

Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse
vom 7. November 1940

(Sonderabdruck aus dem Akademischen Anzeiger Nr. 12)

Das korr. Mitglied Hermann Tertsch übersendet folgende von ihm verfaßte vorläufige Mitteilung:

„Optische Daten des synthetischen Anorthites.“

A. Köhler kam auf Grund der Durchmessung sehr zahlreicher Plagioklase in den verschiedenartigsten Gesteinen mit Hilfe des Fedorow-Tisches zu der Überzeugung, daß die optische Orientierung der Plagioklase verschieden sei, je nachdem, welche Wärmevergangenheit sie durchgemacht haben.¹ Die bisherigen Bestimmungsdaten, die zum größten Teile auf den geistvollen und sehr sorgfältigen Arbeiten F. Becke's aufbauen,² lieferten vorzügliche Ergebnisse bei Untersuchungen von Plagioklasen, die aus kristallinen Schiefern oder Tiefengesteinen stammten, oder in Drusen (Gangbildungen) aufsaßen, versagten aber vollständig bei Plagioklasen aus Ergußsteinen, die also deutlich Produkte eines rasch erstarrten Schmelzflusses waren. Diese Tatsache hängt offenkundig damit zusammen, daß die für die verschiedenen optischen Bestimmungskurven mit Einschluß der Reinhard-Diagramme verwendeten Plagioklase durchwegs selbst der Gruppe der „Tiefemperatur-Plagioklase“ angehörten. Auch der Anorthit vom Vesuv erscheint in Form aufsitzender Kristalle in Drusen, nicht aber eingewachsen in der rasch erstarrten Lava oder als typischer Auswürfling, wie etwa die Anorthitkristalle von Kumitsuki, Japan.

Durch Temperungsversuche an Plagioklasen, die ungetempert sich den bisherigen Bestimmungsdaten vollständig einfügten, konnte A. Köhler nachweisen, daß nach der Behandlung mit hohen Temperaturen die Optik sich tatsächlich beträchtlich geändert hatte, wie dies schon nach dem Verhalten mancher

¹ Vgl. die vorläufige Mitteilung von A. Köhler in diesem Anzeiger.

² F. Becke, Denkschr. d. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturwiss. (1906), 97.

Plagioklase aus typischen Ergußgesteinen, wie etwa die *Linosa-Feldspäte*,¹ zu erwarten war.

Seitdem es feststeht, daß die Hoch- und Tieftemperatur-Plagioklase eine voneinander verschiedene Optik besitzen, die bisher geltenden Bestimmungsdaten also für Hochtemperatur-Plagioklase nicht verwendbar sind, wurde es notwendig, nunmehr systematisch die Optik solcher Hochtemperatur-Plagioklase zu untersuchen. Es soll dabei in optischer Beziehung eine ähnliche Reihe von chemisch wohlbekanntem Plagioklasen aufgestellt werden, wie dies bisher allein für die Tieftemperatur-Plagioklase der Fall war. Als erster Beitrag zu dieser Aufstellung der Optik von Hochtemperatur-Plagioklasen wurde die Optik des synthetischen Anorthites untersucht.

Die Versuche und Messungen hiezu wurden im Mineralogischen Institut der Universität Wien vorgenommen, und ich danke dem Vorstand, Herrn Prof. Dr. A. Marchet, vielmals für die Überlassung der Institutsrichtungen zu dem angegebenen Zweck. Herrn Prof. Dr. A. Köhler danke ich herzlichst für seine stets hilfsbereite Unterstützung bei diesen Untersuchungen und Herrn H. Scholler für vielfache, technische Beihilfe.

Zum Zweck der Synthese wurde nach mehreren minder gelungenen Versuchen 200 g Einwaage in Form von Oxyden und Karbonaten, im richtigen Verhältnis gemischt, im Schamotteiegel (Hessentiegel) nahe der Schmelztemperatur gesintert, dann feinst pulverisiert und neuerlich im Danubia-Gasofen bis zur Dünflüssigkeit aufgeschmolzen und hierauf langsam (durch 5 Stunden) zur Abkühlung und Kristallisation gebracht. Unter einer Glashaut bildete sich ein lockeres Gefüge vielfach ineinandergewachsener, bis zu 2 bis 3 mm großer Anorthitkristalle. Im Dünnschliff erwiesen sie sich zumeist nach dem Karlsbader Gesetz, seltener nach dem Albitgesetz oder dem Komplexgesetz: Albit + Karlsbad (Roc Tourné) verzwillingt. Die viel weniger gut gelungenen, vorhergegangenen Synthesen zeigten hauptsächlich Albitzwillinge. Es ist bemerkenswert, daß sich in keinem Falle Anzeichen von Spannungserscheinungen zeigten.

Eine kristallographische Durchmessung war in keinem Falle möglich, darum mußte die Ermittlung der optischen Orientierung im wesentlichen auf die Auswertung der gefundenen Zwillingsoptik unter Heranziehung der Köhler'schen Winkelwerte aufgebaut werden.

¹ E. Ernst und H. Nieland, *Tschermaks Miner.-petrogr. Mitt.*, 46 (1935), 93.

Zu diesem Zweck wurden die Messungen von 27 Zwillingkristallen ausgesucht und aus ihnen die Optik des synthetischen Anorthites abgeleitet.

Dazu war es notwendig, die optische Indikatrix kristallographisch zu orientieren, also die Messungen räumlich eindeutig festzulegen. Das gelingt, wenn man die Messungen auf eine Ebene ($M=010$) und eine Richtung (z -Achse) beziehen kann. Für diese Zwecke sind die Karlsbader Zwillinge am günstigsten, weil sie in ihrer Verwachsungsebene (theoretisch) die 010 zeigen und die z -Achse als Zwillingssachse besitzen. Daher wurden die weiteren Ableitungen besonders auf die Messung der Karlsbader Zwillinge gestützt. Die durch die Zwillingssachse des Albitzwillinge bestimmte 010 reicht allein für die räumliche Orientierung nicht aus.

Die Bestimmung der eingemessenen 010-Lagen nach Reinhard's Diagrammen (Tafel 2) ergab ein großes Streufeld. Von den 55 Einmessungen lagen 52 auf der rechten Seite der Wanderungskurve für die 010, wodurch die Gesetzmäßigkeit dieser Abweichung deutlich wurde. Der Schwerpunkt des Streufeldes lag bei $90\cdot9\%$ (91%) An , um $3\cdot84\text{ mm}$ rechts von der Wanderungskurve. Der Versuch, auf Grund der Zwillingsoptik die 010 theoretisch zu ermitteln, führte zu einem kleineren Streufeld, das völlig rechts der Kurve liegt, mit einem Mittelwert: $90\cdot9\%$ (91%) An und $3\cdot64\text{ mm}$ rechts der Kurve. Praktisch stimmen beide Mittelbildungen überein.

Aus der Übertragung der eingemessenen Optik der Zwillinge in ein Wulff'sches Netz konnte unter gleichzeitiger Orientierung gegenüber der z -Achse und der 010-Lage die Mittelwertslage der optischen Indikatrix des reinen synthetischen Anorthites bestimmt werden. Aus den gemessenen Achsenwinkeln ergab sich ein mittleres $2V\gamma=103\cdot2^\circ$ (praktisch 103°), womit dann die Eintragung der Achsenpole in die optisch festgelegte Achsenebene vorgenommen wurde.

Optische Orientierung des synthetischen Anorthites.

| | | |
|---------------------|----------------------|---------------------|
| α | β | γ |
| λ +14·5° | φ -33·6° | λ +83·3° |
| | φ +28·64° | λ -37·5° |
| | | φ +43·2° |
| | A | B |
| | λ +58·5° | β -6·7° |
| | φ -59° | φ -0·5° |

Daraus ergeben sich folgende Abweichungen von den für den Anorthit geltenden Punkten in den Reinhard-Diagrammen:

Tafel 2: 010 bei 90% *An*, 4 mm rechts, 001 bei 99.3% *An*, 1 mm links der Kurve; Tafel 5: Periklin-Zwillingsachse [010] bei 87%, 4 mm rechts, Karlsbader Zwillingsachse bei 94% genau auf der Kurve.

Für die immer nach α' bestimmten Auslöschungen findet man:

Tabelle I.

| Schnittlage | | Auslöschungswinkel | | |
|-------------------|-------------------|--------------------|------------|--|
| | | konstr. | beobachtet | |
| | 010 | -38.5 | -38 | |
| | 001 | -35.8 | | |
| $\perp \alpha$ | { zu 010 | +35.5 | | |
| | | -18 | | |
| $\perp \gamma$ | { zu 010 | -49 | | |
| | | -67 | | |
| | λ | | | |
| Symmetrische Zone | +90 | +36.3 | | |
| | +80 | +38.8 | | |
| | +70 | +41.3 | | |
| | +64 (\perp MP) | +43.3 | +42.7 | |
| | +60 | +44.5 | | |
| | +50 | +47.3 | | |
| | +40 | +50.5 | | |
| | +30 | +53 | | |
| | +20 | +55.5 | | |
| | +10 | +58 | | |
| | <hr/> | | | |
| | | 0 | +61.5 | |
| | <hr/> | | | |
| | | -6 | +71.8 | |
| | | -6 $\frac{1}{3}$ | 90 | |
| | | -7 | -61 | |
| | -10 | -35 | | |
| | -20 | -30.5 | | |
| | -30 | -30.3 | | |
| | -40 | -30 | | |
| | -50 | -30.5 | | |
| | -60 | -31.3 | | |
| | -70 | -32.3 | | |
| | -80 | -34.3 | | |
| | -90 | -36.3 | | |

Aus der ermittelten optischen Orientierung ergeben sich folgende Winkelwerte für die Köhler'schen Kurven:

Tabelle II (Köhler'sche Winkelwerte).

| Zwillingsgesetz | $\alpha\alpha_2$ | $\gamma\gamma_2$ | $\beta\beta_2$ | AA_2 | BB_2 | AB_2 |
|------------------------|------------------|------------------|----------------|--------|--------|--------|
| Albit | 113 | 94 | 57 | 63 | 178.5 | 77.5 |
| Karlsbader | 108 | 71 | 168 | 32.5 | 166 | 109.5 |
| Albit + Karlsbad | 25 | 53 | 59 | 52 | 14 | 109.5 |
| Periklin | 108 | 102 | 58 | 102 | 171.5 | 97 |

Verglichen mit den für den Tieftemperatur-Anorthit angegebenen Werten ist am auffälligsten die starke Zunahme des „Winkels der Achsenebenen“, wie er in dem Winkel $\beta\beta_z$ zum Ausdruck kommt. Nur der Karlsbader Zwilling ist nicht wesentlich betroffen. Diese Aufwärtsschiebung der Köhler'schen Kurve für den Winkel der Achsenebenen ist nur eine Bestätigung der gleichgerichteten Verschiebung bei anderen Hochtemperatur-Plagioklasen, wie bei den *Linosa*-Feldspäten, bzw. jener Kurvenverschiebung, die nach der Temperung von Tieftemperatur-Plagioklasen beobachtet wurde.

Recht deutlich ist auch die Vergrößerung der Werte für $\alpha\alpha_z$, bei den Karlsbader Zwillingen wieder am wenigsten ausgeprägt. Dagegen sind die Verschiebungen für $\gamma\gamma_z$ unbedeutend.

Der Winkel AA_z zeigt bei dem Karlsbader Zwilling eine sehr deutliche Vergrößerung, andererseits rücken für das Albitgesetz die *B*-Achsen ganz nahe zusammen. Für den Albit- und Periklinzwilling wächst der Winkel der ungleichen Achsen beträchtlich, bleibt aber bei dem Komplex Albit+Karlsbad praktisch unverändert.

Die Kreuzung der Achsenebenen erfolgt im Karlsbader Zwilling nahe der *A*-Achse auf der Seite gegen die Mittellinie γ . Für den Albitzwilling liegt die Kreuzung unmittelbar bei der *B*-Achse wieder auf der Seite gegen γ . Bei dem Komplexzwilling erfolgt die Kreuzung ungefähr in der Mitte zwischen der *A*-Achse und α . Bei dem Periklinzwilling ist die Kreuzung wieder nahe bei *B*, aber nicht so dicht bei der Achse wie beim Albitzwilling.

In dem Wunsche, ein natürliches Gegenstück für den Hochtemperatur-Anorthit zu finden, wurden die Anorthit-Auswürflingskristalle von Kumitsuki, Miyakeshima, Japan, in der gleichen Weise untersucht. Eine ältere Analyse ergibt einen fast gänzlich von Alkalien freien Anorthit (über 99%).

Die meist knäuelartig verwachsenen, ungefähr zentimetergroßen Kristalle sind mit einer dünnen Lavahaut überzogen, meist ein wenig nach der Längsachse gestreckt und fast ausschließlich nach dem Periklingesetz verzwillingt, nur selten nach dem Karlsbader Gesetz. An Auslöschungen konnten gemessen werden: $010 = 39.5^\circ$ und $\perp MP = 43.3^\circ$ gegen α' . Bezüglich der Reinhardt-Diagramme ergab sich (Tafel 5): Periklin-Zwillingsachse $[010]$ bei 88% *An* in 3.1 mm rechts der Kurve, in guter Übereinstimmung mit dem Wert für den synthetischen Anorthit.

Die Einmessung der Köhler'schen Werte ergab folgende Winkelgrößen:

Tabelle III.

| Zwillingsgesetz | $\alpha\alpha_z$ | $\gamma\gamma_z$ | $\beta\beta_z$ | AA_z | BB_z | AB_z | $2V\gamma$ |
|--------------------|------------------|------------------|----------------|--------|----------|--------|------------|
| Periklin | 72 (108) | 100·5 | 60 | — | 7 (173) | 83(97) | 103 |
| Periklin | 73 (107) | 102 | 59 | — | 11 (169) | 84(96) | 105 |
| Karlsbader . . . | 76 (104) | 73 | 9(171) | 29 | 9 (171) | — | 104 |

Besonders bei den eingemessenen Periklinzwillingen ist die Übereinstimmung mit den Werten für den reinen, synthetischen Anorthit ganz vorzüglich. Demzufolge darf der Anorthit von Kumitsuki wirklich als ein natürlicher Vertreter des Hochtemperatur-Anorthites angesprochen werden.

Der Verfasser behält sich vor, in gleicher Weise auch noch andere Ca-reiche synthetische Plagioklase zu untersuchen.

Eine ausführlichere Darstellung der Untersuchung des synthetischen Anorthites wird in den „Mineralogischen und petrographischen Mitteilungen“ veröffentlicht werden.

.