

# Über die Lage der morphologischen Bezugsrichtungen bei Plagioklasen und ihre Verwendbarkeit zur Bestimmung des Anorthitgehaltes

Autor(en): **Manolescu, G.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen  
= Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie**

Band (Jahr): **14 (1934)**

Heft 2

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-14648>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Über die Lage der morphologischen Bezugsrichtungen bei Plagioklasen und ihre Verwendbarkeit zur Bestimmung des Anorthitgehaltes

Von *G. Manolescu*, Basel-Bukarest

### EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Frühere Untersuchungen an Plagioklasen mit Hilfe der Drehmethode haben ergeben, dass die Flächenpole der morphologischen Bezugsrichtungen gegenüber den Migrationskurven eine gewisse Streuung besitzen, indem sie längs den Kurven ein mehr oder weniger breites Band besetzen (Lit. 8, 11, 14). Es wurde diese Tatsache damit erklärt, dass die Plagioklase kein einfaches binäres System Ab-An bilden, und dass die Beimengung von andern Komponenten (Kaligehalt, Carnegieitmolekül) für die genannten Abweichungen verantwortlich zu machen ist (Lit. 10, p. 104).

Es hat sich ferner gezeigt, dass die Interpretation der Flächenpole miteinander verzwillingter Individuen für diese häufig auf verschiedenen An-Gehalt führt. Zur Erklärung wurde bisher meist angenommen, dass die verzwillingten Individuen wirklich verschiedene chemische Zusammensetzung besitzen.

In der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, den Ursachen dieser Erscheinungen nachzugehen. Dazu wurden 20 orientierte Schlitze aus den Sammlungen KLEIN und RINNE (Herkunft: Voigt und Hochgesang) des Basler Min.-Petr. Instituts ausgewählt, und zwar: Albit von Schmirn (Tirol), Oligoklas von Tvedestrand (Norwegen), Labrador von der Küste Labrador, Anorthit vom Vesuv. Die Feldspäte zeigen weder Zonarstruktur noch undulöse Auslöschung und sind meist auch frei von Einschlüssen. Es wurden vorzugsweise etwas dickere Schlitze gewählt (einzelne zeigten Interferenzfarben bis Rot II. Ordnung), da sie eine bessere Einmessung der morphologischen Bezugsrichtungen gestatteten. Zu den Messungen wurde ein Stativ CM mit aufsetzbarem Drehtisch der Firma Leitz verwandt; gearbeitet wurde mit den Spezialobjektiven 2 und 3 mit Irisblende und mit Okular I und den Periplanokularen 8×, 12× und 15×. Die angewandte Methode ist in Lit. 10 beschrieben.

Zuerst wurde festgestellt, ob die Streuung der Flächenpole auf äussere Einflüsse zurückzuführen ist. Es wurde zunächst der gleiche Feldspat mehrmals vermessen, wobei die Messungen an verschiedenen Tagen ausgeführt wurden. Die erhaltenen Flächenpole fallen alle in einen Kreis von 2 mm Durchmesser.

Um zu sehen, ob die Streuung etwa darauf zurückzuführen ist, dass das mikroskopische Präparat (Objektträger + Schliff + Deckglas) zusammen mit den Halbkugeln nicht genau eine Kugel ergibt (Lit. 10, p. 32), wurde ein gewöhnlicher Schliff eingemessen und nach Beifügung einer planparallelen Platte von 0.75 mm Dicke nochmals vermessen. Die so erhaltenen Flächenpole fallen gleichfalls in den erwähnten Kreis von 2 mm Durchmesser.

Äussere Einflüsse vermögen also die Streuung der Flächenpole allein nicht zu erklären. Wenn die Messungen sorgfältig ausgeführt werden, so sind die auf Messfehlern oder Präparatdicke beruhenden Abweichungen nur gering.

#### BEOBACHTUNGEN AN DEN MORPHOLOGISCHEN BEZUGSRICHTUNGEN

Bei jedem Feldspat wurden vor seiner Vermessung am Drehtisch die morphologischen Bezugsrichtungen (Verwachsungsflächen, Spaltflächen) nach den gewöhnlichen Methoden untersucht, wobei speziell die Objektive 5 und 7 verwandt wurden, mit deren Hilfe eventuelle Unregelmässigkeiten in der Ausbildung dieser Flächen festgestellt werden konnten.

##### 1. Verwachsungsflächen

Bei Zwillingen nach dem Albitgesetz beobachtet man häufig schon mit schwachen Vergrösserungen, dass einzelne Zwillinglamellen Keilform besitzen (Fig. 1a, 2a). In diesen Fällen bilden Spaltfläche nach (010) und Verwachsungsfläche bei ihrer Berührung einen Winkel von  $1-1\frac{1}{2}^\circ$ . Zieht man die mittlere Lage der Verwachsungsfläche in Betracht, so erhöht sich der Winkel meist auf  $3-4^\circ$  (Fig. 2a); im Falle der Fig. 1a beträgt er sogar  $10^\circ$ .

Beobachtet man in solchen Fällen die Verwachsungsfläche mit starken Vergrösserungen, so lässt sie sich gewöhnlich nicht in kontinuierlicher Linie verfolgen, sondern bildet eine Anzahl von spitzen Vorsprüngen (vgl. Fig. 2b), an denen die Spalttrisse des einen Individuums in das andere übertreten und dann nach kurzer Erstreckung erlöschen.

In ihrer ganzen Erstreckung betrachtet, erscheinen die Verwachsungsflächen nicht geradlinig, sondern schwach gebogen (Fig. 1a).

Doch handelt es sich, wie man bisweilen mit starker Vergrößerung feststellen kann, dabei nicht um Kreisbögen, sondern die Spur der Verwachsungsfläche besteht aus geraden Teilstücken, die deutlich von einander abgesetzt sind und sich unter sehr stumpfen Winkeln aneinanderreihen (vgl. Fig. 3a und 3b, wo sieben verschiedene Richtungen zu erkennen sind; zwischen 3 und 4 ein spitzer Vorsprung).

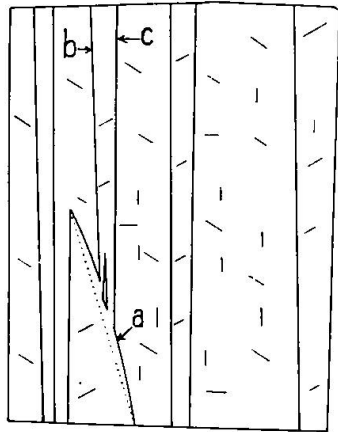
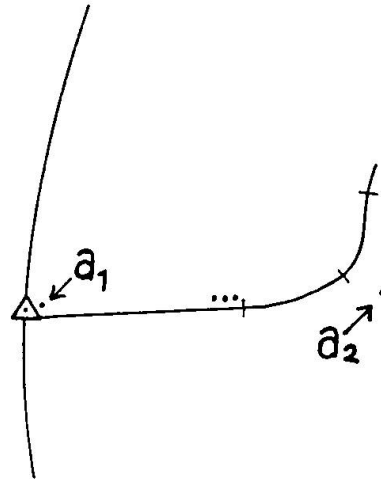
Fig. 1 a. Vergr. 60  $\times$ 

Fig. 1 b.

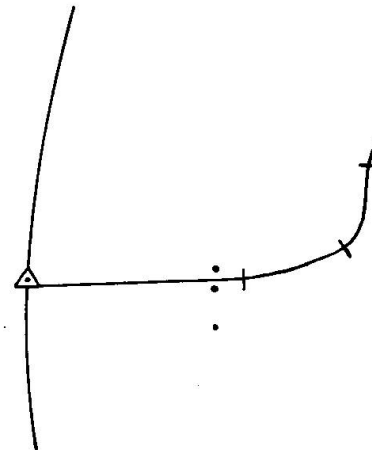
Fig. 2 a. Vergr. 100  $\times$  Fig. 2 b.

Fig. 2 c.

Solche Beobachtungen zeigen, dass die Verwachsungsfläche in der Mehrzahl der untersuchten Fälle keine einheitliche Fläche mit einfachen Indizes darstellt, sondern aus einer Anzahl von Flächen besteht, die einer solchen einfachen kristallographischen Fläche benachbart sind.

## 2. Spaltflächen

Die Spaltflächen nach (001) sind eben und entsprechen gut der kristallographischen Richtung. Die Spaltflächen nach (010) zeigen häufig schwache Krümmungen und kleine Abweichungen, die bei

exakten Messungen sich fühlbar machen. Spaltflächen nach (110) sind selten und dann meist ungenügend ausgebildet.

#### AUSFÜHRUNG DER MESSUNGEN AM DREHTISCH

Bei der Einmessung der Verwachsungsflächen wurden für  $h$  die Grenzwerte des Intervalls bestimmt, in welchem die Verwachsungsfläche vertikal erscheint; das Intervall beträgt ca.  $2^\circ$ . Ins Stereogramm wurden die Mittelwerte dieser Empfindlichkeitsgrenzen eingetragen. — Bei keilförmigen Lamellen wurde  $n$  für die beiden be-

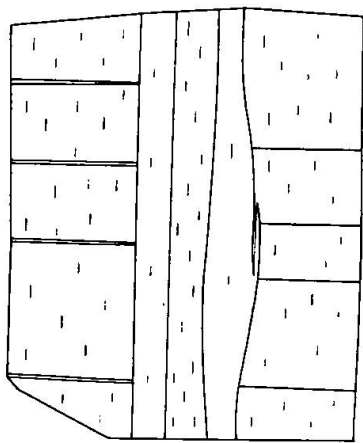


Fig. 3a. Vergr. 100  $\times$



Fig. 3b.

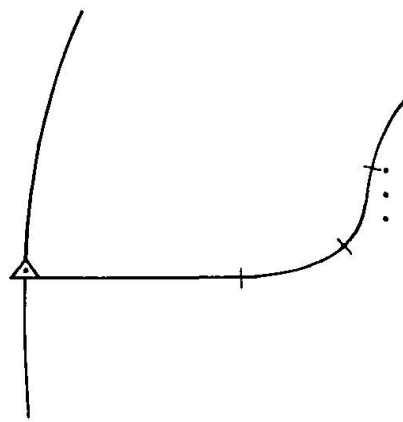


Fig. 3c.

grenzenden Verwachsungsflächen bestimmt. Dass die Verwachsungsflächen oft keine einfachen kristallographischen Flächen sind, sondern Vizinalen entsprechen müssen, von denen nur ein Mittelwert eingemessen wird, zeigte schon die bereits erwähnte Beobachtung des oft unregelmässigen Verlaufes der Verwachsungsnaht. Aber auch bei geradem Verlauf derselben stimmt die Lage der Verwachsungsebene oft nicht mit einer Fläche einfacher Indices überein, wie sich an Normalenzwillingen beobachten lässt. Stellt man die Verwachsungsfläche senkrecht zur K-Achse, so sollten beim Neigen um  $K$  die Zwillingslamellenpaare stets gleiche Aufhellung zeigen, d. h. die Zwillingslamellen sollten verschwinden, falls Verwachsungsebene und Zwillingssebene übereinstimmen würden. Dies ist meistens nicht der Fall. Wo eine Abweichung sichtbar war, wurde auch die optische Symmetrieebene = Zwillingssebene eingemessen; ihr  $n$  konnte stets sehr genau ermittelt werden, während sich für die Neigung  $h$  oft Unsicherheiten bis zu  $2^\circ$  ergaben. Im Verlauf der Untersuchung konnte infolge grösserer Übung auch diese Differenz etwas reduziert werden.

Die Einmessung der Spaltflächen erfolgte in gleicher Weise wie die der Verwachsungsflächen. Bei Zwillingen nach dem Albitgesetz stimmten die Spaltflächen nach (010) gewöhnlich mit der optischen Symmetrieebene überein und bildeten einen gewissen Winkel mit der Verwachsungsfläche. Am sichersten einzumessen waren die Spaltflächen nach (001).

Die am Drehtisch erhaltenen Daten wurden in ein Stereogramm eingetragen und nach den Tafeln 1—5 in Lit. 10 interpretiert. An Zwillingengesetzen ergaben sich 15 Fälle von Albit, 2 Fälle von Albit und Periklin und 3 Fälle von Periklin. Mit einer noch zu erwähnenden Ausnahme bereitete die Bestimmung des Zwillinggesetzes keinerlei Schwierigkeiten.

#### DIE LAGE DER FLÄCHENPOLE IN BEZUG AUF DIE MIGRATIONS- KURVEN

Es sollen zunächst die beobachteten Erscheinungen an einigen Beispielen besprochen werden:

1. Bei Albitzwillingen von Albit konnten in den beiden Individuen Optik und Spaltflächen nach (010) eingemessen werden, ausserdem Verwachsungsfläche und optische Symmetrieebene. Diese letztere führt ebenso wie die Spaltbarkeit zu Flächenpolen, die bei 2 % An sehr nahe an die Kurve fallen. Der Pol der Verwachsungsfläche liegt für das eine Individuum auf der Kurve bei 0 % An, für das andere fällt er ziemlich weit abseits von der Kurve bei ca. 5 % An.

2. Bei Zwillingen von Labrador nach dem Albitgesetz fehlten einmessbare Spaltrisse, doch konnte die Zwillingssachse konstruiert werden. Der Pol der Verwachsungsfläche ergibt für das eine Individuum 45 % An, für das andere 50 % An. Die optische Symmetrieebene besitzt bei beiden Individuen gleiche Lage; ihr Pol liegt in der Mitte zwischen den beiden Polen der Verwachsungsfläche und ergibt 47—48 % An; er fällt zusammen mit dem Pol der Zwillingssachse. Der Pol der optischen Symmetrieebene und die beiden Pole der Verwachsungsfläche liegen auf einer Linie, die der Migrationskurve in nur geringem Abstand parallel geht (Fig. 3c).

Würde man in einem solchen Fall nur die Lage der Verwachsungsfläche der Interpretation zugrunde legen, so würde man für die beiden Zwillingindividuen zu verschiedenem An-Gehalt gelangen. Es erscheint für Normalenzwillinge zweckmässiger, bei Fehlen von Spaltrissen die optische Symmetrieebene zur Bestimmung des An-Gehaltes zu verwenden, da sie sicherere Werte ergibt. Wahrscheinlich entsprechen auch die von GHIKA-BUDESTI (Lit. 6, p. 13) be-

stimmt Mittelwerte aus je zwei Zwillingsindividuen der Lage der optischen Symmetrieebene.

3. Ein noch überzeugenderes Beispiel verdanke ich meinem Kollegen ED. WENK. Es handelt sich um einen Bavenozwilling, bei dem die Interpretation nach der Lage der Verwachsungsfläche zu einer Differenz von 20 % im An-Gehalt der beiden Individuen führte (Lit. 14, p. 210). — Bei starker Vergrößerung wurde zunächst festgestellt, dass die Verwachsungsfläche wenigstens drei verschiedenen Richtungen entspricht. Am Drehtisch ergab sich, dass zwischen der optischen Symmetrieebene und der mittleren Lage der Verwachsungsfläche im  $n$ -Wert eine Differenz von  $3^\circ$  besteht. Die verschiedenen Daten wurden ins Stereogramm eingetragen, und durch Ziehen der Grosskreise  $n_{\alpha_1} - n_{\alpha_2}$ ,  $n_{\beta_1} - n_{\beta_2}$ ,  $n_{\gamma_1} - n_{\gamma_2}$  wurde die Zwillingsachse bestimmt. — Die Interpretation nach Tafel 2 (Lit. 10) ergab folgendes: Beim Individuum mit gut einmessbaren Spaltrissen führen Spaltbarkeit, optische Symmetrieebene und Zwillingsachse auf ca. 84 % An, während die Lage der Verwachsungsfläche 70 % An ergibt. Beim andern Individuum führen optische Symmetrieebene und Zwillingsachse ebenfalls auf 84 % An, der Pol der Spaltflächen fällt beim gleichen An-Gehalt etwas neben die Kurve, die Verwachsungsfläche ergibt aber 90 % An.

4. In einem schon erwähnten Fall (Fig. 1a) wurden drei Verwachsungsflächen a, b und c, Spaltrisse nach (010) und in einem Individuum auch Spaltrisse nach (001) eingemessen. Es handelt sich um Zwillinge nach dem Albitgesetz von ca. 28—30 % An. Die Pole der Spaltflächen besitzen bei beiden Individuen gleiche Lage bei etwa 28 % An; die Flächenpole b und c oszillieren zwischen 27 % und 30 % An; der Flächenpol a liegt beim einen Individuum ( $a_1$ ) bei ca. 22 % An nahe an der Kurve, beim andern ( $a_2$ ) fällt er bei ca. 40 % An weit neben die Kurve (Fig. 1b).

Da die Fläche a mit den Spaltflächen nach (010) einen Winkel von  $10^\circ$  bildet und auf einen dermassen abweichenden An-Gehalt führt, kann sie nicht mehr als Vizinale von (010) aufgefasst werden. Zu ihrer genaueren kristallographischen Festlegung wurden auf dem Wulffschen Netz ihre Polarkoordinaten gemessen:  $\varphi = 6-7^\circ$ ,  $\varrho = 78-79^\circ$ . Dies entspricht der Fläche (081) mit den Werten  $\varphi = 6^\circ 09$ ,  $\varrho = 77^\circ 33$  (vgl. V. GOLDSCHMIDT, Krystallographische Winkeltabellen, Berlin 1897, p. 142, No. 10). Da  $\varphi$  und  $\varrho$  am Drehtisch nicht genauer gemessen werden können, ist die Übereinstimmung als eine recht gute zu bezeichnen.

Zwischen (010) und (081) ist eine Reihe von Vizinalflächen anzunehmen, zu denen auch die Flächen b und c gehören. Aus unsern Beobachtungen glauben wir schliessen zu dürfen, dass als Verwachsungsflächen häufig nicht kristallographische Flächen mit einfachen Indizes, sondern Vizinalflächen auftreten, seltener auch kristallographische Flächen mit höheren Indizes (wie 081).

In diesem Beispiel projizieren sich die Pole der Verwachsungsflächen ziemlich genau längs der Migrationskurve (Fig. 1b). Das ist nicht immer der Fall. In einem andern Beispiel (Fig. 2c) wandern sie senkrecht zur Migrationskurve. Zur Erklärung könnte man annehmen, dass die Vizinalflächenbildung hier in anderer Richtung als im ersten Fall erfolgt ist.

Wenn nun die Vizinalflächenbildung als eine Ursache der Streuung der Flächenpole erkannt ist, so ist sie allerdings nicht die alleinige Ursache. Es wurde auch ein Fall angetroffen, wo Spaltbarkeit und Verwachsungsfläche gleichen An-Gehalt ergaben und die Flächenpole trotzdem eine recht grosse Streuung aufwiesen.

Eine Schwierigkeit bildete in diesem Beispiel die Bestimmung des Zwillingsgesetzes. Bei einem An-Gehalt von ca. 28 % ist es sehr schwer, zwischen Albit-Gesetz und Albit-Ala-Gesetz zu unterscheiden. Obwohl in beiden Individuen beide optischen Achsen eingemessen werden konnten, war es doch nicht möglich, auf Grund ihrer Dispersion die Achsen A und B zu unterscheiden, was mit Hilfe von Tafel 3 (Lit. 10) gestattet hätte, zwischen Normalenzwilling (Zentrosymmetrie) und Komplexzwilling (Spiegelsymmetrie) zu unterscheiden. Auch Spaltflächen nach (001), selbst wenn sie auch im zweiten Individuum hätten eingemessen werden können, hätten keine Lösung der Frage gebracht.

Der untersuchte Feldspat enthält eine Schar von Hämatittäfelchen, die in einer Ebene geregelt sind. Die Polarkoordinaten dieser Regelungsebene wurden bestimmt mit  $\varphi = 29-30^\circ$ ,  $\rho = 16-18^\circ$ , was nach den GOLDSCHMIDTSchen Winkeltabellen keiner bekannten kristallographischen Fläche entspricht. Bei Interpretation auf Tafel 1 (Lit. 10) liegen die Pole der Regelungsebene der Hämatittäfelchen der beiden Individuen spiegelbildlich zur Symmetrieebene (010), bei Interpretation auf Tafel 3 zeigen sie eine ebenso deutliche Zentrosymmetrie. Es handelt sich also wirklich um einen Albitzwilling, nicht um einen Komplex Albit-Ala.

Dieser Fall zeigt, dass bei Plagioklaszwillingen von ca. 30 % An weder die Lage der Indikatrix noch die Einmessung der gewöhnlichen morphologischen Bezugsrichtungen entscheiden können, ob



Albitgesetz oder Albit-Ala-Gesetz vorhanden ist. Die Frage, welche Zwillingsgesetze bei bestimmtem Anorthitgehalt sich optisch nicht unterscheiden lassen, ist von A. STRECKEISEN (Lit. 13, p. 47) behandelt worden.

5. Bei einem Zwilling nach Albit- und Periklin-Gesetz ergab sich folgendes: Die optische Symmetrieebene besitzt gleiches  $n$  wie die Spaltflächen nach (010) und bildet mit der Verwachsungsfläche einen Winkel von  $1^\circ$ . Die Pole der Spaltbarkeit (010), der optischen Symmetrieebene und der Albit-Verwachsungsfläche zeigen eine kleine

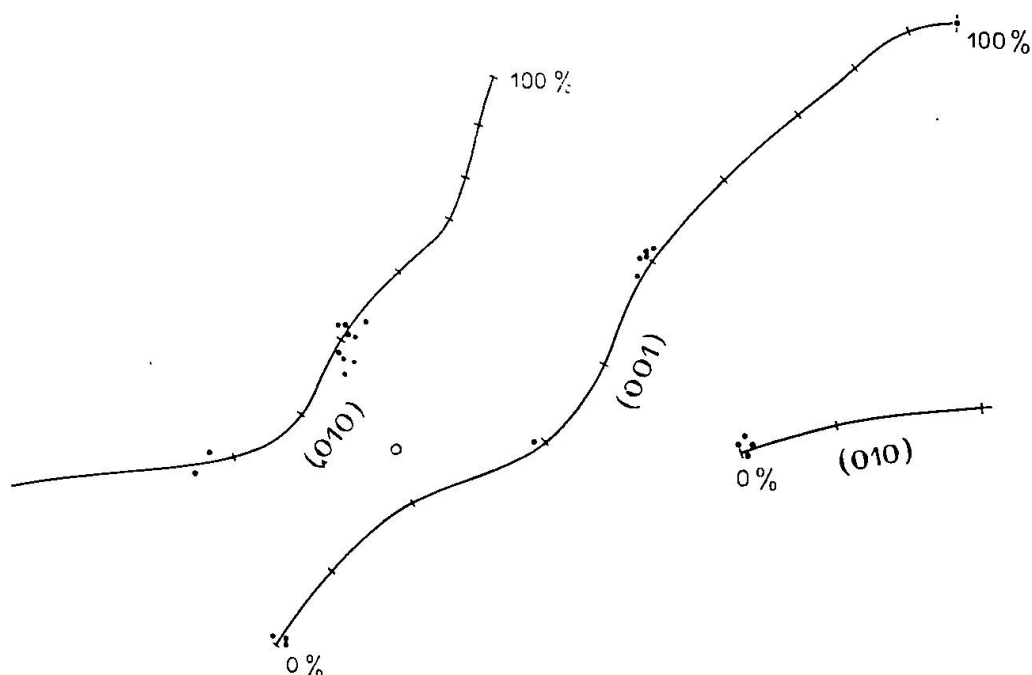


Fig. 4.

Wanderung senkrecht zur Migrationskurve. Die optische Symmetrieebene führt für beide Individuen zu 52 % An, ebenso die Spaltbarkeit (010) und die Periklin-Verwachsungsfläche.

In einem zweiten, ähnlichen Fall konnte die Optik nur für das eine der beiden nach dem Albitgesetz verzwillingten Individuen eingemessen werden. Die optische Symmetrieebene ergibt den gleichen An-Gehalt wie das nach Periklin verzwillingte Individuum (48 % An). Die Albit-Verwachsungsfläche führt auf einen etwas geringeren An-Gehalt (etwa 46 %).

6. Bei Zwillingen nach dem Periklingesetz zeigten sowohl Verwachsungsflächen wie Spaltflächen nach (001) erhebliche Streuung gegenüber den Migrationskurven. In den beiden untersuchten Fällen konnte durch Ziehen der Grosskreise  $n_{\alpha_1} - n_{\alpha_2}$ ,  $n_{\beta_1} - n_{\beta_2}$ ,  $n_{\gamma_1} - n_{\gamma_2}$  die Zwillingssachse konstruiert werden. Ihr Pol fiel stets auf die Kurve,

im einen Fall bei 52 % An, im andern bei 54 % An, während sowohl Verwachsungsfläche als auch Spaltbarkeit eine ziemliche Streuung ergaben. Es dürfte beim Periklingesetz die Bestimmung des An-Gehalts nach der Lage der Zwillingsachse bessere Werte ergeben als die Bestimmung nach der Lage der morphologischen Bezugsrichtungen.

In Fig. 4 wurden von allen untersuchten Feldspäten die Pole der Zwillingsachsen, der Spaltflächen nach (001) und (010) und der optischen Symmetrieebene von Albitzwillingen zusammengestellt. Die Pole der Verwachsungsflächen wurden grundsätzlich weggelassen, da sie — wie aus obigen Beispielen hervorgeht — häufig Vizinalflächen sind und keine sichere Bestimmung des An-Gehalts gestatten. Die Interpretation erfolgte sowohl auf Tafel 2 von M. REINHARD (Lit. 10) als auch auf der von F. SPAENHAUER (Lit. 12) neu-gezeichneten Tafel. Da für die untersuchten Fälle die Unterschiede der beiden Tafeln in Bezug auf Kurvenverlauf und An-Gehalt nicht sehr gross sind, wurden in Fig. 5 nur die neuen SPAENHAUER'schen Kurven angegeben.

Albit: Die Streuung der Pole ist für (001) nur gering; für (010) ist sie etwas grösser.

Oligoklas: Alte und neue Kurve fallen in diesem Teil zusammen, aber die Lage des Poles für 30 % An ist in beiden etwas verschieden. Daher ergibt sich bei der Interpretation nach den beiden Kurven ein etwas anderer An-Gehalt.

Labrador: Die Lage der beiden Kurven ist etwas verschieden. Die Mehrzahl der Pole (010) fällt auf die rechte, die Gesamtheit der Pole (001) auf die linke Seite der neuen Kurve.

Anorthit: Die Spaltflächen nach (001) fallen auf den Punkt 100 % An der neuen Kurve.

#### SCHLUSSFOLGERUNGEN

1. Vorversuche haben ergeben, dass die Streuung der Flächenpole in Bezug auf die Migrationskurven nicht durch äussere Einflüsse wie Messfehler oder Präparatdicke erklärt werden kann.

2. Die Streuung der Flächenpole ist wenigstens teilweise darauf zurückzuführen, dass die Zwillings-Verwachsungsflächen häufig keine einfachen kristallographischen Flächen, sondern deren Vizinalflächen sind. Die Zwillings Ebenen von Normalenzwillingen sind definiert als Symmetrieebenen des Zwillingsgebäudes; sie sind insbesondere auch Symmetrieebenen für die optische Orientierung der beiden miteinander verzwillingten Individuen; sie entsprechen kristallographi-

schen Flächen mit einfachen Indizes. Die Zwillings Ebenen sind häufig von den Verwachsungsflächen verschieden und bilden mit ihnen einen kleinen, aber messbaren Winkel. Die Pole der Verwachsungsflächen fallen umso näher an die Migrationskurve, je mehr sich die Vizinalflächen der optischen Symmetrieebene nähern.

Beobachtungen in dieser Richtung wurden auch früher schon gemacht. Schon 1862 spricht A. DES CLOIZEAUX (Lit. 2) bei Albitzwillingen von keilförmigen Intervallen, deren Begrenzungsflächen Winkel von  $0^{\circ} 40'$ — $1^{\circ} 40'$  bilden. — E. v. FEDOROW (Lit. 5) erwähnt Albitzwillinge, bei denen die « Zwillings ebene » nicht genau mit (010) übereinstimmt, und schreibt: « Die Nichtübereinstimmung der Zwillings ebene mit der Ebene (010) lässt sich nicht selten durch Auskeilungen und verschiedene andere Unregelmässigkeiten in der Ausbildung der Zwillinge erkennen. » — E. CARRASCO (Lit. 3) untersucht den Einfluss der Vizinalflächen und gelangt zum Schluss, dass ihretwegen Zwillingsgesetze häufig nur etwas sehr Relatives sind. „Nous ne voulons pas dire par là que les macles sur faces d'indices simples ne soient pas la règle, bien au contraire, mais cette loi n'est pas toujours absolument respectée dans la nature, et les faces vicinales sont là pour prouver que, lorsqu'une mesure de macle ne concorde pas tout à fait avec les valeurs théoriques, il ne faut pas a priori attribuer ces écarts à des erreurs d'observation ou à des impuretés, mais aussi parfois à la macle sur une face vicinale (lorsqu'il s'agit d'hémitropie normale).“ In neuester Zeit hat SPAENHAUER (Lit. 12) den Vizinalcharakter der Verwachsungsebenen nachgewiesen.

In den von uns untersuchten Fällen haben wir allen Grund anzunehmen, dass das Zwillingsgesetz stets realisiert war, d. h. dass Zwillingsachse und Zwillings ebene den entsprechenden einfachen kristallographischen Richtungen entsprechen. Darauf deutet die Übereinstimmung der Spaltrisse mit der optischen Symmetrieebene und ihre nicht sehr grosse Streuung in Bezug auf die Migrationskurve. Die Unregelmässigkeiten rühren davon her, dass die Verwachsungsflächen keinen einfachen kristallographischen Flächen, sondern deren Vizinalflächen entsprechen.

Das Auftreten von Vizinalflächen als Zwillings-Verwachsungsflächen wurde bis jetzt nur bei (010) und (021) beobachtet. Es wäre interessant zu untersuchen, ob solche auch bei (001) auftreten. Das Fehlen von Zwillingen nach (001) in unserem Untersuchungsmaterial gestattete nicht, an diese wichtige Frage heranzutreten.

3. Wenn die Verwachsungsfläche eine Vizinalfläche ist und von der Zwillings ebene abweicht, so muss sich — falls die Verwachsungs-

fläche zur Bestimmung der Zusammensetzung verwendet wird — notwendig ein verschiedener An-Gehalt für die beiden miteinander verzwilligten Individuen ergeben. Wenn die Abweichungen gering sind, so kann es schwer sein, zu entscheiden, ob Vizinalflächenbildung oder wirklich verschiedene Zusammensetzung dafür verantwortlich zu machen ist. Bei grossen Abweichungen (15—30 %) im An-Gehalt der beiden Individuen ist die Entscheidung leichter. Wenn solche Differenzen wirklich auf verschiedener Zusammensetzung der Zwillingsindividuen beruhen würden, so müsste sich dies auch in der Lage der Spaltflächen und der Zwillingsachse und im Achsenwinkel auswirken. Das war in den untersuchten Beispielen nicht der Fall. Es erscheint uns daher wahrscheinlich, dass die scheinbar verschiedene Zusammensetzung der Individuen eines Zwillingsgebäudes im allgemeinen durch Vizinalflächenbildung zu erklären ist.

4. Zur Bestimmung des An-Gehalts wird man in erster Linie Spaltflächen, Zwillingsebenen (= optische Symmetrieebenen) und Zwillingsachsen verwenden und erst in letzter Linie die Verwachsungsflächen mit in Betracht ziehen. Von den Spaltflächen ergibt (001) im allgemeinen bessere Werte (geringere Streuung) als (010). Bei der Interpretation nach einer Zwillingsachse ist das Vorhandensein von Spaltflächen sehr wünschbar.

5. Auch wenn man die Verwachsungsflächen nicht in Betracht zieht, bleibt noch eine gewisse, allerdings viel geringere Streuung der Flächenpole in Bezug auf die Migrationskurven bestehen. Das gleiche beobachtete F. SPAENHAUER (Lit. 12) bei einer Untersuchung von synthetischen Feldspäten, die kalifrei sind. Es kann also nicht der Kaligehalt dafür verantwortlich gemacht werden. Eine zureichende Erklärung dieser Tatsachen steht zur Zeit noch aus. Vielleicht bilden die Plagioklase doch ein komplizierteres System, als bisher angenommen wurde.

Die vorliegende Arbeit wurde unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. M. REINHARD ausgeführt, dem ich für seine wertvollen Ratschläge und für das meiner Arbeit stets entgegengebrachte Interesse meinen herzlichsten Dank ausspreche. Ebenfalls bin ich Herrn Prof. Dr. A. STRECKEISEN in Bukarest für viele anderweitige Hilfe zu grossem Dank verpflichtet.

#### LITERATURVERZEICHNIS

1. H. L. ALLING, The Mineralogy of the Feldspars. The Journal of Geology XXIX, 1921.
2. A. DES CLOIZEAUX, Manuel de Minéralogie, Tome I. Paris, 1862.

3. E. CARRASCO, Contribution à l'étude des macles des feldspaths au moyen de la méthode de Fédoroff. Diss. Lausanne, 1919.
4. L. DUPARC et M. REINHARD, La détermination des plagioclases dans les coupes minces. Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève, vol. 40, fasc. I, 1924.
5. E. VON FEDOROW, Universalmethode und Feldspathstudien. Zeitschr. f. Krist. u. Min., Bd. 29, p. 604 (646).
6. ST. GHICA-BUGESTI, Les plagioclases des Banatites étudiés par la méthode de Fédoroff. Schweiz. Min. Petr. Mitt. XI, 1931.
7. F. HOMMA, Über das Ergebnis von Messungen an zonaren Plagioklasen aus Andesiten mit Hilfe des Universaldrehtisches. Schweiz. Min. Petr. Mitt. XII, 1932.
8. G. PALIUC, Untersuchungen der Plagioklase einiger tertiärer Ergussgesteine Siebenbürgens (Rumänien) mittels der Universaldrehtischmethode. Schweiz. Min. Petr. Mitt. XII, 1932.
9. F. DE QUERVAIN, Zur Petrographie und Geologie der Taveyannaz-Gesteine. Schweiz. Min. Petr. Mitt. VIII, 1928.
10. M. REINHARD, Universaldrehtischmethoden. Einführung in die kristalloptischen Grundbegriffe und die Plagioklasbestimmung. Basel, 1931.
11. H. SCHUMANN, Lagebestimmung der Optik eines norwegischen Labradors mittelst der Drehtischmethode von Fedorow. Schweiz. Min. Petr. Mitt. XI, 1931.
12. F. SPAENHAUER, Über das Ergebnis von Messungen an synthetischen Plagioklasen mit Hilfe des Universaldrehtisches. Schweiz. Min. Petr. Mitt. XIII, 1933.
13. A. STRECKEISEN, Jüngere Eruptivgesteine im Banat mit besonderer Berücksichtigung ihrer Feldspäte. Bul. Soc. Rom. Geol. I, 1932.
14. E. WENK, Statistische Drehtischuntersuchungen an Plagioklasen rumänischer Ergussgesteine. Schweiz. Min. Petr. Mitt. XIII, 1933.
15. H. WIESENER, Die Plagioklase im Trachydolerit des Paulibergeres (Burgenland). Zeitschr. f. Krist. Min. Petr., Bd. 44, 1933.

Eingegangen: 20. März 1934.