

## Original-Mitteilungen an die Redaktion.

### Über das Vorkommen von Zinkblende im Basalt des Bühls bei Cassel.

Von **W. Eitel.**

Mit teilweiser Benutzung orientierender mikroskopischer Studien  
VON **W. IRMER.**

Mit 6 Textfiguren.

Unter den zahlreichen wissenschaftlich wertvollen Einschlüssen, die in dem Basalte des Bühls bei Weimar in der Nähe von Cassel sich finden, sind diejenigen einer schwarzen Zinkblende besonders merkwürdig. Durch das Entgegenkommen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M., der ich an dieser Stelle ergebenen Dank aussprechen möchte, konnte ich das vortreffliche Material der HORNSTEIN'schen Sammlung zur näheren Erforschung der mineralogischen und petrographischen Natur der so interessanten Blendeinschlüsse benutzen und insbesondere auch die Bildungsumstände und Vorgeschichte derselben soweit möglich in allen Einzelheiten verfolgen.

So häufig die Blende als Gangbildung auftritt, besonders in der kiesig-blendigen Bleierzgangformation (cf. R. BECK), so selten hat man dieselbe in effusiven Gesteinen beobachtet. E. WILDSCHREY erwähnt in seiner Dissertation<sup>1</sup>, daß G. LEONHARD<sup>2</sup> zuerst im Basalte der Gierswiese bei Hohen-Honnef Blende gefunden hat, ebendort auch von VON DECHEN beschrieben<sup>3</sup>, als Einsprengling in einem weißen Quarzeinschluß. Auch im Basalte von Oberwinter (im Unkeler Steinbruch, l. c. p. 155) fand man eine schwarze spätige Blende als Einschluß von Walnußgröße, aus erbsengroßen Kristallindividuen bestehend. Besonders bemerkenswert ist auch das von O. BECKER<sup>4</sup> erwähnte Vorkommen der Blende im Basalte vom Finkenberg, in devonischen Gangquarz eingelagert (zuerst von BODENSTEIN beobachtet, siehe bei WILDSCHREY, l. c. p. 7). Alle

<sup>1</sup> Neue und wenig bekannte Mineralien aus dem Siebengebirge und seiner Umgebung. Diss. Bonn. 1911. p. 6.

<sup>2</sup> Handwörterbuch d. topogr. Mineralogie. 1843. 105.

<sup>3</sup> Geognost. Führer in das Siebengebirge. 1861. 156.

<sup>4</sup> Der Basalt vom Finkenberg. Bonn, 1906, handschriftl. Nachtr.

diese Vorkommnisse lassen sich aber jedenfalls auch nicht annähernd an Schönheit und Menge der Einschlüsse mit dem Material vom Bühl vergleichen, zumal insbesondere sich deren Bildung und Schicksale in besonders klarer Weise enthüllen ließen.

In der Sammlung des verstorbenen Herrn Prof. HORNSTEIN sind etwa dreißig sehr schöne, z. T. recht bedeutend große Zinkblendeinschlüsse enthalten, von denen 18 näher untersucht worden sind. Es mußte dabei als Leitgedanke gelten, möglichst die paragenetischen Verhältnisse in den Blendevorkommnissen zu klären und daraus die Vorgeschichte derselben abzuleiten, was in der Tat dank der vorzüglichen Belegstücke völlig gelungen ist.

Makroskopisch erscheinen die Blendeinschlüsse in der Regel als unregelmäßige, manchmal auch fast platten- oder linsenförmige Einlagerungen in den normalen Bühlbasalt. Die vorzügliche Spaltbarkeit des Minerals fällt sofort auf den frischen Bruchflächen der Einschlüsse ins Auge, ebenso der sehr lebhaft glänzende Diamantglanz. Weitaus in den meisten Fällen ist die Blende ganz schwarz — sammetschwarz mit einem Stich ins Bläulichschwarze — gefärbt, verrät also sofort ihren hohen Gehalt an isomorph beigemengtem Eisensulfid; abgelöste Spaltblättchen erscheinen nur in sehr intensivem Lichte (im Sonnenlicht oder im Lichte der Bogenlampe) eben mit rotbrauner Farbe durchsichtig. In wenigen ganz besonders merkwürdigen Handstücken aber bemerkt man eine fast farblose, nur schwach gelbliche oder honiggelbe Blende in rundlichen knollenförmigen Kristallaggregaten, die nach dem umgebenden Basalte zu in eine Zone von gelblichroter Farbe übergeht, um schließlich am Kontakt mit dem Eruptivgestein in der gewöhnlichen tiefschwarzen Farbe zu erscheinen. Es machen derartige Einschlüsse ganz den Eindruck, als hätte eine ursprünglich sehr schwach eisenhaltige Zinkblende aus dem Basalt oder aus anderen Substanzen der unmittelbaren Umgebung randlich Eisensulfid aufgenommen, als sei aber die isomorphe Mischung nur an den Randpartien der Blende zustande gekommen, während die Zeit nicht ausreichte, um in dem anisotropen Medium durch Diffusion den ungleichmäßigen Sulfidgehalt überall auszugleichen.

An vielen Handstücken fällt sogleich die oft innige Durchwachsung der Blende mit Quarz und braunem Gesteinsglas ins Auge; die einzelnen Quarzkörner sind meist wasserklar, nur von etwas Glas am Rande und auf den Sprungflächen durchsetzt. Das fast stetige Zusammenvorkommen von Quarz und Blende legt die Vermutung sehr nahe, daß beide Mineralien auch vor der Einbettung in die Basaltmasse paragenetisch verknüpft gewesen sind, daß also eine primäre Gangbildung ihnen zugrunde liegt. An manchen Stellen erscheint sogar der Basalt ganz durchsetzt von sandig-körnigen Quarzschnitzern, die von einem braunen Glase zusammengehalten werden. Sehr bemerkenswert ist das Auftreten von

Magnetkies in Gestalt kleiner unregelmäßiger Kristallaggregate, die zuweilen in den Basalt direkt eingelagert erscheinen, z. T. sich mit dem Quarz und der Blende zusammen vorfinden, im ersteren Falle jedoch stets in der nächsten Umgebung der anderen Mineralien anzutreffen sind. Es ist nach dem Charakter des Vorkommens des Magnetkieses jedenfalls nicht zu bezweifeln, daß auch dieser mit dem Quarz und der Blende paragenetisch verknüpft ist und nicht etwa im Basalte eine primäre Bildung darstellt.

Die Grenze zwischen Basalt und Blende erscheint in den meisten Fällen fast ganz scharf gezogen; mitunter aber beobachtet man eine dünne schwarze Glasschicht zwischen beiden, nach der die Einschlüsse sich verhältnismäßig leicht ablösen lassen, und die, wenn sie frei liegt, sich als ründlich angeschmolzene Masse darstellt, in der die rhombendodekaedrisch spaltenden schwarzen Kristalle der Blende eingebettet liegen. Diese Glaszone sieht an vielen Stellen dann ganz so aus, als sei die Blende selbst in dem Basalte angeschmolzen worden; indessen haben sich echte Schmelzercheinungen und -strukturen an der Blende selbst bei näherer Untersuchung nie beobachten lassen, höchstens bemerkt man zuweilen eine gewisse Aufblätterung der kompakten Kristalle zu dichten unregelmäßig orientierten Aggregaten, welche ganz vom Glase durchsetzt sind.

Die Kristalle der Zinkblende erreichen oft eine beträchtliche Größe, manche Individuen messen etwa 13 auf 14 mm im Querschnitt. Das physikalische und chemische Verhalten derselben gleicht völlig dem der bekannten eisenreichen Varietäten.

Die Untersuchung einiger der wichtigsten der mir vorliegenden Handstücke auf mikroskopischem Wege geschah zunächst zwecks Klarstellung der paragenetischen Verhältnisse der Blende zu den kieselsäurehaltigen Begleitmassen der Einschlüsse mit Hilfe der Dünnschliffmethode. Herr Dr. W. IKMER hat sich im Sommer des vorigen Jahres der Aufgabe gewidmet, einige der wichtigsten dahingehenden Tatsachen kurz festzustellen. Meist sind die Blendeinschlüsse ganz scharf gegen den Basalt abgegrenzt; dieser selbst erscheint vollkommen normal, wie ihn W. IKMER in seiner Dissertation (Frankfurt a. M. 1919) geschildert hat, nur ist das Gestein hier ziemlich reich an schwarzbraunem Glase. Die Blende tritt in Gestalt unregelmäßig verteilter ziemlich gleich großer Fetzen auf, in deren Zwischenklemmasse das schon wiederholt erwähnte schwarze Glas mit den Bestandteilen des Basaltes durchsetzt erscheint, so vor allem mit Plagioklaskristallen, Olivinkörnern, z. T. relativ großen Augitleisten, Magnetitkörnchen und Skeletten des nelkenbraunen Ilmenits, endlich zahllosen dunklen Mikrolithen. Auch heller gefärbtes braunes, seltener rotes, gelbrotes oder gelbes Glas findet sich allenthalben, z. T. sphärolithisch entglast. Oft bemerkt man auch in einer fast undurchsichtigen Glasgrundmasse vereinzelte

zersprungene und stark korrodierte Quarzkristalle, daneben wieder gegabelte oder federfahnenartige Skelette von Labrador und Bytownit sowie ziemlich große Angitkristalle, von denen ein Teil sich durch ihre grüne Farbe sofort von dem braunen basaltischen Augit als Neubildung unterscheiden.

Zuweilen ist der Quarz in größeren Mengen erhalten geblieben; in derartigen Schliften bemerkt man besonders nach dem Rande des Einschlusses hin eine erhebliche Zunahme der dunkelbraunschwarzen Glasmasse, die sich in scharfem Saume auch um die Zinkblende herumlegt. In dem Glase findet man auch hier charakteristische Plagioklasskelette; die Quarzkörner erscheinen stets stark korrodiert und zersprungen, bisweilen zu sandsteinartigen Massen angehäuft. Meist zeigt der Quarz undulose Auslöschungserscheinungen, also erhebliche innere Spannungen. Die größeren Körner bilden meist unregelmäßige Aggregate von lückenlos-dichter Beschaffenheit, die kleinen Zwischenräume zwischen den Quarzbröckchen sind von hellgefärbtem Glase erfüllt. Es ist nach dem Gesamtbilde nicht daran zu zweifeln, daß durch die chemische Wechselwirkung zwischen der Basaltmasse und dem Quarze die verschiedenen Gläser gebildet worden sind. Für diese thermometamorphe Umbildung des ursprünglichen Einschlußmaterials spricht auch das Auftreten kalkarmer magnesiumdiopsidartiger Pyroxene, die nach unseren Untersuchungen für die Einschlüsse des Bühlbasaltes überhaupt sehr charakteristisch erscheinen. In einzelnen Fällen beobachtet man eine eigentümliche Kranzstruktur um die korrodierten Quarzkörner; das reliktsche Quarzkorn wird nämlich oft von einem Hofe farblosen oder schwach grünlichgefärbten Glases umgeben, in dem zahlreiche kleine Pyroxenmikrolithe radial gestellt zum Quarz erscheinen. Es ist dies dieselbe Resorptionsstruktur, welche der Verfasser insbesondere an zahlreichen Magnetkieseinschlüssen des Bühlbasaltes beobachtet hat.

An einem bestimmten Schliff wurde beobachtet, wie die Zinkblende mit Magnetkies vergesellschaftet auftritt; der betreffende Einschluß enthält unregelmäßige Zinkblendefetzen in einem dunkelrotbraunen Glase, in dem man Quarzrelikte und gelegentlich typische kleine tombakfarbene Magnetkieskörner erblickt. Manchmal ist sogar eine direkte Nebeneinanderlagerung des Magnetkieses und der Blende bzw. eine Einsprengung desselben in Quarz wahrzunehmen. Diese Paragenesis läßt jedenfalls darauf schließen, daß der Quarz und die Blende mit dem Magnetkies gleichaltrig ist. Es fragt sich nur noch, ob der letztere eine primäre Bildung oder etwa aus einem anderen Mineral, insbesondere aus Schwefelkies, durch thermische Dissoziation (s. u.) erst entstanden ist.

An sonstigen mineralischen Akzessorien der Basalteinschlüsse ist besonders interessant das Auftreten von Cordierit in den glasigen Grenzonen der Quarzpartien gegen den Basalt. Dieses Vorkommen

ist ganz den typischen Buchiten ZIRKEL's entsprechend; die einzelnen Individuen der manchmal zu deutlichen Drillingen vereinigten Kristalle sind ganz durchsetzt mit einem merkwürdigerweise violetten Glase und unzähligen Mikrolithen.

Die Blende selbst ist meist völlig undurchsichtig, kann indessen an den Schliiffrändern unter günstigen Umständen mit tiefrotbrauner Farbe durchscheinend werden. In einem Fall wurde das gleiche mikroskopisch beobachtet, was schon oben bei der makroskopischen Beschreibung der hellgelb gefärbten Blende erwähnt worden ist: man bemerkt nämlich an der betreffenden Schliifstelle eine deutliche Zonarstruktur, bei der die Ränder der Blende sehr reich an isomorph gelöstem Eisensulfid ausgebildet sind, daher undurchsichtig schwarz erscheinen, während der weit weniger Eisen enthaltende zentrale Teil des Blendekristalls mit roter Farbe durchschimmert. Derartige Vorkommnisse machen zudem durchaus den Eindruck, als ob sie an den Rändern verschmolzen seien; indes ist die Ursache der im Schliifbilde erscheinenden runden Konturen stets nur das Auftreten geflossener Gläser, während bei auffallendem Lichte die Zinkblende meist scharf begrenzt erscheint. Offenbar hat dies aber nicht verhindert, daß von außen her, also aus der schmelzflüssigen Umgebung, die Blende Schwefel-eisen aufgenommen hat; die langsame Diffusion in den Kristallen der Blende verhinderte indessen bei der verhältnismäßig raschen Abkühlung des erstarrenden Effusivgesteines und seiner Einschlüsse eine gleichmäßige Verteilung der isomorph gelösten Komponente. Bemerkenswert ist ferner, daß man keine Magnetkiesrelikte in der Nachbarschaft derartiger zonarer, im Kern eisenarmer Blende mehr findet.

Sehr merkwürdig ist das Auftreten von regelrechten Filzen von Feldspäten in den Zonen um manche der Blendeinschlüsse, die auf den ersten Blick durch zahllose eingelagerte Magnetitkörnchen den Anschein erwecken können, als habe man glasdurchtränkte filzige Sillimanitaggregate vor sich. Eine Verwechslung derartiger Gebilde ist jedoch bei Beobachtung der niedrigen Doppelbrechung so gut wie ganz ausgeschlossen (vgl. ähnliche Feldspatfilze in silikatischen Einschlüssen, die von Frl. L. VELDE in ihrer Dissertation, Frankfurt a. M. 1920, beschrieben sind).

Als Merkwürdigkeit sei auch noch Zirkon erwähnt, der in einem Zinkblendeeinschluß als akzessorischer Begleiter auftrat, sonst aber im Bühlbasalt nicht eben häufig vorzukommen scheint. Der sehr schöne Kristall von 0,8 mm Durchmesser zeigte eine treffliche Zonarstruktur; die Plagioklasleisten des umgebenden normalen Basaltes sind tangential um diesen Kristall herumgelagert. Ob dieser Zirkon ursächlich mit dem direkt danebenliegenden Blende-einschluß zusammenhängt, möchte der Verfasser bezweifeln; er hält den Zirkon vielmehr für ein zufällig in die Nähe desselben geratenes Begleitmineral des Basaltes selbst.

Das gleiche muß von den sehr zahlreichen Wachstumsformen des nelkenbraunen Ilmenits gelten, welche oft in den Blendeinschlüssen zwischen den einzelnen Kristallen zu finden sind.

Die Dünnschliffmethode ist bei der besonderen Eigenart des Vorkommens der Blende in vermutlicher Begleitung anderer paragenetisch wichtiger undurchsichtiger Mineralien nicht geeignet, gerade diese Zusammenverhältnisse in allen Einzelheiten aufzuklären. Deshalb versuchte der Verfasser, an angeschliffenen und auf Hochglanz polierten Handstücken mit Hilfe metallographischer Methoden tiefer in die vorliegenden Zusammenhänge einzudringen. Es wurde eine Reihe vorzüglich gelungener Schliffpräparate angefertigt und diese mittelst eines Opakilluminators (von E. LEITZ-Wetzlar) im auffallenden Lichte untersucht. Die Blende läßt sich zwar selbst ausgezeichnet auf Hochglanz polieren, beim Schleifen macht sich aber ihre außerordentliche Sprödigkeit und Spaltbarkeit gegenüber der bedeutenden Zähigkeit des umgebenden Gesteines sowie der relativ so sehr viel größeren Härte des Quarzes sehr störend bemerkbar. Es war auch bei vorsichtigster Behandlung der Schlitze meist nicht möglich, eine ganz ebene, vollkommen glatte Oberfläche auf der Blende zu erzielen, vielmehr wurden stets kleinere Partien beim Polieren herausgerissen und hinterließen sehr charakteristische von den rhombendodekaedrischen Spaltflächen begrenzte dreieckige Löcher. Erst durch Einbettung der Schlitze in Siegelack (nach einem Vorschlag von Herrn Dr. H. SCHNEIDERHÖHN, dem ich bestens für freundliche Mitteilung seiner Erfahrungen danke) gelang es, einwandfreie Präparate herzustellen, an denen vor allem die Ränder der Blendekristalle auch in einer Ebene mit der Umgebung, sei es Glas oder Basalt, lagen.

Die Untersuchung im auffallenden Lichte zeigte sofort hervorragend deutlich, daß von einer Abschmelzung der Zinkblende in der Basaltmasse, auch wenn so gut wie gar kein Glassaum zwischen beiden gelegen war, nicht die Rede sein konnte. Wenn sich die Blende direkt im Basalt eingesprengt fand, wie dies z. B. in Fig. 1 und 2 dargestellt ist, so hatte sie stets scharfe zackige Ränder, ohne Korrosionserscheinungen an den Kanten zu zeigen. In vielen Fällen ist die Blende von scharfen Spaltrissen durchzogen, ja es kann zwischen die einzelnen aufgespaltenen Teile derselben auch noch Basaltglasmasse eingedrungen sein, ohne irgendwie das Sulfid zu verändern (Fig. 3). Beim gelinden Anätzen der Blende mit kaltem Bromdampf, mit dem sie sehr lebhaft unter Bildung von Zinkbromid und Bromschwefel reagiert, treten mitunter sehr deutlich die charakteristischen Zwillingslamellen nach (111) auf (in Fig. 3 sind die verschieden stark angeätzten untereinander verzwilligten Partien der Blende durch Punktierung unterschieden). Die im angeätzten Präparat besonders schön mit hellgrauer Farbe hervortretende Glasmasse muß ziemlich leicht-

flüssig gewesen sein, man sieht sie nämlich nicht nur, wie in Fig. 3 angedeutet, in breiten Strömen, sondern wie z. B. in Fig. 4 in äußerst feinen Äderchen in die aufgeblätterte Blende eindringen.



Fig. 1. Zinkblende, Quarz und Basaltglas. Vergr. 23.

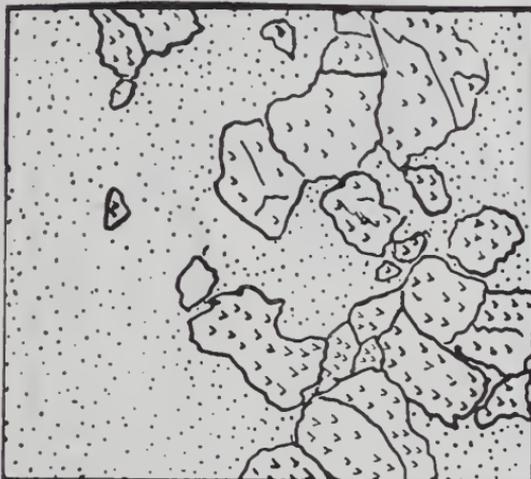


Fig. 2. Zinkblende, direkt in Basalt eingelagert. Vergr. 23.

So gut wie immer bemerkt man einen innigen Zusammenhang des Glases mit den in zahlreichen verrundeten Körnern auftretenden Quarzkristallen, welche stets von einer dünnen Haut des Glases umgeben erscheinen. Die Quarzkörner ragen immer in deutlichem Relief aus den Schlifflinien hervor: sie erscheinen von zahlreichen

unregelmäßigen Sprüngen durchsetzt und enthalten massenhafte Interpositionen von Glas. In Fig. 5 ist eine Stelle eines Schliffes dargestellt, in der die Blende mit dem Quarze innig verwachsen

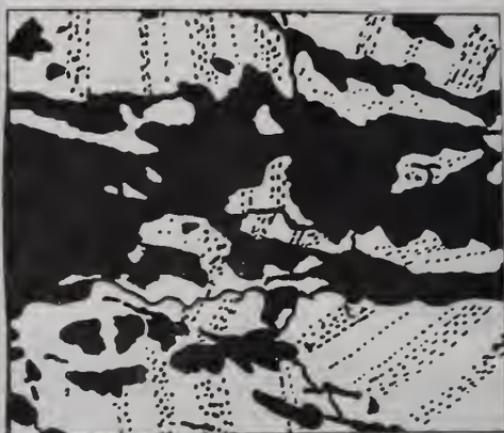


Fig. 3. Glaszone in Zinkblende, letztere mit deutlichen Zwillingslamellen. Vergr. 40.

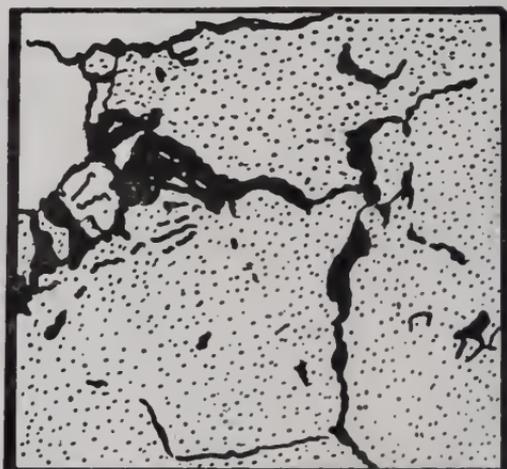


Fig. 4. Randliche Aufblätterung der Zinkblende gegen das schwarze Basaltglas. Links oben Quarz. Vergr. 73.

erscheint, so daß an der paragenetischen Zusammengehörigkeit dieser Mineralien nicht zu zweifeln ist.

Sehr wichtig ist das in Fig. 6 in 73 facher Vergrößerung dargestellte Vorkommen von Pyrit in Paragenesis mit Quarz und Zinkblende. Es ist dieses Vorkommen allerdings das einzige beobachtete

geblieben; das größte in dem betreffenden Schliß bemerkte Pyritkorn maß etwa 0,3 mm im Durchmesser. Der Schwefelkies lag an der abgebildeten Stelle völlig in Blende eingeschlossen, ohne



Fig. 5. Innige Verwachsung der Zinkblende mit Quarz. Vergr. 70.



Fig. 6. Pyrit mit Gangquarz als Einlagerung in Zinkblende. Vergr. 73. Ritzprobe.

daß er mit dem Basalt irgendwo direkt in Berührung gekommen wäre. Die in Fig. 6 eingetragenen schwarzen Stellen sind nur löcherige Partien, die im auffallenden Lichte ganz dunkel erscheinen. Eine Verwechslung mit Magnetkies ist ganz ausgeschlossen, da besonders mit Hilfe der Ritzhärteprüfung sowie im Verhalten gegen

Ätzmittel (Salzsäure, Bromdampf) die große Widerstandsfähigkeit der Körner dieselben unzweifelhaft als Pyrit erwiesen. Die auf Fig. 6 eingezogenen Linien stellen z. B. die Furchenspur einer Nähnadel dar, welche dreimal quer über das Gesichtsfeld gezogen worden war. Während die Nadel natürlgemäß in der weichen Blende ohne weiteres tief eindrang und auch im Magnetkies ohne Schwierigkeiten Ritzspuren eingegraben hätte, hören die Kratzer im Schwefelkies sofort auf und setzen erst jenseits desselben mit der gleichen Deutlichkeit fort. Der der Fig. 6 zugrunde liegende Schliff enthält nur an der einen abgebildeten Stelle Pyrit, weiter oben rechts nur noch einige kleinere Körnchen, die z. T. in Quarz eingewachsen sind, während sonst nirgends Pyrit beobachtet werden konnte. Es liegt hier die Annahme nahe, daß es sich in vorliegendem Falle nur um ein zufällig erhalten gebliebenes Relikt der primären Blende-Pyrit-Quarz-Paragenesis handeln könne.

Die metallographische Untersuchung der Blendeinschlüsse wird auf das vorteilhafteste ergänzt durch eine solche im schräg anfallenden Lichte im Binokularmikroskop nach GREENOUGH. Derartige Schläffe, wie sie im Vorstehenden bereits beschrieben wurden, gewähren alsdann einen überraschenden, ganz hervorragend ästhetischen Anblick, besonders wenn man sie im Sonnenlichte oder in intensivem Bogenlampenlichte betrachtet. Nicht nur erkennt man alsdann die prächtig rubinrot oder tiefbrannrot durchschimmernden Ränder der Spaltflächen der Zinkblende, sondern man sieht alsdann das Glas mit stumpf-sammetschwarzer Farbe gnt hervortreten, und die fast farblosen wasserklaren Kristalle des Quarzes gewähren einen tiefgründigen Einblick in ihr Innerstes. In den meisten Fällen ist sehr deutlich zu erkennen, daß die Quarzkristalle mit der Blende tatsächlich auf das Innigste verwachsen sind. Die in Fig. 6 dargestellte Partie zeigt im Binokularmikroskop überdies noch besonders schöne zahlreiche feinste Pyritäderchen in den Quarz eingelagert, so daß nach dem Gesamtbild zu urteilen jedenfalls ein primäres Gangvorkommen in den Blendeinschlüssen vorliegen muß, welches von dem Basalt aus der Tiefe nach oben befördert wurde. Irgend einen Anhaltspunkt für das geologische Alter dieser Gangbildungen haben wir indes nicht, da gerade die sonst im Bühlbasalt so häufigen oligocänen und vermutlich triassischen Sedimenteinschlüsse nirgends in unmittelbarer Begleitung der Blende beobachtet worden sind. Es wäre immerhin nicht ausgeschlossen, daß die primären Quarzgänge mit Blende und Pyrit ähnlich wie in dem Vorkommen des Finkenbergs in paläozoischen Horizonten, also in beträchtlicher Tiefe, gesucht werden müssen.

Wo ist nun aber der Pyrit, der zweifellos doch einmal in größerer Menge in dem Gange vorhanden war, neben der Blende

verblieben? — Nach den Untersuchungen amerikanischer Forscher<sup>1</sup> über die mineralischen Eisensulfide sowie nach den Beobachtungen von WILDSCHREY (l. c.) und R. BRAUNS<sup>2</sup> ist jedenfalls bei Atmosphärendruck das Eisendisulfid von 575<sup>0</sup> ab nicht mehr beständig, sondern geht, besonders rasch bei noch höheren Temperaturen, im Sinne des Dissoziationsgleichgewichts  $[\text{FeS}_2] \leftarrow \rightarrow [\text{FeS}] + \text{S}$  in Magnetkies über. In der Tat werden nach den Beobachtungen IRMER's und des Verfassers vorwiegend reine Magnetkieskonkretionen als unmittelbare sulfidische Einschlüsse des Bühlbasaltes sehr häufig angetroffen, höchst selten jedoch (erst neuerdings vom Verfasser festgestellt) reliktsche Pyritaggregate, die z. T. noch im Stadium teilweiser Zersetzung erhalten geblieben sind. Die thermische Umwandlung hat infolgedessen sicherlich auch einen Teil der Pyritsubstanz des primären Gangvorkommens im Bühlbasalt ergriffen, wie in der Tat einzelne Magnetkiesbröckchen in Begleitung der Blende zeigen (s. o.). Selten jedoch trifft man den Magnetkies in unmittelbarer Berührung mit der schwarzen Blende an; es ist dies ohne weiteres dadurch zu erklären, daß die primäre Blende an sich zunächst eisenarm gewesen ist, der Magnetkies, der bei der thermischen Dissoziation des Pyrits entstand, indessen sogleich isomorph in der Zinkblende sich auflöste, wenn ein unmittelbarer Kontakt der beiden Mischungskomponenten vorlag, wobei die hohe Temperatur des im Basalt eingeschlossenen Systems der Diffusion des Schwefeleisens in der Blende förderlich war. Es stimmt mit dieser Ansicht auf das beste, daß man höchstens reliktschen Magnetkies in der nächsten Umgebung eines völlig schwarzen, offenbar an Schwefeleisen gesättigten Blendekristalls trifft, vor allem auch der Umstand, daß die oben erwähnte honiggelbe Blende des eingangs makroskopisch geschilderten Stücks randlich dunkelbraun bis tief-schwarz gefärbt erscheint.

Die Vorgeschichte der Blendeeinschlüsse ist also kurz folgende: Ein in unbekannter Tiefe das Gebirge durchsetzender Gang von Blende mit wenig Pyrit und viel Quarz wurde von dem Basalt durchbrochen. Miterissene Bruchstücke des Ganges erlitten dabei eine weitgehende thermische Umbildung, indem der Pyrit in Magnetkies und Schwefeldampf dissoziierte. Bei der hohen Temperatur der Umgebung konnte der Magnetkies mit der Blende jedenfalls in isomorphe Mischung eingehen; es braucht dabei nicht einmal der Schmelzpunkt des Schwefeleisens (nach ALLEN, CRENSHAW und JOHNSTON, l. c. 1183<sup>0</sup> in H<sub>2</sub>S-Atmosphäre gemessen) erreicht worden zu sein, so daß dieses im flüssigen Zustande die Blende umspült hätte. Es genügt völlig die Annahme, daß die festen Phasen FeS und ZnS

<sup>1</sup> ALLEN, CRENSHAW und JOHNSTON, Zeitschr. f. anorg. Chem. 76. 1912. 201—273.

<sup>2</sup> Sitz.-Ber. d. Niederrh. Ges. f. Naturk. Bonn, 2. Juni 1913.

bei den Zustandsbedingungen lebhafter atomistischer Beweglichkeit im Mischkristall (vgl. G. TAMMANN's Untersuchungen über die isomorphen Lösungen<sup>1)</sup>) koexistierten und demzufolge ineinanderdiffundierten, ähnlich wie der feste Kohlenstoff nach den Erfahrungen der Metallkunde beim Zementstahlprozeß in das kohlenstoffarme Eisen einwandert. Während dieses Diffusionsprozesses unterbrach die Erstarrung des Basalts und die fortschreitende relativ rasche Abkühlung des Gesteinskörpers bald den Ausgleich der Konzentrationsunterschiede, und im gewissermaßen halbfertigen Zustande sind die Einschlüsse nach der partiellen Abtragung des Basalts auf uns überkommen.

Im Anschluß an die mineralogische Untersuchung der Zinkblendeeinschlüsse sei auch noch einiges über ihre chemische Zusammensetzung mitgeteilt. Die Beobachtung, daß die Blende im Bühlbasalt z. T. nahezu, wenn nicht ganz an Schwefeleisen gesättigte Mischkristalle darstellt, läßt im Einklang mit der tief-schwarzen Farbe und der sehr starken Absorption erwarten, daß sie extrem eisenreiche, in der Literatur als Marmatit und Christophit bezeichnete Spielarten dieses Minerals repräsentiert. Eine Analyse des wertvollen Bühlmaterials hat bereits mein verstorbener Lehrer M. DIRTRICH für Herrn HORNSTEIN im August 1909 geliefert; da dieselbe noch nicht veröffentlicht worden ist, darf ich an dieser Stelle sie aus dem HORNSTEIN'schen Nachlaß entnehmen und hier zum Abdruck bringen. Das zur Analyse verwendete Stück ist von der ausgezeichnet großkristallisierten spätigen Blende entnommen, die in Fig. 3 im Anschliff sich als mit wenig Glas durchwachsen darstellt. Magnetkies ist nirgends in dem Schliffe des Präparates beobachtet worden. M. DIRTRICH erhielt folgende Analysenzahlen:

		Molekular-Verhältnisse	
Gangart . . . . .	3,52	—	
Eisen . . . . .	12,28	0,2173	} 1,0195
Mangan . . . . .	Spur	—	
Zink . . . . .	52,02	0,8022	
Schwefel . . . . .	32,08	1,0028	
	99,90		

Die betreffende Probe entspricht einem Verhältnis FeS : Zu S ca. = 1 : 4, also beinahe dem Marmatit (mit 1 : 3); bemerkenswert ist der kleine Mangan Gehalt der Blende. Verfasser versuchte von einem anderen ausgezeichneten spätigen Stück, das ebenfalls keinen Magnetkies enthielt, die Zusammensetzung zu bestimmen. An dem ausgezeichnet reinen, sehr glasarmen Material bestimmte er das spezifische Gewicht zu 4,033 ± 0,005; das mit Bromoform

<sup>1</sup> Zeitschr. f. anorg. u. allg. Chem. 107. 1919, insbes. p. 7.

vom größten Teil der Gangart isolierte Mineralpulver hatte folgende Zusammensetzung:

		Molekular-Verhältnisse	
Gangart . . . . .	0,98		
Eisen . . . . .	19,50	0,2568	} 0,9020
Mangan . . . . .	Spur	—	
Zink . . . . .	48,08	0,7352	
Cadmium . . . . .	Spur, nicht best.		
Schwefel . . . . .	31,79	0,9936	
Summe . . . . .	100,35		

Auch Verfasser fand Spuren Mangan, außerdem etwas Cadmium; das Verhältnis FeS : ZnS ist hier etwa 1 : 3, einem normalen Marmatit ungefähr entsprechend.

Frankfurt a. M., Min.-petr. Inst. d. Univ., im März 1920.

Bei der Redaktion eingegangen am 12. März 1920.

## Gesetzmäßige Aufwachsung der Kristalle und Zwillingsverwachsung.

Von **Georg Kalb** in Fulda.

Ich habe kürzlich auf Grund einiger in jedem Lehrbuch der Mineralogie sich findenden Tatsachen und einiger von JOHNSEN<sup>1</sup> und BECKE<sup>2</sup> beschriebenen Beobachtungen den Satz ausgesprochen, daß jeder ungestört aufwachsende Kristall zu seiner Unterlage eine Gleichgewichtslage annimmt, die durch seine Oberflächenenergie bestimmt wird<sup>3</sup>. Leider ist mir damals eine für die Frage der gesetzmäßigen Aufwachsung außerordentlich wichtige Arbeit von JOHNSEN<sup>4</sup> entgangen. Darin hat JOHNSEN eine große Zahl von vorwiegend eigenen Beobachtungen über die Aufwachsung der Kristalle zusammengestellt, auf die ich zur Bestätigung meiner Ansicht ausdrücklich verweise. JOHNSEN hat durch zahlreiche Versuche bewiesen, daß bei Kristallen, die mit einem Ende einer polaren Achse aufgewachsen sind, die

<sup>1</sup> A. JOHNSEN, Über radialstrahlig gruppierte Muscovitkristalle. Dies. Centralbl. 1908. p. 504—506.

<sup>2</sup> Min. u. petr. Mitt. 10. 1889, p. 492.

<sup>3</sup> GEORG KALB, Herrscht Zufall oder Gesetz beim Festwachsen der Kristalle auf ihrer Unterlage? Dies. Centralbl. 1920. p. 65.

<sup>4</sup> A. JOHNSEN, Untersuchungen über Kristallzwillinge und deren Zusammenhang mit anderen Erscheinungen. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXIII. 1907. p. 237—344.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [1920](#)

Autor(en)/Author(s): Eitel Wilhelm

Artikel/Article: [Über das Vorkommen von Zinkblende im Basalt des Bühls bei Cassel. 273-285](#)