

## Original-Mitteilungen an die Redaktion.

### Radioaktivität und pleochroitische Höfe.

Von O. Mügge in Göttingen.

Mit 1 Textfigur.

Nachdem sich herausgestellt hatte, daß optische Veränderungen ganz ähnlicher Art, wie sie in den pleochroitischen Höfen mancher Cordierite angetroffen werden, auch durch Radiumstrahlung bewirkt werden<sup>1</sup>, sind seit April 1907 eine Reihe anderer gesteinsbildender Minerale, namentlich solche, in denen pleochroitische Höfe vorkommen, ebenfalls daraufhin geprüft worden und zugleich nähere Untersuchungen über die Verbreitung solcher Höfe, namentlich in Rücksicht auf das Alter der umschließenden Minerale und Gesteine, die Intensität der Wirkung und die Art der bewirkten Änderung angestellt.

Pleochroitische Höfe sind bisher in folgenden Mineralen beobachtet<sup>2</sup>:

Cordierit<sup>3</sup>.

Andalusit<sup>4</sup>.

Biotit, Muscovit, Lithionit, Chlorit, Ottrelith<sup>5</sup>.

Gemeine Hornblende, Strahlstein und Glaukophan<sup>6</sup>.

Turmalin<sup>7</sup>.

<sup>1</sup> Dies. Centralbl. f. Min. etc. 1907. p. 397.

<sup>2</sup> Literatur bei ROSENBUSCH-WÜLFING, Physiographie I, 1. 346. 1904, und ZIRKEL, Petrographie. 1. 91. 1893.

<sup>3</sup> An diesem Mineral wurden die Höfe zuerst von ROSENBUSCH beobachtet. Mikr. Phys. I. p. 272. 1873.

<sup>4</sup> ROSENBUSCH, Die Steiger Schiefer etc. Abhandl. geol. Spezialkarte von Elsaß-Lothringen. I. Heft 2. p. 221. 1877: dort werden auch Höfe in Quarz angegeben, die aber später, so viel ich weiß, nicht mehr erwähnt sind.

<sup>5</sup> ROSENBUSCH-WÜLFING, l. c. I. 2. 261 u. 281 nach Beobachtungen von WHITTLE.

<sup>6</sup> KLEORAS, Min.-petr. Mitt. 26. 277. 1907.

<sup>7</sup> Auch erwähnt von MICHEL-LÉVY Compt. rend. 4. April 1895. p. 287 und das. 23. Dezember 1889. p. 973. Es ist wohl anzunehmen, daß die an letzterem Orte angegebenen „Höfe“ in Topas um Magnetit mit Verstärkung der Doppelbrechung, aber ohne Färbung bloß durch Spannung verursacht sind.

Als Einschlüsse, um welche die Höfe auftreten, werden folgende angegeben:

Zirkon, Rutil, Zinnstein.<sup>1</sup>

Topas<sup>1</sup>.

Pleonast.

Dumortierit<sup>2</sup>.

Allanit-Orthit.

Apatit.

Titanit<sup>2</sup>.

Biotit.

Erze.

Von diesen Mineralen sind Zirkon und Orthit, außerdem Thorit und Thorianit auf ihre Wirkungen auf die photographische Platte untersucht und mit denen von Uran und dem benutzten Präparat von Radiumbromid verglichen. Die Untersuchung wurde auf diese anscheinend wirksamsten Minerale einstweilen beschränkt, weil die Erfahrung bald zeigte, daß es langer Zeiten bedarf, um deutliche Einwirkung auf die photographische Platte zu erhalten.

## I. Die Einwirkung von Radiumbromid auf gesteinsbildende Minerale.

Folgende Minerale wurden der Einwirkung von Radiumbromid, das ich der Güte des Herrn Kollegen PARTHEIL in Königsberg verdankte, derart ausgesetzt, daß sie mit mikroskopisch kleinen Körnchen desselben direkt belegt wurden:

### 1. Steinsalz.

Von allen untersuchten Mineralen nimmt dieses am schnellsten Färbung durch Bestrahlung an. Schon nach 3 Tagen war sie auf Spaltflächen merklich, nach 14 Tagen waren kräftig gelbbraune Flecken entstanden. Die Breite der gefärbten Zone vom Rand des Radiumkörnchens gemessen betrug nach 3 Wochen etwa 0,06 mm, die Färbung war dagegen senkrecht zur belegten Fläche kaum merklich eingedrungen. Durch Translation entstandene doppelbrechende Lamellen nach (110) zeigten keinen merklichen Pleochroismus, auch keine Veränderung der Doppelbrechung, indessen waren die Lamellen nur schmal und die Beobachtung durch Unterlagerung von Lamellen anderer Orientierung erschwert.

Beim vorsichtigen Erhitzen ändert sich die Farbe der bestrahlten Stellen durch rauchgrau mit schwach grünlichbraun in rein grau, violettgrau, schön violett, blaviolett in hellviolett und schließlich in farblos. Unterbricht man diese Erhitzung (auf etwa

<sup>1</sup> ROSENBUSCH-WÜLFING, l. c. I. 2. 261.

<sup>2</sup> MICHEL-LÉVY, l. c.

300°) nach je ungefähr 4'', so bleiben die genannten Farbertöne bestehen. Ganz ähnlich verhält sich nach GIESEL<sup>1</sup> das durch Kathodenstrahlen und Erhitzen in K- und Na-Dampf gefärbte Steinsalz.

## 2. Cordierit.

Er zeigt nächst dem Steinsalz die größte Empfindlichkeit. Die Färbung wird schon nach 5 Tagen wahrnehmbar, nach etwa 14 Tagen ist auch eine merkliche Schwächung der Doppelbrechung festzustellen. Pleochroismus und Änderung der Doppelbrechung nehmen aber anscheinend noch nach monatelangem Bestrahlen fortwährend zu; die Färbung wird schließlich tief eigelb, fast gelbrot und ebenso kräftig wie in den stärkst gefärbten natürlichen Höfen. Platten von Bodenmais senkrecht zur positiven Bisectrix waren indessen auch nach 8 Monaten nur schwach gefärbt und ihre Doppelbrechung merklich ungeändert, solche senkrecht zur negativen Bisectrix zeigten nach 10 Monaten noch keine Spur von Färbung und Änderung der Doppelbrechung.

Die Verminderung der Doppelbrechung war bei längerer Bestrahlung recht beträchtlich, sie erreichte in Schnitten  $\perp$  b etwa  $\frac{1}{4}$  der ursprünglichen; eine genaue Messung war wegen der Tiefe der Färbung und der Ungleichheit der Wirkung je nach der Entfernung von der belegten Stelle nicht möglich, indessen scheinen in dieser Hinsicht erhebliche Unterschiede vorzukommen, denn zuweilen wurde auch an stark pleochroitisch gewordenen Stellen keine merkliche Veränderung der Doppelbrechung beobachtet. Es waren dies nun keineswegs Stellen annähernd senkrecht zu einer optischen Achse, solche haben vielmehr ein eigentümliches Verhalten. Sie sind (ähnlich wie bei Epidot u. a.) keineswegs frei von Pleochroismus, zeigen aber gleichzeitig nicht nur eine merkliche Veränderung der Interferenzfarbe, sondern auch der Auslöschungsrichtung. Im weißen Licht trat in manchen Fällen derart überhaupt keine Auslöschung ein; in der Stellung stärkster Absorption erscheint der „Hof“ zwischen gekreuzten Nicols<sup>2</sup> grünlichblau, dann beim Drehen der Platte tiefviolett, rot, orange, gelb, gelblichweiß (erste 45°-Stellung), grünlichgelb, bläulichgrün, blau, schön violett, hellviolett, gelblichweiß (zweite 45°-Stellung). Die im konvergenten Licht erscheinende optische Achse zeigt im „Hof“ starke Dispersion, anscheinend  $\rho > \nu$ , die Farben im parallelen Licht bezeichnen also wohl eine starke Dispersion der Auslöschungsrichtungen, die sich nach Maßgabe der FRESNEL'schen Konstruktion der Schwingungsrichtungen bei erheblicher Dispersion der optischen Achsen für solche Platten sehr bemerklich machen muß, deren

<sup>1</sup> Bericht d. deutsch. chem. Ges. 30. 156. 1897 (N. Jahrb. f. Min. etc. 1899. I. - 4-).

<sup>2</sup> Am deutlichsten im Auerlicht.

Normale außerhalb der Achsenebene und dabei nahe der einen optischen Achse liegt; dabei wird die Art der Färbung zwischen gekreuzten Nicols auch wohl durch die Absorption mit beeinflusst. Damit stimmt, daß Platten, deren Normale von der einen optischen Achse innerhalb der Achsenebene ein wenig abweicht, solche Dispersion der Auslöschungsrichtungen nicht erkennen ließen. Die stärkere Dispersion der optischen Achsen an den bestrahlten Stellen weist demnach auf ungleiche Schwächung der Doppelbrechung für verschiedene Wellenlängen hin<sup>1</sup>.

Bei spektraler Zerlegung zeigten die künstlichen wie die natürlichen<sup>2</sup> Höfe eine starke, vielleicht vollständige Absorption der blauen Strahlen, sie erscheinen daher im blauen Licht für Schwingungen  $// \text{c}$  schwarz, verschwinden im Na-Licht bei Anwendung nur des Polarisators, während sie sich zwischen gekreuzten Nicols noch durch die Verminderung der Doppelbrechung bemerklich machen. Die Färbung verschwindet, wie schon früher mitgeteilt, bei längerem Erhitzen auf ca. 300°, und zwar ohne daß, wie bei Steinsalz, vorher andere Färbungen sich einstellen. Alle diese Beobachtungen erscheinen von Interesse wegen des Vergleichs mit den natürlichen Höfen.

War zwischen die Kristallplatte und das Radiumbromidkörnchen ein Aluminiumblättchen von 0,04 mm Dicke gelegt, so war nach 27 Tagen noch keine Färbung zu bemerken, ebenso wenig bei einem nur halb so dicken Blättchen nach 44 Tagen; dagegen war durch ein Blättchen von 0,01 mm Dicke nach ca. 10 Tagen eine schwache Wirkung zu erkennen<sup>3</sup>.

Zu betonen ist endlich, daß nicht alle Cordierite Färbung annehmen. Mit Erfolg bestrahlt wurden Kristalle aus den Cordieritgneisen von Mittweida, Gadernheim, Arendal, Kristalle von Bodenmais, der Auswürflinge des Laacher Sees; ohne Erfolg (nach ca. 10 Monaten) die in den Auswürflingen des Asama Yama. Will man daher das Vorhandensein und die Intensität der Höfe, wie früher dargelegt, zur Abschätzung des Alters benutzen, so wird es nötig sein zum Vergleich das Mineral gerade des fraglichen Vorkommens auf seine Reaktion gegen Radiumstrahlung zu prüfen.

<sup>1</sup> Die starke Dispersion der Achsen und das Auftreten „anomaler Dispersionsfarben“ sind bereits von WEINSCHENK (Abhandl. Bayer. Akad. 21. 373. 1901) hervorgehoben. MICHEL-LÉVY (Compt. rend. 110. 973. 1889) schien eine Änderung des Winkels der optischen Achsen nicht vorhanden zu sein, auch mir gelang es nicht, eine solche (für Na-Licht) sicher zu erkennen.

<sup>2</sup> ROSENBUSCH, Steiger Schiefer etc. l. c. nach Beobachtungen von KUNDT.

<sup>3</sup> Eine Aluminiumfolie von 0,04 mm Dicke schwächt nach RUTHERFORD die kräftigsten  $\alpha$ -Strahlen so weit, daß keine photographischen und Phosphoreszenz-Wirkungen mehr eintreten. Nach Angaben von GREINACHER bewirkt eine Schicht von 0,005 mm schon Absorption der Hälfte.



### 3. Biotit.

Die Empfindlichkeit des Biotits ist sehr viel geringer als die des Cordierits. Geprüft wurden nur Querschnitte in Dünnschliffen verschiedener Gesteine, sowohl solchen mit wie ohne pleochroitische Höfe.

Biotit aus dem Granit von der neuen Post in Karlsbad, der die Höfe, anscheinend nur um kleine Zirkone, sehr reichlich und sehr intensiv zeigt, verriet die ersten Spuren einer Wirkung erst nach 4 Monaten, ein zweites Präparat noch nicht nach  $4\frac{1}{2}$  Monaten; nach 6 Monaten war die Wirkung zwar sehr deutlich, aber noch lange nicht von der Intensität der natürlichen Höfe; nach 9 Monaten waren die Flecken auch in der Hellstellung der Querschnitte bemerkbar, die Färbung kräftig und die Veränderung der Doppelbrechung beträchtlich. Die Art der Färbung ist merklich dieselbe wie in den natürlichen Höfen, auch hat wie dort stets eine Verstärkung der Doppelbrechung stattgefunden; ihre Messung gelang wegen der tiefen Färbung nicht.

Im Biotit des Adamello-Tonalits, in dem die natürlichen Höfe nur selten und schwach sind, zeigten sich die ersten Spuren von Färbung und Verstärkung der Doppelbrechung ebenfalls nach 4 Monaten, ganz deutlich nach 6 Monaten. Biotit in basischen Auswürflingen des Gillenfelder Maars, dem Höfe (wie auch Zirkoneinschlüsse) fehlen, erfuhr dieselben Veränderungen bereits nach 3, ganz deutlich nach 6 Monaten, und Biotit aus Cordieritgneis von Arendal, der frei ist von natürlichen Höfen, ließ nach 9 Monaten noch kaum Spuren erkennen.

Abweichend verhielt sich auch der im Dünnschliff dunkelblonde Biotit des Kersantits vom Bärenstein bei Lehesten (ebenfalls ohne Höfe und Zirkoneinschlüsse). Selbst nach 8 Monaten war zwar noch keine Spur von Färbung zu bemerken, dagegen war in einem Umkreise, den sonst die pleochroitischen Höfe einzunehmen pflegen, die Doppelbrechung sehr merklich verstärkt, im Maximum um etwa  $\frac{1}{3}$  des ursprünglichen Betrages. Nach 10 Monaten war auch eine schwache Verstärkung der Färbung wahrzunehmen.

Auf Muscovit zeigte sich nach 4 Monaten noch keine Wirkung.

### 4. Chlorit.

Querschnitte strahlig-blättriger Aggregate in Chloritschiefer vom Ural mit schwachem Pleochroismus zwischen grasgrün parallel zu den Spaltrissen und gelblichweiß senkrecht dazu ließen schon nach 34 Tagen die ersten Spuren von Höfen erkennen. Sie werden für Schwingungen parallel den Spaltrissen etwas mehr gelblichgrün. Dieser Chlorit ist optisch positiv, und damit hängt es offenbar zusammen, daß seine Doppelbrechung nicht wie bei den natürlichen Höfen der (meist optisch negativen) Chlorite verstärkt,

sondern deutlich geschwächt ist; diese Schwächung der Doppelbrechung war nach dreimonatiger Bestrahlung sogar auffallender als die Färbung; sie ist von ca. 0,005 auf nahezu 0 reduziert.

Der ebenfalls optisch positive Chlorit im Glaukophanschiefer von Syra, in dem die Zwillingsbildung durch die beträchtliche Auslöschungsschiefe gut sichtbar wird, zeigte merkliche Einwirkung schon nach 19 Tagen. Nach 31 Tagen erwies sich auch die Doppelbrechung erheblich vermindert, dabei die Färbung für die Schwingungen ungefähr parallel der Spaltung etwas dunkler (gelblichgrün statt vorher blaugrün). Auch Chlorit von der Grube Marianne bei Querbach (optisch negativ) mit schönen natürlichen Höfen zeigte schon nach 23 Tagen kräftige rauchgraue oder braungrüne Färbung für  $c$  mit merklicher Verstärkung der Doppelbrechung (ungefähr wie in den natürlichen Höfen).

Eine Penninplatte von Zermatt senkrecht zur Basis mit dem bekannten schönen Pleochroismus zeigte nach  $2\frac{1}{2}$  Monaten noch keine Spur von Wirkung.

### 5. Hornblende.

Durchschnitte in Dünnschliffen des Adamello-Tonalits erwiesen sich als erheblich empfindlicher als die Biotite desselben Gesteins. Nach 2 Monaten schon waren merkliche, nach 4 Monaten kräftige Färbungen festzustellen, nach 6 Monaten fast von derselben Intensität wie in den natürlichen Höfen, und wie in den letzteren ist die Färbung in der Stellung der stärksten Absorption ein eigentümliches schwärzliches Braungrün bis fast Rußschwarz und mit einer merklichen Steigerung der Doppelbrechung um etwa  $\frac{1}{3}$  verbunden. Die Einwirkung war sowohl in Längs- wie in Querschnitten gut wahrnehmbar.

Basaltische Hornblende in Auswürflingen des Gillenfelder Maars zeigte nach 40 Tagen in Längsschnitten anscheinend eine schwache Verstärkung der Doppelbrechung, aber keine Farbänderung.

Hornblende aus Amphibolit von Helsingfors mit pleochroitischen Höfen um Titanit (vergl. unten) ließ nach 3 Wochen eine schwache Veränderung der Doppelbrechung im Längsschnitt, aber keine merkliche Färbung erkennen.

### 6. Strahlstein.

Längsschliffe des Vorkommens vom Ginsterriedel bei Salzburg zeigten nach 2 Monaten eine merkliche Verstärkung der Färbung (in bräunlichgelb) für die weniger zu  $c$  geneigten Schwingungen und Verstärkung der Doppelbrechung.

Strahlstein von Gastein erfuhr eine merkliche Veränderung schon nach 3 Wochen; nach 2 Monaten war die Färbung für die

weniger zu  $e'$  geneigten Schwingungen aus bläulichgrün in gelbbraun verwandelt und die Doppelbrechung beträchtlich verstärkt.

### 7. Glaukophan.

Schnitte im Schiefer von Syra zeigten schon nach 18 Tagen merkliche Farbenänderung. Nach 32 Tagen erschien ein Schnitt annähernd // (010) für die zu  $e'$  weniger geneigten Schwingungen ein wenig dunkler gelb als anfangs, für die senkrecht dazu war er aus blau in gelblichbraun verfärbt, dabei die Doppelbrechung erheblich verstärkt. Ein Schnitt ungefähr senkrecht zu einer optischen Achse erschien in der Stellung, wo er anfangs violett-blau war, nach der Bestrahlung graubraun, in der ursprünglich blaßblauen Lage nachher gelbbraun.

Alle andern gesteinsbildenden Minerale, aus denen pleochroitische Höfe angegeben werden, haben (bei Bestrahlung bis zu 10 Monaten) keine Einwirkung erfahren, nämlich:

Turmalin, braun (unbekannter Fundort), (7 Monate), ferner hellgelber bis farbloser von Penig nicht nach 1 Monat, anscheinend eine Spur Verstärkung der Absorption von  $\omega$  nach 3 Monaten.

Andalusit // (110) von Lisenz, und senkrecht zu einer optischen Achse (von Brasilien?) nicht nach 70 Tagen bzw. 10 Monaten.

Augit (Hedenbergit von Nordmarken //  $e'$ ) nach 2 Monaten keine merkliche Einwirkung.

Von Mineralen, aus welchen farbige Höfe bisher nicht bekannt sind, wurden nur Steinsalz (vergl. oben) und Vivianit mit Erfolg bestrahlt, im letzteren waren nach 5 Wochen etwas tiefer gefärbte Flecken (infolge Oxydation?) ohne Pleochroismus und ohne merkliche Änderung der Doppelbrechung entstanden. Unverändert waren folgende geblieben:

Roter Granat von Orawieza und in Kinzigit von Gadernheim nach 9 Monaten; in Übereinstimmung damit zeigte Granat einiger Geschiebe von Cordieritgneis auch da keine Färbung, wo er Zirkon enthielt oder mit solchem Zirkon in Kontakt war, der in benachbarten Biotiten Höfe verursacht hatte.

Flußspat (farblos, unbekannter Fundort) nach 9 Monaten.

Quarz // (1120) nach 5 Monaten (es gilt dieselbe Bemerkung wie bei Granat).

Anhydrit senkrecht zur spitzen und zur stumpfen Bisektrix nach 7 Monaten.

Cölestin (blau) von Giershagen nach 3 Monaten.

Kryolith von Ivigtut nach 40 Tagen.

Cyanit von Monte Campione // (100) nach 3 Monaten.

(Fortsetzung folgt.)

# 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: 1909

Band/Volume: [1909](#)

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

Artikel/Article: [Radioaktivität und pleochroitische Höfe. 65-71](#)