

10. Mineralogische Notizen.

5. Über Lichtbrechungsbestimmungen nach der Immersionsmethode in Dünnschliffen mit einer schief austretenden optischen Symmetrieachse.

Von

Torsten Krokström.

Um bei Lichtbrechungsbestimmungen nach der Immersionsmethode einige Genauigkeit zu erreichen, muss man einen Dünnschliff verwenden, der einer der optischen Symmetrieebenen ziemlich genau parallel verläuft. Solche Schnitte sind ja in Dünnschliffen von Gesteinen im allgemeinen nicht häufig vorkommend, und Verf. hat einen Versuch gemacht, den Einfluss einer mässigen Exzentrizität des Bissektrizenaustritts auf die Messdaten approximativ zu berechnen, was zu den folgenden Betrachtungen geführt hat.

Denken wir uns einen Dünnschliff eines optisch zweiachsigen Minerals, in dem z. B. die Mittellinie γ mässig exzentrisch austritt. Jede solche Exzentrizität kann man sich so entstanden denken, dass die Schlifffnormale, von γ aus, parallel der einen oder beiden, γ enthaltenden optischen Symmetrieebenen verschoben ist. Wenn α' und β' die zwei in dem betreffenden Dünnschliff zu messenden Hauptbrechungsindizes sind, ist ersichtlich, dass drei besondere Fälle hier in Betracht kommen können, nämlich:

- | | | |
|----|--|-------------------------------------|
| 1. | Verschiebung nur parallel der (α, γ)-Ebene | $\beta' = \beta, \alpha' > \alpha.$ |
| 2. | » » » » (β, γ)-Ebene | $\beta' > \beta, \alpha' = \alpha.$ |
| 3. | » parallel den beiden Ebenen | $\beta' > \beta, \alpha' > \alpha.$ |

Aus dem Obigen geht hervor, dass in zwei Fällen nur *eine* Lichtbrechung von der Exzentrizität beeinflusst wird. Auch der dritte Fall kann vereinfacht werden, indem man ihn am zweckmässigsten als eine Kombination der beiden ersteren auffasst und die Veränderung jeder Lichtbrechung für sich berücksichtigt. Wir wollen nun der Veränderung der Lichtbrechung α beim Verschieben der Schlifffnormalen in der α und γ enthaltenden Ebene eine nähere Betrachtung widmen, und erinnern da-

bei, dass dieselbe auch — *mutato nomine* — für die Veränderung der Lichtbrechung β beim Verschieben in der β und γ enthaltenden Ebene gilt. In Fig. 1 ist die Ellipse die optische Achsenebene eines zweiachsigen Minerals, SS ist die Schlifffebene, ON ihre Normale — in der Achsenebene liegend. P ist ein Punkt auf der Ellipse, durch α' als *radius vector* bestimmt. Übrige Bezeichnungen ergeben sich sofort aus der Fig.

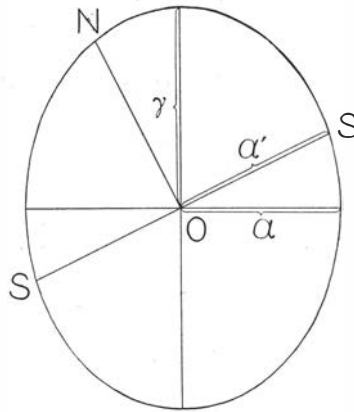


Fig. 1.

Wenn die Koordinaten des Punktes P in die Gleichung der Ellipse eingesetzt werden, erhält man:

$$\frac{\alpha'^2 \cos^2 v}{a^2} + \frac{\alpha'^2 \sin^2 v}{\gamma^2} = 1; \quad \frac{a^2}{\alpha'^2} = \cos^2 v + \frac{a^2}{\gamma^2} \cdot \sin^2 v$$

$$\frac{a^2}{\alpha'^2} = 1 - \sin^2 v \left(1 - \frac{a^2}{\gamma^2} \right).$$

Um diese Formel zu verallgemeinern, muss man vier Fälle unterscheiden, wie aus untenstehender Tabelle I hervorgeht.

Tabelle I.

Austretende Mittellinie	Die zu bestimmende Lichtbrechung	Formel
γ	α	$\alpha^2/\alpha'^2 = 1 - \sin^2 v (1 - a^2/\gamma^2)$
γ	β	$\beta^2/\beta'^2 = 1 - \sin^2 v (1 - \beta^2/\gamma^2)$
α	β	$\beta^2/\beta'^2 = 1 + \sin^2 v (\beta^2/a^2 - 1)$
α	γ	$\gamma^2/\gamma'^2 = 1 + \sin^2 v (\gamma^2/a^2 - 1)$

Die Quotienten α/α' , β/β' und γ/γ' sind Korrektionsfaktoren, mit welchen man die jedesmal beobachtete Lichtbrechung multiplizieren muss, um die wirkliche zu ermitteln. Diese Quotienten lassen sich zwar nicht exakt berechnen, ausser in dem Falle man die zweite Lichtbrechung des betreffenden Hauptschnittes kennt, was wohl selten der Fall ist, aber die Formeln sind dennoch von grossem praktischen Wert. In der mikroskopischen Praxis handelt es sich bei Lichtbrechungsbestimmungen in den allermeisten Fällen darum, ein Glied einer isomorphen Reihe chemisch zu lokalisieren, und man geht dabei meistens in ein Diagramm ein, worin alle drei Lichtbrechungen angegeben sind. Wenn man nun in einer schiefen Schnittlage eine Lichtbrechung — sagen wir α' — bestimmt hat, lässt sich mit Hilfe dieses Wertes aus dem zugehörigen Diagramm der Quotient α/γ annähernd berechnen. Eine leicht anzustellende Berechnung ergibt, dass ein Fehler von 0,01 im α -Wert den Quotienten α/γ nur in der vierten Dezimale beeinflusst — vorausgesetzt, dass nur die gewöhnlichen gesteinsbildenden Minerale in Betracht kommen, was übrigens für alle folgende Erörterungen gilt. Aus dem so erhaltenen Wert α/γ lässt sich, wenn die Exzentrizität bekannt ist, der Korrektionsfaktor α/α' mit Hilfe der Formel berechnen. Nachdem in dieser Weise α ermittelt ist, kann kontrolliert werden, ob der angewandte Wert α/γ mit dem später erhaltenen übereinstimmt. Ist das nicht der Fall, kann man mit dem letzteren in das Diagramm wieder eingehen, bis ein befriedigender Wert ermittelt ist. In den sicher sehr seltenen Fällen, wo eine hinreichend genaue Schätzung von α/γ gar nicht möglich ist, dürfte die Lichtbrechungskurve auch für α so steil verlaufen, dass die von einer mässigen Exzentrizität hervorgerufene Veränderung im α -Wert für das chemische Lokalisieren ohne Bedeutung ist. Um die Berechnungen zu erleichtern seien hier zwei Diagramme mitgeteilt, von welchen das eine (Fig. 2) die Korrektionsfaktoren α/α' und β/β' bei schiefem Austritt von γ , das andere (Fig. 3) die entsprechenden Zahlen bei schiefem α -Austritt gibt. Ein näheres Studium dieser Kurven gibt an der Hand, dass die Grössenänderungen der Brechungsindizes auch bei recht beträchtlichen Exzentrizitäten durchgehend sehr gering sind. Nur bei sehr hohen Doppelbrechungen und starker Exzentrizität kann die Grössenänderung bis auf 0,01 steigen. Um die Verhältnisse noch mehr einleuchtend zu machen, sind in Fig. 2 und 3 gestrichelte Linien eingezeichnet, die die Lagen der Doppelbrechungen (Δ) darstellen. Diese variieren zwar mit dem absoluten Betrag der Lichtbrechung, aber teils ist dieser Einfluss sehr gering, teils ist für die Berechnungen der Wert 1,70 gewählt, welcher wenigstens für die höheren Doppelbrechungen — die ja vor allem von Interesse sind — ziemlich gut passt.

Die Bestimmung der Exzentrizität wird am besten mit Hilfe eines Doppelschraubokularmikrometers nach WRIGHT ausgeführt, aber auch ein gewöhnliches Okularmikrometer, oder sogar eine KLEINSche Lupe ist zu diesem Zwecke ausreichend. Man stellt das Objekt in die Auslöschungstellung, worauf man zu konoskopischer Beobachtung übergeht und die

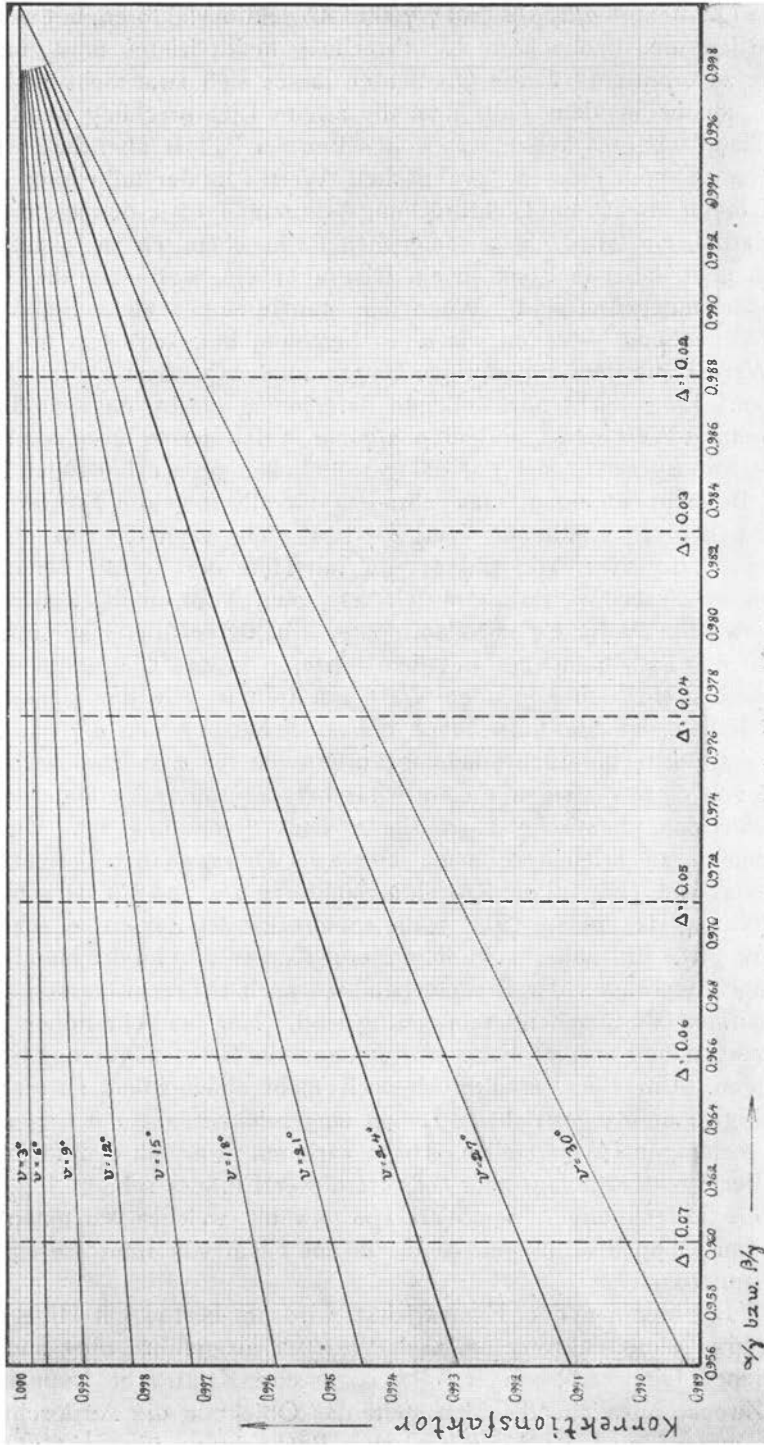


Fig. 2.

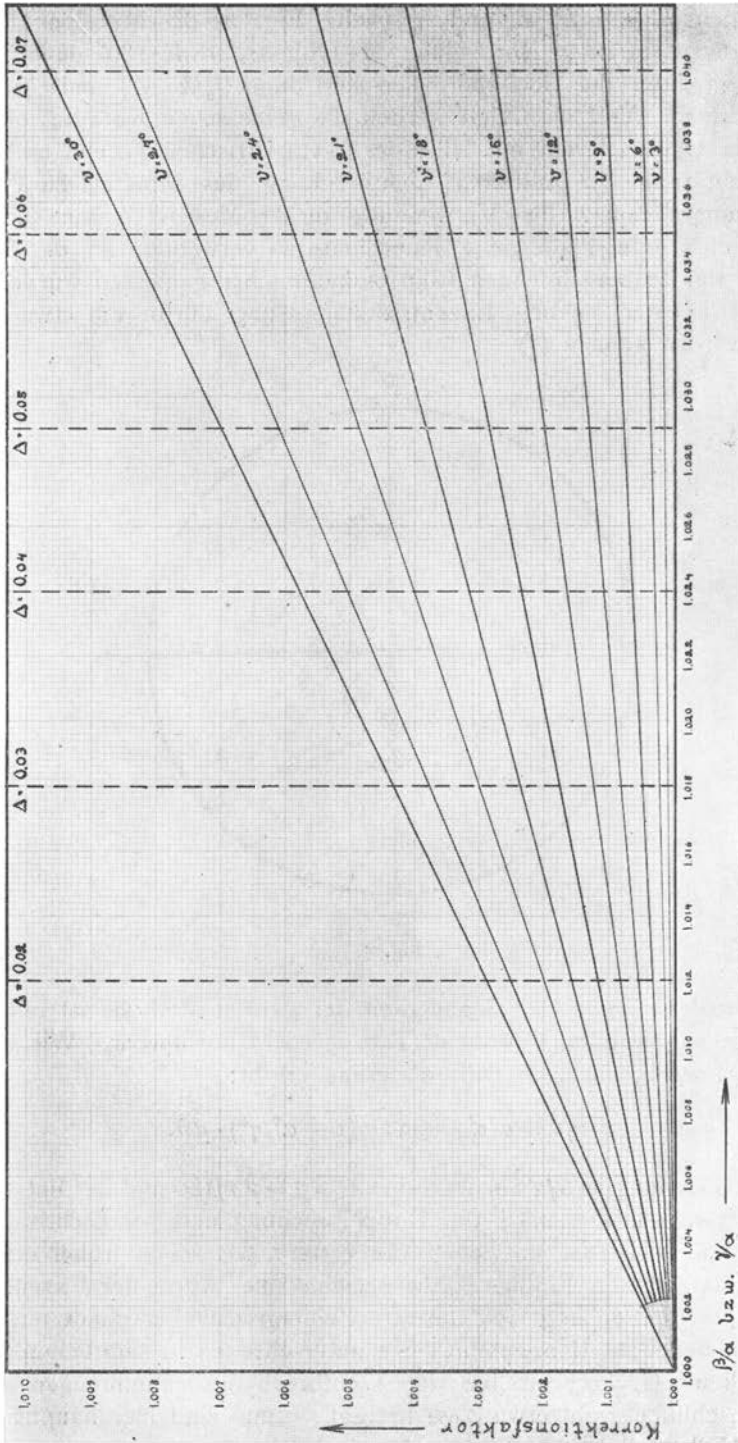


Fig. 3.

Koordinaten h und h' , a und a' (siehe Fig. 4) des Mittelpunktes des Achsenkreuzes in einer Normallage des Objekts, sowie 180° davon misst. Die Koordinaten der Schliffformalen sind dann $\frac{1}{2}(h+h')$ und $\frac{1}{2}(a+a')$, und zu diesem Wert als Origo werden die gemessenen Koordinaten reduziert. Sie werden ferner mit Hilfe der MALLARDSchen Formel und unter Berücksichtigung der mittleren Lichtbrechung des Minerals zu Winkelwerten umgerechnet. Bei Verwendung dieser Messdaten muss bemerkt werden, dass immer diejenige Koordinate zu verwenden ist, die parallel der Spur der zu berechnenden Ellipsoidhauptachse gemessen wurde. Die Genauigkeit einer solchen Exzentrizitätsmessung dürfte auf etwa 2° geschätzt werden können (1).

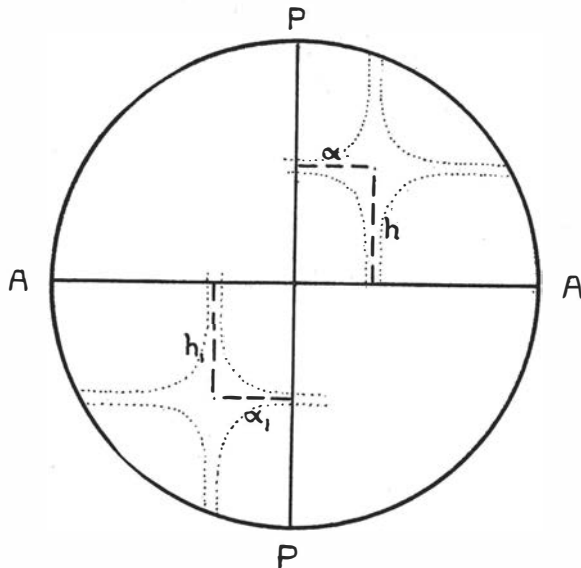


Fig. 4.

Eine Berechnung der Genauigkeit der ganzen Methode ist mit Hilfe einer der angewandten Formeln (Tab. I) leicht ausführbar. Wir wählen die erste Formel, die nach Differenzierung ergibt:

$$d(\alpha/\alpha') \cdot \alpha/\alpha' = \sin 2v(1 - \alpha^2/\gamma^2) \cdot dv.$$

In dieser Gleichung ist α/α' annähernd $= 1$, $dv = 2\pi/180$ und der Betrag von $(1 - \alpha^2/\gamma^2)$ schwankt gemäss der Doppelbrechung und der Lichtbrechung des Minerals. Hierbei hat doch die erstere, wie schon früher erwähnt, den weitaus grössten Einfluss. Für verschiedene Werte der Exzentrizität und der Doppelbrechung sind mehrere Fehlergrenzen berechnet, und diese werden in der Tab. II angeführt. Sie unterschreiten in sämtlichen Fällen die mögliche Genauigkeit bei der Lichtbrechungsbestimmungen — die bei Dünnschliffen wohl etwa $0,002$ beträgt — und sind hier hauptsächlich nur der Vollständigkeit halber zusammengestellt.

Tabelle II.

ν	Doppelbrechung		
	0,02	0,04	0,07
30°	0,0004	0,0008	0,0011
27°	0,0004	0,0007	0,0010
24°	0,0003	0,0006	0,0009
21°	0,0003	0,0006	0,0008
18°	0,0003	0,0005	0,0007
15°	0,0002	0,0004	0,0006
12°	0,0002	0,0004	0,0005
9°	0,0001	0,0003	0,0004
6°	0,0001	0,0002	0,0003
3°	0,0001	0,0001	0,0001

Um für die oben angeführten Berechnungsmethoden einen Beleg zu schaffen, sind einige Messungen an Mineralen mit einer schief austretenden Mittellinie ausgeführt worden. Die wahren Lichtbrechungen wurden an Schnitten genau senkrecht zu der Mittellinie, ebenfalls nach der Immersionsmethode, ermittelt. Die Messdaten sind unten zusammengestellt.

1. **Olivin vom Vesuvius.**

Exzentrizität der Mittellinie α	$31^\circ \pm 2^\circ$
β/α nach BACKLUND (2)	1,012
β' im schiefen Schnitt gemessen	$1,666 \pm 0,002$
Korrektionsfaktor nach Fig. 3	1,0032
Fehler nach Tab. II	0,0006

Ergebnis:

Lichtbrechung β bestimmt	$1,671 \pm 0,002$
Lichtbrechung β aus β' berechnet	$1,671 \pm 0,0026$

2. **Plagioklas von unbekanntem Fundorte.**

Exzentrizität der Mittellinie γ	$25^\circ \pm 2^\circ$
α/γ nach DUPARC-REINHARD (3)	0,995
α' im schiefen Schnitt gemessen	$1,542 \pm 0,002$
Korrektionsfaktor nach Fig. 2	0,9991
Fehler nach Tab. II	0,0004

Ergebnis:

Lichtbrechung α bestimmt	$1,542 \pm 0,002$
Lichtbrechung α aus α' berechnet	$1,541 \pm 0,0024$

In dem letzteren Falle liegt der gefundene Wert innerhalb der Fehlergrenzen der Bestimmung von α ; eine Korrektur ist darum kaum gerechtfertigt.

Ich will hier die Gelegenheit benutzen, Herrn E. GRIP, der mir beim Zeichnen der Figuren liebenswürdigst behilflich war, meinen besten Dank zu sagen.

Litteraturverzeichnis.

1. T. KROKSTRÖM, »Über einen Muscovit von Orust«. Bull. of the Geol. Institut. of Upsala, Vol. XXII, Pag. 199—201.
2. H. BACKLUND, Travaux Musée Géol. Pierre le Grand près l'Acad. Imp. Sc. St. Pétersbourg, 3, 1909, 77—105.
3. L. DUPARC et M. REINHARD, La détermination des plagioclases. Genève.

Upsala im Mineralogisch-Geologischem Institut.

Gedruckt 27/2 1930.
