

5. Beiträge zur Kenntniss der Einschlüsse in den Basalten mit besonderer Berücksichtigung der Olivinfels - Einschlüsse.

VON HEFED KARL BLEIBTREU in BONN.

Hierzu Taf. XVIII.

Bei der Untersuchung der Basalte nehmen die sporadisch in ihnen vorkommenden, von ihrer primären Lagerstätte losgerissenen Bruchstücke fremdartiger Gesteine in hohem Grade unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Einmal bringen dieselben uns Kenntniss von denjenigen Theilen der festen Erdrinde, welche das eruptive Gestein durchbrochen hat; sodann aber erregen die Umwandlungen, welche solche Einschlüsse durch die Einwirkung des Magmas erlitten haben, unser Interesse, weil sie uns zeigen, wie überhaupt ein gluthflüssiges Magma metamorphosirend auf feste Gesteine einwirken konnte, und weil wir aus jenen Contactmetamorphosen auch auf die Beschaffenheit des Magmas zur Zeit der Eruption zurückschliessen können.

Bei der grossen Wichtigkeit, welche somit derartige Gesteinsbruchstücke für die Beurtheilung der Entstehungsgeschichte der Basalte haben, müssen wir natürlich auf's Genaueste untersuchen, ob wir es bei den Einsprenglingen, auf welche wir unsere Schlüsse bauen wollen, wirklich mit Einschlüssen von praeexistirenden Gesteinen oder mit Ausscheidungen aus dem Magma selbst, mit sogen. Concretionen, zu thun haben.

Bei einer grossen Anzahl von Einsprenglingen lässt nun die petrographische Beschaffenheit keinen Zweifel darüber, dass sie Bruchstücke in der Tiefe anstehender Gesteine sind. Dahin gehören in den Basalten des Niederrheins vor Allem diejenigen Einschlüsse von Quarz, Quarzit, Sandstein, Thon, Thonschiefer, von granitischen und trachytischen Gesteinen, welche durch das Magma nicht schon zu tiefgreifende Veränderungen erlitten haben. Bei denjenigen Einsprenglingen aber, die aus ähnlichen Mineralien zusammengesetzt sind, wie der Basalt, bei welchen diese aber in anderem quantitativem Verhältniss zu einander stehen, bedarf es vor allen Dingen einer genauen mikroskopischen Untersuchung ihres Verhaltens dem basaltischen Magma gegenüber, um ihre Natur feststellen zu können. Wenngleich

nun die Beantwortung der Frage nach dem Ursprung dieser letzteren Einsprenglinge — es sind dies namentlich die bekannten Olivinknollen und verwandte Gebilde — die eigentliche Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist, so möchte ich doch einige Worte über die Umwandlungen derjenigen Einsprenglinge, deren Einschlussnatur nicht in Frage steht, vorausschicken, da die Kenntniss der letzteren die erste Bedingung für eine richtige Beurtheilung der bei den zweifelhaften Einsprenglingen zu beobachtenden Contacterscheinungen ist. Die Erforschung der Veränderungen jener Einschlüsse ist indessen durch J. LEHMANN'S interessante „Untersuchungen über die Einwirkung eines feurigflüssigen basaltischen Magmas auf Gesteins- und Mineraleinschlüsse“¹⁾ und über „Die pyrogenen Quarze in den Laven des Niederrheins“²⁾ bereits so wesentlich gefördert worden, dass ich mich auf wenige ergänzende Bemerkungen beschränken kann. Es soll hierbei namentlich Rücksicht genommen werden auf die Fragen: 1. ob die Zerstörung der Einschlüsse durch directe Schmelzung oder durch Auflösung im gluthflüssigen Magma erfolgte, 2. in welcher Weise das letztere auflösend einwirkte, und 3. welche Neubildungen bei der Abkühlung der Schmelzmasse entstanden.

Es möge nun zunächst das Verhalten der Thon- und Sandsteineinschlüsse dem umgebenden Basalt gegenüber besprochen werden, weil hierbei eine Erscheinung zu beobachten ist, welche für manche später zu besprechende Vorgänge eine Erklärung giebt. Wenn es auch nicht in Abrede gestellt werden soll, dass leicht schmelzbare Thone durch die Hitze allein zusammensintern oder sogar eine vollständige Schmelzung erleiden konnten, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass bei der Einschmelzung der meisten Thoneinschlüsse die auflösende Thätigkeit des Magmas eine hervorragende Rolle gespielt hat. Dies geht schon aus dem Umstande hervor, dass meist an den Rändern der Einschlüsse eine weit stärkere Einschmelzung stattgefunden hat, als im Innern derselben. Man begegnet allerdings mehrfach in Arbeiten über Einschlüsse der Anschauung, dass gewisse Erstarrungsformen des auf Sprüngen in die Einschlüsse eingedrungenen Magmas auf der schnelleren Abkühlung des letzteren in den noch kalten Gesteinsbruchstücken beruhe, dass sich also die Temperatur des Magmas nicht dem ganzen Einschluss mitgetheilt habe. Es liegt indessen auf der Hand, dass die verhältnissmässig kleinen Einschlüsse inmitten der Basaltmassen sehr schnell die Temperatur

¹⁾ Verhandl. d. naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande u. Westfalens XXXI. 1874. pag. 1 ff.

²⁾ Ibidem XXXIV. 1877. pag. 203 ff.

des Magmas in ihrer ganzen Ausdehnung annehmen und wie dieses lange Zeit ohne wesentliche Veränderung behalten mussten, da die Abkühlung auf jeden Fall sehr langsam erfolgte. Eine Veränderung, welche die blosse Hitze hervorbrachte, müsste sich also auf die ganze Masse erstrecken.¹⁾

LEHMANN hat die Thonauswürflinge der Stratovulkane treffend als natürliche Ziegelmassen bezeichnet. Mit demselben Recht kann man nun die Thoneinschlüsse in den Basalten mit Steingut oder Porzellan vergleichen. Diese Vergleiche sind aber nicht nur für das äussere Ansehen beider Gebilde zutreffend, sondern die Natur hat hierbei thatsächlich einen Weg verfolgt, welcher dem in der Technik eingeschlagenen ganz ähnlich ist. Die betreffenden Auswürflinge der Stratovulkane sind nichts anderes, als im Feuer gehärtete, porös gewordene (bei Luftzutritt roth gebrannte) Thone resp. Thonschiefer.²⁾ Die sogenannten Basaltjaspiseinschlüsse haben, nachdem sie zuerst durch die blosse Hitze ebenfalls in poröse (jedoch bei Luftabschluss nicht höher oxydirte, graue) Massen umgewandelt waren, gewissermaassen eine Glasur erhalten, indem das Magma in dieselben eindrang und mit dem Thon zusammenschmolz. Ein Fehler, den die Thonwaarenfabrikanten zu vermeiden stets bemüht sein müssen, ist der, beim Glasiren der Thonwaaren zu starke Hitze anzuwenden, weil die aufgetragene Glasur, wenn sie zu dünnflüssig wird, von dem porösen Thon vollständig aufgesogen wird. Diese Fähigkeit poröser Thonmassen, Flüssigkeiten aufzusaugen, erklärt es, dass die thonreichen Einschlüsse im Basalt wie von einer Glasmasse durchtränkt erscheinen.

An den Rändern ist nun die eingedrungene Schmelzmasse zum grossen Theil individualisirt und zwar hat dies in höherem Maass bei den thonärmeren, quarzreicheren Einschlüssen, namentlich bei den Sandsteinen mit thonigem Bindemittel stattgefunden, als bei den eigentlichen Basalt-

¹⁾ An dieser Stelle mag darauf aufmerksam gemacht werden, dass zwischen Einschlüssen und Auswürflingen von vornherein eine Verschiedenheit in den Schmelzerscheinungen zu erwarten ist. Bei den letzteren, die zum Theil nur kurze Zeit der Einwirkung der Hitze ausgesetzt gewesen sein mögen, konnten natürlich die Ränder eine höhere Temperatur annehmen, als die mittleren Partien, und mag vielfach eine begonnene Schmelzung durch die rasch erfolgte Abkühlung unterbrochen worden sein. Wenn z. B. die Schmelzung bei einzelnen Kristallen von Innen nach Aussen erfolgte, wie bei Granaten in Cordieritgneiss-Auswürflingen des Laacher Sees, so kann diese natürlich nur durch eine kurze Zeit andauernde Erhitzung bewirkt worden sein, durch welche nur die am wenigsten widerstandsfähigen Partien zerstört wurden.

²⁾ J. LEHMANN, Dissertation pag. 26.

jaspiseinschlüssen. Wahrscheinlich verschmolz bei den letzteren der grösste Theil des eingedrungenen Magmas mit dem Thon zu einer weniger zur Ausscheidung von bestimmten Mineralien geneigten Masse. Neben der Beschaffenheit des Einschlusses ist aber auch diejenige des Magmas von grossem Einfluss in dieser Beziehung gewesen. Während nämlich bei einem Theil der Basaltvorkommen (z. B. Finkenberg, Petersberg) die Neigung der Schmelzmasse zur Individualisirung sehr gross ist, erstarrte dieselbe in anderen Basalten zum grössten Theil in glasigem Zustande (z. B. Weilberg, Dächelsberg, Oberkassel; in letzterem Basaltvorkommen finden sich zuweilen Einschlüsse von einigen Centimetern Grösse, die ganz aus einem bouteillengrünen Glase mit nur wenigen Augitausscheidungen bestehen, und die wahrscheinlich durch Einschmelzung von Thonen entstanden sind). Die in Folgendem beschriebenen Erscheinungen wurden namentlich bei den Basaltjaspis- und Sandsteineinschlüssen vom Finkenberg bei Bonn beobachtet.

Es sind hier vorzugsweise 3 Mineralien in den Schmelzsäumen zur Ausscheidung gelangt: 1. grüner Augit, 2. Feldspath, und 3. ein Mineral, welches in sehr regelmässig sechseitigen Tafeln krystallisirt, oft aber auch unregelmässige Blättchen mit ausgefranzten Rändern darstellt. Viele derselben, namentlich in der Nähe der Basaltgrenze, sind ganz undurchsichtig, andere aber lassen das Licht mit chokoladenbrauner, in's Violette spielender Farbe durch. Die Blättchen zeigen, wo sie schräg zur Schliffebene liegen, zuweilen starken Dichroismus (von blassröthlich bis dunkelgrau) und lassen bei gekreuzten Nicols bei einer Drehung des Objecttisches eine deutliche Aufhellung erkennen. Welchem Mineral diese Täfelchen angehören, liess sich nicht mit Bestimmtheit feststellen. Die Formen scheinen vollständig mit denen des Titaneisens und des Eisenglanzes übereinzustimmen, und soll das Mineral, wo seiner im Folgenden Erwähnung geschieht (um weitläufige Erklärungen zu vermeiden), als Eisenglanz aufgeführt werden.¹⁾ Oft reihen sich diese Täfelchen zu den zierlichsten büschel- und Reiser-ähnlichen Figuren aneinander, bald liegen sie zwischen den einzelnen Feldspathindividuen, bald dringen sie in den Feldspath selbst ein und erfüllen ihn vollständig. Olivin und Magneteisen dringen, soweit meine Beobachtungen reichen, nie in die kieselsäurereichen Einschlüsse ein²⁾, und sogar der Basalt hat in der Nähe der Grenze seine normale Beschaffen-

1) Cf. ZIRKEL, Basaltgesteine pag. 71.

2) Wohl aber hat sich zuweilen durch Umschmelzung eisenreicher Mineralien, die dem Einschluss ursprünglich angehörten, Magneteisen gebildet.

heit eingebläst, indem in einer meist scharf begrenzten Zone der Olivin ganz fehlt, und das Magneteisen nur in einzelnen Körnern auftritt, während sich an Stelle dieser Mineralien zahlreiche Schüppchen von Magnesiaglimmer gebildet haben. Es ist nun von grossem Interesse, dass die drei genannten Mineralien verschieden weit in die Einschlüsse vorgedrungen sind, so dass sich in einigen Einschlüssen drei wohl von einander zu unterscheidende Zonen herausgebildet haben. Der Basaltgrenze zunächst ist eine Zone, in welcher die grünen Augite bedeutend vorherrschen, dann folgt eine solche mit vorherrschendem Eisenglanz und darauf ein Saum, in welchem sich ausgedehnte Nester von grossen Feldspathkrystallen finden. Der Augit ist auf die erste Zone beschränkt, während der Eisenglanz den Feldspath überall noch in einzelnen Tafeln begleitet. In den Schmelzsäumen einzelner Sandsteineinschlüsse tritt der Eisenglanz so massenhaft auf, dass dieselben dadurch eine tiefschwarze Farbe erhalten. Für das verschiedenartige Verhalten der Mineralien beim Vordringen in die Einschlüsse sind wiederum gewisse in der Technik geltende Regeln von Bedeutung. Das Verhalten der Glasur der Thonmasse gegenüber ist nämlich nicht nur durch ihren physikalischen Zustand bedingt, sondern ebenso durch ihre chemische Beschaffenheit. So findet auch dann ein Aufsaugen der Glasur statt, wenn ihre Bestandtheile eine zu grosse Affinität zu denen der Thonmasse haben.¹⁾ Dementsprechend können wir uns vielleicht die genannte Erscheinung bei den Einschlüssen so erklären, dass das Magma um so weiter in die letzteren eindrang, je mehr es sich der basischeren Bestandtheile entledigte, je saurer es wurde (cf. pag. 529). Auf dieser Veränderung des Magmas beruht nun offenbar die von ROSENBUSCH²⁾ erwähnte verschieden intensive Farbe des in amorphem Zustand erstarrten Schmelzproducts. Wo die Auflösung durch das ursprüngliche Magma erfolgte, musste jenes natürlich dunkler gefärbt sein, als da, wo die saurere, eisenärmere Mutterlauge auflösend gewirkt hatte. Es würde zu weit führen, den Vergleich zwischen natürlichen und künstlichen Gebilden dieser Art weiter auszuführen; es sei nur noch erwähnt, dass die Verglasung der Einschlüsse vielleicht zum Theil auch durch Dämpfe hervor gebracht wurde und dass sich hierfür in der Technik ein analoger Vorgang in der Glasur durch Verflüchtigung gewisser Substanzen im Ofen findet. (Bei der Steingutfabrikation wird

¹⁾ MUSPRATT, „Theor., pract. und anal. Chemie in Anwendung auf Künste und Gewerbe“, bearbeitet von STOHMANN, I. Anhang. 1861. pag. 123.

²⁾ ROSENBUSCH, Mikr. Physiogr. II. pag. 449.

gegen Ende des Brönnprocesses Kochsalz in das Feuer geworfen, welches durch die unter den Verbrennungsgasen befindlichen Wasserdämpfe in Natron und Salzsäure zersetzt wird, von denen das erstere auf den Thon einwirkt.)

Während nun bei der Bildung der drei genannten Mineralien vorzugsweise die Bestandtheile des eingedrungenen Magmas betheilt waren, sind andererseits Neubildungen zu verzeichnen, welche ganz oder zum Theil auf der Wiederausscheidung der aufgelösten Partien der Einschlüsse beruhen.

Ein stark in die Länge gestreckter Einschluss aus dem Oberkasseler Basalt besteht zum Theil aus einem grünen Glase, zum Theil aus einer entglasten Masse von violetter Farbe. Zahlreiche eingelagerte Quarzkörner von ausgebuchteter Gestalt machen es wahrscheinlich, dass wir es mit einem eingeschmolzenen Einschluss von sandigem Thon zu thun haben. In dem entglasten Theil des Einschlusses erkennt man unter dem Mikroskop neben feinfaserigen, schwach grünlich gefärbten Mineralausscheidungen, deren Natur nicht entziffert werden konnte, massenhafte keinste Krystalle von violetter Farbe. Vorherrschend haben dieselben sehr regelmässige, einfache Oktaëderform, einige aber sind tafelförmig ausgebildet und scheinen Zwillinge nach einer Fläche von O mit Verkürzung in der Richtung der Zwillingsaxe zu sein. Höchst wahrscheinlich liegen somit Ausscheidungen von Spinell vor. (Ueber das Vorkommen von Spinell als Drusenmineral in den Laven siehe J. LEHMANN, Diss. pag. 35.)

Bei den Sandstein- und Quarzeinschlüssen ist ferner unter den Neubildungen der Quarz zu nennen, wie es denn auch bei reinen Quarzeinschlüssen nach der Auflösung durch das Magma zur Wiederausscheidung von Quarz gekommen ist. Der von LEHMANN mit Bezug auf die Laven ausgesprochene Satz, dass reine Quarzeinschlüsse niemals die Bildung von Quarzkrystallen veranlassen¹⁾, findet also auf die eigentlichen Basalte keine Anwendung.

Es sei gestattet, hier einige Worte über die Einschmelzung des Quarzes vorzuschicken.

Dass der Quarz der Hitzeinwirkung allein nur ein Zerbersten, nicht aber eine Einschmelzung verdanken konnte, versteht sich von selbst; auch eine directe Umwandlung in Tridymit (analog der von G. ROSE durch starkes Glühen erzielten Ueberführung von Quarzpulver in ein Aggregat von Tridymit-Individuen) wurde nie beobachtet.²⁾ Wenn wir also bei diesem

¹⁾ J. LEHMANN, Die pyrog. Quarze in den Laven des Niederrheins. Naturh. Verein d. Rheinl. u. Westf. XXXIV. 1877. pag. 210.

²⁾ Ibidem.

Mineral Schmelzerscheinungen wahrnehmen, so müssen sie durch Auflösung hervorgebracht worden sein, und es ist nun tatsächlich stufenweise zu verfolgen, wie der Quarz der Zerstörung durch das Magma anheimgefallen ist. Zunächst fand natürlich eine Einschmelzung der Ränder des Einschlusses statt, dann aber drang die Schmelzmasse auf den durch Einwirkung der Hitze gebildeten Sprüngen tief in den Einschluss ein und setzte von hier aus die Auflösung fort. Die Schmelzmasse ist buchtenartig in die Körner eingedrungen oder hat ihre Ränder in eigenthümlicher Weise ausgekerbt. Sodann durchsetzen schmale Schmelzadern in allen Richtungen die Körner und entsenden schlauchförmige, vielverzweigte, oft netzartig sich durchkreuzende Fortsätze, an die sich stellenweise noch Züge von isolirten Glaseinschlüssen (ohne Libellen) anreihen. Diese stehen also mit der von aussen eingedrungenen Schmelzmasse in offenbarem genetischem Zusammenhang, und doch ist eine unmittelbare Verbindung mit der letzteren nicht nachzuweisen. Oft scheinen die Glasadern und -Einschlüsse den Zügen der Flüssigkeitseinschlüsse gefolgt zu sein, denn nicht selten bemerkt man, dass sich an einen Zug von Flüssigkeitseinschlüssen im weiteren Verlauf Glaseinschlüsse anreihen. In der Nähe der letzteren scheint stets die Flüssigkeit aus den Hohlräumen verschwunden zu sein. Natürlich mussten die Züge der Flüssigkeitseinschlüsse der gewiesene Weg für die eindringende Schmelzmasse sein, da hier der Zusammenhang des Quarzes am leichtesten aufgehoben werden konnte; auch mag die bei der hohen Temperatur in Dampfform verwandelte Flüssigkeit die Einschmelzung noch befördert haben. So erscheinen denn im Dünnschliff die durch das Zerbersten des Einschlusses entstandenen einzelnen Quarzkörner noch durch feinere Glasadern in kleinere Felder zerlegt, deren gleiches Verhalten gegen polarisirtes Licht beweist, dass sie ihre ursprüngliche Lage ganz unverändert beibehalten haben.

Die charakteristische Ausbildung, wie sie sich bei den Porphy-Quarzen findet, kommt jedoch bei dieser Einschmelzung nicht zu Stande.

Die Schmelzmasse ist inmitten des Einschlusses grösstentheils als fast wasserhelles nur schwach gelblich gefärbtes Glas erstarrt und nur an den Rändern und in der Mitte der breiteren Schmelzadern hat eine Entglasung stattgefunden. Es finden sich hier eingebettet in eine felsitische Grundmasse Eisenglanzausscheidungen sowie büschelig angeordnete, wasserhelle Krystalle, deren Natur nicht festgestellt werden konnte (Feldspath?). Am Rande der Einschlüsse finden sich stets die von LEHMANN beschriebenen Kränze von grünen Augiten, die

auf der (meist scharf gezogenen) Basaltgrenze aufsitzen und mit freien Endigungen in die entglaste Schmelzmasse hineinragen.

Die Neuausscheidungen von Quarz finden sich nun theils eingebettet in die Schmelzmasse, theils in Drusen aufgewachsen.

So besitze ich ein Präparat eines Quarz-Einschlusses aus dem Basalt vom Finkenberg bei Bonn, in welchem eine grössere Partie des Einschlusses bis auf wenige Splitter eingeschmolzen ist. Die Schmelzmasse ist hier vollständig in der eben angeführten Weise entglast. Inmitten dieser Partie liegt ein sehr regelmässig sechsseitiger Durchschnitt eines Quarzkrystals, in welchen einer der grünen Augite, welche hier in dem Entglasungsprodukt zerstreut liegen, hineinragt. Ein anderes Präparat wurde von einem Sandsteineinschluss angefertigt, der einen breiten, durch Eisenglanzblättchen schwarz erscheinenden Schmelzsaum hat. In letzterem liegen zahlreiche kleine Drusen, auf deren Wandungen sehr regelmässig begrenzte Quarzkrystalle aufsitzen, während der übrige Theil von einer grauen felsitähnlichen Masse erfüllt wird. In den Quarz ragen auch hier die Mineral-Ausscheidungen der Umgebung, nämlich grüne Augite und zarte Eisenglanztäfelchen hinein.

Bei vielen Quarzeinschlüssen, welche durch peripherische Drusenräume aus dem Basalt herausgeschält sind, bemerkt man, dass die Oberfläche infolge der Abschmelzung ein welliges Aussehen angenommen hat. Mit der Loupe erkennt man dann, dass dieselbe besetzt ist mit zahlreichen kleinen Krystallendigungen, die oft alle bei gleicher Stellung das Licht reflektiren, so dass es den Anschein hat, als seien sie nach dem Quarzkorn, auf dem sie aufsitzen, orientirt. Aehnlich verhalten sich mehrere Quarziteinschlüsse, welche ich gesammelt habe. Zwar ist es hier auch schon zur Ausbildung einiger allseitig wohlumgrenzter Krystalle gekommen, aber der Hauptsache nach bildeten sich auch hier an den ursprünglichen Quarzkörnern einzelne, oft intermittirende neue Flächen. Zuweilen scheinen diese neuen Endigungen aus einer dünnen Glashaut herauszuragen. Die pyrogene Natur der Neubildungen wird aber dadurch ausser Zweifel gestellt, dass stellenweise die Oberfläche von grünen Augiten übersponnen ist.

Bei Sandsteinen mit reichlichem Bindemittel hat zuweilen an der Grenze gegen den Basalt, sowie an der Oberfläche gegen die peripherischen Drusen hin eine Bimsstein-ähnliche Aufblähung stattgefunden. In den dabei entstandenen Poren findet man neben aufgewachsenen Krystallen von Feldspath und grünem Augit zierliche Quarzkryställchen, welche sich schon bei Betrachtung mit blossem Auge durch ihre lebhaft spiegelnden Flächen zu erkennen geben.

Schwerer als beim Quarz ist beim Feldspath die Frage

zu entscheiden, ob er durch blosser Hitze zum Schmelzen gebracht wurde. Untersuchen wir daraufhin zunächst den Orthoklas.

Im Finkenberger Basalt fanden sich mehrere bis 4 cm grosse Spaltungsstücke von weissem Orthoklas. Einige eingesprengte rundliche Quarz- und Plagioklaskörner, welche letztere erst u. d. M. bei polarisirtem Licht hervortreten, beweisen, dass wir es nicht mit Ausscheidungen aus dem Basalt, sondern mit Fragmenten eines grobkörnigen granitischen Gesteins zu thun haben. Von einem dieser Stücke wurde ein Dünnschliff angefertigt, welcher den Einschluss und den umgebenden Basalt getroffen hat. Die mikroskopische Untersuchung ergibt nun, dass der Orthoklas in der Mitte sehr gleichmässig erfüllt ist von kleinsten dichtgedrängten Dampfporen, dass diese aber in einer breiten Zone zunächst der Basaltgrenze plötzlich verschwinden. Zahlreiche schön grün gefärbte Augite ragen auf der Basaltgrenze aufsitzend in die von Dampfporen freie Zone hinein. An einigen Stellen bemerkt man, dass eine sehr feine helle Linie zwischen jener Zone und der an Dampfporen reichen mittleren Partie des Orthoklases verläuft. Diese Grenzlinie ist nicht als eine Trennungslinie aufzufassen, sondern entsteht wohl nur infolge einer nicht ganz gleichen Dichte beider Theile. Bei polarisirtem Licht zeigt die einschlussfreie Zone genau dieselben Farben, wie die einschlussreiche Partie.

Offenbar ist dieser Saum so zu erklären, dass der Einschluss an seiner Peripherie eingeschmolzen wurde, so dass die eingeschlossenen Gase entweichen konnten, welche dann die Veranlassung zur Bildung einzelner grösserer Drusen gegeben haben mögen, die sich, von Infiltrationen erfüllt, in dieser Zone finden; dass sich aber bei der Abkühlung des Magmas der ursprüngliche Krystall wieder aus der erweichten Masse vervollständigt hat, so dass die neugebildete Zone durchgängig genau nach ihm orientirt ist. (Nur in unmittelbarer Nähe des Basaltes ist die Schmelzmasse stellenweise zu einem verworrenen Aggregat von kleinen Feldspathindividuen erstarrt.)

Aehnliche Erscheinungen, wie an der Grenze gegen den Basalt, zeigen sich nun auch an den Rändern einer Spalte, welche das Orthoklasbruchstück in 2 Theile theilt. Hier hat, ebenso wie dort, eine starke Einschmelzung der Ränder stattgefunden, ja die Spalte ist zum Theil erfüllt von einer krystallinisch erstarrten Schmelzmasse, die sich durch das Abschmelzen der Ränder bildete, die letzteren zwar noch allseitig benetzte, sich aber zum grössten Theil nach dem einen Ende der Spalte zusammzog. Auch hier ist nun längs der Ränder der Spalte eine Zone von Orthoklas, welchem die mikroskopischen Dampfporen fehlen, der aber genau nach dem ursprünglichen Krystall

orientirt ist. An dieser Stelle ist aber die Erscheinung insofern noch auffallender, als die Ränder mit einer grossen Anzahl freier Krystallendigungen besetzt sind, welche vielfach noch lange, ebenfalls nach dem ursprünglichen Krystall orientirte Nadeln, die als Fortsetzungen der Kanten der Krystalle anzusehen sind, in die im übrigen theils felsitisch, theils krystallinisch erstarrte Schmelzmasse entsenden (Fig. 1).

Aehnliche Schmelzerscheinungen finden sich nun auch längs vieler schmaler Sprünge mitten im Krystall. Auch hier fehlen die mikroskopischen Dampfporen ganz, der ursprüngliche Krystall aber hat sich von beiden Seiten her wieder vervollständigt und zwar in der Weise, dass die beiderseits gebildeten Krystallendigungen so ineinandergreifen, dass die Spalte wieder vollständig geschlossen, und nur eine Narbe vom Aussehen einer Nath erhalten ist. Ausserdem finden sich aber auch einzelne Schmelzlagen im Krystall, wo sich ebenfalls die kleinen Dampfporen zu wenigen grösseren gesammelt haben, ohne dass ein Sprung zu beobachten ist. Auch in nächster Umgebung der eingesprengten Quarzkörner hat der Orthoklas eine Einschmelzung erlitten und ist zu einer felsitischen Masse erstarrt.

Das Vorkommen derartiger Schmelzerscheinungen mitten im Krystall, bei denen dieser wieder vollständig ausgeheilt ist, ohne dass irgend welche fremdartige Mineralausscheidungen auf das Eindringen von basaltischem Magma hindeuten, könnten zu der Annahme verleiten, dass der Orthoklas durch blosser Einwirkung der hohen Temperatur geschmolzen sei. Wenn aber schon bei den Thoneinschlüssen betont wurde, dass dieselben durch ihre ganze Masse sehr bald die Temperatur des Magmas annehmen mussten, so wäre es bei diesen aus viel bedeutenderer Tiefe stammenden granitischen Einschlüssen noch weniger zu begreifen, dass sich die Einschmelzung auf einzelne Stellen des Einschlusses beschränkte, es müssten denn leichter schmelzbare, jetzt nicht mehr aufzufindende Einschlüsse daselbst vorhanden gewesen sein, was gerade nicht wahrscheinlich ist. Dazu kommt aber noch, dass die vorliegenden Veränderungen offenbar erst nach erfolgter Eruption stattgefunden haben können, zu einer Zeit, wo keine bedeutenden mechanischen Veränderungen mehr stattfanden, und wo also schon die Abkühlung der Massen beginnen musste. Wenn also weder eine direkte Schmelzung noch eine Auflösung in einem flüssigen Magma anzunehmen ist, so bleibt nichts übrig, als die Einschmelzung der Einwirkung von Dämpfen zuzuschreiben, welche auf feinsten Sprüngen in das Innere des Krystalls vordringen konnten. Dass aber an den Rändern des Einschlusses auch eine Abschmelzung durch Auflösung oder wenigstens eine Vermischung der beiderseitigen Magmen stattfand, dafür sprechen die grünen

Augite, welche sich an der Basaltgrenze finden. Dass eine so tiefgreifende Veränderung noch gegen Ende der Eruption stattfand, mag vielleicht darin begründet sein, dass in diesem Stadium eine bedeutendere Entwicklung von Dämpfen stattfand, welche bis dahin wohl als Lösungsmittel für die Bestandtheile des basaltischen Magmas gedient hatten.

Wo die Oberfläche des Orthoklases durch peripherische Drusenräume freigelegt wurde, ist die Bildung neuer Krystallendigungen in ganz ähnlicher Weise, wie beim Quarz schon makroskopisch zu beobachten.

Beim Plagioklas war im Allgemeinen die Einschmelzung eine intensivere, aber auch er scheint — wenigstens in den meisten Fällen — durch die Hitze allein nicht eingeschmolzen worden zu sein.

Die Wiedererneuerung der angeschmolzenen Krystalle findet hier in ganz ähnlicher Weise statt, wie beim Orthoklas. Beim Plagioklas aber tritt in den mir vorliegenden Präparaten die Grenze zwischen dem ursprünglichen Krystall und der neugebildeten Zone dadurch noch schärfer hervor, dass die Zwillingsstreifung sich nicht in die letztere fortsetzt und dass die neugebildete Zone nicht nach dem vorherrschenden Individuum orientirt, sondern mit diesem nach demselben Gesetz, wie die eingelagerten Lamellen, in Zwillingsstellung verwachsen ist, so dass sie also gleichzeitig mit jenen Lamellen auslöscht.

In dem Präparat eines granitischen Einschlusses aus dem Basalt vom Oelberg (Siebengebirge) ist ein Plagioklas, der sich zunächst in der eben beschriebenen Weise wieder aus der Schmelzmasse ergänzt hatte, noch umgeben von einem Kranz selbstständiger neugebildeter Individuen, welche aber auch alle zu dem Hauptindividuum des ursprünglichen Plagioklases in Zwillingsstellung stehen. Diese Krystalle haben zum grossen Theil die von LEHMANN erwähnten rahmenartigen Gestalten¹⁾.

Interessant ist ferner eine Beobachtung, welche man an den Feldspathen mancher Einschlüsse machen kann, dass nämlich zuweilen die Einschmelzung parallel den Flächen einer Krystallform erfolgt ist. Indem nun die Krystallreste beim Erkalten des Magmas in derselben Form weiterwuchsen, entstanden mehr oder weniger regelmässig ausgebildete Krystalle von deutlichem zonalem Aufbau.

Bei denjenigen Gesteinen, welche der Hauptsache nach aus den bisher genannten Mineralien bestehen, setzen sich die Umwandlungserscheinungen aus den Veränderungen zusammen, welche bei jenen im Einzelnen erläutert wurden. Unter diesen Einschlüssen spielen die Bruchstücke granitischer Gesteine die

¹⁾ LEHMANN, Diss. pag. 36.

wichtigste Rolle. Dieselben bestehen aus rauchgrauem Quarz und weisslichem Orthoklas und Plagioklas in sehr wechselndem Verhältniss, wie es bei verhältnissmässig kleinen Stücken eines grobkörnigen Gesteins natürlich ist. Der Quarz enthält meist zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse und zuweilen Einlagerungen von haarfeinen, dunklen Nadelchen (Rutil?). Im Quarz sowohl wie in den Feldspathen finden sich ferner langsäulenförmige, wie es scheint, sechsseitige Prismen eines wasserhellen Minerals, welches zuweilen durch Querrisse in mehrere Theile zerlegt ist (Apatit?).

Dass auch hier die Auflösung durch das basaltische Magma eine grosse Rolle spielte, beweisen die büscheligen Aggregate von grünem Augit und Eisenglanz (cf. pag. 492), welche mit neugebildetem Feldspath vereint weit in die Einschlüsse vordringen. Wo der Feldspath des Einschlusses der Einschmelzung (die meist von den Fugen zwischen den einzelnen Körnern beginnt) anheimgefallen ist, nimmt auch er Theil an der Auflösung des Quarzes. Nicht immer aber ist es bei der Erkaltung der Schmelzmasse zu einer vollständigen Individualisierung gekommen, und ist hier zwischen den Basaltvorkommen die gleiche Verschiedenheit zu beobachten, die schon bei den Thon- und Sandsteineinschlüssen hervorgehoben wurde (cf. pag. 492).

Auffallend ist es, dass in den meisten Einschlüssen dieser Art, welche in den Basalten gefunden wurden, der Glimmer vollständig fehlt und nur selten durch Graphitschüppchen ersetzt wird. Sollte derselbe vielleicht ganz zerstört worden sein und sollte dies überhaupt bei allen Mineralien geschehen sein, deren Schmelzpunkt thatsächlich unter dem Temperaturgrade des Magmas lag? Dann könnte man annehmen, dass nur glimmerfreie oder glimmerarme Bruchstücke ihren Zusammenhang bei der Eruption beibehalten konnten. Möglich aber ist es auch, dass diese Einschlüsse thatsächlich keinen Glimmer führten. Auf das Fehlen des Glimmers in den granitischen Einschlüssen aus den Laven des Laacher Gebietes machte LEHMANN bereits aufmerksam (Diss. pag. 10 u. 33). Granitische Einschlüsse aus den Schlacken des Camillenberges enthalten jedoch, wenn auch nicht den Glimmer selbst, so doch an seiner Stelle verschiedenfarbige Schmelzlagen, und im Basalt des Minderberges fehlt der Glimmer den Graniteinschlüssen ebenfalls nicht.

Eine eigenthümliche Veränderung hat ferner ein Mineral erfahren, welches sich nicht gerade selten in den Basalten eingeschlossen findet. Dasselbe bildet bald sehr feinfaserige und dann meist gewundene Büschel, bald feinstengelige, bald mehr grobstengelige Aggregate von weisslicher (stellenweise blass-

violetter) oder dunkelgrauer Farbe. Das Mineral findet sich theils noch in grösseren, aus Feldspath und Quarz bestehenden Einschlüssen eingewachsen und ist dann mit dem Feldspath und dem Quarz sehr innig verwachsen, theils, und zwar vielleicht noch häufiger, in kleinen isolirten Partieen im Basalt, wodurch es sich als sehr schwer zerstörbares Mineral kennzeichnet. Bei den grobstengeligen Varietäten macht sich schon bei der Betrachtung mit blossem Auge eine sehr vollkommene Spaltbarkeit bemerkbar, indem die meisten Individuen bei einer bestimmten Stellung des Handstückes mit sehr lebhaftem Glanz das Licht reflectiren. Diese Fläche wird, wie man mit der Loupe wahrnimmt, von einer zweiten, der Verticalaxe parallel gehenden, Fläche geschnitten, von der nicht bestimmt werden konnte, ob sie eine Spaltungs- oder eine natürliche Krystallfläche ist. Da die abgesprengten Blättchen stets sehr dünn ausfielen, so war die letztere Fläche immer sehr schmal und gab nur schwache und undeutliche Reflexe, weshalb die angestellten Messungen keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit machen können. Bei einem Einschluss aus dem Basalt vom Finkenberg ergab die Messung den Winkel $134^{\circ} 2'$, bei einem solchen aus dem Basalt vom Dächelsberg bei Oberbachem wurde der Winkel $133^{\circ} 47'$ gemessen. Dieser Winkel kommt demjenigen von $134^{\circ} 7\frac{1}{2}'$ ziemlich nahe, welchen beim Sillimanit¹⁾ die Fläche $\infty \bar{P}^{3/2}$ mit dem Makropinakoid bildet ($\infty P = 111^{\circ}$). Mit diesem Mineral stimmt das in Rede stehende auch in seinen übrigen Eigenschaften überein. Die Auslöschung findet bei gekreuzten Nicols statt, wenn die Verticalaxe der Schwingungsrichtung eines Nicols parallel geht und ebenso deuten Härte und Spaltbarkeit (sehr vollkommen parallel dem Makropinakoid), sowie die Unlöslichkeit in Säuren auf Sillimanit. Der Sillimanit findet sich bekanntlich häufig in den Gneissen, und hat also sein Vorkommen in den granitischen Einschlüssen nichts Auffallendes. Ich fand solche Einschlüsse

1) Nach Vollendung vorliegender Arbeit erhielt ich Kenntniss von der neuerdings erschienenen Abhandlung von F. SANDBERGER: „Ueber den Basalt von Naurod bei Wiesbaden und seine Einschlüsse“, in welcher auch er das Vorkommen von Sillimanit im Basalt beschreibt. SANDBERGER betont wohl mit Recht, dass das früher als „Glanzspath“ bezeichnete Mineral mit Sillimanit identisch ist, zumal die oben angeführten Messungen denselben Werth ergaben, der von VOM RATH für die Combinationskante von ∞P mit $\infty \bar{P}^{\infty}$ beim Glanzspath gefunden wurde. Durch diese übereinstimmenden Messungen wird gleichzeitig die Vermuthung SANDBERGER's bestätigt, dass in den Basalten des Niederrheins $\infty \bar{P}^{3/2}$ vorherrsche, während er im Basalt von Naurod ∞P als vorherrschende Form beobachtete. Auch im Folgenden konnte noch mehrfach auf Uebereinstimmungen meiner Beobachtungen mit denjenigen SANDBERGER's hingewiesen werden.

in den Basalten vom Finkenberg, Dächelsberg und Petersberg. Häufig wird das Mineral begleitet von kleinen messinggelben Erzkörnchen (wahrscheinlich Pyrit).

Von einem Handstück, in welchem der Sillimanit sich in sehr feinfaserigen, theils weiss, theils (in Folge einer Umwandlung) violett gefärbten Büscheln findet, wurde ein Dünnschliff angefertigt. Trotz seiner grossen Widerstandsfähigkeit hat nun auch dieses Mineral eine theilweise Einschmelzung erlitten, und haben sich an den veränderten Stellen zahllose kleinste Oktaëder desselben Spinells gebildet, der schon als Neubildung bei den Thoneinschlüssen erwähnt wurde. Die violette Färbung der veränderten Partien rührt ebenso wie dort von dem massenhaften Auftreten der kleinen Spinelle her. Der hohe Gehalt des Sillimanits an Thonerde erklärt auch hier die Bildung dieses Minerals.

Interessant sind ferner die Veränderungen, welche Einschlüsse von trachytischen Gesteinen im Basalt erlitten haben. Es handelt sich hierbei allerdings nur um wenige Einschlüsse, welche in den Basalten vom Dächelsberg (bei Oberbachem) und vom Petersberg gefunden wurden.

Besonders verdienen hier mehrere bis 15 cm grosse Einschlüsse erwähnt zu werden, welche in geringer Entfernung von einander im Basalt vom Dächelsberg gefunden wurden. Dieselben bestehen aus einem schwarzen Glase, in dem zahlreiche, bis 2 cm grosse, tafelförmige Sanidinkristalle (Karlsbader Zwillinge) und kleine Plagioklaskörner liegen. Unzweifelhaft gehören diese Einschlüsse der Drachenfelder Trachytvarietät an und verdienen sie also schon deshalb Beachtung, weil der Basalt vom Dächelsberg fast 4 Kilom. vom nächsten anstehenden Trachyt dieser Varietät, nämlich vom Drachenfels selbst, entfernt liegt. (Der Dächelsberg liegt ungefähr in der Mitte zwischen dem Drachenfels und der Hohenburg bei Berkum¹⁾). Unter dem Mikroskop sieht man,

¹⁾ Beiläufig sei erwähnt, dass das Gestein des letztgenannten Fundortes, welches auf Grund einer unrichtigen Analyse bisher zu den Lipariten gezählt wurde, nach einer von mir ausgeführten Analyse folgende Zusammensetzung hat:

Si O ₂ . . .	66,37
Al ₂ O ₃ . . .	17,97
Fe ₂ O ₃ . . .	2,11
Ca O . . .	1,17
Mg O . . .	0,22
Mn O . . .	0,40
Na ₂ O . . .	7,66
K ₂ O . . .	5,67
	<hr/>
	101,57

dass das Glas zum Theil wasserhell ist, zum Theil aber dunkelbraune Farbe besitzt, und liegen innerhalb der letzteren Partien oft noch Reste der basischeren Gemengtheile des Trachyts, namentlich Magneteisenkörner. Die Grundmasse ist vollständig eingeschmolzen, und auch die porphyrischen Plagioklase und Sanidine haben eine deutliche Abschmelzung erlitten. Die Glasmasse nimmt nicht etwa nach der Basaltgrenze an Menge zu, sondern ist auch in den grössten dieser Einschlüsse überall gleichmässig vertheilt. Daraus dürfte hervorgehen, dass wir es hier mit einer directen Schmelzung in Folge der hohen Temperatur zu thun haben. Damit ist zwar nicht gesagt, dass alle Mineralien der Grundmasse durch directe Schmelzung verflüssigt wurden, da möglicherweise gewisse leichter schmelzbare Bestandtheile (besonders die glasige Basis) zuerst eingeschmolzen wurden und dann auflösend auf die schwerer schmelzbaren einwirkten. Es ist indessen immerhin nicht unmöglich, dass auch der in der Grundmasse vorherrschende Plagioklas in diesem Fall durch die blosse Einwirkung der Hitze zerstört wurde, und geht daraus hervor, dass es sich nicht immer mit Sicherheit bestimmen lässt, ob die Schmelzung in der einen oder in der anderen Weise erfolgte.

Die intensive Einschmelzung dieser Einschlüsse ist um so auffallender, als ein anderer Trachyt-Einschluss aus dem Dächelsberger Basalt nur sehr geringe Veränderungen erkennen lässt. Es ist dies ein scharfkantiges Bruchstück eines Gesteins, welches durch kleine Plagioklaskrystalle ein porphyrisches Aussehen erhält. Die Grundmasse ist ziemlich hart und zeigt unter dem Mikroskop in einer reichlichen hellgelben Glasmasse zahlreiche Plagioklasmikrolithe. Gelbgrüne Augite lassen keinerlei Veränderungen erkennen, während braune Hornblendekrystalle an den Rändern in Haufwerke schwarzer und brauner Körnchen umgewandelt sind. Ausserdem enthält das Gestein grössere Krystalle von Apatit und Titanit, die ebenfalls keine Veränderungen erkennen lassen. Die Grundmasse des Gesteins, welches nach diesem Befund wohl als augitführender Hornblende-Andesit bezeichnet werden kann, hat nur am Rande eine nachweisliche Einschmelzung erlitten. Beim Erkalten der Schmelzmasse haben sich etwas grössere Plagioklase ausgeschieden, während die Glasmasse sich verringert hat. Die Härte der Grundmasse lässt auf einen hohen Gehalt an Kieselsäure schliessen, und ist es dadurch vielleicht bedingt, dass die Einschmelzung hier weniger intensiv war.

Eine bedeutend grössere Veränderung hat ein Hornblende-Andesit-Einschluss im Petersberger Basalt erlitten. Die Grundmasse, welche aus einer röthlich-grauen, felsitischen Substanz mit vielen Plagioklasmikrolithen besteht, ist am Rande in einer

breiten Zone in ein Aggregat von grösseren Plagioklasen verwandelt, welche von grünen Augiten begleitet sind. Die grossen porphyrischen Plagioklase zeigen sehr schön die früher beschriebene Abschmelzung und Wiedererneuerung. Die Hornblende ist durchgehends in Haufwerke von schwarzen und braunen Körnchen umgewandelt. (Titanit und Augit fehlen.)

Gehen wir nunmehr zur Besprechung solcher Einsprenglinge über, deren Ursprung noch nicht mit genügender Sicherheit festgestellt ist.

Zunächst seien hier gewisse Einsprenglinge im Basalt vom Petersberg im Siebengebirge erwähnt, die sich namentlich in einem Steinbruch am Nordost-Abhang des Berges finden und von v. DECHEN (Geognost. Führer in das Siebengebirge 1861. pag. 157) zuerst ausführlicher beschrieben wurden. Dieselben haben ein durchaus krystallinisches Gefüge und bestehen der Hauptsache nach aus bis 8 mm grossen, aber nur etwa 1 mm dicken Feldspathtafeln, welche, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, von zahlreichen langen, wasserhellen Apatitnadeln durchsetzt sind. Die Feldspathe sind zum grössten Theil Sanidin, zum kleineren Plagioklas. Zwischen den grösseren Krystallen liegt ein Aggregat von kleineren Feldspathkrystallen (und vielleicht von etwas Nephelin; MÖHL¹⁾) führt das letztere Mineral als Bestandtheil dieser-Einschlüsse an, doch konnte ich dasselbe nicht mit Sicherheit nachweisen). In dieser Grundmasse von Feldspath liegen grosse, grüne und röthlich-braune Augite, einige Lamellen Magnesiaglimmer und reichliche Erzausscheidungen. Letztere sind zu den zierlichsten Reiser-ähnlichen Figuren aneinandergereiht, und zwar finden sich neben vollständig opaken Körnern dünne, röthlich-braun durchscheinende Blättchen. Letztere sind identisch mit dem mehrfach erwähnten, als Eisenglanz gedeuteten Mineral (cf. pag. 492). In v. DECHEN's geognost. Führer in das Siebengebirge werden ausserdem noch Hornblende und Olivin als Bestandtheile dieser Gebilde aufgeführt, eine Angabe, die von MÖHL wiederholt wurde. Die mikroskopische Untersuchung lässt indess weder Hornblende noch Olivin erkennen, und glaube ich namentlich das Vorkommen des letzteren Minerals durchaus in Abrede stellen zu müssen. Die grünlichen Partien, welche stellenweise das Gestein durchziehen und die wohl als Olivin gedeutet wurden, bestehen aus Feldspath, dessen grünliche Färbung secundären Ursprungs ist. Vom Fehlen des Olivins abgesehen, ist eine äusserliche Aehnlichkeit mit gewissen Doleriten, wie sie von v. DECHEN betont

¹⁾ Tageblatt der 46. Vers. deutscher Naturforscher und Aerzte in Wiesbaden, 1873. pag. 123.

wurde, nicht zu verkennen. Häufig finden sich in diesen Einschlüssen, und namentlich an deren Rändern grössere mit Zeolithen erfüllte Drusen, auf deren Wandungen dunkelgrüne, langsäulenförmige Augite aufgewachsen sind.

Die Frage nun, ob diese Einsprenglinge in ihrer jetzigen Beschaffenheit ein in der Tiefe anstehendes Gestein gebildet haben, muss entschieden mit Nein beantwortet werden. Untersuchen wir nämlich die Grenze zwischen dem Basalt und diesen Einlagerungen, so ist keine Spur einer Einschmelzung der Feldspathe oder der andern Mineralien zu erkennen, dieselben sehen vielmehr alle ganz frisch und unverändert aus. Dies ist um so auffallender, als die abgerundeten Formen jener Gebilde, wenn wir es mit eigentlichen Einschlüssen zu thun hätten, gerade auf eine starke Einwirkung des Magmas hindeuten müssten. Ziehen wir ferner in Betracht, dass keine scharfe Grenze zwischen dem Basalt und diesen Krystallaggregaten besteht, dass vielmehr der basaltische Augit einen allmählichen Uebergang zu den letzteren vermittelt, so ergibt sich mit der grössten Bestimmtheit, dass dieselben an Ort und Stelle aus gluthflüssigem Zustand erstarrt sind. Gerade diese Gebilde aber, welche alle Eigenschaften besitzen, die wir den Concretionen, falls sich solche überhaupt finden sollten, zuschreiben müssten, zeigen, wie vorsichtig man in der Anwendung dieses Wortes sein muss. Sofort fällt nämlich bei der mikroskopischen Untersuchung dieser Einsprenglinge die grosse Aehnlichkeit auf, die sie mit den neugebildeten Krystallaggregaten in den Schmelzsäumen vieler kieselsäurereicher Einschlüsse haben, und dies legt die Vermuthung nahe, dass wir es bei diesen Einsprenglingen mit vollständig umgeschmolzenen Einschlüssen zu thun haben. Und in der That sammelte ich am Petersberg eine Reihe von Handstücken, an denen man stufenweise den Uebergang von kieselsäurereichen Gesteinsinschlüssen in jene Concretions-artigen Einsprenglinge erkennen kann. Man sieht an denselben, wie bald schmalere, bald breitere Höfe solcher grobkrySTALLINISCHER Aggregate ältere Feldspatheinschlüsse, trachytische und granitische Gesteinsbruchstücke umsäumen, und wie zuweilen nur noch spärliche Reste der ursprünglichen Einschlüsse übrig bleiben, bis endlich auch diese verschwinden. Die Kieselsäure des Quarzes scheint hierbei ganz von den übrigen Mineralverbindungen aufgenommen worden zu sein, da Quarz unter den Neubildungen nicht wahrgenommen wurde. Wo noch Reste der ursprünglichen Einschlüsse vorhanden sind, finden sich namentlich in deren unmittelbarer Umgebung grössere Drusen mit aufgewachsenen Augiten. Wir haben es also hier nicht mit Con-

cretionen, sondern mit vollständig metamorphosirten Einschlüssen zu thun.

Der Umstand, dass so durchgreifende Metamorphosen im Petersberger Basalt so häufig, in den anderen Basalten des Siebengebirges und seiner Umgebung aber in gleicher Intensität nicht beobachtet werden, liefert einen neuen Beweis für die schon ausgesprochene Behauptung, dass sich die verschiedenen Basalte in Bezug auf die Einschmelzung der Einschlüsse sehr abweichend verhalten, und muss dies wohl nicht nur auf die chemischen, sondern auch auf die physikalischen Verschiedenheiten der Magmen (höherer oder niedrigerer Grad von Dünflüssigkeit, grössere oder geringere Masse und damit zusammenhängend schnellere oder langsamere Abkühlung) zurückgeführt werden.

Die Einschlüsse, die wir bis jetzt besprochen haben, können wir als solche betrachten, welche auch von anderen jüngeren Eruptivgesteinen mit an die Oberfläche heraufgebracht worden sind. Wir finden ähnliche Gesteinstrümmer auch in den Trachyten, Andesiten und Phonolithen. Nunmehr aber kommen wir zu einer Klasse von Einsprenglingen, welche ausschliesslich in den Basalten und in einer so grossen Anzahl von Basalten gefunden werden, dass sie für diese Gesteine charakteristisch sind.

Unter diesen Einsprenglingen nehmen die erste Stelle ein die

Olivinfels-Einschlüsse,

welche die stetigen Begleiter des Basaltes auf der ganzen Erde sind. Diese Thatsache hat denn auch viele Forscher zu der Ansicht verleitet, dass man es hier nicht mit Bruchstücken eines in der Tiefe anstehenden Gesteins zu thun habe, sondern mit Ausscheidungen aus dem Basaltmagma. Zum Studium der Natur dieser Einschlüsse dürfte nun kaum ein Basaltvorkommen so geeignet sein, als dasjenige vom Finkenberg, da dieselben sich hier in solcher Menge und Mannigfaltigkeit finden, wie kaum in einem anderen Gestein. Diesem Vorkommen ist denn auch vorzugsweise das Material für die nachstehenden Untersuchungen entnommen, während gleichzeitig einige andere Basalte der Umgebung von Bonn zum Vergleich herangezogen wurden.

Während ich genöthigt war, die Fertigstellung dieser Arbeit auf längere Zeit zu unterbrechen, erschien in der Zeitschrift der deutschen geol. Ges. eine Arbeit von Herrn A. BECKER in Leipzig, welche ebenfalls die Olivinknauer des Basaltes be-

handelt und schätzenswerthe Beiträge zur Kenntniss dieser Gebilde liefert. Obgleich nun hinsichtlich der Beantwortung der Hauptfrage, ob die Olivinfelsmassen Ausscheidungen oder Einschlüsse sind, das Endergebniss meiner Untersuchungen mit demjenigen übereinstimmt, zu welchem, ebenso wie viele frühere Beobachter, auch Herr BECKER geführt wurde, so glaube ich doch auch die Resultate meiner Arbeiten veröffentlichen zu sollen, da mir dieselben ein vollständigeres Bild von dem Verlauf der Einschmelzung jener Einschlüsse zu geben scheinen. Ich glaube dies um so mehr thun zu sollen, als neuerdings noch von ROSENBUSCH wiederholt Einwendungen gegen die Einschlusstheorie erhoben worden sind.

Wenn von SANDBERGER¹⁾, und DESCLOIZEAUX²⁾ behauptet worden ist, dass die Olivinknauer in den Basalten petrographisch identisch seien mit dem anstehenden Olivinfels — eine Ansicht, die von allen späteren Forschern bestätigt worden ist —, so ist dies nicht so zu verstehen, als ob jene Einsprenglinge alle mit einem bestimmten Olivinfelsvorkommen, etwa dem Lherzololith übereinstimmten. So wie die Vorkommnisse von anstehendem Olivinfels untereinander grosse Verschiedenheiten zeigen³⁾, so finden sich diese auch bei den Einschlüssen und sogar bei denjenigen desselben Basaltvorkommens. Allerdings schränkt sich die verwirrende Mannigfaltigkeit der Einschlüsse, welche dem Beobachter im Anfange entgegentritt, bedeutend ein, wenn man von den sekundären Veränderungen absehen lernt, welche dieselben einestheils durch die Einwirkung des gluthflüssigen Magmas und anderestheils durch die Atmosphärien erlitten haben.

Was die Einwirkung der letzteren auf die Einschlüsse anbetrifft, so erstreckt sich dieselbe namentlich auf den Olivin, während die anderen Mineralien schwerer der Verwitterung anheimfallen. Die Umwandlung des Olivins in Serpentin ist indess so oft beschrieben worden, dass ich nicht näher auf dieselbe einzugehen brauche; es genügt vielmehr, hier anzudeuten, wie sehr oft der äussere Habitus der Einschlüsse durch jene Veränderungen modificirt wird, und wie namentlich die Verschiedenheit der Structur auf den ersten Blick viel grösser zu sein scheint, als sie es in Wirklichkeit ist. Indem nämlich die Serpentin-Bildung auf den Sprüngen der Krystalle zuerst beginnt, werden die grösseren Körner durch ein Netz von Ser-

1) N. Jahrb. f. Min. 1866. pag. 395 ff.

2) Manuel de minéralogie 1862. pag. 541.

3) Uebrigens ist auch bei demselben anstehenden Gesteinsvorkommen das Mengenverhältniss der Mineralien ein wechselndes, wie dies von DAMOUR (Bull. soc. géol. de France 1862. pag. 413) und von SANDBERGER (N. Jahrb. f. Min. 1866. pag. 387) hervorgehoben wurde.

pentinadern in kleinere zerlegt, so dass die Einschlüsse oft ein sehr feinkörniges Gefüge zu haben scheinen. In frischem Zustande aber zeichnen sie sich fast alle durch gröbere Structur aus, welche ja auch den meisten anstehenden Olivinfelsvorkommen eigen ist.

Sehen wir nun zunächst auch von den Veränderungen ganz ab, welche das gluthflüssige Magma bei den Olivinfelseinschlüssen hervorgebracht hat, und betrachten wir die petrographische Beschaffenheit der frischen unveränderten Einschlüsse, so ergeben sich als wesentliche Gemengtheile bei der Hauptmasse derselben die vier Mineralien Olivin, Enstatit (Bronzit), Chromdiopsid und Picotit.

Olivin.

Den überwiegenden Bestandtheil bildet bei dem weitaus grössten Theil der Einschlüsse der Olivin, welcher in unregelmässig begrenzten, fest aneinandergefügten Körnern gewissermassen die Grundmasse bildet, in welcher die übrigen Mineralien eingebettet sind. Uebereinstimmend mit den von früheren Forschern gemachten Beobachtungen habe ich regelmässig begrenzte Olivinkrystalle in den unveränderten Einschlüssen der Basalte nicht entdecken können. Durchgehends stellt der Olivin eine sehr reine Substanz dar. Selbst Einschlüsse von Picotit, die in den aus dem Basalt ausgeschiedenen, grossentheils regelmässig begrenzten Krystallen so häufig sind, fehlen in dem Olivin der Einschlüsse fast vollständig. Wohl treten auf Sprüngen der Olivinkörner kleine Picotite auf, aber diese scheinen meist secundärer Entstehung zu sein. Andere Mineraleinschlüsse fanden sich im Olivin der Einschlüsse gar nicht. Dagegen ist derselbe sehr reich an Flüssigkeitseinschlüssen, die z. Th. unregelmässig im Krystall zerstreut sind, zum grösseren Theil aber sich auf gekrümmten Flächen scharenweis angesiedelt haben, wobei oft zwischen grösseren Einschlüssen, die in ziemlich regelmässigen Abständen auseinanderstehen, kleinere staubartig eingestreut sind. Die Libellen, welche in vielen Einschlüssen lebhaft vibriren, verschwinden schon bei einer Erwärmung auf weniger als 32° und geben sich dadurch als Einschlüsse von liquider Kohlensäure zu erkennen.

Es sind also — und das sei schon gleich an dieser Stelle betont — drei Merkmale, welche den Olivin der Einschlüsse vor dem aus dem Basalt ausgeschiedenen auszeichnen: 1) der Mangel regelmässiger Krystallform, 2) das seltene Auftreten von Picotit-Einschlüssen und 3) der Reichthum an Flüssigkeitseinschlüssen.

Flüssigkeitseinschlüsse habe ich in unzweifelhaften Ausscheidungen nie entdecken können. ZIRKEL erwähnt zwar, dass

in mehreren Basalten Olivine mit Flüssigkeitseinschlüssen gefunden worden seien; doch wären diese — immerhin vereinzelt — Vorkommnisse darauf zu untersuchen, ob nicht isolirte Körner von zertrümmerten Olivinfels-Einschlüssen vorliegen. (cf. pag. 539.)

Der Enstatit (Bronzit)

kommt meist in ziemlich grossen Körnern unregelmässig zerstreut zwischen dem Olivin vor, und ist auch bei ihm nie eine regelmässige Krystallform beobachtet worden. Die Körner sind nach zwei Richtungen spaltbar, welche dem Prisma ∞P entsprechen. Die genaue Bestimmung des Winkels scheiterte daran, dass die Spaltungsflächen stets splitterig oder gebogen sind, doch wurde an einem Spaltungsstücke der Winkel $87^{\circ} 19'$, bei einem anderen der Winkel $92^{\circ} 31'$ gemessen.

Der eigenthümliche bräunliche Schiller auf diesen Spaltungsflächen und die (namentlich auf den muscheligen Bruchflächen quer zur Verticalaxe) dunklere Farbe lassen dieses Mineral gegen die übrigen meist scharf hervortreten.

Eine Spaltbarkeit in einer dritten Richtung (parallel dem Brachypinakoid), wie sie für den Bronzit angegeben wird, ist bei diesem Mineral nicht zu beobachten, obgleich dasselbe in chemischer Beziehung dem Bronzit näher stehen dürfte, als dem Enstatit. Im Dünnschliff sind die Krystalle entweder farblos, oder sie haben eine gelblichgrüne Farbe und zeigen dann deutlichen Dichroismus (von lichtgrünlich bis hellröthlich).

Unter dem Mikroskop charakterisirt sich das Mineral namentlich durch die schon oft beschriebenen, der Verticalaxe parallel verlaufenden gelbbraunen Einlagerungen, welche den bräunlichen Schiller hervorrufen. Legt man ein Spaltungsblättchen unter das Mikroskop, so sieht man, dass dieselben langgestreckte, sehr dünn und meist sehr schmale Lamellen bilden, welche schräg zur Spaltungsfläche (parallel dem Makropinakoid) liegen und in den wenigsten Fällen an den Rändern geradlinig begrenzt sind. Regelmässige, den Formen des Wirthes entsprechende Begrenzungen, wie sie TRIPPKÉ nachwies, wurden nicht beobachtet. Im Dünnschliff bemerkt man, dass dieselben meist in der Mitte der Krystalle zahlreicher sind, als an den Rändern, wo sie oft sogar ganz fehlen, und man sieht an solchen Stellen, dass die Lamellen nach dem Rande des Krystalls zu spitz auslaufen.

Sehr häufig bemerkt man nun, dass der Enstatit quer zur Verticalaxe (also auch zur Richtung der Lamellen) geknickt ist, wobei derselbe, wie man namentlich im polarisirten Licht sieht, deutliche Stauchungen erlitten hat. Hier sieht man nun sehr klar, dass die braunen Einlagerungen secundärer Ent-

stehung sind, indem sie nicht mit geknickt sind, sondern gerade an diesen Stellen anschwellen und die entstandenen Hohlräume ausfüllen. Wenn ich nun insoweit die Beobachtungen TRIPPKE's als vollständig richtig anerkennen muss, so kann ich mich hinsichtlich der Natur des secundären Productes seiner Ansicht nicht anschliessen. Schon BECKER¹⁾ machte darauf aufmerksam, dass die von ihm beobachteten Interpositionen auf keinen Fall, wie TRIPPKE behauptet hatte, Opal sein könnten. Er stützte diese Behauptung allerdings auf eine ebenfalls unrichtige Beobachtung, indem er nämlich sagt, dass die Interpositionen zwischen gekreuzten Nicols polarisiren. Die optischen Verhältnisse des Enstatits sind aber durch die erwähnten Stauchungen und Biegungen, sowie ferner durch später zu besprechende Lamellen eines anderen Minerals, welche demselben eingelagert sind, so complicirt, dass die Beobachtung der optischen Eigenschaften der braunen Leisten sehr leicht durch das umgebende Mineral gestört werden kann. Bei der mikroskopischen Untersuchung eines in eine Boraxperle eingeschmolzenen Enstatitspaltungsstückchens bemerkte ich nun, dass die braunen Lamellen und Nadeln sich schwerer auflösen, als der Enstatit, da dieselben den angeschmolzenen Enstatit überragten. Ich schmolz infolgedessen eine etwas grössere Menge grobzerstossenes Enstatitpulver bei nicht zu hoher Temperatur kurze Zeit mit Borax im Platintiegel, löste dann die stark grün gefärbte Schmelze auf und kochte den Rückstand, um ihn von anhaftenden Kieselsäureflocken zu befreien in Natronlauge. Der Rückstand, welcher nun verblieb, bestand aus zahllosen Enstatitsplittern, bei welchen ebenfalls in vielen Fällen die Lamellen überragten; dazwischen aber fanden sich viele der braunen Lamellen und Körner vollständig isolirt. Weder diese flachliegenden, noch die durch den einerseits noch anhaftenden Enstatit in schräger Lage gehaltenen Lamellen zeigten eine Spur von Polarisation. Dieselben zeigen aber lebhaften Glanz und muss man deshalb bei der Untersuchung das auffallende Licht sorgfältig abhalten, da dasselbe bei gewissen Stellungen sehr lebhaft reflektirt wird.

Dass aber die Interpositionen nicht, wie TRIPPKE vermuthete, aus Opal bestehen, scheint mir zunächst daraus hervorzugehen, dass sich in den Einschlüssen sonst nirgends ein ähnlich gefärbter Opal findet (abgesehen davon, dass die Mikrostruktur des Opals eine ganz andere zu sein pflegt, als die dieser Einlagerungen). Sodann aber spricht ein weiterer Versuch, den ich anstellte, dagegen. Vor einem guten Gebläse gelingt es, Splitter des Enstatits an den Rändern anzuschmelzen.

¹⁾ Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1881. pag. 42.

Zerstösst man nun einen solchen Splitter zu grobem Pulver, so sieht man unter dem Mikroskop, dass die Lamellen in der Nähe der angeschmolzenen Stellen ein körniges Aussehen angenommen haben, dass sie also geschmolzen sind, während der sie zunächst umgebende Enstatit noch unverändert ist. Opal kann natürlich ein solches Verhalten nicht zeigen. Dagegen fiel mir auf, dass namentlich an solchen Stellen, wo der Enstatit geknickt ist, die Lamellen in sehr naher Beziehung zu unzweifelhaften Picotitkörnern stehen, und kann ich mich um so weniger der Ansicht verschliessen, dass die Einlagerungen ebenfalls aus Picotit bestehen möchten, als mehrere Bronzit-Analysen einen ziemlich bedeutenden Chromgehalt aufweisen. Es deutet nichts darauf hin, dass dieses secundäre Product, sich während der Basalteruption gebildet habe, es ist vielmehr anzunehmen, dass es bereits auf der primären Lagerstätte des Gesteins entstanden ist.

Es sei noch bemerkt, dass die Härte der in Rede stehenden Krystalle grösser ist, als die gewöhnlich für Enstatit und Bronzit angegebene, sie sind härter als Orthoklas.

Sehr oft bemerkt man auf den muscheligen Bruchflächen (parallel oP) eine feine Streifung, ganz ähnlich, wie bei den gestreiften Feldspathen. Die Richtung der Streifung halbirt den spitzeren Winkel von ca. 87° , welchen die beiden Spaltungsrichtungen mit einander bilden, und entspricht also dem Makropinakoid. Damit hängt es zusammen, dass die Krystalle bei gekreuzten Nicols oft nicht vollständig auslöschen. Wir werden von dieser Erscheinung noch weiter unten zu sprechen haben.

Auch die Enstatite enthalten Einschlüsse von liquider Kohlensäure, die aber nicht, wie beim Olivin, zu Scharen versammelt, sondern unregelmässig zerstreut sind und auch an Zahl hinter denen des Olivins zurückstehen. Häufig scheinen die mit der Flüssigkeit erfüllten Hohlräume der Krystallform des Wirthes zu entsprechen und sind dieselben in der Richtung der Hauptaxe in die Länge gestreckt.

Der Chromdiopsid

giebt sich in unverändertem Zustande schon makroskopisch namentlich durch seine schöne, smaragdgrüne Farbe zu erkennen. Während der Enstatit meist in einzelnen, ziemlich grossen Körnern zwischen den Olivinkrystallen liegt, liebt es der Chromdiopsid, der meist in kleineren Körnern als jener auftritt, sich zu Krystallgruppen aneinanderzulagern, oder sich in Reihen und dünne Schichten anzuordnen. Diese letzteren gehen dann annähernd parallel, so dass der Einschluss dadurch ein deutlich schiefriiges Gefüge erhält.

Während der Olivin und der Enstatit nie eine regelmässige Krystallform erkennen lassen, finden sich beim Chromdiopsid annähernd regelmässige Formen nicht gerade selten; namentlich zeigen sich unter dem Mikroskop die der Prismenzone angehörenden Flächen regelmässig ausgebildet, während eine regelmässige Scheitelbegrenzung nicht so häufig ist. Oft umschliessen die Chromdiopside rundliche Olivinkörner, die sich unter dem Mikroskop leicht an ihrer charakteristischen rauhen Oberfläche erkennen lassen. Zuweilen sind diese Körner auch ganz in Serpentin umgewandelt und stellen dann hellgraulichgelbe Augen dar. In vielen Fällen dringt der Olivin auch Buchten-artig mit abgerundeten Umrissen tief in die Chromdiopsidkrystalle ein, und kann es also keinem Zweifel unterliegen, dass der Chromdiopsid sich später als der Olivin gebildet hat.

Im Uebrigen besitzt der Chromdiopsid eine sehr reine Substanz; selbst Flüssigkeitseinschlüsse kommen darin seltener vor, als im Olivin und Enstatit. Einschlüsse von kleinen Picotit-Oktaedern dürften, wie wir später sehen werden, meist schon auf eine Einwirkung des gluthflüssigen Magmas hindeuten ¹⁾.

Namentlich charakterisirt sich der Chromdiopsid durch seine ziemlich vollkommene Spaltbarkeit in zwei annähernd rechtwinkelig zu einander stehenden Richtungen. Bei Schnitten parallel der Verticalaxe erblickt man dementsprechend geradlinige, parallel laufende Sprünge, bei solchen schräg zur Verticalaxe schneiden sich zwei Systeme solcher Sprünge. An einem Spaltungsstück des Chromdiopsids wurden die beiden Winkel $92^{\circ} 47\frac{1}{2}'$ (unvollkommene Reflexe) und $87^{\circ} 2'$ (gute Reflexe) gemessen, und entsprechen also die Spaltungsrichtungen dem Prisma ∞P des Augits. Eine vollkommene Spaltbarkeit parallel dem Orthopinakoid, wie sie für den Diallag charakteristisch, ist nicht wahrzunehmen, und widerspricht dies der Ansicht von TSCHERMAK und ROSENBUSCH, dass der Chromdiopsid am besten als eine Varietät des Diallags zu betrachten sei. ²⁾

Zu bemerken ist noch, dass sich bei manchen Chromdiopsiden ähnliche braune Einlagerungen zeigen, wie in den Enstatiten.

¹⁾ Cf. SANDBERGER, „Ueber den Basalt von Naurod etc.“ pag. 51, Anmerkung 4.

²⁾ ROSENBUSCH, Mikr. Physiogr. I. pag. 299. — TSCHERMAK: „Beobachtungen über die Verbreitung des Olivin in den Felsarten“, Sitzungsber. der Wiener Academie der Wissensch. (261–282) pag. 275, Anmerkung. — Auch SANDBERGER spricht sich gegen die Zurechnung des Chromdiopsids zu den Diallagen aus (Ueber den Basalt von Naurod bei Wiesbaden und seine Einschlüsse pag. 19 (51)).

Der Picotit

kommt in den Olivinfelseinschlüssen in unregelmässig begrenzten Lappen und Körnern, welche zwischen die anderen Mineralien eingeklemmt sind, und seltener in undeutlicher Oktaëderform vor. Scharf begrenzte Oktaëder dürften meist secundärer Entstehung sein. Gewöhnlich findet sich dieses Mineral in kleinen Partien bis zu Stecknadelkopfgrösse, doch sind auch Körner von der Grösse einer Linse nicht gerade selten, und ein Handstück fand ich sogar mit einem Picotitkorn von 1 cm Durchmesser, welches auf den ersten Blick kaum von dem im Basalt so häufigen schlackigen Magneteisen zu unterscheiden ist. Ein abgesprengter Splitter aber gab deutliche Chromreaction, und die Härte kennzeichnet das Mineral ebenfalls als Picotit. Ueberhaupt muss hervorhoben werden, dass bei den vielen Einschlüssen, die ich darauf untersuchte, in den unveränderten Partien nie Magneteisen constatirt werden konnte, stets erwiesen sich die schwarzen Körner als Picotit.

Unter dem Mikroskop wird dieses Mineral in dünnen Schliften mit kaffeebrauner, zuweilen in's Grüne spielender Farbe durchscheinend und erweist sich im polarisirten Licht als isotrop. In dickeren Schliften sind oft nur die Kanten durchscheinend. Die grösseren Picotitkörner sind häufig von einem dunkelgrauen Hof umgeben, und unter dem Mikroskop erblickt man dann, dass dieselben umschwärmt werden von vielen kleinen Picotitoktaëdern. Vielleicht liegt hier schon eine Einwirkung des gluthflüssigen Magmas vor, welche einen Theil des Picotit einschmelzen und dann wieder auskristallisiren liess.

Wie der Chromdiopsid, so kommt auch der Picotit oft zu dünnen Reihen und Schichten angeordnet vor, welche zuweilen in der Mitte der Chromdiopsidschichten verlaufen; er trägt also mit dazu bei, die schiefrige Structur vieler Einschlüsse hervortreten zu lassen.

Bezüglich der Menge, in welcher der Picotit in den Einschlüssen auftritt, ist zu bemerken, dass er zwar stets nur eine untergeordnete Rolle spielt, dass er aber wohl in keinem Einschluss ganz fehlen dürfte.

Der Name Picotit, welcher diesem Mineral von CHARPENTIER gegeben wurde, ist in der vorliegenden Arbeit beibehalten worden, weil ich mich den Gründen, welche Herr BECKER bewogen haben, diesen Namen fallen zu lassen, nicht anschliessen konnte. Allerdings ist es ja zweifelhaft, ob zwischen dem typischen Chromeisenstein und dem Picotit ein durchgreifender chemischer Unterschied und eine feste Grenze vorhanden ist, aber die wenigen Analysen, welche bisher über-

haupt vom Picotit gemacht worden sind, liefern hierfür doch noch keinen Beweis, und es dürfte sich deshalb wohl empfehlen, einstweilen dieses durch seine physikalischen Eigenschaften sich so scharf vom gewöhnlichen Chromeisenstein unterscheidende, und in seinem Vorkommen, soviel bis jetzt bekannt, auf die Olivingesteine beschränkte Mineral mit einem besonderen Namen zu belegen.¹⁾ Auf jeden Fall scheint es mir aber incorrect zu sein, wenn Herr BECKER²⁾ von dem in den Olivinknollen vorkommenden „Chromit“ und dem in den Olivinkrystallen des Basaltes vorkommenden „Picotit“ als von verschiedenen Mineralien spricht. Entweder muss man beide Mineralien als Chromit oder beide als Picotit bezeichnen, denn der einzige Unterschied zwischen beiden Vorkommnissen dürfte wohl der sein, dass das Mineral im einen Fall regelmässige Krystallform hat, im anderen nicht. Der Picotit theilt eben in den Olivinfelseinschlüssen die Eigenschaft der anderen Mineralien, selten in scharf begrenzten Krystallen aufzutreten, während er in den basaltischen Olivinen stets sehr scharf begrenzt ist. Es werden im Verlauf dieser Arbeit noch verschiedene Beobachtungen angeführt werden, welche für die Identität beider Vorkommnisse sprechen.

Diese 4 Mineralien nehmen nun an der Zusammensetzung der in Rede stehenden Einschlüsse Theil, und da das Mengenverhältniss, in welchem dieselben auftreten, ein sehr wechselndes ist, so beobachten wir eine grosse Reihe von verschiedenen Gesteinsarten. Unter diesen treten drei typische Varietäten hervor und zwar 1. Combinationen von Olivin, Enstatit und Picotit, 2. solche von Olivin, Chromdiopsid und Picotit, und 3. solche von Olivin, Enstatit, Chromdiopsid und Picotit. Diese drei Grenzformen sind durch allmähliche Uebergänge mit einander verbunden. Ob unter den Einschlüssen des Finkenberges auch ein dem Dunit entsprechendes Gestein vorkommt, welches blos aus Olivin und Picotit besteht, bleibe dahingestellt. Zwar kommen oft kleine Bruchstücke vor, welche weder Enstatit noch Diopsid erkennen lassen, ob aber grössere Stücke vorkommen, in denen beide Mineralien fehlen, möchte ich bezweifeln (Es sei übrigens bemerkt, dass auch im Dunit geringe Mengen von Chromdiopsid und Enstatit nachgewiesen worden sind.)³⁾

¹⁾ Cf. SANDBERGER: „Ueber Olivinfels und die in demselben vorkommenden Mineralien“; N. Jahrb. f. Min. 1866. pag. 388. — „Ueber den Basalt von Naurod etc.“ pag. 20 (52).

²⁾ Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1881. pag. 59.

³⁾ SANDBERGER: Ueber Olivinfels und die in demselben vork. Min., N. Jahrb. f. Min. 1866. pag. 391.

Wie schon erwähnt, ist der Olivin fast stets der überwiegende Bestandtheil in diesen Einschlüssen, doch ist seine Menge im Verhältniss zum Enstatit und Chromdiopsid immerhin eine sehr wechselnde.

Einige Einschlüsse verdienen nun ihrer abweichenden Beschaffenheit wegen eine besondere Erwähnung. Es sind dies zunächst zwei Handstücke, in welchen ein Mineral in grösserer Menge auftritt, welches in kleinen Beimengungen in mehreren Präparaten von Olivinfels mikroskopisch nachgewiesen wurde, nämlich der Apatit.

Das eine dieser Handstücke enthält einen grösseren Einschluss, der aus Olivin, Chromdiopsid, flachlinsenförmigen Partien von Picotit und vielen kleinen Fetzen von derbem Apatit besteht. Derselbe hat graue Farbe mit einem Stich in's Röthliche und zeigt den charakteristischen Fettglanz. Unter dem Mikroskop erweist sich die an und für sich farblose Substanz als vollständig erfüllt von grauen, Staub-artigen Einlagerungen, welche ihn kaum pellucid erscheinen lassen.

Das zweite Handstück enthält einen kleinen Einschluss, welcher ebenfalls aus Olivin und (durch das gluthflüssige Magma verändertem) Chromdiopsid besteht und an einer Seite ein etwa 5 mm breites Band von derbem Apatit besitzt, in welches Olivinkörner eingesprengt sind. Auffallend ist es, dass in demselben Handstück, etwa 2 cm von diesem Einschluss entfernt, ein Einschluss von schwarzem Augit sich befindet, welcher ebenfalls eine grössere Partie von derbem Apatit besitzt. Da indessen Einschlüsse von dieser Zusammensetzung, wie wir später sehen werden, ziemlich häufig in den Basalten vorkommen, so braucht dieses Nebeneinandervorkommen nicht nothwendig auf einen genetischen Zusammenhang beider Einschlüsse hinzudeuten. Aehnliche Funde sind auch früher schon von SANDBERGER ¹⁾ beschrieben worden.

Sodann fand sich eine ziemlich grosse Anzahl von Olivinknauern im Basalt des Finkenberges, in welchen sich ein anderes Mineral als wesentlicher Gemengtheil an der Zusammensetzung des Gesteins betheilt, nämlich der Glimmer. Derselbe ist von brauner Farbe und zeigt, wenn der Schnitt schräg zur Spaltungsrichtung geführt ist, starken Dichroismus (lichtbräunlich bis dunkelbraun). Nur in dem Dünnschliff eines Einschlusses finden sich neben den bräunlichen auch lebhaft grün gefärbte Individuen (lichtgrünlich bis dunkelgrün); doch scheint die grüne Farbe secundär zu sein, da sie Hand in Hand geht mit einer Aufblätterung, Biegung und Flaserung

¹⁾ N. Jahrbuch für Min. 1871. pag. 621. — Ueber den Basalt von Naurod etc. pag. 20 (52).

des Minerals, welche dadurch veranlasst ist, dass sich Infiltrationen und zwar Krystalle eines kohlelsauren Minerals zwischen den einzelnen Lamellen angesiedelt haben. Der ganze Einschluss ist stark verwittert, und zwar scheint der Olivin z. Th. ebenfalls von Carbonaten verdrängt zu sein. An einigen Glimmer-Individuen finden sich beide Farben gleichzeitig und zwar die braune an der nicht aufgeblätterten Seite, die grüne an dem gefaserten Theil.

Unter dem Polarisationsapparat erweist sich der Glimmer als optisch zweiachsiges Mineral mit kleinem Axenwinkel.

Das Vorkommen dieses Glimmers scheint in den Olivinkauern an die Anwesenheit des Chromdiopsids gebunden zu sein, da alle Einschlüsse, mit Ausnahme von einem, sehr reich an Chromdiopsid sind. Die Menge des letzteren mit der des Glimmers zusammengenommen dürfte sogar in vielen Handstücken die des Olivins bedeutend übertreffen.

Der Glimmer theilt die Eigenschaft des Chromdiopsids und Picotits, in zusammenhängenden, annähernd parallel verlaufenden Partien aufzutreten, und einige der Glimmer-reichen Einschlüsse zeigen sogar am vollkommensten die vorhin erwähnte schiefrige Structur.

Enstatit wurde in den Glimmer-haltigen Gesteinen (mit Ausnahme von einem) nicht aufgefunden und scheinen dieselben in dieser Beziehung übereinzustimmen mit den von WOLFF beschriebenen Auswürflingen vom Laacher See. WOLFF schliesst aus dem Fehlen des Enstatits, dass dieser vielleicht in Glimmer umgewandelt sei, doch ist dieser Schluss sehr gewagt, da wir gesehen haben, dass viele Einschlüsse weder Glimmer noch Enstatit enthalten, dass also Enstatit nicht in allen Einschlüssen enthalten gewesen sein muss. Eher könnte man schon an eine Umwandlung des Chromdiopsids in Glimmer denken, wie es SANDBERGER bei dem Gestein von Tringenstein gethan ¹⁾, obgleich auch dafür in den basaltischen Einschlüssen keine Anhaltspunkte aufzufinden waren. Sollte aber hier eine Metamorphose vorliegen, so ist dieselbe auf keinen Fall durch das gluthflüssige Magma hervorgerufen worden, sondern schon auf der primären Lagerstätte erfolgt, da sich der Glimmer, wie wir später sehen werden, dem basaltischen Magma gegenüber wie ein präexistirendes Mineral verhält. Das schliesst nicht aus, dass auch die durch das Magma bewirkte Einschmelzung die Veranlassung zur Neubildung von Glimmer gegeben hat, und werden wir weiter unten derartige Vorgänge kennen lernen. Wir haben also in den Einschlüssen

¹⁾ N. Jahrbuch f. Min. 1865. pag. 449–450.

zwei Arten von Glimmer, einen primären und einen secundären zu unterscheiden.

Einen eigenthümlichen Einschluss fand ich ferner, welcher zwei verschiedene Gesteine nebeneinander aufweist; derselbe besteht nämlich einerseits aus einem Aggregat von ca. 6 mm grossen, schönen Chromdiopsid-Individuen und derben Partien des vorhin beschriebenen Glimmers, während Olivin hier makroskopisch nicht wahrzunehmen ist; andererseits schliesst sich hieran von einer ziemlich scharfen und geradlinigen Grenze an ein Gestein, welches zum grössten Theil aus Olivin besteht, während Chromdiopsid und Glimmer nur untergeordnet auftreten.

Wir haben also gesehen, dass der Apatit als accessorischer, der Glimmer aber zuweilen als wesentlicher Gemengtheil an der Constitution der Olivinfelseinschlüsse theilnimmt.

Es fanden sich nun ferner einzelne Einschlüsse, welche im Zusammenhang mit den Olivinfelseinschlüssen besprochen werden müssen, wengleich ihnen der Olivin selbst vollständig fehlt.

Hier sei zunächst ein Einschluss erwähnt, welcher zum grössten Theil aus einem grobkörnigen Aggregat eines augitischen Minerals besteht, welches makroskopisch hellgraue Farbe besitzt, im Dünnschliff fast farblos erscheint, im übrigen aber mit dem Chromdiopsid grosse Aehnlichkeit hat. Daneben finden sich in dem Einschluss kleinere und grössere Körner eines dem Picotit nahestehenden Minerals (darunter ein Korn von ca. 8 mm Länge), sowie ein einzelner Enstatitkrystall. Die mikroskopische Untersuchung ergibt, dass der Diopsid von zahllosen z. Th. sehr grossen Flüssigkeitseinschlüssen erfüllt ist, deren Umrisse häufig einer regelmässigen Krystallform entsprechen. Das makroskopisch glasglänzende, schwarze, muschelrig brechende Mineral erweist sich als bläulichgrün durchscheinend, die Ränder sind — vielleicht durch Einwirkung des gluthflüssigen Magmas — blassweinroth gefärbt und die kleineren Körner haben vollständig diese Farbe angenommen. Im polarisirten Licht verhält es sich isotrop und haben wir es also hier wahrscheinlich mit einer anderen Varietät des Spinell, mit Pleonast, zu thun. Auch dieses Vorkommen möchte wohl dafür sprechen, dass es zweckmässig ist, den Namen Picotit für das im Olivinfels vorkommende Mineral beizubehalten. Einige der Diopside zeigen auch ähnliche Einlagerungen, wie sie bei Diallag und Enstatit vorkommen; dieselben haben blassgrüne Farbe und scheinen auch hier zu dem Mineral der Spinellgruppe in enger Beziehung zu stehen.

Ferner ist hier zu erwähnen ein etwa 10 cm grosser Einschluss eines prachtvollen Gesteins, welches zum grössten Theil aus einem Aggregat von bis 2 cm grossen, auf den Spaltungsflächen schmutzigrünen, auf den muscheligen Bruchflächen

schwärzlichgrünen Enstatitkrystallen besteht. Olivin ist weder makroskopisch noch mikroskopisch zu entdecken, dagegen finden sich einige kleine smaragdgrüne Körner von Chromdiopsid und zahlreiche, meist mikroskopisch kleine Parteen von Picotit. Die Farbe des letzteren ist im Dünnschliff schmutzigweingroth. Dieser Einschluss ist ferner das einzige der hierhin gehörigen Gesteinsbruchstücke, in welchem ich einige wenige Plagioklaskrystalle constatiren konnte, welche den Eindruck machen, als hätten sie dem Gestein schon ursprünglich angehört. Sofort auf den ersten Blick fällt es auf, dass der Enstatit auch hier häufig Biegungen und Knickungen quer zur Verticalaxe erlitten hat. Unter dem Mikroskop erkennt man auch hier, dass die Knickungsflächen durch Picotit gleichsam wieder verkittet worden sind, und so ist dieser mit dem Enstatit so fest verwachsen, dass es nicht gelingt, die beiden Mineralien auf mechanischem Wege ganz von einander zu trennen. Obgleich ich das Material zum Zwecke einer Analyse mit der grössten Sorgfalt ausgelesen hatte, verblieben doch nach dem Schmelzen mit kohlen-sauerem Alkalien zahlreiche kleinste Körnchen des schwer aufschliessbaren Picotit zurück. Die Analyse ergab denn auch einen ziemlich hohen Chromgehalt, der vielleicht zum grössten Theil von dem eingeschlossenen Picotit herrührt.

Die Spaltungsflächen haben ein splitteriges Aussehen, wie es früher schon beschrieben wurde, und auf den muscheligen Bruchflächen quer zur Hauptaxe zeigt sich eine deutliche, sehr regelmässige Streifung, ganz ähnlich derjenigen der triklinen Feldspathe. Durch Messung mehrerer Spaltungsstücke wurde constatirt, dass die Streifungsrichtung den spitzeren Winkel des Prismas (von ca. 87°) durchschneidet, und da man sich durch Beobachtung eines Schliffes parallel der Basis überzeugt, dass der Enstatit parallel dieser Richtung auslöscht, so geht daraus hervor, dass dieselbe dem Makropinakoid entspricht und also den Winkel von 87° halbirt. Während nun Schriffe, welche der Verticalaxe parallel geführt sind, nur schwachen Dichroismus erkennen lassen, erweist sich der letztere bei Schriffen parallel oP als ziemlich stark, und zwar ist die Farbe hellgrün, wenn die Strahlen senkrecht zur Richtung der Streifung, also parallel der Brachyaxe, hellröthlich, wenn sie parallel der Streifung, also parallel der Makroaxe schwingen. Die Streifung wird nun hervorgebracht durch zahlreiche ausserordentlich feine, dem Makropinakoid parallel eingelagerte, scharf geradlinig begrenzte Lamellen, welche mit blassgrüner Farbe durchscheinen und keinen Dichroismus erkennen lassen. Offenbar sind dies Einlagerungen eines anderen Minerals, und so erklärt es sich denn, dass Spaltungsblättchen dieses Enstatits (parallel ∞P) oder überhaupt Schnitte, welche schräg gegen

die eingelagerten Lamellen geführt sind, bei gekreuzten Nicols in keiner Stellung vollständige Dunkelheit zeigen. Wenn die Richtung der Streifung einem der Nicolhauptschnitte parallel geht, so erscheint das Präparat vielfarbig gestreift, wie es natürlich ist, wenn das durch den unteren Nicol polarisirte Licht durch die schräg eingelagerte Lamelle doppelt gebrochen wird und nun eine keilförmige Enstatitschicht zu durchlaufen hat. Auch bei einer Drehung des Objektisches bleibt das Präparat vielfarbig gestreift. Schleift man dagegen einen Krystall so, dass die Ebene des Schliffes dem Brachypinakoid entspricht, dass also die Lamellen senkrecht auf dieser Ebene stehen, so wird der Enstatit, wenn die Richtung der Lamellen mit einem Nicolhauptschnitt parallel geht, dunkel. (In dem vorliegenden Präparat ist auch hier die Auslöschung des Lichtes nicht vollkommen, weil der Schnitt nicht ganz senkrecht zu den Lamellen geführt ist, und die letzteren so zahlreich sind, dass doch noch immer gewisse Störungen hervorgebracht werden). In dieser Stellung sind die Lamellen hell. Dreht man nun das Präparat um ungefähr 39° (da die Lamellen so ausserordentlich dünn sind, ist eine genaue Bestimmung der Auslöschungsschiefe unmöglich), so werden die Lamellen dunkel, während der Enstatit in dieser Stellung eine sehr reine, einheitliche Farbe zeigt. Danach dürften die Lamellen wohl dem Augit und zwar wahrscheinlich dem mit dem Enstatit so häufig vergesellschafteten Chromdiopsid angehören. Wenn dies der Fall ist, so müssen die Lamellen in einem Schliff parallel der Basis gleichzeitig mit dem Enstatit auslöschen. Dies ist nun allerdings nicht wahrzunehmen. Während nämlich bei Schliffen in dieser Richtung der Enstatit vollkommen dunkel wird, wenn ein Nicolhauptschnitt der Streifung parallel geht, bleiben die Lamellen hell, und nur zuweilen glaubt man in der Mitte eine feine, dunkle Linie wahrzunehmen. Da aber die vorliegenden Präparate ziemlich dick sind, so ist es wahrscheinlich, dass die ausserordentliche Dünne der Lamellen das Auslöschen verhindert, indem vielleicht Strahlen, die nicht ganz senkrecht durchfallen, an der Grenze gegen den Enstatit reflektirt und beim Durchlaufen der Lamellen in schräger Richtung doppelt gebrochen werden.

Diese Streifung des Enstatits ist nun in den Olivinfelseinschlüssen, wie schon erwähnt, eine ungemein häufige Erscheinung, und scheint also die von TRIPPKÉ beschriebene regelmässige Verwachsung von Enstatit und Diallag (resp. Augit) sehr häufig in der Weise vorzukommen, dass ausserordentlich dünne Lamellen von Augit dem Enstatit eingelagert sind¹⁾.

¹⁾ Cf. ROSENBUSCH, Mikrosk. Physiogr. II. pag. 478.

Beiläufig sei erwähnt, dass der Enstatit im Lherzolith vom Weiher Lherz in den Pyrenäen dieselbe Streifung zeigt.

Aus den erwähnten Präparaten ergibt sich ferner auch die Lage und Gestalt der braunen Einlagerungen. In den Schlifften parallel oP stellen sich dieselben als kurze, dunkle Striche dar, welche der Streifung parallel gehen, und lässt sich ihr Aussehen am besten mit demjenigen der Markstrahlen in (quer zur Längsrichtung der letzteren) geschnittenem Buchenholz vergleichen. In dem Schliff parallel dem Brachypinakoid erscheinen dagegen die Einlagerungen als längere, dunkle Striche. Dieselben sind also flache, in der Richtung der Verticalaxe des Enstatits in die Länge gezogene Leisten, die parallel dem Makropinakoid eingewachsen sind.

Die Analyse dieses Enstatits ergab folgendes Resultat:

Si O ₂ . . .	54,16	pCt.
Ca O . . .	1,79	„
Mg O . . .	32,46	„
Fe O . . .	7,63	„
Al ₂ O ₃ . . .	4,51	„
Cr ₂ O ₃ . . .	0,48	„
Glühverlust .	0,28	„
	<hr/>	
	101,31	pCt.

Danach würde das Mineral dem Bronzit zugezählt werden müssen, obgleich eine Spaltbarkeit parallel $\infty \bar{P} \infty$ nicht wahrzunehmen ist. (TRIPPE beschreibt bei dem Enstatit vom Gröditzberg zwei pinakoidale Spaltbarkeiten.) Da indessen das Verhältniss des Eisens zum Magnesium 1 : 7,6 ist, mithin eine ziemlich magnesiumreiche Mischung vorliegt, so kann es nicht auffallen, dass das Mineral bezüglich seiner physikalischen Eigenschaften dem Enstatit näher steht als den eisenreicheren Bronziten.

Es sei noch bemerkt, dass der Einschluss sich allseitig aus dem Basalt herausgeschält hat, und dass seine Oberfläche mit einer grossen Menge von feinen, braunen Glimmerschüppchen bedeckt ist. Ausser diesem fand ich noch einen zweiten kleineren Einschluss, der fast ausschliesslich aus Enstatit (resp. Bronzit) besteht. Hier sind aber die einzelnen Individuen nicht grösser, als sie gewöhnlich in den Olivinfels-Einschlüssen sind.

Fragen wir uns nun, ohne das Verhalten der bisher besprochenen Gebilde dem gluthflüssigen Magma gegenüber in Betracht zu ziehen, ob die petrographische Beschaffenheit derselben an und für sich mehr dafür spricht, dass sie sich aus dem basaltischen Magma ausgeschieden haben, oder dafür, dass

sie Bruchstücke in der Tiefe anstehender, vor der Bildung des Basaltes vorhanden gewesener Gesteine sind.

Um diese Frage beantworten zu können, müssen wir uns zunächst darüber klar werden, in welchem Stadium der Eruption sich diese Massen, falls sie Ausscheidungen sind, gebildet haben sollen. Dass dies nicht nach ihrem Vordringen an die Erdoberfläche, also in dem der Verfestigung des Gesteins kurz vorhergegangenen Stadium geschehen sein kann, liegt auf der Hand. Wäre dies nämlich der Fall gewesen, so müssten die im Basalt selbst befindlichen Ausscheidungen grössere Aehnlichkeit mit den Bestandtheilen der Olivinfelsmassen haben. Statt dessen sehen wir aber die grösste Verschiedenheit: der Olivin der Einschlüsse ist reich an Einschlüssen von liquider Kohlensäure, arm an Picotitoktaedern und hat keine regelmässige Krystallform. Der aus dem Basalt ausgeschiedene Olivin ist sehr oft regelmässig begrenzt, wimmelt zuweilen von Picotitoktaedern und hat keine (oder wenigstens sehr wenige) Flüssigkeitseinschlüsse. Wenn also ROSENBUSCH¹⁾ sagt, dass „die Olivine des Basaltes und die Olivine der Knollen absolut identisch in ihrer Mikrostructur und ihren Einschlüssen sind“, so ist dies eine Behauptung, die mit meinen Beobachtungen nicht übereinstimmt. Der Chromdiopsid findet sich in den Basalten als Ausscheidung gar nicht; wo er isolirt im Basalt vorkommt, ist er durch Zertrümmerung von Olivinfels hineingekommen. Ebenso finden sich isolirte Enstatite wohl als Bruchstücke der Knollen, aber nicht als Ausscheidungen. Picotit scheint als Ausscheidung nur im Olivin eingeschlossen vorzukommen, also auch unter ganz anderen Verhältnissen.

Ferner spricht gegen die Ausscheidung in einem so späten Stadium die äussere Form der Olivinknauer. In einigen Basalten haben dieselben allerdings rundliche Gestalt, wie sie für Ausscheidungen wohl naturgemäss wäre, in anderen Basalten aber — und hierhin gehört namentlich derjenige vom Finkenberg — kennzeichnen sich die Olivinknollen durch ihre sehr scharfkantigen, Scherben-ähnlichen Formen deutlich als Bruchstücke grösserer, zusammenhängender Massen. Daraus geht hervor, dass die Einsprenglinge nach ihrer Bildung noch erheblichen mechanischen Veränderungen unterworfen waren, und kann also von einer Ausscheidung an Ort und Stelle nicht die Rede sein.

Will man also an der Ausscheidungstheorie festhalten, so muss man annehmen, dass sich in einem früheren Stadium der Basaltbildung, in welchem die Bedingungen noch durchaus andere waren, in welchem deshalb noch ganz andere Minera-

1) Mikroskop. Pphysiographie II. pag. 432.

lien zur Ausbildung kommen konnten, sogenannte basische Concretionen sich gebildet hätten. An einen solchen Vorgang scheint ROSENBUSCH zu denken, wenn er (Mikr. Physiogr. II. pag. 433) sagt: „ich fasse diese Olivinknollen als die ältesten krystallinischen Mineralausscheidungen des Basaltes auf, welche ebenso, wie die analogen basischeren „Concretionen“ aus anderen saueren Gesteinen (Graniten, Porphyren, Trachyten) zu betrachten sind“, oder an einer anderen Stelle (N. Jahrbuch 1882. II. pag. 9, Anmerk.): „In dem durch die Olivinfelseinschlüsse erhaltenen Primitivzustand¹⁾ des Basaltmagmas geht die Augitbildung der Feldspathausscheidung voraus, nachher kehrt sich das Verhältniss offenbar in der Regel um.“ Am deutlichsten endlich spricht er seine Ansicht aus in einem Referat über die Arbeit von A. BECKER (N. Jahrb. f. Min. 1882. I. Bd. pag. 416), in welchem er u. A. sagt: die Olivinknollen bildeten sich im Basaltmagma offenbar lange vor dessen Eruption zu einer Zeit, als die physikalischen (und wohl auch chemischen) Verhältnisse dieses Magmas andere waren, als zur Zeit der Eruption.

Wäre aber der Olivinfels eine Bildung des Basaltes — einerlei in welchem Stadium — so müssten nothwendig grössere Mengen von Feldspath oder von amorpher alkalihaltiger Masse, wenigstens in Einschlussform den Olivinfelsbruchstücken als ursprüngliche Bestandtheile angehören. Nach meinen Beobachtungen aber und, soviel ich weiss, nach denen aller früheren Bearbeiter dieser Frage, ist Feldspath ein den eigentlichen Olivinfelseinschlüssen ursprünglich vollständig fremdes Mineral.²⁾ Es findet sich allerdings Feldspath in diesen Einschlüssen, derselbe ist aber, wie weiter unten bewiesen werden soll, erst später in dieselben hineingekommen. Auch die Glaseinschlüsse, welche vorkommen, sind nachweislich secundären Ursprungs.

Dazu kommt noch, dass man bei der z. B. im Finkenberger Basalt ganz Staunen-erregenden Menge der Olivinfelseinschlüsse kaum an basischere Concretionen im gewöhnlichen Sinne denken kann, in dem Sinne nämlich, dass sich um gewisse Krystallisationscentren die basischeren Bestandtheile des

¹⁾ Der Ausdruck: „In dem durch die Olivinfelseinschlüsse erhaltenen Primitivzustand des Basaltmagmas“ ist doch wohl so zu verstehen, dass die Olivinfelseinschlüsse Gebilde des Basaltmagmas zur Zeit des Primitivzustandes seien, nicht so, dass sie selbst den Primitivzustand darstellen.

²⁾ SANDBERGER hat allerdings Einschlüsse eines Feldspath-haltigen Olivingesteins neuerdings im Basalt von Naurod gefunden. Doch bemerkt er ausdrücklich, dass ihm Uebergänge zwischen diesen und den typischen Olivinfelseinschlüssen nicht bekannt geworden sind.

Magmas in grösserer Menge zusammenzogen und zur Krystallisation kamen, man müsste hier vielmehr schon voraussetzen, dass eine vollständige Scheidung der basischeren von den saureren Bestandtheilen des Magmas nach den specifischen Gewichten stattgefunden hätte, wobei die ersteren, als die schwereren, niedersanken und eine grosse zusammenhängende Masse bildeten. Dieser Process hätte natürlich entweder vor der Eruption stattfinden, oder es hätte während der Eruption ein Stadium der Ruhe eintreten müssen. Später müsste dann die zusammenhängende basische Gesteinsmasse wieder zertrümmert und mit dem überstehenden saureren Magma vereint zur Eruption gebracht worden sein, ein Vorgang, der doch wohl wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat. Dass es sich aber thatsächlich hier um die Zertrümmerung grosser zusammenhängender Massen handelt, wird bei der Betrachtung der Einschlüsse im Finkenberger Basalt, namentlich derjenigen mit schieferiger Structur, kein unbefangener Beobachter in Abrede stellen können. Es wird dies ferner bewiesen durch die Auswürflinge von Olivinfels, welche sich in der Umgebung der Stratovulkane der Eifel finden, und deren Entstehung auf keinen Fall von derjenigen der basaltischen Einschlüsse getrennt werden kann. Wären solche Olivinbomben Ausscheidungen aus einem basaltischen Magma, die in letzterem sporadisch vertheilt waren, so müssten wir uns vorstellen, dass sie durch eine sehr heftige Eruption, welche die gluthflüssige Gesteinsmasse in einzelne Schlackenbomben auseinandersprenge, isolirt wurden. Dann müssten ihnen aber unbedingt noch Theile des Magmas anhaften. Man könnte nun wirklich versucht sein, die Schlackenrinden, welche solche Einschlüsse umgeben, für Reste einer Basaltmasse zu halten. Aber die mikroskopische Untersuchung führt zu der Ueberzeugung, dass diese Anschauung irrig ist. In einem Präparat, welches von der Schlackenrinde eines Olivinfelsauswürflings vom Dreiser Weiher angefertigt wurde, erkennt man eine sehr dichte Grundmasse mit vorherrschenden Erzausscheidungen, in welcher zahllose losgebröckelte und angeschmolzene Körner der im Olivinfels vorkommenden Mineralien, besonders von Olivin, liegen. Daneben finden sich Neuausscheidungen von kleinen Olivin- und Augitkrystallen, sowie ferner sehr viele Schieferbröckchen und ein grosser, unzweifelhaft fremdartiger Plagioklas, der mit kleinen Orthoklasen verwachsen ist. Feldspath als Ausscheidung der Grundmasse ist nicht zu entdecken.

So stellt sich das Ganze nicht dar als eine Umhüllung von präexistirender Basaltmasse, sondern als eine Breccie, die durch das Zusammenschmelzen fremdartiger Gesteinstheilchen mit der Oberfläche des Auswürflings entstand.

Auch dieser Umstand spricht also dafür, dass die Olivinknauer Bruchstücke grosser zusammenhängender Massen sind.

DRESSEL¹⁾, welcher diese letztere Ansicht auch theilt, nimmt wirklich eine Scheidung der basischeren von den saureren Bestandtheilen der gluthflüssigen Masse an, wie sie oben angedeutet wurde; er hält die Olivinmassen „nicht für Gesteinslager innerhalb unserer bekannten Erdkruste (z. B. für Olivinfels oder gar für metamorphische Gesteine), sondern für Ausscheidungs- und Spaltungsproducte des flüssigen Erdinnern, welchem das Basaltmagma selbst entstieg; für Mineralmassen, welche im Innern der Erde selbst zur festen Ausbildung gelangten und mehr oder weniger schichtenweise die innere Erdwölbung auskleiden.“ Dass der Olivinfels auf die Weise entstanden sein kann, dass, nachdem sich eine feste Erdkruste zuerst aus den specifisch leichteren Bestandtheilen der Erde gebildet, mit der fortschreitenden Erkaltung des Erdballs immer basischere Producte zur Verfestigung kamen, die gleich Jahresringen die innere Erdwölbung auskleideten, scheint mir durchaus nicht unmöglich. Wenn aber später Theile dieser Schichten in ein eruptives Gesteinsmagma hineingeriethen, mag dieses auch demselben gluthflüssigen Erdinnern entstammen, aus dem sich früher die Olivinmassen ausgeschieden hatten, so haben wir eben Einschlüsse präexistirender Gesteine vor uns und keine Ausscheidungen aus dem Basalt. Ich brauche deshalb auch nicht näher auf die Frage einzugehen, ob es denkbar ist, dass die Olivinmassen sich auf der inneren Erdwölbung ablagerten, während unter denselben noch das Basaltmagma, also eine Masse von geringerem specifischem Gewicht in flüssigem Zustand vorhanden war. Gegen die Ausscheidungstheorie spricht es ferner, dass sich Olivinfelsbruchstücke, welche mit den basaltischen durchaus übereinstimmen, auch in einem Eruptivgestein einer älteren Epoche finden. TSCHERMAK beschreibt²⁾, dass in dem der Trias angehörigen Augitporphyr von Latemar im Val Maodié aus Olivin und Bronzit zusammengesetzte Einschlüsse dieser Art vorkommen. Es wäre immerhin sonderbar, wenn die ersten Ausscheidungen in diesen bezüglich ihres geologischen Alters weit auseinanderstehenden Gesteinen gleich gewesen wären, während die späteren Erstarrungsproducte verschieden ausfielen.

Während wir so bei Annahme der Ausscheidungstheorie fortwährend auf Widersprüche und Unwahrscheinlichkeiten

¹⁾ DRESSEL, Die Basaltbildung in ihren einzelnen Umständen erläutert, Haarlem 1866. pag. 50. 51.

²⁾ TSCHERMAK, Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. 1867. LVI. pag. 280.

stossen, spricht für die Einschlussstheorie vor allen Dingen die von allen Forschern anerkannte vollständige petrographische Uebereinstimmung der Einschlüsse mit den anstehenden Olivinfelsvorkommen, welche ROSENBUSCH indessen ganz mit Stillschweigen übergeht. Und diese Thatsache spricht umsomehr für die Einschlussnatur, als die Uebereinstimmung sich keineswegs auf eine einzelne Varietät von Olivinfels beschränkt, mithin von einer Zufälligkeit gar nicht die Rede sein kann. Vielmehr dürfte man wohl zu jedem anstehenden Olivinfelsvorkommen einen entsprechenden Einschluss finden. Aus dem Finkenberger Basalt haben wir Vertreter fast sämtlicher von ROSENBUSCH unter den Peridotiten aufgeführten Gesteine kennen gelernt: Es fanden sich Bruchstücke von „Olivin-Diallag-“ (d. h. Chromdiopsid-), von „Olivin-Enstatit-“, sowie von „Olivin-Diallag-Enstatit“-Gesteinen; es fanden sich ferner Gesteine von der Combination Olivin-Chromdiopsid-Glimmer, welche im Gestein von Tringenstein in Nassau und einigen anderen Analoga finden, während die grösstentheils aus Enstatit (resp. Bronzit) bestehenden Einschlüsse, falls der in denselben untergeordnet vorkommende Plagioklas wirklich primär ist, sich den Noriten nähern würden. Der aus grauem Diopsid und grossen Pleonastkörnern bestehende Einschluss dürfte wohl ein weiteres Glied dieser Reihe repräsentiren, für welches, so viel ich weiss, noch kein analoges anstehendes Gestein bekannt ist. Möglich wäre es auch, dass die letztgenannten Bruchstücke keinem selbstständigen Gestein angehörten, sondern dass sie grobkörnige Einlagerungen in dem Olivinfels bildeten. Als höchst wahrscheinlich kann dies von dem aus Chromdiopsid und Glimmer bestehenden Einschluss angenommen werden, welcher einerseits mit Olivinfels verwachsen ist (cf. pag. 517). Eine Bestätigung dürfte diese Anschauung in den Beobachtungen von REUSCH finden, welcher in dem Olivinschiefer von Söndmöre Einlagerungen von grossen Olivin-Individuen fand.¹⁾

Dass der Basalt ein solches Talent in der Nachahmung älterer, an vielen Punkten der Erde selbstständig auftretender Gesteine entwickelt haben soll, ist doch wohl nicht anzunehmen.

Am interessantesten aber und am überzeugendsten dürften wohl die Handstücke sein, welche eine ganz unzweifelhaft schieferige Struktur zeigen und dadurch eine weitere höchst wichtige Analogie zwischen den basaltischen Einschlüssen und gewissen anstehenden Olivinfelsvorkommnissen erkennen lassen. W. C. BRÖGGER²⁾ beschreibt in einem Briefe an ROSENBUSCH

¹⁾ Brief von BRÖGGER an ROSENBUSCH, veröffentlicht im N. Jahrb. für Mineral. 1880. II. Bd. pag. 190.

²⁾ Ebendasselbst pag. 187 ff.

ein Vorkommen von Olivinschiefer, welcher in Gneiss eingelagert und dessen Schieferung mit derjenigen des Gneisses concordant ist. Die Schieferung wird bei diesem Gestein durch Smaragdit, wie bei unseren Einschlüssen durch Chromdiopsid zur Erscheinung gebracht, und schreibt hierüber BRÖGGER Folgendes: „Der Smaragdit kommt also hauptsächlich auf gewissen Flächen vor, nach welchen das Gestein sich dann auch am leichtesten trennen lässt. Auf den verwitterten Seitenflächen des Handstücks zeigt der Smaragdit (und kleine Körner von Chromeisenstein), welche den Atmosphärien einen kräftigeren Widerstand geleistet haben, feine unterbrochene Streifen, die also dünnen Smaragditschichten entsprechen.“ Eine grössere Uebereinstimmung wie diejenige des hier beschriebenen Gesteins mit den erwähnten Einschlüssen vom Finkenberg lässt sich nicht denken. Ich verdanke der Güte des Herrn Dr. GURLT einige Stücke dieses norwegischen Gesteins, und habe ich mich auch aus eigener Anschauung von der völligen Uebereinstimmung überzeugen können. Dass dort Smaragdit, hier Chromdiopsid antritt, kann wohl nicht als wichtiger Unterschied aufgefasst werden.

Mit dieser Schieferung scheint es auch zusammenzuhängen, dass so viele Olivinfelseinschlüsse von zwei Seiten durch ebene parallele Flächen begrenzt werden. Es macht sich also auch hier eine gewisse Theilbarkeit nach den Flächen der Schieferung geltend. Nicht am wenigsten scheinen mir aber auch die Knickungen und Biegungen der Enstatitkrystalle, sowie die nachherige Verkittung der Bruchflächen durch Picotit beweisend zu sein, da man sie wohl nur auf metamorphische Vorgänge auf der primären Lagerstätte zurückführen kann. Der mechanischen Einwirkung des Basaltmagmas kann man diese Erscheinungen nicht zuschreiben; durch diese konnten wohl Zertrümmerungen des Gesteins hervorgerufen werden, aber derartige Zerbrechungen, Biegungen und Knickungen der Krystalle inmitten eines Gesteins, welches im Grossen und Ganzen seinen Zusammenhang bewahrt hat, dürften sich wohl nur durch die Annahme von Biegungen der ganzen Gesteinsmasse unter starkem, langandauerndem Druck erklären lassen.

Verhalten der Olivinfelseinschlüsse dem gluthflüssigen Magma gegenüber.

Von grösster Wichtigkeit für die Frage nach dem Ursprung der Olivinfelseinschlüsse ist nun natürlich ihr Verhalten dem feurigflüssigen Magma gegenüber, und dieses ist um so interessanter, als dasselbe vielleicht geeignet ist, auch auf die Entstehungsgeschichte des Basaltes einiges Licht zu werfen.

Die Veränderungen, welche die Mineralien des Olivinfels im Basalt erlitten haben, dürften wohl nur in seltenen Fällen einer blossen Einwirkung der Hitze zuzuschreiben sein, welche die umgebende Gesteinsmasse dem Einschluss mittheilte, vielmehr ist meist eine Auflösung in dem gluthflüssigen Magma zu constatiren. Und zwar scheinen diejenigen Umwandlungen, welche uns jetzt noch erhalten sind, sich erst in dem Stadium der Erstarrung des Basaltes vollzogen zu haben, wo sich die basischeren Mineralien: Olivin, Magnet Eisen und Augit schon ausgeschieden hatten, und eine leichter schmelzbare, grösstentheils aus Feldspath bestehende Masse noch im Schmelzfluss verblieb, welche nach Ablagerung jener Bestandtheile nunmehr im Stande war, in grösserem Maassstabe auflösend auf gewisse Mineralien zu wirken, als es die ursprüngliche Schmelzmasse konnte. So ist denn normale Basaltmasse nur in äusserst seltenen Fällen und auch dann nur auf sehr kurze Erstreckung in den Einschluss eingedrungen, während sich eine farblose, zum grössten Theil oder ausschliesslich aus Plagioklas bestehende Masse stets zwischen den Neuausscheidungen der veränderten Partien des Einschlusses findet. Immerhin wäre eine solche Erklärung dieser Thatsache sehr gewagt, wenn wir nicht schon durch gewisse Schmelzerscheinungen bei den Sandsteineinschlüssen (cf. pag. 493) zu der Ueberzeugung geführt worden wären, dass die Feldspathsubstanz thatsächlich noch längere Zeit in dünnflüssigem Zustand verblieb, nachdem sich die basischeren Bestandtheile schon ausgeschieden hatten. Es wird dies aber noch durch andere Erscheinungen ganz ausser Zweifel gestellt, deren Beschreibung deshalb vorausgeschickt werden möge.

Zunächst ist hier ein Handstück zu erwähnen, welches einen Olivinfelseinschluss enthält, der durch eine schmale, dunkle, beiderseits in den Basalt verlaufende Ader, die man auf den ersten Blick selbst für normalen Basalt zu halten geneigt ist, in zwei Theile getheilt wird. Man gewinnt durch die Betrachtung des Handstücks den Eindruck, dass der Einschluss zersprungen, und dass die entstandene Spalte durch nachdringenden Basalt ausgefüllt worden sei. Im Dünnschliff aber sieht man schon mit blossem Auge, dass die Ausfüllungsmasse kein normaler Basalt, sondern eine wasserhelle Substanz ist, die sich bei der mikroskopischen Untersuchung als Feldspath zu erkennen giebt, der von zahlreichen langen Apatitnadeln durchsetzt wird. Von sonstigen Ausscheidungen sind zu erwähnen röthlich gefärbte Augite, einige stark dichroitische Magnesiaglimmerlamellen und ferner kleine tafelförmige Krystalle von sehr regelmässig sechsseitiger Umgrenzung, von denen nur die dünnsten mit chokoladenbrauner, in's Violette spie-

lender Farbe durchscheinen. Es ist dies dasselbe Mineral, welches auch in den Schmelzsäumen der Quarzit- (etc.-) Einschlüsse den basaltischen Feldspath begleitet und weiter oben als Eisenglanz gedeutet wurde (pag. 492). Die Krystalle des Augits und des letzterwähnten Minerals sind meist auf die Saalbänder der Spalte aufgewachsen, und zwar stehen die Eisenglanztafeln zum Theil senkrecht auf diesen und erscheinen deshalb oft als parallele schwarze Leisten. Ebenso haben sich diese Mineralien an einige Olivinkörner angesetzt, die von der eindringenden Schmelzmasse losgerissen und eingeschlossen worden sind. Alle jene Ausscheidungen sind aber verschwindend gegen die Menge des Feldspaths, so dass nicht daran zu denken ist, dass wir es hier mit einer anderen Erstarrungsform der Basaltmasse zu thun haben. Ferner ist es bemerkenswerth, dass diese Feldspathader sich auch noch in den Basalt hinein fortsetzt, oder vielmehr, dass sie sich hier in mehrere Arme gabelt und zwar in der Weise, dass die Grenze gegen den normalen Basalt ganz scharf gezogen ist. Die Erklärung dieser Erscheinung kann wohl keinem Zweifel unterliegen.

Jener Sprung im Olivinfelseinschluss muss entstanden sein, als der Olivin, der Augit und das Magneteisen sich schon aus dem feurigflüssigen Magma ausgeschieden hatten und schon ein Gewebe, gewissermaassen ein Skelet bildeten, welches in sich und mit dem Einschluss bis zu einer gewissen Festigkeit verwachsen war, so dass, als der Einschluss zersprang und die beiden Theile sich von einander trennten, auch der theilweise schon verfestigte Basalt zerrissen wurde. Der durch die Spalte entstandene leere Raum aber wurde erfüllt von der Plagioklassubstanz, welche gewissermaassen als Mutterlauge noch in flüssigem Zustand zwischen dem Gesteinsskelet sich befand. (Fig. II. Taf. XVIII.)

Aehnliche Erscheinungen finden sich nun nicht gerade selten. J. LEHMANN erwähnt in seiner Arbeit über die „Einwirkung eines feurigflüssigen basaltischen Magmas auf Gesteins- und Mineraleinschlüsse“¹⁾, dass bei der Erkaltung des Basaltes die Einschlüsse in Folge der ungleichen Contraction gewissermaassen aus dem umgebenden Gestein herausgeschält werden, indem Sprünge und Spalten an ihrer Peripherie entstehen. Diese treten, wie LEHMANN hervorhebt, nicht immer genau auf der Grenze zwischen Basalt und Einschluss auf, sondern verlaufen oft auch so, dass eine Zone von Basalt noch am Einschlusse haftet. Diese Spalten sind bei den Basalten gewöhnlich von Infiltrationen erfüllt. Fertigt man aber von solchen

¹⁾ Diss. pag. 13.

Stellen Dünnschliffe an, so bemerkt man nicht selten, dass beiderseits die Ränder der Spalte von Feldspath umsäumt sind, der hier dieselben Einlagerungen besitzt, wie bei dem erstgenannten Präparat, und dass nur der mittlere Theil von Infiltrationen eingenommen wird. Verfolgt man dann die Spalten bis dahin, wo sie enger werden, so sieht man, dass dieselben hier vollständig von Feldspath erfüllt sind. (Wenn die Spalte sich immer weiter öffnete, so musste zuletzt, wenn nicht genügend Feldspathsubstanz nachdrang, natürlich ein Hohlraum entstehen.) Diese mit Feldspath erfüllten peripherischen Spalten begrenzen sehr häufig auch die kieselsäurereichen Einschlüsse, und wenn dieselben an Sandsteineinschlüssen auftreten, welche schon nach innen zu eine Feldspathzone enthalten, die in der auf pag. 493 beschriebenen Weise entstanden ist, so verlaufen zwei Feldspathzonen nebeneinander, welche durch die Zonen der grünen Augite und des Eisenglanzes von einander getrennt sind.

Es dürfte durch diese Erscheinungen wohl der Beweis erbracht sein, dass nach Ausscheidung des Olivins, des Augits und des Magneteisens eine — jetzt vielleicht mehr dünnflüssige — Schmelzmasse übrig blieb, welche noch im Stande war, auf Spalten und Sprüngen in die Einschlüsse einzudringen.

Gleichzeitig geht aus diesen Erscheinungen hervor, dass schon in diesem Stadium der Erstarrung des Basaltes eine beträchtliche Volumveränderung stattgefunden hat. In den angeführten Beispielen ist hierdurch eine Loslösung des Einschlusses vom Basalt erfolgt. Wo dies nicht geschah, mag die Volumveränderung des Basaltmagmas wohl auch die Veranlassung zu einer Auflockerung des Einschlusses gegeben haben, wodurch dann das Eindringen der Schmelzmasse in denselben noch begünstigt wurde.¹⁾

So hatte ich denn mehrfach Gelegenheit, Olivinfelseinschlüsse zu beobachten, welche von Strömen von Feldspath vollständig durchzogen waren, so dass die Krystallkörner des Einschlusses zum grossen Theil isolirt in einem Aggregat von Plagioklaskrystallen lagen.

Dass und in welcher Weise diese Schmelzmasse nun auflösend und metamorphosirend auf die Einschlüsse eingewirkt hat, soll im Folgenden auseinandergesetzt werden.

Betrachten wir zunächst dasjenige Mineral, welches vorzugsweise der Zerstörung anheimfällt, den Chromdiopsid, so sind die Veränderungen, welche derselbe erleidet, ziemlich mannichfaltig.

Zunächst bemerken wir ein Abschmelzen der Krystalle,

¹⁾ Cf. LEHMANN, Diss. pag. 13.

und möge hier die Beschreibung eines Präparates Platz finden, welches am deutlichsten und schönsten diese Erscheinung zeigt.

Die Untersuchung ergibt, dass dieser Einschluss aus grossen, farblosen Olivinen und zahlreichen Chromdiopsiden besteht. Der Olivin zeigt hier, wie überall im Olivinfels, viele Flüssigkeitseinschlüsse, ist aber sonst sehr einschlussfrei. Auch die Chromdiopside stellen, von Flüssigkeitseinschlüssen abgesehen, in ihrem ursprünglichen Zustande eine sehr reine Substanz von hellgrüner Farbe dar, aber sie haben sich in diesem Zustande nur da erhalten, wo sie noch ringsum von Olivin eingeschlossen sind. Dies ist aber nur an wenigen Stellen der Fall, denn fast durchgehends ist der Zusammenhang zwischen den einzelnen Körnern aufgehoben, indem sich eine reichliche Schmelzmasse in breiten Adern zwischen die einzelnen Individuen gedrängt hat, die zu einem verworrenen Aggregat von Plagioklas mit eingelagerten langnadelförmigen, farblosen Apatiten erstarrt ist. Ueberall, wo nun der Chromdiopsid mit der Schmelzmasse in Berührung kommt, hat eine deutliche Abschmelzung stattgefunden, welche sich durch eine röthliche Färbung der Ränder zu erkennen giebt. Dabei zeigt sich deutlich das Bestreben einer Einwirkung parallel den Flächen einer regelmässigen Krystallform, indem die röthliche Färbung oft nach dem Innern durch gerade Linien begrenzt ist, welche einer solchen regelmässigen Form entsprechen. Dies ist um so auffallender, als die ursprünglichen Chromdiopsid-Krystalle zwar oft in der Prismenzone geradlinig begrenzt sind, aber nur selten eine regelmässige Scheitelbegrenzung zeigen. Dass die röthliche Färbung thatsächlich auf die Einwirkung der Schmelzmasse zurückzuführen ist, wird dadurch bewiesen, dass diejenigen Körner, welche einerseits noch mit Olivin verwachsen sind, nur an dem im Feldspath liegenden Rande geröthet sind, während die andere Seite intakt geblieben ist. Die Farbenänderung dürfte vielleicht so zu erklären sein, dass ein Theil der Metalle, namentlich das Chrom, nunmehr in einer anderen Oxydationsstufe in dem Mineral enthalten ist.

Nach der theilweisen Einschmelzung hat dann ein Wachsthum, eine Wiedererneuerung des ursprünglichen Krystalls aus der Schmelzmasse stattgefunden, und so sind Krystalle mit mehr oder weniger vollständiger äusserer Form entstanden, welche einen deutlichen zonalen Aufbau zeigen, deren grünlich gefärbte Kerne Reste der ursprünglichen Chromdiopside sind, während die röthlich gefärbten Zonen sich aus den eingeschmolzenen Partieen der letzteren neugebildet haben. Indessen ist nicht die ganze Masse des eingeschmolzenen Materials zu diesem Wiederaufbau verwandt worden, vielmehr hat sich ein Theil

desselben in selbstständigen Individuen ausgeschieden, und so ist das farblose Feldspathaggregat stellenweise ganz erfüllt von nadelförmigen Augitmikrolithen. Daneben haben sich einige Blättchen von Magnesiaglimmer und zahlreiche grosse Erzkörner (zuweilen mit quadratischen Durchschnitten) ausgeschieden, welche vollständig undurchsichtig sind; ob hier Magneteisen oder ein sehr dunkler Picotit vorliegt, mag dahingestellt bleiben.

Die Abschmelzung hat sich aber nicht auf die Ränder der Krystalle beschränkt, sondern die Schmelzmasse ist auch an vielen Stellen buchtenartig in die Krystalle eingedrungen, auch hier das Bestreben zeigend, regelmässige Krystallformen herzustellen, und hat dann einige der grösseren Krystalle an vielen Stellen durchbrochen und in mehrere Körner zerlegt. Bei vielen derselben fand nun derselbe Process statt, der eben beschrieben worden ist, sie wurden theilweise eingeschmolzen, erneuerten sich wieder aus ihrer Lösung und liegen nun als ziemlich wohlbegrenzte Krystalle in einem Feldspathaggregat. Die gegenseitige Lage aber beweist auf's schlagendste ihre ursprüngliche Zusammengehörigkeit zu einem einzigen Krystall; die Spaltbarkeit verläuft bei allen in derselben Richtung, und gegen polarisirtes Licht zeigen alle das gleiche optische Verhalten. Die Abbildung 3 Taf. XVIII. stellt eine Stelle dieses Präparates dar.

Wir haben hier also einen Vorgang kennen gelernt, welcher in vieler Beziehung an die Einschmelzung und Wiedernerneuerung der Feldspathe in den granitischen und trachytischen Einschlüssen erinnert.

Bemerkenswerth für die Frage nach dem Verbleib des Chromdiopsids bei der Zertrümmerung der Olivinfelseinschlüsse ist es, dass man häufig in Dünnschliffen des Basaltes porphyrischen Augitkrystallen begegnet, deren Kerne aus smaragdgrünem Chromdiopsid (mit Flüssigkeitseinschlüssen) bestehen, deren Umrandung aber durch eine solche neugebildete Zone von röthlichbraunem Augit gebildet wird. Makroskopisch erscheinen diese Krystalle dann schwarz und sind deshalb nicht sofort als Bruchstücke der Olivinfelseinschlüsse zu erkennen.

Eine weitere Art der Einwirkung des gluthflüssigen Magmas besteht nun darin, dass zahllose Einschlüsse eines secundären Schmelzproductes den Krystall erfüllen. Oft scheinen dieselben ganz isolirt zu sein, in anderen Fällen sind sie aber auch durch feinste Glasäderchen mit einander verbunden. Diese Erscheinung erstreckt sich entweder nur auf die Ränder der Krystalle, oder aber es dringen Schwärme solcher Schmelzeinschlüsse in das Innere derselben ein und erscheinen dann, wenn diese Züge quer vom Schliff durchschnitten werden, wie

isolirte Nester. Zuweilen sind auch ganze Krystalle von solchen Schmelzeinschlüssen erfüllt und bieten dadurch ein ganz verschlacktes Aussehen dar. Auch diese Erscheinung dürfte durch die auflösende Thätigkeit der Feldspathsubstanz hervorgerufen sein, denn wenn man einen solchen Chromdiopsid zwischen gekreuzten Nicols auf Dunkel einstellt, so löschen die besagten Einschlüsse zum grössten Theil gleichzeitig aus, und enthalten diese mithin eine amorphe Masse, ein Theil aber verhält sich auch deutlich doppelbrechend und in den grösseren dieser Einschlüsse erkennt man oft deutliche Feldspathleisten. Dabei sind dann sehr oft die Chromdiopside wieder ausgeheilt, indem sich kleine Krystallendigungen nach den Schmelzeinschlüssen hin bilden, womit gewöhnlich eine Ausscheidung von Picotit und Magnesiaglimmer Hand in Hand geht. Der Vorgang scheint also in der Weise verlaufen zu sein, dass die Feldspathsubstanz auflösend in den Krystall eindrang, dass die Lösung z. Th. in amorphem Zustand erstarrte, z. Th. sich aber auch individualisirte, wobei einestheils eine Wiedererneuerung des Chromdiopsids und Ausscheidung des Feldspaths, anderentheils aber eine Neubildung von Picotit und Magnesiaglimmer stattfand. Auch hier ist die Umwandlung oft und zwar besonders an den Rändern von einer röthlichen Färbung der angegriffenen Stellen begleitet. Wie bei den Quarzen und Feldspathen, so ist auch hier die Entstehung der isolirten Glaseinschlüsse nicht vollständig aufgeklärt, wengleich der Zusammenhang mit einer von aussen eingedrungenen Schmelzmasse nicht zweifelhaft ist.

Natürlich gehen diese beiden Arten der Umwandlung der Chromdiopside sehr oft Hand in Hand, und so zeigen die theilweise eingeschmolzenen und aus der Schmelzmasse wieder erneuerten Krystalle häufig gleichzeitig im Innern ein mehr oder weniger verschlacktes Aussehen.

Wir kommen nunmehr zu einer dritten Art der Umwandlung der Chromdiopside, welche sich ungemein häufig in den basaltischen Einschlüssen findet. Sehr oft bemerkt man, dass dunkle Schattirungen vom Basalt ausgehend (zuweilen in paralleler Richtung) den Einschluss durchsetzen, welche durch ein sehr feinkörniges Mineralaggregat hervorgebracht werden, in dem man mit der Loupe nur kleinste, glänzend schwarze Partikelchen erkennen kann. Man erhält bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck, als sei das Basaltmagma auf Adern in den Einschluss eingedrungen und mit ihm verschmolzen. Die mikroskopische Untersuchung von Dünnschliffen, die von solchen Stellen angefertigt sind, lehrt jedoch, dass man es auch hier mit Umwandlungsproducten der Chromdiopside zu thun hat. Schon bei mässiger Vergrösserung erkennt man, dass die

im Handstücke dunkel erscheinenden Partien aus Systemen paralleler Reihen von kleinen lichtgrünen Augitkryställchen bestehen, welche meist eine sehr regelmässige, kurzsäulenförmige Ausbildung haben und nur in seltenen Fällen kleine rundliche Körner darstellen. Fast stets tritt bei allen Krystallen desselben Complexes zwischen gekreuzten Nicols bei einer Drehung des Objecttisches gleichzeitig Dunkelheit ein, sie sind also gleich orientirt, und so ist nicht daran zu zweifeln, dass sie alle aus einem einzigen grösseren Krystall entstanden sind, ähnlich wie der Uralit durch Umwandlung des Augits sich bildete. Aehnliche Gebilde scheint BECKER in seiner Arbeit¹⁾ zu beschreiben und zwar sagt er darüber: „Diese letztere (nämlich eine bröckelige Zone zwischen zwei Pyroxenen) besteht aus vielen kleinen eng aneinandergelagerten, farblosen bis grünlichgrauen Körnchen, welche im polarisirten Licht verschiedenfarbig erscheinen, mithin optisch verschieden orientirt sind.“ Ohne die Richtigkeit der BECKER'schen Beobachtungen im vorliegenden Falle in Zweifel ziehen zu wollen, möchte ich bemerken, dass aus der verschiedenen Farbe der Körnchen nicht folgt, dass sie verschieden orientirt sind, da viele derselben nicht die ganze Dicke des Präparats einnehmen, andere vielleicht übereinanderliegen, und so also die Lichtstrahlen verschieden dicke Schichten des Minerals zu durchlaufen haben. Nach meinen Beobachtungen löschen aber die Krystalle der meisten Complexes, wenn sie auch bei anderen Stellungen des Präparats verschiedene Farben zeigen, doch alle bei einer und derselben Stellung aus, und dies ist für die Beurtheilung ihrer Orientirung maassgebend. Wo die Auslöschung nicht gleichzeitig stattfindet, mag dies in vielen Fällen auch darauf beruhen, dass unterliegender Feldspath störend einwirkt.

Den Beweis, dass diese Augitcomplexes thatsächlich durch die Umänderung der Chromdiopside entstanden, liefern solche Krystalle, welche nur zum Theil in diese Reihen von kleinen Augiten aufgelöst wurden; die letzteren liegen dann in der Richtung, in welcher die Spaltbarkeit des ursprünglichen Individuums verläuft und löschen gleichzeitig mit diesem aus, sind also auch mit ihm gleich orientirt.

Zwischen den Augitkrystallen liegen nun in überaus grosser Anzahl kleinste oktaëdrische Krystalle, welche namentlich bei starker Vergrösserung deutlich mit bräunlicher Farbe durchscheinen. Sie sind in Salzsäure unlöslich und können nur als Picotit gedeutet werden. Dass keine Verwechslung mit Magnet Eisen vorliegt, wird auch dadurch bewiesen, dass aus dem

¹⁾ Diese Zeitschrift 1881. pag. 45.

Pulver solcher Partien vom Magnet keine Spur von Erz ausgezogen wird.

Ferner liegen zwischen den Augitreihen in derselben Richtung, in welcher diese verlaufen, dünne Blättchen von Magnesiaglimmer, welche, wenn der Schliff parallel der Spaltungsrichtung verläuft, als unregelmässige braune Flecken, wenn er quer zu derselben geführt ist, als schmale, stark dichroitische Leisten erscheinen. Jene Augitreihen sind nun entweder dicht aneinander gedrängt oder sie sind mehr oder weniger locker; überall, wo eine Lichtung zwischen den Krystallen vorhanden ist, bemerkt man dass dieselben in eine farblose, das Licht doppelt brechende Grundmasse eingebettet sind, welche aus triklinem Feldspath besteht. Der letztere bildet meist ein verworren-blättriges Aggregat, in welchem keine regelmässigen Formen zu erkennen sind; zuweilen aber erblickt man auch schmale, leistenförmige Krystalle, welche vollkommen identisch mit den Plagioklasleisten des Basaltes sind. Dass solche Partien der Olivinfelseinschlüsse nicht ursprünglich ihre jetzige Beschaffenheit gehabt haben, sondern thatsächlich das Product einer Umänderung durch das umgebende Magma sind, das wird auf's klarste durch die stete Anwesenheit des Feldspaths bewiesen, der im frischen Olivinfels niemals vorkommt, dessen Zusammenhang mit dem Basalt in den meisten Präparaten klar zu ersehen ist, und der nicht die geringsten Symptome einer Einschmelzung verräth, wie sie bei den Feldspathen der granitischen Gesteine z. B. stets wahrzunehmen sind.

Namentlich auffallend ist es nun, dass diese umgewandelten Partien sehr scharf gegen den Basalt begrenzt sind. Oft zeigen sehr scharfkantige Bruchstücke diese Art der Umänderung, und verläuft die Grenze dann an diesen Partien ebenso geradlinig, wie da, wo Olivin an den Basalt anstösst. Auch diese Thatsache ist aber leicht begreiflich, wenn wir uns der eigenthümlichen Fähigkeit der Plagioklassubstanz, sich in einem bestimmten Stadium der Basaltbildung von den übrigen Mineralien des Magmas zu trennen, erinnern, welche wir schon mehrfach constatirt haben.

Diese Art der Umwandlung unterscheidet sich also dadurch von der ersterwähnten, dass in diesem Falle der Zusammenhang des Einschlusses im Grossen und Ganzen gar nicht gestört ist, dass vielmehr die Plagioklassubstanz direct die Krystalle selbst metamorphosirend durchdrungen hat, indem sie vielleicht den Spaltungssprüngen folgte und von hier aus ihre auflösende Thätigkeit begann. Ob hierbei der ursprüngliche Krystall sich vollständig auflöste, und also die kleinen Krystalle ihrer ganzen Masse nach Neubildungen sind, oder ob Kerne des ursprünglichen Krystalls erhalten blieben, die sich nun wieder vervoll-

ständigten, muss unentschieden bleiben; wahrscheinlicher jedoch dürfte das erstere sein, da ein zonaler Aufbau bei diesen Kristallen nicht zu beobachten ist. Bemerkenswerth ist es, dass hier die Neubildungen dieselbe grüne Farbe haben, wie die ursprünglichen Chromdiopside, während bei der ersten Art der Umwandlung die neugebildeten Augite röthliche Farbe haben. (Sollte dies vielleicht so zu erklären sein, dass höher oxydirte metallische Bestandtheile, welche bei jenen die röthliche Farbe hervorbrachten, bei dieser Art der Umwandlung in Gestalt des Picotits sich ausschieden?)

Erleichtert wurde das Vordringen der Schmelzmasse in das Innere der Einschlüsse dadurch, dass die Chromdiopside es lieben, sich zu zusammenhängenden Parteen und Lagen aneinanderzureihen, und da dieselben gewissermaassen ein für die Schmelzmasse durchlässiges Medium darboten, so sehen wir an den Handstücken die dunklen Schattirungen gleich zusammenhängenden, parallel verlaufenden Adern die Einschlüsse durchziehen. Solche metamorphosirte Einschlüsse bringen dann oft deutlicher die schiefrige Structur zur Anschauung, als die unveränderten, in denen sich der Chromdiopsid zuweilen weniger scharf vom Olivin abhebt.

Wir sehen also, dass nach der Auflösung einestheils eine Wiederausscheidung von Augit, anderentheils aber eine chemische Zersetzung der aufgelösten Masse stattfand, als deren Resultate der Picotit und der Magnesiaglimmer anzusehen sind. (Fig. 4. Taf. XVIII.)

Viel seltener als beim Chromdiopsid bemerkt man eine Veränderung beim Olivin, einmal weil der letztere der Schmelzmasse thatsächlich bedeutend grösseren Widerstand entgegensetzte, sodann aber auch, weil die Schmelzerscheinungen beim Olivin schwerer zu erkennen sind. Eine Farbenveränderung ist an den Olivinen, wenn sie mit der basaltischen Schmelzmasse in Berührung kommen, nicht wahrzunehmen, und so ist man, wenn man constatiren will, ob eine Einschmelzung dieses Minerals stattgefunden hat, hauptsächlich darauf angewiesen, zu untersuchen, ob die äussere Form der übrig gebliebenen Körner auf einen derartigen Process hindeutet. Auch hierbei ist aber die Erkennung der Schmelzerscheinungen nicht immer leicht, weil die Olivine da, wo sie mit Chromdiopsid verwachsen sind, auch schon in frischem Zustande gewöhnlich abgerundete Formen besitzen. Nichtsdestoweniger ist eine Abschmelzung der Ränder der Olivinkörner in vielen Einschlüssen ganz unverkennbar. Namentlich ist dies da der Fall, wo das Vorhandensein von Chromdiopsid der Schmelzmasse den Weg in die Einschlüsse gebahnt hatte, während sich bei Einschlüssen, welche der Hauptsache nach aus Olivin bestehen, die Ab-

schmelzung hauptsächlich auf die Ränder beschränkte. Wo nun die Schmelzmasse in die Einschlüsse eindrang, bemerkt man häufig, dass die Olivine ein eigenthümlich ausgebuchtetes, gekerbtes und zersplittertes Aussehen haben, und dass auch hier grössere Körner in mehrere kleinere zerfallen sind.

Von grossem Interesse ist es nun, dass auch beim Olivin eine Neuausscheidung des eingeschmolzenen Materials stattgefunden hat. Es zeigt sich dies namentlich schön in dem Präparat eines Einschlusses, welcher von zusammenhängenden Lagen von Chromdiopsid durchsetzt ist. Der Chromdiopsid ist zum grössten Theil in die erwähnten Complexe paralleler Reihen kleiner, grüner Augite zerfallen, und dazwischen ist eine reichliche Plagioklasmasse. Unter dem Mikroskop erkennt man nun, dass zwischen den Augitcomplexen auch an vielen Stellen Anhäufungen von kleinen z. Th. sehr regelmässig begrenzten Olivinkristallen in der ehemaligen Schmelzmasse liegen, welche — und das ist namentlich interessant — massenhafte Picotitoktaeder umschliessen. Wir haben hier in demselben Präparat die ursprünglichen Olivine des Einschlusses mit ihren Flüssigkeitseinschlüssen und die neugebildeten mit den Picotiteinschlüssen nebeneinander.

Eine besondere Erwähnung verdient ferner wegen der ganz eigenthümlichen Art seiner Umwandlung noch ein Einschluss, welcher eine so durchgreifende Metamorphose erlitten hat, dass man auf den ersten Blick gar nicht seinen Ursprung errathen sollte. Derselbe stellt eine feinkörnige, dunkelgraue Masse dar, die sich vom Basalt nur sehr wenig abhebt. In dieser sieht man makroskopisch wenige grössere Olivinkörner und einige kleine Glimmerblättchen; ausserdem erkennt man zahlreiche etwas hellere graue Flecken, die dem Einschluss ein getigertes Aussehen geben, und die durch mattglänzende, rauhe Spaltungsflächen gebildet werden. Untersucht man nun unter dem Mikroskop zunächst die hellgrauen Flecken, so erkennt man, dass dieselben den oben beschriebenen Complexen der kleinen Augitkrystalle ähnlich sehen, dass sie aber in Wirklichkeit aus parallelen Reihen kleinster ovaler Olivinkörnchen bestehen. Auch hier liegen die Körner in einer reichlichen farblosen Grundmasse, welche um jeden Complex herum noch einen hellen Hof bildet. Wendet man nun polarisirtes Licht an, so sieht man, dass die zu einem Olivincomplex gehörende Grundmasse hier aus einem einzigen grossen Feldspath-Individuum besteht, welches an dem einschlussfreien Rande deutliche Zwillingsstreifung erkennen lässt. Die Streifung geht der Richtung der Olivinreihen parallel. Das Ganze ist erfüllt mit zahllosen Picotitkörnchen,

die hier bis zu kleinsten Dimensionen herabsinken und dabei stark pellucid werden.

Die zwischen diesen helleren Flecken liegende Masse enthält ebenfalls zahllose Olivin- (und einige Augit-) Kryställchen, die aber hier alle sehr regelmässig begrenzt und weniger streng in Reihen angeordnet sind. Ausserdem sind sie viel lockerer, so dass mehr Platz für die farblose, hier aus einem verworrenen Aggregat von Plagioklas bestehende Grundmasse übrig bleibt. Auch hier finden sich massenhafte Picotitoktaeder als Einschlüsse im Olivin und im Plagioklas, sowie ferner einige Blättchen von Magnesiaglimmer. Ausserdem erblickt man grosse, röthliche, mehr oder weniger regelmässig begrenzte Augite, welche oft noch Kerne von grünem Chromdiopsid enthalten und dadurch ihre Abstammung zu erkennen geben. Die abgerundeten Umrisse der grösseren Olivine lassen deutlich eine Abschmelzung erkennen. Bemerkt sei noch, dass auch in diesem Präparat der Plagioklas eine breite Spalte zwischen Basalt und Einschluss erfüllt, und dass der Rand des letzteren mit zahllosen grossen Picotitkörnern besetzt ist. Es ist dies eine Erscheinung, welche bei sehr vielen Olivinfelseinschlüssen wahrgenommen werden kann, und zwar ist hervorzuheben, dass diese an den Rändern sich ansiedelnden Körner stets sehr wenig pellucid sind. Es ist dies wichtig für die Erklärung der Thatsache, dass man so selten in der eigentlichen Basaltmasse Picotit erkennt.

BECKER hat in seiner Arbeit eine Beschreibung der secundären Glaseinschlüsse in den Olivinen gegeben. Dieselben erinnern ganz an die bei den Quarzen schon beschriebenen Erscheinungen, mit dem Unterschiede jedoch, dass dort meist keine fixe Libelle zu beobachten war, dies hier aber sehr oft der Fall ist. Wie bei den Quarzen, so scheinen dieselben auch hier zuweilen den Lagen der Flüssigkeitseinschlüsse gefolgt zu sein, denn nicht selten sieht man beide durcheinander liegen. Das Glas erscheint wie beim Quarz fast farblos. Niemals aber erhalten die Krystalle durch diese Einschlüsse ein so verschlacktes Aussehen, wie die Augite, was schon dadurch bedingt ist, dass beim Olivin die Farbe gar nicht alterirt wird. Auch die BECKER'sche Beschreibung der durch künstliche Einschmelzung erzeugten secundären Glaseinschlüsse in den Olivinen kann ich durchaus bestätigen.

Ferner war es von Interesse zu untersuchen, ob auch beim Olivin eine Abschmelzung nach den Krystallflächen stattgefunden hat, ähnlich wie es der Chromdiopsid zeigt. Im Basalt erblickt man sehr oft Olivinkrystalle, welche nur in rohen Umrissen die Form des Olivins darstellen, aber keine scharfen

Ecken und Kanten besitzen, während andere Krystalle wieder mit auffallend scharfen Formen in der Grundmasse liegen. Dies zusammengenommen mit der Angabe ZIRKEL's, dass auch in den Olivinen des Basaltes Flüssigkeitseinschlüsse vorkommen, lässt vermuthen, dass auch beim Olivin eine Einschmelzung nach Krystallflächen und dann vielleicht auch eine Wiedererneuerung aus der Schmelzmasse stattgefunden habe. Die Untersuchung der Einschlüsse und der basaltischen Olivine konnte mir indessen hierfür schon deswegen keinen Beweis liefern, weil, wie aus dem vorher Gesagten folgt, eine deutliche Grenze zwischen dem alten und dem neuen Krystall kaum erwartet werden konnte. Eine Andeutung für solche Vorgänge kann jedoch darin erblickt werden, dass viele Olivinkrystalle des Basaltes in der äusseren Umrandung Picotiteinschlüsse besitzen, im Innern aber nicht. Während nun meine Untersuchungen am Basalt in dieser Beziehung ohne festes Resultat blieben, lieferten andere Beobachtungen den Beweis, dass Beides, sowohl die Abschmelzung nach Krystallflächen, als die Wiedererneuerung aus der Schmelzmasse auch beim Olivin vorkommen kann.

Zunächst wurde ein Schmelzversuch in folgender Weise angestellt:

In einem hessischen Thontiegel wurde ein Stück Olivinfels in Labradorpulver eingebettet und das Ganze in einem Schmelzofen ca. 2 Stunden einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt. Sodann wurde der Zug des Ofens abgesperrt und dadurch eine langsame und gleichmässige Abkühlung der Schmelzmasse bewirkt. Nach der Erkaltung wurde der Tiegel zerschlagen, und es zeigte sich nun, dass auch der Olivin zum grossen Theil geschmolzen war und sich am Boden des Tiegels ausgebreitet hatte, während der specifisch leichtere Labrador darüber schwamm. Inwieweit eine Vermischung beider Substanzen stattgefunden hat, ist nicht zu constatiren. Die Labradorschmelzmasse ist zu einer Trachyt-ähnlichen Masse erstarrt, welche, wie man unter dem Mikroskop sieht, aus Plagioklasleisten mit deutlicher Zwillingsstreifung besteht. Der eingeschmolzene Olivin ist z. Th. in amorphem Zustande als braunes Glas erstarrt, z. Th. hat er sich in langen Krystallnadeln, in Krystallskeleten (Olivin?) von den zierlichsten Formen, oder auch in allseitig sehr schön ausgebildeten Krystallen wieder ausgeschieden. Dazwischen aber sind einige grössere Körner von ursprünglichem Olivin noch erhalten geblieben, welche sehr schön die secundären Glaseinschlüsse zeigen (hier braunes Glas), daneben aber auch noch Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglichen Libellen enthalten. Bei einigen dieser Körner sind nun die Ränder mit zahlreichen kleinen Krystallendigungen

besetzt, und zwar gehen die Begrenzungslinien der Ränder im Ganzen genommen den Begrenzungslinien der kleinen Krystallendigungen parallel. Es muss also auch hier eine Einschmelzung parallel den Krystallflächen und darauf eine Erneuerung des Krystalls stattgefunden haben. Eine scharfe Grenze zwischen der Substanz des ursprünglichen Krystalls und den neugebildeten Endigungen ist nur insofern zu bemerken, als zwischen die einzelnen Endigungen feine Lämpchen des umgebenden braunen Glases eingeklemmt sind.

Weiter oben wurde ein Präparat erwähnt, welches von der Schmelzrinde einer Olivinbombe vom Dreiser Weiher hergestellt wurde. Viele der in derselben liegenden losgebröckelten Olivinkörner sind ebenfalls mit kleinen neugebildeten Endigungen besetzt, ohne dass eine bestimmte Grenze zwischen diesen und dem Krystallrest zu erkennen ist. Dagegen liegen in den neugebildeten Rändern zahlreiche Picotite, die den mittleren Partien fehlen.

Wenn sich also in einem regelmässig begrenzten Olivinkrystall im Basalt Flüssigkeitseinschlüsse finden sollten, so würde ich es für wahrscheinlicher halten, dass hier ein Rest eines ursprünglichen Krystalls in der angegebenen Weise ausgeheilt wurde, als dass ein aus dem Basalt vollkommen neu ausgeschiedener Krystall vorliegt. Das Gleiche gilt von den Augiten, welche Flüssigkeitseinschlüsse enthalten (cf. pag. 531).

Auch der Enstatit hat deutliche Veränderungen durch das basaltische Magma erlitten, doch findet auch er sich bedeutend häufiger in anscheinend frischen Individuen, als der Chromdiopsid. Namentlich bemerkt man beim Enstatit eine eigenthümliche Trübung und im Zusammenhang damit eine Störung der optischen Verhältnisse. Stellt man bei gekreuzten Nicols den Enstatit auf Dunkel ein, so leuchten die angegriffenen Partien hell auf. Was indess das Endproduct dieser Zersetzung ist, konnte ich nicht ergründen, doch vermthe ich, dass der Enstatit in monoklinen Pyroxen umgewandelt wird. Interessant ist es, das Verhalten der eingelagerten braunen Nadelchen und Leistchen dem Basaltmagma gegenüber zu beobachten. In dem Präparat eines Olivinfelseinschlusses aus dem Unkeler Basalt stösst ein Enstatitkrystall an die Basaltgrenze an. An der letzteren sind die braunen Nadelchen stark geschwärzt und kaum noch pellucid. Auch hierdurch wird die Beobachtung bestätigt, dass der Picotit an der Basaltgrenze eine dunklere Farbe annimmt, als im Innern der Einschlüsse. Ein bemerkenswerthes Resultat ergiebt ferner ein Schmelzversuch. Es wurde zu grobem Pulver zerstoßener Olivinfels (Olivin-Enstatit-Gestein) mit Andesitpulver gemischt geschmolzen. Die Hitze war nicht hinreichend, um das Ganze zu ver-

flüssigen. Der Andesit ist geschmolzen, zahllose Olivin- und einige Enstatitkörner sind aber übrig geblieben. Die letzteren sind von Höfen kleinerer farbloser Krystalle umgeben, deren Natur nicht festgestellt wurde, die aber zweifellos ein Umwandlungsproduct des Enstatit sind. Die braunen Einlagerungen des Enstatits setzen sich nun in der ursprünglichen Lage durch die genannten Höfe fort, sind aber bedeutend dunkler geworden und haben eine offenbare Umschmelzung erlitten; man bemerkt Einschnürungen an ihnen, welche dadurch hervorgerufen zu sein scheinen, dass die Nadelchen in Reihen aneinander gewachsener Oktaëder umgewandelt worden sind, wodurch Gebilde entstanden sind, wie man sie beim Silber, Kupfer etc. zu sehen gewohnt ist.

Eine sehr weitgehende Veränderung hat ferner auch der Glimmer durch das gluthflüssige Magma erlitten. Derselbe ist in eine höchst feinkörnige Masse aufgelöst, in welcher man neben massenhaften sehr kleinen, schwarzen Erzausscheidungen rundliche Körnchen eines anderen Minerals erblickt. Weder die Natur der Erzausscheidungen, noch die des letzteren Minerals konnte mit Sicherheit festgestellt werden, da die ganze Masse so sehr getrübt ist, dass auch die stärkste Vergrößerung keine Klarheit verschafft.

Endlich hat auch der Picotit häufig eine Umschmelzung in Haufwerke kleinerer Individuen erlitten, wenngleich hier im einzelnen Fall schwer zu beurtheilen ist, ob man es mit Neubildungen zu thun hat oder mit ursprünglichen Krystallen, da auch die letzteren sich zuweilen in ähnlicher Weise zusammenschaaren.

Ganz eigenthümliche Verhältnisse zeigen ferner noch einige Einschlüsse, welche nachstehend beschrieben werden sollen.

Zunächst sei hier noch ein Olivinfelseinschluss vom Finkenberg erwähnt, welcher an einer Seite in ein Aggregat von schwarzem Augit und Olivin übergeht. Die Augite sind gar nicht von denjenigen zu unterscheiden, welche so häufig porphyrische Einsprenglinge im Finkenberger Basalt bilden, der Olivin, welcher an Menge gegen den Augit sehr zurücktritt, zeigt nicht die hellgrüne Farbe der dem unveränderten Theil des Einschlusses angehörenden Körner, sondern ist gelblich gefärbt. Ein ähnliches Mineralaggregat durchsetzt nun, von jener dunklen Umrandung unter beinahe rechtem Winkel ausgehend, auch den Einschluss selbst in einer breiten Ader. Aus diesem Handstück wurde eine Platte herausgeschnitten und zu einem grösseren mikroskopischen Präparat verarbeitet. Die erwähnte Ader ist hier noch schmaler und zeigt noch nicht so viele schwarze Augite, wie an der Oberfläche des Hand-

stücks. Unter dem Mikroskop erweist sich dieselbe als eine der mehrerwähnten chromdiopsidreichen Lagen, deren mittlere Partien stellenweise von Anhäufungen von Picotit durchzogen werden. Die Chromdiopside haben z. Th. eine Umwandlung durch eingedrungene Plagioklassubstanz erlitten, viele sind an den Rändern geröthet und verschlackt, andere in Reihen kleinerer Augite aufgelöst, die hier ausnahmsweise röthlich gefärbt sind. In dem übrigen Theil des Einschlusses tritt der Chromdiopsid in Gestalt kleiner Partien auf, welche die Räume einnehmen, die der Olivin übrig lässt. Ausserdem kommen einige Enstatitkörner in dem Einschluss vor.

Von den schwarzen Augiten am Rande ist nun ohne Zweifel ein Theil ebenfalls durch Umwandlung der Chromdiopside entstanden, indem die Ränder in der mehrerwähnten Weise abschmolzen und wieder erneuert wurden, wobei dann die röthliche Umrandung die Krystalle für die makroskopische Betrachtung schwarz erscheinen lässt. Die smaragdgrüne Farbe der Chromdiopside wird indessen hierbei nicht ausschliesslich an den Rändern alterirt, sondern auch das Innere der Krystalle zeigt im Dünnschliff einen bräunlichen Farbenton. Ob indessen alle Augite dieser Zone, welche zum Theil sehr scharfe Krystallformen haben und auch gegen den Basalt scharf begrenzt sind, durch directe Umwandlung der Chromdiopside entstanden sind, dürfte zweifelhaft sein. Man müsste, wenn dies der Fall wäre, annehmen, dass eine zweite Chromdiopsidschicht die erstgenannte quer durchschnitten hätte und dass die Chromdiopsidader sich nach der Oberfläche des Einschlusses hin unverhältnissmässig erbreitert hätte.

Da aber eine derartige Structur niemals bei unveränderten Einschlüssen wahrgenommen worden, bei jener Umrandung auch keine sehr scharfe Grenze gegen den Einschluss zu erkennen ist, der schwarze Augit sich vielmehr allmählich verliert, und da ferner die dem Basalt zunächst liegenden Krystalle bedeutend grösser sind, als die entfernteren, so scheint sich ein grosser Theil des Augits vollständig neugebildet zu haben. Da aber namentlich in der Nähe des Basaltes die Olivinkrystalle an Menge gegen den Augit sehr zurücktreten, so scheint der letztere zum Theil den Raum einzunehmen, welchen früher der Olivin einnahm, und muss man also annehmen, dass der Einschluss am Rande theilweise eingeschmolzen und dadurch von einer Schmelzmasse umgeben wurde, welche bedeutend basischer war als das Basaltmagma und noch viele Reste des Einschlusses enthielt. Wenn sich aus dieser nun vorherrschend Augit ausgeschieden hat, so muss die Olivinsubstanz eine chemische Veränderung erlitten haben. Eine starke Abschmel-

zung der übrig gebliebenen Olivine ist in dieser Zone nicht zu verkennen. Viele Körner zeigen eine abgerundete Form, andere sind in mehrere Körner zerlegt, wieder andere — namentlich näher an der Basaltgrenze — zeigen auch Andeutungen von regelmässigen Formen, welche vielleicht auf eine Abschmelzung nach den Flächen der Krystallform schliessen lassen. Ausserdem zeigen die Olivine dieser Zone eine Erscheinung, die ich in gleicher Vollkommenheit bisher nur bei in dieser Weise metamorphosirten Einschlüssen beobachtet habe. Es finden sich nämlich in derselben — und zwar in einigen sehr reichlich — eigenthümliche secundäre Schmelzeinschlüsse, welche neben einem farblosen Glase ein braungelbes Mineral enthalten, von dem zuweilen mehrere Individuen in demselben Einschluss sitzen. Das Mineral zeigt starken Dichroismus und bei gekreuzten Nicols lebhaftes Polarisationsvermögen, während die farblose Masse gleichzeitig mit dem Olivin auslöscht. Allem Anschein nach liegen also hier Ausscheidungen von Magnesiaglimmer aus dem Glase der secundären Glaseinschlüsse vor. Daneben erblickt man zuweilen in der farblosen Glasmasse noch eine fixe Libelle. Dass hier ein von den bisher besprochenen Umwandlungen etwas abweichender Vorgang stattgefunden hat, wird auch noch dadurch documentirt, dass zwischen den Olivinen und Augiten nicht allein Nester von Plagioklas (mit den gewöhnlichen Ausscheidungen) eingeklemmt sind, sondern dass auch an mehreren Stellen Fetzen von normaler Basaltmasse selbst in einiger Entfernung von der Grenze zwischen denselben sitzen.

Eine andere Erscheinung ist noch zu erwähnen, welcher wir hier zum ersten Mal begegnen. In der dunklen Zone erkennt man zwischen den Augiten und Olivinen in Plagioklas eingebettete Nester von zahllosen rothbraunen Stäbchen eines wenig pelluciden Minerals, welches zuweilen stark in die Länge gezogene sechseckige Durchschnitte zeigt und an den durchscheinenden Stellen deutlichen Dichroismus erkennen lässt. Der grössere Theil derselben ist in einer bestimmten Richtung angeordnet, der kleinere Theil bildet zwei weitere Systeme, welche das erstere unter schieferm Winkel in der Weise durchschneiden, dass sechseckige Figuren entstehen. Dieses Mineral wurde als Glimmer gedeutet; welcher Varietät derselbe aber angehört, bleibe dahingestellt. Oft sind solche dunkle Stäbchen mit helleren Lamellen von unzweifelhaftem Magnesiaglimmer verwachsen. Zwischen den Glimmermikrolithen erkennt man ferner grössere Krystalle blassröthlichen Augits, welche mit der Prismenaxe ebenfalls in der Richtung des vorherrschenden Systems von Stäbchen angeordnet sind und an den Rändern der Nester zuweilen überragen und einen geschlossenen Hof um

um die letzteren bilden. SOMMERLAD beschreibt¹⁾ in einer Arbeit über Hornblendebasalte Gebilde, welche der Beschreibung und den Abbildungen gemäss sehr grosse Aehnlichkeit mit diesen Partien haben. Er hält die dort auftretenden Mikrolithe für Hornblende, welche durch Umwandlung grosser älterer Hornblendekrystalle entstanden ist. Vielleicht liegen aber auch hier nicht Hornblende-, sondern Glimmermikrolithe vor, eine Vermuthung, welche um so näher liegt, als auch in meinen Präparaten diese Gebilde schwer von Hornblende zu unterscheiden sind. Die Spaltbarkeit kann bei diesen winzigen Kryställchen kaum festgestellt werden, und ebenso giebt die optische Untersuchung unsichere Resultate, da die Mikrolithe vollständig in Feldspath oder Augit eingehüllt sind. Für Glimmer aber spricht die Anordnung zu sechsseitigen Figuren, und es ist wohl gestattet, hier die Erscheinungen zur Vergleichung heranzuziehen, welche ROSENBUSCH²⁾ beim Magnesiaglimmer in den Glimmerdioriten beschreibt. Weiter unten wird ein Einschluss beschrieben werden, bei welchem die Mikrolithe auf grössere Erstreckung im Einschluss dieselbe Richtung beibehalten, und ist eine solche Krystallisationskraft wohl beim Glimmer, aber nicht bei der Hornblende bekannt. Ein schönes Beispiel hierfür liefert ein im Bonner Museum befindlicher Olivinfelsauswürfling von Dockweiler, welcher von zahllosen, durch Umschmelzung entstandenen, grossen Glimmerlamellen durchsetzt ist, die durch grössere Theile des Einschlusses dieselbe Richtung beibehalten. Da sich ferner in manchen Augiteinschlüssen aus dem Basalt vom Finkenberg Reste von grösseren Hornblendekrystallen finden, welche von denselben Glimmermikrolithen umgeben sind, und auch v. LASAULX ähnliche Schmelzerscheinungen bei Hornblendeinschlüssen in den alten Laven der Serra Giannicola in der Valle del Bove am Aetna beschreibt³⁾, so scheint es, dass thatsächlich durch Umwandlung der Hornblende dieselben Producte entstehen, wie durch Umwandlung des Chromdiopsids.

Dass diese Mikrolithe aber im vorliegenden Fall durch Umschmelzung von Chromdiopsid entstanden sind, wird dadurch bewiesen, dass dieselben Stäbchen in einem Aggregat Reihen-förmig angeordneter Augite liegen, welches sich in der Chromdiopsidader findet, und dessen Bildung durch Umwandlung von Chromdiopsid nicht zweifelhaft ist.

1) N. Jahrbuch f. Mineral. 1882., II Beilageband, pag. 151.

2) Mikr. Physiogr. II. pag. 244.

3) SARTORIUS-LASAULX, Der Aetna Bd. II. pag. 437 u. a. O. Als Contactwirkung der Lava auf präexistirende Hornblendekrystalle werden dort auch die Magnetitkränze angesehen, welche stets die Hornblenderudimente umsäumen.

Ich fand nun eine ganze Reihe von Einschlüssen, welche ähnliche Veränderungen erlitten haben, wie der eben beschriebene.

So ist ein anderer Olivinfelseinschluss, der ebenfalls unter dem Mikroskop ziemlich viel Chromdiopsid erkennen lässt, fast allseitig umgeben von einem stellenweise 7 mm breiten Saum, bestehend aus einem Aggregat von schwarzem Augit, der zum Theil sehr regelmässige Krystallform zeigt, und von rundlichen Olivinkörnern, zwischen denen Partien von Plagioklas, kleine Nester der Glimmermikrolithe und an einer Stelle auch ein Lappen normaler Basaltmasse liegt. Von dieser Umrandung aus durchziehen den Einschluss mehrere kaum 1 mm breite, sich mehrfach gabelnde Adern, die ebenfalls von schwarzem, im Dünnschliff bräunlichem Augit erfüllt sind. An mehreren Stellen treten diese Augite zurück und machen Nestern von Feldspath mit eingelagerten Glimmermikrolithen und rothbraunen Augiten Platz. Diese Adern scheinen nicht durch Umschmelzung von präexistirenden Chromdiopsidschichten entstanden zu sein, der Augit scheint sich vielmehr grösstentheils vollständig neugebildet zu haben. Wahrscheinlich hatte sich die Schmelzmasse beim Durchdringen des Gesteins mit aufgelöstem Augit gesättigt und lagerte diesen in den Spalten wieder ab.

Am deutlichsten aber beweist die Neubildung des Augits an den Rändern der Olivinfelseinschlüsse ein Handstück vom Finkenberg, welches einen etwa 3 cm grossen Einschluss von Olivinfels enthält, der zahlreiche, unregelmässig verstreute Chromdiopside erkennen lässt. Von drei Seiten ist derselbe von einem breiten Kranz grosser, glänzenschwarzer Augite umgeben, zwischen welchen (makroskopisch wenigstens) kein Olivin wahrzunehmen ist.

Auch im Unkeler Basalt fand ich einen von glänzend schwarzen Augiten umrandeten Einschluss, in welchem jedoch die Glimmermikrolithe fehlen. Der Basalt sitzt in Adern und Lappen zwischen den Augiten; Olivin ist nur noch in einzelnen Körnern vorhanden und erfüllt in derselben Vertheilung auch auf eine gewisse Strecke den umgebenden Basalt, der in der Nähe des Einschlusses bedeutend dunkler und feinkörniger ist, als weiter von demselben entfernt, eine Erscheinung, welche übrigens bei mehreren dieser Einschlüsse wahrgenommen wurde.

In einigen Handstücken bemerkt man auch, dass die Aggregate von schwarzem Augit und Olivin nicht so innig mit dem Einschluss verwachsen sind, wie in dem eben beschriebenen. So setzt sich an einen Olivinfelseinschluss aus dem Finkenberger Basalt, dessen Grenze ganz geradlinig verläuft,

ein Wulst dieses Mineralaggregats an, und unter dem Mikroskop erkennt man, dass derselbe vom Einschluss durch schmale Fetzen normalen Basaltes und mehr nach der Mitte zu durch zwischengeklebten Plagioklas getrennt ist, welcher letztere auch zwischen den einzelnen Krystallen sitzt.

Diese Augit-Olivin-Säume stellen also vollständig metamorphosirte Theile der Olivinfelseinschlüsse dar und liefern somit in mancher Hinsicht ein Analogon zu den Schmelzsäumen um die Kieselsäure-reichen Einschlüsse.

Von vornherein war es nun zu erwarten, dass sich Einschlüsse finden würden, welche nicht nur am Rande diese Umwandlung erfahren haben, sondern welche vollständig in derartige Aggregate von schwarzem Augit und Olivin mit zwischengelagertem Plagioklas umgewandelt worden sind.

Vor allen Dingen sind es natürlich an Chromdiopsid sehr reiche Gesteine gewesen, welche eine solche Umwandlung erfahren haben, und man bemerkt nun an einer Reihe von Einschlüssen, wie stufenweise die ursprünglichen Krystalle immer mehr durch Neubildungen verdrängt werden.

Ein Einschluss vom Finkenberg besteht ganz aus einem solchen Aggregat von (makroskopisch) schwarzen Augiten und wenig Olivin. Den ersteren scheinen hier stets noch die ursprünglichen Chromdiopside zu Grunde zu liegen. Dieselben haben im Ganzen ihren früheren Zusammenhang noch bewahrt, Feldspath tritt zwar allenthalben, aber immer nur in geringer Quantität zwischen den Krystallen auf. Die Umwandlung ist hier hauptsächlich durch eine sehr durchgreifende Verschlackung und im Zusammenhang damit durch eine Veränderung der Farbe hervorgebracht. Bei der Verschlackung ist nun hier eine eigenthümliche Erscheinung zu beobachten. An die Stelle der sonst beobachteten Schmelzeinschlüsse tritt nämlich in vielen Krystallen ein vielverzweigtes Geäder von dunklem, stark dichroitischem Glimmer, der, ohne regelmässige Begrenzung zu zeigen, auf grössere Strecken in derselben Richtung orientirt ist und mit den vorhin erwähnten Glimmermikrolithen vollständig identisch zu sein scheint. Dieser Schriff ist für die Entstehung des Glimmers durch die Einschmelzung des Chromdiopsids beweisend.

Ein anderer Einschluss, dem vorigen makro- und mikroskopisch sehr ähnlich, aber schon in erhöhtem Maasse von Feldspath durchdrungen, zeigt dementsprechend an den Rändern der Chromdiopside schon mehr neugebildeten Augit und in Verbindung damit mehr regelmässige Krystallformen. Der Olivin ist hier ebenfalls weit mehr zerstört. Grössere Krystalle sind durch eine Menge von Sprüngen resp. feinsten Schmelzäderchen in ein Mosaik von kleineren rundlichen Kör-

nern zerlegt, zwischen denen sich viele Erzausscheidungen und zwar namentlich die schon oft genannten Eisenglanztäfelchen angesiedelt haben. Bei anderen erweitern sich die Schmelzadern und es liegen rundliche Olivinkörnchen in einer deutlichen Feldspathmasse. Der dunkle Glimmer fehlt in diesem Einschluss, er ist ersetzt durch zahlreichere Eisenglanzkristalle.

So steigert sich in einer Reihe von Handstücken die Umwandlung immer mehr, wobei der Feldspath, die neugebildeten Augite und die Glimmermikrolithe (zuweilen an deren Stelle auch die Eisenglanztäfelchen) eine immer grössere Rolle spielen, und wenn nicht der allmähliche Uebergang von typischen Olivinfelsmassen in diese Gebilde klar vor Augen läge, so könnte man wohl bei oberflächlicher Betrachtung geneigt sein, an Einschlüsse von Feldspath-haltigen Gesteinen, also von Olivindiabas oder Gabbro zu denken. Allerdings müsste man schon dadurch eines Besseren belehrt werden, dass der Feldspath hier nirgendwo Umschmelzungserscheinungen zeigt, wie diese doch in den granitischen und trachytischen Einschlüssen immer gefunden werden. Jeden Zweifel an der Entstehung dieser Gesteine durch Umwandlung von Olivinfels müssen aber solche Einschlüsse zerstreuen, welche noch Kerne von unverändertem Olivinfels enthalten, und auch solche Beispiele lieferte der Basalt vom Finkenberg. Namentlich sei hier ein Handstück erwähnt, in welchem ein grosser Einschluss dieser Art eine kleine Partie von unverändertem Olivinfels enthält, welche aus Olivin und smaragdgrünem Chromdiopsid besteht.

Wir kommen nun weiterhin zu einem Handstück, dessen Untersuchung folgenden Befund ergab. Ein etwa 11 cm grosser Einschluss zeigt makroskopisch eine in der Farbe sich vom Basalt kaum unterscheidende grobkörnige Masse, in der man neben vorherrschendem schwarzem Augit zahlreiche ziemlich grosse Olivinkörner wahrnimmt, welche letztere auch an einigen Stellen noch etwas grössere zusammenhängende Partien bilden. Im Dünnschliff erkennt man schon mit blossem Auge, dass die rundlichen Olivinkörner und Augitkrystalle, welche letztere zum grossen Theil regelmässige Krystallform angenommen haben, nur noch an wenigen Stellen mit einander verwachsen sind. Die meisten Körner sind isolirt durch eine dunkle Masse, die sich schon unter der Loupe in eine farblose Grundmasse und zahllose dunkle, langgestreckte Einlagerungen auflöst, welche auf grosse Strecken in gleicher Richtung verlaufen, ohne in dieser durch die eingestreuten grossen Olivin- und Augitkörner gestört zu werden (cf. pag. 543).

Unter dem Mikroskop erkennt man, dass die Olivine rund-

liche, unzweifelhaft auf eine Abschmelzung hinweisende Formen, im übrigen aber eine sehr reine Substanz mit Zügen deutlicher Flüssigkeitseinschlüsse darstellen. Die Kerne der grossen Augite zeigen deutlich die Mikrostructur der Chromdiopside, sie enthalten zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse und zum Theil auch die charakteristischen braunen Einlagerungen. Die Farbe aber ist eine bräunliche geworden und die Krystalle zeigen in schönster Weise die Abschmelzung nach Krystallflächen, sowie die Zonen von gleich orientirtem, neugebildetem, röthlichbraunem Augit. Daneben haben manche Krystalle eine starke Verschlackung erlitten. Die meisten dieser Augite und Olivine sind nun vollständig isolirt durch eine krystallinisch gewordene Schmelzmasse, deren makroskopisches Aussehen schon beschrieben wurde. Die farblose Masse besteht wieder aus einem verworrenen Aggregat von Plagioklas mit deutlicher Zwillingsstreifung, in welchem neugebildete, röthlichbraune Augite eingelagert sind. Das Ganze ist erfüllt von den schon öfter erwähnten langgestreckten, dunklen Glimmermikrolithen, die zum grössten Theil in derselben Richtung, ohne durch die eingelagerten Reste des ursprünglichen Einschlusses gestört zu werden, durch grosse Theile des Präparates hindurchgehen, während zwei andere Systeme von weniger zahlreichen Mikrolithen das erste in solcher Weise schneiden, dass sich die Stäbchen zu Sechsecken zusammengruppiren, wie es schon vorher beschrieben wurde. Da die neugebildeten Augite, welche in Gegensatz zu den älteren keine Flüssigkeitseinschlüsse beherbergen, auch hier mit ihrer Prismenaxe der Richtung des ersten Systems der Glimmermikrolithe parallel gehen, so sind auch sie auf grosse Erstreckung gleich orientirt, was namentlich bei Anwendung polarisirten Lichtes deutlich hervortritt. In Folge dessen sieht man denn auch, dass einige grössere Stellen des Handstücks bei einer gewissen Haltung gegen das Licht einen schwachen Reflex geben.

Der mit dem Glimmer associirte Augit ist seiner Substanz nach offenbar identisch mit den Zonen neugebildeten Augits, welche die Kerne des ursprünglichen Chromdiopsids umgeben, und so machen wir hier die interessante Beobachtung, dass die Anziehungskraft des Krystallrestes auf den in Lösung befindlichen Augit nur bis zu einem gewissen Grade zur Geltung kam, während dann diejenige Kraft überwog, welche die sämmtlichen Neubildungen in einer einzigen Richtung anzuordnen bestrebt war.

Auch hier scheinen die Neubildungen z. Th. den Platz einzunehmen, wo früher Olivin vorhanden war; dafür sprechen wenigstens kleine abgeschmolzene Splitter von Olivin, die zuweilen zwischen denselben liegen. Derselbe muss also, da wir

in diesen Einschlüssen keinen neugebildeten Olivin entdecken können, auch einen Theil des Materials für die Neubildungen geliefert haben.

Noch weiter ist die Vertretung der ursprünglichen Mineralien durch Neubildungen in einem anderen Einschluss vom Finkenberg gediehen, der dem vorigen im Allgemeinen sehr ähnlich sieht. Hier aber reflectiren die Augitspaltungsflächen des ganzen ca. 5 cm grossen Einschlusses das Licht gleichzeitig, und ist dies ein Beweis dafür, dass hier eine sehr durchgreifende Umschmelzung stattgefunden hat.

So beobachten wir denn einen ganz allmählichen Uebergang von den Olivinfelseinschlüssen zu gewissen Augiteinschlüssen, und wird dadurch die Einschlussnatur dieser Gebilde festgestellt, welche man auf den ersten Blick für Ausscheidungen zu halten geneigt sein könnte. Ihre Entstehung ist also ganz analog derjenigen der feldspathreichen Einschlüsse im Petersberger Basalt.

Aber auch noch in anderer Beziehung ergibt sich ein Zusammenhang zwischen dem Olivinfels und einem Theil der Augiteinschlüsse. Unter den Auswürflingen vom Dreiser Weiher kommen neben Olivinfelsbomben, und zuweilen mit diesen verwachsen, grosse Stücke von grünem Augit vor, welche häufig rundliche Körner von Olivin umschliessen und wohl mit dem Chromdiopsid identisch sind.

Viele der grossen Spaltungsstücke von schwarzem Augit im Basalt scheinen nun durch Umschmelzung eben solcher älterer Augiteinschlüsse entstanden zu sein, wie sie die genannten Auswürflinge aufweisen.

Einige dieser Einschlüsse haben sich sogar noch ziemlich frisch erhalten. So besteht ein Einschluss aus dem Finkenberger Basalt aus mehreren bis 3 cm grossen schwarzen, im Dünnschliff bräunlichen Augitindividuen, vielen z. Th. ziemlich grossen Partien von Olivin und zahlreichen dunklen, im Dünnschliff grün durchscheinenden Picotitkörnern. Der Einschluss ist von mehreren vom Basalt ausgehenden Schmelzadern durchzogen, welche dem Augit stellenweise regelmässige Krystallformen verliehen und den Olivin mehrfach durchbrochen haben. An mehreren Stellen bildet die Schmelzmasse grössere Nester, und es sind hier verhältnissmässig sehr grosse Plagioklaskrystalle zur Ausscheidung gekommen.

Wie sehr diese Einschlüsse aber zuweilen durch die Einwirkung des gluthflüssigen Magmas verändert sind, zeigt sehr schön ein Einschluss aus dem Basalt vom Dächelsberg bei Oberbachem, der aus mehreren grossen Individuen von schwarzem Augit besteht. In diesen bemerkt man schon im Handstück kleine Partien, welche sich durch stärkeren Glanz

vor ihrer Umgebung auszeichnen und die, wie ein von einer solchen Stelle angefertigter Dünnschliff lehrte, Reste von älteren Augiten sind. Dieses ältere Mineral stellt eine nur von Flüssigkeitseinschlüssen verunreinigte Substanz von lichtgelblichgrüner Farbe dar und ist von geradlinigen, parallelen Spaltungssprüngen durchzogen. Schon mit blossem Auge sieht man nun, dass die klare Substanz des ursprünglichen Augits von breiten, vom Basalt ausgehenden Adern durchzogen ist, auf welchen dieselbe getrübt erscheint.

Unter dem Mikroskop erkennt man, dass auf schmalen Spalten eine basaltische Schmelzmasse in den Krystall eingedrungen ist, welche aus verhältnissmässig grossen Plagioklasleisten, trichitähnlichen Gebilden von Eisenglanz und einzelnen Magneteisenkörnern besteht, und in welcher ferner einzelne scharf umgrenzte, sehr kleine Olivinkryställchen liegen. Die Schmelzadern, welche zum Theil der Spaltungsrichtung folgen, zum Theil aber auch von dieser abzweigend quer zu derselben verlaufen, bilden die Mitte der getriebenen Partien. Die Trübung selbst ist nun dadurch hervorgebracht, dass die in den Spalten vorgedrungene basaltische Schmelzmasse nach beiden Seiten hin zerstörend auf den Augit eingewirkt hat, indem sie ihn in derselben Weise verschlackte, die vorher beschrieben wurde. (Die dunklen Grenzlinien der verschiedenen dichten Substanzen bewirken dabei eine Trübung, obgleich die eingeschlossenen Substanzen nur sehr schwach gefärbt sind.) Auch hier beobachtet man nun die schon mehrfach erwähnte Erscheinung, dass der zerstörte Augit das Bestreben hat, die verwundeten Stellen wieder auszuheilen, und so treten denn namentlich an den Rändern der Spalten die massenhaften kleinen Einschlüsse zurück und machen weniger zahlreichen grösseren Platz: Der Augit reinigt sich wieder von den eingedrungenen Substanzen und bildet gegen die wieder abgesonderte basaltische Masse hin viele kleine Krystallendigungen, während aus dieser der Feldspath in grossen Individuen zur Ausscheidung gelangt, neben denen man zuweilen auch kleine regelmässig begrenzte Olivinkrystalle sieht. Dabei unterscheidet sich auch hier der neugebildete Augit von dem ursprünglichen durch seine röthlichbraune Färbung. (Fig. 5. Taf. XVIII.) In ähnlicher Weise hat die Ausheilung des Krystalls auch an der Basaltgrenze stattgefunden, denn auch hier beobachtet man regelmässige Krystallformen, verbunden mit der röthlichbraunen, Einschluss-ärmeren Umrandung. Es wurde nun ein zweiter Schliff von einer Stelle desselben Handstücks angefertigt, welche an die Partie, von der das erste Präparat genommen war, anstösst, aber keine Reste des älteren Krystalls mehr erkennen lässt. Hier ist die Ausheilung des Augits schon

bedeutend weiter gediehen, die eingedrungene Schmelzmasse hat sich zu grossen, zum Theil ganz isolirten Nestern wieder gesammelt, und der bei Weitem vorherrschende Plagioklas hat sich in grossen, schön gestreiften Individuen ausgeschieden. Daneben finden sich auch hier kleine neugebildete Olivinkrystalle und zahlreiche Erzausscheidungen mit grossen oktaëdrischen Durchschnitten, von denen die meisten undurchsichtig sind. (Fig. 6. Taf. XVIII.) Die Bildung der kleinen Olivinkrystalle, welche ich in dieser Weise nur in den Einschlüssen vom Dächelsberg beobachtet habe, ist räthselhaft. Durch Umwandlung präexistirenden Olivins scheinen dieselben nicht entstanden zu sein, da die unveränderten Stellen keinen Olivin enthalten, während sie andererseits so zahlreich sind, dass sie schwerlich mit der basaltischen Schmelzmasse eingedrungen sein können.

Der Augit ist also in diesem Theile des Einschlusses vollständig metamorphosirt, die Flüssigkeitseinschlüsse sind verschwunden, der Krystall hat eine bräunliche Färbung und ein zelliges Gefüge erhalten, und, obgleich ein einziges Individuum, grenzt er gegen die im Innern entstandenen Schmelznester mit unzähligen freien Endigungen.

Schon am Handstück giebt sich diese verschlackte Structur deutlich zu erkennen, indem die Spaltungsflächen nicht eben und glasglänzend, wie die der Reste des ursprünglichen Krystalls, sondern vielfach unterbrochen und schuppig sind und in Folge dessen einen schimmernden Glanz haben.

Bei manchen Spaltungsstücken dieser Art erscheinen die Bruchflächen in Folge der beschriebenen Structur treppenartig und bilden so im Ganzen betrachtet oft Winkel miteinander, die an den der Hornblende erinnern, wodurch leicht Verwechslungen mit diesem Mineral herbeigeführt werden.

Untersucht man nun die Augiteinschlüsse, so findet man sehr viele, welche eine solche Structur besitzen. Schon die Thatsache, dass die meisten derselben gegen den Basalt mit regelmässigen Krystallformen abgrenzen, genügt, um zu constatiren, dass die Krystalle ihre jetzige Beschaffenheit an Ort und Stelle erhalten haben; trotzdem aber sind sie ebensowenig als Ausscheidungen zu betrachten, wie die feldspathreichen Einschlüsse vom Petersberg.

Wenn sich solche Augiteinschlüsse, welche einen Zusammenhang mit dem Olivinfels auf eine der beiden beschriebenen Weisen erkennen lassen, am Finkenberg schon häufig finden (wie schon erwähnt, dürfte hier namentlich ein grosser Theil der bis 5 mm grossen, porphyrischen, schwarzen Augite dahin zu rechnen sein), so vertreten dieselben im Basalt vom Dächelsberg so zu sagen vollständig den Olivinfels, und man kann kaum ein Handstück schlagen, in dem nicht grössere oder kleinere

Einschlüsse dieser Art vorhanden wären, welche häufig noch durch eingesprengte Partien von Olivinkörnern ihre Entstehung sofort zu erkennen geben. Lange suchte ich vergebens in diesem Basalt nach typischen Olivinfelseinschlüssen, bis ich endlich einige wenige Handstücke mit solchen fand, in denen aber der Chromdiopsid auch schon in schwarzen Augit umgewandelt ist. Der grösste Theil des Olivinfels ist hier also vollständig zerstört worden, und dürfte sich deshalb das Basaltvorkommen vom Dächelsberg namentlich zur weiteren Untersuchung dieser Gebilde empfehlen.

Leider gestattete es mir meine Zeit nicht, meine Untersuchungen in dieser Richtung fortzusetzen, und muss ich es mir deshalb versagen, auf diese Gebilde näher einzugehen. Um Missverständnissen vorzubeugen, möchte ich jedoch noch bemerken, dass es mir fern liegt, einen solchen Zusammenhang mit Olivinfels für alle Augiteinschlüsse behaupten zu wollen. Insbesondere dürften die zahlreichen Einschlüsse, welche neben Augit schlackiges (titanhaltiges) Magneteisen, Reste von Hornblende (z. Th. ist diese in Glimmermikrolithe und Augit umgewandelt), grosse graue, fettglänzende Apatitkrystalle¹⁾ und, wie es scheint, auch primären Feldspath enthalten, einen anderen Ursprung haben.

Zum Schluss wollen wir nun noch die Frage erörtern, ob diese Umwandlungserscheinungen der Olivinfelseinschlüsse als ein weiterer Beweis für die Einschlussnatur der letzteren betrachtet werden können oder nicht.

ROSENBUSCH bestreitet dies, indem er behauptet²⁾, es sei nicht auffallend, dass in einem früheren Stadium der Eruption gebildete Ausscheidungen in einem späteren Stadium wieder gelöst worden seien, und er beruft sich dabei auf die analogen Vorgänge in wässrigen gemischten Lösungen.

Nun dürfte aber Folgendes zu beachten sein: Die Umwandlungserscheinungen, welche wir jetzt noch an den Ein-

¹⁾ Ein solcher Elaeolith-ähnlicher Krystall — damals der einzige in hiesigen Sammlungen — wurde von LEHMANN (Dissert. pag. 8) für Elaeolith gehalten. Die ungewöhnliche Härte erklärte sich jedoch bei einer erneuten Prüfung durch einen äusserst dünnen Ueberzug von Chalcedon, und wurde mir derselbe zur Prüfung auf Phosphorsäure übergeben. Es geschah dies schon vor etwa 3 Jahren, und beruht es also auf einem Missverständniss, wenn SANDBERGER (Ueber den Basalt von Naurod etc. pag. 54 [22]) sagt, dass LEHMANN erst auf seine Bitte hin diese Einschlüsse nochmals untersucht habe. — Mehrfach fand ich auch isolirte Apatitkörner theils von grauer, theils von gelber Farbe im Basalt eingeschlossen (darunter einige über 1 cm gross), cf. SANDBERGER, Basalt von Naurod etc. pag. 55 [23].

²⁾ „Ueber das Wesen der körnigen und porphyrischen Structur bei Massengesteinen“, N. Jahrb. f. Miner. 1882. II. pag. 9, Anmerk., u. a. O.

schlüssen beobachten können, sind, wie die mikroskopische Untersuchung gelehrt hat, offenbar im letzten Stadium der Basaltbildung vor sich gegangen, zu der Zeit, wo die basischeren Mineralien sich zum grössten Theil schon ausgeschieden hatten. Es spricht hierfür einmal die Thatsache, dass diese Metamorphosen hauptsächlich durch die Plagioklassubstanz des Basaltes hervorgebracht worden sind, und sodann der Umstand, dass der Zusammenhang solcher Einschlüsse, bei welchen ganze Lagen zur theilweisen Auflösung gelangten, unmöglich hätte erhalten bleiben können, wenn die Einschlüsse noch grossen Translocationen ausgesetzt gewesen wären. Unmittelbar vor dieser Zeit aber muss das Basaltmagma den Olivinfelseinschlüssen gegenüber in einem Zustande der Passivität gewesen sein, denn sonst könnten nicht die meisten Einschlüsse so scharfkantige Formen zeigen, und ausserdem müsste man bei den Einschlüssen wenigstens zuweilen Anzeichen einer Einschmelzung in einer früheren Zeit finden. Die Schmelzmasse war also wahrscheinlich gesättigt und konnte keine weiteren basischen Bestandtheile mehr aufnehmen.¹⁾

Ferner kann aber nicht bezweifelt werden, dass auch in einem früheren Stadium der Basaltbildung schon bedeutende Einschmelzungen von Olivinfels stattgefunden haben, denn dafür sprechen unwiderleglich die zahllosen Reste von Einschlüssen, welche, wie LEHMANN²⁾ mit vollem Recht hervorgehoben hat, namentlich in einem grossen Theil der isolirten Olivinkörner vorliegen, und die unmöglich allein einer mechanischen Zertrümmerung ihre Isolirung verdanken können. So müsste also, wenn wir an der Ausscheidungstheorie festhalten wollen, der Vorgang folgendermaassen verlaufen sein: 1. Ausscheidung der Olivinknollen aus einem fertig gebildeten basaltischen Magma; 2. Lösung von Olivinfels in der Mutterlauge bis zur abermaligen Sättigung der letzteren (welche in diesem Zustand früher eingetreten sein muss, als im Primitivzustand, weil nun eine grosse Menge der Ausscheidungen ungelöst blieb) und mechanische Zertrümmerung der ungelösten Reste bis zu scharfkantigen Stücken; 3. Eruption des gebildeten Basaltmagmas an die Erdoberfläche und beginnende Erstarrung des Gesteins; 4. Im Schlusstadium der letzteren nochmalige Auflösung von

¹⁾ Sehr bemerkenswerth ist die Beobachtung SANDBERGER's, dass in dem Basalt von Naurod, bei welchem es nicht zur Ausbildung einer saureren, in ihrer Zusammensetzung mit dem Feldspath annähernd übereinstimmenden Mutterlauge gekommen zu sein scheint, die Olivinfelseinschlüsse fast unverändert geblieben sind. (Ueber den Basalt von Naurod etc. pag. 41 u. 42.)

²⁾ Diss. pag. 6.

Olivinfels in der Mutterlauge; 5. Wiederausscheidung der gelösten basischen Mineralien und Erstarrung der Mutterlauge.

Nun scheint mir aber für die erstmalige Auflösung eine Analogie weder mit Vorgängen in wässerigen gemischten Lösungen noch mit anderen bekannten Erscheinungen vorhanden zu sein. Eine Auflösung früherer Ausscheidungen konnte doch nur stattfinden, wenn aus der Mutterlauge ein zweites Mineral auskrystallisirte, und dadurch entweder das früher von diesem in Anspruch genommene Lösungsmittel wieder disponibel wurde oder, wie stets beim Uebergang flüssiger Körper in den festen Aggregatzustand, Wärme frei wurde. Welche Mineralien sollten aber noch in irgendwie beachtenswerther Menge aus dem Magma auskrystallisirt sein, nachdem sich der Olivinfels daraus ausgeschieden hatte, und bevor der der eigentlichen Basaltmasse angehörige Olivin, der Augit, das Magneteisen und der Feldspath auskrystallisirten.

Während man also mit vollem Recht jene Analogie für die Auflösung im letzten Stadium der Basaltbildung geltend machen kann, scheint mir die erstmalige Auflösung hierdurch keine Erklärung zu finden. Dieselbe müsste vielmehr durch eine nochmalige Erhitzung der ganzen Masse oder durch andere physikalische Veränderungen des Magmas bedingt gewesen sein, die uns vollständig unbekannt sind. Zur Annahme solcher Vorgänge wird man sich aber doch wohl erst dann bequemen, wenn zwingende Gründe dazu vorliegen, und eine einfachere Erklärung nicht zu finden ist.

Weit naturgemässer scheint es mir nun, sich den Vorgang so zu erklären, dass von einem im glühenden Fluss befindlichen Magma ein Olivinfelslager zerstört wurde, wobei so lange Olivinfels in Lösung ging, bis diese gesättigt war.¹⁾ Der ungelöste Rest wurde in Einschluss-Form mit an die Erdoberfläche gebracht, und nachdem sich das Magma durch Ausscheidung des Olivins, Magneteisens und Augits von den basischeren Bestandtheilen gereinigt hatte, konnte nunmehr eine abermalige Einschmelzung in beschränkterem Maasse eintreten.

Nun könnte man aber einwenden, dass dann das stete Vorkommen der Olivinfelseinschlüsse in den Basalten auf der ganzen Erde ein ungelöstes Räthsel sei, und allerdings müssen

¹⁾ Da nun in einem Magma Olivinfelseinschlüsse erst erhalten bleiben konnten, wenn dasselbe bis zu einem gewissen Grade mit basischen Bestandtheilen gesättigt war, so ist es natürlich, dass sich in trachytischen Gesteinen keine Olivinfelseinschlüsse mehr finden, selbst wenn geringe Mengen von Olivinfels ursprünglich in dem Magma vorhanden gewesen sein sollten. Schon im Jahre 1867 erklärte SANDBERGER (N. Jahrb. f. Min. 1867, pag. 172 u. 173) das Fehlen der Olivinfelseinschlüsse in den Trachyten auf diese Weise.

wir, wenn wir die Ausscheidungstheorie nicht als richtig anerkennen können, für die Thatsache, dass die Olivinknollen im Basalt keine zufälligen, sondern charakteristische Einschlüsse sind, eine andere Erklärung suchen.

Vielleicht dürfte nun hier folgende Ueberlegung gerechtfertigt sein, die ich zwar mit allem Vorbehalt mittheile, zu deren Beachtung mir aber die vorstehenden Untersuchungen umso mehr aufzufordern scheinen, als VON LASAULX schon früher auf anderem Wege zu ganz ähnlichen Resultaten gekommen ist.

Wir haben gesehen, dass nach der Einschmelzung der Olivinfelseinschlüsse der Hauptsache nach Olivin und schwarzer Augit zur Ausscheidung kamen, zwei Mineralien, die neben dem Magneteisen durch ihr reichlicheres Auftreten gerade den Basalt von den anderen eruptiven Gesteinen derselben Epoche unterscheiden; dass sich aber durch Zersetzung des Olivinfels auch Magneteisen bilden konnte, wird wohl Niemand in Abrede stellen. Man kann also sagen, dass der Basalt durch die Zerstörung und Auflösung der Olivinfelseinschlüsse an den seine basaltische Natur ausmachenden Mineralien bereichert worden ist, und wenn man nun weiter überlegt, wie massenhaft die isolirten, von Olivinfelsmassen stammenden Mineralien in vielen Basalten sind, und auf wie grosse Mengen von aufgelöstem Material sie schliessen lassen, so kann man sich, glaube ich, der Vermuthung nicht erwehren, dass die Einwirkung, welche das aufgelöste Material auf die chemische Zusammensetzung des Gesteinsmagmas ausübte, eine ganz bedeutende war, dass die Basalte eben keine Basalte wären, wenn sie nicht eine grosse Menge von Olivinfelsbruchstücken oder anderem basischem Material aufgelöst hätten. Wir könnten demnach die Basalte auffassen als Trachyte oder Phonolithe oder überhaupt als Magmen, welche mit Olivinfels verschmolzen sind. Dass die Verschiedenartigkeit in der Beschaffenheit der Laven, namentlich der Grad ihrer Basicität oder des Kieselsäuregehaltes vornehmlich auf die Wiedereinschmelzung präexistirender Gesteine zurückzuführen sei, hat schon von LASAULX in seinen petrographischen Studien an den vulkanischen Gesteinen der Auvergne für diese und im Allgemeinen ganz bestimmt ausgesprochen (N. Jahrbuch f. Mineral. 1870. pag. 713). Wenn wir nun aber in Norwegen und auch an anderen Orten den Olivinfels wechsellagernd mit Gneiss finden, so liegt ferner die Vermuthung nahe, dass auch die kieselsäurereichen Eruptivgesteine nicht als Producte des gluthflüssigen Erdinnern, sondern als Umschmelzungsproducte von präexistirenden Gesteinen, etwa von Graniten oder Gneissen aufzufassen seien. Es würde dies eine einfache geologische Erklärung sein für die Theorie, zu welcher BUNSEN, vom rein chemischen

Standpunkt ausgehend, bei der Erforschung der Eruptivgesteine Islands gelangte, dass dieselben nämlich Mischungen von zwei aus gesonderten Heerden stammenden Magmen seien, von denen das eine eine Kieselsäure-reiche, das andere eine Kieselsäure-arme Zusammensetzung hat. ¹⁾

Bei dieser Auffassung kann es uns natürlich nicht wundern, wenn in einigen Basalten auch die ganze Menge des Olivinfels eingeschmolzen wurde, wie das z. B. im Oberkasseler Basalt der Fall gewesen zu sein scheint. In dieser grossen Basaltmasse, welche sich von Oberkassel bis zum Ennert ununterbrochen hinzieht, und von der der Finkenbergr durch eine tiefe, bis in's Rheinthal niedersetzende Einsenkung getrennt ist, finden sich gar keine Olivinfelsbruchstücke und überhaupt fast gar keine makroskopisch sichtbaren Olivine. Bemerkenswerth ist es, dass gerade hier die mikroskopischen Olivine, welche offenbar neugebildet sind, durchgehends Picotitoktaeder in solcher Menge enthalten, wie ich es in keinem anderen Basalt bis jetzt gesehen habe.

Suchen wir nun von der Anschauung ausgehend, dass auch dieser Basalt bei seiner Bildung Olivinfelsbruchstücke enthalten habe, dass diese aber alle vollkommen eingeschmolzen worden seien, nach einer Erklärung für diese intensivere Einschmelzung, so fällt uns auf, dass wir es hier im Gegensatz zu den Olivinfels-reichen Basaltvorkommen der Nachbarschaft mit einer sehr mächtigen zusammenhängenden Basaltdecke zu thun haben, die, wie Aufschlüsse im Thale des Ankerbaches beweisen, auch landeinwärts noch eine weite Strecke unter den Geröllablagerungen fortsetzt. Eine so grosse Masse gluthflüssigen Materials musste nun zunächst sich langsamer abkühlen und deshalb länger auf die Olivinfelseinschlüsse auflösend einwirken, als eine kleinere Masse; sodann aber muss ein Deckenartig sich ausbreitendes Magma dünnflüssiger gewesen sein und

¹⁾ Dass Olivinmassen durch Aufnahme von Kieselsäure in Gesteine von mittlerer Zusammensetzung umgewandelt werden können, hat auch schon DAUBRÉE ausgesprochen (Synthet. Studien zur Experim.-Geologie von A. DAUBRÉE, deutsch von GURLT, pag. 424): „Er (Olivin) ist in der That das basischste Silicat, welches man kennt, und besitzt eine grosse Neigung Kieselsäure aufzunehmen und sich in ein saureres Silicat, wie Enstatit oder Augit umzuwandeln, wie die Versuche zeigten, von denen weiter oben die Rede war. Um von seinem ursprünglichen Sitz bis an die Oberfläche zu gelangen, hat er nun saurere Gesteine mit einer Mächtigkeit von Kilometern durchbrechen müssen. Dabei musste er nothwendig auf diese einwirken und konnte so die zahlreichen Gesteine hervorbringen, die sich durch verschiedene Uebergänge an den reinen Olivin anreihen, wie z. B. die allmählichen Uebergänge des Lherzolithes in Augit- oder Hornblendegesteine, wie sie die Pyrenäen an verschiedenen Punkten aufweisen.“

wohl eine höhere Temperatur besessen haben, als ein solches, welches sich zu einer Kuppe aufthürmte. Auch vermöge dieser Eigenschaften musste aber seine Fähigkeit, die Einschlüsse aufzulösen, eine grössere sein. Ein Stillstand in der Auflösung dürfte hier wohl kaum eingetreten sein, da der Zustand der Sättigung mit basischen Bestandtheilen wegen der höheren Temperatur des Magmas nicht erreicht wurde. Bedeutungsvoll dürfte es in dieser Beziehung auch sein, dass die Beschaffenheit jener Basaltmasse in ihrer ganzen Ausdehnung eine höchst gleichmässige ist, woraus man schliessen darf, dass das Magma sehr gründlich und energisch durchgearbeitet war, ehe es zur Erstarrung kam. Auch andere Einschlüsse sind in diesem Basalt verhältnissmässig selten, und die wenigen, welche sich finden, haben eine sehr starke Einschmelzung erlitten. Es würde sich also empfehlen zu untersuchen, ob auch in anderen Gegenden die Olivinfelseinschlüsse in Decken-artig ausgebreiteten Basalten seltener auftreten, als in Kuppen-förmig erstarrten. ZIRKEL ¹⁾ führt an, dass die Basalte des nördlichen Irland, mancher Gegenden der Rhön und im Allgemeinen diejenigen von Island arm an Olivin (d. h. an makroskopisch sichtbarem) seien, und dies sind gerade Gebiete, in welchen die Decken-artige Ausbildung der Basalte besonders verbreitet ist. Ferner besitzen im Gebiete des Siebengebirges die Olivinfels-reichen Gesteine im Gegensatz zu den Olivinfels-armen eine sehr dichte Structur (was ZIRKEL ²⁾ als allgemeine Regel hinstellt) und dürfte auch dies vielleicht auf eine schnellere Abkühlung dieser Basalte hindeuten.

¹⁾ Lehrbuch der Petrographie II. pag. 284.

²⁾ Ibidem pag. 283.

Erklärung der Tafel XVIII.

Figur 1. Ungefähre Vergrößerung 80 mal. Bei polarisirtem Licht (cf. pag. 497).

Orthoklas-Einschluss im Basalt vom Finkenberg. Der Einschluss ist durch eine breite Spalte in 2 Theile getheilt; die Zeichnung stellt eine Partie des einen Bruchstücks und daran anschliessend das einen Theil der Spalte erfüllende, theils felsitisch, theils krystallinisch erstarrte Schmelzproduct dar.

Der ursprüngliche Krystall ist erfüllt von zahllosen Dampfporen. Diese fehlen in einer Zone längs der Spalte, und zwar ist diese neugebildete, einschlussfreie Zone nach dem an Dampfporen reichen ursprünglichen Orthoklas orientirt. Am Rande haben sich kleine Krystallendigungen gebildet, welche lange, ebenfalls nach dem ursprünglichen Krystallbruchstück orientirte Nadeln als Fortsetzungen der Kanten in die felsitisch erstarrte Schmelzmasse entsenden. Auch längs eines feinen Sprunges war der Orthoklas eingeschmolzen. Bei der Erstarrung hat sich die Spalte durch Wiedererneuerung des Orthoklases von beiden Seiten her wieder geschlossen, und zwar greifen die kleinen Krystallendigungen so ineinander, dass eine Narbe vom Aussehen einer Naht entstanden ist. (Die letztere Erscheinung ist einer anderen Stelle des Präparates entnommen.)

Figur 2 Ungefähre Vergrößerung 15 mal (cf. pag. 528).

Olivinfels-Einschluss im Basalt vom Finkenberg, durch eine Spalte in 2 Theile getheilt. Die letztere erfüllt von Plagioklas, in welchem sich Einlagerungen von Apatitnadeln, von Augit und Eisenglanz finden. Die Eisenglanztafeln sind zum grossen Theil auf den Saalbändern der Spalte oder auf losgebröckelten Olivinkörnern in paralleler Stellung aufgewachsen. Die Feldspathader setzt sich in mehreren Armen in den Basalt hinein fort.

Figur 3. Ungefähre Vergrößerung 80 mal (cf. pag. 531).

Olivinfels-Einschluss in dem Basalt vom Finkenberg. Ein grosser Chromdiopsidkrystall ist von eingedrungener Plagioklassubstanz mehrfach durchbrochen. Die einzelnen Körner, welche ihre ursprüngliche Lage zu einander unverändert beibehalten haben, wurden abgeschmolzen, und zwar zum Theil nach den Flächen einer regelmässigen Krystallform. Ueberall wo Chromdiopsid mit der Schmelzmasse in Berührung kam, sind die Ränder geröthet; wo er noch mit Olivin verwachsen ist, sind dieselben intact geblieben. Bei der Erstarrung sind dann die Reste wieder in der Schmelzmasse weitergewachsen. In der Plagioklassubstanz liegen ausser langnadel förmigen, farblosen Apatiten viele neugebildete, röthlichbraune Augite, sowie ferner Magnesiaglimmerblättchen und Erzkörner.

Figur 4. Ungefähre Vergrößerung 80 mal (cf. pag. 535).

Olivin-Einschluss im Basalt vom Finkenberg. Der Chromdiopsid ist in die pag. 512 ff. beschriebenen Complexe gleich orientirter, kleiner Augite zerfallen. Diese letzteren sind eingebettet in Plagioklas. Zwischen den Augitreihen einzelne Glimmerblättchen. Das Ganze erfüllt von zahllosen Picotitkörnern. Links ist ein Chromdiopsid nur theilweise eingeschmolzen. Der Rest des ursprünglichen Krystalls löst bei gekreuzten Nicols gleichzeitig mit den neugebildeten kleinen Augiten aus. Die Grenze des Basaltes gegen den metamorphosirten Chromdiopsid ist scharf gezogen; normale Basaltmasse dringt nicht in den Einschluss ein.

Figur 5 u. 6. Ungefähre Vergrößerung 80 mal (cf. pag. 549 u. 550).

Die beiden Präparate sind von aneinander grenzenden Stellen desselben metamorphosirten Augiteinschlusses (Basalt vom Dächelsberg) angefertigt.

Fig. 5 stellt eine Stelle dar, an welcher noch ein Rest des ursprünglichen gelblichgrünen Krystalls vorhanden ist. Eine quer zur Spaltungsrichtung verlaufende Spalte ist mit Plagioklas erfüllt. Von dieser aus dringen Schwärme von secundären Schmelzeinschlüssen in den Augit ein. An den Rändern der Spalte hat eine Ausheilung des letzteren stattgefunden, wobei sich freie Krystallendigungen gebildet haben.

Fig. 6 stellt eine Stelle des Einschlusses dar, an welcher derselbe vollständig metamorphosirt ist. Die eingedrungene Plagioklasmasse hat sich zum grössten Theil zu Nestern von grossen Krystallen mit schöner Zwillingsstreifung wieder gesammelt. Der Augit grenzt gegen diese Feldspathnester mit vielen freien Krystallendigungen. Der umgewandelte Augit hat bräunliche Farbe. In dem Feldspath liegen mehrere kleine neugebildete Olivinkrystalle.

Fig. Iq. IV.

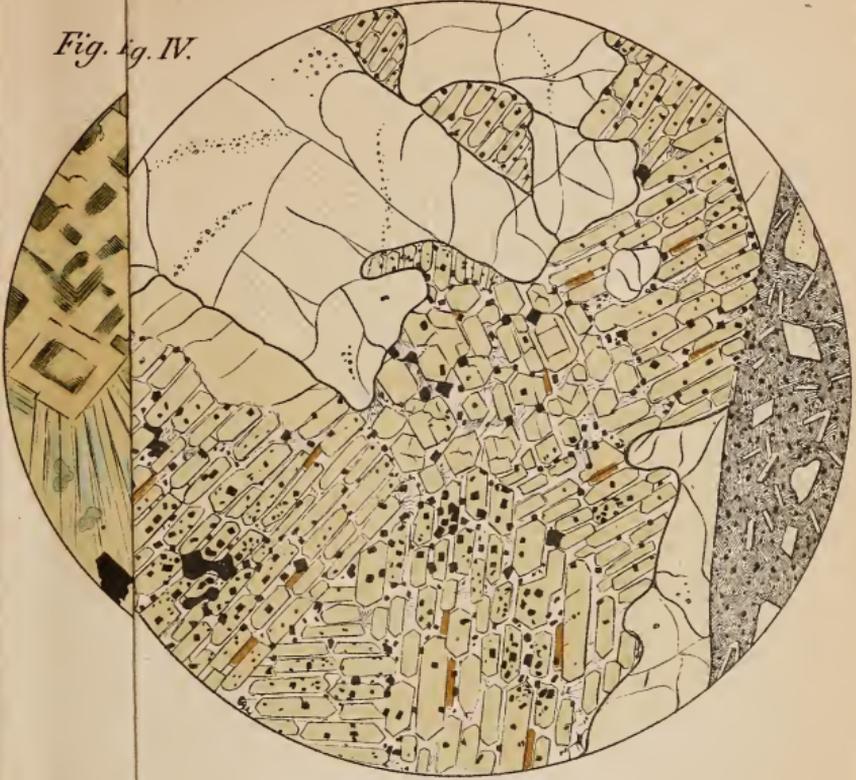
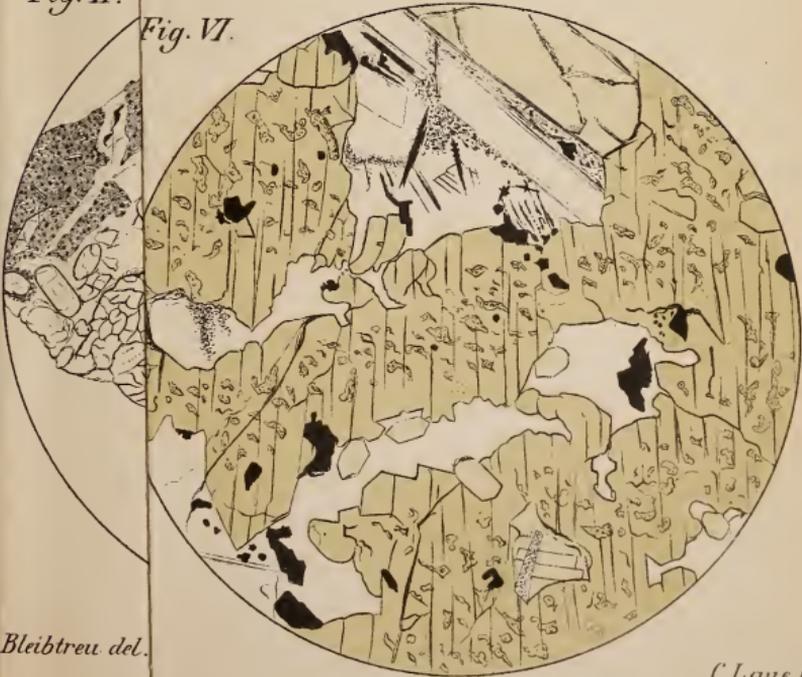


Fig. II.

Fig. VI.



Bleibtreu del.

C. Laue lith.

Fig I

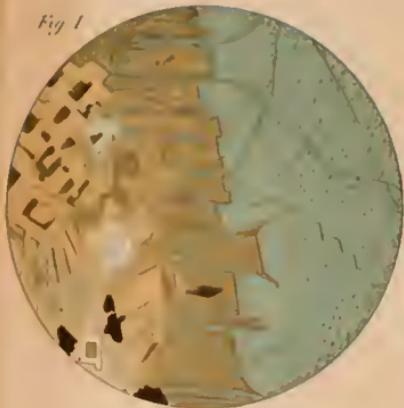


Fig III



Fig IV



Fig II



Fig V



Fig VI



Blattens del

Classe III