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

Band: 11 (1931)

Heft: 2

Artikel: Lagebestimmung der Optik eines norwegischen Labradors mittels der Drehtischmethode von Fedorow

Autor: Schumann, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-12539

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 18.07.2025

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

Lagebestimmung der Optik eines norwegischen Labradors mittels der Drehtischmethode von Fedorow

Von *H. Schumann* in Wien

Kürzlich hat M. REINHARD (1) eine einführende Darstellung der wichtigsten Plagioklas-Bestimmungsmethoden mit Hilfe des Universaltisches unter Zugrundelegung einer Reihe von ihm neu bearbeiteter Federow-Nikitin-Stereogramme veröffentlicht. Ich hatte die Freude, diese Methodik bei Herrn Professor REINHARD selbst studieren zu dürfen und möchte ihm für sein freundliches Entgegenkommen und die ungemein liebenswürdige Aufnahme in seinem Institute in Basel auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank sagen.

Bei der praktischen Ausführung der Bestimmungsmethoden an verschiedenen Gesteinsdünnschliffen fand sich ein Fall, in dem die optische Orientierung in bemerkenswerter Weise von dem Kurvenverlauf in den genannten Stereogrammen abwich. Herr Professor REINHARD forderte mich auf, die Ergebnisse aus der Untersuchung dieser Anomalie zu veröffentlichen.

Es handelte sich um einen Enstatit-Porphyrit aus Kongsberg in Norwegen. Das Gestein besteht in der Hauptsache aus basischem Plagioklas. Als zweiten Hauptbestandteil führt es zersetzten Olivin und — gleichfalls unfrischen — rhombischen Pyroxen. Ausser akzessorischen Erzen treten Limonit, Bastit, Karbonate und ein glimmeriges Mineral auf, die wohl als Zersetzungsprodukte der erstgenannten zu deuten sind. Die Struktur hat deutlich trachytisches Gepräge: Die grossen Einsprenglinge liegen in einer glasfreien Grundmasse, die hauptsächlich aus winzigen Plagioklasleistchen besteht. Ganz schwach ist Fliesstruktur darin angedeutet.

CHARAKTERISTIK DER GEMENGTEILE

Der Plagioklas tritt in drei ziemlich deutlich voneinander getrennten Grössenordnungen auf.

a) Die durchschnittlich 2—4 mm grossen Einsprenglinge sind stets allseitig durch scharfe Flächen begrenzt und neigen zu isometrischer Entwicklung. Ihr Anorthitgehalt schwankt zwischen 52 und 56 %. Auffallend ist die

Armut an Spaltrissen. Durchschnitte am Rand des Schliffes zeigen wegen der dort stärkeren Beanspruchung während des Schleifens wohl hie und da ein Spaltrissystem von schärferer Ausbildung, doch ist auch dies meist nur bei solchen Vergrösserungen sichtbar, die bei der Drehtischmethode nicht anwendbar sind. Die gröberen Spaltrisse sind gewöhnlich nur ein ganz kurzes Stück ebenflächig; dann keilen sie rasch unregelmässig aus. Diese mangelhafte Spaltbarkeit entspricht natürlich der ‚glasigen' Entwicklung der Feldspäte in Ergussgesteinen im allgemeinen. Dagegen treten sehr scharf und ebenflächig begrenzte Zwillingslamellen von wechselnder Breite auf. Diese folgen meist dem Albit-, seltener dem Periklingesetz. In Einzelfällen konnte ausserdem Karlsbader-, ferner Manebach- und Alagesetz festgestellt werden. Die gute Ausbildung der Verwachsungsebenen der Zwillinge machte sie sehr geeignet als morphologische Ausgangsrichtungen, was den Mangel an Spaltrissen wieder ausglich. Überhaupt erwies sich das Material wegen der Grösse der Durchschnitte mit meist nur recht kleiner Menge von Einschlüssen, der Breite der Lamellen und des Fehlens einer Zonenstruktur als für die Bestimmung nach den Fedorow-Methoden sehr günstig; namentlich der letztgenannte Vorzug ist bei den Plagioklasen von Ergussgesteinen dieser Basicität verhältnismässig selten.

b) Die Plagioklase der zweiten Grössenordnung [Φ einige Zehntel mm] zeigen hie und da ganz schwach entwickelte Zonenstruktur, weniger scharfe Umrissformen, oft sogar ziemlich starke, randliche Korrosion und grösseren Einschlussreichtum. Ihr Anorthitgehalt ist merklich geringer: bei 42 %. Die Zwillingsbildung ist nach den gleichen Gesetzen entwickelt wie bei a). (Vorwiegend Albitzwillinge.) Auch hier herrscht noch die Neigung zu isometrischen Formen.

c) Die Plagioklase der Grundmasse endlich sind ausschliesslich leistenförmig gestaltet ($^1/_{20}$ mm Länge und darunter). Sie sind stets verzwillingt und zwar meist nach dem Karlsbader- oder einem Karlsbader Komplex-Gesetz, seltener lediglich nach dem Albit-Gesetz. Sie enthalten gegen 70 % Anorthit.

Die verhältnismässig wenigen, grösseren Individuen von Olivin (Φ bis $^1/_{10}$ mm) sind hauptsächlich an ihrer Morphologie kenntlich: mehr oder minder isomorphe Durchschnitte mit rhombischen, quadratischen oder sechsseitigen Umrissen. Sie sind allenthalben in ein graubraunes bis gelblich braunes, limonitisches Zersetzungsprodukt verwandelt. Die Umwandlung ist am Rand der Körner vollständiger als in der Mitte. Gelegentlich zeigt sich im Innern ein feines Lamellensystem. Die unzähligen, wesentlich kleineren (Φ = 0,01—0,02 mm) Körner der Grundmasse haben leistenförmige oder annähernd isometrische Durchschnitte. Oft sind sie braunschwarz-limonitisch, stellenweise jedoch noch deutlich grün durchscheinend. Es handelt sich offenbar um die Umwandlungsprodukte des ehemaligen Olivinbestandes der Grundmasse, bezw. um Reste desselben. Pleochroismus ist nicht nachweisbar. In einzelnen der grösseren Plagioklas-Individuen sieht man ein zartes Gerüst sich meist rechtwinkelig durchkreuzender Lamellen von genau dem gleichen, grünen Farbton, ebenfalls nur bei sehr starker Vergrösserung und schärfster Einstellung auflösbar. Vermutlich sind dies winzige Skelettkristalle von Olivin, vielleicht sind auch sie schon chemisch verändert.

Der rhombische Pyroxen fand sich halbwegs frisch nur in einem, mehrere mm grossen, durchaus allotriomorph begrenzten Individuum, in das grosse Plagioklas-Einsprenglinge mit scharf ausgebildeten Flächen hineinragen. Die Auslöschungsrichtung liegt parallel den zahllosen, scharfen Spaltrissen. Für feinere Lagebestimmung erwies sich die Optik als schon zu sehr gestört. Lichtbrechung und Farbe weisen auf Enstatit. Bei stärkerer Vergrösserung kann man auch sehr deutlich sehen, dass das Mineral stark fleckig ist: es wechseln ganz regellos Stellen von höherer mit solchen von niederer Doppelbrechung. Den Spaltrissen parallel ziehen Reihen dunkler, submikroskopischer Einschlüsse; doch verläuft längs des Randes eine schmale Zone, welche von diesen völlig frei ist.

Bastit findet sich hie und da in rundlichen, zum Teil variolitischen, kaum einige Zehntel mm grossen Aggregaten sowohl in der Grundmasse, als auch in den grösseren Feldspäten. (Längsrichtung der Fasern = n_γ.) Auch auf den Spaltrissen des Enstatits sieht man stellenweise derartige Fasern, die man für Neubildungen von Bastit halten könnte. Dieser ist wohl überhaupt hier durchwegs als eine Neubildung nach Enstatit (allenfalls auch nach Olivin) aufzufassen.

Ausschliesslich als Einschluss im Plagioklas findet sich ein farbloses, wirrfaserig zerstreutes Mineral merklich höherer Licht- und Doppelbrechung. Spaltrisse sind mehr oder minder zahlreich und scharf, n'_α stets senkrecht zu diesen. Auslöschung stets gerade dazu: Sericit.

Karbonat erscheint auf Spaltrissen und am Rand der Plagioklase, zum Teil auch des Enstatis und sehr reichlich in unregelmässigen Fetzen in der Grundmasse; auch in letzterem Fall wohl hauptsächlich auf Kosten des Plagioklas.

Im auffallenden Licht bemerkt man unregelmässig überall verteilt sehr kleine Körner von sulfidischem Erz. Im Enstatit bildet es einen breiteren Streifen an der Grenze gegen die Plagioklas-Einsprenglinge und dringt zum Teil auch auf den Spaltrissen des ersteren vor. (Es handelt sich dabei also nicht eigentlich um das, was man häufig als „Opacitrand" beschrieben findet.) Schwarzes oxydisches Erz findet sich nur ganz wenig in winzigen Partikeln.

Die Grundmasse besteht demnach zum weitaus überwiegenden Teil aus Plagioklasleistchen wechselnder Grösse. An zweiter Stelle stehen die Umwandlungsprodukte des Olivins und Karbonat. Alles übrige darin ist rein akzessorisch.

DISKUSSION DER OPTISCHEN MESSUNGEN

1. Die Bestimmung der grossen Plagioklas-Einsprenglinge geschah nach der Fedorow-Methode durch Ermittlung der Lage der (010)-Fläche im Stereogramm Tafel 2 bei REINHARD (l. c.). Die einzelnen Bestimmungen differierten nur wenig: Schwankungen von 50—55 % An (Mittelwert: 52 % An). Als Kontrolle konnte häufig die Lage der Periklin-Lamellen bestimmt werden, ebenfalls im Stereogramm Tafel 2 vergleichbar. In diesen Fällen wurde ausserdem der Winkel zwischen (010) und σ (= Verwachsungsflächen der

Periklin-Lamellen) gemessen. Er betrug im Mittel 87°. Ferner wurde die Konstruktion des jeweiligen Pols der Zwillingsachse, sowie die Grösse des Winkels der optischen Achsen (im Mittel: +78°) vergleichsweise herangezogen. Letzterer ist also für diesen An-Gehalt um etwa 2—3° zu gross.

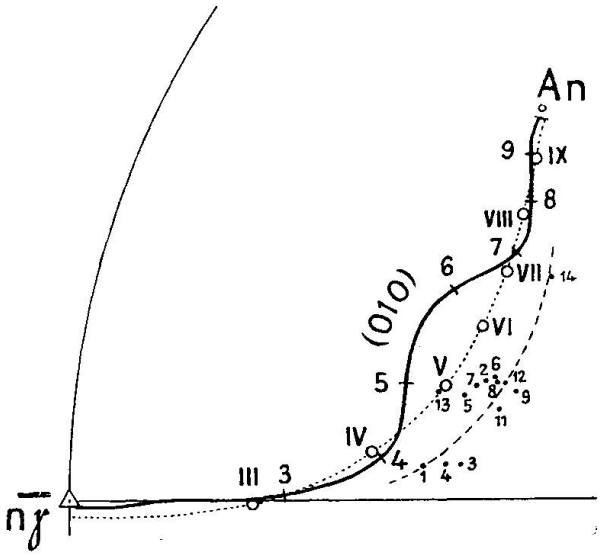

Fig. 1. Lage der eingemessenen Flächenpole der Zwillingsverwachsungsebene (010) (feine Punkte, arabisch numeriert) gegenüber der Migrationskurve (010): ausgezogene Kurve nach REINHARD, Anorthitgehalt in arabischen Ziffern; punktierte Kurve nach BEREK, Anorthitgehalt in römischen Ziffern.

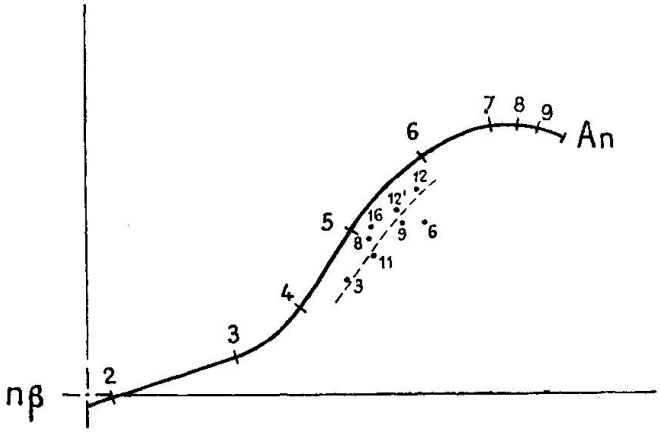

Fig. 2. Lage der eingemessenen Flächenpole der Periklinverwachsungsebene (feine Punkte, arabisch numeriert) gegenüber der entsprechenden Migrationskurve nach REINHARD (ausgezogene Kurve, Anorthitgehalt in arabischen Ziffern).

Trotz guter Übereinstimmung der Werte untereinander macht sich eine auffallende Unstimmigkeit geltend: Die konstruktiven Pole der (010)-Fläche fallen nicht auf die entsprechende Kurve des Stereogrammes, sondern sind regelmässig nach der einen Seite und zwar

gegen das Zentrum der Projektion zu verschoben. Da bei der Einstellung der drei optischen Hauptrichtungen mit Rücksicht auf die Grösse und Klarheit der Individuen nennenswerte Fehler unmöglich waren (wie sich auch bei mehrfacher, unabhängiger Messung und durch die Überprüfung bei der Konstruktion sofort zeigte), konnte zunächst nur in der Einstellung der (010)-Fläche der Grund für die Abweichung gesucht werden. Wegen des Fehlens von Spaltrissen konnte hiefür aber nur die Verwachsungsebene der Albit- bezw. Karlsbader Zwillingslamellen verwendet werden. Von den beiden für diese Einstellung nötigen Drehungen (Azimut und Polwinkel) ist bekanntermassen nur die letztere mit einem grösseren möglichen Fehler behaftet. Im vorliegenden Fall zeigte sich, dass bei den meisten Individuen die Ausgangslage, unter Berücksichtigung der beim Entwurf des Stereogrammes nötigen geometrischen Drehung, so gewählt werden konnte, dass die leicht auf einen halben Grad genau auszuführende Azimutdrehung die für die Entfernung der Punkte von der Kurve hauptsächlich verantwortliche Einstellung war, während sich die ungenaue auf eine Verschiebung längs der Kurve (= Schätzung des Anorthit-Gehaltes) auswirkte. In Zwillings-Individuen, bei denen zwei oder mehrere Teilhaber die Einstellung der Optik gestatten (und dies war meistens der Fall), ist man aber von einem derartigen Fehler überhaupt unabhängig, weil ja durch das Zwillingsgesetz eine kristallographische Richtung gegeben ist, die mit der experimentell direkt bestimmten zusammenfallen muss, andernfalls der Fehler in beiden Fällen, aber mit entgegengesetzten Vorzeichen, auftritt. In der Tat aber fielen die Projektionspunkte der gemeinsamen Fläche zusammengehöriger Lamellen stets so dicht nebeneinander, wie es bei der hier erreichbaren Genauigkeit zu verlangen war, und auch die Übereinstimmung mit dem jeweils rein aus der Optik konstruierten Zwillingspol bestätigte immer wieder, dass in der Einstellung der (010)-Fläche nicht eine Fehlerquelle für die beobachtete Abweichung gesucht werden könne[1]).

2. Die Bestimmung des Anorthit-Gehaltes der Plagioklase der Grundmasse[2]) geschah nach dem Verfahren von A. Ritt-

[1]) Aus diesen Feststellungen geht nebenbei bemerkt auch mit Sicherheit hervor, dass ein merklicher Unterschied in der chemischen Zusammensetzung verschiedener Lamellen desselben Individuums hier nicht vorhanden sein kann. (Mit dem gegenteiligen Schluss muss man jedoch sehr vorsichtig sein: wenn einmal das Zusammenfallen der Punkte nicht so gut ist, darf man daraus noch nicht ohne weiteres eine chemische Differenz ableiten!)

[2]) Für die freundliche Erlaubnis zur Benützung der hiebei benötigten U-Tisch-Apparatur bin ich dem Vorstand des Min.-Petrograph. Institutes der Universität Wien, Herrn Prof. A. Himmelbauer, sehr zu Dank verpflichtet.

MANN (2), das gerade bei Verzwillingung nach dem Karlsbader Gesetz, wie sie hier vorherrschte, gute Kontrollmöglichkeiten bietet. Es wurde stets die Zone [010] eingestellt. Die Bestimmung der maximalen Auslöschung (weitaus die zuverlässigste Art des Vorgehens bei dieser Methodik) ergab Werte um 40° herum; die kontrollweise Einstellung der konjugierten Auslöschung der Karlsbader Zwillingslamelle solche von 16°. Das ergibt 70 % An. Auch die Auslöschungsschiefen in den Richtungen [001] und ⊥ [001] ergaben bei nicht zu geneigter Lage Werte, die gut zu den ersteren passen. Hingegen differierten die Winkelabstände zwischen den Richtungen [001] und denen der maximalen und geraden Auslöschungsschiefe immer um ganz bedeutende Beträge. So war z. B. der Winkel zwischen den letzteren beiden Grössen (M und O in der Fig. 3 bei RITTMANN, l. c.) regelmässig um 10 bis 20° grösser, als er nach den Kurven sein sollte.

Eine wertvolle Kontrolle für die Richtigkeit dieser Bestimmung brachte ein Individuum, das trotz seiner geringen Grösse wegen vorzüglicher Klarheit und breiter Entwicklung einer Lamelle die Anwendung der für die Einsprenglinge gebrauchten Fedorow-Methode gestattete. Die Lamellen folgten wechselnd dem Albit- und dem Albit-Karlsbad-Gesetz. Die Auswertung ergab folgende Koordinaten:

$$\begin{array}{lll} (010) : n = 86; & h = 2 \\ n_\beta \quad : n = 30; & h = 5 \\ n_\gamma \quad : n = 297; & h = 28 \end{array}$$

Die daraus konstruktiv ermittelte Lage von (010) [Punkt Nr. 14, Fig. 1] ergibt nach der Kurve von REINHARD ca. 70 % An.

Das gleiche Individuum nach der Zonenmethode vermessen, ergab:

Zone ⊥ (010) { max. Ausl.S-chiefe von n'_α zur Spur (010) = 42° ... 72 % An
Ausl.-Schiefe in Richtg. [001] n'_α z. Spur (010) = 10° ... 68 % An

Die Frage, was diese der normalen Differenzierung im Magma direkt widersprechende Tatsache zu bedeuten hat (Grundmassefeldspäte basischer als Einsprenglinge!), muss mangels näherer geologischer Daten vorläufig offen bleiben.

ERGEBNISSE

Fig. 1 zeigt die Lage der durch vorstehend beschriebene Messungen gewonnenen Projektionspunkte der (010)-Flächen zu den entsprechenden Kurven bei REINHARD, Tafel 2 (ausgezogene Linie, links davon An-Gehalt in arabischen Ziffern) und bei BEREK (3), Tafel 3

(punktierte Linie, links davon An-Gehalt in römischen Ziffern). Bei Zwillingsindividuen ist das Mittel der beiden Pole eingetragen, um das Bild nicht unnötig zu überlasten. Weitere Bestimmungen, deren Messicherheit aus irgend einem Grunde weniger verlässlich war, fielen dessenungeachtet ins gleiche Gebiet, sind aber hier fortgelassen. Die Punkte der dichtesten Häufung (bei 52 %) ergaben sich bei der Vermessung der grossen Einsprenglinge. 1, 3, 4 stammen von Einsprenglingen der zweiten Grössenordnung; 14 ist der schon erwähnte Fall eines Grundmassefeldspates.

Zwischen 40 und 70 % An macht die von REINHARD ermittelte Kurve eine weite Ausbiegung nach links oben, die hier vermessenen Plagioklase erstrecken sich gerade über diesen Anorthitbereich. Die erhaltenen Pole ordnen sich jedoch ersichtlich auf einer Kurve an, die dieser Ausbiegung nicht folgt, sondern derjenigen, die BEREK (l. c.) für diesen Fall konstruiert hat, in einem Abstand von etwa 5° parallel verläuft. Da also offenbar ein abnormal gebauter Feldspat vorliegt, war zu erwarten, dass man auch für andere Flächenlagen keine Übereinstimmung mit den Kurven findet. Fig. 2 zeigt die Projektionspunkte von Periklinlamellen in ihrer Lage zur entsprechenden Kurve auf Tafel 2 bei REINHARD. Mit zwei Ausnahmen (Nr. 16 und 12') sind es Messungen an gleichen Individuen wie in Fig. 1 (gleiche Bezifferung wie dort). Es herrscht gute Übereinstimmung entlang der Kurve (An-Gehalt), doch hat auch hier eine Parallelverschiebung um einige Grade gegen den rechten unteren Quadranten zu stattgefunden.

Diese in allen den unabhängig voneinander gemessenen Beispielen auftretende Abweichung vom Kurvenverlauf, wie ihn REINHARD und BEREK darstellen, und die sich nicht nur beim Arbeiten nach der Fedorow-Methode, sondern auch bei der Anwendung der Zonenmethode zeigte (— z. B. der Winkel zwischen der Richtung [001] und derjenigen der maximalen Auslöschung; siehe S. 236 —), zeigt, dass hier die Lage der Indikatrix[1]) im Kristallgebäude eine, von derjenigen der Feldspäte, die zur Festlegung der Kurven gedient haben, merklich abweichende ist. Es war der Zweck dieser Untersuchung, die für den Gebrauch optischer Plagioklas-Bestimmungskurven wichtige Tatsache an einem gut ausmessbaren Beispiel festzuhalten, dass solche merklich anders gebaute Feldspäte in Gesteinen vorkommen. Es folgt daraus nicht

[1]) Vielleicht auch deren Form: zu grosse Winkel der optischen Achsen! Siehe S. 234.

etwa eine Fehlerhaftigkeit der vorhandenen Kurven. Diese sind vielmehr durch gut durchgemessene Vorkommen begründet. Aber es wird sich wahrscheinlich herausstellen, dass es namentlich für die ‚empfindlichen' Kurven mehrere ähnlich verlaufende nebeneinander gibt, bezw. dass die entsprechenden Werte auf einer mehr oder minder breiten Zone innerhalb der Diagramme schwanken. Für gewisse, allerdings mit einer bedeutenden experimentellen Unsicherheit behaftete Bestimmungs-Diagramme hat RITTMANN derartige Zonen bereits (l. c., Lage von O und M in Fig. 3 und 7) eingeführt.

Um allerdings die tiefere Ursache der Erscheinung feststellen zu können, müsste man eine genaue chemische Prüfung des Porphyrites sowie seiner Einsprenglinge vornehmen und die geologischen Verbandsverhältnisse des Vorkommens studieren. Beides war aus äusseren Gründen hier nicht durchführbar. Damit jedoch für den späteren Vergleich mit ähnlichen Typen wenigstens einige Anhaltspunkte in dieser Richtung vorhanden seien, ist der im vorliegenden Dünnschliff erkennbare Mineralbestand möglichst ausführlich beschrieben worden. Aus dieser Beschreibung geht wenigstens so viel hervor, dass es äusserst unwahrscheinlich ist, dass eine merkliche Beimengung von K zu den Plagioklasen der Grund für deren abweichenden Bau sein sollte. (Andere Elemente kommen jedoch — abgesehen von dem nur sehr selten als Beimengung beobachteten Ba — kaum in Betracht.) Es soll nur noch auf eine Möglichkeit hingewiesen werden. Vor kurzem hat O. MÜGGE (**4**) gezeigt, dass die Lage der Zusammensetzungsfläche der Periklinzwillinge (σ), bezw. die Grösse der Winkel der kristallographischen Achsen der Anorthite nicht, wie bisher meist angenommen wurde, eine bei gegebenem chemischen Verhältnis der Komponenten Albit-Anorthit genau festgelegte sei, sondern auch noch von der Bildungstemperatur abhänge. Es wäre denkbar, dass eine derartige Abhängigkeit von der Bildungstemperatur in höherem Masse, als bisher angenommen wurde, auch für die optischen Verhältnisse besteht. Der Unterschied zwischen der Ausbildungsweise der Tiefengesteinsplagioklase und der hier beschriebenen ‚glasigen' aus einem typischen Ergussgestein legt jedenfalls diese Vermutung sehr nahe.

SCHRIFTEN-NACHWEIS

1. M. REINHARD, Universaldrehtischmethoden. Einführung in die kristall-optischen Grundbegriffe und die Plagioklasbestimmung. Basel 1931.
2. A. RITTMANN, Die Zonenmethode. Ein Beitrag zur Methodik der Plagioklasbestimmung mit Hilfe des Theodolithtisches. Schweiz. Min. u. Petrogr. Mitteil., IV, 1. 1929.

3. M. Berek, Mikroskopische Mineralbestimmung mit Hilfe der Universaldrehtischmethoden. Berlin 1924.
4. O. Mügge, Über die Lage des „rhombischen Schnittes" im Anorthit und die Benützung derartiger irrationaler Zusammensetzungsflächen von Kristallen als geologische Thermometer. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Klasse, IV, Nr. 3, 219. 1930.

Eingegangen: 1. September 1931.