

Über die gitterartige Verzwilligung beim Mikrokin

Autor(en): **Reinhard, M. / Bächlin, R.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **16 (1936)**

Heft 1

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-16102>

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 gitterartige Verzwillingung beim Mikroklin

Berichtigungen und Beobachtungen

Von *M. Reinhard* und *R. Bächlin* in Basel

Im Zusammenhang mit dem mikroskopischen Studium aplitischer Alkalifeldspatgneise aus dem Gebiet des Monte Tamaro im Seengebirge des südlichen Tessins wurde der Mikroklin, der den Hauptbestandteil dieser Gesteine bildet, optisch näher untersucht (BÄCHLIN). Die Lamellen der gitterartig verzwillingten Körner sind oft genügend gross, um eine Einmessung mit dem Universaldrehtisch zu gestatten. Im folgenden sollen nicht nur die Ergebnisse dieser Bestimmungen mitgeteilt werden, sondern wir möchten bei dieser Gelegenheit auch auf fehlerhafte Angaben und Missverständnisse in der Literatur über Mikroklin aufmerksam machen.

Die erste, zwar noch mit primitiven Mitteln, aber dafür mit peinlicher Sorgfalt ausgeführte kristallographische, optische und chemische Untersuchung des Mikroklin stammt von DES CLOIZEAUX (2) aus dem Jahre 1876. Die Beobachtungen späterer Forscher stimmen mit denjenigen von DES CLOIZEAUX weitgehend überein, nur wurden die Zwillingsgesetze, welche die Gitterstruktur bedingen, präzisiert und von verschiedenen Autoren teilweise abweichend gedeutet.

MICHEL-LÉVY (5) entwarf, gestützt auf die Daten von DES CLOIZEAUX, ein Stereogramm der Mikroklinoptik. Er hatte schon früher (4) die gitterartige Zwillinglamellierung als Folge einer doppelten Verzwillingung nach dem Albit- und dem Periklingesetz gedeutet. Die Richtungen der beiden Zwillingachsen \perp (010) und [010] fallen nach ihm zusammen. Die nach dem Albitgesetz verzwillingten Lamellen bilden deshalb mit den nach dem Periklingesetz verzwillingten optisch eine Einheit; sie zeigen gleiche Auslöschungen und unterscheiden sich lediglich in Bezug auf die Verwachsungsfläche. Für die Albitlamellen ist es die Fläche (010), für die Periklinlamellen eine Fläche (h0l) der Zone [010], deren Spur auf (010) durch den stumpfen Winkel zwischen den Spuren von (001) und (100) verläuft und mit der Spaltrichtung (001) einen Winkel von $\sigma = +99^\circ$ bildet (im Uhrzeigersinn gemessen). In der Zone \perp (010) zeigen die Lamellensysteme eine maximale Auslöschung von 19° .

Diese Daten lassen sich verstehen, wenn man annimmt, dass der Mikroklin morphologisch monokline Symmetrie aufweist, aber mit schiefer, trikliner Orientierung der Indikatrix. In der Tat zeigen die Kristallwinkelmessungen am Mikroklin eine sehr geringe Abweichung von der monoklinen Symmetrie.

SABERSKY (9) widmet in seinen Studien über argentinische Gesteine dem Mikroklin ein besonders eingehendes Kapitel. An Hand seiner Untersuchungen von Schliiffserien aus den Zonen (010):(100) und (001):(010) kommt er zum Schluss, dass die Gitterlamellierung durch die Annahme eines einzigen Zwillingsgesetzes, des Albitgesetzes, erklärt werden kann. Nach SABERSKY ist der Mikroklin aufgebaut aus Mikroindividuen, die nach Art der Durchkreuzungszwillinge gebildet sind, welche G. ROSE am Albit vom Roc-Tourné beschrieb.

Nach den Untersuchungen von BÖGGILD (1) betragen beim Mikroklin die kristallographischen Achsenwinkel $\alpha = 89^\circ 20\frac{1}{2}'$ und $\gamma = 91^\circ 59'$; das Mineral ist also auch morphologisch triklin. Dies bedingt eine geringe Abweichung in der Orientierung der nach dem Albit- und dem Periklingesetz verzwilligten Lamellensysteme, die BÖGGILD ebenfalls nachweisen konnte. Er stellte auch die Verwachsungsebene der Periklinlamellen, also den rhombischen Schnitt, fest. Die Messungen ergaben $\sigma = -83^\circ$, ein Wert, der mit der Angabe von DES CLOIZEAUX und auch mit der Berechnung aus den Kristallelementen fast genau übereinstimmt. Allerdings handelt es sich um einen Mittelwert; im einzelnen schwankt nach BÖGGILD die Lage der Periklinverwachsungsfläche zwischen -75° und -90° , mit einer Häufung zwischen -81° und -85° .

ROSEBUSCH-MÜGGE stützen die Angaben über den Mikroklin in ihrem Handbuch (8) auf die Daten von BÖGGILD. Bei der Übernahme sind aber leider Missverständnisse unterlaufen. Auf kaum einer halben Druckseite (S. 720, Abschnitt Morphologie) sind folgende Fehler zu berichtigen: Die Neigung der Spur der Periklinverwachsungsfläche auf (010) wird zu -83° gegenüber der Kante (110) angegeben, statt gegenüber der Spaltrichtung (001). Aus dieser unrichtigen Annahme wird der Winkel zwischen der Spur des rhombischen Schnittes und derjenigen von (001) auf (010) zu $\sigma = +33^\circ$ abgeleitet, während ja nach BÖGGILD $\sigma = -83^\circ$ beträgt. Schon die einfache Überlegung, dass die Mikroklinvergitterung auf Spaltblättchen nach der Basis am deutlichsten sichtbar ist beweist aber, dass die Verwachsungsfläche nicht nur der nach dem Albitgesetz, sondern auch der nach dem Periklingesetz verzwilligten Lamellen ungefähr

senkrecht (001) stehen muss, und dass die Periklinlamellen unmöglich einen Winkel von nur 33° mit der Basis bilden können. Wie die Berechnung der Lage des rhombischen Schnittes aus den richtig zitierten BÖGGILD'schen Kristallelementen diesen falschen Wert von σ bestätigen konnte, ist völlig rätselhaft. Der Winkel wurde auf eine halbe Minute genau berechnet und angeführt, er weicht aber um volle 64° vom richtigen Wert ab! Der Winkel β wird mit $11,5^\circ 50'$ angegeben; es sollte heissen $\beta = 115^\circ 50'$. Schliesslich steht in der Anmerkung, der Winkel des rhombischen Schnittes betrage nach DES CLOIZEAUX -73° , statt -80° bis -82° (DES CLOIZEAUX gibt den positiven Supplementwinkel $+98^\circ$ bis 100° an), und zwar ist dies wiederum der Winkel zwischen dem rhombischen Schnitt und (001), nicht (110), wie ROSENBUSCH-MÜGGE annehmen.

Dass sich der Drehtisch zur Untersuchung der Mikroklinvergitterung eignen würde, war vorauszusehen. Es haben sich denn auch in neuerer Zeit mehrere Forscher dieses Instrumentariums zur Feststellung der Zwillingsgesetze beim Mikroklin bedient. Frl. LITMANOWICZ (3) widmet dem Mineral eine eingehende Studie, aus der wir entnehmen, dass sie keinen Unterschied in der Optik der Albit- und Periklinlamellen feststellen konnte. Sie erklärt infolgedessen das Mikroklingitter, wie schon SABERSKY, als Durchkreuzungszwillingbildung nach dem Albitgesetz, mit den Verwachsungsflächen nach (010) und $(\overline{15} \ 0 \ 2)$ (Murchisonitspaltung). Der entsprechende Winkel σ beträgt -75° .

PENTA (7) hat die Frage, ob ein Unterschied in der Optik der beiden Lamellensysteme bestehe, nicht geprüft; er stellte lediglich die Verwachsungsflächen fest und erhielt für die Periklinlamellen in seiner Projektionsmethode einen Wert von $\lambda = +64^\circ$, $\varphi = 0^\circ$. Das entspricht einem $\sigma = 90^\circ$, also einem der von BÖGGILD angegebenen Grenzwerte. PENTA vermutet irrtümlicherweise, eine noch nicht beobachtete Verwachsungsfläche gefunden zu haben. Die von ihm zum Vergleich herangezogenen Werte von DES CLOIZEAUX und BÖGGILD stammen nicht aus den Originalarbeiten, die er zitiert, sondern sind den entstellten Angaben im Handbuch von ROSENBUSCH-MÜGGE entnommen, das er in diesem Zusammenhang nicht erwähnt. Solch unkorrekte Art, Literaturangaben zu zitieren, hat leider schon mehrmals dazu beigetragen, Irrtümer zu verewigen.

NIKITIN (6) hat in seinem Stereogramm auch den Mikroklin berücksichtigt und die wichtigen Flächenpole und Kantenrichtungen eingetragen, ohne im Text auf die Zwillingbildungen einzugehen.

Das uns zur Verfügung stehende Untersuchungsmaterial schien dazu geeignet, die Lage der Verwachsungsflächen der Gitterlamellierung festzustellen und erneut die Frage zu prüfen, ob ein Unter-



Fig. 1. Mikroclin, Schnitt senkrecht zu beiden Lamellensystemen (ungefähr parallel zur Basis). \times Nicols, Vergr. $53\times$. NNW gerichtet Periklinlamellen, Verwachsungsfläche $(\bar{1}5.0.2)$, senkrecht dazu Albitlamellen, Verwachsungsfläche (010) . Eingerahmtes Rechteck am unteren Bildrand in Fig. 2 und 3 vergrößert dargestellt.



Fig. 2. Eingerahmtes Rechteck von Fig. 1. \times Nicols, Vergr. $365\times$. Die groben Lamellen lösen sich z. T. auf in feinste Linien und Gittersysteme.

schied in der optischen Orientierung besteht zwischen den nach dem Albitgesetz verzwillingten Lamellen und denjenigen, die nach dem Periklingesetz verzwillingt sein sollen.

Der Mikroklin des Alkalifeldspatgneises zeigt auf den basalen Schnitten typische Vergitterung. Das mikroskopische Bild läßt erkennen, dass neben gröberen Lamellen immer auch äusserst feine in grosser Zahl auftreten (Fig. 1). Bei sehr starker Vergrösserung lösen sich auch die scheinbar einheitlichen gröberen Lamellen teilweise in dicht gedrängte, beinahe submikroskopische Linien- oder Gitterscharen auf (Fig. 2). Die beiden Lamellensysteme stehen aufeinander senkrecht (die Figuren 1, 2 und 3 wurden nach Mikrographien gezeichnet, unter stetiger Kontrolle am Mikroskop). Gegenüber der Spur von (010) löschen die weissen und schwarzen La-

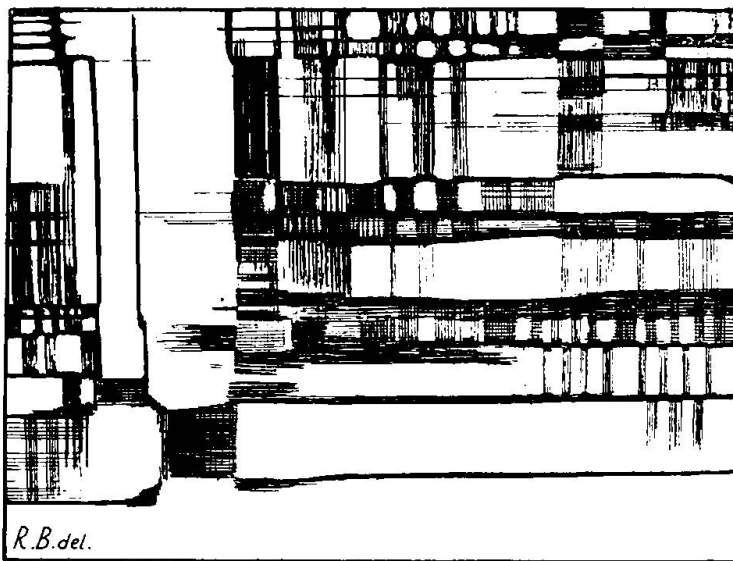


Fig. 3. Wie Fig. 2. Verwachsungsflächen nach dem Albit- und Periklingesetz parallel zu den Nicols-Hauptschnitten (0° Stellung).

mellensysteme symmetrisch aus; der Auslöschungswinkel beträgt im Mittel $+16$ und -16° . Nur ausnahmsweise konnte festgestellt werden, dass zwischen den senkrecht aufeinander stehenden Lamellen des weissen oder des schwarzen Systems ein ganz geringer Unterschied in der maximalen Auslöschung besteht. Zwischen den beiden extremen Auslöschungsrichtungen finden sich ferner stets Stellen, die ausgelöscht sind, auch in der 0° Stellung. Fig. 3 zeigt die in Fig. 2 dargestellte Partie in dieser Stellung. Die Lamellen, die maximale schiefe Auslöschung zeigen, erscheinen auch bei starker Vergrösserung homogen, die dazwischen auslöschenden Partien zeigen feinste Zwillingslamellierung. Eine Stellung gleicher Helligkeit (*éclairage commun*) ist nicht vorhanden. Bei 45° Stellung ist allerdings eine Gitterstruktur nicht mehr sichtbar, aber das nach (010) gerichtete Lamellensystem verschwindet nicht genau gleich-

zeitig mit dem senkrecht dazu stehenden. Auf Schnitten parallel (100) ist nur das Lamellensystem der Albitverzwillingung sichtbar, die Auslöschung beträgt $+$ und $- 5^\circ$. Schnitte parallel (010) zeigen überhaupt keine Zwillingslamellierung, sie löschen einheitlich aus mit einem Auslöschungswinkel von 5° gegenüber den Spaltrissen (001).

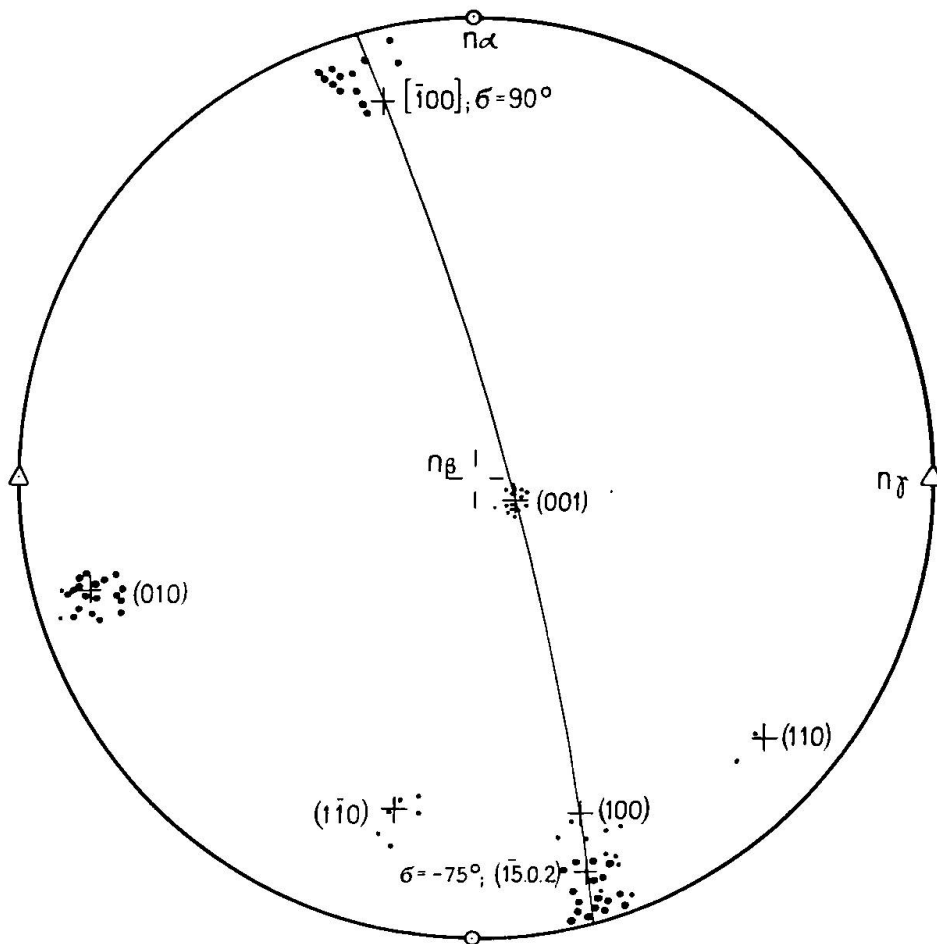


Fig. 4. Fedoroff-Nikitin Projektion des Mikroklins. Projektionsebene $\perp n\beta$.
Kleine Punkte: Pole der gemessenen Spaltflächen. Grosse Punkte:
Pole der gemessenen Zwillingsverwachsungsflächen. Kleine Kreuze:
aus dem Stereogramm von NIKITIN übernommene Pole.

Ungefähr 30 Körner wurden am Drehtisch eingemessen. Die Ergebnisse sind im Stereogramm der Fig. 4 dargestellt. Zu den Messungen ist folgendes zu bemerken: Die Indikatrix konnte im weissen und im schwarzen Lamellensystem festgestellt werden und zwar sowohl in den nach (010) verlaufenden Lamellen als auch in den senkrecht dazu stehenden. Ein Unterschied in der Lage der Indikatrix konnte nur zwischen dem weissen und dem schwarzen Lamellensystem nachgewiesen werden, nicht aber zwischen den senkrecht auf-

einander stehenden Lamellen des weissen oder des schwarzen Systems. Die Pole der Verwachsungsfläche der Albitlamellen sind um (010) gestreut, die Pole der Periklinverwachsungsfläche sind stärker gestreut und verteilen sich längs der Zone (001):(100) zwischen die beiden extremen Pole ($\bar{1}\bar{5} 0.2$) und $[\bar{1}00]$. Der entsprechende Winkel σ schwankt zwischen -75° und 90° , wie schon BÖGGILD be-

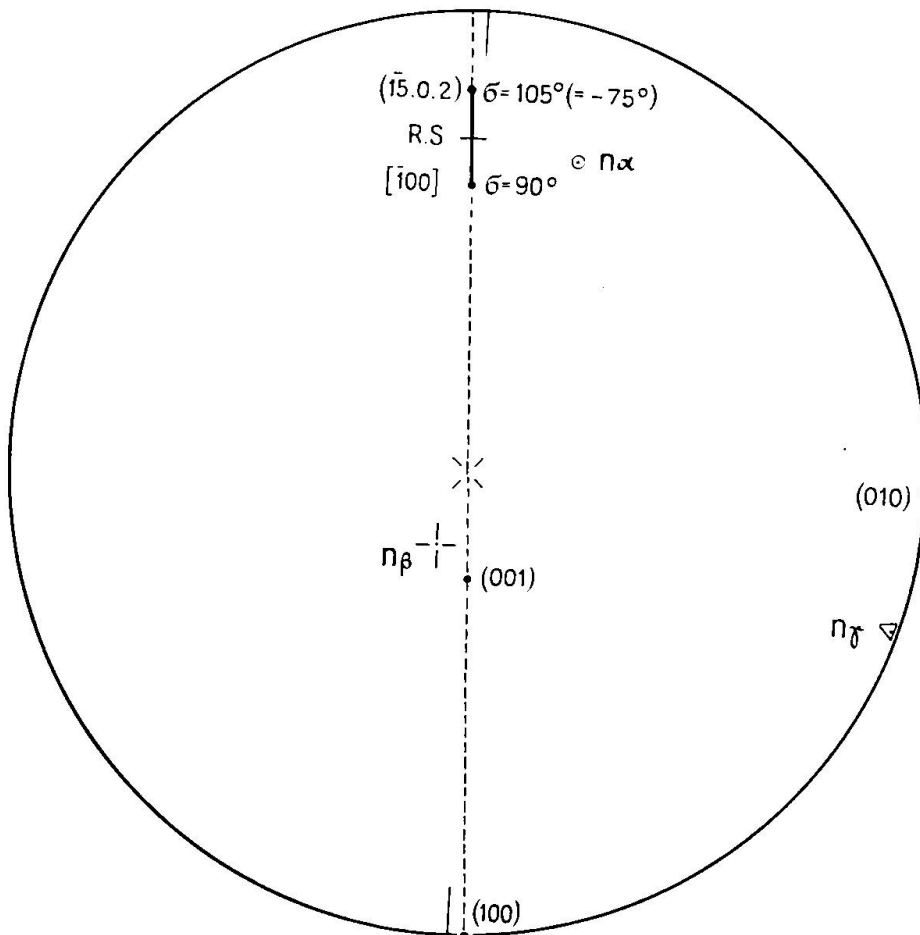


Fig. 5. Schematisierte stereographische Projektion des Mikroklin auf die Ebene senkrecht zur Prismenzone [001]. Die Pole der Periklinverwachsungsflächen schwanken in der Zone (001):(100) zwischen ($\bar{1}\bar{5} 0.2$) und $[\bar{1}00]$. R. S. = rhombischer Schnitt nach Böggild (Mittelwert).

obachtet hat. Spaltrisse nach der Basis (001) sind häufig, nach (100) und ($\bar{1}\bar{5} 0.2$) (Murchisonitspaltung) spärlicher, nach den Prismen ($1\bar{1}0$) und (110) nur ganz vereinzelt vorhanden. Das Stereogramm Fig. 5 zeigt schematisiert die Lage der optischen Vektoren und den von den Periklinverwachsungsflächen eingenommenen Abschnitt der Zone (001):(100). Die Projektionsebene steht in dieser Figur senkrecht zur Vertikalprismenzone. Fig. 6 gibt ein räumliches Bild der Lage der Albit- und Periklinlamellen. Es ist zu bemerken, dass auf

Schnitten parallel (010) die in Fig. 6 eingezeichneten Periklinlamellen nicht sichtbar sind. Sie löschen gleichzeitig mit den in Grundstellung befindlichen Lamellen aus, die Periklinzwillingsachse muss folglich senkrecht (010) stehen.

Versuchen wir die Mikroklinvergitterung nach geometrischen Gesetzen der Zwillingsbildung zu interpretieren und nehmen wir mit MICHEL-LÉVY und BÖGGILD eine Verzwilligung nach zwei Gesetzen an, dem Albit- und dem Periklingesetz. Nehmen wir ferner an, die Kristallwinkel α , β und γ seien alle wesentlich von 90° verschieden,

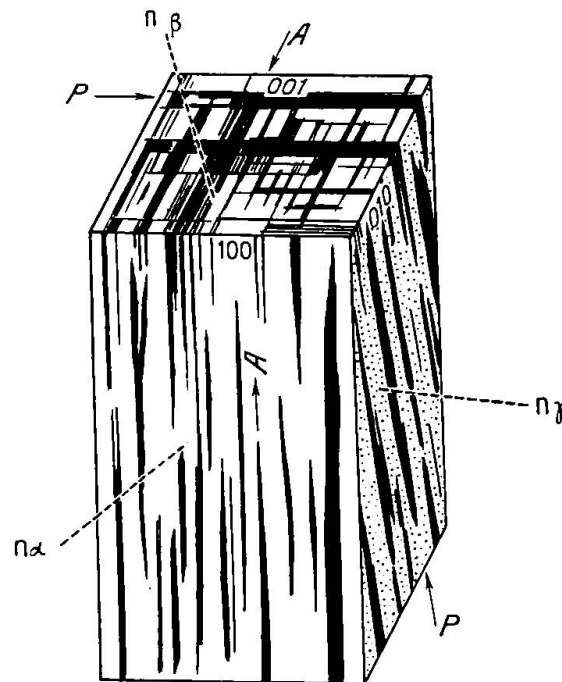


Fig. 6. Lage der Zwillingslamellen und der optischen Vektoren für das Individuum in Grundstellung (weiss). A = Lamellen nach dem Albitgesetz, P nach dem Periklingesetz.

das Mineral sei also typisch triklin. Das Resultat der Verzwilligung ist in Fig. 7 dargestellt. Die Individuen 1 und 1', ferner 2 und 2', sind nach dem Albitgesetz, die Individuen 1 und 2, ferner 1' und 2', nach dem Periklingesetz verzwilligt. Die Zwillingsachse des Albitgesetzes \perp (010) und die des Periklingesetzes [010] haben verschiedene Richtung; die doppelte Verzwilligung wird also vier verschiedene Stellungen, 1, 1', 2 und 2' erzeugen, die sich durch verschiedene Lage der Indikatrix und folglich auch durch verschiedene Auslöschungen deutlich unterscheiden. Die Spur der Periklinverwachsungsfläche (h0l) steht schief auf der Spur der Verwachsungsfläche (010) des Albitgesetzes: die Lamellen erscheinen geknickt.

Bei morphologisch monokliner Ausbildung, aber dennoch schiefer, trikliner Lage der Indikatrix, wird Fig. 7 zur vereinfachten Fig. 8. Die Spur der Periklinlamellen ($h0l$) steht nun senkrecht auf derjenigen der Albitlamellen (010) und weist keinen Knick mehr auf. Die

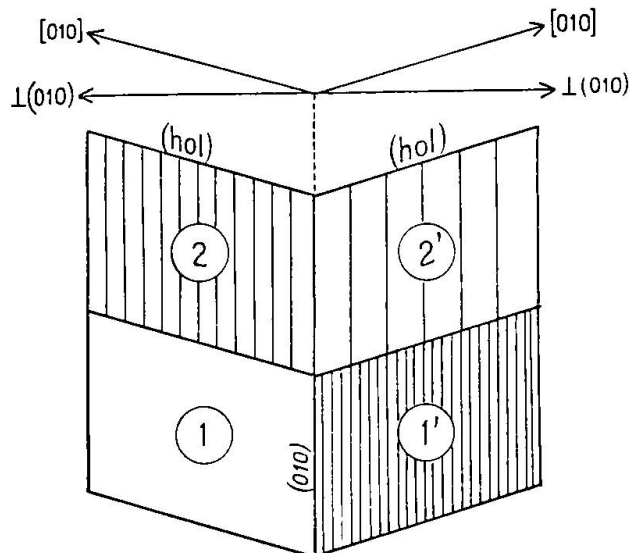


Fig. 7. Doppelzwillung nach dem Albit- und Periklingesetz in einem typisch triklinen Fall. (010) = Spur der Verwachsungsfläche, $\perp(010)$ = Zwillingsachse des Albitgesetzes; $(h0l)$ = Spur der Verwachsungsfläche, $[010]$ = Zwillingsachse des Periklingesetzes.

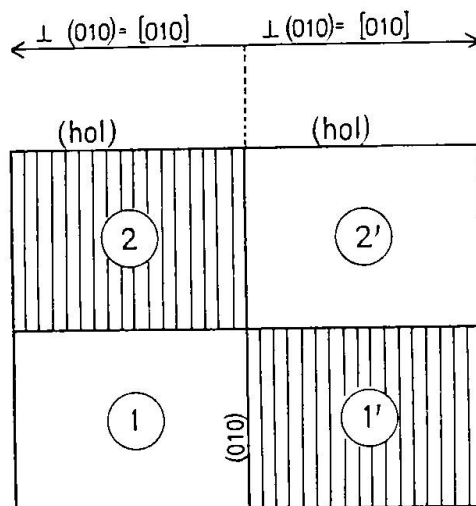


Fig. 8. Doppelzwillung nach dem Albit- und Periklingesetz bei morphologisch monokliner Ausbildung und trikliner Lage der Indikatrix.

beiden Zwillingsachsen $\perp(010)$ und $[010]$ des Albit- und des Periklingesetzes fallen zusammen. Statt vier verschiedener Stellungen werden deshalb nur noch deren zwei erzeugt. Zwischen den Individuen 1 und 2', ferner 1' und 2, besteht kein Unterschied mehr in der

optischen Orientierung. Zur Beschreibung dieser Verhältnisse ist man nicht mehr gezwungen eine Verzwillingung nach zwei Gesetzen anzunehmen. Es genügt die Voraussetzung eines der beiden Zwillingsgesetze allein, entweder des Albit- oder des Periklingesetzes, da ja die beiden Zwillingssachsen zusammenfallen. Statt einer einzigen Verwachsungsfläche zeigt aber das Zwillingssystem der Fig. 8, in Übereinstimmung mit demjenigen der Fig. 7, deren zwei.

Die Mikroklinvergitterung muss sich mit grosser Annäherung wie die in Fig. 8 dargestellte Verzwillingung verhalten, steht doch beim Mikroklin die b-Achse, also die Zwillingssachse [010] des Periklingesetzes, fast senkrecht auf (010) und fällt folglich beinahe mit der Zwillingssachse des Albitgesetzes zusammen. Die Verschiedenheit der Lage der Indikatrix in den Individuen 1 und 2' einerseits, 1' und 2 andererseits, ist so gering, dass sie am Drehtisch nicht wahrgenommen werden kann; sie liegt innerhalb der Fehlergrenze dieser Messmethode. Auch der Knick zwischen den Periklinlamellen, wie er in Fig. 7 übertrieben gross dargestellt ist, kann wegen der Kürze und des unregelmässigen Absetzens der Lamellen und wegen der öfters bemerkbaren Keilform nicht festgestellt werden. SABERSKY (9) und LITMANOWICZ (3) deuten deshalb die Mikroklinvergitterung unter Annahme eines einzigen Zwillingsgesetzes. Dem gegenüber muss festgestellt werden, dass in der Auslöschungsrichtung der Individuen 1 und 2' oder 1' und 2 in basalen Schnitten doch gelegentlich ein allerdings kaum wahrnehmbarer Unterschied besteht, den auch BÖGGILD feststellte, und dass keine Stellung der absolut gleichen Helligkeit beider Lamellensysteme vorhanden ist. Das *éclaircissement commun* von 1 und 1' einerseits, 2 und 2' andererseits, fällt nicht genau zusammen. Somit liegen die Verhältnisse beim Mikroklin auf der Grenze zwischen den in Fig. 7 und 8 dargestellten. MICHEL-LÉVY bedient sich zur Schilderung der Mikroklinvergitterung der Fig. 7, SABERSKY der Fig. 8. Der Beschreibung als Doppelverzwillingung ist der Vorzug zu geben; sie erklärt die geringen, aber oft wahrnehmbaren Abweichungen von der monoklinen Symmetrie. Da beide Vorstellungen sich auf starre Gesetze stützen, die in der Natur nur annähernd verwirklicht sind, scheint übrigens die Frage, welches Bild den tatsächlichen Verhältnissen besser gerecht wird, bedeutungslos. In der Tat verlaufen die sich kreuzenden Lamellensysteme nie geradlinig und auf grössere Strecken anhaltend; sie greifen oft fein ineinander, überdecken sich und bedingen so Partien, die zwischen den beiden extremen Auslöschungsstellungen dunkel erscheinen. Wo die Vergitterung äusserst fein ineinandergreift, findet die Auslöschung in

der 0° Stellung statt. Der Mikroklin ist an solchen Stellen scheinbar zum Orthoklas geworden. Es finden sich alle Übergänge in der Natur vom unverzwilligten, triklinen Mikroklin über den Gittermikroklin zum submikroskopisch verzwilligten, monoklin erscheinenden Orthoklas. DES CLOIZEAUX hatte also auch nicht so unrecht, wenn er die Mikroklinvergitterung als eine Verwachsung von zwei Mineralien, Mikroklin und Orthoklas, betrachtete.

LITERATURVERZEICHNIS

1. BÖGGILD, O.: Über die Kristallform des Mikroklin. Z. Kristallogr., 48 (1911) 466.
2. DES CLOIZEAUX, A.: Mémoire sur l'existence, les propriétés optiques et cristallographiques et la composition chimique du microcline etc. Ann. Chimie et Physique 5^e Série, Tome 9 (1876) 433.
3. LITMANOWICZ, E.: Sur le microcline du granitite gris de Maczulanka. Odbitka z archiwum mineralogicznego towarzystwa naukowego Warszawskiego. 7 (1931) 39.
4. MICHEL-LÉVY, A.: Identité probable du microcline et de l'orthose. Bull. Soc. Minéral. France (1879) 139.
5. — Détermination des Feldspates. 2^e fascicule (1896) 101.
6. NIKITIN, W.: Korrekturen und Vervollständigungen der Diagramme zur Bestimmung der Feldspate nach Fedorows Methode. Tscherm. Mineral. Petrogr. Mitt. 44 (1933) 117.
7. PENTA, F.: Studio petrografico della pegmatite di Parghelia. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 13 (1933) 178.
8. ROSENBUSCH-MÜGGE: Mikroskopische Physiographie der petrogr. wichtigen Mineralien. Bd. 1, 2. Hälfte, 5. Auflage (1927) 720.
9. SABERSKY, P.: Mineralogisch-petrographische Untersuchungen argentinischer Pegmatite. N. Jb. Mineral. B. B. 7 (1891) 359.

Mineralogisches Institut der Universität Basel, Juni 1936.

Eingegangen: den 4. Juni 1936.