

6. Ueber die Zusammensetzung einiger Laven und des Domites der Auvergne und des Trachytes von Voissieres (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 Arverniciis. 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 Classification 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 einreihete; 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 Bildungsperiode 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 nord-südlicher 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 allmählig 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 Urgirges 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 Pontaumur 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 Hilfe 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 Thal 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 Lavastroms.

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 Hilfsmittel 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 Thalsohle an ihrem Entstehungspunkt 1125 Meter über dem Meere liegt; die Wände dieses gleichfalls weiten und flachen Thals erheben sich sehr allmählig nördlich bei Moneau zu 1214 Meter, südlich bei Montmie zu 1159 Meter über dem Meere. Das Gestein derselben ist ein röthlicher porphyrtiger 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 Thalsole 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 blossgelegt 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 vorbereitet 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 KAIßG in Berlin geschliffen.

rem Kalinatron und Eindampfen mit Chlorwasserstoffsäure abgetrennt war, wurden aus der neutralisirten salzsauren Lösung durch Kochen mit essigsaurem 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 $\frac{1}{3}$ Aetzbaryt 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 Ammoniaksalze 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 gebrachten

*) 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 $\text{Fe}_6 \text{O}_7$ 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 $\text{Fe}_3 \text{O}_4$ 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 $\text{Fe O} + \text{Fe}_2 \text{O}_3$ in wechselnden Verhältnissen ausscheiden, dass der Hammerschlag des geglühten Eisens nach BERTHIER der Formel $\text{Fe}_6 \text{O}_7$ 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. Fe O auf 1 Aeq. $\text{Fe}_2 \text{O}_3$, und welche von Wichtigkeit ist, weil die krystallinische Form derselben isomorph ist mit der gleichwerthigen Verbindung von $\text{Mg} + \text{Al}$ 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 gleichnamigen Thale. Vor dem Löthrohr sind kleine Splitter an den Rändern schmelzbar und geben dann ein schwarzes Glas. In starker Schwefelsäure in der geschlossenen Glasröhre fast vollständig 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 ₂ O ₃	4,87	0,52 (Fe)	
		0,69 (Fe)	} 7,01
Fe	1,73	0,38	
Mn	0,93	0,21	} (6,09)
Ca	8,19 (7,41)	2,34 (2,11)	
Mg	5,29	2,11	
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 : R̄ : 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. Fe + 1,74 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 $7 \text{R} \ddot{\text{Si}} + 2 \ddot{\text{Al}}_2 \ddot{\text{Si}}_4$, 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 $\text{Fe}_6 \text{O}_7$ 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 Hauptblätterdurchgang des Augits ($a : b : \infty c$) durchschnitten sind, so dass der von den Flächen o des augitischen Pairs 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 Magneteseisen 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 Splintern 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 ₃ O ₄	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	
P O 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 Ca₃ P O₅), 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 : K : 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		
P O ₅	0,68	—
	<u>30,22</u>	<u>69,88</u>
		30,22
		<u>100,10</u>

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 Weiteren 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 Magneteisenkörnchen zusammengesetzt erweist. Letzteres so wie der Olivin kommen auch in grösseren Individuen vor.

Die Lava des Puy de Côme 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 dorthier 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.	
SiO ₂	62,04	33,08	
Al	20,13	9,38	} 10,15
Fe	1,84 (Eisenglanz)	0,56	
		0,21 (Fe)	
Fe ₆ O ₇	2,02	0,29 (Fe ₄)	
Fe	1,05	0,23	} 3,85 (3,56)
Mn	0,37	0,08	
Ca	4,17	1,19	
Mg	0,52	0,20	
Na	5,47	1,41	
K	2,69	0,45	
H	0,11		
P O 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:R: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 $R_4 Si_5 + Al_4 Si_{15}$; 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 = $R Si_2 + Al Si_3$ 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 RAMELSBERG, 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, mattaussehenden 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, aussen 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 x ($a : \frac{1}{3} b : \infty c$) 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 tobackbrauner 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	
Al	21,76	10,14	} 10,67
Fe	1,77	0,53	
Mn	0,69	0,15	}
Ca	3,00	0,85	
Mg	—	—	} 3,22
Na	7,20	1,86	
K	2,12	0,36	
Glühverl.	0,33		
	<u>100,10</u>		

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

$$\begin{aligned} \text{O von R : R : Si} &= 0,9 : 3 : 9,6, \\ &= 1 : 3 : 9, \end{aligned}$$

nach RAMMELSBURG entsprechend der Formel $R_2 Si_3 + 2AlSi_3$.

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	
Al	15,04	7,00	} 7,73
Fe	2,46	0,73	
Fe	0,30 (Eisenglanz)	0,09	}
Fe	0,14	0,03	
Mn	0,08	0,02	} 2,60
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>		

Spec. Gew. = 2,59.

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

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

entsprechend einem $3\frac{1}{2}$ Silikate und einer Formel $\bar{R}\bar{Si}_2 + \bar{K}\bar{Si}_6$. 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. \bar{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 Sarcôui 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 ergibt 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	} 2,88
Mn	0,33	0,08	
Ca	2,07	0,59	
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 aufgethürmt 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 gruppirten, 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 : Si,	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. Gesellsch. 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.

7. Ueber die mineralogische und chemische Beschaffenheit der Gebirgsarten.

Von Herrn J. Roth in Berlin.

Für die genetische Betrachtung giebt es, abgesehen von den aus organischen Körpern entstandenen Mineralien,

- 1) plutonische, aus feurigem Fluss erstarrte,
- 2) neptunische, aus wässriger Lösung gebildete,
- 3) sublimirte oder aus Sublimaten entstandene Mineralien,
- 4) Contactmineralien, durch Zusammentreffen von plutonischen mit anderen Mineralien entstanden.

Der Einwirkung der überall vorhandenen Agentien — Wasser, Sauerstoff, Kohlensäure — ausgesetzt, lösen sich die Mineralien entweder einfach auf, werden dann in Lösung von Ort zu Ort bewegt und aus der Lösung mehr oder weniger verändert wieder abgesetzt, oder sie verwittern, sie ändern ihre chemische Zusammensetzung entsprechend jener Einwirkung. Nicht so häufig ist die durch stärkere, dem Erdinnern entstammte Agentien, namentlich Säuren (Salzsäure, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure u. s. w.) bewirkte, oft durch Wasserdampf und höhere Temperatur unterstützte Veränderung, die passend zum Unterschiede von der Verwitterung mit dem Namen Zersetzung bezeichnet werden kann. Die in allen diesen Fällen entstandenen Lösungen liefern, gelegentlich modificirt durch die Gegenwart organischer Stoffe, entweder unmittelbar Mineralien, krystallisirte und amorphe, oder sie wirken auf vorhandene Mineralien ein, günstigen Falls auch auf den Rückstand — Rest —, welcher bei der Verwitterung oder Zersetzung von Mineralien übrig blieb. Während die Produkte der Verwitterung überall, die der Zersetzung sparsam vorhanden sind, treten Produkte, welche mit Sicherheit die Einwirkung jener Lösungen auf Mineralien oder Reste erkennen lassen, nur sehr sparsam auf. Blieb dabei die Form des ursprünglichen Minerals erhalten, so ist es ein specieller, seltener und interessanter Fall der Pseudomorphose, deren Haupt-

contingent die löslichen Mineralien stellen, nächst diesen die Produkte der Verwitterung und Zersetzung, bei welchen die Form des ursprünglichen Minerals kenntlich blieb.

Die Bedingungen, unter welchen die einzelnen Mineralien entstehen, waren nicht immer und zu jeder Zeit vorhanden. Neptunische Mineralien (und Verwitterung) konnten begreiflicher Weise sich erst einfinden, seit es tropfbar flüssiges Wasser auf der Erde giebt, aber seitdem ist der Kreis derselben weder vergrößert noch verringert worden. Anders bei den plutonischen und sublimirten Mineralien. Diese haben ein Alter, es lässt sich ein Zeitpunkt angeben, seit welchem sie sich bilden oder seit welchem die zu ihrer Bildung nöthigen Bedingungen aufgehört haben. Ganz allgemein lässt sich aussprechen, dass die Menge und Zahl der sublimirten Mineralien in Zunahme, die der plutonischen in Abnahme begriffen ist, worüber nächstens Ausführliches. Es muss jedoch in Betracht gezogen werden, dass ein Theil der sublimirten und aus Sublimaten entstandenen Mineralien in Wasser löslich, ein anderer Theil seiner Bildungsstätten wegen mehr als die übrigen Mineralien der Zersetzung ausgesetzt ist.

Dem Mineral als solchem ist häufig seine Entstehungsweise nicht anzusehen. Auf plutonischem und auf neptunischem Wege entstandener Quarz ist absolut ident. Amorphe Mineralien, deren Zahl übrigens den krystallinischen gegenüber sehr klein ist, sind entweder neptunischen Ursprungs oder aus Verwitterung und Zersetzung hervorgegangen; auf plutonischem Wege entstandene amorphe Mineralien kommen nur sehr selten vor, gewisse Gadolinite und Orthite scheinen hieher zu gehören, da sie nach DES CLOIZEAUX (*Manuel de Minéralogie T. I. p. 41, 261*) gegen polarisirtes Licht indifferent sind. Man darf sich dadurch nicht täuschen lassen, dass amorphe Gebirgsarten (Obsidian, Pechstein, Perlstein u. s. w.) häufig als Mineralien aufgeführt werden.

Für die Petrographie kommen nur plutonische und neptunische Mineralien in Frage, die beiden andern Abtheilungen spielen nur eine sehr untergeordnete Rolle. Die Sedimentgesteine, entweder aus neptunischen Mineralien oder aus geschwemmten und aufgeschlammten Massen und Stoffen oder nach diesen Weisen zugleich gebildet, sind stets auf plutonische Gesteine zurückzuführen. Für meine Anschauung sind die krystallinischen

Schiefer (Thonschiefer, Glimmerschiefer, Gneiss mit den ihnen untergeordneten Gesteinen) die älteste Erstarrungsrinde, also plutonisch, aber weder eruptiv, da sie nie durchbrechend, wohl durchbrochen, auftreten, noch metamorphisch d. h. auf besondere Weise durch eigenthümliche, später nie wiederkehrende Prozesse verändert; ich rechne sie den plutonischen Gesteinen zu und werde in einer spätern Abhandlung meine Gründe darlegen. Die plutonischen Gesteine, von denen im Folgenden ausschliesslich die Rede ist, bestehen aus einem Mineral oder aus mehreren Gemengtheilen. Höchstens für die Namengebung im Handstück, aber nicht für die Beobachtung in der Natur, nicht für das Sehen in Masse ist die Quantität der Gemengtheile entscheidend. Auftreten, Zunahme, Verschwinden eines Gemengtheiles kann in einer aus demselben Gestein bestehenden Masse stattfinden, und namentlich bei den älteren mächtigen Gesteinen, vorzugsweise bei den geognostisch eng unter einander verbundenen krystallischen Schieferen, sieht man ein Gestein in das andere übergehen. Aber nicht jedes Gestein geht in jedes über, die Uebergänge sind nur nach gewissen, aus dem Folgenden etwas näher zu präcisirenden Richtungen möglich. Als

erstes Gesetz der Petrographie (Gesetz der Quantität)

muss man die Erscheinung bezeichnen,*) dass in einem wesentlich aus a und b bestehenden Gestein bald a , bald b der Quantität nach überwiegt, dass ferner ein aus der Combination abc bestehendes Gestein Anhäufungen von a , von b , von c zeigt, Gesteine der Combinationen ab , ac , bc enthalten und in ein aus abd bestehendes Gestein durch ad , bd , cd , abd , acd , $abcd$ übergehen kann. Enthält abd wiederum Anhäufungen von a , von b , von ab , so lässt sich ein aus a , b , ab bestehendes Handstück mineralogisch und petrographisch bestimmen, aber seine geognostische Zugehörigkeit lässt sich nicht feststellen. Da der Habitus der Gesteine je nach der Grösse der Krystalle, nach Struktur, nach Ueberwiegen oder Zurücktreten eines oder mehrerer Gemengtheile ausserordentlich wechseln kann, so ist die genaueste mineralogische Bestimmung unerlässlich, aber erst die Beobachtung des räumlichen Zusammenvorkommens in der Natur wird in manchen Fällen alle Zweifel lösen.

Nur wenige, vorzugsweise die jungen Gesteine haben ausser

*) C. F. NAUMANN: Andeutungen zu einer Gesteinslehre. Leipzig, 1824.

dem krystallinischen auch noch den amorphen Zustand aufzuweisen und bei diesem entscheidet über die Zugehörigkeit das geologische Verhalten und vorzugsweise die chemische Analyse.

Neben der Verschiedenheit in der Grösse der Krystalle, die so klein werden können, dass dichte Massen entstehen, machen sich namentlich die Unterschiede geltend, ob durch ein lamellares Mineral Schieferung hervorgebracht ist oder nicht, und ferner, ob die Gemengtheile zu ungefähr gleich grossen Krystallen oder krystallinischen Theilchen ausgebildet sind oder nicht. Häufig ist neben dem granitischen d. h. krystallinisch-körnigen Typus der porphyrische vorhanden d. h. in einer klein-krystallinischen bis dichten Grundmasse sind grössere Krystalle ausgeschieden. Hierher muss auch der Fall gerechnet werden, wenn in amorpher (meist glasiger) Grundmasse mit blossem Auge sichtbare Krystalle ausgeschieden sind.

Es giebt kein bestimmtes Gesetz, in welcher Reihenfolge ein für alle Mal die einzelnen Mineralien aus der feurigflüssigen plutonischen Masse krystallisiren. Vielmehr findet sich in einem und demselben Gestein bei nahe derselben chemischen Zusammensetzung bald dies, bald jenes Mineral zuerst ausgeschieden (Quarz, Orthoklas in Felsitporphyr; Augit, Leucit in Vesuvlaven). Der Grad der Schmelzbarkeit, den wir an dem ausgeschiedenen Mineral bestimmen, kommt dabei gar nicht in Betracht, da ja in der feurigflüssigen Masse die Mineralien als solche gar nicht vorhanden sind, sondern sich erst wie aus einer Lösung ausscheiden. BUNSEN (diese Zeitschrift Bd. 13 S. 61) hat ferner ausgeführt, „wie wenig zulässig die Voraussetzung ist, dass die Mineralien aus ihrer feurigflüssigen Lösung bei ihren respectiven Schmelzpunkten fest werden mussten, da der Erstarrungspunkt eines mit andern Substanzen zu einer Lösung verbundenen Körpers ausser von dem Druck hauptsächlich von dem relativen Verhältnis der sich gelöst haltenden Substanzen bedingt wird.“ Ein Mineral kann also aus dem geschmolzenen Gemenge bei den verschiedensten Temperaturen und zwar stets nur unter seinem Schmelzpunkt krystallisiren. Sind demnach die Quantitäten der Gemengtheile von grösster Bedeutung für den Erstarrungspunkt*) und für die Erstarrungsfolge, können

*) Vergl. F. G. SCHAFFGOTSCH: Ueber zwei ausgezeichnete Beispiele von Schmelzpunkterniedrigung. Pogg. Ann. 1857. 102. 293.

also geringe Verschiedenheiten im procentischen Gehalt grosse Differenzen hervorrufen, so lassen sich doch allgemein gültige Sätze bei dem heutigen Stande der petrographisch-chemischen Untersuchungen über die Quantität der Gemengtheile nicht aufstellen, jene Untersuchungen beginnen erst. Versuche, grössere Mengen ihrer Zusammensetzung nach bekannter Gebirgsarten zu schmelzen und unter verschiedenen absichtlich modificirten Bedingungen erstarren zu lassen, sind nur in sehr geringer Zahl gemacht worden, und während man sich viel Mühe gegeben hat künstlich die in der Natur auftretenden Mineralien herzustellen, ist man zur Darstellung von Gebirgsarten noch nicht vorgegangen.

Die Beobachtung lehrt, dass man für Gesteine des granitischen krystallinischkörnigen Typus ein fast gleichzeitiges Krystallisiren aller Gemengtheile annehmen muss,*) dass also bei ihnen eine Erstarrungsfolge kaum vorhanden ist. Dadurch erklärt sich die Verschränkung (*enchevêtrement*, DUROCHER) der Gemengtheile dieser Gesteine und die Thatsache, dass man an ganz benachbarten Stellen derselben Gesteinsmasse Verschiedenheiten in der Erstarrungsfolge nachweisen kann. So sieht man namentlich bei manchen Graniten und Syeniten, um nur ein, aber viel gebrauchtes und leicht nachzuweisendes Beispiel anzuwenden, bald Quarz früher als Orthoklas, bald Orthoklas früher als Quarz krystallisirt; ganz lokale Ursachen und Bedingungen haben diese Unterschiede herbeigeführt.

Etwas verwickelter stellt sich das Verhältniss bei den Gesteinen mit Porphyristruktur, welche übrigens bei den jüngeren Eruptivgesteinen häufiger als bei den älteren auftritt. Die Entstehung dieser Struktur kann nur so gedacht werden: nach Auskrystallisirung gewisser Mineralien erstarrte das Uebriggebliebene so schnell, dass es entweder, wenn es überhaupt krystallinische Struktur annahm, nur kleine, mineralogisch mit blossem Auge kaum noch bestimmbare Krystalle lieferte, dicht ward oder sich als amorphe (meist glasige) Masse darstellt. Drei Erscheinungen sind es, welche die Vergleichung der Krystallisation der plutonischen Gesteine, und namentlich der Porphyre, mit den Phänomenen der Krystallisation von Legirungen und anderen Gemi-

*) DUROCHER in *Compt. rend.* T. 20. 1275 und *Bull. géol.* (2) 4. 1024. 1847.

schen sehr erschweren. Zuerst die aus der Analyse der Gesteine sicher nachgewiesene Thatsache, dass chemisch gleich zusammengesetzte Lösungen zu verschiedenen Mineralien auseinander fallen können (Labrador- und Anorthit-Gesteine); zweitens die chemische Identität zwischen Gesteinen mit granitischer und porphyrischer Struktur (Granite und Felsitporphyre), drittens die Erscheinung, dass chemisch ganz ähnlich zusammengesetzte Porphyre in einem Falle Mineralien in grossen Krystallen aus der Grundmasse ausgeschieden zeigen, welche im andern Falle sich nur in der Grundmasse finden. Als Beispiel für letzteren Fall mögen die unter *a.* und *b.* angeführten Analysen dienen. Es bezeichnet *a.* die gütigst von G. ROSE mitgetheilte, von OLSHAUSEN im Laboratorium von H. ROSE ausgeführte Analyse des bekannten Porphyrs von Elfdalen, in dessen dunkelbrauner Grundmasse Orthoklase und Oligoklase (DELESSE giebt noch sehr sparsame Hornblende und Eisenglanz darin an), aber keine Quarze sichtbar sind, *b.* die Analyse TRIBOLET's von Zinnwalder Felsitporphyr (*Ann. Ch. Pharm.* 87:332. 1853), der in zurücktretender braunrother Grundmasse rauchgraue Quarze neben fleischrothem Feldspath und chloritähnlicher Substanz zeigt. In *a.* ist für Kieselsäure und Thonerde das Mittel aus zwei sehr wenig abweichenden Bestimmungen, in *b.* die Berechnung auf 100,40 wasserfreie Substanz mit Eisenoxyd gegeben.

	Si O ²	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Mg O	Ca O	Na O	K O	Summe
<i>a.</i>	74,65	13,75	1,86	0,14	0,79	3,36	5,85	100,40
<i>b.</i>	75,33	13,57	2,19	0,47	1,02	3,61	4,21	100,40
O von R : R̄ : Si	<i>a.</i> 2,14	6,99	39,81	=	Oquot.	0,229		
	<i>b.</i> 2,12	7,00	40,18	=		0,227.		

Die Uebereinstimmung dieser Analysen ist bis auf den Gehalt an Kali sehr gross und grösser als man bei dem Anblick der Gesteine voraussetzen würde; für die rein petrographische Bestimmung liegen die Gesteine durch das Fehlen der grossen Quarzkrystalle in dem Elfdaler Porphyr weit auseinander, erst die chemische Analyse erlaubt sie unmittelbar aneinander zu reihen. Aber selbst diese Kenntniss giebt keinen Aufschluss über den Grund der Erscheinung, zu deren Erklärung die übrigen Faktoren (Erstarrungstemperatur, Quantität der Gemengtheile u. s. w.) uns ebenso vollständig fehlen wie zur Erklärung jener oben erwähnten Verschiedenheiten bei Gleichheit der chemischen Zusammensetzung. Als

zweites Gesetz der Petrographie (Gesetz der Grundmasse)

muss man die Erscheinung bezeichnen, dass in der Grundmasse Mineralien enthalten sein können, welche nicht in grösseren Krystallen ausgeschieden wurden, dass aber stets und ohne Ausnahme die in grösseren Krystallen ausgeschiedenen Mineralien auch noch in der Grundmasse enthalten sind. Eine vollständige Trennung, so dass die Grundmasse nichts mehr von dem auskrystallisirten Mineral enthält, kommt nicht vor, aber auch hier fehlt es an Bestimmung relativer und absoluter Quantitäten. Analysen von Gesteinen und ihren Gemengtheilen durch dieselbe Hand angestellt liegen nur in äusserst geringer Zahl vor, und eine brauchbare Rechnung mit Quantitäten kann bei den grossen, in der Zusammensetzung einzelner Mineralien möglichen Abweichungen (Glimmer, Hornblende, Augit u. s. w.) nicht ohne diese Daten angestellt werden. Den Beweis für den letzten Theil des oben ausgesprochenen Satzes liefern Dünnschliffe und chemische Analyse. Es wird die Zusammensetzung der Grundmasse und des Ganzen um so mehr gleich sein, je weniger Mineralien der Quantität und der Qualität in grossen Krystallen ausgeschieden sind. Die Interpretation der Analysen der Grundmassen, eine der Hauptschwierigkeiten des chemischen Theils der Petrographie, darf namentlich nicht gegen die Gesetze der Association verstossen (s. darüber S. 685), darf nicht Verbindungen, welche als Mineralien unbekannt sind, voraussetzen und muss sich vor allen Dingen anlehnen an die entsprechenden Gesteine, in denen die Gemengtheile deutlich erkennbar sind. Es genügt ein Blick auf die vorhandenen Gesteinsanalysen um zu der Ueberzeugung zu gelangen, dass in den allermeisten Fällen der Versuch durch einfache Rechnung die Aufgabe zu lösen ein vergeblicher ist, da die Kenntniss der Gemengtheile noch nicht genug vorgeschritten ist.

Der erste Theil des obigen Satzes kommt bei den vorzugsweise aus Silikaten bestehenden plutonischen Gesteinen namentlich für den Quarz in Betracht, so dass bei Trennung porphyrischer Gesteine in quarzfreie und quarzhaltige besondere Rücksicht auf ihn zu nehmen ist. Er erklärt den so häufig vorkommenden Uebergang von anscheinend quarzfreien Porphyren in quarzhaltige, lehrt eine stetige Reihe von sehr quarzfreien Porphyren in vollständig quarzfreie bei manchen Gesteinen mit Hilfe der chemischen Analyse aufstellen und ist ausserdem bei

Interpretation aller der Analysen wesentlich in Betracht zu ziehen, wo der Kieselsäuregehalt des Ganzen grösser ist als der der mineralogisch bestimmbaren Gemengtheile. Bei der Bedeutung des Quarzes für die Gesteine scheint es zweckmässig, obwohl streng genommen schon in dem zweiten Gesetz begriffen, als

drittes Gesetz der Petrographie (Quarzgehalt der Grundmasse)

die Erscheinung zu bezeichnen, dass Grundmassen freie Kieselsäure, Quarz, enthalten können, wengleich grössere Quarzkry-
stalle nicht aus der Grundmasse ausgeschieden sind.

Die Behauptung, dass bei den porphyrischen Gesteinen die grösseren Krystalle (mit weiter unten zu erwähnenden Ausnahmen) vor der kleinkrystallinen Grundmasse erstarren, wird bewiesen durch die lose von den Vulkanen ausgeworfenen Krystalle. So kennt man am Vesuv lose ausgeworfene Leucite, Augite, Glimmer, (aber, so viel ich weiss, nicht Olivine und Nepheline); am Aetna kommen lose Augite und sehr sparsam lose Labradore vor, während von dem idente Laven gebenden Stromboli nur lose Augite, aber nicht lose Labradore bekannt sind. In anderen vulkanischen Gegenden kommen lose Augite, Hornblenden, Glimmer, Sanidine nicht selten vor. *) Häufig zeigen diese Krystalle noch einen dünnen, glänzenden, firnissähnlichen Ueberzug von Lava, die ihnen flüssig anhaftete, als sie aus dem Krater herausgeschossen wurden. Wenn ihnen mehr Lava anhaftete, welche nach dem Erstarren als Hülle um jene Krystalle erscheint, so entstehen sogenannte Bomben. In der Eifel sind sie an vielen Stellen und von allen Grössen zu finden (am bekanntesten ist als Fundpunkt der Dreier Weiber), mit Hüllen von schwachem Durchmesser bis zu Schlackenhüllen, deren Stärke sich nach Zollen bestimmen lässt. Häufig enthalten die dortigen Bomben als Kern ein Gemenge von Mineralien, so namentlich die sogenannten Olivinbomben. In Obsidianen, Bimsteinen und Schlacken sind nicht selten einzelne Mineralien krystallinisch ausgeschieden; in diesen Fällen hatten sich also, dem Verhalten der porphyrischen Gesteine parallel, die krystallinisch ausgeschiedenen Mineralien gebildet, ehe die noch flüssige Grundmasse

*) Lose ausgeworfene Krystalle von Olivin und Magneteisen sind mir überhaupt nicht bekannt, ausgewitterte Krystalle finden sich dagegen nicht selten (Forstberg; Meerstrand am Vesuvfuss; vulkanische Tuffe der Eifel u. s. w.).

entweder zu dem glasigen Obsidian erstarrte oder zu Bimstein verändert wurde.

Schon in den porphyrischen Gesteinen sieht man die grösseren Krystalle bisweilen kleine heterogene Krystalle und selbst Grundmasse einschliessen, es sind also dann die grösseren Krystalle nicht das zuerst Krystallisirte. FERBER hat schon 1773, L. v. BUCH 1799 (*Mémoire sur la formation de la leucite, Journal de physique. T. 49 p. 262 — 270*) durch BREISLAK aufmerksam gemacht diese Thatsache an der porphyrischen Leucitlava von Borghetto und Civita Castellana hervorgehoben; manche der grossen Leucitkrystalle schliessen kleine Augite, sehr viele schliessen Grundmasse ein, sind aber abgesehen von diesen Einschlüssen ziemlich rein. Bei manchen porphyrtartigen Graniten — porphyrtartig, weil grössere Krystalle in der körnigen Masse zerstreut sind — finden sich in diesen grösseren Krystallen kleine Krystalle von Quarz, Glimmer, selbst Granitmasse eingeschlossen, ein Beweis, dass diese grösseren Krystalle später sich bildeten als jene kleineren Krystalle (Granit von Elbogen, Beyrode). Das Maximum bietet wohl der Rhombenporphyr der Gegend von Christiania, dessen grosse Orthoklase durch die reichlich eingeschlossenen Hornblende-, Glimmer-, Magneteisen-Krystalle grau statt weiss aussehen. Hier ist also die Bildung der grossen Krystalle, welche übrigens bisweilen von einem schmalen, 1 bis 2 Linien breiten, durch die etwas hellere Färbung nur sehr wenig unterschiedenen, aus einem schiefwinkligen gestreiften Feldspath (wohl Oligoklas!) gebildeten Rand umgeben werden,*) erst nach der Bildung eines grossen Theiles der kleinen Krystalle von Hornblende, Glimmer, Magneteisen erfolgt.

Legt man, wie es aus vielen Gründen zweckmässig ist, bei den Gemengtheilen der plutonischen Gesteine das Hauptgewicht

*) Der häufigere Fall ist wie bei Tyveholmen, dass Orthoklas vor dem Oligoklas krystallisirt, so dass der Oligoklas spätere Bildung ist, aber in den Graniten der Auvergne, von Beyrode u. s. w. sieht man nicht selten Oligoklase, zum Theil leicht durch die Farbe kenntlich, in Orthoklasen eingeschlossen, so dass also hier der Oligoklas früher vorhanden war als der Orthoklas. Einzelne Orthoklase von Tyveholmen schliessen ebenfalls gestreifte Feldspathe ein. Dass die Analyse der Orthoklase von Tyveholmen mit der Formel stimmen soll, ist nach dem Angeführten nicht möglich.

auf die Feldspathe Orthoklas (Sanidin*), Albit, Oligoklas, Labrador, Anorthit, so stellt sich heraus als

viertes petrographisches Gesetz, (Gesetz der Feldspathe)

dass die Alkalifeldspathe**) (Orthoklas, Albit, Oligoklas) nie als Gemengtheile neben den Kalkfeldspathen (Labrador, Anorthit) vorkommen. Gesteine, welche von Feldspathen ausschliesslich Albit als wesentlichen Gemengtheil enthalten, sind kaum bekannt. DAMOUR (*Bull. géol.* 2. VII. 89. 1850) bezeichnet als Albit den durch Säuren nicht zersetzbaren, weder durch Krystallform noch spezifisches Gewicht näher bestimmten Gemengtheil eines von ihm nicht weiter beschriebenen „Phonolithes“ am Laugafjall, Island, in der Nähe des grossen Geysirs, welches Gestein nach DE CHANCOURTOIS 72,3, nach BUNSEN 75,29 pCt. Kieselsäure enthält, also den Phonolithen nicht angehört. KERSTEN gab eine Analyse von Albit, der mit Quarz, Granat, bronzitähnlichem Mineral; Talk und Hornblende ein Eklogitartiges Gestein am Hamelikaberge bei Marienbad zusammensetzt, (*Jahrb. Min.* 1845. 648), LIST (*Jahrb. Nass. Ver. f. Naturk.* 1851. 261) eine Analyse von Albit aus den Taunusschiefern, über deren plutonische Entstehung die Meinungen sehr getheilt sind. In allen diesen Fällen findet sich Quarz, freie Kieselsäure, neben dem Albit. Auch als Gemengtheil neben Orthoklas ist Albit nur in wenigen Fällen mit Sicherheit nachgewiesen (SCHEERER, „Dröhfelder Gneus“, spec. Gew. 2,61 BREITHAUPT; KERSTEN „grauer Gneus“ vom Hauptbruche des Alten Tiefen Fürstenstolln, spec. Gew. 2,625 BREITHAUPT), also auch hier neben Quarz.

Es empfiehlt sich als Nebenreihe des Orthoklases (Sanidines) den Leucit, des Oligoklases den Nephelin und die Sodalithgruppe (Sodalith, Hauyn, Nosean) aufzuführen und diese Mineralien für die petrographische Betrachtung in die Nähe der Alkalifeldspathe zu rücken, mit welchen sie durch den grossen Gehalt an Alkali und das übereinstimmende Verhältniss von $\dot{R} + \ddot{R}$ (\ddot{R} = Thonerde) verwandt sind. Es ist sehr wahrscheinlich, dass auch diese Stellvertreter der Alkalifeldspathe als Gemengtheile nicht neben den Kalkfeldspathen vorkommen.

*) Hier und im Folgenden ist Sanidin stets unter der Bezeichnung Orthoklas einbegriffen, da sie chemisch nicht auseinander zu halten sind.

**) Ueber Andesin s. weiter unten.

Das Gesetz des Nebeneinandervorkommens der Gemengtheile in den plutonischen Gesteinen, das am wenigsten scharfe, ist

das fünfte Gesetz (Gesetz der Association)

und doch das für die Bestimmung der Gesteine nützlichste. Das als viertes angeführte Gesetz, das der Feldspathe, ist streng genommen nur ein specieller Fall des Gesetzes der Association, wurde aber wegen seiner Wichtigkeit vorangestellt. Es ist hier zunächst auf die Association der Feldspäthe*) und ihrer Vertreter, auf die Association mit Quarz, auf die mit Hornblende, Augit und Glimmer Rücksicht genommen als auf die wichtigsten Gemengtheile der plutonischen Gesteine.

*) Ob man neben dem Oligoklas noch einen Natronkalkfeldspath Andesin annehmen muss, ist schwer zu entscheiden, da messbare, aufgewachsene, durchsichtige Krystalle nicht vorliegen. Zwar führt eine Reihe von Analysen eingewachsener Krystalle zu dem einfachen und bestechenden Sauerstoffverhältniss $1:3:8$ ($7-7, 5-8$) = $\bar{R}\bar{S}i + \bar{A}l\bar{S}i^2$, wobei $\bar{R} = Na + Ca$ oder $2Na + 3Ca$, $\bar{R} = \bar{Al}$ ist, aber es ist möglich, dass man unreine und verwitterte Oligoklase untersucht hat. Es lässt sich zeigen, dass dieser Feldspath, seine Existenz einmal zugegeben, in seinem gesammten Verhalten dem Oligoklas sehr nahe steht. Er reicht von den ältesten Eruptivgesteinen bis in die jüngsten, kommt mit und ohne Quarz, ferner in Begleitung von Hornblende und zusammen mit Augit vor. Frische „Andesite“ haben ein spec. Gewicht von 2,65 bis 2,68, welches bei anfangender Verwitterung, bemerkbar durch Abnahme der Monoxyde, Zutritt von Wasser und Bildung von Kalkcarbonat, auf 2,64, selbst 2,61 sinkt. Man muss unter anderen zu den Gesteinen, welche Andesin enthalten, nach dem Alter der Eruptivgesteine geordnet, rechnen:

„Tonalit“, G. VOM RATH. Andesin ($3Ca + 2Na$) begleitet von Quarz, Orthoklas, Hornblende, dunklem Glimmer.

Tyrol, Adamellogebirge. Glimmerschiefer durchbrechend.

Syenit, DELESSE. Andesin begleitet von Orthoklas, Quarz, Hornblende.

Servance, Coravillers, la Bresse.

Vogesen. Uebergangsgebirge durchbrechend.

Melaphyr. Der von STRENG analysirte Feldspath aus dem Melaphyr des Rabensteins bei Ilfeld entspricht nach Analyse (O mit Fe ber. $1,02:3:7,26$, $3Ca + 2Na$) und spec. Gewicht (2,685 bei 24 Grad C.) dem Andesin, neben welchem Augit, Magnet Eisen, Apatit, dann und wann Quarz beobachtet sind. Nach den Analysen des Melaphyrs muss man ausserdem noch ein kalkhaltiges Silikat voraussetzen. Rothliegendes durchbrechend.

Quarzführender blauer Porphyry von Esterel. Andesin von CH. ST. CL. DEVILLE und RAMMELSBURG analysirt, begleitet von Quarz, Horn-

Eür die erstgenannte Gruppe stellt sich Folgendes heraus:

1. In Orthoklasgesteinen kommt neben dem Orthoklas vor sehr häufig Oligoklas, seltner Nephelin (Syenit, Miascit, Phonolith), nöch seltner Sodalith (Trachyt, Syenit, Miascit). Wenn Oligoklas vorhanden ist, fehlen fast stets die Vertreter der Feldspathe.

2. Ueber Albit und Andesin s. oben.

3. In Oligoklasgesteinen kommt neben Oligoklas ausser Orthoklas kaum ein anderer Feldspath oder Vertreter desselben vor.

4. In Leucitgesteinen finden sich Sanidin, Nephelin und Sodalith ein (Kaiserstuhl, Vesuvlaven). Ueber Hauyn und Nosean s bei diesen.

5. In Nephelgesteinen, zu welchen der grösste Theil der Basalte zu rechnen ist, da nur ein kleiner Theil den dichten Doleriten (und vielleicht den Anorthitgesteinen) angehört, findet sich Sanidin (Meiches), Leucit (Laven von Capo di bove und vom Albaner Gebirge, wenn man diese nicht zu den Leucitgesteinen rechnen will), Hauyn (Niedermendig, Mayen).

6. Sodalithgesteine, d. h. Gesteine, in welchen Sodalith als Hauptgemengtheil auftritt, sind nicht bekannt. Die als Hauyngesteine aufgeführten Laven des Vultur und die Noseangesteine aus dem Gebiete des Laacher Sees sind wohl nichts als Hauyn- und Noseanreiche Leucitgesteine, in welchen Sanidin ein häufiger Begleiter ist.

7. Dass Labrador und Anorthit neben einander vorkommen, ist nicht bewiesen, aber wahrscheinlich.

Quarz und freie Kieselsäure kommen neben Orthoklas und Oligoklas häufig, neben Labrador sparsam vor. Sie sind neben Anorthit, Leucit, Nephelin (Hauyn, Nosean) nicht beobachtet, nehmen also an Häufigkeit ab mit der Zunahme der Basicität.

Bei Hornblende und Augit muss man zwischen thonerdefreien (oder richtiger thonerdearmen) und thonerdereichen unterscheiden und darf hier der Kürze wegen zu den thonerdefreien Augiten den Bronzit und Hypersthen rechnen; Diallag ist als ein ver-

blende, Magneteisen. Jünger als Buntsandstein COQUAND 1853.
Jünger als Kreide COQUAND 1849.

„Andesit“ vom Chimborazo und Antisana. Feldspathe analysirt von CH. ST. CL. DEVILLE (C. R. 48. 16. 1859) mit Overh. 1:3:7,47 u. 7,62; spec. Gew. 2,651 u. 2,630; $3\text{Ca} + 2\text{Na}$.

witterter thonerdearmer Augit aufzufassen. Im grossen Ganzen kommt neben Orthoklas nur Hornblende, selten Augit vor; neben Oligoklas*) und Anorthit sowohl Hornblende als Augit, neben Labrador und Leucit fast nur Augit, neben Nephelin gewöhnlich Augit, bisweilen begleitet von Hornblende. Die sparsam vorkommenden thonerdearmen Hornblenden und Augite befolgen dieselben Gesetze, finden sich aber nur selten in demselben Gestein mit thonerdereichen zusammen.

Die namentlich in den krystallinischen Schiefen auftretenden feldspathfreien Gesteine enthalten fast sämmtlich Hornblende; augithaltige feldspathfreie Gesteine kommen in ihnen nur höchst sparsam und untergeordnet vor (Eulysit u. s. w.)

Von den Glimmern, Kaliglimmer und Magnesia-Eisenoxydulglimmer, ist der erstere in den jüngeren Eruptivgesteinen nicht mehr vorhanden. Trotz der Armuth an Kalk muss man den Magnesiaglimmer als Vertreter der thonerdehaltigen Hornblenden auffassen, daher viele hornblendehaltigen Gesteine ihr glimmerhaltiges Aequivalent haben und Glimmer neben Hornblende viel häufiger vorkommt als Glimmer neben Augit (Diorit; gewisse Syenite und Granite; „Minette“ u. s. w.)

Es schliessen sich also, bis auf seltene Ausnahmen, aus:

Orthoklas und Augit,
Oligoklas und Leucit, Nephelin,
Labrador und Leucit,
Anorthit und Quarz,
Leucit, Nephelin und Quarz,
Hornblende und Labrador.

Zum Schluss gebe ich eine Zusammenstellung über den Gehalt an Kieselsäure des ganzen Gesteins, der Grundmasse bei Porphyren und der aus Gestein oder Grundmasse analysirten Feldspäthe und verwandten Mineralien. Es ist dabei nicht Rücksicht genommen auf die geringen Unterschiede, welche dadurch entstehen, dass die Analysen nicht genau 100 ergeben und dass der Wassergehalt bis auf 2 pCt. steigen kann. Entschieden verwitterte Gesteine und Mineralien blieben ausgeschlossen.

*) Gesteine mit Oligoklas, Orthoklas, Hornblende und einzelnen Augiten kommen, sehr sparsam freilich, vor.

		Kieselsäure in Procenten		
		im Mineral	im Gestein	nach den Analysen von
1. Orthoklas	. . . . .	65,77	65,64	} „grauer Gneus“ Himmelfahrt, Freiberg. SCHEERER.
„	. . . . .	66,22*)	66,91*)	
2. Sanidin	. . . . .	65,87	65,14	Drachenfelstrachyt, möglichst von Feldspath befreiet; nicht ganz frisch. RAMMELSBURG.
3. „	. . . . .	67,09	63,04	Trachyt; Grundmasse, nicht ganz frei von Sanidin, Vico, Ischia. G. BISCHOF.
4. Oligoklas	. . . . .	63,88**)	58,00	„Kersantit“, Visembach, Vogesen. DELESSE.
5. Andesin	. . . . .	58,26	63,19	„ , Chimborazo, Grund- masse. CH. ST. CL. DEVILLE.
6. Labrador*)	. . . . .	54,19*)	53,45*)	Porphy, Belfahy, Vogesen. „
			54,33*)	„ , „ , Grundmasse. „
7. „	. . . . .	51,11	56,51	Labradorporphy, Elbingerode. STRENG.
„	. . . . .	„	58,69	„ „ „ „ , Grundmasse. „
8. „	. . . . .	54,25	57,95	Dolerit, Guadeloupe. CH. ST. CL. DEVILLE.
9. „	. . . . .	55,40	60,80	Purace, Anden. Grundmasse. „
10. „	. . . . .	54,88	56,98	Aetnalava. „
11. Anorthit	. . . . .	45,37*)	48,35*)	Anorthitbronzitgestein, Radauberg. STRENG.
12. „	. . . . .	45,87	47,52	Eukrit, Carlingford, Irland. HAUGHTON.
13. „	. . . . .	48,75*)	49,60*)	„ , Thiorsälava, ***) Island. GENTH.
14. „	. . . . .	44,54	49,67	„ , „ „ „ SARTORIUS.
„	. . . . .	„	50,43	„ , „ „ , Grundmasse. „

15. Anorthit	46,67	50,52	Eukrit, Lava von Scalfandefioth, Island.	„
„	„	51,62	„ „ „ „ „	„
			Grundmasse.	UHRLAUB.
16. Leucit	57,24	44,88 †)	Vesuvlava 1858.	RAMMELSBURG.
17. „	56,25	46,48	„ 1811.	„
18. Nephelin	43,50 ††)	43,07 *)	Nephelinit, Löbau.	HEIDEPRIEM.
19. „	„	45,78 †††)	„ „	„
20. Bronzit	54,10 *)	48,35 *)	Anorthitbronzitgestein, Radauberg.	STRENG.
21. Hypersthen	52,88	49,54	Gabbro, Ettersberg.	„
22. Augit, thonerdehaltig	51,26	49,54	„ „	„
23. „ „	48,86	48,06	Leucitlava, Granatello.	WEDDING.
24. „ „	49,61	44,88	„ „ Vesuv 1858.	RAMMELSBURG.
25. „ „	49,17	49,67	Eukrit, Thiorsalava, Island.	SARTORIUS.
26. „ „	51,13	50,52	„ Lava von Scalfandefioth.	„
27. Hornblende †††) thonerdehaltig	38,62	59,22	Amphibolandesit, Stenzelberg.	RAMMELSBURG.

*) Wasserfrei berechnet.

**) Es fehlt an Monoxyden.

***) Anorthit aus Thiorsalava 45,97 pCt. Si, DAMOUR.

†) Aus dem in Säure Löslichen und Unlöslichen berechnet: 47,46 pCt.

††) Enthält etwas Apatit.

†††) Berechnet ohne Wasser, Apatit und Titanit.

††††) Wohl nicht dem analysirten Stück entnommen.

Zieht man zu dieser Zusammenstellung, die nach vielen Richtungen gegen die Erwartung karg ausgefallen ist, die Resultate aus Gesteinsanalysen hinzu, bei welchen nur das Gestein, nicht aber die mineralogisch sicher bestimmbar und bestimmten Gemengtheile analysirt wurden, so ergibt sich Folgendes.

Orthoklas (und Sanidin) kann aus Lösungen krystallisiren, welche mehr, eben so viel, oder sogar weniger Kieselsäure enthalten als er selbst (Orthoklas Mittel 65 bis 66 pCt. Kieselsäure).

Der erste Fall, bei Graniten, „rothen und mittleren Gneusen“, Felsitporphyren, Lipariten u. s. w. normal, ist wegen seiner Häufigkeit in die Zusammenstellung nicht aufgenommen worden. Durch No. 1, 2, 3 der Zusammenstellung wird der zweite Fall illustriert, für welchen sich ausserdem die an Oligoklas und Glimmer reichen, an Quarz armen Granite mit 65 bis 66 pCt. Kieselsäure (Donegal und Newry, HAUGHTON; Harz, C. W. C. FUCHS u. s. w.), die „grauen sächsischen Gneuse“ (SCHEERER), Gneus aus dem Eckerthal, Hornblendegneus (Auerbach, Bergstrasse, FUCHS), quarzarme Syenite (Vogesen, DELLESSE; Christiania, KJERULF), Trachyte und Sanidin-Oligoklas-Trachyte (Monte Olibano, ABICH) anführen lassen. Für den dritten Fall beweisen unter anderen Syenite des Harzes mit 55 bis 56 pCt. Kieselsäure (KEIBEL, FUCHS), der Syenit des Plauischen Grundes mit ca. 59 pCt. (ZIRKEL), der quarzfreie Orthoklasporphyr mit 56 pCt. (KJERULF), dessen Orthoklase aus den oben angeführten Ursachen nicht mit der Formel stimmen können, manche Trachyte und Bimsteine (Monte nuovo 59,30 pCt. Si, ABICH; Arso 56 pCt., CH. ST. CL. DEVILLE), die frischen Phonolithe (Abtsrode, Olbersdorf, Lausche, Ebersberg u. s. w.) mit etwa 61 pCt., wenn man das Noseangestein des Perlerkopfes mit nur etwa 50 pCt. (G. VOM RATH) unberücksichtigt lassen will.

Da Oligoklas so häufig in quarzreichen Gesteinen wie Graniten, Gneusen u. s. w. beobachtet ist, so braucht für seine Bildung aus saurer Lösung kein Beispiel gesucht zu werden. Oligoklas (Mittel der Kieselsäure 63 pCt.) aus Lösungen, welche eben so viel oder weniger Kieselsäure enthalten als er selbst, findet sich bei den Laven, Obsidianen und Bimsteinen von Teneriffa (ABICH und CH. ST. CL. DEVILLE); bei Dioriten (Rosstrappe, 46 bis 51 pCt., FUCHS; Wicklow, 52 bis 57 pCt., HAUGHTON) u. s. w., und in No. 4 der Zusammenstellung. Der „Andesin“ bietet

dieselben Erscheinungen wie Oligoklas. Tonalit, G. VOM RATH mit 67 pCt. Kieselsäure enthält Andesin mit 57 pCt. Kieselsäure im Mittel. Der Andesin des Chimborazogesteines mit 58,26 pCt. Kieselsäure (CH. ST. CL. DEVILLE) findet sich (s. No. 5) in einer Grundmasse*) mit 63,19 pCt. Kieselsäure, während andere Gesteinsproben von dort 60 pCt. (RAMMELSBURG) und 65 pCt. (ARICH) ergeben, also Andesin aus saurer Lösung. Der Melaphyr vom Rabenstein mit ca. 57 pCt. Kieselsäure enthält den von STRENG analysirten Feldspath mit ca. 57 pCt., also im Gestein und Feldspath gleiche Menge Kieselsäure. STRENG, der den „Andesin“ als Labrador bezeichnet, hat gezeigt, dass sich der Melaphyr des Rabensteins in etwa 51 Andesin, 12 Orthoklas, 33 Augit, 3 Magneteisen zerlegen lässt; auch im „Tonalit“ kommt Orthoklas untergeordnet neben Andesin vor.

Labrador (53 pCt. Kieselsäure) aus Lösungen mit mehr Kieselsäure zeigt das Gestein vom Purace (No. 9 der Zusammenstellung). Der Labrador hat bei einem spec. Gewicht von 2,729 ein Overhältniss 1,10 : 3 : 6,91 und enthält 2 Atome Kalk auf 1 Atom Natron. No. 7 der Zusammenstellung enthält frische Labradore, aber ein grünes Mineral, wahrscheinlich thonerdereichen Augit, dessen starke Verwitterung keinen sichern Vergleich erlaubt. In No. 8 fand CH. ST. CL. DEVILLE glashelle Körner mit 88 pCt. Kieselsäure, die er für Quarz hält. In No. 10 ist der Gehalt an Kieselsäure im Gestein im Vergleich mit andern Analysen sehr hoch, da diese im Mittel nur 50 pCt. ergeben. No. 6 zeigt in Labrador und Gestein dieselbe Menge Kieselsäure. Dasselbe Verhalten kehrt bei dem Gabbro des Harzes (STRENG) und von Norwegen (KJERULF) wieder; bei manchem Gabbro von dort und bei fast allen Doleriten sinkt der Kieselsäuregehalt des Gesteines um etwa 3 bis 4 pCt. unter den des Labradors. Also Labrador wird ausgeschieden aus Lösungen, die mehr, eben so viel, sogar weniger Kieselsäure enthalten, genau wie die übrigen Feldspathe.

Da neben Anorthit (Kieselsäure im Mittel 44 bis 45 pCt.) als Gemengtheile (No. 20, 25, 26) fast nur solche Mineralien vorkommen, welche mehr Kieselsäure enthalten als der Anorthit, so scheinen frische Anorthitgesteine mit weniger Kieselsäure als 44 bis 45 pCt. kaum vorzukommen. Gesteine mit mehr und eben so viel Kiesel-

*) Nicht Gestein, sondern Grundmasse nach C. R. 48. 16. 1859.

säure als in Anorthit sind in No. 11 bis 15 aufgeführt. Die Analyse des Anorthitgesteins vom Gumbelberg bei Neutitschein (TSCHERMAK und KNAFL) mit nur 39 pCt. Kieselsäure ist wegen des grossen Wassergehaltes und des auffallend niedrigen Kalkgehaltes (5,68 pCt.) nicht in Betracht zu ziehen.

Leucit kommt nur in Gesteinen vor (s. No. 16 und 17), welche weniger Kieselsäure enthalten als er selbst (Mittel 56 bis 57 pCt.), während Hauyn und Nosean nur in Gesteinen auftreten, welche mehr Kieselsäure enthalten als sie selbst, da sie nebst Granat die an Kieselsäure ärmsten Gemengtheile der plutonischen Gesteine sind.

Nephelin (44 bis 46 pCt. Kieselsäure) aus Lösungen mit mehr Kieselsäure als er selbst findet sich im Miascit, manchen Syeniten, den Phonolithen u. s. w., während die Nephelinite bald etwas mehr (zw. Nickenicher Sattel und Nastberg 47,48 pCt. G. BISCHOF; Niedermendig 49 bis 50 pCt.), bald eben so viel Kieselsäure (s. No. 18, 19) enthalten. Hierher gehören auch manche Basalte (Kreuzberg, STRENG; Stolpen, SINDING u. s. w.). Bei manchen Nepheliniten und Basalten geht der Gehalt an Kieselsäure unter den des Nephelines herab (Wickenstein, LÖWE, GIBARD; Bärenstein, PAGELS u. s. w.).

Man sieht aus dem Vorhergehenden, dass der Ausspruch „aus einer gegebenen Gesteinsmasse krystallisirt kein Feldspath, dessen Gehalt an Kieselsäure ein höherer ist als der Durchschnittsgehalt an Kieselsäure im Muttergestein“*) nicht allgemein gültig ist. Aus dem Kieselsäuregehalt des Gesteins kann man nur in wenigen Fällen Schlüsse auf den Feldspath und die Feldspath vertretenden Mineralien ziehen. Oder anders ausgedrückt: da die procentische Menge und die chemische Zusammensetzung der den Feldspath begleitenden Gemengtheile zwischen ziemlich weiten Grenzen variiren kann, so können die Feldspäthe und ihre Vertreter aus Lösungen von sehr verschiedenem Kieselsäuregehalt krystallisiren.

*) G. BISCHOF, Lehrb. chem. Geol. Ed. II. Bd. 2. 393.

I. Namenregister.

A. hinter den Titeln bedeutet Aufsatz, *B.* briefliche Mittheilung, *P.* Protokoll der mündlichen Verhandlungen.

	Seite
BARTH, Steinsalz in Afrlka. <i>P.</i>	186
v. BENNIGSEN-FÖRDER, Ueber Tertiärformation bei Coswig. <i>P.</i>	178
— Ueber zerfallenen Granit. <i>P.</i>	185
— Ueber Braunkohlensande. <i>P.</i>	354
— Ueber das Steinkohlengebirge. <i>P.</i>	360
BEYRICH, Ueber Rüdersdorfer Ammoniten. <i>P.</i>	181
— Fauna des produktiven Steinkohlengebirges. <i>P.</i>	5
— Schaumspath am Harz. <i>P.</i>	8
— Ueber Crinoiden. <i>P.</i>	359
— Ueber <i>Leaia Leidyi</i> . <i>P.</i>	363
H. CAEDNER, Die Pteroceras-Schichten der Umgegend von Hannover. <i>A.</i>	196
— Die Brachiopoden der Hilsbildungen im nordwestlichen Deutschland. <i>A.</i>	542
COSSMANN, Laven aus der Auvergne. <i>P.</i>	358
— Ueber die Zusammensetzung einiger Laven und des Domites der Auvergne und des Trachytes von Voissières (Mont-Dore). <i>A.</i>	644
EWALD, <i>Terrain aptien</i> am Teutoburger Walde. <i>P.</i>	11
v. FRITSCH, Zur Geologie der Canären. <i>A.</i>	114
GLÜCKSELIG, Das Vorkommen des Apatites und Flusses auf den Zinnerzlagertstätten in Schlaggenwald. <i>A.</i>	136
GÖPPERT, Ueber lebende und fossile Cycadeen. <i>A.</i>	173
— Ueber das Vorkommen von ächten Monocotyledonen in der Kohlenperiode. <i>A.</i>	175
— Beiträge zur Bernsteinflora. <i>A.</i>	189
v. HELMENSEN, Ueber das Donezgebirge und den artesischen Brunnen in St. Petersburg. <i>B.</i>	12
v. HOCHSTETTER, Dunit, körniger Olivinfels von Dun Mountain bei Nelson, Neu-Seeland. <i>A.</i>	341
v. KÖNEN, Tertiärformation in England und Belgien. <i>P.</i>	183
KUNTB, Ueber Lias und Löss bei Hoym. <i>P.</i>	357
— Ueberquaderkohle in Niederschlesien. <i>P.</i>	603

	Seite
LASPEYRES, Beitrag zur Kenntniss der Porphyre und petrographische Beschreibung der quarzführenden Porphyre in der Umgegend von Halle u. d. S. A.	367
MARSH, Ueber <i>Helminthodes antiquus</i> . P.	363
v. MARTENS, Ueber fossile Muscheln aus Sibirien. P.	179
— Fossile Süsswasser-Conchylien aus Sibirien. A.	345
RAMMELSBERG, Ueber geschmolzene Mineralien. P.	178
— Ueber Braunit. P.	186
— Ueber die im Mineralreiche vorkommenden Schwefelverbindungen des Eisens. A.	267
— Ueber Pistazit und Eisenglanz am Harz. P.	6
— Pyrit und Markasit. P.	355
— Ueber Antimonsilber. A.	618
VOM RATU, Skizzen aus dem vulkanischen Gebiete des Niederrheins. A.	73
— Ueber die Quecksilber-Grube Vallalta in den Venetianischen Alpen. A.	121
— Dolomit von Campo-longo. P.	186
— Beiträge zur Kenntniss der eruptiven Gesteine der Alpen. A.	249
— Geognostische Mittheilungen über die Euganäischen Berge bei Padua. A.	461
R. RICHTER, Der Kuhl in Thüringen. A.	155
v. RICHTHOFEN; Reisebericht aus Californien. A.	331
— Ueber Californien. B.	604
F. ROEMER, Notiz über das Vorkommen von <i>Cardium edule</i> und <i>Buccinum reticulatum</i> im Diluvialkies bei Bromberg im Grossherzogthum Posen. A.	611
— Gneiss und Granulitgeschiebe in einem Steinkohlenflötze Oberschlesiens. A.	615
— Cenomaner Quadersandstein zwischen Leobschütz und Neustadt in Oberschlesien. A.	625
— Ueber das Vorkommen des Rothliegenden in der Gegend von Krzeszowice im Gebiet von Krakau. A.	633
G. ROSE, Ueber Arendaler und Kongsberger Mineralien. P.	5
— Zur Erinnerung an E. MITSCHERLICH. A.	21
— Ueber Hausmannit, Turmalin, Pseudomorphosen von Eisenoxyd nach Magnetseisen. P.	180
— Bleierze aus Pennsylvanien. P.	187
— Meteoriten aus Sibirien und Böhmen. P.	356
— Ueber Pollux; Legierung von Zink und Natrium. P.	360
— Ueber die im Thonschiefer vorkommenden mit Faserquarz besetzten Eisenkieselhexaeder. A.	595
— Graphit in Sibirien. P.	602
ROTH, Atlas von Neu-Seeland. P.	10
— Geologische Verhältnisse von Siebenbürgen. P.	355
— Ueber die mineralogische und chemische Beschaffenheit der Gesteinsarten. A.	675

	Seite
E. E. SCHMID, Trias an der Saar und Mosel und der Phonolith des Ebersberges. <i>B.</i>	15
— die Gliederung der oberen Trias nach den Aufschlüssen im Salzschat auf dem Johannisfelde bei Erfurt. <i>A.</i>	145
V. SCHÖNAICH-CAROLATH, Steinsalz bei Stassfurt. <i>P.</i>	185
SÖCHTING, Quarz mit Pyrrhosiderit und Braunkohlen-Einschlüssen. <i>P.</i>	601
STRÜVER, Die fossilen Fische aus dem Keupersandstein von Co- burg. <i>A.</i>	303
TAMNAU, Ueber Topas und Glimmer. <i>P.</i>	364
TRAUTSCHOLD, Reisebrief aus Russland. <i>A.</i>	584
WEBSKY, Ueber Diallag, Hypersthen und Anorthit im Gabbro von Neurode in Schlesien. <i>A.</i>	530
WEDDING, Ueber Kalkspath und Magneteisen. <i>P.</i>	182
— Zur Erinnerung an KEIBEL. <i>P.</i>	362
WEISS, Leitfische des Rothliegenden in den Lebacher und äquiva- lenten Schichten des saarbrückisch-pfälzischen Kohlengebir- ges. <i>A.</i>	272
— <i>Leia Leidyi</i> . <i>B.</i>	365
ZEUSCHNER, Entwicklung der Jura-Formation im westlichen Po- len. <i>A.</i>	573

II. Sachregister.

	Seite		Seite
Acanthodes Bronni	291	Cidaris pyriferæ	241
— gracilis	291	Corbis subclathrata	236
Actæonina cylindrica	226	Crania irregularis	570
Ammonites antecessens	181	Crinoiden im Kulm	162
Anatas	454	Cyclas Asiatica	349
Anomia undata	229	— rivicola	348
Anorthit	536	Cyclolites	243
Antimonsilber	618	Cyprina nucleaeformis	238
Apatit, künstlicher	6	— parvula	238
Aporrhais cingulata	220	— Saussurei	237
— costata	220	Cyrena fluminalis	348
— nodifera	219	Cythere spinosa	161
— Oceani	219		
Arca Choffati	234	Diallag	531
Archeosaurus Decheni	299	Dictyopyge socialis	322
Astarte scalaris	238	Dolerit der Euganiën	471, 496
— supracorallina	238	Dolomit	186
Asteracanthus	244	Domit des Puy de Dôme	664
Astrocoenia suffarcinata	243	Dufrénoysit	187
Augit	6	Dunit	341
Avicula oxyptera	230		
		Echinobrissus major	240
Bernstein	189	Echinopsis Nattheimensis	241
Brauneisenstein	452	Eisenglanz	6
Buccinum reticulatum	611	Exogyra spiralis	229
Calamites transitionis	166	Flussspath von Schlaggenwald	141
Camphora prototypa	191	— im Porphy	449
Cardiomorpha tellinaria	162	Fucoides bipinnatus	168
Cardium edule	611		
Cenomanien in Oberschlesien	625	Gault bei Hannover	202
Chemnitzia Armbrustii	225	Gervillia Gesneri	231
— Clio	225	— Goldfussi	232
— geniculata	225	Glimmer im Porphy	397
— paludinaeformis	225	Gresslya excentrica	239

	Seite		Seite
Gresslya orbicularis	239	Mineralien, geschmolzene	178
Gyrodus umbilicus	244	Modiola compressa	233
Hakea Berendtiana	195	Muschelkalk bei Erfurt	151
Hausmannit	180	Mytilus jurensis	233
Heteropora arborea	242	— pernoïdes	233
— cingulata	243	Natica macrostoma	224
Hybodus	244	— punctata	224
Hypersthen	535	— subnodosa	224
Idiochelys	245	Nautilus dorsatus	218
Jordanit	187	Nerinea bruntrutana	222
Jura, brauner bei Hannover	199	— Calliope	222
— oberer bei Hannover	201	— Gosae	221
— in den Eugeanäen	521 ff.	— Mariae	222
Kalkspath	449	— Moreana	223
Kelloway in Polen	579	— pyramidalis	223
Keuper bei Erfurt	149	— tuberculosa	221
Kimmeridge bei Hannover	201	Nerineenkalk in Polen	575
— in Polen	574	Nerita minima	223
Kreide in den Eugeanäen	521 ff.	— pulla	223
Kulm in Thüringen	155	Nosean	81
Lava vom Puy de Colière	657	Noseanphonolith	102
— vom Puy de Come	659	Odontopteris Stieleriana	166
— von Volvic	663	Oligoklas im Porphy	378
Leaia Leidyi	366	Orthoklas im Porphy	378
Lettenkohle bei Erfurt	150	Ostrea multiformis	228
Leucit	75, 91	— solitaria	228
Leucitophyr bei Rieden	90	Oxford-Gruppe bei Hannover	201
Lias bei Hannover	199	— in Polen	576
Lima monsbeliardensis	230	Palaeoniscus dimidiatus	274
Lithodomus socialis	233	— tenuicauda	274
Litorina	162	— vratislaviensis	274
Lucina Elsgaudiae	235	Paludina achatinoides	347
— plebeja	236	— columna	345
— substriata	235	Pecten comatus	229
Lycopodites	165	— concentricus	229
Machimosaurus Hugii	245	Pentacrinus astralis	242
Magnetkies	269	Perlstein in den Eugeanäen	490
Marcelin	181	Perna subplana	231
Markasit	268, 355	Pinites Catharinae	163
Megaphyllum Hollebeni	164	Pisidium antiquum	349
Melaphyr bei Krakau	639	Pistazit	6
Meteoriten	356	Plicatula	230
		Porphy bei Mienkinia	636
		Proetus posthumus	160

	Seite		Seite
Protocardia eduliformis . . .	234	Terebratula hippopus . . .	565
Pycnodus	244	— longa	563
Pygurus Blumenbachii . . .	240	— longirostris	557
Quarz im Porphyr . . . 371,	445	— Moutoniana	561
Rhynchonella antidichotoma	549	— oblonga	567
— depressa	549	— pectiniformis	567
— inconstans	549	— perovalis	557
— multiformis	549	— praelonga	557
— paucicosta	549	— Puscheana	567
— plicatella	549	— reticulata	567
— rostralina	549	— sella	557
— rostriformis	549	— subsella	227
— varians	549	— tamarindus	564
Rissoina interrupta	226	Tertiärgestein in den Euga-	
Rothliegende bei Krakau .	633	näen	522
Sagenaria cyclostigma . . .	165	Thecidium tetragonum . . .	569
— minutissima	165	Thermen in den Euganäen .	527
— remota	165	Thracia incerta	239
— transversa	164	Tonalit	249
— Veltheimiana	164	Trachyt in den Euganäen	474, 498
Sanidin	76	— von Voissières	670
— im Porphyr	391	Trias bei Hannover	198
Schaumspath	8	Trichites Saussurei	232
Schwefelkies	267	Trigonia gibbosa	234
Semionotus Bergeri	305	— suprajurensis	234
Senon bei Hannover	203	Troilit	271
Sphaerodus gigas	244	Turbo tenuistriatus	226
Sphenopteris phyllocladoides	193	Turmalin	180
Steinsalz	185	Uralit	6
Teleosaurus	245	Wolframsäure	7
Terebratula biplicata . . .	557	Xenacanthus Decheni	298
— Carteroniana	557	Xenophorus discus	226
— faba	563	Zinnober bei Vallalta . . .	126

Druckfehler.

Bd. XVI. S. 391. Z. 10 v. o. lies O von 9,96 Kali und Natron =
2,57 statt 2,37.