

Bemerkungen zu den Untersuchungen von C. Viola über die Totalreflexion des Lichtes an einem Kristall.

Von **Fr. Schwietring** in Celle (Hannover).

Ein beliebiger Schnitt eines durchsichtigen inaktiven Kristalls zeigt in einer starkbrechenden Flüssigkeit vier extremale Grenzwinkel der totalen Reflexion; sie mögen $\Phi_1 < \Phi_2 < \Phi_3 < \Phi_4$ genannt werden. Sind $n_a < n_b < n_c$ die drei Hauptbrechungsindizes des Kristalls und ist n der Brechungsindex des Außenmediums, so ist nach CH. SORET: $n_a = n \sin \Phi_1$, $n_c = n \sin \Phi_4$.

Der größte und der kleinste extremale Grenzwinkel ergeben also leicht den größten und den kleinsten Hauptbrechungsindex des Kristalls. Für den mittleren Hauptbrechungsindex n_b ist es dagegen zunächst fraglich, ob er durch $n \sin \Phi_2$ oder $n \sin \Phi_3$ ermittelt wird. Der Grund für diese Zweideutigkeit liegt darin, daß die Strahlenfläche eines Kristalls durch einen einzigen Schnitt nicht eindeutig bestimmt ist; zu einem gegebenen Schnitt (S) durch die Strahlenfläche gehören rein geometrisch zwei verschiedene Strahlenflächen, die sich durch den mittleren Hauptbrechungsindex unterscheiden. Die Grenzwinkel Φ der totalen Reflexion liefern nämlich durch die Gleichung:

$$n \sin \Phi = \frac{1}{r}$$

die Radien r für die Fußpunktskurve (F), die der Schnittkurve (S) der Strahlenfläche mit der Grenzzebene \mathcal{G} des Kristalls entspricht. Zu (F) gehören jedoch ebenso wie zu (S) zwei verschiedene Strahlenflächen. Daher kann die Messung der vier extremalen Grenzwinkel nur ein zweideutiges Resultat über die Strahlenfläche ergeben, der mittlere Hauptbrechungsindex bleibt unbestimmt. Auch die Beobachtung aller Grenzwinkel Φ kann die Zweideutigkeit nicht aufheben.

Mithin folgt der Satz:

Die Bestimmung der vier extremalen Grenzwinkel sowie die Bestimmung aller Grenzwinkel der totalen Reflexion an einer Grenzzebene \mathcal{G} des Kristalls reichen allein nicht hin, um die drei Hauptbrechungsindizes eindeutig zu ermitteln, da diese Messungen nur den Schnitt (S) zwischen Strahlenfläche und Grenzzebene festlegen.

Um die drei Hauptbrechungsindizes eindeutig zu finden, muß also außer den vier extremalen Grenzwinkeln wenigstens noch eine andere Größe beobachtet werden, die von den Polarisationskonstanten abhängt. C. VIOLA hat zu diesem Zwecke die Azimute eines vor das Auge geschalteten Nicols beobachtet, bei denen jedesmal die Grenze für $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$ ein Minimum von Deutlichkeit zeigt. Mittels dieser Nicolazimute hat VIOLA zwei Regeln für die Unterscheidung von Φ_2 und Φ_3 aufgestellt. Ich habe die

beiden Regeln in einer früheren Abhandlung¹ die Rechnungsregel und die Beobachtungsregel genannt und gezeigt, daß sie beide unbegründet und unzuverlässig sind. Ferner habe ich eine neue Unterscheidungsregel aufgestellt, die den Vorzug strenger und allgemeiner Gültigkeit besitzt, im Gebrauch allerdings mehr Zeit erfordert als VIOLA's Regeln. Weiter habe ich darauf hingewiesen, daß sich eine allgemeine und sehr einfache Unterscheidungsregel ergibt, wenn der Nicol einem Vorschlage von F. PÖCKELS gemäß in den Gang der streifend einfallenden Strahlen eingeschaltet wird.

Kürzlich² hat C. VIOLA vier neue Methoden angegeben, um Φ_2 und Φ_3 zu unterscheiden. Die erste Methode nennt er die Konstruktionsmethode. Die Richtungen in der Grenzebene \mathcal{G} des Kristalls, in denen $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$ auftreten, seien A, B, J, T . Unter der Voraussetzung, daß etwa Φ_2 der zu n_b gehörige Winkel ist, konstruiert VIOLA nach einem Näherungsverfahren für den in der Richtung J streifend einfallenden Strahl die entsprechende Normalenrichtung J' . Der Winkel zwischen Strahl und Wellennormale ist im allgemeinen nicht groß. Deshalb, so behauptet nun VIOLA, wird die über Φ_2 gemachte Voraussetzung zutreffend sein, wenn die konstruierte Richtung J' und die beobachtete Richtung J sehr nahe zusammenfallen. — Hierzu ist zu bemerken, daß diese Konstruktionsmethode nach dem oben aufgestellten Satze unrichtig ist. Mit Hilfe von $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$ allein kann die Zweideutigkeit für n_b sicherlich nicht aufgehoben werden; dazu ist mindestens eine neue Beobachtung erforderlich, eine Konstruktion genügt nicht. Für die Voraussetzung, daß n_b durch Φ_2 geliefert wird, läßt sich zu dem Strahl in der Richtung J die Normalenrichtung J' natürlich konstruieren, und zwar auch genau. Aber ganz dasselbe ist für die zweite Möglichkeit unter Benutzung von Φ_3 durchführbar; eine Entscheidung zwischen den beiden fraglichen Werten Φ_2, Φ_3 durch die Konstruktion ist ausgeschlossen.

Bei der zweiten Methode beobachtet VIOLA außer $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$ die beiden Anlöschungsrichtungen P und P_1 des Kristallschnittes. Diese Richtungen sind für die beiden möglichen Strahlenflächen verschieden. Durch den Vergleich der für P, P_1 beobachteten Lage mit den beiden anderen Lagen, die sich mittels Φ_2 und Φ_3 durch Rechnung und Konstruktion ergeben, ist demnach ein gangbarer Weg gezeigt, um die Zweideutigkeit für n_b zu beseitigen. Zu der Durchführung dieser Methode bei VIOLA ist zu bemerken, daß VIOLA wieder ein Näherungsverfahren einschlägt, indem er die Richtungen J und J' miteinander vertauscht.

Die dritte Methode von VIOLA ist dagegen wieder

¹ F. SCHWIETRING, N. Jahrb. f. Min. etc. 1912. I. p. 21–36.

² C. VIOLA, N. Jahrb. f. Min. etc. 1912. II. p. 45–66.

ebenso unrichtig wie die erste, weil sie n_b allein mit Hilfe der Grenzwinkel Φ aufsuchen will. VIOLA behauptet, daß die Zunahme des Grenzwinkels Φ für die Richtung \mathcal{A}' ein Maximum ist. Träfe das zu, so müßte für die entsprechende Richtung B' ein ähnliches Maximum existieren. Denn nach dem oben aufgestellten Satze wird durch die Messung der Grenzwinkel Φ nur der Schnitt (S) zwischen Strahlenfläche und Grenzebene festgelegt, zu dem zwei Strahlenflächen gehören; die Richtungen B und \mathcal{A} können also hinsichtlich der Grenzwinkel Φ keinen Unterschied gegeneinander zeigen. Diese Tatsache tritt schon deutlich in VIOLA's eigenen Messungen am Albit von Amelia¹ hervor, die zwei Maxima in den Richtungen B' , \mathcal{A}' aufweisen.

Bei der vierten Methode beobachtet VIOLA außer $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$ in einem Polarisationsmikroskop für konvergentes Licht die Ebene \mathcal{G} der optischen Achsen des Kristalls. Die Lage dieser Ebene \mathcal{G} ist für die beiden möglichen Strahlenflächen verschieden: je nachdem \mathcal{G} die Richtungen B oder \mathcal{A} enthält, liefert Φ_2 oder Φ_3 den Wert für n_b . Folglich zeigt diese Methode in der Tat einen einfachen und brauchbaren Weg, um n_b zu finden.

Die von mir näher untersuchte Methode, die Zweideutigkeit für n_b mittels eines Nicolazimutes zu beseitigen, ist zunächst theoretisch von Interesse, weil sie sich lediglich auf die Erscheinungen der totalen Reflexion gründet. Auch praktisch gestaltet sich diese Methode bei der Einschaltung des Nicols nach F. POCKELS sehr einfach. VIOLA hebt von seiner vierten Methode hervor, daß sie auch die Zweideutigkeit der Orientierung² für die drei optischen Symmetriachsen X, Y, Z löst. Er behauptet, daß man die beiden möglichen zur Grenzebene \mathcal{G} symmetrischen Orientierungen von X, Y, Z bislang nicht in Erwägung gezogen habe. Dazu ist zu bemerken, daß VIOLA sich hiermit offenbar selbst einen Vorwurf macht. Er hat nämlich in seinen Arbeiten über die Nicolazimute eine ganze Reihe von Vernachlässigungen eingeführt, ohne sie und ihre Bedeutung auch nur mit einem Worte zu streifen. Ich habe darauf aufmerksam gemacht³, daß VIOLA den Unterschied der Nicolazimute bei streifendem Einfall und bei Totalreflexion des Lichtes, ferner denjenigen zwischen dem Einfall des Lichtes von rechts und von links in derselben Einfallsebene nicht beachtet hat. Weiter hat VIOLA niemals angegeben, in welcher Richtung seine beobachteten Nicolazimute zu rechnen sind⁴. Hätte er nun das letztere be-

¹ C. VIOLA, a. a. O. p. 59.

² C. VIOLA, a. a. O. p. 65.

³ F. SCHWIETRING, Inaug.-Dissert. Göttingen 1908. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXVI. p. 374. 1908.

⁴ Vergl. meine Bemerkungen über die Nicolazimute α und $180^\circ - \alpha$ a. a. O. p. 375.

achtet, so hätte er gesehen, daß schon die Messung des zu ϕ_1 gehörigen Nicolazimutes die Orientierung von X, Y, Z festlegt; die Frage der beiden symmetrischen Orientierungen wäre dann für VIOLA überhaupt nicht entstanden.

VIOLA behauptet¹, daß die von mir aufgestellte Methode sich auf den von ihm gefundenen Satz gründe, daß für den auszu-scheidenden extremalen Grenzwinkel der im Kristall streifend einfallende Strahl vor der Brechung senkrecht zur Einfallsebene polarisiert ist. Diese Behauptung von VIOLA ist völlig unrichtig; meine Unterscheidungsregel² gründet sich lediglich auf einen von mir bewiesenen allgemeinen Satz über die charakteristischen Nicolazimute. Sie hat mit dem Satze von VIOLA nichts zu tun. Bei der Nicoleinschaltung nach F. PÖCKELS wird der Satz von VIOLA zwar vielfach nützlich sein, aber auch hier ist er nicht die Grundlage, weil er für manche Fälle zur Lösung der Aufgabe nicht hinreicht.

Berichtigung und Nachtrag zu meiner Mitteilung „Zur Messung der Doppelbrechung usw.“

Von M. Berek in Wetzlar.

Herr F. PÖCKELS hatte die Freundlichkeit, mich nach Erscheinen des ersten Teiles der Mitteilung³ auf zwei Punkte aufmerksam zu machen, die ich hiermit berichtige und ergänze.

1. Zunächst handelt es sich darum, wovon die Farbfolge eines doppeltbrechenden Keiles abhängt. In den maßgebenden Lehrbüchern werden größere Abweichungen von der NEWTON'schen Skala auf größere Dispersionsbeträge und entsprechend unvollständige Kompensation im weißen Licht auf ungleiche Dispersion zurückgeführt. Ich hatte p. 392 ebenfalls behauptet, daß für die Farbfolge nur der Betrag der Dispersion maßgebend sei. Indes läßt sich sehr leicht zeigen, daß dies irrig ist.

Da bezeichne die Doppelbrechung, d ihre Dispersion für zwei Lichtarten und l die Plattendicke. Die Indizes ' und '' beziehen sich auf zwei verschiedene Platten. Für eine Lichtart von der Wellenlänge λ haben beide Platten denselben Gangunterschied T , in der Maßeinheit von l gemessen, wenn

$$l' \delta n_{\lambda} = l'' \delta n_{\lambda} = T \quad 1)$$

ist. Für eine zweite Lichtart $\lambda + d\lambda$ werden die Gangunterschiede

$$l' (\delta n_{\lambda} + d') = T + l' d' \quad 2)$$

$$l'' (\delta n_{\lambda} + d'') = T + l'' d''$$

¹ C. VIOLA, a. a. O. p. 66.

² F. SCHWIETRING, a. a. O. p. 31.

³ Dies. Centralbl. 1913. p. 388.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [1913](#)

Autor(en)/Author(s): Schwietering Fr.

Artikel/Article: [Bemerkungen zu den Untersuchungen von C. Viola über die Totalreflexion des Lichtes an einem Kristall. 577-580](#)