

**Die Veränderungen in der flüssigen und erstarrenden
Lava.**

Von **C. W. C. Fuchs.**

Aus dem I. Hefte d. Mineral. Mittheil. 1871.

Die Veränderungen in der flüssigen und erstarrenden Lava.

Von C. W. C. Fuchs.

Es ist gewiss eine auffallende Erscheinung, dass die Veränderungen welche die Lavamasse vor ihrem Erstarren erleidet, von Seiten der Geologen bisher so wenig Beachtung gefunden haben und noch keiner eingehenden Untersuchung gewürdigt wurden. Man hat sich begnügt, die Erscheinung der Lava bei ihrem Ausbruch zu schildern und die petrographische Beschaffenheit der erstarrten Lava zu untersuchen. Der Ursprung, und die Beschaffenheit der flüssigen Lava wurde mit Hilfe der speculativen Methode aus den bekannten Hypothesen über den Vulcanismus abgeleitet. Und doch musste dem an empirische Untersuchungen gewöhnten Naturforscher klar sein, dass die mannigfachen Zeichen von Veränderungen, die sich in der Lava zutragen, einen Weg boten, auf dem viele Aufschlüsse über die Natur der Lava zu erlangen waren.

Einzelne ältere Untersuchungen und Beobachtungen betrafen das Gebiet, welches ich hier zur Besprechung bringe, ohne dass man jedoch dieselben in diesem Sinne ausgebeutet und weiter verfolgt hätte. Wir brauchen uns nur an die Beschreibung der Arso-Lava von Spallanzani zu erinnern, und der darin vorkommenden Erwähnung von Krystallbruchstücken und angeschmolzenen Krystallen, so wie ähnlicher Wahrnehmungen von Monticelli und Covelli in der Lava des Vesuv. Allein damals hinderte die, zu jener Zeit herrschende, vorgefasste Meinung die weitere Verfolgung dieser Beobachtungen ebenso, wie bisher die plutonische Hypothese es den Geologen überflüssig erscheinen liess sich mit der Natur der Lava zu beschäftigen. Indem Spallanzani die Laven einfach für geschmolzene Granite u. s. w. ansah, konnten die ungeschmolzenen Reste, weil sie zu natürlich waren (Sanidin wurde eben mit Orthoklas und Oligoklas identificirt), keine Veranlassung zu weitergehenden Forschungen bieten. Später schien die Ableitung der Laven aus dem feurigflüssigen Erdinnern alle Erscheinungen des Vulcanismus so vollständig zu erklären, dass man auch die Frage nach der Natur der Lava als gelöst ansah.

Auch vom chemischen Standpunkte aus legten einzelne Beobachtungen die Erkenntniss sehr nahe, dass verschiedenartige Processe vor der Erstarrung auf den ursprünglichen Zustand der Lava modificirenden Einfluss ausüben. Die Arbeiten von St. Claire-Deville über die Fumarolen haben nicht nur die Gesetze der räumlichen und zeitlichen Vertheilung der verschiedenen Fumarolengase an thätigen Vulkanen kennen gelehrt, sondern auch ihre Abhängigkeit von der verschiedenen Temperatur und Einwirkungsfähigkeit der Lava klar gemacht. Besonders aber

waren Bunsen's Erklärungen über die Entstehung der wichtigsten vulkanischen Gase geeignet auch auf die Veränderungen der Lavamasse hinzuweisen. Die Bildung der schwefligen Säure, eines der häufigsten und verbreitetsten Gase in den Perioden energischer Thätigkeit, setzt nach ihm eine wesentliche Mitwirkung, ja eine wiederholte Betheiligung der glühenden Lava an den auf einander folgenden chemischen Processen voraus. Auch die von Bunsen gegebene Erklärung der glasirten Oberflächen, welche man an manchen Laven beobachten kann, lenkt die Aufmerksamkeit auf diese Vorgänge. Hier liegt, in Folge der Analogie mit der künstlichen Glasur, durch Einwirkung des Kochsalzes auf das Silicat des Töpferthones, auf die eben Bunsen hingewiesen hat, die Veränderung der Lavasubstanz durch die Chlorverbindungen der Fumarolen bei Gegenwart von Wasserdampf, am Tage. In dem genannten Falle ist die Veränderung freilich nur eine sehr oberflächliche. — Man kann sogar behaupten, dass in den Bunsen'schen Erklärungen schon einer der wichtigsten Prozesse, der auf Veränderung der Lavasubstanz einwirkt, bestimmt bezeichnet war. Seine Erklärung des Vorkommens von Salzsäure in den Fumarolen gründet sich darauf, dass die vulkanischen Chlorverbindungen, besonders das Chlornatrium, durch Wasserdampf bei Gegenwart der glühenden Lava zersetzt, und das neugebildete Natron von der Lavasubstanz aufgenommen werde.

Obgleich nun wohl allgemein diese Entstehungsweise der vulkanischen Salzsäure anerkannt ist, hat man doch den zweiten, bei dieser Erklärung nothwendigen Theil, die Bildung von Natron, das von dem Silicat aufgenommen werden muss, nicht beachtet, oder doch nicht berücksichtigt. Selbst Bunsen hat diesen Theil seiner eigenen Erklärung nicht verwerthet. Er hat trotzdem seine Theorie der normal-pyroxenischen und normal-trachytischen Gesteine aufgestellt, wonach diejenigen Laven, deren Zusammensetzung zwischen der normal-sauern und normal-basischen Lavasubstanz steht, durch eine Mischung beider, aus getrennten Lava-Reservoirs im Erdinnern entstanden gedacht werden. Wahrscheinlich schien ihm die durch Bildung der Salzsäure bewirkte Veränderung der Basicität der Lavasubstanz von allzu geringer Bedeutung. Auch konnte wirklich nur eine weitere Untersuchung der Laven klar machen, wie gross, oder wie allgemein der Einfluss dieses Processes ist.

In meinen Untersuchungen der Vesuvlaven habe ich zuerst die Erscheinungen, welche auf Veränderungen der Lava vor ihrem Erstarren hinweisen, so zu verwerthen gesucht ¹⁾, dass die Unmöglichkeit klar werden sollte, die Laven, nach plutonischer Schablone, als homogene geschmolzene Massen zu betrachten, welche allein durch das langsame Erstarren ihre petrographische Beschaffenheit erlangt haben, und dass die Nothwendigkeit daraus hervorgehen sollte, die verschiedenartigen Einflüsse, welche vor dem Erstarren auf die Lava einwirken, zu studiren. Seitdem habe ich mehrfach Gelegenheit gehabt, darauf bezügliche Beobachtungen zu machen. Besonders bot die Untersuchung der Laven von Ischia reiches Material. Es dürfte daher die Eröffnung dieses neuen Beobachtungsgebietes an der Zeit sein und damit auch anderen Forschern

¹⁾ Jahrb. für Min. u. s. w. 1869, p. 169.

Veranlassung gegeben werden, durch etwa vorkommende Beobachtungen die schon gemachten Erfahrungen zu bereichern.

Ueberblickt man diejenigen Erscheinungen, welche auf Veränderungen in der noch flüssigen Lava hinweisen, so unterscheidet man deutlich zwei Arten von Einwirkungen, durch welche diese Veränderungen veranlasst werden; es sind dies nämlich: 1. mechanische, 2. chemische Einwirkungen.

A. Mechanische Veränderungen.

Die mechanischen Einwirkungen, welche in der Lava Veränderungen hervorbringen, hängen, wenn wir von den seltenen Lavatrümmerströmen (wie sie an den Vulkanen Java's, einzelnen amerikanischen Vulkanen u. s. w. vorkommen¹⁾) und den noch selteneren Aschenströmen (z. B. am Vesuv²⁾) absehen, hauptsächlich von dem Gegensatz einzelner starrer Theile der Lava und ihrer, durch den flüssigen Theil bedingten Bewegungsfähigkeit ab. Vollkommen flüssige Laven, welche zu homogenem Obsidian erstarren, kommen hier nicht in Betracht. Solche Laven jedoch, welche, ausser der flüssigen Masse, mehr oder weniger feste Theile enthalten, zeigen diese Erscheinung sehr häufig.

Die festen Theile in der fließenden Lava bestehen zum Theile aus einzelnen Krystallen, zum Theile aus Mineral-Aggregaten oder Gesteinstrümmern.

1. Veränderungen an einzelnen Krystallen. Die ersten hierher gehörenden Beobachtungen reichen bis auf Spallanzani und Monticelli und Covelli zurück. Allein man hat dieselben stets als etwas sehr Nebensächliches betrachtet und wir finden sie darum nur so ganz nebenbei erwähnt.

Am besten wird sich der Ueberblick wahren lassen, wenn wir die beiden Hauptclassen der Laven nach einander betrachten. Als Beispiel der Laven basischer Natur oder basaltischer Gesteine mögen die Laven des Vesuv dienen, als Beispiel saurer Laven oder trachytischer Gesteine die Laven von Ischia.

Das charakteristischste und am meisten vorwaltende Mineral in den Vesuvlaven, der Leucit, trägt fast an der Mehrzahl seiner Individuen die Spuren der erlittenen mechanischen Einwirkungen an sich. Wir wollen dabei die losen Krystalle, welche bei verschiedenen Eruptionen von dem Vulkan mit der Asche ausgeworfen wurden (so namentlich 1845 und 1847), nicht berücksichtigen, da die erlittenen Verletzungen des Krystalls nicht nothwendig in der Lava erfolgt sein müssen, und uns auf diejenigen Individuen beschränken, welche die Hauptmasse der eigentlichen Lava bilden.

In der Masse der Vesuvlava findet man vollkommene und ausgebildete Krystalle von Leucit fast nur unter den mit freiem Auge nicht mehr erkennbaren Leuciten. In mikroskopischen Dünnschliffen sieht man ihre

¹⁾ C. W. C. Fuchs. Vulcanische Erscheinungen, p. 221.

²⁾ Vulcanische Erscheinungen, p. 304.

sechseitigen Umriss von regelmässigen Linien scharf begrenzt. Weitaus die Mehrzahl der grösseren, porphyrisch eingesprengten Leucite, und ein Theil der kleinen, sind nicht mehr vollkommen erhalten. Zunächst fehlen die Ecken und Kanten, welche abgerundet und angeschmolzen sind, so dass aus den Krystallen unregelmässig geformte Körner wurden. Dann sind aber auch bei vielen die Umriss unvollständig Taf. II, Fig. 1. Solche Leucite sind Bruchstücke von Krystallen, sei es, dass dieselben durch Explosionen zertrümmert oder durch die Bewegung des Lavastromes zerrissen wurden, oder dass sie in der Hitze zersprangen. Dieser Einfluss der hohen Temperatur wird besonders an solchen Individuen klar, an welchen die Einwirkung von geringen Anfängen an bis zur vollständigen Zerstörung verfolgt werden kann. Bald sind es feine Risse und Sprünge, welche wie ein Netzwerk den ganzen Krystall durchschneiden, und die man durch rasches und starkes Erhitzen in unveränderten Leuciten künstlich hervorrufen kann, bald sind breite, klaffende Spalten vorhanden, auf welchen die den Leucit umgebende Lavamasse tief in sein Inneres eindrang und daselbst sich ästig verzweigte. Mitunter sind Stücke förmlich losgerissen, aber noch in passender Lage zu dem ergänzenden Stücke, durch dazwischen getretene Lava getrennt. Ein grosser Theil der sogenannten Einschlüsse im Leucit ist auf die durch Spalten eingedrungene Lava zurückzuführen, deren Zusammenhang mit der rings umgebenden Lava nur dann zuweilen etwas schwierig erkennbar ist, wenn die Spalten im Innern des Leucites breit sind, sich aber gegen den Rand hin zu feinen Rissen verengen. Der dunkle Lavafaden, welcher sich hindurchzieht, ist jedoch von dem Bilde einfacher Risse wohl zu unterscheiden.

Die Schmelzung hat sich nicht immer auf die Ecken und Kanten beschränkt, sondern gar häufig den Leucit tiefer angegriffen. Die gesammte Oberfläche wird zunächst erweicht, so dass die angrenzenden Mineralien Eindrücke darin hervorrufen können. Man findet darum nicht selten dort die Spuren solcher Mineralien, Augit, Glimmer, oder kleine Partikel von Lava in die Oberfläche eingebacken. Vollständig geschmolzene oder doch durchglühte Krystalle, wenn sie nicht weiter zerstört sind, geben sich durch den Mangel irgend einer Spur von Spaltbarkeit, durch vollkommen muscheligen Bruch und äusserst lebhaften, oft mit der Erscheinung des Irisirens behafteten, Glasglanz zu erkennen. Wurde der Leucit in stark erweichtem Zustande durch die Bewegung des Stromes fortgerissen, so wurde er gänzlich formlos und man sieht dann eine dünne, durchsichtige, firnissartige Schicht von Leucitsubstanz über der dunkeln Lava.

Die übrigen Mineralien der Vesuvlava zeigen übereinstimmende Veränderungen mit dem Leucit. Hier concentrirt sich darum das Interesse darauf, ob dieselben oft und stark diesen Veränderungen unterlegen sind, oder nicht.

Bei dem Augit, nächst dem Leucit das verbreitetste Mineral, sind diejenigen Individuen, welche, ihrer Lage nach zu urtheilen, in ihrem Wachsthum nicht gehindert waren und doch unvollkommene und unvollständige Umriss besitzen, als Bruchstücke kenntlich. Spalten mit eindringender Lava sind ebenfalls vorhanden. Dagegen scheinen die feinen Risse etwas weniger häufig. Einschlüsse verschiedener Art liegen, ebenso wie bei dem Leucit, in den von Rissen gänzlich freien Krystallen. An

den veränderten Augiten sucht man oft vergebens eine Spur der, sonst so deutlichen, Spaltung, dafür ist nur ein stark muscheliger Bruch, mit fast obsidianähnlichem Ansehen, vorhanden.

Die Olivine bestehen meist aus Fragmenten. Veränderungen, wie bei den beiden vorher beschriebenen Mineralien sind vorhanden, wenn auch weniger leicht nachzuweisen.

Dagegen zeigen die Glimmerblättchen, obgleich oft von unregelmässiger Form, doch selten gleiche Einwirkung durch die Hitze. Es muss vorderhand unentschieden bleiben, ob sie nicht derselben hohen Temperatur ausgesetzt waren, oder ob sie durch ihren hohen Schmelzpunkt und ihre elastische Beschaffenheit geschützt waren. Ein geborstenes und von eingedrungener Lava getheiltes Glimmerblättchen ist in meiner früheren Arbeit über die Vesuvlaven gezeichnet.

Ueber das Magneteisen wage ich jetzt noch keine bestimmte Ansicht auszusprechen. Die Unvollkommenheiten, die man an demselben wahrnimmt, können ebensogut durch die Verhältnisse bei seiner Entstehung, wie durch spätere Einwirkungen veranlasst sein.

Die kleinen, braunen Granaten, welche in einzelnen Vesuvlaven enthalten sind, bestehen aus abgerundeten, äusserlich geflossenen Körnern. Sie sind also ganz verschieden von den Granaten des Herchenberges in der Eifel, welche dort auf den Schlacken aufgewachsen sind und sehr scharfe, regelmässige Umrisse besitzen.

An dem Sodalith sind bis jetzt keine sichere Zeichen von ähnlichen Veränderungen, wie sie bisher beschrieben wurden, bemerkt worden.

Nephelin, Hornblende, Apatit, Feldspath, Melanit, Hauyn, sind die übrigen Gemengtheile der Vesuv-Lava. Dieselben bestehen aus so kleinen, oder aus so wenig zahlreichen Individuen, dass über sie noch keine ähnliche Erfahrungen, wie über die grösseren Einsprenglinge, existiren können. Im Grossen und Ganzen sind auch an den Bestandtheilen der trachytischen Laven dieselben Veränderungen vorhanden, wie an denen der Vesuv-Laven. Einzelne Modificationen erklären sich aus der Natur der Mineralien, welche hier in Betracht kommen und aus der verschiedenen Schmelzbarkeit der Masse. Augit und Hornblende sind beiden Arten von Laven gemeinschaftlich nur in umgekehrten Mengenverhältnissen. In allen Handstücken von Ischia treten sie nur untergeordnet auf, zeigen jedoch die Spuren erlittener Veränderung, Zertrümmerung und beginnende Schmelzung noch häufiger und stärker, wie in den vesuvischen Laven. (Fig. 3. Augit aus dem dichten schwarzen Trachyt der Punta della Cima, Ischia und Fig. 4. Hornblende aus Trachyt vom Marecocco, Ischia). Zwischen Hornblende und Augit vermochte ich darin keinen auffälligen Unterschied zu erkennen.

Das Hauptmineral der Laven von Ischia ist der Sanidin. Der Arsostrom mit seinen grossen Sanidin-Einsprenglingen liess schon Spallanzani die richtige Beobachtung machen. Er sagte darüber¹⁾: „Betrachtet man die Feldspathe aufmerksam, so muss man glauben, dass der Brand, welcher diesen Strom verursacht hat, sehr heftig war. Ich schliesse das, weil die Feldspathe mehr oder weniger geschmolzen sind, während sie in anderen Laven gewöhnlich unverändert sind. Einige sind blos in runde

1) Viaggi alle due Sicilie I. 169.

„Kügelchen, andere nur auf einer Seite angeschmolzen und haben die „Krystallform verloren, hingegen hat sie sich auf den anderen Seiten erhalten. Zuweilen ist der geschmolzene Feldspath in Hohlräumen fast „frei schwebend, nur durch dünne Lavafäden gehalten. An anderen Stellen ist der Feldspath an einer Seite der Höhle herabgeflossen und bildet „einen durchscheinenden Ueberzug.“ Neuerdings hat diese Darstellung durch G. vom Rath Widerspruch gefunden¹⁾, hauptsächlich, weil viele mikroskopische Feldspathe nicht geschmolzen sind. Die weiteren Bemerkungen, welche G. vom Rath anknüpft, lassen das Festhalten an den Beobachtungen Spallanzani's fast als Verbrechen gegen die wissenschaftlichen Errungenschaften unserer Zeit erscheinen. Und doch kann ich nur die von Spallanzani gegebene Beschreibung (ohne seine theoretischen Ansichten darüber zu theilen) als vollkommen genau und treu bestätigen. Die Thatsachen sind nachgerade in so grosser Zahl bekannt, dass man sich billig nicht mehr gegen ihre Anerkennung sträuben sollte. Man fürchtet eben mit dieser Anerkennung gewisse Ideen aufgeben zu müssen, die man sich über den ursprünglichen Zustand der Lava gebildet hat, und doch beruht diese Befürchtung zum Theil nur auf einem Missverständnisse.

In den zerbrochenen und angeschmolzenen Feldspathen des Arso finden sich auch häufig die beim Leuzit des Vesuv erwähnten Spalten, auf denen Lava in das Innere eindrang. Besonders häufig und stark ist diese Erscheinung bei denjenigen Sanidinen, die im Obsidian liegen. Auch die Schmelzung ist hier stärker. Im Obsidian des Monte di Campagnano sind die Umrisse mancher Sanidine fast verwischt und mit der Grundmasse verschmolzen.

Noch mehr, wie in dem Arso, sieht man in dem Trachyt des Mt. Vetta und Tabor die Sanidine der Einwirkung hoher Temperatur unterliegen. In dem dichten schwarzen Trachyt des Monte dell' Imperatore fand ich einen kleinen Sanidin in zwei Stücke zerbrochen und die beiden Stücke durch dazwischen getretene Lava, obgleich vollkommen zu einander passend, seitlich verschoben.

Zuweilen scheint sich der Feldspath im Obsidian in einem erweichten, zähen Zustande, wie ihn Glas in hoher Temperatur annimmt, befunden zu haben, denn man trifft sowohl im Obsidian vom Rotaro, (Fig. 2) wie in dem vom Campagnano Sanidine in die Form der Blasenräume hineingebogen und gegen den leeren Raum in Fäden ausgezogen.

Der Glimmer, welcher zu den untergeordneten Bestandtheilen der Laven von Ischia gehört, verhält sich darin wie in den Laven des Vesuv.

In der Arso-Lava sowohl, wie in den dichten schwarzen, zum Obsidian sich neigenden Trachyten entdeckt man durch Dünnschliffe viele mikroskopische Sanidine. Weitaus die Mehrzahl von diesen tragen keine Spur erlittener Beschädigung an sich und sind auch gewöhnlich frei von Einschlüssen.

Sodalith ist in Trachyten von Ischia sehr häufig, aber gewöhnlich nur in den Blasenräumen oder in feinen Spalten aufgewachsen. Selten bildet er nachweisbar einen Bestandtheil der Grundmasse, wie am Mt. Trippiti. Da der Sodalith in der Grundmasse, wenn er keine regelmässi-

¹⁾ Geogn. Fragmente aus Italien I. p. 627.

gen Umriss besitzt, schwer zu bestimmen ist, so bleiben auch Veränderungen, wenn sie etwa vorhanden sind, unbekannt.

Die übrigen Mineralien dieser Trachyte lassen wegen ihrer Seltenheit und wegen ihrer geringen Grösse ebenfalls keine darauf gerichteten Beobachtungen zu.

An die hier mitgetheilten Erscheinungen schliessen sich ähnliche, vereinzelt Beobachtungen aus dem Laacherseegebiete ¹⁾, von dem schwarzen Trachyt des Monte Sieva ²⁾ und von den Galapagos-Inseln. Darwin beschreibt ³⁾ eine porphyrische Lava von Banks Cave, in welcher die Krystalle an ihren Kanten abgerundet sind und Risse enthalten, auf welchen die Lava eindrang.

Moleculare Umlagerungen treten bei den Mineralien der basaltischen und der trachytischen Laven in Folge der Einwirkung hoher Temperatur ein, ohne gerade an äusseren Merkmalen sichtbar zu werden. Man erkennt dieselben an der Abnahme des spec. Gewichtes. Ob damit stets eine merkliche Schmelzung verbunden ist, wurde noch nicht ermittelt, doch deutet die Veränderung jedenfalls auf einen Uebergang von dem krystallinischen Zustande in den amorphen hin. Darum zeigen die Leuzitkrystalle und ebenso die Augit-Einsprenglinge in den Aetnalaven beim Glühen keine weitere Abnahme des spec. Gewichtes, während Augite aus Gangbildungen ihr spec. Gewicht verändern. Ihr eigenthümliches spec. Gewicht verdanken solche Mineralien nicht ihrem vulkanischen Ursprunge und dasselbe darf also nicht, wie es von F. Mohr ⁴⁾ geschieht, als Kriterium der Art ihrer Entstehung — aus geschmolzenen Massen oder aus Lösungen — angesehen werden. Die unveränderten Krystallisationsproducte der Laven müssen sich ebenso wie die gleiche Species von anderen Fundorten verhalten.

Zu den molecularen Umlagerungen gehört auch die von Descloizeaux entdeckte Veränderung der optischen Axen an den vulkanischen Gemengtheilen durch Einwirkung hoher Temperatur. Er hat bekanntlich gefunden, dass die sich kreuzenden optischen Axen des Feldspathes beim Erwärmen sich nähern, aber beim Erkalten ihre ursprüngliche Lage wieder annehmen, wenn die Hitze nicht einen sehr hohen Grad erreichte. In letzterem Falle behalten sie dauernd die veränderte Lage. In den Sanidinen der Lava des Herchenberges und des Leilenkopfes (Eifel) sind die optischen Axen in der veränderten Lage, in den Sanidinen von Wehr aber zum Theile in der ursprünglichen und zum Theile in der veränderten Lage. Es geht darans die verschiedene Höhe der Temperatur hervor, der sie nach ihrer Bildung ausgesetzt waren.

Die Trachyt-Laven von Ischia lassen sich vor dem Gebläse eines Glasbläsertisches bei halbstündigem Erhitzen in einem Platintiegel schmelzen. Der fleischrothe Trachyt von Mt. Tabor gibt auf diese Weise nach dem Erstarren ein vollkommen homogenes Glas von grünlich-grauer Farbe, gleich der amorphen Glasmasse, die in Dünnschliffen unter dem Mikroskop in fast allen Trachyten von Ischia sichtbar wird. Das künst-

1) G. v. Rath. Geogn. mineralog. Fragmente aus Italien. 551.

2) Vogelsang. Philosophie der Geologie. p. 140.

3) Geolog. Observ. p. 104.

4) Geschichte der Erde. p. 248.

liche Glas ist aber erfüllt mit zahlreichen runden Glasporen, die in den natürlichen Laven ganz fehlen oder doch sehr selten sind. Auch der schwarze dichte Trachyt von der Punta della Cima ergab mir dasselbe Resultat und entfärbte sich. Durch künstliches Schmelzen verliert sich die bräunliche Obsidianfarbe und die Masse gleicht dann den glasigen Resten in den hellen Trachytlaven; die bräunliche oder schwarze Farbe des Obsidian gelang mir noch nicht künstlich hervorzurufen. Die Krystallbruchstücke verschwinden vollständig und Bildung von Mikrolithen findet unter diesen Umständen nicht statt.

Aus den hier zusammengestellten Beobachtungen lassen sich folgende allgemeine Schlüsse ziehen:

1. Die Laven vom Vesuv und von Ischia enthielten bei ihrem Ergüsse aus dem Vulkan neben geschmolzener Masse bald eine grössere, bald eine kleinere Menge von Krystallen und Krystall-Bruchstücken. Wie viele von diesen als primäres, noch ungeschmolzenes Material, und wie viele als erste Krystallisationsproducte des Stromes zu betrachten seien, lässt sich noch nicht entscheiden.

2. Wenn die geschmolzene Masse so reichlich war, dass die Krystalle in ihr schwammen, ordneten sich letztere, so gut wie möglich, nach der Schwere. Diese Thatsache lässt sich besonders am Arso-Strome, der der Beobachtung sehr zugänglich ist, verfolgen. Nur einzelne und wenig veränderte Sanidine liegen in der schaumig-schlackigen Oberfläche, wo sie durch das rasche Erstarren derselben festgehalten wurden. Amphibol und Pyroxen kommen, ihres hohen spec. Gewichtes wegen, hier fast gar nicht vor. Diese sowohl, wie die grossen Sanidine sind in dem mittleren Theile des Stromes zahlreich und stark angegriffen.

3. Die Krystalle wurden durch die Bewegung des Stromes zerbrochen und zertrümmert.

4. Durch Einwirkung der hohen Temperatur in der umgebenden geschmolzenen Masse wurden die Krystalle und deren Bruchstücke von Spalten zerrissen, auf welchen Lava in das Innere eindringen konnte, oder sie wurden angeschmolzen und erweicht.

5. Wird die verschiedene Schmelzbarkeit der einzelnen Species berücksichtigt, so kann man aus der Stärke und Häufigkeit der Veränderung auf die Reihenfolge der Ausbildung oder das Alter der Gemengtheile schliessen.

6. Es gibt sowohl in den vesuvischen Laven, wie in den Trachyten von Ischia Mineralien, die zum grössten Theile schon beim Ergüsse der Lava vorhanden waren, und andere, welche erst kurz vor dem Erstarren sich bildeten. Eine scharfe Grenze in der Altersfolge existirt jedoch nicht. Der Leucit gehört in den Laven des Vesuv, der Sanidin in denen von Ischia zu den ältesten Bestandtheilen, der Sodalith ist in beiden eines der jüngsten Producte. Dennoch haben sich Leucit und Sanidin auch noch sehr spät gebildet, wie die vollständige Erhaltung, besonders kleiner Individuen, beweist. Der Augit findet sich in derselben Lava sowohl in stark veränderten Einsprenglingen, als auch in feinen zierlichen Kryställchen in Spalten aufgewachsen u. s. w.

2. Veränderungen an Mineralaggregaten. Die Gesteinsfragmente sind sowohl Theile desselben Stromes, durch den sie die Veränderung erleiden, als auch fremde Trümmer von anderen, älteren Laven, oder sogar von nicht vulkanischen Gesteinen.

Die Veränderung, welche alle diese Gesteinstrümmer in einem fließenden Lavastrome erleiden, besteht zunächst in einem Zerschellen der grösseren Stücke und in dem Abstossen von Ecken und Kanten.

Auf der Oberfläche eines Stromes bildet sich rasch durch Abkühlung eine Erstarrungsrinde, die jedoch durch die unregelmässige Bewegung desselben zerrissen wird, so dass einzelne Schollen auf dem Rücken des Stromes getragen werden, wie die Eischollen auf den Flüssen schwimmen. Die Gewalt der Strömung treibt die Schollen gegen einander, sie drängen sich, zerschellen und stossen die Ecken und Kanten ab, bis sie an der Stirne des Stromes angelangt, bei einem gewissen Grade der Flüssigkeit der Lava, vorgeschoben und herabgeworfen werden.

In gleicher Weise werden die fremden Gesteinstrümmer verändert, welche der Strom auf seinem Wege antrifft und fortreisst. Man trifft darum an der Spitze mancher Lavaströme kleine Schuttwälle von harten und spröden Gesteinstrümmern, unter denen Lavabrocken vorherrschen, doch auch andere Gesteinsspecies zu finden sind.

Eine zweite Art der Einwirkung auf die vorhandenen Trümmer ist durch die hohe Temperatur des flüssigen Theiles bedingt und besteht in einer beginnenden Schmelzung. Selten lösen sich die Lavaschollen wieder auf; dazu reicht meist die Temperatur der Lava nicht mehr aus. Gewöhnlich werden nur die Kanten und Ecken angeschmolzen.

Diese Trümmer liefern dann auch das Material zu den Lavabreccien, wie man, zum Unterschied von vulkanischen Tuffbreccien, diejenigen Breccien nennen kann, in denen nicht nur die Trümmer vorherrschend Lava sind, sondern auch das Bindemittel daraus besteht. Wie bei allen Breccien ist das Verhältniss zwischen der Menge des Bindemittels und der eingeschlossenen Trümmer ein sehr wechselndes. Zuweilen sind die Trümmer mit ihren angeschmolzenen Rändern an einander gestossen und ohne weiteres Bindemittel so an einander hängen geblieben. Von dieser Art ist die Breccie am Rande des grossen Trachytstromes Monte Tabor auf Ischia, der aus dem Monte Rotarö hervorgebrochen ist.

Trümmer von nicht vulkanischen Gesteinen erleiden, wenn sie schwerer schmelzbar sind wie die Lava, in dem Strome hauptsächlich eine moleculare Veränderung. Sie werden theils aufgelockert, theils verändern sie ihre Farbe, oder sie werden hart, spröde und klingend. Diese Erscheinungen sind von Sandstein, Thonschiefer und Grauwacke aus den Laven der Eifel hinreichend bekannt. — Der prächtige Strom des Tabor auf Ischia floss über ein eigenthümliches Zersetzungsproduct des dortigen Tuffes, den Cretamergel, hinweg. Stücke davon wurden mit fortgerissen und von Lava umhüllt. Diese findet man sowohl auf dem Rücken des Stromes wieder, als auch in der Lavabreccie an seinem Rande. Die graue Creta ist hier gelb und spröde, aber nicht sehr hart geworden. An der Stelle, wo der Strom sich in das Meer ergoss, ist an der Küste sehr schön die Auflagerung der Lava auf dem Cretamergel entblösst. Dort war die Einwirkung am stärksten, der Cretamergel ist vollständig, wie Ziegel-

stein, gebrannt, hart, spröde und ziegelroth und hat seinen Wassergehalt fast gänzlich verloren.

Besonderes Interesse nehmen die Veränderungen in Anspruch, welche der Kalkstein, als Einchluss in Lava, erlitten haben soll. Als vor mehr denn einem halben Jahrhundert die Plutonisten, im Anschluss an die Schmelzversuche von James Hall, den Kampf um die feurige Metamorphose des körnigen Kalkes begannen, musste das angebliche Vorkommen von Kalksteinstücken in Vesuvlava als Beweis für die Existenz dieser Metamorphose in der Natur dienen, da man an den einzelnen Stücken alle Stadien des Ueberganges von dichtem Kalkstein zu krystallinisch-körnigem wahrnehmen konnte. Diese in der Geschichte der Geologie berühmt gewordenen Belegstücke sind aus der Sammlung von C. v. Leonhard in meinen Besitz übergegangen. Die einzelnen Kalkfragmente haben $\frac{1}{4}$ —3 Zoll im Durchmesser. Die kleineren bestehen aus dem schönsten feinkörnigen, weissen Marmor; die grösseren enthalten im Innern einen unveränderten Kern von blau-grauem Apenninenkalk und sind nur von einem Ringe von weissem körnigem Kalk umgeben. Die Stärke der Veränderung steht ziemlich genau im Verhältniss zur Grösse der einzelnen Stücke. Die Grundmasse erscheint dicht, schwarz und unkenntlich wegen des hohen Alters der Handstücke und wurde für Vesuv-Lava ausgegeben. Schlägt man jedoch nur einen frischen Bruch, so zeigt sich die Grundmasse durchaus mit kleinen Partikeln von körnigem Kalk und einzelnen Kalkspath-Individuen erfüllt und braust mit Säuren selbst an solchen Stellen, wo man keinen Kalk erkennen kann. Die mikroskopische Untersuchung von Dünnschliffen beweist, dass die Masse überhaupt keine Vesuv-Lava ist. Sie besteht aus ziemlich stark zersetzten Theilen und kleinen Fragmenten vesuvischer Mineralien, unter denen jedoch, in den untersuchten Proben, der Leucit fehlt. Darnach ist das Gestein eine Tuffbreccie, wodurch natürlich auch der Beweis für die feurige Metamorphose des eingeschlossenen Kalksteines hinfällig wird. Derselben Meinung ist auch mein geehrter Freund, Prof. Tschermak, dem ich ein Präparat zur Ansicht mittheilte. Wahrscheinlich hat sich die Breccie am Fusse des Somnawalles im Atrio del Cavallo gebildet, in der Nähe jener mineralreichen Blöcke, die man Vesuv-Auswürflinge nennt, und unter denen auch körniger Kalk vorkommt. Die Fundstelle der Breccie mag wohl jetzt durch jüngere Laven übergossen sein.

Wir kennen demnach gegenwärtig keine Thatsache, welche den Beweis für die Existenz einer feurigen Metamorphose des körnigen Kalkes liefert, denn die Kalkeinschlüsse, wie sie z. B. in den Laven von Mayen und Niedermendig vorkommen, besitzen kein Merkmal, das auf eine Metamorphose auf ihrer gegenwärtigen Lagerstätte hinweist. Es bleibt also nur die Erklärung solcher Vorkommen übrig, wie Darwin eines von St. Jago (Cap verd'sche Inseln) erwähnt, wo Lava über Kalkstein geflossen und letzterer an der Grenze von Kalk und Lava zu körnigem Kalk umgewandelt sein soll. Es mag hier noch einer genaueren Untersuchung bedürfen, aber es ist unwahrscheinlich, dass unter den angegebenen Verhältnissen die Hauptbedingung einer feurigen Metamorphose, nämlich der hermetische Abschluss, welcher das Entweichen der Kollensäure verhindert, erfüllt gewesen sein soll.

B. Chemische Veränderungen.

Die chemischen Veränderungen in der Lava vor dem Erstarren müssen nothwendig beträchtlich sein. Betrachtet man die Fumarolengase als die Endproducte der chemischen Reactionen in der Lava, so geht aus der Menge und Mannigfaltigkeit dieser Gase die tief eingreifende Bedeutung jener Reactionen hervor. Selbst wenn man die Fumarolengase als fremde Körper auffasst, welche von der Lava nur eingeschlossen sind und bei günstiger Gelegenheit aus ihr entweichen, so können so actionsfähige Körper nicht ohne Einfluss auf die Zusammensetzung der Lava bleiben. Durch das gleichzeitige Ineingreifen verschiedenartiger Reactionen wird die Erkenntniss des Verlaufes der einzelnen Reactionen verwickelt und da die Untersuchung, gewöhnlich erst nach Abschluss der Reaction, auf das Erdresultat allein sich beziehen kann, so wird nur zuweilen durch die Untersuchung der Laven ein helles Licht auf den Verlauf irgend einer der Reactionen und auf den Umfang ihrer Wirksamkeit geworfen.

1. Oxydations-Erscheinungen. Zu Oxydationen in der Lava dient hauptsächlich der Sauerstoff der Luft. Doch ist seine Wirksamkeit sehr untergeordneter Art und local sehr beschränkt. Eine Menge leicht verbrennlicher Substanzen, z. B. H_2S , H_2 u. s. w., verhindern dieselbe da, wo sie sich auf die Lavasubstanz geltend machen könnte. Nur solche Stellen, welche nahe der Oberfläche des Stromes gelegen sind und sich in einem gewissen Grade vorgeschrittener Erstarrung befinden, können beim Mangel reducirender Fumarolengase durch den Sauerstoff der Luft oxydirt werden. Durch stürmische Bewegungen werden oxydirte Theile wieder in das Innere hineingezogen, wo sie gewöhnlich wieder reducirenden Einflüssen unterliegen.

Die Oxydation kann sich an günstigen Stellen entweder nur auf einzelne Mineralien, oder auf die gesammte Masse erstrecken.

Der Olivin, für den die eigenthümlich gelbgrüne Farbe so charakteristisch ist, findet sich zuweilen in Laven mit schön hyazinthrother Farbe. G. vom Rath hat solche Krystalle aus dem Gebiete des Laachersee's beschrieben ¹⁾, und der Verfasser dieser Arbeit hat die Untersuchung ähnlicher Olivine von der Insel Bourbon veröffentlicht ²⁾. Die betreffende Lava hat durch zahlreiche grosse Olivin-Aggregate das Ansehen einer Breccie, einzelne der Olivinstücke sind durchaus schön roth, andere haben nur ringsum einen rothen Rand, der nach innen in Schmutziggelbroth und Grünlich übergeht, während der innere Kern des Ganzen die gewöhnliche Farbe des Olivin besitzt. Einige wenige Olivinstücke sind gar nicht roth. Nach dem oben gesagten liegt die Vermuthung nahe, dass diese Olivinstücke bei mässiger Gluth nahe der Oberfläche des Stromes lagen und durch den Sauerstoff der Luft roth gebrannt wurden. Diese Erklärung wurde durch künstliche Veränderung der Farbe an beliebigen Olivinen von mir als richtig nachgewiesen, indem dieselben bei starker Erhitzung und bei

¹⁾ Pogg. Ann. CXXXV. 579.

²⁾ Verh. des naturhist.-medicin. Ver. zu Heidelberg, Sitzung von 11. Dec. 1868 — Jahrb. für Min. 1869. p. 577.

Zutritt der Luft ganz, oder auch theilweise die rothe Farbe annehmen. Dass in der Lava nur der Sauerstoff der Luft und nicht andere oxydirende Körper, etwa Säuren, die Veränderung erzielt haben, geht daraus hervor, dass die Einwirkung von Salpetersäure den Versuch nicht fördert, sondern verhindert. Es scheidet sich dann eine gelbbraune Masse von Eisenoxyd aus, und nur durch Glühen allein erscheint die entsprechende Farbe, die darnach auf der Bildung eines Eisenoxyd-Silikates beruhen muss.

Oxydationen der gesammten Masse werden ebenfalls hauptsächlich durch Farbenveränderung auffallend und der Eisengehalt der Lava spielt dabei wieder eine grosse Rolle. Der Trachyt des Mt. Tabor besteht an einem Theile des Stromes aus dunkelgrauer Lava. An dem Rande ist dieselbe roth gebrannt und man erkennt, wie der Zutritt von Sauerstoff massgebend für die Breite des rothen Saumes und die Intensität der Farbe war.

Solche Fälle, welche als Beispiel für die Oxydation der Lava dienen, kann man, wie mir scheint, nicht sehr zahlreich sammeln.

2. Reductionen in der Lava. Die Reductionen überwiegen bei weitem über die Oxydationen in der Lava und darum können noch so grosse Mengen leicht oxydirbarer Gase, SO_2 , H_2S , H_2 u. s. w. aus derselben aufsteigen. Thatsächliche Beobachtungen existiren aber auf diesem Gebiete fast gar nicht.

Ueber das Vorkommen von Schwefelwasserstoff und schwefliger Säure hat Bunsen die entsprechende Erklärung gegeben. Darnach entsteht aus Schwefeldampf, der mit der glühenden Lava zusammentrifft, durch Reduction des darin befindlichen Eisenoxydes, schweflige Säure und Schwefeleisen. Kommen Wasserdämpfe dazu, so bildet sich H_2S und Fe_3O_4 . Wo eine Temperatur herrscht, die etwas die Glühhitze übersteigt, zerfällt ein Theil des Schwefelwasserstoffes in Wasserstoffgas und Schwefeldampf. Wenn dann auch später diese Schwefeldämpfe mit Wasserdampf in H_2S und SO_2 sich (nach der Hypothese von Mulder) zersetzen, also nicht alle schweflige Säure, die in den Fumarolen zum Vorschein kommt, auf dem von Bunsen angegebenen Wege gebildet wurde, so verdankt doch ein Theil derselben der Reduction der Lavamasse seine Existenz.

Das Wasserstoffgas, dessen Vorkommen unter den vulkanischen Producten zuerst durch Bunsen an den Solfataren Islands mit Sicherheit constatirt wurde und das unter den Gasen wirklicher Eruptionen erst viel später aufgefunden wurde, ist jetzt als ein sehr häufiger und vorwaltender Bestandtheil unter den Gasen grosser Eruptionen bekannt. Fouqué hat auch nachgewiesen, dass der Wasserstoff auf Santorin, bei dessen Eruption derselbe in so ungeheurer Menge gebildet wurde, um so reichlicher vorhanden war, je höher die Temperatur stieg. Wir haben dessen Entstehung, wie oben angedeutet, zum Theile in dem Zerfallen des Schwefelwasserstoffes bei der entsprechenden Temperatur, zum Theile aber auch in der Dissociation des Wasserdampfes zu suchen. Der bei der Dissociation frei gewordene Sauerstoff findet hinreichend Verwendung in der Oxydation von Schwefeldampf und von organischen Stoffen u. s. w. Das Vorhandensein organischer Substanzen in der Lava ist durch den Nachweis von CH_4 , ebenfalls von Fouqué¹⁾, unzweifelhaft. Die kleinen

1) Compt. rend. 19. Decemb. 1870.

Quantitäten von Kohlensäure in den Fumarolen noch fließender Ströme kann man darum als Verbrennungsproduct des Sumpfgases ansehen. Unter günstigen Umständen erscheinen aber auch noch Sauerstoff und Wasserstoff in freiem Zustande nebeneinander in der Fumarole, ohne sich zu verbinden. Fouqué hat eine derartige Fumarole aus dem Ende eines in das Meer fließenden Lavastromes auf Georgios I untersucht. Dieselbe enthielt:

CO ₂	0·22
O	21·11
N	21·90
H	56·70
CH ₄	0·07

Nirgends ist jedoch eine Thatsache bekannt, welche darauf hindeutet, dass durch diesen Sauerstoff in der Lavasubstanz oxydirende Wirkungen veranlasst werden.

Dagegen unterliegt es keinem Zweifel, dass freier Wasserstoff in der glühenden Lava reducierend auf die Oxyde, welche dadurch zum Eintritt in die Silicate geeigneter werden, und auf die Silicate selbst wirkt, so weit das möglich ist. Vielleicht noch wichtiger wie die Reduction, ist der Schutz, welchen die Anwesenheit des Wasserstoffes gegen eine höhere Oxydation der Lavamasse bietet.

Ueberblickt man die Resultate der chemischen Geologie, so erkennt man, dass für die bei dem Verwitterungsprocesse und bei anderen chemischen Reactionen eintretenden Oxydationen hauptsächlich nur die reducirenden Wirkungen verwesender organischer Stoffe zur Compensation übrig bleiben, um den Kreislauf der Stoffe in der Natur zu unterhalten. Das hat F. Mohr zu folgendem Ausspruch veranlasst¹⁾: „Es gibt in der Natur absolut keinen einzigen Vorgang, welcher im Stande wäre, Eisenoxyd in Oxydul zu verwandeln, als die Berührung brennbarer, kohlenstoffhaltiger Körper“, und „tragen wir diesen Satz auf die Entstehung der Basalte über, so kommen wir zu dem Schlusse, dass alle eisenoxydulhaltigen Gesteine erst nach der Pflanze und durch diese zu Stande kommen konnten“.

Diese These ist doch zu schroff verallgemeinert. Wir müssen anerkennen, dass gerade bei den vulkanischen Gesteinen auch Reductionen ohne Mitwirkung organischer Stoffe eintreten können, wenn sie auch vielleicht nur beschränkten Umfang haben.

3. Veränderung der Basicität. Ueber die Einwirkung der saueren Fumarolengase auf die Entführung basischer Bestandtheile aus der Lava ist noch wenig bekannt, doch müsste durch das Studium der Sublimationsproducte einiger Aufschluss zu erhalten sein. Unter den verschiedenen Chlorverbindungen und schwefelsauren Salzen derselben, z. B. Fe₂Cl₆, CaCl₂, Al₂Cl₆, schwefelsaure Alkalien und schwefelsaurer Kalk u. s. w., mag der metallische Bestandtheil manchmal der Lavasubstanz entnommen sein. Zum grösseren Theile sind die Basen der Sublimationen zwar jedenfalls dem Lavasilicate fremd, allein dadurch, dass

¹⁾ Verh. des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande und Westph. 1870, pag. 92.

sie flüchtige Salze bilden, werden sie zum wenigsten der zersetzenden Einwirkung des glühenden saueren Silicates entzogen. Darum sind die saueren Gase zum Mindesten ein Hinderniss für die Aufnahme von Basen, also für die Zunahme der basischen Eigenschaften der Lava.

Dennoch treffen wir viele Anzeichen an, dass die Laven, basaltische sowohl, wie trachytische, basischer werden können. Bei meiner früheren Untersuchung der Vesuv-Laven ergab sich ein so hoher Natrongehalt, wie er nach der mikroskopischen Untersuchung, durch welche ein sehr starkes Vorwalten des Leucites festgestellt wurde, jedenfalls unerwartet war und durch den Nephelin etc. allein nicht erklärt werden konnte. Ich suchte damals ¹⁾ den grossen Natrongehalt der Leucite durch die Annahme zu erklären, dass ein Theil des Chlornatriums, das unter den Sublimationsproducten erscheint, sich mit Wasserdampf in HCl und Na₂O zersetzt habe und letzteres von dem glühenden Silicate aufgenommen worden sei. Auf demselben Wege können auch andere Basen, K₂O, FeO, CaO, nach Zersetzung ihrer Chloride, eintreten.

Noch bestimmter tritt die Aufnahme von Natron etc. bei den trachytischen Laven von Ischia hervor. In allen diesen Laven ist der Sanidin so vorherrschend, dass die übrigen Mineralien auf den Procentgehalt an Kieselsäure in der Lava keinen bedeutenden Einfluss ausüben können. Trotzdem ist der Gehalt an Kieselsäure in allen zwölf von mir analysirten Laven geringer, als in dem Sanidin und schwankt zwischen 59·1 und 63·8%. Ebenso ungewöhnlich ist die grosse Menge von Natron in allen diesen Trachyten, denn Oligoklas ist fast so gut wie nicht vorhanden. Aufschluss darüber kann nur der Sanidin selbst geben, der die Hauptmasse des Gesteines bildet.

Die grossen Sanidin-Einsprenglinge in der Lava des Arso, welche sich aus den schaumigen Schlacken der Ausbruchsstelle leicht rein erhalten lassen, besitzen nach meiner Analyse folgende Zusammensetzung:

SiO ₂	63·85
Al ₂ O ₃	21·21
FeO	3·17
CaO	1·29
MgO	0·03
K ₂ O	7·41
Na ₂ O	3·49
	100·45

Dieselben Eigenthümlichkeiten, welche schon in der Zusammensetzung der ganzen Trachytmasse auffielen, sind hier ebenfalls vorhanden. Da die Zusammensetzung sich der des Oligoklases nähert, so konnte der Gedanke auftauchen, dass die für Sanidin gehaltenen Einsprenglinge Oligoklas seien, der durch die Veränderung in der Lava seine Streifung verloren habe. Es kam deshalb darauf an, solche Individuen zu untersuchen, bei denen kein Zweifel über die Bestimmung der Species walten konnte. Solche finden sich an dem felsigen nordwestlichen Vorgebirge der Insel, wo ein vorhistorischer Trachytstrom in wilden Massen in das Meer stürzte und den Monte Zale bildet. Dieser ausgezeichnet schöne,

¹⁾ Jahrb. f. Min. 1869.

hellfarbige Trachyt enthält ringsum ausgebildete Sanidinkrystalle mit allen Flächen, welche bis $\frac{1}{4}$ Zoll gross werden. Diese Sanidine haben folgende Zusammensetzung:

	Sauerstoff
SiO ₂	63·72
Al ₂ O ₃	22·27
FeO	1·22
CaO	1·88
MgO	0·22
MnO	Spur
K ₂ O	7·30
Na ₂ O	3·58
	<hr/>
	100·19

Das Sauerstoffverhältniss ist:

1: 3·3: 11·1

gerade in der Mitte zwischen dem des Oligoklases von Bodenmais 1:3:10 und dem des Sanidins 1:3:12. Der Natrongehalt ist zu klein für den Oligoklas und grösser, wie beim Durchschnitte der Sanidine. Dagegen stimmt die Zusammensetzung beider Sanidine, die von zwei Lavaströmen auf Ischia herkommen, welche räumlich und zeitlich weit getrennt sind, gut überein.

Der Sanidin in den Trachyten von Ischia hat also eine abnorme Zusammensetzung, übereinstimmend mit der der ganzen Trachytmasse. Da scheint mir die Annahme am nächsten zu liegen, dass durch die Einwirkung von Natron, welches aus Chlornatrium entstand, die ursprünglich saurere und natronärmere Lava verändert wurde und die grossen Sanidin-Einsprenglinge, welche schon beim Ergüsse des Stromes vorhanden waren, ihre äusserlichen Unvollkommenheiten nicht allein der beginnenden Schmelzung, sondern auch dem lösenden Angriffe des Natrons verdanken.

Die Menge des von den Vulkanen producierten Chlornatriums genügt vollständig zu der grossen Rolle, welche hier dieser Substanz zugeschrieben wird. Das Chlornatrium verschwindet gewöhnlich, wie die meisten leichtlöslichen Sublimationen, noch während der Eruption. Die Mengen, welche also nachher zur Beobachtung kommen, repräsentiren nur einen kleinen Theil desselben und dieser ist noch recht ansehnlich, wenn wir uns erinnern, dass z. B. bei den Eruptionen von 1694, 1822 und 16. Jan. 1868 der ganze Vesuvkegel weiss beschneit war durch die Sublimation von NaCl, und dass man aus einer einzigen Lavaspalte viele Pfunde davon sammeln konnte. Auch für die beträchtliche Zersetzung des Chlornatriums durch Wasserdampf ist nicht nur das Vorkommen von Salzsäure Beweis, sondern auch das kohlen-saure Natron unter den Sublimationen. Bei der Eruption des Aetna 1865 wurde es von Silvestri in grosser Menge gefunden und gehört auch zu den häufigeren Producten am Vesuv. Es entsteht dann, wenn das aus der Zersetzung von Chlornatrium hervorgegangene Natron, bei einem gewissen Grade der Erkaltung und Erstarung der Lava, nicht mehr von dem Silicate aufgenommen werden kann und sich nun mit der Kohlensäure der Luft oder der Fumarolen verbindet.

Eine Bestätigung für die dem Chlornatrium hier zugeschriebene Rolle liegt darin, dass die gesammte Masse der Trachytlava auf Ischia Chlornatrium eingeschmolzen enthält. Dies ist der Rest des bei der Eruption theilnehmenden Chlornatriums, indem der übrige Theil in Fumarolen verdampfte, oder zu Natron (und Salzsäure) zersetzt, in die Verbindung des Lava-Silicates eintrat. Wenn man das Gestein fein pulvert und mit reiner Salpetersäure, oder auch mit kochendem Wasser behandelt, so kann man bei den meisten dieser Trachyte in der Lösung Chlornatrium nachweisen. Darum führen auch die Hunderte von heissen Quellen, die aus dem Boden der Insel entspringen, hauptsächlich Chlornatrium. Bedenkt man, dass die zum Versuche angewandten Stücke stets nahe der Oberfläche entnommen werden müssen, wo sie Jahrhunderte und Jahrtausende lang vom Regen ausgelaugt wurden, so begreift man, dass die Quellen in grösserer Tiefe an Chlornatrium reichere Gesteine antreffen müssen.

Wenn durch diese Untersuchungen die Veränderung der Basicität der Laven erwiesen ist, so bietet auch der zunehmende oder abnehmende Sauerstoffquotient in der chronologischen Folge der Laven eines Vulkanes nicht den Grad von Sicherheit und Regelmässigkeit, um darauf Schlüsse gründen zu können, wie es G. Bischof in seinem letzten Werke versucht hat ¹⁾.

Durch die Exhalationen von Chlornatrium ist auch offenbar die Bildung des Sodalithes veranlasst worden, der in den basaltischen Laven des Vesuv und in den trachytischen auf Ischia so verbreitet ist. Aus der Zersetzung des Chlornatriums und der Einwirkung auf die Lava, erklärt sich die Existenz eines so basischen und so natronreichen Silicates, wie es der Sodalith ist, in der sauren Trachytmasse und ebenso der Gehalt an Chlornatrium in diesem Minerale, der wesentlich zu seiner Charakteristik gehört.

Durch künstliches Zusammenschmelzen des Trachytes von Ischia mit etwas Chlornatrium, erhielt ich eine amorphe, glasartige Masse, gleich der amorphen Grundmasse in diesen Laven. Die künstliche Darstellung des Sodalithes auf diesem Wege scheiterte bis jetzt, allein, wie mir scheint, hauptsächlich nur an äusseren Hindernissen. Wird Trachyt mit wenig Natron und Chlornatrium zusammengeschmolzen, erstarrt die Masse so rasch, dass nichts krystallisiren kann. Ich versuchte später einen grossen Ueberschuss von NaCl als Flussmittel anzuwenden, allein die Temperatur bleibt dann zu niedrig, so dass das Chlornatrium verdampft und das Trachytpulver nicht schmilzt. Doch zweifle ich nicht, dass sich das Ziel durch Abänderung des Versuches erreichen lässt.

Die hier mitgetheilten Beobachtungen bedürfen unzweifelhaft noch sehr der Verbesserung und der Vermehrung. Aber dafür zum wenigsten scheint mir das hier Mitgetheilte zu genügen, dass man die Frage nach der Natur der Lava künftig nicht mehr kurz mit der Erklärung abthun kann, dieselbe sei ursprünglich eine homogene, geschmolzene Masse und ihre Beschaffenheit erkläre sich einfach aus dem rascheren oder langsameren Erkalten derselben. Man wird von jetzt an nothwendig auf die Veränderungen Rücksicht nehmen müssen, die vom Ursprung bis zum Erstarren in der Lava sich vollziehen.

¹⁾ Supplem. zum Lehrb. d. chem. und phys. Geol. pag. 121.

Fig. 1

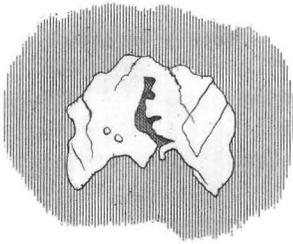


Fig. 2

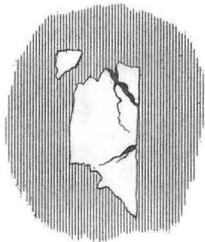
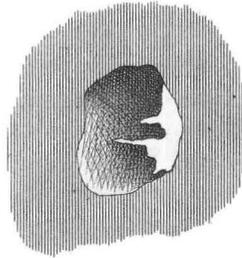


Fig. 3

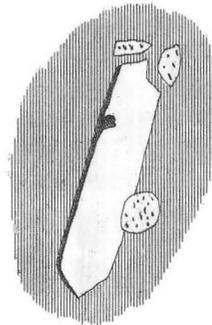


Fig. 4

Fig. 5

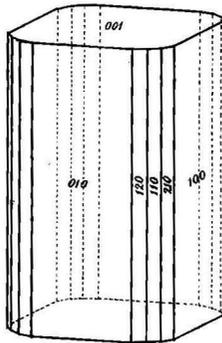


Fig. 8

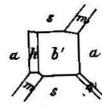


Fig. 6

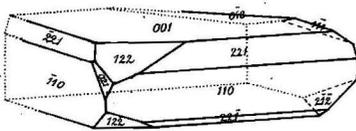
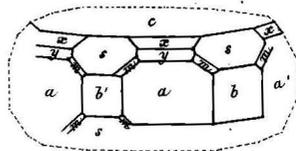


Fig. 7



Aus der k.k. Hof- u. Staatsdruckerei in Wien.