

3. Geognostisch - chemische Mittheilungen über die neuesten Eruptionen auf Vulcano und die Producte derselben.

Von Herrn A. BALTZER in Zürich.

Hierzu Tafel II. bis IV.

Das vulkanische System der Liparen verdankt seine Entstehung nach HOFFMANN*) einer dreistrahligem vulcanischen Spalte, deren einzelne ziemlich geradlinige Zweige ungefähr in der Panariagruppe zusammenlaufen.

Auf diesen Spalten haben sich nun drei Reihen von Strato-vulcanen gebildet. Die kürzeste dieser Spalten (ungefähr Nordost streichend) hat nur einen Eruptionspunkt: Strombòli. Dieser permanent und intermittirend arbeitende Vulcan gestattet der vulcanischen Thätigkeit sich allmählig zu entladen, so dass sie nicht nothwendig hat, sich neue Eruptionswege in der Verlängerung dieser Spalte zu schaffen. Auf der zweiten ungefähr Ost-West laufenden Spalte liegen Saline und die schönen Kegel von Felicuri und Alicuri. Die dritte Spalte hat Südrichtung. Auf ihr liegen die zu Lipari gehörigen: Mte. Campo bianco, Mte. Angelo, Mte. Guardia, ferner Mte. Vulcanello und der Hauptkrater auf Vulcano. Noch in der Verlängerung dieser Spalte findet sich am Cap. Calava der sicilianischen Küste eine Fumarole. Die im Centrum des Systems liegenden Inseln der Panariagruppe zeigen weder Lavaströme noch Kegelstructur. Ihre Gesteine werden als Granit-, Gneiss- und Porphy-ähnlich bezeichnet. Diese in ihrer äusseren Erscheinung so abweichenden, meist schroff nach Nordwest abstürzenden Inselfelsen scheinen einem unentwickelt gebliebenen Centralkegel anzugehören und sind älter als alle übrigen.

*) Pogg. Ann. Bd. 26. pag. 68 ff.

Das ganze vulcanische System der Liparen ist nach dieser Anschauung ein Mittelglied zwischen Central- und Reihenvulcanen, dessen Eigenthümlichkeit darin besteht, das es keinen Strato-vulcan als Centrum besitzt und dass sich die vulcanische Thätigkeit ganz auf die Seitenspalten verlegt hat.

1. Die vulcanische Thätigkeit auf der Insel Vulcano vom August 1873 bis Ende December 1874.

Den Krater auf Vulcano war man seit längerer Zeit gewohnt als fast erloschen zu betrachten, da die letzte Eruption (wobei er nach SCROPE*) seine jetzige Form erhielt) 1786 stattgefunden hatte. Kaum sah man bei reiner Luft seiner Mündung Dämpfe entsteigen; er befand sich im Zustand einer, mässige Fumarolenthätigkeit zeigenden, Solfatara. Ich war daher überrascht, als ich bei einem Besuch der Liparen im Anfang November 1873 vernahm, dass seit August der Vulcanokrater eine intensive Thätigkeit entwickle. Authentische Nachrichten erhielt ich erst von Herrn PICONE, Betriebsdirector der chemischen Fabrik auf der Insel.

Nach seinen Mittheilungen begann die erhöhte Thätigkeit am 7. August 1873 zunächst mit stärkerem Ziehen der Fumaren. Am 7. September erfolgte eine Eruption, welche von 11 Uhr Vormittags bis 2 Uhr Nachmittags andauerte. Während derselben fiel auf der ganzen Insel eine schneeweisse Asche, von welcher Herr PICONE Proben sammelte. Andere Aschenfälle, von vulkanischem Sand und Steinen begleitet, folgten bis zum 19. October; so z. B. fielen graue Aschen am 14. und 15. September, von denen Herr PICONE ebenfalls Proben nahm.

Einmal war der Aschenfall so dicht, dass man bei der kleinen Fabrik auf 2 Meter Entfernung keinen Gegenstand deutlich sah; man wünschte auf der Insel sehnlichst ein Ende der Eruption, oder wenigstens Wind, um aus dem lästigen Zustand herauszukommen. Ein oder einigemal wurden die Aschen in der That bis nach Lipari und Saline getragen, wo die Blätter der Bäume und Sträucher davon bedeckt waren.

Am 19. October erfolgte eine Eruption mit Auswurf von vielen Projectilen.

*) Vergl. dessen Volcanos pag. 337.

Die Eruptionen fanden nach einem gewissen Rythmus statt. Zuerst beobachtete man während 5—7 Minuten steigende Fumarolenthätigkeit, indem unter heftigem Brausen schneller und in grösserer Menge der weisse Dampf den Spalten entquoll, gewaltige Rauchsäulen bildend. Dann sank die Thätigkeit zurück, um nach kurzer Zeit sich wieder zu steigern. Gewöhnlich beim dritten Anlauf wurden unter Knallen und Rollen Steine ausgeschleudert. Von solchen Steinen fand ich das Innere des Kraters (namentlich an der Nordostseite, vergl. Tafel III.), sowie den sogen. Piano della Fossa ganz übersät.

Sie gefährdeten die Arbeiter, welche, etwa 30 an der Zahl, das Rohmaterial zur Gewinnung von Borsäure, Salmiak, Schwefel und „Balsamo di Zolfo“ aus dem Krater heraufholten. Es bedurfte der unermüdlichen Thätigkeit des Directors, um ernstliche Unglücksfälle zu verhüten, nachdem einige Arbeiter durch die fallenden Projectile leicht verwundet worden waren. Nicht nur liess Herr PICONE einen neuen Weg anlegen, der den fallenden Bomben weniger ausgesetzt war, er überwachte auch die Thätigkeit des Kraters und gab mit einer Glocke den Arbeitern ein Zeichen, wenn der Rhythmus der Fumarolenthätigkeit einen Steinregen voraussehen liess.

Am 1. November fiel etwas Asche.

Am 3. November 1873, dem Tage meiner Anwesenheit auf Vulcano, beobachtete ich heftige Fumarolenthätigkeit, aber keine Steinwürfe.

Jene hielt an bis zum 22. Januar und es fanden auch hin und wieder Bodenerschütterungen statt.

Am 22. Januar 1874 bemerkte Herr PICONE um 11 $\frac{3}{4}$ Uhr Abends zuerst eine undulatorische, dann eine subsultorische Bodenbewegung, beide von kurzer Dauer.

Diese ungewöhnlichen Erschütterungen veranlassten ihn am Morgen des 23. nach dem Krater emporzusteigen, um allfälligen Veränderungen nachzuforschen. In der That zeigte sich Folgendes: Die Dampfausströmungen waren so heftig, dass das Athmen im Krater sehr erschwert war. Alle Fumarolen waren am Rande mit Asche bedeckt. Von der Ostseite des Kraters erscholl ein auffallendes Getöse als Anzeichen, dass die unterirdischen Dämpfe sich eine neue Mündung erschlossen hatten.

Erst am 4. Februar gestatteten jedoch die dichten Dampfmassen, die neue Mündung wahrzunehmen und sich ihr zu nähern. Der Dampf entströmte ihr mit einem wahrhaft betäubenden Getöse und Flammen brachen daraus hervor. Sie flackerten und züngelten nicht, sondern waren wie angenagelt („come inchiodata“). Herr PICONE beobachtete dieselben bei Nacht genauer. Sie waren theils roth, mit charakteristisch grünem*) Saume, theils weiss und röthlichgelb. Der Durchmesser der Fumarolenmündung betrug $1\frac{1}{2}$ M. Das Brausen und die Flammen aller übrigen Fumarolen zusammen waren nicht so heftig wie bei dieser einen neuen.

In den folgenden Monaten verengte sich diese Mündung, aber noch am 31. Juli waren Flammen an ihr bemerkbar.

Bis zum 4. Februar beobachtete Herr PICONE häufig unterirdisches Getöse, dann verminderten sich die Thätigkeitsäusserungen und zu Ende Juni 1874 schien der Krater wieder in normaler Verfassung zu sein.

Am 1. Juli jedoch machte sich wieder heftiges, andauerndes unterirdisches Geräusch bemerkbar. Am 15. Juli erfolgte ein schrecklicher Schuss („una tirata spaventosa“) und im Laufe desselben Tages zählte Herr PICONE nicht weniger wie 300 Stösse, die allmählig an Heftigkeit abnahmen und gegen $6\frac{1}{2}$ Uhr Abends kaum noch bemerkbar waren. Nach dieser Kraftäusserung trat Ruhe ein; nur alle 2—3 Tage wurde noch unterirdisches Geräusch gehört.

Ende Juli 1874 bemerkte Herr PICONE im Krater nichts Neues, nur am Abend war an den Flammen, welche früher continuirlich und ruhig aus der grossen Bocca und den im Osten neu eröffneten Fumarolenöffnungen hervorbrannten, ein

*) Borsäure, auf einem Platinblech in die bläuliche H_2S -Flamme gebracht, verleiht derselben, wie ich mich überzeugte, einen grünen Saum, jedoch nur so lange als die Säure nicht in Anhydrid übergegangen ist. Hier sei noch bemerkt (was vielleicht noch nicht bekannt ist), dass die Färbung einiger Salze in der H_2S -Flamme kleine Abweichungen zeigt von der Färbung, die dieselben Substanzen in der nicht leuchtenden Brennerflamme geben. Lithium macht die H_2S -Flamme nur am Rande roth. Unreines Strontiumsalz, welches die Leuchtgasflamme intensiv roth dann gelb machte, erzeugte, in die H_2S -Flamme gebracht, nur eine gelbe Färbung.

intermittirendes Hervorpuffen (dreimal alle 5 — 10 Minuten) bemerkbar, wobei sie ruckweise auf- und niederstiegen. Ob auch Steine herausflogen, giebt Herr PICONE nicht an, bemerkt aber, es sei ein ähnliches Phänomen gewesen, wie auf Stromboli*), nur in gelinderer Weise. Diese Erscheinung findet jetzt noch statt.

Vom 2. August an ertönte aufs Neue unterirdisches Geräusch und von Zeit zu Zeit ein Stoss. Von Mitte October 1874 ab hörte man das Geräusch seltener; seit dem 23. November 1874 ist Alles ruhig. Vom April bis October 1874 war die Ausbeutung immer noch, wie früher, gehindert. Selbst heute ist die Fumarolenthätigkeit noch nicht ganz auf ihr normales Maass zurückgekehrt. Lava ist während der ganzen Zeit nicht beobachtet worden.

Ein Freund des Herrn PICONE berichtete ihm durch Schreiben vom August, dass auf Stromboli ausser der grossen Bocca sich neuerdings zwei andere in Südwest gebildet hätten, und dass jene Stelle, von der aus man früher den Krater beobachtete, nicht mehr betreten werden könne. Genauer ausgedrückt, habe sich eine Bocca unter dem „Faraglione“ gebildet und eine andere gegen Norden, circa 30 M. von der alten.

Soweit die mündlichen und brieflichen (im Auszug übersetzten) Mittheilungen von Herrn PICONE.***) Ich bin ihm hierfür, sowie für die bereitwillige Zusendung von Aschenproben zur Untersuchung zu grossem Dank verpflichtet.

*) Dort erfolgt nach ABICH (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1857 p. 396) und anderen Autoren alle 6 — 7 Minuten eine kleine Dampfexplosion, verbunden mit Aufwallen der Lava und Auswurf von Projectilen.

**) Nachträglich theilte mir Herr PICONE noch mit, dass er sich fünfmal während der Eruption im Krater befand. Einmal trieb der Nordwind die Dampfmasse nach Süden. Sie bedeckte den Krater wie eine Mütze und man befand sich unten ganz im Dunkeln. Dabei wurde so reichlich Asche ausgeworfen, dass man hernach von der Krümpe eines Strohhutes 1 Kilo sammelte. Ein andermal begann eine Eruption feiner Asche während des Hinuntersteigens in dem Krater, die Herrn PICONE zwang, Mund und Nase zu verschliessen und sich zu entfernen. — Er befürchtete einigemal eine Katastrophe ähnlich der von Pompeji.

2. Besuch des Kraters im November 1873. *)

Am 3. November begab ich mich von der kleinen, am nordöstlichen Fuss des Kegels gelegenen, Fabrik nach diesem selbst hinauf. Ich verfolgte den alten auf der Nordseite aufwärts führenden Weg; der neue zieht sich von Nordwesten her aufwärts. Den bereits von DOLOMIEU erwähnten, in den Abhang des Berges eingeschnittenen Adventivkrater bestimmte ich zu 79,2 M. Meereshöhe. Derselbe ist ausgefüllt, flach und hat ca. 100 Schritt Durchmesser. Etwas oberhalb desselben, auf einer etwas vorspringenden Ecke, zeichnete ich die Ansicht III. Zu ihrem Verständniss ist zu bemerken, dass unmittelbar neben und östlich vom jetzigen Hauptkegel (1 der Zeichnung stellt seinen äusseren Abhang dar) sich ein halbmondförmig gekrümmter Rücken (6) bogenförmig herumzieht. Er ist ca. 500 M. vom Centrum des Kraters entfernt, aber nur auf der Ostseite entwickelt. Zwischen ihm und dem Hauptkegel befindet sich eine Schlucht (2). Man verwechsle ihn nicht mit der — der Somma des Vesuvs vergleichbaren — grossen äusseren Umwallung (mit dem Monte Luccia), die an 1500 M. vom jetzigen Krater entfernt ist.

Leider konnte ich weder die kleine Schlucht (2), noch die Lavabank näher untersuchen, um zu constatiren, ob die Hügel (6) als alter Kraterrand oder neue Aufschüttung aufzufassen sind. Die Schlucht schien durch spätere Aschenfälle z. Th. ausgefüllt worden zu sein, da die Aschenlagen (unterhalb 3 der Zeichnung) horizontal sind, dagegen discordant mit der Bank 4. In diesen Aschenlagen vertiefte sich die Schlucht durch Erosion. Gegen Spaltung spricht der Umstand, dass die Schichten rechts und links der Schlucht einander entsprechen, z. B. 3 links und 3 rechts. Eigenthümlich erscheint die discordante Lavabank 4.

Vom oben genannten Vorsprung biegt sich der Weg nach Westen um. Man gelangt nach kurzer Zeit zu einer fast ebenen oder sanft ansteigenden Fläche, dem sogen. Piano della Fossa (vergl. Taf. II.) — 215,6 M. über dem Meer. Sie umgibt den Krater halbmondförmig auf der Nord- und Nord-

*) 1869 besuchte VOM RATH Vulcano. Vergl. seinen interessanten Tagebuchauszug im N. Jahrb. 1874 pag. 63.

westseite. In ihr führt der Pfad zum Nordwestrand des Kraters.

Ihre Breite beträgt wohl an 200 M. Am äusseren Rand zeigt sie dampfende Fumarolen, reich an Schwefelkrusten und Sublimationen. Sie ist übersät mit den Projectilen der jüngsten Eruption, die zu Hunderten den Boden bedecken.

Noch einige Hundert Schritt und wir stehen am Rande des ungeheuren Trichters. Mit Recht nennt ihn DOLOMIEU den schönsten und prächtigsten Krater, den er je gesehen; und HOFFMANN meint, es scheine unmöglich, das vollkommener und zierlichere Modell einer in sich abgeschlossenen Vulcaninsel aufzufinden. *) Ein Blick auf Tafel II. und IV. wird dies bestätigen. Jene zeigt einen Theil von Lipari und besonders den Krater von Vulcano als Ganzes. Jenseits des Kraters folgt, durch eine tiefe Schlucht getrennt, die Somma von Vulcano. Daran schliesst sich eine Art Hochplateau, offenbar ein ausgefüllter, grosser, älterer Krater, dessen erhaltenen Südrand Monte Aria und Somma dell' Felicichie bilden. In West und Nordost gehören zu ihm Monte Saraceno und Monte Molineddo, der Nordrand ist durch das jetzige Centrum, welches demnach jünger ist, zerstört. Tafel IV. giebt die Ostseite des Kraters, wie ich sie vom nordwestlichen Rand desselben sah.

Der Krater hat gegenwärtig die Gestalt eines ziemlich runden Trichters. Der Durchmesser beträgt oben ca. 900 M., unten auf der Sohle ca. 80 M. Den Punkt des Kraterandes, wo ich zeichnete, bestimmte ich mit dem GOLDSCHMIDT'schen Aneroid zu 245 M. Meereshöhe; für die Sohle des Kraters, wie sie das Bild angiebt, fand ich 159 M. Daraus ergibt sich die Tiefe des Trichters zu 86 M. Der obere Rand desselben ist aber sehr ungleich hoch und gerade dort, wo ich zeichnete, fast am niedrigsten. Nimmt man den auf Taf. IV. mit 1 bezeichneten höchsten Punkt **) des Randes als Ausgangspunkt, so mag die Tiefe des Kraters gut 150 M. betragen.

Unter dem Rand folgen zunächst schräge Abdachungen

*) Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. XXVI., pag. 58.

**) Die Aufschüttung desselben geschah 1786, vergl. bei SPALLAURANI pag. 163.

(3 u. 4) von ausgezeichnet geschichteten Aschen- und Tufflagen, hie und da von kleineren Abstürzen unterbrochen. Ihre Böschung nimmt nach unten zu. Dann stürzen schroffe, an 150 Fuss hohe Wände (11) zur Kratersohle ab.

Sie bestehen, wo ich sie sah, aus compacten, massiger, glasiger Lava, welche stark gerundete, klumpige Formen bildet. Hie und da zeigen sich Löcher und Höhlungen oder von den Fumarolengasen hervorgebrachte Färbungen und Verwitterungen.

Die Schichten derselben fallen dort, wo der Kraterand eine flache Einbiegung zeigt, deutlich gegen den Krater zu, anstatt von ihm ab (bei 7). Die nach aufwärts gebogenen Schichtenlinien zeigen keinen regelmässigen Zusammenhang mit den Schichten weiter rechts. Nach POULETT SCROPE*) entsteht bei manchen Vulcanen ein Fallen der Schichten nach innen gegen den Krater zu dadurch, dass, besonders gegen das Ende der Eruption, ausgeworfenes Material Lagen bildet, welche parallel der inneren Böschung geneigt sind. Ob das hier der Fall, ob Senkung anzunehmen, bedarf weiterer Untersuchung, da mir diese Erscheinung erst nachträglich auf der Zeichnung auffiel. Figur II. zeigt nichts davon.

In den weichen Lagen sind durch die wässerigen aus der Atmosphäre und vom Krater selbst herstammenden Niederschläge zierliche Erosionsrippen entwickelt.

Die Sohle des Kraters ist an der abgebildeten Ostseite ganz eben und liegt daselbst am tiefsten. An der Nordwest- und Westseite ist sie etwas erhöht und unregelmässiger.

Aus einer grossen Zahl von Fumarolen steigen Dampfsäulen in die Höhe. Sie erheben sich weit über den Rand des Kraters und vereinigen sich oben zu einer compacten Wolke, in die der Wind wechselnde Formen bildet. Sie sind auf Tafel IV. nur klein angegeben, um die Formen der Kraterwandung nicht einzubüssen. Diese Dampfsäulen entquollen ihren unregelmässig gestalteten Fumarolenöffnungen mit einem zischenden Ton, wie wenn aus vielen Locomotiven der Dampf ausströmt. Dieser Ton ist etwas verschieden, je nach der Stärke des Dampfstroms, der Richtung der Oeffnung, der Beschaffenheit des Randes und der Mündung (glatt, eckig, porös, rund, spaltenartig etc.).

*) *Volcanos* pag. 60.

Noch anziehender wurde das Bild vulkanischer Thätigkeit durch das lebhaftere Treiben der Arbeiter, die soeben den steilen Pfad heraufstiegen, die mit dem Rohmaterial gefüllten Körbe auf den Schultern tragend.

Die Gase der Fumarolen des Kraters bestehen vorzugsweise aus H_2S , H_2O und HCl , welchen Borsäure und Salmiak beigemengt sind. Ob SO_2 z. Th. präexistirt oder ausschliesslich bei der Verbrennung von H_2S an der Luft entsteht, ist nicht festgestellt. Auf HCl schliesse ich aus dem Vorkommen von Chloriden in den ausgeworfenen Aschen. Jedenfalls sind darin noch andere Gase (CO_2 ? N ?) und gelöste feste Substanzen enthalten, die theils von den Dämpfen mitgeführt, theils durch Einwirkung derselben auf die Fumarolenwandungen gebildet wurden, allein es ist hierüber nichts bekannt.*)

Man gewinnt aus den Fumarolen Borsäure, Salmiak, Schwefel. Die Alaungewinnung hat man gegenwärtig fallen lassen, will aber dafür Schwefelsäure fabriciren.

Auf dem Absatz rechts (Fig. IV. 9) wurde, wie mir der Aufseher sagte, besonders Schwefel gewonnen; eine der Fumarolen liefert ausschliesslich Alaun. Die links abgebildete Fumarole war besonders stark, sie erhob sich bedeutend über den Rand des Kraters und es war nicht möglich, sich ihr zu nähern.

Die Art der Gewinnung scheint, soviel ich beobachten konnte, ungemein einfach zu sein. Man wirft lockeres Material (vulkanische Asche) auf die Mündungen der kleineren Fumarolen; die Dämpfe streichen hindurch und lagern ihre gelösten, festen Bestandtheile darin ab. So entsteht eine Art cämertirten Conglomerates. Dasselbe ist erfüllt mit faserigem Salmiak, gelbrothem Selenschwefel, Alaun und schön weisser seidenglänzender Borsäure. Dieses Rohmaterial wird, wenn es mit den Fumarolenproducten genugsam beladen ist, in Gefässe gefüllt und von den Arbeitern auf den Schultern zur Fabrik am Nordfluss des Kegels befördert, um daselbst weiter ver-

*) Ich glaubte Jod, dessen Anwesenheit in den Sublimationen BORNE-MANN und VOM RATH erkannten, könne sich vielleicht in den bei der Fabrication übrig bleibenden Mutterlaugen finden; Herr PICONE verneint aber seine Anwesenheit. Nach CH. DEVILLE sollen in den Sublimationsproducten kleine Mengen von As u. P vorkommen.

arbeitet zu werden. Als Herr TRAUTSCHOLD*) den Krater besuchte, sah er, wie man die Dämpfe einer Borsäure haltenden Fumarole auf eine sehr rohe Weise in einem Fass condensirte.

In neuerer Zeit machte Herr PICONE einige Bohrversuche in der Hoffnung, reichere Ablagerungen anzutreffen. Eines der Bohrlöcher wurde in der Sohle des Kraters niedergebracht. Kaum war man in einer Tiefe von 7 M. angelangt, so erfolgte eine Dampfexplosion, die den Bohrer in die Höhe schleuderte. Eine mächtige Fumarole entstand im Bohrloch selbst. Daraufhin wurde von weiteren Versuchen Abstand genommen.

Die Industrie auf Vulcano hat wechselnde Schicksale gehabt. Die Schwefelgewinnung fand nach SPALLANZANI**) schon Mitte des vorigen Jahrhunderts statt, wurde dann aber untersagt, weil man glaubte die bei der Reinigung des Schwefels entstehenden Dämpfe schädeten den Weinpflanzungen auf Lipari. Ungefähr 1790 gab der König von Neapel die Erlaubniss zur Wiederaufnahme der Arbeiten, sie standen aber nach einiger Zeit wieder still, wahrscheinlich wegen mangelhaftem Betrieb. Später gelangte die Fabrik in den Besitz des Herrn NUNZIANTE, der sie in neuester Zeit an Herrn STEVENSON, einen Engländer von Glasgow verkaufte. Dieser übergab die technische Leitung Herrn PICONE, unter dessen tüchtiger Direction die Fabrication ohne Zweifel einen neuen Aufschwung nehmen wird. Der Borsäuregehalt der Fumarolen soll grösser sein als der der toskanischen. Im Jahre 1860 wurden jährlich etwa 2500 Kilo Borsäure gewonnen, gegenwärtig wird sich die Production wohl gesteigert haben.

Ehe ich zu den Eruptionsproducten übergehe, möchte ich noch einer Eigenthümlichkeit der Kraterwandung Erwähnung thun. Ich bemerkte beim Hinuntersteigen in den Krater an den steilen unteren Abstürzen eine Kruste. Sie bedeckt dieselben gleichsam mantelartig oder wie eine Tapete, die nicht fest an der Wand ansitzt. Ihre Dicke betrug, wo ich sie untersuchte, nicht mehr wie 1—3 Cm., ihre Höhe 40—50' und mehr. Schlägt man daran, so fallen grosse Stücke herab und es zeigt sich ein Hohlraum zwischen ihr und dem Lavafels. Der letztere war an der betreffenden Stelle nicht auf-

*) N. Jahrb. für Mineral. etc. 1874 pag. 63.

**) „Voyages dans les deux Siciles“ pag. 136.

fallend zersetzt; die Kruste ist also etwas Fremdartiges, nicht die äussere zersetzte Lavaschicht.

Die Kruste ist grau oder weiss gefärbt und hat das Aussehen zusammengebackener vulkanischer Asche. In der grauen Masse sind viele Lavensplitter und dergl. bemerkbar. In den Poren und Hohlräumen aussen und inwendig sitzen dicke Büschel prismatischer gypsähnlicher Krystalle.

An kaltes Wasser giebt die lufttrockene Substanz 6,9 pCt. ab. Der wässerige Auszug reagirt stark sauer und enthält ziemlich viel H_2SO_4 , aber nur Spuren von HCl . Beim Verdunsten der Lösung bleiben Nadeln und Blättchen zurück, die beim Erhitzen undurchsichtig werden. Sie enthalten Thonerde, Magnesia, Kalk und eine Spur von Ammoniak, welche an die genannten Säuren gebunden sind. Alkalien sind nicht vorhanden. Der beim Ausziehen mit Wasser bleibende schlammige Rückstand ist mit Gypskrystallen erfüllt.

Eine neue Probe mit Na_2CO_3 gekocht ergab reichliche Mengen an Kalk und Schwefelsäure, ferner Strontium, aber keinen Baryt, dann noch die schon beim wässerigen Auszug genannten Basen mit Ausnahme des Ammoniaks. Der von Na_2CO_3 -Lösung nicht angegriffene Rückstand lässt mit der Loupe Stückchen dunkler Glaslava, Quarzkörner, sowie grüne und röthliche Fragmente erkennen.

Quantitative Zusammensetzung einer Probe der Kruste:

55,34 pCt. Gyps,

34,7 pCt. Rückstand nach dem Kochen mit Na_2CO_3 und Behandeln mit HCl ,

6,9 pCt. in Wasser leicht lösliche Bestandtheile.

Der Gyps wurde aus der Kalkmenge berechnet, die man durch Kochen mit Na_2CO_3 etc. erhielt; die beiden ersten Bestimmungen beziehen sich auf bei 100° getrocknete, die letztere auf lufttrockne Substanz.

Erhitzt man das Pulver der Kruste und rührt Wasser hinzu, so erstarrt der Brei wie Gyps.

Nach dem Gesagten ist die Kruste wohl aus den Aschenschichten der oberen Partie der Kraterwandung (Taf. IV.) entstanden. Sie erweichten zu einem Schlamm, welcher über die Lavaabstürze des Kraters herunterfloss. Beim Austrocknen der Masse löste sie sich da und dort von der Wandung ab, ohne indessen ihren Zusammenhang zu verlieren.

Die Entstehung von Gyps auf vulkanischem Wege ist eine bekannte Thatsache. So beobachtete z. B. HOFFMANN *) dieselbe bei den Stufe di S. Calogero auf Lipari in grossem Maassstab. Dort findet sich der Gyps theils wechsellagernd mit vulkanischem Thon, theils in unregelmässigen Anhäufungen in den Tuffschichten, theils hie und da in Krusten, die grösseren Blöcke überziehend. Merkwürdig ist daher im vorliegenden Falle nur, dass die den Gyps enthaltenden Krusten gleich einer Draperie im Innern eines Kraters herunterhängen.

Wenn auch ein Theil des Calciumsulfats schon in der breiigen Masse durch Einwirkung der schwefligen Säure und des Schwefelwasserstoffs entstand, so ist es doch schwer zu begreifen, wie sich der Gyps in dem kalkarmen Material so anhäufen konnte, dass er alle Poren und Hohlräume verstopfte. Vielleicht war es das herabrinneude und die poröse Kruste durchsickernde Wasser, welches aus den oberen Sand- und Aschenschichten (vergl. Taf. IV., 4) immer neue Quantitäten von Kalk**) mitbrachte und ihn so absetzte, wie die ein Gradirwerk durchtröpfelnde Salzsoole ihren Kalkgehalt in den Dornenwänden. Daher zeigt auch die Aussenfläche der Kruste vom rinnenden Wasser herrührende Vertiefungen und Furchen.

3. Untersuchung der jüngsten Eruptions- producte.

Sie bestehen, soweit sie fest sind, theils aus von den Fumarolen ausgeschleuderten Projectilen, theils aus Aschen und Sanden.

Erstere liegen in ungeheurer Anzahl auf dem Piano della Fossa, dem inneren Kraterabfall (vergl. Taf. IV.), sowie auf der Sohle des Kraters umher und sind leicht von anderen Steinen unterscheidbar. Die meisten fielen gegen Norden zu. Rundliche oder länglich-birnenförmige Gestalten, wie am Aetna und Vesuv, sah ich nicht. Viele waren nicht grösser wie eine

*) Pogg. Ann. Bd. 26. pag. 39 ff.

**) Die Aschen von 1873 enthalten merklich Kalk. In der Vesuviasche vom 28. April 1872, die in Neapel niederfiel, war von den beigemengten Salzen Ca SO_4 vorwiegend (SCACCHI, in Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1872).

Faust, die ansehnlichsten erreichten Kopfgrösse. Sie besitzen keine eigentliche Kruste, sind aber mehr oder weniger von sauren Dämpfen gebleicht. Im Folgenden beschreibe ich die Haupttypen.

a. Grauer, unregelmässig weissgestreifter Liparit. Dichte lithoidische, im Dünschliff krystallinisch-schuppige Grundmasse, mit reichlich eingebetteten Hornblendekrystallen (und Aggregaten derselben), bis zu 1 Cm. lang. Die Handstücke sind durchsetzt von theils unregelmässig zelligen, theils regelmässigeren, langgestreckten Hohlräumen, die durch ihre Ausfüllung den Stücken das gestreifte Aussehen geben. Alle Hohlräume sind mit weissem, krystallinischem Quarz (Tridymit?) ausgekleidet, der dieselben aber häufig nicht ganz ausfüllt. In den nicht erfüllten Drusen und Nestern finden sich folgende Mineralindividuen:

Quarz,
Hornblende,
Eisenkies,
Magneteisen.

Der Quarz bildet bis 3 Mm. lange, vollkommen durchsichtige Krystalle (prismatische und tafelförmige). Einer derselben, 3 Mm. lang, gleicht vollkommen einem kleinen Bergkrystall, er zeigt die Flächen von P und ∞ P; letztere sind gestreift. Durch alternirende Prismen- und Pyramidenflächen verjüngt sich der Krystall nach unten. Als Einschluss enthält er eine millimeterlange Amphibolnadel, während aussen kleinere Amphibole aufsitzen. Andere solcher Quarze sind von vielen haarförmigen Amphibolen und Magneteisen filzartig bedeckt.

Häufig sind die Hornblendenadeln in den zelligen Hohlräumen, wie sich kreuzende Fäden, von einer Wandung zur anderen ausgespannt, wodurch manchmal eine Art Gewebe entsteht. Die Oberfläche dieser Fäden ist in der Regel dicht bedeckt von kleinen, messinggelben Pyritkryställchen. An diesen sind hin und wieder die Oktaederflächen erkennbar. Auf Platinblech erhitzt, verwandeln sie sich unter Erglügen in dunkelbraune Kügelchen unter Entwicklung von SO_2 . In der Phosphorsalzperle und auf nassem Wege geben diese Kügelchen Eisenreaction.

Die Analyse der grauen Grundmasse ergab, nach sorgfältiger Entfernung der Hornblende mit der Loupe, in 100 Theilen geglühter Substanz:

Kieselsäure	73,79	
Eisenoxyd	13,81	} 17,69
Thonerde	3,78	
Kalk	1,43	
Magnesia	0,05	
Alkalien a. d. Differenz	7,04	

Die drei ersten Bestandtheile sind doppelt bestimmt. Von der Anwesenheit beträchtlicher Mengen Kalis überzeugte ich mich durch Platinchlorid. Glühverlust 0,72, davon 0,24 bei 100°; 0,48 zwischen 100° und Glühtemperatur.

Diese Analyse zeigt, dass das Gestein Liparit ist, was auch die Betrachtung von Dünnschliffen bestätigt. Man bemerkt viel Sanidin, aber keinen Feldspath mit Zwillingsstreifung, ferner Magnetisen (auch haar- und drahtförmig); Tridymit liess sich nicht mit Sicherheit erkennen.

b. Liparitische Auswürflinge, ohne Hohlräume, aber regelmässig gestreift und gebändert, wie manche Obsidiane. In der Grundmasse kommen bis zu 4''' lange Hornblendekristalle vor, ausserdem Pyrit, der hie und da in Eisenoxyd verwandelt ist. Die hellen Streifen oder Bänder bilden auf den Bruchflächen auch wohl scharf umschriebene Linsen; immer haben sie in der Mitte eine krystallinische Ausfüllung, anscheinend hauptsächlich aus Quarz bestehend. Aussen sind solche Projectile bis auf 5 Mm. Tiefe durch die sauren Dämpfe zersetzt, wodurch eine gebleichte aber harte Oberfläche entsteht.

Ein Dünnschliff liess erkennen, dass die Streifen aus amorpher, einfach brechender Glassubstanz bestehen, welche mit doppelt brechender Substanz wechselt. Hin und wieder finden sich Sanidine von der Glasmasse eingeschlossen.

c. Projectile, welche aus der analysirten Grundmasse allein bestehen, keine hellen Streifen oder Linsen zeigen und höchstens nur einige wenige Hornblendekristalle enthalten.

d. Glasige Projectile, ähnlich der dunkeln glasigen Lava, die man an der Kraterwandung beobachtet.

Von Aschen erhielt ich durch die Güte des Herrn PICONE drei Sorten zugeschickt:

1. Asche vom 15. September 1873. Dauer der Eruption 2 Stunden. Sie ist rein grau gefärbt und besteht aus meistens stecknadelkopfgrossen, etwas abgerundeten Fragmenten. Seltener sind sie grösser und eckig.

° Obgleich man bereits weiss, dass vulcanische Asche nichts weiter ist als mechanisch zerkleinerte und durch die Gewalt der explodirenden Dämpfe zerstäubte Lava, so wollte ich mich doch nochmals überzeugen, wie sich der Kieselsäuregehalt dieser Asche zu dem der obigen Grundmasse der Projectile verhalte. Ich fand in der Asche 73,08 pCt. SiO_2 , also denselben Gehalt, wie ihn die ausgeschleuderten Liparitbomben besitzen. Auch das Aussehen der Körner verräth, dass diese Asche und obiger Liparit wesentlich aus dem gleichen Material bestehen.

Der Gewichtsverlust beim Glühen der Asche betrug 5,49 pCt.

2. Sand vom 14. September. Dauer der Eruption 3 Stunden. Er ist etwas dunkler gefärbt als die vorbergehende Asche; die einzelnen Partikel sind grösser, eckiger, daher dem Liparit im Aussehen noch ähnlicher. Hin und wieder kommen Schwefelstückchen vor, auch von Eisenchlorid gelb gefärbte Partien und Eisenkies. Qualitativ wurde ausser SiO_2 noch Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MgO , CaO , sowie auch deutliche Mengen von K_2O und Na_2O gefunden.

3. Weisse Asche vom 7. September 1873. Dauer der Eruption 3 Stunden. Während diese Asche auf der ganzen Insel Vulcano niederfiel, hatten die anwesenden Liparoten das eigenthümliche Schauspiel eines nordischen Schneefalles, freilich an einem Material von ganz anderer Natur.*) Sie ist von den erwähnten Eruptionsproducten das interessanteste. Ihre Farbe ist schneeweiss. Bei mikroskopischer Betrachtung überzeugt man sich leicht, dass man es hier nicht mit Lavenpartikeln zu thun hat, wie bei 1. und 2., sondern mit einem krystallinisch-körnigen, zu Klumpen zusammengeballten Pulver, welches wesentlich nur aus einem Mineral besteht. Bestimmte Krystallformen lassen sich zwar nicht wahrnehmen, aber die

*) Diese Asche fiel bei ruhiger Luft auf den Hauptkegel, auf die Ebene bei der Fabrik und die südlich des Kegels gelegenen Hügel. Dieselben waren davon ganz weiss (imbiancata). Die Dicke der Schicht betrug 3 bis 4 Cm.

weisse Substanz ist, weil doppelt brechend, zum grösseren Theile krystallinisch. Dies deutet nun schon darauf hin, dass diese Asche etwas Anderes ist, wie eine bloss mechanisch zerstückelte Lava.

Von unwesentlichen Beimengungen finden sich folgende:

Nächst grösseren, weissen, festeren Gesteinsbrocken kommen andere von grünlicher und röthlicher Färbung vor; ferner kleine dunkle Partikelchen. Etliche davon sind mit dem Magnet ausziehbares Magneteisen, andere sind Fragmente glasiger Lava, vielleicht auch Hornblende. Manchmal sind sie so leicht, dass sie auf Wasser schwimmen. Ausserdem finden sich noch Fragmente einer dunklen nicht glasigen Lava, Schwefelstückchen und in der krystallinisch-körnigen Hauptmenge selten grössere abgerundete Brocken, anscheinend Quarz.

Der wässrige Auszug reagirt stark sauer und enthält Schwefelsäure und Salzsäure, von letzterer anscheinend mehr (?). Die Menge des durch Wasser Ausgezogenen betrug 1,37 pCt. Der durch Eindampfung erhaltene Rückstand war dunkel gefärbt. Beim Erhitzen entfärbte er sich unter Entwicklung eines bituminösen Geruchs. Es ist somit eine organische, in verdünnten Säuren lösliche Substanz zugegen, die wegen Mangel an Material noch nicht näher untersucht werden konnte. Der erwähnte Rückstand enthielt ausserdem Eisen, etwas Magnesia und namentlich auch Alkalien. Mit Platinchlorid entstand ein merklicher Niederschlag von $K_2 Pt Cl_6$.

Der Gewichtsverlust beim Erhitzen der lufttrockenen Asche betrug bei einer Probe 4,53 pCt., bei einer anderen 5,95 pCt. Derselbe kommt besonders auf Rechnung des Schwefels, da beim Erhitzen ein intensiver Geruch von SO_2 auftritt und von Schwefelkohlenstoff beträchtliche Mengen desselben extrahirt werden.

Ein auffallendes Resultat gab die Kieselsäurebestimmung. In einem Fall erhielt ich 95,8 pCt., im anderen Fall 93,2 pCt. (berechnet auf geglühte Substanz). Bei ersterer Bestimmung waren die beigemengten fremdartigen Partikel sorgfältiger ausgesucht worden.

Nach dem Gesagten ist die Asche vorwiegend als Kieselsäure zu betrachten, ungleichförmig gemengt mit Schwefel, Sulfaten and Chloriden von Alkalien, alkalischen Erden und

Eisen; ferner mit kleinen Lava- und Schwefelpartikelchen und verschiedenen Gesteinsbrocken.

Dass Kieselsäure als Aschenauswurf eines Vulkans auftreten kann, ist meines Wissens bisher noch nicht erkannt worden. Dagegen wird von einigen Autoren weisse Asche erwähnt.

So berichtet DOLOMIEU, dass bei dem Ausbruch auf Vulcano von 1775 (er wird als der letzte ausgegeben, während nach SPALLANZANI*) noch 1786 eine Eruption**) stattfand) eine weissliche Asche auf Lipari niederfiel. Auch am Vesuv sollen hellgefärbte Aschen, z. B. bei der Eruption von 1850 und 1872, gefallen sein, wobei es freilich fraglich bleibt, ob sie weiss oder hellgrau waren. Die Vesuviasche vom 24. und mehr noch vom 26. Juni 1794 war hellgrau und zuletzt beinahe ganz weiss (LEOPOLD v. BUCH). Nach FUCHS***) pflegen die Aschen beim Beginn der Eruption dunkel gefärbt zu sein und das Erscheinen weiss gefärbter Aschen wird als ein Zeichen des herannahenden Endes der Eruption begrüsst. Chemisch untersucht wurden solche Aschen meines Wissens bisher noch nicht; es bleibt also unentschieden, ob sie die Zusammensetzung der weissen Vulcanoasche hatten. In weissen vulcanischen Aschen sollen nach EHRENBURG Diatomaceen vorkommen.

Wenn bisher die weisse Asche als vulkanische Asche bezeichnet wurde, so geschah dies, weil sie nach dem Zeugniß des Herrn Directors PICONE aus dem Krater ausgeworfen wurde, weil sie während mehrerer Stunden auf der ganzen Insel niederfiel und den Boden 3 Cm. hoch bedeckte (demnach nicht wohl als ein nur zufälliges in kleiner Menge entstandenes Product betrachtet werden kann), und weil es nicht unwahrscheinlich ist, dass ähnliche Aschen schon früher gefallen, aber nicht weiter beachtet worden sind.†) Trotz der

*) Voyages dans les deux Siciles II., 163.

**) Hierbei wurde viel Sand ausgeworfen; ein Verwandter des Herrn PICONE theilte demselben mit, dass nach Aussage seines Vaters man damals in Lipari Sand und Asche von den Dächern habe weg-schaffen müssen.

***) Vulcan. Erscheinungen, pag. 217.

†) Bemerkenswerth ist es, dass der weisse Aschenfall noch ein zweites Mal stattfand; die zweite Asche ist eine Spur weniger weiss. Leider lässt sich nicht constatiren, ob dazwischen hinein graue, normale Asche fiel oder nicht.

unzweifelhaften Aschennatur macht es einige Schwierigkeit, den gewöhnlichen Begriff von vulcanischer Asche, wie man ihn in den meisten Lehrbüchern *) findet, auf die vorliegende anzuwenden.

Die vulkanische Asche besteht bekanntlich, wie CORDIER 1815 nachwies, wesentlich aus denselben Elementen wie die Lava; sie ist mechanisch veränderte Lava oder kurzweg Lavapulver. CORDIER erklärte sich die Bildung durch Friction, MENARD und MORICAND nahmen eine Zerstäubung durch die explodirenden Dämpfe an, gleichwie aus einem Gewehr abgeschossenes Wasser in einen Sprühregen feiner Theilchen verwandelt wird. Noch neuerdings wies RAMMELSBERG für Vesuvasche der Eruption 1872 von la Cercola durch Analyse nach, dass sie nichts anderes sei als Lavapulver.

Bei der weissen Asche dagegen ist wohl kaum an ein mechanisches Vertheilungsphänomen zu denken; sie ist im Wesentlichen ein chemisches Individuum, welches durch einen besonderen chemischen Process entstand.

Ist nun vielleicht auch für andere Aschen eine solche besondere chemische Entstehungsweise anzunehmen? Ich halte sie für möglich, aber vorläufig nicht bestimmt zu erweisen, da die gleich näher zu erwähnenden Fälle sich auch durch mechanische Sonderung, sei es im Schlot, sei es ausserhalb desselben, erklären lassen. C. W. C. FUCHS **) führt an, dass Lava auch aus kleinen Krystallen und Krystallbruchstücken bestehen könne, ohne sich indessen näher über die Entstehungsweise solcher Laven zu äussern. Er erwähnt Asche von Guadeloupe von 1837, die aus 32 pCt. Labrador und aus Sanidin bestanden habe; Asche vom Aetna, die hauptsächlich aus feinem Labradorpulver bestand. SCACCHI ***) beobachtete bei der Eruption des Vesuvs von 1872 leucitische Asche und behauptet, dass viele Vesuvaschen vorwaltend aus Leucit beständen. Dies wurde zwar von RAMMELSBERG †) für Asche der gleichen Eruption von La Cercola (s. oben) widerlegt, allein

*) Vergl. NAUMANN's Geognosie I. pag. 129; ZIRKEL's Petrographie II. pag. 569.

**) Vergl. Vulcan. Erscheinungen pag. 217.

***) Im Auszug in Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1872.

†) Ibidem.

wenn auch aus Leucit bestehende Aschen zu den Ausnahmen gehören, so ist es doch nicht unmöglich, dass an einem Ort vorwiegend leucitische, z. B. durch mechanische Sonderung entstandene, an anderen Orten die normale Asche, wie sie RAMMELSBURG analysirte, niederfiel. Nach SCACCHI*) ist es bekannt, dass bisweilen (z. B. 1845—1849) Eruptionen von Leucitkrystallen stattgefunden haben. Er betrachtet sie nicht als Neubildungen, sondern als von alten Laven herstammend, die bei späteren Eruptionen von Neuem geschmolzen wurden.

In all den genannten Fällen handelt es sich um Mineralien, die auch in den Laven der betreffenden Vulcane häufig sind (Labrador in Aetualaven, Leucit in Vesuvlaven). Bekanntlich sondert sich nun beim Niederfallen einer Asche der feinere Lavastab häufig mechanisch und fällt, vom Winde weggeführt, erst in grösserer Entfernung nieder. Je nach Korngrösse und Gewicht der Theilchen können modificirte Aschen entstehen, die mineralogisch ganz anders zusammengesetzt sind, als sie es anfänglich nahe der Kratermündung waren. Die Beschaffenheit einer Asche wie sie abgelagert wurde, ist also durchaus nicht identisch mit derjenigen, in der sie aus dem Krater ausgeschleudert wurde. An eine mechanische, bereits im Schlot erfolgende Sonderung ist bei denjenigen Mineralien zu denken, die (wie es für einen Theil der Leucite jetzt wohl fest steht) im Magma präexistirten und von den Gasen emporgerissen, schlackenartig angehäuft und ausgeschleudert wurden. **)

Die schneeweisse Asche von Vulcano dagegen ist gewiss nicht durch mechanische Scheidung aus einem zerstäubten Lavapulver erklärbar. Dem widerspricht die ausserordentliche Reinheit der Substanz; ferner der Umstand, dass sie auf der ganzen Insel mit derselben Beschaffenheit niederfiel, in einer Mächtigkeit von stellenweis 4 Cm. Namentlich ist aber der Tridymit, aus dem die weisse Asche hauptsächlich besteht (vergl. pag. 57), nicht als wesentlicher Bestandtheil von neueren Laven bekannt; er findet sich in den Trachyten zwar verbreitet, doch nur in kleinen Mengen. In den ungefähr gleich-

*) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1872.

**) Vergl. HEIM: „Der Vesuv im April 1872“, in dieser Zeitschr. 1873, pag. 35.

zeitig mit der Asche ausgeschleuderten Projectilen konnte ich ihn im Dünnschliff nicht erkennen.

Ich betrachte daher diese Asche als eine Neubildung aus dem Lavamagma oder dem Gestein der Schlotwandung.

Wie die Laven sich nicht eintheilen lassen, so ist es wohl auch mit den Aschen des Fall; die weisse Asche zeigt indessen so viel, dass nicht jede vulkanische Asche als Lavapulver (oder daraus durch mechanische Sonderung entstanden) betrachtet werden kann. Es erscheint vielleicht am zweckmässigsten, den Begriff der vulkanischen Asche dahin zu erweitern, dass man alles das darunter begreift, was von einem Vulcan ausgeworfen wird, und in kleinen, festen Partikeln zu Boden fällt. Weiterhin kann man dann unterscheiden:

1) Mechanisch aus Lava, hauptsächlich durch Reibung und Zerstäubung entstandene, gewöhnliche oder normale Aschen.

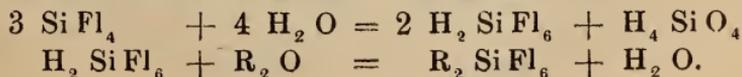
2) Aschen, welche durch mechanische Sonderung aus den vorigen entstanden. Dieselbe kann ausserhalb des Kraters durch das verschiedene Gewicht der Theilchen und durch Windströmungen erfolgt sein, oder schon innerhalb des Schlotes: Modificirte Aschen — hierher muthmaasslich Labrador- und Leucit-Aschen.

Zu diesen zwei bereits bekannten Gruppen käme nun eine dritte neue:

3) Aschen, deren Eigenthümlichkeit die Annahme eines besonderen chemischen Vorganges wahrscheinlich macht, die also als wirkliche Neubildungen, z. B. als Reactionsproducte der vulkanischen Dämpfe und Gase auf das Gestein der Schlotwandung oder das Magma zu betrachten sind. Hierher wahrscheinlich die weisse Asche des 7. September.

Ueber den besonderen chemischen Vorgang, durch den die weisse Asche entstand, lassen sich verschiedene schwer zu erweisende Annahmen machen.

Wenn in den vulkanischen Gasen SiFl_4 enthalten ist, so wird, wenn dasselbe mit Wasserdampf zusammenkommt, nach bekannten chemischen Erfahrungen Kieselsäure und Kieselfluorwasserstoffsäure entstehen, welche letztere sich unter Umständen in Kieselfluormetalle verwandeln kann.



Hierbei entsteht allerdings amorphe Kieselsäure, während die weisse Asche grösstentheils krystallinisch ist, allein nach ST. CLAIR DEVILLE wird erstere beim Ueberleiten eines Stroms von HCl und Wasserdampf krystallinisch. *) Die Bildung von Fluorkiesel setzt die Abwesenheit von Wasser oder den dissoziirten Zustand derselben voraus. SiFl_4 wurde in Fumarolen selbst nicht nachgewiesen, dagegen fand ROTH **) Fluorgehalt in gelben Krusten am Rande von Lavafumarolen des Vesuv.

Ferner kann die weisse Asche einem natürlichen Aufschliessungsprocess ihre Entstehung verdanken. Bekanntlich besteht eine Methode der Aufschliessung von Silikaten darin, dass man sie in geschlossenen Röhren bei höherem Druck mit verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure behandelt. Im Schlot eines Vulcanes sind Säuredämpfe, Wasserdampf und höherer Druck vorhanden, somit alle Bedingungen, um aus dem Gestein der Schlotwandung oder vielleicht aus der Lava selbst Kieselsäure zu bilden, die dann weiterhin, wie oben angegeben, in den krystallisirten Zustand übergehen kann.

Kaum denkbar ist die Annahme, dass die Kieselsäure präexistirt hätte. Man müsste ein Tridymit- oder Quarzführendes Gestein oder alte Lava annehmen, aus welchen durch eine Art von Aussaigerung die schmelzbaren Bestandtheile Herausschmolzen, während die Kieselsäure zurückblieb. Solche massenhaft Tridymit-führende Gesteine sind indessen nicht bekannt und, wenn der Tridymit aus Quarz entstanden wäre, sollten noch beträchtliche Mengen des letzteren, namentlich auch halb umgewandelte Stücken zu beobachten sein, was nicht der Fall ist.

Die wahrscheinlichste von den so eben angeführten Hypothesen scheint mir noch die zweite zu sein, welche einen natürlichen Aufschliessungsprozess annimmt. Für sie spricht der Umstand, dass in der weissen Asche halbzersetzte graue und

*) Ich leitete durch ein böhmisches Glasrohr, in welchem sich ein mit amorpher Kieselsäure gefülltes Schiffchen befand, feuchtes HCl. Die Röhre wurde von unten durch HEINZ'sche Brenner erhitzt. Es zeigten sich unter dem Polarisationsmikroskop nur Spuren von Umwandlung. Die Temperatur war also ungenügend. Spuren doppelter Brechbarkeit zeigt auch die bei der Analyse erhaltene, im Platintiegel geglühte Kieselsäure.

**) Vergl. dessen Monogr. des Vesuv pag. 265.

röthliche Gesteinspartikel vorkommen, welche wohl die Mutter-substanz der Asche darstellen; ferner dass die Asche ursprünglich amorph gewesen zu sein scheint, da noch circa 5 pCt. amorphe Kieselsäure darin enthalten sind. Dass eine solche Aufschliessung vom chemischen Standpunkt aus leicht denkbar ist, wurde schon erwähnt. Man kann sich leicht vorstellen, dass während der Ruheperiode von 1786—1873, durch die fortwährende Einwirkung gespannter Dämpfe auf das Gestein der Schlotwandung, ansehnliche Mengen von Kieselsäure entstanden.*) Die erste grosse Dampfexplosion schleuderte den Pfropfen hinaus. Namentlich spricht hierfür noch der Umstand, dass die weisse Asche die erste war; die normalen grauen Aschen kamen später. Wenn dies allgemein zutrifft, so können die weissen Aschen des Vesuv nicht wohl Kieselsäure sein, da sie für das Ende der Eruption charakteristisch sind. Die Untersuchung solcher heller Aschen wäre daher wünschenswerth.

Erstaunlich ist freilich das Quantum der weissen Asche, da sie ja 3—4 Cm. hoch die Umgebung des Vulcans bedeckte, und sicherlich noch viel davon ins Meer gefallen ist. Um dies allenfalls zu begreifen, müsste man sich die vulkanischen Verbindungswege sehr vervielfacht denken.

Man kann noch fragen, warum bei anderen Vulcanen die Eruptionen nicht auch mit weisser Asche beginnen. Eine solche Erscheinung wäre doch (z. B. am Vesuv) schwerlich der Aufmerksamkeit entgangen. Der lange Solfatarenzustand, die Eigenthümlichkeit des Materials, mögen dazu beigetragen haben, die Erscheinung auf Vulcano möglich zu machen.

4. Tridymit als vulcanische Asche.

Bei weiterer Untersuchung der oben beschriebenen weissen vulcanischen Asche kam ich zu dem interessanten Resultat, dass dieselbe nicht gewöhnliche Kieselsäure, sondern den durch VOM RATH**) entdeckten Tridymit darstelle. Ich gelangte zu

*) Nach DAUBRÉE entsteht aus Glas schon durch Einwirkung gespannter Wasserdämpfe bei höherer Temperatur krystallinische Kieselsäure.

**) Pogg. Ann. von 1868.

diesem unerwarteten Ergebniss, als ich das specifische Gewicht und die Löslichkeit in kohlenauren Alkalien bestimmte.

Da die Asche, wie oben angegeben, nicht rein ist, sondern Schwefel, Chloride und Sulfate enthält, so war es nothwendig, dieselben zu entfernen. Nachdem ich die Asche mechanisch sortirt, extrahirte ich sie nacheinander mit Schwefelkohlenstoff, Alkohol, Wasser und nochmals Alkohol. Hierauf wurde bei einer Temperatur von $60-70^{\circ}$ getrocknet. CS_2 zog ziemlich viel Schwefel aus.

Die Bestimmung des specifischen Gewichts mit dem Pyknometer ergab 2,208; G. ROSE*) und VOM RATH fanden für den Tridymit 2,31.

Zur Löslichkeitsbestimmung wurde eine Auflösung von 1 Th. trockenem Natriumcarbonat in 3 Th. Wasser angewandt und 20 Minuten lang im Kochen erhalten. Nach dem Filtriren und Auswaschen ergab sich ein Gewichtsverlust von 6,23 pCt. Der Tridymit ist nach ROSE in Alkalien sehr schwer auflöslich**), die 6,23 pCt. mögen daher zum grösseren Theil auf Rechnung von beigemengter amorpher Kieselsäure kommen. Daher erklärt es sich auch, warum das gefundene specifische Gewicht für Tridymit etwas zu niedrig ist.

Auch deutet die Beimengung amorpher Säure darauf hin, dass der Tridymit hier überhaupt aus der amorphen Modification durch höhere Temperatur oder Einwirkung von Säure und Wasserdämpfen entstanden ist.

Eine unlösliche Kieselsäure von so niedrigem specifischem Gewicht kann nur Tridymit sein; es kam nur noch darauf an, das Verhalten im polarisirten Licht zu untersuchen.

Herr Prof. ROTH, dem ich eine Probe der weissen Asche zuschickte, hatte die Güte, mich darauf aufmerksam zu machen, dass die Asche doppelt Brechendes enthalte. Ich überzeugte mich dann selbst, dass die Menge des Doppeltbrechenden sehr bedeutend ist. Beobachtet man bei gekreuzten Nicols vergleichsweise amorphe analytische Kieselsäure und den gereinigten Tridymit, so bleibt kein Zweifel über die Natur des letzteren. Auch Farbenerscheinungen treten auf, die wohl von Tridymit herrühren. Dagegen gelingt es nicht, in dem feinen

*) Berichte d. d. chem. Ges. 1869, pag. 390.

**) Ibidem.

Pulver ausgebildete Krystalle oder auch nur deutlich begrenzte Krystallflächen wahrzunehmen.

Bekanntlich ist der Tridymit durch VOM RATH, SANDBERGER u. a. an verschiedenen Orten aufgefunden worden, so z. B. in Mexico, im Siebengebirge, im Trachyt der Euganeen bei Padua, auf Santorin. Als vulkanische Asche hatte man ihn allerdings noch nicht beobachtet. Fast immer war es aber trachytisches Eruptivgestein, in welchem er sich vorfand. Begreiflich wird es daher, dass ihn auch einmal ein Vulcan direct erzeugen und als Asche ausschleudern konnte, um so begreiflicher, wenn man bedenkt, dass nach G. ROSE*) Tridymit besonders gern aus Schmelzflüssen sich bildet, dass er aus Quarz wie aus amorpher Kieselsäure bei höherer Temperatur sich erzeugt. Wo anders sind diese Bedingungen besser gegeben als bei Vulcanen und man muss sich nur wundern, dass nicht auch andere Vulcane schon Tridymit lieferten.

Bemerkenswerth ist noch die Massenhaftigkeit dieses Tridymitvorkommens (siehe oben), wenn man bedenkt, in welchen kleinen Quantitäten (in Spalten und Drusen der Trachyte) bisher das Mineral auftrat. Besitzt doch manche Sammlung noch kein gutes Handstück desselben!

Schliesslich noch eine allgemeine Bemerkung über die behandelten Producte und ihr Verhältniss zu den älteren Erzeugnissen des Vulcanokraters.

Herr Prof. J. ROTH, der erfahrene Kenner der italienischen Vulcane, machte mich gelegentlich darauf aufmerksam, dass frühere Autoren von doleritischen Vorkommnissen auf Vulcano sprechen. In der That beschreibt HOFFMANN**) melaphyrähnliche Laven vom Mte. Saraceno und säulen- und kugelförmig abgesonderte Augitlabradorlaven von Vulcanello. Mit Bezug auf Lipari bemerkt er, dass daselbst Feldspath- und Glaslaven den augitführenden gefolgt seien.

Offenbar gilt nun das Letztere auch für Vulcano. Die neueren und neuesten Producte sind trachytischer Natur und

*) Berichte d. d. chem. Ges. 1869 pag. 393., vergl. auch H. ROSE: Pogg. Ann. 108. pag. 7.

**) Pogg. Ann. Bd. XXVI. pag. 65.

reich an Kieselsäure; das beweisen die Auswürflinge und Aschen von 1873 und 1874. Früher wurden also im unterirdischen Laboratorium von Vulcano kieselsäureärmere Laven erzeugt; jetzt dagegen ist der Vulcan in einem sehr sauren Stadium; er producirt kieselsäurereiche Producte, ja Kieselsäure selbst. Noch für die neuere Zeit scheint sich eine Steigerung des Kieselsäuregehalts zu ergeben, wenn man ABICH's Analyse*) des Gesteins der jetzigen Kraterwandung mit meinen Analysen vergleicht. Er fand 70,50 pCt. Kieselsäure, während die neuesten Projectile 73,8 pCt. enthielten. Freilich müssten die Analysen vervielfältigt werden, um diesen Schluss sicher zu stellen; es würde sich dann auch zeigen, ob die Steigerung im Kieselsäuregehalt continuirlich oder sprungweise erfolgt ist, ob auch Mittelstufen zwischen Basiten und Aciditen vorhanden sind.

Ob jetzt der Kieselsäuregehalt sein Maximum erreicht hat, lässt sich nicht vorhersagen; es ist möglich, dass später die Producte wieder kieselsäureärmer werden, dass also auf eine Periode stark saurer Laven, wie die jetzige es ist, eine solche von basischen Laven folgt und demnach der chemische Process im Herd in umgekehrter Richtung verläuft wie bisher.

Ergebnisse.

Der Erregungszustand auf Vulcano begann im August 1873 und dauerte bis ungefähr Ende December 1874. Es lassen sich zwei Phasen der Thätigkeit unterscheiden, die durch eine Periode verhältnissmässiger Ruhe (von Mitte Februar 1874 bis Anfang Juli) von einander getrennt sind. Bemerkenswerth ist die unter heftigen Bodenerschütterungen erfolgte Bildung einer neuen Bocca an der Ostseite des Kraters; das Auftreten grün gefärbter Flammen; die intermittirende oder rythmische Thätigkeit während der ersten Phase und am Ende der zweiten Phase, ähnlich wie auf Stromboli. — Bildung zweier neuen Boccen auf Stromboli.**)

*) РОТН's Gesteinsanalysen pag. 11.

***) Wenn diese Boccen am 15. Juli sich bildeten, während Hr. PICONI auf Vulcano 300 Stösse verspürte, ohne dass es jedoch zur Entstehung

Die Producte der Thätigkeit auf Vulcano waren Projectile, Sande und Aschen; zur Entleerung von Lava kam es nicht. Den Reichthum an Aschen hat diese Eruption mit der von 1786 gemein, von welcher gleichfalls keine Lava erwähnt wird. *)

Die ausgeschleuderten Projectile sind Liparite (kieselsäurereiche Sanidintrachyte mit Hornblende). In offenen und geschlossenen Hohlräumen derselben findet sich Quarz, Hornblende, Eisenkies und Magneteisen. Von diesen hier zweifellos pyrogenen Mineralien scheint der Quarz (wie auch ROTH**) für den der Vesuvbomben annimmt) aus dem Magma, die übrigen durch Sublimation entstanden zu sein. Letzteres ergibt sich daraus, dass sie theils auf einander, theils auf den Quarzkrystallen aufsitzen.

Die Aschen und Sande zerfallen in zwei Gruppen: Normale graue (aus vertheilter, zerstäubter Lava bestehend), und Aschen besonderer Art von schneeweisser Farbe.

Letztere sind vorwaltend Kieselsäure (94 pCt.) mit beigemengten Chloriden und Sulfaten von Alkalien, alkalischen Erden, Eisen, nebst Schwefel, wenig Magneteisen und einzelnen Gesteinspartikeln.

Diese Asche scheint eine Neubildung aus dem Lavamagma oder dem Gestein der Schlotwandung zu sein. Sie ist vielleicht durch einen Aufschliessungsprocess derselben, vermittelt durch die sauren Gase, bei höherer Temperatur und höherem Druck entstanden.

Der gewöhnliche Begriff der vulkanischen Asche (Lava-pulver) passt auf die weisse Asche nicht. Es wäre daher vielleicht zweckmässig, unter Asche (Sand) alles das zu ver-

einer Bocca kam, so liesse sich daraus ein Zusammenhang zwischen den beiden Ventilen der Liparengruppe folgern. Vulcano erfuhr dann während der zweiten Phase nur die Stösse; der eigentliche Ausbruch der gespannten Dämpfe erfolgte auf Stromboli. Die vulcanische Thätigkeit hätte dann nach Ablauf der ersten Phase (Mitte Februar 1874) von Vulcano nach Stromboli übergesetzt, d. h. vom Ende des südlichen Schenkels der dreistrahligten Liparen-Spalte zum nordöstlichen. Die erste Phase hätte vorzugsweise auf Vulcano, die zweite auf Stromboli gespielt.

*) SPALLANZANI, Voyages dans les deux Siciles pag. 163. Die letzte Lava (am Nordabhang) floss 1757.

***) Vergl. dessen Monographie des Vesuv pag. 387.

stehen, was von einem Vulcan in kleinen festen Partikeln ausgeworfen wird, und dann zu den zwei bereits bekannten Gruppen der Lavapulver und der mechanisch in- oder ausserhalb des Schlot'es gesonderten Aschen noch eine dritte Gruppe hinzuzufügen, welche die chemischen Neubildungen (wie z. B. die weisse Asche) in sich begreift.

Die Kieselsäure der weissen Asche ist grösstentheils nicht die gewöhnliche, sondern Tridymit, was sich aus der Unlöslichkeit in Alkalicarbonaten, dem Verhalten im polarisirten Licht und dem niedrigen specifischen Gewicht ergibt.

Vielleicht bildete sich ursprünglich die amorphe Modification, welche durch höhere Temperatur und saure Dämpfe in Tridymit überging.

Da nach früheren Autoren auf Vulcano ältere kieselsäureärmere Laven vorkommen, während jetzt die Producte kieselsäurereich sind, so scheint hier die Eigenthümlichkeit des vulcanisch-chemischen Processes in einer Anreicherung bezüglich des Kieselsäuregehalts zu bestehen. Aus Basiten sind Acidite entstanden. Es ist möglich, dass in Zukunft der chemische Process wieder in umgekehrter Richtung erfolgt.

N a c h t r a g.

In neuerer Zeit hat mir Herr Director PICONE noch eine Probe weisslicher Asche zugesendet, welche, wie er mir mittheilt, ebenfalls aus dem Krater von Vulcano ausgeschleudert worden ist.

Die vorläufige Untersuchung ergab mir, dass diese Asche vorwiegend aus Gyps besteht. Hier läge also wohl ein zweites Beispiel jener oben aufgestellten neuen Gruppe vulcanischer Aschen vor.

Solche Aschen könnte man vielleicht auch Solfatarenaschen nennen, denn sie scheinen nur bei Solfataren möglich zu sein, die nach langer Ruhezeit plötzlich wieder in Eruption übergehen. Wahrscheinlich würde in einem solchen Falle auch die Solfatara bei Neapel ähnliche Producte liefern.

Auch das Vorkommen der oben erwähnten Gypskrusten, welche tapetenartig das Innere des Vulcanokraters überziehen, erklärt sich nun besser wie vorher.

1. Gran Ostero - Foca di Vulcano
2. Pizzo della Foca
3. Monte Saraceno
4. Teda Cixosa
5. Punta del Menaco
6. Capo Cixoso
7. Porto di Ponente
8. Somma del Garlo - Monte Aria
9. Pizzo del Garlo
10. Punta Lunga
11. Punta Lucchi
12. Monte Lucchi
13. Punta di S. Simeone
14. Porto di Levante
15. Monte Vulcanello
16. Punta di S. Francesco
17. Lipari
18. Castello
19. St. Annunziata
20. Monte Giuseppa
21. Kiste von Neithen

Vulcano

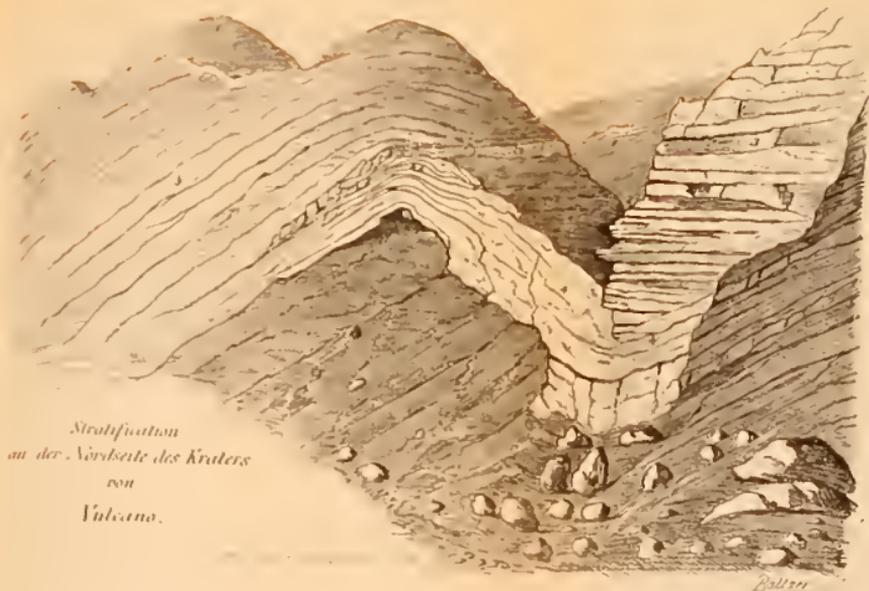
Lipari



Aussicht vom Monte Angelo (595 m) - dem höchsten Gipfel der Insel Lipari - gegen Vulcano



an der



*Stratification
an der Nördseite des Kraters
von
Vulcano.*

Baltzer

7





Der Hauptkrater von Vulcano

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1875

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Baltzer Armin Richard

Artikel/Article: [Geognostisch-chemische Mittheilungen über die neuesten Eruptionen auf Vulcano und die Producte derselben. 36-62](#)