

12. Bytownit aus Anorthosit von Bönskär im nördlichen Teil der Stockholmer Schären und seine Beziehungen zu verschiedenen Feldspatsbestimmungskurven.

Von

P. H. Lundegårdh.

Einleitung.

Im mittleren Teile von Roslagen, 5 km. in der Richtung S 50° E vom Schloss Penningby, liegt die kleine Insel Bönskär. Sie bildet einen von den Ausläufern gegen SE eines kleineren Gabbromassivs, das E. ERDMANN (1, S. 15) unter dem Namen das »Grovstanäsmassiv« beschrieben hat. Bönskär wird, abgesehen von einigen jüngeren Pegmatit- und Granitgängen und einem kleineren, älteren Leptiteinschluss, von weissem, lichtgrauem bis schwach graublauem, mittelkörnigem Anorthosit, der hier und da einen Stich in grün zeigt, aufgebaut. Die spärlich vorkommenden mafischen Minerale bilden gewöhnlich grüne oder grünschwärze Körnchen oder Flecke und bestehen aus Prehnit, Zoisit, Epidot, Chlorit, bisweilen Titanit und Erz (Ilmenit, Pyrit). Felsische Accessorien im Gestein sind Quarz, Kalzit und Serizit.

Chemische Eigenschaften.

Eine chemische Analyse (Tab. 1) wurde an Material aus verschiedenen Teilen eines grösseren Anorthosithandstücks von der Nordostspitze von Bönskär, wo das Gestein am reinsten vorkommt, ausgeführt. Für die optischen Bestimmungen wurden später Dünnschliffe aus identischen Teilen des Handstücks angefertigt. Die Accessorien wurden vor der Analyse durch Scheidung des Materials in schweren Flüssigkeiten soweit wie möglich entfernt.

Als Ergebnis der Analyse hat es sich gezeigt, dass der Plagioklas des Anorthosites ein basischer Bytownit mit dem Gewichtsverhältnis Ab:An = 12,1:87,9 (berechnet aus dem Gehalt von CaO und Na₂O) ist; hierzu

kommt noch eine kleine Menge K_2O . Die hier angegebene Zusammensetzung ist selbstverständlich das Mittel aus den verschiedenen Kriställchen von Bytownit in dem Anorthosithandstück. Die Zusammensetzung von jedem dieser Kriställchen stimmt entweder mit dem Mittelwert, oder aber zeigt sie eine stärkere oder schwächere symmetrische Verteilung um den letzteren.

Tab. 1. Ergebnis der chemischen Analyse des Bönkärsbytownits.

	Gewichts-%	Molquot.	Gewichtsprocente				Unterschuss = - Überschuss = +
			$KAlSi_3O_8$	$NaAlSi_3O_8$	$CaAl_2Si_2O_8$	Summe	
SiO_2 . . .	45,16	0,7519	1,12	8,15	37,14	46,41	-1,25
Al_2O_3 . . .	34,32	0,3367	0,32	2,30	31,52	34,14	+0,18
CaO . . .	17,34	0,3092			17,34	17,34	
Na_2O . . .	1,40	0,0226		1,40		1,40	
K_2O . . .	0,29	0,0031	0,29			0,29	
Fe_2O_3 . . .	0,20	0,0013					
MnO . . .	0,009	0,0001					
$H_2O > 105^\circ$	0,71						
$H_2O < 105^\circ$	0,32	0,0572					
Summe	99,75		1,73	11,85	86,00	99,58	

D (21° C) = 2,725. Ab: An = 12,1 : 87,9,

Anal.: P. H. LUNDEGÅRDH 1940.

Natrium, Eisen und Mangan wurden mittels der von H. LUNDEGÅRDH (2) ausgearbeiteten quantitativen Flammenspektralanalyse bestimmt. Der Fehler einer Einzelbestimmung von Na beträgt maximal ± 3 %. Drei getrennte Na-Bestimmungen, jede von ihnen mit drei Wiederholungen, wurden ausgeführt. Hierdurch wird der Maximalfehler auf $\pm 1,0$ % reduziert. Eisen und Mangan wurden einzeln aufgenommen. Für diese steigt der Maximalfehler auf ± 10 %.

Der Kaliumwert wurde mit der von W. SCHUHKNECHT für H. LUNDEGÅRDHS Apparaturs vorgeschlagenen Direktmethode (3, 4) bestimmt. Die Intensität der roten Kaliumlinie wird photoelektrisch gemessen. Statt des Spektrographen wird ein monochromatisches Filter benutzt. Die Analyse wurde in diesem Fall zweimal wiederholt. Der Fehler beträgt maximal ± 3 %.

Die übrigen Bestandteile wurden mittels gewöhnlicher chemischer Analysenmethoden bestimmt. Das spezifische Gewicht wurde unter Benutzen von Mischungen von Bromoform und Benzol festgestellt. Der Wert ist 2,725 bei 21° C.

Der gefundene Gehalt an Eisen (in der Tabelle als Fe_2O_3 angegeben, weil bei der Analyse kein Unterschied zwischen zwei- und dreiwertigem Eisen gemacht wurde) und Mangan (in Tabelle als MnO) wird erklärlich, wenn man die für die Zerkleinerung des harten Anorthosites gewählte Methode beachtet, nämlich zuerst durch Zerstückeln mit Hammer auf einem Amboss und dann durch Zerkleinern in einer Gesteinsmühle aus Stahl.

Von grossem Interesse ist der Unterschuss an SiO_2 , der hervortritt, wenn man die Anteile der verschiedenen Feldspate als Bytownit berechnet. Er liegt weit ausserhalb der Fehlergrenzen und, was noch mehr bedeutungsvoll ist, er wird von keinem Unterschuss an Al_2O_3 begleitet. Es tritt in Gegenteil ein kleinerer Überschuss des letztgenannten Oxydes auf, welcher jedoch innerhalb der Fehlergrenzen der Bestimmungsmethode liegt und daher keine Bedeutung beigelegt werden kann.

In seinem Aufsatz über den Anorthit im Gabbro aus Rådmansö betont H. BACKLUND (5, S. 677), dass »Ein Alkaliüberschuss in irgendeiner bisher unbekanntem Form muss für Plagioklase in gewisser petrogenetischen Umgebung oder von gewisser chemischer Zusammensetzung als charakteristisch und primär betrachtet werden« und weist auf die Möglichkeit eines Gehaltes an Carnegieit hin.

Die Pauschalformel für Carnegieit, NaAlSiO_4 , verglichen mit der des Albites, $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, zeigt eine Verminderung von 2SiO_2 . Es genügt also, dass nur ein Teil von dem Na_2O , der im Bönskårsbytownit vorhanden ist, im Carnegieit gebunden ist, um den ganzen SiO_2 -Unterschuss zu erklären. Eine teilweise Substitution von Na gegen K im Carnegieit ist möglicherweise denkbar (in Analogie mit dem Verhalten des Nephelins), wodurch der Fall entstehen würde, dass ein grösserer oder kleinerer Teil des K_2O des Bytownites in dieser Weise gebunden wäre.

Das Grovstanäsmassiv weist dieselbe Gesteinsentwicklung wie das in der Nähe belegene Rådmansömassiv auf, und die Annahme von einer Verwandtschaft zwischen diesen beiden Gabbrovorkommnissen dürfte daher völlig berechtigt sein. In erster Hand werden daher die Merkmale des Bönskårsbytownits mit denen der Plagioklase des Rådmansögabbros verglichen.

Ein Vergleich zwischen fünf älteren Analysen von Gabbrogesteinen aus Rådmansö und dem Bytownit aus Bönskär zeigt, dass die Relation Or : Ab : An im Bytownit der ersteren nach T. DU RIETZ (6, S. 489) im Mittel 2 : 10 : 88 und in dem letzteren 1,8 : 11,9 : 86,3 beträgt (die Berechnungen beziehen sich auf die ganze Gewichtsmenge von K_2O , Na_2O und CaO), also eine befriedigende Übereinstimmung. Ein anorthositischer Gabbro von einer Lokalität NW von Edsvik auf Rådmansö, der bei T. DU RIETZ (6, S. 501) angegeben ist, ergab die Relation Or : Ab : An = 7,5 : 12,5 : 80. Dieser Bytownit kann aber auf Grund von seinem K_2O -Gehalt nicht als typisch gelten (siehe H. BACKLUND, 5, S. 678). Auch der

unreine Anorthit aus Åkerö, Rådmansö, der von W. W. NIKITIN (7, S. 149—152) besprochen wird, kann in diesem Zusammenhang vernachlässigt werden.

In einigen der Bytownite und Anorthite aus Rådmansö, vor allem aber im Bönskårsbytownit, ist entweder ein gewisser Teil des Ab-Gehalts oder auch ein kleiner Teil von diesem *nebst* einem grösseren oder geringeren Teil des Or-Gehalts auf Grund des früher erwähnten Unterschusses an SiO_2 in der Wirklichkeit nicht vorhanden. Aus dem Gesagten folgt u. a., dass die angegebene Relation $\text{Ab} : \text{An}$ im Bönskårsbytownit nicht ganz richtig ist. Diese Relation fusst nämlich auf der Annahme, dass alles Na_2O als Albit vorkomme. Weil nun im Gegenteil ein Teil des Na_2O möglicherweise in der Form des Carnegieits auftritt, und weil Substitution von Na gegen K in diesem Mineral möglich ist, entstehen Schwierigkeiten bei der Berechnung des wirklichen Gehaltes an Albit im Bytownit. Wäre dagegen der Carnegieit nur von $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ -Molekülen aufgebaut, so würde eine solche Berechnung einfach sein. Es ist anderseits zweifelhaft, ob eine solche Berechnung im Hinblick auf die nachfolgenden optischen Bestimmungen richtig ausgefallen wäre. Ist der Albit im Bönskårsbytownit teilweise durch Carnegieit ersetzt, so ist dieses Mineral jedenfalls nicht aus dem Albit ausgeschieden worden. Sowohl Albit als Carnegieit sind triklin, und eine kristallographische Verwachsung liegt innerhalb der Grenzen der Möglichkeit. Wie dem auch sei, ein teilweiser Ersatz von Albit durch Carnegieit ist in diesem Fall nicht dasselbe wie die Wegnahme von einem Teil des Albites. Es dürfte daher aus allen Gesichtspunkten das Sicherste sein, die ursprünglich aufgestellte Relation $\text{Ab} : \text{An}$ bei der Charakterisierung des Bönskårsbytownites beizubehalten.

Optische Verhältnisse.

Weil der Albit die eine normale Komponente des Bytownits ist, muss ein teilweiser Ersatz des Albites durch Carnegieit zu gewissen optischen Abweichungen führen. Es wäre daher am Platz, herauszufinden, in welchem Grad diese Vermutung sich bewahrheitet. Es ist jedoch hierbei zu bedenken, dass die früheren Bestimmungen in diesem Teil der Plagioklassreihe, welche gegebenenfalls als Vergleichsmaterial benutzt werden sollten, in geringer Zahl vorliegen und daher unsicher sind. Sie sind ausserdem an Individuen sowohl aus Ergussgesteinen als Tiefengesteinen ausgeführt worden, wobei beim Aufstellen von Kurven und Tabellen kein Unterschied zwischen diesen beiden Kategorien gemacht wurde; nur in Spezialuntersuchungen neueren Datums wurde ein solcher Unterschied berücksichtigt. Ein Vergleich in der angegebenen Richtung lässt sich also unmöglich durchführen, besonders weil auch der grösste Teil der früher bestimmten Plagioklase mit SiO_2 -Unterschuss behaftet sind, häufig in Verbindung mit Al_2O_3 -Unterschuss, oder auch sind sie mit Unterschuss an Al_2O_3 behaftet,

ohne dass ein gleichzeitiger Mangel an SiO_2 vorliegt. Ausserdem kommt ja im allgemeinen ein grösserer oder geringerer Gehalt an K_2O hinzu. Dieser scheint jedoch seine optische Wirkungen auf eine Veränderung der Grösse des Indexellipsoids zu begrenzen und lässt die Lage des letzteren ziemlich ungestört. Ein K_2O -Gehalt macht sich also hauptsächlich in den Werten der Hauptbrechungsindizes geltend.

Der einzige Plagioklas, der in der Nähe des Bönkärsbytownits liegt und der sowohl chemisch wie optisch bestimmt wurde, ist ein Anorthit aus dem Olivingabbro von dem Verch-Issetsk-Revier im Ural mit 92 % An, der von W. W. NIKITIN (7, S. 148—151) beschrieben wurde. Der in diesem Anorthit analytisch gefundene CaO-Wert ist jedoch in NIKITINS Tabelle XVI (7, S. 149) als fraglich hingestellt, was in Verbindung mit der graphischen Bestimmungsmethode, die für die Feststellung des Anorthitgehaltes angewandt wurde, es tut, dass der letztere als etwas unsicher betrachtet werden muss. NIKITIN hat jedoch aus diesem Anorthit herrührende Werte benutzt, als er die Diagramme für die Feldspatbestimmungen laut FEDOROWS Methode einer Nachprüfung unterzog. Er hat möglicherweise solche Werte auch beim Aufstellen seiner neuen Kurven für $2V$ benutzt, was jedoch nicht ganz klar hervorgeht, weil $2V_\gamma$ für den Verch-Issetsk-Anorthit zu 102° angegeben wird, während $2V_\gamma$ für 92 % An in Übereinstimmung mit NIKITINS neuer Kurve 99° beträgt.

Die Hauptbrechungsindizes im Bönkärsbytownit wurden mittels der Immersionsmethode bestimmt: $n_{\alpha\text{Na}} = 1,5695 \pm 0,0015$ ($N = 5$), $n_{\beta\text{Na}} = 1,574 \pm 0,0025$ und $n_{\gamma\text{Na}} = 1,581 \pm 0,0015$ ($N = 5$). Nur Körner mit ziemlich exakten β -Austritten wurden benutzt. Ganz exakte Austritte steigern, wie T. KROKSTRÖM (8) gezeigt hat, nicht nennenswert die Genauigkeit. Es war nicht möglich α - und γ -Austritte von befriedigender Exaktheit in ausreichender Zahl aufzufinden, aus welchem Grunde n_β unter Benutzen von MALLARDS hier anwendbarer Formel und denjenigen Werten, die aus $2V$ und der Hauptdoppelbrechung erhalten wurden, berechnet wurde. Die Hauptdoppelbrechung ($n_{\gamma\text{Na}} - n_{\alpha\text{Na}}$) wurde auf Grundlage der Gangunterschiedmessungen mit BEREKS Kompensator und der Bestimmung der Schlifffdicke mit Mikrometerschraube zu $0,0111 \pm 0,0005$ ($N = 4$) festgestellt. Die durch Subtraktion $n_\gamma - n_\alpha$ berechnete Doppelbrechung ist $0,0115 \pm 0,003$. Für den oben erwähnten Verch-Issetsk-Anorthit (92 % An) ist $n_\gamma - n_\alpha = 0,0106$.

Von den Hauptbrechungsindizes in der Plagioklasreihe liegen eine Reihe Bestimmungen vor, welche jedoch in einer auffallenden Weise an der albitreichen Seite verdichtet sind. Hier sollen nur die interpolierten Werte aus den wichtigsten Bestimmungskurven nebst Werten für den Anorthit NW von Edsvik, Rådmansö, mitgeteilt werden:

		n_α	n_β	n_γ	$n_\gamma - n_\alpha$ (ber.)
F. BECKES Kurven (9, S. 103)	88 % An	1,570	1,575	1,581	0,011
H. ALLINGS Kurven (10, S. 216)	88 % An	1,570	1,578	1,583	0,013
R. W. GORANSONS Kurven (11, S. 152)	88 % An	1,5695	1,576	1,581	0,0115
Anorthit, Rådmansö (6, S. 501)	91 % An	1,573	—	1,584	0,011
Bytownit, Bönskär	87,9 % An	1,5695	1,574	1,581	0,0115

F. BECKES Kurven für die Hauptbrechungsindizes bauen in dem anorthitreichen Teil der Plagioklasreihe nur auf zwei Bestimmungen, die eine an einem Bytownit mit 75 % An, die andere an reinem Anorthit (100 % An). H. ALLINGS und R. W. GORANSONS Kurven sind aus den von verschiedenen Forschern ausgeführten Bestimmungen der Hauptbrechungsindizes zusammengestellt worden. Diese Kurven sind im Detailverlauf von einander ziemlich abweichend, und keine von ihnen dürfte irgendwelche grössere Genauigkeit beanspruchen können, wenigstens nicht in dem anorthitreichen Teil.

Die Auslöschung $\alpha' : M$ (Na-Licht) in Schnitten $\perp MP$ (\perp kristallogr. α -Achse) wurde zu $41^\circ,75$ ($\sigma = 0^\circ,756$, $N = 8$)¹ bestimmt, in Schnitten $// P$ wurde die Auslöschung $\alpha' : M$ (Na-Licht) zu $-29^\circ,6$ ($\sigma = 1^\circ,03$, $N = 9$) bestimmt und in Schnitten $// M$ die Auslöschung $\alpha' : P$ (Na-Licht) zu $-35^\circ,5$ ($\sigma = 0^\circ,500$, $N = 7$)² bestimmt. Als Vergleich werden aus wichtigeren Kurven und Bestimmungen die folgenden Werte wiedergegeben:

F. BECKES Kurven (9, S. 106)	88 % An	$41^\circ,8$	$-29^\circ,3$	$-35^\circ,4$
H. ALLINGS Kurven (10, S. 216)	88 % An	—	$-27^\circ,0$	$-34^\circ,3$
A. KÖHLERS Kurven (12, S. 43, 63)	88 % An	$42^\circ,1$	$-30^\circ,1$	$-36^\circ,7$
R. W. GORANSONS Kurven (11, S. 152)	88 % An	$43^\circ,0$	$-30^\circ,0$	$-36^\circ,0$
W. W. NIKITINS Kurven (7, S. 160—161)	88 % An	$42^\circ,6$	$-27^\circ,0$	$-31^\circ,3$
Anorthit, Rådmansö (6, S. 501)	91 % An	43	-33	—
Bytownit, Bönskär	87,9 % An	$41^\circ,75$	$-29^\circ,6$	$-35^\circ,5$

Die Auslöschungskurven von BECKE haben nur zwei Fixpunkte, 75 % und 100 % An, im anorthitreichen Teil der Plagioklasreihe, stimmen aber trotzdem besser mit den Daten für den Bönskårsbytownit als die übrigen Kurven überein, welche aus einer grösseren Zahl von Auslöschungsbestimmungen zusammengestellt wurden. Diese Bestimmungen rühren ja von verschiedenen Forschern her (NIKITIN hat nur diejenigen Werte mitgenommen, die er aus seinen Diagrammen für die geometrischen Elemente und aus seiner Kurve für 2 V konstruierte).

¹ Über die hier angewandten statistischen Formeln und Berechnungsgründe, siehe G. U. YULE and M. G. KENDALL: An Introduction to the Theory of Statistics. 11th ed., London 1937.

² Für Werte von N kleiner als 20 wurde in der gewöhnlichen Dispersionsformel N gegen $N-1$ ausgetauscht (YULE and KENDALL, S. 435).

In der vorliegenden Untersuchung wurde den laut FEDOROWS Universalmethodik ausgeführten Bestimmungen grosse Bedeutung beigelegt. Für 25 Zwillinge in vier verschiedenen Dünnschliffen wurden die Koordinaten der Flächenpole, und im Falle von Parallel- und Komplexzwillingen die Zwillingachsenskoordinaten bestimmt (über Methoden und Beziehungen siehe M. BEREK, 13). Diese Zwillinge verteilen sich in folgender Anzahl auf die verschiedenen Zwillingsgesetze:

- 11 Periklin (21 Individuen)
- 10 Albit (20 Individuen)
- 2 Karlsbad (4 Individuen)
- 1 Esterel (2 Individuen)
- 1 Manebach-Esterel (2 Individuen)

G. PALIUC (14, S. 428) und ED. WENK (15, S. 212) erwähnen Zwillingfrequenzen von Plagioklasen in Ergussgesteinen aus Rumänien. In Bytownit bekommen sie das durchschnittliche Verhältnis Albit : Karlsbad : Periklin : Albit-Karlsbad = $4 \frac{3}{5} : 2 : 1 : 1$ ($An = 60-100\%$). W. LARSSON (16, S. 373) bekommt für Vulkanite aus dem Tronadormassiv in den Anden das Verhältnis Albit : Karlsbad : Periklin : Albit-Karlsbad = $7 : 19 : 2 : 16$ ($An = 80-100\%$) in basischen Plagioklasen. Die Abweichungen von den Verteilungen im Bönskärsbytownit sind auffallend, trotzdem dass keine allzu weitgehende Schlüsse auf Grund von der relativen Kleinheit des Materials aus dem letztgenannten gezogen werden dürfen.

Wie aus der eben erwähnten Zwillingverteilung hervorgeht, eignen sich im Bönskärsbytownit die Flächen der Zwillingverwachsung (010) und RhS (rhombischer Schnitt) nebst der Zwillingachse [010] am besten für ein eingehenderes Studium. (010) ist in 20 Normalzwillingsindividuen (Albit) und 6 Parallelzwillingsindividuen (4 Karlsbad und 2 Esterel) vertreten. RhS liegt in 21 Parallelzwillingsindividuen (Periklin), [010] in 10 Parallelzwillingen (Periklin) vor.

Für diese drei kristallographischen Richtungen sind mehrere verschiedene Polwanderungskurven in α -, β - und γ -Koordinaten, die für das WULFFSche Netz berechnet sind, angegeben worden. Die wichtigsten von diesen wurden von M. BEREK (13), M. REINHARD (17) und W. W. NIKITIN (7) aufgestellt. W. LARSSON (16, S. 349 u. folg.) vergleicht eingehend die Kurven für \perp (010) und \perp RhS unter diesen nebst den Kurven für \blacktriangle (001) derselben Autoren mit einer grossen Anzahl Polverteilungen von Plagioklasen in Vulkaniten aus dem Tronadormassiv, in basischen Intrusivgesteinen aus dem Nygård-Pluton (18) und in Hyperiten aus West-Schweden. Er findet, dass die Mehrzahl von seinen Polen am besten mit den von NIKITIN angegebenen Kurven übereinstimmen. Besonders gut ist die Übereinstimmung zwischen Plagioklasen aus den Nygårdsgesteinen und den Kurven NIKITINS. Weil LARSSONS Material teils über den grössten Teil

der Plagioklasreihe zerstreut ist, teils sowohl Erguss- wie Tiefengesteine umfasst, muss seiner Auffassung eine entscheidende Bedeutung beigelegt werden.

Die Pole des Bönkärsbytownites sind auf Grund von dem Ergebnis der eben erwähnten Vergleichen LARSSONS im Diagramm nur in Relation zu NIKITINS Kurven gebracht worden (Fig. 1—3). Zwecks eines anschaulichen Vergleiches zwischen NIKITINS Kurven \perp (010) und \perp RhS mit denjenigen BEREKS und REINHARDS sei auf 16, S. 365, hingewiesen.

In der Absicht, den bestmöglichen Überblick über die Zuverlässigkeit der Bestimmungen zu erreichen, wurden für die Koordinaten für \perp (010) und \perp RhS, also in den Fällen, wo das Material ausreichend gross ist, nicht nur die gewöhnlichen statistischen Kennzeichen sondern auch die gefundene Fehlerverteilung im Verhältnis zu der theoretischen Fehlerverteilung laut GAUSS berechnet. Für [010] (Periklin) reicht das Material nicht aus, um einen solchen Vergleich zu ermöglichen. Die Ergebnisse der Berechnung gehen aus den Tabellen 2—7 hervor.

Tab. 2. Die α -Koordinate für \perp (010) im Bönkärsbytownit.

$M = 57^{\circ},6 \pm 0^{\circ},53. \quad \sigma = 2^{\circ},69 \pm 0^{\circ},373. \quad N = 26$						
Werte	$<2,0 \times \sigma$	$1,0 \times \sigma$	$0,67 \times \sigma$	$>0,67 \times \sigma$	$1,0 \times \sigma$	$2,0 \times \sigma$
Fehlerverteilung . . .	1	1	4	4	4	2
Vert. nach GAUSS . .	1	4	6,5	6,5	4	1
Differenz	± 0	-3	-2,5	-2,5	± 0	+1
Abweichung von $M >$	$5^{\circ},4$	$2^{\circ},7$	$1^{\circ},8$	$1^{\circ},8$	$2^{\circ},7$	$5^{\circ},4$
Werte	$<52^{\circ},2$	$54^{\circ},9$	$55^{\circ},8$	$>59^{\circ},4$	$60^{\circ},3$	$63^{\circ},0$

Tab. 3. Die β -Koordinate für \perp (010) im Bönkärsbytownit.

$M = 59^{\circ},2 \pm 0^{\circ},70. \quad \sigma = 3^{\circ},59 \pm 0^{\circ},498. \quad N = 26$						
Werte	$<2,0 \times \sigma$	$1,0 \times \sigma$	$0,67 \times \sigma$	$>0,67 \times \sigma$	$1,0 \times \sigma$	$2,0 \times \sigma$
Fehlerverteilung . . .	2	5	5	7	3	0
Vert. nach GAUSS . .	1	4	6,5	6,5	4	1
Differenz	+1	+1	-1,5	+0,5	-1	-1
Abweichung von $M >$	$7^{\circ},2$	$3^{\circ},6$	$2^{\circ},4$	$2^{\circ},4$	$3^{\circ},6$	$7^{\circ},2$
Werte	$<52^{\circ},0$	$55^{\circ},6$	$56^{\circ},8$	$>61^{\circ},6$	$62^{\circ},8$	$66^{\circ},4$

Für die Zwillingssache [010] wurden die folgenden Koordinaten erhalten ($N = 10$): $\alpha = 54^{\circ},8 \pm 0^{\circ},35$ ($\sigma = 1^{\circ},11 \pm 0^{\circ},248$), $\beta = 58^{\circ},5 \pm 0^{\circ},78$ ($\sigma = 2^{\circ},455 \pm 0^{\circ},548$), $\gamma = -51^{\circ},3 \pm 0^{\circ},53$ ($\sigma = 1^{\circ},685 \pm 0^{\circ},377$).

Tab. 4. Die γ -Koordinate für \perp (010) im Bönkärsbytownit.

$M = -48^{\circ},0 \pm 0^{\circ},43. \quad \sigma = 2^{\circ},20 \pm 0^{\circ},305. \quad N = 26$						
Werte	$<2,0 \times \sigma$	$1,0 \times \sigma$	$0,67 \times \sigma$	$>0,67 \times \sigma$	$1,0 \times \sigma$	$2,0 \times \sigma$
Fehlerverteilung . . .	0	5	6	6	4	1
Vert. nach GAUSS . . .	1	4	6,5	6,5	4	1
Differenz	-1	+1	-0,5	-0,5	± 0	± 0
Abweichung von $M >$	$4^{\circ},4$	$2^{\circ},2$	$1^{\circ},5$	$1^{\circ},5$	$2^{\circ},2$	$4^{\circ},4$
Werte	$>-43^{\circ},6$	$-45^{\circ},8$	$-46^{\circ},5$	$<-49^{\circ},5$	$-50^{\circ},2$	$-52^{\circ},4$

Tab. 5. Die α -Koordinate für \perp RhS im Bönkärsbytownit.

$M = 66^{\circ},1 \pm 0^{\circ},56. \quad \sigma = 2^{\circ},56 \pm 0^{\circ},395. \quad N = 21$						
Werte	$<2,0 \times \sigma$	$1,0 \times \sigma$	$0,67 \times \sigma$	$>0,67 \times \sigma$	$1,0 \times \sigma$	$2,0 \times \sigma$
Fehlerverteilung . . .	0	3	6	5	3	0
Vert. nach GAUSS . . .	0,5	3	5	5	3	0,5
Differenz	-0,5	± 0	+1	± 0	± 0	-0,5
Abweichung von $M >$	$5^{\circ},1$	$2^{\circ},55$	$1^{\circ},7$	$1^{\circ},7$	$2^{\circ},55$	$5^{\circ},1$
Werte	$<61^{\circ},0$	$63^{\circ},55$	$64^{\circ},4$	$>67^{\circ},8$	$68^{\circ},65$	$71^{\circ},2$

Tab. 6. Die β -Koordinate für \perp RhS im Bönkärsbytownit.

$M = 60^{\circ},5 \pm 0^{\circ},78. \quad \sigma = 3^{\circ},59 \pm 0^{\circ},554. \quad N = 21$						
Werte	$<2,0 \times \sigma$	$1,0 \times \sigma$	$0,67 \times \sigma$	$>0,67 \times \sigma$	$1,0 \times \sigma$	$2,0 \times \sigma$
Fehlerverteilung . . .	1	3	5	8	3	0
Vert. nach GAUSS . . .	0,5	3	5	5	3	0,5
Differenz	+0,5	± 0	± 0	+3	± 0	-0,5
Abweichung von $M >$	$7^{\circ},2$	$3^{\circ},6$	$2^{\circ},4$	$2^{\circ},4$	$3^{\circ},6$	$7^{\circ},2$
Werte	$<53^{\circ},3$	$56^{\circ},9$	$58^{\circ},1$	$>62^{\circ},9$	$64^{\circ},1$	$67^{\circ},7$

Tab. 7. Die γ -Koordinate für \perp RhS im Bönkärsbytownit.

$M = 39^{\circ},2 \pm 0^{\circ},71. \quad \sigma = 3^{\circ},24 \pm 0^{\circ},500. \quad N = 21$						
Werte	$<2,0 \times \sigma$	$1,0 \times \sigma$	$0,67 \times \sigma$	$>0,67 \times \sigma$	$1,0 \times \sigma$	$2,0 \times \sigma$
Fehlerverteilung . . .	0	2	6	5	4	0
Vert. nach GAUSS . . .	0,5	3	5	5	3	0,5
Differenz	-0,5	-1	+1	± 0	+1	-0,5
Abweichung von $M >$	$6^{\circ},5$	$3^{\circ},25$	$2^{\circ},15$	$2^{\circ},15$	$3^{\circ},25$	$6^{\circ},5$
Werte	$<32^{\circ},7$	$35^{\circ},95$	$37^{\circ},05$	$>41^{\circ},35$	$42^{\circ},45$	$45^{\circ},7$

Zum Vergleich mit den aus den wichtigsten Bestimmungskurven erhaltenen Werten und den an benachbarten Plagioklasen ausgeführten Bestimmungen ist die Tabelle 8 aufgestellt worden.

Tab. 8. Koordinaten für Δ (010), \perp RhS und [010] bei einem Gehalt von 88—90 % An laut verschiedenen Kurven und Bestimmungen.

	\perp (010)			\perp RhS			[010]		
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ
1	$57^{\circ} \frac{3}{4}$	$63^{\circ} \frac{1}{4}$	-44°	$61^{\circ} \frac{1}{2}$	$61^{\circ} \frac{3}{4}$	42°	$55^{\circ} \frac{1}{4}$	$60^{\circ} \frac{1}{4}$	$-48^{\circ} \frac{1}{2}$
2	$57^{\circ} \frac{1}{4}$	$63^{\circ} \frac{3}{4}$	-44°	$63^{\circ} \frac{1}{2}$	59°	$42^{\circ} \frac{1}{4}$	$55^{\circ} \frac{1}{2}$	61°	$-47^{\circ} \frac{3}{4}$
3				67°	59°	40°	56°	58°	-51°
4	55°	63°	-47°	$63^{\circ} \frac{1}{2}$	61°	$42^{\circ} \frac{1}{2}$			
5	$57^{\circ},6$	$59^{\circ},2$	$-48^{\circ},0$	$66^{\circ},1$	$60^{\circ},5$	$39^{\circ},2$	$54^{\circ},8$	$58^{\circ},5$	$-51^{\circ},3$

1. Kurve von BEREK (13), 88 % An.
2. Kurve von REINHARD (17), 88 % An.
3. Bytownit aus Olivingabbro, M. GYSIN (19, S. 134), etwa 88 % An (laut Kurve von DUPARC u. REINHARD).
4. Bytownit-Anorthit aus Gabbro, Rådmansö, BACKLUND (5, S. 680), etwa 90 % An An (Mittelwert von Bestimmungen laut verschiedenen Kurven).
5. Bytownit, Bönskär.

In den Polverteilungen W. LARSSONS für RhS (16, S. 370) kommen auffallende Differenzen im Vergleich zu der Kurve NIKITINS in basischen Plagioklasen aus verschiedenen Gesteinen zur Schau. Die Plagioklasse der Nygårdsgesteine, an welchen relativ wenige Bestimmungen vorliegen, folgen ziemlich gut der Kurve NIKITINS, während die Plagioklasse der Tronadorvulkanite und der westschwedischen Hyperite bei höherem Anorthitgehalt einen kleineren Winkel mit der ersten Mittellinie (α) bilden als die Pollagen für die entsprechenden Anorthitgehalte in der Kurve NIKITINS es tun. Die mittelschwedischen Hyperite werden in Bezug auf ihren Ursprung als Effusiv- und hohe Ganggesteine (= Lagergänge) angesprochen und sollten also am nächsten mit den Tronadorvulkaniten verwandt sein.

Die Pole für RhS in den basischen Plagioklasen der Ergussgesteine aus Borneo und Rumänien liegen laut F. HOMMA (20, S. 348), G. PALIUC (14, S. 440) und ED. WENK (15, S. 215) bedeutend näher an NIKITINS Kurve als es der Fall ist mit den Polen von derselben Zwillingfläche in den basischen Plagioklasen der Tronadorvulkanite und der Hyperite. Sie weisen jedoch in Ähnlichkeit mit diesen kleinere Winkel mit α und grössere mit β auf als was der Fall ist in entsprechenden Pollagen in der Kurve NIKITINS. Das Material im anorthitreichen Teil der Plagioklasereihe ist jedoch in diesen Untersuchungen zu klein, als dass man aus demselben etwaige Schlussfolgerungen ziehen könnte.

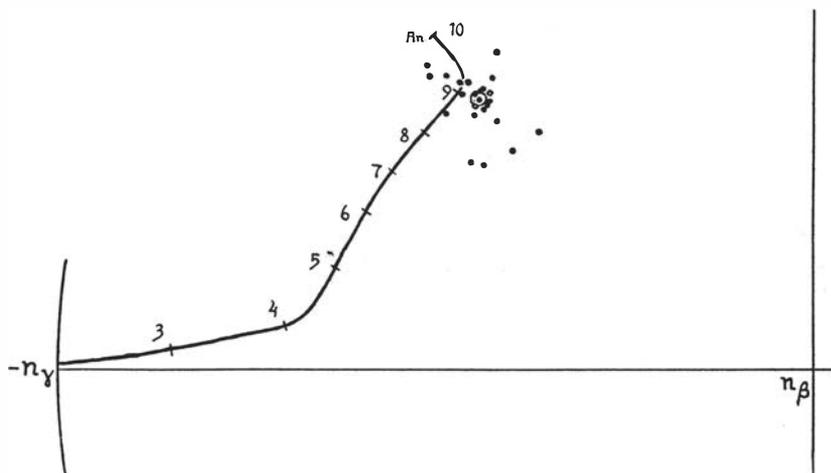


Fig. 1. \perp (010) im Bönkärsbytownit im Verhältnis zu NIKITINS Kurve. • = einzelne Pole, ◦ = zwei zusammenfallende Pole, o = die Lage der Mittelkoordinaten.

Die Pole für RhS des Bönkärsbytownits weichen in keiner auffallenderen Weise von NIKITINS Kurve ab (Fig. 2).

NIKITIN gründet den basischsten Teil seiner Kurven teils auf den Anorthit aus Verch-Issetsk (aus Tiefengestein), teils auf den Anorthit der Silikatbomben des Vesuv. Diese Bomben können aus bedeutender Tiefe (bis 6—7 km.) stammen.

Die Pole für (010) im Bönkärsbytownit bilden grösstenteils kleinere Winkel mit der optischen Normale (β) als die Pollagen für 88 % An in der Kurve NIKITINS (Fig. 1). Die Plagioklase der Nygårdsgesteine zeigen eine schwache Tendenz in derselben Richtung, wenn es sich um den anorthitreichsten Teil der Polwanderungskurve handelt, während dem die Pole für (010) in den Plagioklasen der Tronadorvulkanite in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle einen so grossen Winkel mit β bilden, dass sie ausserhalb der Kurve NIKITINS zu liegen kommen, wenn man von der β -Achse aus im Diagramm rechnet. Für die west-schwedischen Hyperite herrscht Mangel an genügend anorthitreichem Material. PALIUCs (14, S. 440) und WENKS (15, S. 215) Pole für (010) in den Plagioklasen der rumänischen Ergussgesteine fallen grösstenteils auf dieselbe Seite der Kurve NIKITINS wie die Mehrzahl der Pole der Plagioklase der Tronadorvulkanite.

Betreffs der Zwillingsachse [010] (Periklingesetz) kann nichts anders ausgesagt werden als dass die für den Bönkärsbytownit gefundenen Mittelkoordinaten in der Kurve NIKITINS einem etwas höheren Anorthitgehalt als dem wirklich vorliegenden entsprechen (Fig. 3). Dies bedeutet, dass der Winkel, den die Zwillingsachse mit der ersten Mittellinie (α) bildet, etwas kleiner ist als man aus der Kurve NIKITINS erwarten könnte. Hier von abgesehen, passt der Punkt, den die Mittelkoordinaten des Bönkärsbytownits vorstellen, recht gut in die Kurve NIKITINS hinein.

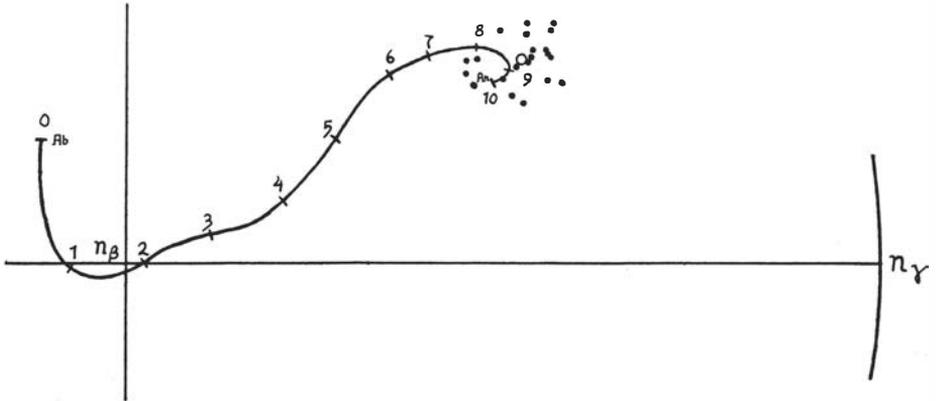


Fig. 2. \perp RhS im Bönkärsbytownit im Verhältnis zu NIKITINS Kurve. Bezeichnungen wie in Fig. 1.

Eine Konstante, über welche grosse Unübereinstimmung zwischen verschiedenen Bestimmungen und Kurven besteht, ist der optische Achsenwinkel. Die überwiegende Zahl früherer Bestimmungen sind am Universaldrehtische ausgeführt und es versteht sich von selbst, dass die Genauigkeit unter diesen Umständen nicht besonders gross wird, besonders in dem Fall, dass nur die eine von den beiden optischen Achsen zur Verfügung steht. Man rechnet im Allgemeinen mit einer Genauigkeit von $\pm 5\%$ in den am Universaldrehtisch ausgeführten Bestimmungen von $2V$.

Man muss weiterhin beachten, dass $2V$ eine sehr empfindliche Konstante vorstellt, an welcher unbedeutende Veränderungen der Gestalt des Indexellipsoids grosse Veränderungen mitbringt.

Betreffs des Bönkärsbytownites wurde der Feststellung eines befriedigenden Wertes von $2V_7$ mit Hilfe des Universaldrehtisches eine bedeutende

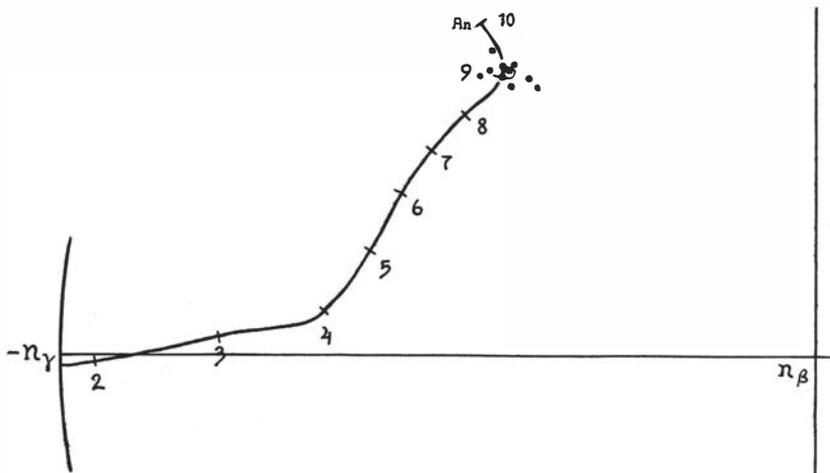


Fig. 3. [100] (Periklin) im Bönkärsbytownit im Verhältnis zu NIKITINS Kurve. Bezeichnungen wie in Fig. 1.

Sorgfalt gewidmet, und die 25 Bestimmungen, die ausgeführt wurden, zeigen wirklich eine ungewöhnlich kleine Streuung und stimmen ziemlich gut mit der theoretischen Fehlerverteilung laut GAUSS überein. Eine gewisse Schiefe in der Richtung abwärts liegt vor, dies hat aber höchst wahrscheinlich ihren Grund in der relativen Kleinheit des Materials.

Tab. 9. $2V_\gamma$ im Bönskärsbytownit.

$M = 101^{\circ},6 \pm 0^{\circ},51. \quad \sigma = 2^{\circ},57 \pm 0^{\circ},364. \quad N = 25 \quad (A \text{ I} - 2 = 9, A \text{ I el. } A \text{ 2} = 16)$								
Werte	$< 2,0 \times \sigma$	$1,5 \times \sigma$	$1,0 \times \sigma$	$0,67 \times \sigma$	$> 0,67 \times \sigma$	$1,0 \times \sigma$	$1,5 \times \sigma$	$2,0 \times \sigma$
Fehlerverteilung . . .	0	2	6	7	8	3	1	0
Vert. nach GAUSS . .	0,5	1,5	4	6	6	4	1,5	0,5
Differenz	-0,5	+0,5	+2	+1	+2	-1	-0,5	-0,5
Abweichung von $M >$	5,15	3°,85	2°,55	1°,7	1°,7	2°,55	3°,85	5°,15
Werte	$< 96^{\circ},45$	$97^{\circ},75$	$99^{\circ},05$	$99^{\circ},9$	$> 103^{\circ},3$	$104^{\circ},15$	$105^{\circ},45$	$106^{\circ},75$

Zwecks weiterer Beleuchtung der Variation von $2V$ wurde die Verteilung des Materials in verschiedenen Klassen untersucht. Die Mitte der mittleren Klasse wurde so nahe wie möglich an das arithmetische Mittel verlegt ($101^{\circ},75$, und das arithmetische Mittel war ja $101^{\circ},6$).

Tab. 10. Die Verteilung von $2V_\gamma$ in verschiedenen Klassen.

Klassengrenzen	Anzahl von Werten $2V_\gamma$
$97^{\circ} - 98^{\circ},5$	5
$99^{\circ} - 100^{\circ},5$	4
$101^{\circ} - 102^{\circ},5$	7
$103^{\circ} - 104^{\circ},5$	6
$105^{\circ} - 106^{\circ},5$	3

Als Vergleich werden unten eine Anzahl von Werten aus verschiedenen Kurven für $Ab : An = 12 : 88$ (in Bezug auf $2V_\gamma$) angeführt:

- | | | | |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
| F. BECKE (9, S. 103) | $= 99^{\circ},7$ | W. W. NIKITIN (7, S. 159) | $= 96^{\circ},8$ |
| M. BEREK (13) | $= 102^{\circ},3$ | W. LARSSON (16, S. 372) | $= 96^{\circ},0$ |
| R. W. GORANSON (11, S. 153) | $= 100^{\circ},7$ | Bytownit, Bönskär | $= 101^{\circ},6$ |
| M. REINHARD (17, S. 109) | $= 100^{\circ},8$ | | |

Die Kurve nach BECKE bezieht sich auf Werte für Plagiokläse in kristallinen Schiefen. Die Kurve nach W. LARSSON bezieht sich auf die Plagiokläse der Tronadorvulkanite. Für die übrigen Kurven bilden verschiedenartige Messungen an Plagiokläsen verschiedenen Ursprungs die Grundlage. Die Kurve NIKITINS gründet sich in ihrem anorthitreichen

Teil hauptsächlich auf Tiefengesteinsplagioklasen. Sie weist jedoch bemerkenswerte Abweichungen von einigen von ihm angegebenen Werten für $2V$ auf. Dies gilt z. B. betreffs des Verch-Issetsk-Anorthites (92 % An), für welchen, wie früher erwähnt, $2V_{\gamma} = 102^{\circ}$ ist, während die Kurve einen Wert von 99° liefert. NIKITINS Kurve zeigt (siehe W. LARSSON, 16, S. 372) eine ziemlich gute Übereinstimmung mit den zwischen 75—95 % An liegenden Werten für die Plagioklase in den Tronadorvulkaniten. Dagegen weicht sie besonders innerhalb dieses Gebietes ganz bedeutend von der Mehrzahl der älteren Kurven ab. Der richtige Verlauf der letzteren wird von dem $2V_{\gamma}$ -Wert des Bönskårsbytownits gestützt. Dieser Wert liegt im gleichen Abstand von sowohl BEREKS wie von REINHARDS Kurve und tangiert durch seine Fehlergrenzen fast beide.

Zusammenfassung.

W. LARSSON findet in seiner Untersuchung über die Tronadorvulkanite (16, S. 371), dass Übereinstimmung in Betreff der optischen Daten der Plagioklase zwischen diesen und anderen Ergussgesteinen aus verschiedenen Teilen der Welt herrscht, während er andererseits einen gewissen Unterschied zwischen den Merkmalen der Plagioklase in den Nygårdsgesteinen und den mittelschwedischen Hyperiten¹ einerseits und den Plagioklasen in den Tronadorvulkaniten andererseits andeutet. Das Letztgenannte gilt jedoch nach ihm nur für Plagioklase von intermediärer Zusammensetzung (Andesin-Labradorit).

Der von LARSSON angedeutete Unterschied zwischen Intrusiv- und Effusivgesteinen scheint jedoch bis zum reinen Anorthit hin zu bestehen. Im vorhergehenden Abschnitt wurde nämlich einerseits eine Übereinstimmung zwischen den basischen Plagioklasen der Nygårdsgesteine und dem Bönskårsbytownit angezeigt, andererseits wurde auch auf eine Differenz zwischen dem Bönskårsbytownit und den basischen Plagioklasen aus verschiedenen Ergussgesteinen hingewiesen. Unter den letztgenannten befinden sich auch die basischen Plagioklase der mittelschwedischen Hyperite, welche also eine Tendenz entgegengesetzt der, die LARSSON bei den intermediären Plagioklasen dieser Gesteine gefunden hat, aufzeigen.

Der Unterschied zwischen dem Bönskårsbytownit und den Ergussgesteinsplagioklasen betrifft nicht nur die Lage im Verhältnis zu der Indikatritz von den zwei wichtigsten Verwachsungsflächen der Zwillinge, (010) und RhS, sondern auch die Zwillingsfrequenz. Keine eindeutige Tendenz wurde dagegen betreffs $2V$, der Auslöschungswerte und der Hauptbrechungsindizes verspürt.

In Bezug auf die Polwanderungskurven von BEREK, REINHARD und NIKITIN lehren die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung, dass in

¹ LARSSON zählt diese zur Gruppe der Intrusivgesteine.

ihren anorthitreicheren Teilen (80—100 % An) BEREKS und REINHARDS Kurven für $\perp(010)$ und $\perp RhS$ am besten mit den Polverteilungen der Ergussgesteinsplagioklase übereinzustimmen scheinen, während NIKITINS Kurven für den Fall besser passen, dass es Polverteilungen bei Tiefengesteinsplagioklasen gilt. Über die verschiedenen Kurven für $[010]$ (Periklingesetz) kann nichts anderes ausgesagt werden, als dass die Kurve NIKITINS entschieden am besten mit den Polverteilungen bei dem Bönskärsbytownit übereinstimmt.

Diese Abweichungen der verschiedenen Kurven untereinander scheinen darauf zu beruhen, dass die Kurven von BEREK und REINHARD in ihrem anorthitreicheren Teil in überwiegendem Grad auf Bestimmungen an Ergussgesteinsplagioklasen bauen, während die Kurven nach NIKITIN in der Anorthitrichtung hauptsächlich auf Bestimmungen an Tiefengesteinsplagioklasen basiert wurden. In gewissem Gegensatz zu dieser Behauptung stehen die Kurven für $2V$, von welchen diejenigen von BEREK und REINHARD in guter Übereinstimmung mit dem Wert für den Bönskärsbytownit stehen, während diejenige nach NIKITIN ziemlich weit von diesem verläuft. Man muss jedoch die grosse Empfindlichkeit dieser Konstante berücksichtigen und darf daher den Unterschieden im Verlauf der verschiedenen Kurven hier keine grössere Bedeutung beilegen.

Man darf nicht übersehen, dass auch andere Faktoren, an erster Stelle der früher erwähnte Austausch von Albit gegen z. B. Carnegieit, wahrscheinlich bei der Entstehung der jetzt geschilderten optischen Differenzen mitgewirkt hat. Dass dieser Faktor jedoch keine entscheidende Bedeutung haben kann, zeigt die deutliche Beziehung zwischen der Umgebung, in welcher die Plagioklase entstanden sind, und den Grössen, in welchen Differenzen beobachtet wurden.

Es liegt nahe zur Hand, eben in den verschiedenen Druck- und Abkühlungsverhältnissen, die die Entstehung der Erguss- und Tiefengesteine kennzeichnen, eine Ursache der Ausbildung von Gitterdifferenzen in den Plagioklasen nebst begleitenden optischen Unterschieden zu suchen. Es wäre daher erwünschenswert, dass eingehendere röntgenographische Untersuchungen von basischen Plagioklasen mit variierender Zusammensetzung und Entstehungsweise zu Stande kämen. Dergleichen Untersuchungen wären in erster Linie betreffs Plagioklase mit sehr hohem Anorthitgehalt von Nöten, was wohl aus diesem Aufsatz hervorgehen dürfte.

Zum Schluss gestatte ich mir, meinem Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. G. BACKLUND, der diese Untersuchung veranlasst und mir während der Arbeit mit vielen wertvollen Ratschlägen beigestanden hat, meinen besten Dank zu sagen. Auch meinem Vater, Herrn Prof. Dr. H. LUNDEGÅRDH, in dessen Institut ich die chemische Analysenarbeit ausführen konnte, sage ich hier meinen aufrichtigen Dank.

Literaturverzeichnis.

1. Urteil von E. ERDMANN in A. BLOMBERG: Beskrifn. t. kartbladet Penningby. S. G. U. Ser. Aa, n:o 100. Stockholm 1889.
2. H. LUNDEGÄRDH: Die quantitative Spektralanalyse d. Elemente I—II. Jena 1929 u. 1934.
3. W. SCHUHKNECHT: Spektralanalytische Bestimmung von Kalium. Angew. Chemie, 50. Jahrg., 1937. S. 299.
4. H. LUNDEGÄRDH u. K. BORATYNSKI: Über die spektralkolorimetrische Bestimmung von Kalium. Svensk Kem. Tidskr., 50:e årg., 1938. S. 135.
5. H. BACKLUND: Om anortiten i gabbroen på Rådmansö. G. F. F. Bd. 52, H. 4, 1930. S. 674.
6. T. DU RIETZ: Studies on the rocks of Rådmansö. G. F. F. Bd. 51, H. 4, 1929. S. 473.
7. W. W. NIKITIN: Korrekturen u. Vervollständigungen der Diagramme zur Bestimmung der Feldspate nach FEDOROWS Methode. Min. u. Petr. Mitt. Bd. 44, H. 2—3, 1933. S. 117.
8. T. KROKSTRÖM: Über Lichtbrechungsbestimmungen nach der Immersionsmethode in Dünnschliffen mit einer schief austretenden opt. Symmetrieachse. B. G. I. U. Vol. XXII, 1930. S. 281.
9. F. BECKE: Zur Physiographie der Gemengteile der kryst. Schiefer. Denkschr. d. kaiserl. Akad. d. Wissensch., Math.-naturwiss. Klasse. 75. Bd, I. Halbbd, 1913. S. 97.
10. H. ALLING: The mineralogy of the feldspars. Part I. J. of Geology. Vol. XXIX, nr 3, 1921. S. 193.
11. R. W. GORANSON: The determination of plagioclase feldspars. The Amer. Mineralogist. Vol. 11, n:o 6, 1926. S. 139.
12. A. KÖHLER: Zur Bestimmung der Plagioklase in Doppelzwillingen nach dem Albit- und Karlsbadergesetz. Tschem. Min. u. Petr. Mitt. Bd. 36, H. 1, 2 (Neue Folge), 1923, S. 42.
13. M. BEREK: Mikroskopische Mineralbestimmung mit Hilfe der Universal-drehtischmethoden. Berlin 1924.
14. G. PALIUC: Untersuchungen der Plagioklase einiger tertiären Ergussgesteine Siebenbürgens (Rumänien) mittelst der Universal-drehtischmethode. Schweiz. Min. u. Petr. Mitt. XII. Bd, 1932. S. 423.
15. ED. WENK: Statistische Drehtischuntersuchungen an Plagioklasen rumänischer Ergussgesteine. Schweiz. Min. u. Petr. Mitt. XIII. Bd, 1933. S. 205.
16. W. LARSSON: Petrology of interglacial volcanics from the Andes of Northern Patagonia. B. G. I. U. Vol. XXVIII, 1940. S. 191.
17. M. REINHARD: Universal-drehtischmethoden. Basel 1931.
18. W. LARSSON: Der Nygård-Pluton. B. G. I. U. Vol. XXV, 1935. S. 13.
19. M. GYSIN: Sur la présence de la mâcle de l'acline A dans les plagioclases. Schweiz. Min. u. Petr. Mitt. V. Bd, 1925. S. 128.
20. F. HOMMA: Über das Ergebnis von Messungen an zonaren Plagioklasen aus Andesiten mit Hilfe des Universal-drehtisches. Schweiz. Min. u. Petr. Mitt. XII. Bd, 1932. S. 345.

S. G. U. = Sveriges Geol. Undersökning, G. F. F. = Geol. Föreningens i Stockholm Förhandlingar, B. G. I. U. = Bulletin of the Geol. Instit. of Upsala.

Gedruckt ²⁸/₁₂ 1941.

