

## 4. Mineralogische Notizen.

### 2. Über den Amphodelith und ähnliche umgewandelte Anorthite.

Von

David Malmqvist.

1. **Einleitung.** In der Mitte des vorigen Jahrhunderts wurde dem Amphodelith und den amphodelithähnlichen Mineralen Rosit (Rosellan), Pyrrholith, Polyargit, Latrobit (Diploit), Lepolith und Lindsayit von Seiten der Mineralogen viel Interesse zugewandt. Man unterzog damals diese Minerale einer chemischen Untersuchung und fand, dass die Analyseergebnisse bedeutend von der Anorthitformel abwichen, trotzdem sie an äusserem Habitus dem Anorthit nahe standen. Man zweifelte daran, ob sie zu den Anorthiten überhaupt gerechnet werden sollten. Späterhin zeigte aber v. KOKSCHAROW (1), dass Amphodelith, Lepolith und Lindsayit streng krystallographisch den Anorthiten angehörten. In den modernen Lehr- und Handbüchern sind sie darum alle als umgewandelte Anorthitvarietäten bezeichnet. Worin diese Umwandlung besteht, welche Mineralneubildungen bei der Zersetzung stattfindet, wurde aber nicht von den interessierten Mineralogen näher untersucht.

Mikroskopisch-optische Untersuchungen der genannten Minerale führten erstmals H. FISCHER (2) und dann DES CLOIZEAUX (3) aus. Der letztgenannte wies nach, dass sie in optischer Hinsicht (Auslöschungswinkel) gut mit den Anorthiten übereinstimmten, aber von der Umwandlung konnte er nichts aussagen. In der allerletzten Zeit ist der Amphodelith von G. FLINK (4) und H. v. ECKERMANN (5) untersucht worden.

Zu Anfang der vorliegenden Untersuchung lag die Absicht vor, optische Bestimmungen an dem Amphodelith auszuführen. Während des Fortgangs der Arbeit wurde es mir aber klar, dass die übrigen oben genannten Minerale dem Amphodelith so nahe stehen, dass es zwecklos wäre eines dieser Minerale zu behandeln ohne die anderen miteinzubegreifen. Ich habe folglich auch an den übrigen einige optische Bestimmungen ausgeführt. Hierdurch wurde es auch möglich, eine Revision der ganze Gruppe zu unternehmen.

Da es sich gezeigt hat, dass alle diese Minerale in einer bestimmten Paragenese vorkommen, sind sie wahrscheinlich unter denselben petrogenetischen Bedingungen gebildet. Hiermit hängt sicherlich die charakteristische Umwandlung der Minerale zusammen. Ich habe in dem letzten Teil dieses Aufsatzes versucht, einige Schlüsse aus dieser Tatsache zu ziehen.

2. **Mineraluntersuchungen.** A. *Amphodelith*. Mit Amphodelith hat man den umgewandelten Anorthit bezeichnet, welcher zwei deutliche Spaltrichtungen zeigt, eine rosenrote bis grauviolette Farbe besitzt und eine Härte  $> 5$  hat.

Im mineralogischen Institute der hiesigen Universität befindet sich ein Amphodelithkrystall von Tunaberg, der sich besonders gut zu optischen Bestimmungen eignet. Er ist in einem Diopsid-Kalkgesteine eingewachsen. Die frischeren Partien des Krystalls sind durchscheinend,

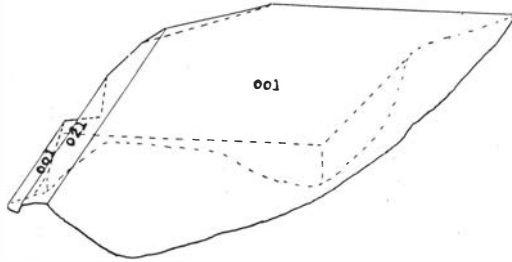


Fig. 1. Amphodelithkrystall von Tunaberg. Vergr. 3  $\times$ .

aber sie zeigen immer den charakteristischen, hellrosa Farbton. In der Begrenzungszone zum Diopsid wird das Material undurchsichtig und geht in dunklere, rote Farben über.

Morphologie. Die Dimensionen des Krystalls sind 8 mm nach der  $a$ -Achse, 15 mm nach der  $b$ -Achse, 12 mm nach der  $c$ -Achse. Die Spaltbarkeit nach der Basis ist gut, nach dem Orthopinakoide etwas schlechter entwickelt. Die Flächen sind nicht so gut entwickelt, dass sie eine Winkelmessung mit dem Reflexionsgoniometer zulassen. Sie sind deswegen mit dem Kontaktgoniometer identifiziert worden. Fig. 1 repräsentiert eine Zeichnung des Krystalls mit den Achsenverhältnissen des Anorthits nach der Projektionsmethode ST. JOLLES (6). Um ein gutes perspektivisches Bild zu erhalten sind die Achsen  $15^\circ$  in der Horizontal Ebene gedreht. Wie aus der Figur hervorgeht, sind die Flächen  $k'$  ( $\bar{1}00$ ),  $M'$  ( $0\bar{1}0$ ),  $P$  ( $001$ ),  $n$  ( $0\bar{2}1$ ),  $e$  ( $021$ ),  $T'$  ( $\bar{1}10$ ),  $\alpha$  ( $\bar{1}12$ ),  $\gamma$  ( $\bar{2}01$ ) vertreten.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bezeichnungen hier und unten (S. 172 u. 175) nach V. GOLDSCHMIDT, Atlas der Kristallformen, Bd. III, S. 200. Hbg 1916.

Die Flächen an der linken Seite der Figur gehören einem kleinen Krystallindividuum an, das den grossen Krystall durchwächst und mit ihm einen Zwilling nach dem Albitgesetz bildet. Makroskopisch sieht man übrigens einen gut markierten Zwillingstreifen nach dem Periklingesetz auf den Flächen  $n$  und  $\alpha$ .

Die Zwillinge und Spaltrichtungen habe ich mit dem Universal-drehtische FEDOROWS studiert. Die optischen Symmetrieebenen der verschiedenen Krystallindividuen sind auf gewöhnlicher Weise aufgesucht und die Pole der Spaltrichtungen, Zwillingachsen und Verwachsungsbe-



Mikr.-Phot. D. Malmqvist.

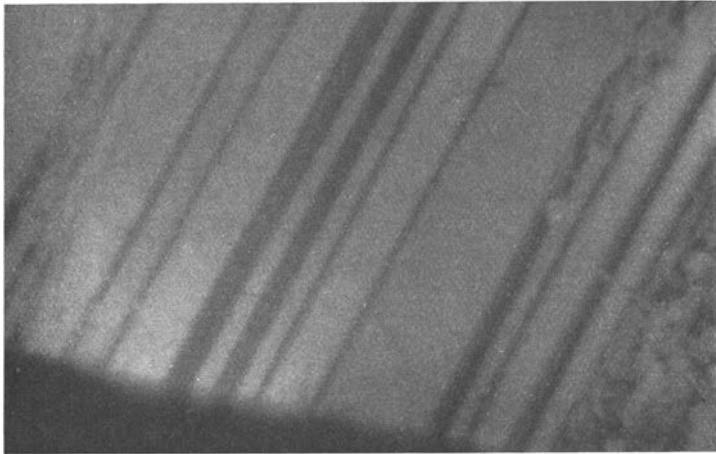
Fig. 2. Amphodelith Schliff// $(001)$ . Der grosse Zwilling gehört dem Albitgesetz, der polysynthetische Zwilling dem La Roc Tourné-Gesetz an. Vergr. 26 X. Nicol +.

nen in ein stereographisches Diagramm mit den Koordinaten der optischen Symmetriechsen  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  eingezeichnet. Tabelle I gibt die gefundenen Werte der Koordinaten nebst dem Anorthitgehalt nach dem USSOWSchen Diagramm an.

Tabelle I.

Spaltbarkeit	Zwilling	Verwachs.-Eb.	Zw.-Achse	Koordinaten			An-Gehalt
				$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
$(010)$	—	—	—	$54^\circ$	$56^\circ,5$	$-49^\circ$	98 %
$(001)$	—	—	—	$53^\circ$	$74^\circ,5$	$41^\circ$	95 %
$(1\bar{1}0)$	—	—	—	$85^\circ$	$6^\circ,5$	$86^\circ$	96 %
—	Albit	$(010)$	—	$62^\circ$	$62^\circ$	$-58^\circ,5$	99 %
—	Periklin	—	$[010]$	$53^\circ,5$	$60^\circ$	$-50^\circ,5$	100 %
—	»	Rh. S.	—	$61^\circ$	$64^\circ,5$	$40^\circ$	98 %
—	La Roc Tourné	—	$\perp[001]//(010)$	$-82^\circ$	$19^\circ$	$73^\circ$	100 %
—	»	$\perp[001]$	—	$-35^\circ,5$	$84^\circ$	$-55^\circ$	92 %

Ein Schliff // (001) weist zwei Spaltrichtungen nach (010) und ( $1\bar{1}0$ ) auf, von welchen die letztere sehr undeutlich ist. Der Durchwachsungszwilling der Figur 2 gehört einem Normal-Zwilling nach dem Albitgesetz an, und es ist derselbe, der auf der Krystalzeichnung Fig. 1 zu sehen ist. In diesem Schliffe tritt ferner ein polysynthetischer Zwilling auf, dessen Zwillingachse  $\perp[001]//(010)$ , und von dem der Pol der Verwachsungsebene // [001] verläuft. Es ist dies ein La Roc Tourné-Zwilling, der, wie E. HERRMANN hervorhebt, bei den Plagioklasen sehr gewöhnlich ist. Die gesetzmässige Verwachsungsebene ist aber (010). Nur in einem einzigen Falle bei einem Oligoklas-Andesin hat HERRMANN (7) die Verwachsungsebene  $\perp[001]$  konstatiert.



Mikr.-Phot. D. Malmqvist.

Fig. 3. Amphodelith. Schliff // ( $1\bar{1}0$ ). — Die hellen und dunkleren Lamellen bilden einen Periklinzwilling, die dunkleren und schwarzen einen La Roc Tourné-Zwilling. Vergr. 141 X. Nicol +.

In einem Schnitte // ( $1\bar{1}0$ ) kann man eine Spaltbarkeit nach (001) und zwei polysynthetische Zwillinge identifizieren. Der eine von den letzteren folgt dem oben behandelten La Roc Tourné-Gesetz, der andere dem Periklingesetz. (Siehe Figur 3.)

Spezifisches Gewicht. Das spezifische Gewicht wurde mittels der Suspensionsmethode und der Westphalschen Wage gemessen. Als Flüssigkeit wurde CLERICIS Lösung angewandt. Bei den ausgewählt reinsten Mineralflittern konnte eine Schwankung des spezifischen Gewichts zwischen 2,754—2,760 konstatiert werden. Da das Material bei der Umwandlung teilweise leichter wird, ist der letzte Wert vorzuziehen. Der Fehler der Bestimmung kann  $< 0,002$  geschätzt werden. Das spezifische Gewicht des reinsten Materials ist:

$$d_{20^{\circ}} = 2,760 \pm 0,002.$$

An-Gehalt (nach DUPARC  
und REINHARD 1924)  
98,5%

Optische Eigenschaften. Die Auslöschungswinkel sind:

		An-Gehalt
auf der (001)-Fläche . . . . .	= $-40^{\circ},9$ (KÖHLER 1923) (8)	95 %
im Schnitte $\perp \gamma$ (auf dem FEDOROWTISCHE bestimmt)=	$-54^{\circ},7$ (BECKE 1913) (9)	99,5 %
die maximale Auslöschung . . . . .	= $90^{\circ}$ (KÖHLER 1923)	100 %

Weil der Krystall stark verzwillingt war, konnte die Prismenmethode bei der Bestimmung der Lichtbrechungs-exponenten nicht verwendet werden. Ich habe deswegen die Totalrefraktometermethode nach C. VIOLA (10) angewandt. Die Messung des Totalreflexionswinkels gestattet eine Genauigkeit von  $< 1'$ , welches 0,0003 bei den Lichtbrechungs-exponenten entspricht. Die gefundenen Werte waren (bei dem Lichtbrechungs-exponent der Glashalbkugel  $n_{Na} = 1,7977$ ):

	Totalreflexionswinkel	Lichtbrechung	An-Gehalt (nach DUPARC und REINHARD 1924)
$\gamma_{Na}$	$61^{\circ}59'40''$	$1,5872 \pm 0,0003$	99,2 %
$\beta_{Na}$	$61^{\circ}40'50''$	$1,5825 \pm 0,0003$	98,0 %
$\alpha_{Na}$	$61^{\circ}38'30''$	$1,5745 \pm 0,0003$	98,4 %

Die Hauptdoppelbrechungen wurden nach dem NIKITINSCHEN (11) Verfahren bestimmt. Der grosse Fehler beruht auf die Dickenbestimmung, die eine Genauigkeit von nur 5 % zulässt. Dicke des Schliffes = 23,7  $\mu$ .

	Gangunterschiede in $\mu\mu$	Doppelbrechung	An-Gehalt (nach DUPARC u. REINHARD)
$\beta - \alpha$	196,5	$0,0084 \pm 0,0005$	100 %
$\gamma - \alpha$	315,2	$0,0134 \pm 0,0007$	97,6 %
$\gamma - \beta$	118,7 (berechnet)	$0,0050 \pm 0,001$	

Der Achsenwinkel wurde aus den Lichtbrechungs-exponenten berechnet, wobei für die Fehlerberechnung die appr. Formel  $\text{tg } V = \sqrt{\frac{\beta - \alpha}{\gamma - \beta}}$  angewandt und  $[d\alpha] = [d\beta] = [d\gamma] = 0,0003$  gesetzt worden ist; die angeführte Berechnung ergab:

aus den Brechungs-exponenten . . . . .	$2 V_{Na} = -74^{\circ},5 \pm 1^{\circ},5$
aus der Doppelbrechung berechnet . . . . .	$2 V = -75^{\circ},8 \pm 2^{\circ},2$
nach der FEDOROW-Methode bestimmt . . . . .	$2 V = -74^{\circ},6 \pm 1^{\circ},0$
» » BEREK. » » . . . . .	$2 V = -74^{\circ},0 \pm 1^{\circ},0$

Wenn man für die Bestimmung des An-Gehalts die sichersten Werte, also sämtliche Brechungs-exponenten nimmt, erhält man einen Plagioklas mit im Mittel

$$98,5 \% An.$$

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Amphodeliths treten die aggregatpolarisierenden Umwandlungsprodukte als ein sehr charakteristisches Merkmal auf, wie aus den Photographien (Fig. 2 o. 3) hervor-

geht. Sie folgen meistens Spaltrichtungen und Verwachsungsebenen. Zuweilen herrscht in derselben Aggregatanhäufung eine bestimmte optische Orientierung, besonders wenn sie in den Zwillingungsverwachsungen liegt, wo sie sich oftmals zu verhältnismässig grossen Krystallindividuen gesammelt hat.

Im Schnitte // (001) war es möglich einige optische Bestimmungen eines solchen Krystallindividuums, das sich in der Verwachsungsebene des Albitzwillings befand, zu machen. Es zeigte engliegende, scharfe Spaltbarkeit, die mit der Auslöschungsrichtung  $\gamma'$  einen Winkel von  $1^\circ$  bildete. Die Hauptdoppelbrechung wurde mit BEREKS Kompensator zu  $\gamma - \alpha = 0,038 \pm 0,002$  bestimmt. Die Lichtbrechung war:  $\alpha' < 1,581 < \gamma'$  ( $1,581 = \gamma'$  des Amphodeliths auf (001)). Wie auch später bewiesen werden soll, repräsentiert das Mineral einen Muscovit, dessen  $c$ -Achse parallel der Albitzwillingsachse läuft. In den Parteen des Amphodeliths, wo polysynthetische Zwillingsbildung entwickelt ist, sieht man, wie die Doppelbrechung des Muscovits grösser im Schnitte parallel einer Prismenfläche als in dem der Basisfläche wird. Man kan also auch in diesen Fällen vermuten, dass der Muscovit sich so orientiert, dass seine  $c$ -Achse sich parallel der Normalen zur Zwillingssebene anordnet.

Chemische Zusammensetzung. Das Analysenmaterial wurde so separiert, dass sein spez. Gewicht zwischen 2,740—2,760 lag. Unter der Lupe wurden die reinsten Flitter ausgewählt. Die von Dr. N. SAHLBOM ausgeführte Analyse ergab (Tab. II a):

Tabelle II.

	a	b	c	d	e
SiO <sub>2</sub>	44,22	43,84	72,70	4,64	10,16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	35,79	35,65	34,88	4,21	5,13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,52	0,52	0,33	0,33	0,33
CaO	16,32	16,26	28,99	—	—
MgO	0,12	0,12	0,30	0,30	0,30
K <sub>2</sub> O	1,89	1,88	2,00	1,53	2,00
Na <sub>2</sub> O	0,47	0,47	0,76	—	—
H <sub>2</sub> O	1,27	1,26	6,99	6,99	6,99
	100,40	100,00			
Feuchtigkeit	0,13 %				
			An: Ab: Or	An: Ab: Or	
Feldspatzusammensetzung			92,2: 4,8: 3,0	95,0: 5,0: 0,0	
			R <sub>2</sub> O: RO: R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : RO <sub>2</sub> : H <sub>2</sub> O	R <sub>2</sub> O: RO: R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : RO <sub>2</sub> : H <sub>2</sub> O	
Verhältnisse der Restoxyde:	0,33: 0,07: 1:	1,1: 1,5	0,36: 0,05: 1:	1,9: 1,3	
Umwandlungsgrad			10,8 %	15,3 %	

II. b Analyse auf die Summe 100 umgerechnet.

II. c Molekularproportionen von II. b.

In II. d sind als Plagioklas alles CaO, Na<sub>2</sub>O und ihre Äquivalente nebst 3 Mol % Or, welches die höchste Mischbarkeit von Or mit den

Plagioklasen (mit 90 % An) in den Eruptivgesteinen nach dem Diagramme H. JOHANSSONS (12) entspricht, von II. b abgezogen. Die hieraus berechnete Plagioklaszusammensetzung, das Mol.-Verhältnis der Restoxyde und der Umwandlungsgrad (in Gewichtsprozent) sind in derselben Kolonne unten angegeben.

Unter II. e ist dieselbe Berechnungsweise angewandt, doch ohne Abzug von Or.

Wie aus der Tabelle II hervorgeht, stimmen die letzteren Werte (II. e) am besten mit den optischen Bestimmungen überein. Hier nähert sich der Anorthitgehalt dem des optischen Befundes, und der Rest wird zugleich der Idealformel des Muscovits mit einem Oxydverhältnis  $R_2O:RO:R_2O_3:RO_2:H_2O = 0,33:0,00:1:2,0:0,66$  sehr ähnlich. Es sieht also aus, als ob  $K_2O$  nicht oder wenigstens in einer sehr geringen Quantität in die Feldspatkomponente einginge. Die Oxyde  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $H_2O$  gehören wahrscheinlich dem Muscovit an.

Im Zusammenhang mit dem Chemismus des Amphodeliths steht auch dessen Farbe. L. SVANBERG (13) nimmt bei seiner Untersuchung des Rosits an, dass die Farbe dieses Minerals auf eine Beimengung von  $Mn_2O_3$  zurückzuführen sei. V. ECKERMANN (14) vermutet, dass die Farbe des Amphodeliths von  $Fe_2O_3$  in dem Plagioklasmolekül herrühren sollte. Wahrscheinlicher scheint es doch, die Farbe mit der Muscovitumwandlung zu erklären. Die Glimmer, besonders die Lepidolithe, zeichnen sich ja in kleinschuppigen Aggregaten durch charakteristische rosa Farbtöne aus. Für diese Annahme spricht auch die Tatsache, dass die Intensität der Farbe mit der Umwandlung zunimmt.

Berechnet man V. ECKERMANN'S Analyse auf dieselbe Weise (siehe Tabelle III) wie oben, nähert sich die Restzusammensetzung mehr dem Phlogopit.

Wie schon früher V. ECKERMANN (14) bemerkt hat, gleicht der Anorthit von Malgola bedeutend dem Amphodelith. Dass bei diesem Anorthit eine Muscovitumwandlung vorliegt, ist deutlich, welches übrigens J. LEMBERG geahnt hat (siehe Tabelle III).

Die älteren Amphodelithanalysen von N. NORDENSKIÖLD (16) und L. SVANBERG (17) können auf diese Weise nicht berechnet werden, weil diese Forscher wahrscheinlich keine Bestimmungen der Alkalien ausgeführt haben.

Tabelle III.

	1 a	1 b	1 c	1 d
$SiO_2$	44,51	73,81	8,43	13,49
$Al_2O_3$	27,90	27,30	0,39	1,20
$Fe_2O_3$	1,41	0,88	0,88	0,88
$MgO$	2,34	5,85	5,85	5,85
$CaO$	13,45	24,02	—	—
$K_2O$	3,27	3,48	3,04	3,48

	I a	I b	I c	I d
Na <sub>2</sub> O	1,29	2,08	—	—
F	0,24	1,26	1,26	1,26
H <sub>2</sub> O	<u>5,51</u>	30,01	30,01	30,01
	99,92			
		An: Ab: Or		An: Ab: Or
Feldspatzusammensetzung . . . . .		82,7: 14,3: 3,0		85,2: 14,8: 0,0
		R <sub>3</sub> O: RO: R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : RO <sub>2</sub> : F		R <sub>2</sub> O: RO: R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : RO <sub>2</sub> : F
Verhältnis der Restoxyde . . . . .		2,4: 4,5: 1: 6,6: 1		1,7: 2,8: 1: 6,4: 0,6
Umwandlungsgrad . . . . .		17,9 %		22,0 %
	2 a	2 b		2 c
SiO <sub>2</sub>	45,23	75,00		21,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,24	33,50		10,44
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,16	0,73		0,73
MgO	0,20	0,50		0,50
CaO	11,83	21,09		—
K <sub>2</sub> O	3,38	3,59		3,59
Na <sub>2</sub> O	1,22	1,97		—
H <sub>2</sub> O	<u>1,88</u>	10,43		10,43
	99,14			
				An: Ab: Or
Feldspatzusammensetzung . . . . .				84,3: 15,7: 0,0
				R <sub>2</sub> O: RO: R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : RO <sub>2</sub> : H <sub>2</sub> O
Verhältnis der Restoxyde . . . . .				0,32: 0,05: 1,0: 1,9: 1,0
Umwandlungsgrad . . . . .				29,9 %

1. Amphodelith von Mansjö. Anal. Dr. SAHLBOM. Geol. För. Förh. Bd. 46, 1922, 341.

2. Anorthit von Malgola (Predazzo), Anal. J. LEMBERG Z. Dtsch. Geol. Ges. 24, 1872, 188.

B. *Polyargit*, *Pyrrholith*, *Rosit* (*Rosellan*) und *Latrobit* (*Diploit*). Diese Minerale sind hauptsächlich von dem Amphodelith dadurch verschieden, dass sie eine geringere Härte, eine sehr undeutliche Spaltbarkeit nach (010), einen kleinen CaO- und hohen K<sub>2</sub>O-Gehalt zeigen. Unter einander zeigen sie keine Unterschiede mit Ausnahme der chemischen Zusammensetzung, welche von dem Umwandlungsgrad abhängig ist. (Siehe Tab. V.)

Optische Konstanten. Einige optische Bestimmungen des Rosits von Tunaberg, der in demselben Diopsid-Kalkgestein wie der Amphodelith eingewachsen vorkommt, seien hier angeführt. Das Mineral ist beinahe durch und durch umgewandelt, zeigt aber einzelne frische Partien, die Bestimmungen ermöglichten. (Siehe Figur 4.)

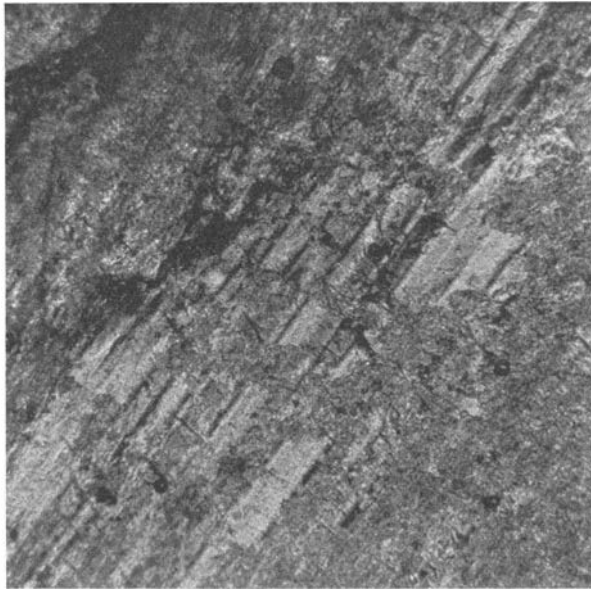
Mit dem Universaldrehtische FEDOROWS wurden die Zwillinge und Spaltrichtungen der Tabelle IV festgelegt.



Tabelle IV.

Spaltbarkeit	Zwilling	Zw.-Achse	Zw.-Ebene	Koordinaten			An-Gehalt
				$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
(001)	—	—	—	54°	73°	40°,5	98 %
(010)	—	—	—	55°	56°	—49°	95 %
—	Periklin	[010]	—	48°,5	65°	—48°,5	93 %
—	»	—	Rh. S.	69°,5	61°,5	43°,5	88 %

Spez. Gewicht = 2,750 ± 0,002 (21°,4) . . . . . An-Gehalt (nach DUPARC u. REINHARD) 91 %.



Mikr.-Phot. D. Malmqvist.

Fig. 4. Rosit. Schliff // (001). — Frische Partie mit Periklinlamellen inmitten der übrigen umgewandelten Substanz. Vergr. 82 X. Nicol +.

Die Auslöschungswinkel,		An-Gehalt
auf der (001)-Fläche . . . . .	= -39°,9 (KÖHLER)	94,5 %
die maximale Auslösung . . . . .	> 83°,8 (KÖHLER)	100 %

Die Lichtbrechung mittels der Immersionsmethode bestimmt,

$$\alpha = 1,576 \pm 0,002$$

$$1,583 < \beta < 1,586$$

$$\gamma = 1,588 \pm 0,002.$$

Die Hauptdoppelbrechungen, nach NIKITINS Verfahren gemessen (Dicke des Schliffes = 48,3  $\mu$ ):

Gangunterschiede in $\mu\mu$	Doppelbrechung	An-Gehalt (nach DUPARC u. REINHARD)
$\beta - \alpha$	0,0078 ± 0,0005	95 %
$\gamma - \beta$	0,0048 ± 0,0003	91 %
$\gamma - \alpha$	0,0126 ± 0,0008	94,5 %

## Der Achsenwinkel,

aus den Hauptdoppelbrechungen berechnet . . .  $2V = -74^{\circ}.7 \pm 2^{\circ}$ nach BEREKS Methode bestimmt . . . . .  $2V = -75^{\circ}.2 \pm 1^{\circ}$ .

Wie aus den Bestimmungen hervorgeht, repräsentiert das frische Mineral einen Plagioklas, dessen Anorthitgehalt im Mittel 95 % beträgt.

Chemische Zusammensetzung. In der Tabelle V sind sämtliche ältere Analysen dieser Minerale zusammengestellt und in derselben Weise wie bei dem Amphodelith umgerechnet. Aus der Tabelle ist zu ersehen, dass sie in den meisten Fällen in Plagioklas und Muscovit aufgeteilt werden können. Weiter ist der hohe Umwandlungsgrad zu beachten, der zuweilen bis etwa 80 Gewichtsprozent steigen kann.

Tabelle V.

A.	1 a	1 b	1 c	2 a	2 b	2 c	3 a	3 b	3 c
SiO <sub>2</sub>	43,88	72,77	47,85	44,13	73,19	53,39	44,90	74,46	61,66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	35,70	34,93	24,89	35,12	34,36	24,46	34,51	33,76	27,36
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,11	0,07	0,07	0,96	0,60	0,60	0,69	0,43	0,43
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	0,19	0,12	0,12
FeO	0,79	1,10	1,10	—	—	—	—	—	—
MgO	1,07	2,65	2,65	1,43	3,54	3,54	2,45	6,08	6,08
CaO	4,95	8,83	—	5,55	9,90	—	3,59	6,40	—
K <sub>2</sub> O	6,52	6,92	6,92	6,73	7,20	7,20	6,63	7,04	7,04
Na <sub>2</sub> O	0,75	1,21	—	—	—	—	—	—	—
F	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O	5,84	32,41	32,41	5,29	29,36	29,36	6,53	36,25	36,25
	99,61			99,21			99,49		
Sp. Gew.	2,745						2,72		
Fspztz. . . . .		78,5 : 21,5			100 : 0,9			100 : 0,9	
Vhlt. . . . .		0,28 : 0,15 : 1 : 1,9 : 1,3			0,29 : 0,14 : 1 : 2,1 : 1,1			0,26 : 0,23 : 1 : 2,2 : 1,3	
Umw. . . . .		68,5 %			71,5 %			81,4 %	
B.	4 a	4 b	4 c	5 a	5 b	5 c	6 a	6 b	6 c
SiO <sub>2</sub>	43,83	72,69	46,19	45,12	74,83	47,39	44,65	74,05	44,53
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,61	33,86	25,85	35,64	34,88	23,32	36,81	36,01	21,25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03	0,02	0,02	0,14	0,09	0,09	3,16	1,98	1,98
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	0,30	0,19	0,19	—	—	—
CaO	3,02	5,39	—	5,88	10,48	—	8,28	14,76	—
FeO	0,26	0,36	0,36	—	—	—	—	—	—
MgO	1,29	3,20	3,20	0,26	0,64	0,64	0,63	1,56	1,56
K <sub>2</sub> O	7,65	8,12	8,12	6,93	7,36	7,36	6,58	6,98	6,98
Na <sub>2</sub> O	1,62	2,62	—	0,67	1,08	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O	7,42	41,19	41,19	4,92	27,31	27,31	2,04	11,32	11,32
	99,73			99,86			102,15		

Sp. Gew.	2,748		2,768					
Fptz.	. . . . .	56,0 : 44,0		83,0 : 17,0			100 : 0,0	
Vhlt.	. . . . .	0,32 : 0,13 : 1 : 1,8 : 1,5		0,31 : 0,02 : 1 : 2,0 : 1,1			0,30 ; 0,07 : 1 : 1,9 : 0,49	
Umw.	. . . . .	70,8 %		64,8 %			61,0 %	

C.

	7 a	7 b	7 c	8 a	8 b	8 c	9 a	9 b	9 c
SiO <sub>2</sub>	46,85	77,69	46,61	41,78	69,29	34,65	45,20	74,96	51,66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29,31	28,68	15,82	32,83	32,12	14,70	31,04	30,37	20,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,31	1,45	1,45	—	—	—	3,43	2,15	2,15
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	5,77	3,67	3,67	—	—	—
FeO	0,11	0,15	0,15	—	—	—	—	—	—
MnO	1,15	1,62	1,62	—	—	—	0,68	0,96	0,96
MgO	1,38	3,42	3,42	—	—	—	1,20	2,98	2,98
CaO	6,46	11,52	—	9,79	17,42	—	5,21	9,28	—
Na <sub>2</sub> O	0,83	1,34	—	—	—	—	0,49	0,79	—
K <sub>2</sub> O	7,31	7,76	7,76	6,58	6,98	6,98	7,12	7,56	7,56
H <sub>2</sub> O	4,49	24,92	24,92	2,04	11,32	11,32	5,70	31,64	31,64
	100,20			98,79			100,07		
Sp. Gewicht.	. . . . .						2,749		
Fptz.	. . . . .	81,1 : 18,9			100 : 0,0			85,5 : 14,5	
Vhlt.	. . . . .	0,45 : 0,30 : 1 : 2,7 : 1,4		0,38 : 0,0 : 1 : 1,9 : 0,61			0,34 : 0,17 : 1 : 2,3 : 1,4		
Umw.	. . . . .	63,1 %		50,4 %			68,8 %		

Die a-Kolonne: Gewichtsprozent.

Die b- » Mol.-Prop.

Die c- » » » der Restoxyde.

1. Rosit von Torö. Anal. L. PALMGREN, Geol. För. Förh. I, 1872—73, 189.
2. » » Tunaberg. Anal. SVANBERG, Vet. Akad. Handl. Stockholm 1840, 164.
3. Rosit von Åker. Anal. SVANBERG, Vet. Akad. Handl. Stockholm 1840, 159.
4. Polyargit von Torö. Anal. L. PALMGREN, Geol. För. Förh. I, 1872—73, 190.
5. Polyargit von Tunaberg. Anal. A. ERDMANN, Vet. Akad. Handl. 1848, 96.
6. Latrobit von Amitok, Labrador. Anal. GMELIN, Pogg. Ann. 3, 1825, 68.
7. » » Glengairn. Anal. F. HEDDLE, Trans. Roy. Soc., Edinburgh. 28, 1877, 262.
8. Latrobit von Amitok. Anal. GMELIN, Pogg. Ann. 3, 1825, 68.
9. » » Glengairn. Anal. F. HEDDLE, Trans. Roy. Soc., Edinburgh, 28, 1877, 262.

C. *Lepolith und Lindsayit*. Lepolith hat N. v. NORDENSKIÖLD (18) einen farblosen Anorthit genannt, dessen Flächen von einer grünen,

braunen oder schwarzen Umwandlungskruste überzogen sind. Die Identität dieses Minerals mit dem Amphodelith und Latrobit ist von BREITHAUPT (19) und v. KOKSCHAROW (1) ausgesprochen worden.

Um feststellen zu können, ob Lepolith und Lindsayit von demselben Umwandlungsprozess wie die vorhin behandelten Minerale betroffen sind, habe ich an ihnen einige Bestimmungen ausgeführt.

In der hiesigen Mineralsammlung fand sich einen Lepolith-Krystall von Orijjärvi, Finnland, der die charakteristischen Kennzeichen dieses Minerals aufwies. Die vielen auftretenden Flächen sind aus der Fig. 5 zu ersehen. Sie sind:  $M$  (010),  $P$  (001),  $e$  (021),  $\Theta$  (023),  $n$  ( $0\bar{2}1$ ),  $t$  (201),  $x$  ( $\bar{1}01$ ),  $y$  ( $\bar{2}01$ ),  $f$  (130),  $l$  (110),  $T$  ( $1\bar{1}0$ ),  $s$  ( $1\bar{3}0$ ),  $f'$  ( $\bar{1}30$ ),  $l'$  ( $\bar{1}10$ ),  $m$  (111),  $a$  ( $1\bar{1}1$ ),  $o$  ( $1\bar{1}1$ ),  $p$  ( $1\bar{1}1$ ),  $g$  ( $\bar{2}21$ ),  $u$  ( $\bar{2}21$ ),  $\mathcal{F}$  ( $1\bar{1}2$ ),  $v$  ( $\bar{2}41$ ),  $\beta$  (241),  $\gamma$  ( $2\bar{4}1$ ),

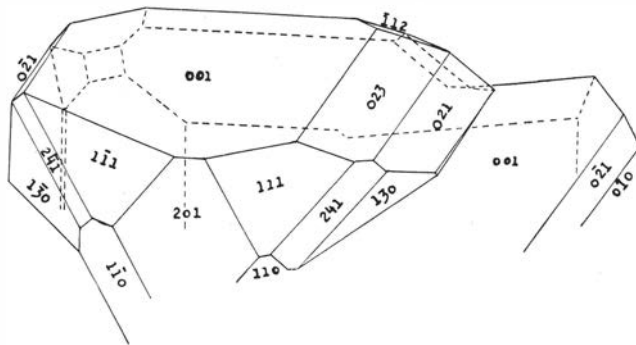


Fig. 5. Lepolithkrystall von Orijjärvi. Vergr. 5 X.

$s$  ( $\bar{4}23$ ), welche sämtliche von KOKSCHAROW (1) früher bestimmt worden sind. Der Krystall ist wie der Amphodelith nach dem Albit- und La Roc Tourné-Gesetz verzwillingt.

Die Spaltrichtungen und Zwillinge sind in Tabelle VI zusammengestellt.

Tabelle VI.

Spaltbarkeit	Zwilling	Zw.-Achse	Verwachsungsebene	Koordinaten			An-Gehalt
				$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
(001)	—	—	—	—	—	—	—
(010)	—	—	—	45°	60°	-53°,5	—
( $1\bar{1}0$ )	—	—	—	83°	8°,5	82°	100 %
—	Albit	$\Delta$ (010)	(010)	—	—	—	—
—	La Roc Tourné	—	$\Delta$ [001]	-41°	82°	-50°	100 %
—	»	$\Delta$ [001]//(010)	—	-74°	24°,5	72°,5	97 %

Spez. Gewicht = 2,778 ± 0,002 (21°,8) (höher als reiner Anorthit).

Die Auslöschungswinkel,

im Schnitte (001) . . . . .	= -41°,5	An-Gehalt	95,5 % (nach KÖHLER 1923)
» » $\perp \gamma$ . . . . .	= -53°,8	»	98,5 % ( » BECKE 1913).
maximaler . . . . .	= 90°	100 % ( » KÖHLER 1923).	

Die Lichtbrechungsexponenten auf einer polierten (001) Fläche mit dem Totalrefraktometer bestimmt:

	Totalreflexionswinkel	Lichtbrechung	An-Gehalt (nach DUPARC u. REINHARD)
$\gamma_{Na}$	61° 58' 20''	1,5863 ± 0,0003	98,5 %
$\beta_{Na}$	61° 39' 40''	1,5822 ± 0,0003	97,5 %
$\alpha_{Na}$	61° 7' 10''	1,5741 ± 0,0003	99,0 %

Die Hauptdoppelbrechungen nach dem NIKITINSchen Verfahren bestimmt (Dicke des Schliffes = 26,5  $\mu$ ):

	Gangunterschiede in $\mu\mu$	Doppelbrechung	An-Gehalt
$\beta - \alpha$	229	0,0086 ± 0,0005	100 %
$\gamma - \beta$	127	0,0049 ± 0,0003	92,5 %
$\gamma - \alpha$	356 (berechnet)	0,0127 ± 0,0008	95 %

Der Achsenwinkel,

nach BEREKS Methode bestimmt . . . . .	$2V$	$= -73^{\circ},9 \pm 1^{\circ}$
aus der Lichtbrechung berechnet . . . . .	$2V_{Na}$	$= -73^{\circ},7 \pm 1^{\circ},5$
aus den Hauptdoppelbrechungen berechnet . . . . .	$2V$	$= -73^{\circ},4 \pm 2^{\circ}$

Der Lepolith ist ohne Zweifel ein Anorthit mit im Mittel 98 % An. Dies stimmt auch gut mit den älteren Analysen überein (Tab. VII).

Tabelle VII.

	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	43,88	43,83	44,16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	36,28	35,23	34,94
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,19	0,61	0,49
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,13	—	—
CaO	19,20	19,37	19,22
Na <sub>2</sub> O	—	—	0,33
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Sp. Gew. . . . .	99,68	99,04	99,74

95,8 Gewichts % An. 97,3 Gewichts % An. 98,7 Gewichts % Plag.  
An : Ab = 97,0 : 3,0.

1. Lepolith von Tunaberg. Anal. E. WALMSTEDT und E. SKÖLBERG. Mineral-Analytiska Studier. Upsala 1849, 25.

2 u. 3. Lepolith von Tunaberg. Anal. LAUR. PET. WALMSTEDT et PET. LINDERHOLM. Disquisitionum Mineralogico-Analyticarum Particula I. Upsaliae 1821, 14.

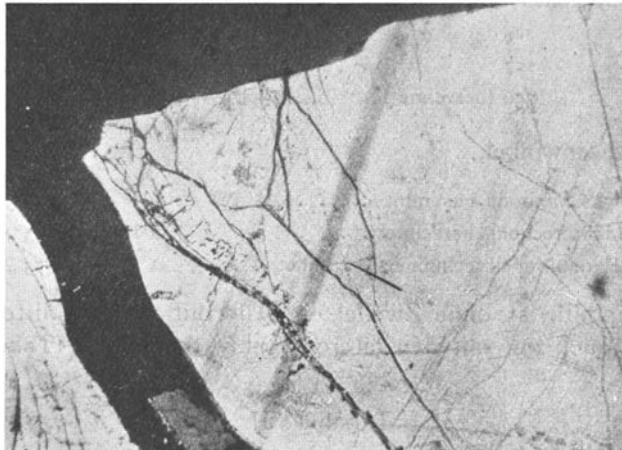
Im Mikroskop (siehe Fig. 6) ist ersichtlich, dass der Lepolith sehr wenig zersetzt ist. Nur längs der mit Kupferkies besetzten Spalten kön-

nen schmale Ränder von aggregatpolarisierenden Substanzen wahrgenommen werden.

Hierdurch scheidet er sich von dem Lindsayit, der eine vollständige Pseudomorphose von Muscovit und etwas Wollastonit nach Anorthit zu sein scheint.

Ich habe einen Lindsayitkrystall von Kisko, Finnland, untersucht. Wie aus der Fig. 7 hervorgeht, treten die Flächen  $P$  (001),  $l$  (110),  $T'$  ( $\bar{1}10$ ),  $s'$  ( $\bar{1}30$ ),  $m$  (111),  $a'$  ( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ),  $w$  ( $\bar{2}41$ ) auf. Das Mineral spaltet nach (001) und (010).

Sp. Gewicht =  $2,834 \pm 0,002$  ( $21^\circ$  C.) (höher als reiner Anorthit).



Mikr.-Phot. D. Malmqvist.

Fig. 6. Lepolith, Schliff // (001). Schief austretende Lamellen eines Zwillingings nach dem La Roc Tourné-Gesetz. Vergr.  $26\times$ . Nicol +.

Im Schliffe sind die ursprünglichen Spalten in der übrigens umgewandelten Masse immer wahrnehmbar. Der Muscovit ist, wenn er sich zu grösseren Individuen sammelt, einheitlich orientiert (siehe Fig. 8).

In einem Schnitte // (010) ist der Austritt von  $\beta$  des Muscovits zu beobachten. Hier wurde die Doppelbrechung

$$\gamma - \alpha = 0,039 \pm 0,002$$

und der Auslöschungswinkel

$$c : \alpha = 3^\circ$$

gemessen.

Weiter bildet die optische Symmetrieebene durch  $\beta$  und  $\gamma$  des Muscovits einen Winkel von  $19^\circ$  mit der Spaltrichtung (001) des ursprünglichen Plagioklasses.

In einem Schliffe // (001) treten die Muscovitschuppen sehr schief gegen die Schnittebene aus und sind nach der Spaltrichtung (010) in die

Länge gezogen. Es ist also wahrscheinlich, dass sich die Glimmerschuppen mit der Basisfläche parallel der Periklinverwachsungsebene gebildet haben.

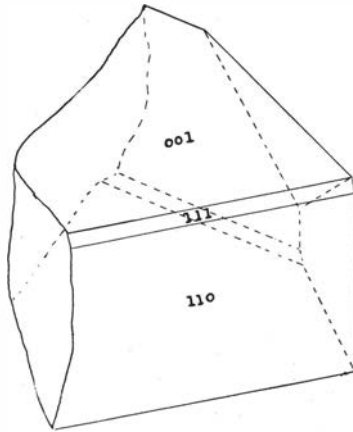
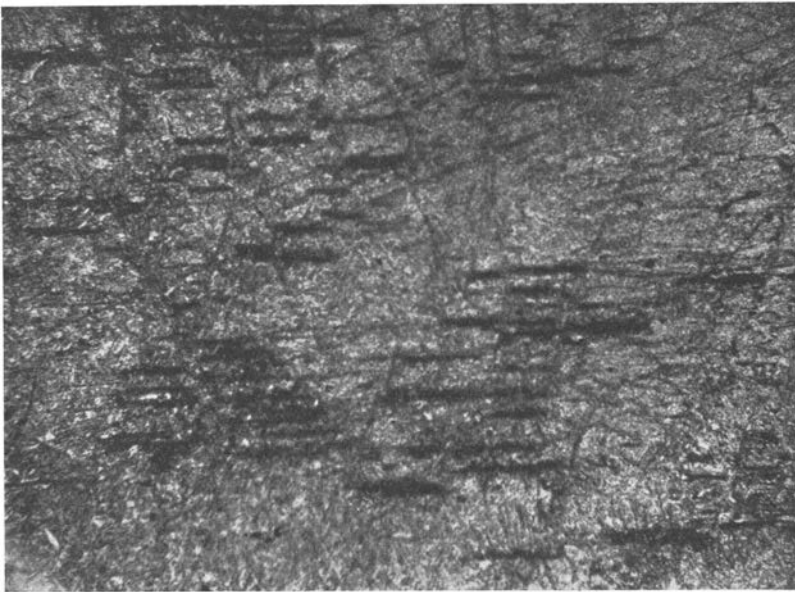


Fig. 7. Lindsayitkrystall von Kisko. Vergr. 3 X.



Mikr.-Phot. D. Malmqvist.

Fig. 8. Lindsayit, Schliff// $(010)$ . — Gleich orientierte Muscovitschuppen in der umgewandelten Substanz. Die Spaltbarkeit nach  $(001)$  ist deutlich sichtbar. Vergr. 82 X. Nicol +.

Unter den Umwandlungsprodukten befindet sich eines, dessen Eigenschaften mit denen des Wollastonits übereinstimmen (Fig. 9). Die optische Achsenebene liegt  $\perp$  einer Spaltrichtung  $[(100)$  des Wollastonits], dessen Spur  $//(010)$  des Plagioklases verläuft. Der optische Charakter ist negativ. NIKITINs Methode ergab die Hauptdoppelbrechungen:

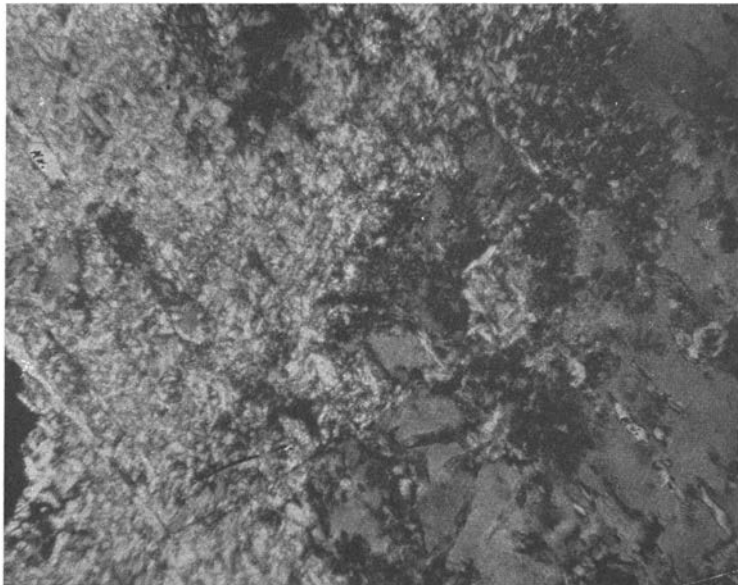
$\gamma-\beta$ . . . . .	0,0018 $\pm$ 0,0002
$\gamma-\alpha$ . . . . .	0,015 $\pm$ 0,001
$\beta-\alpha$ (berechnet) . . . . .	0,013 $\pm$ 0,001

Die Lichtbrechung  $> 1,59$  ( $\gamma$  des Muscovits).

Der Achsenwinkel

aus den Hauptdoppelbrechungen berechnet . . . . .  $2 V = 40^\circ,5 \pm 2^\circ$   
 auf dem FEDOROWTISCHE bestimmt . . . . .  $2 V = 41^\circ,8 \pm 1^\circ$ .

Die ältere Lindsayanalyse deutet eine beinahe vollständige Muscovitumwandlung an (Tabelle VIII). Dass sich daneben zum Teil ein MgO-Silikat gebildet hat, kann man aus dem allzu hohen MgO- und SiO<sub>2</sub>-Gehalt schliessen.



Mikr.-Phot. D. Malmqvist.

Fig. 9. Lindsayit. Schliff //(001). — Grössere Krystallindividuen von Muscovit (Mv) und Wollastonit (Wo). Vergr. 82  $\times$ . Nicol +.

Tabelle VIII.

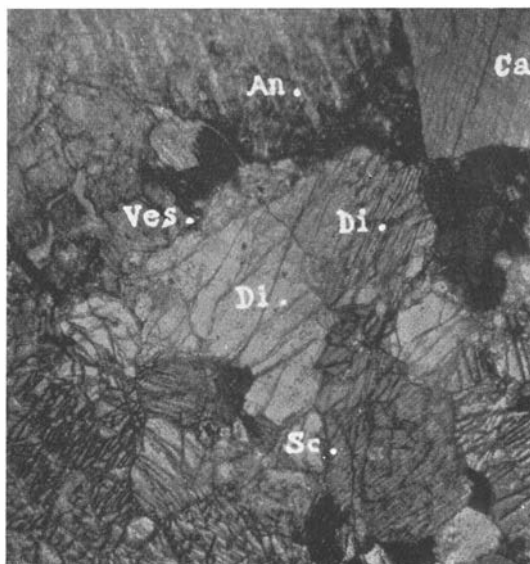
	1 a	1 b	
SiO <sub>2</sub>	42,22	70,02	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,55	26,95	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,98	4,37	
FeO	2,00	2,78	Verhältnis der Oxyde:
MgO	8,85	21,95	R <sub>2</sub> O : RO : R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : SiO <sub>2</sub> : H <sub>2</sub> O = 0,23 :
K <sub>2</sub> O	3,00	3,18	0,78 : 1 : 2,2 : 1,2
Na <sub>2</sub> O	2,53	4,08	
H <sub>2</sub> O	7,00	38,85	
	100,13		

a Gewichtspr., b Molprop.

Anal. HERRMANN, Journ. pr. Chemie 1849, 46, 393.



3. **Zusammenfassung.** Die oben behandelten Minerale, von älteren Autoren als Amphodelith, Rosit (Rosellan), Polyargit, Pyrrholith, Latrobit (Diploit), Lepolith und Lindsayit bezeichnet, repräsentieren Plagioklase mit 80—100 % An, welche einer charakteristischen Umwandlung zu hauptsächlich Muscovit ausgesetzt worden sind. Die fünf erstgenannten kennzeichnen sich durch eine Rosafärbung, die wahrscheinlich von der Muscoviteinmischung verursacht ist. Sie sind als besondere Mineralspezies zu einer Zeit aufgestellt worden, als die chemischen Analysen in allerlei unmotivierte Formeln berechnet wurden, ohne die Umwandlung zu berücksichtigen. Darum scheint es unnatürlich die verschiedenen Namen beizubehalten, wie schon v. ECKERMANN hervorhebt. Besser wäre es



Mikr.-Phot. D. Malmqvist.

Fig. 10. Diopsid-Kalkgestein von Tunaberg. Amphodelithisierter Anorthit (An.), Diopsid (Di.), Skapolith (Sc.), Vesuvian (Ves.) und Calcit (Ca.). Vergr. 26 ×. Nicol +.

dann, sie alle in Analogie mit saussuritisierten Plagioklasen als *amphodelithisierte Anorthite* zu bezeichnen und in jedem einzelnen Fall den Amphodelithisierungsgrad (= Muscovitumwandlungsgrad) prozentisch anzugeben.

#### 4. Die Bildungsbedingungen der amphodelithisierten Anorthite.

Um eine mögliche Erklärung der Entstehung dieser Feldspäte zu geben, habe ich die Assoziation des Vorkommens von Tunaberg näher studiert. Wie schon oben erwähnt, kommen sie in einem Gestein vor, das aus Diopsid-Hedenbergit, Calcit, Skapolith neben Kupferkies besteht. Von akzessorischen Mineralen gibt A. ERDMANN (20) ausserdem Orthit und Titanit an, die es mir nicht zu finden gelang. (Siehe Fig. 10.) Zuweilen ist das Gestein silifiziert und enthält eine grosse Menge von Quarz.

Der Anorthit ist im allgemeinen einer vollständigen Umwandlung unterlegen. Der Calcit liegt als eine Zwischenmasse zwischen den Diopsidkrystallen und ist klar durchsichtig, welches wahrscheinlich auf eine Umkristallisation des ursprünglichen Kalkgesteins hindeutet. Der Diopsid zeigt mit dem Pyroxen aus dem Kontakt zwischen Kalkstein und Granitpegmatit im Mansjögebiete eine grosse Übereinstimmung (Tab. IX).

Tabelle IX.

Die Hauptbrechungsexponenten:

	I	2
$\gamma$ . . . . .	1,7131	1,710(0)
$\beta$ . . . . .	1,6920	1,6881 (ber.)
$\alpha$ . . . . .	1,6848	1,6811 ( » )

Der Achsenwinkel:

	I	2
$2 V$ (best.) =	$59^{\circ},6$	$59^{\circ},6'$
$2 V$ (ber.) =	$60^{\circ},6$	$58^{\circ},58'$

Der Auslöschungswinkel:

	$c : \gamma = 41^{\circ},5$	$40^{\circ},2$
Spez. Gew.	3,326	3,281.

1. Diopsid von Tunaberg.
2. » » Mansjö (v. ECKERMANN).

Nach dem Diagramm von WINCHELL (22) (1923) geben die Brechungsexponenten im Mittel eine Zusammensetzung von 25,6 % CaO, 13,2 % MgO, 7,8 % FeO, welche in ziemlich guter Übereinstimmung mit der Analyse A. ERDMANN'S steht (Tab. X).

Tabelle X.

	I	2
SiO <sub>2</sub>	54,13	53,91
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,90	1,56
CaO	25,15	22,65
MgO	15,01	17,10
FeO	3,69	4,10
MnO	0,30	—
H <sub>2</sub> O	0,64	0,18
	99,82	99,50

1. Anal. A. ERDMANN, Vet. Akad. Handl. 1840, 68.
2. V. ECKERMANN, l. c.

In Form von gerundeten, perlmutterglänzenden Körnern kommt Skapolith in dem Kalkspat an der Grenze des Diopsids spärlich vor. Einen Vergleich der Bestimmungen mit denen eines Skapoliths aus dem Diopsidkontakt von Mansjö gibt untenstehende Tabelle XI.

Tabelle XI.

	I	2
Die Brechungsexp. $\omega$ . . . . .	1,587	1,585
$\varepsilon$ . . . . .	1,557	1,556
Die Doppelbr. $\omega - \varepsilon$ . . . . .	0,030	0,029
Sp. Gew. . . . .	2,744	2,722

1. Skapolith von Tunaberg.
2.       »       » dem Diopsidkontakte im Mansjögebiete (v. ECKERMANN).

Nach dem Diagramm WINCHELLS (nach SUNDIUS) geben die Werte (Tab. XI, 1) 68 % Mej. und (Tab. XI, 2) 72 % Mej (nach v. ECKERMANN).

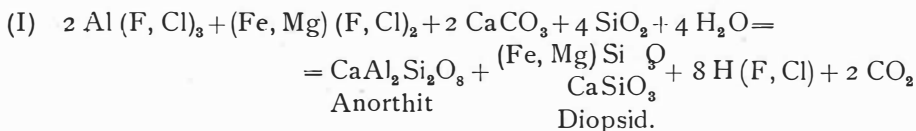
In den am meisten umgewandelten Partien des Anorthits, besonders an den Grenzen zum Diopsid, kann man einen Vesuvian wahrnehmen, dessen Interferenzfarben tief indigoblau sind. Er ist einachsiger und optisch positiv, zeigt eine starke Dispersion, keine Spaltbarkeit und hat eine Lichtbrechung von (nach der Immersionsmethode bestimmt):

$$1,710 < \varepsilon < 1,714$$

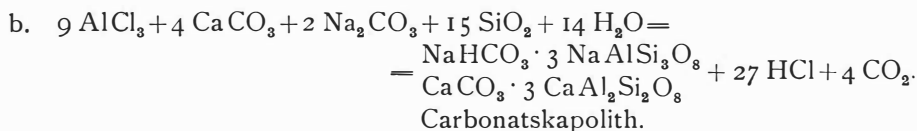
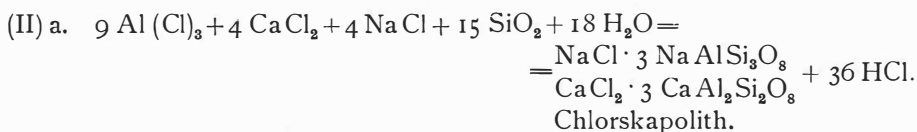
$$1,705 < \omega < 1,710.$$

Wie zu sehen ist, hat die Mineralparagenese viele Ähnlichkeiten mit dem Gesteine jenseits des Diopsidkontaktrandes an dem Granitpegmatit im Mansjögebiete. Sicher kann man also behaupten, dass das behandelte Diopsid-Kalkgestein wie in Mansjö durch eine pneumatolytische oder hydrothermale Einwirkung des Kalkgesteins von Seiten eines Granitmagmas gebildet worden ist. Aus der Beschreibung ERDMANNs (20) kann man übrigens schliessen, dass der Granit nicht weit von dem Gestein entfernt ist. So erwähnt er von den Svartlingsgruben das Vorkommen eines 90 cm. mächtigen Granitgangs unmittelbar im Hangenden des metamorphen Kalkgesteins. Ob der Granit pegmatitisch entwickelt ist, ersieht man leider nicht aus der Beschreibung. Ein regelmässiger Mineralwechsel vom Intrusionkontakt aus wie im Mansjögebiet scheint aber nicht vorhanden zu sein.

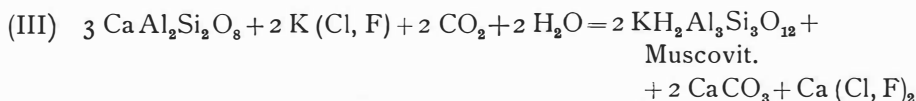
Bei der Entstehung des Amphodeliths und Diopsids muss mit v. ECKERMANN eine Stoffzufuhr des Kalkgesteins von  $\text{SiO}_2$  und Al, Fe, möglicherweise auch Mg, sei es als Halogenide, sei es als andere flüchtige oder wässrige Verbindungen angenommen werden. Schematisch können die Reaktionen in folgender Weise zusammengefasst werden:



Während des Fortganges der Abkühlung des Magmas sind die schwerflüchtigeren oder schwerlöslicheren Fe-, Mg-Verbindungen unter den in den Kalkgestein zugeführten Stoffen zurückgetreten und den Alkaliverbindungen kommt darauf eine grössere Rolle in dem Gleichgewicht zu. Hierbei hat sich der Skapolith als eine Ausfüllungskristallisation zwischen der schon auskristallisierten Diopsid-Anorthit-Substanz nach folgenden Formeln ausgeschieden:



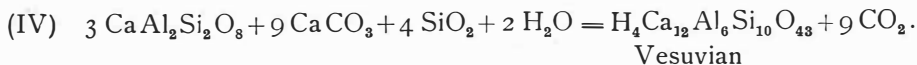
Bei der Bildung des Skapoliths sind die Na-Verbindungen engagiert. Die K-Verbindungen haben dagegen in dem Anorthit zum Teil (früher?) zu Muscovit Umsatz gefunden:



Dass eine solche Reaktion möglich ist, geht aus der Synthese DOELTERS (23) hervor, der aus einer Schmelze von der Zusammensetzung  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{ SiO}_2$  unter Einwirkung von KF in Überschuss bei niedrigeren Temperaturen Muscovit hergestellt hat.

Wenn bei der Reaktion  $\text{Mg (Cl, F)}_2$  noch vorkommt, liegt die Möglichkeit nahe, eine Phlogopitumwandlung des Anorthits anzunehmen, wie es vielleicht im Mansjögebiete geschehen ist.

Die Reaktion (III) gibt  $\text{CaCO}_3$ , der zu Vesuvianbildung verwendet wurde:



In welchem Ausmass diese Deutung der Entstehung der amphodelithisierten Anorthite auch bei den anderen Vorkommen angewandt wer-

den kann, ist schwer zu sagen, ohne eine petrographische Studie der Gesteine, in denen die Minerale vorkommen, auszuführen; sie scheint aber wahrscheinlich zu sein.

Die behandelte Muscovitumwandlung kann nicht mit der gewöhnlichen Serizitisierung, wenigstens nicht mit der Serizitisierung der Kalifeldspäte parallelisiert werden. Die letztere Bildung zeichnet sich nämlich durch eine Fortführung von  $\text{SiO}_2$  und  $\text{K}_2\text{O}$  aus, während die Amphodelithisierung von einer Stoffzufuhr von  $\text{K}_2\text{O}$  begleitet ist. Die Serizitisierung hat bei Temperaturen stattgefunden, bei denen nur hydrothermale Prozesse sich abgespielt haben, die Amphodelithisierung bei Temperatu-

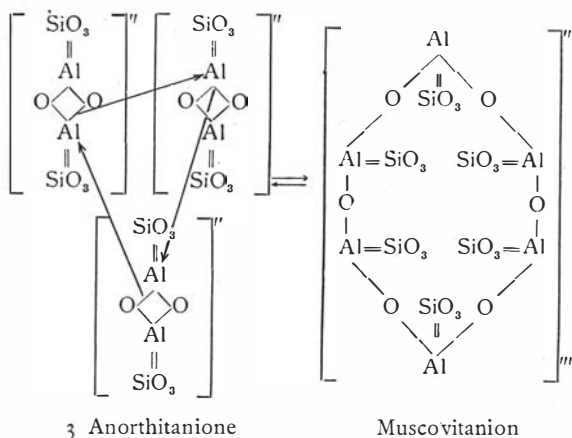


Fig. 11.

ren, wo pneumatolytische Prozesse noch vorkommen. Welch einen Umwandlungstypus die Muscovitbildung aus  $\text{Na}_2\text{O}$ -reichen Feldspäten repräsentiert, muss noch als eine offene Frage betrachtet werden.

Nach der soeben publizierte Hypothese von W. WAHL (24) ist die Muscovitumwandlung als eine verhältnissmässig hohe Temperaturbildung im Vergleich der analogen Zoisit-Epidotumwandlung zu deuten. Während bei der letzteren die koordinativ vierzähligen Al-Kerne des Plagioklases zum Teil in sechszählige übergeführt worden sind, haben sich bei der Muscovitumwandlung die Al-Kerne in ihrer Vierzähligkeit beibehalten. Man kann sich dann die Umwandlungsreaktion so denken, dass drei Anione des Anorthits ringförmig zusammengebunden wurden, wie es aus der Fig. 11 hervorgeht.

Die vorstehende Untersuchung ist im Mineralogisch-Geologischen Institut der Universität Uppsala ausgeführt worden. Meinem Lehrer, Herrn Professor H. G. BACKLUND, dem ich die Anregung verdanke und der während der Arbeit mir in liebenswürdiger Weise mit guten Ratschlägen beistand, spreche ich meinen besten Dank aus.

Frl. Dr. N. SAHLBOM, die die Analyse ausgeführt, und Präparator A. R. ANDERSSON, der die Schliffe hergestellt hat, bin ich auch vielen Dank schuldig.

Uppsala im Mai 1927.

### Litteratur.

1. N. v. KOKSCHAROW: Materialien zur Mineralogie Russlands 1862, 4.
2. H. FISCHER: Kritische mikr.-mineralogische Studien. I. Fortsetzung. Freiburg i. B. 1871, 40.
3. DES CLOIZEAUX: Ann. de Ch. et de Ph. 1876, Bd V: 9, 404.
4. G. FLINK: Arkiv f. Kemi, Mineralogi och Geologi. 1914, Bd 5, hft. 3—5, 85.
5. H. v. ECKERMANN: Geol. För. Förh. 1922, 44, 349.
6. ST. JOLLES: Zeitschr. f. Krystallographie 1894, 22, 1.
7. E. HERRMANN: Zeitschr. f. Krystallographie 1923—24, 59, 527.
8. A. KÖHLER: Tschermaks Min.-Petrographische Mitteilungen 1923, 36, 43.
9. F. BECKE: Denkschr. der Kaiserlichen Akademie d. Wissenschaften. 75, I. Wien 1913.
10. C. VIOLA: Zeitschr. f. Krystallographie 1899, 31, 40.
11. M. BEREK: Mikr. Mineralbest. mit Hilfe der Universaldrehtischmethoden. Berlin 1924. BORNTAEGER.
12. H. JOHANSSON: Geol. För. Förh. 1905, 27, 338.
13. L. SVANBERG: Vet. Akad. Handl. Stockholm 1840, 159.
14. H. v. ECKERMANN: Geol. För. Förh. 1922, 44, 351.
16. N. v. NORDENSKIÖLD: Ann. Ph. und Ch. 1832, 26, 467.
17. L. SVANBERG: Vet. Akad. Handl. Stockholm 1839, 175.
18. N. v. NORDENSKIÖLD: Verz. Finl. Min. Helsingf. 1842.
19. A. BREITHAUPT: Journ. f. pr. Chemie 1840, 19, 111.
20. A. ERDMANN: Vet. Akad. Handl. Stockholm 1848. Årg. 5, 67.
21. H. v. ECKERMANN: Geol. För. Förh. 1922, 44, 347.
22. A. N. WINCHELL: American Journal of Science. 1923, 206. Ser. V: 6, 514.
23. C. DOELTER: N. Jb. f. Min. etc. 1897, 1, 21.
24. W. WAHL: Finska Kemistsamfundets Meddelanden, 1927, 1 u. 2.

Gedruckt 14/10 1927.