

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

**Band:** 13 (1933)

**Heft:** 2

**Artikel:** Über das Ergebnis von Messungen an synthetischen Plagioklasen mit  
Hilfe des Universaldrehtisches

**Autor:** Spaenhauer, Fritz

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-14079>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 26.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Über das Ergebnis von Messungen an synthetischen Plagioklasen mit Hilfe des Universaldrehtisches

von *Fritz Spaenhauer* in Basel

---

In einer neueren Publikation berichten E. DITTLER und A. KÖHLER (Lit. 1) über Versuche, das Carnegieitsilikat auf synthetischem Wege in Plagioklas einzubauen. Es zeigte sich, dass bei den herrschenden Versuchsbedingungen das Carnegieitmolekül nicht in den Plagioklas eintrat, sondern dass neben reinem Plagioklas Nephelin auskristallisierte. Da von der jeweiligen Ausgangsmischung die Zusammensetzung genau bekannt war, und ausserdem an den Kristallisationsprodukten noch einige mikrochemische Analysen ausgeführt werden konnten, so schien es interessant, die erhaltenen Plagioklase nach der Fedoroffmethode zu untersuchen. Herr Prof. DITTLER hatte die Freundlichkeit, die Dünnschliffe dem Mineralogischen Institute in Basel zur Prüfung auf dem Drehtisch zu überlassen. In sechs von den gesandten Schliffen konnten die Plagioklase nach der Drehtischmethode gemessen werden. Bei vier der gemessenen Schliffe handelt es sich um solche, die bei den Versuchen, den Carnegieit in den Plagioklas einzubauen, erhalten worden waren. Die beiden andern sind synthetischer Anorthit. Von einer Probe existiert ausserdem eine mikrochemische Plagioklasanalyse.

Zur Messung wurde der aufsetzbare Drehtisch von Leitz benützt mit den Spezialobjektiven 2, 3 und 4, dem Okular 3 und den Periplanokularen  $8\times$  und  $12\times$ .

Die auskristallisierten Plagioklase sind im allgemeinen sehr klein, die grössten von den Dimensionen  $0.25\times 3.1$  mm, die kleinsten, die noch gemessen werden konnten, von der Grössenordnung  $0.06\times 0.25$  mm. Es musste infolgedessen fast durchwegs mit den Objektiven 3 und 4 gearbeitet werden. Die Plagioklase zeigen oft undulöse Auslöschung, und die Zwillingslamellen sind hie und da ziemlich stark verbogen. In einigen Schliffen polarisieren die Schnitte in der 2. und 3. Ordnung. Die Messungen gestalteten sich infolgedessen ziemlich schwierig. Fig. 5 gibt das Bild eines der gemessenen Schliffe.

Die Plagioklasleistchen (siehe Fig. 5) sind meist nur einfach verzwillingt. Es konnte nie eine andere als die Fläche 010 als Verwachsungsebene gefunden werden; es treten also nur die Zwillingsgesetze Albit, Karlsbad und Albit-Karlsbad auf. Spaltrisse sind keine vorhanden, nur Sprünge, die meist mehrere Individuen zugleich durchsetzen. Sämtliche Messungen mussten infolgedessen auf der 010-Kurve der Tafel 2 von REINHARD (Lit. 3) interpretiert werden. Beim Albit-Karlsbadergesetz wurde jeweils speziell darauf geachtet, ob es auch wirklich bei zwei Individuen allein realisiert ist. Es konnte hier und da beobachtet werden, dass sich zwischen die beiden gemessenen Individuen schmale, nicht messbare Lamellen einschieben. Es ist aber hervorzuheben, dass das Gesetz oft auch ohne Zwischenschaltung von Lamellen bei zwei Individuen realisiert ist. Die folgende Statistik zeigt eine Zusammenstellung der gefundenen Zwillingsgesetze:

Albit	19
Karlsbad	29
Albit-Karlsbad	20.

Die erhaltenen Messresultate wurden auf zwei verschiedene Arten interpretiert, nämlich erstens durch Vergleich der Pole der Verwachsungsflächen mit der Migrationskurve 010 auf der Tafel 2 von REINHARD und zweitens durch Konstruktion der Pole der Zwillingssachsen aus den optischen Vektoren zweier Zwillingseindividen (Methode von NIKITIN) und Vergleich derselben mit den Kurven auf Tafel 5. Es ergaben sich dabei für den gleichen Zwilling oft Unterschiede im Anorthitgehalt, je nachdem man die Messung nach der einen oder der andern Methode auswertete. Der Grund dieser Abweichung ist z. T. in der Art zu suchen, wie die Kurven von REINHARD erhalten wurden. Den Ausgangspunkt für sämtliche Kurven der Tafeln 2—5 bildet die Tafel 1, die die Wanderung der optischen Vektoren bei fixem kristallographischem Gebäude zeigt. Die Kurven auf den Tafeln 2 und 5 wurden erhalten, indem aus den in der Tafel 1 gegebenen Fixpunkten, die zu analysierten Feldspäten gehören, die entsprechenden Pole für die Projektionen  $\perp n_{\beta}$  konstruiert wurden. Diese Fixpunkte entsprechen Anorthitwerten von 4, 13, 20, 25, 29, 35, 52, 64, 72 und 97 %; 0 und 100 % sind extrapoliert. Diese Punkte wurden nach der Transformation wieder durch Kurven verbunden und jede Kurve für sich in Abschnitte eingeteilt, die einem Unterschied im Anorthitgehalt von je 10 zu 10 % entsprechen, unter Verwendung der durch Analysen gegebenen Fixpunkte. Die einzelnen Kurven stehen also, was ihren Verlauf und ihre Unterteilung betrifft,

nicht absolut in Einklang miteinander, da zwischen den einzelnen Fixpunkten z. T. beträchtliche Lücken bestehen. Es wurden aus diesem Grunde neue Kurven konstruiert, die besser auf einander abgestimmt sind und vergleichbarere Resultate liefern. Zu diesem Zwecke wurde aus den in Lit. 3, S. 114 angegebenen Achsenpositionen die Tafel 1 neu entworfen und die erhaltenen Kurven für  $n_\alpha$ ,  $n_\beta$  und  $n_\gamma$  von 10 zu 10 % An unterteilt, wobei darauf geachtet wurde, dass die entsprechenden Punkte auf den drei Kurven auch tatsächlich  $90^\circ$  voneinander abstehen. Aus diesen Polen, die also

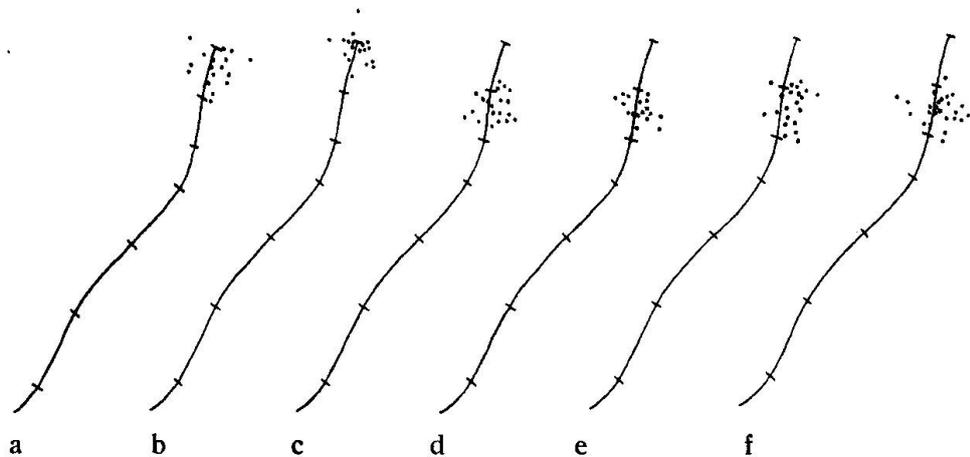


Fig. 1

Streuung der gemessenen Pole auf der Kurve 010 (Tafel 2).

- a = Schliff 1 (Synthetischer Anorthit)
- b = Schliff 2 ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 10\% \text{ Kf}$ )
- c = Schliff 3 (80 % An, 10 % Ab, 10 % Cg)
- d = Schliff 4 (65 % An, 10 % Ab, 25 % Cg)
- e = Schliff 5 (60 % An, 10 % Ab, 30 % Cg)
- f = Schliff 6 (60 % An, 15 % Ab, 25 % Cg)

Anorthitwerte von 0, 10, 20 . . . . . etc. % An angeben, wurden die entsprechenden Pole der Tafeln 2 und 5 konstruiert und durch Kurven verbunden, die dadurch in ihrem Verlaufe und in ihrer Unterteilung genauer aufeinander abgestimmt sind. Die Teilung auf diesen neuen Kurven zeigt gewisse Verschiebungen gegenüber derjenigen auf den Kurven von REINHARD. Grössere Abweichungen im Verlaufe ergeben sich bei der Kurve 010 auf Tafel 2 im Bereiche von 30—100 % An und bei der Kurve [001] auf Tafel 5 im Bereiche von 70—100 % An. Die neue 010-Kurve verläuft schlanker als diejenige von REINHARD, was hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, dass der schlechte Wert von 64 % An nicht berücksichtigt wurde. In gewissen Bereichen zeigen die Kurven etwas bessere Übereinstimmung mit den neuen Kurven von NIKITIN (Lit. 2) als die von REINHARD.

Die Streuung der eingemessenen Pole der Verwachsungsflächen längs der Kurve 010 der Tafel 2 zeigt Fig. 1. Es wurde versucht, festzustellen, wodurch diese Streuung bedingt ist. Teilweise ist sie sicher auf persönliche Fehler zurückzuführen infolge der Schwierigkeiten, mit denen die Messungen verknüpft waren. So war besonders die Polhöhe oft nicht genau einzustellen, aber auch die Azimutstellung ist bei verbogenen Lamellen mit Fehlern behaftet. Um einen Anhaltspunkt über die Grösse des persönlichen Fehlers zu bekommen, wurden mehrere Messungen in zeitlichen Abständen auf verschiedenen Drehtischen wiederholt. Es ergab sich dabei, dass die so erhaltenen Abweichungen der Pollagen viel zu gering sind, um die gesamte Streuung zu erklären. Ein Beispiel eines Zwillinges, der viermal, mit verschiedener Apparatur und von zwei Beobachtern gemessen wurde, zeigte ein Streuungsfeld mit einem Durchmesser von 2 mm.

Man muss also für die Erklärung der Streuung noch andere Ursachen annehmen. Es zeigte sich, dass auch in Fällen, wo die morphologische Bezugsrichtung bis auf  $1^\circ$  genau gemessen werden konnte, die Pole zweier verzwillingter Individuen im allgemeinen nicht zusammenfallen. Diese Tatsache könnte eventuell auf Differenzen im Anorthitgehalt der beiden Zwillingeindividuen zurückgeführt werden. Die Zwillinge nach dem Albitgesetz bieten eine Möglichkeit, diese Frage zu prüfen. Die Zwillingsebene ist hier zugleich Verwachsungsfläche; ihr Pol lässt sich durch Konstruktion der Grosskreise durch die Pole der optischen Vektoren der beiden Individuen feststellen. In den meisten Fällen ergab sich dabei für die drei Grosskreise ein einziger Schnittpunkt, in anderen Fällen entstand bei der Konstruktion ein Fehlerdreieck. Durch sorgfältige Kontrollmessungen konnte dasselbe bei einigen Zwillingen eliminiert werden, bei andern dagegen nicht. Es besteht hier vielleicht die Möglichkeit, dass das Zwillinggesetz nicht ganz genau realisiert ist; es bedarf übrigens recht kleiner Abweichungen, um bereits ein Fehlerdreieck entstehen zu lassen.

Die aus den optischen Daten konstruierte Zwillingeachsen fiel im allgemeinen nicht mit dem Pol der Verwachsungsfläche zusammen. Untersucht man die Lagen der so konstruierten Pole, so ergeben sich folgende interessante Tatsachen. Die Streuung dieser Punkte ist viel geringer als die der gemessenen (siehe Fig. 2), und die Pole zweier verzwillingter Individuen fallen immer sehr nahe zusammen oder decken sich vollständig. Das gilt auch für solche

Zwillinge, bei denen sich bei der Konstruktion ein Fehlerdreieck ergeben hatte.

Aus dieser Tatsache lässt sich der Schluss ziehen, dass die abweichende Lage der Pole zweier Zwillingindividuen nicht auf verschiedenen Anorthitgehalt zurückgeführt werden kann. Da sich zwischen den aus der Optik konstruierten Zwillingssachsen und den morphologisch bestimmten Polen auch dann Abweichungen ergaben, wenn die morphologische Bezugsrichtung genau eingemessen werden konnte, so kann das nur so erklärt werden, dass die Verwachsungsfläche nicht mit der Zwillingsebene übereinstimmt, sondern eine Vizinale ist. Es zeigt sich nämlich auch, dass die Differenz

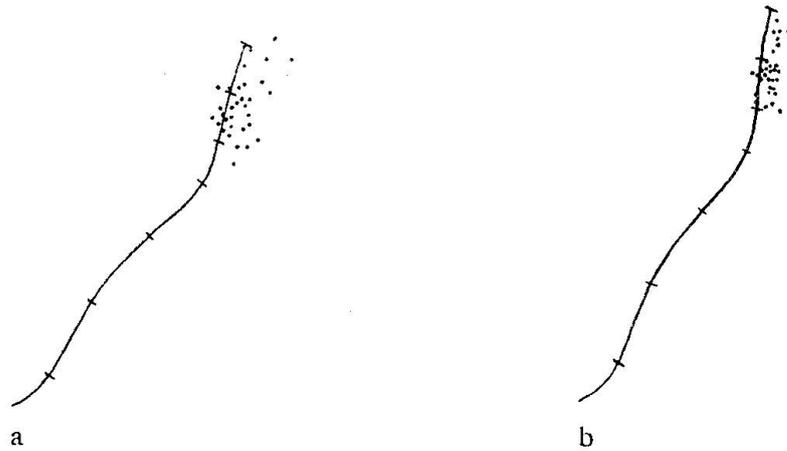


Fig. 2

Streuung der Pole sämtlicher gemessener Albitzwillinge auf der Kurve 010 (Tafel 2).

a = Gemessene Pole der Verwachsungsflächen.

b = Aus der Optik konstruierte Pole der Zwillingsebenen.

nicht nur auf mangelhafter Bestimmung der schwierig einzumessenden Polhöhe, sondern auch auf Abweichungen der Azimutstellung beruht, trotzdem diese letztere ja bei nicht verbogenen Lamellen sehr genau eingestellt werden kann. Bei allen Zwillingen steht die Zwillingsebene in einer ganz bestimmten Beziehung zu kristallographischen Flächen, im vorliegenden Falle des Albitgesetzes fällt sie mit dem Längspinakoid 010 zusammen. Dass die Verwachsungsflächen aber sehr oft gar nicht mit einer genau definierten Kristallfläche übereinstimmen können, zeigt schon die Tatsache, dass es auskeilende Lamellen gibt mit konvergierenden Verwachsungsflächen. Bei Normalenzwillingen dürften ganz allgemein die aus den optischen Daten konstruierten Pole die besseren Werte liefern als die gemessenen.

Die Konstruktion der Zwillingssachsen wurde auch für die Parallelen- und Komplexzwillinge durchgeführt. Die entsprechenden

Streuungsfelder der eingemessenen morphologischen Pole (Kurve 010, Tafel 2) und der konstruierten optischen Pole (Kurve [001] für Karlsbader-, Kurve  $\perp$ [001] in 010 für Komplexzwillinge Albit-Karlsbad, Tafel 5) zeigen die Figuren 3 und 4. Hier erhält man mit der NIKITIN'schen Methode für zwei Zwillingindividuen nur einen Pol, so dass die Frage des abweichenden Anorthitgehaltes der beiden verzwilligten Individuen nicht diskutiert werden kann. Bei der Konstruktion der Zwillingachsen entstand in den meisten Fällen kein Fehlerdreieck oder nur ein sehr kleines. Wie bei den Albitzwillingen ist auch hier die Streuung der Pole der Zwillingachsen geringer

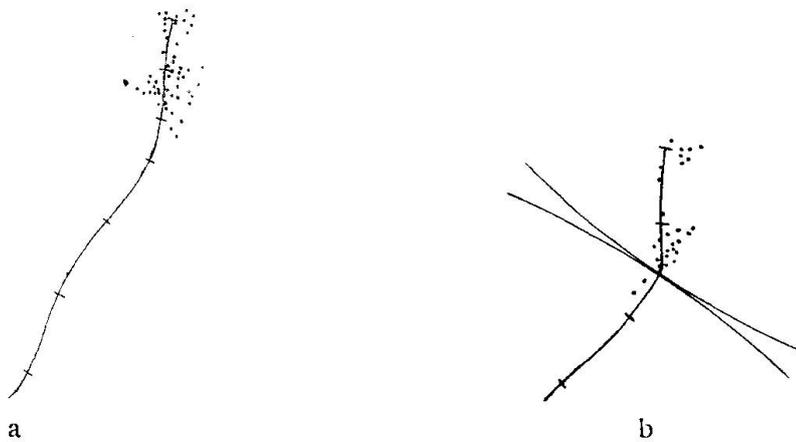


Fig. 3

Streuung der Pole sämtlicher gemessener Karlsbader Zwillinge.

a = Gemessene Pole der Verwachsungsflächen auf der Kurve 010 (Tafel 2).  
b = Aus der Optik konstruierte Pole der Zwillingachsen auf der Kurve [001] (Tafel 5).

Da die Kurve [001] bei 85 % An den Grundkreis schneidet, wurden die beiden Kurvenstücke beim Schnittpunkt aneinander gefügt.

als diejenige der morphologischen Pole. Bei den Karlsbader Zwillingen zerfällt ausserdem das Streuungsfeld auf der Kurve [001] in zwei deutlich getrennte Parteien, deren basischere den Schlifften 1 und 2 und deren saurere den Schlifften 3—6 entspricht.

Vergleicht man die nach den verschiedenen Methoden erhaltenen Resultate (Fig. 2—4), so ergeben sich gewisse Differenzen im Anorthitgehalt; dies ist besonders auffällig bei den Karlsbader- und Komplexzwillingen. Hier verteilen sich bei den Schlifften 3—6 die gemessenen morphologischen Pole auf einen Bereich zwischen 80 und 90 % An, die Pole der Zwillingachsen aber zwischen 85 und 90 %. Bei der Interpretation sollten eher die letzteren Werte herangezogen werden, wegen der Unvollkommenheiten, die den morphologischen Bezugsflächen anhaften. Bei den Figuren 1—4 erkennt

man, dass die Streuungsfelder von den Migrationskurven nicht in der Mitte durchschnitten werden; der Verlauf der letzteren ist also wahrscheinlich immer noch mit Fehlern behaftet, die aber nicht behoben werden können, bevor nicht neue einwandfreie Plagioklasanalysen vorliegen.

Nach Abzug der persönlichen Fehler und derjenigen, die auf Unvollkommenheiten der morphologischen Bezugsrichtungen beruhen, bleibt aber immer noch ein Rest von Streuung. Worauf diese zurückzuführen ist, lässt sich vorläufig nicht entscheiden. Kaligehalt

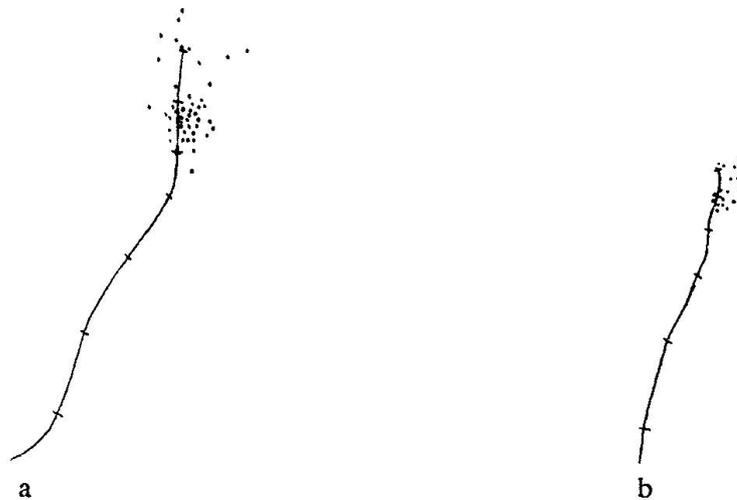


Fig. 4

Streuung der Pole sämtlicher gemessener Komplexzwillinge Albit-Karlsbad. a = Gemessene Pole der Verwachsungsflächen auf der Kurve 010 (Tafel 2). b = Aus der Optik konstruierte Pole der Zwillingsachsen auf der Kurve  $\perp$  [001] in 010 (Tafel 5).

kommt beim vorliegenden Material nicht in Frage, da bei 5 von den 6 untersuchten Schliffen in der Ausgangsmischung kein Kalium vorhanden war.

Ob die recht beträchtlichen Abweichungen der Pollagen für ein und denselben Schliff auf wirklichen Unterschieden im Anorthitgehalt beruhen, lässt sich nicht entscheiden. Schliff 1 (Fig. 1 a) z. B. ist angeschrieben als synthetischer Anorthit. Der Schwerpunkt des Streuungsfeldes liegt aber zwischen 90 und 100 %. Benützt man hingegen die Konstruktion der Zwillingsachse zur Anorthitbestimmung, so zeigt es sich, daß die Punkte viel näher zum Anorthitpol der Kurve hinfallen; die Schwankungen des Anorthitgehaltes sind also wahrscheinlich geringer als sie die Streuung vortäuscht. Von Schliff 3 geben DITTLER und KÖHLER eine chemische Analyse. Nach Abzug des neben Plagioklas auskristallisierten Nephelins ergibt

sich für jenen ein Anorthitgehalt von ca. 85 %, ein Wert, der mit dem Schwerpunkt des Streuungsfeldes (Fig. 1 c) übereinstimmt. Man hat unter Berücksichtigung aller Faktoren wohl damit zu rechnen, dass die Bestimmungen des Anorthitgehaltes mit einem Fehler von  $\pm 5\%$  behaftet sind.

Wo es möglich war, wurde jeweils auch der Achsenwinkel gemessen. Der Achsenwinkel ist wohl von allen gemessenen Daten am wenigsten genau zu bestimmen, besonders wenn nur eine optische Achse eingestellt werden kann. Es geben daher nur Durchschnittswerte von mehreren Messungen ein Bild von der wirklichen Grösse des Achsenwinkels. Diese Durchschnittswerte stimmen immerhin recht gut mit den bestimmten Anorthitwerten überein.

Tabelle der Achsenwinkel

	- 2 V		Anzahl der Messungen
	Mittelwert	Extremwerte	
Schliff 1	76°	72° und 82°	18
„ 2	74°	70° „ 78°	13
„ 3	80°	76° „ 86°	15
„ 4	86°	82° „ 88°	7
„ 5	82°	78° „ 88°	14
„ 6	84°	78° „ 88°	15

## Verzeichnis der Schlifffe

## Schliff 1 (Fig. 1 a)

Synthetischer Anorthit. Sparriges Gefüge von langgestreckten Plagioklasleistchen, z. T. in divergentstrahligen Büscheln. Keine Zwischenmasse. Grösse der gemessenen Plagioklase:  $0.25 \times 3.1$  mm bis  $0.09 \times 0.62$  mm.

## Schliff 2 (Fig. 1 b)

$\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8 + 10\%$  Kf. In einer Grundmasse filziges wirres Gefüge feiner Nadelchen, die partienweise etwas gröber und dann messbar sind. Grösse der gemessenen Plagioklase:  $0.12 \times 0.93$  mm bis  $0.06 \times 0.37$  mm.

## Schliff 3 (Fig. 1 c)

80 % An, 10 % Ab, 10 % Cg. (Mol. %). Von DITTLER und KÖHLER beschrieben und analysiert (Analyse No. 1, Lit. 1). Filziges Gewebe feiner Nadelchen mit etwas Nephelin als Grundmasse. Am Rande und in Hohlräumen Kristalle grösser und messbar (siehe Fig. 3). Grösse der gemessenen Kristalle:  $0.19 \times 1.08$  mm bis  $0.06 \times 0.46$  mm.

## Schliff 4 (Fig. 1 d)

65 % An, 10 % Ab, 25 % Cg. (Mol. %). Von DITTLER und KÖHLER erwähnt. Grundmasse von Nephelin. Darin feinere und gröbere, z. T. messbare Nadelchen in wirrem Gefüge. Grösse der gemessenen Kristalle:  $0.09 \times 0.37$  mm bis  $0.06 \times 0.25$  mm.



Fig. 5

Schliff 3. Nicols  $\times$ . Vergr.  $27 \times$ .

Zusammensetzung der Ausgangsmischung: 80 % An, 10 % Ab, 10 % Cg.

## Schliff 5 (Fig. 1 e)

60 % An, 10 % Ab, 30 % Cg. (Mol. %). Von DITTLER und KÖHLER erwähnt. Grundmasse von Nephelin mit feinen Nadelchen und grösseren gedrungenen Leistchen von Plagioklas. Am Rande grösser, z. T. in einen Hohlraum hineingewachsen (hier messbar). Grösse der gemessenen Plagioklase:  $0.25 \times 3.1$  mm bis  $0.09 \times 0.77$  mm.

## Schliff 6 (Fig. 1 f)

60 % An, 15 % Ab, 25 % Cg. (Mol. %). Von DITTLER und KÖHLER beschrieben. Wie Schliff 4. Grösse der gemessenen Plagioklase:  $0.09 \times 0.9$  mm bis  $0.06 \times 0.25$  mm.

Die Untersuchungen wurden im Mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Basel ausgeführt. Herrn Prof. REINHARD bin ich für manche Anregung zu Dank verpflichtet.

## LITERATUR

1. E. DITTLER und A. KÖHLER: Über Mischkristallbildung im ternären System An-Ab-Cg. Mineralogische und Petrographische Mitt., Bd. 43, 1932.
2. W. W. NIKITIN: Korrekturen und Vervollständigungen der Diagramme zur Bestimmung der Feldspate nach Fedorows Methode. Mineralogische und Petrographische Mitt., Bd. 44, 1933.
3. M. REINHARD: Universaldrehtischmethoden. Basel 1931.

Eingegangen: 10. Juli 1933.