eisenoxyd im Silikat neben dem ausgeschiedenen Eisenglanz oder Magneteisen, endlich die Bestimmung von Chlor.

Nachdem die Kieselsäure durch Schmelzung mit kohlensau-

*) Die Analysen sind theils im Laboratorium der Königl. Berg-Akademie, theils im Laboratorium des chemischen Instituts des Herrn Dr. ZIUREK in Berlin ausgeführt worden. — Die dünnen Plättchen hat der Optikus KRIEG in Berlin geschliffen.

rem Kalinatron und Eindampfen mit Chlorwasserstoffsäure abgetrennt war, wurden aus der neutralisirten salzsauren Lösung durch Kochen mit essigsauerm Natron Eisen, Thonerde nebst den phosphorsauren Verbindungen dieser ausgefällt. Der ausgewaschene, geglühte und gewogene Niederschlag wurde in einem calibrirten Kölbchen mit schwach verdünnter Schwefelsäure (8 Theile concentrirte Schwefelsäure auf 3 Theile Wasser) bis zur vollständigen Lösung digerirt, diese Lösung zu 200 CC. aufgefüllt, in der einen Hälfte das Eisenoxyd mit Zink reducirt und mit übermangansaurem Kali titirt, in der andern Hälfte durch Ammoniak der frühere Niederschlag erzeugt. Dieser auf dem Filter ausgewaschen ward in Salpetersäure gelöst und aus der salpetersauren Lösung sodann die Phosphorsäure durch molybdänsaures Ammoniak gefällt. Aus dem in Ammoniak gelösten Niederschlag schlug Magnesiamixtur die Phosphorsäure nieder. Die einzelnen Quantitäten von Thonerde, Eisenoxyd und Phosphorsäure bestimmten sich dann durch einfache Rechnung.

Zur Bestimmung der Alkalien wurde circa 1 Gramm der gepulverten Substanz mit dem sechsfachen Gemenge von $\frac{2}{3}$ kohlen-saurem Baryt und $\frac{1}{3}$ Aetz-baryt über dem Gebläse zusammengesintert und aus dieser in Salzsäure gelösten Masse die Kieselsäure durch Eindampfen abgetrennt. Aus der salzsauren Lösung fällte ich alle Basen durch Barythydrat aus, in dem Filtrat die Baryterde durch kohlen-saures Ammoniak und dampfte das Filtrat ein. Die Ausfällung des Baryts wurde wiederholt, das Filtrat wieder bis zur Verflüchtigung der Ammoniak-salze abgedampft. Die zurückgebliebenen Chloralkalien wurden gewogen und durch Platinchlorid getrennt.

Um die Menge des vorhandenen Eisenoxyduls zu bestimmen wurden zwei Methoden befolgt. Bei der ersten geschah die Zersetzung des Silikats durch ein Gemenge von Schwefelsäure und Fluorwasserstoffsäure im Platintiegel, worauf das Eisenoxydul in der verdünnten Lösung durch übermangansaures Kali titirt wurde. Die andern Bestimmungen wurden mit geringen Modifikationen nach der von ALEX. MITSCHERLICH angegebenen Methode*) ausgeführt. Zu der gepulverten, gewogenen, in 12 Zoll lange unten geschlossene Röhre von starkem Glase gebracht

*) ERDMANN, Journ. für prakt. Chem. Bd. 81. S. 108. FRESENIUS, Zeitschr. Jahrg. 1862, S. 54.

Substanz wurden 5 bis 6 pCt. einer zum Drittel verdünnten Schwefelsäure hinzugefügt, die Röhre schnell über dem Gebläse geschlossen und nebst einem Thermometer in einem Drahtgeflechte befestigt; beide wurde darauf in ein mit gewöhnlichem Rüböl gefülltes Glas getaucht, so dass das Drahtgeflecht auf den Rändern des Glases auflag und die Röhre wie das Thermometer 6 bis 7 Zoll in das Oel hineinragten. Dieser Apparat wurde auf einem Sandbade allmählig bis auf 180 bis 190 Grad C. erwärmt. Schon bei 150 bis 160 Grad begannen heftig Blasen aufzusteigen, und die Zersetzung vollzog sich, indem die Masse sich entfärbte. Bei 190 Grad Temperatur wurde die Operation während einer Stunde fortgeführt, bis die Kieselsäure rein weiss erschien. Darauf ging man langsam mit der Temperatur zurück, nahm die Röhre heraus, kühlte sie vollständig ab, brach sodann die Spitze der Röhre ab, schüttete die ganze Masse in ein Becherglas und titrirte die Lösung sofort mit Chamaeleon. Die auf diese Weise abgeschiedene Kieselsäure näherte sich z. B. in der Lava von Volvic dem wirklichen, durch Schmelzung der Substanz nachgewiesenen Kieselsäuregehalte bis auf 5 pCt.; der Ueberschuss ergab sich als eine Verunreinigung der Kieselsäure durch Thonerde mit einer geringen Spur von Eisen; demnach war es unzweifelhaft, dass das Eisenoxydul fast vollständig in Lösung übergegangen war.

Die Menge des ausgeschiedenen Magneteisens, resp. Eisenglanzes bestimmte ich, indem ich eine gewogene Menge (über 2 Gr.) in einer Schale in wenig Wasser suspendirte und die Eisentheilchen durch fortgesetztes Rühren mit dem Magnet auszog. Die jedesmal anhaftenden Theilchen wurden zur Reinigung von mitgerissenem Schlamm des Pulvers in ein anderes Schälchen mit Wasser gespritzt, wo sie sich klar absetzten. Wieder wurden sie mit dem Magnet aufgenommen und in ein 200 CC. fassendes Kölbchen gespritzt, in welchem sie durch verdünnte Schwefelsäure gelöst wurden; das Kölbchen war mit einem Kork verschlossen, durch welchen eine zur Spitze ausgezogene Röhre führte. Aus der einen Hälfte der zu 200 CC. aufgefüllten Lösung wurde das Eisenoxydul sogleich titrirt; in der andern Hälfte das Eisen mit Zink reducirt und die Lösung dann titrirt; der sich jetzt ergebende Ueberschuss an Eisenoxydul war also vorher als Eisenoxyd vorhanden gewesen und es zeigte sich mit-

hin die Zusammensetzung des Magneteisens aus Eisenoxyd und Oxydul.

Es ergab sich hierbei, dass sowohl in der Lava von Colière wie in derjenigen vom Come der Sauerstoff des vorhandenen Eisenoxyduls sich zu dem des Eisenoxyds verhielt wie 4:3, dass also demgemäss das enthaltene Magneteisen einer Formel Fe_6O_7 entsprach; man ist zu dieser Formel gezwungen, weil unmöglich nach dem oben angegebenen Verfahren ein fälschlicher Ueberschuss von Eisenoxydul gefunden werden konnte. Nach Analogie jener beiden Laven wurde auch das Magneteisen in der Analyse der Volviclava berechnet, weil nach der gewöhnlichen Formel des Magneteisens Fe_3O_4 kein Eisenoxyd für den Eisenglanz dieser Lava übrigblieb, der sich doch zahlreich unter dem Mikroskop zeigt. — Bedenkt man, dass in den Frischschlacken sich Verbindungen von $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ in wechselnden Verhältnissen ausscheiden, dass der Hammerschlag des geglühten Eisens nach BERTHIER der Formel Fe_6O_7 entspricht, desgleichen, wie GLASSON gefunden, auch der geglühte Spatheisenstein, so kann die Zusammensetzung des vorliegenden Magneteisens, da es in Massen eingeschlossen ist, die in feurigem Fluss gewesen sind, nichts Befremdendes haben. Denn die Zusammensetzung des Magneteisens, wie sie BERZELIUS nachwies, von 1 Aeq. FeO auf 1 Aeq. Fe_2O_3 , und welche von Wichtigkeit ist, weil die krystallinische Form derselben isomorph ist mit der gleichwerthigen Verbindung von $\text{Mg} + \text{Äl}$ im Spinell, ist aufgefunden worden an Krystallen, die in krystallinischen Schiefen eingeschlossen sind, wie also die Octaeder von Taberg und Arendal in Schweden, im Chloritschiefer in Tyrol, die Granatoeder von Kupferberg in Schlesien. Gleichwohl gestehe ich zu, dass dies Ergebniss gegenwärtiger Analysen der Bestätigung durch die Analysen anderer Laven bedarf.

Für die Chlorbestimmung wurde, wenn sich ein bedeutender Gehalt desselben bei der qualitativen Untersuchung zeigte, eine gewogene Menge mit Salpetersäure digerirt, aus der filtrirten Lösung durch Silbersalz Chlorsilber gefällt und danach der Chlorgehalt bestimmt.

Die Bestimmung des specifischen Gewichts habe ich stets mit dem feingeriebenen und ausgekochten Pulver in einem gläsernen Eimerchen an der Waage vorgenommen.

Die untersuchten Gesteine gaben folgende Resultate.

1. Lava des Puy de Colière.

In einer grauen, höchst feinkörnigen, krystallinischen Grundmasse, die sehr wenige rundliche oder elliptische Poren zeigt, sind zahlreiche, bis 1 Linie grosse Individuen von schwärzlichem Augit, gelbliche durchsichtige Körner von Olivin und feine, durch die Lupe sichtbare Körnchen von Magneteisen ausgeschieden; dieselben zeigen sich sehr deutlich auf der glattgeschliffenen Fläche im reflectirten Licht. Die Wände der Poren sind mit krystallinischen Lamellen und glänzenden Splintern von Magneteisen ausgekleidet. Der Bruch ist splittrig, das Gestein besitzt grosse Festigkeit und giebt beim Anschlagen hellen Klang.

Das untersuchte Stück stammt von einem anstehenden Fel- sen des Lavastromes oberhalb des Dorfes Royat in dem gleich- namigen Thale. Vor dem Löthrohr sind kleine Splinter an den Rändern schmelzbar und geben dann ein schwarzes Glas. In starker Schwefelsäure in der geschlossenen Glasröhre fast voll- ständig zersetzbar. Spec. Gew. = 2,98.

Das Gestein besteht in 100 Theilen aus:

		Sauerstoff	
Si O ₂	50,31	26,83	
Al	22,95	10,69	} 11,21
Fe ₆ O ₇	4,87	0,52 (Fe)	
		0,69 (Fe)	} 7,01
Fe	1,73	0,38	
Mn	0,93	0,21	
Ca	8,19 (7,41)	2,34 (2,11)	
Mg	5,29	2,11	} (6,09)
Na	4,30	1,11	
K	1,00	0,17	
PO ₅	0,58		
Cl	0,18		
HO	0,12		
	<u>100,45</u>		

O von R : $\ddot{R}$: $\ddot{Si}$ = 7,01 : 11,21 : 26,83.

Sauerstoffquotient: $\frac{18,22}{26,83} = 0,671$.

Die 4,87 pCt. Magneteisen bestehen aus

3,13 pCt. $\dot{Fe}$ + 1,74 $\ddot{Fe}$.

Die ausserdem angegebenen Procente von Fe sind im Silikate enthalten; diese Bezeichnungsweise ist in allen Analysen beobachtet worden.

Da sich unter dem Mikroskop Nadeln von Apatit zeigen, so kann man den für die gefundene Phosphorsäure und das Chlor nöthigen Kalk nach der Formel des Apatits berechnen und in Abzug bringen; es bleiben für das Silikat 7,41 pCt. Kalkerde mit dem Sauerstoffgehalt = 2,11 (wie oben in Klammern bemerkt ist). Es zeigt sich dann, dass im Silikat gleiche Aequivalente von Kalk und Magnesia vorhanden sind.

Bringt man ferner das Magneteisen in Abrechnung, so bleibt für das Silikat ein Verhältniss der Sauerstoffmengen

$$\begin{aligned} \text{R} : \ddot{\text{R}} : \ddot{\text{Si}} &= 6,09 : 10,69 : 26,83, \\ &= 1,7 : 3 : 7,5, \\ \text{annähernd} &= 7 : 12 : 30 \end{aligned}$$

entsprechend einer Formel $7 \ddot{\text{R}} \ddot{\text{Si}} + 2 \ddot{\text{Al}}_2 \ddot{\text{Si}}_4$, einem $1\frac{1}{2}$ Silikat nahestehend, dessen Sauerstoffquotient $= \frac{16,78}{26,83} = 0,625$ ist.

Die Zusammensetzung dieses Gesteins und der Sauerstoffquotient verweisen dasselbe in die Klasse der Dolerite.*) Das Zusammenvorkommen mit Augit und Olivin lässt den vorhandenen Feldspath als Labrador betrachten; denn wollte man annehmen, dass der enthaltene Feldspath ein Oligoklas sei, so müsste der Kieselsäuregehalt desselben durch ein Vorwiegen von Augit und Olivin herabgezogen sein, welcher Superiorität aber durch den grossen Thonerdegehalt und die dagegen zurücktretenden Mengen von Kalk und Magnesia widersprochen wird.

Der Gehalt an Thonerde sowie an Alkalien giebt vielmehr zu erkennen, dass der Labrador vorwiegend ist, welches Ergebniss auch unter dem Mikroskop seine Bestätigung findet. Es zeigt sich hier, dass das Gestein vorwiegend aus langen, oblongen Labradorkrystallen zusammengesetzt ist, welche unregelmässig oder in strahligen Partien um einen Punkt gelagert sind; öfter sind sie nicht scharf abgegrenzt, sondern ihre Ränder sind in der Grundmasse verhüllt. Ausserdem zeigen sich viele undurchsichtige Blättchen von Magneteisen, deren Begrenzung bald rechte Winkel bildet, bald sich einem symmetrischen Sechseck nähert;

*) J. Roth, Gesteinsanalysen S. 41 u. ff.

im ersten Fall würde die Schnittfläche einer Axenebene des Octaeders, im zweiten parallel der Octaederfläche anzunehmen sein, natürlich in der Voraussetzung, dass auch das Magnet-eisen von der Formel Fe_6O_7 die Gestalt des regulären Octaeders besitzt. Ferner sieht man grünlichgelbe Krystalle von Augit, die stets nur an einem Ende eine deutliche Begrenzung zeigen; sie erscheinen meistens als Krystalle, welche parallel dem Hauptblättdurchgang des Augits ($a : b : \infty c$) durchschnitten sind, so dass der von den Flächen o des augitischen Paares gebildete Winkel bedeutend stumpfer als 120 Grad erscheint. Der Olivin giebt sich deutlich in gelblichen runden Körnern, der Apatit in länglichen, gleichförmig ausgedehnten, durchsichtigen Nadeln zu erkennen.

2. Lava des Puy de Come.

Die Lava dieses bedeutenden Vulkans von 1255 Meter Höhe über dem Meere hat sich in der Nähe desselben in zwei Arme getheilt, deren südwestlicher bei Massayes, deren nordwestlicher bei Pontgibaud endigt. Von diesem Punkte ist das analysirte Handstück entnommen und zwar aus einem Steinbruch, der zur Gewinnung von Werksteinen für die Oefen der dortigen Bleihütte betrieben wurde.

Die Lava zeigt eine graue, mikrokrystallinische Grundmasse, die von unzähligen, unregelmässig gestalteten Poren durchsetzt ist; die grösseren Poren erscheinen nach ein und derselben Richtung in die Länge gezogen. In der Grundmasse sind undeutliche Krystalle von Feldspath und wenige kleine Individuen von Augit ausgeschieden, Olivin ist nicht wahrzunehmen, unter der Lupe wird Magneteisen erkennbar. Die Wände der Poren sind deutlich krystallinisch und mit weisslichen Lamellen eines gestreiften Feldspaths besetzt, deren Krystallform näher nicht festzustellen ist; leider sind sie auch nicht gross genug, um sie ablösen und für sich analysiren zu können. Ausser jenen finden sich in den Poren viele Schüppchen von Eisenglanz und Glimmer. Das Gestein besitzt einen ebenen zähen Bruch, daneben grosse Festigkeit. Vor dem Löthrohr in feinsten Splittern schmelzbar. Spec. Gew. = 2,89.

In 100 Theilen zusammengesetzt aus:

		Sauerstoff.	
SiO ₂	53,81	28,69	
Al	19,29	8,98	} 9,42
Fe	1,46	0,44	
Fe ₆ O ₇	5,85		
Fe	2,11	0,47	} 4,99
Mn	1,80	0,42	
Ca	5,38	1,31 (zu 4,58 Ca)	
Mg	3,24	1,29	
Na	4,55	1,17	
K	1,95	0,33	
PO ₅	0,68		
Cl	Spur		
	<u>100,12</u>		

Das Magneteisen besteht aus 3,97 Fe + 1,88 Fe.

Das Gestein enthält durchaus kein Wasser.

Bringt man das Magneteisen in Abzug und ebenso den für die vorhandene Menge von Phosphorsäure nöthigen Kalk (nach der Formel Ca₃PO₅), so zeigen sich im Silikate wieder gleiche Aequivalente von Kalk und Magnesia. Die Alkalien sind reichlicher vorhanden als in der ersteren Lava. Es verhält sich im Silikat O von R : R : Si = 4,99 : 9,42 : 28,69

$$= 1,6 : 3 : 9$$

$$= 3 : 6 : 18.$$

$$\text{Sauerstoffquotient} = \frac{14,41}{28,69} = 0,502.$$

Dies Verhältniss entspricht einem Bisilikat und einer Formel 3R Si + 2Al Si₃.

Nachdem das Pulver der Lava während sechs Stunden mit Chlorwasserstoffsäure digerirt war, wurde der lösliche Theil wie der unlösliche Rückstand untersucht; mit der obigen Zusammensetzung in Uebereinstimmung gebracht, ergab sich die Zersetzung in 100 Theilen:

Löslicher Theil.	Unlöslicher Rückstand.
Si O ₂ 11,83	41,98
Al 6,42	12,87
Fe —	1,46
Fe ₆ O ₇ 5,85	—
Fe —	2,11
Mn 1,80	—
Ca 0,91	4,47
Mg 1,49	1,75
Na } 1,24	5,24
K }	
PO ₅ 0,68	—
30,22	69,88
	30,22
	100,10

Da sich aber aus diesen partiellen Untersuchungen kein Schluss auf die mineralogischen Bestandtheile der Lava ziehen lässt als der, dass alles Magneteisen und der phosphorsaure Kalk in Lösung übergegangen sind und im Weitern ein theilweiser Angriff des Silikats stattgefunden hat, so ist auf die Zerlegung dieser Gesteine durch Säuren kein Gewicht zu legen. — Unter dem Mikroskop zeigt diese Lava grosse Feldspathkrystalle von oblonger Gestalt, selten mit den schiefen Endflächen versehen; sie sind in vorwiegender Menge vorhanden und annähernd parallel von einer feinkörnigen Grundmasse eingeschlossen, die sich erst bei 300maliger Vergrößerung als aus kleinsten Krystallen von grünlichem Augit, seltner Apatit und Magneteisenkörnern zusammengesetzt erweist. Letzteres so wie der Olivin kommen auch in grösseren Individuen vor.

Die Lava des Puy de Come zeigt also eine von derjenigen des P. de Colière wenig verschiedene Zusammensetzung; sie ist reicher an Kieselsäure, an Alkalien, an ausgeschiedenem Magneteisen, ärmer an Kalk, Magnesia und Thonerde, welche letztere zum Theil durch Eisenoxyd ergänzt wird. Diese Veränderungen finden ihre Erklärungen darin, dass in der Grundmasse Augit bedeutend gegen den Feldspath zurücktritt, welcher auch in dieser Lava als Labrador zu betrachten ist aus denselben Gründen, welche für die Zusammensetzung der Lava des Colière angegeben wurden.

Diesen hier angeführten Laven schliesst sich diejenige vom Puy de Gravenoire an, welche eine schwärzliche, spröde Grundmasse besitzt, in welcher Augitkrystalle und Olivinkörner eingeschlossen sind; sie enthält 50,57 pCt. Kieselsäure bei einem specifischen Gewicht von 2,96. Ihre Masse sieht unter dem Mikroskop der Lava des Come höchst ähnlich. Wir sehen mithin aus den Resultaten der chemischen Analyse und der mikroskopischen Betrachtung, wie wenig begründet die Unterscheidung LECOQ's der Laven in pyroxenische und labradoritische ist, da sowohl in der spröden Lava des Colière wie in der porösen Lava des Come der Labrador der vorherrschende Gemengtheil ist. Die geringere oder grössere Sprödigkeit der Laven, in Verbindung mit der porösen Struktur, ist der einzige äusserliche Unterschied. Die Differenz von 3 pCt. Kieselsäure, wie sie die obigen Analysen ergeben, ist aber zu gering, um darauf eine petrographische Unterscheidung der Laven zu basiren.

In Bezug auf ihre physikalischen Eigenschaften können die Laven als Gesteine, welche im feurig-flüssigen Zustande sich befanden, sehr wohl mit den Schlacken der Hohöfen verglichen werden. Aus dem Verhalten letzterer aber ist bekannt, dass der Grad der Sprödigkeit eine Folge der schnelleren oder langsameren Erstarrung ist; da aber die höher silicirten Massen heisser einschmelzen und zähflüssiger sind als die basischeren, folglich die ersteren auch langsamer erstarren, so müsste der angegebene Unterschied im Kieselsäuregehalt doch hinreichend gewesen sein, um eine Verschiedenheit im Bruche herbeizuführen. Auch die grössere Porosität ist durch die Zähflüssigkeit bedingt, indem die Gase aus der viscösen dahinfließenden Masse weder schnell genug entweichen, noch in dem sie einschliessenden Gestein die rundliche Form ausbilden konnten. Es ist aber nicht zu leugnen, dass geringe chemische Unterschiede, welche von lokalen Ursache herrühren, unterstützt von physikalischen Einwirkungen, wie der Einschmelzung bei geringerem oder grösserem Druck, der schnelleren oder langsameren Erstarrung oder andern molecularen Actionen, welche die Ausscheidung und Gruppierung von Krystallen bewirken, grosse Verschiedenheiten in der mineralogischen Zusammensetzung und den äussern Eigenschaften der Laven herbeiführen konnten; so dass jede derselben im gegenwärtigen steinigen Zustande einen besonderen, ihr eigenthümlichen Charakter aufweist.

Die Annäherung der Laven aber in ihrer chemischen Zusammensetzung führt uns, in Verbindung mit der früheren Bemerkung über die gemeinsame Erhebungslinie der Puys, dazu, dieselben als Produkte derselben vulkanischen Thätigkeit zu bezeichnen, welche die mineralischen Massen bald hier, bald dort in nicht näher zu bestimmenden Zeitpunkten emportrieb.

3. Die Lava von Volvic.*)

Dieselbe besteht in einer höchst porösen, röthlichgrauen bis bläulichen, fast homogenen Grundmasse, die an manchen Stellen ganz und gar von Eisenglanz erfüllt ist; derselbe hat sich in Drusenräumen und Spalten in fächerförmigen grossblättrigen Lagen abgesetzt. Höchst selten finden sich in der Lava Feldspath- oder Hornblendekrystalle.

Die unzähligen Poren werden verschwindend klein nach der Tiefe der anstehenden Lava zu und erscheinen in höchst unregelmässiger, gleichgerichtet langgezogener Form; die Wände derselben sind verglast, undeutlich krystallinisch und in dünnen Kanten durchscheinend. In grösseren Drusenräumen kann man sehr schön die geflossenen, stalaktitenartig erstarrten Formen der Lava beobachten. In den Poren zeigen sich nur deutliche Blättchen von braunem Glimmer und Eisenglanz.

Der Bruch des Gesteins ist höchst eben und feinkörnig, weshalb dasselbe einen ausgezeichneten Ruf als Baumaterial besitzt. Suspendirt man das hellröthliche Pulver der Lava in Wasser, so nimmt das Wasser eine schöne rosa Farbe an, während ein dunkleres graublaues Pulver zu Boden fällt. Schlämmt man das suspendirte röthliche Pulver ab und dampft es ein, so zeigt es sich als ein Silikat, welches in Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure schwer angreifbar ist, aber durch seinen Gehalt an Mangan sich auszeichnet. In starker Schwefelsäure wird das Pulver der Lava in geschlossener Glasröhre fast vollkommen zersetzt; vor dem Löthrohr nur an den Kanten schmelzbar. Spec. Gew. = 2,73.

*) Das analysirte Stück ist der WEISS'schen Sammlung im mineralogischen Museum zu Berlin entnommen, da meine dorther mitgebrachten Handstücke zu sehr mit Eisenglanz imprägnirt waren. Das von WEISS gesammelte Handstück stammte ebenfalls aus den Brüchen in der Nähe des Puy de la Nugère.

In 100 Theilen zusammengesetzt aus :

		Sauerstoff.	
Si O ₂	62,04	33,08	
Äl	20,13	9,38	} 10,15
Fe	1,84 (Eisenglanz)	0,56	
Fe ₆ O ₇	2,02	0,21 (Fe)	} 10,15
		0,29 (Fe ₄)	
Fe	1,05	0,23	} 3,85
Mn	0,37	0,08	
Ca	4,17	1,19	} (3,56)
Mg	0,52	0,20	
Na	5,47	1,41	
K	2,69	0,45	
H	0,11		
PO ₅	Spur		
	<u>100,46</u>		

Mit Hinzunahme der ausgeschiedenen Eisenbasen ist der Sauerstoffquotient = $\frac{14,00}{33,08} = 0,423$.

Berechnet man aber das Silikat für sich, so verhält sich O von R : R̄ : Si = 3,56 : 9,38 : 33,08
= 1 : 3 : 10

mit dem Quotienten $\frac{12,94}{33,08} = 0,391$ entsprechend einem $2\frac{1}{2}$ Silikat und einer Formel R₄ Si₅ + Äl₄ Si₁₅; man erhält jedoch einfachere Zahlenwerthe, wenn man annimmt, dass nach dem Verhältniss 1 : 3 : 10 das Silikat aus 1 At. monoxydischer Basen, 1 At. Thonerde und 5 At. Kieselsäure besteht, welche eine Doppelverbindung = R Si₂ + Äl Si₃ ergeben.*) Die Annäherung des Sauerstoffverhältnisses an dasjenige des Oligoklas ist sehr bemerkenswerth.

Für die Beurtheilung der mineralogischen Bestandtheile dieser Lava ist es nöthig, auf die Analyse des Domits einzugehen.

4. Domit des Puy de Dome.

Das analysirte Stück ist von einem Fels an der nordöstlichen Seite des Berges losgeschlagen.

*) Siehe RAMMELSBURG, Handbuch der Mineralchemie: Art Oligoklas.

Der Domit, welcher an einigen anderen Bergen wie dem Grand Sarcoui und dem P. de Chopine kleine Aenderungen erleidet, besteht aus einer höchst feinkörnigen, sandsteinähnlichen, grauweisslichen, mattaussiehenden Grundmasse, in welcher Krystalle von Feldspath, Glimmer, seltner Hornblende eingebettet sind. Unter der Lupe erkennt man unzählige, fein vertheilte Schüppchen von Eisenglanz und Glimmer, die bei so feiner Vertheilung dem Gestein das grauliche Ansehn geben. Unter dem Mikroskop nimmt man rundliche durchsichtige Körnchen wahr, die wohl Quarz sein können. Obgleich das Gestein nicht sehr fest ist, so ist doch sein Bruch spröde und klingend.

Der Feldspath ist in gelblichen, äussern ganz matten Krystallen ausgeschieden, welche auf dem ersten Blätterdurchgang parallel der Fläche P Glasglanz und eine zwar sehr feine, aber doch deutlich wahrzunehmende Streifung zeigen. Die Krystalle erreichen die Grösse von 2 bis 3 Linien, so dass man sie wohl aus der Grundmasse aussondern kann; jedoch sind sie nicht immer rein auskrystallisirt, sondern erscheinen wie mit Grundmasse durchzogen oder sie schliessen Glimmerblättchen ein. Ihre Krystallgestalt lässt sich am besten im Domit des P. de Chopine beobachten. Es sind sechsseitige, von den Längsflächen M ($\infty a : b : \infty c$) begrenzte Tafeln, von der vordern schiefen Endfläche P und der dreifach schiefen y ($\frac{1}{3}a' : \infty b : c$) und dem Prisma TT , ($a : b : \infty c$) umgeben; ausserdem tritt die Abstumpfung zwischen T und M , die Fläche z ($a : \frac{1}{3}b : \infty c$) auf; öfters auch die hintere schiefe Endfläche x ($a : \infty b : c$). Die Fläche M ist schwach glänzend und zeigt Risse parallel der vorderen Säulenkante, so dass die Krystalle Tendenz zeigen, parallel der vordern Abstumpfung von TT , zu zerbrechen. Alle übrigen Flächen sind matt und erst durch Spaltung parallel der Fläche P nimmt man den Glanz und die Streifung wahr.

Der Glimmer ist in deutlichen, sechsseitigen Täfelchen von geringer Dicke und tombackbrauner Farbe ausgeschieden. Die Feldspathkrystalle wurden sorgfältig aus der Grundmasse losgelöst und nur die klarsten zur Analyse genommen; wenn nun die Analyse dennoch einen für den Oligoklas zu niedrigen Sauerstoffquotienten ergibt, so ist es möglich, dass manche Krystalle Theile der, wie weiter unten zu zeigen, höher silicirten Grundmasse einschlossen. Wegen der geringen Quantität der Substanz konnte keine Bestimmung des spec. Gewichtes gemacht werden.

Der Feldspath ist in 100 Theilen zusammengesetzt aus:

		Sauerstoff.	
SiO ₂	63,23	33,72	
Äl	21,76	10,14	} 10,67
Fe	1,77	0,53	
Mn	0,69	0,15	} 3,22
Ca	3,00	0,85	
Mg	—	—	
Na	7,20	1,86	
K	2,12	0,36	
Glühverl.	0,33		
	<u>100,10</u>		

$$\text{Sauerstoffquotient} = \frac{13,89}{33,72} = 0,412.$$

$$\text{O von R : R : Si} = 0,9 : 3 : 9,6,$$

$$= 1 : 3 : 9,$$

nach RÄMMELBERG entsprechend der Formel $\text{R}_2 \text{Si}_3 + 2\text{ÄlSi}_3$.

Dies Resultat der chemischen Analyse sowie die krystallographische Gestalt lässt den Feldspath des Domits als Oligoklas erscheinen.

Die Grundmasse des Domits, durch Auslesen der Glimmer- und Oligoklaskrystalle von diesen befreit, besteht in 100 Theilen aus:

		Sauerstoff.	
SiO ₂	68,46	36,51	
Äl	15,04	7,00	} 7,73
Fe	2,46	0,73	
Fe	0,30 (Eisenglanz)	0,09	
Fe	0,14	0,03	} 2,60
Mn	0,08	0,02	
Ca	1,41	0,40	
Mg	0,58	0,23	
Na	4,48	1,15	
K	4,52	0,77	
PO ₅	2,01		
Cl	0,29		
HO	0,16		
	<u>99,93</u>		

$$\text{Spec. Gew.} = 2,59.$$

$$\text{Sauerstoffquotient} = \frac{10,42}{36,51} = 0,285.$$

Mit Vernachlässigung des Eisenglanzes verhält sich im Silikate O von $\dot{\text{R}} : \ddot{\text{K}} : \ddot{\text{Si}} = 2,60 : 7,73 : 36,51$
 $= 1 : 3 : 14$

entsprechend einem $3\frac{1}{2}$ Silikate und einer Formel $\dot{\text{R}}\ddot{\text{Si}}_2 + \ddot{\text{K}}\ddot{\text{Si}}_3$. Diese Zusammensetzung, deren niedriger Sauerstoffquotient (noch unter dem des Orthoklases) den Gehalt an freier Kieselsäure bestätigt,*) giebt Zeugniß von dem trachytischen Charakter der domitischen Grundmasse.

Zu bemerken ist, dass die Aequivalente von Kali und Natron sich im Domit verhalten bezüglich wie 1 : 1,5, im Oligoklas desselben wie 1 : 5.

Einige chemische Reactionen der domitischen Grundmasse deuten, da ich mich im Uebrigen von der vollständigen Frische des analysirten Handstücks überzeugte, darauf hin, dass in dem Gestein metamorphische Umsetzungen stattgefunden haben.

In dem wässrigen Auszuge des Gesteins nämlich, welcher schwach sauer reagirt, lassen sich Alkalien, alles Chlor und Phosphorsäure nachweisen.***) Letztere, deren grosser Gehalt in der Analyse auffallend ist, ist deshalb nicht als zu dem nachgewiesenen Kalk gehörig berechnet worden.

Auch der Eisenglanz ist bei der Berechnung des Sauerstoffquotienten nicht berücksichtigt worden. Wie MITSCHERLICH nachgewiesen hat, gelangt der Eisenglanz in die vulkanischen Gesteine durch Sublimation flüchtiger Chlorverbindungen; in der gegenwärtigen Analyse entsprechen 0,29 pCt. Cl einem Gehalt von 0,22 Fe in der Verbindung FeCl; 0,22 pCt. Fe aber sind gleich 0,31 pCt. $\ddot{\text{Fe}}$, welches die Zahl des in der Analyse angegebenen Eisenglanzes ist. Die Chlorverbindungen des Eisens gaben durch Zersetzung mit Wasserdampf Eisenoxyd und Salzsäure, und diese ging eine Verbindung mit Alkalien ein, welche sich auch im wässrigen Auszuge befinden. In den Spalten am

*) J. ROTH, Gesteinsanalysen S. X.

**) L. v. BUCH (Geogn. Beob. Bd. II. S. 246) giebt an, dass VAUQUELIN in dem gelbgefärbten Gestein des P. de Sarcoui 5,5 pCt. freier Salzsäure, thierische Substanz (?) und Wasser fand.

südlichen Abhang des P. de Dome findet sich Eisenglanz in grossen Massen ausgeschieden und es zeigen sich hier wie am westlichen Abhang des Grand Sarcoui die deutlichen Spuren der Einwirkung von salzsauren Dämpfen; aber in der Grundmasse des Domits kann, die Zersetzung des Eisenchlorürs in den angegebenen Aequivalenten wohl vor sich gegangen sein, besonders da sich der Eisenglanz in so feiner Vertheilung in derselben befindet.

Die Zersetzung des Domitgesteins in verschiedenen Stadien ist auch die Ursache grosser Abweichungen in den Analysen, welchen der Domit unterworfen wurde. Die Analyse LEWINSTEIN'S*) giebt nur 60,97 pCt. Kieselsäure, dagegen 8,88 pCt. Kali an. ABICH giebt den Kieselsäuregehalt zu 65,5 pCt. an mit dem spec. Gew. = 2,63.

Nachdem ich ungefähr 20 Grammen des Domits**) im Mörser zerstampft und zum groben Pulver im Achatmörser zerrieben hatte, um eine annähernde Durchschnittsprobe zu erlangen, wurde ein Gramm fein gepulvert und zur Bestimmung der Kieselsäure mit kohlensaurem Kali-Natron geschmolzen; eine andere Menge des Pulvers (circa 5 Grammen) wurde zur Bestimmung des specifischen Gewichts genommen. Es ergaben sich für den Domit 66,28 pCt. Kieselsäure mit specifischem Gewicht = 2,60. Nimmt man die Zahl 66,28 zum Anhalt und berechnet, nach den obigen Analysen des Oligoklas und der Grundmasse, die procentischen Quantitäten derselben im Domit, da man die geringe Menge des Glimmers vernachlässigen kann, so ergiebt sich der Domit zusammengesetzt aus 58,32 pCt. Grundmasse und 41,68 pCt. Oligoklas; aus diesem Verhältniss lässt sich das specifische Gewicht des Oligoklas zu 2,61 berechnen. Weiter aber lässt sich, mit Zugrundelegung der 66,28 pCt. Kieselsäure eine Zusammensetzung des Domits in 100 Theilen berechnen, gemäss den Zahlen obiger Analysen seiner Bestandtheile:

*) POGGENDORFF'S Annalen Bd. 96.

**) Dasselbe Handstück, dessen Grundmasse und Feldspath vorher für sich untersucht waren.

		Sauerstoff.	
Si O ₂	66,28	35,32	
Al	17,84	8,31	} 9,01
Fe	2,35	0,70	
Fe	0,08	0,02	}
Mn	0,33	0,08	
Ca	2,07	0,59	} 2,88
Mg	0,34	0,14	
Na	5,60	1,45	
K	3,52	0,60	
P O ₅	1,17		
Cl	0,17		
HO	0,23		
	<u>99,98</u>		

$$\text{Sauerstoffquotient} = \frac{11,89}{35,32} = 0,337.$$

Vergleichen wir mit dieser Zusammensetzung die oben angegebene der Volviclava, so lässt sich eine Annäherung zwischen beiden nicht verkennen; der Gehalt an Kieselsäure ist in der Volviclava verringert, verbunden mit einer Abnahme in den Alkalien, einem Zuwachs in der Kalkerde, Magnesia und Thonerde. Im Domit ist das Verhältniss der Aequivalente von Na:K = 3:1,5, in der Volviclava wie 3:1. Diese Zunahme an basischen Bestandtheilen in der Volviclava wird durch die geognostische Beschaffenheit erläutert. Der Puy de la Nugère, welchem die Lava von Volvic entstieg ist, besteht an seinem Fusse aus grauem Domit; höher hinauf wird die Gesteinsmasse röthlich und geht immer mehr ins Braune und Graue über, indem sich Hornblende zu den noch deutlichen Oligoklaskrystallen gesellt, so dass die dunkleren Schichten als die stetig jüngeren und über die röthlichen und helleren Schichten aufgebürmt oder hinweggeflossen erscheinen. Zugleich erscheint die Bildung von Auswürflingen, Rapilli, Schlacken, so dass die Entstehung dieses Vulkans sich derjenigen der eigentlichen Schlackenkegel vollständig nähert. Die Lava endlich, das Produkt der vollkommenen Schmelzung, muss eine den domitischen Schichten verwandte Zusammensetzung besitzen, in welcher die Silikationsstufe sowohl als der Gehalt an Alkalien durch die eingemischte Hornblende erniedrigt er-

scheint; wie gering die Quantität derselben gewesen ist, erhellt aus dem Magnesiagehalt der Lava von 0,52 pCt.

Unter dem Mikroskop zeigt sich die Lava von Volvic, ausser vielen Partikeln von Magneteisen und Eisenglanz, aus büschelförmig gruppirtten, gleichmässig gestreckten und allmählig ihre Richtung ändernden, durchsichtigen Feldspathkrystallen zusammengesetzt, deren lamellare Verwachsung öfters sehr gut wahrzunehmen ist und welche ohne Zweifel als Oligoklas zu betrachten sind; dies wird auch durch das Sauerstoffverhältniss der Lava 1:3:10 bestätigt.

Wenn nun die Ausdehnung des Lavastromes des P. de la Nugère bis zum Dorfe Volvic in der Länge von 3 Kilometern zeigt, in welchem vollkommenen Zustand der Flüssigkeit das Gestein trotz seiner hohen Silikationsstufe übergeführt war, so steht auch nichts entgegen mit P. SCROPE anzunehmen, dass das Gestein der domitischen Berge, welches um wenig höher silicirt ist, als zähflüssige*) Masse emporgestiegen ist, welche weder in Auswürflingen emporgerissen wurde, noch vom Ausbruchsort hinwegfloss; sie bildete vielmehr durch die Dämpfe emporgetrieben rings um die Ränder des Ausbruchskraters wulstförmige Schichten, von denen jede jüngere der älteren in Erstarrung übergegangenem sich auflagerte und so die kugelförmige, des Kraters entbehrende Gestalt herbeiführte.

Da aber, wie oben gezeigt, der Domit ein Gestein von durchaus trachytischer Natur ist, so scheint es von Wichtigkeit, das Fortschreiten der Silicirung in diesen vulkanischen Gesteinen zu verfolgen, um so mehr, wenn sie auf den ersten Anblick dem Domit ähnlich sehen.

5. Der Trachyt von Voisières.

Derselbe besitzt eine weissliche, lichtgraue und höchst feinkörnige Grundmasse, in welcher zahlreiche Sanidinkrystalle und Glimmerblättchen bis zur feinsten Vertheilung eingeschlossen sind. Die Sanidinkrystalle erreichen ungefähr die Grösse von 1 Linie, sind aussen ganz matt von grauer Farbe, zeigen aber auf den Flächen des ersten Blätterdurchgangs (parallel *P*) lebhaften Glanz und sind in dieser Richtung durchsichtig; die Krystalle

*) P. SCROPE, *Geology* p. 49 „at its minimum of fluidity.“

sind stets einfach und nie Zwillingsformen; sie besitzen die geringste Ausdehnung zwischen den Längsflächen M , haben die vordere schiefe Endfläche P und die dreifach schiefere y , und die Flächen des Prisma TT ; sie sind gleichfalls von Rissen parallel der vorderen Abstumpfung der Säulenkante durchsetzt und zerbrechen sehr leicht in dieser Richtung; auf diesen Flächen zeigt sich Glasglanz. Ausserdem treten aber in der Grundmasse Complexe von Krystallindividuen auf, welche um einen Punkt unregelmässig gruppiert, in der Mitte vereinigt und nur an den äussern Enden auskrystallisirt sind, so dass sich bei ihren verschiedenen Richtungen die Blätterdurchgänge derselben begegnen; hierdurch und weil diese Krystallgruppen Glimmerlamellen einschliessen, fasst die Verwitterung des Gesteins an diesen Stellen Platz, indem Eisenoxyd sich ausscheidet und die Gesteinsmasse durchdringt.

Der Glimmer erscheint in sechsseitigen Tafeln von tombackbrauner Farbe; sehr vereinzelt, aber deutlich kommen Säulen von Hornblende vor, abgestumpft an ihrer scharfen Kante durch die Längsfläche ($\infty a : b : \infty c$).

Die Grundmasse selbst wird, wenn sie im Kölbchen über Spiritus erhitzt wird, unter Entweichung von wenig Wasser, schwarz gefärbt und bei längerer Erhitzung geht die Färbung in ein leichtes Gelb über; es ist deshalb zu schliessen, dass das in dem Trachyt enthaltene Eisen als Oxydul vorhanden ist, welches durch Erhitzung in Oxydoxydul und endlich in Oxyd verwandelt wird.

Auch bei diesem Gestein habe ich es unternommen, den Feldspath von der Grundmasse durch Auslesen zu trennen und jeden Bestandtheil für sich zu analysiren. Da nun die Grundmasse bis ins Feinste mit Sanidinkrystallen durchsetzt ist, so ist es schwer, die Trennung mit Sicherheit zu bewirken; und deshalb kann für die Grundmasse in der Analyse der Kieselsäuregehalt zu niedrig, wenn auch nur um wenig, ausgefallen sein, eben so wie der Kieselsäuregehalt der Sanidinanalyse durch Verunreinigung mit Grundmasse etwas vermehrt sein kann. Der Vergleichung wegen sind zwei andere Sanidinanalysen angeführt, die RAMMELSBURG's Handwörterbuch der Mineralogie entnommen sind. I. Sanidin aus dem Tuff von Rockeskyll in der Eifel von LEWINSTEIN. II. Drachenfels von RAMMELSBURG.

	Rockeskyll		Drachenfels		Voisières	
	I.		II.		III.	
		Sauerstoff.				
Si O ₂	66,50	34,55	65,87	34,22	67,20	35,84
Al	16,69	7,80	18,53	8,66	17,72	8,25
Fe	1,36	0,41	Spur	—	0,56	0,16
Ca	0,35	0,10	0,95	0,27	0,77	0,22
Mg	1,43	0,57	0,39	0,16	0,14	0,05
Na	4,93	1,27	3,42	0,88	6,47	1,67
K	8,44	1,43	10,32	1,75	7,09	1,20
Glühverl.	—	—	0,44	—	—	—
	<u>99,70</u>		<u>99,92</u>		<u>99,95</u>	

Spec. Gew. = 2,60.

	O von R : R̄ : Sī	Sauerstoffquotient
in I.	1,23 : 3 : 12,62	0,334
II.	1,06 : 3 : 11,85	0,341
III.	1,12 : 3 : 12,78	0,322.

Daher die Formel ist = $\dot{R} \ddot{S}i_3 + \ddot{R} \ddot{S}i_3$.

Ferner ist das Verhältniss der Aequivalente von Na : K

in I.	1 : 1,13
II.	1 : 2,00
III.	1 : 0,72.

Diese bedeutende Abweichung im Natrongehalt ist sehr auffallend.

Die Grundmasse besteht in 100 Theilen aus:

		Sauerstoff.	
Si O ₂	71,72	38,25	
Al	14,95	6,96	
Fe	1,23	0,34	} 3,23
Ca	1,13	0,32	
Mg	0,43	0,17	
Na	6,07	1,56	
K	4,93	0,84	
Glühverl.	0,12		
	<u>100,58</u>		

Spec. Gew. = 2,58.

$$\begin{aligned} \text{O von } \ddot{\text{R}}:\ddot{\text{R}}:\ddot{\text{Si}} &= 1,5:3:18 \\ &= 1:2:12, \end{aligned}$$

mit dem Sauerstoffquotienten $= \frac{10,19}{38,25} = 0,266,$

entsprechend einer Formel $3 \ddot{\text{R}} \ddot{\text{Si}}_2 + 2 \ddot{\text{R}} \ddot{\text{Si}}_6.$

Auch in dieser Analyse überwiegt das Natron den Kaligehalt, indem sich ihre Aequivalente verhalten resp. wie 1:0,53; es ist deshalb sehr wahrscheinlich, dass in diesem Trachyt wirklich das Natron reichlich vorhanden ist.

Es ist von diesem Gestein keine Bauschanalyse ausgeführt worden, weil der Unterschied des Kieselsäuregehaltes in den beiden untersuchten Bestandtheilen nicht eben sehr bedeutend ist, gleichwie ihre specifischen Gewichte wenig von einander abweichen. Da aber der Sanidin in grosser Menge vorhanden ist, so kann in Folge dessen der Kieselsäuregehalt der Grundmasse um einige Procente für die Gesamtzusammensetzung vermindert werden. Jedenfalls nähert sich die Zusammensetzung des Trachyts derjenigen des Domits ungefähr in demselben Verhältniss, welches dieser gegen die Volviclava zeigte; denn auch in der Analyse des Trachyts erscheint eine Erhöhung der Kieselsäure verbunden mit einer Zunahme an Alkalien und einer Abnahme der andern Basen.

Mithin ergibt sich aus den hier angeführten Analysen, dass die vulkanischen Gesteine der Auvergne als Glieder einer Reihe erscheinen, welche mit trachytischen Massen beginnend durch allmälige Aufnahme basischer Bestandtheile in doleritische Gesteine übergehen. *)

Freilich wäre durch fernere Untersuchungen nachzuweisen, ob die bedeutende Lücke, welche sich zwischen der Lava von Volvic und der Lava des Come zeigt, nicht durch die Zusammensetzung anderer vorhandener Laven ausgefüllt wird. Da ferner die Bildung des Puy de la Nugère den petrographischen Uebergang vom domitischen Gestein zu den weniger silicirten durch eine wiederholte Umschmelzung bei dem Hinzutritt von Hornblende zeigt, an deren Stelle im Weiteren augitische Elemente treten, so sind wir dadurch der Mühe überhoben, die

*) Vergl. M. DEITERS, die Trachytdolerite des Siebengebirges, Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellseh. Bd. XIII. S. 99 ff.

Entstehung der vorliegenden Gesteine in Bezug auf BUNSEN's Theorie zu untersuchen und zu sehen, wie sich ihre Zusammensetzung im Vergleich mit der normal-trachytischen und normal-pyroxenischen Masse dieses Gelehrten ausnimmt. Nur so viel sei bemerkt, dass in sämmtlichen angeführten Analysen, wenn man sie mit dem Mischungscoëfficienten multiplicirt, der Gehalt an Alkalien in Bezug auf die BUNSEN'schen Normalmassen stets zu hoch und zwar auf Kosten des Kalkgehalts erscheint.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1863-1864

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Kosmann Bernhard

Artikel/Article: [Ueber die Zusammensetzung einiger Laven und des Domites der Auvergne und des Trachytes von Voisières \(Mont-Dore\). 644-674](#)