

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie
Band: 41 (1961)
Heft: 2

Artikel: Zur Orientierung der Indikatrix im Plagioklas-Material von R. C. Emmons
Autor: Glauser, Alfred
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-31912>

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: 19.02.2026

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

Zur Orientierung der Indikatrix im Plagioklas-Material von R. C. Emmons

Von *Alfred Glauser* (Basel)

Mit 2 Textfiguren, 2 Tabellen und 5 Tafeln

Abstract

The author had the opportunity of studying optically the plagioclase material described in 1953 by R. C. Emmons and his collaborators.

The optical orientation was derived from the arithmetical means of individual measurements. The ascertained angles after Euler are placed in Table 1. Plates 1 to 4 show the positions of the original measurements in the stereogram perpendicular to " β ". Plate 5 gives the position of the mean values. Generally, plagioclases from plutonic rocks scatter along the migration curves of Reinhard and Spaenhauer that run in the middle like a sort of backbone. Divergent orientation and intermediary optics seem to occur also in plagioclases from plutonic rocks.

In several cases the optical measurements did not allow the optical orientation of the plagioclase with regard to the crystallographic directions. Up to a maximum An-content of 70 per cent the results of the chemical analyses match quite well with the An-values read from the curves by Reinhard and Spaenhauer. Beyond 70 % the An-values obtained from optical determinations are higher than those resulting from chemical analyses.

Eine durch die „Fritz-Hoffmann-La-Roche-Stiftung für die Förderung von wissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaften in der Schweiz“ unterstützte Gruppe hat sich zum Ziele gesetzt, alle Literaturdaten über chemisch analysierte und zugleich optisch-kristallographisch nach der Fedorow-Methode untersuchte Plagioklase zu sammeln und auf dieser Grundlage neue Stereogramme und Tabellen zur optischen Bestimmung der Kalk-Natron-Feldspäte zu entwerfen.

Bei dieser Arbeit zeigte sich, dass die verschiedenen Anorthitbereiche ungleich durch kristalloptische Daten belegt sind und dass Lücken auf-

treten, die durch ergänzende Untersuchungen ausgefüllt werden sollten. Besonders wünschenswert erschien die Berücksichtigung des von R. C. EMMONS und Mitarbeitern in Memoir 52, 1953, der Geological Society of America beschriebenen wertvollen Materiales. Die chemische Zusammensetzung dieser Plagioklase wurde durch anerkannte Analytiker ermittelt, und auch die optischen Eigenschaften wurden eingehend untersucht. Die uns hier besonders interessierende Orientierung der Indikatrix im Kristallgebäude ist jedoch nur graphisch, durch Wiedergabe von Sammelstereogrammen, nicht numerisch, durch Angabe der Winkelwerte, dokumentiert. Der Grund dafür lag in der starken Streuung der Positionen von (010) und (001) im Sammelstereogramm senkrecht zu n_β (siehe Kapitel 3 des genannten Memoirs, Feldspar Optics, von R. M. CRUMP und K. B. KETNER). Es war jedoch zu erwarten, dass die Schwerpunkte der Streufelder statistisch bestimmt werden könnten und dass sich auch in vielen Fällen die Orientierung der Indikatrix durch die Konstruktion der Zwillingsachsen präzisieren lassen sollte. Herr Prof. Emmons hatte die grosse Freundlichkeit, der schweizerischen Arbeitsgemeinschaft einen bedeutenden Teil seines Plagioklasmaterialies zur Verfügung zu stellen, und wir möchten nicht verfehlen, ihm auch an dieser Stelle unseren besten Dank auszusprechen.

Der Verfasser ist der Fritz-Hoffmann-La-Roche-Stiftung zu Dank verpflichtet für die finanzielle Ermöglichung dieser Neubearbeitung, und er dankt zugleich den Proff. C. Burri, R. L. Parker und E. Wenk dafür, dass sie ihm die Aufgabe anvertrauten und das Manuskript sorgfältig geprüft und, wo nötig, ergänzt und verbessert haben.

Die Arbeit wurde im Mineralogisch-Petrographischen Institut der Universität Basel ausgeführt.

Methodik

Wie es in unseren früheren Arbeiten geschehen ist, mittelten wir λ - und φ -Werte der Einzelmessungen des gleichen Präparates und erhielten dadurch die Schwerpunkte der Streufelder. In den meisten Fällen standen die Zwillings Ebenen und Spaltflächen (010) und (001) zur Verfügung; hin und wieder konnten auch die Zwillingsachsen [001] und senkrecht [001] in (010) bestimmt werden, die in jenen Fällen besonders wichtig sind, in welchen die Konstruktion der Ebenen durch entsprechende optische Vektoren in der stereographischen Projektion keine oder nur kleine Fehlerdreiecke ergibt. Solche Zwillinge erlaubten es dann auch,

die von C. BURRI in die Kristalloptik eingeführten Eulerwinkel direkt abzulesen. In einigen Fällen lagen im gleichen Dünnschliff mehrere solcher Verzwilligungen vor. Die einzelnen Eulerwinkel konnten dann gemittelt und mit den aus den synoptischen Diagrammen senkrecht n_β abgelesenen Positionen verglichen werden. In Tafel 5 sind die Mittelwerte der aus den synoptischen Diagrammen der Dünnschliffe (s) und Pulverpräparate (p) und aus Zwillingsverbänden (z) konstruierten Positionen dargestellt und in Beziehung gebracht zu den von F. SPAENHAUER (1933) korrigierten Stereogrammen von M. REINHARD (1931), wie sie im Mineralogischen Institut der Universität Basel, im Durchmesser 40 cm, deponiert sind. Die Messungen wurden am dreikreisigen Drehtisch vorgenommen.

Es ist nicht unsere Absicht, hier die Genauigkeit der Fedorow-Methode zu diskutieren. Es sei nur darauf hingewiesen, dass die Streuung der Messwerte verschiedene Ursachen haben kann:

1. Unterschiedliche chemische Zusammensetzung der Plagioklasse ein und desselben Dünnschliffes sowie Zonarstruktur.
2. Verschiedene Stadien zwischen reinen Hoch- und Tiefformen in ein und demselben Dünnschliff.
3. Abweichungen der Flächen (010) und (001) von den kristallographisch geforderten Positionen. Diese Abweichungen bewirken, dass die Streuungen der konstruierten Zwillingsachsen oft kleiner sind als diejenigen der gemessenen Verwachsungsebene.
4. Abweichendes Verhalten der Optik, wie es weder durch den An-Gehalt noch durch die Temperatur-Vorgeschichte motiviert werden kann. Wir wiesen früher schon auf die wechselnde Stellung von n_γ in bezug auf die Migrationskurven hin, konnten aber keine Erklärung dafür geben.
5. Messfehler, wie sie in der Unvollkommenheit der Methode begründet sind und die auf ungenügende Justierung des Instrumentes oder auf persönliche Unsicherheit, besonders beim Messen der Neigung von Spaltrissen und Verwachsungsflächen, zurückzuführen sind.

Über die Optik der Plagioklasse

Das Material von R. C. Emmons besteht aus Gesteinsdünnschliffen und Pulverpräparaten von Feldspäten. In der Regel war pro Feldspat beides vorhanden. Meistens erwies sich der Dünnschliff als wesentlich günstiger zur Ermittlung der optischen Orientierung als das Pulverprä-

parat, da beim letzteren weniger kristallographische Bezugsrichtungen eingemessen werden konnten. Auch fehlten hierin meist die Zwillinge. Nur in wenigen Fällen war es möglich, aus den Pulverpräparaten die optische Orientierung zu ermitteln.

Bei der optischen Charakterisierung des Materials (Tabelle 1) beginnen wir mit den sauren Plagioklasen und folgen der Numerierung von Emmons.

Die optische Orientierung wurde mittels der von C. BURRI (1956) eingeführten Eulerwinkel gegeben. Was diese Eulerwinkel darstellen, darüber gibt vielleicht am ehesten Fig. 3 der erwähnten Arbeit Auskunft.

Es ist ziemlich schwierig, die Streubereiche in Zahlen, beispielsweise durch Angabe von Breiten und Längen, anzugeben, die das sphärische Rechteck bilden, innerhalb dessen die gemessenen und umprojizierten Pole liegen, da eine Streuung nicht allein dadurch charakterisiert ist, sondern es kommt auch auf die Häufungsstelle oder Häufungsstellen innerhalb dieses Streubereiches an. Wir stellen die Streuungen in einigen synoptischen Stereogrammen dar (Tafeln 1—4). Die synoptischen Originalstereogramme XIX—LVIII sind im Mineralogisch-Petrographischen Institut der Universität Basel deponiert und können dort eingesehen werden.

Unsere Tabelle 1 ist mit den Tabellen 1 bis 3 von EMMONS zu vergleichen, und wir verweisen in bezug auf weitere Daten auf jene Darstellungen. Neben den aus den synoptischen Stereogrammen abgeleiteten Positionen geben wir die Eulerwinkel von Karlsbad- und Roc-Tourné-Zwillingsverbänden, deren Indicatrices ordentliche bis gute Symmetrieverhältnisse in bezug auf die Zwillingsebenen aufweisen. Die Tabelle 2 enthält die am Fedorowschen Drehtisch erhaltenen Messungen der Individuen von Zwillingsverbänden, die ordentliche¹⁾ bis gute Symmetrieverhältnisse zeigen. Meist handelt es sich um Karlsbad- und Roc-Tourné-Zwillinge. Treten diese kombiniert auf, so ist auch das Albitgesetz daran beteiligt. Ebenfalls sind einzelne Periklinzwillinge aufgeführt, ferner interessante Druckzwillingsbildungen. Die an den Karlsbad- und Roc-Tourné-Zwillingen abgelesenen Eulerwinkel wurden auch aufgenommen.

Im folgenden Verzeichnis wird nun kurz über das studierte Feldspatmaterial berichtet, wobei besonders die Anzahl der Messungen der kri-

¹⁾ Einige Zwillingsstöcke weisen auch weniger gute Symmetrie auf. Sie sind aber dadurch interessant, dass meist mindestens eins der an ihnen teilhabenden Individuen optisch in typischer Weise orientiert ist.

stallographischen Richtungen, die Streuungsverhältnisse der Pole sowie die Streufelder-Schwerpunkte hinsichtlich der Reinhardtschen Migrationskurven erwähnt werden.

Nr. 4. Teilweise etwas zonarer Oligoklas, der sehr oft nach dem Albitgesetz verzwillingt ist, und zwar oft polysynthetisch. Es ist manchmal eine dichte Zwillingslamellierung vorhanden.

a) *Dünnschliff*: Ca. 10 Pole (010) und 10 Pole (001) eingemessen. Die (010)-Pole streuen mässig. Die Schwerpunkte der Streufelder liegen auf oder fast auf den Migrationskurven. Grundlage: synoptisches Stereogramm XIX; siehe Tafel 1.

b) *Pulverpräparat*: Hieraus wurden entnommen: ca. 10 Pole (010) und 8 Pole (001). Das Streufeld der (010)-Pole ist deutlich in der Richtung der Migrationskurve verlängert; für (001) ist auch im Pulverpräparat eine grössere Streuung festzustellen als bei den (010)-Polen. Der Schwerpunkt des (010)-Streufeldes befindet sich auf der Migrationskurve von REINHARD-SPAENHAUER, derjenige der (001)-Pole ca. 1° unterhalb der entsprechenden Kurve (synopt. Stereogr. XIX a).

c) *Optischer Achsenwinkel*: Gemessene Werte von V_γ im Dünnschliff: 39° ; 43° ; 44° ; $44,5^\circ$; $47,5^\circ$; $49,5^\circ$, 51° . Hieraus $2V = 91^\circ$.

V_γ im Pulverpräparat gemessen: $41,5^\circ$; $42,5^\circ$; $44,5^\circ$; 45° . Daraus $2V$: 87° .

Der Mittelwert aller Messungen beträgt $89,5^\circ$. Mittelwert in EMMONS (1953) 89° .

Nr. 5. Es standen bei diesem Oligoklas Dünnschliff und Pulverpräparat zur Verfügung. Der erstere erwies sich für die Prüfung der Feldspäte am Fedorowschen Drehtisch wenig günstig. Im *Pulverpräparat* wurden jedoch ca. 20 Spaltstücke geprüft, an denen teils (010), teils (001) oder beide zusammen einmessbar waren. Albitzwillinge sind häufig, sehr oft polysynthetisch. Auf dem synoptischen Stereogramm XX senkrecht n_β finden sich ca. 7 (010)- und ca. 10 (001)-Pole. Die Streuung ist nicht besonders gross (siehe Tafel 2). Da keine Zwillingsgesetze messbar waren und die Pole im allgemeinen neben die Reinhardtschen Migrationskurven fallen, ist die Deutung der Optik etwas fraglich. Die optische Orientierung scheint etwas abnormal zu sein, und ich weiss nicht, ob dies durch den Hochtemperatur- oder den intermediären Charakter bedingt ist.

Optischer Achsenwinkel: Die gemessenen V_γ sind: 44° , 45° , 46° , $46,5^\circ$, 47° ; $2 \times 48^\circ$; 49° , $49,5^\circ$; 50° . Daraus ergibt sich ein Mittel für $2V_\gamma$ von $94,5^\circ$. Aus den in EMMONS (1953) angegebenen Werten kann man ein Mittel von $95,5^\circ$ berechnen.

Nr. 6. Dieser Andesin ist etwas zonar. Festgestellte Zwillingsgesetze: Albit, Karlsbad, Roc Tourné. Zum Teil ist eine ziemlich dichte Lamellierung nach (010) vorhanden.

a) *Dünnschliff:* An kristallographischen Richtungen wurden eingemessen bzw. konstruiert: (010): ca. 20 Pole in einem grossen, mehr oder weniger isometrischen Streufeld. Der Durchmesser desselben beträgt mehr als 10° . 7 Pole (001) bilden ein Streufeld, das in Richtung der Migrationskurve (001) verlängert ist. 11 Zwillingsachsen senkrecht [001] zeigen starke Streuung längs eines Kleinkreises, der nahe durch das Zentrum der Projektion geht. Der Schwerpunkt der (010)-Pole liegt ca. $\frac{1}{2}^\circ$ oberhalb RK²⁾. Der Schwerpunkt der (001)-Pole ist ca. 1° oberhalb RK gelegen, und derjenige der Zwillingsachsen senkrecht [001] befindet sich rechts neben der entsprechenden RK. Grundlage: Synopt. Stereogr. XXI senkrecht n_β , Tafel 2.

Ausgewertete Zwillinge: Es konnten zwei Roc-Tourné-Zwillinge gemessen werden, die gute Symmetrieverhältnisse der Indicatrices hinsichtlich der Zwillingssebene senkrecht [001] aufweisen. Die Messungen und die Eulerwinkel der optischen Orientierung finden sich in der Tabelle 2.

b) *Pulverpräparat:* Es wurden hier nur ca. 5 (010)- und 3 (001)-Flächen eingemessen, die keine optische Orientierung des Feldspates erlaubten. Grundlage: synoptisches Stereogramm senkrecht n_β (synopt. Stereogr. XXII).

c) *Achsenwinkel:* Im Dünnschliff wurden die folgenden V_γ gemessen: $2 \times 40^\circ$; $41,5^\circ$; $4 \times 42,5^\circ$; $2 \times 44^\circ$; $44,5^\circ$; $45,5^\circ$; $46,5^\circ$; $2 \times 47^\circ$; 49° . Dies ergibt ein Mittel von $2V_\gamma = 88^\circ$ (EMMONS, 1953: auch 88°).

Nr. 7. Es handelt sich um einen ausgesprochenen Hochtemperatur-Andesin, zu dessen Untersuchung in erster Linie der Dünnschliff verwendet wurde.

a) *Dünnschliff:* Der Feldspat ist zonar. Es kommen die folgenden Zwillingsgesetze vor: Albit, Karlsbad, Roc Tourné. Die Messergebnisse

²⁾ RK = Migrationskurve REINHARD (1931), korrigiert durch SPAENHAUER (1933).

der Zwillinge mit guten bis ordentlichen Symmetrieverhältnissen sind in Tab. 2 zusammengestellt. Die folgenden kristallographischen Bezugsrichtungen konnten gemessen werden: ca. 20 (010)-Flächen. Ihre Pole liegen meist stark recht und unterhalb RK. Ca. 10 (001)-Flächen. Die Pole auf beiden Seiten der RK; ca. 15 Achsen [001]. Sie befinden sich unterhalb der entsprechenden RK; ca. 10 Zwillings-Achsen senkrecht [001]. Sie liegen stark rechts und unterhalb der entsprechenden RK. Die Pole der Zwillings-Achse [001] ergeben auf dem synoptischen Stereogramm senkrecht n_β ein Streufeld mit deutlicher Häufungsstelle. Bei den anderen Polen ist die Streuung grösser und ohne deutliche Schwerpunkt-Bildung (synopt. Stereogr. XXIII senkrecht n_β ; Taf. 4).

b) *Pulverpräparat*: Nur je ca. 5 Pole (010) und (001) eingemessen. Auch diese sind deutlich rechts und unterhalb der RK (synopt. Stereogr. XXIV).

c) *Achsenwinkel*: Die im Dünnschliff gemessenen V_γ : 46° ; 47° ; $2 \times 48^\circ$; $48,5^\circ$; 49° ; $49,5^\circ$; $3 \times 50,5^\circ$; $3 \times 51^\circ$; 52° ; $52,5^\circ$; 53° ; 54° ; $54,5^\circ$; 55° . Diese Werte ergeben ein Mittel des $2V_\gamma$ von 100° . Mittel der $2V_\gamma$ der Körner im Pulverpräparat: 92° . In EMMONS (1953): Mittel = 101° .

Nr. 8. In diesem Falle scheint ein Tieftemperatur-Andesin vorzuliegen. An den zum Teil zonar aufgebauten Feldspäten können die folgenden Zwillingsgesetze beobachtet werden: Albit, Karlsbad, Roc Tourné.

a) *Dünnschliff*: Ca. 15 (010)-Pole mit Häufungsstelle auf RK bei ca. 40%; 6 (001)-Pole mit starker Streuung. Zwei Paare von [001]-Zwillingsachsen, das eine auf einen An-Gehalt von 31%, das andere auf einen solchen von 38%weisend. Die optische Orientierung wurde mittels (010), [001] und senkrecht [001] vorgenommen. In Tabelle 2 finden sich die Messungen einer Karlsbad- und einer Roc-Tourné-Gruppe. Grundlage: synopt. Stereogr. XXV; siehe Tafel 1.

b) *Pulverpräparat*: Ca. 15 (010)- und 5 (001)-Pole eingemessen. Der Schwerpunkt der ersteren liegt ungefähr auf der RK (010). (Synopt. Stereogr. XXVI).

c) *Achsenwinkel*. Die Messungen V_γ im Dünnschliff: 38° ; 39° ; $39,5^\circ$; 40° ; 41° ; $2 \times 42^\circ$; $3 \times 44^\circ$; $44,5^\circ$; $46,5^\circ$; 48° ; $2 \times 49^\circ$. Diese Werte ergeben ein $2V_\gamma$ von 87° .

Die Messungen V_γ im Pulverpräparat: 42° ; $42,5^\circ$; $43,5^\circ$; 44° ; 45° ; $45,5^\circ$; 46° ; $2 \times 47^\circ$; 48° ; $49,5^\circ$. Daraus erhält man ein $2V_\gamma$ von 92° . Der entsprechende Wert in EMMONS (1953) ist 89° .

Nr. 9. Dieser Labradorit baut zum Teil ein schönes Mosaikpflaster auf.

a) *Dünnschliff*: An kristallographisch einmessbaren Richtungen liegen vor: ca. 15 Pole (010) und ca. 20 Pole (001), die in der stereographischen Projektion beide mehr oder weniger kreisrunde Streufelder belegen, welche in ihrer grössten Ausdehnung rechts RK liegen, dementsprechend natürlich auch die Schwerpunkte. Diese bilden miteinander einen Winkel von 93° . Grundlage zur optischen Orientierung: Synopt. Stereogr. XXVII. Zwillingsgesetz: Albit, Aklin oder Periklin. Die Zwillinge 2 und 13 nach dem Albitgesetz ergaben bei der Konstruktion der Zwillingsachse kleine Fehlerdreiecke. (Siehe Tafel 4.)

b) *Pulverpräparat*: Ca. 15 (010)- und ca. 20 (001)-Pole. Ihre Lage ist eine ähnliche wie diejenige, die aus der Untersuchung des Dünnschliffes hervorging. Dagegen scheint der Plagioklas im Pulverpräparat etwas saurer zu sein. Grundlage: Synopt. Stereogr. XXVIII.

c) *Achsenwinkel*: Messungen von V_γ im Dünnschliff: $36,5^\circ$; $2 \times 37^\circ$; $2 \times 37,5^\circ$; 38° ; $4 \times 38,5^\circ$; $3 \times 39^\circ$; $2 \times 40^\circ$; $40,5^\circ$; 41° ; $2 \times 42^\circ$; 43° ; 45° . Der daraus folgende Achsenwinkel beträgt $78,5^\circ$.

Die im Pulverpräparat gemessenen V_γ sind die folgenden: 38° ; 39° ; $2 \times 39,5^\circ$; $2 \times 40^\circ$; $2 \times 40,5^\circ$; $41,5^\circ$; $2 \times 43^\circ$. Daraus resultiert ein Achsenwinkel von 81° . Gemittelter Achsenwinkel aus EMMONS (1953): 79° .

Nr. 10. Die grossenteils zonaren Labradorite sind meistens verzwillingt. Zwillingsgesetze: Albit, Karlsbad, Roc Tourné, Aklin. Auch hier können wieder zwei Zwillinge angeführt werden, bei denen die Konstruktion der Zwillingsachsen kleine Fehlerdreiecke ergab. Es sind dies die Nummern 5 und 12 AB (Messungen in Tab. 2).

Dünnschliff: Zur Ermittlung der optischen Orientierung konnten die folgenden kristallographischen Richtungen eingemessen werden: (010), (001), [001] und senkrecht [001]. Die rund 30 gemessenen (010)- und etwa 20 (001)-Pole streuen stark. Die Streufelder sind in Richtung RK in die Länge gezogen. Ihre Schwerpunkte liegen in beiden Fällen etwas rechts derselben (ca. $1\frac{1}{2}$ bis 2° ; schwach intermediäre Optik). Diese Schwerpunkte bilden miteinander einen Winkel von 93° . Es liegen zu wenig Zwillingsachsen vor, als dass diese zur optischen Orientierung verwertet werden könnten. (Grundlage: synopt. Stereogr. XXIX; siehe Taf. 4). In diesem Falle lag nur ein Dünnschliff vor. Zusammenstellung der Achsenwinkel V_γ : 34° ; 36° ; 37° ; $2 \times 38^\circ$; $2 \times 39^\circ$; $2 \times 39,5^\circ$; $4 \times 40^\circ$;

40,5°; 41°; $2 \times 41,5^\circ$; $2 \times 42^\circ$; 42,5°; $2 \times 44^\circ$, was für $2V_\gamma$ ein Mittel von 81° ergibt. In EMMONS (1953) ist ein Mittel von 77° (Mittel aus 6 Messungen) angeführt.

Nr. 11. Auch dieser Labradorit ist etwas zonar. Die vorgefundenen Zwillingsgesetze sind: Albit, Karlsbad, Roc Tourné. Es lohnt sich, die Messungen der Karlsbader Gruppen 8 B/C und 7 A/B in die Tabelle 2 aufzunehmen.

a) *Dünnschliff*: Das synoptische Stereogramm XXIX, das als Grundlage der Orientierung dieses Labradorites dient, enthält ca. 20 (010)- und 10 (001)-Pole. Der Durchmesser des Streufeldes (010) mag ca. 5° betragen; eine gut sichtbare Häufungsstelle scheint darin nicht vorhanden zu sein. Die Streuung ist weniger deutlich in Richtung der RK als quer dazu, was wohl auf das Vorhandensein verschiedener Stadien der intermediären Typen dieses Labradorites zurückzuführen ist. Die ca. 15 eingemessenen (001)-Pole streuen mindestens so sehr wie die ersteren, und die exakte Lage des Schwerpunktes ist etwas fraglich. Zwillingsachsen [001] und senkrecht [001] liegen nur ganz wenige vor. Die Schwerpunkte der Pole (010) und (001) sind etwas rechts RK gelegen und deuten also auf einen intermediären Labradorit hin.

Was die optische Orientierung betrifft, so gab uns die Mittlung der Eulerwinkel, die wir aus den Karlsbader Zwillingen erhielten, einen Hinweis, dass die aus dem synoptischen Stereogramm XXX erhaltene Orientierung wohl annähernd richtig sein kann (Taf. 4).

b) *Pulverpräparat*: Die ca. 20 Pole (010) liegen im wesentlichen auch rechts von der RK. Ihr Schwerpunkt weicht von demjenigen, den der Dünnschliff lieferte, nur um ca. $\frac{1}{2}^\circ$ ab. Ferner erlaubten 4 Achsen [001] und zwei senkrecht [001], den Labradorit optisch zu orientieren. Es ergibt sich eine recht ähnliche Lage, wie aus dem Dünnschliff und aus Zwillingen erhalten wurde (siehe Tab. 1). (Synopt. Stereogr. XXXI.)

c) *Achsenwinkel*: Messungen des V_γ im Labradorit des Dünnschliffes: 38,5°; $4 \times 39,5^\circ$; $3 \times 40^\circ$; $2 \times 40,5^\circ$; $2 \times 42^\circ$; $5 \times 43^\circ$; 44°; 45°. $2V_\gamma$ daraus = 83,5°.

Messungen des V_γ im Pulverpräparat: $2 \times 39^\circ$; 39,5°; $2 \times 40^\circ$; 41°; 42°; 43°. Daraus $2V_\gamma = 81^\circ$.

Mittel des $2V_\gamma$ in EMMONS (1953): 78°.

Nr. 12. Dieser Labradorit ist nur wenig zonar aufgebaut. Zwillingsgesetze: Albit, Karlsbad, Roc Tourné — wohl auch Aklin (als dünne

Lamellen entwickelt). An zwei Karlsbader Zwillingsgruppen konnte die optische Orientierung dieses Labradorites vorgenommen werden (Tabellen 1 und 2).

a) *Dünnschliff*: Das synoptische Stereogramm XXXII senkrecht n_β (Taf. 2) konnte aus ca. 20 Polen (010), etwa 15 Polen (001) und 4 Zwillingsachsen [001] gewonnen werden. Die Streufelder sind nicht besonders gross, besonders nicht für (010). Der Schwerpunkt dieser Pole fällt auf die RK, derjenige von (001) befindet sich ca. $\frac{1}{2}^\circ$ unterhalb derselben. Die beiden Schwerpunkte liegen ungefähr 95° voneinander entfernt.

b) *Pulverpräparat*: Ca. 20 Pole (010) ergaben ein synoptisches Stereogramm (XXXIII) senkrecht n_β , in dem die meisten dieser Pole etwas rechts von RK liegen, so dass der Schwerpunkt sich ungefähr 2° rechts von der erwähnten Kurve befindet.

c) *Achsenwinkel*: Die V_γ -Messungen aus dem Dünnschliff ergaben: 35° ; $37,5^\circ$; 39° ; $2 \times 40^\circ$; $2 \times 41^\circ$; 42° ; $49^\circ(?)$. Daraus $2V_\gamma = 81^\circ$.

Im Pulverpräparat gemessene V_γ : $2 \times 39,5^\circ$; $4 \times 40^\circ$; $2 \times 40,5^\circ$; 41° ; $41,5^\circ$; 42° . Daraus $2V_\gamma = 82^\circ$.

Achsenwinkel aus EMMONS (1953): $79,5^\circ$.

Nr. 13. Dieser Labradorit ist teilweise etwas zonar und in der Regel auch verzwillingt. Zwillingsgesetz: meist Albit, hie und da auch dünne Aklin-Lamellen.

a) *Dünnschliff*: Das synoptische Sammelstereogramm XXXIV (Taf. 1), das als Grundlage zur optischen Orientierung diente, zeigt ca. 20 Pole (010), deren Streuung nicht besonders gross ist, und ca. 20 Pole (001), die im allgemeinen auch nicht besonders weit voneinander liegen. Diese Streufelder haben maximale Durchmesser von ungefähr 9° . Die Schwerpunkte derselben fallen in beiden Fällen auf die RK, sehr schwach rechts. Sie bilden zusammen einen Winkel von 93° .

b) *Pulverpräparat*: 9 (010)-Pole und 1 Pol (001) gemessen. Der Schwerpunkt des ersteren stimmt fast mit demjenigen aus dem Dünnschliff überein. (Synopt. Stereogr. XXXV.)

c) *Achsenwinkel*: Die gemessenen Werte von V_γ im Dünnschliff sind: $3 \times 38^\circ$; $38,5^\circ$; $5 \times 39^\circ$; $4 \times 40,5^\circ$. Diese Werte bedingen ein $2V_\gamma$ von $78,5^\circ$. Die im Pulverpräparat gemessenen V_γ : 39° ; $2 \times 39,5^\circ$; $40,5^\circ$; $2 \times 41^\circ$. Daraus ergibt sich ein Achsenwinkel von 80° . Derjenige aus EMMONS (1953) beträgt 72° (aus 6 Messungen) und ist damit erheblich kleiner.

Nr. 14. Der Labradorit ist zum Teil stark zonar. An Zwillingsgesetzen konnten festgestellt werden: Albit, Karlsbad, Albit-Karlsbad-Komplex. Vermutlich ist auch das Periklin-Gesetz vorhanden. Dünne Lamellen scheinen aber auch nach dem Aklin-Gesetz verzwillingt zu sein. Die Karlsbader Zwillingsgruppe Nr. 3 und die Periklin-Gruppe Nr. 5 weisen in bezug auf ihre Optik ordentliche Symmetrieverhältnisse auf; die Messungen sind daher in Tabelle 2 zusammengestellt.

a) *Dünnschliff*: Die je ca. 15 (010)- und (001)-Pole weisen in der Richtung der RK eine sehr starke Streuung auf. Es scheint sich um Tief-temperatur-Feldspäte zu handeln. Eine optische Orientierung kann nicht vorgenommen werden (synopt. Stereogr. XXXVI senkrecht n_β ; siehe Taf. 2).

b) *Pulverpräparat*: Ungefähr 15 Pole (010) bilden ein grosses Streufeld. Die meisten Pole liegen links von RK (synopt. Stereogr. XXXVII).

c) *Achsenwinkel*: V_γ der Feldspäte im Dünnschliff: 39° ; $2 \times 40^\circ$; $40,5^\circ$; 42° ; $42,5^\circ$; $43,5^\circ$; $47,5^\circ$; 48° ; $2 \times 49,5^\circ$. $2V_\gamma$ daraus = $88,5^\circ$. Die Messungen von V_γ der Feldspäte im Pulverpräparat: 37° ; $2 \times 40^\circ$; $40,5^\circ$; 41° ; $41,5^\circ$; 42° ; $42,5^\circ$; $2 \times 43^\circ$. Daraus $2V_\gamma = 83^\circ$. Der entsprechende Wert aus EMMONS (1953): $78,5^\circ$ (Mittel aus 6 Messungen).

Nr. 15. Meist ziemlich grosse Labradorite, die hauptsächlich nach Albit und dann und wann auch nach Aklin oder Periklin verzwillingt sind. Falls neben der Verwachsungsfläche ein Basis-Spaltriss oder eine ausgeprägte Spaltrichtung fehlt, ist es manchmal gar nicht leicht, zwischen diesen beiden Gesetzen zu unterscheiden, namentlich nicht, wenn ein Hochtemperatur-Feldspat oder ein intermediärer Typ vorliegt.

a) *Dünnschliff*: Ca. 15 Pole (010) bilden ein ziemlich grosses Streufeld, das einen Durchmesser von 7 bis 9° besitzt, wenn man von einer etwas abseits liegenden Position absieht. Dieses Streufeld ist fast isometrisch. Sein Schwerpunkt liegt etwa 2° rechts RK (intermediärer Typ). Schwieriger steht es mit den (001)-Polen. Es liegen nur 5 davon vor, bei denen man einigermassen sicher ist, dass es sich um solche handelt. Sie liegen in der Nähe der entsprechenden Migrationskurve. Ihr Schwerpunkt ist nur rund 92° von demjenigen der Fläche (010) entfernt. Es fehlen also 4° bis zum Idealwinkel. Die optische Orientierung dieses Feldspates kann also unmöglich exakt sein (Grundlage: synopt. Stereogr. XXXVIII; siehe Taf. 2).

b) *Pulverpräparat*: Ebenfalls meistens intermediäre Typen. Die Basizität derselben schwankt ziemlich stark — von ca. 52 bis 75%, soweit ich das mittels 13 (010)-Messungen feststellen konnte. Schwerpunkt-Bildung kann hier keine vorgenommen werden (synopt. Stereogramm XXXIX).

c) *Achsenwinkel*: V_γ im Dünnschliff gemessen: 40° ; $40,5^\circ$; $2 \times 41,5^\circ$; 42° ; $2 \times 42,5^\circ$; 43° ; $2 \times 44^\circ$; $3 \times 44,5^\circ$; 45° . Daraus $2V_\gamma = 85,5^\circ$. V_γ im Pulverpräparat gemessen: 38° ; 39° ; $2 \times 39,5^\circ$; $2 \times 40,5^\circ$; 41° ; 43° ; 44° . Hieraus $2V_\gamma = 81^\circ$. In EMMONS (1953): 75° .

Nr. 16. Der etwas zonare Labradorit ist intensiv verzwillingt, und es konnten auch wieder die Zwillingsgesetze Albit, Karlsbad, Roc Tourné festgestellt werden. Ferner kommt hie und da das Aklin- oder das Periklin-Gesetz vor.

a) *Dünnschliff*: Das synoptische Stereogramm XL senkrecht n_β , das uns als Grundlage zur optischen Orientierung diene, konnte aus ca. 15 Polen (010), 6 Zwillingsachsen [001] und 6 Zwillingsachsen senkrecht [001] gewonnen werden. Überdies finden sich noch 7 Pole der Fläche (001) oder Periklin vor, die — ausser einem — unterhalb RK (001) liegen (siehe Taf. 1). Die Streuung der (010)-Pole ist nicht sehr gross. Das Streufeld ist in ungefährrer Richtung RK (010) verlängert, was den variabeln An-Gehalt zum Ausdruck bringt. Der Schwerpunkt des Streufeldes (010) scheint weniger als $\frac{1}{2}^\circ$ links RK zu liegen. Zur optischen Orientierung konnten die Schwerpunkte der drei kristallographischen Richtungen (010), [001] und senkrecht [001] verwertet werden. Ferner war es möglich, die Eulerwinkel direkt an den ursprünglichen Projektionen von je zwei Karlsbader- und Roc-Tourné-Zwillingsgruppen abzulesen. Die Messungen finden sich in Tabelle 2.

b) In diesem Fall lagen zwei *Pulverpräparate* vor: das eine mit Körnern von spez. Gewicht 2,706 bis 2,710, das andere mit solchen von spez. Gewicht 2,685 bis 2,695. Im Präparat mit den schwereren Körnern konnte eine Streuung der (010)-Pole von ca. 45 bis 61% An festgestellt werden. Die Körner der leichten Fraktion streuen hinsichtlich der (010)-Pole wesentlich weniger als diejenigen der schweren. Im grossen ganzen sind sie wenig, aber deutlich, rechts RK gelegen.

c) *Achsenwinkel*: Die im Dünnschliff gemessenen V_γ betragen 40° ; $2 \times 40,5^\circ$; $2 \times 41^\circ$; $2 \times 41,5^\circ$; $44,5^\circ$; 45° ; 49° . Dies ergibt ein Mittel des

$2V\gamma$ von $85,5^\circ$. Die Messungen aus den Pulverpräparaten liefern die folgenden Mittelwerte: $2V\gamma$ der schwereren Fraktion = 81° , der leichteren = $80,5^\circ$.

Nr. 17. Auch dieser Labradorit ist etwas zonar und oft nach den folgenden Gesetzen verzwillingt: Albit, Karlsbad, Roc Tourné. Leider liegt hier nur eine Zwillingsgruppe vor, die ziemlich gute Symmetrieverhältnisse aufweist: die Roc-Tourné-Gruppe 3AC (siehe Messungen in Tab. 2).

a) *Dünnschliff*: Ungefähr 20 (010), 7 (001)-Pole, ca. 12 Zwillingsachsen [001] und 8 Zwillingsachsen senkrecht [001] erlauben, den Labradorit einigermaßen zu orientieren, obschon die Streuungen der einzelnen Pole ziemlich gross sind (synopt. Stereogr. XLI senkrecht n_β). Glücklicherweise konnte die Schwerpunkt-Bildung bei 4 kristallographischen Richtungen vorgenommen werden. Die Schwerpunkte der Pole (010) und (001) liegen 91° auseinander. Im ganzen scheint für (010), (001) und [001] die Tendenz zu bestehen, dass die Pole etwas rechts oder unterhalb der entsprechenden RK liegen (Taf. 1).

b) *Pulverpräparat*: Hier konnten im wesentlichen nur (010)-Pole eingemessen werden. Sie bilden ein Streufeld von ca. 8° Durchmesser. Der Schwerpunkt desselben liegt ca. $1\frac{1}{2}^\circ$ von dem von den Labradoriten im Dünnschliff erhaltenen entfernt, und zwar ist er gegen das saure Ende hin verschoben (synopt. Stereogr. XLII).

c) *Achsenwinkel*: Messungen von $V\gamma$ im Dünnschliff: $3 \times 38^\circ$; $38,5^\circ$; $2 \times 39^\circ$; $39,5^\circ$; $2 \times 40^\circ$; $40,5^\circ$; $2 \times 41,5^\circ$; $2 \times 42^\circ$; $42,5^\circ$; $3 \times 43^\circ$; $44,5^\circ$; 45° . Daraus $2V\gamma = 82^\circ$. Messungen von $V\gamma$ im Pulverpräparat: $38,5^\circ$; 39° ; $39,5^\circ$; $42,5^\circ$; 43° ; $43,5^\circ$; $44,5^\circ$; $45,5^\circ$; 46° ; 49° . Daraus $2V\gamma = 86^\circ$. Aus den Messungen in EMMONS (1953) errechnet man ein Mittel von 77° für $2V\gamma$ (7 Messungen).

Nr. 18. Wie die bis jetzt behandelten Labradorite, eignen sich auch die vorliegenden gut zur Prüfung am Fedorowschen Drehtisch. Sie sind zwar etwas zonar, zeigen aber auch die typischen Zwillingsgesetze: Albit, Karlsbad, Roc Tourné. Es liegen drei Zwillingsstöcke vor, die hinsichtlich der Lage ihrer Indicatrices ziemlich gute Symmetrieverhältnisse aufweisen (Messungen in Tab. 2). Sie konnten auch zur optischen Orientierung des Labradorites verwertet werden (Tab. 1).

a) *Dünnschliff*: Ca. 15 Pole (010), 6 Pole (001), 8 Zwillingsachsen senkrecht [001] dienen dazu, anhand des synoptischen Stereogrammes

senkrecht n_β (XLIII) die optische Orientierung zu ermitteln. Die Streuungen sind namentlich für (010) gross. Das Streufeld ist in ungefährrer Richtung RK deutlich verlängert, was auf eine Schwankung der Basizität von ca. 57 bis gegen 80% deutet (siehe Taf. 2). Die Schwerpunktbildung von (010) wird dementsprechend wohl nur in roher Annäherung der wirklichen Mittellage entsprechen. Der Winkel, den der Schwerpunkt (010) mit demjenigen von (001) bildet, weicht rund 3° vom Idealwinkel zwischen P und M ab. Aus diesen Mängeln geht hervor, dass die optische Orientierung bei diesem Labradorit sehr wahrscheinlich zu wünschen übrig lässt.

b) *Pulverpräparat*: Ca. 10 Pole (010) bilden auf dem synoptischen Stereogramm senkrecht n_β (XLIV) ein Streufeld mit einem Schwerpunkt, der eine recht ähnliche Lage hat wie derjenige auf dem Stereogramm, das aus der Untersuchung der Plagioklase im Dünnschliff hervorging. Er liegt aber etwas rechts der Migrationskurve — wie die meisten der (010)-Pole. Im Pulverpräparat scheinen also Körner vorzuliegen, die vielleicht eine intermediäre Optik besitzen.

c) *Achsenwinkel*: V_γ -Messungen im Dünnschliff: 38° ; $40,5^\circ$; $41,5^\circ$; 42° ; $2 \times 42,5^\circ$; 44° ; $44,5^\circ$; 45° ; $2 \times 46^\circ$; 47° . $2V_\gamma$ hieraus = $86,5^\circ$. Die Messungen in EMMONS (1953) ergeben für $2V_\gamma$ ein Mittel von 84° .

Nr. 19. Grosse, mit dem Fedorowschen Drehtisch gut einmessbare Labradorite sind in diesem „basalt porphyry“ in einer mikrolithischen Grundmasse eingelagert. Auch diese Feldspäte sind teilweise etwas zonar. Sie sind mannigfach verzwillingt: Albit, Karlsbad, Roc Tourné, Aklin, Periklin und, vereinzelt, offenbar ein neuer Zwillingstyp. Auch hier sollen die Messungen derjenigen Zwillingsgruppen in Tabelle 2 zusammengestellt sein, bei denen die Konstruktion der Zwillingsachsen nur kleine Fehlerdreiecke ergab.

a) *Dünnschliff*: Ca. 15 Pole (010), 6 (001), 4 Zwillingsachsen senkrecht [001]; 6 Zwillingsachsen [001] lieferten das synoptische Stereogramm senkrecht n_β (XLV). Namentlich die Streuungen der Pole (010) und (001) sind deutlich. Der grössere Durchmesser des ovalen Streufeldes (010) in Richtung RK beträgt ca. 8 bis 9° und derjenige des Streufeldes (001) ungefähr ebensoviel (siehe Taf. 2). Ausgeprägte Häufungsstellen sind in diesen Bereichen nicht vorhanden. Die Zwillingsachsen senkrecht [001] liegen ziemlich nahe beieinander (maximaler Abstand = 3°). Die

Schwerpunkte der Pole (010) und (001) sind etwa 92° voneinander entfernt. Sie sind also vom Idealwinkel PM merklich verschieden. Trotzdem glaube ich, dass die auf dem erwähnten synoptischen Stereogramm vorgenommene optische Orientierung der Wirklichkeit nahek kommt (vgl. optische Orientierung des Zwillingsstockes 10 ABC in Tab. 1). Die Symmetrieverhältnisse dieses Zwillingsystemes sind aber nicht derart gut, dass die Messungen auf Tabelle 1 wiedergegeben wurden.

b) *Pulverpräparat*: Es sind darin nur wenig Körner gemessen worden.

Von 5 (010)-Polen liegen 4 stark rechts RK, im Mittel auf einen ähnlichen An-Gehalt weisend, wie er aus den Messungen am Labradorit des Dünnschliffes hervorgeht (Stereogramm senkrecht n_β , XLVI).

c) *Achsenwinkel*. An den Labradoriten im Dünnschliff wurden die folgenden V_γ gemessen: $2 \times 41,5^\circ$; $2 \times 42^\circ$; $3 \times 42,5^\circ$; $2 \times 43^\circ$; $3 \times 43,5^\circ$; $2 \times 44^\circ$; $2 \times 44,5^\circ$. Daraus errechnet sich ein $2V_\gamma$ von 86° . Die V_γ -Messungen im Pulverpräparat: 42° ; $2 \times 43^\circ$; $43,5^\circ$; 45° . Daraus $2V_\gamma = 86,5^\circ$. Die in EMMONS (1953) aufgeführten Achsenwinkel ergeben ein Mittel von $85,5^\circ$.

Nr. 20. Dieser basische Labradorit zeigt oft eine sehr dichte, intensive polysynthetische Verzwillingung sowohl nach Albit als auch nach Aklin, bzw. Periklin. Hin und wieder sind diese feinen Lamellen verbogen, manchmal auch geknickt. Sehr wahrscheinlich handelt es sich dabei um Druck-Zwillingsbildung. Die Messungen zweier besonders schöner Beispiele finden sich in Tabelle 2. In einem Fall — bei Zwillingsgruppe 15 — sind dicht gescharte (001)-Verwachsungsflächen des Individuums Ba knickartig gebogen oder an einer Geraden abgesetzt und gehen zum Teil über in die entsprechenden Verwachsungsflächen des Individuums Bb. Fig. 1 stellt diese Verhältnisse etwas schematisiert dar. B ist ferner mit Individuum A verzwillingt. Die Prüfung der Optik ergab nun folgendes: A ist mit Ba nach dem Karlsbader Gesetz und mit Bb nach dem Roc-Tourné-Gesetz verzwillingt. Es ergibt sich nun eigentlich zwangsläufig, dass Ba mit Bb nach dem Albitgesetz verzwillingt ist, obschon diese beiden keine eigentliche Verwachsungsfläche trennt. Bei den Teilen Ba und Bb kann man aber nicht von Individuen sprechen, da beide dicht polysynthetisch nach Aklin verzwillingt sind. Der Übergang der optischen Orientierung von Ba nach Bb scheint fließend zu sein. Diese sonderbare und wohl eher seltene Zwillingsbildung Ba/Bb scheint wohl auf Druckwirkung zurückzuführen zu sein.

Eine weitere bemerkenswerte Zwillingingsgruppe ist 17 Aa Ba/Ab Bb (siehe Fig. 2). Aa ist mit Ba nach dem Roc-Tourné-Gesetz verzwillingt. Auffällig ist nun die gekrümmte Lamellenbildung im „unteren“ Teil des Zwillingingsstockes. Die optischen Messungen zeigten, dass das breitere Lamellensystem im Bereich b des Individuums A mit dem Bereich a

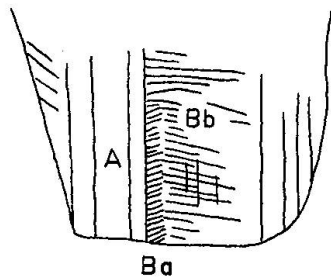


Fig. 1. Karlsbad-Albit-Roc Tourné-Gruppe (Nr. 15).

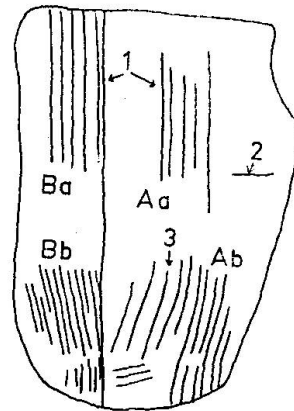


Fig. 2. Komplexe Zwillingingsgruppe (Nr. 17).

desselben Individuums nach dem Albitgesetz verzwillingt ist, so dass also Ba und Ab nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingt sind. Leider konnte die Optik des breiteren Lamellensystems im Bereich B nicht eingemessen werden. Beim System A scheint sich also infolge Druckwirkung eine Umklappung des Gitters vollzogen zu haben, und zwar in der Weise, dass dabei das Albitgesetz verwirklicht wurde.

Bei einer gewöhnlichen Karlsbader Zwillingings-Gruppe ergab die Konstruktion der Zwillingingsachse nur ein kleines Fehlerdreieck. Sie wurden daher in die Tabelle 2 aufgenommen.

a) *Dünnschliff*: Ca. 20 Pole (010), 10 Pole (001), 13 Zwillingingsachsen [001] und 3 Zwillingingsachsen senkrecht [001] bilden auf dem synoptischen Stereogramm senkrecht n_β XLVII die Grundlage, wodurch der Labradorit orientiert werden konnte. Die Streuungen der eingemessenen Pole sind zwar gross. Noch am ehesten liessen sich die Schwerpunkte der Streufelder für (010) und für die Zwillingingsachsen [001] bestimmen. Der Schwerpunkt der (010)-Pole fällt auf RK, ebenso der Schwerpunkt der Zwillingingsachsen [001] (Taf. 2).

b) *Pulverpräparat*: Es wurden hier nur ca. 10 Pole (010) eingemessen, die auf dem synoptischen Stereogramm senkrecht n_β (XLVIII) ein

Streufeld mit einem ganz ähnlich gelagerten Schwerpunkt haben, wie er aus dem Dünnschliff hervorging.

c) *Achsenwinkel*: Zusammenstellung der V_γ der im Dünnschliff gemessenen Labradorite: $49,5^\circ$; $2 \times 46^\circ$; $45,5^\circ$; $2 \times 44,5^\circ$; $2 \times 44^\circ$; $43,5^\circ$; 43° ; 42° ; $2 \times 40^\circ$; 39° ; 31° . $2V_\gamma$ daraus = $85,5^\circ$.

Die Messungen von V_γ in Feldspäten des Pulverpräparates: $84,5^\circ$. In EMMONS (1953) findet sich nur eine Messung von $2V$, nämlich 85° .

Nr. 21. Dieser basische Labradorit ist nach den typischen Gesetzen Albit, Karlsbad, Roc Tourné verzwillingt. Es wurden hier im ganzen fünf solcher Zwillingstöcke eingemessen, wovon bei einem die Symmetrieverhältnisse derart sind, dass die Messungen verdienen, in die Tabellen aufgenommen zu werden. Es handelt sich um eine komplex verzwillingte Gruppe (Albit, Karlsbad, Roc Tourné).

a) *Dünnschliff*: Auf dem synoptischen Stereogramm senkrecht n_β (XLIX) finden sich ungefähr 15 Pole (010) und nur etwa 4 Pole (001), die es nicht erlauben, den Feldspat zu orientieren. Der Schwerpunkt der (010)-Pole fällt ziemlich genau auf RK. Das Pulverpräparat wurde nicht geprüft.

Nr. 22. Hier handelt es sich im *Dünnschliff*-Präparat um einen grossen einzelnen Kristall, der dünne Lamellen nach dem Albitgesetz besitzt. Im ganzen wurden vier Stellen am Fedorowschen Drehtisch untersucht. Es sind je vier Pole (010) und (001), die das synoptische Stereogramm senkrecht n_β (L) lieferten. Je drei Pole haben einen maximalen Abstand von 2° voneinander, und die Schwerpunkt-Bildung lässt sich leicht vornehmen. Die beiden Schwerpunkte sind $95,5^\circ$ voneinander entfernt (Taf. 1).

Aus dem *Pulverpräparat* konnten 9 (010)-Pole gewonnen werden. Sieben davon liegen zum Teil stark rechts RK (synopt. Stereogr. LI).

c) *Achsenwinkel*: Im Dünnschliff wurde am grossen Einkristall $4 \times 44^\circ$ für V_γ bestimmt. $2V_\gamma$ also 88° .

Die V_γ -Messungen im Pulverpräparat sind: $41,5^\circ$; 42° ; $2 \times 43^\circ$; $43,5^\circ$; daraus $2V_\gamma = 85,5^\circ$. Das Mittel aus 9 Messungen in EMMONS (1953) beträgt ca. 87° .

Nr. 23. Dieser saure Bytownit weist zum Teil schöne Zwillingbildungen auf nach den typischen Gesetzen Albit, Karlsbad, Roc Tourné. Eine komplexe Zwillinggruppe (Nr. 2 BCD) zeigt gute Symmetriever-

hältnisse hinsichtlich der Lage der Indicatrices (Messungen daher in Tab. 2).

a) *Dünnschliff*: Ca. 12 Pole (010); 4 Zwillingsachsen senkrecht [001], 4 Pole (001) erlaubten, die optische Orientierung dieses Bytownites zu ermitteln. Die Pole (010) bilden eine ausgeprägte Häufungsstelle. Ihr Schwerpunkt liegt ganz nahe der RK (etwas rechts). Die Zwillingsachsen senkrecht [001] bilden auch eine ausgeprägte Häufungsstelle. Ihr Schwerpunkt liegt ungefähr 2° links der entsprechenden RK (synopt. Stereogr. senkrecht n_β LII; siehe Taf. 1).

b) Das *Pulverpräparat* lieferte 18 Pole (010), die ziemlich stark streuen. Der Durchmesser des Streufeldes beträgt ungefähr 7° . Der Schwerpunkt desselben liegt ziemlich genau auf RK (synopt. Stereogr. senkrecht n_β LIII).

c) *Achsenwinkel*: Aus dem Dünnschliff liegen die folgenden V_γ -Messungen vor: $44,5^\circ$; $2 \times 46,5^\circ$; $2 \times 47^\circ$; 48° ; $48,5^\circ$; 49° . Diese Werte ergeben ein $2V$ von ungefähr 94° . Die V_γ -Messungen aus dem Pulverpräparat sind: 42° ; 45° ; $3 \times 45,5^\circ$; $4 \times 46^\circ$; $3 \times 46,5^\circ$; $3 \times 47^\circ$; $2 \times 47,5^\circ$. Daraus berechnet sich ein $2V$ von 92° . Aus 7 Messungen in EMMONS (1953) ergibt sich ein mittleres $2V_\gamma$ von $92,5^\circ$.

Nr. 24. Von diesem Bytownit liegt nur ein *Pulverpräparat* eines grossen Kristalles vor, der auch chemisch analysiert worden ist. Je ungefähr 10 Pole (010) und (001) wurden eingemessen. Besonders die Pole (010) sind ziemlich grossen Streuungen unterworfen. Der Schwerpunkt des Streufeldes (001) kann besser ermittelt werden als derjenige der Pole (010). Die beiden Schwerpunkte liegen $92,5^\circ$ auseinander. Der Schwerpunkt der (010)-Pole liegt ca. 1° rechts RK; auch derjenigen von (001) befindet sich ca. 1° rechts und unterhalb RK (synopt. Stereogr. LIV senkrecht n_β ; siehe Taf. 3).

Achsenwinkel: Die Messungen von V_γ sind 42° ; 43° ; $3 \times 43,5^\circ$; 44° ; $2 \times 45^\circ$; $5 \times 45,5^\circ$; $7 \times 46^\circ$; $5 \times 46,5^\circ$; $3 \times 47^\circ$; $47,5^\circ$; 48° ; $48,5^\circ$. $2V_\gamma$ hieraus beträgt ca. 90 bis 91° .

Nr. 25. Aus einer anderen Zwillingslamelle desselben Kristalles stammt offenbar das Material des *Pulverpräparates* Nr. 25, das zur Untersuchung vorlag. 17 Pole (010); ca. 15 Pole (001) führten zum synopt. Stereogramm senkrecht n_β (LV). Die Streuungen, sowohl von (010) als auch von (001), sind gross. Die Schwerpunkte dieser Streufelder liegen $93\text{--}94^\circ$ aus-

einander. Derjenige von (010) befindet sich ungefähr 1° rechts RK; derjenige der (001)-Pole ca. 3° rechts und unterhalb der entsprechenden Kurve (siehe Taf. 3).

Achsenwinkel. Die Messungen von V_γ der Körner im Pulverpräparat sind 43° ; $4 \times 44^\circ$; $2 \times 44,5^\circ$; $8 \times 45^\circ$; $4 \times 45,5^\circ$; $6 \times 46^\circ$; $2 \times 46,5^\circ$; 47° ; $47,5^\circ$. $2V_\gamma$ daraus = $90,5^\circ$. Aus EMMONS (1953) entnimmt man: $2V_\gamma = 89^\circ$.

Nr. 26. Dieser Bytownit wurde im Dünnschliff und im Pulverpräparat geprüft. Im *ersteren* sind schöne Zwillingsgruppen sichtbar. Es sind die typischen Gesetze Albit, Karlsbad, Roc Tourné verwirklicht. Einige dieser Gruppen zeigen solch gute Symmetrieverhältnisse der Indicatrices, dass ihre Messungen in Tab. 2 festgehalten werden sollen. Die Messungen der Körner aus dem *Pulverpräparat* wurden in diesem Falle mit denjenigen der Zwillingsgruppen im Dünnschliff vereinigt. Zur optischen Orientierung konnten die folgenden kristallographischen Richtungen verwendet werden: (010): ca. 30 Pole; (001): ca. 15 Pole; Zwillingsachsen: $10 \times [001]$. Die Streuungen sind als ganzes genommen eher mässig. Der grössere Durchmesser des Streufeldes (010) misst ca. 11° ; er befindet sich in ungefährrer Richtung RK. Die Schwerpunkte der Streufelder (010) und (001) liegen 93° auseinander. Während die Schwerpunkte der (010)- und (001)-Pole schwach rechts oder unterhalb liegen (ca. $\frac{1}{2}^\circ$ davon abweichend), befindet sich derjenige der Zwillingsachsen senkrecht $[001]$ schwach links der entsprechenden Kurve. Anhand dieser Schwerpunkte liess sich die optische Orientierung dieses Bytownites mit ziemlich grosser Genauigkeit durchführen (synopt. Stereogr. LVI; siehe Taf. 3).

Achsenwinkel: Messungen von V_γ im Dünnschliff: $5 \times 46^\circ$; $2 \times 46,5^\circ$; $2 \times 47^\circ$; $47,5^\circ$; $3 \times 48^\circ$; $48,5^\circ$; $2 \times 49^\circ$; 50° . Daraus ergibt sich ein Mittel von $94,5^\circ$ für $2V_\gamma$. Die Messungen des halben Achsenwinkels im Pulverpräparat sind: $2 \times 45,5^\circ$; 46° ; 47° ; $3 \times 48^\circ$. Das Mittel daraus für $2V_\gamma$ ist 94° . In EMMONS (1953) kann aus 15 $2V_\gamma$ -Bestimmungen ein Mittel von 94° errechnet werden.

Nr. 27. Von diesem Bytownit liegen sowohl ein Dünnschliff als auch ein Pulverpräparat vor. Die häufigsten Zwillingsgesetze sind auch hier Albit, Karlsbad und Roc Tourné. Bei zwei derselben (Roc-Tourné-Gesetz) sind die Symmetrieverhältnisse derart, dass die Messungen in die Tabelle 2 aufgenommen werden können.

a) *Dünnschliff*: Hieraus konnten die folgenden kristallographischen Richtungen entnommen werden: ca. 15 (010)-Pole; ca. 12 Pole (001) und 6 Zwillingsachsen senkrecht [001]. Die Streuungen sind eher gross — namentlich bei den Polen (001). Der grösste Durchmesser dieses Streufeldes ungefähr in Richtung RK beträgt rund 12° . Der grösste Durchmesser des Streufeldes (010) verläuft fast quer zu RK. Er beträgt ca. 10° . Die Schwerpunkte der Streufelder liegen 92° auseinander. Beide sind etwas rechts und unterhalb der entsprechenden RK gelegen. Wegen der ziemlich grossen Streuung der Pole (001) kann die optische Orientierung gewiss nicht sehr genau ermittelt werden (synopt. Stereogr. LVII; siehe Taf. 3).

b) Im *Pulverpräparat* konnten nur etwa 10 Pole (010) eingemessen werden, die ein ziemlich grosses Streufeld einnehmen (synopt. Stereogr. LVIII).

c) *Achsenwinkel*: V_γ -Messungen im Dünnschliff: 42° ; $2 \times 45,5^\circ$; $2 \times 46^\circ$; 47° ; $48,5^\circ$; $3 \times 50^\circ$; $2 \times 51^\circ$. Daraus ergibt sich: $2V_\gamma = 95,5^\circ$.

Vergleich zwischen dem chemisch gefundenen An-Gehalt (Mol.%) mit demjenigen, der am Fedorowschen Drehtisch anhand der kalibrierten Migrationskurven (Reinhard-Spaenhauer) ermittelt wurde

Wie erwähnt, wurden die am Fedorowschen Drehtisch erhaltenen Messergebnisse in das Stereogramm mit der Projektionsebene senkrecht n_β transformiert und in den erhaltenen Streufeldern der kristallographischen Richtungen (010), (001), [001] und senkrecht [001] die Schwerpunkte rechnerisch durch Mittlung von φ und λ bestimmt. Die Lage dieser Schwerpunkte wurde nun verglichen mit den in REINHARD (1931) veröffentlichten Migrationskurven mit den Korrekturen von SPAENHAUER (1933) — und zwar hinsichtlich Kalibrierung und Abweichungen von den Kurven. Die Ergebnisse sind in Tafel 5 zusammengestellt. Es ergeben sich nun bemerkenswerte Einsichten:

Die Tafel zeigt, dass im allgemeinen die Abweichungen zwischen dem chemisch und optisch bestimmten An-Gehalt klein sind. Meistens sind sie kleiner als 3%. Differenzen über 5% sind eher selten: auf 58 synoptische Stereogramme trifft dies fünfmal zu. Bis zum chemisch bestimmten An-Gehalt von 70% können keine systematischen Abweichungen zwischen den chemisch und optisch ermittelten An-Gehalten gefunden werden. Bei An-Gehalten von über 70% aber macht sich nun in

diesem Feldspatmaterial sehr schön die folgende Abweichung bemerkbar: Die optisch bestimmten An-Gehalte sind höher als die chemisch ermittelten. Es ist dies ein Befund, den wir bereits in GLAUSER und WENK (1957) mitteilten. Er deutet darauf hin, dass die chemischen Analysen von L. PEEK zuverlässig sind.

Die im ganzen sehr gute Übereinstimmung zwischen den chemisch und optisch ermittelten An-Gehalten bis 70% An zeigt, dass die Fedorowsche Drehtisch-Methode gut geeignet ist, Aufschluss zu geben über die chemische Zusammensetzung der Plagioklase, auch wenn diese zonar sind. Die von REINHARD entworfenen Migrationskurven sind von 70% An aufwärts fehlerhaft, und es ist die Aufgabe der obengenannten schweizerischen Arbeitsgemeinschaft, diese Kurven zu verbessern und sie auf den heutigen Stand der Kenntnisse über das optische Verhalten der Feldspäte zu bringen. Ist dieses Ziel erreicht, so wird die Fedorow-Methode vielleicht auch im basischen Bereich ihre Dienste leisten. Ob man allerdings bei Bytowniten und Anorthiten für die Ermittlung des An-Gehaltes auf andere Kriterien angewiesen sein wird, bleibt abzuwarten. Auch muss erwähnt werden, dass es namentlich bei zonaren Feldspäten nötig ist, eine grössere Anzahl von Messungen zu machen (Einmessen von 10 bis 20 Polen (010) und (001), womöglich auch Konstruktion der Zwillingsachsen, die oft eine gute Kontrolle über die Messgenauigkeit ergeben).

Tafel 5 lässt den ziemlich hohen Anteil intermediärer Plagioklastypen in Tiefengesteinen erkennen. Da es für mich eine offene Frage ist, ob bei An-Gehalten über 60% ausschliesslich mittels der optischen Orientierung zwischen Hoch- und Tiefformen unterschieden werden kann, sei nur bis zu diesem Prozent-Gehalt geprüft, wie viele intermediäre Plagioklase aus Tiefengesteinen unter den vorliegenden synoptischen Stereogrammen vertreten sind. Von 20 Stereogrammen enthalten 8 in überwiegender Zahl intermediäre Typen. Vereinzelt enthält der Dünnschliff eines bestimmten Gesteines überwiegend Tiefformen, während das entsprechende Pulverpräparat hauptsächlich intermediäre Typen aufweist, so zum Beispiel bei Nr. 12, eventuell auch bei Nr. 18.

Einige Bemerkungen zur optischen Orientierung

In der Regel wurde versucht, die optische Orientierung anhand von synoptischen Stereogrammen senkrecht zu n_β vorzunehmen. Zuerst wurden die Schwerpunkte der Häufungsstellen oder der Streufelder der ein-

gemessenen kristallographischen Richtungen ermittelt. Dann wurde die Projektion in die Ebene senkrecht [001] transformiert. Aus diesem Stereogramm wurden die Eulerwinkel abgelesen.

Je nach der Art der Streuung, der Anzahl der Messungen und der Lage der Schwerpunkte der gemessenen kristallographischen Richtungen zueinander, konnte man sich einigermaßen Rechenschaft geben über die erreichte Genauigkeit der optischen Orientierung. In mehreren Fällen ist sie gewiss nicht sehr hoch.

Hie und da standen auch Karlsbader- und Roc-Tourné-Zwillinge zur Verfügung. Konnte die Konstruktion der Zwillingssachse genau vorgenommen werden, das heisst, ergaben sich keine oder nur kleine Fehlerdreiecke, so wurden die Eulerwinkel an den ursprünglichen stereographischen Projektionen gemessen und gemittelt. Besteht bei der optischen Orientierung, wie sie aus dem synoptischen Stereogramm abgeleitet wird, Unsicherheit, so können in einigen Fällen auch die erwähnten Zwillingstöcke herangezogen werden, deren Eulerwinkel sich in Tabelle 1 und deren Messungen sich in Tabelle 2 finden.

Es folgt nun ein kurzer Überblick über die *mutmassliche* Genauigkeit der optischen Orientierung der einzelnen Feldspäte:

- Nr. 4. Hier sind wohl die Eulerwinkel am zuverlässigsten, welche sich aus dem Stereogramm ergeben, das Messungen aus Dünnschliff und Pulverpräparat umfasst. Genauigkeit vielleicht $\pm 1^\circ$.
- Nr. 5. Eulerwinkel aus dem synoptischen Stereogramm des Dünnschliffes verwertet. Genauigkeit vielleicht $\pm 1^\circ$.
- Nr. 6. Hier ist es wohl am ratsamsten, die Eulerwinkel des synoptischen Stereogrammes des Dünnschliffes und die aus den Zwillingen erhaltenen zu mitteln. Genauigkeit wohl $\pm 1^\circ$.
- Nr. 7. Bei diesem Feldspat scheinen die Eulerwinkel aus dem synoptischen Stereogramm des Dünnschliffes am zuverlässigsten zu sein. Es wird auch hier ein Fehlerbereich von $\pm 1^\circ$ angenommen.
- Nr. 8. Auch in diesem Falle sind die Eulerwinkel aus dem synoptischen Stereogramm des Dünnschliffes zu verwerten. Fehlerbereich ca. $\pm 1^\circ$.
- Nr. 9. Die Eulerwinkel des aus dem Dünnschliff erhaltenen synoptischen Stereogramms mögen hier ebenfalls verwertet werden. Fehlerbereich ca. $\pm 2^\circ$.
- Nr. 10. Die Feldspäte dieser Probe sind stark zonar. Man verwertet hier

wohl am besten die Eulerwinkel des Sammelstereogrammes des Dünnschliffs. Die erreichte Genauigkeit der optischen Orientierung ist hier wohl nicht sehr hoch. Fehlerbereich vielleicht grösser als 2° .

- Nr. 11. Bei diesem Feldspat erhält man die Eulerwinkel wohl am genauesten, wenn zwischen den aus den synoptischen Stereogrammen des Dünnschliffes und des Pulverpräparats erhaltenen gemittelt wird. Fehlerbereich vielleicht $\pm 1^\circ$.
- Nr. 12. Es können hier die Eulerwinkel verwendet werden, die aus dem synoptischen Stereogramm des Dünnschliffes erhalten wurden. Fehlerbereich möglicherweise ca. $\pm 1^\circ$.
- Nr. 13. Die Eulerwinkel, die aus dem synoptischen Stereogramm des Dünnschliffes erhalten wurden, sind wohl am genauesten. Fehlerbereich vielleicht $\pm 1^\circ$.
- Nr. 14. Die Streuungen sind viel zu gross, als dass der Feldspat optisch orientiert werden könnte.
- Nr. 15. In diesem Falle ist die Genauigkeit der optischen Orientierung gewiss nicht sehr gross. Synoptisches Stereogramm verwertet, das aus Dünnschliff erhalten wurde.
- Nr. 16. Die optische Orientierung wird hier vielleicht am ehesten richtig, wenn alle Eulerwinkel gemittelt werden: diejenigen aus dem synoptischen Stereogramm des Dünnschliffes und jene aus vier Zwillingsstöcken mit guten Symmetrieverhältnissen. Der Fehlerbereich ist hier wohl auch ca. $\pm 1^\circ$.
- Nr. 17. Dasselbe gilt für diese Probe.
- Nr. 18. Vielleicht ist hier die optische Orientierung am ehesten richtig, wenn die Eulerwinkel aus dem synoptischen Stereogramm des Dünnschliffes und aus den Zwillingsgruppen gemittelt werden.
- Nr. 19. Auch hier ist es wohl am besten, wenn die aus dem synoptischen Stereogramm des Dünnschliffes erhaltenen Eulerwinkel und diejenigen eines Roc-Tourné-Zwillingsverbandes gemittelt werden. Fehlerbereich wohl ca. $\pm 1^\circ$.
- Nr. 20. Das gleiche gilt auch für diese Nummer. Vielleicht ist die erreichte Genauigkeit nicht sehr gross. Fehlerbereich ca. $\pm 2^\circ$.
- Nr. 21. Bei diesem Feldspat liegen zu wenig Messungen vor, als dass die optische Orientierung vorgenommen werden könnte.

- Nr. 22. Das synoptische Stereogramm der Feldspäte des Dünnschliffes ermöglicht wohl eine ziemlich genaue optische Orientierung. Fehlerbereich wohl kaum viel mehr als $\pm 1^\circ$.
- Nr. 23. Auch hier diene das synoptische Stereogramm, das aus Messungen des Dünnschliffes erhalten wurde, als Grundlage zur optischen Orientierung. Die erreichte Genauigkeit ist aber nicht sehr gross. Fehlerbereich ca. $\pm 2^\circ$.
- Nr. 24. Die optische Orientierung wurde in diesem Fall am Pulverpräparat vorgenommen. Sie ist unsicher. Es liegen zu wenig (010)-Pole vor, und die Streuung ist gross. Fehlerbereich um $\pm 2^\circ$.
- Nr. 25. Auch hier wurde die optische Orientierung am Pulverpräparat ermittelt. Sie ist etwas schwer zu beurteilen.
- Nr. 26. Die optische Orientierung wurde am synoptischen Stereogramm durchgeführt, das aus Dünnschliff und Pulverpräparat erhalten wurde.
- Nr. 27: Vielleicht erhält man hier die zuverlässigsten Eulerwinkel, wenn sie aus dem synoptischen Stereogramm und den Zwillingsverbänden gemittelt werden. Fehlerbereich vielleicht um $\pm 1^\circ$.

Es ist hier nicht der Ort, zu prüfen, wie sich die optische Orientierung des Feldspatmaterials von EMMONS in das Bild der Beziehungen zwischen Optik und chemischer Zusammensetzung eingliedert. Diese Frage sei den im Gange befindlichen statistischen Berechnungen von Prof. R. L. Parker, Zürich, überlassen.

Über den optischen Achsenwinkel

In weitaus den meisten Fällen war es nicht möglich, beide optischen Achsen am Fedorowschen Drehtisch einzumessen; daher lässt die Genauigkeit der Bestimmung von $2V$ meist zu wünschen übrig. Es sei in diesem Zusammenhang auf die Arbeit von H. W. FAIRBAIRN und T. PODOLSKY (1951) hingewiesen, in der auf S. 828 auf die Tatsache aufmerksam gemacht wird, dass jene Resultate mit Vorsicht interpretiert werden müssen, bei denen nur eine optische Achse eingemessen werden kann. Indessen ist uns hin und wieder aufgefallen, dass der aus einer Anzahl V -Messungen erhaltene Mittelwert als Einzelmessung relativ häufig auf-

tritt. In solchen Fällen scheint es nicht abwegig zu sein, diesen Mittelwert als zuverlässig zu betrachten. Wir stellten daher alle unsere Einzelmessungen von V_γ zusammen. Es können dann diejenigen Fälle besonders vermerkt werden, wo relativ genau $2V_\gamma$ -Bestimmungen vorzuliegen scheinen. Zuerst aber noch ein Wort über die Abweichungen der V -Beträge in ein und demselben Korn. EMMONS (1953) weist auf Seite 32 darauf hin, dass solche Unterschiede ab und zu beobachtet werden. Ich stellte dies ebenfalls fest (GLAUSER und WENK, 1960, S. 51) und erwähnte, dass solche Unterschiede systematisch — je nach der Kornlage im Dünnschliff — auftreten können. Es sei aber jetzt gesagt, dass solche systematischen Abweichungen auch apparativ bedingt sein können. Ob es Fälle gibt, bei denen effektiv systematische Abweichungen der beiden halben Achsenwinkel V vorliegen, kann einstweilen noch nicht entschieden werden. Wir machten die Erfahrung, dass mit Unterschieden bis zu 2° oder 3° ohne weiteres zu rechnen ist.

Im folgenden werden alle jene Nummern zitiert, bei denen eine gut feststellbare Häufung von bestimmten Einzelwerten vorhanden ist, die gut oder ordentlich zu den errechneten Mittelwerten von $2V$ passen.

Es ist dies der Fall bei Nr. 8. Von 15 Messungen haben zwei den Betrag von 42° und drei von 44° . Das mittlere $2V$ beträgt 87° .

Bei Nr. 10 wurde aus den Körnern im Dünnschliff ein mittleres $2V$ von 81° bestimmt, und zwar bei 23 Messungen von V , wobei viermal ein halber Achsenwinkel von 40° gemessen wurde.

Der grosse Kristall Nr. 22 ist insofern interessant, als für den halben Achsenwinkel $4 \times 44^\circ$ und ausserdem kein anderer Winkel gemessen wurde. Der Betrag von 88° scheint also wohl der Wirklichkeit zu entsprechen.

Einige Bemerkungen zu den Tafeln 1—5

Diese Tafeln stellen Projektionen auf die Ebene senkrecht n_β dar. Auf ihnen sind die Migrationskurven für (010), (001) und die Zwillingsachsen [001] und senkrecht [001] in (010) dargestellt, wie sie REINHARD (1931) entworfen und SPAENHAUER (1933) korrigiert hat.

Tafel 1 stellt ein synoptisches Stereogramm dar, auf dem die Pole kristallographischer Richtungen der folgenden Plagioklase eingetragen sind: Nr. 4, 8, 13, 16, 17, 22 und 23. In all diesen Fällen wurden die Messungen an Körnern im Dünnschliff gemacht. Aus der Lage der Pole (010) hinsichtlich der Reinhard'schen Migrationskurve zu schliessen, handelt es sich um Tieftemperatur-Feldspäte. Das Stereogramm soll

einen Eindruck von der Art der Streuungen vom Oligoklas bis zum Bytownit vermitteln, und zwar in allen jenen Fällen, bei welchen die Streuungen besonders bei den (010)-Polen relativ klein sind. Man erkennt, dass die Streubereiche (010) der Labradorite sehr schön der zwischen 40 und 60% eingebuchteten Migrationskurve folgen, und zwar von 50 bis 60%. Leider verfügen wir im vorliegenden Material über zu wenig Tieftemperatur-Andesine, als dass wir diese Erscheinung auch für den An-Bereich 40–50% belegen könnten.

Auf Tafel 2 sind die kristallographischen Positionen der Tieftemperatur-Feldspäte Nr. 5, 6, 12, 14, 15, 18, 19 und 20 eingetragen. Bei den (010)-Positionen ergibt sich ungefähr dasselbe Bild wie auf Tafel 1. Auf beiden Stereogrammen zeichnet sich bei den (010)-Polen ein Streuband ab, das im Mittel ca. 7 Grad breit ist, und in dessen Rückgrat die Reinhardtsche Migrationskurve verläuft.

Sonderbarer steht es mit den (001)-Polen. Sie liegen meist unterhalb der entsprechenden Migrationskurve, und es erhebt sich die Frage, ob es sich bei diesen Polen nicht meistens um die Periklinfläche handelt, wenn eine Verwachsungsfläche vorliegt. Bei basischen Feldspäten kann diese Frage abgeklärt werden, wenn man neben der Verwachsungsfläche einen deutlichen Spaltriss sieht, der diese unter einem spitzen Winkel schneidet. In solchen Fällen handelt es sich bei den Spaltrissen um die Basis, und die Verwachsungsfläche ist fast immer die Periklinfläche. Solche Beispiele sind im vorliegenden Material aber selten. Sie kommen vereinzelt vor bei Nr. 26. Es kann also in den meisten Fällen nicht ohne weiteres entschieden werden, ob es sich um Aklin- oder Periklin-Zwillinge handelt. Aber nicht nur solche Verwachsungsflächen haben im vorliegenden Material eine deutliche Tendenz, unterhalb der Migrationskurve (010) zu liegen, sondern in einzelnen Fällen auch die Basis-Spaltrisse, so bei den Nummern 12 und 15. Die Positionen der (010)-Pole sprechen aber bei diesen Nummern für Tieftemperatur-Feldspäte. Die Zwillingsachsen senkrecht [001] in (010) der Feldspäte mit einem An-Gehalt von über 60% liegen meistens links der entsprechenden Reinhard-Migrationskurven.

Auf Tafel 3 sind die kristallographischen Richtungen der Bytownite 24 bis 27 dargestellt. Die (010)-Pole sind ziemlich gehäuft, und es scheint eine Tendenz zu bestehen, dass sie etwas rechts von der entsprechenden Reinhardtschen Migrationskurve auftreten. Wir befinden uns hier in jenem Bereich, in dem nicht ohne weiteres zwischen Tief- und Hochtemperatur-Feldspäten unterschieden werden kann. Hinsichtlich (001) und senkrecht [001] in (010) gilt das für Tafeln 1 und 2 erwähnte.

Auf Tafel 4 sind die Pole des Hochtemperatur-Andesins Nr. 7 und diejenigen der intermediären Labradorite Nr. 9, 10 und 11 zusammengestellt. Es bietet sich das für solche Typen übliche Bild, und ein Kommentar erübrigt sich.

Tafel 5 zeigt die Lage der in Tabelle 1 aufgeführten Mittelwerte.

Zusammenfassung

Die Untersuchung des Plagioklas-Materials von R. C. EMMONS war sehr instruktiv und dankbar, da zuverlässige chemische Analysen der einzelnen Feldspäte vorliegen. Sie zeitigte die folgenden Ergebnisse:

1. In fast allen Fällen sind die Streuungen nicht derart, dass sie bis zu einem An-Gehalt von 70% nicht erlauben würden, bei einer genügend grossen Anzahl von Messungen den An-Gehalt mittels der Fedorowschen Drehtisch-Methode recht genau zu bestimmen. In der Regel ist die Differenz zwischen dem chemisch und dem mittels des Drehtisches bestimmten An-Gehalt kleiner als 3%. Solch genaue Ermittlungen des An-Gehaltes sind auch etwa möglich, wenn die Feldspäte zonar sind. Oberhalb 70% An sind systematische Abweichungen zwischen den chemisch und optisch an den Reinhardschen Migrationskurven bestimmten An-Gehalten vorhanden, und zwar in dem Sinne, dass die mit dem Fedorowschen Drehtisch erhaltenen Werte höher sind als die chemisch bestimmten. Es ist dies eine Feststellung, die wir bereits mitgeteilt haben (GLAUSER und WENK, 1957).

2. Die Streuungen der kristallographischen Positionen der Tieftemperatur-Feldspäte zeichnen deutlich den Verlauf der Reinhardschen Migrationskurven. Bei Tieftemperatur-Labradoriten und -Bytowniten ist das Streuband der (010)-Pole im Mittel ungefähr 7 Grad breit, und in seinem Rückgrat verläuft die entsprechende Migrationskurve nach Reinhard-Spaenhauer.

3. Unter den Plagioklasen aus Tiefengesteinen sind relativ viele mit intermediärer Optik vorhanden.

4. Die optische Orientierung konnte in einigen Fällen mit hinreichender Genauigkeit ermittelt werden; in anderen Fällen liess sie zu wünschen übrig. Bisweilen konnten die zur optischen Fixierung so geeigneten Karlsbader- und Roc-Tourné-Zwillingsverbände verwertet werden. Mehrere solcher Zwillingsstöcke zeigten gute Symmetrieverhältnisse der Indicatrices in bezug auf die Zwillings Ebenen.

Vereinzelt kommt mit Sicherheit (z. B. Bytownit Nr. 26) das Periklin-gesetz vor. Es gibt aber manche andere Fälle, bei denen man im Zweifel sein kann, ob es sich um das Aklin- oder das Periklin-Gesetz handelt.

Literatur

- BURRI, C. (1956a): Charakterisierung der Plagioklasoptik durch drei Winkel und Neuentwurf des Stereogramms der optischen Orientierung für konstante Anorthit-Intervalle. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 36, 539—592.
- (1956b): Optische Charakterisierung von zwischen Hoch- und Tieftemperaturform gelegenen Übergangsstadien bei Plagioklasen. Z. Kristallogr. 108, 15—43.
- EMMONS, R. C. et al. (1953): Selected petrogenic relationships of plagioclase. Geol. Soc. America, Mem. 52.
- EMMONS, R. C., CRUMP, R. M., and KETNER, K. B. (1960): High- and low-temperature plagioclase. Bull. geol. Soc. Amer. 71, 1417—1420.
- FAIRBAIRN, H. W. and PODOLSKY, T. (1951): Notes on precision and accuracy of optic angle determination with the universal stage. Amer. Mineralogist 36, 823—832.
- GLAUSER, A. und WENK, E. (1957): Über Gesetzmässigkeiten im Verlaufe der Migrationskurven der Plagioklase (Fedorow-Methode). Schweiz. Min. Petr. Mitt. 37, 180—197.
- (1960): Optische Orientierung und chemische Zusammensetzung einiger Hoch- und Tieftemperatur-Plagioklase. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 40, 37—53.
- REINHARD, M. (1931): Universaldrehtischmethoden. Basel, Wepf.
- SPAENHAUER, F. (1933): Über das Ergebnis von Messungen an synthetischen Plagioklasen mit Hilfe des Universaldrehtisches. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 13, 356—365.
- WENK, E. (1945): Kritischer Vergleich von simultan nach der Drehtisch- und der Immersions-Methode ausgeführten Anorthitbestimmungen an Plagioklasen. Diskussion der beiden Methoden. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 25, 349—382.

Tafeln

Stereogramme senkrecht n_g

1. Tieftemperatur-Plagioklase Nr. 4, 8, 13, 16, 17, 22 und 23 von Emmons.
2. Tieftemperatur-Plagioklase Nr. 5, 6, 12, 14, 15, 18, 19 und 20.
3. Bytownite Nr. 24 bis 27.
4. Intermediäre Labradorite Nr. 9 bis 11 und Hochtemperatur-Andesin Nr. 7.
5. Mittelwerte der in Tabelle 1 aufgeführten Plagioklase. s = Dünnschliff; p = Pulver; z = Zwillinge.

Manuskript eingegangen am 29. Juni 1961.

Tabelle 1. Optische Orientierung der Plagioklasse der Sammlung R. C. Emmons nach den neuen U-Tisch-Untersuchungen

Nr.	Fundort	Muttergestein	Mol-% nach chem. Analyse			Synopt. Stereogramm Dünnschliff				Synopt. Stereogramm Pulverpräparat				Gesamtmittel aus Zwillingen			I Einzelne Zwillinggruppen ²⁾						III			IV			Ordnungs- grad	
			An	Ab	Or	Φ	Ψ	Θ	2 V _γ	Φ	Ψ	Θ	2 V _γ	Φ	Ψ	Θ	Φ	Ψ	Θ	Φ	Ψ	Θ	Φ	Ψ	Θ	Φ	Ψ	Θ		
4.	Petric quarry, Llano Co., Texas	Granit	15,9	82,2	1,9	91°	97°	74°	91°	90,7° ¹⁾	95°	73,7°	87°																T	
5.	Tigerton, Wisconsin	Granit	19,0	76,9	4,1					90	90	70,8	94,5																I?	
6.	Spanish Peak, California	Gneissiger Granodiorit	34,9	63,6	1,5	86	68,2	58°	88					85°	69,5°	55,7°	1 AB : RT 86° 69,5° 53,2°	9 AB : RT 89° 72° 59°	17 AC : K 80,2° 67,2° 55°									T		
7.	San Louis Obispo, California	Dazit	34,4	60,7	4,9	92	70	62	100	90,5	68,7	59	92	90,7	67,3	61,2	4 DE : K 90,5 67,5 62,7	6 ABE : A,K,RT 92,5 66,1 61,8	10 ABCb 2 90 68,5 61,5									H		
8.	Crestmore, California	Granodiorit	36,9	61,2	1,9	83	64	54	87					92	84,7	65	54,2	10 AB : K 84,7 65 54,2	4ABa:RT; nicht typisch; und γ stark abweichend. Nicht verwertbar									T		
9.	Essex Co., New York	Anorthosit	47,9	48,4	3,7	76	55	45	78,5	79,8	57	48,7	81																H-I	
10.	Shelby, North Carolina	Hornblende-Gabbro	50,4	48,5	1,1	67,5	46	40,5	81					63,5	49,1	42,8	5 AB : K 71 73 57	12 AaBa : K 59,5 35 36	13 AB : RT 60 38,5 35,5									I		
11.	Fresno Co., California	Diorit	50,9	46,4	2,7	75,5	53,5	45	83,5	76	53	42,5	81																T	
12.	Eland, Wisconsin	Anorthosit	55,2	43,3	1,5	66,5	46	38,5	81								14 AB : K 67 46,5 39												T	
13.	Tigerton, Wisconsin	Anorthosit	55,0	42,5	2,5	69,3	49,3	40	78,5																				T	
14.	Merrill, Wisconsin	Gabbro	58,5	40,0	1,5												Keine Angabe von Eulerwinkeln, weil Feldspat stark zonar; An-Gehalt 55—80 %													I
15.	E of Duluth, Minnesota	Anorthosit	58,8	38,3	2,9	47,5	20,5	33	85,5								Dünnschliff entspricht nicht chemischer Analyse													T+I
16.	Shelby, North Carolina	Hornblende-Gabbro	59,2	39,7	1,1	60	38	38	85,5					60,6	37,5	36	2 AB : K 62 38,5 37,5	3 AB : RT 59 36,5 36,5	10 AB : K 63 39,7 35	5 AB : RT 58,5° 36° 36°										
17.	Grand Marais, Minnesota	Anorthosit	63,3	33,9	2,8	56	32	36	82					86	54,3	30,7	35,7	3 Ac : RT 50,7 26 35	4 AB : RT 57,7 33,5 36,3	7 AB : K 54,2 32,5 35,7									T	
18.	Chester Co., Pennsil- vania	Diabas	65,1	32,8	2,1	46,5	21	31,5	86,5								19 AB : RT 51,5 25,3 36,7												T	
19.	Lake Co., Oregon	Basalt-Porphyr	69,0	30,3	0,7	40	14	36	86					86,5			10 ABC : A,K,RT 39 14,5 34												T	
20.	Wichita Mts., Oklahoma	Orthoklas-Quarz- Gabbro	69,2	29,6	1,2	48	22,8	34,2	85,5					84,5	44	15,5	34	7 AB 42,5 14,7 32,5	1 AB 45,5 16,2 35,5										T	
21.	Duluth, Minnesota	Gabbro	69,2	29,2	1,6	opt. Orientierung nicht möglich			85,5					41	14	34,5	2 ABC : A,K,RT 41 14 34,5												T	
22.	Grand Marais, Minnesota	Anorthosit	69,6	29,6	0,8	42,5	16,5	33,5	88					85,5															T-I	
23.	Lincoln Co., Wisconsin	Gabbro	72,7	26,2	1,1	37	10	35	93,6					92	38,5	13	36,5	2 BCD : K,A,RT 38,5 13 36,5											I	
24.	Split Rock Point, Minnesota	Anorthosit	75,9	23,3	0,8					38,5	11,5	35	90,5																T-I	
25.	Split Rock Point, Minnesota	Anorthosit	76,2	23,1	0,7					36,5	9	36	90,5																T?	
26.	Rustenberg, Transvaal, S. Africa	Norit	77,6	21,3	1,1	33	6°	35°	94,5					94	33,5	6,3	35,6	3 AB : RT 33 6,8 35,2	5 AB : K 30,5 5 35										T-I	
27.	Merrill, Wisconsin	Troctolit	80,7	17,5	1,8	31,5	3,8	36,5	95,5					93	28,0	2,2	34,4	6 AB : RT 25,7 2,2 34,7	10 AB : RT 30 2 34										T?	

¹⁾ Mittel aus Dünnschliff und Pulverpräparat.

²⁾ z. T. nur eine Auswahl.

Abkürzungen der Zwillingsgesetze: A = Albitgesetz K = Karlsbader Gesetz RT = Roc Tourné-Gesetz
Per = Periklinggesetz

Leere Seite
Blank page
Page vide

Tabelle 2. Zwillinge mit ordentlichen bis guten Symmetrieverhältnissen

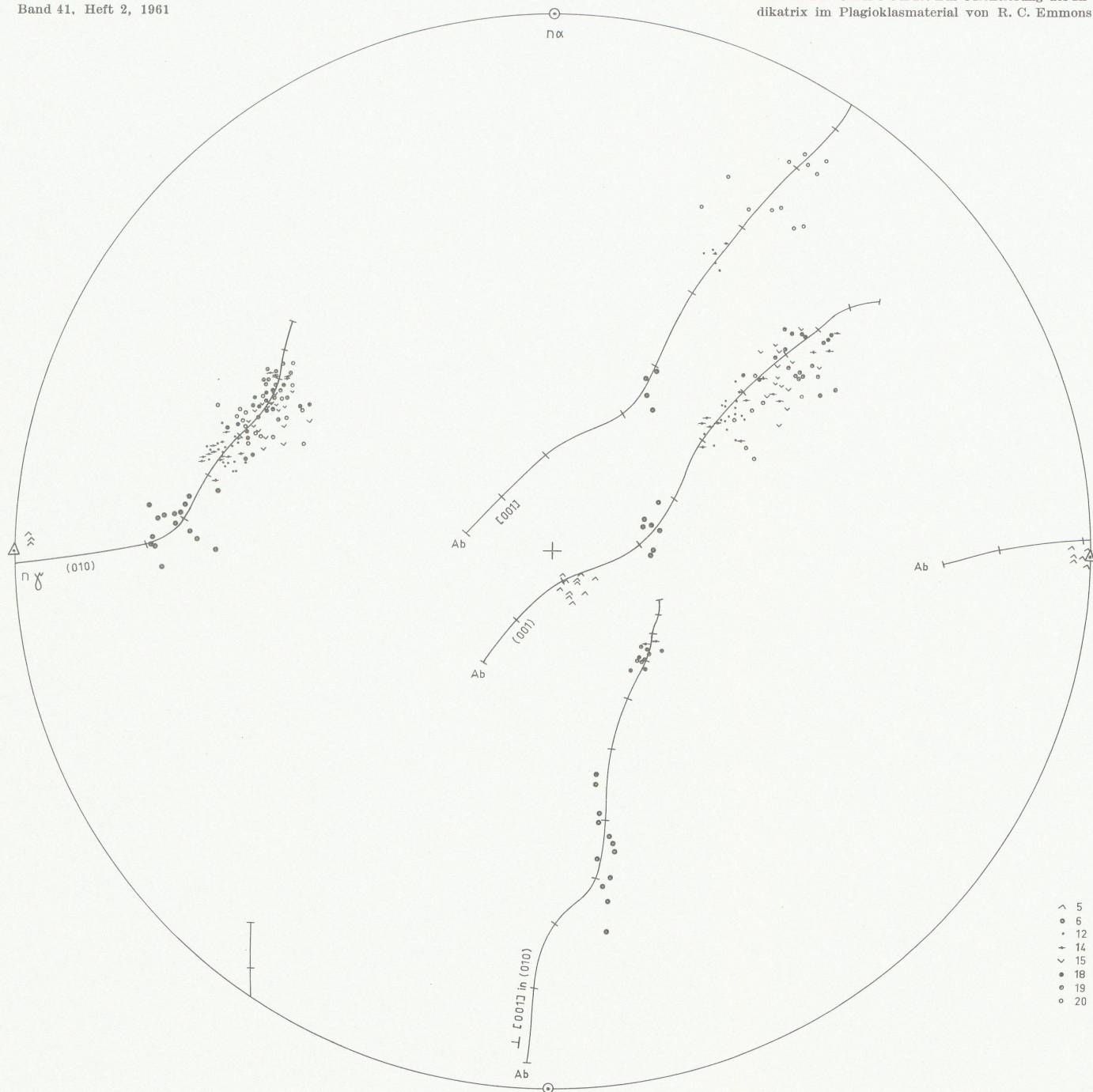
Die Messungen am Fedorowschen Drehtisch

Feldsp. Nr.	Zwilling Nr.	Zwill. Ges.	Ind.	n _γ		n _β		n _α		A ₁ : A ₂	010		001		Perikl.		Eulerwinkel		
				n°	h°	n°	h°	n°	h°	k°	n°	h°	n°	h°	n°	h°	φ°	ψ°	θ°
6	1 AB	RT	A			306	-31,5	194	-33	353	265,5	+31,5					86	69	53,5
	9 AB	RT	B	246	+27	350,5	+27			16	265,5	+31,5					86	70	53
			A	48	-20,5	330	+30			24	214	+ 8	128	-32,5			89	72,5	59,5
			B	229	+ 2	139	+27			44,5; 320	214	+ 8					89	71,5	58,5
7	9 ABC	AB: A; AC: K; BC: RT	A	208	-20,5	91	-51,5	132	+30,5	6	221	- 1,5					90	68,5	59
	10 ABbCb	ABb: K BbCb: A AbCb: RT	B	50	-20			308	-29		221	- 1,5					94	66	61
			C	28	-19	273,5	-51,5	130,5	-32,5	10	221	- 1,5					91	66	58
			A	131,5	+21,5			231	+24,5								90	68	61
			Bb	155	+ 3,5	244	-13,5			30,5	140,5	+ 2	228	-12			90	69	65,5
			Cb	123	+ 2	211,5	-10			32			232	-16,5			89,5	69	58
8	5 ABa	RT	A	80	+22,5	357	-18,5			333	59	+ 4					79	59	54
	10 AB	K	Ba	65	+31			34,0	- 8		59	+ 4					77,5	57,5	55
			A	69	-46,5	329,5	- 9,5	231	-41	3	92	-35					84,5	65	55
			B	92,5	-12			359	-12		92	-35					85	65	53,5
9	2 AB	A	A			196,5	-12,5	106	- 3	39; 326	211	+52							
	13 AB	A	B	218	+23			121	+17		211	+52							
			A	142,5	+46	217,5	-13	116,5	-41	4	182	+42	79	+12					
			B	207	+29	254	-51	131	-24	355	182	+42	76	+16					
10	5 AB	K	A	34	-21			307,5	+11,5		50	-48,5					70	75	55,5
	12 AaBa	K	B	4	-40	98	- 4			349	50	-48,5	327,5	+ 1,5	324	-2	72	72,5	58,5
			Aa			37,5	+39	293	+18	23							59,5	35	35
			Ba	330	+ 4,5	60,5	+ 6			45; 309	1	-11					59,5	35	37
11	8 BC	K	B	341,5	- 1			70	+30		344	-31					81	51	46
	7 AB	K	C			40	+ 5,5	308	+41	3	344	-31					79	54,5	46,5
			A	295	-19	26,5	- 2			328	318	- 9	49	+24,5			71	53	42,5
			B	324	+20			59	+13		318	- 9					72	52,5	44
12	9 AB	K	A	164	-11			255	-14		184,5	+11	112	-43			56	45	36
	14 AB	K	B	210,5	+ 6	115,5	+44	126	-45,5	320	184,5	+11	267	- 5			58	48	37
			A	201	+ 7,5	284	-42	116	-47	37	172	+13					67	46	37,5
			B	152	- 8			242	-13		172	+13					67	47	41
14	3 AB	K	A	195	- 3			104	-18		7,5	+28	87	-19			67,5	47,5	38
	5 AB	Per	B	155	-36	262	-22	16	-45	34	7,5	+28					66	47	38,5
			A	163,5	-30	291	-46,5	235,5	+28,5	4,5	304,5	+13			220	-34			
			B	267,5	-10			179	+15,5		297,5	+10			220	-34			
16	2 AB	K	A	177	+ 7			269,5	+21		350	+23					64	41	38
	3 AaBb	RT	B	135	-33,5	240	-23,5	359	-48	347	350	+23					60	36	37
			Aa	341	-19	87	-38,5	230,5	-45,5	340	153,5	-14					58,5	35,5	36,5
			Ba	134	+13	220	-16			36	153,5	-14					59	36,5	36,5
	5 AB	RT	A	324	-19			63	-23		352	- 2					55,5	34,5	35,5
	10 AB	K	B	321	+ 9	40	-50	238	-38		352	- 2					61,5	38	37,5
			A	73,5	+ 4,5	345	-12,5			54; 315,5	49,5	-18,5					61,5	37	36,5
			B			185	-29	290,5	-28	9,5	49,5	-18,5					65	42,5	34,5
17	3 AC	RT	A	278	-48,5	44	-28	330	+29	10,5	328	-40					51	26	35
			C			291	+11,5	22	+ 8,5	330	328	-40					50,5	26	35
18	3 AB	K	A	233	+18,5	167	-50	131	+34,5	345	192	+ 3	99	-13			30,5	8	34,5
	5 AB	RT	B	158	+36,5			255,5	+12		192	+ 3					30,5	6,5	35,5
			A	142,5	- 2			232	-12		161,5	-35					46	20	32
			B	118	-32	16	-18,5	260	-52,5	18,5	161,5	-35					46,5	20,5	33,5
19	19 AB	RT	A	269	+20	166	+34			336	281	-17,5					52	25,5	36
			B	125	-12	217,5	-12,5				281	-17,5					51	25	37,5
19	11 AB	Ak	A	151	+14	227	-43,5			27			151	-35					
	13 AB	A	B			191	+11,5	101	+ 2	40; 317			151	-35					
			A	60	+43	307,5	+22	19	-39,5	0	290	-38	192	-14					
			B	326	-16			59	-10		290	-38	186	-13					
20	14 AB	Ak	A	356	+ 7			81	-34		4,5	-38							
			B			315	- 1,5	44,5	+10	327,5; 50	4,5	-38	341,5	54,5					
	5 ABaBb ¹⁾	ABa: K BaBb: A	A	356,5	-15			267	+ 4,5		339	+16	44	-51					
	17 AaBa, AbBb ¹⁾	ABb: RT	Ba	317	+ 7	50	+38				339	+16	72	+ 6					
			Bb	13	+17	297,5	-39	264	+46	333			67	+ 6					
			Aa	51,5	+ 6	324	-39			320,5	11	+ 2	99	- 7					
		AaBa: RT AaAb: A BaAb: K	Ab	328	- 4,5	55	+36			49	6,5	+ 3							
			Ba	32	-30,5			297,5	- 8		11	+ 2							
			Bb																
	1 AB	K	A	23	+11	300	-40	279	+48,5	326	340	+ 4	69	+15			48	19	36
			B	132,5	-39,5	323	-49,5	225,5	- 5	345	340	+ 4					43	13,5	35
21	2 ABC	AB: RT AC: K BC: A	A			175	-40	97	+13,5	22,5	164	+22					42	14,5	34
			B	203,5	+ 9			117	-25		164	+22	247	- 8			41	13	34,5
			C	120	+24	194	-32			17,5	164	+22	255	- 5			40	14,5	35
23	2 BCD	BC: K CD: A BD: RT	B	353	+17	72,5	-31			23	36	+20					39	12	35,5
			C			57	-38,5	333	+ 8	39	36	+20					39	13	38
			D	15	-15,5			281	-13		36	+20					37,5	14	35,5
26	3 AB	AB: RT	A	24,5	- 4	112	+35			323	66	-12	340	+ 0,5			32,5	6	35
	5 AB	AB: K	B	229	-28			130	-18		66	-12					33,5	7,5	35,5
			A			291,5	+32,5	15	-10	32,5	312	-28					29,5	5	34
			B	359,5	-25,5	285	+30	57	+49	14	312	-28					31,5	5	36
	7 AB	AB: K	A	264,5	+ 4			358,5	+36,5		220,5	+ 8,5	126	- 8,5			35,5	5,5	37
	10 AB	AB: K	B	196	-30			101	- 9		220,5	+ 8,5					35,5	5	38
			A	271	+34	1	- 4			10	148	-51,5	245	- 1,5	238	0	35	8,5	36
			B			352	- 7	83	-14,5	32	148	-51,5					35	8	34
27	6 AB	AB: RT	A	82	+24,5			342,5	+18		311	-31	36,5	+ 3			26	3	35,5
	10 AB	AB: RT	B			276	+21,5	6	- 2	47; 311	311	-31					25,5	1,5	34
			A	272	+25			173	+19		142	142	230	+ 4			33	3	34
			B			108	+17	198	+ 3	48; 311,5	142	-30	192	+49			27,5		

Leere Seite
Blank page
Page vide



Leere Seite
Blank page
Page vide



Leere Seite
Blank page
Page vide



Leere Seite
Blank page
Page vide



Leere Seite
Blank page
Page vide

