



## **Elemente der Mineralogie**

**Naumann, Carl Friedrich**

**Leipzig, 1901**

§. 115. Wirkung der Temperaturerhöhung auf die optischen Eigenschaften

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-84232](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-84232)

Diese letztere Erscheinung entsteht folgendermassen: In der durch das Centrum gehenden Platte, welche so dünn ist, dass sie nur aus einer ihrer Ebene parallelen Schicht von Fasern besteht, sind die letzteren alle radial und zugleich horizontal gerichtet. Gehören die Fasern nun einem einaxigen Mineral an, dessen Längsrichtung parallel der optischen Axe geht, oder einem zweiaxigen, dessen Längsrichtung ebenfalls irgend eine optische Elasticitätsaxe ist, so müssen gleichzeitig vier, um  $90^\circ$  verschieden gelegene Büschel ganz (oder fast ganz) paralleler Fasern — nämlich solche, deren Prismenaxen mit den Nicolhauptschnitten parallel gehen — gerade auslöschen und zusammen ein dunkles Kreuz bilden. Bei der Drehung des Präparats gelangen immer andere Fasern dazu, und dabei verbleibt das Kreuz natürlich an seiner Stelle; nur scheinbar bewegt es sich in umgekehrter Richtung mit derselben Geschwindigkeit, mit welcher das Präparat gedreht wird. In den durch das Kreuz gebildeten vier Quadranten liegen diejenigen Fasern, deren Elasticitätsachsen schief gegen die Nicolhauptschnitte gerichtet sind und hier ist je längs dem mittleren Radius die Helligkeit am grössten; das dunkle Kreuz kann daher auch nicht sehr scharf begrenzt sein, es verschwimmt allmählich in die hellen Quadranten. Bei parallelen Nicols gewahrt man ein unvollkommenes bräunliches Kreuz, dessen fleckenartige Aeste zwischen den verschwundenen Balken des ersteren liegen. Vermittels eines Gypsblättchens oder eines Quarzkeils kann man auch hier den optischen Charakter der Fasern bestimmen, wie an den Interferenzfiguren einaxiger Platten im convergenten Licht. — Sollten solche centralen Schnitte durch radiaifaserige homogene Kugeln vorliegen, welche aus monoklinen oder triklinen Individuen bestehen, so würden die dunkeln, wiederum unter einander rechtwinkligen Kreuzarme im Allgemeinen gegen die Nicolhauptschnitte mehr oder weniger schief geneigt sein, entsprechend dem Winkel, welchen die Elasticitätsaxe mit der Längsaxe der Fasern und der darauf stehenden Normalen bildet.

§ 145. **Wirkung der Temperaturerhöhung auf die optischen Eigenschaften.** Bei den im Folgenden erwähnten Erscheinungen wird vorausgesetzt, dass sie ohne chemische Veränderung der Substanz und ohne abnormen Wechsel der Molecularstructur erfolgen<sup>1)</sup>.

1) Reguläre isotrope Krystalle bleiben isotrop bei jeder Temperatur und es kann bei ihnen nur der Brechungsquotient sich verändern; durch Temperaturerhöhung wird derselbe bei Steinsalz, Sylvit, Fluorit, Kalialaun kleiner, bei Diamant, Zinkblende grösser. — Reguläre Krystalle mit Circularpolarisation können dabei ihr Drehungsvermögen ändern; z. B. wird letzteres bei dem tetartoëdrischen Natriumchlorat verstärkt.

2) Optisch-einaxige (tetragonale und hexagonale) Krystalle behalten diesen Charakter bei jeder Temperatur; die einzige Veränderung beschränkt sich hier auf die Werthe der Brechungsquotienten  $\omega$  und  $\varepsilon$ , also auf die Stärke der Doppelbrechung. Nach *Fixeau* vermindern sich für den Quarz bei der Erwärmung beide Quotienten (jedoch  $\varepsilon$  in etwas höherem Grade als  $\omega$ ), weshalb denn die Stärke der Doppelbrechung abnimmt; im Kalkspath dagegen wächst  $\varepsilon$  mit der Temperatur sehr bedeutend, während  $\omega$  kleiner wird, so dass hier die Doppelbrechung zunimmt; auch am Vesuvian, Beryll, Apatit ist eine Steigerung der Differenz von  $\omega$  und  $\varepsilon$  constatirt.

3) Bei den optisch-zweiaxigen rhombischen Krystallen erfahren die 3 Hauptbrechungsquotienten  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  durch die Erwärmung ungleiche Aenderungen, und damit ändert sich auch die Grösse des optischen Axenwinkels; jede der 3 optischen Elasticitätsachsen muss aber bei jeder Temperatur fortfahren, mit einer der 3 krystallographischen Axen zusammenzufallen, die Ebene der optischen Axen muss also immer

<sup>1)</sup> Ueber Constructionen von Erhitzungsapparaten vgl.: *H. Vogelsang*, Poggendorff's Annal. CXXXVII. 58; *R. Brünne*, N. Jahrb. f. Min. 1890. II. 87; *K. Klein* (*R. Fuess*), ebendas. 1894. I. 65 und 68; *R. Fuess*, ebendas. Beilage. VII. 406.



eine Symmetrie-Ebene bleiben. Für die Veränderung der Brechungsquotienten und des optischen Axenwinkels diene als Beispiel der Baryt:

|                   | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ | 2 V für Roth   |
|-------------------|----------|---------|----------|----------------|
| Bei 20° . . . . . | 1,63609  | 1,63742 | 1,64795  | 37° 28'        |
| 50° . . . . .     | 1,63575  | 1,63678 | 1,64726  | 38° 43'        |
| 100° . . . . .    | 1,63512  | 1,63612 | 1,64643  | 40° 15'        |
| 200° . . . . .    | 1,63344  | 1,63474 | 1,64426  | 44° 18' (204°) |

4) Bei den optisch-zweiaxigen monoklinen Krystallen ändert sich nicht nur  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  und der Winkel der optischen Axen, sondern meist auch die Ebene, in welcher die optischen Axen liegen, und damit kann sich auch die Lage derjenigen beiden optischen Elasticitätsaxen ändern, welche nicht mit der einzigen orthodiagonalen Symmetrie-Axe zusammenfallen; letztere muss aber immer ihren Charakter als Elasticitätsaxe bewahren, und das dreiaxige Elasticitäts-Ellipsoid vermag sich gewissermassen um dieselbe zu drehen.

Beim Glauberit liegen die optischen Axen anfangs senkrecht auf  $\infty R \infty$  (horizontale Dispersion,  $\nu < \rho$ ); bei Erwärmung verkleinert sich der Axenwinkel, wird bei verschiedenen Temperaturen für die verschiedenen Farben = 0, und dann gehen die optischen Axen in der Ebene  $\infty R \infty$  wieder auseinander (mit geneigter Dispersion und  $\nu > \rho$ ); die Lage der optischen Elasticitätsaxen verändert sich nicht merklich zwischen 0° und 100° Temperatur (*Laspeyres*).

|                          | für Blau       | Grün    | Gelb    | Roth    |
|--------------------------|----------------|---------|---------|---------|
| Bei 5° opt. Axenwinkel = | 8° 54'         | 11° 42' | 14° 8'  | 16° 6'  |
| > 22° >                  | = 0° (bei 18°) | 8° 14'  | 11° 8'  | 13° 30' |
| > 36° >                  | = 8° 42'       | 0°      | 8° 9'   | 11° 1'  |
| > 46° >                  | = 11° 8'       | 7° 8'   | 0°      | 8° 40'  |
| > 58° >                  | = 13° 2'       | 10° 32' | 7° 14'  | 0°      |
| > 85° >                  | = 10° 47'      | 15° 15' | 13° 14' | 10° 47' |

Beim Gyps liegen in gewöhnlicher Temperatur die opt. Axen im Klinopinakoid und bilden 95° (geneigte Dispersion); mit steigender Temperatur vermindert sich dieser Winkel, indem sie sich mit ungleicher Geschwindigkeit einander nähern: bei 47° beträgt er nur = 76°, bei 95° nur = 39°; bei 116° beträgt er für die rothen Strahlen = 0°, für diese ist also der Gyps einaxig geworden. Bei dieser Temperatur sind aber die optischen Axen für die blauen Strahlen, für welche schon früher Einaxigkeit eingetreten ist, in einer auf  $\infty R \infty$  senkrechten Ebene auseinandergegangen; bei 120° gehen auch diejenigen für die rothen Strahlen in dieser Ebene auseinander (die Dispersion wird horizontal). — Der Syngenit wird bei Temperaturerhöhung einaxig und zwar erfolgt dies für Roth bei 143°, Gelb bei 160°, Blau bei 181,5°. — Im Adular vom St. Gotthard verkleinert sich ebenfalls der Axenwinkel bei der Erwärmung, wird hierauf Null und bei 200° Temperatur haben die wieder auseinandergegangenen Axen eine zu deren anfänglicher Ebene senkrechte Lage angenommen; bei der Abkühlung kehrt alles wieder in rückläufiger Reihenfolge zum ursprünglichen Zustand zurück; nach einer bis zur Rothgluth fortgesetzten Erhitzung bleibt aber die erfolgte Veränderung bei der Erkaltung permanent.

Krystalle, welche starke Dispersion der optischen Axen zeigen, sind auch oft gerade ausgezeichnet durch beträchtliche Veränderlichkeit des Axenwinkels mit der Temperatur.

5) Bei den optisch-zweiaxigen triklinen Krystallen kann sich nicht nur verändern  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , der Winkel und die Ebene der optischen Axen, sondern auch die Lage aller dreier optischer Elasticitätsaxen.

Bei gewissen Krystallen bringt die Erhitzung eine Veränderung der Molecular-structur und damit eine gänzliche Veränderung der optischen Charaktere hervor; so z. B. werden die (künstlichen) grünlichgelben rhombischen Krystalle des Antimonjodids



*Sbj*<sup>3</sup>, auf ca. 444° erhitzt, roth und einaxig hexagonal. Hierher gehören auch die Veränderungen, welche durch Erhitzung am Leucit, Boracit, Tridymit vor sich gehen.

Tritt bei der Temperaturerhöhung aber eine Veränderung des chemischen Bestandes ein, so können die optischen Eigenschaften in hohem Grade andere werden, wie die Zeolithe zeigen, welche bei dieser Gelegenheit Wasser verlieren.

§ 116. **Optische Anomalieen.** Schon seit langer Zeit ist es bekannt, dass gewisse Mineralien optisch untersucht nicht dasjenige Verhalten zeigen, welches man mit Rücksicht auf ihre Formausbildung und ihre morphologische Zugehörigkeit zu dem einen oder anderen Krystallsystem bei ihnen voraussetzen sollte. So gibt es eine Reihe von Mineralien, welche sich nach Winkelwerthen und charakteristischer Entwicklung der Gestalt als Mitglieder des regulären Systems bekunden, gleichwohl aber deutliche Erscheinungen der Doppelbrechung und Polarisation aufweisen. Formell zum tetragonalen oder hexagonalen System gehörige Individuen kommen vor, welche dennoch in der Richtung der Hauptaxe eine Doppelbrechung offenbaren und sich als zweiaxig ergeben; formell rhombische Krystalle sind anomal, indem die optischen Elasticitätsachsen nicht alle in die krystallographischen Symmetrieebenen fallen. Vielfach jedoch zeigt sich, dass die abnormen Erscheinungen nur von gewissen Vorkommnissen eines und desselben Minerals dargeboten werden, andere dagegen sich ganz normal verhalten, oder dass die Anomalie sich nur auf gewisse Stellen einer Krystallplatte beschränkt. Manchmal ruft sie im polarisirten Licht eine Theilung in einzelne Felder und Sectoren hervor. — Umgekehrt sind auch Fälle bekannt, wo Substanzen von geringerer Symmetrie ein optisches Verhalten zeigen, wie es Individuen von höherer zukommt.

Für das optisch anomale Verhalten hat man im Lauf der Zeit mit mehr oder weniger Glück verschiedene Deutungsversuche gemacht<sup>1)</sup>.

Anomalieen durch innere Spannungen. Dieselben werden durch mechanischen Druck oder Zug, schnelle Kühlung, einseitige Erwärmung hervorgebracht; ferner durch die Gegenwart von isomorphen Beimischungen.

*Brewster* hat zuerst beobachtet, dass die optischen Eigenschaften von Krystallen gestört werden, wenn ein mechanischer Druck auf sie ausgeübt wird. Steinsalz, Flussspath und Diamant werden doppelbrechend, optisch einaxige Krystalle wie Kalkspath und Quarz werden zweiaxig. Durch Erhitzen können dieselben Veränderungen hervorgerufen werden. Später sind diese Versuche von *Reusch* und *Marbach*, von *Moigno* und *Soleil*, *Pfaff*, *Klocke*, *Bücking* u. A. weiter geführt worden<sup>2)</sup>.

1) Eine übersichtliche und kritische Zusammenstellung aller damaligen Forschungen nebst vielen neuen Untersuchungen enthält die ausgezeichnete, von der F. Jablonowski'schen Ges. d. Wiss. gekrönte Preisschrift von *R. Brauns*, »Die optischen Anomalien der Krystalle«, Leipzig 1894.

2) Wie künstliche amorphe Körper, Leim, gelatinöse Substanzen, Harze oft entweder schon in Folge der beim Eintrocknen entstehenden Spannungen doppelbrechend sind, oder durch geringen Druck und Zug doppelbrechend werden, so zeigen auch mineralische Harze, Opale und andere amorphe Medien manchmal energische Doppelbrechung. — *Klocke* stellte aus Gelatine andere amorphe Medien manchmal energische Doppelbrechung. — *Klocke* stellte aus Gelatine Gallerte, welche im gespannten Zustand zum Eintrocknen gebracht wurde, Platten her, welche sowohl im parallelen als auch im convergenten polarisirten Licht alle optischen Eigenschaften der von optisch anomalen Krystallen herrührenden Platten besitzen und erweisen, dass ein gleichförmig comprimierter (oder dilatirter) isotroper Körper die Eigenschaften eines ein- oder zweiaxigen Krystalls annehmen kann (Ber. d. naturf. Ges. z. Freiburg VIII. 1884. 4). Auch *Ben-Saude* nahm wahr, dass Gelatine, wenn sie in reguläre Formen, z. B. in solche von 202 gegossen wird, in den nach der Festwerdung angefertigten Schnitten eine nahezu vollständige Nachahmung der Doppelbrechungserscheinungen gewisser regulärer Krystalle erkennen lässt. — Fäden, welche aus zähflüssigem Gummi gezogen werden, sind stark doppelbrechend und zwar bei arabischem Gummi in Bezug auf die Längsrichtung positiv, bei Kirschbaumgummi negativ. Mischt man