

XXI. Ueber eine neue Methode zur Orientirung der Plagioklase.

Von

E. A. Wülfing in Hohenheim bei Stuttgart.

(Hierzu Taf. XII.)

Bei den ausserordentlich zahlreichen Versuchen, welche zur optischen Bestimmung der Plagioklase im Dünnschliffe, besonders im letzten Jahrzehnt, ausgeführt wurden, fällt es auf, dass immer noch keine übereinstimmenden Werthe für die Endglieder oder für Mischungsglieder bestimmter Zusammensetzung gefunden worden sind. Es mag dies zusammenhängen mit dem umständlichen Verfahren, durch welches das Ziel, also die Ermittlung die Lage der drei Elasticitätsaxen oder der beiden optischen Axen gegen zwei bekannte Krystallflächen, erreicht wird; es mag aber auch daran liegen, dass die Herstellung der Präparate nicht mit solcher Genauigkeit erfolgt, wie sie zur Festlegung derartiger Fundamentalwerthe erforderlich ist.

Ich will nun hier kurz angeben, wie man in vielen Fällen an makroskopischen Krystallen die Orientierung der Plagioklase ohne irgend eine Präparation sehr genau ausführen kann, wenn man die Beobachtung auf diejenigen Erscheinungen lenkt, welche dem Auge unmittelbar zugänglich sind, nämlich auf die optischen Axen.

Als Hilfsgrösse muss der mittlere Brechungsexponent β näherungsweise, d. h. wenn man eine Genauigkeit von wenigen Minuten verlangt, bis auf einige Einheiten der dritten Decimale, wenn man die Orientierung nur innerhalb etwa eines halben Grades genau erreichen will, wenigstens bis auf eine Einheit der zweiten Decimale bekannt sein. Da in der ganzen Plagioklasreihe dieser Brechungsexponent nur von 1,534 bis 1,583 und die maximale Doppelbrechung von 0,008 bis 0,043 schwankt, so ist dies keine allzu strenge Forderung, der man auch an schlecht orientirten Schlifften ohne Schwierigkeit gerecht werden kann.

Für die unmittelbare Beobachtung der optischen Axen ist convergentes

Licht erforderlich, und für die Orientirung dieser Axen gegen bekannte krystallographische Richtungen ist es nothwendig, die Einstellung auf Flächennormalen ausführen zu können; man bedarf daher eines Axenwinkelapparates, welcher diese Einstellung am besten durch Autocollimation erlaubt, wie dies bei dem alten Instrument von V. v. Lang oder bei dem neueren von Liebisch oder bei dem von mir beschriebenen mit veränderlicher Vergrößerung der Fall ist. Indessen kann man auch das passend umgewandelte Websky-Fuess'sche Goniometer Nr. II verwenden, wenn der Krystall nicht zu klein ist. Bei den nachfolgenden Messungen habe ich den von mir beschriebenen Axenwinkelapparat benutzt.

Die Methode besteht nun darin, erstens die Neigung der beiden in Luft austretenden optischen Axen A und B (nach der Michel-Lévy'schen Bezeichnung) gegen die Normale der Fläche, auf welcher sie austreten, zu messen, und zweitens die Neigung einer jeden optischen Axe gegen die Normale einer zweiten bekannten Fläche, z. B. der Fläche, auf welcher die andere optische Axe austritt, zu ermitteln. Sollte der Axenaustritt in Luft nicht erfolgen können, so hat man die Messung in einer Flüssigkeit von bekannter Lichtbrechung auszuführen, und ist an dem Krystalle überhaupt keine zum Axenaustritte geeignete Fläche vorhanden, während zur Orientirung sich genügende Flächenstücke finden, so hätte man passende Flächen anzuschleifen, bei denen es aber nicht so sehr darauf ankommt, dass sie eine bestimmte Lage erhalten, als dass vielmehr nach ihrer Herstellung diese Lage gegen bekannte krystallographische Flächen genau ermittelt wird. Zu den bisherigen vier Winkeln kann als Controle die Messung des Winkels der beiden optischen Axen zu einander, jede auf ihrer Fläche in Luft oder in Flüssigkeit austretend, hinzugefügt werden.

Zur Erläuterung, wie aus diesen Winkeln die optische Orientierung der Plagioklase erhalten wird, mögen die an einem Anorthit des Vesuv ausgeführten Messungen dienen, welche zur gegenseitigen Controle in Luft und in Wasser erfolgten.

Der dickprismatisch entwickelte, nicht verzwilligte Krystall misst senkrecht zu den drei Pinakoiden, von denen übrigens (100) nicht ausgebildet ist:

2,5 mm	senkrecht zu	(100),
1,7	-	- (010),
2,8	-	- (001).

Seine der Grösse nach hier aufgeführten Flächen sind hauptsächlich (010) und (0 $\bar{1}$ 0), (004) und (00 $\bar{1}$), ($\bar{1}$ 10), ($\bar{1}\bar{1}$ 1), ($\bar{1}$ 11), (0 $\bar{2}$ 1) und (0 $\bar{2}$ 1). Die Ausbildung ist eine sehr gute, da die Winkel kaum einige Minuten von den für Anorthit angegebenen abweichen. In der auf Taf. XII gezeichneten stereographischen Projection, welche auf die senkrecht zur Prismenzone liegende Fläche bezogen ist, finden sich die in Frage kommenden Winkel.

Die gemessenen Winkel sind mit ausgezogenen Linien, die berechneten mit punktirten Linien angegeben. Hier ist $\overline{M}Al$ der Winkel, den die auf der Längsfläche (0 $\overline{1}0$) in Luft austretende optische Axe mit der Normalen auf (0 $\overline{1}0$) bildet, PAI der Winkel, den die gleiche und wieder auf der Fläche (0 $\overline{1}0$) in Luft austretende Axe mit der Normalen auf (004) einschliesst. Analog beziehen sich die Winkel MBI und PBI auf die optische Axe, welche auf der Basis (004) in Luft austritt. $AlBl$ ist der Winkel, den diese beiden auf Längsfläche und Basis austretenden Axen mit einander einschliessen. Aw und Bw beziehen sich auf den Austritt in Wasser, A und B schliesslich auf die Lagen der optischen Axen im Krystalle.

	In Luft.			In Wasser.	
	Weisses Licht:	Na-Licht:		Weisses Licht:	Na-Licht:
$\overline{M}Al$	44° 58'	45° 4'	$\overline{M}Aw$	—	32° 7'
PAI	88 28	88 30	PAw	—	90 11
MBI	95 52	95 50	MBw	—	93 13
PBI	34 2	34 3	PBw	—	24 54
$AlBl$	59 42	59 9	$Aw Bw$	71° 46'	71 46

Der zur Controle der vier ersten dienende fünfte Winkel berechnet sich aus jenen für Na-Licht zu 59° 5' und 71° 43', während die directe Messung nur 4' und 3' hiervon abweicht und also nur sehr kleine Einstellungsfehler anzunehmen erlaubt.

Zur Ermittlung der Lage der optischen Axen im Krystalle, also der Punkte A und B in der Projection, ist, wie schon oben gesagt, die Kenntniss der mittleren Lichtbrechung des Anorthit erforderlich; dieselbe wurde nach Klein und Viola (diese Zeitschr. 31, 484, wo auch die übrige hier in Betracht kommende Literatur zu finden ist) zu $\beta = 1,583$ angenommen. Sollte diese Zahl um drei Einheiten selbst der dritten Decimale, d. h. um etwa 25% der maximalen Doppelbrechung fehlerhaft sein — was schon nach der vorzüglichen Uebereinstimmung der von jenen Autoren gefundenen Werthe höchst unwahrscheinlich ist —, so würde die Orientirung der optischen Axen sich noch nicht um 5' im Raume ändern, wie aus der nächsten Tabelle auf S. 406 zu ersehen ist. Für die Lichtbrechung des Wassers wurde, da die Beobachtungstemperatur 21° ± 2° betrug, 1,3333 angenommen. Mit Hilfe dieser Zahlen erhält man nun zunächst aus den in der obigen Tabelle verzeichneten Winkeln $\overline{M}Al$ und PBI oder auch $\overline{M}Aw$ und PBw die Winkel $\overline{M}A$ und PB nach dem gewöhnlichen Brechungsgesetze, denn die optischen Axen in Luft, Wasser und Krystall müssen mit den betreffenden Einfallsloten in ein und derselben Ebene liegen; oder die Punkte \overline{M} , A , Aw , Al , sowie P , B , Bw , Bl müssen in der Projection in einen grössten Kreis fallen. (Vergl. Liebisch, Phys. Kryst. 1894, S. 285 unten und S. 286 oben, ferner S. 493, wo auch weitere Literatur angegeben ist.) Es muss also sein:

$$\sin \overline{MA} = \frac{1}{\beta} \sin \overline{MA}l = \frac{n}{\beta} \sin \overline{MA}w$$

$$\sin PB = \frac{1}{\beta} \sin PBl = \frac{n}{\beta} \sin PBw.$$

Hierdurch ist die Lage der optischen Axen gegen je ein Pinakoid festgelegt. Zur vollständigen Bestimmung im Raume muss aber von jeder Axe noch der Winkel gegen eine zweite Fläche, hier gegen das andere Pinakoid bestimmt werden; es sind also noch die Winkel AP und BM zu ermitteln, was ohne Schwierigkeit aus den Dreiecken $A\overline{MP}$ und BPM möglich ist. In dem ersteren Dreieck sind die beiden Seiten \overline{MA} und \overline{MP} und der eingeschlossene Winkel bei \overline{M} , der aus dem mit allen drei Seiten bekannten Dreieck $Al\overline{MP}$ oder $Aw\overline{MP}$ zu berechnen ist, gegeben; in dem anderen Dreieck BPM finden sich analoge Stücke. Die Rechnung, die sich auf die bei Na -Licht ausgeführte Messung bezieht, ergibt die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Werthe; auch sind hier die Winkel angegeben, welche man mit $\beta = 1,580$ erhält.

	In Luft Na -Licht $\beta = 1,583$	In Wasser Na -Licht $\beta = 1,583$
\overline{MA}	26° 32'	26° 36'
PA	90 55	90 54
MB	94 58	92 0
PB	20 43	20 46
$AB = 2V$	76 52	76 48

Aus den minimalen Abweichungen, welche die beiden in Wasser und Luft ausgeführten Messungsreihen von einander zeigen, und der geringen Schwankung der Werthe trotz einer merklichen Aenderung in der Annahme für β , ersieht man deutlich, welch' hoher Präcision diese Methode zur Bestimmung der optischen Orientirung der Plagioklase fähig ist.

Nachdem in der angegebenen Weise die Lagen der optischen Axen im Krystalle festgelegt sind, findet man alle übrigen Daten — also die Lage der drei Hauptelasticitätsaxen, sowie die Auslöschungsschiefe auf irgend einer Fläche — durch Dreiecksauflösung. Hier möge nur die Lage der kleinsten Elasticität c einer kurzen Discussion unterworfen werden. Von dieser Elasticität ist nämlich von verschiedenen Autoren die Vermuthung mehr oder weniger bestimmt ausgesprochen worden, dass sie im Anorthit senkrecht auf der Fläche e (024) stehe, während von anderen Autoren nicht nur eine recht erhebliche Abweichung von der Normale auf e , sondern auch im Gegensatz zu den meisten anderen Plagioklassen ein merkliches Herausfallen aus der Zone [004,040] angegeben wird. Meine Messungen schliessen sich eher den letzteren Beobachtern an, denn ich finde, dass c um 5° 38' von der Normale auf e und um 4° 52' von der Zone [004,040] abweicht.

Zum weiteren Vergleich meiner Winkel mit den von einigen anderen Autoren beim Anorthit gefundenen Werthen diene folgende Zusammenstellung, in der auch meine Winkel auf Zehntelgrade abgerundet sind. ϱ und λ geben die Coordinaten der Axen A und B vom Mittelpunkt der Projection an.

	A		B		$2V$
	ϱ	λ	ϱ	λ	
1) v. Fedorow	-54^0	$+62,5^0$	0^0	-6^0	-77^0
2) Michel-Lévy	-59	$+62,5$	$+3$	-7	-82
3) Klein-Viola	-64	$+57$	-2	-6	$-76,5$
4) Viola	-62	$+57$	$-1,5$	$-5,6$	$-76,9$
5) Becke	$-63,2$	$+57,9$	$-2,6$	$-6,2$	$-76,3$
6) Wülfing	$-63,5$	$+57,8$	$-2,0$	$-6,0$	$-76,8$

Man sieht hieraus, dass für B und $2V$ eine sehr grosse Uebereinstimmung bei den letzten vier Autoren besteht, während für die A -Axe¹⁾ diese Uebereinstimmung nur für die unter 3 und 4 oder 5 und 6 genannten Autoren vorhanden ist.

Auf eine weitere Discussion der bisherigen Angaben über die Orientirung des Anorthit oder eines dem Anorthit sehr nahe kommenden Feldspathes möchte ich mich für jetzt nicht einlassen, da an dem vorliegenden Krystalle wegen der Verwachsung mit anderen Mineralien eine Bestimmung der Dichte nicht ausgeführt und seine Anorthitnatur also nicht bekräftigt werden konnte, und da überdies die Messung nur an einem einzigen, wenn auch guten Krystalle erfolgte. Es kam mir hier weniger darauf an, die Fundamentalmasse des Anorthit festzulegen, wozu es mir an Material fehlt, als vielmehr die anfangs erwähnte Bestimmungsmethode an einem Beispiele zu illustriren.

1) Wegen der Orientirung der A -Axe s. ferner: Becke, Tschermak's min.-petr. Mitth. 1900, 19, 204; Viola, ebenda 243. Ref. diese Zeitschr. 35, 374.

