

Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut  
der Universität Bonn.

**29. Neue skapolithführende Auswürflinge aus dem Laacher  
Seegebiet.**

**Die Brechungsexponenten des Sulfatskapoliths.**

Von

**R. Brauns.**

(Mit Unterstützung der Rheinischen Gesellschaft für wissenschaftliche  
Forschung.)

Mit Taf. II, III.

---

Seit meiner Mitteilung über skapolithführende Auswürflinge aus dem Laacher Seegebiet<sup>1</sup> habe ich noch 9 Auswürflinge gefunden (z. T. beim Durcharbeiten der Sammlung, z. T. neu gefunden), welche Skapolith führen und geeignet sind, meine früheren Angaben zu ergänzen, indem sie sich von jenen in ihrem Mineralbestand unterscheiden, und einer von ihnen durch die Größe und Klarheit der Skapolithkörner gestattete, die Brechungsexponenten des Skapoliths genau zu bestimmen. Zugleich geben die Gesteine durch die Umwandlungen, welche Skapolith und Hornblende erlitten haben, einen weiteren Einblick in die Vorgänge, welche bei der Herausbildung der Laacher Auswürflinge wirksam gewesen waren. Da jeder Auswürfling sich von den andern wieder unterscheidet, behandle ich jeden einzeln und stelle den an die Spitze, dessen Skapolith zur Bestimmung der Brechungsexponenten gedient hat.

<sup>1</sup> Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXXIX (Festband BAUER), p. 79—125.

## 1. Hornblende-Skapolithgestein (No. 18 a<sup>1</sup>).

Ein körniges, wesentlich aus Skapolith und Hornblende bestehendes Gestein. Der Skapolith bildet farblose und schwach gelbliche, klare, glasglänzende, muschlig brechende Körner, deren Durchmesser bis zu 6 mm erreicht; die Hornblende schwarze, dick prismatische, nach den Spaltflächen zerrissene Körner, die in der Richtung der c-Achse bis zu 10 mm lang werden. Dazu findet man mit der Lupe Magnetit und Apatit, erst bei mikroskopischer Prüfung noch Augit, Kalknatronfeldspat und Glas.

Der Skapolith wird im Dünnschliff farblos durchsichtig, ist frisch, klar und rein, nur auf Rissen hat sich rotes Eisenoxyd abgeschieden; prismatische Spaltbarkeit tritt wie bei allen diesen Skapolithen nur sehr unvollkommen hervor, meist haben die Risse unregelmäßigen krummen Verlauf. An Einschlüssen führt der Skapolith grobe Körner von Magnetit und hier und da braunes Glas in Form kleiner „Glaseier“. Am Rande sind die Skapolithkörner von einer trüberen Zone umgeben, die aus idiomorphen, gegen den Skapolith und gegeneinander regellos gerichteten Kristallen eines basischen Kalknatronfeldspats mit feiner Zwillingslamellierung besteht (Taf. II Fig. 1); ebensolche Kristalle treten frei als leistenförmige Durchschnitte in dem braunen Glas auf, das, mit kleinen Augit- und Magnetitkristallen zwischen Skapolith und Hornblende, den Raum ausfüllt. Öfters erscheinen mehrere gleichzeitig auslöschende Skapolithkörner durch solche trübere Feldspatmassen getrennt. Aus diesen Beobachtungen wird man zu der Annahme geführt, daß der Feldspat aus dem Skapolith entstanden und daß hohe Temperatur dabei wirksam gewesen sei. Da der Feldspat ein Kalknatronfeldspat ist, dürfte eine Zufuhr von Alkalien nicht stattgefunden haben.

Der Skapolith gestattete durch seine Größe und Klarheit die Herrichtung eines Prismas zur Bestimmung der Brechungs-exponenten, und durch seine Menge und Reinheit eine genaue und vollständige Bestimmung seiner Bestandteile. Die Ergebnisse sind weiter unten mitgeteilt.

---

<sup>1</sup> Die beigesetzten Nummern sind die Sammlungsnummern.

Die Hornblende unseres Auswürflings hat die Eigenschaften der braunen basaltischen Hornblende  $a = a$  hellbraungelb,  $b = b$  dunkelbraun,  $c$  dunkelbraun; die Auslöschungsschiefe  $c : c$  beträgt bis zu  $12^\circ$ . Die Hornblende ist in gleicher Weise wie der Skapolith von groben Magnetitkristallen durchwachsen. Stellenweise, am Rande oder auch im Innern, ist Augit derartig mit der Hornblende verwachsen, daß die Vertikalachsen in beiden parallel sind (Taf. II Fig. 2). Wo dies der Fall ist, ist zugleich braunes Glas vorhanden, dazu gesellen sich feine Magnetitausscheidungen im Glas und in dem Augit, wie sie der Hornblende fehlen. Außerhalb der Hornblende, in ihrer nächsten Umgebung tritt das Glas in größerer Menge auf und führt da reichlich kleine, scharf idiomorphe Augitkristalle von den Eigenschaften des gemeinen basaltischen Augits und Titanaugits, kleine Magnetitkristalle und, in der Nähe von Skapolith, Plagioklasleisten. Eine solche Stelle ist in dem mittleren Teil der Fig. 2 dargestellt; an Hornblende, deren Rand schwach korrodiert ist, ist Augit angewachsen, der Skapolith (die klare Partie oben) ist von basischem Kalknatronfeldspat umsäumt, im braunen Glas liegen Augitkriställchen, Plagioklasleisten und kleine Magnetitkristalle; die groben Körner sind primärer Magnetit. Auch in Fig. 1 sind die kleinen, scharf umgrenzten Augitkristalle, die Feldspatleisten und das Glas, in dem sie liegen, gut zu erkennen.

Der primäre Magnetit bildet grobe gerundete Oktaeder; er wird vom Magneten stark angezogen und gibt in der Phosphorsalzperle die Reaktion auf Titaneisen, es ist titanhaltiger Magnetit.

Die jetzige Beschaffenheit des Auswürflings läßt erkennen, daß er zur Zeit seiner Herausbeförderung an die Oberfläche in Umbildung begriffen war und ein unfertiges Gestein ist. Es war vor Beginn dieser Umbildung ein körniges, aus Skapolith, Hornblende und titanhaltigem Magneteisen bestehendes Gestein. Durch Pyrometamorphose ist in dem festen Gestein unter teilweiser Auflösung von Hornblende und Skapolith aus deren Bestandteilen Augit, basischer Plagioklas, Magnetit und Glas entstanden. Wie FOUQUÉ und MICHEL-LÉVY aus dem Schmelzfluß des Amphibol-

Skapolithfelsens von Bamle ein Aggregat von Labrador und Augit erhielten<sup>1</sup>, so hat sich hier durch vulkanische Einflüsse eine gleiche Umbildung vollzogen. Stellen wir uns vor, die Umwandlung ginge vollständig vor sich, so würden Plagioklas-Augitgesteine entstehen, die je nach ihrer Beschaffenheit diesem oder jenem Ergußgestein gleichen, aber doch keine solche sind. Dies mahnt zur Vorsicht bei der Beurteilung von Laacher Auswürflingen um so mehr, als diese Gruppe kein Leitmineral besitzt, wie es bei den aus kristallinen Schiefen durch Pyrometamorphose entstandenen Sanidingesteinen in dem roten Granat doch innerhalb weiter Grenzen der Fall ist.

### Die Brechungsexponenten des Sulfatskapoliths.

Aus einem abgelösten Korn des Skapoliths dieses Auswürflings ist es der Geschicklichkeit von Dr. STEEG und REUTER gelungen, ein Prisma herzustellen von 2 mm Kantenlänge //  $c$  und 4 mm Seitenlänge. Ein  $\perp c$  angeschliffenes Flächenpaar gab im konv. Licht das normale Interferenzbild einachsiger Kristalle mit negativem Charakter der Doppelbrechung ohne jede Abweichung, wie übrigens auch die in gleicher Richtung getroffenen Körner in allen Dünnschliffen. Die Flächen des Prismas waren gut poliert, die Reflexe und gebrochenen Signale einfach und scharf. Der brechende Winkel wurde zu  $39^{\circ} 31' 10''$  gemessen.

Die Brechungsexponenten wurden außer für Li, Na und Tl auch für ein rotes, grünes und blaues Lichtfilter von Dr. STEEG und REUTER bestimmt. Die Werte für Tl und das Grünfilter fallen innerhalb der Beobachtungsfehler nahezu zusammen. Die Minima der Ablenkung und die berechneten Werte für die Brechungsexponenten sind:

	$o$	$e$	$\omega$	$\varepsilon$	$\omega - \varepsilon$	
Li . . . . .	$25^{\circ} 22' 22''$	$23^{\circ} 57' 00''$	1,5869	1,5558	0,0311	Li
Rotes Filter . . .	— 25 00	24 00 30	1,5879	1,5571	0,0308	
Na . . . . .	— 31 30	— 6 30	1,5903	1,5593	0,0310	Na
Tl . . . . .	— 41 00	— 13 10	1,5937	1,5618	0,0319	Tl
Grünfilter . . . .	— 41 50	— 14 30	1,5940	1,5622	0,0318	
Blaufilter . . . .	— 53 20	— 53 20	1,5982	1,5661	0,0321	

<sup>1</sup> Bull. min. 2. 112. 1879. — ROSENBUSCH I, 2. p. 65 und II, 1. p. 383.

Das spezifische Gewicht wurde an dem Korn, aus dem das Prisma hergestellt ist, und an einigen andern aus- gesucht reinen Körnern durch Schweben in Bromoform-Alkohol- mischung zu 2,755 bestimmt.

In der Höhe der Lichtbrechung und Stärke der Doppel- brechung wird der Laacher Skapolith nur übertroffen von dem Skapolith von Ersby Pargas nach den Messungen von L. M. BORGSTRÖM<sup>1</sup> und dem Mejonit vom Vesuv nach den Messungen von DES CLOIZEAUX<sup>2</sup>, LACROIX<sup>3</sup> und ZAMBONINI<sup>4</sup>, während die Messungen HIMMELBAUER'S<sup>5</sup> für diesen geringere Werte ergeben haben, wahrscheinlich weil ihm marialith- reichere Kristalle dazu gedient hatten (sie enthielten nach seinen Angaben 4% Ma). Von den Genannten werden fol- gende Werte angegeben (siehe Tabelle p. 14).

Wie in dem Mejonit vom Vesuv steigt auch in dem Laacher Skapolith die Doppelbrechung von Rot nach Blau, auch ist die Dispersion für o größer als für e ( $\omega_{T1} - \omega_{Li} = 0,0068$ ,  $\varepsilon_{T1} - \varepsilon_{Li} = 0,0060$ ) und stärker als die des Mejonits vom Vesuv, für den  $\omega_{T1} - \omega_{Li} = 0,0054$  und  $\varepsilon_{T1} - \varepsilon_{Li} = 0,0044$  ist.

Während der Laacher Skapolith in Lichtbrechung und Doppelbrechung von dem Mejonit des Vesuv übertroffen wird, steht er nach seinem spezifischen Gewicht an der Spitze aller bekannten Skapolithe, was mit dem Gehalt an Schwefel- säure bzw. Silicalithsilikat in Beziehung steht. Während als spez. Gew. für den Mejonit vom Vesuv 2,734—2,737 an- gegeben wird, beträgt es in dem Skapolith dieses Auswürfl- ings 2,755, steigt aber in dem schwefelsäurereichsten bis auf 2,775.

<sup>1</sup> L. M. BORGSTRÖM, Die chemische Zusammensetzung der Skapolithe. Zeitschr. f. Krist. 54. 240. 1914.

<sup>2</sup> A. DES CLOIZEAUX, Manuel de Minéralogie. I. 222. 1862.

<sup>3</sup> A. LACROIX, Nouvelles Archives du Muséum. IX. 106. Hier zitiert nach ZAMBONINI.

<sup>4</sup> F. ZAMBONINI, Mineralogia Vesuviana. 242. 1910.

<sup>5</sup> A. HIMMELBAUER, Zur Kenntnis der Skapolithgruppe. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Math.-naturw. Kl. 119. 36. 1910. Die von ihm auf die 5. Dez. berechneten Werte sind auf die 4. abgerundet. Die letzten Werte beziehen sich auf den Kern des zweiten von HIMMELBAUER benutzten Kri- stalls; die Werte für die Hülle waren geringer und näherten sich mehr denen des ersten Kristalls.

	$\omega$	$\varepsilon$	$\omega - \varepsilon$	
Na . . . . .	1,5954	1,5569	0,0385	BORGSTRÖM
Na . . . . .	1,6066	1,5711	0,0355	BORGSTRÖM
Na . . . . .	1,594—1,597	1,558—1,561	0,036	DES CLOIZEAUX
Na . . . . .	1,5952	1,5688	0,0364	LACROIX
Li . . . . .	1,5959	1,5693	0,0366	
Na . . . . .	1,5976	1,5608	0,0368	
Tl . . . . .	1,6013	1,5637	0,0376	ZAMBONINI
$\lambda = 700 \mu\mu$ (rot) . . . . .	1,5814	1,5510	0,0304	
650 (rotgelb) . . . . .	1,5831	1,5525	0,0306	
600 (gelb) . . . . .	1,5853	1,5544	0,0309	
550 grün . . . . .	1,5883	1,5572	0,0311	
500 blaugrün . . . . .	1,5918	1,5603	0,0315	
450 blauviolett . . . . .	1,5965	1,5645	0,0320	
$\lambda = 700 \mu\mu$ . . . . .	1,5857	1,5539	0,0318	
650 . . . . .	1,5873	1,5542	0,0331	
600 . . . . .	1,5897	1,5564	0,0333	
550 . . . . .	1,5928	1,5592	0,0336	
500 . . . . .	1,5965	1,5625	0,0340	
450 . . . . .	1,6007	1,5664	0,0343	

BORGSTRÖM

BORGSTRÖM

DES CLOIZEAUX

LACROIX

ZAMBONINI

HIMMELBAUER

HIMMELBAUER

Ersby Pargas

Vesuv

Vesuv

Vesuv

Vesuv

Vesuv

Vesuv

Es scheint hiernach, als ob durch das „Nebenmolekül“ die optischen Konstanten im ganzen weniger beeinflußt wurden als das spezifische Gewicht, was auch schon aus den Eigenschaften des Laacher Sulfatapatits<sup>1</sup> zu entnehmen war.

### Die chemische Zusammensetzung des Skapoliths aus No. 18a.

Die im DITTRICH'schen Laboratorium unter Herrn Dr. BUCHNER an reinem Material ausgeführte Analyse hat folgende Werte (I) ergeben:

	I.	II.	III.	IV.
	Gew.-%		Mol.-%	Gew.-% ber.
SiO <sub>2</sub> . . . . .	43,98	44,30	49,90	45,30
TiO <sub>2</sub> . . . . .	Spur	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	29,99	30,21	20,08	29,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,59	—	—	—
MnO . . . . .	Spur	—	—	—
CaO . . . . .	18,35	18,48	22,39	18,16
MgO . . . . .	0,14	0,14	0,24	—
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2,73	2,75	3,01	3,65
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,67	0,68	0,49	—
SO <sub>3</sub> . . . . .	2,28	2,30	1,95	2,36
CO <sub>2</sub> . . . . .	0,64	0,65	1,00	0,65
Cl . . . . .	0,49	0,49	0,95	0,52
H <sub>2</sub> O — 120° . . .	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O 120—1250° .	0,21	—	—	—
Sa. . . . .	100,07	100,00	100,01	99,99

Bei der Berechnung wurde der Gehalt an Eisenoxyd nicht berücksichtigt, weil der Skapolith auf feinen Rissen Eisenpigment enthält, das Eisenoxyd also nur mechanisch in ihm vorhanden ist. Auch der Gehalt an den Bestandteilen des Wassers wurde nicht berücksichtigt, da die Frage, ob das Wasser zur Konstitution des Skapoliths gehört, hier nicht entschieden werden kann; mit Rücksicht auf die völlige Frische der Substanz glaube ich allerdings, daß dies der Fall ist. Nach Abzug dieser Bestandteile ergeben sich für die Gewichtsprocente auf 100 berechnet die unter II, und für die Molekularprocente die unter III stehenden Werte.

Bei der Ausrechnung der Formel wurde MgO mit CaO, und K<sub>2</sub>O mit Na<sub>2</sub>O vereinigt. Ich berechne danach die folgende Mischung:

<sup>1</sup> Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XII. p. 84.

5 [Ca O . 3 (Ca Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )]	Mejonitsilikat
4 [Ca S O <sub>4</sub> . 3 (Ca Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )]	Silvialithsilikat
2 [Ca CO <sub>3</sub> . 3 (Ca Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )]	Carbonatmejonit
2 [Na Cl . 3 (Na Al Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )]	Marialithsilikat
Na <sub>2</sub> O . 6 (Na Al Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	Chlorfreies Marialithsilikat.

Die Zusammensetzung einer solchen Mischung, auf Gewichtsprocente berechnet, ist unter IV angegeben. Nimmt man die Bestandteile des Wassers als zur Konstitution gehörend an, so würde die einfachste weitere Annahme die sein, daß in dem Mejonitsilikat anstatt der Gruppe Ca O die Gruppe Ca (OH)<sub>2</sub> enthalten sei, und analog in dem chlorfreien Marialithsilikat die Gruppe Na<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>.

Nach seinem Kieselsäuregehalt würde dieser Skapolith zwischen No. I und II der früher von mir untersuchten Skapolithe (l. c. p. 119) einzureihen sein; nach seinem spez. Gew. von 2,755 käme er zwischen II und III (spez. Gew. = 2,768 und 2,744) zu stehen. Dies mag mit seinem höheren Chlorgehalt und entsprechend geringerem Gehalt an Schwefelsäure in Beziehung stehen.

L. M. BORGSTRÖM glaubt auf Grund seiner Untersuchungen aussprechen zu dürfen, daß in Skapolith keine Oxydmejonitverbindung existiert (l. c. p. 257). Die Berechnung der hier vorliegenden und der früher von Herrn Dr. UHLIG mit großer Sorgfalt ausgeführten Analyse ergibt, daß sich die Annahme von Oxydmejonit, dem Mejonitsilikat TSCHERMAK's, nicht umgehen läßt, und daß auch die Existenz eines chlorfreien Marialithsilikats in der Mischung anzunehmen ist, wenn man überhaupt die Analysenwerte in dieser Weise rechnerisch auslegen will. Fluor ist bei diesen Analysen nicht gefunden worden, es ist in Laacher Mineralien überhaupt sehr selten, nur im Apatit spielt es neben Schwefelsäure<sup>1</sup> eine Rolle.

Ein kleiner Gehalt an Kohlensäure ist vorhanden, und da das Mineral völlig frisch ist, ist die Existenz eines Carbonatmejonits in der Mischung wahrscheinlich. Jedoch beträgt der Gehalt an CO<sub>2</sub> ganz erheblich weniger als in den von BORGSTRÖM neu analysierten Skapolithen, dafür ist der Gehalt an SO<sub>3</sub> erheblich größer als in diesen, wie überhaupt die Laacher Skapolithe sich durch ihren hohen Gehalt an

<sup>1</sup> Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XLI. p. 86. 1916.

Schwefelsäure vor allen andern auszeichnen. Auf die Rolle der Schwefelsäure in Laacher Mineralien überhaupt habe ich in meiner Untersuchung über den Apatit hingewiesen, ich habe dem hier nichts hinzufügen. Aus der abweichenden chemischen Zusammensetzung des Laacher Skapoliths erklärt sich ohne weiteres, daß er nach seinen physikalischen Eigenschaften in die Reihe der Skapolithe von anderer Herkunft nicht glatt hineinpaßt.

Nachdem somit von einem Laacher Sulfatskapolith die Brechungsexponenten und chemische Zusammensetzung ermittelt waren, erschien es erwünscht, noch von einem andern solchen Skapolith mit möglichst abweichender Zusammensetzung die Brechungsexponenten zu bestimmen, um Beziehungen zwischen den Lichtbrechungsverhältnissen und der chemischen Zusammensetzung wenigstens an zwei Gliedern zu verfolgen.

Der einzige, der hierfür geeignet erschien, war der, den ich früher unter No. 8 (l. c. p. 101) beschrieben hatte; der Auswürfling besteht vorwiegend aus monoklinem Alkalifeldspat mit 10,15 %  $K_2O$  und 3,96 %  $Na_2O$ , wenig Kalknatronfeldspat, brauner Hornblende, grünem Augit, Titanit, Apatit und Magnetit mit Glas in Zwischenräumen. Der Skapolith bildet in diesem körnigen Gestein Kristalle, die eine Länge von 7 mm erreichen bei einer Dicke von 3 mm; sie sind umschlossen von dem Prisma (110) und (100) und der Pyramide (111).

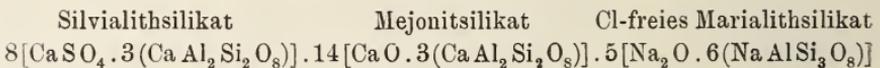
An einem losgelösten Kristall wurden zunächst die Winkel zu messen versucht, aber, wie zu erwarten, wegen der drusigen Beschaffenheit der Pyramidenflächen ohne brauchbares Resultat, indem die Flächen nur schwachen Schimmer gaben. Für 111:111 wurde der Wert von  $44^{\circ}9'$ , für 111:100  $67^{\circ}40'$  im Mittel von wenig übereinstimmenden Ablesungen gemessen; G. VOM RATH hat für diese Winkel im Mittel  $44^{\circ}1'40''$  und  $68^{\circ}0'30''$  gefunden (POGGEND. Ann. 119. p. 264. 1863), es geht also aus meiner Messung nur hervor, daß die Grundpyramide als Endbegrenzung auftritt. G. VOM RATH hatte zu seinen Messungen winzige, in Drusenräumen eines Auswürflings (von mir l. c. unter No. 11 p. 108 beschrieben) auftretende Kristalle benutzt, deren Zusammensetzung nicht

ermittelt werden kann, weil der Auswürfling viel zu arm an Skapolith ist, als daß es möglich wäre, zu einer Analyse ausreichendes Material daraus zu gewinnen, die auch zur genauen Ermittlung des spezifischen Gewichtes zu klein sind. So ist es also vorläufig nicht möglich, zur kristallographischen Kenntnis des Sulfatskapoliths weiteres beizutragen und Beziehungen zwischen Form und Zusammensetzung zu verfolgen.

Die chemische Zusammensetzung des in Rede stehenden Skapoliths hatte ich bereits früher nach der im DITTRICH'schen Laboratorium ausgeführten Analyse und ergänzenden Bestimmungen (Cl und  $\text{SO}_3$ ) in Dr. GILBERT's Laboratorium mitgeteilt; die Werte sind im folgenden unter I mitgeteilt, während unter II die nach Abzug von  $\text{H}_2\text{O}$  auf 100 berechneten Werte stehen.

	I.	II.	III.
$\text{SiO}_2$ . . . . .	46,59	47,88	47,03
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	26,33	27,06	29,04
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ . . . . .	1,31	1,34	—
$\text{CaO}$ . . . . .	15,70	16,13	17,33
$\text{MgO}$ . . . . .	0,52	0,53	—
$\text{K}_3\text{O}$ . . . . .	1,11	1,14	—
$\text{Na}_2\text{O}$ . . . . .	3,68	3,78	4,36
$\text{SO}_3$ . . . . .	2,06	2,12	2,24
Cl . . . . .	Spur	—	—
$\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	0,80	—	—
	98,10	99,98	100,00

Hieraus hatte ich als Zusammensetzung berechnet:



Die dieser Formel entsprechende berechnete Zusammensetzung ist die unter III, alles in Gewichtsprozenten.

Eine nachträgliche Bestimmung der Kohlensäure hat 0,26% ergeben, der zuvor besprochene Skapolith enthält die zweieinhalbfache Menge.

Von dem ersteren Skapolith unterscheidet sich dieser durch höheren Gehalt an Kieselsäure und Alkalien und geringeren Gehalt an Kalk und Schwefelsäure, das heißt, der erstere ist reicher an dem Mejonitsilikat als dieser.

Dem geringeren Gehalt an Kalk entspricht das geringere spezifische Gewicht von 2,748, das ich bereits früher bestimmt

hatte; eine Bestimmung an dem geschliffenen Prisma ergab den gleichen Wert.

Aus dem abgelösten Kristall wurde von Dr. STEEG und REUTER ein Prisma hergestellt, das zur Bestimmung der Brechungsexponenten diente; den brechenden Winkel habe ich zu  $38^{\circ}47'45''$  gemessen; die Reflexe wie die gebrochenen Signale waren einfach und scharf. Die Minima der Ablenkung und die berechneten Werte für die Brechungsexponenten sind:

	o	e	$\omega$	$\varepsilon$	$\omega - \varepsilon$
Li . . . . .	24° 40' 30"	23° 25' 00"	1,5838	1,5555	0,0283
Rotfilter . . . . .	— 42 00	— 26 50	1,5843	1,5563	0,0280
Na . . . . .	— 50 00	— 33 30	1,5873	1,5589	0,0284
Tl . . . . .	— 57 30	—	1,5901	—	—
Grünfilter . . . . .	— 58 00	— 42 20	1,5903	1,5621	0,0282
Blaufilter . . . . .	25 10 10	— 52 00	1,5949	1,5641	0,0308

Ein Vergleich mit den am ersten Skapolith erhaltenen Werten ergibt, daß die Lichtbrechung und Doppelbrechung in diesem schwächer ist, indem  $\omega - \varepsilon$  in jenem bei 0,03 lag, hier bei 0,028. Hieran ist besonders der ordentliche Strahl beteiligt, was aus der Differenz der entsprechenden Werte im ersten ( $\omega_1$ ) und zweiten ( $\omega_2$ ) Skapolith sich ergibt; es ist:

	$\omega_1 - \omega_2$	$\varepsilon_1 - \varepsilon_2$
Li . . . . .	0,0031	0,0003
Rotfilter . . . . .	0,0036	0,0008
Na . . . . .	0,0030	0,0004
Tl . . . . .	0,0036	—
Grünfilter . . . . .	0,0037	0,0001
Blaufilter . . . . .	0,033	0,00020

Während die Differenzen für den außerordentlichen Strahl so gering sind, daß sie nicht weit über die Beobachtungsfehler hinausgehen, kommen sie für den ordentlichen Strahl kräftig zum Ausdruck. Dagegen ist hier für die Dispersion von o und e kein Unterschied nachzuweisen, es ist  $\omega_{gr} - \omega_{Li} = 0,0065$  und  $\varepsilon_{gr} - \varepsilon_{Li} = 0,0066$ .

Wenn es gestattet ist, aus den Werten von nur zwei Skapolithen einen Schluß auf die Beziehungen zwischen chemischer Zusammensetzung und den Lichtbrechungsverhältnissen zu ziehen, so wäre es der, daß, wie mit abnehmendem Gehalt an Kieselsäure der Gehalt an Kalk steigt, so auch die Doppelbrechung zunimmt und namentlich der Wert für

den ordentlichen Strahl ansteigt. Ebenso steigt mit dem Kalkgehalt das spezifische Gewicht. Inwieweit die Nebensäuren die physikalischen Eigenschaften beeinflussen, läßt sich noch weniger bestimmt aussagen, jedoch hat es den Anschein, als ob jene Werte mit dem Gehalt an Kalk und Schwefelsäure, d. h. dem Silicalithsilikat ansteigen. Hierüber könnten Untersuchungen an anderen Skapolithen, die möglichst nur eine Nebensäure enthalten, wenn es solche giebt, Aufschluß geben.

## 2. Hornblende-Hauyn-Skapolithgestein (No. 1089).

Ein recht grobkörniges kompaktes Gestein, von dessen Gemengteilen man mit bloßem Auge die drei genannten wahrnimmt, von denen Skapolith und Hauyn etwa  $\frac{2}{3}$ , die Hornblende  $\frac{1}{3}$  des Gesteins bilden. Die mikroskopische Untersuchung ergibt außerdem Kalknatronfeldspat, Augit, Titanit, Apatit, Magnetit und Glas.

Der Skapolith bildet stark korrodierte, zerrissene, im Innern klare und frische Körner, deren Buchten und Risse von dicht gedrängten, regellos durcheinanderliegenden idiomorphen Kristallen eines basischen Kalknatronfeldspats ausgefüllt sind (Taf. III Fig. 2). Durch die Korrosion erscheint der Skapolith am Rande aufgelöst, die Teile verlieren sich in feinste Ausläufer und losgetrennte, noch gleichzeitig auslöschende Körnchen; der eindringende Feldspat ist an den Berührungsstellen körnelig getrübt, weiter davon entfernt klar. Es ist gar kein Zweifel, daß auch hier der Feldspat sich aus aufgelöstem Skapolith gebildet hat. — Das spezifische Gewicht wurde in Bromoform-Alkoholmischung zu 2,755 bestimmt.

Zur Analyse wurde der Skapolith aus dem gepulverten Gestein mit einer Bromoform-Alkoholmischung vom spez. Gew. 2,74 abgeschieden, nachdem zuvor durch reines Bromoform die schweren Bestandteile und in einer Mischung vom spez. Gew. 2,46 die leichtesten Bestandteile abgetrennt waren. Die Trennung wurde mehrmals wiederholt und so ein verhältnismäßig reines Material erzielt. Auf Rissen des Skapoliths war, wie immer, Eisenpigment vorhanden, aber doch nur spärlich, dazu waren in dem Streupräparat des Analysenmaterials trübe Körner aus der Berührungszone zwischen

Skapolith und Feldspat enthalten, deren vollständige Entfernung nicht zu erreichen war, klaren Feldspat konnte ich in dem Streupräparat nicht wahrnehmen, es ist aber nicht ausgeschlossen, daß etwas Feldspatsubstanz in den trüben Körnern enthalten ist. Die in Herrn Dr. GILBERT'S chemischem Laboratorium ausgeführte Analyse hat die Werte unter I ergeben. Zur Bestimmung von Chlor und Kohlensäure reichte das Material nicht aus.

	I.	II.	III.
SiO <sub>2</sub> . . . . .	44,04	45,48	51,30
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,12	0,12	0,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	28,48	29,41	19,57
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,92	—	—
CaO . . . . .	18,72	19,52	23,67
MgO . . . . .	0,18		
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2,97	3,07	3,36
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,25	0,26	0,19
SO <sub>3</sub> . . . . .	2,06	2,13	1,81
H <sub>2</sub> O — 110° . . . . .	0,04	—	—
H <sub>2</sub> O über 110° . . . . .	2,09	—	—
Sa. . . . .	99,87	99,99	100,00

Bei der Berechnung wurde wie vorher der Gehalt an Eisenoxyd, sowie der an Wasser nicht berücksichtigt und die geringe Menge Magnesia mit Kalk vereinigt. Die nach Abzug dieser Bestandteile auf 100 berechneten Werte sind unter II, die daraus berechneten Molekularprocente unter III aufgeführt.

Der Vergleich mit den früheren Analysen ergibt, daß im Verhältnis zu dem Gehalt an SO<sub>3</sub> der Gehalt an CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zu hoch, der an SiO<sub>2</sub> zu niedrig ist. Dies mag auf die mechanischen Beimengungen zurückzuführen sein; von der Berechnung einer Formel wurde deshalb abgesehen. Die Analyse habe ich hauptsächlich mitgeteilt, weil dieser Auswürfling als einziger neben dem kalkreichen Sulfatskapolith den natronreichen Hauyn enthält. Ein früher (l. c. p. 108) von mir beschriebener Auswürfling enthielt Nosean, beide unterscheiden sich aber doch insofern voneinander, als dieser Skapolith und Nosean nicht nur als Gemengteil neben überwiegendem Alkalifeldspat führt, sondern auch beide Mineralien in Drusenräumen als pneumatolytische Bildungen auftreten. Immerhin beweist das Zusammenauftreten beider Sulfatsilikate

und ihre allem Anschein nach gleichzeitige und gleichartige Bildung, daß die Entstehungsbedingungen für beide sich teilweise decken.

Der Hauyn erscheint makroskopisch in grauweißen bis schwach grünlichgrauen Körnern ausgebildet. Im Dünnschliff wird er farblos durchsichtig, läßt hier und da Kristallumgrenzung wahrnehmen, keine Korrosionsspuren. Das Innere der Durchschnitte wird in schmalen Zügen von schwachen wolkigen Trübungen durchzogen, im übrigen ist es klar und einschlußfrei, nur auf Rissen von Eisenpigment durchsetzt. An den dünnsten Stellen tritt die würfelige Spaltbarkeit deutlich hervor. Nach Zersetzung mit Salzsäure schieden sich sehr reichlich Gipskriställchen neben Chlornatriumwürfelchen aus, die salpetersaure Lösung gab schwache Reaktion auf Chlor. Hierdurch waren die Körner als zu Hauyn gehörig bestimmt. Das spezifische Gewicht wurde in Bromoform-Alkoholmischung zu 2,45—2,46 bestimmt.

Zur Analyse wurde der Hauyn in Bromoform-Alkoholmischung isoliert; die mikroskopische Prüfung ergab, daß das Pulver keine andern Gemengteile mehr enthielt. Einzelne Körner enthielten auf Rissen Eisenpigment, andere waren durch feinste Einschlüsse, die z. T. Dampfporen sind, getrübt, sonst war das Material rein und frisch. Die in Dr. GILBERT'S chemischem Laboratorium ausgeführte Analyse hat die unter I. aufgeführten Werte ergeben:

	I.	II.	III. Mol.-%
Si O <sub>2</sub> . . . . .	32,41	0,5504	38,87
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	27,65	0,2770	19,56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,06	—	—
Fe O . . . . .	0,26	—	—
Ca O . . . . .	10,11	0,1859	13,13
Mg O . . . . .	0,07	—	—
Na <sub>2</sub> O . . . . .	13,30	0,2197	15,51
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,85	0,0201	1,42
S O <sub>3</sub> . . . . .	11,88	0,1519	10,73
Cl . . . . .	0,38	0,0110	0,77
H <sub>2</sub> O bis 110° . . . .	0,40	—	—
H <sub>2</sub> O über 110° . . . .	1,60	—	—
	99,97	1,4160	99,99
Ab O für Cl . . . . .	0,08		

Zur Berechnung wurden die Eisenoxyde in Abzug gebracht;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ist nach dem mikroskopischen Befund nur als mechanischer Einschluß im Hauyn vorhanden,  $\text{FeO}$  könnte chemisch gebunden oder in fester Lösung darin enthalten sein, seine Mitberechnung würde das Ergebnis nicht wesentlich beeinflussen. Auch die Bestandteile von Wasser sind in Abzug gebracht, wenn auch hier, wie bei Skapolith, die Möglichkeit besteht, daß die über  $110^\circ$  entweichenden Bestandteile chemisch gebunden sind; diese Frage kann hier nicht entschieden werden. Die geringe Menge  $\text{MgO}$  wurde mit  $\text{CaO}$  vereinigt. Nach Berücksichtigung dieser Abzüge und Umrechnung auf 100 ergeben sich die unter II. angeführten Zahlen, woraus die Molekularprocente unter III. berechnet sind.

Bringt man für  $\text{SO}_3$  und  $\text{Cl}$  die äquivalenten Mengen von  $\text{CaO}$  und Alkalien in Anrechnung, so ist nach deren Abzug das Verhältnis von  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Rest der Basen}$  sehr annähernd  $2 : 1 : 1$ , wie in der Mehrzahl der Hauynanalysen. Es ist ferner  $\text{S} + \text{Cl} : \text{SiO}_2 = 2 : 7$ , wie u. a. in einem von DOELTER<sup>1</sup> analysierten Hauyn. Diese Verhältnisse würden die Annahme gestatten, daß Hauyn das Nephelinsilikat  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  enthält, verbunden mit Sulfat, wie RAMMELSBURG angenommen hatte; jedoch bliebe bei dieser Annahme zu berücksichtigen, daß das Verhältnis von Sulfat zu Silikat nicht immer genau  $1 : 3$  ist.

W. C. BRÖGGER und H. BÄCKSTRÖM haben nach einer Diskussion der zuverlässig erscheinenden Analysen für einen Hauyn mit ungefähr 10%  $\text{CaO}$ -Gehalt die Formel



aufgestellt<sup>2</sup>, welche auch GROTH<sup>3</sup> angenommen hat. Für diese Formel berechnen die genannten Verfasser die folgende Zusammensetzung (I), der ich die des hier behandelten Hauyns, nach Abzug von Eisenoxyden und Wasser auf 100 berechnet, zur Seite stelle (II):

<sup>1</sup> Handbuch der Mineralchemie. II. 7. p. 249.

<sup>2</sup> Zeitschr. f. Krist. 18. p. 226. 1891.

<sup>3</sup> Tabellarische Übersicht. 4. Aufl. p. 140, und Chemische Kristallographie. II. p. 376. 1908.

	I.	II.
SiO <sub>2</sub> . . . . .	31,99	33,19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	27,32	28,31
CaO . . . . .	9,94	10,42
Na <sub>2</sub> O . . . . .	16,53	13,62
K <sub>2</sub> O . . . . .	—	1,89
SO <sub>3</sub> . . . . .	14,22	12,16
Cl . . . . .	—	0,39
	100,00	99,98

Der höhere Gehalt an Kieselsäure und Tonerde in unserem Hauyn könnte sich z. T. aus dessen Chlorgehalt erklären; die Summe der basischen Bestandteile ist in I 26,47, in II 25,93, der höhere Kalkgehalt könnte durch Vertretung des Na durch Ca im angenommenen Sulfat erklärt werden. Der Betrag an Schwefelsäure + Chlor ist in II geringer als in I, aber doch erheblich höher, als es der früheren CLARKEschen Formel entsprechen würde; dabei ist zu berücksichtigen, daß er durch die Hydroxylgruppe herabgedrückt sein könnte, indem nach Ansicht von BRÖGGER und BÄCKSTRÖM die Gruppe NaSO<sub>4</sub> durch OH ersetzt werden könnte. So würde sich die Zusammensetzung dieses Hauyns immerhin noch am besten durch jene Formel ausdrücken lassen, und es bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten, ihr etwa eine bessere Deutung zu geben.

BRÖGGER und BÄCKSTRÖM weisen darauf hin, daß in Nosean und Hauyn der CaO-Gehalt zwar innerhalb weiter Grenzen schwankt, daß er jedoch in bei weitem den meisten Fällen entweder ganz niedrig, 1—2 %, in den sogen. Noseanen, oder ziemlich hoch, ca. 10 %, in den sogen. Hauynen sei. Dies trifft auch für den Laacher Nosean und Hauyn zu und damit stimmt ihr Auftreten in den Gesteinen. Nosean ist unter den Auswürflingen vorzugsweise auf die kalkarmen Gesteine beschränkt, die ich zur Gruppe der alkalisyenitischen Tiefengesteine rechne, während Hauyn vorzugsweise in solchen Auswürflingen auftritt, welche zugleich reichlich Titanit, Hornblende und andere kalkhaltige Silikate führen. Hauyn stellt sich dazu häufig in solchen Auswürflingen ein, welche Merkmale starker Erhitzung aufweisen, während Nosean in solchen in Glas oder Alkalifeldspat umgewandelt wird. Ich

habe schon bei anderer Gelegenheit hierauf hingewiesen<sup>1</sup> und werde die Frage weiter verfolgen, aber so viel scheint mir doch schon heute festzustehen, daß Nosean und Hauyn nicht durch alle möglichen Übergänge in der chemischen Zusammensetzung miteinander verbunden sind, sondern sich durch ihren geringeren oder höheren Kalkgehalt unterscheiden, und daß ebenso ihre Paragenesis nicht die gleiche ist. Die Farbe dagegen ist kein ganz sicheres Merkmal, z. B. hatte ich gerade den hier untersuchten Hauyn nach seiner grauen Farbe zuerst für Nosean gehalten, bis ich durch die mikrochemische Prüfung fand, daß es Hauyn sei, was alsdann die Analyse bestätigt hat. So wird man, solange neuere Untersuchungen dem nicht widersprechen, die Zusammensetzung des Hauyns im allgemeinen durch die obige Formel, die des Noseans durch die andere von BRÖGGER und BÄCKSTRÖM aufgestellte Formel:  $\text{Na}_4[\text{Al}(\text{SO}_4\text{Na})\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3]$  ausdrücken können, wobei immer ein Teil des Na durch Ca, ein Teil von  $\text{SO}_3$  durch Cl, in manchem Laacher Nosean auch durch  $\text{CO}_2$ , vertreten ist.

Sieht man von dieser theoretischen Auslegung der chemischen Zusammensetzung des Hauyn ab, so ist eine gewisse Analogie mit der des Skapoliths nicht zu verkennen und es ist interessant, daß hier beide Mineralien zusammen auftreten.

Die Hornblende bildet neben kleinen Körnern große, über 3 cm dicke und lange, einheitlich spaltende Massen und hat die Eigenschaften der basaltischen Hornblende wie die des ersten hier beschriebenen Auswürflings; am Rande ist sie korrodiert, das Innere von Rissen durchzogen, und in diese Buchten und Risse dringen dicht gedrängt kleine Augitkristalle, untermischt mit Magnetit, in die Hornblende ein und haben deren Risse anscheinend weiter auseinandergesprengt. Auch am Rande wird die Hornblende stellenweise von einem dichten Augit-Magnetitrand umsäumt, der Augit ist zwar nicht mit Hornblende orientiert verwachsen, aber doch mit Magnetit so unverkennbar an sie gebunden, daß es nicht zweifelhaft sein kann, daß Augit-Magnetit aus Horn-

<sup>1</sup> Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXXV. p. 167.

blende entstanden ist. Am Rande ist die Hornblende von idiomorphem Hauyn, Titanit und Apatit durchwachsen, woraus zu schließen ist, daß diese Mineralien älter sind als die alio-triomorphe Hornblende.

Die erwähnten Augitkriställchen haben die Eigenschaften von Titanaugit und sind reich an Einschlüssen kleiner Magnetitoktaeder, die der Hornblende völlig fehlen.

Der Feldspat ist ein basischer, dem Bytownit-Anorthit nabestehender Kalknatronfeldspat, stellenweise reich an Glaseinschlüssen, in der Nähe des Skapoliths durch feinste Interpositionen trüb, sonst klar; er ist auch hier zweifellos aus Skapolith entstanden.

Titanit bildet einfache Kristalle und Zwillinge, hat dieselbe hellgelbe Farbe wie in den Laacher Sanidiniten und ist recht reichlich vorhanden. Magnetit bildet grobe, gerundete Kristalle und unterscheidet sich hierdurch von den kleinen und scharfen Magnetitkristallen im Augit; in der Phosphorsalzperle gibt er kräftige Titanreaktion. Apatit ist wieder in recht großen Kristallen ausgebildet und reichlich vorhanden; er führt vereinzelte Glaseinschlüsse. Aus der salzsauren Lösung eines isolierten Kristalls schieden sich reichlich Gipskriställchen aus, der Apatit ist demnach ein Sulfatapatit, so daß dieser Auswürfling drei Sulfatmineralien enthält. Zu diesen Mineralien tritt in den Augit-Magnetitgebieten schwachbräunliches Glas.

Nach ihren gegenseitigen Beziehungen kann etwa folgendes Altersverhältnis aufgestellt werden: Apatit—Titanit—Titanmagnetit—Hauyn und Skapolith—Hornblende; Feldspat—Augit und Magnetit—Glas.

Das Gestein war ein körniger skapolithführender Hauynsyenit mit Titanit, Titanmagneteisen und Apatit als Nebengemengteilen. Durch Pyrometamorphose hat sich unter teilweiser Auflösung des Skapoliths und der Hornblende ein basischer Kalknatronfeldspat, Titanaugit, Magnetit und Glas gebildet. Ob der Skapolith primär dem angenommenen Hauynsyenit angehört habe, läßt sich nicht entscheiden, es läßt sich aber kein Merkmal geltend machen, das dagegen spräche; in diesem Fall würde Skapolith ungefähr gleichzeitig mit Hauyn entstanden sein.

Von dem früher (l. c. p. 108 No. 11) beschriebenen Skapolith-Noseangestein unterscheidet sich dieses ganz wesentlich durch seine Struktur. Jenes war ein stark miarolitisches Gestein, dessen Gemengteile, namentlich Skapolith, Nosean und Alkalifeldspat, in Kristallen entwickelt sind und in Drusenräumen auftreten, was auf pneumatolytische Bildung schließen läßt; dieser Auswürfling dagegen ist kompakt und ohne jedes Merkmal pneumatolytischer Einwirkung.

### 3. Augit-Skapolithgestein (No. 702).

Ein körnig-schlackiges Gestein, von dessen Gemengteilen aus einer dunkelgrauen, schlackigen „Grundmasse“ sich neben Augit, vereinzelt Körnern von Skapolith, breiten Feldspatdurschnitten besonders Apatit in scharfen, schwachgelblichen Kristallen abhebt. Unter dem Mikroskop erkennt man als Gemengteile: Skapolith, Titanaugit, Plagioklas, Magnetit, Apatit, Titanit, Biotit, Hornblende und Glas.

Skapolith ist spärlich vorhanden, der Dünnschliff enthält nur ein klares Korn, das an Feldspat angrenzt und gegen diesen in eine Körnerreihe aufgelöst ist; im Innern ist es rein und durchaus frisch. Andere Körner sind trüb und bilden Haufwerke im Feldspat, beweisen aber durch gleichzeitige Auslöschung, daß sie zu einem Individuum gehörten; sie sind völlig von Feldspatsubstanz durchsetzt, offenbar die letzten Reste größerer aufgelöster Körner, aus deren Substanz sich der Feldspat gebildet hat. Ein solcher Rest ist auch der an Augit angrenzende trübe Teil der Fig. 1 auf Taf. III. Der Skapolith ist trüb, körnelig, an einigen Stellen von Feldspat durchdrungen und gegen den einschlußreichen Feldspat in schmalen Körnerhaufen aufgelöst.

Der Feldspat ist ein basischer Kalknatronfeldspat und bildet neben Augit den Hauptbestandteil. Er ist ungemein reich an Einschlüssen von Glas (Taf. III Fig. 1) und zweifellos aus aufgelöstem Skapolith entstanden, von dem er noch kleine Reste umschließt.

Der Augit hat die Eigenschaften von Titanaugit und bildet große (bis 6 mm in Länge und Dicke) idiomorphe einfache Kristalle und Zwillinge nach (100). Als Einschluß

führt er dicke Kristalle von Apatit (im linken Teil der Fig. 1 auf Taf. III), Titanit und gerundete Kristalle von Magnetit, aber kein Glas oder Schlacke, er ist unverkennbar primärer Bestandteil. Ziemlich stark pleochroitisch  $a$  violettbräunlich,  $b$  hellbraungelb,  $c$  bräunlichgrün;  $c:c$  etwa  $43^\circ$ . Erscheinungen, die auf teilweise Auflösung hinweisen könnten, sind nicht wahrnehmbar. Der Augit wird durchwachsen von Titanit, Apatit und Magnetit.

Der Apatit bildet bis zu 3 mm lange und 1 mm dicke prismatische Kristalle mit den Flächen der Pyramide an beiden Enden. Er ist reichlich vorhanden und bildet mit Titanit und Magnetit die älteste Ausscheidung. Die mikrochemische Prüfung zeigt wieder durch Ausscheidung von Gipskriställchen aus der salzsauren Lösung einen Gehalt von Schwefelsäure an. Titanit wird mit hellgelblicher Farbe durchsichtig, bietet nichts Bemerkenswertes. Magnetit ist titanhaltiges Magneteisen. Hornblende in dünnen, langprismatischen zerfaserten Kriställchen, die im Querschnitt skelettartig erscheinen, winzige, ebenso unvollkommen ausgebildete Augitkriställchen, Fetzen von Biotit, kleine Leisten von Kalknatronfeldspat, feine Magnetitkriställchen und Glas bilden die „Grundmasse“ und sind in den großen Feldspatausscheidungen in Menge eingeschlossen.

Die Bildungsfolge der genannten Mineralien wäre: Apatit—Titanit—Titanmagneteisen—Titanaugit—Skapolith; Feldspat, Augit, Hornblende, Biotit, Magnetit.

Dieser Auswürfling war nach meinem Dafürhalten ursprünglich ein körniges Skapolith-Augitgestein mit Apatit, Titanit und titanhaltigem Magneteisen als Nebengemengteilen und vielleicht mit Hornblende als einem ursprünglich in geringer Menge vorhanden gewesenen Gemengteil. Durch Pyrometamorphose, die bei einer unter der Schmelztemperatur von Augit liegenden Temperatur wirksam gewesen sein muß, ist der Skapolith zum größten Teil, und, wenn Hornblende primär vorhanden war, diese vollständig aufgelöst worden, und neben dem einschlußreichen Kalknatronfeldspat haben sich die zuletzt genannten Mineralien ausgeschieden, deren Gemenge, für sich betrachtet, an Camptonit und Monchiquit erinnert.

#### 4. Augit-Skapolithgestein in Verbindung mit einem glasreichen Augit-Feldspatgestein (No. 18 c).

Von dem eben besprochenen Auswürfling unterscheidet sich dieser wesentlich nur dadurch, daß eine skapolithreiche Partie von einer feldspatreichen scharf getrennt ist; nur inselweise treten in der helleren, skapolithreichen Partie dunkle, feldspatreiche Flecken auf.

Die an Skapolith reiche Partie enthält außer diesem gemeinen Augit, braune Hornblende, Titanmagneteisen und Apatit. Der Augit ist in einfachen Kristallen und Zwillingen nach (100) ausgebildet, die Apatit, Fetzen von Hornblende und Skapolith umschließen; für solchen kann man feststellen, daß er gleichzeitig mit einem größeren Skapolithkorn außerhalb auslöscht; der Augit ist recht kräftig pleochroitisch a hellgelbbraun, b und c bräunlichgrün, bald mehr in Grauviolett, Blaugrün oder reines Grün übergehend. Die Hornblende ist korrodiert und von einem an Glas reichen Hof umgeben mit den sogleich zu erwähnenden Ausscheidungen; dies sind die dunklen Inseln in dem Skapolithgestein. Titanmagneteisen bildet grobe Körner, Apatit dicke, kurzprismatische Kristalle.

Die an Feldspat reiche Partie enthält die gleichen Mineralien wie die erstere, nur fehlt Skapolith, dafür sind Leisten eines basischen Kalknatronfeldspats vorhanden und reichlich braunes Glas; als weitere Gemengteile liegen in diesem kleine, z. T. scharfe Oktaeder von Magnetit und ausgefaserte Hornblende, von der sich nicht entscheiden läßt, ob sie ein Rest der aufgelösten Hornblende oder eine Neubildung ist; aus dem Auftreten kleiner scharfer Querschnitte im Glase scheint mir das letztere der Fall zu sein. Auf Rissen dringt das Glas mit seinen Ausscheidungen zwischen die Skapolithkörner ein. An der Grenzzone ist der Skapolith korrodiert und verfließt in das Glas.

Nach meiner Auffassung ist dieser Auswürfling ein teilweise umgeschmolzenes Skapolithgestein, das als ursprüngliche Gemengteile außer diesem Hornblende, Titanmagneteisen, Apatit und vielleicht Augit enthalten hat und aus dem sich nach Auflösung von Skapolith und Hornblende Glas mit Kalknatronfeldspat, Augit, Magnetit und wahrscheinlich Hornblende gebildet hat.

### 5. Anorthit-Hornblende-Skapolithgestein (No. 749).

Dieser Auswürfling gehört dem alten Bestand der Universitätssammlung an und war von BRUHNS als Sanidinit bestimmt und zu den Magnesia-Eisensilikat-führenden Sanidiniten (p. 324) gestellt worden; den Skapolith darin hat er nicht bemerkt, weil kein Dünnschliff angefertigt war. Als Fundort ist auf der alten Etikette Laacher See angegeben, und ich kann nicht entscheiden, ob er aus dessen engerem Gebiet oder aus dem Gebiete des Dachsbusch stammt, wie sicher die Mehrzahl der skapolithführenden Auswürflinge.

Das Gestein weicht von allen bisher beschriebenen skapolithführenden Auswürflingen in seiner äußeren Beschaffenheit erheblich ab. Es ist ein recht gleichmäßig körniges, miarolitisches Gestein, das ungefähr zu gleichen Teilen aus hellen Gemengteilen, anscheinend Feldspat, und dunklen Gemengteilen, anscheinend Hornblende, besteht. Nach den kleinen Hohlräumen hin haben die einzelnen Gemengteile hier und da Kristallflächen, (an Magnet Eisen ist die Form (111). (110) wahrzunehmen) ihr Durchmesser beträgt durchschnittlich 2 mm.

Im Dünnschliff erkennt man als Gemengteile Skapolith, Plagioklas, Hornblende, Augit, Titanit, Magnetit und Apatit.

Skapolith ist der einzige Gemengteil, der nur in regellosen Körnern ausgebildet ist. An vielen Stellen kann man feststellen, daß mehrere Körner gleichzeitig auslöschen, auch wenn sie von Feldspat getrennt sind, oder daß ein Korn im Feldspat liegt, das andere damit gleichzeitig auslöschende außerhalb. Am Rande erscheinen die sonst klaren Körner wie korrodiert; Skapolith und Feldspat enthalten in den direkt angrenzenden Teilen feine körnelige Einschlüsse, durch welche sie trüb sind, während sie in ihren andern Teilen klar und einschlußfrei sind. Das spezifische Gewicht des Skapoliths habe ich an einem klaren, reinen Korn zu 2,775 bestimmt, das entspricht dem spezifischen Gewicht des kalkreichsten Skapoliths, dessen Analyse ich früher mitgeteilt habe (l. c. p. 119). Sehr eigentümlich ist die Beziehung des

Skapoliths zu den anderen Mineralien. So schmiegt er sich z. B. um einen in Titanit halb eingewachsenen Apatit so eng an, daß man ihn im gewöhnlichen Licht für einen Teil von diesem halten könnte, auf Rissen durchzieht er sogar mit Eisenpigment das Innere des Apatits; überhaupt keilt er sich an vielen Stellen zwischen andere Mineralien ein — so zwischen Apatit und Augit, zwischen Hornblende, zwischen Titanit — und läßt hierdurch keinen Zweifel, daß er jünger ist als diese, während Augit, Hornblende, Titanit und Magnetit aus ihrer gegenseitigen Durchwachsung als annähernd gleichzeitige Bildungen anzusprechen sind.

Der Feldspat ist idiomorph, klar und frisch, und, von der Grenzzone nach Skapolith hin abgesehen, einschlußfrei. Nur der in nächster Nähe des Skapoliths auftretende Feldspat macht den Eindruck, als sei er aus diesem entstanden, von dem übrigen läßt sich dies nicht direkt nachweisen, jedenfalls wäre er dann klarer und reiner zur Entwicklung gekommen, als in irgend einem der anderen Auswürflinge. Er bildet Zwillinge nach dem Albit- und Karlsbader Gesetz, seine Durchschnitte sind nach allen Richtungen nahezu gleich breit, nicht leistenförmig. Die symmetrische maximale Auslöschung beiderseits der Zwillingsgrenze wurde im Mittel zu  $24\frac{1}{2}$ — $25^{\circ}$  bestimmt.

Das spezifische Gewicht habe ich an abgesprengten kleinen Körnern zu 2,746 bestimmt; dieses, sowie die optischen Eigenschaften deuten auf einen basischen Kalknatronfeldspat, etwa  $Ab_{10}An_{90}$  hin. Da das spezifische Gewicht des Skapoliths 2,775 war, das Gestein genügend grobkörnig und der Feldspat so rein war wie in keinem andern der Auswürflinge, in denen ich Entwicklung des Feldspats aus Skapolith glaubte feststellen oder, wie hier, annehmen zu können, so schien es sehr erwünscht und möglich, solchen zur Analyse zu isolieren. Nach vielfach wiederholter Trennung erzielte ich eine Probe, in der ich Skapolith mit Sicherheit nicht mehr auffinden konnte. Die Körner waren auf Rissen z. T. von Eisenoxyden durchzogen, einige waren durch feine Einschlüsse trüb, sonst aber recht rein. Die in Dr. GILBERT'S Laboratorium ausgeführte Analyse hat die folgende Zusammensetzung (unter I) ergeben:

	I.	II.
Si O <sub>2</sub> . . . . .	45,70	46,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	33,93	34,45
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,92	—
Ca O . . . . .	17,22	17,34
Mg O . . . . .	0,09	—
Mn O . . . . .	0,05	—
Ba O . . . . .	Spur	—
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1,77	1,79
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,20	0,21
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,11	—
Glühverlust . . . . .	0,32	—
	100,31	100,01

Der Gehalt an Schwefelsäure zeigt an, daß dem Feldspat noch etwas Skapolithsubstanz beigemischt ist. Zur Berechnung habe ich angenommen, daß dieser die gleiche Zusammensetzung hat, wie der, dessen Analyse ich früher unter No. 7 (l. c. p. 100) mitgeteilt habe, und mit dem er im spezifischen Gewicht genau übereinstimmt; dem Betrag der Schwefelsäure entsprechende Mengen von Si O<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ca O und Na<sub>2</sub>O wurden somit in Abzug gebracht. Nach Abzug von Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Mg O, Mn O und des Glühverlustes wurden die auf 100 berechneten Werte unter II erhalten. Es ergibt sich hieraus, daß der Feldspat ein Bytownit-Anorthit ist und nach seiner Zusammensetzung zwischen Ab<sub>15</sub>An<sub>85</sub> und Ab<sub>10</sub>An<sub>90</sub> liegt.

Der Skapolith, aus dem, wie ich annehme, der Feldspat entstanden ist, würde nach seinem hohen spezifischen Gewicht dem kalkreichsten und kieselsäureärmsten Laacher Sulfat-skapolith gleichen (vergl. meine Zusammenstellung l. c. p. 119) mit 43,55 % Si O<sub>2</sub>, 28,52 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 19,28 % Ca O und 2,64 % Na<sub>2</sub>O. So würde auch die Zusammensetzung dieser beiden Mineralien zum mindesten meiner Annahme nicht widersprechen, daß der Feldspat aus dem Skapolith entstanden ist.

Die Hornblende hat die Eigenschaft der basaltischen; neben den einfachen Individuen kommen Zwillinge nach (100) vor. Der Augit, ein monokliner Titanaugit, tritt an Menge gegen Hornblende zurück. Über Titanit, Magnetit, Apatit ist nichts Besonderes zu sagen. Außer diesen Mineralien war noch ein anderes, jetzt völlig umgewandeltes vorhanden,

das möglicherweise Olivin gewesen war, es läßt sich dies nicht ermitteln, da regelmäßige äußere Form fehlt.

Wenn dieser Auswürfling bei der Durchforschung des Dünnschliffs auch den Eindruck eines Gesteins von durchaus körniger Struktur erweckt, so lehrt doch das Auftreten von Kristallen in kleinen Drusenräumen, daß bei seiner Herausbildung auch pneumatolytische Prozesse wirksam waren, der Umfang dieser läßt sich aber nicht ermitteln. Das Gestein selbst gleicht keinem andern mir bekannten Eruptivgestein, am ersten ließe es sich noch gewissen Gabbrotypen an die Seite stellen, aber auch von diesen unterscheidet es u. a. der Titanaugit, die braune Hornblende, der hohe Titangehalt. Wahrscheinlich hat das ursprüngliche Gestein doch, außer einer Umwandlung durch hohe Temperatur, tiefgehende pneumatolytische Umwandlungen erfahren, ehe es an die Oberfläche befördert wurde. Auf die Mitwirkung von Dämpfen mag es zurückzuführen sein, daß der Feldspat bei seiner Herausbildung aus Skapolith so rein auskristallisiert ist, wie sonst in keinem dieser Auswürflinge, und daß eben deshalb seine Entwicklung aus Skapolith nicht in dem gleichen Umfang hervortritt wie in jenen. Es ist aber auch möglich, daß ein Teil des Feldspats ein ursprünglicher Gemengteil ist, und nur der trübe in der nächsten Umgebung des Skapoliths aus diesem entstanden ist, es fehlen die Anhaltspunkte, um diese Frage sicher zu entscheiden. Kein anderer skapolithführender Auswürfling ist so reich an Kalknatronfeldspat als dieser.

## 6. Augit-Hornblende-Skapolithgestein vom Laacher See.

Dieser, dem Naturhistorischen Verein gehörende Auswürfling sieht wie ein körniger Sanidinit aus und war als solcher bestimmt worden, der vermeintliche Sanidin ist aber Skapolith. Die Gemengteile sind außer diesem: Grüner Augit, braune Hornblende, Kalknatronfeldspat, Titanit, Titanmagnet-eisen und Apatit. Die Struktur ist körnig, der Verband ziemlich locker.

Der Skapolith ist nur in Körnern entwickelt, klar und rein; sein spezifisches Gewicht wurde zu 2,768—2,772 bestimmt. Der Feldspat ist ein basischer Kalknatronfeldspat,

enthält Einschlüsse von braunem Glas, und seine Beziehung zu Skapolith läßt keinen Zweifel darüber, daß er aus diesem entstanden ist. Auch hier trifft man im Innern von Feldspat kleine Skapolithkörner, die mit einem größeren außerhalb gleichzeitig auslöschten, und dann ist der Skapolith wie Feldspat in der Übergangszone immer trüb und körnelig, wie in andern zuvor beschriebenen Auswürflingen.

Der Augit ist ziemlich kräftig pleochroitisch a und c bräunlichgrün bis rein grün, b gelbbraun. Bei der Hornblende ist a gelbbraun wie b von Augit, b schwarz, c braun. Beide sind derart miteinander verwachsen, daß in Längsschnitten die Spaltrisse parallel sind, also die c-Achsen zusammenfallen; hier liegt zweifellos eine primäre Verwachsung beider Mineralien vor, eine Neubildung von anderem Augit auf Kosten der Hornblende ist in diesem Auswürfling nicht zu beobachten. Über die andern Gemengteile, Titanit, Magnetit und Apatit, die recht reichlich und groß ausgebildet vorhanden sind, ist wenig zu bemerken. Der Magnetit zeigt hier und da oktaedrische Kristalle mit Andeutung von gerundeten Ikositetraederflächen. Der Apatit ist am Ende von der Pyramide umschlossen, deren Flächen gerundet sind, wie angeschmolzen erscheinen. Sein spezifisches Gewicht von 3,198 ist das des Sulfatapatits (dies. Jahrb. Beil.-Bd. XLI. p. 84. 1916).

Es liegt hier ein körniges Skapolith-Augit-Hornblendegestein vor mit Titanit, Magnetit und Apatit als Nebengemengteilen und basischem Kalknatronfeldspat als einer aus Skapolith hervorgegangenen Neubildung.

### 7. Augit-Hornblende-Skapolithgestein, von Dachsbuschtrachyt umwickelt (No. 18 b).

Diesen Auswürfling habe ich in dem trachytischen Tuff unter Höhe 371 am Dachsbusch bei einem meiner letzten Besuche gesammelt, er ist das einzige von Dachsbuschtrachyt umhüllte Skapolithgestein.

Nach seinem Mineralbestand schließt es sich an das vorhergehende aufs engste an, außer Skapolith enthält es braune Hornblende, gemeinen Augit, Titanmagneteisen, Titanit und Apatit. Der einschließende Trachyt ist der normale helle,

haunfreie Dachsbuschtrachyt (vergl. dies. Jahrb. Beil.-Bd. XLI. p. 445).

Der Skapolith ist frisch und einschlußfrei, sein spez. Gew. von 2,78 weist auf einen hohen Kalkgehalt hin. An keiner Stelle zeigt er eine Umwandlung in Feldspat, auch an der Grenze gegen den Trachyt ist er unverändert und stößt mit scharfem Rand an diesen. Feldspat fehlt, ist weder in dem Dünnschliff, noch in dem Einschluß selbst mit der Lupe wahrnehmbar; hierdurch unterscheidet sich dieses Gestein von dem vorhergehenden und ähnlichen andern.

Hornblende und Augit durchwachsen sich wieder gegenseitig wie in dem zuvor beschriebenen Auswürfling, die Hornblende ist ebenso unverändert wie der Skapolith. Die Apatitkristalle, mit der Pyramide als Endbegrenzung, erreichen eine Länge von 5 mm und Dicke von 2 mm; Titanit und Titanmagneteisen sind in der gewohnten Ausbildung reichlich vorhanden. Auf feinen Adern dringt braunes Glas in das Innere ein, der Skapolith ist auch an diesen Stellen nicht verändert.

In diesem Einschluß liegt ein durch hohe Temperatur in seinem Mineralbestand nicht verändertes Skapolithgestein von der Art vor, wie ich es in andern als ursprünglich vorhanden gewesen annehme. Der umhüllende Trachyt, mit dem es an die Oberfläche befördert worden ist, hat auf dieses Gestein ebensowenig ändernd eingewirkt wie auf die Mehrzahl der kristallinen Schiefer, die er umschließt.

### 8. Augit-Skapolithgestein, von dunklem Laacher Trachyt umwickelt.

Dieser in mehrfacher Hinsicht merkwürdige Auswürfling gehört der Klostersammlung Maria Laach, ich habe ihn bei einer Durchsicht der Sammlung auf skapolithführende Auswürflinge als einzigen gefunden, der Skapolith enthalten könnte, was durch die mikroskopische Untersuchung, die Pater Dr. MICHAEL HOPMANN in dankenswertester Weise gestattete, bestätigt wurde. Als Fundort ist Laach angegeben; nach der Beschaffenheit des Trachyts dürfte dies richtig sein, ich möchte glauben, daß er von dem Gleeser Feld stammt, es wäre dies der erste skapolithführende Auswürfling aus

dem engeren Gebiet des Laacher Sees. Hiernach wäre es also möglich, daß auch andere Auswürflinge, für die als Fundort Laach angegeben ist, aus diesem engeren Gebiet und nicht vom Dachsbusch stammen. Dies gilt namentlich für den von mir früher unter No. 10 beschriebenen Auswürfling, der diesem in allem so vollkommen gleicht, daß ich glauben möchte, daß beide ursprünglich zusammengehörten, wenn sich dies auch durch die Etiketten nicht nachweisen läßt. Vermutlich ist das der Laacher Klostersammlung zur Zeit des Pater WOLF durch G. VOM RATH in Austausch dorthin gelangt; das der Bonner Universitätssammlung gehörende Stück hatte den von G. VOM RATH analysierten Skapolith geliefert. An dem der Klostersammlung gehörenden Stück ist die Trachyrinde dicker, so daß es möglich war, einen Schliff so durchzulegen, daß das Skapolithgestein und der umhüllende Trachyt getroffen wurden und die Natur dieses genauer festgestellt werden konnte.

Der umhüllende Laacher Trachyt gehört der dunklen, tephritischen Art (vergl. dies. Jahrb. Beil.-Bd. XLI. p. 474) an und enthält als Gemengteile: monoklinen Alkalifeldspat, triklinen, dem Labrador nahestehenden Kalknatronfeldspat, trüben (nicht blauen) Hauyn, Titanaugit und gemeinen Augit, braune basaltische Hornblende, Olivin, Titanit und Magnetit. Die Durchschnitte der Feldspate erscheinen z. T. als scharfkantige Splitter, die andern Gemengteile, vor allem Augit und Olivin, sind scharf idiomorph. Dazu treten Brocken quarzreicher kristalliner Schiefer, wodurch der Tuffitcharakter des trachytischen Materials noch ausgesprochener wird.

Das eingeschlossene Skapolithgestein enthält als vorwiegenden Gemengteil frischen und im Dünnschliff wasserklaren Skapolith. An dem eigentümlichen Glanz und der fehlenden Spaltbarkeit ist dieser schon makroskopisch von Feldspat zu unterscheiden. Die Durchschnitte enthalten feinste, in der Richtung der Hauptachse gestreckte nadelartige Einlagerungen, hier und da in Zügen eingestreute kleine Glaseinschlüsse, sind sonst einschlußfrei. Das spezifische Gewicht von 2,771 weist ihn zu den kalkreichsten Sulfatskapolithen. An dem diesem gleichen Stück der Universitätssammlung hatte ich das spezifische Gewicht zu 2,768

bestimmt; ein Versuch mit reinen Skapolithkörnchen aus beiden Stücken ergab, daß sie in Bromoform-Alkoholmischung genau gleichzeitig schweben, und das spezifische Gewicht dieser Mischung wurde zu 2,771 bestimmt; hieraus ergibt sich die Gleichheit beider. Dazu treten als weitere Gemengteile: basischer Kalknatronfeldspat, grüner Augit, braune basaltische Hornblende, Titanit, Apatit und Titanmagneteisen. Diese Gemengteile bildeten ein verhältnismäßig grobkörniges, vorwiegend aus Skapolith mit Hornblende bestehendes Gestein, in dem jedes dieser beiden Mineralien Durchmesser bis zu 10 mm erreicht. Inwieweit der klare Kalknatronfeldspat primärer Bestandteil oder in der Tiefe aus Skapolith entstanden sei, läßt sich aus gleich zu erwähnendem Grunde nicht entscheiden.

Der Einschluß ist von dem umhüllenden Trachyt ungewöhnlich stark angegriffen, am stärksten die Hornblende, danach der Skapolith. Die Hornblende wird im Innern durch feinste Magnetitausscheidung opak, nur am Rande ist sie arm daran oder frei, hier und da zeigt sie geradlinige Umrißformen, so daß es den Anschein hat, als sei in einem späteren Stadium ein schmaler Saum neu gebildet. Jenseits dieses Saumes ist der Raum erfüllt von violettbraunem Titanaugit, der nahe an der Hornblende ganz angefüllt ist von feinem Magnetit, entfernter davon reiner wird und am Rande überall Kristallumgrenzung aufweist. Wo die Hornblende an den Trachyt grenzt, ist dieser außerordentlich reich an Titanaugit, er füllt mit Magnetit und schmalen Biotitleistchen eine breitere Zone aus. Der Skapolith ist da, wo er an Trachyt grenzt, von einer 1 mm breiten Zone von trübem Bytownit-Anorthit umgeben, dessen Kristalle von dem Trachyt aus als Basis in den Skapolith hineinwachsen und keinen Zweifel lassen, daß sie aus diesem entstanden sind; die Trübung wird durch kleine Glaseinschlüsse bewirkt. Kleine, innerhalb der Feldspatzone liegende Fetzen von Skapolith beweisen durch ihre gleichgerichteten feinen Interpositionen und die gleichzeitige Auslöschung mit einem größeren Korn des Gesteins ihre ehemalige Zugehörigkeit zu diesem. Entfernter von dem Skapolith, hier also besonders in der Richtung nach dem Trachyt hin, wird der Feldspat auch hier klar und einschluß-

frei, löscht aber mit dem trüben Teil gleichzeitig aus und beweist damit seine Identität mit diesem. Ob außerdem vereinzelte größere klare Körner primäre Bestandteile des Skapolithgesteins oder ebenfalls aus Skapolith entstanden seien, läßt sich nicht entscheiden. Die übrigen Gemengteile lassen keinerlei Änderungen erkennen. Da, wo die Bytownitzone an den tephritischen Trachyt stößt, ist die Grenze scharf, eine Vermengung hat hier nicht stattgefunden, die Umwandlung des Skapoliths ist durch hohe Temperatur bewirkt worden.

### 9. Schiefriges Augit-Plagioklas-Skapolithgestein (No. 18).

Der Auswürfling hat durch die lagenweise Anordnung der hellen und dunklen Gemengteile den Habitus eines kristallinen Schiefers. Er enthält außer Skapolith Kalknatronfeldspat, einen grünen Augit, braungrüne Hornblende (sehr spärlich), Magnetit und Apatit, alle sind nur klein entwickelt mit höchstens  $\frac{1}{2}$  mm im größten Durchmesser.

Im Dünnschliff erscheint das Gestein körnig, die dunklen Gemengteile sind jedoch z. T. strichweise angehäuft, die Feldspatkörner sind von kleinen Augit- und Magnetitkörnern durchsät.

Der Skapolith hat die gleiche Beschaffenheit wie der in den früher beschriebenen Diopsidgesteinen, namentlich ist er reich an den in der Richtung der Vertikalachse gestreckten Einschlüssen. Er ist in regellosen Körnern entwickelt, die mit den Feldspatkörnern verzahnt und verwachsen sind und anscheinend gleichzeitig mit diesen entstanden sind. Irgend welche Umänderung und Umbildung ist nicht wahrnehmbar. Der Feldspat ist ein basischer Kalknatronfeldspat, der nach seiner Auslöschungsschiefe auf Spaltblättchen nach P etwa der Mischung  $Ab_{35}An_{65}$  entsprechen würde. Der Augit ist ein gemeiner Augit mit a und c grün, b grüngelb; c:c wurde im Dünnschliff zu 40—45° gemessen. Die spärlich vorhandene Hornblende hat im allgemeinen braungrüne Farbe, hellbraun in der Richtung der Achse a, und dunkelgrünbraun nach b und c. Magnetit ist durch das Gestein ziemlich gleichmäßig zerstreut, seine Durchschnitte weisen auf okta-

edrische Kristalle. Apatit ist nur sehr spärlich vorhanden. Allein diese beiden Mineralien sind von Flächen umschlossen, die andern nur körnig entwickelt und anscheinend gleichzeitig entstanden.

Die Natur dieses Gesteins ist recht rätselhaft; ein kristalliner Schiefer von dieser mineralischen Zusammensetzung ist mir nicht bekannt, es ist aber immerhin bemerkenswert, daß seine Gemengteile Augit, Hornblende und Skapolith die gleiche Beschaffenheit haben wie die in dem quarzreichen kristallinen Schiefer, den ich früher unter No. 1 beschrieben habe. Gegen die Auffassung als Tiefengestein, das ebenso ungewöhnlich wäre, spricht die lagenweise Anordnung der Bestandteile; als ein durch hohe Temperatur umgewandeltes Gestein kann es nicht angesprochen werden, weil Anzeichen einer solchen Metamorphose nicht vorhanden sind; auch liegt kein Anzeichen dafür vor, daß etwa der Skapolith zugewandert wäre. Ungewöhnliche Mineralgemenge kommen als Tiefeninjektionen in Schiefergesteinen vor, ich möchte es am ersten für eine solche Injektion halten, wenn auch von dem Schiefer, in den es injiziert wäre, am Auswürfling nichts vorhanden ist; ich muß aber bemerken, daß ich in den injizierten Schiefen, von denen ich recht viel gesammelt habe, noch nicht Skapolith angetroffen habe.

Nachdem zu den früher von mir beschriebenen skapolithführenden Auswürflingen diese hinzugekommen sind, können etwa die folgenden, nach den vorherrschenden Mineralien benannte Arten unterschieden werden (I bezeichnet die Nummern der früheren, II die dieser Abhandlung [siehe die Zusammenstellung auf p. 40]).

Hierzu käme ein von EDEL<sup>1</sup> als Biotit-Sodalith-Camptonit beschriebener Auswürfling vom Gleeser Feld, in dem als Umwandlungsprodukt, vielleicht von Leucit, neben einem basischen Kalknatronfeldspat kleine Fetzen eines farblosen Minerals auftreten, das nach seinen optischen Eigenschaften als Skapolith bestimmt wurde; es fehlen jedoch die sonst so charakteristischen Interpositionen.

---

<sup>1</sup> Verhandl. d. Naturh. Ver. 1914. p. 123.

	Zahl
1. Quarz-Skapolithgestein mit grünem Augit, blaugrüner Hornblende und Alkalifeldspat (kristalliner Schiefer), I, 1 . . . . .	1
2. Schieferiges Augit-Plagioklas-Skapolithgestein mit grünem Augit und braungrüner Hornblende, II, 9 . . . . .	1
3. Diopsid-Skapolithgesteine, z. T. mit braunem Granat, I unter 2—5	5
4. Hornblende-Diopsid-Skapolithgesteine mit braungrüner Hornblende, I, 6 . . . . .	1
5. Hornblende-Skapolithgestein mit brauner Hornblende, II, 1 . . . . .	1
6. Hornblende-Augit-Skapolithgesteine mit brauner Hornblende, I, 7, 10; II, 6—8 . . . . .	5
7. Hornblende-Haunyn-Skapolithgestein, II, 2 . . . . .	1
8. Augit-Skapolithgesteine, II, 3 und 4 . . . . .	2
9. Alkalifeldspat-Skapolithgesteine (Sanidinite), I, 8 und 9 . . . . .	2
10. Alkalifeldspat-Skapolithgesteine mit braunem Granat, I, 12—15	4
11. Alkalifeldspat-Skapolithgestein mit Nosean I, 11 . . . . .	1
12. Kalkfeldspat-Hornblende-Skapolithgestein, II, 5 . . . . .	1
13. Noseaphonolithähnliches Gestein mit Skapolith, I, 16 . . . . .	1
14. Skapolithgestein mit braunem Granat und unbekanntem Mineral, I, 17 . . . . .	1
	27

Zur Deutung dieser Gesteine möchte ich meine frühere Annahme dahin erweitern, daß sich aus einem Magma in der Tiefe körnige skapolithführende Gesteine gebildet haben, vielleicht als Randfazies von andern Tiefengesteinen; dies wären namentlich die unter 5—8 in der vorstehenden Zusammenstellung aufgeführten Auswürflinge, welche die körnige Struktur von Tiefengesteinen besitzen, Skapolith wäre in ihnen ein primärer Gemengteil.

Durch Einwirkung hoher Temperatur ist in einem späteren Stadium aus der Hornblende dieser Gesteine ein Titanaugit, aus dem Skapolith ein basischer Kalknatronfeldspat hervorgegangen; durch gleichzeitig wirksam gewesene pneumatolytische Prozesse ist die Umbildung begünstigt, auch Hornblende hierbei neu gebildet worden. Das am vollkommensten umgewandelte Gestein wäre das zwölfte dieser Zusammenstellung, während andere Augit-Feldspatgesteine durch ihren Reichtum an Glas sich als mehr unfertige Gesteine erweisen (u. a. die 6. Gruppe).

In andern Gesteinen ist der Skapolith, anscheinend durch Zufuhr von Alkalien, in Alkalifeldspat umgewandelt (in Gruppe 9 No. I, 9); durch pneumatolytische Prozesse ist in

Alkaligesteinen Skapolith und Nosean entstanden (Gruppe 11), möglicherweise verdanken auch Sanidinite mit eingewachsenen Skapolithkristallen solchen Prozessen ihre Herausbildung zu ihrem jetzigen Zustand (in Gruppe 9, No. I, 8); bei diesen ist wahrscheinlich Skapolithsubstanz zugeführt worden. In diesen wie in einigen der folgenden ist der Skapolith in ringsum ausgebildeten Kristallen vorhanden.

In andern Gesteinen sind die Bestandteile, aus denen sich Skapolith gebildet hat, zugeführt worden (Gruppe 1, 13, vielleicht auch 3); daß bei der Umbildung hohe Temperatur wirksam gewesen war, beweist das Auftreten von Glas. Das quarzreiche Gestein der Gruppe 1 ist zweifellos ein kristalliner Schiefer; aus der Region der kristallinen Schiefer stammen wahrscheinlich auch die Diopsidgesteine der 3. Gruppe. Über die Natur der unter 2 und 14 aufgeführten Gesteine läßt sich nichts Bestimmtes aussagen, das unter 13 ist wahrscheinlich ein skapolithisierter Noseanphonolith. Aus der Übersicht ergibt sich, daß Skapolith sowohl in sauren als in basischen Gesteinen auftritt. Im übrigen verweise ich auf meine Ausführungen in der ersten Abhandlung.

Die Frage nach der Bildungsweise von Skapolithgesteinen ist in der jüngsten Zeit mehrfach behandelt worden, am eingehendsten wohl von NILS SUNDIUS für Gesteine des Kirunagebietes<sup>1</sup> und von V. M. GOLDSCHMIDT für kontaktmetamorphe Gesteine im Kristianiagebiet<sup>2</sup>. Die Ausführungen von NILS SUNDIUS stimmen mit den Anschauungen, die ich mir gebildet hatte, im wesentlichen überein, abgesehen von dem besonderen geologischen Vorkommen. Da sie durch Untersuchung anstehender Gesteine eines größeren Gebietes gewonnen sind, während die meinigen sich nur auf vereinzelte lose Auswürflinge stützen, gebe ich sie hier wörtlich wieder:

„Die Skapolithisierung ist während des Empordringens der Magmen der Tiefengesteine und wohl hauptsächlich während der Intrusionen der basischen Tiefengesteine geschehen und durch den Magmen entweichende Lösungen oder Gase vermittelt worden. Die Cl, CO<sub>2</sub>, S oder SO<sub>3</sub> u. a. Stoffe enthaltenden Lösungen oder Gase rühren aber nicht nur von

<sup>1</sup> Geologie des Kirunagebietes. 4. Upsala 1915. p. 205.

<sup>2</sup> Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. Kristiania 1911.

den Magmenmassen der im Gebiet sichtbaren Intrusivkörper her. Sie müssen auch von größeren, weiter entfernten und tiefer belegenen Magmamassen herkommen. Die flüchtigen skapolithbildenden Stoffe sind ferner in ihrer mineralumbildenden Wirksamkeit nicht nur auf die unmittelbare Nähe der Magmamassen beschränkt, sondern haben sich weit in die umgebenden Gesteine verbreitet und auch in weiten Entfernungen von den Zufuhrquellen Mineralumwandlungen hervorgerufen. In großen Gebieten haben sie die Gesteine wie ganz durchtränkt. In den tiefmetamorphen Gesteinen geschah dies während der tiefen Lage derselben, und die Skapolithisierung ist hier mit der normalen Umkristallisation der Gesteine zu einem Akt verschmolzen. In den mehr oberflächlich gelegenen Teilen der Gesteine erleichterten Spalten und Fugen das Hervordringen der skapolithbildenden Agentien. Längs diesen Spalten geschahen die kräftigsten Mineralumsetzungen, und von denselben aus sind die Lösungen oder Gase in das feste Gestein gedrungen.“

In Gegensatz zu diesem Vorkommen treten unter den Laacher skapolithführenden Auswürflingen solche auf, welche den Charakter von körnigen Tiefengesteinen haben und in denen Skapolith nicht anders als eine primäre Ausscheidung aufgefaßt werden kann (Gruppe 5—8); derartige Tiefengesteine sind meines Wissens bisher nicht bekannt, denn auch für die skapolithführenden Gabbrogesteine im südlichen Norwegen, die als Gangfazies auftreten, wird angenommen, daß der Skapolith durch pneumatolytische Prozesse entstanden sei (vergl. auch ROSENBUSCH, Physiogr. II, 1. p. 383). Für eine solche Annahme bieten die körnigen Laacher Auswürflinge keinen Anhaltspunkt.

Im Kirunagebiet läßt sich namentlich für den Skapolith der Grünsteine eine Abhängigkeit seiner Basizität von der des begleitenden Plagioklases nachweisen; dies fällt für die Laacher Auswürflinge fort, weil sie keinen nachweisbar primären Plagioklas führen; da, wo Plagioklas vorhanden ist, ist er entweder sicher oder wahrscheinlich aus Skapolith hervorgegangen. Am ersten könnte noch der Plagioklas in dem hier unter No. 5 beschriebenen Auswürfling ein primärer Gemengteil sein; in diesem Fall bestünde zwischen ihm und

dem Skapolith wenigstens die Beziehung, daß beide zu den äußerst kalkreichen Gliedern gehören. Dies wäre in gleicher Weise zu erwarten, wenn der Feldspat sich aus Skapolith entwickelt hat, wie wenn dieser aus jenem entstanden sei, wofür aber keinerlei Anhaltspunkte vorliegen.

Auf das schlagendste beweisen die Alkalifeldspatgesteine (Gruppe 9), daß eine Abhängigkeit der Zusammensetzung des Skapoliths von der des Feldspats hier nicht besteht. Wahrscheinlich ist in diese Skapolithsubstanz eingewandert, während in einem späteren Stadium der Skapolith z. T. durch Pyrometamorphose unter Zufuhr von Alkalien in Alkalifeldspat umgewandelt ist.

Die pyrometamorphe Umwandlung des Skapoliths in Kalknatronfeldspat ist meines Wissens aus andern Gebieten nicht bekannt; es ist eine Eigentümlichkeit der Laacher Auswürflinge, daß die Gesteine in der Tiefe durch Pyrometamorphose und Pneumatolyse tiefgreifende Umwandlungen in ihrem Mineralbestand und ihrer Beschaffenheit erfahren haben, bevor sie an die Oberfläche befördert wurden, eine Eigentümlichkeit, durch welche ihre Deutung so außerordentlich erschwert wird.

Der Laacher Skapolith ist durchweg ein Sulfatskapolith, in dem nach meiner Annahme die Schwefelsäure an das Silicalithsilikat gebunden ist; durch den Gehalt an Schwefelsäure fällt er in seinen optischen Eigenschaften und dem spezifischen Gewicht aus der Reihe der andern Skapolithe heraus. Die Mannigfaltigkeit der skapolithführenden Auswürflinge beweist aufs neue die große Rolle, welche die Schwefelsäure bei der Herausbildung der Laacher Mineralien und Gesteine gespielt hat und entspricht der Mannigfaltigkeit der Prozesse, welche bei der Herausbildung dieser Auswürflinge wirksam gewesen waren.

## Tafel-Erklärungen.

### Tafel II.

- Fig. 1. Klarer Skapolith ist am Rande von einer trüberen Zone umgeben, die aus idiomorphem basischen Kalknatronfeldspat besteht. Darüber liegen in braunem Glas scharf idiomorphe Augitkristalle, Leisten von Kalknatronfeldspat und Magnetit; am Rande braune Hornblende, die nach dem Glase hin wie aufgelöst erscheint. Vergr. 60fach. Aus No. 1.
- „ 2. An braune Hornblende ist Augit angewachsen, derart, daß in beiden Mineralien die Vertikalachsen parallel sind. Am oberen Rande klarer Skapolith, dazwischen braunes Glas mit Augit, Feldspat und Magnetit. Die schwarzen Durchschnitte gehören primärem titanhaltigen Magnetit an. Vergr. 60fach. Aus No. 1.

### Tafel III.

- Fig. 1. Links im Bilde Augit mit einem Querschnitt von Apatit. Daneben getrübler Skapolith. Der größere Teil des Bildes wird von glasreichem basischen Kalknatronfeldspat eingenommen, der aus Skapolith entstanden ist. Vergr. 35fach. Aus No. 3.
- „ 2. Aufnahme bei gekreuzten Nicols. Der Skapolith (im Bilde grau mit hellem [dünnere] Rand) bildet stark korrodierte, zerrissene Körner, deren Buchten und Risse von dichtgedrängten, regellos durcheinanderliegenden idiomorphen Durchschnitten eines basischen Kalknatronfeldspats ausgefüllt sind. Dazu Titanit (oben), Magnetit, Apatit (nahezu in der Auslöschungslage) und Feldspat. Vergr. 37fach. Aus No. 2.

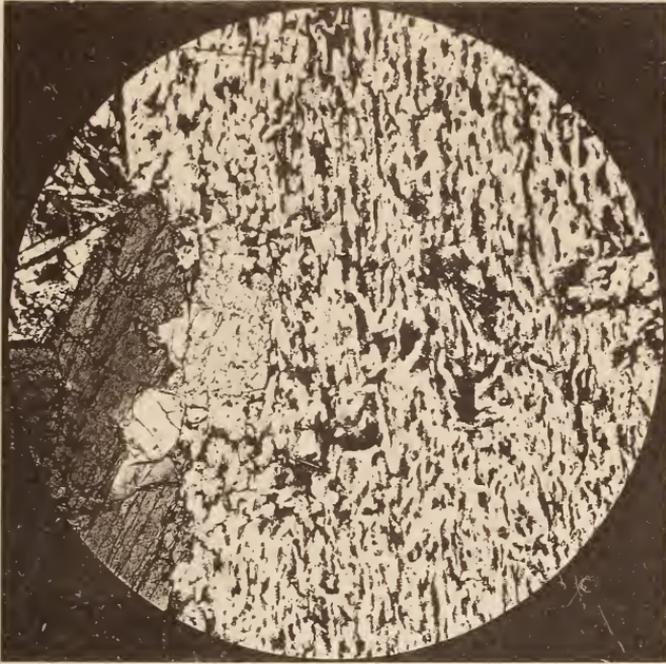


1

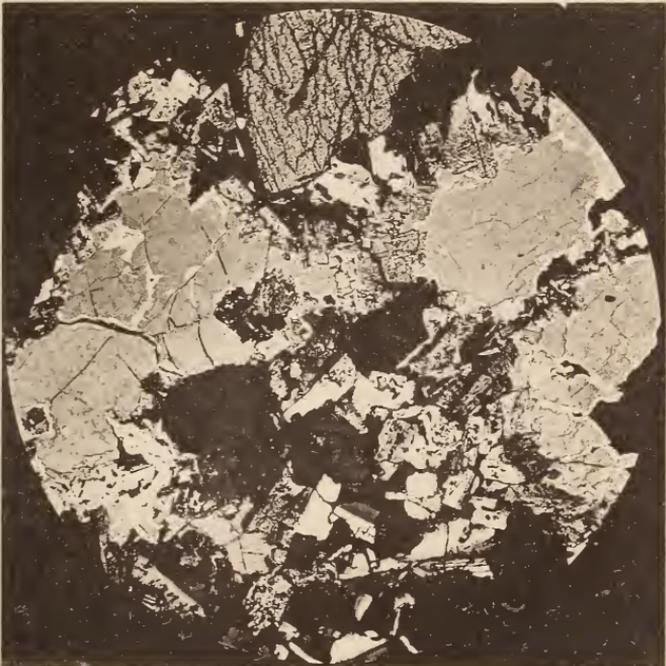


2

Lichtdruck Carl Ebner, Stuttgart.



1



2

Lichtdruck Carl Ebnor, Stuttgart.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [1917](#)

Autor(en)/Author(s): Brauns Reinhard Anton

Artikel/Article: [Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut der Universität Bonn. 9-44](#)