

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

**Band:** 11 (1931)

**Heft:** 2

**Artikel:** Über einen neuen Skapolithfund im Tessin

**Autor:** Jakob, J. / Parker, Robert L. / Brandenberger, E.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-12545>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.03.2026

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

## Über einen neuen Skapolithfund im Tessin <sup>1)</sup>

Von *J. Jakob, Robert L. Parker* und *E. Brandenberger*  
in Zürich

### INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1. Fundgeschichte und Beschreibung der Lagerstätte am Lago Tremorgio (E. Brandenberger) . . . . .	267
2. Resultate der chemischen Untersuchung (J. Jakob) . . . . .	272
3. Resultate der kristallographischen und optischen Untersuchung (Robert L. Parker) . . . . .	275
4. Resultate der röntgenographischen Untersuchung (E. Brandenberger) . . . . .	280

### 1. Fundgeschichte und Beschreibung der Lagerstätte am Lago Tremorgio

Von *E. Brandenberger*

Die Skapolith-Lagerstätte am Lago Tremorgio wurde im Sommer 1930 von dem Tessiner Mineralogen CARLO TADDEI in Bellinzona entdeckt und von ihm als eine neue Fundstelle von Skapolith erkannt<sup>2)</sup>. Er hat — zum Teil unter gefährvollen Begehungen — die Lagerstätte untersucht und sorgfältig ausgebeutet. Im Winter 1930 hat Herr C. TADDEI in entgegenkommender Weise das Material Herrn Professor NIGGLI für eine wissenschaftliche Bearbeitung zur Verfügung gestellt, welcher seinerseits die vorliegende Untersuchung anregte. Wir sind Herrn C. TADDEI für sein verständnisvolles, grosszügiges Entgegenkommen, mit welchem er uns jegliches Material zur Untersuchung und einen Grossteil hiervon den Sammlungen der E. T. H. geschenkweise überlassen hat, sehr zu Dank verpflichtet. Es ist dadurch möglich geworden, diese unzweifelhaft schönsten Schweizer-Skapolithe nach allen Richtungen hin zu charakterisieren. Der eine von uns (BR.) hatte Gelegenheit, unter Führung von Herrn C. TADDEI vergangenen Sommer die Lagerstätte selbst zu besichtigen und dabei einige für die Genese wesentliche Beobachtungen zu machen. Auch an dieser Stelle sei hierfür dem Exkursionsleiter herzlicher Dank abgestattet.

<sup>1)</sup> Ein kurzer Hinweis auf die neue Skapolithlagerstätte erfolgte in einer vorläufigen Mitteilung, diese Mitt. Bd. X, 373. 1930.

<sup>2)</sup> C. TADDEI, *Rivista di Sc. Nat. „Natura“*, XXI, 217. 1930.

Das neue Skapolith-Vorkommen<sup>1)</sup> befindet sich am E-Ufer des Lago Tremorgio unmittelbar über dem See und ist nur von der See-seite her leicht zugänglich. Das Nachbargestein gehört zur Serie der Kalkphyllite (Bedrettomulde), in deren Bereich der ganze Lago Tremorgio liegt. In diesen, zum Teil stark gepressten Phylliten finden sich häufig Zerrklüfte, deren Grosszahl mit Calcit, meist in Form grosser Individuen, erfüllt ist. Diese Klüfte zeigen einen sehr unregelmässigen Verlauf: bald sind sie gestreckt und nach den Enden hin zugespitzt, bald zeigen sie mehr ausgebauchte Formen, wie wenn es sich um gestauchte Hohlräume handeln würde. Die Calcitkristalle zeigten an mehreren Orten durch ihre Anordnung in der Kluft und durch Verbiegungen, dass nach der Auskristallisation der Kluftminerale eine mechanische Beanspruchung erfolgte<sup>2)</sup>. Die Skapolithe wurden in einem solchen, anscheinend eher isometrischen Klufttraum gefunden (C. TADDEI gibt dessen Durchmesser zu 60—70 cm an; anlässlich unserer gemeinsamen Begehung war dessen Abgrenzung und Erstreckung nicht deutlich zu sehen). Das Füllmaterial dieser Kluft ist an der Oberfläche und weit in die Kluft hinein stark der Verwitterung anheimgefallen und hat daher zum Grossteil erdige Beschaffenheit. Es erreicht nämlich bei hohem Wasserstand der Seespiegel die Skapolithkluft, wodurch der Kluftinhalt besonders stark der Zerstörung ausgesetzt wird. Herr C. TADDEI hat denn auch die ersten Skapolithe am Strand des Lago Tremorgio gefunden und ist erst später auf die primäre Lagerstätte gestossen. Durch Schlämmen dieses erdigen Materials erhält man leicht zahlreiche Skapolithkristalle. In den tiefern Teilen der Kluft ist es jedoch möglich, einzelne Brocken der frischen Kluftfüllung zu erhalten, an welchen sich die folgenden Beobachtungen machen lassen: Der Kern solcher Brocken besteht aus groben, meist stark eisenschüssigen Calcitkristallen, an denen man leicht Spaltstücke von über 2 cm Kantenlänge erzeugt. Zum Teil sind sie verzwilligt, zum Teil unregelmässig miteinander verwachsen. In einzelnen Calciten hat C. TADDEI als Einschlüsse Epidotnadeln gefunden; mikroskopisch erkennt man eine fein verteilte Li-

<sup>1)</sup> Zur geologischen Orientierung siehe H. PREISWERK, Karte des obern Tessin- und Maggiagebietes, Spez.-Karte Nr. 81 a und b, 1918, sowie Beiträge zur Geol. der Schweiz, (I), 26 II. 1918, dort speziell Profil Nr. 37.

<sup>2)</sup> Mechanisch beanspruchte, verbogene Kristalle scheinen in den Tessiner Minerallagerstätten nach dem Material der reichen Sammlung von Herrn C. TADDEI in Bellinzona eine recht verbreitete Erscheinung zu sein. Eine systematische Untersuchung hierüber wäre für die zeitliche Stellung der Kristallisation in den alpinen Zerrklüften ebenso interessant als für die Frage nach lokalen spätalpinen orogenen Bewegungen.

monitausscheidung. Rein äusserlich scheint es sich um Siderit zu handeln; der mikroskopische Befund und eine chemische Prüfung (J. JAKOB) lassen jedoch nur einen relativ niedrigen Fe-Gehalt nachweisen. Es sind dieselben grossen, in Spaltstücke aufgelösten Calcitindividuen, wie sie in den benachbarten normalen Zerrklüften gefunden werden. Diese Calcitkristalle sind in der Regel von einer Schicht aus weissem, milchigem Calcit überzogen, der scharf auf den Flächen der grossen Calcite aufsetzt, seinerseits aber keine kristallographische Begrenzung, sondern eine nierig-höckerige Oberfläche zeigt.

Auf diesen milchigen Calcitpartien oder da, wo dieser Überzug fehlt, unmittelbar auf den grossen Calcitkristallen, zum Teil auch in Hohlräume derselben eindringend, sitzt ein Aggregat von feinschuppigen, zu Rosetten gruppierten oder blätterig an den Calcit angepressten Chloritschüppchen, denen untergeordnet in grössern Schuppen Biotit, z. T. randlich in Chlorit umgewandelt, beigemischt ist. In diesem Aggregat von Chlorit finden sich neben Quarz und stark limonitisiertem Pyrit die Skapolithe eingelagert. Zudem bemerkt man ein gelbes erdiges Mineral, welches sich wohl durch Zersetzung der Chlorite gebildet hat und die Zwischenräume unter den letztern ausfüllt.

Wie C. TADDEI bereits berichtet hat, sind von ihm Skapolithkristalle in Form tetragonaler Prismen von über 6 cm Länge (parallel zur c-Achse) gefunden worden. Prismen mit Achsen von einigen cm sind häufig. Einige besonders schöne Exemplare sind in Figur 1 (Tafel) wiedergegeben. (Herrn TADDEI sei für die Überlassung dieser prachtvollen Skapolithe seiner Sammlung zur Herstellung dieser Aufnahme besonders gedankt.) Die kristallographischen Eigentümlichkeiten der Tremorgioskapolithe werden im dritten Teil dieser Untersuchung (S. 275) beschrieben. Hier sei lediglich hervorgehoben, dass die gefundenen Skapolithkristalle Erscheinungen aufweisen, welche auf eine mechanische Zertrümmerung neben einem Angriff durch resorbierende Agentien schliessen lassen: Die Enden der Skapolithe werden nämlich nicht von kristallographischen Flächen, sondern von rauhen, mehr oder weniger schief zur c-Achse verlaufenden Bruchflächen gebildet. Daneben bemerkt man diesen unregelmässigen Endflächen häufig zahlreiche kleine Pyramiden aufgesetzt, ähnlich wie dies kürzlich von Brasilianer „Edelskapolithen“ beschrieben worden ist<sup>1)</sup>. Es dürfte sich dabei um einen Ätzeffekt handeln, der die durch

<sup>1)</sup> H. ROSE, W. F. EPPLER und A. SCHRÖDER, Deutsche Goldschmiedezeitung, 1930, Nr. 39. Nach der dort gegebenen Beschreibung der brasilianischen Edel-

Zertrümmerung entstandenen Bruchflächen betroffen hat. Inwieweit andererseits die Resorption die mechanische Zertrümmerung vorbereitet und erleichtert hat, lässt sich nicht eindeutig entscheiden.

Man erhält an Hand dieser Stücke den Eindruck, als ob eine normale, mit Calcit gefüllte Zerrklüft (wie sie in der Nachbarschaft häufig vorkommen) aufgeweitet wurde und in den dadurch entstandenen Hohlräumen eine Abscheidung von Glimmer, Skapolith, Quarz, Pyrit und Chlorit (falls dieser nicht sekundär aus dem Glimmer entstanden) erfolgte.

Im Dünnschliff durch die Randpartien eines eisenschüssigen Calcits findet man sowohl Skapolith als Chlorit in direktem Kontakt mit Calcit, den letztern gerne zu Büscheln oder Paketen angeordnet, welche dann parallel den Calcitflächen gestellt sind. Die Skapolithe sind zum Grossteil stark zertrümmert oder zerklüftet (offenbar mechanisch und durch Resorption); die Bruchstücke löschen aber gleichzeitig aus und lassen dadurch die Ausmasse des ursprünglich vorhandenen Individuums erkennen. In die Zwischenräume dringt dann Calcit, seltener Chlorit. Bei Skapolithen im Kontakt mit Calcit greift das Calcitindividuum mit einem engmaschigen System von Schnüren (einheitlicher Auslöschung) in den Skapolith. An einer andern Stelle beobachtete ich eine glatte Kontaktfläche zwischen einem Calcit-rhomboeder und einem Skapolithprisma. An andern Orten sind die Skapolithe eher nach einer Absonderungsfläche nach der Basis zerfallen, der dann die Einlagerungen von Calcit und Chlorit folgen. In Calcit völlig eingeschlossen sind sowohl Skapolith als Chlorit zu finden; in einem Handstück wurde dasselbe von Biotit festgestellt. Die optischen Eigenschaften des Skapoliths werden in einem besondern Teil behandelt, so dass mikroskopisch keine weitem Bestimmungen notwendig waren. Vom Chlorit wurde ein schwacher Pleochroismus ins Grüne und ein sehr kleiner Achsenwinkel nachgewiesen; er erscheint nahezu als einachsige positives Mineral.

Nach den bis heute vorliegenden Beobachtungen ergibt sich für die Tremorgiolagerstätte die Paragenese: Calcit in zwei Generationen, Skapolith, Chlorit, Biotit, Quarz, Epidot und Pyrit. Diese Mineralassociation ist genetisch nicht einheitlich, sondern dürfte sich in folgende Phasen der Mineralisation aufteilen lassen: Bildung der Zerrklüft und möglicherweise sekretionärer Absatz des primären Calcits. Anschliessend magmatisch bedingte Temperatursteigerung und Aktivierung der Mineralisation in Form der Ausscheidung von Skapolith,

---

skapolithe scheinen die Tremorgioskapolithe diesen in manchen Eigenschaften nahestehen, obschon sie im Chemismus wesentliche Unterschiede zeigen.

Biotit (Chlorit), Epidot, Quarz und Pyrit, zusätzlich der Fe-haltige Calcit, falls nicht bereits vorhanden. Schliesslich erneute tektonische Bewegungen unter Zertrümmerung und Resorption der Skapolithe und Verbiegung der Calcitrhomboeder; die sie begleitende Metamorphose hat den Absatz des sekundären Calcitüberzuges, die Ausheilung der Skapolithtrümmer mit Calcit, die Ausscheidung des Fe-Gehaltes der Calcite als Limonit und die Umwandlung des Biotits in Chlorit bewirkt. Ob bei der magmatisch beeinflussten Phase lediglich eine Temperatursteigerung vorlag, oder ob in wesentlichem Masse die ascendierenden Lösungen und Dämpfe auch eine Stoffzufuhr magmatischer Abkunft vermittelten, lässt sich schwer entscheiden. Der reine Karbonatskapolith macht eine solche auf alle Fälle nicht notwendig und in gleichem Sinne spricht auch das vollständige Fehlen weiterer Mineralien, welche für eine wesentliche Stoffzufuhr typisch wären. Selbstverständlich waren die primär vorhandenen Klüfte die prädestinierten Reaktionsräume, indem sie den aufsteigenden heissen Lösungen und Dämpfen Wege kleinsten Widerstandes darstellten. Eine nur sehr untergeordnete Stoffzufuhr ist auch nach der Lage der Tremorgiolagerstätte gegenüber dem mutmasslichen Zentrum magmatischer Aktivität durchaus zu erwarten. Die Stellung des neuen Skapolithvorkommens zu den bereits bekannten Kluffundstellen von Skapolith in der obern Leventina<sup>1)</sup>, insbesondere seine Nachbarschaft mit demjenigen im Riale Fog ob Prato, deuten auf enge Beziehungen, und in der Tat besteht eine Reihe verwandtschaftlicher Züge unter diesen Lagerstätten nach Paragenese und Erscheinungsform. Im Riale Fog hat H. PREISWERK Skapolith an der Basis derselben Phyllitserie gefunden, der die Region des Lago Tremorgio angehört.

Die Vorkommen von Monte Piottino, Dazzio Grande, Valle und Riale di Berri liegen zum Teil in Quarzit, zum Teil in Gneisen und Glimmerschiefern. Stets wird Skapolith wie in unserm Fall mit Chlorit und Glimmer vergesellschaftet gefunden, die erstern offenbar häufig in ähnlichen Aggregaten wie am Lago Tremorgio. Dazu kommt — anscheinend je nach der primären Kluffüllung — Quarz oder Calcit, wobei der letztere mehrfach eischüssig erwähnt wird. Die Paragenese Skapolith + Glimmer + Chlorit ist das allen diesen

---

<sup>1)</sup> H. PREISWERK, Verh. Nat. Ges. Basel, 27, 165. 1917. Dort wird eine Übersicht über die schweizerischen Skapolithvorkommen überhaupt gegeben. Seither ist weiterhin erschienen F. MÜHLEHALER, Schweiz. Min.-Petr. Mitt. 2, 299. 1922, wo das Skapolithvorkommen im Campolungo-Dolomit besprochen wird.

Kluftlagerstätten gemeinsame Kennzeichen, und es darf hieraus wohl geschlossen werden, dass diese Mineralbildungen an den verschiedenen Stellen ihre Entstehung sehr ähnlichen Einwirkungen verdanken. Ob anderorts nach der magmatisch aktivierten Mineralisation ebenfalls eine Zertrümmerung der Skapolithe und entsprechende Metamorphose einsetzte, lässt sich nach den vorliegenden Beschreibungen nicht entscheiden. Allen den genannten Kluftlagerstätten fehlen neben Skapolith andere typische Mineralien der pneumatolytisch-hydrothermalen Phase, so dass für alle eine wesentliche magmatische Stoffzufuhr nicht wahrscheinlich erscheint. Der Chemismus der Skapolithe dürfte sich dafür (insoweit er gegenüber dem Nachbargestein als Fremdkörper geltende Komponenten betrifft) am ehesten als ein Mass erweisen, und es wäre sehr wohl möglich, dass mit zunehmender Annäherung zum magmatischen Zentrum der reine Karbonatskapolith in charakteristischer Weise einen wachsenden Gehalt an echt magmatischen „Salzanteilen“ zeigen würde.

Wesentlich dürfte die unzweifelhafte Priorität der magmatisch aktivierten Mineralisation gegenüber dem Prozess der Zertrümmerung des Kluftinhalts und der abschliessenden Metamorphose und Kluftausheilung sein, während andererseits die Kluftbildung selbst der magmatischen Einwirkung vorangegangen ist.

## 2. Die Resultate der chemischen Untersuchung

Von J. Jakob

Die Dichte wurde mittels des Pyknometers bestimmt; es wurde der Wert 2,7305 gefunden.

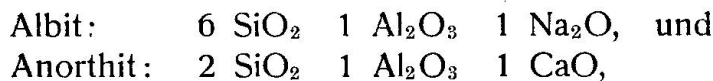
In chemischer Beziehung hat sich dieser Skapolith als sehr rein erwiesen, ausser den in der Analyse aufgeführten Komponenten wurde ferner noch geprüft auf das Vorhandensein von  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SO}_3$  und  $\text{Cl}_2$ , jedoch mit negativem Erfolg.

Die Daten der chemischen Analyse sind die folgenden:

	Gew. %	Mol. %	
$\text{SiO}_2$	46,44	50,52	
$\text{Al}_2\text{O}_3$	27,11	17,37	
$\text{CaO}$	17,01	19,82	
$\text{Na}_2\text{O}$	3,57	3,76	} 4,41
$\text{K}_2\text{O}$	0,93	0,65	
$\text{H}_2\text{O (+110}^\circ)$	0,11	0,40	} 0,69
$\text{H}_2\text{O (-110}^\circ)$	0,08	0,29	
$\text{CO}_2$	4,84	7,19	
	100,09	100,00	

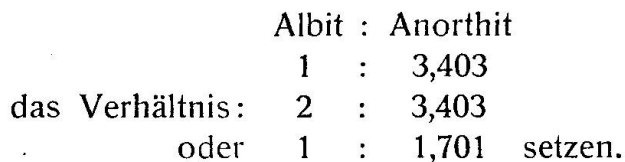
Es handelt sich hier somit um einen reinen Karbonatskapolith, er kann aufgefasst werden als eine Mischung von Albit und Anorthit, denen noch Karbonatmoleküle angelagert sind. Von dieser Auffassung ausgehend, ergeben sich für die Berechnung der Formel zwei verschiedene Berechnungsarten.

Die eine Berechnungsmöglichkeit geht aus von dem molekularen Verhältnis von  $\text{SiO}_2$  zu  $\text{Al}_2\text{O}_3$  als der Basis für die Bestimmung des Verhältnisses Albit zu Anorthit. Verwenden wir zu dessen Berechnung die theoretischen Formeln:



dann ergibt sich für das Verhältnis Albit zu Anorthit die Zahl: 3,403.

Berücksichtigen wir weiter, dass im Kristallgebäude ein Na einem Ca entspricht, dann können wir an Stelle des Verhältnisses



Gegen eine derartige Berechnungsart ist folgendes einzuwenden. Erstens gibt es keinen Albit, der genau so viel  $\text{SiO}_2$  enthält, wie die theoretische Formel vorsieht. Alle Alkalifeldspäte, so weit zuverlässige Analysen vorliegen, weisen ein Manko an  $\text{SiO}_2$  auf. Dieses Manko zeigen auch alle Plagioklase. Das Verhältnis  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$  darf somit nicht ohne Einschränkung als Basis der Berechnung eines Verhältnisses Albit zu Anorthit benützt werden. Noch nicht veröffentlichte Untersuchungen haben ferner gezeigt, dass das jeweilige Verhältnis von Albit zu Anorthit in den Plagioklasen immer einem einfachen rationalen Zahlengesetz folgt, eine Erscheinung, die durch obiges Resultat nicht bestätigt würde. Es handelt sich hier um weiter nichts als um das bei Muskoviten gefundene und bereits veröffentlichte Prinzip<sup>1)</sup> der stöchiometrischen Verhältnisse bei Mischkristallen.

Eine andere Basis der Berechnung bietet uns das Verhältnis der Summe der Alkalien zu CaO. Es ist auffallend, dass diese beiden Zahlenwerte sehr nahe ein einfaches rationales Verhältnis bilden:



Derart einfache Verhältnisse liefern diese Komponenten auch bei den

<sup>1</sup> Zeit. Krist. 72, speziell Seite 377. 1929.



Plagioklasen. Wir haben hier somit ein vertrauenerweckenderes Wertepaar, das als Basis unserer Berechnung dienen kann. Diese Berechnungsbasis führt auch zu einem befriedigenden Ziel. Wir gehen nun in der folgenden Weise vor.

Wir wissen, dass in dem Mejonit-Anteil der Skapolithe der vierte Teil des enthaltenen CaO an  $\text{CO}_2$ , oder bei Sulfatskapolithen an  $\text{SO}_3$ , gebunden ist. Wir sondern deshalb von dem gesamten Gehalt an CaO den vierten Teil aus, nämlich 4,955, und aus dem Rest (14,865) formen wir Anorthit, siehe in folgender Tabelle Kolonne II. In gleicher Weise verfahren wir mit den Alkalien, ein Viertel wird abgesondert und aus dem Rest (3,31) wird Albit geformt, siehe Kolonne III.

	I.	II.	III.	IV.	V.
$\text{SiO}_2$	50,52	29,730	+ 19,86	= 49,59	
$\text{Al}_2\text{O}_3$	17,37	14,865	+ 3,31	= 18,175	
CaO	19,82	14,865			4,955
$\text{R}_2\text{O}$	4,41		3,31		1,10
$\text{H}_2\text{O}$	0,69				
$\text{CO}_2$	<u>7,19</u>				
	100,00				

In Kolonne I haben wir die Mol.%, wobei die Alkalien unter  $\text{R}_2\text{O}$  vereinigt sind, desgleichen wurden auch die beiden Werte für Wasser zusammengezogen. In Kolonne II finden wir  $\frac{3}{4}$  des gesamten CaO und die dazu erforderlichen Werte für  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{SiO}_2$ , wie sie zur Bildung von Anorthit nötig sind. In Kolonne III finden wir  $\frac{3}{4}$  des gesamten Alkaligehaltes nebst den zugehörigen Mengen  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{SiO}_2$ , die zur Bildung von Albit erforderlich sind. In Kolonne IV stehen die Summen für  $\text{SiO}_2$  und für  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , wie sie sich durch Summation der Werte der Kol. II und III ergeben. In Kolonne V haben wir die reservierten Mengen von CaO beziehungsweise Alkalien, die an Kohlensäure gebunden sind.

Beachten wir, dass die Summe der an Kohlensäure gebundenen Oxyde bloss 6,05 ergibt, während das zur Verfügung stehende  $\text{CO}_2$  7,19 beträgt. Das bedeutet ein Überschuss von 1,14  $\text{CO}_2$ . Da der Betrag dieses Überschusses praktisch gleich ist dem Betrage für die Alkalien in Kol. V, müssen wir daraus schliessen, dass auf 1  $\text{Na}_2\text{O}$  zwei  $\text{CO}_2$  kommen. Es wird sich demnach nicht um angelagertes Karbonat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , sondern um Bikarbonat  $\text{NaCO}_3\text{H}$  handeln. Dem angelagerten Karbonat  $\text{CaCO}_3$  des Mejonites entspricht ein Bikarbonat  $\text{NaCO}_3\text{H}$  im Karbonatmarialith, dem Ca-Atom entspricht nur ein Na-Atom<sup>1)</sup>. Zur Bikarbonatbildung ist aber noch Wasser erforder-

<sup>1)</sup> Siehe auch L. BORGSTRÖM, Z. Krist. 76, 481. 1931.

lich und zwar gleichviel, wie  $R_2O$ -Moleküle vorhanden sind. Statt der erforderlichen 1,10  $H_2O$  haben wir aber nur total 0,69  $H_2O$  zur Verfügung, es fehlen daher noch 0,41  $H_2O$ . Wie dieses Manko an  $H_2O$  zu erklären und zu decken ist, wird sich aus folgenden Betrachtungen ergeben.

Aus voriger Tabelle ersehen wir, dass die Summen in Kol. IV nicht mit den betreffenden Werten in Kol. I übereinstimmen, die Analyse weist einen Überschuss von 0,93 Mol. %  $SiO_2$  und ein Manko von 0,80 Mol. %  $Al_2O_3$  auf. Wie ist diese Tatsache zu deuten?

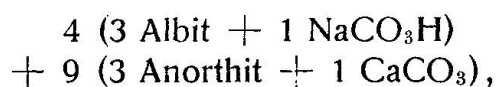
Es ist längstens bekannt, dass Al in Silikaten Si ersetzen oder vertreten kann. Diese Vertretung kann in stöchiometrischen oder auch in beliebigen Verhältnissen auftreten. In dem hier vorliegenden Falle können wir den umgekehrten Fall konstatieren, Si ersetzt hier das fehlende Al. Es wird zwar nicht das gesamte Manko an Al durch Si ersetzt, aber doch ein grosser Teil.

Da ein Si ein Al ersetzt, so ersetzen 2  $SiO_2$  jeweilen 1  $Al_2O_3$ . Der Überschuss von 0,93  $SiO_2$  wird demnach die Stelle von 0,46  $Al_2O_3$  einnehmen, das wird jedoch zur Folge haben, dass ein Überschuss von 0,46 Sauerstoffatomen auftritt, der die fehlenden 0,41 Mol. %  $H_2O$  kompensiert. Das Manko an  $H_2O$  wird somit bedingt durch den Umstand, dass ein Teil  $SiO_2$  an Stelle der Tonerde tritt. Die Übereinstimmung der Zahlen 0,41 und 0,46 muss, wenn man die Schwierigkeit dieser Bestimmungen in Betracht zieht, als eine sehr gute bezeichnet werden.

Auf Grund des Verhältnisses Alkalien zu CaO und unter Berücksichtigung des Umstandes, dass im Kristallgebäude immer 1 Ca durch nur 1 Na ersetzt wird, ergibt sich ein Verhältnis für den Skapolith von

$$2 : 4,494 \text{ oder } 4 : 9.$$

Demnach ist die Formel folgendermassen zu schreiben:



wo Albit als  $Si_3O_8AlNa$ , und Anorthit als  $Si_2O_8Al_2Ca$  aufzufassen sind.

### 3. Resultate der kristallographischen und optischen Untersuchung

Von *Robert L. Parker*  
(Hierzu Figuren 1, 3 bis 10.)

Wie schon aus der Figur 1 ersichtlich, ist die Prismenzone die einzige, die am Tremorgio-Skapolith in Erscheinung tritt. Sie ist

stets stark gestreift und gefurcht, und es zeigt die nähere Untersuchung, dass diese Beschaffenheit dreierlei morphologische Ursachen hat.

1. An allen Individuen sind die zwei Prismen  $\{100\}$  und  $\{110\}$  entwickelt und zwar in stark alternierender Ausbildung. Eine der Formen pflegt die deutlich vorherrschende zu sein und bietet in Folge der Alternierung den Anblick von gestaffelten Ebenenpaketen, währenddem die andere, mehr untergeordnete in ein Lamellensystem aufgelöst erscheint. Rein morphologisch ist es kaum mit Sicherheit möglich, die eindeutige Identifizierung der einen oder anderen dieser Formen durchzuführen, doch gelang (siehe Seite 281) diese Unterscheidung auf röntgenometrischem Wege. Demnach wäre die vorherrschende Form  $\{110\}$ . Parallel dieser ist eine gewisse Absonderung zu konstatieren, auch besitzt sie den lebhafteren Glanz von beiden und liefert auf dem Goniometer die besseren Reflexe. In gewissen Fällen wurde  $\{100\}$  mit glatten Flächen beobachtet, die denen des Prismas 1. Stellung an Breite kaum nachstanden.

2. Neben den beiden erwähnten Formen ist nicht allzu selten ein weiteres  $\{hk0\}$  mit deutlich selbständig entwickelten Flächen zu sehen. Diese liefern auf dem Goniometer Reflexe, die sich (ähnlich wie bei den zwei Hauptformen) kräftig von dem durch die Streifung erzeugten, fast kontinuierlichen Lichtzuge abheben. Die erhaltenen Winkel ergeben bei der angenommenen Aufstellung das Symbol  $\{210\}$ , welches als einer für Skapolith gut bekannten Form angehört, die Identifizierung der Hauptprismen bestätigt. Die Flächen der Form pflegen in der Zone unvollzählig aufzutreten, doch in einer Verteilung, die mit der paramorphen Symmetrie verträglich ist.

3. Eine weitere Ursache der Streifung und Furchung ist gegeben durch die auf den Flächen  $\{110\}$  allenthalben vorhandenen Wachstumsakzessorien. Dieselben variieren im Charakter zwischen zarten Schichtlinien und recht ausgeprägten Terrassen in Verbindung mit der Tabulette<sup>1)</sup>. Die typische Gestalt der letzteren Bindungen ist eine langgestreckt vierseitige (vergl. Fig. 3), wobei eine ganz deutliche Asymmetrie nach der Vertikalen zu beobachten ist. Dies steht mit der paramorphen Flächensymmetrie der Form im Einklang. Komplizierter werden die Gebilde oft dadurch, dass Rundungen bis Abstumpfungen der Grate in Erscheinung treten, was in Figur 4 zu sehen ist. Dort ist ebenfalls ersichtlich, dass auch an diesen bereits recht hoch entwickelten Akzessorien der schichtige Bau noch

<sup>1)</sup> Vgl. V. GOLESCHMIDT, „Über Wachstumsgebilde“. Beitr. z. Min. und Petr. II, 1919/24, p. 167.

klar zutage tritt. Interessant ist der Verlauf der querliegenden Schichtlinien. Er kann in Figur 5 studiert werden, in welcher die gegenseitige Annäherung zweier Terrassen festgehalten ist. Es ist ersichtlich, dass die betreffenden Linien nicht horizontal sind, sondern derart gegeneinander geneigt, dass die Horizontale als Symmetrielinie erscheint (paramorphe Flächensymmetrie). Diese Gebilde sind demnach in ihrer Ausbildung engstens mit denjenigen verwandt, welche auf TSCHERMAK's klassischen Darstellungen des vesuvischen Skapoliths wiedergegeben sind<sup>1)</sup>. Es mag noch erwähnt werden, dass der stufenweise Abfall der Terrassen oft zu einer merklichen, makroskopisch gut sichtbaren Quergliederung der Prismenflächen führt. Die Akzessorien auf {100} sind selten und undeutlich entwickelt.

Währenddem man nicht im Zweifel sein kann, dass die bis jetzt besprochenen Akzessorien Wachstumsgebilde sind, bietet die richtige Beurteilung der nun zu erwähnenden weit grössere Schwierigkeiten. Bei der Durchsicht vieler Dutzend Individuen, die durch Waschen aus dem Sande der Kluft isoliert worden waren, fiel es auf, wie wenige von ihnen eigentlich Spalt- oder Bruchstücke darstellen in dem Sinne, dass Prismen oder Terminalflächen ausschliesslich im Zeichen mechanischer Vorgänge entstanden zu sein scheinen. Wenn letztere als einfache Bruchflächen aufzufassen sind, so pflegen sie ausgesprochen muscheligen Bruch aufzuweisen und ihren zufälligen Charakter dadurch sofort zu verraten. Zahlreicher als solche ganz unbestimmte Endbegrenzungen sind aber solche folgender Art:

1. Die allmähliche Zuspitzung nach oben. Die Oberfläche ist dann meist mehr oder weniger rauh und gerundet.

2. Die Begrenzung durch Terminalflächen, die zwar unregelmässig sind nach Art der Bruchflächen, aber statt der glatten muscheligen Beschaffenheit eine Bedeckung mit akzessorischen Flächen aufweisen<sup>2)</sup>, also mit solchen, die bereits nicht mehr rein willkürlicher Art sind. Beobachtet wurden akzessorische Gebilde viererlei Art, wobei alle die gemeinsame Eigenschaft haben, einen schichtigen Aufbau zu zeigen.

a) Vierflächig-pyramidale Gestalten mit nach oben zusammenlaufenden Graten.

b) Analoge, aber an der Spitze abgestumpfte Gebilde.

<sup>1)</sup> G. TSCHERMAK, Wien. Sitzungsber. 1883. 88 (1). — V. GOLDSCHMIDT, Atlas der Kristallformen, Bd. 8, Taf. 37, Fig. 53.

<sup>2)</sup> Vgl. die analogen Bildungen bei H. ROSE, W. F. EPPLER, A. SCHRÖDER, loc. cit.

c) Konische Formen.

d) Unregelmässig gerundete Bildungen, meist mit deutlich hervortretendem Apex versehen.

Die Vertreter der Gruppen a und b besitzen konstante Orientierung gegenüber dem Achsenkreuz des Individuums, in dem Sinne, dass die Grate zu den Achsenebenen diagonal liegen, die Flächen also als flache Bipyramiden 2. Stellung aufzufassen sind. Obgleich diese Akzessorien oft weitgehend ebenflächig entwickelt sein können, so sind sie doch des öfteren gerundet. Sie sind dann analog (scheinbar aber nicht identisch) mit den Formen, die TSCHERMAK (loc. cit.) an einem Kopfbilde des Skapolith vom Vesuv zeichnete. Ganz deutliche Vertreter speziell der Gruppen a, b und c sind in den Figuren 6, 7 und 8 ersichtlich.

Der Anblick der zugespitzten Individuen sowie von gewissen gerundeten Gebilden a und b gemahnt an manche Gestalten, wie sie Lösungskörper tragen. In diesem Sinne möchte man daher annehmen (vergl. den geologischen Teil), dass eine Zertrümmerung der Individuen zwar ihre jetzige Dimension, ein Lösungs- oder Ätzprozess aber die Oberflächenbeschaffenheit der Terminalflächen bestimmt hat. So einfach eine solche Annahme ist, deuten dennoch gewisse Anzeichen darauf hin, dass die Vorgeschichte der Tremorgio-Skapolithe eine kompliziertere gewesen sein mag. Auffallend sind zunächst die nicht seltenen Individuen, die tiefreichende seitliche Risse (Fig. 9) zeigen, wobei solche Einschnitte mitunter bis zur halben Dicke des Kristalls reichen können. Es erscheint ausgeschlossen, diese Bildungen als Ergebnis mechanischer Einwirkungen anzusprechen, da nicht nur die klaffende Natur der Spalte, sondern auch besonders die vollkommen ungestörte Beschaffenheit der Gegenseite des Kristalls mit dieser Annahme im Widerspruch stehen. Hier muss wohl die Wirkung eines Lösungsprozesses vorliegen, welcher entweder ein eingeschlossenes Fremdmineral entfernte oder dann den Skapolith selber angriff. Letzteres mag als das Wahrscheinlichere gelten und so wäre es denkbar, dass es sich um „Lösungsrinnen“ handelt, wie sie von Lösungskörpern her bekannt sind. Damit wäre der Lösungsprozess (teilweise wenigstens) schon für die Längsdimensionierung und die Erzeugung der Terminalflächen der jetzigen Individuen verantwortlich zu machen. Es bleibt noch zu entscheiden, ob die Oberflächenskulpturen demselben Lösungsprozess entstammten. Direkt lässt sich die Frage nicht beantworten, da soweit ersichtlich die sich gegenüberliegenden Flächen der zerklüfteten Stücke nicht mit Akzessorien versehen sind. Die oben erwähnten Gebilde a, c und d

können aber jedenfalls nicht als typische Lösungsakzessorien bezeichnet werden. Ja es kann sogar auf Grund eines weitem mir vorliegenden Beobachtungsmaterials behauptet werden, dass Gebilde von erstaunlich ähnlicher Gestalt wie diese an sehr vielen anderen Kristallarten (natürliche wie künstliche) erscheinen und zwar unter Verhältnissen, die ihren Charakter als echte Wachstumsakzessorien wahrscheinlich machen. Das zeigt, dass man hier zum mindesten mit der Möglichkeit rechnen muss, es seien die Gebilde überhaupt nicht durch den Lösungsprozess, sondern als Ergebnis von erneutem Stoffansatz entstanden.

Zwei Tatsachen sind noch anzuführen. An einem Individuum entdeckte Herr TADDEI das in Figur 10 wiedergegebene Kopfbild. Man sieht, es handelt sich um ein kleines Subindividuum, das an der Endfläche ansetzt und sich parallel dem Hauptindividuum fortentwickelt. Man muss unwillkürlich an die Erscheinung der „regenerierten“ Quarzenden denken, die auf alpinen Kluftlagerstätten häufig vorkommen. Weiterhin ist es eine verbreitete Erscheinung, dass die als echte Wachstumsakzessorien angesprochenen Gebilde auf {110} an dem jetzigen Ende der Individuen ansetzen. Es ist eine allgemeine Tatsache, dass solche Akzessorien gerne an Kanten oder Ecken der Kristalle ansetzen, mit denen sie dann offenbar auch genetisch in Zusammenhang stehen. Da aber gar keine primären Querkanten aufzutreten scheinen, müssen es wohl die jetzigen sein, die für die Placierung der Akzessorien im erwähnten Sinne verantwortlich zu machen sind. Auch das würde darauf hindeuten, dass eine relativ späte Wachstumsperiode bestanden haben muss.

Die durchsichtige, klare Beschaffenheit des Tremorgioskapolithes machte es leicht, geeignetes Material zur Herstellung eines geschliffenen Prismas für die optische Untersuchung zu finden. Die Teilbarkeit // {110} machte sich immerhin in gewissen Lagen unangenehm bemerkbar und hatte gelegentlich eine Streuung der Reflexe zur Folge. Nachstehende Werte wurden durch Mittelung aus mehreren Beobachtungsserien gewonnen, bei denen die Einzelabweichungen in keinem Fall 0,0005 erreichten und z. T. erheblich darunter blieben.

$\lambda$ in $\mu\mu$	$\omega$	$\varepsilon$
687 (rot)	1,581 <sub>4</sub>	1,550 <sub>0</sub>
656 (rotgelb)	1,582 <sub>4</sub>	1,550 <sub>6</sub>
589 (gelb)	1,584 <sub>9</sub>	1,553 <sub>0</sub>
527 (grün)	1,588 <sub>4</sub>	1,556 <sub>1</sub>
486 (blau)	1,591 <sub>8</sub>	1,558 <sub>8</sub>

Nachdem der chemische Befund gezeigt hat, dass es sich um einen reinen Karbonatskapolith handelt, bei dem die Mejonit- und Marialithanteile im Verhältnis von 69 zu 31 stehen, ist es von Interesse, nachzuprüfen, ob die Beziehungen von Optik zu Chemismus in Übereinstimmung mit den Resultaten früherer Untersuchungen<sup>1)</sup> stehen.

Bezeichnet man den Ausdruck  $\frac{\omega + \varepsilon}{2}$  als die mittlere Lichtbrechung, die am vorliegenden Material für die Linie D = 589 also 1,5689 beträgt, so konstatiert man, dass sich die Bestimmungen recht gut in die Kurvenbilder von SUNDIUS resp. NIGGLI einfügen. Fast völlige Übereinstimmung ergibt sich mit einer Bestimmung von HIMMELBAUER, der am Skapolith von Grass Lake für die Wellenlänge 600  $\mu\mu$  die Werte 1,58284 und 1,55120 erhielt, also eine mittlere Lichtbrechung von 1,56702. Dieser Skapolith hat 31 % Marialith und steht auch sonst dem vorliegenden chemisch nahe ( $\text{CO}_2 = 4,33\%$ ). (Vergl. HIMMELBAUER, op. cit., Analyse 7.) Die Doppelbrechung jener Probe beträgt für die nämliche Wellenlänge 0,03164, was mit dem hier bestimmten Werte von 0,0319 ebenfalls in naher Übereinstimmung steht. Auffallend bleibt die Tatsache, dass manche kohlenstoffreichen Skapolithe von ähnlichem Verhältnis Me/Ma wesentlich höhere Doppelbrechung aufweisen. Deutlich ist dies z. B. an dem (allerdings Me-reicheren) Kohlenstoffskapolith von Pargas, der eine Doppelbrechung von 0,0385 aufweist. Der Parallelismus zwischen hohem  $\text{CO}_2$ -Gehalt und hoher Doppelbrechung, der von SUNDIUS vermutet wird, dürfte daher kein ganz einfacher sein und bedarf der weiteren Untersuchung.

#### 4. Resultate der röntgenographischen Untersuchung

Von E. Brandenberger

Über die an den Skapolithen vom Lago Tremorgio angestellten röntgenometrischen Untersuchungen soll hier nur soweit berichtet werden, als sie der Charakterisierung der Skapolithe der neuen Lagerstätte dienen. Allgemeine Erörterungen der Skapolithstruktur, für

<sup>1)</sup> A. HIMMELBAUER, Zur Kenntnis der Skapolithe. Sitzungsber. Akad. der Wissensch. Wien, Mat.-naturw. Kl., Bd. CXIX, Abt. 1, 1910, S. 115. — N. SUNDIUS, Zur Kenntnis des Zusammenhangs zwischen den optischen Eigenschaften und der chemischen Konstitution der Skapolithe. Bull. Geol. Inst. Upsala, Vol. XV, 1916, S. 1. P. NIGGLI und K. FAESY, Z. Krist. 57. Referate.

welche zur Zeit ein Vorschlag durch L. PAULING<sup>1)</sup> vorliegt, welcher jedoch experimentell noch nicht eingehend geprüft ist, sollen hier unterbleiben. Unsere Angaben beschränken sich daher auf die für die Tremorgio-Skapolithe spezifischen Grössen; es sei jedoch bemerkt, dass die Bestimmung der Raumgruppe, wie sie bereits mehrfach publiziert worden ist<sup>2)</sup>, mit unsern Befunden übereinstimmt, wonach unter den sämtlichen mit der Lauesymmetrie  $C_{4h}$  verträglichen Raumsystemen für die Skapolithstruktur nur diejenigen mit der Untergruppe  $4_1$  bzw.  $4_3$  ausgeschlossen werden können.

Das vorliegende Material in Form von Prismen ohne Endbegrenzung eignete sich vorzugsweise für Drehaufnahmen um die [001]-Richtung, Goniometeraufnahmen der Schichtlinien (hk0), ... und Laueaufnahmen senkrecht zu den Prismenflächen. Eine Drehaufnahme um [001] ergab durch Vermessung der Schichtlinienabstände einen Parameterwert  $T_{[001]}$  von ca. 7,6 Å. E.; eine Röntgen-goniometeraufnahme (hk0) liess aus 24 Reflexionen für den Parameter  $T_{[100]}$  einen Mittelwert  $T_{[100]} = 17,15$  Å. E. finden.

In Tabelle I sind die in einer Pulveraufnahme (mit Steinsalz als Eichsubstanz) auftretenden Interferenzen zusammengestellt und ausgewertet. Zwei verschiedene Aufnahmen I und II ergeben gut übereinstimmende  $\vartheta$ -Werte. Durch Herstellung von Pulverdiagrammen an Pulvern verschiedener Kristalle liess sich unter den vorliegenden Kristallen Gleichheit der Gitterkonstanten innerhalb der Fehlergrenzen nachweisen. Die aus den Diagrammen der Tabelle I erhaltenen Gitterkonstanten haben die Werte  $a = 17,15$  Å. E. und  $c = 7,54$  Å. E. Hieraus berechnet man für die Skapolithe vom Lago Tremorgio ein Achsenverhältnis  $a : c = 1 : 0,440$  (makroskopisch war ein solches mangels Endflächen nicht bestimmbar), welches in guter Übereinstimmung mit dem an Skapolithen anderer Fundorte ermittelten ( $a : c = 1 : 0,4392$ ) steht. Die Flächenarmut der Tremorgioskapolithe erlaubte ebenfalls nicht zu entscheiden, ob das dominierende Prisma die Form {100} oder {110} darstellt. An Hand von Laue-Diagrammen mit Durchstrahlungsrichtung senkrecht zur Basis und zur Prismenfläche (Fig. 2) liess sich jedoch nachweisen, dass die dominierenden Prismenflächen der Form {110} angehören, während {100} nur untergeordnet auftritt.

<sup>1)</sup> L. PAULING, Proc. Nat. Acad. Sc. 16, 453. 1930.

<sup>2)</sup> Vor der oben zitierten Arbeit erschien B. GOSSNER und K. BRÜCKL, Neues Jahrb. Min. A, B. B. 58, 349. 1928, in welcher erstmals Gitterkonstanten und Raumgruppe bestimmt wurden.



Tabelle 1. Pulverdiagramm des Skapoliths vom Lago Tremorgio + Steinsalz

(Fe—K-Strahlung; Kameradurchmesser = 57,2 mm)

2 S		NaCl		Skapolith							J
I	II	2 S <sub>0</sub>	(hkl)	I	II	$\frac{2}{2} \bar{S}_0$	$\vartheta$	beob.	ber.	(hkl)	
30,2	30,0			29,2	29,3	29,2 <sub>5</sub>	14° 37'	0,0680	0,0680	(420)	mst
33,5 <sub>5</sub>	33,2			32,5 <sub>5</sub>	32,5	32,5	16° 15'	0,0837	0,0840	(202)	st
37,8	37,4			36,8	36,7	36,7 <sub>5</sub>	18° 22'	0,1061	0,1061	(511)	std*
41,2	40,9	40,2	(200) α								
43,2	42,8			42,2	42,1	42,1 <sub>5</sub>	21° 04'	0,1381	0,1384	(422)	m
49,4	—			48,3	—	48,3	24° 09'	0,1789	0,1792	(442)	ss
50,6	50,3			49,4	49,6	49,5	24° 45'	0,1873	0,1876	(711)	s
53,3	52,9			52,2	52,2	52,2	26° 06'	0,2069	0,2064	(622)	sm
54,9	54,8			53,8	53,9	53,8 <sub>5</sub>	26° 55'	0,2190	0,2196	(333)	sm
59,4	59,1	58,2	(220) α								
61,7	61,5			60,6	60,6	60,6	30° 18'	0,2721	0,2720	(840)	m
62,9	—			61,8	—	61,8	30° 54'	0,2819	0,2816	(004)	ms
66,8	—			65,8	—	65,8	32° 54'	0,3154	0,3152	(662)	ss
68,2	—			67,2	—	67,2	33° 36'	0,3273	0,3284	(713)	ss
69,9	—			69,0	—	69,0	34° 30'	0,3426	0,3424	(842)	sd**
74,3	74,0	73,3	(222) α								
77,6	77,3			76,6	76,5	76,5 <sub>5</sub>	38° 16'	0,4100	{0,4100 0,4104	{(573) (10.0.2)}	} ms
80,6	80,4			79,5	79,6	79,5 <sub>5</sub>	39° 46'	0,4373	0,4372	(913)	ms
83,5	83,4			82,5	82,6	82,5 <sub>5</sub>	41° 16'	0,4758	0,4740	(315)	m
86,4	86,2			85,4	85,3	85,3 <sub>5</sub>	42° 40'	0,4909	{0,4896 0,4916	{(12.0.0) (773)}	} s
87,9	87,6	86,8	(400) α								
89,5	—			89,5	—	89,5	44° 45'	0,5297	0,5284	(155)	s
90,9	90,9			90,0	90,1	90,0 <sub>5</sub>	45° 01'	0,5347	0,5328	(10.6.2)	ms
95,1	—			94,2	—	94,2	47° 06'	0,5738	0,5736	(12.2.2)	s
101,3 <sub>5</sub>	101,2 <sub>5</sub>	100,4 <sub>5</sub>	(420) α								
115,6	—	114,7	(422) α								

\* Koinzidenz mit (440) \*\* Koinzidenz mit (860) und (10.0.0).

$$q^2 = 0,0034 (h^2 + k^2) + 0,0176 l^2.$$

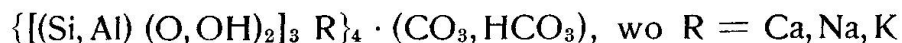
$$a = 17,15 \pm 0,05 \text{ \AA. E.}; \quad c = 7,54 \pm 0,02 \text{ \AA. E.}$$

Aus den ermittelten Gitterkonstanten berechnet man ein Elementarvolumen von  $2217 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^3$ , so dass mit dem oben mitgeteilten Dichtewert eine Elementarmasse von  $6052,5 \cdot 10^{-24} \text{ gr}$  resultiert. Zusammen mit den Daten der chemischen Analyse findet man hieraus die nachstehenden Atomanzahlen in der Elementarzelle.

Kationen		Anionen = O <sup>2-</sup>	
Si <sup>4+</sup>	28,39	47,91 (48)	56,78
Al <sup>3+</sup>	19,52		29,28
Ca <sup>2+</sup>	11,13		11,13
Na <sup>+</sup>	4,22	16,07 (16)	2,11
K <sup>+</sup>	0,72		0,36
C <sup>4+</sup>	4,03 (4)		8,06
H <sup>+</sup>	0,78		0,39
			$\Sigma$ 108,11 (108)

(Die idealen Atomanzahlen sind in Klammern beigefügt.)

Man erkennt hieraus, dass die Tremorgio-Skapolithe ausgezeichnet die Summenformel<sup>1)</sup> der Skapolithe erfüllen, welche sich schreiben lässt



und deren Inhalt in der hier gewählten Elementarzelle viermal enthalten ist. Die Interpretation dieser Formel, wie sie sich aus den an Silikaten allgemein gefundenen Bauprinzipien ergibt, soll für den vorliegenden Fall kurz besprochen werden. Aus dem Quotienten  $(\text{Si} + \text{Al}) : \text{O} = 1 : 2$  kann man (tetraedrische Koordination der Anionen um Si und Al vorausgesetzt) auf ein räumliches Netzwerk von  $(\text{Si}, \text{Al})\text{O}_4$ -Tetraedern schliessen, in welchem jedes Anion zwei Tetraedern angehört. Dieses  $(\text{Si}, \text{Al})\text{O}$ -Gerüst weist im vorliegenden Fall einen Überschuss an negativen Valenzen von 19,56 (korrigiert auf 48  $\text{Si} + \text{Al}$ ) auf. Zu dessen Kompensation werden in das  $(\text{Si}, \text{Al})\text{O}$ -Gerüst ihren Bindungsabständen gegenüber Sauerstoff und ihren Koordinationszahlen entsprechend die Kationen R (Ca, K, Na) eingebaut, und zwar in einer Anzahl, welche nicht den unabgesättigten negativen Valenzen entspricht, sondern durch die Symmetrie der Struktur festgelegt ist. In den Tremorgio-Skapolithen resultiert durch den Einbau der Kationen R ein Überschuss an positiven Valenzen im Betrage von  $27,09 - 19,56 = 7,53$  (wiederum auf 16  $\text{Ca} + \text{Na} + \text{K}$  korrigiert). Dieser Überschuss an positiven Valenzen wird abgesättigt durch Einlagerung von Anionen  $(\text{CO}_3)^{2-}$ , für welche im  $(\text{Si}, \text{Al})\text{O}$ -Gerüst offenbar geeignete Hohlräume bestehen müssen. Da deren Anzahl aber in gleicher Weise wie diejenige der Kationen R durch die Symmetrie der Struktur fixiert ist und damit nicht der Zahl freier positiver Valenzen zu entsprechen braucht, kann wiederum

<sup>1)</sup> Die von L. PAULING (l. c.) dem Marialith und Mejonit zugeschriebenen Formeln ergeben sich hieraus als Spezialfälle. — Aus der Summenformel geht sodann hervor, inwiefern sich die hier gegebene Diskussion von der im chemischen Teil durchgeführten unterscheidet. Dort wurde der Betrachtung das Verhältnis  $\text{CaO} : (\text{Na}_2 + \text{K}_2)\text{O}$  zugrunde gelegt, welchem wir hier bei der Diskussion des materiellen Inhalts einer Elementarzelle keine Bedeutung beimessen, umso mehr als es sich um ein Verhältnis handelt, welches sich strukturell im Raume der Nichtidentität in keiner Weise erfassen lässt. Die Formulierung von J. JAKOB geht somit über unsere Betrachtung hinaus, indem sie unter der Gesamtheit der mit unserer Summenformel verträglichen Skapolithe (die für die experimentelle Strukturanalyse heute sich nicht voneinander unterscheiden lassen) weitere Typen zu finden sucht. Diese Systematik innerhalb der durch die Summenformel gegebenen Mannigfaltigkeit chemischer Individuen lässt sich rational erst in einem wesentlich grössern Bereich der Skapolithstruktur ausdrücken (dem sog. chemischen Elementarkörper der JAKOB'schen Darstellung).

ein Rest unabgesättigter negativer Valenzen resultieren; in unserm Fall ist ein solcher von der Grösse  $8,00 - 7,53 = 0,47$  vorhanden. Das Valenzgleichgewicht wird daher erst durch Eintritt von  $0,47 \text{ H}^+$  erreicht, wobei nicht entschieden werden kann, ob dieselben zur Bildung von (OH)-Gruppen im (Si, Al)O-Gerüst oder in den Anionen ( $\text{CO}_3$ ) unter Bildung von ( $\text{HCO}_3$ ) führen. Erst der Einbau der  $\text{H}^+$  kann in einer der Neutralität der Struktur entsprechenden Anzahl erfolgen, indem dieser im Gegensatz zur Einlagerung der Kationen R und der Anionen  $\text{CO}_3$  die Stabilität der Struktur nicht zu stören scheint. Nach der Analyse sind zwar  $0,78$  H-Atome in der Elementarzelle vorhanden, also  $0,31$  H-Atome über die verlangte Anzahl hinaus. Diese Zahl entspricht auffallenderweise der im  $\text{H}_2\text{O}$  ( $-110^\circ$ ) gebundenen H-Atome, so dass man das letztere wohl als der Struktur fremd betrachten muss (die Anzahl der Anionen wird dann  $107,95$ ). In der Summenformel sind die beiden Möglichkeiten der H-Anlageung dargestellt worden. Schliesslich ist hervorzuheben, dass die dort angegebenen Substitutionen begrenzt sein können. Dies gilt zweifelsohne für die Vertretung von Si durch Al, welche immer auf ein Verhältnis von Si:Al zwischen 1:1 und 3:1, im vorliegenden Falle von 1,45:1, führt.

Eingegangen: 12. November 1931.

Tafel I

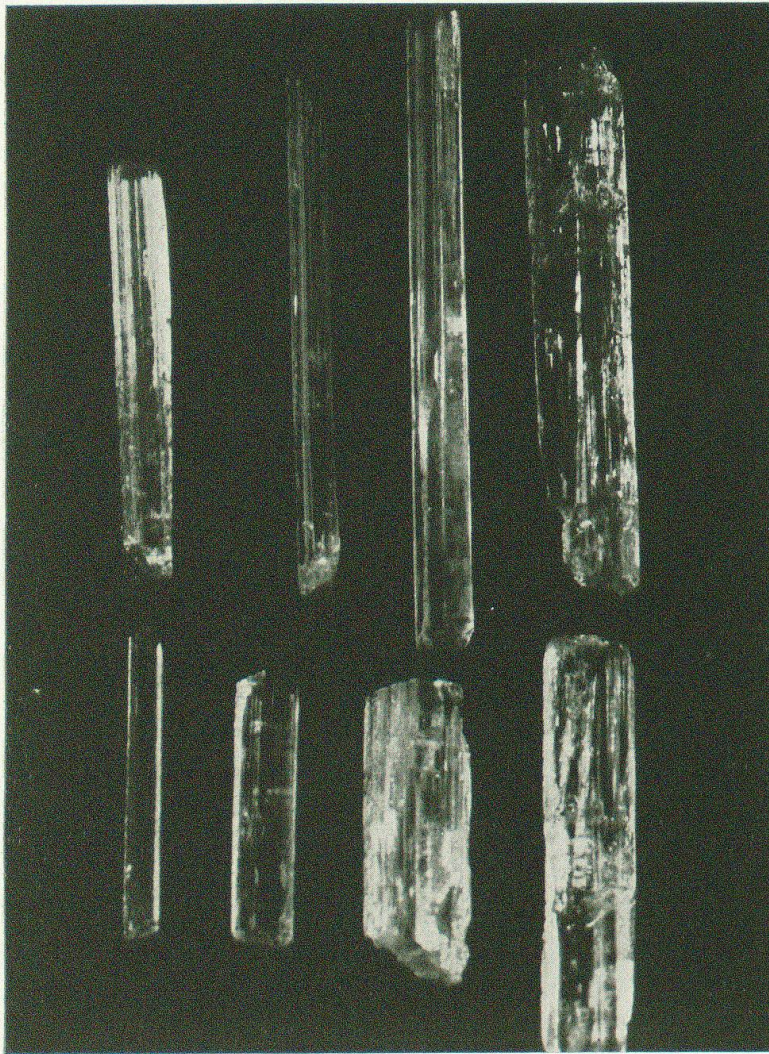


Fig. 1.

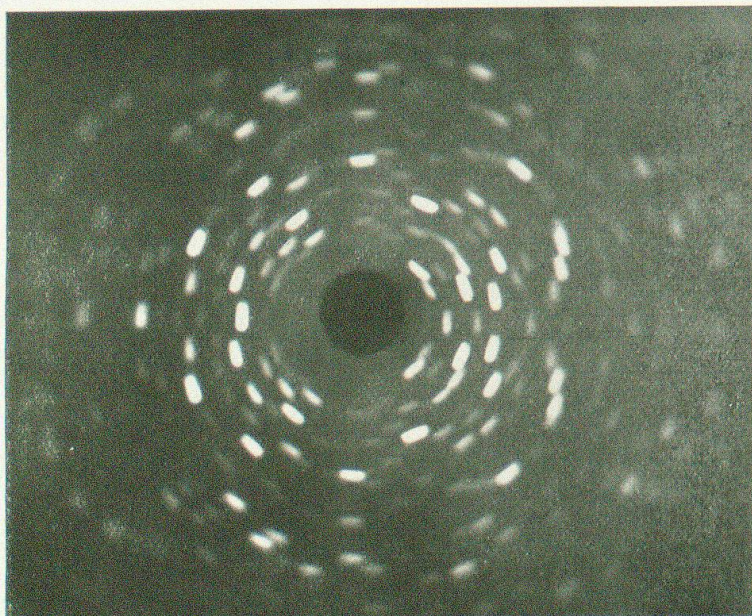


Fig. 2.

Leere Seite  
Blank page  
Page vide

Tafel II

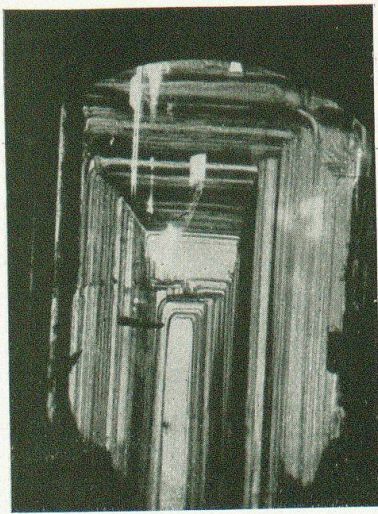


Fig. 3.

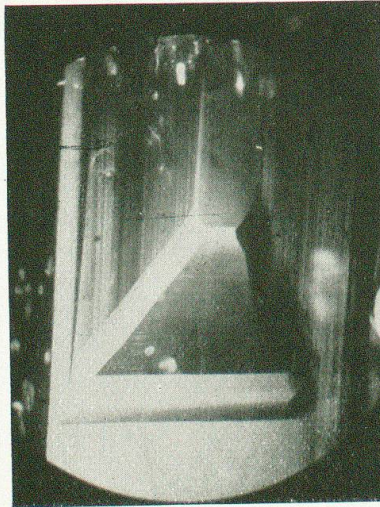


Fig. 4.

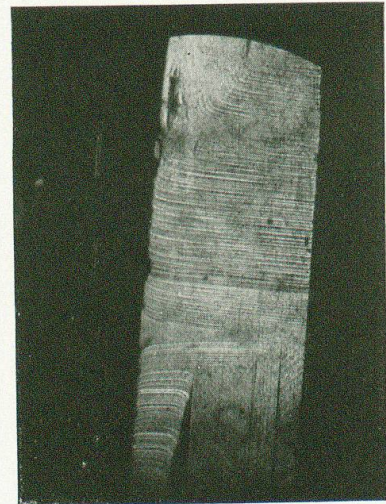


Fig. 5.

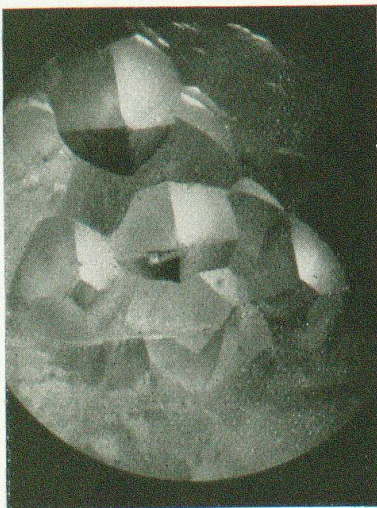


Fig. 6.

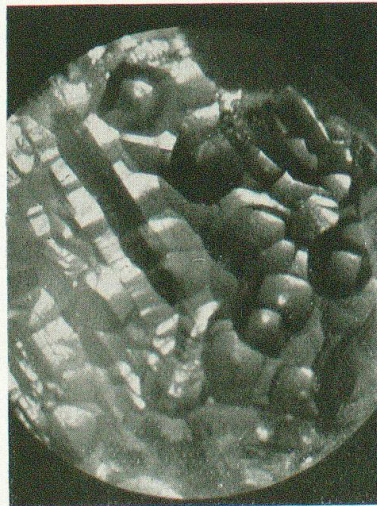


Fig. 7.

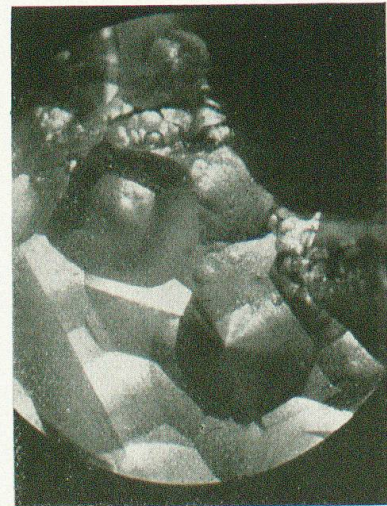


Fig. 8.

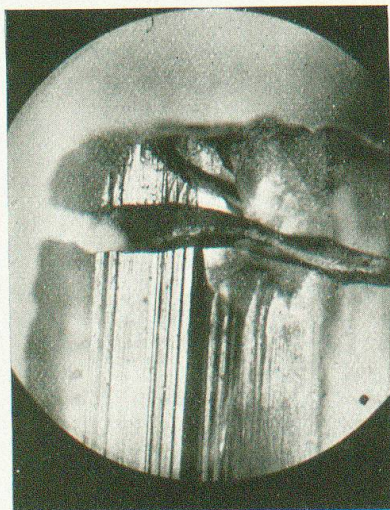


Fig. 9.

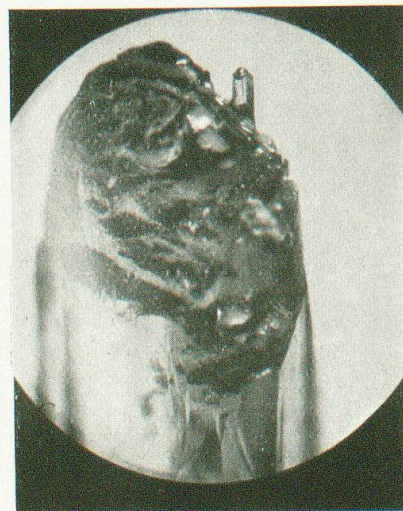


Fig. 10.

Leere Seite  
Blank page  
Page vide

## Erläuterungen der Tafeln

### T a f e l I

- Figur 1: Ausgewählte Skapolithkristalle von der Lagerstätte am Lago Tremorgio (Sammlung C. TADDEI). Vergr. 1: 1.
- Figur 2: LAUE-Diagramm, Durchstrahlungsrichtung senkrecht (110). Fe-Strahlung, 40 KV. c-Achse = Vertikalrichtung.

### T a f e l II

- Figur 3: Asymmetrische vierseitige Terrasse auf {110} mit kräftigem Stufenbau. Vergr. ca. 1: 15.
- Figur 4: Analoge Terrasse wie Figur 3, aber mit abgestumpften Graten. Vergr. ca. 1: 15.
- Figur 5: Schichtlinien auf {110}. Die Linien sind gegen die Horizontale geneigt, die selber als Symmetrieebene erscheint (Paramorphe Symmetrie.) Vergr. ca. 1: 15.
- Figur 6: Vierflächig pyramidale Oberflächengebilde auf der Terminalfläche. Vergr. ca. 1: 30.
- Figur 7: Oberflächengebilde auf der Terminalfläche. Vergr. ca. 1: 15.
- Figur 8: Detail aus Figur 7. Abgestumpft vierflächig pyramidales und konisches Gebilde. Vergr. ca. 1: 30.
- Figur 9: Tiefer seitlicher Einschnitt, der als Lösungsrinne zu deuten ist. Vergr. ca. 1: 15.
- Figur 10: Unregelmässiges Ende eines Kristalls mit kleinem, parallel gewachsenem Subindividuum. Vergr. ca. 1: 15.



Leere Seite  
Blank page  
Page vide