Der Basalt vom Stempel bei Marburg und einige Einschlüsse desselben.

Von

Max Bauer in Marburg.

Mit Taf. IV.

I. Der Basalt.

Ungefähr $\frac{3}{4}$ geographische Meilen südöstlich von Marburg erhebt sich auf dem Buntsandsteinplateau der das linke Lahnufer begleitenden Lahnberge die Höhe des Stempels, wo der durch seine Zeolithe, besonders den Philippsit, bekannte Basalt die Buntsandsteinschichten durchbricht. Nach Möhl[1] soll der Basalt früher als ein 50—60′ hoher Kegel hervorgeragt haben. Das Gestein wurde aber in so grossem Maassstab zum Strassenbau verwendet, dass der hervorragende Kegel ganz verschwunden und eine kraterähnliche Vertiefung ringsum mit steilen Wänden, einige hundert Schritt im Durchmesser, hineingebrochen ist. In diese führt ein tiefer, den Buntsandstein durchschneidender Hohlweg hinein, der zur Abfuhr der auch jetzt noch gewonnenen Steine dient. Das brauchbare Material ist aber bald erschöpft, der Steinbruchsbetrieb wird in kurzer Zeit aufhören und damit auch die Möglichkeit, die Zeolithe vom Stempel zu sammeln. Schon jetzt ist der Fundort fast ganz erschöpft und es ist kaum mehr etwas von den früheren reichlichen Vorkommnissen zu erlangen[2].

---

[1] Das Auftreten des Basalts in der Umgegend von Marburg (Abhdlg. naturf. Ges. Halle a. S. Bd. VII. 1863. p. 130 ff. mit 1 lith. Tafel).

[2] Die wichtigsten Zeolithe vom Stempel sind zuletzt von Stadtländer beschrieben worden (dies. Jahrb. 1885. II. p. 97 ff.).

Der anstehende, spärlich von Tuffen, sowie von tertiären Sanden und Sandsteinen (?) begleitete Basalt ist sehr feinkörnig bis dicht, meist compact, im grossen und ganzen sehr frisch und dann tief schwarz. Dazwischen liegen aber einzelne grössere oder kleinere meist ziemlich scharf umgrenzte Stellen, unregelmässig im normalen Basalte vertheilt, die sich durch poröse Beschaffenheit, z. Th. ziemlich starke Verwitterung und in Folge dessen durch braune Farbe auszeichnen. Die Blasenräume dieser Stellen sind die Fundorte der Zeolithe. Der fortschreitende Steinbruchsbetrieb deckte immer neue solche Stellen auf und gab Gelegenheit, die Mineralien zu sammeln. Das Gestein ist ein Feldspathbasalt.

An der Ostseite des Bruchs sieht man den Basalt deutlich in nicht sehr regelmässig begrenzte dicke und lange Säulen abgesondert, welche gegen das Centrum zu geneigt sind. Gegenüber an der Westwand, wo die Säulenbildung aber nur noch sehr wenig deutlich zu sehen ist, glaubt man die geringen Überreste der Säulen ebenfalls nach innen geneigt. Ringsum sonst ist von Säulenbildung nichts mehr zu bemerken. K. F. Creuzer[1] beschreibt 1825 die Säulenbildung des Basalts vom Stempel nach eigener Anschauung der damaligen Verhältnisse. Er vergleicht sie mit einem Kohlenmeiler, dessen Scheite sich alle gegen eine senkrechte Mittelsäule (vom gemeinen Mann König genannt) und nach links neigen.

Möhl (l. c. Figur) zeichnet in seinem west-östlichen Durchschnitt durch die Basaltmasse des Stempels alle Säulen in gleicher Richtung, und zwar von Ost oben nach West unten geneigt, was mit der jetzt noch beobachtbaren Stellung der noch vorhandenen Säulen und mit der Beschreibung Creuzer's nicht vereinbar ist.

Einschlüsse von Quarz und anderen fremden Substanzen enthält der Basalt vom Stempel sehr zahlreich, in ganz besonders grosser Masse beherbergt er sog. Olivinfelseinschlüsse, über deren Entstehung — ob Einschlüsse von in der Tiefe anstehenden Olivingesteinen oder intratellurische Ausschei-

---

[1] Versuch einer Übersicht von der geognostischen Beschaffenheit der nächsten Umgebung der Stadt Marburg. Marburg 1825. p. 26, 27.

dungen aus dem Basaltmagma — noch heute die Ansichten der Geologen auseinandergehen. Nirgends vielleicht noch ist eine so gewaltige zusammenhängende Masse dieser interessanten Substanz im Basalt eingeschlossen gefunden worden, wie hier. Der an der Oberfläche sichtbare (allerdings z. Th. jetzt zerstörte) Theil einer im Basalt steckenden zusammenhängenden Olivinfelsmasse misst viele Cubikmeter und ein vielleicht noch grösserer Theil ist noch im Basalte verborgen.

Der Basalt vom Stempel ist noch nicht specieller untersucht worden. Möhl gibt nur eine Beschreibung des Vorkommens, vereinzelte Notizen finden sich an mehreren Stellen, z. B. in Rosenbusch's Physiographie. II. Aufl. p. 729. Zirkel erwähnt in seinen „Basaltgesteinen“ [1] an mehreren Stellen einen Basalt von Marburg, der wahrscheinlich vom Stempel stammt, aber mit Sicherheit lässt sich dies nicht behaupten, da in der Gegend von Marburg auch, etwas südlich vom Stempel, Basalt am Frauenberg und nordöstlich bei Amöneburg in ausgezeichneter Weise und in nicht sehr vom Stempelbasalt verschiedener Beschaffenheit ansteht, abgesehen von einigen kleineren und weniger bekannten Basaltpartien bei Schönstadt, in der Stadt Kirchhain etc. Es sei hier bemerkt, dass der auf der v. Dechen'schen geologischen Karte, Section Laasphe, etwas östlich vom Stempel und etwas nördlich vom Dorfe Moischt angegebene Basalt thatsächlich nicht vorhanden ist.

Im Folgenden soll eine im Wesentlichen auf mikroskopischen Beobachtungen beruhende Beschreibung des Basalts vom Stempel und seiner interessanteren Einschlüsse gegeben werden. Eine Analyse des dichten, frischen, normalen Gesteins verdanke ich Herrn Dr. Fr. W. Kuester, der dieselbe im chemischen Institut der Marburger Universität ausgeführt und folgende Zahlen gefunden hat:

---

[1] Untersuchungen über die mikroskopische Zusammensetzung und Structur der Basaltgesteine. Bonn 1870. p. 58, 63, 105, 120.

	I.	II.
SiO_2	46.14	45.84
TiO_2	1.07	
P_2O_5	1.46	
CO_2	Spur	
FeO (Fe_2O_3)	10.56	
Al_2O_3	13.10	
Cr_2O_3	Spur	
MnO	Spur	
MgO	12.55	
CaO	9.97	
BaO	Spur	
K_2O	2.02	
Na_2O	2.61	
Glühverlust (H_2O)	1.02	
	100.50.	

Auffallend gross, aber allerdings in dieser Höhe auch sonst schon im Basalt beobachtet ist der Kaligehalt, der nur im Glas stecken kann, wenigstens hat das Mikroskop ein kalireiches Mineral, also etwas Leucit oder Sanidin nicht erkennen lassen. Durch Salzsäure wird das Gestein angegriffen, der Olivin und das Glas wird zersetzt und das Magneteisen wird aufgelöst, auch der Feldspath bleibt nicht unberührt. Die salzsaure Lösung enthält ebenfalls eine ziemliche Menge Kali, das, da aller Feldspath Plagioklas ist und ausserdem doch auch nur wenig angegriffen wird, eben nur aus dem Glase stammen kann. Na_2O, CaO, MgO, Al_2O_3, F_2O_3, P_2O_5 wurde ebenfalls in der salzsauren Lösung qualitativ nachgewiesen.

Bestandtheile des Basalts.

Feldspath. Der Feldspath ist ausnahmslos Plagioklas, wenigstens konnte Sanidin nicht nachgewiesen werden. Derselbe ist fast stets klar, durchsichtig und farblos, und selbst dann noch vollkommen frisch, wenn das Gestein schon die Anfänge der Verwitterung, die meist im Glase beginnt, erkennen lässt. Nur wenn die Verwitterung schon weit vorgeschritten ist, ist auch der Feldspath angegriffen, aber nie sehr stark; er ist dann etwas getrübt.

Die Feldspathkrystalle sind meist leistenförmig. Die Grösse der Leisten ist eine sehr verschiedene. Der grösste gemessene Durchschnitt ist 0.41 mm lang und 0.09 mm breit,

doch sind diese grössten immerhin nur sparsam und nur an einzelnen Stellen des Basalts in grösserer Menge angehäuft zu finden. Die kleinsten sinken bis zu Mikrolithengrösse herab. Zwischen den grössten und den kleinsten sind zwar alle möglichen Übergänge vorhanden, aber es unterscheiden sich doch ziemlich deutlich eine ältere Generation von regelmässiger begränzten grösseren Krystallen von der jüngeren mikrolithischen Generation, bei der die Begrenzung im Allgemeinen eine weniger regelmässige ist.

Die einzelnen Leisten sind an den Langseiten meist scharf geradlinig begrenzt, besonders die grossen, weniger die kleinen. An den schmalen Seiten ist die Begrenzung seltener eben und senkrecht zu den Langseiten, häufiger schief zu dieser oder unregelmässig gerundet oder gezackt, auch zuweilen wie aufgefasert. Manchmal sind die Leisten etwas gebogen, auch nicht selten zerbrochen und die einzelnen Stücke durch Basaltmasse etwas von einander getrennt. Auch Corrosionserscheinungen kommen vor, darin bestehend, dass der Basalt auf flachen Buchten etwas, selten weit in das Innere der Krystalle eindringt, wodurch die seitliche Begrenzung auch der grösseren Feldspathe zuweilen krumm und unregelmässig wird.

Beinahe alle Leisten zeigen Zwillings-Lamellen nach dem Albitgesetz, nur selten ist nichts davon zu sehen. Man hat es dann wohl mit Schnitten nach M zu thun. Die Zahl der Lamellen ist stets gering, 2, 3, selten über 6; ihre Breite, auch an einem und demselben Krystall ist sehr verschieden. Nicht selten keilen sie sich in der Mitte aus ohne das Ende des Krystalls zu erreichen (Zirkel, Basaltgesteine Fig. 20), manchmal erreicht ein Zwillingsindividuum auf keiner Seite das Ende des Krystalls. Umgekehrt ragen aber auch einzelne Lamellen zuweilen über das Ende der anderen hinaus, so dass Formen entstehen, wie sie bei Zirkel (l. c. Fig. 21—23) abgebildet sind. Auch das Karlsbader Gesetz kommt, wenn auch nicht gerade häufig, vor und zwar stets in Verbindung mit dem Albitgesetz. Es ist daran kenntlich, dass einzelne Lamellen mit keinem der beiden nach dem Albitgesetz verbundenen Individuen gleiche optische Orientirung zeigen. Im übrigen ist die Verwachsung der Lamellen genau dieselbe wie bei Zwillingen nach dem Albitgesetz.

Die Auslöschungsschiefen zu den langen Kanten der Leisten sind sehr verschieden. Durchschnitte mit annähernd symmetrischer Auslöschungsschiefe auf zwei aneinanderstossenden Zwillingslamellen sind selten. Neben kleineren Werthen wurde als Maximalwerth der an mehreren Krystallen beobachteten Auslöschungsschiefen gefunden: 21° auf der einen, 25° auf der anderen Seite. Nimmt man das Mittel von 23° als überhaupt vorkommenden Maximalwerth, so würde der Feldspath ungefähr eine Andesinmischung besitzen.

Dies würde auch dem Verhalten gegen Salzsäure entsprechen. Verdünnte Salzsäure übt auch in der Wärme keine sehr bemerkbare Einwirkung auf den Feldspath aus, während heisse concentrirte Säure denselben etwas, wenn auch nur wenig angreift. Leider ist der Basalt zu feinkörnig, als dass man an ein Isoliren des Feldspaths von den anderen Bestandtheilen und an eine Analyse desselben denken könnte.

Nicht selten durchkreuzen sich zwei gestreifte Feldspathleisten unter Winkeln von ungefähr 60°, oder sie stossen unter einem solchen Winkel zusammen. Da sich dies mehrfach ganz in derselben Weise wiederholt, so könnten hier Zwillinge nach einer Prismenfläche vorliegen, doch liess sich dies nicht mit vollkommener Sicherheit constatiren. Auch beobachtet man manchmal sternförmig aneinander gewachsene, von einem gemeinsamen Centrum ausstrahlende Leisten, jede nach dem Albitgesetz verzwillingt. Diese Sterne haben 3—6 Radien. So viele, wie es Zirkel (Basaltgestein p. 31) beschrieb, der bis 14 Strahlen beobachtet hat, habe ich nie gefunden. Da die Winkel, welche die einzelnen Strahlen in derselben Gruppe mit einander bilden, meist verschieden sind, so liegt hier wohl eine regellose Verwachsung und keine Zwillingsbildung nach irgend welchem Gesetze vor.

Die grösseren Feldspathe der ersten Generation sind übrigens nicht alle leistenförmig. Zuweilen, wenn auch selten, trifft man sechsseitige Durchschnitte, theils einheitlich gebaut, theils mit einer einzigen Zwillingsgrenze. Einer der hierher gehörigen Krystalle lässt deutlich die Natur der so ausgebildeten Feldspathe erkennen. Derselbe hat die Form Fig. 1. Die Sechseckssseiten sind alle ca. 0.5 mm lang. Parallel mit der einen Seite gehen regelmässig geradlinige Spaltrisse, bei-

nahe genau in derselben Richtung theilt eine einzige Zwillingsgrenze die mit den Spaltrissen einen Winkel von ungefähr 3^0 einschliesst, das Sechseck in zwei beinahe genau gleich grosse Hälften und in jeder Hälfte weicht die eine Auslöschungsrichtung nur um einen sehr kleinen Betrag von der Zwillingsgrenze ab. Man hat es also mit einem Periklinzwilling zu thun, der nahe in der Richtung der Längsfläche M getroffen ist, bei dem die Spaltungsrisse der Basis P entsprechen, der die Zwillingsgrenze, der rhombische Schnitt, beinahe genau parallel ist. Dies und die Auslöschungsverhältnisse deuten auch hier auf eine dem Andesin entsprechende Zusammensetzung hin.

Einschlüsse jeder Art sind in den grösseren Feldspathkrystallen zwar vorhanden, aber fast durchgängig nicht sehr reichlich. Glaseinschlüsse, rundlich oder etwas gestreckt, zuweilen mit deutlichen Bläschen, kommen vor, farblos, gelb oder braun, vielfach vollkommen isotrop, aber auch körnig und seltener fasrig entglast. Einzelne der grösseren Feldspathleisten sind reicher daran, in mehreren finden sich nur ein einziger oder einige wenige dieser Einschlüsse, die meisten sind ganz frei davon. Als Seltenheiten finden sich grosse undurchsichtige, schlackenartige Einschlüsse von der Form des Wirths, um welche in einzelnen Fällen bloss ein schmaler Feldspathrand herumläuft.

Flüssigkeitseinschlüsse und Dampfporen sind sehr selten deutlich, aber in einzelnen Fällen sicher constatirt.

Auch Krystalle findet man manchmal eingeschlossen. Kurze, fast farblose Nädelchen sind vielleicht Augitmikrolithe, längere gehören vielleicht dem Apatit an. Magneteisenkörner sind nicht ein-, aber zuweilen angewachsen, etwas in den Krystall hinein ragend und auch wohl in grösserer Zahl, so dass ein allerdings sehr unterbrochener Magnetitkranz entsteht, wie es auch Zirkel (l. c. p. 33) als Seltenheit angibt. Wenige Krystalle sind auch im Innern mit einem schwarzen, allerfeinsten, aber trotzdem vollkommen undurchsichtigen Staub imprägnirt, während der Rand daran ärmer oder ganz davon frei ist.

Augit. Der als eigentlicher Basaltgemengtheil auftretende Augit hat die gewöhnliche Beschaffenheit des Augits in

den Basalten. Er ist braun, sehr wenig dichroitisch, völlig klar und durchsichtig und niemals durch Verwitterung angegriffen und getrübt. Sehr dünne Kryställchen sind beinahe farblos. Schichtenförmiger Aufbau ist nicht häufig, dann ist der Rand stets dunkler, als das Innere. Zuweilen ist ein unregelmässig begrenzter grüner Kern von einer nach aussen regelmässig begrenzten braunen Hülle umgeben. Die Spaltungsrisse gehen dann durch Kern und Schale ununterbrochen hindurch, beide sind also parallel orientirt. Derartige Kerne von grüner Farbe werden manchmal als Einschlüsse von Chromdiopsid aus den Olivinbomben in dem braunen basaltischen Augit aufgefasst[1]. Davon kann aber hier keine Rede sein, da die grünen Kerne ganz allmählich und ohne scharfe Grenze in die braune Hülle übergehen. In dem Basalt von Jan. Mayen ist der grüne Kern nach Scharizer chromhaltig, und dasselbe ist wahrscheinlich auch hier der Fall, da in Farbe und Beschaffenheit die grösste Ähnlichkeit mit dem Chromdiopsid der Olivinbomben vorliegt, die unten beschrieben werden sollen. Man hatte also hier die Erscheinung, dass ein Augitkrystall sich mit einem kleinen Chromgehalt, also als Chromdiopsid, in dem Basaltmagma zu bilden begann, der dann später, nachdem das vorhandene Chrom aufgebraucht war, als gewöhnlicher Augit parallel weiterwuchs, aber ganz continuirlich ohne Unterbrechung.

Die Grösse der Augite ist ungefähr dieselbe wie die der Feldspathe. Die grössten sind auch hier sparsam, aber nicht wie beim Feldspath stellenweise in grösserer Zahl angehäuft, sondern unregelmässig durch die ganze Masse vertheilt. Von mikrolithischen Dimensionen steigen die Augitkrystalle durch alle möglichen Übergänge bis zu den grössten herauf, aber auch beim Augit unterscheidet sich eine ältere Generation porphyrartig eingewachsener grösserer Krystalle deutlich von einer jüngeren mikrolithischen. Die Augite beider Generationen sind aber in der Farbe und im Aussehen ganz gleich, abgesehen von den genannten sparsamen, theilweise grünen, die man nur unter den grössten findet. Etwaige Unterschiede in der Farbe beruhen stets nur auf der grösseren oder geringeren Dicke der einzelnen Individuen.

---

[1] Bleibtreu: Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 35. 1883. p. 531.

Zwillingsbildungen kommen mehrfach vor. Manchmal sieht man den grösseren Krystallen ganz geradlinig verlaufende Lamellen in Zwillingsstellung nach der Querfläche und parallel mit dieser eingewachsen, nie in grosser Zahl, höchstens vier und stets in der Mitte dicht neben einander liegend. Bei kleineren Krystallen kommen nicht ganz selten Verwachsungen, wie die in Fig. 2—4 vor, bei denen je eine Fläche der Hemipyramide s in beiden Individuen parallel ist. Diese Fläche wäre also hier Zwillingsfläche. Sternförmig gruppirte Krystalle, die zu mehreren, bis zu sechs, um einen Mittelpunkt herum liegen, sind wohl unregelmässig verwachsen, wenigstens liess sich irgend ein Gesetz nicht constatiren, auch sind die Winkel, unter denen sie sich treffen, bei einer und derselben Gruppe oft erheblich verschieden.

Indessen ist die Form der Augite durchaus nicht immer die regelmässige. Bei den Mikrolithen und den kleineren Krystallen ist das wohl stets der Fall, aber die grösseren bilden auch häufig ringsum oder doch theilweise unregelmässig begrenzte Körner. Dies ist jedenfalls z. Th. auf Corrosion durch das Basaltmagma zurückzuführen, das buchtenförmig von der Seite eindrang und zuweilen einen grossen Theil des den grösseren Augiten zukommenden Raums erfüllt.

Merkwürdig ist die einmal beobachtete Erscheinung (Fig. 5), dass der Basalt b einen grösseren Augitkrystall a nicht ringsum vollständig umgab, sondern an einer Fläche s ein schmales klaffendes Spältchen c frei liess. Dieses ist offenbar als ein kleiner Contractionsriss aufzufassen, längs welchem sich beim Festwerden die Masse des Basalts von dem Augitkrystall losgerissen hat.

Auch durch mechanische Einwirkungen ist die Form der Augite zuweilen verändert. Manche sind geknickt und gebogen, manche auch in Stücke zerbrochen, welche durch schmale Basaltschnüre etwas von einander getrennt sind.

Die Auslöschungsschiefen in den braunen Krystallen sind sehr wechselnd und in einzelnen Fällen sehr erheblich, bis 40° gegen die Verticalkanten steigend. Noch grösser ist aber die Auslöschungsschiefe in den grünen Kernen mancher brauner Augite. Ein annähernd mit der Symmetrieebene parallelgehender Schnitt durch einen solchen combinirten Krystall hat

ergeben: Auslöschungsschiefe für die braune Hülle $\doteq 36^0$. Auslöschungsschiefe für den grünen Kern $= 48^0$. Differenz der Auslöschungsschiefen $= 12^0$. In der Übergangs- und Grenzzone zwischen den beiden Theilen des Krystalls scheinen intermediäre Verhältnisse zu herrschen.

In den Limburgiten aus der Umgebung des Habichtswaldes ist nach den Untersuchungen von Fr. Rinne (Sitzgsber. Berl. Akad. 1889. p. 1013) die Auslöschung im grünen Kern (33^0) solcher Augite kleiner als im helleren Mantel (42^0).

Olivin. Der Olivin des Basaltgemenges ist stets in grösseren, vielfach makroskopisch sichtbaren Krystallen ausgebildet; bis zu Mikrolithengrösse sinken die Olivinkrystalle nie herab. Kein anderer Gemengtheil des Basalts erreicht den Umfang des Olivins, kaum der kleinsten Krystalle desselben.

Die Umgrenzung der als Bestandtheile des Basaltgemenges auftretenden Olivine ist in den allermeisten Fällen ein regelmässiger. Die Umrisse sind geradlinig, ganz unregelmässig begrenzte Körner, die wirklich dem Basaltgemenge angehören, sind jedenfalls sparsam. Dagegen finden sich stellenweise zahlreiche unregelmässige, z. Th. auch durch ihre Structur unterscheidbare Olivinkörner, die aus den unten näher zu besprechenden sog. Olivinfelseinschlüssen stammen, also nicht zu den eigentlichen Gemengtheilen des Basalts gehören.

Gestört wird die regelmässige Form hauptsächlich durch die Corrosionsthätigkeit des Basalts, der sehr häufig vom Rande aus mehr oder weniger weit in die Krystalle eindringt, oft in langen engen Canälen, Spalten entsprechend, oft in weiten tieferen oder flacheren Buchten, so dass zuweilen von dem Olivinkrystall nur noch ein kleiner Theil übrig ist. Meist sind aber wenigstens einzelne Stellen der geradlinigen Umrandung noch erhalten.

Charakteristische Durchschnitte durch Olivinkrystalle haben in den Dünnschliffen sehr verschiedene Form. Häufig sieht man die symmetrisch sechsseitigen Figuren (Fig. 7 u. 9), in welcher zwei Seiten sich in zwei gegenüberliegende Ecken unter Winkeln von ca. 80^0 schneiden, während in den übrigen Ecken die Seiten unter Winkeln von ungefähr 140^0 zusammenstossen. Auch annähernd regulär sechsseitige Schnitte kommen

vor (Fig. 6), sowie oblonge (Fig. 8), bei denen meistens die schmalen Seiten nicht sehr scharf gerade sind, wohl aber die Langseiten. Alle diese Schnitte sind nach zwei zu einander senkrechten Richtungen symmetrisch, sind also in der ungefähren Richtung einer der drei Axenebenen geführt. Intermediäre Schnitte ohne diese Symmetrie kommen natürlich ebenfalls in Menge vor.

Es ist unter Umständen wünschenswerth, die Schnitte in ihrer Lage am Krystalle genau zu bestimmen, beispielsweise kann dies bei der Entzifferung der Zwillinge in Dünnschliffen von Wichtigkeit sein. Durch die Gestalt allein ist die Fixirung der Lage der Schnitte nicht möglich, da z. B. der so häufig vorkommende symmetrisch-sechsseitige Schnitt (Fig. 7 u. 9) ebensowohl der Längsfläche als der Querfläche parallel sein kann. Die Winkel differiren in beiden Fällen nur um wenige Grade, der Unterschied ist so gering, dass er in Dünnschliffen häufig durch Messung nicht mit Sicherheit festgestellt werden kann. Nimmt man aber die optischen Eigenschaften hinzu, namentlich die Erscheinungen im convergenten Licht, so wird man über die Lage eines solchen Schnitts kaum jemals im Zweifel sein können. Zuweilen orientirt ja auch die Spaltbarkeit, indem in der Richtung des Brachypinakoids T nicht selten ziemlich regelmässige Spaltungsrisse durch die Krystalle hindurch gehen. Da diese aber auch ebenso häufig fehlen, so gewährt eben nur die optische Untersuchung vollkommene Sicherheit.

Der Olivin ist optisch positiv, die erste Mittellinie ist der Axe a, die Ebene der optischen Axen ist der Axenebene ab (der Basis) parallel; die Richtung der Axe b entspricht der zweiten Mittellinie. Charakteristisch für Olivin ist, dass der innere Winkel der optischen Axen sehr nahe $= 90^0$ ist.

Des Cloizeaux[1] fand an einem Krystall von Torre del Greco: $2V = 88^0\,54'$ für Na-Licht. Da beim Olivin $\varrho < \upsilon$ ist, so muss für Strahlen mittlerer Brechbarkeit der Winkel sogar noch etwas grösser sein. Für blaues Licht ist sehr nahe: $2V = 90^0$, so dass in diesem Fall der scheinbare

[1] Nouvelles recherches etc. p. 83. 1867.

Axenwinkel um die erste und zweite Mittellinie in Öl beinahe gleich gefunden wurde, nämlich:

$$2H_a = 107^0\ 14' \text{ und } 2H_o = 107^0\ 57'.$$

V. v. Lang[1] gibt für einen orientalischen Chrysolith: $2V = 88^0$ für Na-Licht und führt an, dass die Axen um die erste Mittellinie wegen Totalreflexion nicht aus der Platte austreten (in Luft). Letzteres ist jedenfalls nicht bei allen Olivinen der Fall. In orientirten Schliffen von basaltischen Olivinen sieht man die optischen Axen nicht nur um die erste, sondern auch um die zweite Mittellinie in Luft austreten. Ich habe mehrere Platten des bekannten Olivins vom Berge Kosakow in Böhmen senkrecht zur zweiten negativen Mittellinie angefertigt und bei allen den Axenaustritt in Luft beobachtet. Dieser Unterschied zwischen dem orientalischen Chrysolith und dem vom Berge Kosakow ist sehr merkwürdig, da beide fast genau dieselbe Zusammensetzung haben; namentlich ist der Gehalt an FeO in beiden beinahe identisch. Der Chrysolith enthält nach Stromeyer: 39.73 SiO_2, 9.19 FeO, 50.13 MgO; der Olivin vom Berge Kosakow nach Farsky[2]: 40.14—41.39 SiO_2, 9.10—9.20 FeO, 49.14—49.60 MgO, kleine Mengen von MnO, NiO und Al_2O sind ausserdem in beiden Olivinen vorhanden, in dem böhmischen fand sich auch noch CoO, CuO, ZnO und Cr_2O_3 in geringen Mengen.

Wie der Olivin vom Berge Kosakow verhält sich auch derjenige im Basalt vom Stempel. Die Axen treten sowohl um die erste, als auch um die zweite Mittellinie aus, um so mehr, als bei den Schliffen der Austritt nicht in Luft, sondern in Canadabalsam stattfindet. Man sieht daher im convergenten Licht an einer sehr grossen Anzahl von Olivindurchschnitten in dem Basalte mehr oder weniger centrisch liegende Interferenzfiguren.

Mit Hilfe dieser optischen Eigenschaften lassen sich nun die Durchschnitte in der ungefähren Richtung der Symmetrieebenen leicht deuten, besonders wenn die Spaltungsklüfte und die Umrisse deutlich hervortreten. In letzterem Fall ist sogar die Beobachtung im convergenten Licht nicht immer unbedingt erforderlich.

Die symmetrisch-sechsseitigen Durchschnitte (Fig. 7 u. 9)

[1] Sitzungsber. Wien. Akad. Bd. 31. 1858. p. 114 u. 122.

[2] Boricky: Petrogr. Studien an den Basaltgesteinen Böhmens. 1873. p. 29.

zeigen alle das Interferenzbild annähernd central. Die Axenebene ist auf der die beiden Eckpunkte von ca. 80° verbindenden Diagonale senkrecht, die darnach der Verticalaxe c und der Axe der mittleren Elasticität parallel ist. Die Axenebene wird durch die Pfeile bezeichnet. Es gibt nun solche Durchschnitte, wo die Doppelbrechung positiv und solche wo sie negativ ist. Dies lässt zuweilen die Untersuchung der Interferenzfigur direct erkennen, manchmal ist es nöthig, im parallelen Licht die Richtung der grössten und der kleinsten Elasticität in dem betreffenden Durchschnitt zu ermitteln. Man findet in dem einen Fall von den beiden in dem Durchschnitt liegenden Elasticitätsaxen die grössere in der Richtung der vorher im convergenten Licht ermittelten optischen Axenebene verlaufen, dann ist dies, da die andere in der Platte liegende Elasticitätsaxe die mittlere ist, nothwendig überhaupt die grösste in dem Krystall. Die Doppelbrechung ist positiv; der Schnitt ist senkrecht zur ersten Mittellinie, der Axe Z der kleinsten Elasticität oder zur Krystallaxe a (Fig. 7).

In dem andern Fall liegt die kleinste Elasticität in der Richtung der Axenebene; diess ist dann die kleinste Elasticität für den ganzen Krystall. An solchen Schnitten ist die Doppelbrechung negativ. Sie sind senkrecht zur zweiten Mittellinie, der Axe der grössten Elasticität X oder zur Krystallaxe b (Fig. 9).

Die symmetrisch sechsseitigen Querschnitte mit positiver Doppelbrechung (Fig. 7) gehen also annähernd in der Richtung der Querfläche M = $\infty P\bar{\infty}$ (100), um so genauer, je centraler das optische Axenbild erscheint und wenn der Schnitt durch die Mitte des Krystalls gegangen ist, so entsprechen die Begrenzungslinien der Längsfläche T = $\infty P\breve{\infty}$ (010) und dem Brachydoma k = $2P\breve{\infty}$ (021), dessen Flächen sich über der Verticalaxe unter einem Winkel von 80° 53′ schneiden.

Ist dagegen die Doppelbrechung negativ, dann geht der Schnitt in der Richtung der Längsfläche T = $\infty P\breve{\infty}$ (010) und die Begrenzungslinien entsprechen der Querfläche M = $\infty P\bar{\infty}$ (100) oder auch wohl Prismenflächen und dem Makrodoma d = $P\bar{\infty}$ (101), dessen Flächen in der Verticalaxe unter einem Winkel von 76° 54′ zusammenstossen.

Die nahezu regelmässig hexagonalen Schnitte (Fig. 6) sind

stets optisch positiv und die Axenebene ist senkrecht auf zwei Sechseckssseiten, gehen also wie die in Fig. 7 der Querfläche parallel. Die Domenflächen k sind durch die von h = P∞ (011) ersetzt, die sich in der Verticalaxe unter 119° 12′ schneiden. Derartige Schnitte sind verhältnissmässig selten; nie findet man h neben k.

Die rechteckigen Schnitte (Fig. 8) haben sich stets als optisch negativ erwiesen, sie gehen also der Längsfläche parallel. Sie treffen oben und unten je eine Fläche der Domen h oder k und rechts und links je eine Prismenfläche, auf deren Kante die getroffenen Domenflächen aufsitzen oder die Querfläche M. Auf den den Prismenflächen entsprechenden beiden Schnittlinien, die der Verticalaxe c parallel gehen, steht die Ebene der optischen Axen senkrecht. Daran erkennt man diese Richtung und unterscheidet sie von den Schnittlinien in der Richtung der Axe a.

Regelmässig begrenzte Schnitte, welche gar keinen Axenaustritt zeigen, also nahezu parallel mit der Basis gehen, sind nur sparsam gefunden worden. Ihre Form geht aus der Krystallform der Olivinkrystalle ohne weiteres hervor. Auch sie sind durch ihr optisches Verhalten charakterisirt.

Zwillinge von Olivin habe ich mehrfach beobachtet. Das Gesetz: Zwillingsfläche eine Fläche des Brachydomas h = P∞ (011) konnte mit Hülfe des optischen Verhaltens der Krystalle mit Sicherheit nachgewiesen werden. In dem in Fig. 10 abgebildeten Zwilling sind an ein grösseres mittleres Individuum 1 zwei unter einander gleich orientirte kleinere Individuen 2 und 3 nach zwei einander parallel gegenüber liegenden Flächen angewachsen. Alle drei Individuen zeigen regelmässige Spaltungsrisse nach den in der Figur angegebenen Richtungen. Das grössere Individuum 1 hat rechts und links je zwei unter ca. 120° zusammenstossende ziemlich ebene Flächen, deren Winkel die Spaltungsrisse halbiren, ein drittes Flächenpaar ist letzteren parallel, so dass ein regelmässig sechsseitiger Umriss entsteht. Ähnlich regelmässig begrenzt ist das rechts nach einer ganz geraden Linie angewachsene Individuum 2, während bei dem links angewachsenen Individuum 3 nur die Grenze gegen 1 geradlinig ist. In 2 und 3 gehen die Spaltungsrisse parallel und machen mit denen in 1

Winkel von ca. 120°. Im parallelen polarisirten Licht löscht jedes der drei Individuen // und ⊥ zu den Spaltungsrissen aus und zwar 2 und 3 vollkommen gleichzeitig, während eine Auslöschungsrichtung von 1 mit einer solchen von 2 resp. 3 einen Winkel von nahe 120° einschliesst. Alle drei Individuen geben beinahe genau central die Interferenzfiguren mit positiver Doppelbrechung. Der Schliff geht also in der Richtung der Querfläche und die der ersten optischen Mittellinie entsprechende Brachydiagonale a ist auf dem Schliff senkrecht. Die Ebene der optischen Axen ist in allen drei Individuen auf den Spaltungsrissen senkrecht. Sie steht in dem grossen Individuum auf den horizontalen Grenzlinien senkrecht und entsprechend senkrecht auf zwei Grenzlinien in dem kleinen Individuum 2 je in der Richtung der Pfeile. Diese Grenzlinien entsprechen also der Längsfläche T und die beiden Flächen rechts am grossen Individuum sind Flächen des Brachydomas h = P$\bar{\infty}$ (011), deren eine die Zwillingsfläche ist. Die erwähnten Spaltrisse gehen hier wie gewöhnlich der Längsfläche T parallel.

Einschlüsse von verschiedener Natur sind in den Olivinkrystallen nicht selten.

Kleine Flüssigkeitseinschlüsse mit tanzenden Libellen hat schon Zirkel (Basaltgesteine p. 58) in dem Basalt von Marburg, der wahrscheinlich vom Stempel stammt, beobachtet. In Olivinkrystallen aus dem Basaltgemenge mit regelmässiger geradliniger Begrenzung der Schnitte habe ich ebenfalls Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle gesehen, aber als sehr grosse Seltenheit, etwas häufiger, aber immer noch sehr sparsam sind ruhende und auch beim Erwärmen sich nicht bewegende Bläschen. Alle diese Einschlüsse sind stets klein und rund, fast nie schlauchförmig verlängert und kaum ein oder das andere Mal waren mehrere derselben strichweise in Zonen angeordnet. Ganz anders verhält sich in dieser Beziehung der Olivin aus den Olivinknollen, von dem unten die Rede sein wird, so dass man zweierlei Olivine in dem Basalte vom Stempel unterscheiden muss.

Weit zahlreicher sind die Glas- und Schlackeneinschlüsse. Das Glas ist braun und bildet kleine, häufig aber auch sehr grosse runde Eier. Seltener ist die Begrenzung der Glaseinschlüsse eine unregelmässige, eckige oder schlauchförmige etc.

Die Glasmasse selbst ist etwas trübe durch geringe körnige Entglasung und wirkt etwas, aber äusserst schwach auf das polarisirte Licht ein. In den grösseren, weniger in den kleineren, finden sich Bläschen, zuweilen zu mehreren nebeneinander, meist im Innern des Glases, aber auch mehrfach am Rande, ein Theil des Bläschens über das Glas hinausragend.

Behandelt man einen Schliff mit Salzsäure, so löst sich der Olivin nebst dem Glas der Grundmasse vollkommen auf. Dagegen bleiben die in den Olivinkrystallen eingeschlossenen Glaseinschlüsse völlig unangegriffen zurück, auch bei langer Einwirkung der Säure und zeitweiligem Erwärmen. Das Glas in den Olivinkrystallen ist also von anderer Beschaffenheit, als das dem Ansehen nach sehr ähnliche Glas des Basaltgemenges.

Auch runde oder unregelmässig begrenzte halbglasige Schlackenmassen, meist ziemlich gross und von sehr dunkler brauner Farbe, sind in den Olivinkrystallen nicht selten. Zuweilen haben sie die Form des Wirths und in einigen Fällen ist die Ausbildung so, dass nur ein ganz schmaler zusammenhängender Olivinrand von der charakteristischen Form der Olivinkrystalle einen grossen dunkeln Schlackenkern von derselben Form so umschliesst, dass die äusseren Begrenzungslinien des Krystalls und des Einschlusses einander beziehungsweise parallel sind.

Von krystallisirten Einschlüssen enthalten die Olivinkrystalle fast nur Magneteisen. Opake Körner finden sich nicht selten in grösserer Menge eingeschlossen, meist mehr oder weniger regelmässig, manche sehr scharfkantig und eckig begrenzt, manche auch unregelmässig gerundet. Bei Behandlung mit Salzsäure verschwinden die meisten opaken Einschlüsse zugleich mit dem Olivin, doch nicht alle. Die wenigen unlöslichen sind wohl ausnahmslos Picotit, der sich in einzelnen Körnern auch durch eine geringe Durchscheinenheit mit dunkelbrauner Farbe auszeichnet.

Rothe und braune Fetzen von Eisenoxyd und Eisenhydroxyd sind als Verwitterungsproducte in den Olivinen nicht selten.

Einmal nur wurde ein ziemlich grosser rundlicher Ein-

schluss in einem regelmässig geradlinig umgrenzten Olivin des Basaltgemenges beobachtet, der mit dem Bronzit aus den Olivinknollen vollkommen übereinstimmt. Er ist hellbräunlich, zeigt viele parallele feine Spaltrisse, denen die Auslöschung parallel geht und polarisirt sehr lebhaft. Darnach gehört auch dieses Korn wohl zum Bronzit. Ähnliche Einschlüsse von Bronzit im basaltischen Olivin sind ja auch sonst schon beschrieben worden, so u. A. von Bořicky in seinen petrographischen Studien an den Basaltgesteinen Böhmens[1].

Zerbrochene Olivinkrystalle sind nicht selten; die einzelnen Stücke sind stets nur wenig von einander entfernt.

Mit dem umgebenden Basalt scheinen die Olivinkrystalle mit ihren ebenen Flächen nicht immer fest verwachsen zu sein. In mehreren Fällen habe ich beobachtet, dass vielleicht beim Schleifen entstandene Risse, welche durch die andern Bestandtheile des Basalts quer hindurch gingen, an Olivinkrystallen genau der Grenze gegen den Basalt folgten, und hinter dem Olivin wiederum regelmässig weiter gingen. Ein Beispiel davon ist in Fig. 11 abgebildet; nur an einer Ecke ist ein kleines Stückchen des Olivinkrystalls abgebrochen.

Nur ein einziges Mal wurde eine centrische Verwachsung von Olivin und Augit beobachtet. Ein Olivinkrystall des Basaltgemengs ist von zahlreichen Augitkryställchen umgeben, die genau die Beschaffenheit der anderen Augite in dem Basalt haben. Dieselben sind z. Th. radial rings um den Olivinkrystall an denselben angewachsen, z. Th. legen sie sich auch mit ihrer Längsrichtung an die Olivinflächen an.

Magneteisen. Magneteisen ist in dem Basalt reichlich vorhanden. Es sind entweder grössere Körnchen oder oktaëdrische Kryställchen, die zuweilen sehr zierliche Dendriten bilden, aber nur an einzelnen, besonders glasreichen Stellen. Vielfach ist es auch ein feiner Staub, der stellenweise das ganze Gestein imprägnirt und fast ganz undurchsichtig und schwarz macht. Solche Partien sind zuweilen bänderartig im normalen Basalt angeordnet, manchmal ist der feine Staub um gewisse Einschlüsse, besonders von Kalk (siehe unten),

[1] Die Arbeiten der geolog. Abtheilung der Landesdurchforschung von Böhmen. II. Thl. p. 30. No. 5; im „Archiv der naturw. Landesdurchforschung von Böhmen. II. Bd. 2. Abthlg. 1873“.

auch von Quarz angehäuft, um diese einen mehr oder weniger breiten undurchsichtigen schwarzen Saum bildend. Um die Basaltbestandtheile herum fehlen Magneteisenränder beinahe ganz, einzelne Körner oder Krystalle von Magneteisen finden sich aber häufig in ihnen eingeschlossen.

Zieht man das Magneteisen aus dem feinen Pulver des Basalts mit dem Magnet aus und behandelt den magnetischen Bestandtheil mit Salzsäure, so findet man, dass sich nicht immer alles löst und ebenso findet man, wenn man Dünnschliffe mit Salzsäure behandelt, dass nicht immer alle opaken Körner verschwinden, auch wenn man die Behandlung mehrere Tage lang unter zeitweisem Erwärmen fortsetzt. Der unlösliche Rückstand des Pulvers ist stets ziemlich stark titanhaltig, aber auch das Gelöste gibt schwache Titanreaction vor dem Löthrohr. Dem eigentlichen, allerdings nicht ganz titanfreien Magneteisen ist also stellenweise oktaëdrisches Titaneisen (schlackiges Magneteisen) beigemengt, aber niemals in grösseren Mengen.

Local findet man auch Ilmenit und dann in grösserer Menge. Es sind stets grobkörnige Basaltpartien scharf gegen den feinkörnigen Basalt abgegrenzt, die, wie wir unten sehen werden, ihre Entstehung vielleicht dem Einschmelzen von Kalkeinschlüssen verdanken. In diesen ist das Eisenerz z. Th. nicht in der Form der Körner des Magneteisens vorhanden, sondern es sind unmagnetische, in H Cl schwerlösliche dünne, lange Leisten und breite, zuweilen sechsseitig umgrenzte Blättchen, theils undurchsichtig, theils etwas bräunlich durchscheinend. Da solche Stellen eine ziemlich beträchtliche Titanreaction geben, so hat man es hier wohl mit Ilmenit zu thun. Die Blättchen des Ilmenit schliessen die Körnchen des Magneteisens stets vollständig aus, beide kommen niemals neben einander vor.

Rothe Eisenoxydblättchen treten manchmal als Verwitterungsproduct, besonders in einzelnen Olivinkrystallen auf. Braunes Eisenhydroxyd umgibt an verwitterten Stellen die Magneteisenkörner und färbt das Gestein nicht selten auf grössere Entfernung braun.

Picotit. Der Picotit ist im eigentlichen Basaltgemenge sehr sparsam vorhanden, in den Olivinknollen ist er sehr viel häufiger. Im Basalt ist er, wie es scheint, durchaus an die

Olivinkrystalle gebunden, die manchmal in Salzsäure unlösliche opake oder braun durchscheinende Körner und oktaëdrische Kryställchen einschliessen. Die braun durchscheinenden unter denselben sind wohl zweifellos Picotit, wenigstens sind sie von dem ächten zweifellosen Picotit der Olivinknollen nicht zu unterscheiden. Ob auch die schwarzen in Salzsäure unlöslichen Körner und Krystalle Picotit sind, ist vielleicht unsicher. Eine sichere Chromreaction konnte bei der Spärlichkeit der Körner nicht erhalten werden.

Lange farblose wasserhelle Prismen mit Querabsonderung gehören wohl dem Apatit an. Sie sind nur spärlich zu beobachten, aber der Phosphorsäure-Gehalt des Basalts (ca. $1\frac{1}{2}$ % p. 159) beweist jedenfalls, dass Apatit in nicht ganz geringer Menge vorhanden ist. Vorzugsweise finden sich die Prismen an einzelnen gröberkörnigen Stellen, wo sie manchmal die Feldspath- und Augitkrystalle durchstechen. Im normalen feinkörnigen Basalte sind sie sehr versteckt und vereinzelt, Apatit ist aber doch überall verbreitet, denn jede Probe von Basalt liefert mit Salzsäure eine Lösung, welche eine, wenn auch manchmal nur schwache Phosphorsäure-Reaction gibt.

Glas. Das Glas tritt in dem Basalte vom Stempel im Allgemeinen stark zurück, nur an einzelnen Stellen spielt es eine grössere, sogar manchmal eine überwiegende Rolle. Im ersteren Falle bildet es eine im Schliff in isolirten kleinen, selten grösseren Partien auftretende Zwischenmasse zwischen den einzelnen Kryställchen, im andern Falle eine Grundmasse, in welcher die andern Bestandtheile eingeschlossen sind. An einzelnen Stellen gehen auch glaserfüllte Spalten durch den Basalt, wie wenn die Masse stellenweise bei der Erkaltung Risse bekommen hätte, die sich mit noch flüssigem und nachher glasig erstarrendem Magma ausgefüllt haben. Das Glas auf den Spalten zieht sich in vollkommen gleicher Beschaffenheit in den Basalt hinein und bildet in diesem dann die gewöhnliche Zwischenklemmungs- oder Grundmasse. Diese letztere und das Glas auf den Spalten bilden ein zusammenhängendes und zusammengehöriges Ganzes.

Die Glasmasse ist meist farblos oder braun, doch hat man nicht zweierlei verschiedene Gläser, sondern das an sich farblose Glas ist stellenweise durch äusserst winzige braune Körn-

chen mehr oder weniger dunkel gefärbt, so dass zwischen dem ganz farblosen und dem dunkelbraunen Glase alle möglichen Übergänge vorhanden sind. Das braune Glas enthält häufig zahlreiche schwarze Trichiten und zierliche kleine Dendriten von Magneteisen eingeschlossen, die im weissen Glase durchweg fehlen. Solche Dendriten sind namentlich auch in dem die genannten Spalten erfüllenden braunen Glase reichlich vorhanden.

Das weisse sowohl wie das braune Glas wirken so gut wie gar nicht auf das polarisirte Licht. Beide werden in gleicher Weise von Salzsäure zersetzt. Nur einzelne Fetzen des braunen Glases bleiben zuweilen bei der Behandlung der Schliffe mit Salzsäure hartnäckig zurück, ohne dass man einen Grund davon erkennt. Verhältnissmässig selten ist es, dass das Glas der Zwischenklemmungsmasse eine hellgelbe oder grüne Farbe hat. Auch das gelbe und besonders das grüne Glas ist zuweilen mit etwas dunkleren Körnchen erfüllt. Im polarisirten Licht und gegen Salzsäure verhalten sich beide ganz gleich wie das braune und weisse Glas.

Eine auch sonst schon beobachtete, aber wie es scheint nicht sehr verbreitete Art des Auftretens von Glas ist die in Form von Auskleidungen von Blasenräumen im Basalt. Im Gestein vom Stempel kommen solche stellenweise in ausgezeichneter Schönheit vor.

Dieser Basalt ist an einzelnen Stellen von zahlreichen. im Allgemeinen regelmässig runden Blasenräumen durchzogen. Diese sind im Gegensatz zu anderen unregelmässig gestalteten Hohlräumen stets mit einer mehr oder weniger breiten Schicht eines ausnahmslos hellgelben bis grünen Glases ausgekleidet. aber nur da, wo der Basalt noch frisch und unverwittert ist. Es ist scharf gegen die umgebende Basaltmasse abgegrenzt. so dass nur vereinzelte Krystallspitzen besonders von Augit aus dem Basalt in dieses gelbe Glas hineinragen.

Von der Umrandung der Hohlräume zieht sich das gelbe Glas auch an einzelnen Stellen etwas in den Basalt hinein. wenn auch niemals weit. Einzelne isolirte rundliche, gelbe Glasfetzen von genau derselben Beschaffenheit liegen im Basalt ohne Hohlräume. Diese haben aber wahrscheinlich ausserhalb des Schliffs mit der gelben Blasenumrandung im Zusammenhang gestanden.

Diese Glasumrandung ist meist frisch und dann vollkommen klar und durchsichtig. Manchmal ist sie aber auch etwas durch Verwitterung angegriffen und dann vielfach deutlich faserig. In dieser letzteren Beschaffenheit wirkt sie etwas auf das polarisirte Licht, während das ganz frische Glas vollkommen isotrop ist.

Der gelbe Glasrand ist von sehr verschiedener Dicke, oft hauchdünn, oft den Blasendurchschnitt ganz oder fast ganz erfüllend. Im Allgemeinen sind grosse Porenschnitte dünner umrandet als kleinere, die nicht selten ganz mit dem gelben Glase erfüllt sind. Dieser Unterschied hängt einmal mit der grösseren oder geringeren Dicke der Glashaut überhaupt zusammen, sodann damit, dass die Schnitte die mit Glas ausgekleideten Blasenräume an verschiedenen Stellen treffen, bald mehr dem Centrum genähert, bald mehr tangential. Im ersten Falle wäre ceteris paribus der Durchschnitt durch die Poren am grössten und der Glasrand am schmälsten. Im zweiten Fall wäre der Schnitt durch den hohlen Blasenraum kleiner und der Glasrand breiter und wenn der Schnitt tangential blos durch die Glaswand hindurch geht, ohne den Hohlraum zu treffen, ist ein leerer Raum in dem Glase überhaupt nicht mehr vorhanden.

Übrigens bildet das gelbe Glas nicht nur Umrandungen der Blasenräume, sondern zieht sich zuweilen in ganz dünnen Bogen in den Hohlraum hinein, an einem Punkt von der Glaswand abzweigend und in grösserer oder geringerer Entfernung davon sich wieder mit derselben vereinigend (Fig. 12). Es ist, wie wenn innerhalb des noch flüssigen Glasrandes sich eine zweite Dampfblase und dadurch eine neue secundäre Blase gebildet hätte. Solche Abzweigungen sind in manchen Blasenräumen an mehreren Stellen und nicht selten geht auch von oder neben einem solchen Bogen ein zweiter, dritter etc. aus, so dass zuweilen ziemlich complicirte Gebilde entstehen (Fig. 13), die aber alle in der angedeuteten Weise erklärt werden können. In grösseren Blasenräumen liegen so oft viele bogenförmige Glashäute in geringer Entfernung von einander zwiebelschalenartig oder wie ein Satz Uhrgläser in einander. Es sind ähnliche Bildungen wie die Lithophysen der sauren vulcanischen Gesteine. Hier hätte man es mit Basaltlithophysen zu thun.

Überall hängt der gelbe Glasrand nur sehr lose an der Basaltmasse, so dass er beim Schleifen sehr leicht abbröckelt. Man bemerkt daher diese Gebilde meist nur bei der Beobachtung während des Schleifens, wenn der Schliff für sonstige Zwecke noch viel zu dick ist. Beim Dünnerschleifen geht dann der Inhalt der Poren meist verloren, indem die Bogen mehr oder weniger vollständig zerbrechen. Jedesmal geschieht dies, wenn man auch noch so vorsichtig den Schliff mit einem feinen, Alkohol enthaltenden Pinsel zu reinigen sucht.

Von Salzsäure wird dieses Glas ganz ebenso zersetzt, wie das im Basaltgemenge befindliche.

Diese glasumsäumten Blasenräume liegen nicht blos im eigentlichen überwiegend krystallinischen Basaltgemenge, sondern auch da, wo der Basalt vorwiegend glasig ausgebildet ist, in diesem Glase, so dass die eine Glassorte die andere in scharfer Abgrenzung gegen dieselbe rings umschliesst. In Fig. 14 ist eine Erscheinung dieser Art abgebildet. Der grosse Blasenraum (d) ist zur Hälfte von vorwiegend krystallinischem Basalt (a) umgeben, der durch Verschwinden der krystallisirten Basaltbestandtheile bei b in braunes Glas übergeht, das denselben Porenraum auf der anderen Seite begrenzt und das weiter von d entfernt wieder in den normalen Basalt verläuft. Der grosse Porenraum d ist von einer gleichmässig dicken ziemlich schmalen Haut eines gelben, vollkommen durchsichtigen und isotropen Glases (c) ausgekleidet, die gegen das braune Glas (b) ebenso scharf abgegrenzt ist, wie gegen den normalen Basalt (a), die Glashaut ihrerseits im Innern von einer dünnen Haut eines gelben radialfaserigen Infiltrationsproducts (e) in scharfer Abgrenzung bedeckt. In der braunen körnig entglasten Glasmasse (b) liegen ausserdem noch einige kleinere mit gelbem Glas ausgekleidete Blasenräume (d), genau ebenso gebildet, wie der grössere Blasenraum (d), nur dass die faserige Haut (e) im Innern fehlt.

Ähnliche Erscheinungen hat auch schon Doss[1] an syrischen Basalten beobachtet, es ist aber schwierig, sich ein genaues Bild von der Entstehung derselben zu machen.

---

[1] Tschermak: Min. u. petr. Mittheilg. VII. 1886. p. 517. Vergl. auch Hylland's Beschreibung der Basalte vom Kilimandscharo ebenda. X. 1888. p. 278.

Structur.

Die Structur des Basalts vom Stempel ist in der Hauptsache an allen der Beobachtung zugänglichen Stellen eine ziemlich gleichförmige, nur untergeordnet kommen abweichende Structurformen mitten in der Hauptmasse des normalen Gesteins vor, die sich z. Th. auf bestimmte Ursachen zurückführen lassen.

Makroskopisch ist der Basalt sehr feinkörnig bis dicht; grüne Olivinkörner sind in der schwarzen Grundmasse ziemlich zahlreich eingesprengt neben reichlichen Bruchstücken fremder Gesteine und Mineralien, von denen unten noch weiter die Rede sein wird. Vielfach schliesst das Gestein auch runde Blasenräume oder unregelmässig begrenzte Hohlräume ein. Namentlich die ersteren sind auf gewisse eng umgrenzte poröse Stellen in dem sonst compakten Basalte beschränkt; sie enthalten die Zeolithe.

Auch u. d. M. erweist sich die Hauptmasse des Basalts sehr feinkörnig. Das Glas tritt neben den krystallisirten Bestandtheilen stark zurück, manchmal so, dass man Mühe hat, mit Sicherheit die Anwesenheit desselben zu erkennen. Vollkommen abwesend ist es wohl niemals.

Mit dem Glas zusammen bilden die Mikrolithe von Augit und Feldspath, von denen im Allgemeinen die ersteren über die letzteren überwiegen, eine Grundmasse, in der grössere Krystalle und Körner von Olivin, sowie die grösseren Krystalle von Augit und Feldspath porphyrartig eingeschlossen sind. Von diesen Einsprenglingen überwiegt fast stets der Olivin, gegen den Augit und Feldspath meist stark zurücktreten, zuweilen so, dass letztere beide Mineralien beinahe ganz fehlen. Von ihnen pflegt der Augit wieder gegen den Feldspath vorzuherrschen. Daher rechnet Rosenbusch[1] mit Recht den Basalt vom Stempel unter die Feldspatharmen oder doch an diesem Mineral nicht reichen Repräsentanten des hypokrystallin-porphyrischen Basalttypus.

Auch die Beschreibung, die Zirkel von der Structur des Basalts von Marburg gibt, stimmt mit der des Stempelbasaltes. Er nennt ihn (l. c. p. 120) „charakteristisch kleinkörnig.

[1] Physiographie. 2. Aufl. 1887. Bd. II. p. 729.

augitreich und mit dickeren Oliven versehen". Wenn er hinzufügt, dass die haarförmigen schwarzen Gebilde (Trichite) darin fehlen, so trifft dies ebenfalls in der Hauptsache zu; sie finden sich nur an einzelnen besonders struirten Stellen, nicht aber in der Hauptmasse des Basaltes.

Fluidalstructur ist in manchen Präparaten dadurch sehr schön ausgebildet, dass sich die kleineren aber auch z. Th. die grösseren Krystalle mehr oder weniger vollzählig mit ihrer Längsrichtung parallel lagern. Diese Erscheinung erwähnt Zirkel ebenfalls von seinem Basalt von Marburg (l. c. pag. 105). Da ich sie an anderen Basalten der Gegend nicht beobachtet habe, so ist dies für mich mit ein Grund zu der Annahme, dass dieser Basalt vom Stempel stammt.

In dem normalen Basaltgemenge finden sich mehrfach, wenn auch nicht gerade häufig mikroskopisch kleine unregelmässig begrenzte Hohlräume. Die benachbarten Mikrolithen der Grundmasse, besonders die Augit-, seltener die Feldspathkryställchen ragen mit einem Ende, das dann krystallographisch vollkommen ausgebildet ist, frei in diese Hohlräume hinein, während das entgegengesetzte Ende derselben am Basaltgemenge in der gewöhnlichen Weise theilnimmt. Einzelne isolirt in den Hohlräumen liegende Kryställchen sind am einen Ende stets unregelmässig begrenzt; sie sind wohl stets abgebrochen oder abgeschliffen. Selten sind diese unregelmässigen Hohlräume mit Infiltrationsproducten ganz oder theilweise erfüllt, niemals enthalten sie Glaswände, wie die oben beschriebenen runden Poren.

Es ist dieselbe Erscheinung, die Streng [1] von dem Dolerit von Londorf beschreibt, der ganz mit solchen Hohlräumen erfüllt ist. Streng nimmt an, dass in dem Gesteinsmagma durch die fortschreitende Erstarrung sich ein fest zusammenhängendes Krystallskelett gebildet hatte, dessen Maschen von noch flüssiger Masse erfüllt waren und dass durch empordringende Dampfblasen diese noch flüssige Masse aus den festen Maschen ausgetrieben wurde, so dass Hohlräume entstanden, in welche die Spitzen der das Maschengewebe bildenden Kryställchen hineinragten. Es ist hiebei vielleicht auffallend,

[1] Dies. Jahrb. 1888. II. p. 206.

dass diese Verdrängung so vollständig erfolgte, dass niemals auch nur die geringste Spur von Magma zurückgeblieben und in den Poren auf den Kryställchen glasig erstarrt ist, trotzdem bei dem nach der Bildung des Maschengewebes doch schon weit vorgeschrittenen Erkaltungs- und Erstarrungsprocess die Masse nicht mehr sehr leicht flüssig und beweglich gewesen sein konnte.

Eine von dem normalen Basalt abweichende Structurform stellt sich an isolirten kleineren Stellen zwischen der Hauptmasse des Basaltes dadurch ein, dass das Glas an Menge zunimmt, oder auch wohl an Menge über alle andere Bestandtheile überwiegt und sie sogar mit Ausnahme des Magneteisens ganz verdrängt. Solche Stellen, die zugleich durch eine poröse Beschaffenheit ausgezeichnet sind, haben eine Grösse bis zu einem Quadratfuss an der Oberfläche, selten mehr und sind gegen den umgebenden compacten Basalt ziemlich scharf abgegrenzt.

Das Glas ist an solchen Stellen stets ziemlich dunkelbraun gefärbt und meist stark zersetzt, wodurch auch die dünnsten Schliffe trübe und fast undurchsichtig erscheinen. Manchmal wird das Glas dadurch auch deutlich fasrig. Die Undurchsichtigkeit wird noch durch das Magneteisen erhöht, welches die ganze Masse staubförmig durchdringt. Von diesem aus dringt braunes Hydroxyd in die Masse ein, ebenso auch von einzelnen grösseren Magneteisenkörnern von unregelmässiger Gestalt, die gleichfalls in dem Glase liegen. Daneben findet sich das Magneteisen aber auch noch in Form zierlicher Dendriten, die keine Verwitterungserscheinungen zeigen und die daher wohl als spätere Neubildungen anzusehen sind.

Wenn in diesen glasreichen Partien Krystalle ausgeschieden sind, so sind es vorzugsweise Plagioklaskrystalle von viel bedeutenderer Grösse als in dem normalen Basalt. Diese Feldspathe enthalten sehr häufig ganz besonders grosse Schlackeneinschlüsse, meist von der Form des Wirths, so dass um eine leistenförmige Schlackenpartie nur ein ganz schmaler Feldspathrand herumläuft. Augit tritt sehr stark zurück oder fehlt ganz und jedenfalls sind seine Krystalle nur klein. Olivin fehlt an solchen Stellen stets vollkommen.

Charakteristisch für diese glasigen Partien des Basalts sind die zahlreichen runden Blasenräume, mit denen sie meistens durchsetzt sind, so dass der Basalt an diesen Stellen ganz porös erscheint. Mit der erwähnten starken Verwitterung hängt es zusammen, dass diese Blasen, wie schon erwähnt, mehr oder weniger mit Zeolithen, besonders mit Phillipsit erfüllt sind, die man nur an solchen vorwiegend glasigen und porösen Stellen, sonst nirgends im Basalt des Stempels findet. Die Zeolithe findet sich auch nur da, wo das Glas stark zersetzt ist; wo im frischen normalen Basalte Hohlräume irgend welcher Art vorkommen, pflegen sie von Infiltrationsproducten aller Art ganz frei zu sein. Charakteristisch ist, dass unmittelbar um diese runden Poren herum der Basalt häufig, ganz besonders massenhaft mit Magneteisenstaub durchtränkt ist, so dass ein, allerdings stets nur ganz schmaler schwarzer Rand um den Blasenraum herumläuft.

Die Gestalt dieser bis erbsen- und haselnussgrossen aber auch mikroskopisch kleinen Blasenräume ist stets, wenn keine Störungen vorhanden sind, ziemlich regelmässig kreisförmig oder schwach elliptisch verlängert, durch gewisse Umstände wird aber diese Normalform etwas geändert. So treten häufig zwei Blasenräume zusammen und vereinigen sich zu einem einzigen stark verlängerten, der dann in der Mitte eine mehr oder weniger starke Einschnürung zeigt. An die zweite legt sich noch eine dritte, vierte etc. Blase, so dass zuweilen ganze Blasenzüge entstehen, die geradlinig oder auch gekrümmt und gebogen sind und an deren Einschnürungen man die Grenzen der Einzelblasen noch erkennt. Wenn grössere Krystalle in der Nähe der Blasen liegen, so verändern sie deren regelmässig rundliche Form ebenfalls. Wenn der Krystall tangential liegt, so erhält der Hohlraum an der betreffenden Stelle eine der Länge des Krystalls entsprechende geradlinige Grenze und wenn sich mehrere Krystalle tangential anlegen, so ist die Form des Blasenraums eine vorwiegend geradlinig begrenzte. Wenn ein Krystall mit seiner Spitze auf den Hohlraum zu gerichtet ist, so bringt er eine mehr oder weniger tiefe Einbuchtung in demselben hervor.

Wenn noch weitere Beweise nöthig wären, so würden derartige Erscheinungen zeigen, dass diese rundlichen Hohlräume

schon in der noch nachgiebigen, noch nicht ganz erstarrten Masse durch empordringende Dampfblasen gebildet worden sind.

Solche runde Blasenräume sind aber nicht ausschliesslich auf die stark glasigen Partien des Basalts beschränkt, sie finden sich auch, wenn gleich weniger häufig, in dem ganz normalen frischen mit all den oben beschriebenen Eigenschaften. Im frischen normalen Gestein sind alle diese Blasenräume ausnahmslos mit einer Glashaut auskleidet, in deren unmittelbaren Contact der Basalt auch hier vielfach sehr stark mit Magneteisenstaub imprägnirt ist, so dass ein schmaler schwarzer Basaltrand die Glasschicht umgibt, der gegen den normalen Basalt ziemlich scharf abschneidet.

Die speciellen Verhältnisse des Glases in solchen im frischen Basalt befindlichen Poren sind schon oben bei der Beschreibung des Glases geschildert worden (p. 175).

Es scheint, dass auch die Poren im verwitterten Basalt von Glashäuten ausgekleidet gewesen sind, welche aber bei der Verwitterung mehr oder weniger vollständig verschwanden oder doch stark verändert wurden. Man beobachtet nämlich zuweilen diese Poren im verwitterten Gestein mit einer dünnen Schicht einer trüben bräunlichen auf das polarisirte Licht wirkenden radial faserigen Substanz ausgekleidet, die aus der Glashaut entstanden sein könnte. Es ist aber nicht immer möglich, diese Schicht von den neugebildeten Infiltrationsproducten in den Poren zu unterscheiden.

Olivingestein.

Stücke von Olivingestein spielen im Basalt vom Stempel eine grosse Rolle. Einzelne kleine Knollen, bald frisch, bald verwittert, sind reichlich darin eingeschlossen. In einer kleinen Schlucht, die in südöstlicher Richtung aus dem Basaltbruch herausführt, ist aber eine solche Masse dieses vorzugsweise aus Olivin bestehenden Gesteins aufgeschlossen, wie sie vielleicht in ähnlicher Grösse bisher in keinem andern Basalt bekannt geworden ist. Es ist also auch hier wieder die mehrfach u. A. von Bleibtreu erwähnte Erfahrung bestätigt, dass kleine Basaltkuppen besonders reichliche Mengen von Olivingestein enthalten. Beide Gehänge jener Kluft werden auf erhebliche Erstreckung dem Olivingestein gebildet. Auf ca. 4 m steht dasselbe auf von dem Boden in der Längsrichtung der Schlucht an, die Höhe

vom Boden an beträgt ca. 2 m, darüber folgt wieder Basalt. In Brusthöhe beträgt die Weite der Schlucht, die in ihrem unteren Theil früher zweifellos ganz mit Olivingestein ausgefüllt war, ca. 6 m. Das Volumen dieser zusammenhängenden Olivingesteinsmasse muss demnach viele Cubikmeter betragen haben und ein nicht geringer Theil derselben steckt sicherlich noch nach unten und seitlich unsichtbar im Basalt.

Die Masse des Olivingesteins ist nach allen Richtungen hin von zahlreichen im Durchschnitt etwa fingerdicken Basaltschnüren durchzogen, welche das Ganze in eine grosse Anzahl kleinerer Stücke zerlegen, die aber zweifellos früher zusammengehangen haben, und zwischen welche der Basalt auf Spalten allseitig eingedrungen ist. Diese Basaltschnüre zeigen im Wesentlichen dieselben Bestandtheile und dieselbe Structur wie der normale Basalt, sie enthalten aber ausserdem manchmal in reichlicher Menge kleine Bruchstücke des Olivingesteins und einzelne Körner der Bestandtheile desselben eingewachsen, welche beim Eindringen des Basalts von der Hauptmasse losgerissen und eingehüllt worden sind. Es sind dies namentlich zahlreiche unregelmässige Olivinkörner neben gleichfalls zahlreichen regelmässig umgrenzten Olivinkrystallen des eigentlichen Basaltgemenges, die aus dem Magma an Ort und Stelle auskrystallisirten.

Diese grosse Olivingesteinsmasse ist sehr stark verwittert. Überall lässt sie sich zwischen den Fingern zerreiben. Sie besteht vorwiegend aus einem grünlichgelben bis braunen sandigen Verwitterungsproduct, das sich leicht von dem unverwitterten Reste abschlämmen lässt.

Eine von Herrn Denner im chemisch-pharmazeutischen Institut hier ausgeführte Analyse dieser durch Salzsäure leicht zersetzbaren Substanz hat ergeben:

SiO_2	48.15
Fe_2O_3	18.25
Al_2O_3	1.78
CaO	1.62
MgO	9.28
H_2O	20.48
	99.56

Die Abwesenheit des Eisenoxydul wurde durch die Analyse besonders constatirt. Der geringe Kalk- und Thonerde-

gehalt zeigt, dass es hauptsächlich ein Verwitterungsproduct des Olivins ist, der auch im nicht verwitterten Theil an Menge über die andern weniger leicht verwitterbaren Bestandtheile stark überwiegt.

In diesem Verwitterungsgrus liegen zahlreiche frische Mineralkörner. Es sind dieselben Mineralien die man auch sonst speciell am Stempel in den frischen Olivinknollen findet und die man aus dem Grus durch Methylenjodid und durch mechanisches Auslesen leicht rein erhalten kann: Olivin, Chromdiopsid, Bronzit und Picotit. Auch die mikroskopische Untersuchung hat nur diese Bestandtheile der Olivinknollen ergeben.

Makroskopisch zeigen diese Mineralien das folgende Verhalten:

Der Olivin ist hell gelblichgrün, durchscheinend bis durchsichtig, aber durch eine ganz dünne abschlämmbare Verwitterungsrinde an der Oberfläche weisslich, wenig glänzend und trübe. Die im Mittel 2—3 mm dicken Körner sind stets unregelmässig begrenzt; Blätterbrüche sind selten deutlich erkennbar. G. = 3.289.

Nach der Analyse, welche Dr. Friedheim im Rammelsberg'schen Laboratorium ausgeführt hat, ist die Zusammensetzung die folgende:

SiO_2	40.68
FeO	9.19
NiO	0.50
CuO	0.08
MgO	49.58
CaO	0.02
	100.05

$(Fe + Ni : Mg = 1 : 9—10)$

Es ist die Zusammensetzung zahlreicher basaltischer Olivine; das Verhältniss von $FeO + NiO$ zu MgO ist wie 1 : 9—10.

Der der Menge nach auf den Olivin folgende Bronzit ist braun mit einem Stich ins Grüne. Er findet sich in zwei äusserlich verschiedenen Abarten, die aber in der Hauptsache übereinstimmen und sich nur in Nebensachen von einander unterscheiden.

Die erste Abart hat durchaus die Eigenschaften eines

typischen Bronzits, sehr deutliche Spaltbarkeit in einer Richtung, weniger deutlich in zwei andern und undeutlich in einer auf der ersten senkrechten Richtung, alle vier Spaltungsflächen in einer Zone. Der Hauptblätterbruch ist meist glatt und eben und durch Längsstreifung in Folge von treppenförmiger Abwechslung mit den beiden Blätterbrüchen 2. Rangs faserig. Häufig ist derselbe aber auch durch Verdrückung gekrümmt und die sonst geraden Fasern sind gebogen. Die beiden andern Blätterbrüche sind glatt und nie faserig und stets nur schmal, während der Hauptblätterbruch immer sehr ausgedehnt ist. Die undeutlichste Spaltung tritt nur selten hervor; die dadurch entstandenen Flächen sind ziemlich uneben. Dies hat auch schon Köhler[1] beschrieben; nach seiner Messung machen die beiden glatten Blätterbrüche 2. Rangs mit dem faserigen Hauptblätterbruch Winkel von 134° (ich habe 133½° gefunden). Diese gehören darnach also einem Prisma von ca. 92° an, dessen scharfen Winkel der Hauptblätterbruch gerade abstumpft.

Nur dünne Lamellen sind durchsichtig. Die Farbe ist grünlichbraun bis olivengrün, auf der Hauptspaltungsfläche ist der bekannte metallische Schiller. G. = 3.241 nach Köhler bei 13° C. H. = 5½—6.

Diese Abart des Bronzits ist nur spärlich vorhanden. Es sind entweder einzelne unregelmässig begrenzte Körner, bis zu 1 cm im Durchmesser, meist kleiner, oder diese sind zu kleinen verhältnissmässig fest verkitteten Knöllchen vereinigt, in denen sich auch noch einzelne Körner von Olivin und Picotit, seltener von Chromdiopsid und der andern Abart des Bronzits finden.

Köhler (l. c.) hat für diesen typischen Bronzit die unter I angegebene Zusammensetzung gefunden (unter II und III ist die Zusammensetzung der unten zu besprechenden zweiten Abart des Bronzits angeführt). In der Boraxperle erhält man mit vollkommen reinem, einschlussfreiem Material eine schwache, aber unzweideutige Chromreaction, die aber Köhler nicht erwähnt.

---

[1] Pogg. Ann. Bd. 13. 1821. p. 111.

	I.	II.	III.
SiO_2	57.19	55.45	55.44
Al_2O_3	0.70	4.66	
Cr_2O_3	Spur	Spur	
FeO	7.46	6.47	
MnO	0.35	Spur	
MgO	32.67	32.97	
CaO	1.30	1.07	
H_2O	0.63	—	
	100.30	100.62	

Eine Platte parallel der Hauptspaltungsfläche gab keine Interferenzfigur im convergenten polarisirten Licht; die Auslöschung ist gerade, parallel und senkrecht zu den Spaltungsrissen und Streifen auf dieser Fläche. Platten parallel der Basis geben eine undeutliche Interferenzfigur; die Axenebene ist parallel dem brachydiagonalen Hauptblätterbruch. Platten parallel dem makrodiagonalen Pinakoid liessen sich wegen der Bröckligkeit der doch immerhin etwas angewitterten Substanz nicht herstellen, doch ergab die mikroskopische Untersuchung von Dünnschliffen, über die weiter unten berichtet werden soll, noch einige weitere Anhaltspunkte für die Beurtheilung der optischen Verhältnisse dieses typischen Bronzits.

Die zweite Abart des Bronzits bildet olivengrüne, stark glasglänzende und schön durchsichtige unregelmässig begrenzte Körner mit muschligem Bruch ohne deutliche Spaltbarkeit. Sie haben die Grösse der Olivinkörner, ca. 3 mm Durchmesser, selten mehr. An Menge überwiegen sie bedeutend aber die deutlich spaltbaren Bronzitkörner. In der Olivinfelsmasse sind sie zwischen den Olivinkörnern gleichmässig vertheilt. H. = $5\frac{1}{2}$—6. G. = 3.289. Auch diese Körner geben eine schwache aber unzweideutige Chromreaction in der Boraxperle mit vollkommen einschlussfreiem (also namentlich chromdiopsid- und picotitfreiem) Material.

Die Analyse, welche Dr. R. Brauns im Mineralogischen Institut hier ausführte, hat die Zahlen unter II ergeben. In III ist an einer andern Probe die SiO_2 noch einmal zur Controle bestimmt worden, da die Analyse von Köhler einen ca. $1\frac{1}{2}$ % höheren Kieselsäuregehalt ergeben hatte; beidemale ist beinahe genau dieselbe Zahl erhalten worden. Eine Vergleichung der Analysen ergibt einen etwas höheren Kieselsäure-

und Eisenoxydulgehalt und einen wesentlich niedrigeren Thonerdegehalt bei der ersten Abart gegen die zweite, worauf wohl dies verschiedene Verhalten bezüglich der Spaltbarkeit zurückzuführen ist. Der kleine Kalk- und der Magnesiagehalt sind beidemale beinahe gleich. Der kleine Wassergehalt, der in der zweiten Abart vollkommen fehlt, ist wohl Folge der stärkeren Verwitterung.

Der Chromdiopsid ist durch seine schön dunkel smaragdgrüne Farbe ausgezeichnet. Er bildet unregelmässig begrenzte Körner, die bis zu 6 mm Durchmesser haben, ausnahmsweise sogar noch grösser sind. Dieselben liegen entweder einzeln zwischen den Olivinkörnern in dem Verwitterungsgrus, sind aber ebenfalls zuweilen zu kleinen, etwas festeren Knöllchen vereinigt, die nur wenige Körner der andern Bestandtheile einschliessen, verhältnissmässig noch am reichlichsten Picotit. G. = 3.289. H. = $5\frac{1}{2}$—6. Die Chromreaction in der Boraxperle ist sehr stark.

Die im Rammelsberg'schen Laboratorium von Herrn Dr. Friedheim ausgeführte Analyse zweier Proben hat ergeben:

SiO_2	52.95	52.05
Al_2O_3	5.19	
Cr_2O_3	2.43	
MgO	18.01	
FeO	2.31	
CaO	19.11	20.93
	100.00	

Diese Zahlen ergeben folgende Verhältnisse:

$$RO : SiO_2 = 1 : 1.07$$
$$R_2O_3 : RO = 1 : 12.5$$
$$Cr_2O_3 : Al_2O_3 = 1 : 3.$$

Der Picotit bildet meist unregelmässige schwarze Körnchen von einem Durchmesser von höchstens 1 mm, meist kleiner, doch sind auch einzelne regelmässige Oktaëderchen vorgekommen. Die Picotitkörnchen sind in dem Verwitterungsgrus vielfach an Körner von Chromdiopsid und Olivin angewachsen, meist liegen sie aber einzeln zwischen den andern Bestandtheilen des Gruses. Ursprünglich waren sie, wie die Beobachtung von Schliffen zeigt, wohl meist im Olivin, seltener im Chromdiopsid, kaum jemals im Bronzit eingewachsen.

Die Härte ist = 8. G. = 4.217. Vom Magnet wird von

den opaken Körnern des Verwitterungsgruses keines angezogen und alle untersuchten Körner gaben starke Chromreaction. Es folgt daraus, dass sie alle Picotit sind und dass Magneteisen und ähnliches durchaus fehlt. Alle diese opaken Körner werden auch von Salzsäure nicht angegriffen.

Die im Rammelsberg'schen Laboratorium von Herrn Dr. Friedheim ausgeführte Analyse hat die Zahlen unter I ergeben:

	I.	II.
Al_2O_3	39.91	39.91
C_2O_3	30.33	22.75
CrO	—	6.78
FeO	26.64	27.30
MgO	3.12	3.26
	100.00	100.00

Bei der Analyse wurde MgO nicht bestimmt, die Zahl 3.12 ist aus dem Verlust berechnet. Diese Zusammensetzung weicht von der anderer Picotite nicht unwesentlich ab, besonders ist der Chromgehalt sehr hoch. Friedheim verbürgt aber die Höhe des Chromgehalts bestimmt. Rammelsberg nimmt nach seiner brieflichen Mittheilung an, dass dieser Picotit auch CrO enthalte, ähnlich wie es Moberg für den Chromeisenstein von Beresow angenommen hat (Mineralchemie p. 143) und berechnet unter dieser Voraussetzung die Zahlen der Reihe II, die genau der Spinellformel: $(Fe, Cr, Mg)\,O\,.\,(Al_2, Cr_2)\,O_3$ entsprechen, während die Zahlen unter I ein anderes Mischungsverhältniss von RO und R_2O_3 ergeben würden.

Während die Untersuchung der einzelnen Mineralien hauptsächlich mit den Bestandtheilen der verwitterten grossen Olivinfeldmasse vorgenommen wurde, beruht die mikroskopische Untersuchung des Olivingesteins im wesentlichen auf den frischen und festen Knollen, die in reichlicher Menge durch die ganze Masse des Basalts vertheilt sind. Beide Arten des Olivingesteins und seiner Bestandtheile zeigen aber in keiner Hinsicht irgend welche Unterschiede, es ist genau dieselbe Masse, nur im einen Falle frisch, im andern theilweise verwittert.

Unter dem Mikroskop sieht man häufig diese kleinen Olivinknollen in ähnlicher Weise von Basaltschnüren durchzogen, wie man dies makroskopisch an den grossen Olivingesteinsmassen in so ausgezeichneter Weise bemerkt. Wo

die vom Basalt erfüllten Spalten etwas breiter sind, da hat das Gestein ganz die Beschaffenheit des normalen Basaltes. Wo sie sehr schmal werden, ist dies nicht mehr der Fall. Der Basalt ist dann mehr glasig, meist mit viel ausgeschiedenem Magneteisen und Augit, der Feldspath tritt zurück. Die allerfeinsten Spältchen sind mit fast reinem, grünem oder braunem Glase erfällt, ohne alle anderen Ausscheidungen als opake Körnchen oder Stäubchen von Magneteisen, die aber zuweilen ebenfalls fehlen. Diese Glasschnüre verästeln sich oft sehr complicirt in den Olivinknollen; sie dringen auf die feinsten Klüftchen ein und bilden ein mehr oder weniger dichtes Gitterwerk. Dazwischen sind die Olivinknollen oft vollständig zertrümmert und in einzelne ganz kleine Partikelchen aufgelöst, so dass nicht selten ein inniges Gemenge der Bestandtheile der Olivinknollen und des Basaltes entsteht.

In dem zwischen die Olivinknollen eingedrungenen Basalte finden sich im Allgemeinen nur die Bestandtheile des normalen Basaltes, doch ist daneben, wenngleich nur stellenweise, auch ein Bestandtheil vorhanden, der sich in dem normalen Basalt nicht gefunden hat.

Es sind dies ziemlich dunkelbraune Nädelchen von zuweilen scharf rechteckiger Gestalt, die an nur sehr vereinzelten Stellen, aber an diesen dann in grösserer Menge sich fanden. Dieselben zeigen gerade Auslöschung und sind etwas dichroitsch, so dass die parallel mit der Längenrichtung schwingenden Strahlen eine etwas ins grünliche, die senkrecht dazu schwingenden eine reiner braune Farbe haben. Von Salzsäure und Flusssäure werden die Nädelchen nicht merklich angegriffen. Diese Eigenschaften deuten wohl am ersten auf Hypersthen, leider lässt aber die geringe Menge der Nädelchen eine Isolirung und genauere Untersuchung nicht zu.

Das Olivingestein lässt auch u. d. M. nur dieselben Bestandtheile erkennen, die man bei der makroskopischen Untersuchung des Verwitterungsgruses findet und die oben nach ihrem äusseren Ansehen und nach ihrer chemischen Zusammensetzung beschrieben worden sind. Es ist in vorwiegender Menge Olivin, sodann Bronzit, Chromdiopsid und Picotit. Die Häufigkeit nimmt in der vorstehenden Reihenfolge ab. Die Verbindung der Bestandtheile des Gesteins ist so, dass meist

die Olivinkörner die einzelnen isolirten Körner der andern Mineralien rings umgeben, so dass die Olivinkörner gewissermassen für die übrigen eine Grundmasse bilden, in der sie porphyrartig liegen. Verhältnissmässig selten stossen Körner von Bronzit und Chromdiopsid an einander. Niemals findet man ein Olivinkorn in einem andern Mineral eingewachsen, häufig umgekehrt Körner der andern Mineralien im Olivin in der bei der Beschreibung den einzelnen Mineralien näher anzugebenden Weise.

Die von A. Becker[1] als Angegriffensein bezeichnete Erscheinung ist auch an der hier vorliegenden Olivinknollen, und zwar auch hier nur am Pyroxen (Bronzit und Chromdiopsid), nicht aber am Olivin zu beobachten. Im Contact mit dem Basalt, aber auch in einiger Entfernung von diesem sind die Körner der genannten Mineralien sehr häufig, aber durchaus nicht immer, in ein mit dem ursprünglichen Mineral ziemlich gleichgefärbtes Aggregat kleiner Körnchen desselben Minerals verwandelt, welches am Rande des grossen Korns eine mehr oder weniger breite nach aussen und innen scharf begrenzte Zone bildet. Einen Übergang in Basalt, wie es A. Becker (p. 73) von Montecchio maggiore beschreibt, habe ich nie beobachtet. Diese angegriffenen Stellen zeigen im Gegensatz zu dem einheitlich polarisirenden Korn stets eine lebhafte Aggregatpolarisation. Ein glasiges Cäment zwischen den Körnchen des Aggregats habe ich nicht gefunden, auch nicht besonders zahlreiche rundliche Glaseinschlüsse. Diese sind wohl in Chromdiopsiden der angegriffenen Stellen reichlich vorhanden, wie sie dies in den Körnern dieses Minerals auch sonst sind, nicht aber in angegriffenen Partien des Bronzits, welcher überhaupt Glaseinschlüsse nur sparsam enthält.

Da am Basaltcontact diese „angegriffene“ Zone an den Bronzit- und Chromdiopsidkörnern selten fehlt, so ist es wohl der Basalt gewesen, der sie veranlasst hat. Aber die Wirkung des Basalts ist nicht nur auf die unmittelbare Berührung beschränkt, sondern sie geht auch in die Ferne, denn man findet jene Zone auch an Grenzen solcher Körner, die zwar

[1] Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges. Bd. 31. 1881. p. 31.

dem Basalt nahe liegen und ihm zugekehrt, aber von ihm durch ein Olivinkorn getrennt sind. Man findet sie an Contactflächen zwischen Pyroxen- und Olivinkörnern, die senkrecht zur Grenze des Knollens gegen den Basalt oft weit in letzteren hinein sich erstrecken, ohne dass auf diese Grenze eine kleine Basaltapophyse in die Masse eingedrungen wäre. Manchmal umgibt eine angegriffene Zone vom Contact des Basalts mit dem Pyroxenkorn ausgehend das letztere ringsum, auch an den Stellen, wo es nicht mehr an Basalt, sondern an Olivin grenzt. Manchmal ist ein solches ringsum von Olivin, und wenigstens im Schliff nirgends von Basalt begrenztes Pyroxenkorn ebenfalls ringsum von einer angegriffenen Zone umgeben, die dann allerdings meist schmal ist, während im Contact mit Basalt die Zone am breitesten zu sein pflegt. Dabei ist aber natürlich überall die Möglichkeit vorhanden, dass ein angegriffenes Korn, das im Schliff vom Basalt getrennt ist, ausserhalb des Schliffs mit demselben im Zusammenhang gewesen ist. Auch wo ein Bronzitkorn und ein solches von Chromdiopsid zusammenstossen, sind beide manchmal etwas angegriffen, aber nicht so ausgezeichnet, als auf der Grenze beider gegen Basalt oder auch Olivin.

Der Olivin bildet in der Hauptsache unregelmässig begrenzte Körner, doch keineswegs ausnahmslos. Ich habe zwischen den unregelmässigen Körnern der Olivinknollen in nicht gar zu seltenen Fällen ganz scharf regelmässig begrenzte Krystalle von Olivin beobachtet von derselben Form, welche auch die Olivinkrystalle in dem Basaltgemenge zeigen. Manchmal ist die Begrenzung ringsum vollkommen geradlinig, manchmal ist sie auch von unregelmässigen corrodirten Stellen unterbrochen. Hat man erst in dem Gemenge der Mineralien, welche das Olivingestein bilden, einzelne unzweifelhaft regelmässig geradlinig begrenzte Krystalle beobachtet, sowie solche, die am Rand durch Corrosion mehr oder weniger stark unregelmässig geworden sind, oder die durch Berührung mit gleichzeitig oder vorher festgewordenen Krystallen nur z. Th. ebene Flächen haben ausbilden können, so kann man an vielen Körnern Andeutung regelmässiger Krystallform erkennen. Aber wenn auch nur wenige Olivinindividuen in den Olivinknollen unzweifelhafte regelmässige Umgrenzung zeigen,

so ist dies eine für die Beurtheilung der Entstehung dieser Gesteinsmassen bedeutungsvolle Thatsache, die bisher wie es scheint noch nicht beobachtet worden ist[1].

Der Olivin ist in den noch unverwitterten zusammenhängenden Olivinknollen in der Hauptsache frisch, im Schliff farblos oder hellgrünlich oder gelblich. Er ist aber von zahlreichen Sprüngen durchzogen, an denen meist eine schmale Serpentinisirungszone von dunkler grüner Farbe hinläuft. In einzelnen Fällen sind die Spalten ausgefüllt von einer beiderseits scharf abgegrenzten gelblichgrünen fasrigen Substanz, deren Fasern senkrecht zu den Spaltenwänden stehen, längs deren der Olivin stets mehr oder weniger stark serpentinisirt ist. Es ist auf den Spalten neu gebildeter Chrysotil, dessen Bildung neben dem Process, der den Olivin in Serpentin verwandelte, gleichzeitig herläuft. Manchmal haben diese Spaltenausfüllungen keine deutliche Faserung, sie gleichen dann mehr dem Pikrolith. Solche Neubildungen sind in den Olivinen des Palaeopikrits und ähnlichen Gesteinen häufig, im Basalt kommen sie seltener vor.

Einschlüsse enthält der Olivin von der verschiedensten Art und Beschaffenheit. Flüssigkeitseinschlüsse sind sehr verbreitet; ihre Erscheinungsweise im Basalte von Marburg ist schon von Zirkel[2] in ganz zutreffender Weise geschildert. Sie sind meistens rund und sehr klein (Zirkel hat sie bis 0.007 mm Durchmesser beobachtet), sie werden zuweilen aber auch grösser und verästeln sich schlauchförmig und solche Schlauchbildungen lassen sich manchmal über einen grossen Theil des Sehfelds hin ununterbrochen verfolgen. Tanzende Bläschen sind nicht gerade häufig, doch fehlen sie nicht, häufiger sind sie unbeweglich. Diese Flüssigkeitseinschlüsse liegen auf bestimmt umgrenzten Zonen meist sehr zahlreich angehäuft, aber nicht alle Einschlüsse in einer solchen Zone sind in der angegebenen Weise durch Libellen charakterisirte Flüssigkeitseinschlüsse, bei vielen fehlt die Libelle, aber die Beschaffenheit der Einschlüsse, namentlich ihr schmaler Rand ist ganz wie bei den zweifellosen Flüssigkeitsein-

---

[1] Bleibtreu: Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 35. 1883. p. 508.
[2] Basaltgebilde p. 58.

schlüssen, so dass man hier vollkommen mit Flüssigkeit erfüllte Poren vor sich hat. Manche andere sind breiter umrandet, sie sind offenbar leer. Da sie aber auf denselben Zonen wie die Flüssigkeitseinschlüsse, in derselben Grösse und ganz in derselben Form vorkommen wie diese, so sind sie wohl als mit diesen gleichartige Gebilde zu betrachten, welche ihren Flüssigkeitsinhalt nachträglich vielleicht durch Sprengen der Porenwände in der Hitze verloren haben. Auf denselben Zonen, seltener isolirt, finden sich zwischen diesen Flüssigkeitseinschlüssen einzelne viel grössere runde oder auch wohl etwas stumpf eckige Einschlüsse mit breitem schwarzem Rande, die oft nur in der Mitte einen kleinen durchsichtigen Fleck haben, typische Dampfporen von offenbar nahezu kugelförmiger Gestalt, worauf auch der sehr breite schwarze Rand hinzuweisen scheint.

Alle diese genannten Einschlüsse finden sich nach meinen Beobachtungen in der beschriebenen Weise nur in dem Olivin der Olivinknollen; nur hier sind die Flüssigkeitseinschlüsse so zahlreich vielfach so ausgeprägt schlauchförmig und in bestimmt umgrenzten Zonen angeordnet und zwar ist dies eine in den Olivinkörnern des Olivingesteins selten fehlende Erscheinung. Die im Basaltgemenge ausgeschiedenen Olivinkrystalle enthalten zwar, wie oben schon angeführt, ebenfalls Flüssigkeitseinschlüsse, sie sind aber sparsam, namentlich selten zonenförmig angeordnet und nicht so ausgeprägt schlauchförmig. Der Olivin zeigt in den beiden genannten Arten des Vorkommens im Basalt solche Verschiedenheit, dass es meist nicht schwierig ist, ein Olivinkorn aus dem Olivingestein und ein solches aus dem Basaltgemenge auch abgesehen von der äusseren Form von einander zu unterscheiden.

Einzelne Olivinkörner aus den Olivinknollen finden sich wie die andern Mineralien derselben besonders in der Nähe der grossen Olivingesteinsmasse und in den diese durchziehenden Basaltschnüre isolirt in dem Basalt eingewachsen. Sie sind kenntlich an der unregelmässigen Form und den vorstehend beschriebenen Einschlüssen. Manchmal findet man, allerdings als Seltenheit, Olivinkrystalle mit regelmässiger äusserer Umgrenzung, die im Innern die charakteristischen Einschlüsse des Olivins der Olivinknollen haben, während

der äussere Rand davon frei ist. Die Grenze zwischen dem einschlussreichen Korn und der einschlussfreien Hülle bildet eine sehr zarte Linie, über welche hinweg der ganze Olivinkrystall vollkommen einheitlich orientirt ist. Man hat es hier mit Olivinkörnern zu thun, welche von dem Olivingestein losgerissen isolirt in dem Basaltmagma schwammen, in diesem orientirt weiter wuchsen und so sich mit regelmässigen Krystallflächen umgaben.

Auch Glas- und Schlackeneinschlüsse beherbergt der Olivin der Olivinknollen oft in grosser Zahl. Es wird angegeben, dass diese Einschlüsse nur in der Nähe des Basalts in deutlicher unverkennbarer Beschaffenheit in den Olivinfelseinschlüssen sich finden, und dass sie nach der Mitte des Knollens zu an Menge und Grösse und damit auch an Deutlichkeit abnehmen[1]. Eine derartige Beziehung habe ich nicht beobachtet, weder im Olivin noch in den andern derartige Einschlüsse enthaltenden Mineralien der Olivinknollen. Wenn auch die Ränder der Körner dieser Mineralien gegen den Basalt vielfach aber keineswegs immer mit zahlreichen kleinen Einschlüssen der genannten Art durchsetzt sind, die offenbar durch die Einwirkung des Basalts auf die Knollen entstanden sind, so sind doch schöne und grosse Glas- und Schlackeneinschlüsse ebenso, ja oft noch schöner, grösser und reichlicher als in den randlichen Partien der Olivinknollen fern von der Basaltgrenze in deren Mitte zu beobachten.

Nach ihrer Gestalt und Beschaffenheit sind diese Einschlüsse sehr manichfaltig. Es sind z. Th. kleine runde durchsichtige gelbliche bis weisse Glaspartikelchen mit einer, selten auch mit mehreren Poren; oder es sind schlauchförmig verlängerte und verästelte Gebilde, zuweilen von beträchtlicher Länge, von derselben Beschaffenheit wie jene runden Einschlüsse, vielfach in jedem einzelnen Ast ein rundes Bläschen. Sehr häufig bemerkt man in jedem Glaseinschluss neben den Bläschen noch ein opakes Körnchen, das nach dem früheren nur Picotit sein kann, der in anderer Weise als in der eben genannten im Olivin nur sparsam, dann aber in

---

[1] Vergl. A. Becker: Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. Bd. 31. 1881. p. 70.

grösseren Körnern vorkommt. Zuweilen hat es den Anschein. als ob in einem und demselben zusammenhängenden Glaskörper zwei verschiedene etwas abweichend von einander beschaffene und gefärbte Glassorten neben einander enthalten wären, die durch eine scharfe Linie gegen einander abgegrenzt sind. Diese Glaseinschlüsse, die alle auf das polarisirte Licht nicht merklich einwirken, sind zuweilen in grösserer Anzahl zonenförmig angeordnet wie die Flüssigkeitseinschlüsse, aber allerdings viel weniger regelmässig als diese.

Neben diesem reinen Glas finden sich nicht selten stark körnig und fasrig entglaste Einschlüsse, sowie braune Schlackenfetzen von unregelmässiger Form, ebenfalls Bläschen enthaltend. Diese Schlackenfetzen zeigen deutliche Aggregatpolarisation.

Der Bronzit gibt sich u. d. M. durch eine hell lederbraune Farbe zu erkennen. Wie schon makroskopisch zwei verschiedene Arten des Vorkommens dieses Minerals zu unterscheiden waren, von denen die eine durch deutliche pinakoidale Spaltbarkeit und den metallischen Perlmutterglanz auf den Spaltungsflächen ausgezeichnet war, während dies bei der andern Art fehlte, so ist es u. d. M. ebenfalls. Man bemerkt Körner von der charakteristischen braunen Farbe, welche lediglich prismatische Spaltbarkeit besitzen, neben welcher die pinakoidale ganz fehlt oder doch stark zurücktritt. Die prismatische Spaltbarkeit bildet ein in Querschnitten beinahe rechtwinkliges System von Rissen, welche wenig zahlreich, aber geradlinig sind, daneben finden sich andere Körner von derselben Farbe, in welchen im Querschnitt die pinakoidale Spaltbarkeit parallel der Abstumpfungsfläche der scharfen Prismenkante sehr stark hervortritt und in deren Längsschnitten die dieser Spaltung entsprechenden Risse sehr scharf und in grosser Zahl dicht gedrängt neben einander verlaufen. Sie machen, dass die Krystalle vielfach ein ganz fasriges Aussehen besitzen. Prismatische Spaltbarkeit ist auch hier deutlich, tritt aber hinter der brachypinakoidalen zurück. Makrodiagonale Spaltbarkeit ist nicht zu bemerken. Die Risse sind in Folge des Gebirgsdrucks häufig nicht ganz geradlinig, sondern einfach gebogen oder wellig gekrümmt und dann manchmal besonders zahlreich, als ob hier eine besonders

energisch wirkende Aufblätterung stattgefunden hätte. In einzelnen Fällen sind zwei Bronzitindividuen nach dem Zwillingsgesetz: Zw. E. $\frac{1}{4}P\infty$ (104) verwachsen, erkennbar an dem Zusammenstossen der Risse unter einem stumpfen Winkel längs einer geraden Grenze.

Was die äussere Form der Bronzitindividuen betrifft, so ist diese bei den allermeisten unregelmässig, es sind eckige Körner, die ringsum im Olivin liegen. Aber auch hier kommen in nicht zu seltenen Fällen regelmässige Umgrenzungen vor ungefähr von der Gestalt der Fig. 7 des Olivins. Man sieht ein System paralleler Risse, die offenbar dem Brachypinakoid parallel gehen, das als ebene Begrenzung beiderseits vorhanden ist. Darüber liegen dann zwei ziemlich ebene Flächen, einem Makrodoma entsprechend, die sich unter einem etwas spitzen, doch nicht genauer messbaren Winkel schneiden, der von der Richtung der Risse halbirt wird. Lässt sich diese Form auch nicht ungezwungen auf eine am Bronzit bekannte Krystallform zurückführen, so beweist sie doch an sich und wegen ihrer mehrfachen Wiederkehr, dass hier ausgebildete Bronzitkrystalle vorliegen. Von andern Beobachtern wird stets angegeben, dass der Bonzit der Olivinknollen nie regelmässig auskrystallisirt sei, nur Fr. Sandberger macht Angaben über Enstatitkrystalle aus Olivinknollen vom Dreiser Weiher[1].

Bezüglich der optischen Erscheinungen verhält sich der Bronzit hier wie überall. Die Auslöschung ist in Schnitten mit lauter parallelen Spaltungsrissen stets parallel und senkrecht zu diesen und zwar in den beiden Abarten mit und ohne pinakoidale Spaltbarkeit. Im convergenten Licht entsteht auf basischen Durchschnitten, die an den nahezu senkrecht auf einander stehenden prismatischen Spaltrissen kenntlich sind, ein Axenbild. Die Axenebene geht durch die stumpfen Ecken, in denen sich diese Spaltungsrisse schneiden, sie liegt also brachydiagonal. Der Charakter der Doppelbrechung ist hier positiv. In manchen Durchschnitten mit nur parallelen Spaltrissen kommt aber ebenfalls ein Axenbild zu Stande mit negativer Doppelbrechung; derartige Durch-

[1] Dies Jahrb. 1866. p. 396.

schnitte müssen also annähernd dem Makropinakoid entsprechen. Die Vertikalaxe ist also auch hier die Axe der kleinsten, die Makrodiagonale diejenige der grössten Elasticität.

Die Einschlüsse des Bronzits sind in mancher Hinsicht denen des Olivins ähnlich. Zahlreiche rundliche und schlauchförmige Flüssigkeitseinschlüsse, mindestens ebenso zahlreich wie im Olivin, sind zu meist langgezogenen schmalen Zonen vereinigt, in denen sie ausserordentlich dicht gedrängt liegen, untermischt wie beim Olivin mit zahlreichen grösseren rundlichen breit dunkelumrahmten Dampfporen. Ausserhalb dieser Zonen ist im Bronzit selten auch nur ein einziger solcher Einschluss zu sehen, so dass diese Zonen gegen die umgebenden Partien des Minerals sehr scharf abgegrenzt erscheinen. Diese Zonen verlaufen meist sehr eben und kreuz und quer nach allen möglichen Richtungen in den Bronzitkörnern. Dadurch unterscheidet sich der vorliegende Bronzit und ebenso der Bronzit in Olivinknollen von andern Fundorten von dem Bronzit des Lherzoliths, in welchem nach Rosenbusch (Physiographie etc. 2. Aufl. Bd. II. p. 271) die Flüssigkeitseinschlüsse prismatische Form haben und sich nach der Prismenaxe ordnen.

Übrigens ist die Anordnung der Flüssigkeitseinschlüsse in den Bronzitkörnern der Olivinknollen nicht an allen Fundorten dieselbe. Nach der Beschreibung von Bleibtreu (l. c. p. 511) ist ihre Anordnung unregelmässig, es findet keine Vereinigung zu Schaaren statt und die Zahl der Einschlüsse ist eine geringere als im Olivin.

Einschlüsse von Glas, Schlacken etc. sind in dem Bronzit sehr spärlich.

Erwähnenswerth sind aber noch Einschlüsse von etwas dunkler brauner Farbe, als die der Bronzitdurchschnitte, welche langgezogene sehr dünne und schmale Lamellen darstellen. Sie sind mit ihrer Hauptfläche dem Brachypinakoid parallel eingelagert und entsprechen durchaus den bekannten Einschlüssen im Hypersthen und in andern rhombischen Pyroxenen. Diese Einschlüsse sind aber durchaus nur auf den eigentlichen typischen Bronzit beschränkt und fehlen in den Körnern der zweiten Abart gänglich. Wo diese Einschlüsse vorhanden sind, ist der Bronzit nach der Querfläche,

nach der sie eingewachsen sind, spaltbar; wo sie fehlen, fehlt auch die entsprechende Spaltbarkeit. Man muss daraus schliessen, dass die Spaltbarkeit eher eine durch diese Einlagerungen bedingte Absonderung ist, wie das ja auch sonst vielfach angenommen wird.

Der Chromdiopsid ist im Schliff durch eine hell smaragd- bis grasgrüne Farbe ausgezeichnet, die allerdings durch zahlreiche Einschlüsse häufig stark getrübt ist. Die Körner sind meist unregelmässig umgrenzt, doch fehlen auch nicht Andeutungen gerader Begrenzungslinien. Dieselben sind allerdings vielfach durch unregelmässige Strecken unterbrochen, da sie aber nicht selten in der Richtung der Spaltungsrisse verlaufen, so hat man es doch höchst wahrscheinlich mit Prismen- und Pinakoidflächen zu thun. Solche regelmässig begrenzte Chromdiopsidkörner erwähnt auch Lenk aus den Olivinknollen im Basalt des Kreuzbergs in der Rhön.

Neben unregelmässigen Sprüngen sind vielfach mehr oder weniger zahlreiche prismatische Spaltungsrisse, ausserdem nicht selten ein System paralleler, sehr feiner dicht gedrängt stehender Risse, die auf eine diallagartige pinakoidale Spaltbarkeit oder Absonderung hinweisen. In einigen Körnern sieht man über deren ganze Fläche hin schmale, seitlich scharf geradlinig und parallel mit den feinen Rissen begrenzte Lamellen von anderer optischer Orientirung als die Hauptmasse des Korns sich hinziehen. Es sind dies nach der Querfläche eingelagerte Zwillingslamellen.

Die Auslöschungsschiefe in Durchschnitten mit lauter parallelen Spaltrissen ist eine sehr wechselnde und steigt bis 42°. Auf solchen Schnitten mit gerader Auslöschung, also aus der Zone der Symmetrieaxe, sieht man im convergenten Licht zuweilen undeutlichen Axenaustritt.

Der Chromdiopsid ist ausgezeichnet durch ganz besonders zahlreiche Glas- und Schlackeneinschlüsse meist von brauner Farbe. Dieselben nehmen oft fast die Hälfte der Schliffläche ein und übertreffen an Menge die entsprechenden Einschlüsse im Olivin und Bronzit weit. Dagegen treten Flüssigkeitseinschlüsse sehr stark zurück. Diese Einschlüsse veranlassen stellenweise eine starke Trübung der sonst vollkommen klaren und durchaus frischen Substanz, die dann zwischen den Ein-

schlüssen nur stellenweise rein hervortritt. Der vorliegende Chromdiopsid unterscheidet sich durch diese massenhaften Einschlüsse von andern ähnlichen Vorkommnissen desselben Minerals, von dem sonst angegeben wird, dass es sich durch besondere Reinheit auszeichne[1]. Die Einschlüsse sind rundlich, eiförmig oder schlauchförmig verlängert oder auch unregelmässig eckig und enthalten vielfach eine oder mehrere Dampfporen, sowie opake Körnchen von Picotit, wie im Olivin. Der Picotit findet sich hier aber auch ausserhalb der Glaseinschlüsse verhältnissmässig reichlich. Seltener sind ziemlich lange und schmale bräunliche Einschlüsse von derselben Beschaffenheit wie im Bronzit, parallel mit den prismatischen Spaltungsrissen angeordnet.

Der Picotit, den andern Gemengtheilen gegenüber in geringster Menge vorhanden, findet sich im Olivin sparsamer, im Chromdiopsid reichlicher, in der bei der Betrachtung dieser Mineralien schon erwähnten Art und Weise. Im Bronzit scheint er ganz zu fehlen. Es sind theils einzelne Körner, theils kleine Aggregate von solchen. Die Form der Körner ist meist unregelmässig rundlich eckig, selten sind es regelmässige Oktaëderchen, wie sie auch in dem Verwitterungsgrus der Olivinknollen sich als Seltenheit finden. Da dieser Grus wie erwähnt nur Picotit, nicht aber Magneteisen enthält, so sind auch in den Schliffen der Olivinknollen die opaken Körnchen wohl ebenfalls in der Hauptsache nur Picotit und kein Magneteisen. Sie bleiben auch bei der Behandlung eines Schliffs mit Salzsäure unangegriffen zurück. Die Körnchen sind vielfach braun durchscheinend, aber viele bleiben auch undurchsichtig. Diese sind wohl nicht dünn genug geworden. Zerreibt man grössere Picotitkörner, die durch ihre grosse Härte und die Chromreaction sich zweifellos als Picotit ergeben haben, so wird das feinste Pulver zwar vielfach, aber auch nicht immer braun durchscheinend. Es scheinen also zwischen den einzelnen Picotitkörnern gewisse Unterschiede vorhanden zu sein, wahrscheinlich auf etwas verschiedener Zusammensetzung beruhend, welche dieses abweichende Verhalten bedingen.

---

[1] Bleibtreu l. c. p. 512.

Es fragt sich zum Schluss, ob die Olivinknollen im Basalte des Stempels nach den an ihnen beobachteten Thatsachen als intratellurische Ausscheidungen aus dem Basaltmagma oder als Einschlüsse von in der Tiefe losgerissenem Lherzolith zu betrachten sind. Diese Frage soll aber nur so weit erörtert werden, als die gemachten speciellen Beobachtungen ein neues Licht auf dieselben zu werfen geeignet sind.

Will man entscheiden, ob die Olivinknollen im Basalt Lherzolithbrocken sind, so muss man untersuchen, ob die Bestandtheile beider, der Knollen und des Lherzoliths, namentlich der Hauptbestandtheil, der Olivin, wenigstens in den wichtigsten Punkten mit einander übereinstimmen. Diese Übereinstimmung scheint bezüglich der Flüssigkeitseinschlüsse und der wenigstens theilweise regelmässigen Umgrenzung der Bestandtheile der Olivinknollen nicht vorhanden zu sein.

Alle Olivine der Olivinknollen vom Stempel beinahe ohne Ausnahme enthalten zahlreiche Einschlüsse, namentlich Flüssigkeitseinschlüsse in der oben beschriebenen Weise. Dieselben Flüssigkeitseinschlüsse fanden sich bei allen andern von mir untersuchten Olivinknollen von andern Fundorten und auch von andern Beobachtern wurden sie in den Olivinen der Olivinknollen in derselben Weise beobachtet. Diese Flüssigkeitseinschlüsse sind also für die Olivine der Olivinknollen in hohem Grade charakteristisch und man wird sich schwer überzeugen, dass ein Olivingestein, das sich in dieser Beziehung anders verhält, von derselben Art sei wie jene Knollen. Nun ist ja allerdings auch der Olivin des Lherzoliths manchmal reich an Flüssigkeitseinschlüssen, meistens ist dies aber nicht der Fall; von den zahlreichen von mir untersuchten Lherzolithpräparaten haben nur wenige so zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse gehabt wie der Olivin der Olivinknollen und kein einziges in der charakteristischen Beschaffenheit, Anordnung und in der Verbindung mit den grossen Dampfporen.

Noch weniger als der Olivin stimmt der Bronzit des Lherzoliths der von mir beobachteten Vorkommnisse bezüglich der Flüssigkeitseinschlüsse mit dem Bronzit der Olivinknollen überein.

Da nun die meisten Olivinknollen der Basalte im Olivin und auch im Bronzit charakteristische Flüssigkeitseinschlüsse

in charakteristischer Anordnung besitzen, häufig untermischt mit den grösseren runden Dampfporen, wie sie in dem an der Erdoberfläche bekannten Lherzolith nur weniger gewöhnlich und wohl nie in derselben Anordnung und derselben Verbindung mit Flüssigkeitseinschlüssen angetroffen werden, so müsste man, um die eingeschlossenen Olivinknollen als Lherzolithbruchstücke auffassen zu können, annehmen, dass in der Tiefe Lherzolith von anderer Beschaffenheit bezüglich dieser Einschlüsse anstehe, als an der Erdoberfläche, was nicht sehr wahrscheinlich ist. Diese Einschlüsse sind also der Annahme, die Olivinknollen seien vom Basalt eingeschlossene Lherzolithbruchstücke, nicht günstig.

Allerdings unterscheiden sich auch die im normalen Basalte ausgeschiedenen Olivinkrystalle von dem Olivin der Knollen dadurch, dass sie fast durchweg frei von Flüssigkeitseinschlüssen sind, die in ihnen namentlich in der vorerwähnten charakteristischen Anordnung zu den grossen Seltenheiten gehören. Darnach scheint der Olivin des Basaltes ebenfalls von anderer Entstehung zu sein, als der in den Olivinknollen und letzterer könnte darnach auch keine Ausscheidung aus dem Basaltmagma sein. Wenn aber die Olivinknollen intratellurische Ausscheidungen sind, so haben sie sich aus dem Basaltmagma in einer Tiefe und zu einer Zeit ausgeschieden, als dieses Magma noch grössere Mengen Wasser enthalten haben musste, die später bei dem Fortgang der Eruption, als die Massen in die Nähe der Erdoberflächen gelangten und zum Theil aus derselben herausgetreten waren, in Form von Dämpfen entwichen. Es ist also durchaus den Verhältnissen entsprechend, wenn sich in der Tiefe aus dem wasserreicheren Magma Mineralien mit zahlreicheren Flüssigkeitseinschlüssen ausgeschieden haben, während später auf der Erdoberfläche, als schon das meiste Wasser verdampft war, dieselben Mineralien ohne solche Flüssigkeitseinschlüsse und Dampfporen auskrystallisirten.

Von noch grösserer Wichtigkeit scheint die Beobachtung regelmässig ebenflächig begrenzter Olivin- und Bronzitkrystalle in den Olivinknollen, wenn auch nur als Seltenheit, zu sein. Es wird ganz allgemein angegeben und ich habe keinen gegentheiligen Fall beobachtet, noch in der Litteratur

gefunden, dass die Olivine und Bronzite des Lherzoliths aller bisher untersuchten Fundorte durchaus und ausnahmslos unregelmässig begrenzte Körner sind. Jene Beobachtung ist also ebenfalls mit der bis jetzt bekannten Natur des Lherzoliths unverträglich, desto besser kann man sich aber vorstellen, dass aus dem noch vollkommen nachgiebigen Basaltmagma sich einzelne Olivin- und Bronzitkrystalle in regelmässiger Begrenzung ausscheiden konnten, während die bald nachher stattfindende ziemlich gleichzeitige Ausscheidung der Gesammtmenge des Olivins und der übrigen Bestandtheile der Olivinknollen jedes einzelne Korn an der Ausbildung regelmässiger Formen hinderte.

Wenn sich die Olivinknollen aus dem Basaltmagma ausgeschieden haben, so konnte das, namentlich wenn es sich um so grosse zusammenhängende Massen handelt wie am Stempel, wohl nur aus grösseren schlierenartigen Partien des Magmas mit einer von der Hauptmasse etwas abweichenden Zusammensetzung und zwar mit einem grösseren Magnesiagehalt geschehen sein. Die kleinen Knollen sind wohl überhaupt nicht isolirt, so wie sie sich jetzt finden, aus dem Magma ausgeschieden worden, sondern es sind Bruchstücke grösserer Massen, welche durch die Bewegung des Basaltes zersprengt und in demselben mehr oder weniger fein vertheilt worden sind.

Diese Betrachtung gibt auch eine Erklärung dafür, dass in den Olivinknollen der Bronzit über den monoklinen Augit an Menge überwiegt. Wenn die Ausscheidung der Olivinknollen in magnesiareichen Schlieren des Basaltmagmas geschah, so ist es nur natürlich, dass sich dabei auch der besonders magnesiareiche rhombische Augit bildete, der übrigens ja auch in zahlreichen Basalten sich als Bestandtheil schon gefunden hat. Wahrscheinlich fehlt das Mineral auch in dem normalen Basalte des Stempels nicht ganz. Durch Schmelzversuche und Beobachtungen in Schlacken ist ja auch festgestellt, dass aus einem Magnesia und Kieselsäure enthaltenden Magma, dessen Zusammensetzung zwischen der des Olivins und des Enstatits liegt — und in dieser Weise muss man sich ein solches Olivingestein im Basalt lieferndes Magma zweifellos zusammengesetzt denken — einerseits Olivin und anderseits Enstatit (resp. Bronzit etc.) auskrystallisirt. Die

geringen Mengen ausser der Magnesia vorhandener Basen haben dann die andern Mineralien der Olivinknollen, Chromdiopsid und Picotit geliefert.

Mit den ersten intratellurischen Ausscheidungen aus dem Basaltmagma kam auch der etwa vorhandene kleine Chromgehalt desselben zur Ausscheidung und gelangte in den Chromdiopsid und in den Picotit. War der Chromgehalt des Magmas gering oder fehlte er vollständig, so schieden sich die monoklinen Augite der Olivinknollen ganz in derselben Beschaffenheit aus, wie die in dem Basalte selbst. Dies ist z. B. in zahlreichen Olivinknollen aus dem Basalte des Stauffenbergs bei Lollar zwischen Giessen und Marburg der Fall. Diese unterscheiden sich schon mit blossem Auge durch ihre hellere Farbe von andern Olivinknollen und man findet in denselben u. d. M. kaum grünen Chromdiopsid und Picotit. Als Ersatz für den Chromdiopsid trifft man dagegen sehr grosse monokline Augite mit ebenso schön regelmässiger Krystallform, wie die porphyrisch ausgeschiedenen Augite des normalen Basalts und von derselben braunen Farbe. Diese wechselt zonenförmig, so dass eine Reihe dunkler brauner Schichten nach innen immer heller werdend, einen hellen Kern umschliessen. Daneben sind zwar zuweilen einzelne Körner von der grünen Farbe des Chromdiopsids vorhanden, aber stets sehr sparsam und nur in einigen wenigen Präparaten.

Diese braunen Augite der Olivinknollen, die zuweilen sehr schön die prismatische Spaltbarkeit erkennen lassen, unterscheiden sich von den porphyrischen Augiten in dem Basaltgemenge dadurch, dass sie sehr zahlreiche Flüssigkeits- und Glaseinschlüsse enthalten, gerade wie die Chromdiopside der chromhaltigen Olivinknollen. Die Flüssigkeitseinschlüsse sind wie in den Olivinen und Bronziten der Olivinknollen schaarenförmig angeordnet. Dies findet seine Erklärung ebenfalls wieder wie beim Olivin und Bronzit besser in der Annahme einer intratellurischen Ausscheidung als in der von eingeschlossenen Lherzolithstücken. Namentlich würde sich sehr gut mit ersterer Annahme, weniger mit letzterer die regelmässige Begrenzung der Augite und ihre Zonarstructur vereinigen lassen. Diese beiden Eigenschaften fehlen den Pyroxenen des Lherzoliths überall vollständig.

Wenn so die Beschaffenheit der Olivinknollen den Basalt des Stempels eher der Auffassung derselben als intratellurische Ausscheidungen des Basaltmagmas wie als eingeschlossene Lherzolithbrocken günstig zu sein scheint, so fragt es sich, ob nicht die von Becker betonten und durch Schmelzversuche gestützten Erscheinungen des „Angegriffenseins" der Augite der Knollen für die Einschlussnatur entscheidend sind. Dies scheint mir nicht der Fall zu sein. Ob man es in den Knollen mit Einschlüssen oder intratellurischen Ausscheidungen zu thun hat, war auf die Einwirkung des Basalts in den späteren Stadien der Eruption ganz gleichgültig. Wenn der Basalt im Stande war, einen eingeschossenen aus der Tiefe herausgebrachten Lherzolithbrocken anzugreifen und zu verändern, so musste er auch im Stande sein, dies bei einem mineralogisch im Wesentlichen gleichen, im Basalt selbst in der Tiefe gebildeten und von dort an die Oberfläche beförderten Olivinknollen in derselben Weise zu thun. Ebenso ist es mit der Zerklüftung und Wiederverkittung der grösseren Massen durch Basalt, welche Fr. Sandberger[1] als besonders wichtig und beweisend für die Einschlussnatur derselben ansieht. Wie der Basalt los gerissene Lherzolithbrocken auf dem Transport nach aussen zerbrechen und wieder verkitten konnte, so konnte er es auch bei intratellurisch ausgeschiedenen und verfestigten Massen thun, die in der ringsum noch flüssigen Basaltmasse nach oben bewegt wurden.

Die Frage nach der Entstehung der Olivinknollen in dem Basalte wird wahrscheinlich noch lange die Petrographen beschäftigen. Jedenfalls sollte man aber diese Frage nicht ganz generell behandeln und aus dem in einem Fall erhaltenen Resultate nicht schliessen, dass sich die Sache in andern Fällen genau ebenso verhält. Sollte es sich herausstellen, dass sich aus dem Basaltmagma in der Tiefe den Olivinknollen entsprechende Massen ausgeschieden haben, so bleibt daneben doch immer noch die Möglichkeit, ja die Wahrscheinlichkeit bestehen, dass an einzelnen Localitäten der Basalt und andere vuclanische Gesteine im Innern der Erde Lherzolithbruchstücke losgerissen und an die Erdoberfläche gebracht

---

[1] Dies. Jahrb. 1867. p. 172.

hat. Dies ist ja mit so vielen andern Gesteinen der Tiefe thatsächlich und an vielen Orten geschehen. Überall, wo in der Tiefe Lherzolith ansteht, können Stücke desselben von Eruptivgesteinen an die Erdoberfläche gebracht und dann als ächte Einschlüsse in diesen Gesteinen gefunden werden. Vielleicht sind gerade in vulcanischen Gesteinen, die sich vom Basalt in der Zusammensetzung wesentlich durch einen geringeren Magnesiagehalt unterscheiden, wie z. B. im Phonolith, solche Olivingesteinsmassen als ächte Einschlüsse anzusprechen, denn in derartigen Gesteinen können sich den Olivinknollen entsprechende intratellurische Ausscheidungen schwerlich bilden, des verhältnissmässig geringen Magnesiagehalts wegen. Bekanntlich hat Fr. Sandberger im Phonolith der Heldburg bei Hildburghausen derartige Vorkommnisse beobachtet, die wohl als Einschlüsse von Lherzolith anzusehen sind.

(Schluss folgt.)

Fig. 1.

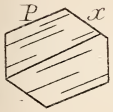


Fig. 2.

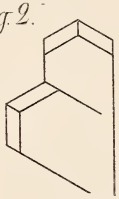


Fig. 3.

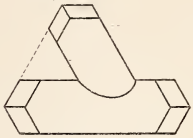


Fig. 4.

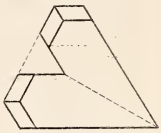


Fig. 5.

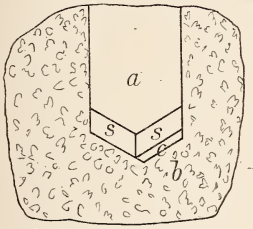


Fig. 7

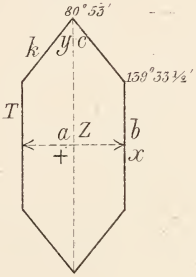


Fig. 6.

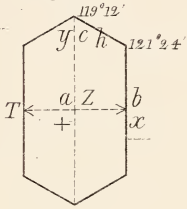


Fig. 8.

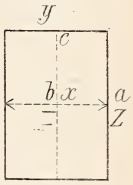


Fig. 9.

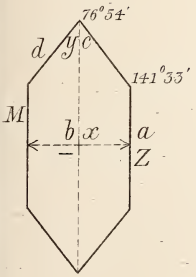


Fig. 10.

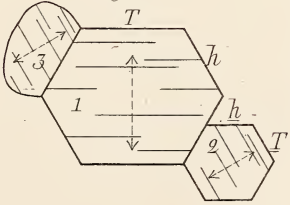


Fig. 11.

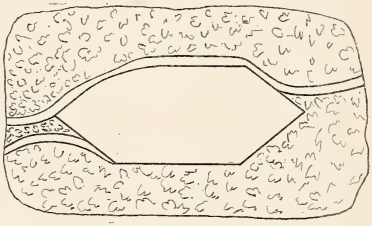


Fig. 12.

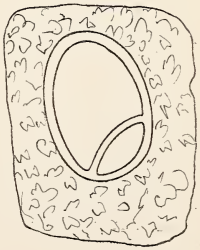


Fig. 13.

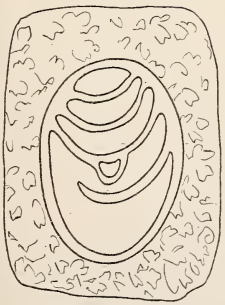


Fig. 14.

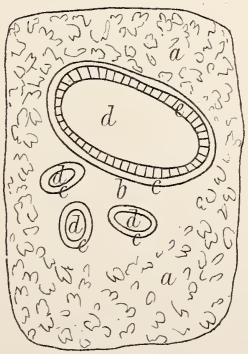
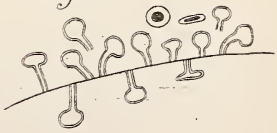


Fig. 15.



Lith. Inst. v. A. Henry, Bonn.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: 1891_2

Autor(en)/Author(s): Bauer Max Hermann

Artikel/Article: Der Basalt vom Stempel bei Marburg und einige Einschlüsse desselben 156-205