

Der Basalt der Eilander Raumwiese bei Bodenbach, seine Urausscheidungen, Einschlüsse und Mandelbildungen.

Von

H. Michel.

Mit einer Tafel (Nr. VI).

I. Einleitung.

Südöstlich des kleinen Ortes Eiland bei Bodenbach tritt in dem unterturonen Quadersandstein mit *Inoceramus labiatus* (Labiatusquader), der dort eine ausgedehnte Hochfläche bildet, ein kleiner Basaltstock auf, der seit längerer Zeit durch Steinbruchbetrieb gut aufgeschlossen ist. Nach seinen Umrissen ist er ein Gangstock. Der Basalt ist ausgezeichnet durch eine große Menge von Einschlüssen, die uns über das Material des Untergrundes Aufschluß zu geben vermögen. Nach den in dieser Gegend durchgeführten geologischen Aufnahmen sind hier folgende Schichtglieder im Untergrund zu erwarten:

Bezeichnung der sächsischen Landesgeologen		Bezeichnung nach A. Frič ¹⁾	
<i>Labiatus</i> -Stufe	Quadersandstein mit <i>Inoceramus labiatus</i> (Cottaer Bildhauersandstein)	Weißenberger Schichten	unteres Turon
(Stufe des <i>Actinocamax plenius</i>)	feinkörniger kalkiger Sandstein		
Stufe der <i>Ostrea carinata</i>	Sandstein mit <i>Ostrea carinata</i> (Carinatensandstein)	Korytzaner Schichten	Cenoman
Stufe der Crednerien	toniger Sandstein mit Resten von Landpflanzen Grundkonglomerate	Perutzer Schichten	
Grundgebirge	Gneiße, Tonschiefer etc.		

¹⁾ A. Frič, Zahlreiche Publikationen im Archiv der naturwiss. Landesdurchforschung in Böhmen. Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums, Bd. XXVII, 1913.

Zwischen der Stufe der *Ostrea carinata* und der *Labiatus*-Stufe schiebt sich wahrscheinlich ein pläneriger, sehr wenig mächtiger Horizont ein, der allerdings nirgends aufgeschlossen ist, aber nach Analogie mit den Verhältnissen der Umgebung zu erwarten war. Tatsächlich finden sich Einschlüsse eines feinkörnigen, kalkigen plänerartigen Sandsteines im Basalt der Raumwiese.

Die Kreidetafel ist in keiner Weise am Ausbruchsorte des Basaltes gestört, wohl aber ist das Grundgebirge hier durch eine große ältere Verwerfung gelockert. In der Gegend von Berggießhübel machen die im allgemeinen NO. streichenden Erzgebirgsgneise einem System von altpaläozoischen Schiefern, Grauwacken und Gneisen Platz, das sich topographisch gar nicht, wohl aber petrographisch von den Erzgebirgsgneisen unterscheidet und eine vorherrschend rein nordwestliche Streichrichtung besitzt. Für dieses System, das zweifellos eine von den Erzgebirgsgneisen zu trennende Einheit darstellt, wurde von Hettner der Name Elbtalgebirge vorgeschlagen, der dann von R. Beck¹⁾ und J. E. Hibsches²⁾ angenommen wurde. Nach J. E. Hibsches (l. c., p. 241) ist das Elbtalgebirge entlang einer großen karbonischen Verwerfung gegenüber dem Erzgebirge abgesunken, doch ist derzeit diese Linie von Berggießhübel südostwärts ganz von der transgredierenden Kreideplatte verdeckt. Doch deuten nach J. E. Hibsches die jungen Basaltdurchbrüche bei Eiland, bei Schneeberg und am Kahlen Berge (alle in der Nähe von Bodenbach) den ungefähren Verlauf der Bruchlinie an. Daß dem tatsächlich so ist, dafür sprechen Einschlüsse von Tonschiefern im Basalt von der Raumwiese. Also geben uns die Einschlüsse auch über diese Frage Auskunft.

Das Magma ist demnach im gelockerten Grundgebirge auf der alten Bruchspalte aufgestiegen, hat die rund 150 m mächtige ungestörte Kreidetafel durchschlagen und dabei zahllose Brocken dieser verschiedenen Sedimente emporgerissen.

Ebenso reichlich wie exogene Einschlüsse sind protogene Ausscheidungen vorhanden. Die Bezeichnung homöogene Einschlüsse, die Lacroix eingeführt hat, kann zu Mißverständnissen führen, wie Zirkel hervorgehoben hat, indem sehr wohl mineralogisch gleichartige Einschlüsse exogener Natur sein können, während solche verschiedenartiger Zusammensetzung gerade endogen sein können. Diese Verknüpfung von mineralogischer Gleichheit mit genetischer Gleichheit, wie sie der Name besagt, trifft wohl nur selten zu. Es ist damit nicht gesagt, Zirkel betont das, daß diese Namen verworfen werden sollen, sondern sie bringen nur manchmal Unklarheiten mit sich. Endogene und exogene Einschlüsse, diese Unterscheidung, die von Sauer herrührt, schafft völlige Klarheit, doch möchte ich dem Beispiele Rinnes folgen, der die Bezeichnung Einschluß für jene Massen reserviert wissen will, welche ihre Entstehung nicht dem Magma verdanken. Es soll also in der Beschreibung dieses Basaltes folgende Teilung vorgenommen werden:

1. Protogene Ausscheidungen.
2. Das eigentliche Gestein.
3. Einschlüsse.
4. Mandelbildungen.

¹⁾ R. Beck, Über das Schiefergebirge der Gegend von Berggießhübel, Wesenstein und Maxen. Sitzber. d. naturforsch. Ges. z. Leipzig, 1892, p. 32.

²⁾ F. E. Hibsches, Die Insel älteren Gebirges und ihre nächste Umgebung im Elbtale nördlich von Tetschen. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, 41. Bd., 1891, p. 239.

II. Protogene Ausscheidungen.

Zirkel¹⁾ hat in der letzten Zeit die umfassendste Darstellung des Wesens der Urausscheidungen, ihrer Mannigfaltigkeit, der dabei auftretenden Umwandlungen und Veränderungen gegeben, in der die gesamte Literatur auf das eingehendste berücksichtigt ist. Zirkel führt alle Gründe für und gegen die Einschlußnatur der hierher gehörigen Gebilde an und kommt zu dem Schlusse, daß sogar verschiedene Mineralaggregate, die bisher als völlig sichere exogene Einschlässe gedeutet worden waren, zu den Urausscheidungen zu stellen wären, wie gewisse Feldspat, Quarz-Feldspat, Quarzaggregate. Namentlich das letztere hat Widerspruch erregt, wenn auch Zirkel Argumente heranzieht, denen man sich manchmal schwer verschließen kann. In vorliegendem Falle haben wir es aber größtenteils mit basischen Urausscheidungen zu tun, welche aus Olivin, rhombischem und monoklinem Pyroxen, Hornblende, Glimmer bestehen. Feldspataggregate sowie Quarz Feldspataggregate finden sich weit spärlicher. Diese basischen Urausscheidungen erklärt Zirkel als Aggregate, welche einer durch Differenzierung entstandenen anfänglich ungleichen Magmamischung ihre Entstehung verdanken, und gebraucht dafür den Ausdruck Konstitutionsschlieren. Und zwar müßten die Olivinknollen beispielsweise ein schlierenartiges Spaltungsprodukt des Anfangsmagmas darstellen, welches bei geringem Gehalt an SiO_2 namentlich durch hohen MgO -Gehalt gekennzeichnet ist, während Al_2O_3 , CaO , Na_2O und K_2O ganz zurücktreten. Nun neigen gerade Basalte mehr zur Schlierenbildung als alkaliene Magmen und Zirkel²⁾ zitiert hier Moroziewicz, der folgendes sagt: «Magmen, die an Magnesia, Eisenoxydul und Kalk reich sind, bilden dickflüssige, wenig bewegliche Massen, in welchen die Bildung von Konkretionen und Schlieren sehr gut möglich und leichter vor sich gehend erscheint als in den beweglicheren und besser diffundierenden Alkalimagmen».

Die saueren Einschlässe erklärt nun Zirkel folgendermaßen: Durch die Ausscheidung solcher olivinreicher Massen muß in ihrer Nachbarschaft eine Anreicherung von Al_2O_3 eingetreten sein, der SiO_2 -Gehalt größer geworden sein, MgO muß fast vollständig verschwunden sein, CaO , FeO und Alkalien müssen reicher vertreten sein. Aus einem solchen Magma können dann wiederum Aggregate gebildet werden, die ebenfalls nicht zu den normalen Erstarrungsprodukten basaltischer Magmen gehören, wie die Feldspatquarzaggregate. Es könnten aber auch, wie Zirkel³⁾ weiter ausführt, noch Spaltungen eintreten und eine Reihe von Produkten liefern, die alle für Basalte höchst merkwürdige Ausscheidungsprodukte darstellen.

M. Stark⁴⁾ hat in einer sehr plausiblen Weise eine andere Erklärung für das Auftreten der saueren Einschlässe in den Basalten gefunden. Er geht von der Tatsache aus, daß in sauren Gesteinen in der Regel basische Einschlässe fehlen, während basische Gesteine sowohl basische Knollen als auch saure Einschlässe führen. Die Quarzkörner sind zweifellos exogener Natur, da zur Bildung von Quarzeinsprenglingen ein ganz bedeutend höherer SiO_2 -Gehalt erforderlich wäre. Ebenso hält Stark sämtliche Feldspateinsprenglinge für exogene Bildungen und ganz die gleichen Argumente, die Stark für die in den Euganeengesteinen auftretenden Feldspataggregate als für ihre exogene Natur

¹⁾ F. Zirkel, Über Urausscheidungen in Rheinischen Basalten. Abh. d. königl. sächs. Ges. d. Wiss., 28. Bd., Leipzig 1903.

²⁾ F. Zirkel, a. a. O., p. 125 (25).

³⁾ F. Zirkel, a. a. O., p. 125.

⁴⁾ M. Stark, Geologisch-petrographische Aufnahme der Euganeen. Tsckermaks Min. u. petr. Mitt., Bd. XXVII, p. 522 ff.

beweisend anführt, gelten auch in unserem Falle. Stark führt Lagorio an, der gezeigt hat, daß für den Fall, als sich Orthoklas vor Plagioklas bilden soll, das Verhältnis $2K_2O:1Na_2O$ nötig ist sowie Vogt, der das Eutektikum von Orthoklas zu Plagioklas auf 40—44% Or und 60—56% Ab oder $Ab + An$ berechnet. Ein derart starkes Überwiegen der Orthoklassubstanz ist aber ganz ausgeschlossen. Für einen Teil der Einschlüsse ist sicher die Erklärung zutreffend, daß sie mitgerissene Teile des festen Untergrundes sind, eine zweite Gruppe von Einschlüssen sind dagegen mitgezerrte Schlieren einer differenten Magmamasse. In einem Magmaherde, in welchem in flüssiger Phase Differentiation nach dem spezifischen Gewichte eingetreten ist, wird den basischen Massen geringe, den sauren Massen große Viskosität zukommen. Die Eruptionsfolge hängt nun nach Stark ab von dem mehr oder minder hohen magmatischen Druck bei der Eruption. «Plötzlicher enormer Druck oder Aufreißen von Spalten wird zuerst, wenn die Spannungen im Magmaherde große sind, vorerst die leichtest flüssigen Massen fördern, selbst wenn sie zuunterst liegen; sind diese Spannungsentlastungen geringfügiger oder reichen die Spalten nicht zur Oberfläche, so können auch zähere Massen zuerst ausfließen. Im zweiten Falle hat die Magmaschicht nichts anderes passiert als den Kraterschlot oder die Gangspalte, im ersten aber hätte das basische Magma samt seinen Einsprenglingen und Knollen die darüber befindlichen sauren Schlieren mitgerissen, sich mit ihnen auf dem langen Weg zur Erdoberfläche völlig durchmischt und nur die größeren Ausscheidungen desselben hat es nicht völlig — wenigstens in manchen Fällen — aufzuschmelzen vermocht.»

Die Erklärung Starks ist zweifellos leicht vorstellbar und ungezwungen.

Die Olivinknollen sind wahrscheinlich die ersten Spaltungsprodukte, die gerade deswegen auch die meisten Umrindungen besitzen. Auch aus diesem Grunde sollen sie zuerst behandelt werden. Die Umwandlungserscheinungen, die das basaltische Magma an den protogenen Massen hervorgerufen hat, lassen sich am deutlichsten dort beobachten, wo die Olivinknollen zerspritzt und in ihre Bestandteile zerlegt worden sind. Hier läßt sich mit Sicherheit sagen, welchem Ursprungsmaterial das neugebildete Randprodukt seine Entstehung verdankt, während das bei Olivinknollen, in denen die verschiedenen Mineralien nahe aneinander liegen, nicht mit völliger Sicherheit geschehen kann. Dabei ist es auch möglich, daß einige gleichartige Mineralaggregate nicht durch Zertrümmerung größerer Olivinknollen entstanden sind, sondern daß sie vielmehr selbständige Urausscheidungen darstellen. Doch ist das für unsere Zwecke belanglos. Es ist wahrscheinlich, daß die Bestandteile der Olivinknollen auch selbständig Ausscheidungen für sich allein bilden konnten. Es sollen deshalb auch zunächst jene Fälle beschrieben werden, in denen einzelne Bestandteile der Olivinknollen beobachtet wurden, daran soll sich dann die Beschreibung der Olivinknollen schließen und dann sollen erst die anderen Urausscheidungen angeführt werden, so daß sich also folgende Einteilung ergibt:

1. Monokliner Pyroxen.
2. Rhombischer Pyroxen.
3. Olivin.
4. Olivinpyroxenknollen.
5. Hornblendepartien.
6. Glimmerpartien.

Dabei ist, wie schon erwähnt, bei der ersten Gruppe die doppelte Möglichkeit vorhanden, daß die Olivinaggregate und Augitaggregate teils durch Zertrümmerung entstanden sind, teils eigene Ausscheidungen vorstellen.

1. Monokliner Pyroxen.

Monokliner Pyroxen: Zweifellos protogene Ausscheidungen des Magmas stellen jene zahlreich auftretenden grünen Kernpyroxene dar, die Kristallisationszentren für den blassen bis rotvioletten Titanaugit abgaben und deren Beschreibung sich bei der des Hüllpyroxens findet. Es sei hier nur angeführt, daß er unregelmäßige Begrenzung zeigt, zahlreiche winzige Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse zeigt, eine Auslöschungsschiefe $\alpha\gamma = 49\frac{1}{2}^\circ$ und einen Achsenwinkel um $\gamma 2V = 70^\circ$ besitzt. Wo er in größeren Individuen auftritt, ist deutlich eine Randzone zu bemerken, in der sich Glaseinschlüsse reichlich häufen, die eine vielfach wechselnde, meist länglich gekrümmte Gestalt und licht bis dunkler braune Farbe zeigen. Es ist das wohl dieselbe vielfach verbreitete Erscheinung, die Becker¹⁾ als das «Angegriffensein der Augite» bezeichnet, die dann weiter von Bleibtreu, Rinne, Zirkel und vielen anderen beschrieben worden ist. In diesen Fällen ist dann die Hülle von Titanaugit verhältnismäßig schmaler als dort, wo der grüne Augit häufig nur einen kleinen Kern bildet und von einer randlichen Verschlackung nichts oder doch nur sehr wenig wahrzunehmen ist.

Wodurch diese Verschiedenheit im Auftreten, das Fehlen der verschlackten Randzone bei den kleinen Individuen zu erklären ist, konnte ich nicht entscheiden, möglicherweise sind die kleineren Kernpyroxene durch Korrosion dieser schlackigen Rinde beraubt worden, worauf dann erst die Umhüllung mit Titanaugit stattfand.

Ein bedeutend stärkeres Maß der Umwandlung stellen aber Aggregate dar, die sich aus einer Menge rötlichbraunvioletter, länglicher Augite zusammensetzen und die, soweit sie aus einem ursprünglichen Individuum hervorgegangen zu sein scheinen, immer ungefähr parallele Stellung besitzen. Zwischen den länglichen Augiten liegen reichliche braune Glaseinschlüsse, Picotite sowie auch in einer Reihe von Fällen kleine xenomorphe Olivinkörner, welche durch ihre Farblosigkeit von den bräunlichen Pyroxenen zu unterscheiden sind. Bisweilen vereinigen sich mehrere ursprüngliche Individuen zu solchen Aggregaten, es hat dann jedesmal die Schar, welche aus einem Individuum hervorging, ungefähr gleiche Orientierung. Die randliche Begrenzung ist ganz unregelmäßig, tiefe Korrosionsbuchten sind nicht selten. Diese Aggregate liegen nun entweder ganz frei im Basalt, oder aber sie besitzen eine Hülle. Die Hülle besteht in einigen Fällen aus Titanaugit, der noch eine schwache Zonenstruktur zeigt. Die Richtung der Spaltrisse des Hüllpyroxens läuft parallel mit jener Richtung, welcher die Längsachse der dünnen Pyroxenleisten entspricht, die annähernd parallele Stellung haben. Bisweilen haben die Aggregate des länglichen Pyroxens in der Mitte eine Knickung erfahren, dann macht auch der Hüllpyroxen diese Knickung mit. Der Hüllpyroxen zeigt außerordentlich starke Neigung zur Verzwillingung nach 100. Immer ist er ein Zwillingsstock mit zahlreichen Lamellen. In den Fällen, in welchen Titanaugit die Hülle bildet, besteht das Aggregat gewöhnlich nur aus Pyroxen und Glaseinschlüssen. Ist ein Olivin gehalt vorhanden, wenn auch nur ein geringer, so findet man gewöhnlich eine andere Art der Umhüllung. Es bildet sich nämlich um die Aggregate, welche übrigens jetzt nicht mehr diese ausgesprochene Entwicklung in einer bevorzugten Längsrichtung besitzen, sondern mehr rundliche Formen annehmen, eine mehr oder minder breite Hülle von xenomorphen Olivinkörnern mit wechselndem Magnetitgehalte. (Siehe Fig. 6.) Die Korngröße der Pyroxenindividuen des Inneren wird dabei immer kleiner, ebenso die der Olivine, welche zwischen den Pyroxenen liegen, während die Olivinkörner der

¹⁾ A. Becker, Über die Olivinknollen im Basalt. Zeitschr. d. d. geol. Ges., 1881, p. 31.

Hülle recht ansehnliche Dimensionen erreichen. Die Magnetitkörner, welche in der Hülle reichlich auftreten, häufen sich bisweilen sehr stark und lassen den Olivin zurücktreten, der jedoch nie ganz verschwindet. In einem Falle war um ein äußerst feines Pyroxenolivinaggregat zunächst ein breiter Saum von klarem Olivin ohne jede Magnetitbeimengung ausgeschieden und gegen den Basalt zu erfolgte erst die Abgrenzung durch einen schmalen Saum von eng aneinander liegenden Magnetitkörnern. Diese Aggregate dürften vielleicht durch Zerfall oder Umlagerung aus primärem monoklinen Augit entstanden sein. Rinne¹⁾ beschreibt wenigstens ganz ähnliche Gebilde aus dem Basalt des Hohenberges bei Bühne in Westfalen und stellt diese als Umwandlungsprodukte eines protogenen monoklinen Augites dar. In einigen Fällen hat Rinne²⁾ den Zerfall von monoklinem Augit in monoklinen Augit und Olivin beobachtet, indem er in der verschlackten Randzone der Augite neben Glaseinschlüssen auch Olivinkörner nachwies, welche, wenn sie in Hohlräume hineinragen, kristallographische Begrenzung zeigen. Es ist jedoch auch die Möglichkeit vorhanden, daß man es mit Umwandlungsprodukten von primärer Hornblende zu tun hat oder, wofür bisweilen der geringe Olivinegehalt unter den länglichen Pyroxenen spricht, mit solchen von rhombischem Pyroxen. Dieser Olivinegehalt wechselt, es gibt Aggregate, welche gänzlich olivinfrei sind, sowie solche, wo ganz feine Olivinbeimengungen zwischen den Pyroxenleisten und den Glaseinschlüssen reichlicher vorhanden sind.

Daß sich Enstatit in ein Gemenge von Olivin und Glas sowie in ein Gemenge von Olivin, monoklinem Pyroxen und Glas umsetzen kann, ist in unseren Gesteinen häufig zu beobachten und soll noch beschrieben werden. Auch Rinne hat diesen Zerfall beschrieben. Die Entstehung dieser Aggregate aus Enstatit ist also leicht möglich. Die Umrandung durch Titanaugit einerseits, durch Olivin und Magnetit andererseits ist ebenfalls bei unzweifelhaften Enstatitausscheidungen beobachtet worden. Es bleibt noch die Möglichkeit ihrer Entstehung aus Hornblende. Dabei kann man wieder an eine Aufschmelzung und Neukristallisation oder an eine Umlagerung in einem späteren Stadium denken. Für eine Aufschmelzung spricht das Vorhandensein einer schönen Zonenstruktur am Olivin nach der Beckeschen Regel. M. Stark³⁾ hat hervorgehoben, daß man bei ausgesprochener Zonenstruktur des Olivins auf das Vorkommen von Hornblenderesorptionen schließen darf, und zwar deshalb, weil durch die Aufschmelzung infolge eintretender Dissoziation der Hornblendeschmelze sich die Orthosilikatmoleküle der Hornblende, welche vornehmlich Eisen führen, im Magma anreicherten und dann die Zonenstruktur des Olivins herbeiführten. Diese Umschmelzung muß aber nicht die ganzen Hornblendepartien ergriffen haben, es können sich sehr wohl noch Reste erhalten haben, welche sich später in starrem Zustande nach Art einer paramorphen Umlagerung in Pyroxen umgesetzt haben, wie dies Becke⁴⁾ dargelegt hat. Allerdings treten noch andere Mineralaggregate auf, welche als Resorptionsprodukte der Hornblende gedeutet werden können, so daß die Zonenstruktur des Olivins auch davon herrühren kann. Die Einreihung dieser Aggregate unter eine bestimmte Gruppe läßt sich jedenfalls nicht mit voller Sicherheit durchführen. Ebensogut wie hieher hätten sie unter die Gruppe «rhombischer Pyroxen» oder «Hornblendepartien» gestellt werden können.

¹⁾ Rinne, Der Basalt des Hohen Berges bei Bühne in Westfalen. Sitzber. d. kgl. preuß. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1891, p. 8.

²⁾ F. Rinne, Basalte aus dem Gebiete der Weser und den angrenzenden Gebieten der Werra und Fulda. Jahrb. d. kgl. preuß. geol. L.-Anstalt, 1892, p. 28.

³⁾ M. Stark, Euganeen, p. 511.

⁴⁾ F. Becke, Die Gesteine der Columbretes. Tschermarks Min.-petr. Mitt. XVI, p. 328.

2. Rhombischer Pyroxen.

Nicht allzuseiten treten Bronzite als Ausscheidungen auf, welche mit Rücksicht darauf, daß in den Mittelgebirgsgesteinen durchwegs rhombischer Pyroxen fehlt, wohl alle Teile von zertrümmerten Olivinknollen sind. Dafür spricht auch das Zusammenkommen mit großen Olivinindividuen.

Stets sind diese rhombischen Pyroxene von eigentümlichen feinkörnigen Randbildungen begleitet, die von verschiedenen Seiten verschiedene Deutung erfahren haben. Becke spricht von einem «Angegriffensein» des Pyroxens, Bleibtreu¹⁾ vermutet die randliche Umwandlung des Enstatites in monoklinen Pyroxen, Rinne beschreibt die Ersetzung des Enstatites durch Olivin plus einem braunen Glasrest, Zirkel vermißt derartige Randbildungen in den von ihm beobachteten Fällen. Ausführlich haben sich speziell noch Schwantke²⁾ und Wiegel³⁾ mit diesen Gebilden beschäftigt und ihre Beobachtungen stimmen auch am meisten mit den unserigen überein, speziell was das Weiterwachsen der Aggregate anbelangt. Schwantke sieht in dem körnigen Randgebilde wesentlich monoklinen Pyroxen, Wiegel dagegen wesentlich Olivinkörner. In unseren Fällen lassen sich diese Aggregate folgendermaßen beschreiben: Stets ist ein Kern eines blassen, schwach doppelbrechenden (Doppelbrechung = $\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$ des Hüllpyroxens, im Schnitt $\perp \alpha$ im Kern grauweiße Interferenzfarbe gegenüber gelbweiß des Titanaugites), aber stärker als Titanaugit lichtbrechenden rhombischen Pyroxens vorhanden, der optisch negativ und deshalb als Hypersthen zu bezeichnen ist. Nach dem Achsenwinkel um $\alpha \approx 2\sqrt{\alpha} = \text{ca. } 75^\circ$ ergibt sich nach der von Mrha⁴⁾ gegebenen Tabelle ein Gehalt von ca. 30% FeSiO_3 , den dieser Pyroxen besitzen würde. Um diesen Kern liegt eine Zone von äußerst feinkörnigen Mineralien, zwischen denen manchmal noch spärliche Reste eines glasigen Produktes erkannt werden können. Die Körnchen sind entweder schwach bräunliche Pyroxene oder kleine farblose Olivinkörnchen. Das Mengenverhältnis der beiden Bestandteile wechselt, es ist jedoch meist der monokline Pyroxen stärker vertreten als der Olivin. Auf diese Körnchenzone folgt dann eine Hülle von Titanaugit, in manchen Fällen ist jedoch eine andere Umhüllung zu beobachten. Der Titanaugit ist stets ein sehr reich verzwilligter Zwillingsstock und derart orientiert mit dem Hypersthen verwachsen, daß die *c*-Achsen gemeinsam sind, die Ebenen der optischen Achsen aufeinander senkrecht stehen und die spitzen und stumpfen Winkel der Vertikalprismen gleichsinnig liegen. Es ist das dieselbe Verwachsung, wie sie Wiegl und Schwantke beobachtet haben, von Wiegl rührt auch die Fassung dieses Gesetzes her.

Die Körnchen des monoklinen Pyroxens sind ganz beliebig orientiert, die Hülle von Titanaugit dagegen stets streng nach dem angeführten Gesetz. Die Entstehung der Körnchen läßt sich wiederum entweder als Aufschmelzung und darauffolgende Neuausscheidung oder als Umlagerung in starrem Zustande deuten. Diese letztere Deutung, welche die wahrscheinlichere ist, ist von Schwantke deshalb unternommen worden, weil er es dadurch erklären wollte, daß sich um eine Zone beliebig orientierter Pyroxene

¹⁾ K. Bleibtreu, Beiträge zur Kenntnis der Einschlüsse in den Basalten mit besonderer Berücksichtigung der Olivinfelseinschlüsse. Zeitschr. d. d. geol. Ges., 1883, p. 489.

²⁾ A. Schwantke, Über eine interessante Verwachsung von monoklinem und rhombischem Pyroxen im Basalt. Zentralbl. für Min., Geol. u. Pal., 1902, p. 15.

³⁾ H. Wiegel, Einige Umwachsungen des rhombischen protogenen Augites durch monoklinen. Zentralbl. für Min., Geol. u. Pal., 1907, p. 379.

⁴⁾ J. Mrha, Tschermaks Min.-petr. Mitt., Bd. 19, p. 140.

ein streng gesetzmäßig orientierter Hüllpyroxen legt. Wären die feinkörnigen Pyroxene vor Ansatz des Hüllpyroxens vorhanden gewesen, so hätte die orientierende Kraft für die sich ansetzenden Titanaugitmoleküle gefehlt. Diese hätte aber nur dann ganz gefehlt, wenn sich die Körnchenzone rings um das ganze Enstatitkorn befunden hätte. Nun sind aber in vorliegendem Falle eine Reihe von Hypersthenkörnern beobachtet worden, wo die Körnchenzone nicht ringsum ausgebildet war und der rhombische Pyroxen auf größere Strecken direkt an den Titanaugit stößt. Um also die orientierte Anlagerung zu deuten, braucht man nicht unbedingt zu der Annahme einer Umlagerung nach Art einer Paramorphose am festen Kristall, wie sie Bücking¹⁾ dargetan hat, zu greifen. Doch ist, wie gesagt, die Entstehung wahrscheinlich so zu erklären. Rinne spricht in der Abhandlung über den Basalt des Hohenberges bei Bühne davon, daß die «Randsubstanz des Bronzites unter dem Einflusse des Magmas geschmolzen und zum Teil wieder als Olivin auskristallisiert sei», in der Abhandlung über die norddeutschen Basalte aus der Gegend der Weser nur mehr von einer Umwandlung des Bronzits, worunter vielleicht Paramorphose zu verstehen ist. Wiegel sieht in den von ihm beobachteten Fällen die Körnchen als reinen Olivin an und erklärt ihre Bildung so, daß der Bronzit korrodiert wurde, daß das unbeständig gewordene Metasilikat sich in das Orthosilikat verwandelte, welches sich bienenschwarmartig um den Enstatitrest legte und dann zur Zeit der Augitbildung und Korrosion des Olivins von dem umhüllenden Titanaugit eingeschmolzen wurde. In unseren Fällen ist sicher nicht reiner Olivin in der Körnchenzone vorhanden, sondern überwiegend monokliner Pyroxen.

Die Umhüllung besteht aber nicht immer aus Titanaugit. Es sind auch Hypersthene beobachtet worden, welche ganz die gleiche Körnchenzone besitzen, aber von einem Kranz von klaren, größeren Olivinkörnern, beliebig orientiert, umschlossen werden. Diese Fälle machen schon mehr den Eindruck einer randlichen Aufschmelzung und Neukristallisation. Bisweilen schiebt sich die Körnchenzone zwischen nebeneinander liegende, gleich orientierte Bruchstücke eines größeren Hypersthenindividuum und erregt ganz den Anschein, als ob starke Korrosion des Hypersthenes stattgefunden hätte, wodurch das Korn in mehrere Teile aufgelöst wurde, und daß dann diese Teile durch Erstarrung der eingedrungenen korrodierenden Masse wiederum miteinander verkittet wurden, wobei sich eben das feinkörnige Gemenge von Pyroxen und Olivin bildete. Als Umrandung setzten sich dann die großen Olivinkörner sowie am äußersten Rande gegen den Basalt ein schmaler Saum von Magnetitkörnern ab. Fälle, in denen neben den Hypersthenresten größere Bruchstücke von Olivin lagen, entschieden aus zerspratzten Olivinknollen herrührend, wurden auch einige Male beobachtet.

In diesen Aggregaten waren noch immer deutliche Reste von Hypersthen im Inneren wahrzunehmen. Doch kann die Umwandlung des Hypersthenes auch so weit gehen, daß keinerlei Reste mehr vorhanden sind, sondern vielmehr der Kern durchaus aus einem Gemisch von monoklinem Pyroxen und Olivinkörnern besteht. Der wiederum blaßbräunliche Pyroxen ist dabei etwas länglich entwickelt und, wenn auch keine so deutliche Parallelstellung der Pyroxene vorhanden ist wie bei den zuerst besprochenen Umwandlungsprodukten, so ist doch eine Richtung bevorzugt und diese bildet dann auch die Richtung der *c*-Achse des umhüllenden Titanaugites. Der Titanaugit setzt sich, in dieser Richtung langsäulig entwickelt, als Zwillingsstock mit vielen Lamellen an das ganz unregelmäßig begrenzte Körnchengemisch an und zeigt gegen den Basalt

¹⁾ H. Bücking, Basaltische Gesteine vom Thüringer Walde und aus der Rhön. Jahrb. d. preuß. geol. L.-A., 1880, p. 165.

bald zackige Begrenzung, bald besitzt er deutliche Kristallkanten mit zonarem Bau und allen Eigenschaften der Einsprenglingspyroxene. Dabei bemerkt man auch hier, daß der Hüllpyroxen allen Knickungen, die das Körneraggregat erfährt, folgt, indem die Richtung seiner *c*-Achse dann sich entsprechend ändert. Während also der Kernpyroxen und Hüllpyroxen zueinander in gesetzmäßiger Beziehung stehen, sind die neugebildeten Olivinkörner ganz regellos orientiert und in dem Gemenge verstreut. Sie gehören mehreren Individuen an und nur ab und zu sind einige Körner anscheinend gleich orientiert (siehe Fig. 5). Die Wahrscheinlichkeit, daß diese Gebilde aus rhombischem Pyroxen hervorgegangen sind, wird dadurch erhöht, daß sich Übergänge finden, in denen der Hypersthenrest immer kleiner, die Körnchenzone immer breiter wird. Bleibtreu¹⁾ hat beobachtet, wie sich aus Olivin monokliner Pyroxen gebildet hätte, doch wird dies wohl mit Recht von verschiedenen Seiten, namentlich von Zirkel, bezweifelt und trifft wenigstens für unsere Fälle ganz gewiß nicht zu. Beyer²⁾ hat ähnliche Fälle beobachtet wie Bleibtreu, um Reste eines aufgeschmolzenen Olivins Augitkränze, die er Augitaugen nennt, doch handelt es sich bei ihm um basaltischen Olivin, der durch die Schmelzmasse, welche beim Aufschmelzen eines granitischen Einschlusses sich bildet, angegriffen wurde. Durch Vermischung der sauren granitischen Schmelzmasse mit dem basaltischen Magma bildet sich dann der Augitkranz um Olivin.

Allenfalls wären hierher noch jene Fälle zu stellen, in welchen der Olivinegehalt des Körnergemenges bis auf 0 herabsinkt und die beim monoklinen Augit beschrieben worden sind.

3. Olivin.

Der Olivin der Knollen soll sich nach den Beobachtungen Bleibtreus³⁾ wesentlich von dem in einer späteren Periode gebildeten Einsprenglingsolivin unterscheiden, und zwar durch Mangel der Kristallform, durch Fehlen der Picotit- und Reichtum an Flüssigkeitseinschlüssen. Mangel der Kristallform ist tatsächlich vorhanden, was aber die Interpositionen anbelangt, ist von verschiedenen Autoren, zuerst von Becker hervorgehoben worden, daß diese sehr wohl sekundärer Natur sein können und also zur Unterscheidung nicht herangezogen werden können. Tatsächlich ist diese sekundäre Entstehung in sehr vielen Fällen zweifellos erwiesen und Stark hat eine vollkommene Übereinstimmung der Knollenolivine mit den Einsprenglingsolivinen in optischer Beziehung für die Euganeengesteine feststellen können. Bauer⁴⁾ hat betont, daß der Reichtum an Flüssigkeitseinschlüssen sich in den Einsprenglingsolivinen bisweilen verringert, da sich diese offenkundig aus einem wasserärmeren Magma gebildet haben. In unseren Fällen hat sich kein wesentlicher Unterschied zwischen den protogenen Olivinen und denen der späteren Periode beobachten lassen. Die Erscheinungen, welche den Knollenolivin trotzdem von dem Einsprenglingsolivin unterscheiden lassen, sind sekundärer Natur. Von solchen Umwandlungserscheinungen hat besonders Rinne⁵⁾ eine Randzone von gekörneltem Olivin beobachtet, die auch Bleibtreu bei seinen Olivinen gesehen hat. Rinne erklärt das Zustandekommen dieser Zone durch Umkristallisierung

¹⁾ L. Bleibtreu, a. a. O., p. 547.

²⁾ O. Beyer, Der Basalt des Großdessaer Berges und seine Einschlüsse. Tschermaks Min.-petr. Mitt. X, 1888, p. 50.

³⁾ K. Bleibtreu, a. a. O., p. 508.

⁴⁾ M. Bauer, Der Basalt vom Stempel bei Marburg und einige Einschlüsse desselben. Neues Jahrb. f. Min. etc., 1891, II, p. 156—205, 231—271.

⁵⁾ F. Rinne, Über norddeutsche Basalte, p. 26.

weil sie auch dort zu erkennen ist, wo das Magma nicht in direktem Kontakt mit dem Olivin stand. Bleibtreu hält sie für eine Aufschmelzung und darauffolgende Neukristallisation. Weiters hat Rinne den Zerfall größerer Individuen zu den sogenannten Olivinaugen beobachtet, die sich bisweilen auch mit Augiten vergesellschaften und dann auch eine Entstehung aus Bronzit zulassen. Als Kennzeichen für Zugehörigkeit der Olivine zu Urausscheidungen führt dann Rinne noch an den Reichtum an Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen sowie die vielfach beobachtete undulöse Auslöschung des Olivins; Rinne¹⁾ ist geneigt, sie in einzelnen Fällen weniger auf Druckwirkung als vielmehr auf nicht genau parallele Anlagerung nach Analogie der gewundenen Bergkristalle zurückzuführen. Bauer hat keinerlei Angegriffensein der Olivine beobachtet, ebenso Becker nicht, der bloß sekundäre Glaseinschlüsse am Rand der Olivine fand.

In den vorliegenden Fällen war stets eine randliche Umwandlung wahrzunehmen. Der Olivin erscheint zur Gänze an der Oberfläche aufgelöst in ein Aggregat von bald größeren, bald kleineren xenomorphen Olivinkörnern, welche eine geschlossene Hülle um das Olivinkorn bilden. Alle diese Körner sind wie der umschlossene Olivin ganz klar und besitzen keinerlei größere Einschlüsse. An die Zone feinkörnigen Olivins schließt sich dann manchmal eine solche größerer Olivinkörner, zwischen deren Lücken Magnetitkörner liegen. Der Rest des umschlossenen protogenen Olivins zeigte in einem Falle deutlich undulöse Auslöschung, und zwar waren größere Partien des Kristalls gegeneinander nach 100 verschoben, wie sich bei der Untersuchung herausstellte. F. Becke²⁾ hat eine ganz gleiche Verschiebung nach 100 aus dem Olivin des Stubachtals beschrieben. Hier handelt es sich zweifellos um eine Druckerscheinung, weil ein größeres Olivinkorn durch die Zone feinkörniger Olivine in mehrere Stücke aufgelöst erscheint und diese Stücke jedenfalls schon bei der Zertrümmerung der größeren Massen, wie auch beim Transporte und schließlich bei der Kristallisation der umhüllenden und trennenden Olivinkörner Drücken ausgesetzt waren.

In einem Falle war als umhüllende Zone um das protogene Olivinkorn eine Zone blaßbraunen Pyroxens mit wenig feinkörnigem Olivin vorhanden, an die sich dann nach außen zu einzelne größere Olivine vermischt mit Magnetitkörnern ansetzten. Vielleicht liegt hier etwas ähnliches vor wie in jenen Fällen, in denen Bleibtreu einen augitischen Saum um Olivine beobachtete. Jedesfalls handelt es sich hier um eine Aufschmelzung des randlichen Olivins.

Ein Aggregat von Olivinkörnern mit bräunlichen monoklinen Pyroxenkörnern und wenig Magnetit vermischt könnte ebenfalls durch Aufschmelzung von Olivin, Vermengung der Olivinschmelze mit dem basaltischen Magma und Neukristallisation entstanden sein. Hülle ist keine vorhanden, sondern das Aggregat ist gegen den Basalt unregelmäßig abgegrenzt. Ebenso sind die Gemengteile gleichzeitig auskristallisiert und gegeneinander wechselnd begrenzt. Eine Entstehung aus primärer Hornblende ist aber ebenso leicht möglich.

Die Auflösung des Olivins in ein Körneraggregat beschränkt sich häufig nicht bloß auf die randlichen Teile, sondern ergreift den ganzen Olivin und es entstehen auf diese Weise die sogenannten Olivinaugen, die eine wechselnde Größe besitzen, je nach der Intensität der Umlagerung und der Größe des ursprünglichen Kornes. In jenen Fällen, in welchen sich nur Olivinkörner ohne andere Minerale zu Augen vereinigen, muß man wohl an eine Umlagerung, an einen Zerfall des großen Olivins in starrem

¹⁾ F. Rinne, Über norddeutsche Basalte, p. 23.

²⁾ F. Becke, Olivinfels und Antigoritserpentin aus dem Stubachtal. Tschermarks Min.-petr. Mitt. XIV, p. 274.

Zustände zu einer größeren Anzahl kleiner Körner denken. Doch kommen auch Augen vor, in denen Beimengungen von monoklinem blaßbräunlichen Pyroxen sowie Magnetit vorhanden sind. Hier ist wohl eine Aufschmelzung und Neukristallisation unter Aufnahme von Bestandteilen des Basaltmagmas eingetreten.

Davon wohl zu unterscheiden sind jene Aggregate, welche sich aus Olivinen der Einsprenglingsgeneration und gleichaltrigem Pyroxen zusammensetzen und die infolge des Umstandes, daß sich die Ausscheidungsperiode des Olivins und Augits übergreifen, auch recht oft auftreten.

4. Olivinaugitknollen.

Nicht weniger häufig, als die Pyroxene und Olivine für sich als protogene Ausscheidungen vorkommen, können sie zu größeren Massen vereinigt beobachtet werden. Schon makroskopisch fallen die großen, blaugrünen bis gelblichgrünen Ausscheidungen von glas-hellem Olivin, blaßbräunlichem rhombischen und grasgrünem monoklinen Pyroxen auf, die bisweilen eine recht ansehnliche Größe erreichen. Auch auf Kluftflächen und Spalten finden sich Verwitterungsprodukte, die wahrscheinlich von Olivin herrühren. Alle Veränderungen, welche Augit und Olivin erleiden, wenn sie getrennt vorkommen, finden sich auch bei den Olivinaugitknollen. Die Hauptmasse ist immer Olivin, dann kommt der Menge nach grüner Augit, dann rhombischer Pyroxen. Am stärksten ist augenscheinlich der grüne Pyroxen angegriffen worden, indem sich eine sehr stark verschlackte, mit Glaseinschlüssen gespickte randliche Zone ausgebildet hat, der auch jede kristallographische Begrenzung fehlt. Zudem sind größere Teile losgelöst von der eigentlichen Knolle und nur durch den Titanaugit, der sich fast immer als Fortwachsung des Diopsides findet, noch an das Aggregat gebunden. Der Titanaugit zeigt dann entweder kristallographische Begrenzung oder ist er ausgezackt. Der rhombische Pyroxen, der sich in einem Falle deutlich als Hypersthen erwies, mit der Orientierung und Pleochroismus:

$a = \beta$	$b = \alpha$ I. Mittell.	$c = \gamma$
rötlichgelb	bräunlichrot	grünlich

ist reich an den für ihn charakteristischen Einlagerungen, zeigt jedoch nur in dickeren Lagen deutlichen Pleochroismus. Auch der Hypersthen der Knollen zeigt eine körnige, aus monoklinem Pyroxen und Olivin sowie bisweilen spärlichem braunen Glasrest bestehende randliche Hülle. Der Olivin hat die geringste Umwandlung erfahren, er läßt nur den Zerfall zu einem geschlossenen Aggregat von ganz reinen Körnern beobachten. Die weitgehendere völlige Aufschmelzung und Neukristallisation von parallel gestellten grünen kleinen Augiten mit Plagioklas, Picotit und Biotit, die so vielfach von Bleib-treu beschrieben wurde, konnte nicht beobachtet werden. Glaseinschlüsse wurden nicht beobachtet, dagegen fanden sich in einem Falle stark korrodierte Reste einer tief dunkelbraunen bis schwarzen Hornblende als Einschlüsse mit sehr schwachem Pleo-chroismus, schwacher Doppelbrechung und einer Lichtbrechung, die stärker als die des Olivins ist. Vermutlich Cossyrit? Das basaltische Magma ist manchmal auf Sprüngen in diese Knollen eingedrungen und bei günstigen Schlifften erkennt man dann in diesen Korrosionsbuchten Neubildungen von Biotit sowie von Hornblendenädelchen neben kleinen Pyroxenen und einem Reste von braunem Glas. Bisweilen wird auch der Olivin zu grünen bis gelben Mineralen umgewandelt, die jedoch erst später beschrieben werden sollen. Monokliner und rhombischer Pyroxen fehlt manchmal, selten jedoch der Olivin, der auch gegen Aufschmelzungen offenbar den größten Widerstand zu leisten vermochte.

Was die Ursache der mannigfaltigen Umwandlungen anbelangt, die die Minerale der Olivinknollen erfahren haben, liegt sie nach den Beobachtungen Bleibtreus in einer Durchtränkung der Knollen mit dem sauren Rest des basaltischen Magmas, der dann später als Feldspat zwischen den neugebildeten Mineralen erstarrte. Mit Rücksicht darauf, daß die Umänderungen auch mitten in den Knollen auftreten, wo keinerlei Erstarrungsprodukte des basaltischen Magmarestes zu erkennen waren, glaubt Rinne für diese Umwandlungen eher die durch Eintritt einer schnellen und massenhaften Kristallisation bewirkte Temperaturerhöhung und eventuell eine Durchtränkung mit Dampfbildungen verantwortlich machen zu müssen.

Jedenfalls wird man zur Erklärung sowohl Einschmelzung bedingt durch chemische Verschiedenheit und Temperaturerhöhung, als auch bloße Hitzewirkung und Durchtränkung mit Dämpfen dort, wo eine solche Einschmelzung nicht stattfinden konnte, sowie Umlagerung nach Art der Paramorphosen in starrem Zustande heranzuziehen und in jedem einzelnen Falle getrennt zu entscheiden haben, welchen Faktoren die Umwandlung am ehesten zugeschrieben werden könnte. In vielen Fällen wird man übrigens über Vermutungen nicht hinauskommen.

5. Hornblendepartien.

In einer Reihe von Fällen, die bis jetzt beschrieben wurden, war die Möglichkeit einer Entstehung aus primärer Hornblende erwogen worden. Es waren dies immer Pyroxenaggregate mit wechselndem Olivinegehalte, umgeben von einer Hülle von Titanaugit oder Olivinkörner, bisweilen auch ohne Umgrenzung. Es waren aber überall noch andere Entstehungsmöglichkeiten offen.

Bei einigen Aggregaten jedoch ist eine Entstehung aus Hornblende fast zur Gewißheit geworden; es sind das Gemenge von blaßbraunvioletter monoklinen Augit mit Olivin, welche sich gegenseitig schichtgranitisch durchdringen, und zwar übernimmt der Olivin die Rolle der Quarzstengel (siehe Fig. 3 und 4). Eine größere Anzahl von länglich wurmförmig gekrümmten Olivin gehört einem Individuum an, der Pyroxen, der die Grundmasse für die Olivine bildet, ist gewöhnlich ein einheitliches Individuum. Olivinindividuen sind stets mehrere vorhanden. Umwachsen werden diese Gebilde wieder von einem reich verzwilligten Titanaugit, der die gleiche Orientierung wie der Kernpyroxen besitzt. Der Titanaugit hat kristallographische Begrenzung, der Kern ist ganz unregelmäßig begrenzt, Magnetit fehlt vollständig, es ist ein reines Gemenge der beiden Komponenten mit typischer Eutektstruktur. Solche Aggregate wurden in einer größeren Zahl gefunden und sind wohl mit aller Wahrscheinlichkeit durch Zerfall aus Hornblende hervorgegangen.

Reste primärer Hornblende finden sich nur sehr spärlich, sie sind stark pleochroitisch, fast vollständig aufgefressen und von einem dichten Magnetitsaum mit wenig Pyroxen umgeben.

Daß Hornblenderesorptionen in größerer Zahl zu erwarten waren, ist, wie schon hervorgehoben, aus der Zonarstruktur des Olivins zu erschließen gewesen.

6. Biotitausscheidungen.

Sehr selten kommen größere Biotite als primäre Ausscheidungen vor, die dann ganz besonders starke Umwandlungen, noch weitgehender als bei der Hornblende, erfahren haben. Es sind nur noch spärliche Reste des stark pleochroitischen Biotites

übrig, auf den Spaltflächen ist das Magma eingedrungen und in diesen Korrosionsbuchten finden sich neben besonders angehäuftem Magnetit sowie braunem Gesteinsglas alle Bestandteile der Grundmasse, Pyroxene, Plagioklas, Nephelin. Bei weitem aber überwiegt der Magnetit, der einen dichten Saum um die Biotitreste bildet.

III. Das eigentliche Gestein.

1. Normale Beschaffenheit.

Das eigentliche, dichte, blauschwarze Gestein hat splitterigen Bruch, liefert ein gutes Schottermaterial und wird deshalb auch seit längerer Zeit in einem Steinbruch gebrochen. In der Grundmasse sind als Einsprenglinge Olivin und Pyroxen vorhanden.

Olivin.

Der Olivin ist langtafelig nach (010) entwickelt. Zu dieser tafeligen Entwicklung nach 010 (bis spießig nach der a -Achse) bemerkt M. Stark,¹⁾ daß sie in den Usticagesteinen nur eisenreichen Gesteinen zukommt. Außerdem treten noch die Flächen 110, 021 auf. Korrosionserscheinungen sind zahlreich vorhanden, Einschlüsse fehlen fast gänzlich, der optische Charakter ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, entsprechend einem Gehalte an 10—14% Fe_2SiO_4 . Auffallend ist eine deutliche Zonarstruktur, die sich durch ein Steigen der Interferenzfarben am Rande bemerkbar macht. Am Rande hat demnach eine Anreicherung des Fe_2SiO_4 stattgefunden, die auch eine deutliche Verschiebung des Achsenbalkens in günstig getroffenen Schnitten zur Folge hat. $2V\gamma$ im Kern ist kleiner als $2V\gamma$ der Hülle. In Schnitten $\perp\gamma$ steigt also die Doppelbrechung wegen der Achsenwinkeländerung sowohl wie auch wegen der höheren Doppelbrechung des Fe_2SiO_4 in den randlichen Zonen. In Schnitten $\perp\alpha$ wird die größere Doppelbrechung des Fe_2SiO_4 teilweise kompensiert durch das Kleinerwerden des Achsenwinkels um α .

Ein Einschluß eines Pyroxenkristalles muß wohl in derselben Weise gedeutet werden, wie dies Hibsches²⁾ in einem gleichen Falle tut, nämlich als Schnitt durch eine Korrosionstasche, in der der Pyroxen auskristallisierte.

Ein Teil der Olivine ist sicher durch Zertrümmerung der Olivinknollen entstanden, besonders bei den Olivinen mit undulöser Auslöschung und reicheren Gas- und Flüssigkeitseinschlüssen muß dies angenommen werden.

Der Olivin ist vielfach umgewandelt zu Mineralen, welche sich wohl recht gut voneinander unterscheiden lassen, aber schwer mit den bereits beschriebenen Umwandlungsprodukten zu identifizieren sind.

Eine eingehende Darstellung der Olivinumwandlungsprodukte hat sich M. Stark vorbehalten.

In unserem Gesteine finden sich zwei von K. Schuster beschriebene Minerale, der Villarsit, ein nicht identifizierbares Mineral und Glieder der Serpentinegruppe sowie ein wohl der Chloritgruppe angehöriges Mineral. Die beiden Minerale K. Schusters³⁾ werden folgend beschrieben: I und II Lichtbrechung: $\gamma >$ Canadabalsam, $\alpha <$ Canada-

¹⁾ M. Stark, Die Gesteine Urticas und die Beziehungen derselben zu den Gesteinen der liparischen Inseln. Tschermaks Min.-petr. Mitt., 23. Bd., p. 483.

²⁾ J. E. Hibsches, Erl. zur geol. K. d. böhm. Mittelgeb. Tschermaks Min.-petr. Mitt., 24. Bd., p. 279.

³⁾ K. Schuster, Petrographische Ergebnisse der brasilianischen Expedition 1901 der k. A. d. W. Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien I, Bd. 116, p. 1150.

balsam, Pleochroismus $\gamma > \alpha$. I tritt in Adern in Spalten des Olivins auf, seine Orientierung ist a (des Olivins) $= \alpha$, $b = \beta$, $c = \gamma$, II tritt in Feldern zwischen den Adern auf und hat die Orientierung a (des Olivins) $= \beta$, $b = \alpha$, $c = \gamma$.

Der Villarsit¹⁾ stellt nach R. Brauns ein Zwischenglied zwischen Olivin und Serpentin vor und zeichnet sich namentlich durch seinen Pleochroismus blaugrün bis gelblich aus. Er ist wie Olivin orientiert, die Doppelbrechung ist ziemlich stark.

Der Olivin des Raumbergbasaltes ist häufig umgewandelt, und zwar nur in der Nähe von Einschlüssen, insonderheit aber dort, wo sich Zeolithmandeln oder Schnüre gebildet haben. Einschlußfreie Partien führen ganz frischen Olivin, Einschlüsse von reinem Quarzsandstein, Gneis verursachen bisweilen keine Umwandlungserscheinungen, stets treten aber solche auf, wo sich Zeolithe im Einschluß neu gebildet haben. Finden sich auch in der Grundmasse auf Sprüngen Zeolithe, so erstreckt sich die Umwandlung häufig auf alle Olivine des Schliffes, ansonsten nur auf jene, welche in der Umgebung der Zone liegen, in der das umschließende Gestein durch den Einschluß direkt verändert erscheint. Es sind das Zonen von verschiedeuer, stets aber kleinerer Ausdehnung, in denen eine Anreicherung gewisser Minerale zu bemerken ist und die sich deutlich von dem umschließenden Gestein abheben. Es treten nebeneinander im selben Schlicke, manchmal auch im selben Individuum verschiedene Umwandlungsprodukte auf. Es lassen sich deutlich einige verschiedene Minerale feststellen.

Zunächst ein gelbgrünes Mineral mit bräunlichgelbem Stich, schwach pleochroitisch, Doppelbrechung hoch, Lichtbrechung stärker als Canadabalsam, in der Längsrichtung der Fasern α' und γ' abwechselnd, doch weitaus häufiger γ' . Das Mineral bildet sich zunächst auf den Sprüngen des Olivins, dann werden die zwischenliegenden Felder ergriffen, und zwar ordnen sich da häufig die Fasern nach zwei Systemen, die ungefähr den 021 Flächen parallel gehen und sich nahezu rechtwinklig kreuzen. Rinne²⁾ hat an Feldspatbasalten aus der Gegend der Werra und Fulda ebenfalls beobachtet, daß durch die Verwitterung neue Flächen 021 herausgearbeitet werden, ähnlich wie diese Flächen häufig durch Korrosion neu gebildet werden. In einem Schnitte $\perp \beta$ des Olivins wurde das Mineral $\perp \gamma$ getroffen, in der Längsrichtung der nach 010 eingelagerten Fasern war γ' , so daß sich eine Orientierung ergibt, die mit der des einen Schusterschen Mineralen übereinstimmt. Auch sonst stimmen die Merkmale so gut überein, daß wohl eine Identifizierung erlaubt ist, wenngleich die Lichtbrechung bei unserem Mineral stärker ist; die Blättchen lassen auf der 010 des Olivins die spitze negative Bisektrix austreten, zeigen // dieser Fläche getroffen keinen Pleochroismus, der Achsenwinkel ist nahezu 0, so daß das Mineral den Eindruck eines einachsigen macht. In der Nähe einer Zeolithmandel war der Olivin bis zu einer Haarspalte, die mit Thomsonit erfüllt war, zu diesem Mineral umgewandelt, das aber hier den grünlichen Farbenton ganz gegen olivbraune Töne eingetauscht hatte. Mit Rücksicht darauf, daß einige Male eine entgegengesetzte Orientierung der Fasern im selben Individuum beobachtet wurde, dürfte jedenfalls noch das zweite von Schuster beobachtete Mineral vorhanden sein, das sich von dem ersteren lediglich dadurch unterscheidet, daß die spitze negative Bisektrix auf 010 und nicht mehr auf 100 austritt, was dann in den Schnitten nach 001 des Olivins eine entgegengesetzte Orientierung der beiden Fasermineralien mit sich bringt. Doch ist dieses zweite Mineral nur spärlich vorhanden. Die Struktur spricht zwar für Antigorit, doch ist die Doppelbrechung viel zu hoch, ebenso

¹⁾ R. Brauns, Mineralien und Gesteine aus dem hessischen Hinterlande I. Zeitschr. d. d. geol. Ges., 1888, p. 467.

²⁾ F. Rinne, a. a. O., p. 56.

müßte im Schnitte β des Olivins die Orientierung entgegengesetzt sein. Beide Momente schalten die Bezeichnung Antigorit aus. Ist der Olivin durch dieses Mineral ersetzt, so finden sich noch vielfach Olivinreste, während bei Ersetzung durch die anderen Minerale der Olivin stets ganz aufgezehrt ist.

Während diese Umwandlung von Sprüngen aus den Olivin ergreift und dadurch Maschenstruktur bedingt, läßt sich ein zweiter Umwandlungsprozeß beobachten, bei welchem der Olivin von außen nach innen in ein homogenes, bedeutend weniger faseriges Mineral umgewandelt wird, das durch seine blaugrünen Farbentöne in der Richtung der c -Achse des Olivins auffällt. Normal dazu sind gelblichgrüne Töne zu beobachten. Reste von Olivin sind nirgends mehr vorhanden, bisweilen findet sich aber ein Kern des gelbgrünen Mineralen im Inneren oder auf Rissen. Die Doppelbrechung dieses Mineralen ist niedriger als die des gelbgrünen, aber noch immer beträchtlich, Lichtbrechung stärker als Canadabalsam für alle Brechungsquotienten, der Achsenwinkel um die Mittellinie α , welche auf 010 des Olivins austritt, ist sehr klein, die Orientierung ist anscheinend die gleiche wie die des gelbgrünen Mineralen. Ich glaube in diesem Minerale den Villarsit zu erkennen, der ein Zwischenstadium darstellen soll bei der Umwandlung des Olivins zu Serpentin und für den Brauns¹⁾ die Formel $H_2Mg_3Si_2O_8$ vermutet.

Auch hier macht es den Eindruck, als ob beide Minerale, der Villarsit und Serpentin, ineinander übergehen würden, wenigstens findet sich zwischen beiden eine Zone eines feinschuppigen aggregatpolarisierenden Mineralen, das ein nochmaliges Übergangsstadium zwischen Villarsit und Serpentin, bezw. dem gelbgrünen Mineral vorstellen würde.

In weit geringerem Maße kommt ein blaugraues, schwach pleochroitisch, schwach licht- und doppelbrechendes Mineral vor, das sich auf Sprüngen ansiedelt in Verbindung mit dem Villarsit, bald auch kleinere Olivinkörner gänzlich ersetzt. Das Vorkommen ist zu spärlich, als daß sich Genaueres ermitteln ließe. Vielleicht handelt es sich um einen Chlorit, wofür auch die äußerst schwache Doppelbrechung mit unternormalen Farben sprechen würde.

Häufiger findet sich wieder ein farblos schuppiges, blättriges Mineral, bisweilen weißlichgelb bis gelblichgrün, das ganz wirrfaserig den Olivin restlos erfüllt. Die Doppelbrechung dieses Mineralen ist erheblich höher als die des Olivins, Lichtbrechung beträchtlich stärker als Canadabalsam für alle Brechungsquotienten. In der Längsrichtung der Blätter γ' . Für dieses Mineral fehlt ein Name. Ganz feinschuppige Partien kommen neben diesen größeren wirr gelagerten Fasern auch vor. Der optische Charakter ließ sich hier nicht bestimmen, wohl aber bei einem anderen Vorkommen desselben Mineralen: einachsige negativ.

Alle diese Minerale haben sich an Stelle des ursprünglichen Olivins gebildet, sind also Umwandlungspseudomorphosen. Lediglich bei dem farblosen wirrfaserigen Mineral ist bisweilen die Form des Olivins nicht mehr genau erhalten, die Umwandlungsminerale quellen infolge der erlittenen Volumzunahme aus der Form des Olivins heraus. Doch bei den anderen Mineralen ist etwas Ähnliches nicht zu beobachten.

Es treten aber weiter auf Klüften und Sprüngen feinschuppige Aggregate auf, welche sich aus Lösungen hier abgeschieden haben und als Neubildungen zu betrachten sind. Namentlich in der Randfazies, die eine brecciöse, stellenweise tufftähnliche Ausbildung zeigt, sind die Klüfte und Spalten zwischen den einzelnen Brocken mit solchen Neubildungen imprägniert. Auch die glasige Grundmasse erleidet oft durch solche

¹⁾ R. Brauns, a. a. O.

Lösungen eine Umwandlung in doppelbrechende Minerale, zumindestens wird sie gelblichgrün angefärbt. Der Hauptsache nach sind diese Minerale schwach doppelbrechend, stärker lichtbrechend als Canadabalsam, schwach gelblichgrün gefärbt, gehören also der Serpentinegruppe an.

Pyroxen.

Der Einsprenglingspyroxen zeigt einen ziemlich komplizierten Bau aus Kern und Hüllen. Er besteht aus drei Generationen, deren älteste ein grüner Pyroxen, die mittlere ein farbloser Pyroxen, die jüngste ein licht bis dunkler braunvioletter, titanhaltiger Pyroxen ist. Der grüne Kernpyroxen ist in Schnitten $\perp \beta$ hell gelbgrün, \perp zur Achse A blaugraugrün, zeigt keine kristallographische Begrenzung, sondern ist stellenweise stark angegriffen und korrodiert, ist reich an feinen Gas- und Flüssigkeitseinschlüssen, größeren Glaseinschlüssen, am Rande führt er manchmal Magnetitkörnchen als Einschlüsse. Die Farbe schwankt zwischen lichterem und dunkleren Tönen. An diesen grünen Kern, der übrigens nicht in allen Einsprenglingen auftritt, schließt sich ein jüngerer, farbloser Pyroxen an, der bereits Sanduhrstruktur zeigt, von der sich beim grünen Pyroxen nur in einem Falle eine undeutliche Spur zeigte, indem in den gegen die Prismenzone gekehrten Teilen eine etwas dunklere Färbung wahrzunehmen war. Auf den farblosen Pyroxen folgt der Titanaugit, der von innen nach außen eine immer dunkler braunviolette Färbung zeigt, und zwar vollzieht sich die Änderung ganz stetig. Die Anwachsypyramiden nach m sind dunkler gefärbt als die nach s , was sich bei dem lichten Pyroxen auch bereits in natürlich viel schwächerem Maße bemerkbar macht. Die Lichtbrechung der einzelnen Pyroxene, ja selbst der Anwachsypyramiden ist deutlich verschieden. G soll den grünen Kern bezeichnen, F den farblosen Pyroxen, T den Titanaugit. Die Anwachsypyramiden nach den Prismenflächen sollen mit dem Index m , die nach der Fläche s mit dem Index s belegt werden. G besitzt die stärkste Lichtbrechung, F ist bedeutend schwächer lichtbrechend als G und Tm sowie Ts . Die Anwachsypyramiden nach Tm und Fm sind wieder stärker lichtbrechend als die ihnen zugehörigen Anwachsypyramiden Ts und Fs . Die Doppelbrechung ist umgekehrt in den Anwachsypyramiden nach s höher als in denen nach m .

Der farblose Pyroxen tritt viel seltener auf, öfter folgt auf den grünen Pyroxen sofort der Titanaugit. Bisweilen sind Rekurrenzen in den Schichten des Titanaugites zu beobachten, die sich in abwechselnd heller und dunkler gefärbten Zonen ausprägen. A. Sigmund¹⁾ hat Beobachtungen in Basalten der Steiermark gemacht, mit denen sich die an unseren Augiten völlig decken, ebenso Stark²⁾ in den Euganeengesteinen. Auftretende Formen sind: 100, 010, 110, 111, Zwillingstöcke nach 100 häufig, tafelige Entwicklung nach 100. Die Auslöschungsschiefen cy im Schnitte $\perp \beta$ wurden gemessen mit:

$$\begin{aligned} cy \text{ in } Tm &= 52^\circ \\ cy \text{ in } Ts &= 45 \frac{1}{2}^\circ \\ cy \text{ in } F &= \text{kleiner.} \end{aligned}$$

Die Werte für die Achsenwinkel wurden gefunden durch direkte Ausmessung in Schnitten mit der Mittellinie und einer Achse im Gesichtsfelde nach den Beckeschen Methoden oder aber durch Kombination der Verschiebungen der Achsen untereinander

¹⁾ A. Sigmund, Die Basalte der Steiermark. Tschermaks Min.-petr. Mitt., Bd. XV, p. 361, Bd. XVI, p. 337.

²⁾ M. Stark, Euganeen.

und der Auslöschungsschiefen auf 010 , ebenso wie diese Auslöschungsschiefen durch die Messung der Verschiebung der Mittellinien kontrolliert oder ergänzt werden konnten.

Die Messung der Achsenwinkel ergab folgendes: Schnitt \perp Mittellinie γ und A für G , Tm , Ts :

	$2V$	$c\gamma$	$c\gamma$ beobachtet
G	70°	$49\frac{1}{2}^\circ$	—
Tm	46°	52° Ausgangspunkt	52°
Ts	50°	45°	$45\frac{1}{2}^\circ$

Eine Kontrollmessung ergab für Tm $2V=42^\circ$, Ts $2V=50^\circ$. Die Mittellinie verschob sich dabei in der Richtung gegen die Achse A von Ts nach G um $4\frac{1}{2}^\circ$, von G nach Tm um $2\frac{1}{2}^\circ$, die Achse A in der Richtung gegen γ von G nach Tm um $9\frac{1}{2}^\circ$, von Tm nach Ts um 5° . Eine Messung in einem Schnitte $\perp A$ ergab eine Verschiebung der Achse A in der Richtung gegen γ von G nach Tm um $10\frac{1}{4}^\circ$, von Tm nach Ts um $5\frac{1}{4}^\circ$, was eine gute Übereinstimmung der beiden Messungen bedeutet.

Rekurrenzen kommen öfters vor. Es konnte ein Schnitt gemessen werden, der einen farblosen Kern zeigte, darauf folgte in der Anwachsypyramide s ein sehr lichter Titanaugit, dann ein dunkler Titanaugit, sodann der normale Ts . In der Anwachsypyramide nach m war die Zonenstruktur bedeutend schlechter ausgeprägt, so daß sie dort auch nicht verfolgt werden konnte.

Die Ergebnisse der Messung waren folgende: Tm ließ Mittellinie und Achse erkennen, die anderen Glieder lieferten nur die Achse A , so daß die Verschiebung derselben gemessen werden konnte: die Achse A verschiebt sich in der Richtung gegen die Mittellinie γ von Tm nach Ts dunkelst um 4° , von Ts (dunkelst) nach Ts (normal) um $\frac{1}{4}^\circ$, von Ts (normal) nach Ts (lichtest) um 4° , von Ts (lichtest) nach F um $5\frac{1}{4}^\circ$. Tm ergab einen Achsenwinkel von $2V=47^\circ$. Für Ts (normal) wurde eine Auslöschungsschiefe $c\gamma=45^\circ$ gefunden, daher ergäbe sich aus dieser Messung ein Achsenwinkel von $52\frac{1}{2}^\circ$ für Ts (normal).

Der Achsenwinkel für F wurde in einem anderen Schnitte mit $2V=53^\circ$ gefunden. Die Mittellinie verschiebt sich von F nach Tm in der Richtung gegen die Achse A um $11\frac{3}{4}^\circ$, so daß sich eine Auslöschungsschiefe für F ergibt: $c\gamma=40\frac{1}{4}^\circ$, wenn Tm $c\gamma=52^\circ$ gesetzt wird. Für Tm wurde in dem zur Messung von F herangezogenen Schnitt gefunden $2V=45^\circ$.

Der grüne Kernpyroxen, der eine Auslöschungsschiefe von $c\gamma=49\frac{1}{2}^\circ$, einen Achsenwinkel $2V=70^\circ$ zeigt, geringen, aber doch noch deutlichen Pleochroismus besitzt, ist vermutlich ein eisenreicher Pyroxen, wofür auch die gleichzeitige Bildung mit dem Olivin und Bronzit in den Urausscheidungen spricht. Die Bezeichnung diopsidischer Pyroxen, die sich bisweilen für ihn findet, trifft wohl nicht zu.

Es ergeben sich also für den Pyroxen folgende Gesetzmäßigkeiten:

1. Lichtbrechung: Die Lichtbrechung steigt vom farblosen Pyroxen zum Titanaugit an, in jedem wieder von s nach m und von innen nach außen. G ist am stärksten lichtbrechend.

2. Doppelbrechung: steigt von m nach s in F und T ungefähr gleich, ebenso in G .

3. Auslöschungsschiefe $c\gamma$: steigt von F nach T und wiederum von s nach m . $c\gamma$ für $G=49\frac{1}{2}^\circ$.

4. Achsenwinkel: wird kleiner von F nach T , in T mit steigendem Titangehalt, in den Anwachspyramiden s ist er größer als in denen nach den Prismenflächen m . G hat den größten Achsenwinkel.

5. Eigenfarbe: steigt von F nach T und von s nach m .

6. Dispersion der Achse B $\rho < \nu$ bedeutend größer als die der Achse A , die Mittellinie γ ist ebenfalls stark dispergiert, und zwar $c\nu > c\gamma\rho$. In weißem Lichte ist daher keine Dunkelstellung zu erreichen, sondern nur tiefblaue bis lederbraune Töne.

Die Pyroxene treten entweder allein auf oder in glomerophyrischen Aggregaten

Grundmasse.

Die Grundmasse des Gesteines besteht zum größten Teile aus Pyroxen, durchwegs braunviolettem Titanaugit, verzwilligt nach 100, stellenweise mit Ausschluß jedes anderen Grundmasseminerals zu größeren Aggregaten gehäuft. $c\gamma$ beträgt im Mittel 56°. Sanduhrbau häufig.

Magnetit ist reichlich vorhanden, dafür Rhönit nur spärlich in einzelnen braunen Körnern. Apatit tritt reicher in dünneren und dickeren Säulchen auf. Plagioklasleisten sind stellenweise ziemlich verbreitet, mit 60—65% An, ebenso reichlich Nephelin, der fast stets xenomorph entwickelt ist. Nur an einzelnen Stellen sind scharf begrenzte Leisten vorhanden, dann werden die Zwischenräume zwischen diesen von einem sehr stark doppelbrechenden Zeolith, Thomsonit ausgefüllt. Analcim füllt zahlreiche kleinere und größere Hohlräume und vertritt auch sonst den Nephelin der Grundmasse. Die Messung der Lichtbrechung ergab sowohl in der Grundmasse als auch in den Hohlräumen $n = 1.489$. Er umschließt Pyroxen und Magnetitkörner. Glasbasis ist ebenfalls vorhanden, reich an mikrolithischen Trübungen. Zudem enthält die Grundmasse überall verbreitete feinste Biotitschüppchen sowie Hornblendeleisten, von welchen auch Querschnitte zu erkennen sind. Stellenweise erhält die Glasbasis durch Gehalt an Thomsonit einen schimmerartigen Glanz unter gekreuzten Nicols. In Hohlräumen treten außerdem Natrolith und Kalkspat auf.

Die Ausbildung der Grundmasse ist eine sehr schlierige. Die Schlieren lassen sich vornehmlich durch den Magnetitgehalt erkennen. In einzelnen Partien ist fast gar kein Magnetit vorhanden, dicht daneben häufen sich wieder die Magnetitkörner zu undurchsichtigen großen Aggregaten.

Ausscheidungsfolge: Urausscheidungen, Hornblende, Magnetit, Apatit, Olivin, blauer Pyroxen, Titanpyroxen || Titanpyroxen, Magnetit, Apatit, Rhönit, Plagioklas, Nephelin, Analcim, Glasbasis mit Hornblende, Biotit. Sekundäre Hohlraumfüllungen: Natrolith, Calcit, Thomsonit.

Nach diesem Mineralbestand ist das Gestein ein Feldspatbasalt im Sinne von J. E. Hibsches.

2. Randfazies.

Der Gangstock zeigt eine brecciöse Randfazies, wie sie von Hibsches vielfach aus dem Mittelgebirge beschrieben wurde. Diese Randfazies besteht aus größeren und kleineren Basaltbrocken, verkittet durch basaltisches Magma, häufig ist eine Schieferung auf kleinere Strecken zu beobachten. Reichlich vertreten sind Brocken von kalkigen Sandsteinen, gehärtet und gebrannt, welche auf das Vorhandensein einer oberen plänenrigen Abteilung im Cenoman hindeuten, die infolge der starken Blocküberrollung nirgends aufgeschlossen ist. Weiters sind auch Brocken von Quarzsandsteinen vorhanden, vielfach gefrittet und zu glasigen Aggregaten umgeschmolzen. Durch die Verwitterung

erhält die Breccie stellenweise das Aussehen eines Tuffes, eine Untersuchung dieser Brocken ist infolge der vorgeschrittenen Verwitterung nicht möglich. Gänge von dichtem Basalt durchsetzen die Breccie an vielen Stellen. Es müssen hier mehrere Male in halbverfestigtem Zustande des Gesteins Nachschübe von Material stattgefunden haben.

3. Kontaktwirkungen

sind an einigen Stellen deutlich zu bemerken. Der umgebende Labiatussandstein ist gehärtet und gefrittet, stellenweise sind größere Quarzkörner durch ein glasiges Bindemittel verbunden. Als auffallendste Kontaktwirkung jedoch stellt sich eine Anreicherung an Eisen in der Umgebung des Gangstockes ein. An den Kontaktflächen sind Lagen von hartem, muscheligen-splittrig brechendem Brauneisenstein vorhanden, weiter in das Innere des Sandsteins wird das Bindemittel stark eisenschüssig, auch treten Ausscheidungen von reinem Brauneisenstein auf. Stellenweise ist ein Gehalt von Psilomelan vorhanden. Spilpnosiderit erfüllt bisweilen kleinere Hohlräume. Dieser sandige Eisenstein ist vorzeiten abgebaut worden und erst in letzter Zeit sind wiederum Schürfungen unternommen worden. Einige hundert Schritte südlich des Gangstockes liegen in einem stark tonigen Lehm von weißer Farbe größere Blöcke von reinem Brauneisenstein vermengt mit Quarzsandstein. Bisweilen treten in dem normalen Sandstein ader- und bandförmige Streifen von Sandeisenstein auf. Pingen von älteren Betrieben sind hier zahlreich vorhanden, hier scheint sich auch die größte Menge Brauneisenstein zu finden, jedoch noch lange nicht genug, um eine bergmännische Gewinnung zu verlohnen. Unmittelbar über dem Basalte liegen schieferige Tone, welche Knauer und Lagen von Brauneisenstein enthalten.

Kontakterscheinungen mannigfachster Art lassen sich weiter noch an den zahlreichen Einschlüssen beobachten, welche in dem Gestein vorhanden sind. Es ist schwer, ein Stück ohne solche Einschlüsse zu finden, zumindestens stellt sich bei der mikroskopischen Betrachtung der Schiffe ein großer Reichtum an makroskopisch nicht mehr als Einschluß erkennbaren ganz eingeschmolzenen Brocken heraus. Aus diesem Grunde mußte auch eine Analyse des Gesteines unterbleiben. Der Reichtum an Einschlüssen spricht wie die brecciöse Randfazies, die zum Teil wohl auch eine Reibungsbreccie vorstellt, dafür, daß hier das Magma keinen vorhandenen oberflächlichen Spalten folgte, sondern unabhängig von solchen Spalten aufstieg, dagegen ist sicher im Grundgebirge, das den Untergrund bildet, eine Zerklüftung infolge des Abbruches des Elbtalgebirges anzunehmen. Was die Verteilung der Einschlüsse anbelangt, so sind sie in allen Teilen des Gangstockes gleich reichlich vorhanden, was bei der geringen Ausdehnung des Vorkommens von vorneherein zu erwarten war.

IV. Exogene Einschlüsse.

Wie schon hervorgehoben, ist das Gestein sehr reich an mannigfachen Einschlüssen. Als solche finden sich Brocken von:

- | | |
|-----------------|------------------------------------|
| 1. Sandsteinen, | 6. Gneis, |
| 2. Tonen, | 7. Quarzkörner, |
| 3. Granitit, | 8. Orthoklaskörner sowie |
| 4. Augitsyenit, | 9. Augit-Feldspat-Analcimbildungen |
| 5. Tonschiefer, | nicht klar erkennbaren Ursprunges. |

In dieser Reihenfolge sollen die Einschlüsse im folgenden behandelt werden.

1. Sandsteineinschlüsse.

Wohl am häufigsten treten Sandsteineinschlüsse auf, was nicht verwundern darf, da ja der Gangstock mitten im Labiatenquader aufsetzt und diesen sowie das Cenoman in seiner ganzen Mächtigkeit durchschlagen hat.

Makroskopisch sind es gewöhnlich bläulich-violette, glasglänzende, harte, spröde Einschlüsse, eckig umgrenzt von wechselnder Größe. Sie haben keine merkliche Umwandlung erfahren, unregelmäßige Sprünge zerteilen die größeren Quarzkörner, an den Rändern der Körner sind bisweilen trübe Substanzen zu bemerken. Glaseinschlüsse in Reihen geordnet und wohl sekundärer Entstehung durchziehen die Körner.

Außer den Sprüngen ist keinerlei Kontaktwirkung im Inneren der Einschlüsse zu beobachten, was auch Dannenberg an zahlreichen Einschlüssen beobachtet hat. Ein einziger Fall machte davon Ausnahme. Es war hier zu einer reichlicheren Glasbildung gekommen, so daß zwischen einem Netz von Glasadern nur noch Reste von Quarzkörnern lagen. In dem farblosen bis trüben Glase finden sich schuppige Aggregate eines sehr schwach licht und doppelbrechenden Minerals — Tridymit — bisweilen sehr reichlich vorhanden sowie zeolithische Mineralien, die aber wegen ihrer Kleinheit eine Bestimmung unmöglich machen. Es war dies der einzige Buchiteinschluß, in welchem es möglich war, Tridymitausscheidungen zu beobachten, wenn auch nicht in der Menge, wie sie Cornu an Buchiten beobachtet hat, die aus oligozänem Sandstein hervorgegangen waren.

Dagegen ist am Rand der Einschlüsse ein mehr oder minder breiter Saum vorhanden, der eine Reihe von neugebildeten Mineralien enthält. Dieser Saum ist von verschiedenen Forschern eingehend beschrieben worden. So hat Bleibtreu¹⁾ drei wohl zu unterscheidende Zonen beobachtet, von denen die dem Basalt zunächst liegende durch grünen Augit charakterisiert war, darauf folgt eine solche, in der Eisenglanz, der sich später als Titaneisen erwies, vorherrscht, zunächst dem Einschluß liegt eine Zone von großen Feldspatkrystallen, noch von Titaneisen begleitet. Diese Zonenstruktur erklärt Bleibtreu damit, daß das Magma um so weiter in den Einschluß eindrang, je saurer es wurde, wie auch von einer Tonmasse die Glasur umso tiefer eingesaugt wird, je größere Affinität ihre Bestandteile zu denen der Tonmasse haben. Weiter konnte Bleibtreu auch eine Veränderung des Basaltes feststellen, indem in einer Zone um den Einschluß Olivin ganz fehlte, Magnetit nur in einzelnen Körnern vorhanden war, dafür aber zahlreiche Schüppchen von Biotit auftraten.

Dannenberg²⁾ hat ebenfalls drei Zonen unterschieden, und zwar zu äußerst ein Zunehmen der Grundmassfeldspate, dann als zweite Zone eine solche von klein leistenförmigem Augit, worauf dann als dritte eine Zone von großen, zu fächerförmigen Büscheln gruppierten Feldspaten folgt, die sich von den Feldspaten der ersten Zone, welche mit den basaltischen übereinstimmen, durch größeren SiO₂-Gehalt auszeichnen. Darauf folgt dann entweder der Einschluß oder es kommt abermals zur Entwicklung eines Kranzes neugebildeter Augite, die häufig durch Ägirin umrandet werden, daran schließt sich gewöhnlich noch eine Zone klaren bis hellgelben Glases. In der Zone der büschelförmigen Feldspate findet sich häufig ein schwarzes Erz, Magnetit oder Ilmenit sowie violettbraune Schüppchen, die Dannenberg als Eisenglanz bestimmt, wobei er sich auf Bleibtreu beruft, dessen Eisenglanz aber später von Laspeyres und Zirkel als Titaneisen erkannt wurde.

¹⁾ K. Bleibtreu, a. a. O.

²⁾ A. Dannenberg, Studien an den Einschlüssen der vulkanischen Gesteine des Siebengebirges. Tscherm. Min.-petr. Mitt. XIV, 1894, p. 45.

Foullon¹⁾ hat bei Graniteinschlüssen, die im wesentlichen aus Quarz und Feldspat bestanden, auch drei Zonen beschrieben, in der äußersten dominiert Feldspat, in der darauffolgenden ist Regeneration der Feldspate eingetreten, in der innersten haben sich skelettartige Feldspate und Augite gebildet.

Rinne²⁾ hat an Sandsteineinschlüssen beobachtet, daß sich der Basalt ausgesprochen mikroporphyrisch in der Nähe des Einschlusses entwickelte. Bisweilen tritt aber auch glasreiche Entwicklung auf und vielfach ist auch durch Vermischung der eingeschmolzenen Substanz mit dem basaltischen Magma eine glasreiche Zone entstanden, die Plagioklasleisten, Augite, Erzkörnchen führte, in der der Olivin jedoch fehlte.

Auch in unseren Fällen lassen sich deutlich Zonen unterscheiden, die jedoch nicht bei allen Einschlüssen in gleicher Deutlichkeit und Vollständigkeit erscheinen, sondern manchmal miteinander vereinigt sind. Dabei macht sich häufig auch eine Veränderung des Basaltes geltend, der dann eine mehr oder minder scharfe Zone solchen umgewandelten Gesteins in der Umgebung des Einschlusses aufweist. Normalerweise bietet sich folgendes Bild dar (siehe Fig. 1). Vom Basalt zum Einschluß übergehend, bemerkt man zunächst eine ringförmige, oft unregelmäßig begrenzte Zone, in welche der Olivin des Basaltes umgewandelt erscheint. Diese Umwandlung hängt wahrscheinlich damit zusammen, daß bei der Aufschmelzung der randlichen Teile des Einschlusses sowie beim Erhitzen die Flüssigkeitseinschlüsse sich in Gasblasen verwandeln sowie der Wassergehalt des bisweilen tonigen Bindemittels ebenfalls in Dampfform entwickelt und auf Sprüngen zu den Olivinen der Umgebung gelangt, die dann umgewandelt werden. Auf diese Zone, die sich nur durch die Umwandlung des Olivins bemerkbar macht, folgt dann eine Zone von wechselnder Breite, in der der Basalt stärkere Abweichungen in seiner Ausbildung zeigt, die aber doch noch durchaus dem Basalt zuzurechnen ist und in welche keine Stoffzufuhr aus dem Einschlusse stattgefunden hat, wenn man von dem dampfförmigen Wasser absieht, das der Einschluß beim Einschmelzen und Erhitzen abgegeben hat.

Die Hauptmasse dieser Zone bildet der bräunliche Titanaugit der Grundmasse, die Feldspateleisten verschwinden vollständig, ebenso der Olivin. Magnetit ist nur in spärlichen kleinen Körnern vorhanden, bisweilen fehlt er fast ganz. Apatit ist in gleicher Menge wie im normalen Gestein vorhanden. Reichlich finden sich in dieser Zone Hornblendenädelchen und Biotitschüppchen, ihr häufiges Auftreten ist sicher mit entweichenden Wasserdämpfen in Zusammenhang zu bringen. Die Grundmasse, die die kleinen Zwickel zwischen den Pyroxenen ausfüllt, ist zum geringeren Teile ein braunes gekörneltes Glas, welches sehr reich an mikrolithischen Ausscheidungen ist. Diese Mikrolithe, dem Magneteisen oder Titaneisen zugehörig, bilden zierliche federförmige Gebilde, Palmwedeln ähnlich oder sind zu fächerförmigen Büscheln vereinigt.

Auf diese Zone, die noch zum Basalte zu rechnen ist, folgen zwei weitere, welche Minerale enthalten, die sich nur aus einer Mischung der Schmelzmasse des Einschlusses mit dem basaltischen Magma gebildet haben können. Und zwar ist zunächst eine geschlossene Umrandung durch einen diopsidischen, lichten Pyroxen zu beobachten, der sich stärker licht- und doppelbrechend erwies als der Titanaugit, nach 010 tafelig ausgebildet erscheint, Zwillinge nach 100 bildet, bisweilen Skelettwachstum zeigt. Die Auslöschung cy beträgt 41° , der Achsenwinkel $2V\gamma 62^\circ$, Dispersion der Achse $A \rho > v$

¹⁾ A. v. Foullon, Über Graniteinschlüsse im Basalt vom Rollberge bei Niemes in Böhmen. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1888, 38. Bd., p. 603.

²⁾ F. Rinne, Über norddeutsche Basalte aus dem Gebiete der Weser und den angrenzenden Gebieten der Werra und Fulda. Jahrb. d. kgl. preuß. geol. Landesanstalt, 1897, p. 21.

merklich, der Achse *B* dagegen unmerklich. Dieser Pyroxen, der am Rande gegen den Basalt zu in kleineren Individuen auftritt, welche vollständig dicht aneinanderschließen, ist weiter gegen den Einschluß zu in größeren Individuen vorhanden, welche senkrecht zur Umgrenzung des Einschlusses gestellt sind. Er reicht noch in die nächste Zone hinein, die durch ein selten blasses, häufiger dunkler braungrünes Glas ausgezeichnet erscheint, welches nach seiner Lichtbrechung, die bedeutend niedriger ist als die des Canadabalsams, einen sehr hohen SiO_2 -Gehalt besitzt. In diesem Glase liegen außer den schon erwähnten größeren Diopsiden zahlreiche Ägirine in langen schmalen Nadeln, die zu Büscheln vereinigt sind oder unregelmäßig begrenzte Aggregate bilden. Auch in mikroskopischer Ausbildung tritt der Ägirin auf und bildet dann unauflösbare Haufen, welche das Glas ganz schwarz erscheinen lassen. Der Diopsid hat gewöhnlich eine Umrandung durch Ägirin erfahren, wobei in den Längsschnitten des Pyroxens ein auffälliger Gegensatz in den Dimensionen des Ägirinrandes zu beobachten ist, der bei Querschnitten nicht zur Geltung kommt. Nach den Prismenflächen ist der Ägirinrand sehr dünn, in der Längsrichtung dagegen hat sich ein dicker Rand gebildet. Der intensive Pleochroismus α' blaugrün, γ' gelbgrün ist nur an den größeren Individuen zu beobachten. Selten sind auch spärlich lange Feldspatleisten in diesem Glase zu bemerken. Gegen den Einschluß bildet diese Zone eine scharfe Grenze, die durchaus den Ecken des Einschlusses folgt und nur selten auf den Rändern der Quarzkörner etwas tiefer ins Innere dringt. Dann finden sich auf diesen Apophysen genau dieselben Minerale. Nicht immer sind die Zonen mit solcher Deutlichkeit entwickelt wie in vorliegendem Falle. Namentlich die Zone des veränderten Basaltes erscheint sehr schmal oder ganz verwischt. Bisweilen treten auch Abänderungen auf, so hat zum Beispiel in einem Falle eine Mischung des Magmas mit der Schmelzmasse auch in jener Zone stattgefunden, die sonst keine Stoffzufuhr erkennen läßt. Der dichte Rand der diopsidischen Pyroxene erscheint an einer Stelle unterbrochen, hier hat die Schmelzmasse des Einschlusses den Weg nach außen genommen und sich mit dem basaltischen Magma gemischt. Es erscheinen infolgedessen an jener Stelle bereits in der äußersten Zone außer den für diese Zone charakteristischen Hornblenden und Biotiten diopsidische Pyroxene statt der Titanaugite, Ägirinnadeln sowie Feldspatleisten in büschelförmigen Aggregaten. Das sonstige Bild ist dasselbe, Olivin und Feldspat der Grundmasse fehlen, Magnetit tritt sehr stark zurück, braunes Glas mit Mikrolithen ist häufiger als Nephelin, der zum Teil in Natrolith umgewandelt ist. Diese Vermischung hat aber nur an einer Stelle der Umrandung des Einschlusses stattgefunden, die anderen Seiten zeigen die normale Entwicklung der Veränderungszonen.

Diese Umwandlungszonen, in denen Neubildungen von Diopsid und Ägirin stattgefunden haben, sind jedenfalls durch Aufschmelzen eines randlichen Teiles des Einschlusses, durch Vermischung der entstandenen Schmelze mit dem basaltischen Magma, dessen lösende Wirkung zur Aufschmelzung außer der Hitzewirkung jedenfalls angenommen werden muß, und darauffolgende Neukristallisation entstanden. Bleibtreu nimmt eine Aufschmelzung zunächst durch Hitzewirkung bis zur Zähflüssigkeit und dann eine Imprägnierung durch das Magma vom Rande aus an, durch welche die aufgeschmolzenen Teile dünnflüssiger und dadurch kristallisationsfähiger wurden. Wasserdämpfe und Gase haben dabei wahrscheinlich auch eine Rolle gespielt. Eine solche Art der Rindenbildung, wie sie Beyer¹⁾ für die Einschlüsse des Großdehsaer Berges annimmt, ist in unseren Fällen nicht möglich gewesen, weil der Einschluß nur am

¹⁾ O. Beyer, Tscherm. Min.-petr. Mitt. X, p. 1—50.

Rande aufgeschmolzen wurde. Beyer läßt dort einen Teil der Schmelzmasse aus dem Inneren des Einschlusses nach außen dringen, den Einschluß umfließen und so die charakteristische Schmelzzone bilden.

Welchen Einflüssen die abweichende Entwicklung des Basaltes in einer Zone um den Einschluß zuzuschreiben ist, muß ich dahingestellt sein lassen. Die Neubildungen von Hornblende und Glimmer sind leicht zu erklären, weniger leicht das Fehlen des Feldspates, des Olivines und des größten Teiles des Magnetites. Vielleicht darf man raschere Erstarrung unter größerem Druck und unter Einwirkung von Wasserdämpfen annehmen.

Rinne hat oft glasige Ausbildung des Basaltes in der Nähe der Einschlüsse beobachtet, seine glasige Zone dürfte sich jedenfalls mit unserer Umwandlungszone decken. Diese Sandsteineinschlüsse sind mit den vielfach beschriebenen Buchiten übereinstimmend.

2. Toneinschlüsse.

Einen zweiten Typus von Einschlüssen repräsentieren verglaste Tonbrocken, die entweder aus dem tonigen cenomanen Horizont entstammen oder vielleicht aus einer tonigen Zwischenlage zwischen cenomanem und turonem Sandstein herrühren.

Bleibtreu¹⁾ hat die Toneinschlüsse in den Basalten sehr treffend mit Steingut oder Porzellan verglichen. Die Tone haben zunächst eine Umwandlung in poröse Massen erfahren, und zwar durch reine Hitzewirkung, dann drang erst das Magma in diese poröse Masse ein und verlieh ihr gleichsam eine Glasur. Bei der Steingutfabrikation muß ein Hauptaugenmerk darauf gerichtet werden, daß nicht zu große Hitze angewendet wird, damit die Glasur nicht zu tief in das Innere eindringt. Poröse Tonmassen saugen eine dünnflüssige Glasur vollständig auf. Dieser Fall ist immer bei den Toneinschlüssen eingetreten und deshalb erscheinen sie stets ganz von Glas durchtränkt. Tonärmere Einschlüsse zeigen wenigstens am Rande eine Individualisierung der Schmelzmasse, während bei den reinen Basaltjaspissen durch die Verschmelzung des Magmas mit dem Tone eine Masse gebildet wurde, welche zur Ausscheidung von Mineralien viel weniger geneigt war. Deshalb besitzen auch die Toneinschlüsse am Rande keine Kontaktzone, die sie gegen den Basalt begrenzen würde, sondern der Rand des Einschlusses ist genau so beschaffen wie das Innere, nach außen folgt dann ganz unvermittelt der Basalt, der nur gewöhnlich eine sehr schlierige Ausbildung zeigt. Es wechseln Partien, in denen Magnetitausscheidungen fast vollständige Undurchsichtigkeit des Schliffes verursachen, mit feinkörnigen Partien von normaler Beschaffenheit ab sowie mit lichtereren Stellen, in denen eine Ausscheidung desselben lichten Pyroxens stattgefunden hat, wie sie im Einschluß vorhanden sind. Der ganze Einschluß erscheint eingeschmolzen und mit Glas durchtränkt. In dem trüben Glase, das eine Lichtbrechung besitzt wie Canadabalsam, also noch immer reich an SiO_2 ist, liegen fast unauflösbare Aggregate von feinsten Pyroxenkörnchen, die nur manchmal am Rande des Einschlusses einige größere Körnchen erkennen lassen, an welchen neben der hohen Lichtbrechung starke Doppelbrechung festgestellt werden kann. Bisweilen sind diese Aggregate, besonders wenn sie mit trübgrünlichem Glase vermischt sind, Spinellaggregaten sehr ähnlich, da die hohe Doppelbrechung wegen der Kleinheit der Körnchen nicht zur Geltung kommt. Die größte Masse des Einschlusses bilden diese Pyroxenkörnchen. Daneben finden sich aber noch Partien reinen Glases, das unregelmäßige Risse und Spannungs-

¹⁾ K. Bleibtreu, a. a. O., p. 491.

doppelbrechung zeigt sowie Aggregate, welche aus sehr schwach doppelbrechenden, bedeutend schwächer als Canadabalsam lichtbrechenden, trüben Schüppchen bestehen, die durch die stärkste Vergrößerung nicht immer auflösbar sind und wohl aus Tridymit bestehen. Ebenso sind hier ähnliche Gebilde zu beobachten, wie sie Dannenberg¹⁾ aus granitischen Einschlüssen an isolierten Körnern beobachtet hat, nämlich Körner, welche eine Anzahl von Kreisschnitten erkennen lassen, die alle das Bertrandsche Kreuz zeigen. Bisweilen sind die radialfaserigen Aggregate mit einer filzigen Masse verbunden, welche dann auch allein vorherrschen und ebenfalls radialfaserige Aggregate bilden kann, die aber nicht so schöne, sondern gestörte Bertrandsche Kreuze zeigen. Dieser letzte Fall scheint hier vorzuliegen. In rundlichen Durchschnitten lassen sich eine große Anzahl von radialfaserigen Aggregaten mit vielfach gestörten Kreuzen wahrnehmen. Die Lichtbrechung der Aggregate ist schwach, die Doppelbrechung ebenso.

Bezüglich der Entstehung dieser Gebilde meint Dannenberg, es mit einer Umwandlung von Quarzkörnern ohne Veränderung ihres Aggregatzustandes zu chalcedonartigen Massen zu tun zu haben. Denselben Eindruck machen auch unsere Gebilde, welche nie besondere Größe erreichen und sehr wohl aus kleinen Quarzkörnchen hervorgegangen sein können, welche sich vereinzelt im Tone finden. Licht- und Doppelbrechung sprechen auch dafür.

Diese Art von Einschlüssen entspricht den oft beschriebenen Basaltjaspissen.

3. Granititeinschlüsse.

Bruchstücke granitischer Gesteine sind ebenfalls als Einschlüsse vorhanden, wenn auch nicht so reichlich wie Buchite oder Basaltjaspisse. Dabei ist die Herkunft der manchmal nur aus Quarz und Feldspat bestehenden Einschlüsse von granitischen Gesteinen durchwegs gut zu erkennen, so daß es sich in keinem Falle um Urausscheidungen aus dem Magma handelte. Der Muscovit scheint vollkommen zu fehlen, weshalb als ursprüngliches Gestein ein Granit angenommen werden muß. Die Kontakterscheinungen sind fast die gleichen wie die durch den Basalt an Sandsteineinschlüssen hervorgerufenen, es finden sich lediglich in der Zone mit trübem Glase, welche dem Einschlusse zunächst liegt, reichlichere Feldspatleisten und Feldspatskelette, wie auch der Pyroxen häufig Neigung zu Skelettwachstum erkennen läßt. Das Glas erscheint stärker getrübt, wohl durch die Einschmelzung des Biotits bedingt. Nur ist die Begrenzung der Glaszone gegen den Einschluß infolge der weit stärkeren Einschmelzung des Einschlusses nicht scharf, sondern das trübe Glas mit seiner Neubildung dringt buchtenartig und auf Rissen allenthalben in den Einschluß ein. Bisweilen ist auch die äußere Begrenzung aus demselben Grunde weniger scharf geworden. So erscheint in einem Falle die Zone des reinen monoklinen Pyroxens aufgelöst, es hat hier eine starke Korrosion der Pyroxene stattgefunden, die einzelnen Reste der Bruchstücke liegen in einem farblosen sauren Glase, haben aber die gleiche Orientierung noch beibehalten. Foullon beobachtete (l. c.) in Granititeinschlüssen beim Quarz ein scharfes Band gegenüber dem Basalt, beim Feldspat dagegen eine verschwommene Grenze, ebenso beschreibt Hibs ch²⁾ bei einem Einschluß von Gneis in Trachydolerit die gleiche Erscheinung.

Weiter gegen den Basalt zu stellen sich Trübungen in dem farblosen Glase ein, hauptsächlich durch Pyroxenmikrolithen hervorgerufen, die Pyroxene sind nicht mehr farblos, sondern blaßbräunlich, es stellt sich Nephelin ein und schließlich geht die Zone

¹⁾ K. Dannenberg, a. a. O., p. 54.

²⁾ J. E. Hibs ch, Geol. K. d. böhm. Mittelgeb. Tscherm. Min.-petr. Mitt. XXV, p. 63.

in normalen Basalt über. Im allgemeinen erscheint die Begrenzung der granitischen Einschlüsse durch Kontaktzonen nicht so scharf wie bei den Sandsteineinschlüssen.

Die Ausbildung einer so deutlichen Randzone bei Einschlüssen, die fast vollständig aufgeschmolzen worden sind, ist sicher durch die Stoffzufuhr aus basaltischem Magma zu erklären, die naturgemäß am Rande des Einschlusses am stärksten war, außerdem aber hier die Viskosität verringerte und dadurch größere Kristallisationsfähigkeit hervorrief.

In keinem der Einschlüsse läßt sich noch Biotit in unverändertem Zustande nachweisen. Entweder ist aber irgendein trübes oder opakes Einschmelzungsprodukt vorhanden, welches vom Glimmer herrührt und sich manchmal am Rande des Einschlusses angereichert hat, oder es handelt sich bei kleineren Einschlüssen um Stücke, die sehr leicht von Haus aus glimmerfrei gewesen sein können. Namentlich bei den später zu besprechenden Gneiseinschlüssen erscheint diese von Bleibtreu¹⁾ ausgesprochene Ansicht, daß infolge der Aufschmelzung des Glimmers nur glimmerfreie Partien ihren Zusammenhang bewahren konnten, recht wahrscheinlich. Was das Einschmelzungsprodukt des Glimmers anbelangt, so beschreibt Cornu²⁾ als solches ein völlig opakes Produkt, das sich aufs schärfste von dem farblosen Glase abhebt und noch deutlich Spaltrisse und Umriß des Glimmers erkennen läßt. Beyer³⁾ berichtet über ein opakes Eisenerz, dessen Anordnung noch hie und da die Lamellierung des Glimmers erkennen läßt. Andere Autoren haben glasige, trübe bis opake Massen als Einschmelzungsprodukte gedeutet. Das Cornusche Mineral besitzt sehr große Ähnlichkeit mit schlackigem Magnetit und Cornu ist deshalb der Ansicht, daß in vielen Einschlüssen sich der Glimmer unter dieser Maske verborgen hält und daß also diese Quarzfeldspataggregate als granitische Einschlüsse angesehen werden müssen. Es kommen aber auch solche Partien vor, in denen jedes Umschmelzungsprodukt des Glimmers fehlt, wie auch Rinne⁴⁾ beobachtet hat.

Die Schmelzerscheinungen, die in den meist ziemlich kleinen Granititeinschlüssen (größere Partien sind sehr selten) auftreten, sind bedeutend intensiver gewesen als bei den Sandsteineinschlüssen. Meist ist der größte Teil des Feldspates und ein geringerer Teil des Quarzes aufgeschmolzen und aus dem Schmelzflusse sind reichlich neugebildete Mineralien auskristallisiert. Die Mannigfaltigkeit wird noch dadurch vermehrt, daß in vielen Fällen eine Zeolithbildung stattgefunden hat, die einen Teil des Glases ergriffen hat, in manchen Fällen sogar fast den ganzen Einschluß.

An ursprünglichen Gemengteilen sind noch zu erkennen Quarzkörner, Orthoklas-körner, vereinzelt auch Plagioklase, Apatit, Titanit. Sowohl Feldspat als auch Quarz sind stark angegriffen, reichlich mit Glas und Glaseinschlüssen angefüllt, während die Flüssigkeitseinschlüsse verschwinden. Vielfach ist das Glas auf Rissen in die Körner eingedrungen und hat diese so in kleinere Körner aufgelöst. Die Feldspate haben außerdem noch starke Trübungen erfahren und sind viel weiter aufgeschmolzen als der Quarz. Der Biotit ist stets völlig zu trübem Glase umgeschmolzen, das manchmal mikrolithische Ausscheidungen enthält. Mit Vorliebe findet sich das Einschmelzungsprodukt des Biotites gegen den Rand zu angereichert. Bei verschiedenen Einschlüssen ist auch ein verschiedener Grad der Einschmelzung zu beobachten gewesen. Bei weitgehender Einschmelzung sind sehr schöne Fluidalstrukturen vorhanden, das Glas ändert seine Farbe von bräunlichgrün bis farblos und umfließt die Reste der aufgeschmolzenen

¹⁾ K. Bleibtreu, a. a. O., p. 500.

²⁾ F. Cornu, Zur Kenntnis der Einschlüsse der Eruptivgesteine. Tscherm. Min.-petr. Mitt. XXVIII, p. 407.

³⁾ O. Beyer, a. a. O., p. 41.

⁴⁾ F. Rinne, Basalte aus dem Gebiete der Weser, 1897, p. 31.

Minerale nach allen Richtungen, dringt in tiefen Buchten zwischen die Körner ein und läßt alle diese Strömungen durch ausgeschiedene Mikrolithen deutlich erkennen. Doppelbrechende Partien stellen sich im Glase ein, das in der Umgebung von Quarzkörnern einen erheblich niederen Brechungsquotienten besitzt, wodurch um die Reste der Quarzkörner deutliche abgegrenzte Glasringe entstehen, die sich auch die Farbe unterscheiden. Das Glas hat einen sehr hohen SiO_2 -Gehalt, der sich in dem niedrigen Brechungsquotienten ausdrückt. Das Glas im Inneren des Einschlusses ist gewöhnlich viel lichter als das, welches die innerste randliche Zone um den Einschluß bildet. Trichiten, die sich zu wedelartigen Gebilden ordnen, treten auch auf.

An neugebildeten Mineralien liegen in diesem Glase vornehmlich Pyroxene von der Art, wie sie in den Randzonen auftreten, sowohl in größeren Säulchen und Leisten als auch in kleinen Körnern zu dichten Haufen geschart, Feldspatleisten in fächerförmigen Büscheln, Titaneisen und Magneteisenskelette ebenfalls manchmal in zierlichen Gebilden. Größere Partien sind von Cordierit erfüllt, der in kleinen, scharf begrenzten Kriställchen auftritt, oder aber in größeren Individuen, welche dann häufig an den Rändern Umwandlungserscheinungen zeigen, indem sie in faserigstengelige Aggregate übergehen, die mit dem Prasiolith Gareiß¹⁾ identisch zu sein scheinen. Einige farblose, stark lichtbrechende Nadelchen sind wohl Sillimanit.

Wie schon erwähnt, sind häufig Zeolithe in den Einschlüssen gebildet worden. In den meisten Fällen ist Natrolith vorhanden, der aus dem Glase hervorgegangen zu sein scheint oder sich in Blasenräumen, die im Einschluß durch Dampfblasen entstanden sind, aus überhitzten Lösungen gebildet hat. Bisweilen ist letztere Bildung ersichtlich, indem die Natrolithaggregate eine rundlich blasenförmige Umgrenzung haben und radialstengelig angeordnet erscheinen. Die Natrolithaggregate haben bisweilen ganz den gleichen Bau, wie ihn Stark²⁾ beschrieben hat. In einer inneren Zone ist der Natrolith frisch, γ' Längsrichtung, in einer äußeren Zone ist α' Längsrichtung, die Lichtbrechung steigt ein wenig in der äußeren Zone, Doppelbrechung nimmt etwas ab. Bei Einschaltung eines Gipsblättchens gewähren diese Mandeln ein sehr nettes Bild. Das Brewstersche Kreuz ist mit seltener Schärfe zu sehen. Öfter aber tritt Natrolith in größeren stengeligen Aggregaten auf, die zu Körnern vereinigt sind. Der Häufigkeit nach an zweiter Stelle steht Thomsonit, und zwar in eisblumenähnlichen Gebilden, die sich aus kleinen verzahnten Körnern zusammensetzen und auch in dieser Form geringere Partien der Grundmasse einnehmen und ihr bei gekreuzten Nicols einen eigenartigen Schimmer verleihen. Bei Blasenräumen ist eine Anordnung in einzelnen Schichten wahrzunehmen, das Innere ist gewöhnlich feinkörniger als der Rand. Auch in kugeligen feinstrahligen Aggregaten ist er zu beobachten, jedoch viel seltener.

Analcim tritt ebenfalls in einigen wenigen größeren Partien auf und läßt mitunter eine deutliche Spaltbarkeit nach dem Hexaeder erkennen, in anderen Fällen tritt die Spaltbarkeit sehr zurück. In Blasenräumen erscheint es als Ausfüllung, schwache anomale Doppelbrechung zeigend mit einem Saume von Kalkspat, der in dendritenähnlicher Form vom Rande aus in den Analcim hineinwächst. Auch er ist entweder aus dem Glase hervorgegangen oder aus Lösungen.

In einem Schlicke wurden einige Kriställchen als Apophyllit bestimmt. Doch ist dieses Auftreten ganz vereinzelt geblieben bis auf eine vermutliche Pseudomorphose von Opal nach Apophyllit.

¹⁾ A. Gareiß, Über Pseudomorphosen nach Cordierit. Tscherm. Min.-petr. Mitt. XX, p. 1.

²⁾ M. Stark, Euganeen, p. 416.

Noch ein weiterer Zeolith ist in radialfaserigen Aggregaten vorhanden, er hat durchwegs schiefe Auslöschung, α' in der Längsrichtung, schwache Doppelbrechung. Eine genauere Bestimmung konnte wegen der Feinheit der Nadelchen leider nicht vorgenommen werden.

In Verbindung mit Zeolithen kommen gewöhnlich Mineralien der Quarzgruppe, wenn auch in beschränktem Maße, vor.

Ein breitstengeliges Mineral, positiv, mit α' Faserrichtung gerade auslöschend, das auch in radialstengeligen Bildungen Hohlräume füllt, ist wohl Chalcedon. Doppelbrechung gleich Quarz, Lichtbrechung etwas schwächer. Opal ist ebenfalls als Ausfüllung von Hohlräumen und in Bändern auf Sprüngen zu beobachten, seine Lichtbrechung wechselt, bleibt jedoch immer weit unter der des Canadabalsams.

In einem Falle war am Rande des Einschlusses im Anschluß an die glasige Zone mit Feldspaten und Pyroxenen ein trübes Mineral, in einer Schale bestehend aus radialstengeligen Aggregaten, vorhanden, dessen Merkmale: Doppelbrechung schwach, Lichtbrechung niedriger als Canadabalsam, Faserrichtung γ' auf Lussatit hinweisen.

In nächster Nähe davon finden sich isotrope, sehr schwach lichtbrechende, scharf begrenzte Rechtecke in zeolithischer Grundmasse, die wohl eine Pseudomorphose von Opal darstellen. Nach welchem Mineral sich Opal gebildet hat, kann nur vermutet werden, vielleicht ist es Apophyllit gewesen.

4. Augitsyeniteinschlüsse.

In einem Schlicke fanden sich zahlreiche Brocken eines eingeschmolzenen Augitsyenites (Pyroxenfoyaite), die jedenfalls erst bei der Einschmelzung voneinander getrennt wurden. An primären Gemengteilen sind noch erkennbar: Orthoklas in größeren Individuen, selten frisch, meist umgewandelt oder durch Einschlüsse stark getrübt, Nephelin in groben Körnern, ebenfalls häufig der Zeolithisierung anheimgefallen sowie ein Pyroxen, der sich als Ägirin erwies, mit einem starken Pleochroismus, α' blaugrün Längsrichtung, γ' lichter gelblichgrün, $\alpha' > \gamma'$; der Ägirin tritt stets in schlanken Säulen auf, hat sehr starke Doppelbrechung und starke Bisektriciendispersion. Von sekundären Gemengteilen treten vornehmlich Zeolithe auf, und zwar ein sehr schwach lichtbrechendes farbloses isotropes Mineral, Analcim, meist am Rande des Einschlusses vorhanden, sowie zwischen dem Nephelin und Feldspat ein sehr stark doppelbrechender Zeolith in feinkörnigem Aggregat, Thomsonit. Der Feldspat ist häufig durch Natrolith getrübt und erhält dadurch eine bräunliche Färbung. Magnetit fehlt im Inneren des Einschlusses vollständig. Apatit ist in langen feinen Nadeln vertreten. Gegen den Basalt zu grenzt sich der Einschluß nicht sehr scharf ab. Es hat sich hier eine vollständige Analcimisierung der lichten Gemengteile eingestellt. Im Analcim als Grundmasse liegen neugebildete monokline farblose Pyroxene, die häufig aber eine Anlagerung von Ägirin-substanz zeigen, derart, daß an den Kanten der Prismenflächen nur ein ganz dünner Saum vorhanden ist, während sich auf den Pyramidenflächen dickere Schichten abgeschieden haben. In der Mitte der Einschlüsse finden sich die Ägirine allein, erst gegen den Rand zu treten monokline Pyroxene auf. Magnetit stellt sich in der Randzone ebenfalls ein, außerdem in sehr kleinen Schüppchen und Leisten ein dunkelbraunviolett Mineral, das entweder eine Hornblende oder ein Magnesiaglimmer sein kann. Stellenweise fanden sich Reste eines getrühten isotropen, sehr schwach lichtbrechenden Minerals, das als Sodalith gedeutet werden könnte. Das ursprüngliche Gestein könnte dann auch ein Sodalithsyenit gewesen sein.

5. Tonschiefereinschlüsse.

Weiters finden sich Einschlüsse, welche wohl den Tonschiefern des Elbtalgebirges entstammen, die hier bereits den Untergrund bilden dürften. Ihr Mineralbestand und ihre Struktur deuten auf diese Abstammung hin. Diese Einschlüsse weichen stark von den Sandstein- und Toneinschlüssen ab, so daß sicher ein anderer Ursprung angenommen werden muß.

Die Tonschiefer des Elbtalgebirges nördlich von Tetschen bestehen im wesentlichen nach Hibs¹⁾ aus Quarzkörnchen und Kaliglimmerschüppchen in innigem Gemenge. Damit stimmt das Verhalten dieser Einschlüsse gegenüber dem Basalt sehr gut überein.

Makroskopisch sind solche Einschlüsse graugrün, bald lichter, bald dunkler und sehr dicht. Sie grenzen sich durch keine Kontaktzone gegen den Basalt ab, auch nach der Mitte läßt sich keine solche erkennen. Die glimmerigen Mineralien zwischen den Quarzkörnern sind vollständig eingeschmolzen, die Schmelzmasse hat auch den Quarz mehr oder minder korrodiert. Als Neubildungen finden sich in dem gelbgrünblauen sauren Glase nur Pyroxene, bald in kleinsten Körnchen zu Haufenaggregaten geschart, bald in langsäuligeren Individuen. Tridymbildung ist nur sehr spärlich zu beobachten, Kordierit ist nicht vorhanden. Stark lichtbrechende farblose Nadelchen lassen eine Deutung als Sillimanit zu. Die Schmelzmasse scheint auf größere Entfernung noch sich mit basaltischem Magma gemischt zu haben, wenigstens zeigt der umgebende Basalt eine ungemein schlierige Ausbildung, ist besonders reich an Magnetitausscheidungen, welche größere Partien vollständig undurchsichtig erscheinen lassen, sowie an lichter Partien, in denen sich die gleichen lichten Pyroxene gebildet haben wie in der glasigen Schmelzmasse. Diese Schlieren durchdringen sich gegenseitig und umschließen bisweilen größere Partien, welche eine feinkörnige, aber sonst ganz normale Entwicklung des Basaltes zeigen. In der Nähe des Einschlusses ist der Reichtum an opaken Substanzen auffallend stark.

Trotz des Fehlens einer Kontaktzone ist die Grenze des Einschlusses gegen den Basalt eine recht scharfe, da sich in der Färbung des Einschlusses und der des Basaltes ein starker Gegensatz zeigt, der durch die Vermischung der Schmelzmasse mit dem Basalt nicht aufgehoben werden kann.

6. Gneiseinschlüsse.

Gneiseinschlüsse lassen sich in größeren Brocken finden, in denen keine merkliche Veränderung, mit Ausnahme einer Randzone, wahrzunehmen ist. Kleinere Partien als Einschlüsse sind in ähnlicher Weise verändert wie die Granite, insonderheit gilt das, was bezüglich des wirklichen oder scheinbaren Fehlens des Glimmers und der Schmelzprodukte, welche aus dem Glimmer entstanden sind, gesagt wurde, in genau gleicher Weise für die Gneiseinschlüsse. Ihre Zugehörigkeit zu dieser Gruppe erweisen die Einschlüsse durch ihre Struktureigentümlichkeiten. Kataklase ist oft zu beobachten. Von ursprünglichen Gemengteilen ist Quarz vorhanden, reich durch Gas- und Glaseinschlüsse getrübt, sowie Feldspate, die aber zum größten Teil, namentlich am Rand, bis zur Unkenntlichkeit getrübt erscheinen. Es läßt sich aber noch Orthoklas, ein positiver

¹⁾ J. E. Hibs und R. Beck, Erläuterungen zur geol. Spezialkarte des Königreiches Sachsen; Blatt Großer Winterberg—Tetschen, p. 8.

Plagioklas und Mikroklin erkennen. Apatit und Titanit in kleinen Körnchen sind auch noch erhalten. Der Biotit ist bis auf wenige Reste, die sich in einem Falle erhalten hatten, völlig eingeschmolzen. Das Einschmelzungsprodukt ist manchmal noch an der ursprünglichen Stelle vorhanden, wodurch die Schieferstruktur besonders in die Augen fallend erscheint, manchmal ist am Rande eine breite Zone dunklen trüben Glases vorhanden, das jedesfalls vom Glimmer herrührt. In dem dunkel bis lichtbraungrünen Glase liegen entweder Scharen von lichten diopsidischen Pyroxenkörnchen oder aber grünliche Spinellen zu traubenartigen Aggregaten gehäuft sowie größere dunkelbraunrote Spinelle in wohlausgebildeten Kristallen.

Das Glas, das durch Einschmelzung des Glimmers, der Feldspate, auch eines Teiles des Quarzes entstanden ist, weist manchmal auch sekundäre zeolithische Partien auf, die wohl größtenteils aus Natrolith bestehen. Es erscheinen in der glasigen Grundmasse doppelbrechende Partien, die sich durch die Lichtbrechung nicht abheben und stengelige oder schuppige Struktur besitzen.

Die Kontaktwirkung ist dieselbe wie bei den Granitit- und Sandsteineinschlüssen, auch hier sind wiederum drei Zonen deutlich voneinander zu unterscheiden.

Merkwürdigerweise konnte in keinem Gneiseinschluß Sillimanit oder Cordierit gefunden werden. Vielleicht ist das darauf zurückzuführen, daß mit Ausnahme der Aufschmelzung des Biotits häufig keine weitere Einschmelzung erfolgte, die Feldspate erscheinen in den meisten Fällen nur getrübt.

7. Quarzkörnereinschlüsse.

Bisweilen sind auch einzelne Gemengteile von größeren Partien abgetrennt und bilden dann Mineraleinschlüsse. Dannenberg¹⁾ hat darauf aufmerksam gemacht, daß sich Mineraleinschlüsse wohl häufig in Basalten finden, selten jedoch in Andesiten, und hat das darauf zurückgeführt, daß das basischere, basaltische Magma stärker auf die Gesteinsbruchstücke einwirkte als das andesitische und daß also in Basalten häufiger eine Einschmelzung bis auf ein einzelnes Mineralkorn erfolgen konnte.

Allerdings erklärt er die Tatsache, daß in Andesiten die Einschlüsse oft anscheinend intensivere Veränderungen erlitten haben als in Basalten, dadurch, daß das andesitische Magma höhere Temperatur besaß, sich langsamer abkühlte, sowie damit, daß die Einschlüsse in dem älteren Andesit länger in der Tiefe verweilten. Dies sind aber alles Faktoren, welche das völlige Aufschmelzen der Einschlüsse ebenso begünstigen wie die starke chemische Verschiedenheit des basaltischen Magmas. Am häufigsten finden sich in dieser Weise Quarzkörner, welche bald mehr, bald weniger stark korrodiert sind. Das korrodierte Korn, welches oft auch unregelmäßige Sprünge aufweist, ist zunächst umgeben von einer Zone eines sehr schwach lichtbrechenden, also sehr SiO₂-reichen, farblosen bis lichtbräunlichen Glases, in dem zahlreiche monokline farblose Pyroxene eingebettet erscheinen. Die Enden der Pyroxene reichen nie bis an den Quarz heran, gegen den äußeren Rand des Einschlusses verschwindet das Glas, so daß hier ein Saum von reinen monoklinen Pyroxenleisten vorhanden ist. Der Quarz ist in vielen Fällen bereits ganz korrodiert, es finden sich dann nur Glas und Pyroxene; manchmal ist auch der Glasrest verschwunden, dann liegen an der Stelle des ursprünglichen Quarzkornes Aggregate von monoklinem farblosen Pyroxen, der sich deutlich von dem Grundmassepyroxen unterscheidet. Rinne²⁾ hat Fälle beobachtet, wo sich

¹⁾ Dannenberg, a. a. O., p. 25.

²⁾ F. Rinne, Über norddeutsche Basalte aus dem Gebiete etc., 1892, p. 86.

ähnliche Augitaugen nur als Konkretionen der Grundmasse-Augite erwiesen, was sich durch das Fehlen des Farbengegengesatzes zu erkennen gab. Solche Konkretionen treten auch hier auf, sind aber durch Größe und Farbe sofort von diesen Augitaugen zu unterscheiden.

8. Orthoklaskörnereinschlüsse.

Weniger häufig als Quarz finden sich Orthoklaskörner einzeln liegend. Sie sind gewöhnlich ganz durch Einschlüsse getrübt, zeigen aber keine so deutlich entwickelte Randzone wie die Quarzkörner. In einem Falle wurde eine isotrope farblose Rinde beobachtet, in der an einzelnen Stellen Pyroxenkörnchen lagen. Die Lichtbrechung des Saumes war sehr schwach, es kann sich also um sehr saures Glas oder um Analcim handeln. Unregelmäßige Sprünge durchsetzen diese Rinde, die sich durch ihre Klarheit scharf vom Orthoklas abhebt.

9. Augit-Feldspat-Analcimbildungen nicht klar erkennbaren Ursprunges.

Es finden sich auch einige Male Einschlüsse, deren Herkunft nicht sicherzustellen war, welche wohl einige Ähnlichkeit mit den Pyroxenaugen zeigen, wie sie aus Quarzkörnern hervorgehen, sich aber doch von diesen wesentlich unterscheiden. Es sind Aggregate eines blassen bis farblosen monoklinen Pyroxens, ähnlich wie er sich am Rande der Einschlüsse häufig findet, die bald geschlossen sich aneinander legen, selten aber Zwischenräume frei lassen, die von Feldspatleisten ausgefüllt werden. Gegen den Basalt zu bildet ein farbloses, isotropes, schwach lichtbrechendes Mineral, anscheinend Analcim, einen Saum um das Aggregat. Darin finden sich monokline Pyroxene sowie auch Magnetitkörner, während der Kern des Pyroxenaggregates völlig magnetitfrei ist. Von den aus Quarz entstandenen Pyroxenaugen sind die vorliegenden durch die farblose klare Rinde unterschieden, welche dort stets fehlt. Vielleicht sind es Neukristallisationen einer mit basaltischem Magma vermischten Feldspatschmelze. Beyer¹⁾ hat aus dem Basalt des Großdessaer Berges Augitaugen beschrieben, welche aus korrodiertem Olivin hervorgegangen sind, doch sind auch diese von unseren Augitaugen durch das Vorhandensein eines braunen Glases im Inneren und eines Saumes von reinem Augit am Rande unterschieden.

V. Mandelbildungen.

Häufig kommen Ausfüllungen von Hohlräumen und Klüften durch zeolithische Mineralien vor, denen sich in Mandeln öfters verschiedene Minerale der Quarzgruppe zugesellen. So sind ziemlich ausgedehnte Kluftflächen mit einer stark verwitterten Zeolithschicht ausgekleidet, in der sich noch unverwitterte Reste eines stark doppelbrechenden Zeolithes befanden, der in der Längsrichtung bald γ' , bald α' zeigte, dessen Brechungsexponenten γ und $\beta >$ als 1.495 waren, während α ungefähr damit übereinstimmte. Lichtbrechung und Orientierung sind die des Thomsonites, ein Ca-Gehalt konnte ebenfalls nachgewiesen werden, dabei werden nur ganz reine Splitter verwendet, welche keine Beimengungen von CaCO_3 enthielten.

Auf gleiche Weise sind oft kleine Sprünge und Risse im Gestein, die weniger als 1 mm breit sind, von Zeolithen erfüllt. In vielen Fällen ist die Ausfüllung Analcim,

¹⁾ O. Beyer, a. a. O., p. 37.

dessen häufiges Vorkommen in der Grundmasse und um Einschlüsse bereits erwähnt wurde, in vielen Fällen Natrolith in feinfaserigen Aggregaten mit der charakteristisch-trüben Färbung, der bisweilen mit geringen Mengen anderer oft unbestimmbarer Zeolithen vergesellschaftet ist. Diese Klüfte und Risse haben sich in ganz starrem Zustande des Gesteins gebildet, so daß Pyroxene und Olivine von ihnen in mehrere Teile geteilt werden. Dort, wo solche Risse auftreten, sind auch gern Partien der Grundmasse zeolithisiert, und zwar lassen sich Analcim, Natrolith und Thomsonit nachweisen. Der weitgehenden Umwandlung des Olivins in der Nähe der Zeolithaggregate ist bereits Erwähnung getan worden. In einem speziellen Falle wurden in einer etwas breiteren Kluft beobachtet: körnige Partien stengeligen Natrolithes im Inneren der Spalte, am Rand derselben war ein Zeolith vorhanden, dessen senkrecht zur Begrenzung gestellte Fasern bald α' , bald γ' zeigten, mit einer Lichtbrechung ungefähr gleich Canadabalsam und einer Doppelbrechung höher als Natrolith, so daß Thomsonit vorzuliegen scheint. Das einzige Argument, das dagegen spricht, wäre das jüngere Alter des Natroliths. Außerdem tritt in der Kluft noch ein grünliches Mineral in radialfaserigen Aggregaten auf, die wiederum zu nierenförmigen Bildungen vereinigt sind. Lichtbrechung höher als Canadabalsam, Doppelbrechung mittelstark, Hauptzone positiv verweisen auf Delessit. Offenbar ist der Delessit aus Lösungen gebildet worden, welche Bestandteile der Umwandlungsprodukte des Olivins führten.

Auch größere Hohlräume sind von Zeolithen erfüllt, die oft eine große Mannigfaltigkeit erkennen lassen, namentlich dann, wenn Minerale der Quarzgruppe mit auftreten. In einem einfacheren Falle erwies sich die Mandelausfüllung als ein Aggregat von Natrolith, dem geringe Mengen Thomsonit und Analcim beigemischt waren. Die Umgrenzung der Mandel war nicht scharf, da in der Umgebung derselben eine weitgehende Zeolithisierung platzgegriffen hatte, die scheinbar ganze Partien des ursprünglichen Gesteins isolierte. In einer solchen größeren Zeolithpartie in der Nähe der Mandel konnte deutlich der Übergang von Analcim in Natrolith verfolgt werden, in dem die Spaltrisse des Analcims noch bis in den Natrolith reichten. Cornu¹⁾ hat auf diese Tatsache aufmerksam gemacht.

Stellen sich Quarzminerale mit ein, so finden sich diese am Rande der Mandel und bilden einen Abschluß derselben nach außen, so daß nun in der Umgebung keine Zeolithisierung stattfindet und die Mandel scharf begrenzt erscheint.

In einem Falle besteht der Rand aus Quarzin in bald feineren, bald gröberen divergentstrahligen Rosetten aus ziemlich breiten Fasern. Längsrichtung γ' . Auch längere krumme Stengel mit derselben Licht- und Doppelbrechung sind aus Quarzfasern zusammengesetzt. Lichtbrechung unterscheidet sich kaum von der des Canadabalsams, Doppelbrechung ist schwach. Die Rosetten können so klein ausgebildet sein, daß man die einzelnen Schüppchen und Fasern nicht mehr erkennt und nur eine aggregatpolarisierende Masse erblickt. Diese geht dann durch Übergänge in Partien über, in welchen große Rosetten ausgebildet sind.

Das Innere der Mandel besteht aus einem langsäulig spießig entwickelten Zeolith, der keine kristallographische Begrenzung zeigt, in der Längsrichtung α' hat und schiefe Auslöschung besitzt. Auffallend sind Individuen, die durch eine Grenze voneinander getrennt sind, die einer Zwillingnaht sehr ähnlich sieht. Zu dieser Grenze ist symmetrische Auslöschung α' gegen diese Richtung von 5° zu beobachten, auch haben diese

¹⁾ F. Cornu, Einschluß von Pyroxenfoycit aus dem Sodalith-Phonolith des Millenschauer Kloßberges. In Beiträge zur Petrogr. des böhm. Mittelg., Tscherm. Min.-petr. Mitt. XXVIII, p. 413.

Schnitte die höchste Doppelbrechung, was durch Austritt von β auf der Fläche bedingt ist. Nach diesen Beobachtungen würde es sich um einen monoklinen Zeolith handeln. Die Messung der Doppelbrechung mit dem Babinetschen Kompensator ergab für $\gamma - \alpha = 0.00625$, die Messung der Brechungsquotienten nach der Beckeschen Methode für

$$\gamma = 1.529$$

$$\alpha = 1.523$$

optischer Charakter positiv, Achsenwinkel klein. Beim Erwärmen wird das Mineral trüb, in Salzsäure löst es sich unter Abscheidung einer Gallerte.

Mit Ausnahme der hohen Lichtbrechung würden die angeführten Merkmale auf Heulandit passen, der allerdings im böhmischen Mittelgebirge eine sehr beschränkte Verbreitung hat. Möglicherweise können sich aber die Brechungsexponenten durch die Manipulationen beim Einbetten in den heißen Canadabalsam verändern, worauf Stark aufmerksam gemacht hat. Eine sichere Bestimmung des Zeolithes erscheint also nicht möglich.

Außerdem ist die Mandel nach allen Richtungen von feinen Natrolithnadeln durchwachsen, die in schief getroffenen rhombischen Säulen γ' in der Längsrichtung zeigen, gerade Auslöschung und eine bedeutend schwächere Lichtbrechung besitzen. Diese Natrolithnadeln können so fein werden, daß sie haarförmige Bildungen darstellen, die zu Glaswolleähnlichen Büscheln verfilzt sind. Als Altersfolge ergibt sich: Quarzin, Natrolith, Heulandit?

Eine ähnlich gebaute Mandel ergab folgende Zusammensetzung. Der Rand wurde wiederum von Quarzin gebildet, der in divergentstrahligen Rosetten mit γ' Längsrichtung auftritt, darin schließt sich nach innen zu eine Zone von Opal, reichlich durchspickt von feinen Natrolithnadelchen, die in gleicher Weise wie im vorigen Falle schiefe spitzrhombische Schnitte liefern. Daneben tritt noch ein sehr feinkörnig schuppiges Aggregat auf, das etwas schwächer lichtbrechend als Quarzin ist, sich aber nur in der Quarzinopalregion findet und jedenfalls eine weitere SiO_2 -Modifikation darstellt. Zwischen den Knollen, zu welchen sich die Quarzinaggregate vereinigen, liegen größere Partien von Analcim, kenntlich an der schwachen Lichtbrechung, der Spaltbarkeit und Isotropie. Der Opal hat einen verhältnismäßig hohen Brechungsquotienten und entwickelt dort, wo er Zeolithe umschließt, doppelbrechende Partien, die dann manchmal schärfer, manchmal aber ganz allmählich in den normalen isotropen Opal übergehen.

Die Hauptmasse der Mandel besteht aus einem Kern von stengeligem, getrübttem Natrolith sowie einem wasserklaren rhombischen Zeolith. Der Natrolith dringt stellenweise bis an den Rand der Mandel vor und durchbricht diesen an einer Stelle, an der dann auch in der nächsten Umgebung des Einschlusses die Grundmasse reichlich Natrolith führt, während an den anderen Stellen die Quarzminerale eine scharfe Grenze bilden. Auch in die Opalregion entsendet der Natrolith, wie schon erwähnt, Nadeln; jedenfalls befand sich der Opal in diesem Stadium erst in einem halbstarren gallertigen Zustande. In den Quarzinaggregaten sind nirgends Natrolithnadeln zu beobachten.

Der klare Zeolith grenzt sich stets scharf durch seine bedeutend höhere Lichtbrechung und Doppelbrechung gegen den Natrolith ab, besitzt aber keine kristallographische Begrenzung. Die Lichtbrechung erreicht nahezu die des Canadabalsams, die Doppelbrechung beträgt ungefähr 0.02 (durch Vergleich mit Pyroxen), Längsrichtung α' und γ' , in den Schnitten mit α' Längsrichtung, höhere Doppelbrechung, zweiachsig positiv mit kleinem Achsenwinkel — Thomsonit. Außerdem findet sich noch vom Natrolith umschlossen ein sehr scharf begrenztes farbloses Mineral an der Grenze zwi-

schen Thomsonit und Natrolith. Es erscheint in regelmäßigen sechsseitigen Tafeln, bisweilen ist eine Kante etwas länger, in dieser Richtung liegt dann γ' . Senkrecht auf die Tafel tritt γ aus, das erste Mittellinie eines sehr kleinen Achsenwinkels ist, die Achsen-ebene liegt quer zur scheinbaren Längsrichtung. Die Doppelbrechung ist verschwindend gering, Lichtbrechung bedeutend schwächer als Canadabalsam. Diese Merkmale würden alle für Tridymit sprechen, doch ist ein Vorkommen von Tridymit unter solchen Umständen so unwahrscheinlich, daß ich eine Entscheidung zu treffen nicht wage.

An sichergestellten Mineralen sind also vorhanden, wenn wir sie nach der Höhe der Lichtbrechung ordnen: Quarzin-Thomsonit-Natrolith-Analcim-Opal, in die Gegend zu Analcim stellt sich das tridymitähnliche Mineral, der Quarzin reicht mit seiner Lichtbrechung bis an die des Canadabalsams heran, Opal steht bezüglich der Lichtbrechung dem Analcim nicht bedeutend nach.

Es läßt sich deutlich folgende Altersfolge erkennen:

Quarzin Analcim Natrolith Thomsonit
Opal →

Zwischen Analcim und Natrolith würde das tridymitähnliche Mineral stehen. Opal hat sich offenkundig nach der Analcim- und vor der Natrolithbildung auszuscheiden begonnen und ist erst nach dem Auskristallisieren dieser beiden Zeolithe völlig erhärtet, womit die Ausbildung von spannungsdoppelbrechenden Höfen um diese Zeolithe zusammenhängt. Der Opal scheint nach seinem relativ hohen Brechungsexponenten keinen hohen Wassergehalt zu besitzen. Dies stimmt auch sehr gut mit seinem Auftreten als relativ alte Bildung überein. Nach Cornu hängt die Altersfolge der Zeolithe ab von ihrem Wassergehalt, der jedoch nicht nach dem Prozentgehalt an Wasser beurteilt werden darf, sondern nach dem Quotienten des Molekularquotienten des Wassers zu der Summe der Molekularquotienten der übrigen Bestandteile.

Die ältesten, bei der höchsten Temperatur gebildeten Zeolithe sind die wasserärmsten, die jüngsten, bei der niedrigsten Temperatur entstanden, sind die wasserreichsten. Rechnet man den Quotienten q für Opal aus, so ergibt sich für Opal mit 3% H_2O und 97% SiO_2 $q = 0.10359$, für Opal mit 13% H_2O und 87% SiO_2 $q = 0.5006$. Der Opal kann sich also je nach seinem Wassergehalt vom Zwischenraum zwischen Analcim Natrolith angefangen während der Bildungsperioden aller folgenden Zeolithe bilden, und was auch in unserem Falle zu beobachten ist. Der Opal ist jünger als der Analcim, den er umschließt, und vielleicht auch jünger als der Natrolith, der ihn ebenfalls in zahlreichen Nadeln durchwachsen hat.

In einem Schlitze traten zahlreiche kleine Mandeln auf, welche makroskopisch als lichte Flecke aus dem Basalt hervortraten und eine rundliche oder manchmal blasige, wurmförmig gekrümmte Gestalt besitzen. Diese Mandeln boten ein merkwürdiges Bild. In der Mitte der Mandeln fand sich ein sehr schwach lichtbrechendes Mineral mit einem Brechungsquotienten sehr nahe an 1.486, — ein Calcitkriställchen || der Achse getroffen verschwand, wenn sein α' mit dem Nicol || schwang — das bisweilen eine Spaltung nach zwei \perp Richtungen erkennen ließ. Dieses Mineral zeigt manchmal auch doppelbrechende Partien, die sich dann als negativ zweiachsig erwiesen, sowie lebhaftere Felderteilung, die doppelbrechenden Partien erscheinen dabei gewöhnlich in der Mitte, die isotropen am Rande. Alles dies weist auf Analcim hin (möglicherweise könnte das doppelbrechende Mineral, $\gamma - \alpha = ca. 0.004$, auch Chabasit sein). Der Analcim erfüllt nun entweder die ganze Mandel oder er besitzt eine mehr oder minder breite Randzone oder aber erfüllen die Substanzen der Randzone die ganze Mandel, ohne daß noch

Analcim nachzuweisen ist. In diesen Fällen können tangentielle Schnitte vorliegen, welche nur die Hülle der Mandeln getroffen haben. Diese Randzone besitzt nun in allen Mandeln eine merkwürdig übereinstimmende Zusammensetzung. Unmittelbar an den Analcim legen sich, den Umrissen des Analcims folgend, mit ihrer Längsrichtung Alkalipyroxene an, welche sehr hohe Licht- und Doppelbrechung, merklichen Pleochroismus, α' Längsrichtung bläulichgrün, γ' farblos hellgelbgrün besitzen. Dann folgt eine farblose bis bräunliche, getrübe, isotrope Grundmasse, mit Lichtbrechung $<$ als Canadabalsam, in der sich folgende Minerale regelmäßig einstellen: zahlreiche Hornblendesäulchen, γ 3—4°, Pleochroismus stark, γ gelbbraun, α farblos, Biotittäfelchen senkrecht angeschossen an Titaneisenskelette, die bisweilen reichliche Verzweigung zeigen sowie auch frei in der Grundmasse liegend, dazwischen schwach lichtbrechende, mittelstark doppelbrechende zeolithische Partien, schließlich farblose Feldspatleisten, ohne jede Verzwilligung. Diese Feldspatleisten bilden in vielen Fällen die äußere Umgrenzung dieser Randzonen um die Analcime und liegen dann mit ihrer Längsrichtung dem Rande an. Die Umgrenzung der Mandeln gestaltet sich auf diese Weise sehr scharf, nur in ganz seltenen Fällen ist eine verschwommene Grenze vorhanden, insofern als Bestandteile der normalen Grundmasse, Pyroxen- oder Magnetitkörnchen noch in der Randzone erscheinen. Vielleicht hat man es in diesen Fällen auch nur mit Körnchen zu tun, welche bei der Anfertigung des Schliffes sich aus der Umgebung loslösten und in der Mandel festsetzten. Diese Minerale können auch, wie erwähnt, scheinbar die ganze Mandel ausfüllen, Analcim tritt dann entsprechend zurück oder ist überhaupt nicht mehr vorhanden.

Die Entstehung dieser eigentümlichen Gebilde ist nicht einfach zu erklären, je nachdem man den Analcim als primäre Bildung auffassen will oder nicht. Tut man dies, so ist er die jüngste Bildung unter den angeführten Mineralen, da er stets in der Mitte der Mandeln auftritt. Es finden sich, wie Stark¹⁾ des näheren ausgeführt hat, ähnliche Bildungen in der Nähe der Mandeln und Schlieren häufig in den Euganeengesteinen, und zwar sind es hier wie dort mit agents minéralisateurs geschwängerte Magmapartien gewesen, die in jedem Magma auftreten, aus denen diese mandelförmigen Gebilde hervorgegangen sind. Solche Magmapartien können in flüssiger Phase bis zu einer Temperatur herabsinken, bei welcher die übrigen Gesteinspartien bereits fest geworden sind, so daß sie also alle von den erstarrten Partien abgestoßenen Gase enthalten. Die reichliche Entwicklung von Biotit und Hornblende deutet ja schon darauf hin, daß diese Partien H₂O reich gewesen sein müssen. Die Auskristallisation fand dann jedenfalls ziemlich plötzlich statt und so konnten die zahlreichen Skelettformen entstehen, wie sie für rasch auskristallisierte Schmelzen bezeichnend sind, worauf M. Stark verweist. In unserem Falle hätten wir folgende Ausscheidungsfolge zu verzeichnen: Feldspat, Titaneisen, Biotit, Hornblende, farbloser bis brauner Rest, gleichzeitig Analcim mit Alkalipyroxensaum. Pelikan²⁾ hat eine primäre Entstehung des Analcims sehr wahrscheinlich gemacht; nach ihm bildet sich der Analcim noch im Zuge der Gesteinsverfestigung, die Analcimbildung bezeichnet keine neue Periode in der Geschichte eines Gesteines. In vorliegendem Falle sind für primäre Analcimbildung die denkbar günstigsten Verhältnisse vorhanden, die Temperatur des Schmelzflusses ist stark herabgedrückt, der Druck ist durch die Dämpfe offenbar erhöht, H₂O ist reichlich vorhanden gewesen.

¹⁾ M. Stark, Euganeen, p. 557.

A. Pelikan, Tschermaks Min. u. petr. Mitt., 25. Bd., p. 113.

Nimmt man keine Analcimbildung noch im Zuge der Verfestigung an, so gestaltet sich die Erklärung umständlich, so daß die erstere Deutung mir wahrscheinlicher scheint. Diese letzten Mandelausfüllungen haben große Ähnlichkeit mit den Zonen von verändertem Basalt, wie sie sich in der Umgebung der Zeolithmandeln finden. Doch treten die Umwandlungszonen um jene Mandeln, welche einen Rand von Quarzmineralen besitzen, entweder gar nicht oder nur sehr spärlich auf, dagegen sind sie wohl entwickelt um reine Zeolithmandeln oder in der Nähe von breiteren zeolithischen Kluftausfüllungen. Die Veränderungen, welche der Basalt in dieser Zone erfahren hat, sind im wesentlichen folgende:

In einem Falle, in dem sich am Rande der Mandel Analcim gebildet hat, der weiter im Inneren in Natrolith überging, war auch die Grundmasse der Umgebung stark analcimisiert. In dieser Grundmasse liegen neben vereinzelt Mineralen der normal entwickelten Grundmasse, und zwar Titanaugit, Magnetit, Apatit, vereinzelt Nephelin noch neugebildete Hornblendenädelchen und Biotitfitter, unregelmäßig begrenzt, sowie Feldspatleisten, eine Generation von äußerst feinen Apatitnadelchen sowie sehr spärlich Ägirine. Der Analcim der Grundmasse hat manchmal eine Umwandlung in Natrolith erfahren und enthält auch geringe Mengen stärker doppelbrechender Zeolithe, die in farblosen Nadeln zu Büscheln vereinigt sind, wohl Thomsonit. Auch eine Trübung durch farblose, stärker lichtbrechende traubige Kügelchen war häufig zu beobachten. In der Nähe einer breiteren Kluftausfüllung (siehe Fig. 2), in der Analcim und Natrolith am stärksten beteiligt waren, hatte sich eine ziemlich breite Zone gebildet, welche diese merkwürdige Ausbildung zeigte. Auch im Inneren der Zone waren größere Partien von Analcim vorhanden, an deren Ränder manchmal Ägirinnadeln sich angelegt haben. Die farblose isotrope, bisweilen schwach doppelbrechende Grundmasse setzt sich aus Zeolithen zusammen, unter denen Analcim und Natrolith überwiegen, Thomsonit war in kleinen büschelförmig angeordneten Nadeln vorhanden, auch Nephelin ist in der Grundmasse noch zu erkennen. Dieses Gemenge farbloser Minerale nimmt über die Hälfte der Partie ein, ist stellenweise stark durch feinste Magnetit-, Glimmer- und wie es scheint auch Spinellkörnchen getrübt und ist reich an Kalzitkörnchen. Am reichlichsten tritt in der Grundmasse stark pleochroitische Hornblende auf sowie geringere Mengen von Biotit. Apatit ist auffallend reichlich in sehr dünnen langen Nadelchen vorhanden. Außerdem wurde in mehreren Individuen ein braunvioletter Titanaugit beobachtet, der schwachen Pleochroismus zeigte, sich als positiv einachsige (nahezu) erwies, starke Dispersion der Auslöschung, sehr schönen Sanduhrbau besaß. Der dunklen Farbe dieses Pyroxens nach zu schließen, muß eine außerordentliche Anreicherung der TiO_2 stattgefunden haben, Hand in Hand damit geht die Verkleinerung der Achsenwinkel bis nahezu auf 0° . An den Rändern der Umwandlungspartien ist außerdem eine Beteiligung von Magnetit, Titanaugit der Grundmasse zu beobachten.

Diese eigenartig ausgebildeten Zonen sind jedenfalls ebenso zu erklären wie oben die Analcimmandeln mit Randbildungen. Auch hier dürften Magmapartien vorgelegen haben, welche sehr gasreich waren und deshalb bis tief unter die Erstarrungstemperatur des übrigen Gesteins in flüssiger Phase verharrten. Die Gase haben sich nach Stark ebenso in den noch flüssigen Partien wie vornehmlich um die schon vorhandenen Blasenräume angesammelt. Als Ausscheidungsfolge ergäbe sich: Pyroxen, Apatit, Magnetit, Hornblende, Biotit, Ägirin, Nephelin, Analcim (sekundär verwandelt in Natrolith), wobei wiederum die Analcimbildung aus überhitzter wässriger Lösung erfolgen kann, welche durch Übergänge mit der silikatischen Schmelzlösung verbunden erscheint.

Das Material ist im k. k. naturhistorischen Hofmuseum aufbewahrt.

Diese Arbeit wurde mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen ausgeführt, wofür hier der ehrerbietigste Dank gesagt sei.

Für die Herstellung der Negative zu den beigegebenen Bildern bin ich meinem Freunde, Herrn Dr. H. Leitmeier, zu Dank verbunden.

Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Einleitung	113
II. Protogene Bildungen	115
1. Monokliner Pyroxen	117
2. Rhombischer Pyroxen	119
3. Olivin	121
4. Olivinpyroxenknollen	123
5. Hornblendepartien	124
6. Glimmerpartien	124
III. Das eigentliche Gestein	125
1. Normale Beschaffenheit	125
2. Randfazies	130
3. Kontaktwirkungen	131
IV. Exogene Einschlüsse	131
1. Sandsteineinschlüsse	132
2. Toneinschlüsse	135
3. Graniteinschlüsse	136
4. Augitsyeniteinschlüsse	139
5. Tonschieferinschlüsse	140
6. Gneiseinschlüsse	140
7. Quarzkörnereinschlüsse	241
8. Orthoklaskörnereinschlüsse	142
9. Augit-Feldspat-Analcimbildungen nicht klar erkennbaren Ursprunges	142
V. Mandelbildungen	142

Tafelerklärung.

- Fig. 1 stellt die drei Zonen um einen Einschluß dar (zu äußerst eine dem Basalt zugehörige Zone ohne Olivin und Magnetit bei Überwiegen von Titanaugit, dann eine Zone aus Diopsid bestehend, zu innerst eine trübe glasige Zone mit Diopsidskeletten und spärlichen Feldspatleisten).
- Fig. 2. Verändertes Gestein in der Nähe einer Mandel (neben Bestandteilen der Grundmasse des normalen Gesteins sind Hornblendenädelchen und Biotitfitter vorhanden, die in einer vorwiegend zeolithischen Grundmasse liegen).
- Fig. 3 zeigt ein wahrscheinlich aus Hornblende hervorgegangenes Gemenge von Pyroxen und Olivin mit Eutektstruktur und einer Hülle von Titanaugit (gekreuzte Nicols).
- Fig. 4. Dasselbe ohne oberen Nicol.
- Fig. 5. Monokliner Pyroxen und Olivin mit Hülle von Titanaugit; wohl aus protogenem Augit entstanden.
- Fig. 6. Um einen Kern aus feinkörnigen Pyroxenen ist ein Kranz von Olivin und Magnetit gebildet, wahrscheinlich aus protogenem Augit entstanden.