

Fragen einzugehen, und es liegt mir vollends fern, alle diese möglichen Ursachen von Hebungen als gleichwertig, alle als wirklich auf der Erde wirksam erklären zu wollen. Ich will damit hier nur darauf hinweisen, daß die Frage nicht so sehr einfach liegt, wie KRANZ glaubt, daß sie sich nicht mit einem kurzen dogmatischen: „Das gibt es nicht, also liegen die Dinge im Riese anders,“ entscheiden läßt. (Schluß folgt.)

Radioaktivität und pleochroitische Höfe.

Von O. Mügge in Göttingen.

Mit 1 Textfigur.

(Fortsetzung.)

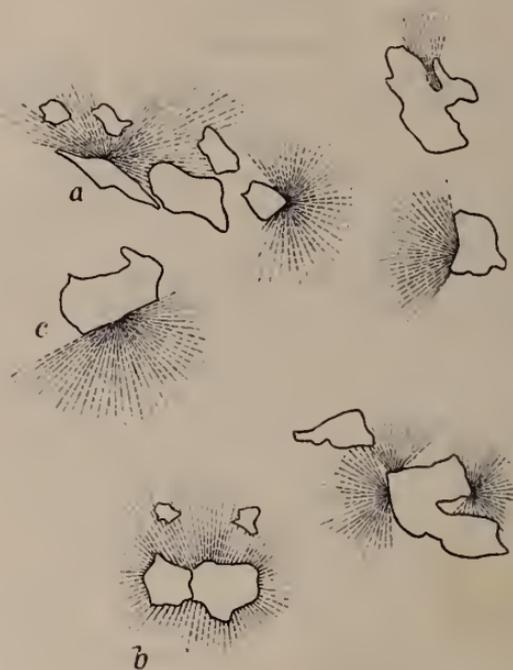
II. Eigenschaften und Vorkommen der natürlichen Höfe.

1. Cordierit.

Die Intensität der Färbung wie die Verminderung der Doppelbrechung in den Höfen schwankt in weiten Grenzen. Sehr schwach war sie oder fehlte ganz z. B. am Zirkon des Cordierits von Göriztheyn bei Lunzenau; mit die stärksten nach der Färbung, zugleich in außerordentlich großer Zahl, finden sich im Cordierit von Bodenmais, und zwar in Schnitten senkrecht \bar{b} ; hier erreicht zugleich die Verminderung der Doppelbrechung, die anscheinend der Intensität der Färbung proportional ist, nahezu die Hälfte des ursprünglichen Betrages. In Schnitten // (010) sind Färbung der Höfe und Verminderung der Doppelbrechung erheblich schwächer, in Schnitten // (001) verraten sich die Höfe weder durch die Färbung noch durch Änderung der Doppelbrechung, obwohl der Achsenwinkel nun die auf (001) senkrechte Bisektrix in den untersuchten Vorkommen keineswegs klein war. Dagegen zeigten sich deutliche Höfe auch in Schnitten annähernd senkrecht zu einer optischen Achse, ganz wie bei den künstlichen „Höfen“. Die Höfe erscheinen im Lichte der Kupfer-Ammoniaklösung in derjenigen Stellung zum Polarisator, wo sie sonst das tiefste Gelb zeigen, fast völlig schwarz, sie verschwinden nach 90° Drehung. Im Li-Licht verschwinden die Höfe fast ganz, im Na-Licht ganz, indessen bleibt, wie bei den künstlichen Höfen, die Differenz der Doppelbrechung bestehen. Bei mehrmaligem oder längerem Erhitzen auf ca. 300° verhalten sie sich ganz wie die bestrahlten Stellen.

Die Stärke der Färbung und Breite des Hofes scheinen von der Größe der eingeschlossenen Zirkone ganz unabhängig; man findet mikroskopisch nur noch eben wahrnehmbare Zirkone (oder dafür gehaltene stark brechende und stark doppelbrechende Körnchen) mit Höfen von derselben Intensität und Breite wie bei

mikroskopisch großen Kristallen, wo sie dann als farbiges, über allen Flächen merklich gleich breites Band den Kristall umsäumen. Die gelbe Färbung ist in der Regel je näher dem Einschluf desto intensiver, indessen fanden sich in Cordieritgneisen von Arendal und von Geschieben der Umgegend Hannovers und Königsbergs (letztere wohl unzweifelhaft finnischen Ursprungs) auch Höfe, bei welchen die Färbung im unmittelbaren Kontakt mit dem Zirkon fast Null war und ihr Maximum erst in einer ringförmigen Zone erreichte. Solche Höfe waren stets etwas größer als die gewöhnlichen, namentlich aber war der Zirkon häufig von einer völlig



isotropen, ein wenig trüben Zone umgeben. Ihr Brechungsexponent erschien erheblich höher als der des Cordierits; um kleine Zirkone ist sie genau kreisrund, um größere folgten sie genau seinen Konturen. Auch im Cordierit von Bodenmais finden sich solche Höfe, die den Zirkon hier zunächst umgebende Zone erscheint wie ein schwach grünliches isotropes Zersetzungsprodukt des Cordierit, um diese folgt ein heller farbloser, dann erst ein intensiv gelb pleochroitischer Hof. In einigen Fällen liegt zwischen dieser anscheinend zersetzten isotropen Zone in dem gelben Ringe noch ein lilablauer Ring. Der äußere gelbe Ring war am intensivsten gefärbt in der einen, der innere blaue (erheblich schwächere) anscheinend in der andern Auslöschungslage. Der gelbe Ring ist etwa doppelt

so breit wie der blaue, der Durchmesser der ganzen Aureole etwa doppelt so groß wie gewöhnlich. Im Na-Licht verschwindet der gelbe Ring wie sonst der Hof, der blaue erscheint in einer Stellung deutlich dunkler als seine Umgebung.

Diese doppelten, innen blauen, außen gelben Höfe finden sich auch ohne den innersten isotropen Zersetzungsring, wie auch letztere ohne blauen, nur mit gelbem, oder auch ohne beide; aber auch im letzteren Falle liegt in der Mitte des kreisrunden Zersetzungsflecks ein Zirkonkörnchen, es fehlt so selten, daß man annehmen darf, es sei der Hof in diesem Falle nicht zentrisch getroffen. Reine „Zersetzungshöfe“, meist um besonders große Zirkone, ohne sichtbaren Zusammenhang mit Spalten, von denen aus die Zersetzung vorgedrungen sein könnte, fanden sich z. B. auch in Cordieritgesteinen von Osterbotten in Finnland und im Cordieritgneis von Mittweida (zuweilen noch mit Spuren blauer und gelber Ringe). Ihre isotrope Substanz ist zuweilen etwas grünlich und deutlich faserig oder blättrig, also wohl Praseolith u. a. ähnlich; auch da, wo sie vollkommen isotrop und strukturlos erscheint, besteht sie nicht etwa aus unverändertem Cordierit, dessen Doppelbrechung besonders stark, nämlich bis auf Null reduziert ist, denn sie ist viel weicher als der frische Cordierit, wie man sich durch Präparieren mit einer Nadel u. d. M. überzeugen kann. Nach den Erfahrungen über kräftige chemische Wirkungen der Radiumstrahlen scheint es daher nicht ausgeschlossen, daß in den „Zersetzungshöfen“ Belege dafür auch in den Gesteinen vorliegen. Allerdings muß betont werden, daß auch bei den längst bestrahlten Cordieriten niemals Spuren von Zersetzung bemerkt sind, ebensowenig blaue Höfe neben den gelben Höfen, aber trotz dieser Differenz kann kaum ein Zweifel sein, daß die natürlichen Höfe ebenfalls radioaktiver Entstehung sind. Besonders beweisend sind das Auftreten einer Dispersion der Auslöschungsrichtung in natürlichen Höfen für Schnitte ungefähr senkrecht zu einer optischen Achse, wo dann genau dieselben Farben in derselben Reihenfolge erscheinen; wie an künstlich bestrahlten Stellen desselben Schnittes.

Das Mineral, um welches die Höfe bei weitem am häufigsten im Cordierit erscheinen, ist zweifellos Zirkon. Allerdings ist ein strenger Beweis nicht allzuoft, etwa an größeren und scharfen Kristallen zu führen, andererseits findet man nur selten Merkmale, die mit Zirkon nicht vereinbar sind. Kleine rundliche Zirkone sind namentlich in metamorphen Gesteinen häufiger als scharfe Kristalle, und zumal im Cordierit von Bodenmais liegen ihrer zuweilen 40 bis 50 Stück dicht beisammen (wie aneinanderklebende Samen oder Eier) von einem einzigen Hof umgeben. Der Zirkon ist aber anscheinend nicht das einzige Mineral, an das die Höfe gebunden sind. WEINSCHENK¹ erwähnt, daß in den Cordieriten von Boden-

¹ l. c. p. 384.

mais Rutile sehr häufig und stets von pleochroitischen Höfen umgeben sind, während ich solche nicht beobachtet habe. Dagegen fanden sich ziemlich häufig Höfe um Körnchen von Erz, dunklem Spinell und Apatit, indessen sind sie dann nur selten allseitig entwickelt und bei der häufigen Vergesellschaftung von Erz, Apatit und Spinell mit Zirkon in den Cordieritgesteinen ist der Nachweis, daß Zirkon fehlt, nicht etwa im Erz oder Spinell oder, im Falle der Hof an einer Stelle von Apatit erscheint, in der dunklen (unbeleuchteten) Randzone desselben steckt, auch nicht etwa ober- oder unterhalb der Schlißebene vorhanden war, kaum zu führen. Jedenfalls ist verdächtig, daß in allen Gesteinen genug Apatite, Erze etc. in den Cordieriten¹ ohne jeden Hof vorkommen, auch wenn ihre Zirkone stets und allseitig einen solchen haben.

Das letztere gilt allerdings keineswegs von allen Gesteinen. Schon ROSENBUSCH² bemerkt, daß die pleochroitischen Höfe stets nur im Cordierit der Formation der kristallinischen Schiefer und der Kontakthöfe, niemals in solchen eruptiver Gesteine beobachtet sind. In der umfassenden und sorgfältigen Beschreibung der Einschlüsse vulkanischer Gesteine von LACROIX³ werden Cordierit (und ebenso Biotit, vergl. unten) und Zirkon öfter als Gemengteile desselben Gesteins erwähnt (auf Taf. 7, Fig. 8 sind Biotit und Zirkon sogar im Kontakt abgebildet), aber nirgends ist von pleochroitischen Höfen die Rede⁴. BRUNNS⁵ betont ausdrücklich das Fehlen der pleochroitischen Höfe im Cordierit der von ihm untersuchten Auswürflinge der Eifel, obwohl er das Vorkommen von Zirkon in diesen Gesteinen beobachtete⁶. Ich fand keine Höfe um Zirkoneinschlüsse in Cordieritauswürflingen des Laacher Sees (obwohl sich der Cordierit dieser Gesteine durch Bestrahlung ebenso schnell färbte wie der metamorpher Schiefergesteine). In den cordieritführenden Einschlüssen vom Cabo de Gata beobachtete ich mehrfach Einschlüsse von Zirkon, aber nur einmal mit einem sehr schwachen pleochroitischen Hof ohne merkliche Änderung der Doppelbrechung⁷.

Man wird also vorläufig annehmen dürfen, daß das Fehlen der Höfe in diesen Gesteinen auf ihrem jugendlichen Alter, bzw. ihrer neuerlichen Erhitzung beruht, und daß auch der Cordierit

¹ Dasselbe gilt vom Biotit, Hornblende etc.

² Mikr. Phys. I. 2. 116.

³ Les enclaves des roches volcaniques. Ann. de l'Acad. de Mâcon. X. 1893.

⁴ LACROIX erwähnt sie dagegen z. B. im Cordierit eines „granulite“ von Ariège (Bull. soc. franç. de min. 1889. 520).

⁵ Sitzungsber. Niederrhein. Ges. 47. 32. 1890.

⁶ Verh. d. naturhist. Ver. d. Rheinlande. 48. 282. 1891.

⁷ Auch der Biotit dieses gneisigen Einschlusses enthält zuweilen Zirkon, ebenfalls ohne Hof.

von Eruptivgesteinen Höfe haben wird, wenn sie hinreichend alt sind¹, während sie andererseits jugendlichen Kontaktgesteinen und kristallinen Schiefern fehlen können (stets die Anwesenheit von Zirkon oder anderen radioaktiven Substanzen vorausgesetzt).

Beobachtungen über Zirkoneinschlüsse in frischen Cordieriten älterer Eruptivgesteine sind mir nicht bekannt; aus jüngeren (d. h. jedenfalls wohl postpaläozoischen) Kontaktgesteinen erwähnt PELIKAN² aus dem Cordierit des Mte. Doja (Adamello) keine Höfe, wohl aber SALOMON³ von der Cima d'Asta, sie sind auch noch in den Zersetzungserzeugnissen des Cordierits zu erkennen; letztere auch TRENER⁴ aus Kontaktgesteinen der Presanella, ferner beobachtete sie SALOMON auch in Kontaktgesteinen vom Val Biandino und von Baveno⁵.

2. Biotit.

Die Farbe der natürlichen Höfe ist von derselben Nuance wie in den bestrahlten Biotiten, wenngleich vielfach sehr viel intensiver bis zur Entstehung fast metallischer Oberflächenfarben; eine spektrale Untersuchung war nicht möglich. In den meisten Fällen ist, wie MICHEL-LÉVY zuerst beobachtete, Verstärkung der Doppelbrechung in den Höfen festzustellen, eine Messung aber wegen der Tiefe der Färbung meist nicht möglich. Die dem Einschluß nächsten Teile scheinen stets am tiefsten gefärbt zu sein, ringförmige Verstärkung wurde nicht beobachtet, dagegen in den Höfen des Biotits im Granitporphyr vom Ochsenkopf im Fichtelgebirge ein scharfes Absetzen eines sehr dunklen inneren Teils von einem helleren ringförmigen.

Auch beim Biotit ist Zirkon wohl zweifellos das häufigste den Hof verursachende Mineral. COHEN⁶ hatte noch 1888 niemals einen deutlichen Hof um Apatit beobachtet, und es ist jedenfalls bemerkenswert, daß trotz der ungleich größeren Häufigkeit von Apatit- gegenüber Zirkoneinschlüssen, zumal in basischen Gesteinen, pleochroitische Höfe mindestens sehr viel seltener sind als um Zirkon, daß in manchen Fällen aber der Apatit⁷ doch die Ursache ist, scheint mir unzweifelhaft⁸. Besonders deutlich waren sie in

¹ WEINSCHENK (l. c.) erwähnt, daß in den ringsum ausgebildeten blauen Kristallen der granitischen Lagen der Erzlagerstätte des Silberbergs von Bodenmais ebenfalls Höfe um Zirkon vorhanden sind.

² Min.-petr. Mitt. 12. 156. 1892.

³ Das. 17. 207. 208. 1898.

⁴ Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 56. 1906. Erklärung zu Taf. XIII Fig. 1: dagegen nicht erwähnt im Text p. 476.

⁵ Das., p. 257 u. 158.

⁶ N. Jahrb. f. Min. etc. 1888. I. 165.

⁷ oder ein den Apatit in mikroskopisch sehr kleinen Körnchen begleitendes Mineral.

⁸ Neuerdings gibt TRENKLE für Apatit von Ehrenfriedersdorf kräftige Radioholumineszenz an. (N. Jahrb. f. Min. etc. 1907. II. -170-).

einem Rapakiwi-Biotit von Sibbi nordöstlich Helsingfors (nur in Biotit, nicht um Apatit in Hornblende, im Biotit auch um Zirkon), Granitporphyr von Tammerfors, Gabbro von Hogland, ferner in einem Geschiebe echten Granits von Labiau, in Asby-Diabas u. a. Es gilt aber auch hier, wie beim Cordierit, daß die Höfe selten den ganzen Apatit gleichmäßig umgeben, daß sie um manche ganz fehlen, im allgemeinen an Intensität denen um Zirkon sehr nachstehen, daß sie dagegen regelmäßig erheblich verstärkt erscheinen, wo ein Zirkonkörnchen am Rande des Apatits sichtbar wird. Eine Veränderung der Doppelbrechung war in diesen Höfen um Apatit in keinem Falle nachweisbar.

Ob Höfe im Biotit auch um Titanit, Erze und andere Minerale vorkommen, ist mir zweifelhaft geblieben¹. Nach WEINSCHENK² sind aber auch die Rutileinschlüsse im Biotit von Bodenmais stets von einem Hof umgeben.

Die Verbreitung der Höfe im Biotit ist bekanntlich eine außerordentlich große. Zu bemerken wäre zunächst, daß sie nicht auf ältere Tiefengesteine beschränkt sind³. Sie finden sich auch in den lamprophyrischen Ganggesteinen, wenn auch selten, was hier aber in der Seltenheit von Zirkoneinschlüssen in ihnen begründet sein mag (z. B. Kersantit von Hôpital Camfront bei Brest, desgl. des Stengerts bei Aschaffenburg und Findberg im Spessart, im Spessartit von Soden); in Granitporphyren, Syenitporphyren und Alkalisyenitporphyren begegnet man ihnen häufiger. Allerdings sind sie in allen diesen Ganggesteinen lange nicht so kräftig entwickelt wie in granitischen und gneisigen Gesteinen. Dasselbe gilt von den Vorkommen in älteren Effusivmassen (bis Perm inkl.). Sie fanden sich in Quarzporphyr von Bozen, Auer a. d. Etsch⁴, Scharfenstein im Münsterthal in Baden, Beetzberg nordwestlich Landshut, Colnitz in Sachsen, Bredbach im Schwarzwald und vom Roßkopf bei Hohwald, ferner in Glimmerporphyr von Wilsdruff in Sachsen (sehr selten).

Bemerkenswert ist, daß die Biotite fast aller dieser Gesteine mehr oder weniger stark chloritisiert waren, so daß angesichts der

¹ PARNELL, Min.-petr. Mitt. 25, 269, 1906 beschreibt solche.

² l. c. p. 384.

³ Selbstverständlich auch in kristallinen Schiefen aller Art, auch wo sie als Auswürflinge jungvulkanischer Gesteine erscheinen wie in denen der Schwäbischen Alp (H. SCHWARZ, Jahresh. vaterl. Vereins f. Naturkunde Württembergs 1905. 254). Die Biotite granitischer und ähnlicher Gesteine im Kontakt mit jungvulkanischen sind meist wie die künstlich erhitzten zu sehr getrübt, um noch ihre Höfe erkennen zu können. Sehr gut waren dagegen die Höfe erhalten (oder seit dem Kontakt erst wieder entstanden?) am unmittelbaren Kontakt eines Granitits der Umgegend von Helsingfors mit glasigem diabasischen Gestein.

⁴ F. v. WOLFF (N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 27, 72, 1903) erwähnt keine pleochroitischen Höfe im Biotit der Bozener Porphyre.

oben dargelegten schnelleren Wirksamkeit der Strahlung auf Chlorit sich Zweifel erheben, ob manche Höfe nicht erst nach der Chloritisierung entstanden. Dies wird dadurch in der Tat noch wahrscheinlicher, daß die Höfe in den nichtchloritiserten Biotiten meist nur sehr schwach entwickelt und namentlich in vielen Ergußgesteinen derselben Art und derselben Vorkommen ganz fehlen (trotz Zirkoneinschlüssen); so z. B. in manchen Pechsteinen von Auer a. d. Etsch, in manchen Quarzporphyren von St. Peter bei Clausen, von der Pechhütte bei Ober-Neubronn in Thüringen u. a. Diese Gesteine gehören alle, so viel mir bekannt, dem jüngsten Paläozoicum an, und es ist deshalb bemerkenswert, daß die Höfe sehr viel häufiger und intensiver sind in den Biotiten des Quarzdiabases von White Lake, Chilton, Canada, und des Åsby-Diabases, denen ein höheres Alter zugeschrieben wird.

Es gewinnen diese Verhältnisse aber erst rechte Bedeutung, wenn man mit diesen paläozoischen Gesteinen die tertiären und posttertiären vergleicht. In 20 Vorkommen von Lipariten, Trachyten, Daciten und Andesiten wurde mehr als 100mal Zirkon als Einschluß im Biotit beobachtet, aber in keinem Falle war ein Hof vorhanden¹. Auch ROSENBUSCH² erwähnt, so viel ich gesehen habe, aus jüngeren Ergußgesteinen nirgends pleochroitische Höfe im Biotit (nur bei Daciten und Andesiten heißt es p. 839, daß der Biotit um Einschlüsse von Eisenerz und Zirkon zuweilen, wenn gleich selten „tiefere Färbung“ aufweist). BRUHNS (l. c.) erwähnt aus dem Biotit der Auswürflinge der Eifelvulkane Zirkoneinschlüsse, aber keine pleochroitischen Höfe. Die Ursache davon wird kaum in besonderen Eigenschaften des Biotits dieser jungen Gesteine liegen, da der Versuch gezeigt hat, daß sie ebenfalls durch Strahlung affiziert werden.

Unter diesen Umständen schien es von besonderem Interesse, auch den Biotit jüngerer Tiefeugesteine auf das Vorkommen von Höfen zu prüfen. Hier stand mir leider nur wenig Material zur Verfügung. Im Tonalit des Adamello, dessen Alter höchstens triadisch, nach SALOMON tertiär oder posttertiär ist, wurden im Biotit verschiedener Fundstellen 102 Zirkoneinschlüsse beobachtet; 80 davon hatten keine Spur von Hof, bei 22 war er vorhanden, aber sehr schwach, nicht entfernt von der Intensität, wie z. B. in den paläozoischen Graniten, obwohl er bei Bestrahlung sich nicht erheblich langsamer färbte als z. B. der aus Karlsbader Granit. Von anderen, von SALOMON zu seinen periadriatischen Massen gerechneten und mit dem Adamellogestein, also als annähernd gleich-

¹ Nur einmal wurde in Biotit vom Drachenfels-Trachyt eine tiefere Färbung um einen zirkonähnlichen Einschluß beobachtet, ob ein Hof vorlag, schien aber zweifelhaft.

² l. c. II. 1896.

aldrig betrachteten Massen, erwähnt TRENER¹ Höfe als selten und sehr schwach im Biotit des Tonalites der Presanella. Ich selbst fand in Gesteinen des Monzoni in 10 Fällen deutliche Höfe um Zirkon, in 4 Fällen keine, im Diorit von Clausen nur einmal einen Hof, dagegen sind die Höfe im chloritisierten Biotit von Brixen² häufig und deutlich, ebenso in frischem Biotit der Granite von Baveno und jenen von Elba. In angeblich eretaceischem Banatit von Dognaeska und Hodritsch blieb mir das Vorkommen von Höfen um Zirkon zweifelhaft, ebenso im Essexit von Rongstock und in dem nach KLEMM sehr jugendlichen Antigoriogneis; in letzterem war jedenfalls das Fehlen von Höfen um Zirkon in Biotit festzustellen, ebenso in dem angeblich mesozoischen Granit von Mt. Ingalls, Sierra Nevada. In den chilenischen Andengesteinen pflegt dagegen nach v. WOLFF der Zirkon in den farbigen Gemengteilen von Höfen umgeben zu sein.

Es scheint nach diesen Beobachtungen gewagt, schon einen Schluß auf das Altersverhältnis aus dem Vorkommen von Höfen in Biotit um Zirkon zu ziehen, weitere Ermittlungen einerseits über die Verbreitung der Höfe an Gesteinen sicher erkannten Alters, anderseits über die zur Hervorrufung deutlicher Höfe nötige Bestrahlungs-Zeit und -Intensität scheinen noch nötig zu sein, da Biotite verschiedener Gesteine sich vielleicht im Zusammenhang mit chemischen Differenzen verschieden verhalten könnten. Ein Beispiel dafür scheint der oben erwähnte Biotit der Kersantite vom Bärenstein zu sein, ferner ist mir z. B. aufgefallen, daß den Cordierit von Bodenmais begleitende, anscheinend aus Biotit hervorgegangene strahlig-faserige Massen eines hellen, sonst durchaus museovitähnlichen Minerals sich durch außerordentlich dunkle Höfe vom gewöhnlichen Museovit unterscheiden, daß ferner manche Cordieritgneise sehr kräftige Höfe im Biotit, aber nur sehr schwache in dem gegen Strahlung doch viel empfindlicheren Cordierit haben. Sollten hier Cordierit und Glimmer vom gewöhnlichen nicht verschieden sein, so müßte man auf relativ junges Alter des Cordierits gegenüber Glimmer schließen, letzteren etwa auf Rechnung einer Kontaktmetamorphosierung eines Biotitgneises setzen.

(Schluß folgt.)

¹ l. c. p. 445; p. 446 wird ausdrücklich festgestellt, daß Zirkon in den farbigen Gemengteilen nur selten pleochroitische Höfe hervorbringt.

² Nach SANDER (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 56. 742, 1906) wahrscheinlich vorpermisch, da Einschlüsse davon im Bozener Porphyrt kommen sollen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [1909](#)

Autor(en)/Author(s): Mügge Johannes Otto Conrad

Artikel/Article: [Radioaktivität und pleochroitische Höfe. 113-120](#)