

Eine Karbonatskapolithparagenese vom Typus Pargas aus dem Sulmtal bei Schwanberg, Koralpe, Steiermark.

Von Heinz Meixner, Wien.

Zusammenfassung: Eines der schönsten Skapolithvorkommen der Ostmark wird hier beschrieben. Analyse und optische Eigenschaften des Skapoliths; eine gelbe Abart gleicht in Farbe und Fluoreszenzverhalten weitgehend dem Edelskapolith von Espirito Santo. Begleitminerale: Graphit, Magnetkies, Kupferkies, Pyrit, Quarz, Opal, Kalkspat, Anorthoklas, Andesin-Anorthit, Tiefgrüner Pyroxen (Salit), Diopsid, Pargasit, Almandin, Klinozoisit, Zoisit, Turmalin, Biotit, Titanit, Zirkon und Apatit. Zusammenhang mit der pegmatitischen Kieslagerstätte Lamprechtsberg. Weitgehende Übereinstimmung mit den berühmten finnischen mineralreichen Marmoren der 4. Stufe bei Eskola: Wollastonitkalksteine.

Die zahlreichen Pegmatitvorkommen im Altkristallin der Kor-, Stub- und Gleinalpe galten lange als mineralogisch eintönig und frei von für uns selteneren Pegmatitmineralen. Erst in den letzten 10 Jahren trat da ein Wandel ein, als Beryll, Spodumen, Zirkon, Monazit, Xenotim, Uranglimmer (Autunit) u. a. auch in unseren Pegmatiten nachgewiesen werden konnten, vgl. des Verfassers kurz zusammenfassende Darstellung (1). Ein für die drittstufige Koralpe bezeichnender Typus sind die „Disthenparamorphosen nach Andalusit“ führenden Pegmatite (2). Ebenfalls in der Koralpe haben apatithaltige Pegmatite weite Verbreitung; hier können wir nun in Zirkon-Apatitpegmatite, Monazit-Xenotim-Apatitpegmatite und Autunit-Apatitpegmatite unterteilen. Von jedem dieser Apatitpegmatite kennen wir bisher zwei Vorkommen, die Untersuchung weiterer apatithaltiger Pegmatite auf seltene Übergangsteile wird erst zeigen, ob diese Gliederung etwa stratigraphisch verwertbar ist.

An zahlreichen Stellen unseres Altkristallins kommen Pegmatite mit Marmor zusammen vor und doch kam es nur an wenigen Orten bei der Zusammenwirkung dieser beiden Gesteine zu besonderen Mineralbildungen.

In Einzelarbeiten beschrieben Hussak (3) den „feldspatführenden körnigen Kalk von Stainz“, Egenter (4) mineralführende Marmore von der Kärntner Seite der Koralpe, F. Heritsch-Lieb (5) einen Marmor aus dem untersten Teigitschgraben, während Kieslinger (6; 7; 8; 9) anlässlich der geologischen Kartierung der Koralpe auch die Marmorvorkommen der Kartenblätter Unterdrauburg und Deutschlandsberg-Wolfsberg bearbeitet hat. In diesen Veröffentlichungen Kieslingers sind eine

Menge von Marmorlagern erstmalig geologisch-petrographisch nebst Angaben von manchen mineralogischen Funden beschrieben und mit den analogen Waldviertel- und finnischen Marmoren verglichen worden.

Das interessanteste Marmorlager, das Kieslinger aufgefunden hatte, ist der Hartner Steinbruch, etwa 2 km westlich des Marktes Schwanberg, auf dem rechten Ufer im Tale der Schwarzen Sulm gelegen. Das Vorkommen liegt im „Schwanberger Schiefergneis“ (Kieslinger) und ist durch besonders auffallende pegmatitische Injektionen ausgezeichnet.

An Mineralen fand hier Kieslinger (7, S. 106—107): Quarz, rauchgraue Kalifeldspatkristalle, „Beryll in großen, klaren, gelbgrünlichen Kristallen mit prismatischer Spaltbarkeit“, tiefgrünen Pyroxen, karminroten Almandin, Graphit in großen Schuppen, schwarzbraunen Biotit, „ein glasiges, farbloses Mineral mit trüben Randzonen wurde im Schliff als Skapolith erkannt“, Zoisit, Plagioklas und kiesiges Erz (Magnetkies?).

Aus paragenetischen Gründen — das Auftreten von Beryll bei Köf-lach, bei Radegund und im Übelbachgraben ist ganz andersartig und nicht an das Korallenkristallin gebunden — und die „prismatische Spaltbarkeit dieses Berylls“ ließen mich an der Bestimmung zweifeln.

1. Karbonatskapolith.

Im Frühjahr 1957 suchte ich mit Dr. F. Trojer und seither noch mehrmals den Hartner Steinbruch zur Klärung dieser Frage auf und sammelte reiches Material.

Dabei fand sich auch offenbar das gleiche, teils gelbliche, teils grünliche Mineral mit prismatischer Spaltbarkeit wieder. Besonders die gelbliche Abart hat in klaren Bruchstücken äußerlich große Ähnlichkeit mit manchen gelben Beryllen; bei der grünlichen Abart tritt die prismatische Spaltbarkeit (Spaltwinkel um 90°) viel deutlicher hervor. Das Mineral ist, wie Beryll, optisch einachsigt negativ, doch von ungleich höherer Doppelbrechung, während n_w auch mit Beryllen annähernd übereinstimmt. Eine Reihe von Berylliumproben (Tetraoxyanthrachinonreaktion nach Fischer) verliefen stets negativ.

Die morphologischen und die optischen Eigenschaften wie die Paragenese wiesen auf einen Karbonatskapolith.

Analysiert wurde die grünliche Abart, und zwar sorgfältig unter der Lupe ausgesuchte glasklare Stücke, deren Pulver mit Essigsäure keine CO_2 -Entwicklung gab.

Unter Zugrundelegung der Machatschkischen Typenformel $\text{X}_4\text{Y}_3\text{Z}_9\text{O}_{24}$ (CO_3 , SO_4 , Cl_2) $_{1/2-1}$ kommt diesem Skapolith die spezielle Formel $(\text{Ca}^{32}, \text{Na}^{12}, \text{K}^1)_4 (\text{Al}^{32}, \text{Fe}^{\cdot\cdot}, \text{Mg}^1)_3 (\text{Si}^{75}, \text{Al}^{23})_9 \text{O}_{24} (\text{CO}_3^{10})_1$ zu. Es ist ein Karbonatskapolith mit 30% Ma.

Karbonatskapolith vom Hartner Steinbruch.

Analyse: Meixner.

σ	2,726 (22° C, Schwebemethode)				
SiO ₂	44,91	748	748	} 9 × 109 = 981	Z ₉
Al ₂ O ₃	27,94	274	548		
FeO	0,45	6	6	} 3 × 109 = 327	Y ₃
MgO	0,37	9	9		
MnO	Spur ¹⁾				
CaO	17,76	317	317	} 4 × 113 = 452	X ₄
Na ₂ O	3,87	62,5	125		
K ₂ O	0,45	4,8	10		
CO ₂	4,48	102	102	} 1 × 122 = 122	(CO ₃ , OH) ₁
SO ₃	0,00				
Cl	0,00				
H ₂ O ⁺	0,19	10	20		
H ₂ O ⁻	0,12				
	<u>100,54</u>				

Ob der Karbonatmarialithkomponente die Formel $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ oder $\text{NaHCO}_3 \cdot 5\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ zukommt, ist an Hand meiner Analyse nicht zu entscheiden; die erste Annahme entspricht rechnerisch etwas besser.

Analysenverfahren: Normale Silikatanalyse mit lg Einwaage: Si, Al, Fe, Mg, Ca. Für die Alkalienbestimmung nach Lawrence-Smith danke ich den Herren Giptner und Dr. Suznevic (Min. Inst. Univ. Graz). In einem gesonderten Sodaaufschluß von 0,5 g war weder Cl' noch SO₄'' nachweisbar. Direkte CO₂-Bestimmung nach Hillebrand, wobei nach dem Vorschlag von Sundius (10, S. 9) und Gossner (11, S. 562) der Salzsäure einige Tropfen Flußsäure zugesetzt wurden. H₂O⁺ aus Glühverlust — CO₂. Da das Material chlorfrei ist, war Verdampfen von NaCl beim Glühen nicht möglich.

Optik und Dichte dieses Karbonatskapoliths:

Nach dem Einbettungsverfahren wurde n_e zu 1,553, n_w zu 1,587 bestimmt; $n_e - n_w$ ergibt sich daraus zu — 0,034.

$n_e - n_w = 0,036$ (Messung mit dem Berekkompensator, Dickenmessung am aufgestellten Blättchen).

Die Zusammenhänge zwischen dem chemischen Bestand der Skapolithe und den optischen Eigenschaften sind zuerst von Himmelbauer (12), später auf Grund weiterer Analysen und Beobachtungen von Borgström (15), von Sundius (10) und von Winchell (13) erörtert worden. Die Rolle von K in einem Skapolith behandelte Barth (14).

¹⁾ unter 0,008%!

Sundius (10, S. 4) verwendete für seine diagrammatische Darstellung $\frac{\varepsilon + \omega}{2}$, Winchell (15, S. 110) trug dagegen mit Vorteil n_ε und n_ω getrennt, neben $\varepsilon - \omega$, spez. Gewicht, Gew. % CaO, % Na₂O, % CO₂ und % Cl auf.

Aus diesen Diagrammen folgt mit den obigen, von mir bestimmten Werten ein etwas höherer Marialithgehalt, als er aus der Analyse berechnet wurde. Die Diagramme sind ja übrigens für die Komponenten Karbonatmejonit : Chlormarialith entworfen, während in unserem Fall Karbonatmejonit : Karbonatmarialith zu berücksichtigen wäre; dazu sind aber gegenwärtig noch zu wenig Unterlagen vorhanden.

Die Werte von n_ε und n_ω schwanken bei verschiedenen Skapolithen aus dem Hartner Steinbruch in der Weise, daß auf Marialithgehalte von 30% bis ungefähr 45% geschlossen werden kann; nach der Analysenzusammenstellung von Laitakari (16, S. 79) ist bei den Pargasvorkommen die Variationsbreite noch viel größer. — Die Dichte des analysierten, grünlichen Karbonatskapoliths beträgt bei 22° C 2,726 (Schwebemethode); die gelbe Skapolithabart von Schwanberg („Edelskapolith“) hat bei den gleichen Bedingungen $\sigma = 2,708$. In Übereinstimmung mit den Lichtbrechungsziffern folgt aus den Dichten für unseren „Edelskapolith“ ein höherer Marialithgehalt (40—45%), als bei der analysierten, grünlichen Probe.

In der Gossner-Brücklschen Arbeit (11, S. 359) werden leider nur bei 4 von 9 neu analysierten Skapolithen die optischen Konstanten angegeben.

Reine oder fast reine Karbonatskapolithe trifft man auffallenderweise immer in einem ziemlich engen Bereich zwischen dem Kalk (Me)- und dem Natrium (Ma)-Endglied der Skapolithe:

Karbonatskapolithe (20—40% Ma):

- a) (Ca³¹, Na¹², K¹)₄ (Al³¹, Fe^{••}, Mg¹)₃ (Si⁷⁵, Al²³)₉ O₂₄ (CO₃¹⁰)₁
30% Ma. Meixner, Hartner Steinbruch bei Schwanberg.
- b) (Ca³⁰, Na¹², K²)₄ (Al³²)₃ (Si⁷⁷, Al²¹)₉ O₂₄ (CO₃)₁
31% Ma. Jakob (17), Lago Tremorgio.
- c) (Ca³², Na⁹, K) (Al³³, Fe^{••}, Mg¹)₃ (Si⁷⁴, Al²²)₉ O₂₄ (CO₃¹¹)₁
23% Ma. Borgström (15), Ersby, Pargas.
- d) 40% Ma. Sundius (10), Waldviertel.

Aussehen des Skapoliths aus dem Hartner Steinbruch:

Im Handstück sind es glasklare, teils blaßgrünliche, weißliche oder auch gelbliche Knauern von manchmal selbst 7 cm Durchmesser. Kristallflächen sind hier bisher nicht beobachtet worden. Bei der grünlichen Abart

sind oft in der Hauptzone aufeinander normale Spaltflächen sichtbar; eine Unterscheidung, ob $\#$ nach (100) oder (110) ist da nicht möglich. Eine zur kristallographischen Hauptachse ungefähr senkrechte Absonderung kommt ab und zu vor. Die gelbliche Abart hat meist muscheligen Bruch, Spaltbarkeit ist selten wahrzunehmen. Darin, wie im Farbton, doch nicht ganz in der Farbstärke stimmen die gelben Skapolithe vom Hartner Steinbruch mit dem sogenannten „Edelskapolith von Espirito Santo“, vgl. (20), überein; auch das Fluoreszenzverhalten ist dasselbe.

Größere Skapolithknauern finden sich besonders dort, wo viel pegmatitisches Injektionsmaterial zugegen ist; da ist Skapolith im Kalifeldspat (Anorthoklas) eingewachsen; gegen den Marmor hin folgt auf den Feldspat eine dunklere, einige Zentimeter breite Zone, die aus Pyroxen, Biotit, Titanit und Erz vorwiegend besteht, dann eine zirka 1 cm breite weißliche, mineralarme Marmorschicht und darauf der graue, graphitreichere, mineralführende Marmor. Löst man den Kalk mit verdünnter Salzsäure heraus, so verbleiben mit den Silikaten auch der Skapolith in schneeweißen, gerundeten Körnern. Eine ganz dünne Schale eines feinnadeligen Minerals ruft die Weißfärbung hervor, während der Skapolith innen glasklar ist. Dieses feinnadelige Mineral hat bereits Kieslinger (7, S. 107) beobachtet: „Die weißen, trüben Ränder bestehen aus feinen Nadeln, die vom Rande her in den Skapolith einwachsen. Sie sind stark licht- und schwach doppelbrechend, meist gerade auslöschend mit γ' in der Längsrichtung, gehören also vermutlich einem Mineral der Zoisitgruppe an. Die Kleinheit verhindert eine sichere Bestimmung. Auch in den Kalifeldspat wachsen derartige Nadeln hinein, zweifellos als jüngere Neubildungen.“

In meinen Schliften löschen die Nadeln immer gerade aus. Der Verdacht auf Wollastonit bestätigte sich nicht; ebensowenig kommen Disthen, Sillimanit, Apatit, Pektolith und Faserzeolithe in Frage. Mit der Einbettungsmethode wurde als mittleres $n \approx 1,71 \pm 0,01$ gefunden. Nach Messungen mit dem Berek-Kompensator beträgt die Doppelbrechung in der Längsrichtung der Nadeln etwa 0,007 bis 0,010. Kieslingers Deutung „Zoisitmineral“ ist jedenfalls zutreffend. Anomale Interferenzfarben sind bei unserem Nadelmineral nie zu beobachten. Vesuvian kommt meines Wissens nie so feinnadelig vor. Auch die Absonderung $\perp Z$ spricht für normalen Zoisit. — Herrn Prof. Dr. A. Köhler (Min. Inst. d. Univ. Wien) danke ich herzlichst für die Durchsicht meiner Schliche; trotz der Feinheit der Nadelchen hält auch er ihre Bestimmung als Zoisit für gesichert.

Um Skapolith-, Feldspat- und Pyroxenkörner sind nicht selten Schalen schöner Symplektite zu beobachten, an deren Aufbau außer den oben Genannten noch Biotit beteiligt ist. Das zeigt wieder eine Parallele zu den gleichartigen finnischen Bildungen an, zu Laitakaris (16, S. 99),

„Schalenminerale, eine sehr eigentümliche, für das Parainengebiet charakteristische Erscheinung“. Das Fehlen von Fluor im Hartner Steinbruch verhinderte zwar die Entstehung von Fluorit-, Phlogopit- und Chondrochalen; doch die meisten übrigen sind bei uns wie in Pargas da.

Abweichend (oder zusätzlich?) zu Laitakaris finnischen Beschreibungen sind bei Schwanberg noch die Schalen zu nennen, die allein aus dem feinnadeligen Zoisit bestehen; sie sind hier die häufigsten. Meistens trifft man sie um Skapolith, doch auch um die Pyroxene und um die Feldspäte. Letztere führen manchmal Zoisitnadeln auch als Einschlüsse. Die Dicke der Zoisitschalen um Skapolith reicht von einigen μ bis $\frac{1}{2}mm$. Schließlich fand ich in den letzten Schliffen auch vollständige Pseudomorphosen von Zoisit nach Skapolith, die mit weniger umgewandelten durch Übergänge verbunden sind. Solche Pseudomorphosen scheinen nach unseren Handbüchern noch nicht oft beobachtet worden zu sein. Tschermak (38, S. 1149 bzw. 1177) erwähnte unter „Einschlüsse“: „einzelne büschelige Aggregate erinnern an Zoisit“ und wies dann auf den so ähnlichen chemischen Bestand von Zoisit und Mejonit hin.

Fluoreszenz unseres Skapoliths:

Im ultravioletten Licht einer Hanauer Quarzlampe zeigt der Skapolith von Schwanberg im Naturzustand stets eine mehrminder lebhaft, himbeerrote Fluoreszenzfarbe; nach dem Erhitzen z. T. dumpfer, z. T. verstärkt.

Die Mehrzahl der von Haberlandt-Köhler (18) untersuchten Skapolithe fluoreszierte weißlich bis gelblich, unser Vorkommen schließt sich den brasilianischen Edelskapolithen¹⁾ in seinem Fluoreszenzverhalten an. Haberlandt-Köhler (18; 19) haben bei zahlreichen Skapolithen einen geringen Urangehalt nachweisen können. Herr. Dr. Haberland teilte mir freundlichst mit, daß ihm dies mit Schwanberger Material nicht gelang. U in den Skapolithen des Hartner Steinbruches wäre nicht verwunderlich gewesen, sind doch seit kurzem aus einem Steinbruch nächst dem Parfußwirt (zwischen Trahütten und Glashütten), nur 9 km nordwestlich der Skapolithfundstelle durch Koritnig (32), Uranminerale (Autunit und Uranocker) bekanntgegeben worden.

2. Graphit.

Bis 4 mm große, gelegentlich deutlich sechseitige Blättchen, im Marmor. Auf den Blättchen sind wie bei den Pargas-Graphiten (16, S. 36)

¹⁾ Edelskapolith von Espirito Santo (20 — das Vergleichsstück K 64 Min. Abt. Nathist. Mus. Wien verdanke ich Herrn Hofrat Michel — hat dieselbe Fluoreszenzfarbe.

unter 60° sich schneidende Riefungen zu sehen. — Graphit ist hier eines der häufigsten Minerale und in fast allen anderen als Einschluß zu finden, sowohl im Marmor als auch in den rein silikatischen, pegmatitischen Bildungen. Im Frühjahr 1939 trat eine Art „Graphitpegmatit“ zutage.

3. Magnetkies.

Ein weiteres bezeichnendes Glied dieses mineralreichen Marmors ist Magnetkies, schon von Kieslinger (7, S. 107) mit „?“ erwähnt, wohl wegen des manchmal nur schwachen Einwirkens auf eine Magnetnadel. Nun wurde das Erz im Anschliff unter dem Opakilluminator als Magnetkies sichergestellt. Pentlanditlamellen wurden nicht gefunden, wie auch mikrochemisch Ni im Magnetkies nicht nachzuweisen war. Der Kies befindet sich besonders in Gesellschaft der übrigen dunklen Minerale, er drang mit sehr wenig Kupferkies ziemlich als letztes der pegmatitischen Injektion nach einer schwachen Kataklyse, auch nach Sprüngen und Spaltrissen in Feldspat, Skapolith, Pyroxen, Titanit und Granat ein. Die Kiesputzen und -schnüre haben meist nur wenige Millimeter, ab und zu nur über 1 Zentimeter Größe.

4. Kupferkies.

Immer mit Magnetkies zusammen, doch viel seltener wurde nun auch dieses Erz gefunden. Im Anschliff gewahrt man es randlings der Magnetkiesschmitze.

5. Eisenkies.

Diesen Kies fand ich nie in den silikatreichen Partien des Marmors selbst, sondern nur randlich der Linie (im Hartner Steinbruch!) im „Schwanberger Schiefergneis“. Kleine derbe Einsprengungen, auch Absätze auf Klüften. Die bei der Verwitterung entstehende Schwefelsäure erzeugte noch nicht untersuchte sulfatische Bildungen — Gips befindet sich darunter — und über Zersetzung von Silikaten bildeten sich als dünne, glasklare Überzüge von Klufflächen noch Opal (Hyalit), vgl. diesen.

6. Quarz.

Der Pegmatitquarz im mineralreichen Marmor hat eine hellbraune Färbung und zeigt keine Kristallgestalt. Bemerkenswert sind hingegen bis 1 cm große, trübe Quarzkristalle mit matten Flächen und leicht gerundeten Kanten: Doppelpyramiden, manchmal mit ganz schmalen Prismen. Ganz gleich aussehende Kristalle beschreibt Laitakari (16, S. 40) als α -Quarz (Hochquarz!) von Ersby, Pargas. Kieslinger (8, S. 132) traf solche Doppelpyramiden im Pegmatit bei St. Vinzenz am Gradischkogel (Koralpe) und ich fand sie auch in einem Steinbruch nächst dem Stampfwirt an der Packer Straße.

7. Opal (Hyalit).

Bildet glasklare, dünne Überzüge auf Kluffflächen von „Schwanberger Schiefergneis“. Er ist hier ein sekundäres Mineral, durch Zersetzung von Silikaten durch freiwerdende Schwefelsäure bei der Pyrit-Verwitterung entstanden. Eine dünne Limonithaut befindet sich zwischen Opal und „Schwanberger Schiefergneis“.

Opal kommt unter gleichen Bildungsbedingungen auch in den Steinbrüchen (Schwanberger Schiefergneis) nahe der Ortschaft Schwanberg, gegenüber dem Sägewerk beim Eingang des Schwarzen Sulmtales, vor. Von hier („Koch-Steinbruch“) habe ich kürzlich (56, S. CXLIII) einige Zeolithe, und zwar Heulandit, Desmin, Laumontit und den seltenen Epidesmin beschrieben. Damals konnte ich mich noch nicht über die Entstehung dieser Zeolithgesellschaft äußern. Nach neuen Beobachtungen (Ostern 1959) ist es sicher, daß diese Zeolithe, ebenso wie der mitvorkommende Opal, nicht hydrothermal, sondern sekundär nach Silikaten mittels der Pyritverwitterung entstanden sind. Limonit ist auch die Unterlage der Zeolithe. Abweichend zu den vergangenen Jahren ist nun auch hier im „Schwanberger Schiefergneis“ Pyrit massenhaft zu finden.

8. Kalkspat.

Die Kalkspatkörner des Marmors sind meist unter 1 mm groß, ohne Kristallgestalt, im Schliiff stets mit prächtiger Zwillingslamellierung. Größere klare Kalkspatkörner sind selten. Einmal fand ich hier auch Kristalle dieses Minerals, eine Kombination zweier Rhomboeder in kleinen Drusenräumen. Das Belegstück ist leider verloren gegangen.

9. Anorthoklas.

Diesen auffallenden Kalifeldspat, der im Hartner Steinbruch in rauchgrauen, sonst klaren, ausgezeichnet spaltenden Massen vorkommt — Spaltstücke haben oft 6 cm Durchmesser — erwähnt ohne nähere Bestimmung bereits Kieslinger (7, S. 107).

Auf mein Ersuchen wurde dieses Mineral von Frau Doz. Dr. L. Dollar-Mantuani (Laibach) am U-Tisch vermessen und von cand. min. S. Koritnig (Graz) analysiert; die gemeinsame Veröffentlichung (37) erschien erst während des Druckes dieser Arbeit.

Für die Mitteilung ihrer Untersuchungsergebnisse danke ich den beiden Genannten herzlichst.

S. Koritnigs Analyse ergab [in () gesetzt wurden zum Vergleich jeweils die Werte von Lebedejeffs (in 16, S. 43) „Mikrokin von Parainen“]:

SiO₂ 63,60 (65,54), Al₂O₃ 19,68 (18,42), Fe₂O₃ Spur (0,42), CaO

1,62 (1,28), BaO —, K₂O 11,92 (11,21), Na₂O 2,82 (3,35), Glühverlust 0,40 (0,84), Summe 100,04 (100,86).

Daraus errechnet Koritnig für den Schwanberger Feldspat nach Abzug von etwas Kalkspat: 70% Orthoklas, 25% Albit und 5% Anorthit; „Mikroklin von Parainen“ besteht dagegen aus 65% or, 24% ab und 6% an.

Das überraschende Ergebnis der Drehtischvermessung unseres Kalifeldspates durch L. Dolar-Mantuani war die Bestimmung als Anorthoklas. Findet man im Dünnschliff einen Schnitt mit ungefähr senkrechtem Achsenaustritt, so ist schon im gewöhnlichen Polarisationsmikroskop nach der beträchtlichen Hyperbelkrümmung der kleinere Achsenwinkel ($2\sqrt{\infty}60^\circ$) gegenüber anderen Feldspaten auffallend.

10. Plagioklas.

„Plagioklas in kleinen Körnchen, optisch —, $n >$ Kanadabalsam“ [Kieslinger (7, S. 107)]. Nach brieflicher Mitteilung von Frau Doz. Dr. Dolar-Mantuani (siehe 37!) reichen unsere Plagioklase vom basischen Andesin bis zum Anorthit! In meinen Schliffen von Stücken aus dem Hartner Steinbruch fand ich öfters Plagioklaskörner von mehreren Millimeter Durchmesser; es sind fast ausschließlich prächtig nach dem Albit- und dem Periklingesetz verzwilligte Labradore mit 50—70% An. — Labrador bis Bytownit sind neben Fassait (?), vielleicht wie unsere Pyroxene salitartig, Anm. d. Verf.), grüner Hornblende, Biotit, Zoisit und Klinozoisit von Egenter (4, S. 432) aus einem pegmatitisch injizierten Marmor bei Twimberg (Koralpengebiet) beschrieben worden. Oligoklas, Andesin und Anorthit sind auch Bestandteil der finnischen Marmore [Laitakari (16, S. 45)].

11. Tiefgrüner Pyroxen (Salit).

Das Mineral ist im Handstück tiefgrün bis schwarz gefärbt, es sind Einsprengungen von manchmal über 5 cm Durchmesser, selten mit deutlichen Kristallumgrenzungen. Im Schliff hellgrün durchsichtig, ohne merklichen Pleochroismus. Um einen Anhaltspunkt zur Einordnung dieses Pyroxens zu gewinnen, habe ich das Gesamteisen durch Titration mit Permanganat bestimmt: etwas über 12%, gerechnet als FeO. Der „schwarze Diopsid von Ersby“, Laitakari (16, S. 46), ist noch eisenreicher; der tiefgrüne Pyroxen von Schwanberg ist wahrscheinlich Doelters Mischungen 2 (CaMgSi₂O₆). (CaFeSi₂O₆) [Doelters Handb., 2./1, S. 515, Analysen Nr. 74 bis 78] zuzuzählen. Im Sinne von Winchell (33, S. 183, 185) sind derartige Pyroxene mit Salit zu benennen.

Cand. min. S. Koritnig (Graz) danke ich herzlichst für die Bekanntgabe seiner erst während des Druckes dieser Arbeit ausgeführten

Analyse des „tiefgrünen Pyroxens“. Meine Einreihung wurde dadurch bestätigt; die Analyse zeigt große Ähnlichkeit mit dem „schwarzen Diopsid v. Ersby“ (16, S. 46) und den von Laitakari (16, S. 47) herangezogenen Vergleichsanalysen: „Augit aus Laveline“, „Augit vom Roßberg“ und „Diopsid vom Krimmlertal“.

12. Diopsid.

Selten finden sich kleinere, ganz blaßgrüne Pyroxene im Schwamberger Marmor. Sie haben die Farbe der Zillertaler Diopside und sind offenbar nach Farbe und geringerer Lichtbrechung eisenärmer; auch aus finnischen Marmoren, vgl. Laitakari (16, S. 48, Analysen III und IV) sind eisenarme Diopside beschrieben worden. Kieslinger (9, S. 112; 6, S. 484) hat auch in anderen Marmoren der Koralpe „schneeweiße augitische Prismen“ gefunden, z. B. von 2 bis 5 cm Größe im Krauthanslsteinbruch im Weißen Sulmtal; er nennt diesen schneeweißen Pyroxen Salit, während ich mit Winchell (33, S. 183, 185) so Mittelglieder, die zwischen Diopsid und Hedenbergit stehen, bezeichne.

13. Pargasit.

Ein bisher seltener Gast im Marmor des Hartner Steinbruches ist diese Hornblende, die neben tiefgrünem Pyroxen gefunden wurde. AE (010), zweiachsig positiv mit $c:Z=26^\circ$, a = gelb, b = grün, c = blaustichig grün. In den finnischen Marmoren ist Pargasit eines der gemeinsten Minerale, in der Koralpe wies ihn Kieslinger (6, S. 484) an anderer Stelle im Marmor beim Krauthansl (Weißes Sulmtal) schon nach. Die Seltenheit dieses Minerals im Hartnerbruch dürfte im großen Mangel an Fluor bedingt sein; daher das Fehlen von Phlogopit und anderen fluorhaltigen Mineralen gerade an diesem Ort der Koralpe.

14. Almandin.

Kieslinger (7, S. 107) nennt neben dem tiefgrünen Pyroxen noch karminroten Granat. Bei den Abbauverhältnissen — 10 Jahre nach der geologischen Aufnahme (1937—1938) — ist mir dieses Mineral nicht untergekommen, erst zu Ostern 1939 traf ich es an. In Rissen des Almandins beobachtete ich Kupferkies und Magnetkies.

15. Klinozoisit und 16. Zoisit.

Damals fand Kieslinger auch „sicheren Zoisit im Schlift in blaßroten Körnchen, optisch +, mit sehr kleinem Achsenwinkel und lavendelblauen Polarisationsfarben“. Jetzt herrscht weißlicher, im Schlift farloser Klinozoisit: AE \perp #, großer Achsenwinkel, Preußischblau bis Zitronengelb als kennzeichnende Polarisationsfarben.

Über den feinnadeligen Zoisit als Schalenmineral um Skapolith, Pyroxen und Feldspäte, wie Zoisitpseudomorphosen nach Skapolith, siehe S. 677.

Zoisit und Klinozoisit fehlen nach Laitakaris Zusammenstellung (16) den finnischen Marmoren bisher!

17. Turmalin.

Schwarzer Turmalin (Schörl) ist hier wie in Pargas (16, S. 85) eine seltene Bildung. Wir treffen dieses Mineral in nur wenige Millimeter langen säuligen Kriställchen mit sehr kräftigem Pleochroismus n_ε = violettstichig, bräunlich, n_ω = tintig blau bis schwarz, $\omega \gg \varepsilon$; in Begleitung von Titanit, Biotit, Magnetkies und Graphit. In anderen Marmoren der Koralpe, z. B. im Sauerbrunngraben bei Stainz, sind braune Turmaline (Dravit?) gefunden worden. Zu Ostern 1939 fand ich Schörl in Rauchquarz eingewachsen ohne eigene Kristallgestalt in bis 1 cm großen schwarzen „derben“ Putzen, mit n_ε = hellblau und n_ω = tief indigoblau.

18. Biotit.

Der kaum in einem Stück dieser Paragenese fehlende Magnesiaglimmer ist auffallenderweise im Hartnerbruch stets Biotit, obwohl zahlreiche andere Marmore der Koralpe Phlogopit führen. Grund dafür ist wahrscheinlich das vollkommene Fehlen von Fluor bei dieser Pegmatit-injektion: daher kein Flußspat, kein Apatit (Fluorapatit), kein Chondroit-Humit und auch kein Phlogopit. Der Biotit ist stark pleochroitisch. α = hellgelb, $b \sim c$ = rotbraun. Ein Großteil des Biotits stammt aus bei der pegmatitischen Injektion verdautem Schwanberger Schiefergneis.

19. Titanit.

Eines der gewöhnlichsten Minerale des Marmors ist Titanit. Nach Kieslinger (7, S. 107) kommen bis 10 bis 12 mm große, dunkelbraune Kristalle (Briefumschlagform) vor. Meist sind es viel kleinere gerundete Körner. Aus den Schliffen sind der für Titanit ungewöhnlich starke Pleochroismus α = fast farblos, b = gelblich, c = fuchsbraun und die häufige Zwillingslamellierung, vielleicht Druckzwillinge nach den Kanten $[110]$ und $[\bar{1}\bar{1}0]$ (Mügge) besonders hervorzuheben. Meßbare Kristalle habe ich nicht gefunden, doch besteht nach Obigem die Möglichkeit, daß hier wieder die „neue Briefumschlagform“ (31) mit η (221) statt n (111), die ich aus dem Polanzsteinbruch am Mautnereck (südl. Koralpe) beschrieben habe, zu finden sein könnte. Zahlreiche der kleinen hellgelben, herausgelösten Körnchen sind auf „Chondroit-Humit-Klinohumit“ geprüft worden, doch bisher ohne Erfolg.

20. Zirkon.

Zirkon kommt in farblosen, bis 0,04 mm großen Kristallen als Einschluß in grüner Hornblende, im Biotit, hier mit nur sehr schwach ange deuteten pleochroitischen Höfen und in Titanit vor. Opt. einachsig +, mit hoher Doppelbrechung. Xenotim kann hier ausgeschlossen werden, da bei den Einschlüssen im Titanit die Lichtbrechungsunterschiede anders erfolgen müßten.

21. Apatit.

Bildet selten nur wenige Millimeter große, sechsseitig säulige Kristalle. Im Schliff ist dieses Mineral öfter in kleinen, stark gerundeten, angelösten Körnern anzutreffen; besonders schön gerundet als Einschluß in Kalkspat.

Andere Skapolithvorkommen aus der Ostmark:

Skapolith ist in der Ostmark ein seltenes Mineral. Die alte Angabe von Fugger (24, S. 84) aus dem Mühlgraben bei Kendelbruck (Lungau, Salzburg) beruht wahrscheinlich auf einem Irrtum. Belegstück ist mir keines bekannt; nach einer Mitteilung von O. Friedrich (Leoben) dürfte ein Zoisitmineral vorgelegen haben. Die berühmten Tiroler Vorkommen (Monzoni, Fassatal) liegen auf heute italienischem Boden. Mejonit soll nach Liebenauer und Vorhauser (25, S. 287) im Glimmerschiefer des Pfitscher Joches vorgekommen sein und Cathrein nannte Skapolith als Gemengteil von Pseudomorphosen nach Granat in einigen Nordtiroler Amphiboliten. In der Steiermark hat Angel (26, S. 159) im Schliff eines Amphibolits von der Staringalpe (Gleinalpe) ein einziges Mal ein „skapolithartiges Mineral“ angetroffen.

Viel häufiger ist Skapolith im Waldviertel Niederdonaus; Sigmund (27, S. 163) führt eine Reihe von Stellen an, wo dieses Mineral in den sogenannten „Augitgneisen“ vorkam; ergänzend sei hier auf die von Sundius (10, S. 9, Analysen 3 und 4) stammenden hergehörigen Analysen verwiesen.

Zum Hartner Steinbruch (Koralpe) bzw. zu Pargas ähnlichere Verhältnisse scheinen in der Loja bei Persenbeug zwischen Marmor und Kerantit bzw. Marmor und Granit zu herrschen. Köhler (28, S. 159 ff.; 29, S. 90) beschrieb da Wollastonit, Grossular, Zoisit, Salit, Pargasit, Phlogopit, Graphit, Prehmit, dazu noch Skapolith (27, S. 163). — Im ehemaligen nördlichen Burgenland (jetzt Niederdonau) hat schließlich Kümel (30, S. 169) bei Schwarzenbach noch Skapolith von mikroskopischen Ausmaßen angetroffen; da Skapolith doch auch in der Koralpe vorkommt, sind die Ähnlichkeiten im Auftreten von Mineralparagenesen noch größer, als Kümel (30, S. 179) angegeben hat. Ganz besonderes Interesse verdient ein Stück, das Kümel (30, S. 163)

im vorderen Steinbruch des Auwiesenbachtals (Sieggrabener Deckscholle im Rosaliengebirge) fand: eine daumenbreite, hauptsächlich aus Olivin bestehende Linse, die als Peridotit gedeutet wird, im Marmor. Der durch die Olivinzone und den Marmor gelegte Schliff enthält noch Klinohumit, Skapolith, Phlogopit, bis 2 mm große Periklaskristalle, außerdem noch Magnetkies und Graphit; Herrn Dr. Kümel danke ich herzlich dafür, daß er mir seine Schliffe zur Durchsicht zur Verfügung stellte. Da auch Kümel „zahlreiche Einschlüsse vom Kalkspat“ im Olivin anführt, schaut mir diese Paragenese doch wieder ganz verdächtig nach den Verhältnissen aus, wie sie von Pargas oder aus dem Hartner Steinbruch bei Schwanberg nun bekannt geworden sind; Klinohumit fügt sich ausgezeichnet ein, Norbergit-Chondroit-Humit wurden auch in den finnischen Marmoren von Rankama (34, S. 83) gefunden und Olivin und Periklas stören wohl nicht. In anderen Marmoren der Sieggrabener Deckscholle nennt Kümel bis 1 cm große Phlogopitkristalle — es sind die schönsten, die ich bisher aus der Ostmark gesehen habe —, mehrere Zentimeter große Pargasite, grünen Spinell und wieder Olivin! Kümels Minerale im „Koralpenkristallin“ des Rosaliengebirges bilden eine ausgezeichnet ein, Norbergit-Chondroit-Humit wurden auch in den finnischen Vorkommen (vgl. nächsten Abschnitt).

Paragenetische Einreihung:

Kieslinger (6, S. 494) hat bereits die Marmore der Koralpe mit den finnischen Vorbildern des Parainengebietes — Laitakari (16) — verglichen und Eskolas Einteilung (21, S. 283) in 1. Quarzkalkstein, 2. Tremolitkalkstein, 3. Diopsidkalkstein und 4. Wollastonitkalkstein für unser Gebiet zu verwenden versucht. Nach Kieslinger (6, S. 494) sind in den Koralpenmarmoren nur die Stufen 1. bis 3. erreicht worden. In dieser Begrenzung kann ich Kieslinger nicht folgen. Wir kennen tatsächlich aus der Koralpe heute noch keinen Wollastonit führenden Kalkstein, trotzdem ist hier, wie nun gezeigt werden soll, auch die 4. Stufe Eskolas vollauf erreicht worden.

Durch Kieslinger bzw. in dieser Arbeit sind 21 verschiedene Minerale allein aus dem einen Marmorlager, das durch den Hartner Steinbruch aufgeschlossen ist, beschrieben worden. Laitakari (16) führt für das Gebiet von Parainen (Pargas) auf der finnischen Insel Alö fast die doppelte Anzahl an, doch handelt es sich da um den Mineralinhalt von über 20 Marmorlagern in noch mehr Steinbrüchen! Wir dürfen daher auch in der Koralpe über den Hartnersteinbruch hinaus nach gleichartigen Paragenesen Ausschau halten.

Starke pegmatitische Durchtränkung eines Marmorlagers bei regem Stoffaustausch führt zur Bildung einer Reihe von Ca-Silikaten: Skapolith,

Wollastonit, Grossular, Labrador-Anorthit, Zoisit, Klinozoisit, Titanit usw. Ob jeweils alle Möglichkeiten verwirklicht und auch aufgefunden wurden, erscheint mir weniger von Belang, als daß die typischen und häufigen Begleiter, wie Graphitblättchen, Magnetkies \pm andere Kiese, Pargasit, Chondroit-Humit usw. nachgewiesen sind.

Skapolith gehört nicht in die Stufen 1. bis 3., sondern in 4.! Eskola hätte statt von „4. Wollastonitkalkstein“ ebensowohl von „4. Skapolithkalkstein“ sprechen können und damit wäre dieselbe Mineralgesellschaft gekennzeichnet. Im Parainengebiet enthalten fast alle Marmorbrüche Skapolith, Wollastonit ist dagegen bisher nur in einer geringeren Anzahl der sonst im wesentlichen gleichartigen Minerallagerstätten vorhanden!

Da wir im Hartner Steinbruch bereits eine Reihe von typischen Vertretern der Stufe 4. gefunden haben, ist es sogar wahrscheinlich, daß eines Tages hier auch Wollastonit erkannt werden wird. Meine Suche nach diesem Mineral in Stücken des gegenwärtigen Abbaues war bisher negativ. Bei einer Reihe von Silikatmarmorstücken wurde mit verdünnter Salzsäure das Karbonat herausgelöst, der oft über 50% betragende Rückstand unter einem binokularen Mikroskop sortiert und Körner der verschiedenen Gemengteile getrennt in Pulverpräparaten untersucht. Die zahlreichen braunen Anteile waren stets nur Titanit und Biotit, nicht Chondroit usw.

Nachdem nun Kupferkies als Begleiter des Magnetkieses nachgewiesen wurde und diese Vererzung eindeutig mit der Zufuhr der pegmatitischen Stoffe zusammenhängt, ist eine klare Parallele zu der zuletzt von Friedrich (22) untersuchten pegmatitischen Kieslagerstätte Lamprechtsberg (südl. Koralpe) gegeben. Auch hier sind es pegmatitisch injizierte Marmore, doch spielt die Menge der Erze eine viel bedeutendere Rolle als bei Schwanberg. Das Haupterz ist Magnetkies mit beigemengtem Kupferkies, seltener ist Zinkblende und kaum mehr als spurenweise findet sich Bleiglanz (22, S. 480). Gleichaltrig mit dieser Vererzung sind Oligoklas, Mikroklin, Granat, Humit (?), Diopsid, Turmalin, Rutil, Klinozoisit, Zoisit, Apatit, Biotit, Muskowit, Quarz und Hornblende. Besonders bedeutsam ist das etwas serpentinisierte humitartige Mineral (22, S. 487). Wir sehen — gesperrt sind jene Lamprechtsberger Minerale, die im Hartner Steinbruch noch nicht gefunden worden sind — mit Einbeziehung der gleichartigen Lamprechtsberger Lagerstätte kommen wir dem finnischen Marmormineralinhalt schon beträchtlich näher. Andere Marmore der Koralpe vgl. Egenter (4), Kieslinger (6; 7) führen noch reichlich Phlogopit.

Hussak (5) hat aus dem Sauerbrunngraben bei Stainz, geologisch auch Koralpenkristallin, „einen feldspatführenden körnigen Kalk“ mit den Mineralen Mikroklin, Oligoklas, Quarz, Muskowit, Turmalin, Zoisit, Zirkon, Klinochlor, Hornblende, Granat, Titanit, Pyroxen, Apatit, Rutil,

Pyrit, Magnetkies, Kalkspat beschrieben. Machatschki (23, S. 248) hat einige der Gemengteile analysiert. Kieslinger (8, S. 154) führt die Entstehung dieser Paragenese, abweichend von der heute nicht mehr haltbaren Anschauung Hussaks, auf einen „intrusiv im Marmor steckenden Pegmatitgneis“ zurück.

Im großen und ganzen herrschen im Sauerbrunngraben die gleichen Verhältnisse wie im Hartner Steinbruch.

Ein „Mißklang“ sei noch aufgezeigt: Die Pegmatite der beiden obigen Vorkommen gehören zu Kieslingers Pegmatitgneisen (sogenannte alte Pegmatite), die der Erzlagerstätte Lamprechtsberg nach Kieslinger (8, S. 139) und Friedrich (22, S. 481, 500, 504) zu den „jungen Gängen (Quergriffen)“. Ob nicht doch auch die im Hartnerbruch aufgeschlossene pegmatitische Injektion hierher zu stellen ist?

Aus der 4. Kalksteingruppe Eskolas kennen wir nun im Parainengebiet (P) und in der Koralpe (K): Graphit (P, K), Bleiglanz (P, K), Zinkblende (K), Magnetkies (P, K), Pyrit (P, K), Kupferkies (P, K), Löllingit (P), Arsenkies (P), Flußspat (P), Quarz (P, K), Opal (K), Ilmenit (P), Spinell (P), Kalkspat (P, K), Dolomit (P, K), Mikroklin (P, K), Anorthoklas (K), Oligoklas (P, K), Andesin (P, K), Labrador (K), Bytownit (K), Anorthit (P, K), Diopsid (P, K), tiefgrüne bis schwarze Pyroxene (P, K), Wollastonit (P), Pargasit (P, K), Tremolit (P, K), Grossular (P), Almandin (P, K), Skapolith (P, K), Vesuvian (P, K?), Orthit (P), Prehnit (P), Chondroit-Humit (P, K), Turmalin (P, K), Klinozoisit (K), Zoisit (K), Muskowit (P, K), Biotit (P, K), Phlogopit (P, K), Clintonit (P), Serpentin (P, K), Talk (P), Titanit (P, K), Zirkon (P, K), Apatit (P, K).

Nehmen wir noch Kümels Koralpenkristallin im Rosaliengebirge hinzu, so wird der Koralpenanteil noch um den grünen Spinell vermehrt und vielleicht ist, wie ich S. 684 vermutete, auch Periklas, Olivin und Klinohumit hierherzustellen.

In Parainen wie in der Koralpe ist es bei der Einwirkung des pegmatitischen Injektionsmaterials¹⁾ auf Kalklager zu fast den gleichen Mineralbildungen gekommen, nicht nur in bezug auf die Mineralarten, sondern oft auch in Wuchsform und Auftreten. Dabei war es offensichtlich gleichgültig, ob diese Pegmatite sich wie in Finnland direkt von Graniten ableiten lassen oder ob, wie in der Koralpe, kein den Pegmatiten zuordenbares Intrusiv vorhanden ist; hier läßt Angel (35, S. LIII) jetzt Pegmatite durch Ichorauszug aus Sedimenten werden und erklärt damit auch das massenhafte Vorkommen von Disthenparamorphosen nach Andalusit und Disthen in Pegmatiten und Schiefen!

¹⁾ Darunter verstehe ich dem Marmor zugeführte saure pegmatitische Lösungen, gleich welcher Herkunft!

Damit kämen wir zu Verhältnissen bei zwar mineralärmeren, aber doch auch in mancher Hinsicht ähnlichen Silikatmarmoren, wie sie kürzlich von Bächlin (39) aus dem südlichen Tessin (Westalpen) dargelegt worden sind; auch sonst bestehen da mit unserer Koralpe in Mineral- und Gesteinsbestand viele Parallelen. Eine vergleichende Untersuchung würde interessante Beziehungen zwischen dem Altkristallin der Ost- und der Westalpen aufdecken lassen.

Dem kommissarischen Leiter des Naturhistorischen Museums Herrn Prof. Dr. Otto Pesta danke ich für die Möglichkeit, daß ich zu Ostern 1939 im Rahmen einer Sammelexkursion im Koralpengebiete auch den Hartnerbruch nochmals aufsuchen konnte. Der Aufschwung des ostmärkischen Steinbruchwesens ist auch hier augenfällig geworden: selbst in diesem abgelegenen Winkel der Weststeiermark ist an Stelle der früher üblichen Handzerkleinerung eine Schotterquetsche aufgestellt worden. Die skapolithhaltigen Partien dürften nun bald dem Abbau zum Opfer fallen!

Lesestoff.

- (1) H. Meixner. Neue mineralogische Seltenheiten aus der Ostmark. Mitt. Wien. Min. Ges., Min. petr. Mitt., Leipzig 1939. Im Druck.
- (2) F. Czermak. Neue Funde von Paramorphosen nach Andalusit im Gebiete der Koralpe, Steiermark und Kärnten. Zentralbl. f. Min. 1938, A, 47—58.
- (3) E. Hussak. Über den feldspatführenden körnigen Kalk von Stainz, Mitt. Naturw. Ver. f. Stmk., Bd. 22, Graz 1886. 3—24.
- (4) P. Egenter. Die Marmorlagerstätten Kärntens. Zs. prakt. Geol., Bd. 17, 1909. 419—439.
- (5) F. Heritsch — F. Lieb. Ein mineralreicher Marmor im Stubalpengebiete. Zentralbl. f. Min., 1924. A, 334—339.
- (6) A. Kieslinger. Geologie und Petrographie der Koralpe. II. Marmore. Sitzber. d. Akad. d. Wiss., Bd. 135, Wien 1936. 479—497.
- (7) A. Kieslinger. Geologie und Petrographie der Koralpe. V. Marmorvorkommen im Bereich des Kartenblattes Deutschlandsberg—Wolfsberg. Sitzber. d. Akad. d. Wiss., Bd. 157, Wien 1928. 101—111.
- (8) A. Kieslinger. Geologie und Petrographie der Koralpe. VI. Sitzber. d. Akad. d. Wiss., Bd. 137, Wien 1928. 123—142.
- (9) A. Kieslinger. Ein neues Vorkommen von Salit. Min. petr. Mitt., Bd. 39, Wien 1928. 112.
- (10) N. Sundius. Zur Kenntnis des Zusammenhanges zwischen den optischen Eigenschaften und der chemischen Konstitution der Skapolithe. Bull. Geol. Inst. of Upsala, Bd. 15, Uppsala 1916. 1—12.
- (11) B. Gossner — K. Brückl. Untersuchungen über die Skapolithgruppe. N. Jb. f. Min., A. Beil. Bd. 58, 1928. 349—384.
- (12) A. Himelbauer. Zur Kenntnis der Skapolithgruppe. Sitzber. d. Akad. d. Wiss., Bd. 109, Wien 1910. 115—179.

- (13) A. N. Winchell. The properties of Scapolithe. The Amer. Min., Bd. 9, Menasha 1924, 108—112.
- (14) Th. Barth. Über K- und H₂O-haltige Skapolithe. Zentralbl. f. Min., 1927, A, 82—88.
- (15) L. M. Borgström. Die chemische Zusammensetzung der Skapolithe. Zs. Krist., Bd. 54, 1915, 238—260.
- (16) A. Laitakari. Über die Petrographie und Mineralogie der Kalksteinlagerstätten von Parainen (Pargas). Bull. Comm. géol. Finnl., Nr. 54. Helsingfors 1921. 1—114.
- (17) J. Jakob — L. Parker — E. Brandenberger. Über einen neuen Skapolithfund im Tessin. Schweiz. Min. petr. Mitt., Bd. 11, 1931. 267—284.
- (18) H. Haberlandt — A. Köhler. Fluoreszenzanalyse von Skapolithen. Chemie der Erde, Bd. 9, Jena 1934. 139—144.
- (19) H. Haberlandt. Fluoreszenzanalyse von Mineralien. Sitzber. d. Akad. d. Wiss., Bd. 143, Wien 1934. 11—13.
- (20) H. Rose — W. Fr. Eppler — A. Schröder. Edelskapolith, ein neuer Edelstein aus Brasilien. Deutsche Goldschmiede-Zeitung. Nr. 39. 1930. 438—439.
- (21) P. Eskola. On contact phenomena between gneiss and limestone in western Massachusetts. The Journal of Geology, Bd. 30, Chicago 1922. 265—294.
- (22) O. Friedrich. Eine alte, pegmatitische Erzlagerstätte der Ostalpen. N. Jb. f. Min., Beil. Bd. 65, A, 1932. 479—508.
- (23) F. Machatschki. Beitrag zur Kenntnis der mittelsteirischen Pegmatite und ihrer Mineralien. Zentralbl. f. Min., 1927. A, 240—254.
- (24) E. Fugger. Die Minerale des Herzogthumes Salzburg. 11. Jahresber. d. Oberrealschule in Salzburg. 1878.
- (25) L. Liebenauer — J. Vorhauer. Die Mineralien Tirols. Innsbruck 1852.
- (26) F. Angel. Gesteine der Steiermark. Mitt. d. Naturw. f. Stmk., Bd. 60/B, Graz 1924. 1—302.
- (27) A. Sigmund. Die Minerale Niederösterreichs. 2. Aufl., Wien-Leipzig 1937. 1—247.
- (28) A. Köhler. Mineralogisches aus dem niederösterreichischen Waldviertel. Tscherm. Min. petr. Mitt., Bd. 36, Wien 1925. 157—163.
- (29) A. Köhler. Beitrag zur Kenntnis der Minerale Niederösterreichs. Verh. Geol. B. A., Wien 1932. 89—91.
- (30) F. Kümel. Die Siegggrabener Deckscholle im Rosaliengebirge. Min. petr. Mitt., Bd. 47, 1935. 141—184.
- (31) H. Meixner. Eine neue Trachtvariante des Titanits. Zs. Krist., Bd. 97, A, 1937. 332—335.
- (32) S. Koritnig. Uranminerale aus dem Gebiete der Kor- und Stubalpe. Zentralbl. f. Min., 1939, A, 116—122.
- (33) N. H. Winchell — A. N. Winchell. Elements of optical Mineralogy. II. Descriptions of minerals. 2. Ed., New York 1927.
- (34) K. Rankama. On the Mineralogy of some members of the humite group found in Finland. Comptes Rendus de la Soc. géol. de Finl., Nr. 12. Helsinki 1938. 82—94.

- (35) F. Angel — H. Meixner — L. Walter. Über den Lehrausflug zur Kristallin-Insel von Radegund bei Graz, 26. VIII. 1938. Fortschritte d. Min. usw., Bd. 23/2, Berlin 1939. XLVII—LIV.
- (36) H. Meixner. Epidesmin von Schwanberg. In: Früchte mineralogischer Gemeinschaftsarbeit. Fortschritte d. Min. usw., Bd. 23, Berlin 1939. CXLI—CXLIII.
- (37) L. Dolar-Mantuani—S. Koritnig. Die Feldspäte von Schwanberg (Steiermark). Zs. Krist., Bd. 101, A, 1939. 30—38.
- (38) G. Tschermak. Die Skapolithreihe. Sitzber. d. Akad. d. Wiss., Bd. 88, I. Abt., Wien 1884. 1142—1179.
- (39) A. Bächlin. Geologie und Petrographie des M. Tamaro-Gebietes (südliches Tessin). Schweiz. Min. petr. Mitt., Bd. 17., 1937. 1—79.

Wien, im April 1939.

Mineralog. petrographische Abteilung
des Naturhistorischen Museums.