Untersuchungen über die Einwirkung eines feurig-flüssigen basaltischen Magmas auf Gesteins- und Mineraleinschlüsse, angestellt an Laven und Basalten des Niederrheins.

Von

Johannes Lehmann

aus Königsberg in Ost-Preussen.

Hierzu Tafel I. u. II.

Basalte und Laven sind schon oft Gegenstand der genauesten Untersuchungen gewesen, dennoch haben die von denselben umschlossenen Gesteine bis jetzt eine eingehende Bearbeitung noch nicht gefunden und doch sind sie beredte Zeugen für die feurige Entstehung der Basalte und deren nahe Beziehungen zu den Laven. Freilich ist die Entscheidung der einst so brennenden Frage, ob der Basalt nach Art der Laven ein aus dem Schmelzflusse erstarrtes Gestein sei oder als Sediment im Wasser gebildet wurde, durch Beobachtungen über die Lagerungs- und makroskopischen Strukturverhältnisse des Gesteins sowie durch die glänzenden Entdeckungen, zu welchen die Anwendung des Mikroskopes führte, bereits endgültig erfolgt. Da aber noch manche Details der Frage unerörtert blieben, so konnte das Studium der Einschlüsse für diese erfolgreich werden. Die Beweise für den früheren geschmolzenen Zustand der Basalte sind es jedoch nicht allein, um deretwillen die Einschlüsse unsere Beachtung verdienen. Ein erhöhtes Interesse gewähren dieselben noch dadurch, dass in ihnen

durch Glühung und Schmelzung metamorphosirte Gesteine vorliegen.

Obwohl es mir nun nicht möglich gewesen ist, meine Untersuchungen über die Einschlüsse, welchen ein sehr reichhaltiges Material, theils selbst gesammelt theils in Sammlungen vorgefunden, zu Grunde lag, zu beenden, so dürften doch die bereits erhaltenen Resultate einer Mittheilung werth sein, und zögere ich um so weniger dieselben zu veröffentlichen, als ich an der Fortsetzung meiner Untersuchungen voraussichtlich längere Zeit gehindert sein werde.

I. Die Zertheilung der Einschlüsse durch das basaltische Magma.

Die Bruchstücke fremder Gesteine, welche von Laven und Basalten umschlossen werden, zeigen so grosse Uebereinstimmung in der Art und Weise, wie sie verändert wurden, dass es sich bei der Darstellung der verschiedenen Veränderungen empfiehlt von den Beweisen für die eruptive Natur des Basaltes zu abstrahiren. Hin und wieder wird auf besonders hervortretende Aehnlichkeiten zwischen Basalt und Lava aufmerksam gemacht werden, sowie auch anderseits Verschiedenheiten hervorgehoben werden sollen.

Um eine deutliche Vorstellung von der Fülle der Gesteinseinschlüsse in einigen Laven zu gewinnen, ist ein Besuch der mächtigen Lavaströme, welche aus dem Krater des Ettringer Bellenberges und des Cottenheimer Büdens, zwei Stunden südsüdwestlich vom Laacher See, geflossen sind, in hohem Masse lohnend. Wie schon die Kraterwände ein Bild der wildesten Zerstörung darbieten, so scheint die ausströmende Lava auch in der Tiefe das Werk der Zertrümmerung geübt zu haben. Wandert man zwischen den hochaufgethürmten Steinhaufen der in starkem Betriebe stehenden und daher gut erschlossenen Grubenfelder oder „Leyen“ umher, so überrascht

die Menge der fremdartigen Gesteinsbruchstücke, welche die Lava regellos durchschwärmen. Stellenweise steigert sich ihre Zahl so sehr, dass kaum ein grösserer Mühlstein oder sonstiger Haustein gewonnen werden kann, welcher nicht einen oder mehrere dieser Einschlüsse enthielte. Von der Grösse einer Haselnuss und darunter kommen dieselben bis zu den Dimensionen eines Cubikmeters [1]) vor.

Ein geübtes Auge erkennt in den Einschlüssen ohne grosse Mühe granitische, amphibolitische und trachytische Gesteine, Bruchstücke von Gneiss, Glimmerschiefer, Kalkstein u. s. w., also Gesteine, welche zum Theil selbst in weiterem Umkreise anstehend nicht bekannt sind. Die zahlreichen Einschlüsse von Grauwacke und Thonschiefer dagegen liefern den Beweis, dass das hier mächtig entwickelte Devon, auf welchem die Schlackenberge aufsitzen, von der Lava durchbrochen und die Bruchstücke krystallinischer Massengesteine und Schiefer aus der Tiefe zu Tage gefördert wurden.

Mitgerissen von dem zähflüssigen und glühenden basaltischen Magma fielen die umhüllten Gesteinsstücke den zerstörenden Einwirkungen desselben anheim. Der gänzlichen Vernichtung durch das Erstarren der Lava entzogen tragen sie die Spuren der gewaltsamen Fortführung in der grössten Mannichfaltigkeit. Bald nur in wenige grössere bald in viele kleine Stücke zerbrochen, bald eckig und ohne Schmelzspuren, bald abgerundet und stark verschlackt zeigen sie deutlich, dass theils die mechanische Einwirkung der Lava allein, theils diese in Verbindung mit der auflösenden und schmelzenden Kraft des Magmas die Ursache ihres gelösten Zusammenhanges sind. Zuweilen liegen die Bruchstücke eines Einschlusses mit entsprechenden Bruchflächen, gleicher

1) Die Einschlüsse sind bei der Verarbeitung des Gesteins zu Werksteinen sehr hinderlich. Mancher fast fertig gehauene Stein zerspringt bei den letzten Schlägen noch, weil er eine »Brandwacke« enthält. So nennen die Arbeiter diejenigen Einschlüsse oder »Wacken«, welche bröcklich und verschlackt sind, und sehen sie als einen Beweis an, dass der Stein »gebrannt« habe.

Schichtung oder übereinstimmenden Quarzgängen einander noch so nahe und so wenig gegeneinander verschoben, dass gleichsam im Augenblicke der Zertrümmerung dieser Einschlüsse sich die Lava verfestigt zu haben scheint.

Allein in der Regel lässt sich der Nachweis früheren Zusammenhanges nicht so leicht führen, da die Theilstücke von der Lava meist weit getrennt und durch Abbröckeln peripherischer Theile oder Einschmelzen stark verändert wurden. Einschlüsse mit wenig veränderter Umgrenzung mögen weniger lange in der Lava eingebettet gewesen oder durch Zerfall grösserer Einschlüsse entstanden sein, deren äussere Theile die inneren vor der Einwirkung der Lava schützten. Vielleicht steht hiermit im Zusammenhang die sehr bemerkenswerthe Erscheinung, dass die Lava in der Nähe des Kraters weit reicher an verschlackten und veränderten Einschlüssen ist als die davon entferntere. So ist die Lava vom Winfelde, welche in nördlicher Richtung ausgebrochen ist und sich von dem Krater nicht weit entfernt hat, nicht nur überhaupt an Einschlüssen sehr reich, sondern auch gerade an stark verschlackten. Sehr ausgezeichnet durch veränderte Einschlüsse ist auch diejenige Lava, welche auf der Westseite des von Ettringen nach Mayen führenden Weges gebrochen wird. Auch das nördliche Ende des nach Mayen sich hinziehenden Lavastromes ist reicher an porösen und durch Glühhitze veränderten Einschlüssen als der von dem Krater entferntere Theil desselben Stromes in der Nähe von Mayen. Die Einschlüsse der letzteren Stelle wären dann die Reste grösserer Gesteinsblöcke, welche bei der Fortbewegung sich aus der verschlackten äusseren Hülle herauslösten, ohne von Neuem in der allmählich erkaltenden und erstarrenden Lava verändert zu werden.

Aehnlich wie in den Laven die Einschlüsse in der verschiedensten Weise durch das Magma zertheilt wurden, so zeigen sich auch die Einschlüsse in den älteren dem Miocän angehörigen Basalten vielfach zerbrochen, oft noch mit wohl erhaltenen Bruchflächen oder abgerundet, doch

selten nur verschlackt. Die Uebereinstimmung zwischen Basalten und Laven ist eben nicht absolut, aber doch sehr gross. Auch sind einige Basalte an Einschlüssen sehr reich und übertreffen hierin selbst die Lava vom Winfelde. Die ergiebigsten Fundstellen für Einschlüsse sind der Basalt von Unkel, wo dieselben schon lange gesammelt wurden, und der Basalt des Finkenberges, nördlich vom Siebengebirge und Bonn gegenüber. An beiden Orten herrschen Einschlüsse von Olivinfels vor, so dass von dem zuletzt genannten Basalt mit Leichtigkeit Handstücke geschlagen werden können, welche mehrere grössere Einschlüsse von Olivinfels enthalten.

Eine richtige Würdigung der Zertrümmerung, welche die aus der Tiefe emporgerissenen und in einem plastischen Basaltmagma eingebetteten Bruchstücke fremder Gesteine erlitten haben, führt zu dem Schlusse, dass ein grosser Theil der in Basalten und Laven gefundenen Mineralien keine Ausscheidungen sondern fremdartige aus ihrer Lagerstätte gerissene Einmengungen sind. Denn es ist unleugbar, dass die Gesteinseinschlüsse noch in der basaltischen Masse selbst zerbrochen wurden und je länger sie in dem Magma herumschwammen, desto mehr durch Losreissen peripherischer Theile sich verkleinerten. Man beobachtet häufig an den Laven, dass abgerundete Einschlüsse von zahlreichen kleinen Bruchstücken umschwärmt werden, welche sich in weiterer Entfernung von denselben nicht finden und dadurch die Ursache der Abrundung sehr augenfällig machen. Oft haben sich mehrere Gemengtheile in verbundenem Zustande losgelöst, häufiger noch einzelne Mineralien. Bei den in der Lava von Ettringen vorherrschenden gneissartigen Einschlüssen pflegt der Quarz in dieser Weise sich selbst in der weiteren Umgebung der Einschlüsse zu finden, während Sanidin und Oligoklas nur in der Nähe derselben erhalten blieben oder doch nur in grösseren Stücken der Auflösung widerstanden. Aus dem Zusammenhange mit dem Muttergestein gelöst und von der Lava isolirt verrathen sie ihre Herkunft nicht so leicht.

So sollte man vermuthen, dass, da der Olivin oft so

massenhaft auftritt und zur mineralogischen Constitution sowohl als zur physiognomischen Charakteristik mancher Basalte einen so wesentlichen Beitrag liefert, derselbe auch ein Produkt der basaltischen Masse, dass er aus dem flüssigen Magma ausgeschieden sein müsse. Die genauere Untersuchung des Olivins in den Basalten führt aber nicht zur völligen Ueberzeugung hiervon. Das lokale Auftreten grösserer Massen von Olivin in meist rundlichen oder zerbrochenen Körnern, die häufige Begleitung von abgerundeten Einschlüssen des Olivinfels und an anderen Orten das fast völlige Fehlen makroskopischen Olivins, lässt sich nicht wohl mit der Annahme einer rein endogenen Bildungsweise vereinbaren.

Betrachten wir darauf hin den Basalt von Unkel, in welchem eine ungewöhnliche Fülle von Olivin auftritt. Das Gestein erhält durch die zahlreich eingestreuten, durchbrochenen und aus der Bruchfläche des Gesteins herausragenden Olivinkörner ein eigenthümlich rauhes Aussehen, woran es stets leicht von anderen unterschieden werden kann. Die Grösse der isolirten Körner beträgt im Mittel 5—6 Mm., sie sind meist rundlich und ohne Krystallform, oder falls sich einige Flächen erkennen lassen, sind die Kanten stark gerundet, nur wenige sind deutlich. Die rundlichen isolirten Olivine stimmen mit denjenigen vollkommen überein, welche als Aggregate und in Verbindung mit Chromdiopsid, Enstatit und Picotit die schon erwähnten Einschlüsse von Olivinfels in diesem Basalt bilden. Die letztern sind in ausgezeichneter Weise abgerundet und treten in grosser Fülle auf. Da ihre abgerundeten Formen nicht ursprünglich gedacht werden können, sondern als das Resultat einer zerstörenden Einwirkung der Basaltmasse im flüssigen Zustande angesehen werden müssen, so ist es nicht zweifelhaft, dass die entstehenden Trümmer sich dem Magma beimischten und die Menge des schon vorhandenen Olivins vermehrten. So erklären die zahlreichen Einschlüsse von Olivinfels den ungewöhnlichen Reichthum an isolirten Olivinen (Unkel, Finkenberg). Andere Basalte enthalten weniger Einschlüsse und demzufolge auch weniger Olivinkörner

(Scheidskopf, Papelsberg u. a.) und in noch anderen lässt sich kaum eine Spur makroskopischen Olivins nachweisen, wie an dem Basaltrücken von Oberkassel am Rhein, jedoch in Uebereinstimmung mit den gänzlich fehlenden Einschlüssen von Olivinfels.

Schwer zu beantworten ist die Frage nach dem Verbleib der übrigen Gemengtheile des Olivinfels (Chromdiopsid, Picotit und Enstatit), die sich doch auch wie der Olivin zahlreich in den Basalten isolirt finden müssten. Ihr gänzliches Fehlen beruht jedoch nur auf einer blossen Annahme. Da in der dunkeln Basaltmasse vereinzelte Körner von Chromdiopsid und Enstatit oder gar von Picotit nicht auffallen und hervortreten, so möchten diese Mineralien doch wohl häufiger und namentlich in der Nähe von Einschlüssen des Olivinfels vorhanden sein, als man anzunehmen pflegt. Chromdiopsid und Enstatit gelang es mir zuweilen isolirt in der Basaltmasse aufzufinden.

Der Grund des steten Vorhandenseins von Olivin in Basalten, welche Einschlüsse von Olivinfels führen, und das fast gänzliche Fehlen der ihn in diesen begleitenden Mineralien wird durch Dünnschliffe von Olivinfels zuweilen ersichtlich. Während der Olivin nicht die geringste Schmelzung oder Auflösung erkennen lässt, so sind die übrigen Gemengtheile zu einer Glasmasse geschmolzen, in welcher theils noch durch Abschmelzung gerundete Fragmente erhalten blieben, theils neue Ausscheidung von Augit, Magneteisen u. s. w. erfolgte. Diese glasreichen Stellen treten nur innerhalb der Einschlüsse von Olivinfels auf und sind gegen die Basaltmasse scharf begrenzt, so dass die letztere nicht als Lösungsmittel gewirkt haben kann, sondern ein Zusammenschmelzen des leicht schmelzbaren Chromdiopsids mit dem sehr schwer schmelzbaren Enstatit und Picotit verursachte. Olivinkörner gleicher Art wie in diesen veränderten Einschlüssen liegen auch isolirt in der Basaltmasse, dagegen haben die übrigen Gemengtheile nur selten eine Isolirung überdauert.

Dass diese Mineralien in der Regel nicht vorhanden, steht also durchaus nicht im Widerspruche mit der An-

nahme, dass ein nicht unbedeutender Theil der im Basalt auftretenden Olivine aus Einschlüssen von Olivinfels stamme.

Zu den nicht ausgeschiedenen Olivinen gehören auch die in der Lava von Niedermendig und Mayen nicht ganz seltenen Bruchstücke, welche bis 4 Cm. gross sind und Aehnlichkeit mit lebhaft irisirendem grünem „Bouteillenglas“ haben.

Dass der Olivin in den Basalten und Laven aber auch als Ausscheidung vorkommt, kann nicht geleugnet werden. So haben Basaltstücke von der Grube Clemenslust bei Erpel, welche durch Vitriolwasser an der Oberfläche aufgelöst waren, sehr schöne Krystalle von Olivin hervortreten lassen. Und die Lava vom Dachsbusch am Kesselthal von Wehr ist sehr reich an Olivinkrystallen von vollendeter Ausbildung, deren Entstehung nicht anders als durch Ausscheidung gedacht werden kann.

Mit dem Olivin theilen in den Basalten und Laven die Herkunft aus Gesteinseinschlüssen noch andere Mineralien, und da diese Art des Vorkommens einzelner Mineralien durch die Zertrümmerung der Einschlüsse bedingt ist, so mag es erlaubt sein hierbei länger zu verweilen.

Weit seltener als Olivin findet sich titanhaltiges Magneteisen und obwohl es nicht zu den seltenen Funden gehört, so ist sein Vorkommen doch nur untergeordnet und sporadisch. Die meist rundliche Form desselben ist nicht Folge mechanischer oder lösender Einwirkung des Magmas, sondern ursprünglich. Es tritt nämlich nicht selten in Verbindung mit Oligoklas, so wie in sehr grobkörnigem Gemenge mit Hornblende und Eläolith auf (Finkenberg), wozu sich zuweilen wenig Magnetkies und in einem Falle auch ein rother Zirkon gesellen, so dass seine Herkunft aus einem sehr grobkrystallinischen syenitischen Gestein nicht zweifelhaft sein kann. Das Vorkommen mit grünlichgrauen ins Violette spielenden und fettglänzenden sechsseitigen Prismen von Eläolith scheint mir beweisend zu sein. In der Lava von Ettringen bildet das Magneteisen einen Gemengtheil dort häufiger gneiss-

artiger Gesteinseinschlüsse, welche aus Sanidin (glasigem Feldspath), Oligoklas und farblosem Quarz bestehen und zuweilen von dunkel gefärbten Schmelzlagen durchzogen werden. Da diese Einschlüsse sich in einem sehr bröcklichen Zustande befinden, so lassen sich die Magneteisenkugeln leicht herauslösen. Endlich findet sich das Magneteisen noch in sehr verschlackten schiefrigen Gesteinseinschlüssen, deren ursprüngliche Beschaffenheit nicht mehr erkannt werden kann; hier jedoch weniger gerundet. Die Einschlüsse von Magneteisen zeichnen sich durch einen hohen Gehalt an Titan aus (nach einer Analyse von Rammelsberg bei einem Stücke von Unkel 11,51%). Nie regelmässig begrenzt unterscheiden sich die wenige Millimeter bis zu mehreren Centimetern im Durchmesser haltenden Magneteisenstücke sehr von den mikroskopischen Magneteisenkryställchen, welche theils isolirt theils zu zierlichen Gruppen vereinigt wahre Ausscheidungen des Magmas bilden.

In dem Basalt des Finkenberges fand sich als Muttergestein der isolirten Magneteisenmassen ein sehr grobkrystallinischer Syenit. Wie verhalten sich hier die anderen Gemengtheile, fehlen dieselben oder treten sie nur selten auf, wie wir es bei gewissen Bestandtheilen des Olivinfels gefunden haben? Hier ist es nicht so; sämmtliche Gemengtheile blieben auch isolirt erhalten, und entsprechend der grobkrystallinischen Struktur mussten die Syeniteinschlüsse bei der Fortführung in dem Basaltmagma leichter in ihre einzelnen Bestandtheile als in Mineralaggregate gleicher Art zerfallen. So finden sich in der That recht häufig grössere Stücke von schwarzer Hornblende (Scheidskopf, Finkenberg), welche durch ihre unregelmässige, eckige Form Bruchstücke erkennen lassen und in Verbindung mit den anderen bereits genannten Mineralien Syeniteinschlüsse bilden.

Auch der Oligoklas findet sich nicht selten; in vielen Basalten sogar häufiger als Hornblende. An seiner ausgezeichneten Zwillingsstreifung ist er stets sehr leicht zu erkennen. Dass diese 2—3 Cm. grossen Krystallbruchstücke triklinen Feldspaths der Varietät des Oli-

goklases zugezählt werden müssen, haben auch die Untersuchungen des Herrn vom Rath[1]) ergeben und verweise ich auf die Arbeit selbst. Die in den Laven von Mendig und Mayen eingeschlossenen Oligoklase verrathen sich nach diesem Forscher durch die Art, wie die Lava sie umhüllt, als Einschlüsse und zwar als Bruchstücke von Syenit: „Ueber das ursprüngliche Muttergestein der in der Lava von Mendig und Mayen eingeschlossenen Oligoklase kann wohl kein Zweifel sein, wenn wir uns erinnern, dass unter den Auswürflingen des Laacher Sees Syenitstücke vorkommen, welche einen ganz ähnlich zusammengesetzten Plagioklas enthalten. In diesem Syenite scheint neben dem eigentlichen Feldspath der Oligoklas meist vorzuherrschen, zu welchen Gemengtheilen sich Hornblende, Titanit, Eläolith, Magneteisen hinzugesellen“ [2]). Zum Theil möchten diese Oligoklase jedoch aus quarzreichen granitischen Gesteinen herstammen, welche sich in der Lava von Mendig und Mayen häufig finden und durch das Fehlen des Glimmers sehr bemerkenswerth sind. Auch in den Basalten haben einzelne Einschlüsse, welche aus Oligoklas, Feldspath und Quarz bestehen, mehr den Charakter von granitischen Gesteinen. Bestimmt lassen sich dazu die bei Ramersdorf und am Finkenberg häufiger auftretenden Einschlüsse aus rauchgrauem Quarz, glasig erscheinendem Orthoklas und feinen Schüppchen von Graphit rechnen.

Aus demselben syenitischen Gestein, welches Magneteisen, Hornblende, Eläolith, Oligoklas enthält, lösten sich wohl auch die in Basalten und Laven sporadisch auftretenden Hyacinthe (rothe Zirkone). Ein Einschluss, welcher der Hauptmasse nach aus Oligoklas besteht, enthält in grosser Zahl kleine dunkelrothe Hyacinthe von geflossenem Ausschen eingesprengt. Dicht neben dem Einschluss findet sich ein von den anderen nicht zu un-

1) Poggend. Annal. Bd. 144. 1871. p. 235 u. 256.

2) A. a. O. p. 239 u. 240. Vergl. Th. Wolf »Die Auswürflinge des Laacher Sees« in Ztschr. d. deutsch. geolog. Ges. Bd. XIX. p. 459 (1867).

terscheidender Hyacinth in der Basaltmasse isolirt. Bei Unkel, wo sich dieser Einschluss gefunden hat, kommen sporadisch isolirte Hyacinthe mit geflossenem Aussehen und eben so Oligoklase vor. Sollen diese als Ausscheidungen betrachtet werden, während es der erwähnte Einschluss nicht ist?

Mit dem Hyacinth findet sich in den Basalten und Laven gewöhnlich Sapphir, jedoch lässt sich eine nähere Beziehung zwischen beiden nicht erkennen. Beide Mineralien treten nur sporadisch auf, und fehlen in vielen basaltischen Gesteinen gänzlich. Wo sie sich finden — es sind dies meist auch sonst an Gesteinseinschlüssen reiche Localitäten — überwiegt bald der Hyacinth, bald der Sapphir an Häufigkeit. Bei Unkel und am Papelsberge sind sehr schöne Hyacinthe und Sapphire vorgekommen, letztere neuerdings sehr häufig am grossen Oelberg im Siebengebirge. In den Laven von Mendig und Mayen kommen sie gleichfalls vor. Auch der Sapphir findet sich isolirt und in Gesteinseinschlüssen, durch welche seine Herkunft aus altplutonischen Gesteinen verrathen wird. So fand ich denselben in kleinen Körnern von trübblauer Farbe in Verbindung mit Sanidin in der Lava vom Ettringer Bellenberg, und aus der Lava von Niedermendig stammt ein ähnliches Stück, welches mehr als zwanzig grössere und kleinere Sapphire enthält; einzelne derselben erreichen eine Länge von 8 Mm. Sie zeigen im Querbruch eine sechsseitige Umgrenzung, sind jedoch nicht sehr regelmässig ausgebildet. Ein kleinerer Krystall jedoch zeigt ziemlich scharf das sechsseitige Prisma und ein Rhomboëder. Sie sind sämmtlich undurchsichtig, trüb blau und stimmen hierin mit den meisten in Basalten und Laven isolirt vorkommenden überein.

Ein Mineral, mit welchem in der Lava von Niedermendig und Mayen der Sapphir meist verwechselt wird, ist der Hauyn. Auch für diesen kann eine Ausscheidung aus dem Magma nicht angenommen werden. Das Fehlen ausgebildeter Krystalle, die unregelmässige Vertheilung in der Lava, so wie das nicht seltene Vorkommen in Sanidingesteinen lassen es nicht zweifelhaft, dass die

isolirten Hauyne aus Einschlüssen von Hauynophyr sich herauslösten.

Endlich seien noch die in Basalten und Laven sehr häufigen Einschlüsse von Quarz oder Quarzit erwähnt. In manchen Basalten sind sie durch Einsprengungen von Magnetkies ausgezeichnet, der aber auch isolirt vorkommt, in anderen sind sie frei davon. Niemand hat diese Quarze für Ausscheidungen aus dem Basaltmagma gehalten und ist somit ihre wahre Natur stets richtig erkannt worden.

Die Reihe der nicht für Ausscheidungen des Magmas zu haltenden Mineralien liesse sich noch beträchtlich vermehren. Die meisten weisen sich übrigens leicht als Einschlüsse aus. Auch lag es nicht in unserer Absicht, eine vollständige Aufzählung derselben zu geben, sondern nur die häufigeren gegenüber der, wie es scheint, ziemlich verbreiteten Ansicht, dass sie Ausscheidungen seien, als fremdartige Einschlüsse zu vertheidigen. Wir wollen deshalb zu den Einwirkungen des basaltischen Magmas auf Gesteinseinschlüsse, von deren Besprechung wir etwas abgekommen sind, zurückkehren.

Wir haben bisher nur diejenigen Veränderungen der Einschlüsse, welche aus der Bewegung des flüssigen Magmas resultirten, einer Betrachtung unterzogen und müssen noch gewisse durch Abkühlung bedingte Contraktionserscheinungen hier anreihen. Mit dem Erstarren des Magmas zum festen Gestein war der mechanischen Zertrümmerung ein Ende gemacht, allein durch die darauf folgende Abkühlung wurden die Einschlüsse noch weiter verändert. Dass Contraktionserscheinungen an Basaltgesteinen sich überhaupt finden, ist bekannt. Für Basalte und manche dichte Laven ist eine Absonderung in schlanke Säulen und dünne Platten sogar charakteristisch. Von Herrn Berghauptmann Nöggerath wurde bereits mitgetheilt [1]), dass auch Einschlüsse zuweilen von den Säulen- und Platten-bildenden Sprüngen getroffen

1) Der Bergschlüpf vom 20. December 1846 an den Unkeler Basaltsteinbrüchen bei Oberwinter geognostich geschildert, genetisch erläutert. Bonn 1847. S. 11.

wurden und die Theile durch spätere Senkung oder Hebung gegen einander verschoben erscheinen. Nicht so bekannt ist es, dass die Einschlüsse selbst Veranlassung zur Entstehung von Sprüngen gewesen sind. Dieselben gehen entweder mitten durch den Einschluss hindurch und verlaufen noch eine Strecke weit in die umgebende Basaltmasse oder schälen den Einschluss gleichsam heraus, indem durch ungleiche Contraktion um den Einschluss herum tangentiale Sprünge entstanden. Diese sind bald eben, bald krummflächig und schmiegen sich in letzterem Falle den rundlichen Umrissen der Einschlüsse an. Da die Sprünge meist mit Chalcedon oder sonstigen Infiltrationsmassen erfüllt sind, so werden derartige Einschlüsse auf dem Querbruche von hellfarbigen Ringen umgeben. Die Ringe werden meist aus mehreren Streifen zusammengesetzt, welche nicht genau an der Grenze des Einschlusses gegen die Basaltmasse zu verlaufen pflegen, sondern peripherische Theile des Einschlusses abschneiden oder Theile der Basaltmasse an jenem haften lassen. Diese Erscheinungen sind begreiflicherweise nur den Basalten und dichteren Laven eigen.

Sehr bemerkenswerth sind grössere Einschlüsse von sogenanntem Basaltjaspis (porcellanartig erhärtete Thon- oder Thonschiefermassen), welche in manchen Basalten (goldene Kiste bei Honnef, Quegstein im Siebengebirge u. a. a. O.) sehr häufig angetroffen werden. Dieselben sind zuweilen in dünne Säulen zerklüftet, welche im Kleinen naturgetreu die grösseren Basaltsäulen nachahmen. Bei beiden ist Contraktion der Masse durch Abkühlung die Ursache der Zerklüftung.

Noch eine andere Thatsache erklärt sich aus der Abkühlung der Basaltgesteine, nämlich die, dass die Mehrzahl der Einschlüsse in den Laven und eine nicht geringe Zahl in den Basalten äusserst bröcklich sind. Bei ihrer Abkühlung lösten sich einerseits die verschiedenen Gemengtheile von einander, andererseits zersprangen dieselben in zahlreiche scharfkantige Stücke. An den Einschlüssen der Basalte wird man die Frittung meist nicht so gewahr, wie an denen der Laven, weil

derartig gefrittete Einschlüsse theils verwittert, theils durch Infiltration wieder verkittet sind. Dennoch finden sich nicht selten auch in Basalten bröckliche Einschlüsse (Minderberg, Scheidskopf, Unkel). Die vollkommen festen Einschlüsse von Olivinfels aus dem Basalt vom Finkenberg sehen in ihrer Masse unverändert aus, und es wird durch nichts verrathen, dass bei einigen derselben fast jeder Krystall von Chalcedon umhüllt wird. Im Dünnschliff sieht man aber leicht die feinen Chalcedonadern, welche sich durch den ganzen Schliff netzartig hindurchziehen und Capillarspalten entsprechen.

Ueberraschend ist der Anblick granitischer Einschlüsse aus dem Basalt von Ramersdorf im Dünnschliff. Der wasserhelle Quarz ist nicht nur von dem Feldspath getrennt, sondern auch nach allen Richtungen in Stücke gesprungen, wie im Wasser gekühltes Glas. Die einzelnen Stücke liegen mit schneidend scharfen Kanten nahe an einander und wo eine Kante abgebrochen ist, da liegt sie in dem Zwischenraum und würde sich genau wieder anfügen lassen. An anderen Stellen liegen die Quarzstücke weiter von einander entfernt und regellos zusammengehäuft. Eine helle Infiltrationsmasse verbindet alle diese Bruchstücke zu einem festen Ganzen, wodurch es überhaupt möglich wird derartige Einschlüsse zu schleifen. Kaum dürfte etwas die erfolgte Abkühlung des Basalts und seine Entstehung aus einer glühenden Schmelzmasse augenfälliger machen, als ein solcher Schliff (Taf. I. Fig. 1).

II. Schmelzung und Auflösung der Einschlüsse durch das Magma.

Ganz allgemein besitzen Laven sowohl als Basalte bald nur vereinzelte bald dicht gedrängte Hohlräume oder Poren. Diese können so überwiegen, dass eine sehr poröse, Bimsstein-artige und leichte Schlacke entsteht oder so sehr zurücktreten, dass das Gestein völlig dicht erscheint, wie es namentlich bei den inneren Theilen von Basaltkegeln zu sein pflegt. Bei den Basalten sind die Poren oft ganz oder theilweise mit secundären infiltrirten Mineralien erfüllt, wodurch sie dann meist noch besser hervortreten. Da diese Hohlräume ihre Entstehung Dämpfen verdanken, welche in dem Basaltmagma gebildet wurden, so sind ihre Beziehungen zu den Einschlüssen nicht unwichtig. Zunächst fällt es auf, dass grössere Hohlräume (namentlich in den Laven) theils den Gesteinseinschlüssen anliegen, theils dieselben mehr oder weniger umhüllen. Es drängt sich die Frage auf, ob die Dampfblasen sich nur zufällig an die Einschlüsse angesetzt haben, wie sich auch Luftblasen in Flüssigkeiten an feste Körper festzusetzen lieben, oder ob die Einschlüsse selbst die Bildung der ihnen anhaftenden Hohlräume veranlasst haben. Ersteres mag so gut stattgefunden haben, wie letzteres nachweislich der Fall gewesen ist. Es liegt sehr nahe die Bildung dieser Hohlräume entweichenden Wasserdämpfen zuzuschreiben, da Wasserdämpfe bei vulkanischen Ergüssen stets ausgehaucht werden, und Wasser wohl auch den Gesteinen der Tiefe höchst wahrscheinlich mechanisch beigemengt ist. Es erklärt sich dann die Bildung der Hohlräume sehr einfach so, dass das eingeschlossene Wasser auf seine Siedetemperatur erhitzt entwich und den Einschluss mit einer Atmosphäre von Wasserdampf umhüllte oder seitlich zu einer grösseren Dampfblase sich zusammenzog. Doch möchte ich die Bildung dieser Hohlräume, welche an den Einschlüssen der Basalte sehr gewöhnlich sind und den Einschlüssen der Laven fast nie fehlen, weniger

dem entweichenden Wasserdampf als anderen flüchtigen Stoffen zuschreiben. Aus der Vergleichung zahlreicher Einschlüsse fand ich, dass im Allgemeinen der Hohlraum um so grösser ist, je mehr der Einschluss an Volumen abnimmt. Oft findet man an der Wandung grösserer Hohlräume nur ein winziges Gesteinsstückchen, gleichsam wie angeklebt, welches offenbar nur der Rest eines grösseren Einschlusses ist, welcher eingeschmolzen wurde. So ist es auch zu erklären, dass zahlreiche Einschlüsse durch ihre ganze Masse hindurch von Poren durchzogen werden, auf deren Wandungen sich zierliche Neubildungen angesiedelt haben. Einzelne Gemengtheile wurden dabei früher eingeschmolzen als andere und umhüllen die letzteren als Glasmasse oder sind in die Bildung der erwähnten Hohlräume und der sie auskleidenden Neubildungen aufgegangen. In der Glasmasse, welche meist durch Zusammenschmelzung verschiedener Mineralien entstand, finden sich kleine kugelrunde Poren wahrscheinlich noch mit den Dämpfen oder Gasen erfüllt, deren Entwicklung sie ihre Entstehung verdanken. Beweisend für die genetische Beziehung zwischen Hohlräumen und Einschlüssen ist, dass grössere Gesteinseinschlüsse, deren isolirte Quarzkörner um dieselben zerstreut herumliegen und wie der ganze Einschluss sämmtlich von Hohlräumen mit grünen Augiten (sog. Porricinen) umgeben werden, sich in einiger Entfernung verlieren, jedoch von den erwähnten Augitdrusen ersetzt werden, welche in noch weiterer Entfernung von dem Einschluss sich ebenfalls nicht mehr finden. Daraus und den schon vorhin angedeuteten Verhältnissen folgt die wichtige Thatsache, dass nicht nur die den Einschlüssen anliegenden Hohlräume aus der Einschmelzung derselben hervorgingen, sondern dass auch alle anderen mit ähnlichen Neubildungen erfüllten Drusen in dieser Weise entstanden. Dabei ist es gleichgültig, ob sie den Rest eines Einschlusses enthalten oder nicht. Diese zierlichen mit grünen Augitnädelchen, Feldspathkryställchen, Tridymittafeln, Magneteisenoctaëdern und anderen Mineralien erfüllten Drusen haben daher nichts gemein mit denjenigen

Poren oder Drusen, welche in gleichmässiger Vertheilung die Porosität des ganzen Gesteins bedingen.

Da neben den aus einer Schmelzmasse herauskrystallisirten Neubildungen auch sublimirte Mineralien vorkommen, so können uns diese einen Fingerzeig geben, was für flüchtigen Stoffen die Bildung der Hohlräume zuzuschreiben ist. Unsere nächste Aufgabe soll daher sein nachzuweisen, welche Stoffe aus den Einschlüssen durch die Hitze des Magmas ausgetrieben wurden.

Dass unter diesen Wasser zu nennen ist, wurde bereits erwähnt. Zuweilen ist jedoch eine gewisse Menge Wasser zurückgeblieben, nämlich diejenige, welche im Quarz granitischer Einschlüsse in Form von Flüssigkeitseinschlüssen auftritt. Es war mir überraschend in dem Quarz bereits halbgeschmolzener Gesteinseinschlüsse aus der Lava von Ettringen noch Flüssigkeitseinschlüsse zu finden, welche sogar meist eine lebhaft sich bewegende Libelle besitzen.

Vollständig verschwunden ist die den Quarzen granitischer und gneissartiger Gesteine eigenthümliche graue Färbung. Die Quarze derartiger Gesteinseinschlüsse sind in den Laven von Ettringen und Mayen, von Niedermendig, Camillenberg und anderen Punkten vollkommen farblos (seltener milchweiss.) Nur einmal fand ich in der Mitte eines Einschlusses, bestehend aus farblosem Quarz und schneeweissem Oligoklas, eine kleine Partie von rauchgrau gefärbtem Quarz. Es hat somit der Quarz in den äusseren Theilen des Einschlusses durch Glühen seinen Farbstoff verloren und nur noch in der Mitte zurückgehalten. Uebrigens verlieren selbst grössere Stücke von rauchgrauem Quarz (Morion) sehr leicht ihre wohl durch organische Substanz bedingte Färbung in der Löthrohrflamme und werden wasserhell. Auffallend ist es, dass der Quarz der granitischen Einschlüsse in den Basalten meist rauchgrau gefärbt ist. Sollte hier nicht die leicht flüchtige organische Substanz aus einsickernden Gewässern wieder aufgenommen sein?

Auch die sporadischen grösseren Hauynbruchstücke, welche in den Laven von Niedermendig und Mayen ein-

geschlossen sind, erscheinen in ihrer Färbung durch die Hitzeeinwirkung zuweilen alterirt. Sie kommen von sehr schön himmelblauer Farbe und völliger Klarheit vor, gewöhnlich jedoch trüb und hellblau oder weisslich gefärbt. Auch beobachtet man Hauyne, welche aussen blau im Innern einen weissen Kern besitzen. Die trübgefärbten erscheinen mehr zertrümmert als die dunkler gefärbten. Da nun die blauen Krystallbruchstücke vor dem Löthrohr sehr bald ihre Farbe verlieren und erblassen, so spricht sehr viel dafür, dass auch in der Lava die eingeschlossenen Hauyne durch Glühen blasser wurden, oder sich auch ganz entfärbten. Da jedoch Hauyne vorkommen, welche aussen blau und innen weisslich sind, so dürfte hier vielleicht eine Entfärbung und darauf folgende erneute Färbung anzunehmen sein. Herr Th. Wolf[1]) hat nämlich gezeigt, dass die vor dem Löthrohr erblassten Hauyne durch Hinüberleiten von Schwefeldämpfen ihre blaue Farbe wieder annehmen. Schwefeldämpfe oder flüchtige Schwefelverbindungen kommen in den Laven vor, es könnten daher einzelne Hauyne mehrmals entfärbt und wiedergefärbt worden sein.

Merkwürdig bleibt dann, dass nicht auch Hauyne gefunden worden sind, welche eine weissliche Hülle und ein blaugefärbtes Innere besitzen, und würde auf solche Vorkommnisse Acht zu geben sein.

Die Fumarolendämpfe der Vesuvlaven belehren uns, dass neben schwefliger Säure, Schwefelwasserstoff, Wasserdämpfen und Chlorwasserstoff auch die flüchtigen Chloride der Alkalien sowie Chlorblei, Chlorkupfer und Chloreisen von der Lava ausgehaucht werden. Sicherlich haben auch die Laven des Niederrheins diese Stoffe entwickelt, welche jedoch theils ihrer Gasform theils ihrer leichten Zerfliesslichkeit wegen nicht mehr erhalten sind, falls nicht durch Einwirkung von Wasserdämpfen die Oxyde gebildet wurden. Und Eisenglanz findet sich

1) Th. Wolf. »Die Auswürflinge des Laacher Sees.« In Ztsch. d. deutsch. geol. Ges. Jahrg. 1868 p. 13. Vergl. auch N. Jahrb. f. Mineralogie Jahrg. 1870 p. 563—569.

allerdings in den Poren der niederrheinischen Laven sehr gewöhnlich. Wie durch die Entdeckung des Herrn vom Rath, dass die Schlackenwände einer Fumarolenspalte des südlichen Eiterkopfes in den Wannen von gelben durchsichtigen Augit- und Hornblendekryställchen bedeckt sind und diese auch auf Eisenglanztafeln aufgewachsen erscheinen, bewiesen wird, ist auch Kieselsäure in gewissen Verbindungen verflüchtigt worden. Diese dürfte zum Theil wenigstens aus quarzhaltigen Gesteinseinschlüssen herrühren und scheinen die Einschlüsse überhaupt einen nicht unwesentlichen Beitrag zur Bildung der vulkanischen Dämpfe geliefert zu haben.

Vergleichsweise interessanter weil leichter nachweisbar ist die Austreibung der Kohlensäure aus Kalkeinschlüssen. Da wir aber hiervon nicht zweckmässig allein sprechen können, sondern auch die Veränderungen der Kalkeinschlüsse überhaupt ins Auge fassen müssen, so sei es erlaubt ihre Beschreibung hier anzuschliessen und später noch andere Gesteinsarten folgen zu lassen.

Kalkeinschlüsse.

In den geschichteten Tuffen des Hohn bei Gerolstein in der Eifel kommen zahlreiche Stücke von dolomitischem Kalkstein vor, welche von so lockerer Beschaffenheit sind, dass sie sich zwischen den Fingern zu einem feinen Pulver zerreiben lassen. Eine braunroth gefärbte glasige Schmelzrinde umgiebt sie, jedoch sehr unvollständig. In einem dieser Einschlüsse lassen sich deutliche Abdrücke erkennen. Eine Spongie (*Stromatopora concentrica* Goldf.), Crinoidenglieder und kleine Zweischaler (*Spirigera concentrica* d'Orb.) sind im Abdrucke vorhanden. Dies in Verbindung damit, dass die vulkanischen Durchbrüche bei Gerolstein im Devonkalk aufsetzen, lassen keinen Zweifel, dass das fragliche Stück den in der Nähe überall anstehenden Dolomitfelsen angehörte. Die überaus leichte Zerreiblichkeit liess mich vermuthen, dass dieser Einschluss durch die Hitze seiner Kohlensäure beraubt worden sei und durch spätere Auf-

nahme von Wasser diese lockere Beschaffenheit erhalten habe. Die Untersuchung bestätigte dies vollkommen. Nicht eine Spur von Kohlensäure war darin nachweisbar, dagegen viel Wasser (14,8%). Bemerkenswerth ist der geringe Kalkgehalt (1,7%), während Magnesia in reichlicherer Menge vertreten ist (4,1%). Offenbar ist das gebildete lösliche Kalkhydrat und wohl auch in geringerer Menge Magnesiahydrat durch die leicht die Tuffe durchsickernden Regenwasser fortgeführt worden. So erklärt sich auch, warum die organischen Reste nur im Abdruck erhalten blieben. Dass Kalk und Magnesia durch Auslaugung überhaupt in beträchtlicher Menge weggeführt wurden beweist der hohe Gehalt an Thonerde, Eisen und in Salzsäure unlöslichem Rückstande.

Durch das Verhalten des beschriebenen Dolomiteinschlusses aufmerksam gemacht untersuchte ich die in der Ettringer und Mayener sowie in der Niedermendiger Lava häufigen Kalkeinschlüsse. Auch diese sind in unzweideutiger Weise durch die von der Lava ausgehende Gluth verändert worden. Viele sind nicht nur durch die Glühung sondern auch durch spätere Durchdringung mit infiltrirten Mineralstoffen fast unkenntlich geworden, andere lassen sich leicht als Kalkeinschlüsse erkennen. Diese sind weiss und von erdiger Beschaffenheit, jedoch nicht zerreiblich. An der Peripherie zeigen sie eine fingerbreite Schmelzzone, welche meist völlig dicht und dunkel ist. Auf der Grenze zwischen dem Schmelzsaume und dem Kalk sowie auch in dem letzteren selbst finden sich zuweilen grössere Poren, deren Wandungen mit zierlichen wasserhellen Nädelchen bedeckt sind.

Die chemische Untersuchung ergab mit aller Bestimmtheit, dass Kalkhydrat ein Bestandtheil dieser Einschlüsse sei. Es gelang durch mehrtägiges Auslaugen mit kaltem Wasser 9,4% davon in Lösung zu bringen. Magnesiahydrat wurde nicht gelöst; der Gehalt an Magnesia ist überhaupt nicht bedeutend (nicht über 1%). Die Gesammtmenge des Kalks wurde auf 37% bestimmt (37,1 —36,5—37,2% von verschiedenen Theilen des Einschlusses).

Der Wasser- und Kohlensäuregehalt wurde an den verschiedenen Theilen des Einschlusses nicht ganz gleich gefunden; von ersterem 23,3% und 18,8%, von letzterer 2,8—3,1—3,7—6,2%. Die Kohlensäure ist daher sehr ungleich vertheilt, jedoch in keinem Falle hinreichend den Kalk zu binden. Ob die Schwefelsäure (3,2%) an Kalk oder an Thonerde gebunden ist, bleibt zweifelhaft. Der Gehalt an Thonerde, Eisen und in verdünnter Salzsäure unlöslichem Rückstande betrug 30,6% (nach einer zweiten Bestimmung 30,9%).

Das Verhältniss der Kohlensäure und des Wassers zum Kalk zeigt deutlich, dass Kalkhydrat in nicht unbeträchtlicher Menge vorhanden ist, wahrscheinlich sogar mehr als durch den Versuch gefunden wurde. Die Umänderung, welche sowohl die Dolomitstücke in den Tuffen des Hohn als auch diese Kalkeinschlüsse in den Lavaströmen von Niedermendig und Mayen erlitten haben, liegt auf der Hand. Durch die Hitze unter Entweichen der Kohlensäure kaustisch geworden, nahmen sie nach dem Erkalten begierig Wasser aus den vorbeisickernden Wassern auf, und Kalk und Magnesia gingen in Hydrate über. Da die Dolomiteinschlüsse in den Tuffen den Atmosphärilien mehr ausgesetzt waren als die Kalkeinschlüsse in den Laven, so wurde das Kalkhydrat ausgelaugt, ehe die Kohlensäure der Tagewasser, welche wohl von den oberen Schichten vollständig absorbirt wurde, hinzutreten konnte. Zu den Kalkeinschlüssen gelangte jedenfalls auch Wasser, allein nachdem der Einschluss und die umgebenden Theile eine gewisse Menge davon aufgesogen, mochte die Erneuerung desselben nur langsam von Statten gehen. Es konnte daher nur wenig Kohlensäure aufgenommen werden, während Kalkhydrat als solches oder in einer leicht zerlegbaren Molecularverbindung mit anderen Bestandtheilen des Einschlusses bestehen blieb. So erklärt sich die ungleiche Vertheilung der Kohlensäure und die Bildung der wasserhellen Nädelchen, welche eine entsprechende Zusammensetzung haben. Dieses Mineral beobachtete bereits Herr vom Rath in einem dieser Kalkeinschlüsse, konnte jedoch aus Mangel an hin-

reichendem Material eine Bestimmung weder durch Messung noch durch Analyse vornehmen und nur die Abwesenheit der Kieselsäure feststellen. Mir gelang es in der Absicht das Material für eine erneute Analyse des noch zu besprechenden von Herrn vom Rath entdeckten Chalcomorphits zusammenzubringen, eine Anzahl von Kalkeinschlüssen zu finden, welche das ersterwähnte Mineral in reichlicher Menge enthielten. Dasselbe hat sich durch Analyse und Messung als neu erwiesen und schlage ich für dasselbe die Bezeichnung „Ettringit" vor nach seinem Vorkommen in der Lava von Ettringen. Diese Lava hat sich aus dem nördlichen Krater des Ettringer und Mayener Bellenberges ergossen und ist durch ihren Reichthum an verschlackten und zertrümmerten Gesteinseinschlüssen sehr ausgezeichnet, sodass sie in hohem Grade die Aufmerksamkeit der Geologen verdient. Bei Ettringen sind Kalkeinschlüsse mit den erwähnten farblosen Prismen häufiger als anderswo.

Kopfgrosse Kalkeinschlüsse von schneeweisser Farbe mit einer lederbraunen Schmelzzone und einer zweiten von völlig dunkler Farbe sind zuweilen von unregelmässigen Hohlräumen durchzogen, auf deren Wandungen in büschelförmigen Gruppen die zierlichen Nädelchen von Ettringit aufgewachsen sind. In den Poren der beiden Schmelzzonen sind die Wandungen dagegen mit einer weissen strahligen Rinde von ca. $^1/_2$ Mm. Dicke überzogen, aus welcher kürzere und dickere Kryställchen herausragen. Die in frischem Zustande farblosen und wasserhellen bei beginnender Verwitterung jedoch seidenglänzenden Kryställchen dürften 3 Mm. selten an Länge übertreffen, bei einer Dicke bis zu $^1/_2$ Mm.

Der Ettringit krystallisirt hexagonal, da die Prismenkanten genau gleich 120° gefunden wurden. Ich beobachtete folgende Formen:

$(a : a : \infty a : c)$, P.
$(a : a : \infty a : \infty c)$, ∞P.
$(\infty a : \infty a : \infty a : c)$, o P.
$(2\,a : 2\,a : \infty a : c)$, $^1/_2$ P.

Das Axenverhältniss ist $a : c = 1 : 0{,}9434$. Durch Mes-

sung wurde die Neigung der Dihexaëderfläche zur Prismenfläche = 137° 27′ gefunden. Ferner wurde die Neigung einer Fläche von P. zu der gleichgestellten Fläche von $^1/_2$ P. = 162° 14′ bestimmt.

Aus der gemessenen Neigung von P. zu ∞P. berechnet sich:

die Endkante von P. = 136° 46′
„ Seitenkante „ P. = 94° 54′
Neigung der Flächen P. zur Verticalen = 42° 33′
„ „ Endkanten P. „ „ = 46° 40′

Das spec. Gew. = 1,7504 [1]) musste in absolutem Alcohol bestimmt und umgerechnet werden, da das Mineral im Wasser löslich ist. Spaltbar prismatisch, vollkommen, so dass es kaum gelingt mit einer Nadel die Kryställchen der Quere nach zu theilen; bei dem geringsten Drucke zerspalten sie der Länge nach. Die Härte ist wenig höher als Gyps. V. d. L. blähen sich die Kryställchen auf und krümmen sich wurmartig, sind jedoch unschmelzbar. In Salzsäure ist der Ettringit sowohl im ungeglühten als im geglühten Zustande leicht auflöslich, in ersterem wird er dabei schneeweiss. Auch in Wasser löst er sich, und reagirt die Lösung stark alkalisch. Schon bei 100° C. verlieren die Kryställchen Wasser und werden seidenglänzend, doch erst durch Glühen wird alles Wasser ausgetrieben. Sowohl das bei 100° C. als das beim Glühen entweichende Wasser reagirt durchaus neutral und selbst der geglühte Rückstand zeigt sich mit Wasser befeuchtet alkalisch. Es entweicht also selbst durch Glühen keine Säure. Die qualitative Prüfung ergab Thonerde, Kalk, Schwefelsäure und Wasser. Von letzterem entwich bei 120° C. — 33%
„ 150° C. — 34%
„ 200° C. — 36%
beim Glühen — 45,8%

1) Das geringe spec. Gewicht kam mir bei dem Aussuchen der kleinen Kryställchen für eine chemische Untersuchung zu Statten, da sie bei der Berührung mit einer Metallnadel meist sofort adhäriren, nur durch die auf dieser verdichteten Feuchtigkeit der Luft und des Athems festgehalten. Dennoch brauchte ich mehrere Wochen um das Material für eine Analyse zusammen zu bringen.

Erst beim Glühen blähten sich die Kryställchen auf und verloren alles Wasser.

Die quantitative Annalyse konnte mit nur 0,3623 Gr. ausgeführt werden und ergab eine Zusammensetzung, welche mit der Formel Al_2O_3, $3SO_3 + 6(CaO,H_2O) + 26$ aq. am besten in Uebereinstimmung steht.

	Gefunden.	berechnet.
Al_2O_3	= 7,76%	8,21%
SO_3	= 16,64 „	19,12 „
CaO	= 27,27 „	26,77 „
H_2O	= 45,82 „	45,90 „
	97,49%	100,00%
Verlust	= 2,51	
	100,00	

Der Schwefelsäuregehalt ist um 2,51 (also genau mit dem Verlust übereinstimmend) zu niedrig gefunden. Da bei der Bestimmung der Schwefelsäure Verlust entstand und nur mit geringen Mengen gearbeitet wurde, so glaube ich den Gehalt an Schwefelsäure um soviel erhöhen zu können als der Verlust beträgt.

Die Constitution dieses Minerals ist nicht ganz klar, so viel scheint aber gewiss zu sein, dass Kalkhydrat entweder in einer sehr lockeren Molecularverbindung vorhanden ist oder sich doch sehr leicht, schon durch Einwirkung von Wasser bildet. Die Zusammensetzung des Ettringits beweist daher deutlich seine Entstehungsweise. Die durch Glühhitze veränderten und an Kalkhydrat reichen Kalkeinschlüsse wurden ausgelaugt und in den entstehenden oder schon vorhandenen Hohlräumen bildete sich aus der Lauge der Ettringit. So lange in dem Kalkeinschluss noch Kalkhydrat vorhanden war, sättigte sich hinzutretendes Wasser mit diesem und mochte die Kryställchen nicht angreifen. Nach einem angestellten Versuche war eine Lösung des Minerals in Kalkwasser wenigstens nicht bemerkbar.

Wie schon erwähnt kommt in diesen Kalkeinschlüssen noch ein anderes Mineral in farblosen hexagonalen Prismen vor, welchem Herr vom Rath den

Namen Chalcomorphit [1]) beilegte, um seine Entstehung aus Kalkeinschlüssen anzudeuten. Dem äusseren Ansehen nach dürfte der Chalcomorphit von dem Ettringit kaum zu unterscheiden sein. Da letzterer jedoch bei schwachem Druck bereits sehr deutlich prismatisch spaltet und in Salzsäure keine Kieselgallerte bildet, während ersterer basisch spaltbar ist und eine Gallerte bildet, so fällt es nicht schwer beide Mineralien von einander zu unterscheiden. Der Chalcomorphit enthält Kieselsäure (25,4%, ist daher auch viel härter), eine bedeutende Menge Kalk (44,7%), nur wenig Thonerde (40%) und Wasser (16,4%, da die Analyse nur mit 0,26 Gr. ausgeführt wurde und das Material wie sich später herausstellte nicht vollkommen frei von kohlensaurem Kalk war, so dürfte der Wassergehalt etwas niedriger sein).

Auch der Chalcomorphit muss der Hauptsache nach aus dem Material des Einschlusses selbst gebildet sein und ist daher wie auch der Ettringit kein eigentliches Infiltrationsprodukt.

Ein einziger Fund nur bewies, dass nicht immer die Kohlensäure durch die Hitze ausgetrieben wurde. Ein mehr als faustgrosser Kalkeinschluss von dichter Beschaffenheit zeigt an seiner Umgrenzung eine dunkelbraune Färbung, welche von weissen Adern durchzogen wird und ein marmorirtes Aussehen bedingt. Die braune Färbung herrscht nur an der Peripherie des Einschlusses vor, während sie nach dem Inneren desselben nur in isolirten Flecken auftritt. Ein deutlich krystallinisches Gefüge namentlich an den äusseren Theilen verräth, dass eine Umwandlung in körnigen Kalk hier vor sich gegangen ist. Dem entsprechend zeigt der Einschluss auch nirgends Poren und die Umgrenzung ist völlig dicht. Unter bedeutendem Drucke, also vielleicht noch vor dem Ausbruche der Lava und von derselben fest eingeschlossen konnte der Einschluss seine Kohlensäure nicht verlieren, vielmehr muss er soweit plastisch geworden sein, dass

1) Poggend. Annal. d. Chem. u. Phys. Ergänzungsb. VI. p. 376.

bei dem Erstarren körniger Kalk, Marmor entstehen konnte. Aehnliche Umwandlungen sind von dem Vesuv bereits länger bekannt und auch experimentell nachgewiesen.

Thon- und Thonschiefereinschlüsse.

An den Auswurfsmassen, welche die vulkanische Thätigkeit am Niederrhein geliefert, nehmen Trümmer des durchbrochenen Devons und der darüber lagernden Braunkohlenthone einen hervorragenden Antheil. Durch ihre Menge und durch die rothe Farbe, welche sie in Folge der Glühung erhalten haben, fallen sie unter den dunkelen Schlacken besonders auf und kennzeichnen sich als Feuergebilde. Der Vorgang, welchem sie ihre rothe Farbe und poröse Beschaffenheit verdanken, ist derselbe, welcher in den Ziegelöfen stattfindet und allgemein bekannt ist. Man kann diese Stücke in der That als natürliche Ziegelmasse bezeichnen. Bald haben sie eine schöne rothe Farbe, wenn das Material rein war; bald sind sie dunkler und streifig gefärbt, wenn es verunreinigt. Selbst Porosität und geringe Schwere theilen sie allermeist mit den Kunstprodukten. Doch nicht alle rothgebrannten Massen bestehen aus Thon oder thonigem Schiefer, es finden sich darunter auch Sandsteine, Kalksteine u. a., deren Eisenverbindungen ebenfalls höher oxydirt werden konnten.

Die eigentlichen plastischen Thone aus der Braunkohlenformation sind stets sehr fest geworden und pflegen sich durch grelle Farbe auszuzeichnen. Oft enthalten sie noch unveränderte rundliche Körnchen von milchweissem Quarz. Stücke von Thonschiefer sind dagegen meist sehr porös, theils durch die ganze Masse, theils nur in einzelnen Schichten. Bei vielen Einschlüssen oder Auswürflingen derart ist deutlich zu erkennen, dass sie während des Aufblähens sich in einem plastischen, geschmolzenen Zustande befanden. Da die Poren rundlich und von glasiger Beschaffenheit sind, so müssen sie durch Bildung von Dämpfen in einer

Schmelzmasse entstanden sein. Durch blosse Lockerung der einzelnen Schichten geschah in den seltensten Fällen ein Aufblähen. Auch zeigen solche Stücke, welche durch Schmelzung porös wurden, oftmals Eindrücke von kleinen Schlackenstücken (Rapilli) oder sind mit diesen zusammengebacken. Unter den Schlacken des Camillenberges findet man rothgebrannte feinporöse Thonmassen, welche meist nur theilweise von den Schlacken umgeben werden. Sie haben auf der Oberfläche mehrfache Risse, welche mehr breit als tief dieselbe in unregelmässige Felder zertheilen. Die schnell erkaltende Oberfläche hatte sich stärker contrahirt als die inneren Theile und ist demzufolge geborsten.

Auch in den Basalten bilden Thonmassen häufige Einschlüsse, deren Gegenwart zuweilen eine conglomeratische Beschaffenheit bedingt (Basaltstücke von der goldenen Kiste bei Honnef, Quegstein im Siebengebirge). Stets sind sie abgerundet und meist von einem glasglänzenden braunrothen Schmelzsaume umgeben, falls nicht der ganze Einschluss glasig geworden, was bei kleineren nicht selten ist. Sie sind porcellanartig erhärtet und werden deshalb wohl Basaltjaspis genannt. Auffallend ist, dass diese Einschlüsse nie roth gefärbt sind, sondern eine mattgraue, hellbraune bis dunkelbraune oder schwach violette Farbe haben. In ähnlichem Zustande befinden sich Thonschiefer und thonige Sandsteine in den Basalten.

Den rein thonigen Gesteinseinschlüssen sei es erlaubt hier sogleich die Besprechung einiger thoniger Sandsteine, Grauwackensandsteine, folgen zu lassen, während andere derselben ihres überwiegenden Quarzgehaltes wegen besser erst später besprochen werden. Die Grauwackeneinschlüsse, welche ich jetzt im Sinne habe, zeichnen sich durch die völlige Schmelzung der thonigen Theile zur porösen Glasmasse aus. Bald tritt dadurch ihre gebänderte Struktur besser hervor, bald zeigen sie ein conglomeratisches Aussehen. Andere sind völlig verschlackt und porös; stets aber sind die rundlichen Poren glasglänzend und entbehren in den meisten Fällen jeglicher Mineralbildung. Dabei erkennt man oft

sehr deutlich den plastischen Zustand, in welchem sie sich der Gluthhitze ausgesetzt befanden. Die von der Schmelzung weniger betroffenen quarzreicheren Schichten dieser Einschlüsse sind nicht selten merkwürdig gebogen, geknickt oder in Reihen aufeinander folgender Bruchstücke gedehnt, zwischen welche die Schmelzmasse der benachbarten Theile eingedrungen ist. War ein solcher Einschluss längere Zeit von der in Bewegung befindlichen Lava umschlossen, so geriethen die Bruchstücke der verschiedenen Quarzlagen durcheinander. Grössere Einschlüsse sind nur in den äusseren Theilen durch Zerstörung der Quarzlagen von conglomeratischer Beschaffenheit; im Innern haben die Quarzlagen ihren Zusammenhang noch bewahrt.

Ebenso deutlich sind diese Verhältnisse in der Mikrostruktur solcher Einschlüsse ausgeprägt. Namentlich bei polarisirtem Licht treten die wirr in einer Schmelzmasse liegenden Quarzkörner hervor. In der Schmelzmasse, welche meist blaugrau, glasig und porös sich als solche auch ohne Vergrösserung an den Stücken erkennen lässt, liegen nach allen Richtungen Augitkrystalle, so wie zahlreiche Mikrolithe, zum Theil in Form von Trichiten. Neben diesen tritt nicht ganz gleichmässig und an einzelnen Stellen dicht gehäuft Magneteisen auf, seltener unregelmässig begrenzte Lamellen von Eisenglanz. Feldspath und Tridymit scheinen sich in dieser kieselsäurearmen Schmelzmasse nicht gebildet zu haben. (Vergl. Taf. I. Fig. 2, wo ein ähnlich veränderter granitischer Einschluss abgebildet ist.)

Quarz- und quarzreiche Einschlüsse.

Da es nicht in dem Plane der Arbeit liegt, die Gesteinseinschlüsse nach ihrem petrographischen Charakter zu gruppiren und zu beschreiben, wozu ich mehr Zeit nöthig hätte, als mir gegenwärtig zu Gebote steht und wobei auch eigenthümliche Schwierigkeiten hemmend in den Weg treten, so werden unter der gegebenen Ue-

berschrift die verschiedensten oft nicht näher bestimmbaren Gesteine uns dienen müssen, um gewisse gemeinsame Neubildungen kennen zu lernen.

An einer früheren Stelle wurde bereits der genetische Zusammenhang zwischen Gesteinseinschlüssen und Drusen hervorgehoben, wobei die durch Infiltration mit Kalkspath, Sphärosiderit, Chalcedon und anderen Mineralstoffen erfüllten Hohlräume ausgeschlossen wurden. Vergleicht man die Drusenbildungen der verschiedenen basaltischen Gesteine, so lässt sich unschwer erkennen, dass gewisse Drusenmineralien und gewisse Combinationen derselben für bestimmte Basaltgesteine charakteristisch sind. Andererseits ist aber auch der Inhalt der Drusen von der Natur des noch anliegenden oder eingeschmolzenen Gesteinseinschlusses abhängig.

Ich werde deshalb diese mineralreichen Drusen nach den Ausbildungsweisen, wie sie mir erschienen sind, besprechen und dabei auf die Einschlüsse, deren Einschmelzung sie ihre Entstehung verdanken, nöthigenfalls Rücksicht nehmen.

Um mit den älteren festen Basalten zu beginnen, so sei erwähnt, dass diese verhältnissmässig selten andere Drusen als solche, welche durch Infiltration gefüllt sind, besitzen. Zuweilen jedoch überdecken die infiltrirten Mineralien andere aus dem Schmelzflusse gebildete, wie es am Petersberg im Siebengebirge der Fall ist. Hier sind die Hohlräume meist dicht mit Zeolithen ausgekleidet; entfernt man diese durch vorsichtiges Lossprengen, so findet man nicht selten schön ausgebildete Augite, welche auf der Wandung des Hohlraums aufsitzend in den Innenraum hineinragen. Theils sind sie kurz und dick, dann von schwarzer Farbe, theils nadelförmig gestaltet und grün gefärbt, so dass sie den sogenannten Porricinen (grünen Augiten) der Laven auffallend gleichen, nur sind sie oft länger (über 1 Ctm.) und dicker (zuweilen mehrere Millimeter). Auch da, wo diese Augite nicht mit blossem Auge sichtbar sind, verrathen sie sich durch eine grüne Färbung des Porenrandes, welche sich gegen die infiltrirte weisse Zeolithausfüllung deut-

lich abhebt. Dünnschliffe lassen dann erkennen, dass eine Zone grüner Augite den Hohlraum umgiebt und gegen die Basaltmasse eine deutliche Grenze besitzt. In diesen Drusen sind Reste fremder Gesteinseinschlüsse mitunter noch nachweisbar und sind theils wohl erhalten, theils in eine kaolinartige Masse übergegangen. Dass auch in den Basalten aus dem Einschmelzen von Einschlüssen die beschriebenen Augitdrusen entstanden, beweist ein Quarziteinschluss aus dem Basalt von Obercassel am Rhein. Schon mit blossem Auge bemerkt man glasige braunrothe Streifen, welche sich von der Peripherie aus in das Innere des Einschlusses hineinziehen. Es sind dies Schmelzmassen, welche sich auf grösseren Sprüngen des Quarzites gebildet haben. Unter dem Mikroskop erkennt man leicht, dass die Grenze zwischen Basalt und Einschluss vollkommen scharf ist und die Glasmasse nur dem letzteren angehört. In dieser bildet die Grenze gegen den Basalt ein Saum von dicht gedrängten Augitkrystallen. Weniger zahlreich liegen dieselben in der Glasmasse isolirt, sind hier nicht so gross und werden von Mikrolithen vertreten. Diese dürften wohl der grösseren Mehrzahl nach zu den Augiten zu rechnen sein. Bald sind sie geradlinig und an den Enden theils abgerundet, theils mit einer oder mehreren Spitzen versehen (Belonite), bald sind sie hakenförmig oder schleifenförmig gebogen (ähnlich den undurchsichtigen Trichiten). Stellenweise finden sich längere Nädelchen mit rechtwinklig abstrebenden Seitenverzweigungen. Interessant sind einzelne Augitkrystalle, über deren Ende hinweg die Kanten als spitze Fortsätze wuchsen, bald unverbunden, bald durch dünne Lamellen verbunden. Auch bei den vielspitzigen Mikrolithen scheinen es die Kanten zu sein, welche rascher wuchsen als die Ausbildung des ganzen Individuums vor sich ging. Impellucide Magneteisenoctaeder sind gleichfalls, doch nicht in bedeutender Menge, ausgeschieden, so wie hexagonale dunkelroth durchscheinende Tafeln von Eisenglanz. Dasselbe Mineral bewirkt durch eine lamellare Verwachsung sehr winziger Täfelchen stellenweise eine grellrothe Fär-

bung. Feldspath und Tridymit fehlen. Die sehr überwiegende Glasmasse ist zum Theil sphäroidisch entglast, zum Theil nicht verändert.

Die in den Laven nicht seltenen Einschlüsse von farblosem oder milchweissem Quarz zeigen das, was wir bei dem Quarzeinschluss der Basalte beschrieben haben, noch viel deutlicher und in ganz ähnlicher Weise. Zunächst fällt es sehr auf, dass die Quarzeinschlüsse in den Laven fast nie eines dunkelgrünen Augitsaumes entbehren und dass Augitdrusen meist Reste von Quarzeinschlüssen enthalten. Besteht der Einschluss nur aus Quarz, so pflegen mit den Augiten keine anderen Mineralien vorzukommen. Die dunkelgrünen glänzenden Augite haften theils an der Drusenwand, theils auch an dem Einschluss selbst, namentlich, wenn dieser den Hohlraum, welcher ihn umgiebt, nicht ausfüllt und mit glasiger Schmelzmasse in den rundlichen Vertiefungen seiner Oberfläche überdeckt ist. Solche Einschlüsse gewähren einen überaus prächtigen Anblick. Die Schmelzmasse besitzt lebhaften Glasglanz und man glaubt eine klare Flüssigkeit, welche durch Metalloxyde zart rosenroth, gelblich, bräunlich, schwach grün oder blau gefärbt ist, den Einschluss benetzen zu sehen. In dieser liegen, der glatten Oberfläche des Quarzes sich anschmiegend, Nadeln von Augit. Somit ist offenbar eine Beziehung des Quarzes zur Glasmasse und durch diese zu den Augiten vorhanden. Dieselbe wird noch deutlicher durch die Wahrnehmung, dass je mehr der Hohlraum das Volumen der Einschlüsse übertrifft, desto reichlicher der Augitsaum und die Schmelzmasse entwickelt sind. Oft finden sich nur ganz winzige Quarzstücke in einer gross und schön entwickelten Augitdruse. Die einzelnen Kryställchen sind meist dünn und lang, zuweilen bei einer Länge von mehr als 1 Cm. so dünn, dass sie selbst bei der Betrachtung mit der Loupe kaum wahrnehmbar sind. Die längeren Augite ragen meist in den Drusenraum hinein, während kürzere und dickere sich der Wandung anzulegen pflegen. Namentlich diese letzteren so wie die schon vorhin erwähnten dem Quarz anhaftenden liegen

in einer Glasmasse eingebettet, aus welcher sie nur theilweise herausragen. An den dünneren nach dem Quarzeinschluss gerichteten Nädelchen hängen nicht selten Glastropfen, welche gleichsam während des Herunterfliessens an den Nädelchen erstarrten. Bald einzeln, bald zu mehreren an einer Nadel schwellen sie in der Richtung, in welcher sie im flüssigen Zustande getropft sein würden, an; häufig sind sie an der Berührungsstelle zweier sich kreuzender Krystallnadeln hängen geblieben und adhäriren beiden. Sehr lehrreich sind auch diejenigen Tropfen, welche vermöge der Lage des Krystalls nicht an derselben hinuntergleiten konnten, sondern sich seitlich loszulösen und abzutropfen strebten (Taf. II. Fig. 2).

Alles dieses beweist deutlich genug, dass die Quarzeinschlüsse von der Lava eingeschmolzen wurden und aus der Schmelzmasse die grünen Augite auskrystallisirten. Die Einschmelzung darf man aber nicht in dem Sinne nehmen, als ob der Quarz an und für sich zum Schmelzen gebracht worden sei. Dagegen spricht das unveränderte hohe specifische Gewicht, welches ich mehrfach bestimmte. Man muss sich vielmehr vorstellen, dass die im Schmelzflusse befindliche Lava wie ein Lösungmittel gewirkt habe und aus der so entstehenden Glasmasse die Augite nach dem Entweichen gewisser flüchtiger Verbindungen auskrystallisirten. Dass die Quarze wirklich durch Abschmelzung allmählig aufgelöst wurden, wird sofort klar bei Betrachtung ihrer abgerundeten buchtenreichen Formen, welche an schmelzendes Eis erinnern.

Die granitischen, gneiss- oder syenitartigen Gesteine, welche in den Laven von Niedermendig, Ettringen, Mayen u. a. O. die Hauptmasse der Einschlüsse bilden, zeigen sich in anderer Weise als reine Quarzeinschlüsse verändert, und da durch ihr Einschmelzen die mineralreicheren Drusen entstanden, so möge die Beschreibung ihrer Veränderungen hier vorausgeschickt werden.

Die Zerstörung dieser Einschlüsse ist weniger einer Auflösung des Magma zuzuschreiben, als vielmehr einem Zusammenschmelzen der verschiedenen Gemengtheile in-

nerhalb des Einschlusses selbst. Sie werden deshalb meist von Schmelzmasse durchzogen. So finden sich in den gneissartigen Einschlüssen des Kamillenberges flasrig verlaufende Schmelzlagen von rother, brauner oder schwarzer Farbe. Diese entsprechen genau den Glimmerlagen im Gneiss und können daher wohl nicht anders als für geschmolzenen Glimmer gedeutet werden. Auch in anderen Laven finden sich gleiche Stücke; sie scheinen die glimmerhaltigen Gesteine zu vertreten, denn es ist sehr bemerkenswerth, dass der Glimmer in den Einschlüssen der Laven völlig fehlt bis auf die wenigen Einschlüsse von Glimmerschiefer, in welchen er unverändert geblieben ist.

Die dunkele Schmelzmasse innerhalb der granitischen oder gneissartigen Gesteine mag nicht selten auch durch Einschmelzen anderer Mineralien, wie des Granats entstanden sein. Letzterer zeigt sich in Sanidingesteinen abgeschmolzen, so dass die runden Granatkörner in grösseren rundlichen Hohlräumen liegen.

Bei den Einschlüssen, welche aus farblosem Quarz, glasig gewordenem Feldspath (Sanidin) und weissem Oligoklas oder nur aus Quarz und Oligoklas bestehen, ist die Schmelzmasse hellfarbig. Der Oligoklas unterliegt zuerst der Schmelzung, er zeigt oft durch Abschmelzung gerundete Formen, während Sanidin und Quarz noch kaum verändert sind.

Sehr interessant sind Dünnschliffe, welche von derartigen durch Schmelzung veränderten Einschlüssen hergestellt werden. Ein solcher zeigt ein kleinkörniges Gemenge von Quarz und Oligoklas. Die abgerundeten Körner werden allseitig von Schmelzmasse umgeben, in welcher zahlreiche unregelmässige Poren auftreten. Die Schmelzmasse ist offenbar aus dem Zusammenschmelzen von Oligoklas und Quarz hervorgegangen, wobei die inneren Theile des Quarzes noch völlig unverändert geblieben sind, während in den Oligoklaskörnern jedenfalls schon eine Veränderung vor sich gegangen ist. Die Quarzkörner zeigen sogar noch zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse mit rastlos sich bewegender Libelle. Was

uns hier aber besonders interessirt, sind die reichlich ausgeschiedenen Augitnadeln, welche theils ganz in die Schmelzmasse eingebettet sind, theils aus dieser heraus in die Poren hineinragen. Mit ihnen hat sich Magneteisen und Eisenglanz gebildet. Einige leistenförmige Krystalle gehören einer Feldspathvarietät an. In einem anderen Schliff, welcher von der Schmelzmasse eines Einschlusses gefertigt wurde, treten da, wo die Glasmasse vorherrscht, kugelrunde Poren auf (Taf. II. Fig. 1) und nur vereinzelt sind Kryställchen von Augit, Magneteisen, Eisenglanz und Tridymit ausgeschieden. An anderen Stellen des Schliffs sind lange Nadeln von Augit dicht gedrängt und bündelförmig zusammengehäuft, so dass die Form der Poren unregelmässig begrenzt ist. Zahlreichere zierliche Magneteisenoctaëder verdunkeln das Gesichtsfeld, neben ihnen finden sich dunkelroth durchscheinende Täfelchen von Eisenglanz und durchsichtiger Tridymit mit zarter Umgrenzung. Selten findet sich letzterer vereinzelt, meist zahlreich an einander und „dachziegelartig“ übereinander gelagert.

Was durch diese Schliffe als thatsächlich bewiesen wird, liess mich bereits lange vorher die makroskopische Untersuchung dieser Einschlüsse erkennen. Bald durchziehen den Einschluss in gleichmässiger Vertheilung flache Poren, auf deren Wandungen grüne Augite aufsitzen, bald sind es klaffende Risse, welche den Einschluss durchsetzen und vorzugsweise grüne Augite auf den Wandungen tragen, bald sind es tief eindringende zungenförmige Buchten, welche durch Ausschmelzung entstanden und mit den zierlichsten Neubildungen bedeckt sind, oder der Einschluss ist fast vollständig eingeschmolzen. Nur Fragmente desselben mit flachgewölbter, glatter Oberfläche und zapfenförmigen Vorsprüngen blieben meist noch erhalten.

So können in der verschiedensten Weise Drusenräume durch Einschmelzen von Einschlüssen entstehen und einmal gebildet durch die Bewegung der Lava in jede beliebige Form gezogen werden. Je mehr dabei der Einschluss verschwindet, desto reichlicher die Mineral-

bildung in den Drusen. Ist dieser ganz verschwunden, so verräth nichts mehr die Entstehungsweise des Drusenraumes und der zierlichen Mineralbildungen.

Nach dem was über die Bildung der Hohlräume gesagt worden ist, kann es uns nicht überraschen, die in der Schmelzmasse gebildeten und durch mikroskopische Beobachtung erkannten Mineralien auch als Drusenmineralien wiederzufinden.

Neben dem Augit, welcher meist sehr vorherrscht, enthalten die Drusen aus der Lava von Ettringen (sowohl auf dem Winfelde als in den dem Hochsimmer nahe gelegenen Brüchen) Tridymit. Obgleich diese Täfelchen zuweilen mehrere Millimeter im Durchmesser haben, so sind sie doch so dünn, dass sie biegsam sind; doch kommen auch dickere vor, welche jedoch nicht so gross sind. Selten nur fand ich Magneteisenoctaëder und Eisenglanz in dünnen durchscheinenden Täfelchen. Dagegen ist ein Mineral, welches Herr Th. Wolf [1]) bereits in der Lava von Ettringen auffand und für Spinell zu halten scheint, nicht gerade selten. Es bildet schneeweisse oder gelbliche reguläre Octaëder mit starkem Glasglanz und erscheint auch häufig in sog. Spinellzwillingen. Der bedeutenden Härte und der Unlöslichkeit in Säure wegen, halte auch ich es nicht für unwahrscheinlich, dass es Spinell ist. Zu einer chemischen Prüfung reichte das gesammelte Material noch nicht aus, da die Kryställchen nicht über 1 Mm. gross sind. Sehr gewöhnlich sind die Kanten dieses Minerals gerundet und die Oberfläche wie geflossen.

Titanit von weingelber Farbe in kleinen spitzigen Kryställchen findet sich nur selten in den Drusen.

Häufig dagegen enthalten die Drusen neben Augit ein farbloses Mineral in reichlicher Menge, welches einer triklinen Feldspathvarietät zugezählt werden muss, wie sich aus mikroskopischer Betrachtung von Dünnschliffen ergiebt. Es bildet theils lange vierseitige Prismen, theils

---

1) Die Auswürflinge des Laacher Sees. Ztsch. d. deutsch. geol. Ges. 1868 p. 16.

kommt es in Tafeln vor und ist meist nur an den Kanten ausgebildet, wodurch rahmenartige Formen entstehen.

Interessant und von grosser gelogischer Bedeutung ist das Vorkommen eines Minerals in den Drusen der Laven, welches man bisher in dieser weder gefunden noch vermuthet hatte und dessen Nachweis mir vor Kurzem gelungen ist, nämlich der Kieselsäure in der Form des Quarzes. Die erste Auffindung machte ich in einer dunkeln dichten Lava, welche in vereinzelten losen Blöcken am Ufer des Laacher Sees sich findet. Durch die makroskopisch ausgebildeten Olivine und Augite unterscheidet sie sich leicht von den viel häufigeren Lavastücken, welche vom Lorenzfelsen am Laacher See herrühren. Anstehend oder in zahlreicheren Blöcken habe ich diese Lava trotz vielfacher Bemühungen nicht finden können. Es beschränkt sich daher meine Beobachtung an dieser Lava auf einen einzigen Fund. Ein länglicher Drusenraum von 3 Cm. Länge enthält auf seiner Wandung farblose Quarzkryställchen und grünen Augit. Die so ungewöhnliche und mit der hergebrachten Meinung so contrastirende Weise des Vorkommens liessen mich lange Zeit in diesen Kryställchen etwas Neues vermuthen. Erst die Messung der Endkantenwinkel mit dem Reflektionsgoniometer, welche an einigen grösseren Kryställchen vorgenommen werden konnte, überzeugte mich, dass hier wirklich Quarz vorliege. Die Kryställchen, welche in dieser Druse 1 Mm. nicht übertreffen, haben scharfbegrenzte und spiegelnde Flächen und erhalten durch oscillirendes Auftreten der Prismen- und Dihexaëderflächen, von denen verschiedene auftreten, einen tonnenförmigen Habitus. Nie herrschen die Prismenflächen vor, fehlen im Gegentheil sehr häufig, und kommen säulenförmige Krystalle daher nicht vor.

An eine Infiltration kieselsäurehaltiger Wasser in den Drusenraum ist hier nicht zu denken, da sie in der engsten Verbindung mit grünen Augitnädelchen vorkommen, zum Theil von diesen überlagert werden, und in diesen Drusenräumen sich überhaupt keine Spur der gewöhnlicheren Infiltrationprodukte findet. Vielmehr ist das ganze Auftreten — und dies beweist mir mein

eigenes Verkennen dieser Kryställchen — derart, dass eine gleiche Entstehung für diese Quarzkrystalle angenommen werden muss, wie wir sie für die Augite, Tridymite und andere der aufgeführten Mineralien nachgewiesen haben, nämlich Auskrystallisation aus einer durch Einschmelzung von Gesteinseinschlüssen entstehenden Schmelzmasse. In dem vorliegenden Falle ist der Einschluss bis auf wenige Sanidinfragmente verschwunden. Dass wir aber hier in einer echt basaltischen Lava unter den Drusenmineralien Quarz antreffen, ist ein neuer Beweis dafür, dass dieselben aus der Einschmelzung von Einschlüssen hervorgingen. Denn die Annahme, dass aus einem basischen Basaltmagma Quarz sich ausscheiden könne, muss nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen über diese Gesteine als völlig unbegründet gelten.

Der Fund vom Laacher See blieb, wie bereits erwähnt, vereinzelt, dagegen sind in der Lava von Ettringen (Winfeld, so wie die dem Hochsimmer nahe liegende Lavaparthie) Drusen mit Quarzkryställchen meist im Zusammenhange mit Einschlüssen nicht selten. Die Einchlüsse sind theilweise geschmolzen so zwar, dass die einzelnen Gemengtheile (Quarz, Sanidin, Oligoklas) von Glasmasse umhüllt werden und in der Glasmasse Poren auftreten. Andere mehr grobkrystallinische enthalten grössere Hohlräume, in denen neben den Quarzkryställchen der schon erwähnte Feldspath, grüner Augit, seltener Tridymit und das spinellähnliche Mineral vorkommen. Auch mikroskopisch findet man zuweilen den Quarz in der Schmelzmasse in isolirten Gruppen ausgeschieden. Sehr bemerkenswerth ist es, dass in derselben Schmelzmasse die Kieselsäure in zwei verschiedenen Zuständen auszukrystallisiren vermag [1]).

Sehr verschieden von den Drusen der Laven von Ettringen, Mayen und Niedermendig sind manche andere Laven, von denen wir noch einige besprechen wollen.

1) Das Vorkommen von grösseren Quarzkryställchen zusammen mit Tridymit in der Umgebung von Gesteinseinschlüssen des Trachyts vom Siebengebirge (Perlenhardt) scheint gleichfalls nicht auf eine Entstehung auf wässrigem Wege hinzudeuten.

In der dichten Lava vom Lorenzfelsen am Südostrande des Laacher Sees treten sporadisch grössere Hohlräume auf. Ihre Wandungen bekleiden dunkelgrüne Augite, auf welchen meist äusserlich verwitterte und daher weisse Leucite aufliegen. Seltener sind sie frisch und zeigen stets ein geflossenes Aussehen. Mit ihnen finden sich lange und sehr dünne Nädelchen von Apatit, kurze sechsseitige Säulen von Nephelin und Magneteisenoctaëder, so wie zuweilen Biotit (Magnesiaglimmer). Herr L. Dressel [1]) führt für diese Lava als Drusenmineralien noch Titanit, ein gelbes nicht bestimmtes Mineral, so wie Nosean, Sanidin und Hauyn auf. Ob die drei letztgenannten Mineralien in gleicher Weise wie die anderen in den Drusen dieser Lava vorkommen, oder wie ich vermuthe als Reste von eingeschmolzenen Gesteinseinschlüssen, welche von mir öfters hier gefunden wurden, habe ich nicht beobachten können.

Durch das Auftreten von Leucit in den Drusenräumen in gewisser Beziehung verwandt ist die Lava von der Hannebacher Ley (Wasserscheide der Brohl und der Ahr). Gesteinseinschlüsse finden sich in derselben verhältnissmässig selten und sind meist nicht bestimmbar.

Leucit bildet in Krystallen bis zu 2 Mm. Grösse den vorwiegenden Bestandtheil unter den Drusenmineralien. Seine Krystelle sind gerundet und zeigen geflossenes Aussehen und haben häufig flachgewölbte Vertiefungen. Theils sind die Leucite isolirt, theils mit einander verwachsen wodurch dann ihre Formen noch undeutlicher werden. Gelbrothe unregelmässige quadratische Täfelchen und kurze Säulen von Melilith (Humboldtilith) liegen meist über die Leucite gestreut. Grüne Augite sind gerade nicht sehr zahlreich und oft mit grossen überwachsenen Höhlungen ausgebildet. Ausserdem finden sich farblose hexagonale Prismen von Nephelin und Magneteisenoctaëder vor. Endlich beherbergen einzelne Drusen ein tiefrothes Mineral, welches in unregelmässiger Verwachsung feder-

1) Geognostisch-geologische Skizze der Laacher Vulcangegend Münster 1871. S. 71.

förmige Gebilde hervorbringt. Die regelmässige Verbindung der winzigen Kryställchen erkennt man daran, dass sie alle zugleich in bestimmter Lage ihre Flächen erglänzen lassen. Diese Gebilde, welche zwischen den anderen gleichsam locker aufgeschütteten Kryställchen hervorwachsen, werden selten über 1,5 Mm. gross und da sie aus so kleinen Kryställchen zusammengesetzt sind, so ist eine chemische Untersuchung kaum möglich. Sie lösen sich in Salzsäure nicht, weder geglüht noch ungeglüht, geben in der Phosphorsalzperle kein Kieselskelett und besitzen einen sehr hohen Schmelzgrad. Bei einer Temperatur, bei welcher grössere Hornblendestückchen zur Kugel geschmolzen wurden, zeigten sie noch keine Veränderung. Dass sie regulär sind, ergiebt die Betrachtung bei polarisirtem und bei auffallendem Licht [1]). Sie zeigen den Würfel mit Abstumpfung der Ecken durch das Oktaëder und sind nach einer hexaëdrischen Axe in paralleler Stellung aneinandergereiht. So wird zunächst ein Hauptstamm erzielt und da jeder Krystall sechs Ecken frei hat, so setzen sich an diese parallel andere Krystalle an; eine weitere Verzweigung findet in der Regel nicht statt und sind die dann frei auftretenden Würfelecken durch Octaëderflächen abgestumpft. Dadurch entstehen Bäumchen mit rechtwinkelig nach sechs Richtungen abstrebenden Verzweigungen, wobei die abwechselnden stärker entwickelt sind. Noch einheitlicher wird das ganze Gebilde, indem die Krystalle die einspringenden Winkel der Berührungsstelle überwachsen.

1) Für die Untersuchung so winziger Gebilde, wie sie in den Drusen vulkanischer Gesteine häufig zur Beobachtung kommen, eignet sich auffallendes Licht ganz vortrefflich. Bequem ist es wenn das Mikroskop durch zwei Tuben stereoskopisches Sehen ermöglicht und durch Mikrometerschrauben sowohl die Tuben als auch der Objekttisch beweglich ist. Mir stand durch die Güte des Herrn E. Koch in Duisburg ein sehr werthvolles englisches Mikroskop, welches diese Einrichtungen besitzt und mir grosse Dienste geleistet hat, zur Verfügung und fühle ich mich veranlasst diesem Herrn für die sehr wesentliche Unterstützung bei meiner Arbeit hier meinen Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. 1. Fig. I. (Vergl. S. 14.) Ungef. Vergr. 80mal.

Gefritteter Graniteinschluss aus dem Basalt von Ramersdor bei Obercassel am Rhein.

Die Graniteinschlüsse in dem Basalt werden häufig in Verbindung mit grösseren Hohlräumen gefunden, auf deren Wandungen sich kugelige Massen von Sphärosiderit gebildet haben. Die Einschlüsse sind scheinbar unverändert, doch gewahrt man im Dünnschliff, dass sie von zahlreichen Sprüngen netzartig durchzogen werden, in welche die hellfarbige Infiltrationsmasse des Hohlraums sich hineinzieht und stellenweise traubige Massen bildet. Der im Schliff farblos erscheinende Quarz ist nicht nur von dem Feldspath durch Sprünge getrennt, sondern ist auch selbst in zahlreiche scharfkantige Stücke zersprungen. Die Abbildung stellt eine solche Quarzmasse dar. Die einzelnen Stücke liegen noch nahe aneinander und sind nur wenig gegen einander verschoben, sodass die Sprungbildung nicht während des flüssigen Zustandes des Basalts erfolgt sein kann; die einzelnen Stücke hätten dann mehr, als es der Fall ist, isolirt werden müssen. Dieselbe ist vielmehr als eine Folge der Abkühlung des Basalts anzusehen. Der dunkele Streifen, welcher in der Abbildung jedoch viel zu markirt dargestellt ist, entspricht einer durch die Hitzeeinwirkung gebildeten dünnen Schmelzlage an der Grenze zwischen Quarz und Feldspath und wird daher durch die später erfolgten Sprünge an zwei Stellen durchbrochen.

Fig. II. (Vergl. S. 28) Ungef. Vergr. 20mal.

Granitischer Einschluss aus der Lava von Ettringen.

Diese Einschlüsse sind in der Lava meist flach gepresst, jedoch auch unregelmässig verdrückt. Im Dünnschliff erkennt man, dass in einer hellbraunen trichitisch entglasten Schmelzmasse durch Auflösung und Schmelzung abgerundete Quarz- und Oligoklasstücke wirr durch einander liegen.

Taf. 2. Fig. I. (Vergl. S. 34) Ungef. Vergr. 80mal.

Schmelzmasse hervorgegangen aus der Einschmelzung eines granitischen Einschlusses aus der Lava von Mayen.

Derartige Einschlüsse sind stellenweise Bimsstein-artig aufgebläht und sehr bröcklich. Ein Dünnschliff aus der theils wasserhellen theils dunkeln Schmelzmasse gefertigt zeigt fast kreisrunde Poren in einer Glasmasse liegend, aus welcher lange Augitnädelchen, Magneteisenoctaëder (seltener Eisenglanz) und Tridymit in zierlichen Täfelchen »dachziegelartig« übereinander gelagert auskrystallisirten.

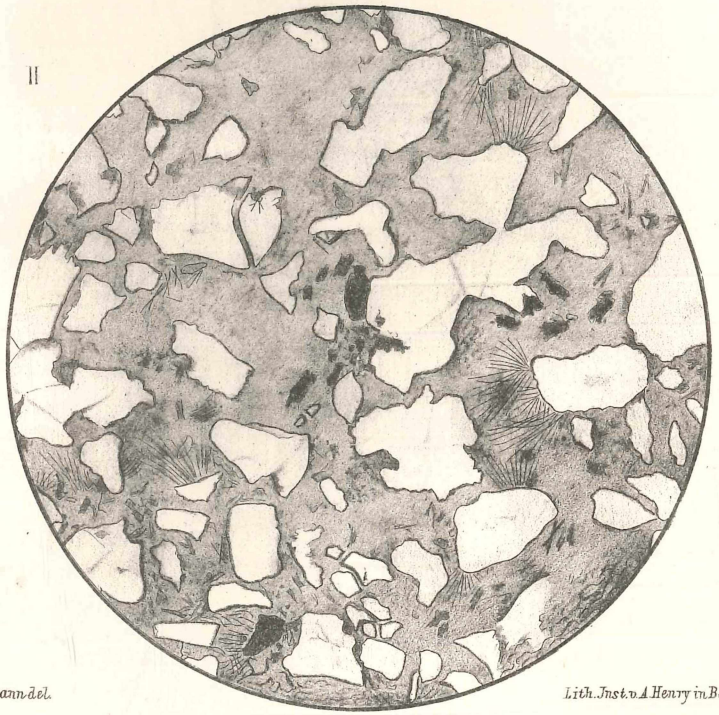
Fig. II. (Vergl. S. 32) Ungef. Vergr. 20 mal.

Augitnadeln mit anhaftenden Glastropfen in Drusen mit Quarzeinschlüssen aus der Lava von Mayen.

Diese finden sich nur in solchen Drusen, welche Quarzeinschlüsse mehr oder minder umgeben, und sind aus der Einschmelzung des Quarzes durch das Magma hervorgegangen, da sie aus der enstehenden Glasmasse auskrystallisirten. Häufig ist das Ende, mit welchem sie aufsitzen, noch von der Glasmasse umhüllt, und sind sie dann nur theilweise frei ausgebildet.

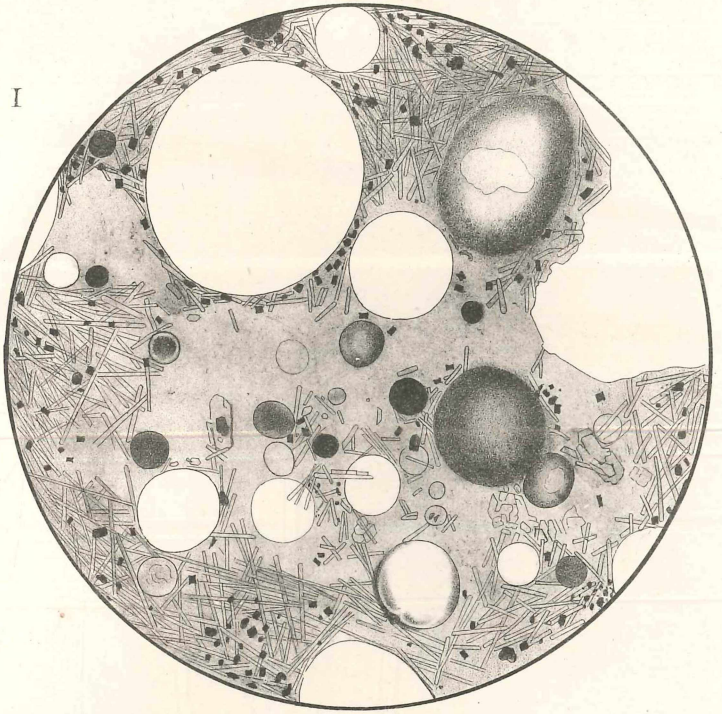
I

II

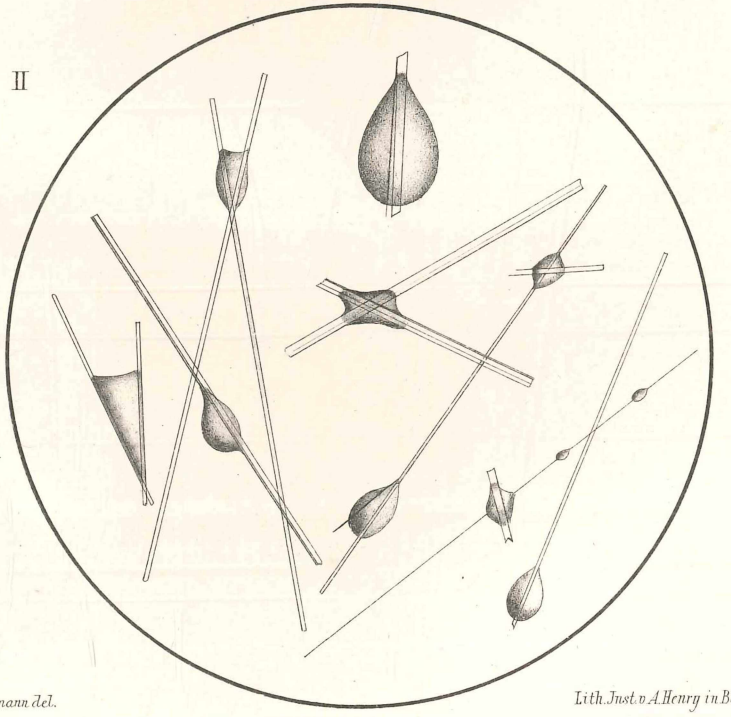


J. Lehmann del. Lith. Inst. v. A. Henry in Bonn.

I



II



J. Lehmann del. Lith. Inst. v. A. Henry in Bonn.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande

Jahr/Year: 1874

Band/Volume: 31

Autor(en)/Author(s): Lehmann Johannes

Artikel/Article: Untersuchungen über die Einwirkung eines feurig-flüssigen basaltischen Magmas auf Gesteins- und

Mineraleinschlüsse, angestellt an Laven und Basalten des Niederrheins 1-40