

Ueber die granatreichen Einschlüsse im Basalt des Finkenbergs bei Bonn.

Von F. Zirkel in Bonn.

In einer Abhandlung „Beitrag zur Kenntnis der Granate in vulkanischen Gesteinen und Auswürflingen des Niederrheins“¹ hat Herr Dr. J. UHLIG verschiedene Glieder dieser Mineralgruppe, wie sie dort auftreten (Melanit, Topazolith, Aplom, Hessonit, Almandin, Grossular nebst Mittelgliedern) eingehend und namentlich auch mit Rücksicht auf ihre chemische Zusammensetzung untersucht. Zum Schluß werden dabei die im Basalt vom Finkenberg gegenüber Bonn vorgekommenen, hauptsächlich heller oder dunkler fleischfarbigen Einschlüsse behandelt, die in erster Linie aus vorwiegendem Granat mit mehr oder weniger grünem monoklinem Augit, dazu auch noch vielfach Wollastonit bestehen. Diese Einschlüsse wurden zuerst in meiner Schrift „Über Urausscheidungen in rheinischen Basalten“² besprochen. Gegen meine Beobachtungen selbst macht UHLIG keine Einwendungen; nur in der Deutung der Objekte weicht er ab. Er erklärt sie von vornherein „in weitaus den meisten Fällen“ für Partien von „normalem Kalksilikathornfels“, während sie meines Erachtens nach den dort so verbreiteten Urausscheidungen oder endogenen Einschlüssen zugezählt werden sollten.

Bevor ich mich für die letztere Ansicht als die weit wahrscheinlichere entschied, habe ich nicht unterlassen, jene ja eigentlich a priori recht nahe liegende Auffassung in Erwägung zu ziehen, die jetzt von UHLIG ausgesprochen worden ist. Doch es gesellten sich bei diesen Betrachtungen zahlreiche Momente zueinander, welche sich nur schwer mit der Natur dieser Einschlüsse als Kalksilikathornfels in Einklang bringen ließen, andererseits zugunsten des Ausscheidungs-Charakters sprachen. Da mehrfach den Schlußfolgerungen von UHLIG entgegengetreten werden muß und auch weiterhin noch einige neue Gesichtspunkte betont werden können, so möge es gestattet sein, die beiden abweichenden Ansichten im folgenden gegeneinander abzuwägen; der Kürze halber ist Kalksilikathornfels durch Ks-Hf., Urausscheidung durch U-A. wiedergegeben.

Man kann eigentlich nicht sagen, daß dem bloßen Auge gegenüber das Aussehen der meist feinkörnigen (früher von O. BECKER

¹ Habilitationsschrift. Verhandl. d. naturhist. Vereins d. preuß. Rheinl. u. Westfalens. 67. Jahrg. 1910. p. 307—403.

² Abhandl. d. mathem.-phys. Klasse der K. sächs. Ges. d. Wissensch. 28. 1903. p. 143; s. auch weiter dies. Centralbl. 1908. p. 417.

sogar für Zirkonaggregate gehaltenen) Einschlüsse mit ihrem Wechsel verschiedenfarbig gefleckter Stellen, wie er durch die örtliche Konzentration von Gemengteilen hervorgebracht wird, sonderlich mit den typischen Bildern echter Ks-Hornfelse übereinstimmt. So gründet denn auch UHLIG seine Ansicht in erster Linie auf die im Dünnschliff hervortretende Mineralgesellschaft: Kalktongranat, lichter Pyroxen, Wollastonit, „wie sie für Ks-Hf. charakteristisch ist“. Daß letzteres der Fall, ist jedermann bekannt, und es war auch für mich anfangs ein Argument, welches mir eine kurze Zeitlang die jetzt von UHLIG vertretene einfache Ansicht nahelegte. Dann häuften sich allerdings die Schwierigkeiten. Sie lagen einmal in der spezielleren mineralischen Zusammensetzung der Einschlüsse.

Es soll kein besonderes Gewicht darauf gelegt werden, daß bisher in den vielen Finkenberger Einschlüssen dieser Art keine Spur eines anderen, für die Ks-Hfe. mindestens ebenso bezeichnenden Minerals gefunden wurde, kein Vesuvian, kein Epidot, Strahlstein, Tremolit, auch nicht Skapolith, Zoisit usw. Das kann, wie auch das Fehlen sonstiger sog. Hornfelse, im Gegensatz zu anderen Erscheinungen auf Zufall beruhen.

Von größerem Belang, wenn auch von UHLIG ganz unberücksichtigt gelassen, ist die Natur der den Granat (und Wollastonit) dort begleitenden Mineralien. Jeder, der Ks-Hf. kennt und nicht zu schweigen vorzieht, wird zugeben, daß die Gegenwart von keineswegs seltenem Orthit, von schönem, namentlich am Rande bräunlich oder violettlich staubigem Apatit, begleitet von Titanit und Quarz für solche Gesteine ganz außergewöhnlich oder vielmehr wohl überhaupt noch nie beobachtet worden ist. Auch der monokline Pyroxen hat ein Ansehen, wie es ihm sonst in normalen Hornfelsen dieser Art fremd ist. Vor allem ist es aber noch der Fund von stecknadelkopfgroßen roten Zirkon-Individuen in den Granatmassen, wodurch letztere ganz aus der Rolle von Ks-Hf. herausfallen. — Wenn, worauf schon früher hingewiesen, in manchen der Einschlüsse der Granat an der rundlichen Peripherie augenfällig entschieden reichlicher ist als im Inneren, so läßt sich dies kaum erklären, wenn es sich um exogene Fragmente von Ks-Hf. handelt.

Nun sind aber die eben genannten akzessorischen Mineralien bemerkenswerterweise solche, die sich außer an den Granat- und Wollastonit-Granatmassen gerade auch an sonst ganz anders gearteten Einschlüssen des Finkenbergs beteiligen, und zwar an Einschlüssen, welche wohl nur als Urausscheidung gelten können. Genau dieselben Orthite, Apatite, Titanite liegen manchmal reichlich in den dunklen Augitknollen, Apatite in den großen Hornblendeaggregaten, Orthit, Apatit und Zirkon vielfach in den Feldspataggregaten; auch die grünen Pyroxene der Granatmassen finden

sich hier ganz übereinstimmend wieder. Das weitverbreitete Auftreten derselben Mineralien in noch anderen Einschlüssen — in den Quarzfeldspatmassen, den reinen Quarzmassen, den Sillimanitpartien — sei hier nicht herangezogen, weil letztere vielleicht noch nicht allseitig als U-A. anerkannt werden.

Was den Granat selbst betrifft, so ist er — abgesehen von den in Rede stehenden Einschlüssen — dem Finkenberger Basalt auch sonst nicht fremd. So hat sich in letzterem als Seltenheit ein schönes rotes Kriställchen, anscheinend ein abgerundetes Ikositetraëder gefunden, das nach Art des Zirkons und Sapphirs ganz isoliert lag (da die Steinbrecher unter den vereinzelt kleinen Einwachsungen vorwiegend nur auf diese beiden ihr besonderes Augenmerk richteten, so ist vielleicht mancher Granat unerkannt geblieben; auch im Basalt vom Ölberg im Siebengebirge werden von KLOOS kleine rote Granaten angegeben). Schon früher hatte sich sehr lichter isotroper Granat in einer feldspathaltigen Augitmasse dargeboten, die mit Ks-Hf. nichts zu tun hat. Auch ist nun endlich einmal spärlicher Granat in Olivinpartien beobachtet worden.

Wenn die Finkenberger Granatmassen in ihren Individuen oft sehr reichlich mikroskopische unzweifelhafte Glaseinschlüsse aufweisen, so ist dies dieselbe Erscheinung, wie sie auch von den Individuen der dortigen Augit-, Hornblende-, Enstatit-, Feldspat- u. a. Urausscheidungs-Aggregaten dargeboten wird. Bei einer endogenen Ausscheidung spielen diese hyalinen Inklusionen die Rolle eines unmittelbaren Attributs, aber in einem normalen Ks-Hf. kommen sie sonst nicht vor. Dennoch scheinen sie für UHLIG nicht weiter beachtenswert gewesen zu sein, ja er empfindet keine Verwunderung, wenn er berichtet, daß auch mitten in den granathaltigen Einschlüssen kleinere Glastümpel auftreten. Wer unter diesen Umständen dennoch in den Granatmassen Ks-Hf. erblicken will, der wird zur Annahme der — dort nie beobachteten — mysteriösen „sekundären Glaseinschlüsse“ seine wenig erfreuliche Zuflucht nehmen müssen.

UHLIG gibt dann weiter an, unter den Einschlüssen im Finkenberger „unreine Kalksteine bis zu kalksandsteinähnlichen Abarten“ gefunden zu haben, in denen er das Material für die „im Tiefenkontakt mit einem Magma“ zustande gekommene Bildung von normalem Ks-Hf. erblickt. Mir sind solche Materialien, deren Dasein übrigens nicht gegen die Ausscheidungsart der Granatmassen sprechen würde, nicht bekannt geworden. Es sind der Beschreibung nach jedenfalls sehr eigentümliche Kalksteine. Das eine graulich-rötliche Fragment ist ein u. d. M. dicht grau bestäubtes, nur an den Rändern des Präparats besser durchsichtig werdendes Aggregat von Calcit, mit klareren größeren Körnern dazwischen, ferner mit einem Gehalt von einzelnen eckigen Quarz-

körnern, hier und da mit kleinen kräftig grünen Pyroxensäulchen, sogar einmal auch etwas Feldspat — immerhin ein sonderbarer Kalkstein. Das andere grauweiße Objekt ist hauptsächlich ein dicht grau bestäubtes Kalkspataggregat, ganz durchsät mit meist eckigen Quarzkörnern. Und in dieser Masse, die stellenweise „den Charakter kalkreicher Sandsteine hat“, finden sich hier und da „Nester mit Plagioklas, Augit und reinerem Kalkspat“ — wohl ein Unikum von einem kalkreichen Sandstein und schwerlich ein Prototyp von Kalktongranat-Hornfels.

Die Angabe, daß die Granat- und Wollastonit-haltigen Einschlüsse oft viel fein verteilten staubähnlichen kohlen sauren Kalk enthalten, wird von UHLIG bestätigt; er betrachtet ihn größtenteils als einen Rest des ehemaligen Kalksteins, während ich in ihm vor wie nach ein sekundäres Umwandlungsprodukt des Granats (der nach UHLIG's Analyse 32,59 % Ca O enthält) und des ebenfalls kalkreichen Wollastonits erblicken möchte. Dadurch erhält auch der verbreitete sekundäre Opal, dessen Gegenwart in einem normalen Ks-Hf. kaum zu deuten ist, seine befriedigende Erklärung.

Nicht recht verständlich ist UHLIG's Schlußfolgerung, wenn er sagt: das Karbonataggregat, in welchem die übrigen Gemengteile gewissermaßen schwimmen, „muß als zweifellos primär angesehen werden, es kann sich nicht erst nachträglich zwischen den anderen Materialien abgesetzt haben, denn würde man es sich fortdenken, so würden diese zusammenhanglos in der Luft schweben“. Dann müßte z. B. anderswo auch der Serpentin, in welchem Olivine, Diallage, Granate liegen, als primär zu gelten haben, denn letztere würden gleichfalls in der Luft schweben, wenn man sich die zwischen ihnen befindliche Substanz — das Umwandlungsprodukt derselben — „fortdenkt“. Das Karbonat ist eben aus den anderen Gemengteilen hervorgegangen, nicht zwischen ihnen in leere Räume abgesetzt.

Wie gesagt, sind zufolge UHLIG in weitaus den meisten Fällen die granathaltigen Einschlüsse des Finkenbergs normale Ks-Hfe. Gegen den Schluß seiner Arbeit wird aber nun eine ganz abweichende Ansicht danebengestellt, die wohl etwas schärfer von der bisher besprochenen hätte getrennt werden sollen. Nach ihm gibt es nämlich auch Verhältnisse, wo die Sache so liegt, „daß eine Ausscheidung granathaltiger Materialien mit Hilfe des Magmas wahrscheinlich ist“; dies sei wohl nur so zu erklären, daß an Stelle eines völlig resorbierten Einschlusses vom Magma ähnliche Mineralbildungen, wie die vorher aufgelösten, ausgeschieden wurden. „Es handelt sich dann freilich nicht um Urausscheidungen, wie F. ZIRKEL anzunehmen geneigt ist, sondern um endogene Kontaktbildungen. Damit soll natürlich nichts über die übrigen, von ZIRKEL als Urausscheidungen angesprochenen Einschlüsse ausgesagt sein.“ Somit würden also im Finkenberger Basalt zweierlei

Granatmassen eingeschlossen liegen, die einen normale Ks-Hfe., die anderen Rekrystallisationsprodukte, hervorgegangen aus der Resorption der ersteren; vergeblich habe ich mich indessen bemüht, aus dem Zusammenhange herauszufinden, welche Erscheinungen es denn waren, die zu der Annahme geleiteten, daß Produkte letzterer Art vorliegen; auch werden diagnostische Gegensätze nicht erwähnt. Ist aber ein solches Nebeneinandervorkommen an sich schon nicht eben wahrscheinlich, so ist auch übersehen worden, zu bedenken, daß die Granatart, um die es sich handelt, bekanntermaßen ein Mineral ist, welches aus seiner eigenen Schmelze gerade nicht wieder herauskristallisieren zu können scheint, sondern nach allen Erfahrungen vermöge einer Spaltung Anorthit, Kalkolivin, Augit, auch wohl Meionit und Melilith liefert. Ganz abgesehen davon möchte ich aber auch dagegen Einspruch erheben, daß Granatmassen, welche etwa auf dem letztgedachten Wege dennoch durch Rekrystallisation resorbierten Materials zustande gekommen wären, deshalb aus der Kategorie der U-A.en ausgeschlossen werden müßten. Mit irgend einer Ursache muß es doch zusammenhängen, daß besonders frühe Ausscheidungen oder endogene Einschlüsse vor der eigentlichen Magma-Erstarrung aggregatweise entstehen: mit der örtlichen Koagulation bereits verfestigter Gemengteile, oder mit einer örtlich abweichenden chemischen Zusammensetzung des Magmas. Die letztere aber kann auf verschiedene Weise hervorgebracht werden, darunter auch — vielleicht häufiger als man ahnt — durch Resorption fremder Fragmente. In der Anerkennung eines solchen Vorgangs durch UHLIG könnte ich ja somit immerhin einen entgegenkommenden Schritt erblicken. Übrigens wird die Beurteilung seiner Angaben dadurch erschwert, daß man in vielen Fällen gar nicht weiß, ob sie sich auf seinen normalen Ks-Hf. oder auf das supponierte Rekrystallisationsprodukt desselben beziehen.

Wenn es schließlich heißt, daß „die Ks-Hf.-Einschlüsse im Basalt des Finkenbergs noch eine weitere Metamorphose durchgemacht zu haben scheinen — jedenfalls in innigster Berührung mit dem Basaltmagma —, die aus ihnen Plagioklas-Augitgesteine entstehen ließ“, so ist mir ein darauf hinweisendes Material nicht bekannt geworden, indem ich einem a. a. O. S. 132 erwähnten Orthoklas-Plagioklas-Augitaggregat mit Granatgehalt eine solche komplizierte Deutung nicht geben kann. Sollte sich aber etwas Derartiges tatsächlich zugetragen haben, so würde es für die hier behandelte Frage nach der Natur der Einschlüsse gleichgültig sein, denn wenn eine solche Metamorphose an einem Ks-Hf. im Magma hätte erfolgen können, so wäre sie ebensogut an einer übereinstimmend zusammengesetzten U-A. im Magma möglich gewesen.

Bei den genetischen Erwägungen hat es mir auch scheinen wollen, daß die Auffassung der Granataggregate als U-A. sich besonders gut in den Verlauf der magmatischen Prozesse ein-

gliedere. Hier, wo eine so ganz unerhörte Menge von Olivinknollenfragmenten sich findet, wie sie sonst wohl nie wiederkehrt, muß das Magma durch deren Bildung reich an den dabei gar nicht zur Verwendung gelangenden Stoffen, an Al, Ca und Alkalien geworden sein; indem sich dann so einerseits Feldspat, Sillimanit, Sapphir bildeten, gab der Ca- (und Al-) Überschuß Veranlassung zur Ausscheidung von Granat und Wollastonit; durch die Gegenwart der letzteren Massen bietet sich eben eine befriedigende Deutung für den sonst rätselhaft erscheinenden Verbleib des gesteigerten Kalkgehalts. Es ist vielleicht nicht ohne Belang, daß in den Hunderten von Basalten der gegenüberliegenden Eifel sowohl die Olivinmassen als die genannten Ausscheidungen fehlen, wie dies auch in den Basaltregionen Nordwest-Europas der Fall.

Aber dasjenige, was schließlich dazu führte, jede andere Ansicht als die von dem U-A.-Charakter der Granatmassen zu verwerfen, das waren die Umrindungen, die sie um andere Einschlüsse bilden. Der Basalt des Finkenbergs ist — oder wie man vielmehr leider jetzt sagen muß, war — ausgezeichnet nicht nur durch die außerordentliche Menge und übergroße Verschiedenheit seiner Einschlüsse und deren oftmaligen zonenweisen Wechsel in Zusammensetzung und Struktur, sondern auch durch die schon anfangs hervorgehobenen Umrindungen, durch die Erscheinung, daß ein Einschluß dieser oder jener Art umhüllt wird von einem mineralisch ganz abweichenden Material, welches aber als solches auch wiederum für sich anderswo selbständige Einschlüsse bildet; der Basalt legt sich alsdann allseitig herum. Wo derartige beschaffene Körper vorkommen, da liefern sie einen zweifellosen Beweis dafür, daß auf alle Fälle das Rindenmaterial kein exogener fremder Einschluß sein kann, sondern aus dem Basalt selbst entstanden und um seine Ansatzfläche herum zur Ausscheidung gelangt ist. Über sechs verschiedene Fälle dieser Art konnte schließlich in der p. 657 genannten späteren Mitteilung berichtet werden. In zweierlei Weise hat sich auch die fleischrote körnige Granatmasse so als Umrandung gefunden: sowohl mehrfach um ein augithaltiges Quarzfeldspat-Aggregat als einmal um das Bruchstück eines Olivinknollens. Für mich hatte schon das erste Fundstück dieser Art den Nachweis geboten, daß die Granatmasse hier nur direkt aus dem Basalt verfestigt sein kann. Alle Erörterungen im Vorhergehenden sind dadurch eigentlich überflüssig geworden. UHLIG verschweigt, wie ausführlich er sonst auch auf alles eingeht, das Dasein dieser Vorkommnisse und ihre Bedeutung gänzlich; als objektiv kann ein solches Verhalten nicht gelten.

Da hier einmal von dem Finkenberg die Rede ist, so sei noch eine weitere Bemerkung hinzugefügt. In früheren Mitteilungen

habe ich die sehr weitgehende Verbreitung des Zirkons in den verschiedensten dortigen Einschlüssen hervorgehoben; abgesehen von den bekannten, direkt im Basalt liegenden Kristallen finden sich seine makro- oder mikroskopischen, oft hell leuchtend roten Individuen in Feldspataggregaten, in Quarzfeldspatmassen, in Sillimanitbüscheln, in Glimmerknohlen, in Apatitknöllchen, in Granatmassen, so daß man hier fast von einer Allgegenwart des Zirkons reden möchte. Indem er sich durch alle diese abweichenden Dinge hindurchzieht, macht er die Auffassung unwahrscheinlich, daß es sich bei letzteren um eine Ansammlung von lauter exogenen Einschlüssen handle, welche, wie verschiedenartig sie auch sein mögen, merkwürdigerweise gerade allesamt Zirkon geführt haben. Auch widerstreitet die Art und Weise des Auftretens der Zirkone gänzlich der Ansicht, daß das Mineral erst unter der Einwirkung des Magmas in solche fremden Materialien nachträglich eingewandert sei. Und so darf man wohl darin ein Argument zugunsten der Ausscheidungs-Natur dieser Aggregate erblicken, indem der dem Magma entstammende Zirkon sich schon bei deren Aufbau aus dem letzteren beteiligt hat.

Etwas Analoges scheint sich nun noch für ein anderes, erst neuerlich vom Finkenberg bekannt gewordenes Mineral darzubieten. Durch R. BRAUNS¹ wurde das Dasein von Molybdänglanz in verschiedenen Einschlüssen nachgewiesen; abgesehen von einer, ihrer Natur nach noch fraglichen isolierten Partie fand er ihn in Quarzfeldspat-Aggregaten, in derbem Quarz, in derbem Magnetkies, in Olivin-Enstatit-Aggregaten. Vielleicht läßt sich hier ein ähnlicher Schluß in derselben Richtung ziehen, wie er möglicherweise weiterhin dann auch auf den in den Finkenberger Einschlüssen befindlichen Graphit begründet werden könnte.

¹ Dies. Centralbl. 1908. p. 97.