GEOLOGISCHE
LANDESAUFNAHME

BEITRÄGE ZUR GEOLOGIE DER SCHWEIZ
KLEINERE MITTEILUNGEN
Nr. 52

Berylliummineralien und Berylliumgehalte granitischer Gesteine der Alpen

von

TH. HÜGI und D. RÖWE

BUCHDRUCKEREI UND VERLAG LEEMANN AG. 8034 ZÜRICH
1970 - KOMMISSIONSVERLAG: KÜMMERLY & FREY, BERN

Vorwort der Schweizerischen Geotechnischen Kommission

An der Sitzung vom 17. Januar 1970 lag der Kommission ein Manuskript „Berylliummineralien und Berylliumgehalte granitischer Gesteine der Alpen" von Th. Hügi und D. Röwe vor. Die Kommission nahm den interessanten Beitrag zur Geochemie des Berylliums in den alpinen Mineralien und Gesteinen mit bestem Dank an die Autoren für ihre Serie Kleinere Mitteilungen entgegen.

Für den Inhalt von Text und Figuren sind die Autoren allein verantwortlich.

Zürich, April 1971.

Der Präsident der
Schweiz. Geotechnischen Kommission

Prof. F. DE QUERVAIN

Erscheint gleichzeitig in
„Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen"
Band 50, Heft 3, 1970

Berylliummineralien und Berylliumgehalte granitischer Gesteine der Alpen*)

Von *Th. Hügi* und *D. Röwe* (Bern)**)

Mit 13 Figuren und 10 Tabellen im Text

Abstract

The Be-minerals found in the Alps (Switzerland and neighbourhood) are: beryl, bazzite (= Sc-beryl), milarite, phenakite, chrysoberyl, gadolinite, bavenite, bertrandite and a new Be-mineral, asbecasite from Binnatal (Switzerland). The localities are shown on geological maps. Localities and the type occurrences of these minerals can be seen from tables. Beryl occurs in most cases as a rock forming mineral of pegmatites, rarely as fissure mineral. The other Be-minerals are connected with fissures (Zerrklüfte) formed during alpine orogenesis in Tertiary. References to new milarite occurrences outside Switzerland, such as Kola, Thuringen, Bayrischer Wald, Moravia, SW-Africa, Oslo region, E-Tyrol, Mexico and to the new Bazzite occurrence of Zentral Kazakhstan are also given. More than 200 granitic rocks from the Aar-, Gotthard- and Bergeller-massif and the Pennine nappes have been analysed by means of spectrographic methods (Be-line 2348.61 Å and Ni 2347.5 Å as an internal standard. Selected data are tabulated. Mean values for various types of Aar-massif granites lie between 1.1 and 4.2 ppm Be, for aplites 3.3 and 5.6 ppm Be. In the Bergeller-massif the mean values are as follows: Granites = 7.3 ppm Be, pegmatites = 9.7 and aplites = 11.8. For 24 milarites from various localities the n- and D-values are given. For two beryls optical data have been added. Factors controlling Be concentrations are discussed.

Inhalt

Einleitung 446

1. Beryllium-Mineralien und ihre Fundpunkte 447

2. Mineralogische Untersuchungen an Beryllium-Mineralien 462

a) Lichtbrechung und Dichte der Milarite 462

b) Untersuchungen am Milarit von Val Strem, Val Giuv und Swakopmund . . 465

c) Optische Daten von zwei speziellen Beryllvorkommen 469

---

*) Diese Untersuchung ist in verdankenswerter Weise finanziell durch den Schweizerischen Nationalfonds unterstützt worden. – Erscheint gleichzeitig als „Beiträge zur Geologie der Schweiz, Kleinere Mitteilung Nr. 52".

**) Abteilung für Geochemie des Mineralogisch-petrographischen Instituts der Universität, Sahlistrasse 6, CH-3012 Bern.

3. Beryllium-Gehalte granitischer Gesteine aus verschiedenen Zonen der Schweizer Alpen 470
4. Spezielle Gesteinsbeschreibung von Proben aus dem Aar- und Bergeller Massiv 473
5. Mögliche Relation von Beryllium zum Ab-reichen Plagioklas 474
Literaturverzeichnis zu Abschnitt 2–5 479

EINLEITUNG

In früheren Arbeiten ist über Berylliummineralien in den Schweizeralpen berichtet worden (HÜGI 1956). Zwei später erschienene Publikationen enthalten erste Daten über Be-Gehaltsermittlungen an granitischen Gesteinen (HÜGI et al. 1965, 1968). In der Zwischenzeit sind eine ganze Anzahl neuer Beryllium-Mineralfunde bekannt geworden. Es schien nun angezeigt, zusammenfassend über die Funde in den Schweizeralpen und angrenzenden Gebieten, sowie über die weiteren Untersuchungen an Berylliummineralien, insbesondere an Milarit, zu berichten. Einige Hinweise gelten zudem den ausserschweizerischen Funden von Milarit, ein Mineral, das lange Zeit selbst in der Schweiz als sehr selten galt und zudem auf ein enges Fundgebiet im östlichen Aarmassiv beschränkt sein sollte. Abschliessend folgen die Daten über Be-Gehalte.

Zu dieser Arbeit haben laufend Kollegen, Mineralienfreunde, Strahlen und Mineralienverkäufer durch wertvolle Auskünfte oder durch die Abgabe von Mineralien zu Untersuchungszwecken beigetragen. Es ist nicht möglich, hier alle namentlich zu nennen. In besonderem Masse sind wir jedoch den nachgenannten Herren zu Dank verpflichtet:

W. Cabalzar, Dr. P. Černý, M. L. Ehrmann, Dr. St. Graeser, G. Gross, Ing. O. Hager, Dr. med. R. Kappeler, Dr. V. de Michele, Prof. A. G. Roggiani, Dr. H. A. Stalder, PD Dr. A. Steck, A. Wagner, K. Währen-Wichser, Prof. M. Weibel, Prof. E. Wenk und Dr. H. Wieland.

Die Messungen mit der Elektronenmikrosonde (Cameca Typ MS 85) sind im hiesigen Laboratorium für Mikroröntgenspektroskopie (Leitung Prof. Dr. W. Nowacki) durchgeführt worden. Herr H. Rudolf besorgte die Messarbeit, wofür ihm allerbestens gedankt sei.

Für Ratschläge bei röntgenographischen Arbeiten sind wir Dr. H. Bürki und für die Röntgenaufnahmen Herrn H. Huber zu Dank verpfllchtet.

Bei der endgültigen Bereinigung des Manuskriptes wirkte in verdankenswerter Weise Herr H. Rutishauser, Diplom-Mineralog-Petrograph, Assistent an der Abteilung für Geochemie, mit. Für wertvolle Ergänzungen und Berichtigungen bei der Durchsicht des Manuskriptes sei Herrn Dr. H. A. Stalder, Konservator der Abt. Mineralogie-Geologie-Paläontologie des Naturhistorischen Museums Bern, der allerbeste Dank ausgesprochen. Ferner möchten wir Herrn Dr. A. Spicher bestens dafür danken, dass er beim Gestalten der geologischen Karte mitgeholfen und neueste Daten in verdankenswerter Weise zur Verfügung gestellt hat.

Herrn Prof. Dr. F. de Quervain, Präsident der Schweiz. Geotechnischen Kommission, sei für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und ergänzende Hinweise sowie für den Beitrag an die Druckkosten verbindlich gedankt. Die Kommission hat zudem beschlossen, die Arbeit als „Kleinere Mitteilung Nr. 52“ in ihrer Publikationsserie erscheinen zu lassen.

1. BERYLLIUM-MINERALIEN UND IHRE FUNDPUNKTE

Nachstehend sind die Be-Mineralien, geordnet nach geologischen Einheiten und steigenden Ordnungsnummern, tabellarisch zusammengestellt, wobei gleichzeitig Angaben über das Auftreten gemacht werden.

Tabelle 1

Mineral	Nr.	Lokalität	Auftreten
Beryll	$Al_2Be_3[Si_6O_{18}]$ häufig mit Cs, Rb, Li, Na, Cr, V, Sc		
		Penninikum	
	1.01	Castaneda	im Pegmatit, zusammen mit Adular-Quarz-Chlorit-Apatit-Zeolith-Turmalin-Paragenese (PARKER 1954, KÜNDIG 1926)
	1.02	Cresciano	Pegmatit im Gneis mit Turmalin, Granat und Quarz (PARKER 1954, CASASOPRA 1938, TADDEI 1938)
	1.03	Claro, Val del Molino	im Pegmatit mit Muskowit, Turmalin, Granat (PARKER 1954, TADDEI 1938, HESS und WIRTH 1968)
	1.04	Monti di Daro	im Pegmatit mit Turmalin (PARKER 1954, TADDEI 1938)
	1.05	Madonna del Sasso	Beryllkristalle im Biotitpegmatitgang (PARKER 1954, GUTZWILLER 1912)
	1.06	Ponte Brolla	im Pegmatitgang mit Biotit und Turmalin (HÜGI 1956, Ankauf Neufund vom Schweiz. Heimatwerk 1964)
	1.07	Lavertezzo	hellblaue, etwas milchige Kristalle im Muskowitpegmatitgang mit Turmalin (HÜGI 1956, GRUNAU 1943)
	1.08	Corripo	im Pegmatit (WENK 1967)
	1.09	Val Agro	bis zu 5 cm breite und 20 cm lange, trübe Kristalle im Pegmatit mit Turmalin (HÜGI 1956, WENK 1967)
	1.24	Croppo E Domodossola	Einzelkristall im Pegmatit (HÜGI 1959)
	1.25	C. Mondei, Valle Antrona	Einzelkristall im Pegmatit (PERETTI 1940, HÜGI 1959)
	1.26	Graveggia (Valle Vigezzo)	im Pegmatit (BATTAINI 1943)
	1.29	Frunthorn	hellblaue Kristalle auf Klüften im Granitaplit (KÖNIGSBERGER 1907, PARKER 1954)
	1.30	P. Scharboden	hellblaue Kristalle im Granitaplit mit Rauchquarz (KÖNIGSBERGER 1907, PARKER 1954)
	1.31	Fianell (V. Ferrera)	bläulichgrüner Beryll in losem Quarzganghandstück, vergesellschaftet mit Eisen-Manganerz (PARKER 1954, ALTMANN in STUCKY 1960, S. 39)
	1.32	Faido	nadelige Kristalle in limonitisch verwittertem Karbonat (PARKER 1954)
	1.33	Gr. St. Bernhard	im Pegmatit (LUGEON 1944, PARKER 1954)
	1.36	Pallanzeno	Pegmatit (GASTALDI 1871)
	1.37	Cosasca	Pegmatit (LINCIO 1905)
	1.39	Prata Camportaccio (Eingang Bahntunnel vor Chiavenna)	Pegmatit (briefl. Mitt. MICHELE 1969)
	1.41	Crevola d'Ossola	hellblaue Kluftminerale im Dolomit (ROGGIANI 1967)
	1.42	Val Pisella (kl. Tal N Grono)	im Pegmatit mit Turmalin (Fund 1966, Stufe Eig. HÜGI, s. auch KÜNDIG 1926)

Mineral (Beryll)	Nr.	Lokalität (Penninikum)	Auftreten
	1.44	Gorduno	im Biotit-Muskowit-Granat-Pegmatit (es gelang leider nicht, diesen Fund zu präzisieren)
	1.48	Val Verzasca	Pegmatitgang im Verzascagneis, klare, flächenreiche Kristalle (HÜGI 1956)
	1.49	Cava di Mica, Mondei (Valle Antrona)	im Pegmatit, mit Granat, Apatit, U-Mineralien, Biotit, Muskowit (FERRARA 1962)
	1.51	Claro, Bruch E	im Muskowitpegmatit (PETERS-WÜTHRICH 1961)
	1.52	Monte Odro P. di Vogorno	im Muskowitpegmatit, Vogornogneis (WENK 1968)
	1.53	Lodrino/Ti	Kluftmineral im Pegmatit des Leventina-Granitgneises, mit Quarz, Calcit (BIANCONI-SIMONETTI 1967)
	1.54	Piano di Verdabbio (Misox)	Pegmatit (GROSS 1969)
	1.55	Val Maiò (Misox)	Pegmatit (briefl. Mitt. GROSS 1969)
	1.56	Cava Grignaschi bei Domodossola	im Pegmatit (MICHELE 1967, ROGGIANI 1965, 1966, 1967)
	1.58	Val Antoliva, N P. Nona (V. Vigezzo)	Pegmatit (LINCIO 1905, ROGGIANI 1967)
	1.59	Vallone Rio Graia SE Trontano, V. Vigezzo	Pegmatit (ROGGIANI 1967)
	1.60	Cava G. Pelganta, halbwegs an Strasse Croppo-Trontano	Pegmatit (ROGGIANI 1967)
	1.61	Alpe Rosso, Nordhang P. Ragno (V. Vigezzo)	Pegmatit (ROGGIANI 1967, 1968)
	1.62	Orcesco	Pegmatit (MICHELE 1968)
	1.63	Beura	Pegmatit (MICHELE 1968)
	1.64	Val Darengo	Pegmatit (MICHELE 1968)
	1.67	Preonzo, Steinbruch ca. 500 m südlich	Pegmatit (Beryll neben Muskowit, Granat, Feldspat) (mündl. Mitt. Kappeler)
	1.68	Valle dell'Isorno, an Strasse rechte Talseite SE gegenüber Naviledo	Pegmatit (WIELAND 1966 und ergänzende briefl. Auskünfte v. 8. 10. 69 und mündl. Mitt. E. Wenk)
	1.70	Feldbach, Binnatal	in Dolomit, der mit Fe-Erzen imprägniert ist (briefl. Mitt. Dr. ST. GRAESER 1970)
		Bergeller Massiv	
	1.10	Pass da Casnil	Pegmatit im Biotitgneis (PARKER 1954, STAUB 1924)
	1.11	Monte del Forno	Pegmatit im Biotitgranit (PARKER 1954, STAUB 1924, MICHELE 1968)
	a)	Forno-Tal, Fornogletscher	in Moräne (MAURIZIO 1968)
	1.12	Albignagletscher	Pegmatit im Biotitgranit (PARKER 1954, STAUB 1924, FREY 1963)
	a)	Albigna-Tal, Punta da L'Albigna, Sciora Dafora, Cima dal Gall, La Virgine	im Pegmatit mit Biotit, Granat, Turmalin (MAURIZIO 1968)
	1.13	In der Bondasca	Pegmatit im Biotitgranit (PARKER 1954, STAUB 1924)
	a)	Bondasca-Tal, Piz Badile (Fuss) Sciora-Hütte (Moräne)	im Pegmatit mit Biotit, Granat, Turmalin (MAURIZIO 1968)
	1.14	Torrone Orientale	Pegmatit im Biotitgranit (PARKER 1954, STAUB 1924)
	1.15	Punta Pioda	Pegmatit im Biotitgranit (PARKER 1954, STAUB 1924)
	1.16	Passo Cacciabella	Pegmatit im Biotitgranit (PARKER 1954, STAUB 1924)

Mineral (Beryll)	Nr.	Lokalität (Bergeller Massiv)	Auftreten
	1.17	Piz Cengalo	Pegmatit im Biotitgranit (PARKER 1954, STAUB 1924)
	1.18	Pizzo Trubinasca	Pegmatit im porphyrartigen Biotitgranit (PARKER 1954, STAUB 1924)
	1.19	Vadrec da Cantun	Pegmatit im Biotitgranit (PARKER 1954, FREY 1963)
	1.40	Val Codera	Pegmatit (MICHELE 1968)
	1.50	Passo Qualido, S. Martino	Pegmatit im Biotitgranit (MAURIZIO 1968)
	1.65	Val Masino	Pegmatit (MICHELE 1968)
	1.71	Arvigo (V. Calanca)	Pegmatit in Plattengneis, Fund F. STOFFEL 1970 (während Drucklegung)
		*Aarmassiv**)	
	1.20	Handeck, Standseilbahn	im Granit (PARKER 1954)
	1.21	Piz Posta Biala	im Aplitgang, hellblaue Nadeln in Nestern des Aplitganges (HÜGI 1956)
	1.22	Firrenhorn (Landeskarte = Hohe Gwächte)	Pegmatit im Granit, mit Quarz, Hämatit und Biotit (PARKER 1954, BÖGLI 1941)
	1.34	Piz Nair	im Pegmatit (PARKER 1954)
	1.35	Bellwald	blassbläulicher, glasklarer Beryll in Zerrkluft des Perms (Konglomeratgneis mit Keratophyrschmitzen) begleitet von Quarz, Adular, Dolomit, Hämatit als Eisenrosen (mündl. Mitt. STECK 1968 über den 1960 gemachten Fund)
	1.43	Nägelisgrätli	im sauren, aplitischen Granit, hellblauer Beryll, Fund A. Squaratti, sowie loses Stück, Quarz + Beryll (tiefblau), Fund Dr. G. Pascher, beide Stufen Eig. Th. Hügi
	1.69	La Gonda	Beryll-Aplit (WEBER 1924)
		Gotthardmassiv	
	1.23	Monte Prosa	dunkelblaue Kristalle im Granit, mit grobblättrigem Muskowit (JAKOB 1925, PARKER 1954)
	1.46	Gotthardpass	auf Zerrklüften im Aplit, Fibbiagranit (STALDER 1967)
	1.47	Val Tremola, Alpe di Fieud	auf Zerrkluft in der Tremolaserie s. l. (STALDER 1964)
		Granit von Baveno	
	1.57	Baveno, alte Halden, N Cava Montecatino am Osthang des M. Camoseio	aplitische Adern im Granit (MICHELE 1966)
		Ostalpin	
	1.66	Sondalo (im Valtellina, ca. 12 km NE Tirano, nicht mehr auf Übersichtskarte)	Pegmatit (MICHELE 1968)
		Südalpen	
	1.27	Malpensata bei Olgiasca	im Pegmatit (BATTAINI 1943)
	1.28	Alpe Sparese	im Pegmatit (BATTAINI 1943)
	1.45	Olgiasca	Einzelkristall im Pegmatit, mit Muskowit und Quarz (RUSCA 1943)

*) Einschliesslich Lokalität 1.35 (Bellwald), die in der westlichen Fortsetzung der sedimentären Mulde von Urseren, zwischen Aar- und Gotthardmassiv, liegt.

Mineral	Nr.	Lokalität	Auftreten
Bazzit = Sc-Beryll		*Aarmassiv*	
	2.01	Ob Val Strem	azurblauer Bazzit auf Quarz (PARKER 1954, HÜGI 1956)
	2.02	Witenalp (in der auf der E-Seite des Etzlitales unter Witenalpstock gelegenen Witenalpkehle)	hellblaue Kristalle mit Quarz und Hämatit (PARKER et al. 1939, PARKER 1954)
	2.03	Wiler (unter den Wilerflühen), Reusstal	hellblaue Kristalle mit Quarz (PARKER et al. 1939, PARKER 1954)
	2.04	Stollen Oberaar, KW-Grimsel	im Biotitgranit (BECK 1954, HUTTENLOCHER et al. 1954)
	2.05	Stremspitze	mit Quarz, Calcit, Chlorit, Hämatit, Adular, Albit, Fluorit (HUTTENLOCHER et al. 1954)
	ferner	Kazakkstan	in Pegmatitdruse (CHISTYAKOVA et al. 1966)
		Granit von Baveno	
	2.06	Baveno	in Granit (ARTINI 1915)
Milarit		$K\,Ca_2Al\,Be_2[Si_{12}O_{30}]\,\frac{1}{2}\,H_2O$	
		Aarmassiv	
	3.01	Piz Ault	Kristalle mit eingeschlossenem Amianth in verschiefertem Syenit (HUBER 1948, PARKER 1954, SICHER 1967)
	3.02	Calmut	im Syenit (PARKER 1954)
	3.03	Crispaltlücke	in Klüften im Syenit (PARKER 1954)
	3.04	Piz Giuv und Giuvstöckli	farblose bis blassgrüne Kristalle im verschieferten Syenit (KENNGOTT 1870, PARKER 1954)
	3.05	Blaubergstock	kurzsäulige, klare Kristalle mit Rauchquarz, Fluorit, Calcit (PARKER 1954)
	3.06	Ablaufstollen Zentrale Grimsel (Sommerloch) der KW Oberhasli	klare Kristalle auf Klüften im Granit (HUTTENLOCHER 1952, STALDER 1963)
	3.07	Gwüest, Göschener Alp	klare Kristalle auf Kluft im Zentralen Aaregranit (Stufe Abt. Geochemie des Min. Inst. Univ. Bern)
	3.08	Druntobel	mit Quarz, Chlorit, Apatit (PARKER 1954)
	3.09	Göschenen (SBB Rangiertunnel)	Einzelkristalle auf Quarz (PARKER 1954, GRAESER 1961)
	3.10	Gletschhornlücke	Zerrkluft-Fund K. Fahner 1961, im Zentralen Aaregranit
	3.11	Rhonegletscher	farblose bis grüne Kristalle (Chloritbelag) auf Quarz und Adular (PARKER 1954)
	3.12	Stollen Oberaar-Wasserschloss, KW Oberhasli	auf Quarz mit Chlorit überzogen (PARKER 1954, HÜGI 1956)
	3.14	Galenstock	Kristalle auf Quarz (PARKER 1954, STALDER 1963)
	3.15	KW Göschenen, Stollen Furkareuss, m 150 und 170 ab Nordportal	Kristalle klar oder mit Chlorit überzogen, auf Quarz (versch. Stufen: Institut und Privatbesitz Th. Hügi), (STALDER 1969)
	3.16	Wattingen bei Wassen (SBB-Tunnel)	klare Kristalle auf Quarz (PARKER 1954; 1969 durch Herrn Gross, Heimatwerk Zürich, erhaltenes Fundmaterial der gleichen Lokalität)
	3.17	NW-Fuss der Burg-Fieschertal	im Zentralen Aaregranit (nahe Aplitgang) mit Albit, Chlorit, Titanit, Hämatit, Quarz (WÄHREN 1968, STALDER 1968)
	3.18	Oberer Tiefengletscher	im Zentralen Aaregranit (nahe Aplitgang) mit Quarz, Apatit, Adular (PARKER 1954, WAGNER 1967)

Mineral (Milarit)	Nr.	Lokalität (Aarmassiv)	Auftreten
	3.19	Val Strem, Calmut	5 mm langer milchiger Kristall in Aplit mit Rauchquarz, Adular, Apatit (WEIBEL 1964, HAGER, mündl. Mitt.)
	3.20	Giuv-Gebiet und Val Milà, Seite Piz Nair	zahlreiche Zerrklüfte im Syenit (PARKER 1954), bis 1 cm grosser Kristall (CABALZAR 1968, HAGER, mündl. Mitt., Fund 1954)
	3.21	Tavetsch	auf Aplit, mit Chlorit überzogen (CABALZAR 1968)
	3.22	Piz Acletta	mit Rauchquarz, Adular, Chlorit, Calcit (CABALZAR 1968)
	3.24	Bielenhorn (Landeskarte = Büelenhorn)	bis 6 mm grosse, klare Kristalle, mit Quarz, Adular, Albit, Apatit (siehe auch 4.08, mit Phenakit)
		Gotthardmassiv	
	3.13	V. Cristallina, rechte Talseite, auf 2100 m, dicht über Alphütten	mit Adular, Quarz, Chlorit, Apatit (PARKER 1954)
	3.23	Piz Plazidus a Spescha, P. 3109, ob Gl. de Puzetta, NW Cristallina	bis 3 mm lange Kristalle mit Quarz, Adular, Chlorit im Cristallinagranit (HÜGI 1956)
	3.25	Faulhorn (NW Oberwald, Längisbach) Block in Schutthalde der Westflanke	in Zerrkluftparagenese 5b nach PARKER (1954) durch HAGER (mündl. Mitt. Febr. 1970) klare Milaritkristalle von $\pm$0,3–0,4 mm Länge auf Monazit festgestellt
		Ausländische Fundpunkte von Milarit	
		Henneberg b. Wurzbach (Thür.)	im Granit (HEIDE 1953)
		Věžná	im Pegmatit (ČERNÝ 1960)
		Rossing, Swakopmund SW Afrika	im Pegmatit (EHRMANN 1965) (Sammlung Min. Inst. Univ. Bern)
		Kola-Halbinsel	im Pegmatit (SOSEDKO 1960)
		Grorud-Oslo	im Pegmatit (OFTEDAL-SAEBÖ 1965)
		Valencia Mine, Valencia, Guanajuato, Mexiko	mit Calcit, Feldspat, Quarz (Samml. Th. Hügi)
		Säulkopf, Osttirol Ost-Alpen	Kluftmineral im Pegmatit (KONTRUS 1956)
Phenakit	$Be_2[SiO_4]$		
		Aarmassiv	
	4.01	Reckingen	farblose Kristalle verwachsen mit Adular, Quarz, Hämatit, Chlorit, Apatit (PARKER 1954, STALDER 1968)
	4.02	Muttbach	schwarzgrüne Kristalle mit Chloriteinschlüssen auf Rauchquarz mit Adular, Apatit (PARKER 1954)
	4.03	Rientallücke	als Kluftmineral auf Quarz, mit Chlorit, Hämatit (PARKER 1954)
	4.04	Griessertal	im Aplitgang mit Quarz, Adular, Chlorit (SIGRIST 1947, PARKER 1954)
	4.06	Sidelenbach	zusammen mit Adular, Albit, Apatit, Quarz, Chlorit (WEIBEL 1960)
	4.07	Rhonegletscher	als Kluftmineral mit Quarz, Adular, Calcit, Albit, Chlorit (SCHNEEBELI 1959)
	4.08	Bielenhorn (Landeskarte = Büelenhorn)	im Aaregranit, mit Quarz, Chlorit, Calcit, Apatit, Hämatit (PARKER 1954, Neufund Fahner 1964)

Mineral (Phenakit)	Nr.	Lokalität (Aarmassiv)	Auftreten
	4.12	Galenstock	komplex entwickelte Kristalle mit Eisenerzen und Chlorit (SCHWEIZER 1965)
	4.13	Val Giuv	Einzelkristall in prismatischer Ausbildung („Milarit" aus Sammlung = röntg. als Phenakit bestimmt)
	4.14	Crispaltlücke im Val Val	Einzelkristalle mit Milarit, Chlorit eingewachsen und als Überzug (STALDER 1968 mündl. Mitt.; Neufund CURSCHELLAS, Kristalle 2–3 cm lang)
	4.15	Crispaltlücke	Stufe in benachbarter Kluft, mit kleinen Nädelchen (STALDER 1968 mündl. Mitt. und SIGL 1969)
		Gotthardmassiv	
	4.05	Monte Prosa	einzelner Kristall neben Quarz (PARKER 1954)
	4.09	Südl. Gotthardhospiz	zusammen mit Adular, Quarz, Hämatit, Albit, Muskowit, Chlorit (HINTZE 1897, PARKER 1954)
	4.10	Fibbia, kl. Strassengalerie	drei Zerrklüfte in Fibbiagranitgneis. Grösster Kristall 25 mm lang, 2,5 mm dick, z. T. Chloritbelag, zusammen mit Adular, Apatit, Titanit, nicht weit daneben Hämatitfunde. Finder: A. Franco Quadrio, Ing., Erstfeld; STALDER 1969 mündl. Mitt. und QUADRIO 1970 (Belegmat. Naturhist. Museum, Bern). Ältere Funde gehen unter Namen Fibbia: Phenakit als Kluftmineral mit Adular, Quarz, Hämatit, Albit, Muskowit, Chlorit
	4.11	Unterwasser	einzelner, chloritführender Kristall (PARKER 1954, SCHWEIZER 1965)
	4.16	Lucendrobach, 300 m unterhalb Staumauer	Kluftmineral mit Adular, Hämatit (SCHWEIZER 1965)
Chrysoberyll Al_2BeO_4			
		Penninikum	
	5.01	Passo Cadonighino	kurzprismatisches Individuum, mit Dolomit, Phlogopit, Turmalin, Korund, Quarz (ARTINI 1920)
		Südalpen	
	5.02	Laghetto, Olgiasca	grüne, prismatische Kristalle im Pegmatit mit Granat, Zirkon, Turmalin (BATTAINI 1943)
Bavenit	Ca (BeH_2, Al H, Si) [Si_2O_7]		
		Aarmassiv	
	6.02	Burg bei Fiesch, Fieschertal	im Aaregranit, mit Adular, Chlorit, Quarz, Apatit (STALDER 1968)
		Gotthardmassiv	
	6.01	Piz Lai Blau, Muotta Nera, Val Nalps	in Pegmatitdrusen im Granit, mit Adular, Albit, Sphen, Epidot, Quarz, Chlorit, Klinozoisit, Tremolit (CLAIRINGBULL 1940, PARKER 1954)
	6.03	Val Casaccia	in Pegmatitdrusen im Granit, mit Albit, Stilbit, Apatit, Adular, Chlorit (CLAIRINGBULL 1940)

Mineral	Nr.	Lokalität	Auftreten
(Bavenit)		*Penninikum*	
	6.04	Cava Grignaschi bei Domodossola	in Pegmatit, pseudomorph nach Beryll (MICHELE 1967, ROGGIANI 1967, 1968)
	6.06	Beura bei Ossola	Pegmatit in turmalinführendem Gneis (GRILL 1941)
	6.07	Villadossola	Pegmatit in Gneis (GRILL 1941)
	6.08	Alpe Rosso, Nordhang P. Ragno (V. Vigezzo)	Pegmatit (ROGGIANI 1967, 1968)
		Granit von Baveno	
	6.05	Baveno	in pegmatitischen Nestern im Granit (ARTINI 1901, MICHELE 1967)
Bertrandit	$Be_4[(OH)_2\|SiO_4\|SiO_3]$		
		Gotthardmassiv	
	7.01	Fibbia	mit Adular, Quarz, Hämatit, Albit, Muskowit, Chlorit (PARKER 1954)
	7.02	SBB-Stollen, V. Canaria-Unteralp, 190 m ab S-Portal	im hellen Zweiglimmergneis, in einer Zerrkluft, mit Dolomit, Adular (PARKER und INDERGAND 1957, STALDER 1967)
Gadolinit	$Y_2FeBe_2[O\|SiO_4]_2$		
		Aarmassiv	
	8.02	Wasserschloss Grimsel	mit Quarz, Calcit, Chlorit, Adular, Albit, Apatit, Hämatit, Fluorit (BECK 1963)
		Gotthardmassiv	
	8.01	Gl. de Nalps (Piz Blas)	mit Quarz, Adular, Albit, Chlorit (PARKER, DE QUERVAIN, BRANDENBERGER 1940)
		Granit von Baveno	
	8.03	Baveno	Pegmatit in Granit (FAGNANI 1953, PAGLIANI 1941)
Asbecasit	$Ca_2Si_{1,5}Be_{0,75}Ti_{0,5}Al_{0,2}Sn_{0,1}Tl_{0,03}(AsO_3)_5$		
		Penninikum	
	9.01	Binnatal	hellgelbe Kristalle, mit Magnetit, Hämatit, Titanit, Apatit, Anatas, Azurit, Malachit, Fahlerz, Molybdänglanz auf Kluftflächen im Orthogneis (GRAESER 1966, CANILLO et al. 1969)

Diese in Tabelle 1 aufgeführten Fundpunkte sind in ihrer Verteilung über die Schweizeralpen und angrenzenden Gebiete Italiens den Karten Figuren 1–3 zu entnehmen.

Die dargestellten Fundpunkte konzentrieren sich auf gewisse Gebiete. *Beryll* tritt im Bergellergranitmassiv sowie entlang der alpinen Wurzelzone gehäuft auf. Fundpunkte lassen sich nordwärts weiter ins Deckgebirge und südwärts nach dem kristallinen Grundgebirge (= Seengebirge) hin verfolgen. Die Be-Anreicherung steht weitgehend im Zusammenhang mit pegmatitischen Bildungen. Alkalireiche Pegmatite treten ja besonders reichlich in der Wurzel-

zone auf. Eine Sonderstellung nimmt der Kluftberyll von Crevola d'Ossola (1.41) ein, sowie ein Fund von intensiv blauem Beryll, der als eigentlicher gesteinsbildender Gemengteil im Dolomit von Feldbach auftritt (1.70), in welchem Fe-Erze (zur Hauptsache Magnetit) vorkommen. In diesem Zusammenhang sei auf das keineswegs geklärte Beryllvorkommen von Fianell (1.31) verwiesen. Altmann erwähnt in einer unveröffentlichten Diplomarbeit (siehe STUCKY 1960) bläulich-grünen Beryll von einem Quarzganghandstück, das im Abraum der Fe-Mn-Vererzung von Fianell gefunden wurde. Beryllfunde im Aar- und Gotthardmassiv sind ebenfalls hauptsächlich in Pegmatiten oder Apliten gemacht worden. Beryll kann aber auch als Zerrkluftmineral auftreten. Das zur Beryllbildung während der alpinen Gebirgsbildung notwendige Be musste aus dem Nebengestein bezogen werden.

Die bisher in der Schweiz gemachten *Milaritfunde* konzentrieren sich auf das Aar- und Gotthardmassiv. Milarit tritt ausschliesslich als Kluftmineral auf. Die Be-Werte der granitischen oder syenitischen Nebengesteine der Zerrklüfte erreichen Werte bis 15 ppm (Puntegliasgranit). Der allgemein schlecht bekannte und daher auf Kluftstufen leicht übersehbare Milarit schien lange einzig an wenigen Stellen des östlichen Aarmassivs vorzukommen. Durch die vermehrte Strahlertätigkeit und die beim Kraftwerkbau geschaffenen Auf-

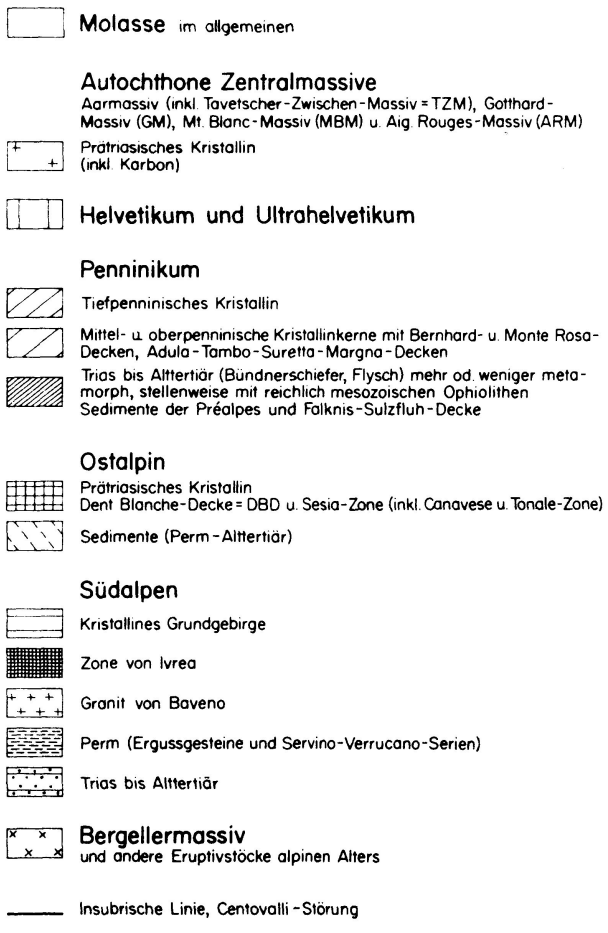
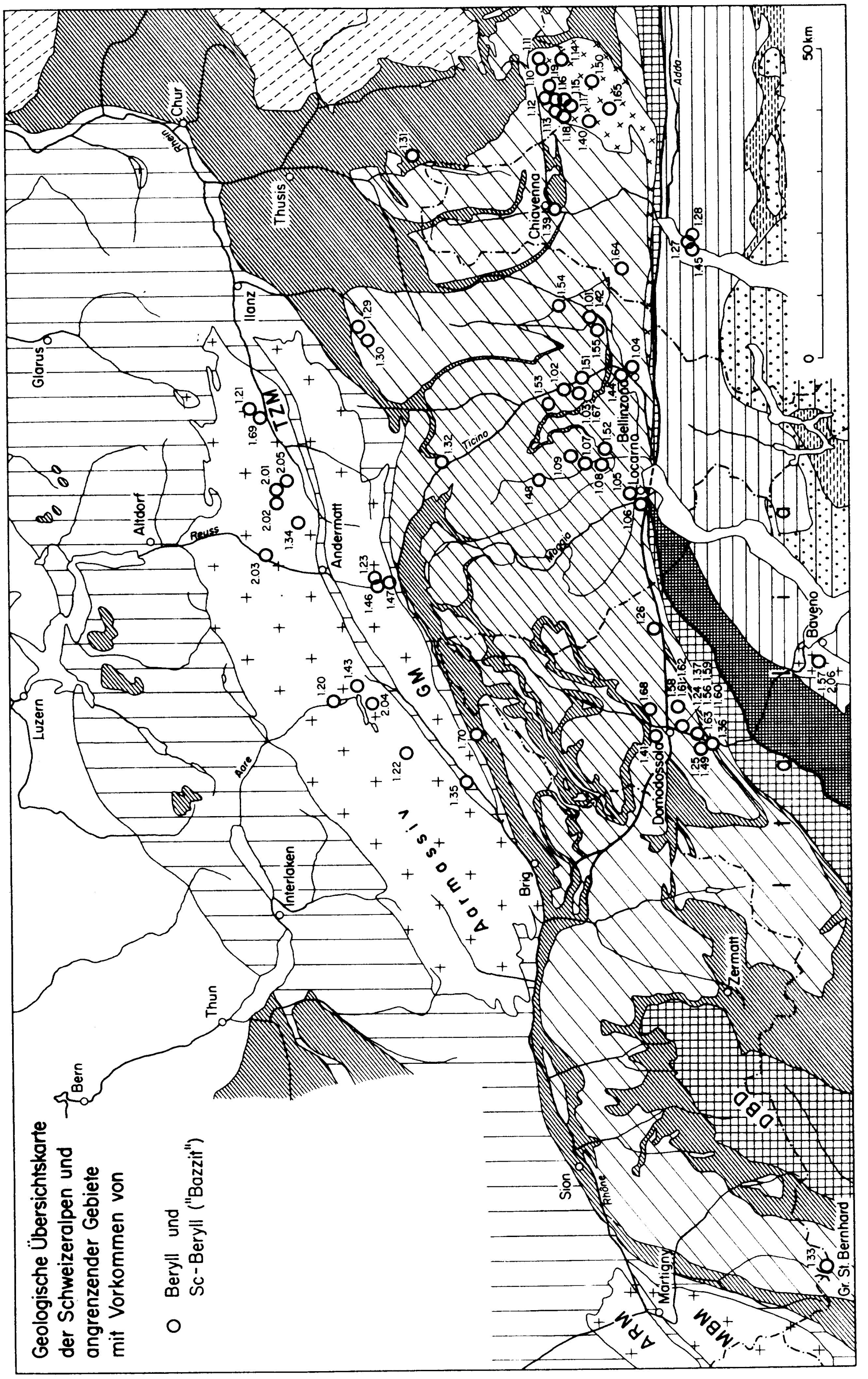


Fig. 1–3. Geologische Übersichtskarten über die Fundpunkte der einzelnen Beryllium-minerale.



Geologische Übersichtskarte
der Schweizeralpen und
angrenzender Gebiete
mit Vorkommen von
Beryll und
Sc-Beryll ("Bazzit")
Bern
Thun
Interlaken
Luzern
Altdorf
Glarus
Chur
Ilanz
Thusis
Andermatt
Brig
Sion
Martigny
Gr. St. Bernhard
Zermatt
Domodossola
Locarno
Bellinzona
Chiavenna
Baveno
Aarmassiv
GM
TZM
DBD
ARM
MBM
Aare
Reuss
Rhein
Rhône
Ticino
Maggia
Adda
50 km

Fig. 1.

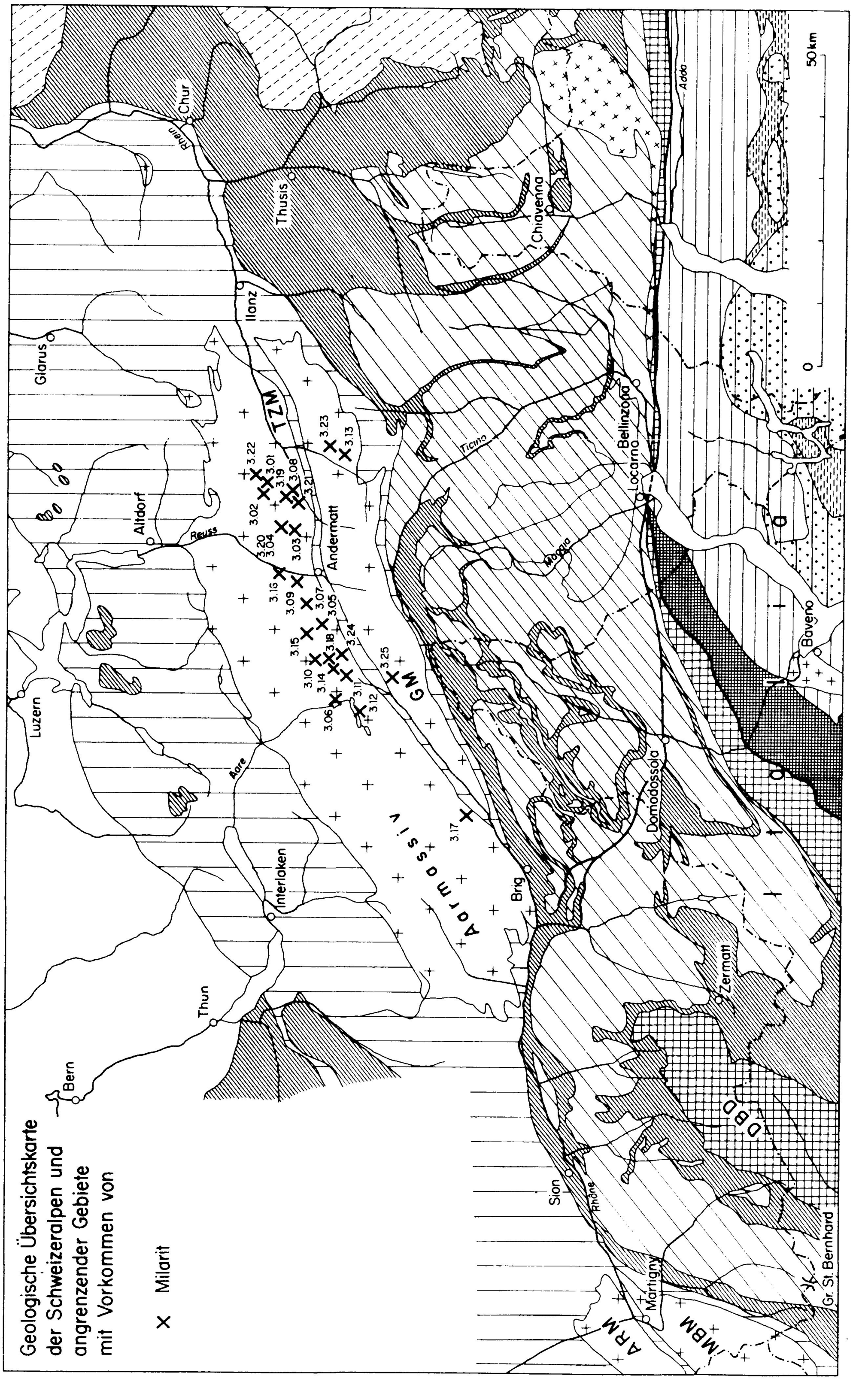

Geologische Übersichtskarte
der Schweizeralpen und
angrenzender Gebiete
mit Vorkommen von
× Milarit
Bern
Thun
Interlaken
Luzern
Altdorf
Glarus
Ilanz
Chur
Thusis
Chiavenna
Bellinzona
Locarno
Andermatt
Brig
Domodossola
Baveno
Zermatt
Sion
Martigny
Gr. St. Bernhard
Aarmassiv
GM
TZM
DBD
ARM
MBM
Rhein
Reuss
Aare
Rhône
Ticino
Maggia
Adda
50 km

Fig. 2.

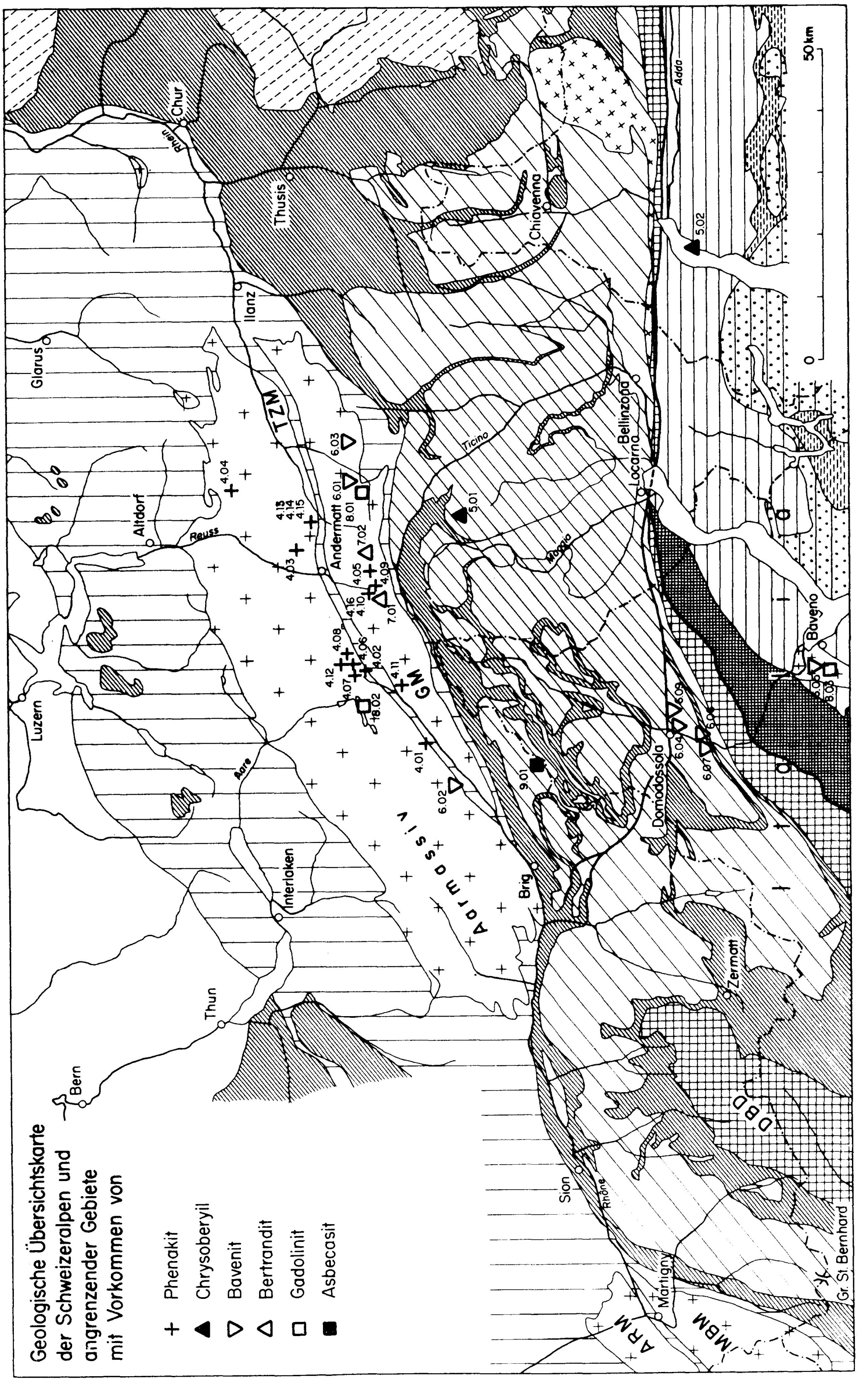

Geologische Übersichtskarte der Schweizeralpen und angrenzender Gebiete mit Vorkommen von
Phenakit
Chrysoberyll
Bavenit
Bertrandit
Gadolinit
Asbecasit
Bern
Thun
Interlaken
Luzern
Altdorf
Glarus
Ilanz
Thusis
Chur
Chiavenna
Bellinzona
Locarno
Andermatt
Brig
Domodossola
Baveno
Zermatt
Sion
Martigny
Gr. St. Bernhard
Aare
Reuss
Rhein
Rhône
Ticino
Maggia
Adda
Aarmassiv
TZM
GM
ARM
MBM
DBD
50 km

Fig. 3.

schlüsse sind eine Reihe neuer Funde auch anderswo gemacht worden. Die Funde der letzten Jahre des Auslandes (Ostalpen und ausseralpin) sind in Tabelle 1 ebenfalls erwähnt. Damit ist eindeutig erwiesen, dass Milarit weltweite Verbreitung hat.

Die übrigen Berylliummineralien, wie *Phenakit, Chrysoberyll, Bavenit, Bertrandit, Gadolinit* und *Asbecasit* sind weitgehend an Zerrklüfte oder Pegmatite gebunden. Zahlreiche Fundpunkte weisen wiederum Aar- und Gotthardmassiv auf. Die genannten Berylliummineralien können aber auch im Deckgebirge und in den Südalpen auftreten. Interessant ist, dass der Bertranditfund in einer Zerrkluft des SBB-Stollens V. Canaria-Unteralp, d. h. des sogenannten Unteralpreuss-Stollens, mit der Stelle erhöhten Be-Gehaltes im Hellen Zweiglimmergneis von 5,5 ppm Be zusammenfällt (s. Tab. 5). Schliesslich sei noch erwähnt, dass ein „Milarit"-Einzelkristall (Nr. 4.13 der Tab. 1) aus den Sammlungen des Naturhistorischen Museums Bern und des Instituts bei der röntgenographischen Überprüfung als Phenakit bestimmt wurde. Die mittlere Lichtbrechung beträgt 1,651 und die Dichte 2,86.

Die zur Verfügung stehende Literatur, in der die Fundpunkte detaillierter beschrieben sind, und auch die Paragenese ausführlicher gebracht wird, ist der Literatur zu Tabelle 1 zu entnehmen.

Literaturangaben zu Tabelle 1

SMPM = Schweiz. Mineral. und Petrogr. Mitteilungen
NJBM = Neues Jahrbuch Mineralogie und Geologie

Allgemeine Literatur über Berylliummineralien

Beus, A. A. (1963): Geochemistry of Beryllium in High Temperature postmagmatic Mineralisation. Geochemistry, *3*, S. 316–323.

Hügi, Th. (1956a): Vergleichende petrologische und geochemische Untersuchungen an Graniten des Aarmassivs. Beitr. geol. Karte Schweiz, NF 94.

— (1956b): Verbreitung des Berylliums und der Berylliummineralien in den Schweizeralpen. SMPM *36*, S. 497–510.

Hügi, Th. et al. (1963): The Geochemistry of some Swiss Granites. J. and Proc. Royal Soc. New South Wales, *96*, S. 65–71.

— (1965): Berylliumgehalte in granitischen Gesteinen der Schweizeralpen. SMPM *45*, S. 12–14.

— (1968): Distribution of Be in Granitic Rocks of the Swiss Alps. In: Origin and Distribution of Elements, S. 749–760, Pergamon Press, Oxford a. New York.

Rankama, K. et al. (1950): Geochemistry. University of Chicago Press, Chicago.

Sandell, E. B. (1952): The Beryllium Content of Igneous Rocks. Geochim. et Cosmoch. Acta, *2*, S. 211–216.

Wickmann, F. E. (1943): Some Aspects of the Geochemistry of Igneous Rocks and of Differentiation by Crystallisation. Geol. Förenin. Förhandl., *65*, S. 371–396.

Beryll

Battaini, C. (1943): Estratto dalla Rivista „Natura" della Soc. it. di Sci. Naturali. Itinerari Mineralogici, *1*, Milano.

Beck, G. (1962): Neue Mineralfunde an der Grimsel. Strahler, Jg. 8, Nr. 20.

Bianconi, F. e Simonetti, A. (1967): La brannerite e la sua paragenesi nelle pegmatite di Lodrino (Ct. Ticino). SMPM *47*/2.

Bögli, A. (1941): Über ein weiteres Beryllvorkommen in der Schweiz. Bull. Soc. frib. sci. nat. C. R. Séance 13 mars 1941, vol. 36. Voir Mém. Sér Géol.-Géogr. *11*/2, p. 42.

Casasopra, S. (1938): La presenza della tapiolite nelle pegmatiti di Cresciano (Riviera) Ticino. SMPM, *18*, S. 441–450.

ČERNÝ, P. (1966): Beryllium Cordierite from Věžná: (Na, K) + Be → Al. NJBM, Mh, *2*, S. 36–44.
FAGNANI, G. (1953): Il Berillo nei minerali del granito di Baveno. Atti. Soc. Ital., Sci. Nat., *XCII*, 5.
FERRARA, G. et al. (1962): Rb-Sr and U-Pb Age Determination on the Pegmatite of I Mondei. Eclogae geol. Helv. *55*/2.
FREY, A. (1963): Beryllsuche im Gebiet der Punta da L'Albigna (Bergell). Schweizer Strahler, Jg. 8, Nr. 20.
GASTALDI, B. (1871): Scoperta de berillo nelle rocce cristalline della Val d'Ossola. Boll. Com. Geol. Ital., Roma, 1871, 2.
GRAESER, ST.: Briefl. Mitt. vom 26. 1. 1970 über einen von Dr. W. Bofinger (Ludwigsburg) gemachten Fund.
GROSS, G. (1969): Edle Steine aus Graubünden. Heimatwerk Jg. 34, Nr. 2, S. 34–43.
GRUNAU, H. (1943): mündliche Mitteilung.
GUTZWILLER, E. (1912): Injektionsgneise aus dem Kanton Tessin. Diss. Univ. Zürich.
HESS, E. und WIRTH, W. (1968): Neuerwerbungen der naturwissenschaftlichen Sammlungen der Stadt Winterthur. Winterthurer Jahrbuch 1968, S. 205–207.
HÜGI, TH. (1956): Verbreitung des Berylliums und der Berylliummineralien in den Schweizer Alpen. SMPM *36*/2.
— (1959): Sul ritrovamento di berillo nella cava Croppo presso Domodossola (Val d'Ossola). Per. Min., *28*/1.
JAKOB, J. (1925): Über das Auftreten von Beryll am Monte Prosa (St. Gotthard). SMPM *5*, S. 242–243.
— (1938): Drei Analysen von Beryll. SMPM *18*, S. 607–609.
KAPPELER, R. (1969): Mündliche Mitteilung über einen am 1. 8. 69 gemachten Beryllfund.
KÖNIGSBERGER, J. (1907): Beryll aus dem Valser-Tal. Eclogae geol. Helv. *9*, S. 438.
KÜNDIG, E. (1926): Beiträge zur Geologie und Petrographie der Gebirgskette zwischen Val Calanca und Misox. SMPM *6*, S. 1–101.
LINCIO, G. (1905): Sul berillo di Vall'Antoliva e di Cosasca. Atti. Accad. Sci. Torino, *40*, S. 870 bis 879.
LUGEON, M. (1944): Le Béryl du Grand St. Bernard. Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., *62*/261.
MAURIZIO, R. (1968): Korrespondenz mit Mineral. Institut Bern.
MEIXNER, H. (1957): Berylliumminerale in den Alpen. Aufschluss, Jg. 8, Heft 3.
MICHELE, V. DE (1967): Bavenite nella pegmatite di Cava Grignaschi (Val d'Ossola). Atti. Soc. Ital. Sci. Nat., *CVI*, p. 171.
— (1966): Sulla presenza del Berillo a Baveno. Atti. Soc. Ital. Sci. Nat., *CV*, p. 398.
— (1968): Le béryl des Alpes italiennes. Bull. Ass. française Gemmologie, No. 16, p. 4–5.
— (1969): Korrespondenz mit Mineral. Institut Bern, 1. 7. 69.
PARKER, R. L. (1954): Die Mineralfunde der Schweizer Alpen. Wepf & Co. Verlag, Basel.
PERETTI, L. (1940): Il berillo di C. Mondei presso Montescheno (Val d'Ossola). Roma Acad. Lincei, *7*, 1.
PETERS-WÜTHRICH (1961): Mündl. Mitt.
ROGGIANI, A. G. (1965/66): Appunti per una Mineralogia dell'Ossola – Il bacino di Domodossola (impressioni di un naturalista). Illustrazione Ossolana *7*, fasc. 1, 2, 3, 4 e *8*, fasc. 2, 3, 4.
— (1967): La Dolomia di Crevola alla Cava Baulina. Illustrazione Ossolana, *9*, No. 2, 22–31. Miner. Dell'Ossola, Domodossola 1967.
— (1967): Alcuni risultati delle campagne di ricerca svolte nell'anno 1967. Illustrazione Ossolana *9*, No. 4, 1–9.
— (1968): Notizie desunte da esami e ricerche svolte nell'anno 1968. Illustrazione Ossolana *10* No. 4, 13–20.
RUSCA, L. et al. (1943): Filone della Malpensata. Itinerari Mineralogici, *1*.
STALDER, H. A. (1964): Mineralfunde von der neuen Gotthardstrasse. Mitt. Natf. Ges. Bern, *21*, NF.
— (1967): Beryll aus einer Zerrkluft am Gotthardpass, in: Über neue Mineralfunde aus den Schweizer Alpen, Schweizer Strahler, Nr. 1, S. 12–14.
STAUB, R. (1924): Zur Kenntnis der Bergeller Berylle. SMPM *4*, S. 364–367.
STUCKY, K. (1960): Die Eisen- und Manganerze in der Trias des Val Ferrera. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechnische Serie, Liefg. 37, Bern 1960.
STECK, A. (1968): Korrespondenz mit Mineral. Institut Bern.
TADDEI, C. (1938): Notizie mineralogiche ticinesi: berillo e prenite di Cresciano sul Sasso (Riviera). SMPM *18*, S. 437–440.
WEBER, FR. (1924): Petrographische Detailkarte des Gebietes von Punteglias–La Gonda 1:20000, Spez. Karte Nr. 102A.

Wenk, E. (1967; 1969): Mündliche Mitteilung.
Wieland, H. (1966): Zur Geologie und Petrographie der Vall'Isorno (Novara, Italia). SMPM *46*, S. 189–303.

Bazzit

Artini, E. (1915): Due minerali di Baveno contenenti terre rare: weibyite e bazitte. Rend. Acad. Lincei, *24*, S. 313–319. NJBM 1917, 30.
Beck, G. (1954): Über Funde von Monazit, Xenotim, Autunit und Bazzit an der Grimsel. SMPM *34*, S. 188–189.
Bergerhoff, G. et al. (1955): Über die Kristallstruktur des Bazzit und ihre Beziehung zu der des Berylls. SMPM *35*, S. 410–421.
Bertolani, M. (1948): Le terre rare nella bazitte di Baveno. Rend. Soc. Min. Ital. *V*, S. 73–78.
Chistyakova, M. B., Moleva, U. A. and Razmanowa, Z. P. (1966): Bazzite found for the first time in the U.S.S.R. Doklady of the Acad. of Sci. U.S.S.R., Earth Sci. Sect. Transl. Amer. geol. Inst. *169*, 158–161.
Hügi, Th. (1956): Verbreitung des Berylliums und der Berylliummineralien in den Schweizer Alpen. SMPM *36*/2.
Huttenlocher, H. et al. (1954): Röntgenographische und spektrographische Untersuchungen am Bazzit von Val Strem (Kt. Graubünden, Schweiz). Experientia, *X*/9, S. 366 sowie in SMPM *34*, S. 501–504.
Meixner, H. (1957): Berylliumminerale in den Alpen. Aufschluss, Jg. 8, Heft 3.
Nowacki, W. et al. (1964): Composition quantitative de la bazzite de Val Strem (Suisse) déterminée par la microsonde électronique de Castaing. Bull. Soc. franc. Min. Crist., *87*, S. 453.
Parker, R. L. (1954): Die Mineralfunde in den Schweizer Alpen. Wepf & Co. Verlag, Basel.
Parker, R. L., de Quervain, F. und Weber, F. (1939): Über einige neue und seltene Mineralien der Schweizeralpen, SMPM *19*, S. 293–306.

Milarit

Belov, N. V., Tarhova, T. N. (1949): Crystal Structure of Milarite. Doklady Acad. Sci., USSR, *69*, S. 365–368.
Bettschen, W. (1963): Mündliche Mitteilung.
Cabalzar, W. (1968): Korrespondenz mit Mineral.-Petrogr. Institut Bern.
Černý, P. (1960): Milarit a wellsit Věžná. Praće Brněnskě Zăkladny Českolovenskě Akademie Věd 32 Sešit 1, Spis 399, 1–16.
Ehrmann, M. L. (1965): Korrespondenz mit Mineral. Institut Bern.
Graeser, St. (1961): Über einige Fundstellen seltener Mineralien. SMPM *41*/2.
Hager, O.: Versch. mündl. Mitt. und Vorweisen von Proben zur Untersuchung.
Heide, F. (1953): Berylliummineralien vom Henneberg bei Wurzbach i. Thür. Chemie der Erde, *16*, S. 295–296.
Hügi, Th. (1956): Verbreitung des Berylliums und der Berylliummineralien in den Schweizer Alpen. SMPM *36*/2.
Huber, W. (1948): Petrographische und mineralogische Untersuchungen im südöstlichen Aarmassiv. SMPM *28*, S. 555–642.
Huttenlocher, H. (1952): Von Granit, Gneis und Kristallen an der Grimsel, in: Über die Grimsel. Festgabe an die Teilnehmer der Vers. Schweiz. Natf. Ges. in Bern, S. 7–26.
Kenngott, A. (1870): Mitteilung an Professor G. Leonhard (über das neue Mineral Milarit). NJBM, Jg. 1870, S. 80–81.
Kontrus, K. (1956): Kurzbericht Milaritfund. Tscherm. Min. Pet. Mitt. *3*, F. 5, S. 413–415.
Maissen, P. F. (1955): Mineralklüfte und Strahler der Surselva. Univ. Verlag Freiburg, Schweiz.
Meixner, H. (1957): Berylliumminerale in den Schweizer Alpen. Aufschluss, Jg. 8, Heft 3.
Oftedal, I. et al. (1965): Contributions to the Mineralogy of Norway, Nr. 30, Minerals from Nordmarkite Druses. Norsk Geol. Tidsskr. *45*, S. 171–175.
Palache, Ch. (1931): On the Presence of Beryllium in Milarite. Amer. Miner., *16*, S. 469–470.
Parker, R. L. (1954): Die Mineralfunde der Schweizer Alpen. Wepf & Co. Verlag, Basel.
Pasheva, Z. P. et al. (1953): On the Crystalline Structure of Milarite. Doklady Akad. Sci., USSR, *88*, S. 807–810.
Sicher, V. (1967): Milarit. Urner Mineralienfunde, Jg. 5, Heft 5, Nov.
Sosedko, T. A. (1960): On Finding Milarite on Kola. Doklady Akad. Nauk, 131, Nr. 3, S. 643–646.
Sosedko, T. A. et al. (1964): Chemical Composition of Milarite. Doklady Akad. Sci. USSR, Earth Sci. Sec., Engl. Transl. 1964, S. 112–114. Russ. Orig.: Vol. 146, No. 1–6.
Stalder, H. A. (1963 u. 1968): Korrespondenz mit Mineral. Institut Bern und mündl. Mitt. 1969.

TENNYSON, CHR. (1960): Berylliummineralien und ihre pegmatitische Paragenese in den Graniten von Tittling (Bayr. Wald). NJBM, Abh. 94, S. 1153–1265.
TREADWELL, F. P. (1892): Über die Zusammensetzung des Milarits. NJBM, Jg. 1892, Bd. *1*, S. 167–168.
WÄHREN-WICHSER, K. (1968): Korrespondenz mit Mineral. Institut Bern.
WAGNER, A. (1967): Korrespondenz mit Mineral. Institut Bern.
WEIBEL, M. (1964): Korrespondenz mit Mineral. Institut Bern.

Phenakit

HINTZE, C. (1897): Handbuch der Mineralogie.
MEIXNER, H. (1957): Berylliumminerale in den Alpen. Aufschluss, Jg. 8, Heft 3.
PARKER, R. L. (1954): Die Mineralienfunde der Schweizer Alpen. Wepf & Co. Verlag, Basel.
QUADRIO, A. F. (1970): Ritrovamento di fenacite nelle zone basse della Fibbia. Il nostro paese, *12*, No. 79, 41–43.
ROTHMAYER, W.: Mündliche Mitteilung.
SCHNEEBELI, K. (1959): Mündliche Mitteilung.
SCHWEIZER, H. (1965): Alte und neue Phenakit-Funde in den Alpen. Aufschluss, J. 16, Heft 1.
SIGL, F. (1969): Phenakit aus einer mineralreichen Kluft im Tavetsch. Schweizer Strahler Nr. 2, S. 244–245.
STALDER, H. A.: Versch. mündliche Mitteilungen, 1968, 1969.
— (1968): Neuer Phenakitfund von Reckingen, Goms. Sonderdruck aus „Schweizer Strahler" Nr. 3, August.
WEIBEL, M. (1960): Über Phenakit aus den Schweizer Alpen. NJBM, Abh. *94*, Festband, S. 1241 bis 1247.

Chrysoberyll

ARTINI, E. (1920): Chrysoberyll, Campo Lungo. Rend. real. Acad. Lincei, *29*, S. 77–80.
BATTAINI, C. (1943): I minerali delle pegmatiti di Oligiasca e Piona. Estratto dalla Rivista „Natura" della Soc. Ital. di Sci. Naturali, Itinerari Mineralogici, Vol. 1.
BURGNATELLI, L. (1900): Über ein alpines Vorkommen von Chrysoberyll. Z. Krist. u. Mineral., *32*, S. 81–82.

Bavenit

ARTINI, E. (1901): Di una nuova specie minerale trovata nel granito di Baveno. Atti. R. Acc. Lincei, Rend. Cl. Sci. Fis. mat. nat., Roma, *10*, pag. 139–145.
CLAIRINGBULL, G. F. (1940): Occurrences of Bavenite in Switzerland. Min. Mag. *25*, 168, S. 495 to 497.
GRILL, E. (1941): Bavenite: composizione chimica, diffusione. Rendiconti Soc. Miner. Italiana *1*, 97–107.
HUBER, H. M. (1943): Die Kluftminerallagerstätten im südöstlichen Gotthardmassiv. SMPM *23*, S. 475–537.
MEIXNER, H. (1957): Berylliumminerale in den Schweizer Alpen. Aufschluss, Jg. 8, Heft 3.
PARKER, R. L. (1954): Die Mineralienfunde der Schweizer Alpen. Wepf & Co. Verlag, Basel.
STALDER, H. A. (1969): Mineralneufunde aus der Schweiz. Jahrbuch des Naturhist. Museums in Bern, 1966–1968.
WÄHREN, K. (1968): Korrespondenz mit Mineral. Institut Bern.

Bertrandit

MÅRTENSON, C. (1960): Euklas und Bertrandit aus dem Feldspatpegmatit von Kolsva in Schweden. NJBM, *94*, S. 1248–1252.
MEIXNER, H. (1957): Berylliumminerale in den Alpen. Aufschluss, Jg. 8, Heft 3.
PARKER, R. L. (1954): Die Mineralienfunde der Schweizer Alpen. Wepf & Co. Verlag, Basel.
PARKER, R. L. und INDERGAND, P. (1957): Ein neues schweizerisches Vorkommen von Bertrandit. SMPM *37*, S. 554–558.
STALDER, H. A. (1967): Abhängigkeit einiger alpiner Mineralgesellschaften von der Zusammensetzung des hydrothermalen Lösungsmittels. SMPM *47*, S. 1124–1131.

Gadolinit

BECK, G. (1963): Neue Mineralfunde an der Grimsel. Schweizer Strahler, Jg. 8, Nr. 20.
MEIXNER, H. (1957): Berylliumminerale in den Alpen. Aufschluss, Jg. 8, Heft 3.
PAGLIANI, G. (1941): Gadolinite di Baveno. Rendiconti Società Miner. Italiana XIX, *4*, pag. 129.
PARKER, R. L., DE QUERVAIN, F. und BRANDENBERGER, E. (1940): Gadolinit aus den Schweizer Alpen. SMPM *20*, S. 11–16.

Asbecasit

CANNILLO, E., GIUSEPPETTI, G. e TADINI, C. (1969): The Crystal Structure of Asbecasite. Accad. Naz. Lincei. Rendiconti Classe Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali, Ser. VIII, Vol. XLVI, fasc. 4, pag. 457–467.

GRAESER, ST. (1966): Asbecasit und Cafarsit, zwei neue Mineralien aus dem Binnatal (Kt. Wallis). SMPM *46*/2.

2. MINERALOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN BERYLLIUM-MINERALIEN

Das Hauptaugenmerk soll bei diesen Untersuchungen bei den Milariten liegen. Milarit galt bislang als seltenes, wenig untersuchtes Mineral.

Als kurze Beifügung werden noch Daten zweier neuer Beryllvorkommen gegeben; das eine hat dazu auf Grund seiner seltenen Morphologie den Anlass gegeben.

a) Lichtbrechung und Dichte der Milarite

Da bisher immer nur Milaritkristalle eines einzelnen Fundpunktes untersucht worden sind, sollen in dieser Arbeit etwas umfassendere Bestimmungen an Milaritkristallen aller in der letzten Zeit bekannt gewordenen Fundorte erfolgen.

Die meisten Funde kommen aus dem Aarmassiv; aus dem Gotthardmassiv lagen uns nur die Kristalle eines einzigen Fundortes zur Untersuchung vor. Über die Fundorte orientiert die Geologische Übersichtskarte der Schweizer Alpen mit Vorkommen von Milarit (Fig. 2) sowie die Tabelle 1. Wir konnten uns auch Material von ausländischen Vorkommen beschaffen und untersuchen. Die erhaltenen Daten sind in der Tabelle 3 aufgeführt.

Zunächst wurden, um alle Irrtümer auszuschliessen, röntgenographische Bestimmungen der nachher optisch untersuchten Milarit-Kristalle durchgeführt. Dazu wurde die Bradley-Kamera benutzt mit Fe-Strahlung und am Milarit von Val Strem folgende Reflexe registriert:

Tabelle 2

d-Werte Å	Intensität	h	k	l	d-Werte Literatur
3.31 (46)	100	2	1	1	3.307
2.88 (28)	90	1	1	4	2.880
4.19 (22)	65	1	1	2	4.160
5.27 (20)	45	1	1	0	5.21
2.74 (99)	45		204, 213		2.743
7.00 (75)	20	0	0	2	6.93
1.85 (79)	16	3	1	5	1.855
1.89 (43)	14		323, 412		1.892
1.72 (66)	10	0	0	8	1.728

ASTM-Kartei 12-450 (Val Giuv)

Figur 5 zeigt das Diagramm für den Milarit von Val Strem.

Diese gemessenen Werte stehen in guter Übereinstimmung mit den Literatur-

werten der ASTM-Kartei und der Arbeiten von GOSSNER (1930) und RINNE (1927).

Nach dieser ersten Identifikation wurden die Lichtbrechung und das spezifische Gewicht bestimmt. Die Bestimmungen wurden mit „Cargille Index of Refraction Liquids" und dem Abbé-Refraktometer durchgeführt; die Durchschnittsgrösse der Kristalle betrug 0,5 mm. Sie waren in eine Gelatine-Lösung eingebettet und wurden als Körnerpräparate gehandhabt. Verglichen mit den Literaturwerten, die sich immer nur auf einen Fundpunkt bezogen, stellte sich heraus, dass die mittlere Lichtbrechung (n_m), ermittelt aus Messungen an 26 verschiedenen Kristallen von jeweils unterschiedlicher Herkunft von 1,512 bis 1,541 differierte. Die Messungen variierten in der 3. Stelle um $\pm 0{,}002$. Da die Proben meist zu klein waren, war es unmöglich, n_o und n_e an jeder Probe zu bestimmen, schon auf Grund der sehr kleinen Doppelbrechung erhoben sich Schwierigkeiten. Es wurde daher ein mittlerer Wert ermittelt. Die Differenz zwischen ordentlichem und ausserordentlichem Strahl betrug 0,002. Leider konnte diese genaue Bestimmung nur an wenigen Kristallen durchgeführt werden, da meist nur ein winziger reiner Materialsplitter vorlag, dessen Orientierung nicht genau zu bestimmen war. MÜLLER 1921 hat eine Differenzspanne von 0,001–0,003 angegeben.

Die Literaturwerte für die Lichtbrechung sind:

KLOCKMANN-RAMDOHR (1967): 1,53 (Giuv-Gebiet)
ČERNÝ (1958): $n_o = 1{,}55$ $n_e = 1{,}546$ (westmährischer Milarit)
WINCHELL (1951): 1,529–1,532 (Giuv-Gebiet)
MÜLLER (1921): 1,536 (Giuv-Gebiet)
LARSEN (1921): $n_o = 1{,}532$ $n_e = 1{,}529$ (Giuv-Gebiet)

Die neuen Werte sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3. Daten der untersuchten Milarite

(geordnet nach zunehmender Lichtbrechung)

Lokalität	Lichtbrechung n	Dichte D	Geol. Karte (Fig. 2) Nr.	Bemerkungen
Aarmassiv				
Val Giuv	1,512	2,558	3,20	bis zwei mm grosse, wasserklare Kristalle
Bielenhorn	1,521	2,558	3,24	bis 6 mm lange, klare Kristalle
Rhonegletscher	1,524	2,554	3,11	farblose bis grüngefärbte (Chloritbelag), 1–2 mm grosse Kristalle
Oberer Tiefengletscher	1,531	2,568	3,18	farblose bis grüngefärbte 1 mm grosse Kristalle
Piz Acletta	1,532	2,545	3,22	bis 1 cm grosse Kristalle mit z. T. eingewachsenem Chlorit
Tavetsch	1,532	2,548	3,21	bis 5 mm grosse nadelige Kristalle, z. T. mit eingewachsenem Chlorit
Val Strem, Calmut	1,534	2,550	3,19	5 mm langer, milchiger Kristall
Val Giuv 2. Muotta	$n_o = 1{,}537$ $n_e = 1{,}535$	2,556	3,20	bis 2 mm grosse, durch Chloriteinschlüsse grüngefärbte Kristalle

Lokalität (Aarmassiv)	n	D	Nr.	Bemerkungen
Gletschhornlücke	1,538	2,548	3,10	bis 2 mm grosse, wasserklare Kristalle
Val Giuv	1,538	2,556	3,20	einzelne klare bis milchige 1–2 mm grosse Kristalle
Göschenen, SBB-Rangiertunnel	1,538	2,554	3,09	1 mm lange, klare Kristalle
Val Milà, Seite Piz Nair	1,538	2,554	3,20	1 mm lange, klare, nadelige Kristalle
Val Giuv	$n_o = 1{,}538$ $n_e = 1{,}536$	2,552	3,20	bis 2 mm grosse Kristalle mit Chlorit-einschlüssen
KW-Göschenen Stollen Furkareuss	1,539	2,559	3,15	1–2 mm lange klare Kristalle (Messungen an 2 verschiedenen Kristallen geben gleiche Daten)
Gwüest, Göscheneralp	1,539	2,560	3,07	1 mm lange klare Kristalle
Crispaltlücke	1,540	2,560	3,03	wasserklare, bis 1 mm grosse Kristalle
KW-Göschenen, Stollen Furkareuss	1,540	2,558	3,15	bis 2 mm lange Kristalle mit eingewachsenem Chlorit
KW-Göschenen, Stollen Furkareuss	1,540	2,544	3,15	bis 2 mm grosse klare Kristalle
Wattingen	1,540	2,576	3,16	2–3 mm lange klare Kristalle (Messungen an 2 verschiedenen Kristallen geben gleiche Daten)
Crispaltlücke	1,540	2,558	3,03	bis 3 mm grosse Kristalle mit eingewachsenem Chlorit
Val Giuv	1,540	2,558	3,20	bis 2 mm grosse klare Kristalle
Val Giuv	1,541	2,562	3,20	einzelner, grünlich-milchiger, 3 cm grosser Kristall mit eingeschlossenen Amianthnadeln
Gotthardmassiv				
Gl. Puzetta	1,538	2,668	3,23	bis 3 mm lange, völlig von Chlorit überzogene Kristalle
SW Afrika				
Swakopmung Rossing	1,541	2,535		xenomorph bis idiomorphe, schwefelgelbe bis grünlichgelbe Kristalle
Mexiko				
Valencia Mine, farblos	1,533	2,520		1 mm grosse farblose Kristalle
Valencia Mine gelb	$n_o = 1{,}534$ $n_e = 1{,}532$	2,515		1 mm grosse tafelige gelbe Kristalle

Verschiedene Proben wurden uns in verdankenswerter Weise zur Verfügung gestellt durch die Herren: O. Hager, H. A. Stalder (Naturhistorisches Museum, Bern) und W. Cabalzar.
Soweit nicht speziell vermerkt, handelt es sich hier um die mittlere Lichtbrechung n_m.

Nach der Lichtbrechungsbestimmung wurde mit der Mikrosonde geprüft, ob eventuell steigende Gehalte der Kationen oder der Einbau anderer Ionen eine Abhängigkeit der Lichtbrechung zeigen. Leider konnte auf diesem Weg keine solche gezeigt werden. Etwas Interessantes bot nur das Milaritkorn von Val Strem, worauf weiter unten noch eingegangen wird (s. Seite 465).

Als nächstes wurden Dichtebestimmungen durchgeführt, was sich als einigermassen schwierig erwies, da die Kristalle z. T. mit Chlorit überzogen waren, oder dieser sogar eingewachsen war.

Die Werte variieren zwischen

$$D = 2{,}535—2{,}668.$$

Sie zeigten keinerlei Abhängigkeit von der Lichtbrechung. Trotz der Verunreinigungen lag noch eine gute Übereinstimmung mit den Literaturwerten vor:

	D	
Klockmann-Ramdohr (1967):	2,6	(Giuv-Gebiet)
Sosedko et al. (1964):	2,54	(Kola) 2,57 (Schweiz, Giuv-Gebiet)
Hügi (1958):	2,46	(Val Giuv) 2,53 (Stollen Oberaar)
Černý (1958):	2,608	(westmährischer Milarit)
Ito et al. (1952):	2,55–2,59	(Giuv-Gebiet)
Winchell (1951):	2,57	(Giuv-Gebiet)
Tschermak (1897):	2,59	(Giuv-Gebiet)
Larsen (1921):	2,57	(Giuv-Gebiet)

Die Bestimmungen wurden in kleinen Glasröhrchen durchgeführt, als Schwereflüssigkeiten dienten Bromoform und N,N-Dimethylformamid, als Indikatoren wurden die Gläser nach „Linck" genommen. Eine andere Methode war nicht durchführbar, da die Mineralsplitter zu winzig waren.

Insgesamt ergaben sich also aus den 24 Messungen der vorliegenden Kristalle die Durchschnittswerte:

$$n_m = 1{,}540, \qquad D = 2{,}561.$$

b) Untersuchungen am Milarit von Val Strem, Val Giuv und Swakopmund

Eine zufällige Entdeckung sehr unterschiedlicher Ca- und K-Gehalte mit der EMS an einem Milaritkorn von Val Strem führte zu weiterer optischer Untersuchung an diesem Kristall, der mit der Erlaubnis des Besitzers, Herrn Hager, völlig zu diesem Zweck aufgebraucht werden durfte. Ein Dünnschliff des Kristalls //c und eine nochmalige Untersuchung mit der EMS gaben dann Aufschluss über diese auffällig unterschiedliche Verteilung von Ca und K. Es handelte sich um einen Orthoklaseinschluss im Milarit.

Das Dünnschliffphoto Fig. 6 zeigt in der unteren rechten Ecke zwei Orthoklaseinschlüsse im Milarit, welche in der Profilaufnahme der EMS Fig. 4 deutlich auf Grund ihres hohen K-Gehaltes hervortreten. Dieselbe Erscheinung trat im Milarit von Val Giuv auf. Die optische Untersuchung dieses Milaritkristalls von Val Strem und auch der Kristalle von Val Giuv und Swakopmund ergaben aber noch andere auffällige Erscheinungen. Bei Betrachtung mit gekreuzten Nicols sah man grosse markante Zonen mit unterschiedlicher Doppelbrechung, wobei das Korn aber einheitlich auslöschte. Siehe Dünnschliffphoto Fig. 6 von Val Strem und die nachstehenden Photos Figuren 7 und 8 von Val Giuv.

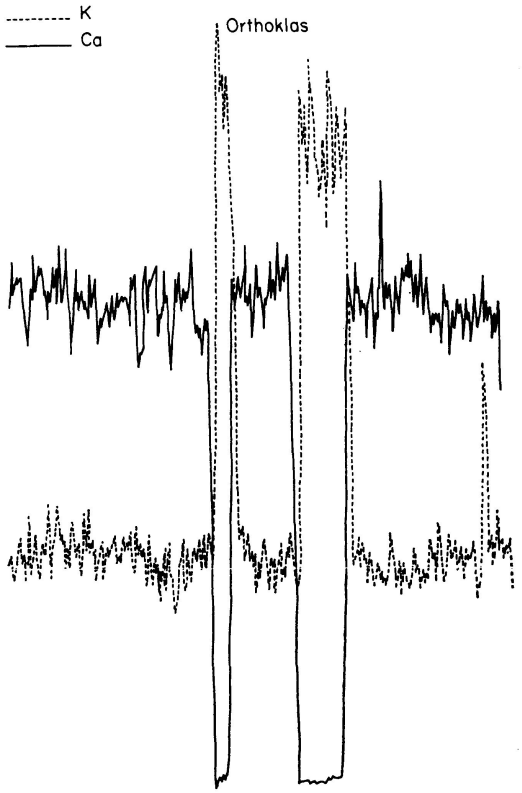


Fig. 4. Profilaufnahme Elektronenmikrosonde (EMS) von Milarit Val Strem mit Orthoklaseinschlüssen.

Die Achsenbilder der einzelnen Zonen zeigten, dass der Öffnungswinkel der Hyperbeläste erheblich variierte, und zwar war er für eine Doppelbrechung von 0,001 ungefähr 30°–35° und stieg mit der Doppelbrechung auf ungefähr 65°. Da diese Änderung abhängig ist von der Lichtbrechung der einzelnen Zonen, wäre eine Erklärung gegeben, wenn eine unterschiedliche Verteilung des Ca- und K-Gehaltes vorliegen würde, da mit steigendem Ca-Gehalt auch der Si-Gehalt zunimmt und damit die Lichtbrechung steigen würde. Leider konnte mit der EMS in dieser Beziehung kein deutlicher Unterschied festgestellt werden. Zwei Analysen von Milarit sollen die unterschiedliche Verteilung der einzelnen Komponenten einmal verdeutlichen, wobei zu bemerken wäre, dass auch hier zu erkennen ist, dass das Calcium in irgendeinem Zusam-

Tabelle 4. Milaritanalysen

	Sosedko (1964) (Anal. R. L. Telesheva)	Palache (1931) (Anal. F. A. Gonyer)
SiO_2	71,12 Gew.-%	71,66 Gew.-%
BeO	3,57	5,24
Al_2O_3	7,70	4,68
CaO	11,55	11,70
Na_2O	0,30	0,46
K_2O	4,80	4,91
H_2O^-	0,14	0,05
H_2O^+	1,25	1,02
Summe	100,43	99,72

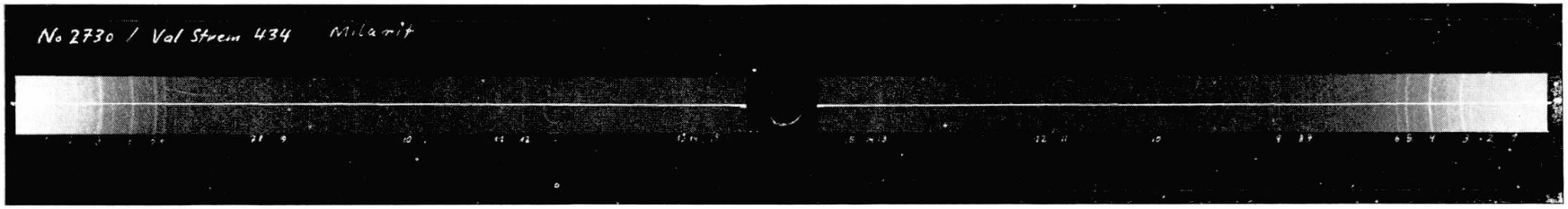


Fig. 5. Röntgendiagramm vom Milarit von Val Strem.

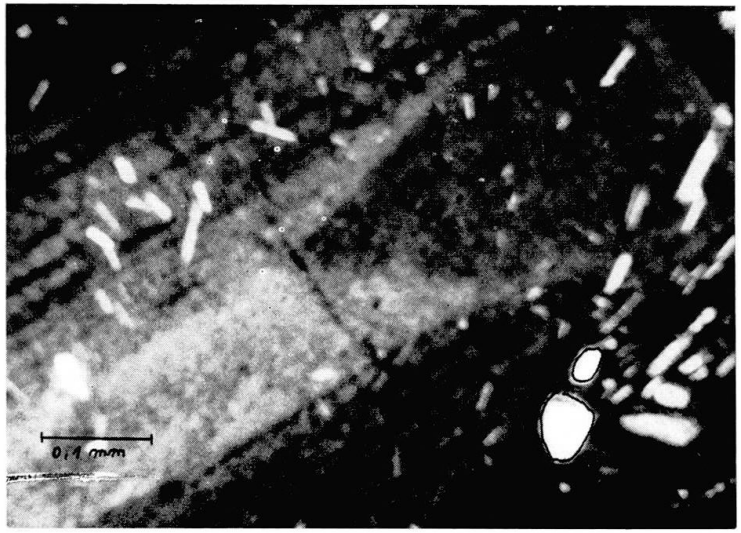


Fig. 6. Dünnschliffaufnahme vom Milarit von Val Strem, mit gekreuzten Nicols, geschnitten //c, umrandete Stellen zeigen die Orthoklaseinschlüsse.

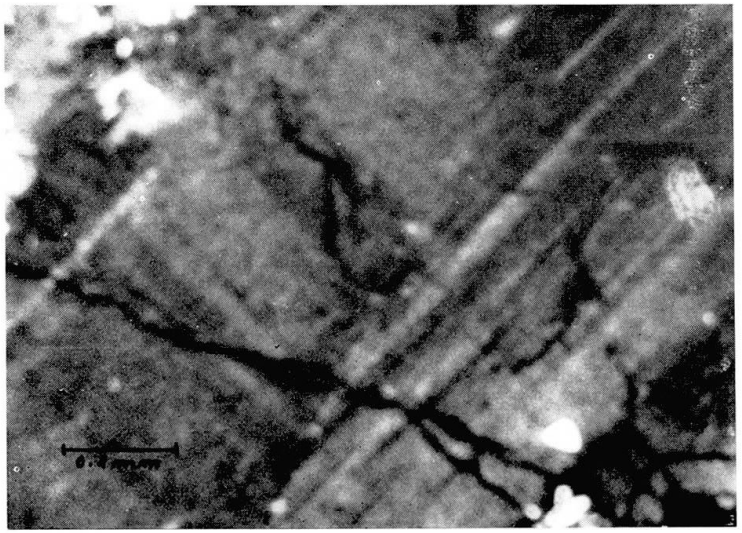


Fig. 7. Dünnschliffphoto Milarit Val Giuv, geschnitten //c, Aufnahme mit gekreuzten Nicols.

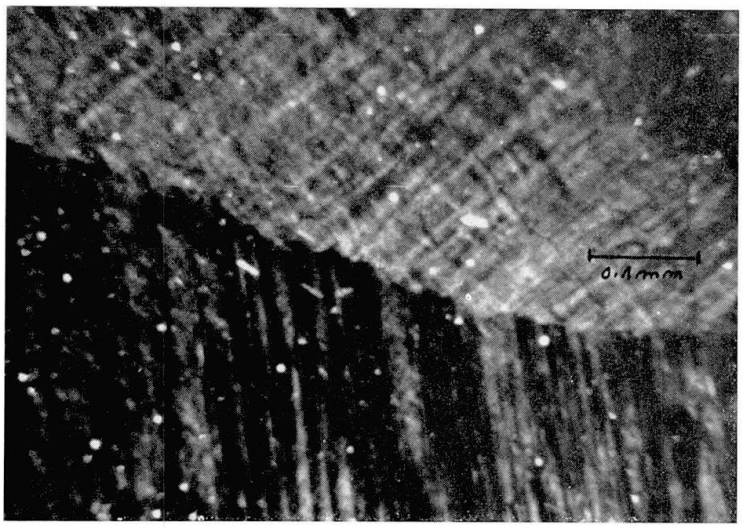


Fig. 8. Dünnschliffphoto vom Milarit Val Giuv, geschnitten $\perp$ c, Aufnahme mit gekreuzten Nicols.

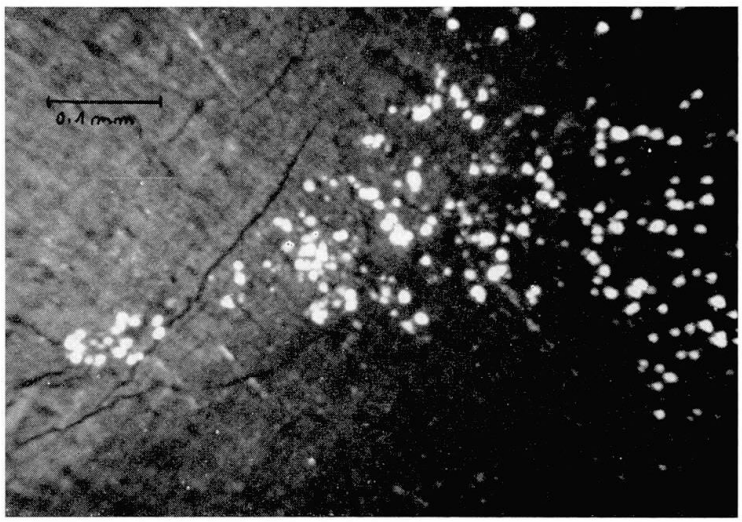


Fig. 9. Dünnschliffaufnahme Milarit von Swakopmund, mit Quarzeinschlüssen in den Randzonen, Aufnahme mit gekreuzten Nicols.

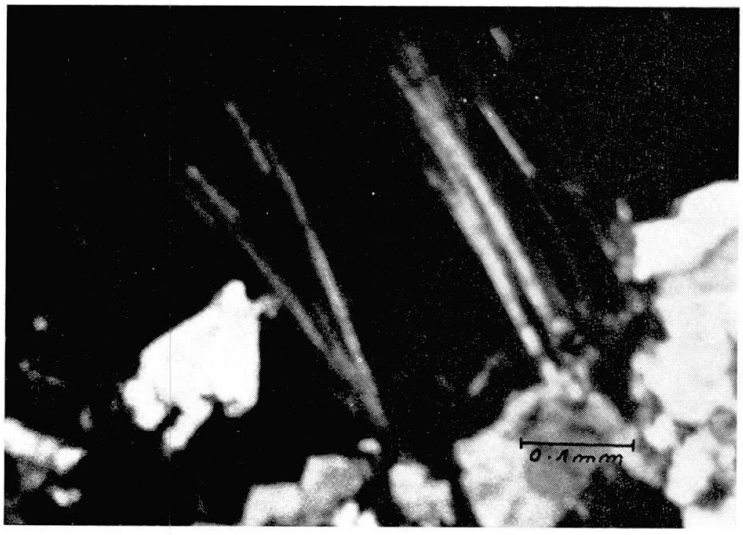


Fig. 10. Dünnschliffaufnahme Milarit Val Strem, mit einwachsenden Amianthnadeln, Aufnahme mit gekreuzten Nicols.

menhang zum Silicium steht, noch deutlicher aber ist eine Relation vom Beryllium zum Aluminium zu beobachten, worauf noch in Kapitel 5 dieser Arbeit näher eingegangen wird.

Die Entstehung dieses eigentümlichen Wachstums liesse sich aus der Zuführung unterschiedlicher Lösungen erklären, wobei noch die Wachstumsgeschwindigkeit der einzelnen Flächen zu berücksichtigen wäre. Aus dem Dünnschliffphoto vom Milarit von Val Strem (//c) Fig. 6 ergäbe sich demnach, dass die Rhomboederflächen die höchste Wachstumsgeschwindigkeit aufweisen, wohingegen das Wachstum der Prismenflächen zurückbleibt.

In den drei Schliffen tritt ebenfalls noch über den ganzen Kristall verteilt in kleinsten Domänen eine Art Entmischung auf, die ein federförmiges Aussehen aufweist, ähnlich der perthitischen Entmischung im Orthoklas. Mit der EMS konnte jedoch kein unterschiedlicher Gehalt irgendwelcher Komponenten festgestellt werden.

Bei dem Milaritkristall von Swakopmund, der in einem Pegmatit gefunden wurde, kommt es in den Randzonen sogar zu idiomorpher Ausscheidung von kleinsten Quarzen, was optisch bestimmt wurde (siehe Photo Fig. 9). Diese Erscheinung liesse voraussichtlich weitere Studien über die Entstehungstemperatur der Milarite als Kluftminerale zu.

Das Auftreten der nadeligen Amiantheinschlüsse in den Milaritkristallen von Val Strem und Val Giuv, und das Fehlen derselben in den Milariten von Göschenen, lassen ebenfalls noch den Schluss zu, dass die Lösung, die zur Bildung dieser Kluftminerale geführt hat, zu einem grossen Teil aus dem (direkten) Nebengestein stammen könnte. Die Milaritkristalle von Val Strem sind auf Syenitaplit, die von Val Giuv auf Syenit und die von Göschenen auf Aplit aufgewachsen. Das Dünnschliffphoto des Milarites von Val Strem (Fig. 10) zeigt deutlich die von der Hornblende des Nebengesteins in den Kristall hineinwachsenden Amianthnadeln.

c) Optische Daten von zwei speziellen Beryllvorkommen

Beryll von Crevola d'Ossola und Nägelisgrätli

Erste Untersuchungen an Beryll wurden von Dr. St. Graeser durchgeführt und uns freundlicherweise für diese Arbeit zur Verfügung gestellt.

Er fand 1968 im Dolomitmarmor von Crevoladossola einen Beryll, der in Drusen zusammen mit Muskowit auftrat. Die Ausbildung des Berylls war wie folgt: praktisch farblose, schwach grünliche nadelige Kriställchen von einigen mm Länge, die man, rein von der äusseren Erscheinung her, mit Skapolith verwechseln könnte.

Die Lichtbrechungsdaten wurden mit denen von einem tiefblauen Beryll vom Nägelisgrätli aus dem Grimselgebiet verglichen und ergaben einen durchaus tieferen Wert.

Tabelle 4

Lokalität	Sp. G. 2,54 Lichtbrechung (für Na_D-Licht)	Bemerkung
Crevola d'Ossola bei Domodossola (Italien)	$n_o = 1{,}583$ $n_e = 1{,}577$ } $= 0{,}006$ $2V_x = 0°$	entspricht (nach Tröger) ca. 1,6 Gew.-% Alkalien
Nägelisgrätli (Grimsel, Aarmassiv) (Sammlung Th. Hügi, Bern, Nr. 650526.1)	$n_o = 1{,}588$ $n_e = 1{,}583$	entspricht ca. 2,4 Gew.-% Alkalien

Es war leider nicht möglich, bis zum Abschluss dieser Arbeit den Zusammenhängen zwischen Lichtbrechung und Chemismus der Berylle näher nachzugehen.

3. BERYLLIUM-GEHALTE GRANITISCHER GESTEINE AUS VERSCHIEDENEN ZONEN DER SCHWEIZER ALPEN

Nachstehend folgen die spektrographisch ermittelten Daten. Einzelheiten über die Analysentechnik finden sich in HÜGI et al. 1968 (s. Lit. Tab. 1). Der relative Fehler beträgt bei Gehalten um 5 ppm $= \pm 25\%$, bei Werten zwischen 10–20 ppm dagegen $= \pm 4{,}5$–6%. Es wird absichtlich nicht das gesamte Zahlenmaterial wiedergegeben. Vielmehr ist versucht worden, in möglichst übersichtlicher Weise die Variation der Be-Gehalte für die wichtigsten granitischen Gesteinsarten in den einzelnen geologischen Einheiten zu veranschaulichen. Weitere Be-Gehalte granitischer Gesteine des westlichen Aarmassivs finden sich in STECK-HÜGI (1970). Granite (hercynische und solche des Altkristallins) zeigen Werte zwischen 1,5 und 3,5 ppm Be. Für Aplite und Pegmatite sind 3,5–5 ppm Be gefunden worden. Ein Quarzporphyr hat 8, ein altkristalliner Granodiorit 10,5 ppm Be.

Das gesamte Zahlenmaterial ist in einem internen Laborbericht der Abteilung für Geochemie des Mineralogischen Instituts Bern niedergelegt. Eine Auswahl der Daten gibt Tabelle 5.

Tabelle 5. Beryllium-Gehalte von Gesteinen der Schweizeralpen

Proben Lötschental – Aarmassiv	*Be ppm*
Gasterngranit, NE Ende Lötschberggletscher	1,0
Aplit, Muskowit führend, am Weg Fafler-Schwarzsee	8,0
Aplit mit Muskowit und Turmalin, N ob Hollandiaweg, Guggialp	11,5
Verschiedene Aplite mit Muskowit und Turmalin, Lötschental	1,0–8,5
Aplit mit Turmalin, Anengletscher, lose	5,0
Pegmatit, muskowitreich, inneres Faflertal	4,5
Muskowitgneis, Im Telli	4,0
Muskowit-Chlorit-Schiefer, E Birghorngipfel	4,0
Muskowit-Turmalinpegmatit, Restialp	5,0
Muskowitkristalle, aus diesem Pegmatit	8,0

	Be ppm
Lias-Tonschiefer, westl. Faldumalp	9,5
Karbon-Tonschiefer, westl. Faldumalp	4,5
Proben Baltschiedertal – Aarmassiv	
Streifiger aplitischer Gneis, Baltschiedertal	2,0
Aplitischer Serizitgneis, Baltschiedertal „Im Steinen"	1,5
Proben oberes Lauterbrunnental – Aarmassiv	
Lauterbrunner-Granit – stark kontaminiert	2,5
Lauterbrunner-Granit – aplitisch	1,0
Lauterbrunner-Granit – schollenfrei	1,0–1,5
Proben aus Druckstollen Trift-Speicherberg – Aarmassiv	
Innertkirchner-Granit mit Turmalin und Granat	1,0
Quarzporphyrlinse im Innertkirchner-Granit	4,5
Aplit	4,0
Pegmatit	1,0–1,5
Innertkirchner-Granit, gneisig	1,0
Proben aus dem Grimselgebiet – Aarmassiv	
Grimselgranodiorit mit Schollen und Titanit	7,0
Grimselgranodiorit	1,5–4,0
Zentraler Aaregranit	3,5–6,5
Mittagfluhgranit	4,5–9,0
Zersetzter Aplit, Fluoritlagerstätte, Zinggenlücke	$<1,0$
Biotit-Aplit	1,0–6,0
Aplit, zersetzt	8,0
Aplit, mineralisiert mit Bleiglanz und Zinkblende	45 –60
Turmalinpegmatit	1,0–7,5
Mikroklinpegmatit	2,0
Biotitschiefer	1,0
Quarzasbestader	4,5
NB. Soweit keine Lokalitätsangabe handelt es sich um Proben aus Stollen der Kraftwerke Oberhasli AG.	
Proben KW Göschenen – Aarmassiv	
Grobkörniger Aaregranit (Werte basieren auf 24 Proben von verschieden ausgebildetem Zentralen Aaregranit; für mineralische Zusammensetzung siehe Seite 473)	1,5–8,5
Zentraler Aaregranit = Nebengestein einer Milarit-Kluft (Göschenertal, Gwüest)	13,5
Proben Bifertengletscher – Punteglias – Aarmassiv	
Tödigranit mit grossen Mikroklinkristallen, Hinterrötifirn	2,5–4,0
Muskowitpegmatit, Bifertengletscher, links	3,5
Quarzporphyrtuff, Vorderrötifirn	4,0
Puntegliasgranit (spektrogr. Bestimmung in HÜGI 1956a, Lit. Tab. 1)	15,0
Proben KW Bergell (Druckstollen Albigna) – *Bergeller Massiv*	
Grobkörniger Granit	4,5–9,5
Grobkörniger Granit mit pegmat. Schlieren und Biotitnestern	15,5
Aplite	15,5
Proben KW Ritom – Zulaufstollen Unteralpreuss (= SBB-Stollen V. Canaria-Unteralp, 7.02 der Tab. 1) – Gotthardmassiv	
Aplitisch-pegmatitische Linse im Biotitgneis	4,0
Biotitgneis	4,0
Heller Zweiglimmergneis	5,5
Normaler Glimmergneis	2,5
Muskowitgneis	1,5
Biotit-Muskowitgneis, die streifig ausgebildeten Zweiglimmergneise weisen die höheren Gehalte auf	1,5–5,0

Proben KW Blenio – Lepontinikum	*Be ppm*
Muskowitpegmatit, Druckschacht Biasca	12,5
Augengneis, Druckstollen Pontirone-Biasca	3,0–4,0
Zweiglimmergneis, Streifengneise wieder mit höheren Gehalten, Druckstollen Fenster zum Sifon	1,0–6,0
Heller Mukowitgneis, Druckstollen Fenster zum Sifon	3,5
Probe Campolungo – Lepontinikum	
Korund im Dolomit, Campolungo	6,5

Die Arbeiten von SCHWANDER-HUNZIKER-STERN (1968) und HUNZIKER (1966) enthalten Be-Gehalte verschiedener Gneise und Schiefer der untern penninischen Decken (Lepontinikum). Der Mittelwert von 34 solchen, von Hunziker analysierten Proben, beträgt 3 ppm Be.

Wie aus dieser Zusammenstellung hervorgeht, enthalten die Pegmatite und Aplite die weitaus höchsten Be-Gehalte, bezogen auf das Gesamtgestein. Auch MANUYLOVA (1966), der Glimmerpegmatite aus dem nördlichen Baikal Pegmatit-Gürtel untersucht hat, kommt zu relativ hohen Gehalten, allerdings hat er nur die Einzelminerale auf ihren Be-Gehalt untersucht. Seine Werte sind folgende:

Mikroklin	4,1 ppm Be
Biotit	1,8
Muskowit	8,2

Diese Werte, verglichen mit den nachfolgenden Werten der von uns bestimmten Einzelminerale, müssten zu einem ungefähren Gesamtgehalt an Beryllium von 6–8 ppm führen.

BEUS (1955), der Messungen an Quarzpegmatiten in granitischen Gesteinen machte, ermittelte einen Durchschnitts-Be-Gehalt von 20 ppm. Zu den Berylliumgehalten in Graniten und Gneisen stehen die von KUFTYREVA (1966) ermittelten Werte in gutem Einklang. Er untersuchte Kontaktaureolen eines Muskowitpegmatits und lieferte folgende Ergebnisse:

Granit-Biotit-Gneis	1,8–2,1 ppm Be
Granat-Biotit-Gneis	2,7–2,8
Muskowitgesteine	3,2–6,5

Die von STAVROV (1966) untersuchten Caledonischen Granitoide von Nord Tien-Shan zeigen ebenfalls keine grossen Unterschiede zu den von uns ermittelten Werten. Er untersuchte Gesteine verschiedener Massive:

Susamyr-Massiv	
Granite	3,9 ppm Be
leukokrate Granite	4,6
Östl. Kungey-Massiv	
Granite	3,2
leukokrate Granite	6,1

Kirgisisches Massiv

Granite	1,7 ppm Be
leukokrate Granite	2,7

Auch GERASIMOVSKIY (1965) lieferte Angaben zu den Berylliumgehalten durch Untersuchungen an Gesteinen der Kola-Halbinsel. Seine Ergebnisse lauten:

Nephelinsyenit	3,1–6,5 ppm Be
Biotitgneis	2,9
Granit-Gneis	5,0–5,8
Alkaligranit	3,7–5,5

4. SPEZIELLE GESTEINSBESCHREIBUNG VON PROBEN AUS DEM AAR- UND BERGELLER MASSIV

Es wurden mikroskopische Untersuchungen an den Proben vom KW Göschenen, aus dem Grimselgebiet und aus dem Bergeller-Massiv vorgenommen, die zuvor spektralanalytisch auf ihren Be-Gehalt untersucht worden waren. Da bekannt ist, dass das Beryllium als Spurenelement in granitischen Gesteinen im allgemeinen an den Albit gebunden ist, sollte versucht werden, eine Beziehung zu dem Be-Gehalt des Gesamtgesteins und den mikroskopischen Ergebnissen zu finden. 25 Dünnschliffe vom Aaregranit aus dem KW Göschenen, 4 Dünnschliffe vom Grimselgranit (vielfach = Grimselgranodiorit) und 4 Dünnschliffe vom Granit aus dem Bergeller-Massiv wurden untersucht und führten zu den nachfolgenden Volumenprozenten der jeweiligen Komponenten:

Tabelle 6. Mineralbestand verschiedener Be-haltiger Granite

Proben	Zentr. Aaregranit KW Göschenen Vol.-%	Grimselgranit KWO, Grimsel Vol.-%	Bergellergranit KW Bergell Vol.-%
Plagioklas	20–50	20–35	20–40
Alkali-Feldspat	20–40	35–50	36–50
Quarz	10–30	18–19	20–25
Biotit	6–15	bis 8	1–8
Muskowit/Serizit	0,3–1,0	0,3–1,0	0,4–2,0
Chlorit	0,4–0,8	0 –0,4	0 –0,5
Epidot	0,2–1,0	0,2–1,0	0
Orthit	0,1–0,4	0 –0,2	0
Titanit	0,4–1,0	0 –1,0	0
Zirkon	0,1	0 –0,1	0 –0,1
Apatit	0,1–0,3	0,2–0,8	0,5–1,0
Erz	0,1–0,5	0,1–0,3	0,1–0,3
Calcit	0	0 –0,4	0,2–2,0
Turmalin	0	0 –0,5	0

Die Durchschnitts-Be-Gehalte für diese Proben sind in der nachfolgenden Tabelle 7 den An-Gehalten gegenübergestellt.

Tabelle 7

Probe	Be ppm	An-Gehalt der Plagioklase
Zentraler Aaregranit	1,5–8,5	20–25
Grimselgranit	2,0–5,5	20–25
Bergellergranit	4,0–9,5	20

5. MÖGLICHE RELATION VON BERYLLIUM ZUM AB-REICHEN PLAGIOKLAS

Für Granite des Aarmassivs konnte bereits gezeigt werden, dass der Hauptanteil des im Gestein gesamthaft gefundenen Be im relativ Ab-reichen Plagioklas fixiert ist (HÜGI et al. 1965). Hierüber orientiert Tabelle 8.

Tabelle 8. Be-Gehalte für Gesamtgestein und dessen Mineralien
(Zahlenangaben = ppm Be)

	1.	2.	3.
Gesamtgestein	6,0	6,0	4,0
Quarz	2,0	*	2,5
Kalifeldspat	2,5	3,0	2,5
Albit – albitreicher Plagioklas	16,5	11,5	8,0
Biotit	5,5	6,0	4,0
Granat	7,5	*	*

1. Aplitgranit Kessiturm
2. Mittagfluhgranit
3. Zentraler Aaregranit

* Mineral bzw. Mineralfraktion fehlend

Die mikroskopische Volumenprozentbestimmung der einzelnen Bestandteile unserer untersuchten Proben führte zu einem Wert für Plagioklas (mit An_{20-25}) von 20–50 Vol.-% und für den Alkalifeldspat von 20–50 Vol.-%. Da im Alkalifeldspat, der meist Orthoklas und Mikroklin war, der Albit als Gast vorliegt, und der Plagioklasgehalt ebenfalls eine beträchtliche Albitkomponente aufweist, könnte man die Beryllium-Gehalte dieser untersuchten Gesamtgesteine mit denen aus der obigen Tabelle als gut übereinstimmend ansehen. Granitische Gesteine der angegebenen Zusammensetzung aus den Alpen dürften im allgemeinen einen Beryllium-Gehalt von 2 ppm bis 9 ppm aufweisen.

Ein weiterer Versuch, den Be-Gehalt mit dem relativ Ab-reichen Plagioklas in Verbindung zu bringen, basiert auf den ermittelten Gehalten von Be, Na, Si und Al. Die in der nachfolgenden Tabelle 9 aufgeführten Werte entstammen aus früher publizierten Gesamtanalysen Be-haltiger Gesteine aus dem Bergeller- und Aarmassiv (HÜGI et al. 1968). Die in Klammer angegebenen Zahlen sind die Analysennummern der Tab. 3 der vorhin zitierten Arbeit.

Bei den nachfolgenden Kurvendarstellungen (Fig. 11–13) ist zu beachten, dass die Gehalte von granitischen Gesteinen eines tertiären und eines herzynischen Massivs stammen. Obwohl die magmatische und metamorphe Ent-

Tabelle 9

Gestein		Be Gew.-%	Na Gew.-%	Si Gew.-%	Al Gew.-%	Nr. Diagramm
Bergellermassiv: Proben aus Kraftwerkstollen						
Biotitgranit, grobkörnig	(11)	8×10^{-4}	3,04	32,41	8,58	1
Aplit	(3)	$14{,}5 \times 10^{-4}$	2,22	34,88	6,97	2
Biotitgranit	(8)	$15{,}5 \times 10^{-4}$	3,71	33,58	8,53	3
Aarmassiv: Proben aus Kraftwerkstollen						
bei Göschenen						
Zentraler Aaregranit	(7)	$8{,}5 \times 10^{-4}$	2,89	33,81	7,73	4
des Grimselgebietes						
Grimselgranodiorit	(13)	$5{,}5 \times 10^{-4}$	3,71	31,90	8,18	5
Aplit, mineralisiert mit Bleiglanz, Zinkblende	(1)	$45\text{–}60 \times 10^{-4}$	2,19	36,29	6,58	6
Zentraler Aaregranit	(5)	$5{,}5 \times 10^{-4}$	2,41	34,39	6,45	7

wicklung in jedem der alpinen Massive im einzelnen unterschiedlich sein kann, wurde in Anbetracht der noch wenigen Analysendaten zunächst alles zusammengefasst, um zu sehen, ob sich gewisse allgemeine Tendenzen abzeichnen. Massivtypogene Tendenzen können erst bei Vorliegen von ausreichenden Daten eruiert werden. Zuerst sei nun die Abhängigkeit von Be zu Na gezeigt, welche dem nachfolgenden Diagramm, Figur Nr. 11, zu entnehmen ist. Der Be-Gehalt nimmt mit abnehmendem Na-Gehalt zu.

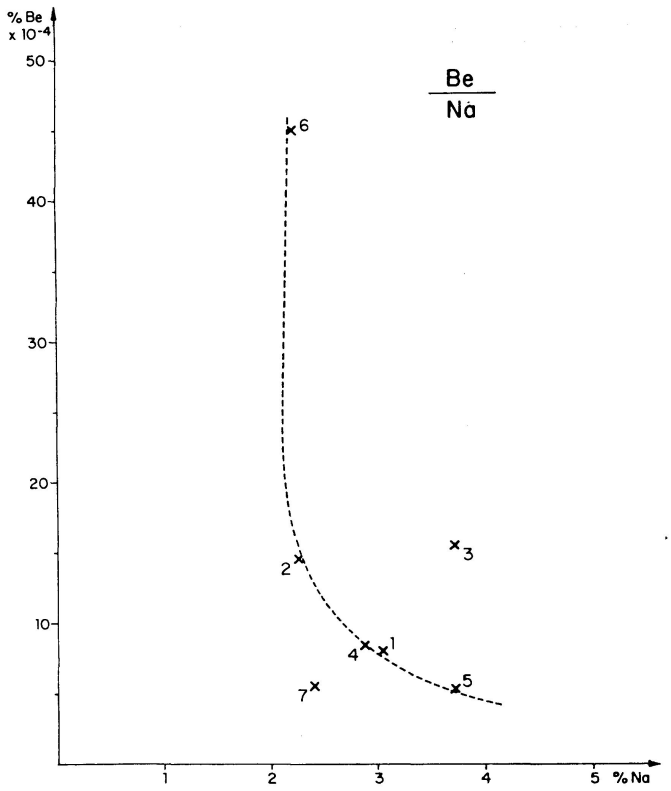


Fig. 11. Diagramm Be/Na.

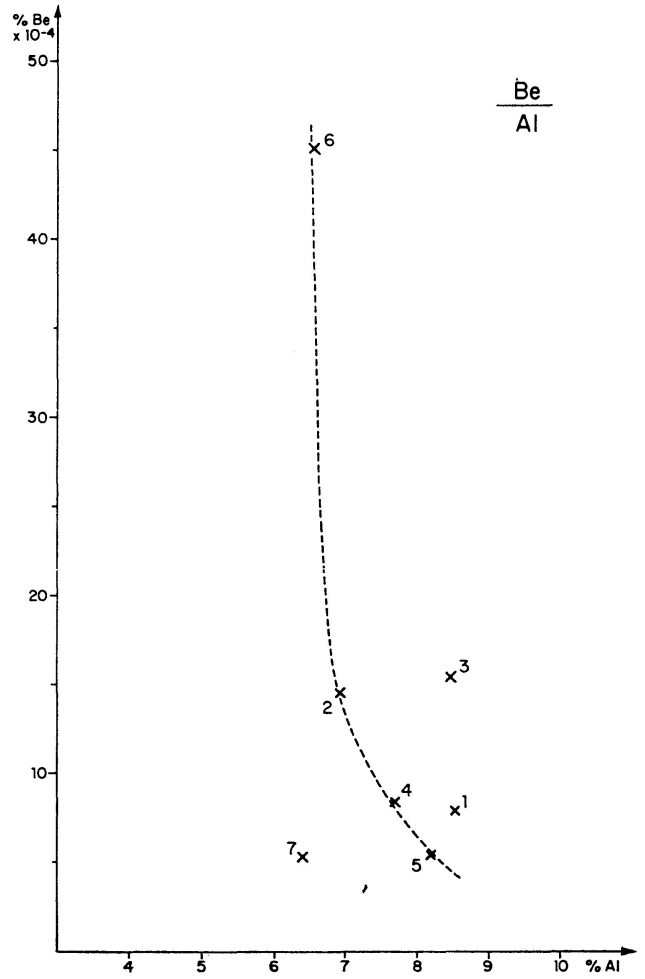


Fig. 12. Diagramm Be/Al.

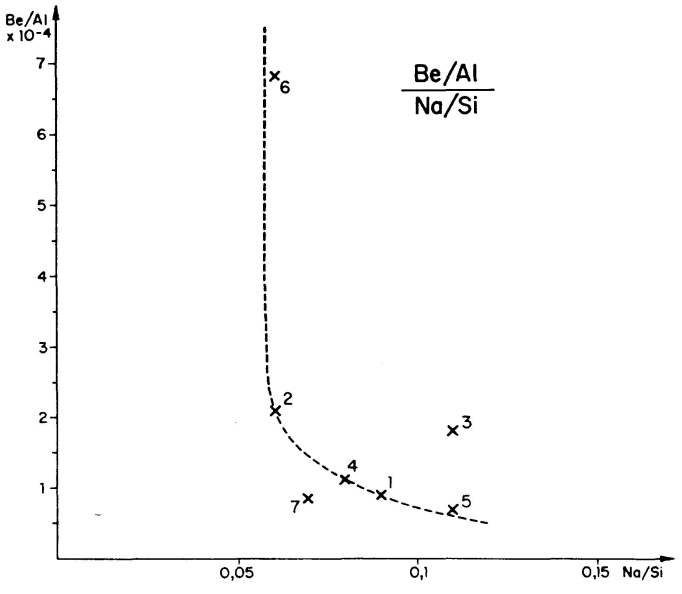


Fig. 13. Diagramm Be/Al Na/Si.

Die Relation des Berylliums zum Aluminiumgehalt der Gesteine ergibt sich aus Diagramm Fig. 12, welches ebenfalls eine Zunahme des Berylliums mit einer Abnahme des Aluminiums verbindet. Bringt man nun den Quotienten Be/Al in Verbindung zu dem Quotienten Na/Si, so ergibt sich Diagramm Fig. 13, welches aussagt:

1. Dass mit zunehmendem Be-Gehalt der Ausdruck Be/Al kleiner wird, der Na-Gehalt nimmt gleichzeitig ab, wie aus der Figur hervorgeht, und somit verringert sich der Wert des Ausdruckes Na/Si.
2. Geht man von einer Zunahme des Aluminiums aus, so verringert sich der Gesamtwert des Quotienten Be/Al, in Relation zum zunehmenden Gehalt von Al verringert sich jedoch der Silicium-Gehalt und der Wert für den Ausdruck Na/Si wird somit erhöht.

Das Diagramm Fig. 13 erfasst die eigentlichen Hauptkomponenten des Albits, und es zeigt dadurch einen sinnvollen Zusammenhang des Beryllium-Gehaltes mit diesem Mineral.

Kuftyreva (1966), der, ausser wie vorher schon erwähnt, an Gesamtgesteinen auch Einzelminerale untersucht hat, betrachtet den Plagioklas als Hauptträger des Berylliums. Seine untersuchten Plagioklase hatten allerdings einen An-Gehalt von 40–45%, d. h. es liegt doch noch eine beachtliche Albitkomponente vor. Diese Plagioklase lieferten einen Berylliumgehalt von 2,8 bis 19,6 ppm. Da er allerdings gleichzeitig die seltenen Erden in den Mineralen bestimmte, brachte er den Be-Gehalt in Zusammenhang mit dem Yttriumgehalt und dem Aluminiumgehalt nach dem Schema:

$$Ca^{2+} + [AlO_4]^{5-} \leftarrow Y^{3+} + [BeO_4]^{6-}.$$

Dies wäre ein Gesichtspunkt, der noch weiter verfolgt werden sollte.

Auch Petrova (1965) untersuchte Einzelminerale granitoider Gesteine des Dzhida-Intrusions-Komplexes und fand folgende Berylliumgehalte:

untersuchtes Gestein:	leukokrater Granit	
Berylliumgehalt:	gesamt	3,1–4,6 ppm
	Kalifeldspat	3,0–3,6
	Plagioklas	5,0–9,6
	Quarz	0,4–0,7
	Biotit	1,7–4,0

Er machte allerdings keine Angaben über den An-Gehalt der Plagioklase.

Weitere Untersuchungen an Einzelmineralien lieferte Beus (1963), der den Berylliumgehalt von Plagioklasen, Albiten und Mikroklinen in Graniten mit folgenden Daten festlegte:

Plagioklas	18 ppm
Albit	8–16,5
Mikroklin	1

Auch hier ist die Tendenz des Berylliums zum Plagioklas nicht zu übersehen. Der hohe Gehalt in den Plagioklasen wäre mit einer durchaus beachtlichen Albitkomponente in denselben zu erklären.

MISHCHENKO (1965), der die Granite der Azovschen Region unter anderem auch auf Beryllium untersuchte, kam auf die Gesamtgehalte von 1–31 ppm und 1–10 ppm in verschiedenen Massiven. Er nimmt an, dass der erhöhte Grad der Albitisierung, der gleichzeitig eine erhöhte Metamorphose bedingt, eine Abnahme des Berylliumgehaltes zur Folge hat. Dies stände im Gegensatz zu unseren Untersuchungen. Da MISHCHENKO aber die Einzelminerale nicht isoliert auf ihren Berylliumgehalt untersucht hat, sondern nur den Prozentgehalt dieser Einzelminerale in der Gesamtprobe ins Verhältnis setzt zum Berylliumgehalt, ist der Widerspruch eigentlich nicht mehr vorhanden, denn die Mobilisierung des Berylliums durch metamorphe Vorgänge kann zu einer punktuellen Anreicherung des Berylliums im Gestein führen. Es ist jedoch keineswegs auszuschliessen, dass das Beryllium im Gestein weiterhin noch an den Albit gebunden sein kann, da, wie MISHCHENKO selber auch betont, Unterschiede von Massiv zu Massiv vorliegen können, die einen durchaus unterschiedlichen Grad der Metamorphose aufweisen können.

Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass granitische Gesteine aus verschiedenen Bereichen der Alpen deutliche und zum Teil erhöhte Be-Gehalte aufweisen. Untersucht wurden zur Hauptsache unverwitterte Gesteinsproben aus Kraftwerkstollen. Die höchsten Be-Gehalte zeigen Aplite und Pegmatite, sowie gewisse Granite und Gneise. Über die Mittelwerte orientiert die nachstehende Tabelle 10.

Tabelle 10. Beryllium-Mittelwerte

Aarmassiv:	Be in ppm	Zahl der Proben
Westlicher Teil		
Granite (Gastern)	1.1	6
Aplite	5.6	19
Nördlicher Teil		
Granite (Innertkirchen)	1.6	10
Zentraler Teil		
Granite (Grimselgebiet	4.2	55
Aplite	3.3	21
Östlicher Teil		
Granite (Gebiet von Göschenen)	3.2	85
Bergellermassiv:		
Granite	7.3	18
Aplite	11.8	6
Pegmatite	9.7	6

Demnach scheint der Be-Pegel allgemein im Bergellermassiv etwas höher zu liegen als im Aarmassiv. Im Bergellermassiv reicherte sich lokal Be derart an, dass es in gewissen Pegmatiten zur Ausscheidung von Beryll kam. Dies trifft für das Aarmassiv viel seltener zu. In den Be-reicheren Gesteinen des

zentralen und östlichen Aarmassivs führen die darin vorkommenden alpinen Zerrklüfte oft Be-Mineralien, wie insbesondere Milarit. Die tiefsten Be-Gehalte zeigen die Granite von Gastern und Innertkirchen. Hier sind bis jetzt nie Be-Mineralien gefunden worden. Ein besonderer Fall von Be-Anreicherung stellt ein mineralisierter Aplit des Grimselgebietes dar (Tab. 5). Schliesslich enthält die Tabelle 5 noch Be-Gehalte von Tonschiefern aus dem Lötschental. Die Be-Werte sind leicht erhöht.

Die angestellten Untersuchungen deuten darauf hin, dass die in granitischen Gesteinen vorkommenden Be-Spuren in vielen Fällen zur Hauptsache an albitreichen Plagioklas gebunden sind. Albitisierungsvorgänge, wie sie z. B. bei der Metamorphose auftreten, können zu Be-Anreicherungen führen. Die Umlagerung oder Anreicherung des Be hängt natürlich im einzelnen sehr vom ursprünglichen Chemismus und von der Metamorphose des betreffenden Gesteins ab. Das Auftreten von Be-Mineralien in Zerrklüften ist letztlich das Endresultat der alpinen Metamorphose im weitesten Sinn. Auf jeden Fall kann nicht magmatische Differentiation allein für die Beryllium-Konzentration verantwortlich gemacht werden, wie dies z. B. Shawe und Bernold (1964) gezeigt haben. Eine interessante Paragenese von primären und durch Zersetzung im alkalischen Milieu entstandenen sekundären Berylliummineralien hat Černý (1968) aus Pegmatiten, eingelagert in Serpentinit von Věžná in Westmähren, beschrieben. Zu eigentlichen Be-Konzentrationen und damit zur Bildung von selbständigen Be-Mineralien, wie Beryll, kam es in Pegmatiten und Apliten. Auf diesen Umstand ist bereits auf Seite 453 hingewiesen worden. Die Beryllfunde in Pegmatiten und Apliten sind im einzelnen in der Tabelle 1 vermerkt.

LITERATURVERZEICHNIS ZU ABSCHNITT 2–5

(siehe auch Literaturangaben am Schluss von Abschnitt 1)

Beus, A. A., Soboley, B. P., Dikov, Yu. P. (1963): Geochemistry of Beryllium in High Temperature Postmagmatic Mineralization. Geochemistry Intern. 1963, No. 3, p. 316–323.

Beus, A. A., Fedorchuk, S. N. (1955): On the Clarke of Beryllium in Granite Pegmatites. Doklady Acad. Sci. USSR, *104*, p. 108–111.

Burri, C. (1950): Das Polarisationsmikroskop. Verlag Birkhäuser, Basel.

Černý, P. (1958): Korrespondenz Mineral. Institut Bern.

— (1968): Berylliumminerale in Pegmatiten von Věžná und ihre Umwandlungen. Ber. dtsch. Geol. Wiss. B. Miner. Lagerstättenf. (Berlin) *13*, 5, p. 565–578.

Gerasimovskiy, V. I. et al. (1965): Geochemistry of Beryllium in Nepheline Syenites. Geochem. Intern. *2*/3, p. 426.

Gossner, B. (1930): Über Astonit und Milarit. Zbl. Min. Geol. A, S. 220.

Hügi, Th. (1958): Korrespondenz Mineral. Institut Bern.

Hunziker, J. C. (1966): Zur Geologie und Geochemie des Gebietes zwischen Valle Antigorio (Provincia di Novara) und Valle di Campo (Kt. Tessin). SMPM *46*, S. 473–552.

Ito, T., Morimodo, N., Sadanaza, R. (1952): The Crystal Structur of Milarite. Acta. Cryst. *5*, S. 209–213.

Klockmann-Ramdohr (1967): Lehrbuch der Mineralogie. Ferdinand-Enke-Verlag, Stuttgart.

Kuftyreva, V. A. et al. (1966): Beryllium Distribution in Contact Aureoles of Muscovite Pegmatites. Geochem. Intern. *3*/2, p. 361.

Larsen, E. S. (1921): The Microscopic Determination of the Nonopaque Minerals. U.S. Geol. Survey, Nr. 679.

— (1934): The Microscopic Determination of the Nonopaque Minerals. U.S. Geol. Survey, Nr. 848.

Manuylova, M. M. et al. (1966): Distribution of Alkali-Metals and Beryllium in Pegmatite Minerals from the North Baykalian Pegmatite Belt. Geochem. Intern. *3*/2, p. 309.

Mishchenko, V. C. et al. (1965): Comparative Features of the Geochemistry of Be in two Granite Massifs of the Sea of Azov Region. Geochem. Intern. *2*/6, p. 1045.

Müller, W. J. (1921): Beschreibung einiger synthetischer Silikatmineralien und synthetischer Versuche nebst Folgerungen für die natürlichen Vorkommen. NJBM, B.-B. *44*, S. 402.

Palache, Ch. (1931): On the Presence of Beryllium in Milarite. American Min. *16*, p. 469–470.

Petrova, Z. I. et al. (1965): Beryllium in the Minerals of Granitoids. Geochem. Intern. *2*/3, p. 488.

Rinne, F. (1927): Milarit und Metamilarit. Zbl. Min. Geol., S. 1–14.

Roggiani, A. G. (1967): La Dolomia di Crevola d'Ossola. Illustrazione Ossolana, Nr. 2, p. 22.

Schwander, H., Hunziker, J. C., Stern, W. (1968): Zur Mineralchemie von Hellglimmern in den Tessineralpen. SMPM *48*/2, S. 357–390.

Shawe, D. R. and Bernold, St. (1964): Distribution of Beryllium in Igneous Rocks. U.S. Geol. Survey, Prof. Paper, 501-B, p. 100–104.

Sosedko, T. A., Telesheva, R. L. (1964): Chemical Composition of Milarite. Doklady Acad. Sci. USSR, Earth Sci. Section, Engl. Transl. Febr. 1964, *146*, p. 112–114.

Stavrov, O. D. et al. (1966): Distribution of Beryllium in Caledonian Granitoids of the North Tien-Shan. Geochem. Intern. *3*/12, p. 1190.

Steck, A. und Hügi, Th. (1970): Das Auftreten des Molybdänglanzes im westlichen Aarmassiv und Molybdängehalte von Gesteinen der gleichen Region. SMPM *50*, 257–276.

Tröger, W. E. (1956): Optische Bestimmungen der gesteinsbildenden Minerale. Teil 1: Bestimmungstabellen.

— (1967): Teil 2: Textband.

Tschermak, G. (1897): Lehrbuch der Mineralogie. 5. Auflage, Wien, A. Hölder.

Winchell, A. N. (1951): Elements of Optical Mineralogy. John Wiley and Sons, New York.

Manuskript eingegangen am 28. Juli 1970.