

XXVI. Ueber die Messung des Winkels der optischen Axen.

(Mittheilungen aus dem krystallographischen Laboratorium des
»Central Technical College« in London, Nr. VIII.)

Von

William J. Pope in London.

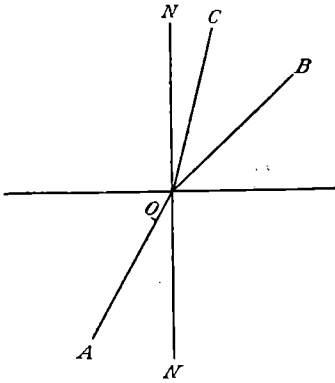
(Mit 1 Textfigur.)

Bekanntlich hat es Schwierigkeiten, monokline oder trikline Krystalle von solcher Orientirung zu erhalten, an denen eine einzige, grosse Krystallfläche so annähernd senkrecht zu einer optischen Bisectrix gelegen ist, dass eine directe Messung des optischen Axenwinkels möglich ist; meist müssen orientirte Krystallschliffe hergestellt werden, eine, namentlich bei organische Substanzen, nicht immer leichte Operation. Viel häufiger liegen solche zweiaxige Krystalle vor, bei denen eine optische Axe durch eine bestimmte Fläche austritt, und in diesem Falle erhält die genaue Messung des Winkels, welchen die optische Axe in Luft mit der Normale zur Krystallplatte bildet, eine besondere Wichtigkeit zur Bestimmung der optischen Eigenschaften des Krystalles.

Die gewöhnliche Bestimmungsmethode dieses Winkels besteht darin, dass man den Krystall im Axenwinkelapparate justirt und auf das Axenbild einstellt, nachdem man zuvor die Lage der Normalen zur Platte festgestellt hat durch Deckung des Fadenkreuzes mit dessen an der Krystallplatte reflectirten Bilde. Die Winkeldifferenz zwischen den beiden Ablesungen ist dann der entsprechende Winkel in Luft. Diese Methode, die Lage der Mittellinie zu finden, ist indessen sehr zeitraubend und, wenn die Krystallplatte nicht eine ganz vorzügliche Politur besitzt, sehr ungenau.

Um diese Uebelstände zu vermeiden kann man jenen Winkel der Axe mit der Normalen der Platte in einer stark brechenden Flüssigkeit bestimmen und daraus denjenigen in Luft berechnen. Der Krystall wird zu dem Zwecke auf die gewöhnliche Art im Axenwinkelapparate befestigt, justirt;

nachdem der Krystall alsdann auf das Axenbild eingestellt ist, wird der Krystall in ein parallelwandiges Glasgefäß eingetaucht, in welchen sich α -Bromnaphtalin oder irgend eine andere hochbrechende Flüssigkeit befindet, und wieder auf das Axenbild eingestellt. Aus der Differenz zwischen diesen beiden Einstellungen und dem Brechungsexponenten der Flüssigkeit kann der betreffende Winkel für Luft berechnet werden.



Seien in der beistehenden Figur OA die Richtung einer optischen Axe im Krystall, OB die Richtung der betreffenden Strahlen nach dem Austritte in die Luft und OC nach dem Austritte in die Flüssigkeit vom Brechungsindex μ ; ON sei die Normale zur Krystallplatte. Alsdann ist der Winkel

der Axe mit der Normalen in Luft $\alpha = NOB$, in der Flüssigkeit $\theta = NOC$ und $\frac{\sin \alpha}{\sin \theta} = \mu$; es ist also zu berechnen der Winkel α aus dem beobachteten Werthe $\alpha - \theta$. Es ist demnach:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \theta} = \mu.$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{\mu} &= \frac{\sin \{\alpha - (\alpha - \theta)\}}{\sin \alpha} \\ &= \frac{\sin \alpha \cdot \cos (\alpha - \theta) - \cos \alpha \sin (\alpha - \theta)}{\sin \alpha} \\ &= \cos (\alpha - \theta) - \cotg \alpha \sin (\alpha - \theta), \end{aligned}$$

folglich: $\cotg \alpha \sin (\alpha - \theta) = \cos (\alpha - \theta) - \frac{1}{\mu}$

und $\cotg \alpha = \cotg (\alpha - \theta) - \frac{1}{\mu \sin (\alpha - \theta)}$. (1)

Ferner ist, da $\frac{\sin \alpha}{\sin \theta} = \mu$:

$$\begin{aligned} \frac{\mu + 1}{\mu - 1} &= \frac{\sin \alpha + \sin \theta}{\sin \alpha - \sin \theta} \\ &= \frac{\sin \frac{\alpha + \theta}{2} \cos \frac{\alpha - \theta}{2}}{\sin \frac{\alpha - \theta}{2} \cos \frac{\alpha + \theta}{2}}, \end{aligned}$$

woraus $\tan \frac{\alpha + \theta}{2} = \frac{\mu + 1}{\mu - 1} \tan \frac{\alpha - \theta}{2}$. (2)

Formel (1) ist augenscheinlich besser geeignet für die gewöhnliche Berechnung, während der Ausdruck (2) für Logarithmen passender ist.

Zur Prüfung der Genauigkeit der Methode wurden eine Reihe von Messungen durchgeführt mit zweiaxigen Platten von verschiedenem Axenwinkel und unter Anwendung von Flüssigkeiten von verschiedenem Brechungsexponenten. Der Brechungsindex der angewandten Flüssigkeit wurde in bequemer Weise mit dem Pulfrich'schen Totalreflectometer bestimmt, und da derselbe beeinflusst wird von Differenzen in Temperatur und Reinheit, so war es nöthig, ihn für jede angewendete Flüssigkeit von Neuem zu bestimmen, ehe zur Messung geschritten werden konnte. Die in nachstehenden Tabellen aufgeführten Flüssigkeiten wurden nicht besonders gereinigt, da es ja nur nöthig war, den genauen Brechungsindex des angewendeten Beispielles bei der Temperatur, bei der die Untersuchung gemacht wurde, zu kennen. Die in den beiden angefügten Tabellen mitgetheilten Messungen wurden angestellt mit Platten von Topas senkrecht zur spitzen Bisectrix. Der Winkel mit der Normalen in Luft ergab sich zu $53^{\circ} 24'$ und $54^{\circ} 42'$ aus der Messung der optischen Axenwinkel in Luft ($106^{\circ} 48'$ und $109^{\circ} 24'$ für Natriumlicht).

Tabelle I.
Platte, deren $\alpha = 53^{\circ} 24'$.

Flüssigkeit	μ_D	$\alpha - \theta$	α	Δ
Schwefelkohlenstoff	1,6473	$24^{\circ} 15'$	$53^{\circ} 26'$	+ 2
α -Bromnaphthalin	1,5344	24 50	$53^{\circ} 22\frac{1}{2}$	- $4\frac{1}{2}$
Benzol	1,4970	24 0	$53^{\circ} 27\frac{1}{2}$	+ $3\frac{1}{2}$
Terpentin	1,4726	20 20	$53^{\circ} 20\frac{1}{2}$	- $3\frac{1}{2}$
Olivöl	1,4673	20 42	$53^{\circ} 24'$	- 3
Glycerin	1,4634	20 40	$53^{\circ} 28'$	+ $4\frac{1}{2}$
Chloroform	1,4439	19 35	$53^{\circ} 19\frac{1}{2}$	- $4\frac{1}{2}$
Alkohol	1,3564	17 2	$53^{\circ} 15'$	- 9
Wasser	1,3327	16 24	$53^{\circ} 23'$	- 1

Tabelle II.
Platte mit $\alpha = 54^{\circ} 42'$.

Flüssigkeit	μ_D	$\alpha - \theta$	α	Δ
Schwefelkohlenstoff	1,6473	$24^{\circ} 58'$	$54^{\circ} 38\frac{1}{2}'$	- $3\frac{1}{2}$
α -Bromnaphthalin	1,5344	22 35	$54^{\circ} 44\frac{1}{2}$	+ $2\frac{1}{2}$
Benzol	1,4970	24 44	$54^{\circ} 44\frac{1}{2}$	+ $2\frac{1}{2}$
Terpentin	1,4726	24 0	$54^{\circ} 37'$	- 5
Olivöl	1,4637	20 56	$54^{\circ} 45'$	+ 3
Glycerin	1,4634	20 54	$54^{\circ} 47\frac{1}{2}$	+ $5\frac{1}{2}$
Chloroform	1,4439	20 17	$54^{\circ} 42'$	0
Alkohol	1,3564	17 45	$54^{\circ} 48\frac{1}{2}'$	+ $6\frac{1}{2}$
Wasser	1,3327	16 54	$54^{\circ} 37'$	- 5

Diese beiden Messungsreihen genügen, um zu zeigen, dass die Methode eine sehr grosse Genauigkeit besitzt, obgleich die gemessenen Werthe von $\alpha - \theta$ nicht sehr gross sind; ausserdem ist ersichtlich, was selbstverständlich auch von vorn herein zu erwarten war, dass die günstigsten Resultate mit Flüssigkeiten von hohem Brechungsexponenten erhalten wurden, weil sie die höchten Werthe für $\alpha - \theta$ liefern. Durch Bestimmen des Werthes $\alpha - \theta$ mit einer Flüssigkeit von unbekanntem Brechungsexponenten für jede der beiden optischen Axen in einer gegebenen Krystallplatte kann leicht festgestellt werden, ob die Platte genau senkrecht zu der Bisectrix geschnitten ist oder nicht.

Das Princip der hier beschriebenen Methode kann wahrscheinlich auch mit Erfolg in anderen Zweigen der optischen Untersuchung angewendet werden.