Mitt. Abt. Miner. Landesmuseum Joanneum	Heft 62/63	49-54	Graz 1998

Paragenetische, mineralchemische und röntgenographische Daten von Bearthit vom Lazulithfundpunkt am Rotriegel, Freßnitzgraben bei Krieglach, Fischbacher Alpen, Steiermark

von FRANZ BERNHARD

Zusammenfassung

Bearthit, $(Ca,Sr)_2Al(PO_4)_2(OH)$, tritt am Rotriegel südlich Krieglach, Fischbacher Alpen, Steiermark, als Produkt der alpidischen Metamorphose in einem lazulithführenden Quarzblock auf. Das Mineral kommt sowohl in muskovitreichen Aggregaten als auch in schmalen, quarzreichen Adern vor. Begleitmineralien sind Muskovit, Quarz, Lazulith, Augelit, Apatit und Kyanit. Bearthit vom Rotriegel besitzt variable Sr-Gehalte mit Ca/(Ca+Sr) = 0.84-0.97. Die Gitterkonstanten sind a = 7.232(2) Å, b = 5.685(2) Å, c = 8.300(4) Å, β = 112.55(3)°.

Summary

At Rotriegel south of Krieglach, Fischbacher Alpen, Styria, bearthite $(Ca,Sr)_2Al(PO_4)_2(OH)$ occurs in a lazulite-bearing quartz boulder as a product of alpine metamorphism. The mineral can be found in muscovite-rich aggregates and in narrow, quartz-rich veinlets as well. Accompanying minerals are muscovite, quartz, lazulite, augelite, apatite and kyanite. Bearthite shows a variable Sr-content with Ca/(Ca+Sr) = 0.84-0.97. The lattice parameters are a = 7.232(2) Å, b = 5.685(2) Å, c = 8.300(4) Å, β = 112.55(3)°.

Einleitung und Fundort

Bearthit mit der Idealformel $Ca_2Al(PO_4)_2(OH)$ ist ein seltenes Mineral aus der Brackebuschit-Gruppe. Die Erstbeschreibung erfolgte von CHOPIN et al. (1993) aus den Lazulithvorkommen am Stockhorn im Monte Rosa Massiv, Schweiz, und aus den coesitführenden Pyropquarziten im Dora Maira Massiv, Norditalien. Am erstgenannten Fundort, der auch die Typlokalität ist, wurde Bearthit bereits von BEARTH (1952) als vermutlich neues Mineral erkannt, konnte aber mit den damals zu Verfügung stehenden Methoden nicht vollständig charakterisiert werden. Als weiterer Fundort von Bearthit ist das Lazulithvorkommen am Pfitscher Joch, Südtirol, zu nennen (MORTEANI und ACKERMAND, 1996).

Isotyp mit Bearthit ist Goedkenit, $Sr_2Al(PO_4)_2(OH)$, der vor allem in Pegmatiten anzutreffen ist (MOORE et al., 1975). Bearthit und Goedkenit scheinen vollständig mischbar zu sein, und beide Phasen wurden bisher noch nicht als „reine" Endglieder angetroffen. Bearthit aus dem Dora Maira Massiv enthält zusätzlich neben Sr einige Gew.% an Selten-Erd-Elementen und Magnesium (CHOPIN et al., 1993).

In dieser Arbeit werden paragenetische, mineralchemische und röntgenographische Daten von Bearthit aus einem Lazulithvorkommen im Bereich der Fischbacher Alpen, Steiermark, mitgeteilt. Am Rotriegel im Freßnitzgraben bei Krieglach wurde Bearthit in einem einzelnen, ca. 0.5 m^3 großen, lazulithführenden Quarzblock gefunden. Die Lage dieses Blockes wurde mir von Herrn Dipl.-Ing. Robert Berl, Maria Enzersdorf, bekanntgegeben. Er liegt direkt über einer Forststraße auf ca. 900 m Seehöhe, ca. 250 m südlich eines Jagdhauses (ÖK 1:50000, Blatt 103, Kindberg).

Untersuchungsmethoden

Von Handstücken des lazulithführenden Blockes wurden Großanschliffe hergestellt, weiters wurde ein polierter Dünnschliff angefertigt. Die Untersuchung des Dünnschliffes erfolgte im Durch- und Auflicht sowie mit einem JEOL JSM-6310 Rasterelektronenmikroskop (REM) des Institutes für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie der Karl-Franzens-Universität Graz. Die qualitative und quantitative Mineralanalytik wurde mit einem mit dem REM kombinierten energiedispersiven Analysensystem (EDX) durchgeführt (Oxford Link Isis). Meßbedingungen: 15 kV Beschleunigungsspannung, ca. 1 nA Probenstrom auf Al. Als Standards dienten natürliche Mineralphasen: Adular (Al), Apatit (P, Ca), Coelestin (Sr). Die Röntgenpulverdiffraktometerdaten wurden mit einem Gerät der Marke Siemens, Modell D5000, am Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie der Karl-Franzens-Universität Graz ermittelt. Meßbedingungen: CuKα-Strahlung, 0.12°/min Scangeschwindigkeit bei einer Integration der Zählimpulse über jeweils 0.02°, Glasträger, Quarz als Eichsubstanz.

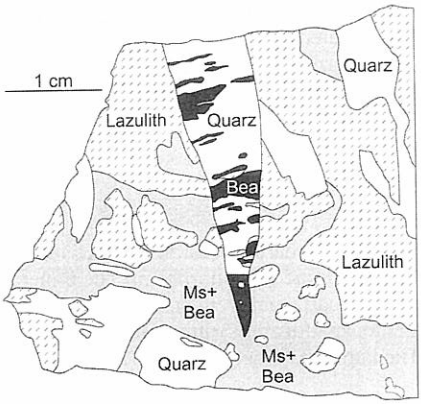

Abb. 1

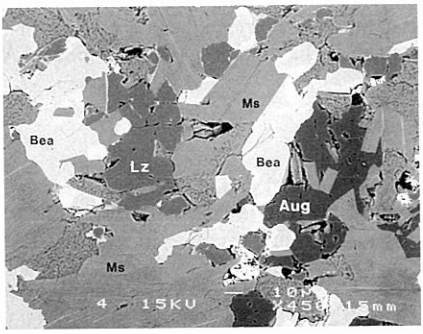

Abb. 2

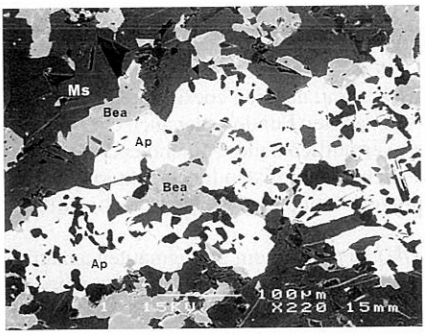

Abb. 3

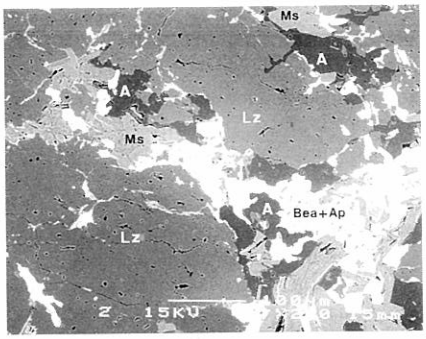

Abb. 4

Abb. 1: Skizze eines polierten, bearthitführenden Handstückes vom Lazulithfundpunkt am Rotriegel.
Abb. 2: Muskovit (Ms), Bearthit (Bea), Lazulith (Lz) und Augelit (Aug) in enger Verwachsung in einem muskovitreichen Aggregat. BSE-Bild, Bildbreite 0.25 mm.
Abb. 3: Apatitpoikiloblasten (Ap) in einer Grundmasse von Muskovit (Ms) und Bearthit (Bea). Einschlüsse im Apatit bestehen vor allem aus Lazulith. BSE-Bild, Bildbreite 0.51 mm.
Abb. 4: Muskovit (Ms), Augelit (A), Bearthit und Apatit (Bea+Ap) verdrängen primären Lazulith (Lz) entlang von Rissen. BSE-Bild, Bildbreite 0.56 mm.

Probenbeschreibung und Paragenese

Der untersuchte Block enthält ca. 5 Vol% hellgrünen Lazulith in unregelmäßig verteilten, bis 5 cm großen Nestern im Quarz. Reste von Nebengestein konnten am Block nicht festgestellt werden. In einer lazulithreichen Partie ist eine bis zu 8 mm breite, mit Quarz, dunkelgelbem Bearthit und grünblauem Lazulith gefüllte Ader zu erkennen (Abb. 1). Die Ader durchschlägt mit scharfen Grenzen Quarz, Lazulith sowie hellbeige, muskovitreiche Aggregate und keilt an einem Ende aus. Ihre ursprüngliche Länge ist nicht bekannt. Lazulith und besonders Bearthit bilden mehr oder weniger senkrecht zur Begrenzung der Ader orientierte Kristalle in der Quarzfüllung.

Die licht- und rasterelektronenmikroskopische Untersuchung zeigt, daß die hellbeigen, muskovitreichen Aggregate aus einem innig miteinander verwachsenen Gemenge von hauptsächlich Muskovit und Bearthit aufgebaut sind. Daneben finden sich in geringerer Menge Lazulith, Apatit und Augelit (Abb. 2, 3). Die Korngröße der Minerale erreicht 0.2 mm, Bearthitaggregate und Apatitpoikiloblasten werden bis zu 1 mm groß (Abb. 3). Quarz ist nur am Kontakt zu den quarzreichen Partien an der Paragenese beteiligt. Hier findet sich an einer Stelle auch Kyanit in bis zu 0.2 mm großen Stengeln. Alle Minerale sind in der Regel xenomorph ausgebildet. Die Muskovit-Bearthit-Augelit-Apatit Paragenese verdrängt die primären, bis zu 5 mm großen Lazulithkristalle, die noch Pretulit als Einschlüsse enthalten, randlich und entlang von Rissen (Abb. 4). Der Lazulith in den muskovitreichen Aggregaten scheint ein rekristallisiertes Verdrängungsrelikt darzustellen.

Der Bearthit in der quarzreichen Ader ist xenomorph bis idiomorph entwickelt und bildet bis 1 mm lange Kristalle, die Aggregate bis zu 5 mm Länge aufbauen (Abb. 5). Lazulith ist meist hypidiomorph und etwa gleich groß wie Bearthit, Quarz zeigt ein granoblastisches Gefüge.

Untergeordnet finden sich in der gesamten Probe vor allem an Korngrenzen und in Rissen winzige Körner und dünne Äderchen von Crandallit-Goyazit Mischkristallen und selten Apatit. Diese Phasen verdrängen Lazulith und Bearthit und stellen die jüngsten Bildungen dar.

Vereinfachte Abfolge der Mineralbildung:

1. Altbestand:	Lazulith + Quarz + Pretulit
2. muskovitreiche Aggregate:	Muskovit + Bearthit + Lazulith + Apatit + Augelit ± Quarz ± Kyanit
3. quarzreiche Ader:	Quarz + Bearthit + Lazulith
4. Sekundärmineralien:	Crandallit-Goyazit ± Apatit

Mineralchemie

Sowohl der Bearthit in den muskovitreichen Aggregaten als auch der in der quarzreichen Ader weisen eine Zusammensetzung nahe der Idealformel auf, mit einem geringen Ersatz von Ca durch Sr (Tab. 1). Weitere Elemente als die in der Tabelle angeführten konnten nicht nachgewiesen werden (Nachweisgrenzen 0.05-0.2 Gew%), auch konnte kein Fluor detektiert werden. Anhand der BSE-Bilder ist erkennbar, daß Bearthit chemisch inhomogen ist. Die Ränder sind normalerweise Sr-reicher als die Kerne, häufig ist aber auch ein fleckiger Zonarbau zu beobachten (Abb. 5, 6). Die Bearthitkomponente Ca/(Ca+Sr) schwankt für den Bearthit in den muskovitreichen Aggregaten zwischen 85 und 97 mol% und für den Bearthit in der Ader zwischen 84 und 95 mol%.

Alle Lazulithtypen der untersuchten Probe enthalten 5-7 mol% Scorzalithkomponente. Bei den großen Apatitpoikiloblasten handelt es sich nach semiquantitativen Analysen um fluorreiche und chlorhaltige Apatite.

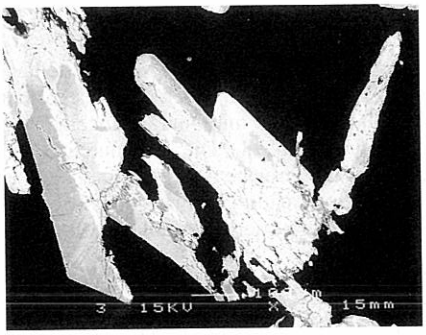

Abb. 5

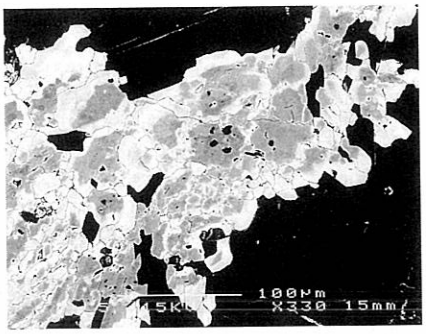

Abb. 6

Abb. 5: Xenomorphe bis idiomorphe Bearthitkristalle in der quarzreichen Ader. Die meisten Kristalle zeigen einen fleckigen Zonarbau, helle Bereiche sind Sr-reicher als dunkle. BSE-Bild, Bildbreite 0.91 mm.

Abb. 6: Stark zonierter, überwiegend xenomorpher Bearthit in einem muskovitreichen Aggregat. Die hellen Ränder sind Sr-reicher als die Kerne. BSE-Bild, Bildbreite 0.34 mm

Tabelle 1.
Quantitative EDX-Analysen (Gew.%) des Bearthits vom Rotriegel.

	In den muskovitreichen Aggregaten			In der quarzreichen Ader		
P_2O_5	44.65	43.13	43.20	44.84	43.48	42.86
Al_2O_3	16.07	15.50	15.31	16.12	15.47	15.33
CaO	34.14	31.05	28.84	32.99	30.64	29.25
SrO	2.15	6.58	9.31	3.58	7.18	8.53
Σ	97.01	96.26	96.66	97.53	96.77	95.97
	Mineralformeln bezogen auf P = 4					
P	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Al	2.00	2.00	1.97	2.00	1.98	1.99
Ca	3.87	3.65	3.38	3.73	3.57	3.46
Sr	0.13	0.42	0.59	0.22	0.45	0.55
Σ	10.00	10.07	9.94	9.95	10.00	10.00
*$(OH)^-$	2.00	2.14	1.85	1.90	1.98	1.99
Ca/(Ca+Sr)	0.967	0.897	0.851	0.943	0.888	0.863

*berechnet aus der Ladungsbilanz

Röntgenographische Daten

Röntgenpulverdiffraktometerdaten des Bearthits aus der quarzreichen Ader sind in Tab. 2 aufgelistet. Bearthit konnte nicht rein gewonnen werden, deshalb sind einige Reflexe durch Quarzreflexe überlagert. Die Indizierung erfolgte nach den Angaben in CHOPIN et al. (1993). Die Übereinstimmung mit den aus der Kristallstruktur berechneten Pulverdiffraktomerterdaten ist zufriedenstellend (CHOPIN et al., 1993). Die mittels der Methode der Kleinsten Quadrate aus 16 Reflexen berechneten Gitterkonstanten sind in Tab. 2 angeführt.

Tabelle 2.
Indizierte Röntgenpulverdiffraktometerdaten des Bearthits vom Rotriegel (CuKα-Strahlung, Quarzeichung). Die mit * gekennzeichneten Reflexe wurden für die Berechnung der Gitterkonstanten herangezogen.

	Bearthit Rotriegel			Bearthit Monte Rosa+	
hkl	d_{obs}	d_{calc}	I/I_1	d_{calc}	I/I_1
100	6.681	6.679	3	6.68	3
$\bar{1}01$*	6.393	6.395	6	6.38	3
011	4.567	4.566	1	4.58	22
110*	4.329	4.329	5	4.35	8
$\bar{1}11$	Quarz	4.249		4.27	14
$\bar{1}02$	4.071	4.064	2	4.05	2
002	3.829	3.833	2	3.82	2
$\bar{2}01$*	3.610	3.610	5	3.61	2
111*	3.423	3.423	9	3.43	1
200	3.322	3.339	20	3.34	10
012	3.180	3.178	3	3.18	<1
$\bar{2}11$*	3.048	3.048	100	3.05	100
102	2.8803	2.8814	3	2.872	2
020	2.8434	2.8426	16	2.867	61
$\bar{2}12$	2.7858	2.7868	8	2.789	13
$\bar{1}03$*	2.7666	2.7666	23	2.754	27
201*	2.7051	2.7053	7	2.702	6
021*	2.6661	2.6652	5	2.684	11
120	2.6152	2.6155	4	2.634	21
$\bar{1}21$	2.5981	2.5975	5	2.615	5
112	2.5700	2.5701	44	2.568	39
$\bar{1}13$	2.4902	2.4877	2	2.483	3
211*	2.4423	2.4428	11	2.444	19
121*	2.3695	2.3691	7	2.381	8
$\bar{2}13$*	2.3315	2.3319	8	2.329	13
300	2.2253	2.2264	3	2.226	2
$\bar{3}11$	2.2092	2.2099	3	2.213	6
$\bar{3}12$	2.1769	2.1776	3	2.179	2
220*	2.1650	2.1646	24	2.175	5
202	2.1434	2.1435	3	2.139	2
$\bar{3}03$	Quarz	2.1315		2.128	2
310	2.0728	2.0731	2	2.075	1
$\bar{2}04$	2.0317	2.0322	5	2.024	7
$\bar{1}23$	1.9826	1.9826	11	1.986	12
301	1.9473	1.9474	6	1.946	4
$\bar{1}14$	1.9400	1.9399	3	1.934	5
004		1.9164		1.908	2
}	1.9132		2		
$\bar{2}14$		1.9137		1.909	1
$\bar{3}21$	1.8331	1.8331	3	1.840	1
$\bar{4}02$*	1.8049	1.8051	22	1.805	7
$\bar{3}14$*	1.7537	1.7535	7	1.751	6
$\bar{4}03$		1.7353		1.734	4
}	1.7345		9		
203		1.7337		1.729	1
$\bar{3}23$		1.7053		1.709	4
}	1.7048		3		
123		1.7043		1.705	3
$\bar{2}31$	1.6777	1.6779	5	1.689	6
$\bar{1}24$		1.6700		1.670	4
}	1.6706		11		
400		1.6698		1.670	4
$\bar{2}32$	1.6307	1.6302	1	1.640	1
321*	1.6068	1.6065	14	1.610	12
132*	1.5830	1.5833	8	1.591	7
	a = 7.232(2) Å b = 5.685(2) Å c = 8.300(4) Å β = 112.55(3)° V = 315.2 Å^3 Z = 2			a = 7.231(3) Å b = 5.734(2) Å c = 8.263(4) Å β = 112.57(8)° V = 316.4 Å^3 Z = 2	

+Aus der Kristallstruktur berechnete Röntgenpulverdiffraktometerdaten (CHOPIN et al., 1993). Quarz: Überlagerung mit Quarzreflex

Überlegungen zur Genese

Der hier untersuchte lazulithführende Quarzblock gehört den im Gebiet südlich des Mürztales verbreiteten Lazulithvorkommen in den Phylliten und Glimmerschiefern des Grobgneiskomplexes an. Eine Zusammenstellung von Lazulithfundorten in diesem Bereich geben BERL (1996) und BERNHARD et al. (1998). Die Lazulith-Quarz Gänge im Grobgneiskomplex sind von der alpidischen Metamorphose erfaßt worden (BERNHARD et al., 1998). Aus der Paragenese Muskovit + Chlorit + Quarz ± Albit ± Chloritoid ± Epidot ± Granat ± Biotit in den metapelitischen Nebengesteinen sowie dem Vorkommen von Kyanit als metamorphe Neubildung in den Lazulith-Quarz Gängen kann auf alpidische Metamorphosebedingungen von 450-500° C bei Drucken ≥ 4 kbar geschlossen werden. Die bearthitführenden, muskovitreichen Aggregate verdrängen den primären Lazulith und werden selbst von der bearthitführenden, quarzreichen Ader durchschlagen. Beide Bearthittypen sind daher wahrscheinlich während der alpidischen Überprägung gebildet worden.

Obwohl Bearthit zuerst aus hochdruckmetamorphen Gesteinen beschrieben wurde, zeigten experimentelle Untersuchungen, daß Bearthit zumindest im Bereich von 0.5 bis 24 kbar eine stabile Phase darstellt und daher kein Indexmineral für Hochdruckmetamorphose ist (BRUNET und CHOPIN, 1995). Auch bezüglich der Temperatur ist ein weites Stabilitätsfeld gegeben. Bearthit und Quarz reagieren bei geologisch relevanten Drucken erst über 500°C zu Hydroxylapatit, Berlinit, Aluminiumsilikat und Wasser. Die Stabilität von Bearthit zu niedrigen Temperaturen wurde noch nicht experimentell untersucht. Sein relativ seltenes Auftreten wird auf einen nur in Ausnahmefällen vorhandenen, geeigneten Gesteinschemismus zurückgeführt. Es bestehen 2 Möglichkeiten (BRUNET und CHOPIN, 1995):

1. Bearthit kann sich in Gesteinen mit normalem P-Gehalt bilden, wenn der Ca-Gehalt zu niedrig ist, um den gesamten Phosphor in Apatit zu binden. Dies ist beim Vorkommen im Dora-Maira Massiv der Fall.

2. Bearthit kann sich aber auch in sehr P-reichen Systemen bilden, wie es für die Vorkommen im Monte Rosa Massiv und am Pfitscher Joch der Fall ist.

Der Bearthit vom Rotriegel ist in die Gruppe 2 zu stellen.

Dank

Ich danke Herrn Dipl.-Ing. Robert BERL für die bereitwillige Bekanntgabe des Lazulithfundpunktes am Rotriegel und Herrn Dr. Walter POSTL für die Durchsicht des Manuskripts. Herr Univ.-Doz. Dr. Franz WALTER stellte mir dankenswerterweise sein Programm für die Berechnung der Gitterkonstanten zur Verfügung.

Literatur

BEARTH, P. (1952): Geologie und Petrographie des Monte Rosa. - Beitr. geol. Karte d. Schweiz, n.F., no. 96; Kümmerly & Frey AG, Bern (nicht gesehen, aus CHOPIN et al., 1993).

BERL, R. (1996): Lazulith in Österreich, Teil 1. Bemerkungen zu einigen Lazulithfundstellen von Niederösterreich und Steiermark. - Der Steirische Mineralog, 10, 5-14.

BERNHARD, F., WALTER, F., ETTINGER, K., TAUCHER, J. und MEREITER, K. (1998): Pretulite, $ScPO_4$, a new scandium mineral from the Styrian and Lower Austrian lazulite occurrences, Austria. - American Mineralogist, 83, 625-630.

BRUNET, F. und CHOPIN, Ch. (1995): Bearthite, $Ca_2Al(PO_4)_2(OH)$: stability, thermodynamic properties and phase relations. - Contributions to Mineralogy and Petrology, 121, 258-266.

CHOPIN, Ch., BRUNET, F., GEBERT, W., MEDENBACH, O. und TILLMANNS, E. (1993): Bearthit, $Ca_2Al(PO_4)_2(OH)$, a new mineral from high-pressure terranes of the western Alps. - Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 73, 1-9.

MOORE, P.B., IRVING, A.J. und KAMPF, A.R. (1975): Foggite, $CaAl(OH)_2(H_2O)(PO_4)$; goedkenite, $(Sr,Ca)_2Al(OH)(PO_4)_2$; and samuelsonite, $(Ca,Ba)Fe_2Mn_2Ca_8Al_2(OH)_2(PO_4)_{10}$: three new species from the Palermo No. 1 Pegmatite, North Groton, New Hampshire. - American Mineralogist, 60, 957-964.

MORTEANI, G. und ACKERMAND, D. (1996): Aluminium phosphates in muscovite-kyanite metaquartzites from Passo di Vizze (Alto Adige, NE Italy). - European Journal of Mineralogy, 8, 853-869.

Anschrift des Verfassers:
Mag. Franz BERNHARD
Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie, Karl-Franzens-Universität Graz
Universitätsplatz 2, A-8010 Graz

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Abteilung für Mineralogie am Landesmuseum Joanneum

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: 62-63

Autor(en)/Author(s): Bernhard Franz

Artikel/Article: Paragenetische, mineralchemische und röntgenographische Daten von Bearthit vom Lazulithfundpunkt am Rotriegel, Freßnitzgraben bei Krieglach, Fischbacher Alpen, Steiermark 49-54