

## Hannebachit aus dem Steinbruch am Stradner Kogel bei Wilhelmsdorf, Steiermark – erster Nachweis eines Sulfits in Österreich

Walter POSTL, Franz BERNHARD und Hans-Peter BOJAR

**Zusammenfassung:** Über den erstmaligen Nachweis von Hannebachit,  $\text{CaSO}_3 \cdot 0.5 \text{H}_2\text{O}$ , im Häüyn-Nephelinit des Stradner Kogels, oststeirisches Vulkangebiet, wird berichtet. Hannebachit bildet farblose bis weiße, dünnblättrige Aggregate, welche kleine Hohlräume ausfüllen. Seltener sind Gruppen mit frei entwickelten, lattigen bis lanzettartigen Kristallen. Begleiter sind Phillipsit-K, Calcit und Motukoreaite sowie untergeordnet Gismondin, Chabasit und Baryt. Die Ergebnisse röntgenographischer und IR-spektroskopischer Untersuchungen sowie die chemische Zusammensetzung an Hand von REM-EDS-Analysen werden vorgestellt.

**Abstract:** Stradner Kogel near Wilhelmsdorf is the first reported occurrence for hannebachite  $\text{CaSO}_3 \cdot 0.5 \text{H}_2\text{O}$  in the Styrian Volcanic area. Hannebachite forms colourless to white, thin tabular aggregates in small cavities of the häüyn-nephelinite. Singular lath-like crystals are rare. Hannebachite is in paragenesis with phillipsite-K, calcite and motukoreaite as well as gismondine, chabazite and barite. The results of X-ray, FTIR and SEM-EDX analyses are given.

**Key Words:** Hannebachit, Sulfite, Stradner Kogel, Steirisches Vulkangebiet

### 1. Einleitung

Innerhalb der Mineralsystematik gibt es die Gruppe der Sulfite erst seit etwa zwei Jahrzehnten. Auf Grund ihrer ausgefallenen Bildungs- bzw. Stabilitätsbedingungen sind Sulfite - Salze der Schwefeligen Säure - in der Natur äußerst selten. Dies ist sicherlich auch ein Grund, weshalb Sulfit-Mineralen erst so spät entdeckt worden sind. Bislang kennt man nur einige wenige Vertreter und zwar Hannebachit  $\text{CaSO}_3 \cdot 0.5 \text{H}_2\text{O}$ , Orschallit  $\text{Ca}_3(\text{SO}_3)_2(\text{SO}_4) \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ , Scotlandit  $\text{PbSO}_3$  und Gravegliait  $\text{Mn}(\text{SO}_3) \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ .

Hannebachit wurde erstmals von HENTSCHEL et al. (1985) aus der Hannebacher Ley, einem nahe Hannebach in der Eifel (Deutschland) befindlichen quartären Vulkanitvorkommen, beschrieben. Dieses erste in der Natur nachgewiesene Calciumsulfid bildet Gruppen lattiger farbloser Kristalle mit starkem Glasglanz in kleinen Hohlräumen eines feinkörnigen Melilith-Nephelin-Leucitits. Begleiter sind Calcit, Aragonit, Gips, Baryt, Coelestin, Thaumazit, Chabasit, Phillipsit, Gismondin, Whewellit und Bitumen.

Neben der Typlokalität Hannebacher Ley, sind unseres Wissens bislang nur sechs weitere Hannebachit-Vorkommen bekannt: die Concordia Hütte bei Esweiler und Hüsten bei Arnsberg (beide Nordrhein-Westfalen, Deutschland), die Uranlagerstätte Ronneburg (Thüringen, Deutschland) Kalem bei Birresborn und die Graulai bei Hillesheim (beide Eifel, Rheinland-Pfalz, Deutschland), sowie Skalny, Polen (BAUMGÄRTL & CRUSE, 2007; HENTSCHEL et al., 1985; KRUSZEWSKI 2005; WEIB, 1990; WITZKE et al., 1998).

Mit dem Fund von Hannebachit im oststeirischen Vulkangebiet, über den POSTL & BERNHARD in NIEDERMAYR et al. (2005) kurz berichteten, kommt nun weltweit ein weiteres Vorkommen hinzu. Innerhalb Österreichs ist dies der erste Nachweis eines Sulfid-Minerals.

## 2. Auftreten und Beschreibung der Proben

Der sensationelle Fund von Hannebachit glückte im Juni 2004 Herrn Walter TRATTNER (Bad Waltersdorf) in dem an der Westseite des Stradner Kogels, nahe Wilhelmsdorf, gelegenen Steinbruch. Am Stradner Kogel, knapp südlich von Bad Gleichenberg, befindet sich eine in Nord-Süd-Richtung gestreckte, etwa 8 km lange und bis knapp über 80 m mächtige Lavadecke, die i. W. aus Häüyn-Nephelinit aufgebaut wird.

In den Blasen Hohlräumen des Vulkanits bzw. von mehr oder minder stark veränderten Xenolithen konnten bislang eine große Anzahl an z. T. sehr seltenen Mineralen nachgewiesen werden, u.a. Motukoreait (ALKER et al., 1978 bzw. BRYNER et al., 1991) oder Willhendersonit (WALTER & POSTL, 1984). Der Steinbruch am Stradner Kogel ist seit kurzem auch die Typlokalität für die 2002 von der IMA anerkannte neue Mineralart Trattnerit (POSTL et al., 2004).

Proben mit Hannebachit sind seit dem Sommer 2004 von Walter TRATTNER, Werner KOGLER (beide Bad Waltersdorf) und Simon KADISCH (Bergl) mehrfach in der untersten Etage des Steinbruches aufgesammelt worden. Zum einen sind es bis einige cm messende weiße, blättrig aufgebaute Aggregate mit Seiden- bis Perlmutterglanz, die meist gänzlich kleinere, flache Hohlräume ausfüllen. Im direkten Kontaktbereich zum relativ dichten Gestein befinden sich Hohlräume mit Auskleidungen von Phillipsit-K, in manchen kommen Gismondin und Calcit hinzu.

Die erste Vermutung ging in Richtung Baryt, da Baryt in ähnlicher Ausbildung in Blasen Hohlräumen des Vulkanits vom Stradner Kogel keine Seltenheit darstellt. Wie sich erst jüngst herausstellte, war eine von Walter TRATTNER bereits im Jahre 1984 aufgesammelte Hannebachit-Probe vermutlich deswegen damals nicht näher untersucht worden. Neben diesen, auf Grund des Platzmangels kristallographisch schlecht begrenzten Hannebachit-Aggregaten (Abb. 1), sind auch einige Proben vorgelegt worden, die Gruppen von Hannebachitkristallen zeigen, bei denen einzelne gut begrenzte Kristallenden in kleine Hohlräume ragen. Die farblosen, sehr dünnen, lattig bis lanzettartig entwickelten Einzelindividuen (Abb. 2 & 3) zeigen Begrenzungen, wie sie auch vom Typenmaterial aus der Hannebacher Ley von HENTSCHEL et al. (1985) beschrieben worden sind. An Formen ist  $\{001\}$  dominant, meist gelängt nach  $[010]$ . Weiters ist noch  $\{101\}$  ansprechbar. Parallel  $(001)$  besteht sehr gute Spaltbarkeit.



Abb. 1: Hannebachit auf Calcit (graue Kugeln) und Phillipsit-K (weiße Kristallrasen), Wilhelmsdorf, Bildbreite:

Im Jahre 2006 und schließlich auch im Mai 2007 sind in der untersten Steinbruchetage abermals Funde von Hannebachit gemacht worden, die ein besseres Gesamtbild über die Paragenese erlauben. Die bisher beobachtete Mineralgesellschaft in den Hannebachit führenden Blasen Hohlräumen bzw. Spaltenfüllungen mit Phillipsit-K und fallweise Calcit sowie etwas Gismondin kann nun um die seit langem von diesem Vorkommen bekannten Sulfate Motukoreait und Baryt, sowie um Chabasit erweitert werden. Während Baryt in Form stängeliger Kristalle nur als Seltenheit an zwei Proben beobachtet werden kann, ist

Motukoreait in typischen rosettenartigen Aggregaten weit verbreitet. Die Abfolge ist:

(Baryt)→Phillipsit-K+Gismondin→Calcit+Tonmineral→Motukoreait→Hannebachit.

An einer im Mai 2007 aufgesammelten Probe, auf der sich mehrere flache Blasen Hohlräume befinden, konnte außerdem noch Gips festgestellt werden. Allerdings ist jener Hohlraum, der mit pulvrigem, weißen Motukoreait ausgekleidet und von einem klaren Gipskristall ausgefüllt wird, einige cm von jenen Hohlräumen entfernt, die Hannebachit führen. Bei einer Probe konnte auch ein kleines Sulfidkorn – von den sechsseitigen Umrissen ausgehend wahrscheinlich Pyrrhotin – entdeckt werden. An dieser Stelle sei auch vermerkt, dass zeitgleich zum jüngsten Fund im Mai 2007 in geringem Abstand zur Hannebachit-Fundstelle einige Proben mit Blasen Hohlräumen aufgesammelt werden konnten, in denen sich bis cm-große, farblose Gipskristalle befinden. In einem Fall ist in einem Gipskristall ein tafeliger Barytkristall eingeschlossen.

### 3. Analysendaten

#### 3.1. Röntgenpulverdiffraktometrie

Hannebachit wurde in einem Achatmörser gepulvert und auf einem Silizium-Einkristallträger mittels Alkohol montiert. Das Pulver wurde in einem Siemens D500 Pulverdiffraktometer analysiert. Die Messbedingungen waren: Cu-K $\alpha$ , Schrittweite 0.02°, Messzeit 20 s/Schritt, 40 kV, 35 mA. Die Daten wurden mittels der Software Diffrac<sup>Plus</sup> ausgewertet und mit Topas (beide Bruker-AXS) Rietveld-verfeinert.

Auffallend am Pulverdiffraktogramm ist die starke Peakverbreiterung aller (11l)-Peaks: ((111)/4.80 Å, (112)/3.79 Å und (113)/2.97 Å). Die Halbwertsbreite von (112) beträgt z. B. 1.06°. Diese Verbreiterung der Peaks könnte auf den Mahlvorgang im Achatmörser zurückzuführen sein.

Die Zelldaten wurden in der Raumgruppe Pbn<sub>a</sub> errechnet: a = 6.471(2) Å, b = 9.772(3) Å, c = 10.681(2) Å, V = 675.5(3) Å<sup>3</sup>. Die berechneten und gemessenen d-Werte werden in Tabelle 1 angegeben. Eng aneinander liegende (hkl)-Werte welche im gemessenen Diagramm nicht getrennt werden können, werden als eine Peaklage angegeben.



*Abb. 2:* Hannebachit neben Motukoreait (kugelige Aggregate) mit Endflächen-begrenzung. Typisch sind der paketierte Aufbau und perlmuttartige Glanz. Bildbreite: 18 mm.



*Abb. 3:* Hannebachit neben Motukoreait (kugelige Aggregate). Lattig bis lanzettartig ausgebildeter Einzelkristall. Bildbreite: 12 mm.

Tab. 1: Berechnete und beobachtete Röntgenpulverdaten von Hannebachit.  
 $a = 6.471(2) \text{ \AA}$ ,  $b = 9.772(3) \text{ \AA}$ ,  $c = 10.681(2) \text{ \AA}$ ,  $V = 675.5(3) \text{ \AA}^3$ . Die mit einem \* gekennzeichneten (hkl)-Werte zeigen eine auffallende Peakverbreiterung.

hkl	$d_{\text{calc}}$	$d_{\text{obs}}$	$I_{\text{obs}}$
101	5.54	5.55	73
002	5.34	5.34	35
020	4.89	-	-
111*	4.81	4.80	3
112*	3.796	3.79	16
200	3.236	3.24	5
122	3.149	3.16	100
103	3.120	3.13	8
210	3.071	3.08	17
113/211*	2.972/2.952	2.97	7
023	2.878	2.88	6
131	2.807	2.81	13
212/004	2.670/2.663	2.67	39
221	2.616	2.62	98
040	2.443	2.45	11
222	2.408	-	-
114	2.393	-	-
041	2.382	-	-
133	2.253	-	-
141	2.235	2.24	8
124	2.203	2.20	11
223	2.150	2.15	9
301/232/142	2.114/2.109/2.101	2.12	23
204	2.060	2.06	20
043	2.014	-	-
312/025/240	1.960/1.957/1.950	1.95	30
233/143/241	1.929/1.923/1.918	1.93	4
303	1.845	1.85	65
313	1.813	-	-
044	1.803	1.80	11
006/331	1.780/1.774	1.78	7
215	1.754	1.76	11
225/026	1.675/1.673	1.68	20
126/400	1.619/1.618	1.62	12
341/252/410	1.599/1.596/1.596	1.60	8
324	1.587	1.58	3
421	1.520	1.52	11
226/107/063	1.486/1.485/1.481	1.49	2
343	1.472	1.47	4
430	1.449	1.45	2
423	1.410	1.41	3

### 3.2. FTIR

Hannebachit wurde mit einem Perkin-Elmer Paragon 500 FTIR Instrument untersucht (KBr-Methode, Pressling mit 13 mm Durchmesser). Aufgenommen wurde ein Spektrum im Wellenzahlbereich von 4400 bis 450  $\text{cm}^{-1}$ .

Das Spektrum (Abb. 4) entspricht im wesentlichen den Diagrammen von synthetischem  $\text{CaSO}_3 \cdot 0.5 \text{H}_2\text{O}$  (SCHRÖPFER, 1973), bzw. von Hannebachit (HENTSCHEL et al., 1985). Dominiert wird das Spektrum von den  $\nu_1$ ,  $\nu_3$ -Banden (symmetrische Streckschwingung, asymmetrische Streckschwingung, um  $950 \text{ cm}^{-1}$ ), und den  $\nu_2$ -,  $\nu_4$ -Banden (symmetrische Knickschwingung, asymmetrische Knickschwingung, bei 489 bis  $651 \text{ cm}^{-1}$ ) der  $\text{SO}_3$ -Gruppe und den Streck- und Knickschwingungen der  $\text{H}_2\text{O}$ -Gruppe um  $3390$  und  $1628 \text{ cm}^{-1}$ . Zusätzlich treten noch zwei starke Banden bei  $1488$  und  $1427 \text{ cm}^{-1}$  auf, welche auch charakteristisch für synthetischen „Hannebachit“ sind.

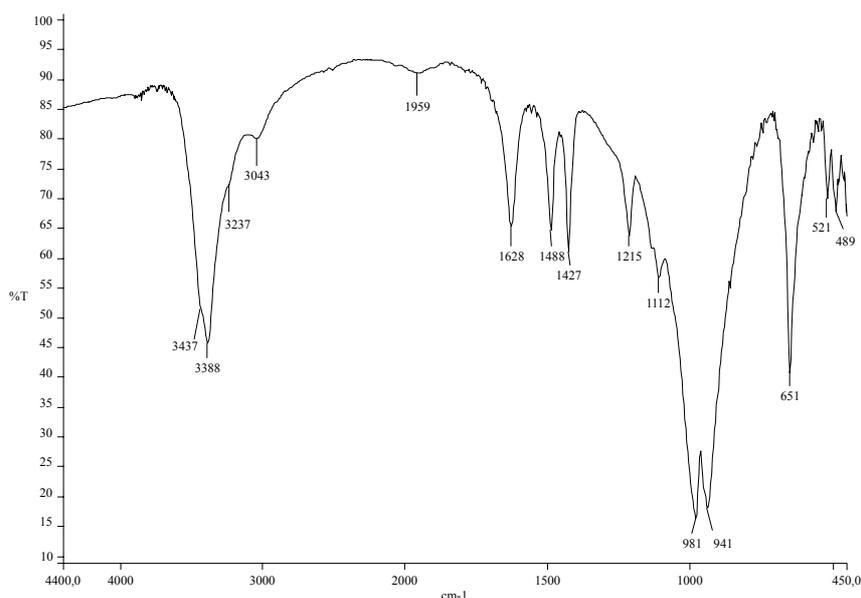


Abb. 4: FTIR-Aufnahme von Hannebachit, Wilhelmsdorf, KBr-Pressling.

### 3.3. Chemismus

Die chemische Zusammensetzung von Hannebachit und Phillipsit-K wurde durch quantitative REM-EDS-Analysen ermittelt. Es kam ein Gerät des Typs JEOL JSM-

6310 mit energiedispersivem Analysensystem Oxford Link Isis zum Einsatz. Analysenbedingungen waren: 5 nA Strahlstrom, 15 kV Beschleunigungsspannung, 100 s Zählzeit. Die verwendeten Standards waren Jadeit für Na; Granat für Mg, Fe; Adular für Al, Si, K; Anhydrit für S; Rhodonit für Mn; Coelestin für Sr; Baryt für Ba. Calcium wurde für die Messung von Hannebachit und Gips auf Anhydrit standardisiert, für die Messung von Phillipsit auf Titanit.

### Hannebachit

Es wurden sowohl Messungen auf horizontal orientierten, frischen Spaltblättchen als auch auf schräg zur Spaltbarkeit hergestellten polierten Anschliffen durchgeführt. Die Ergebnisse waren nicht unterscheidbar. Sowohl der Hannebachit als auch die zum Vergleich mitanalysierten Gips-Spaltblättchen sind unter dem Elektronenstrahl instabil, selbst bei einer Größe des Messrasters von ca.  $20 \times 15 \mu\text{m}$ , wobei der Hannebachit noch instabiler als der Gips erscheint. Diese Instabilität könnte die Ursache für die zu niedrige Analysensumme des Hannebachits und die leicht vom Verhältnis  $\text{Ca} : \text{S} = 1 : 1$  abweichende Zusammensetzung sein (Tabelle 2). Eine Verkleinerung des Messrasters führte zu einer noch stärkeren Abweichung von der Idealzusammensetzung mit immer höheren Ca/S-Verhältnissen.

Tab. 2: Quantitative REM-EDS-Analysen von Hannebachit aus dem Steinbruch am Stradner Kogel bei Wilhelmsdorf, Steiermark. Größe des Messrasters ca.  $20 \times 15 \mu\text{m}$ .

n = 9	Mittelwert	$\pm 1 \sigma$	min-max
Gew.-%			
SO <sub>2</sub>	48.11	0.52	47.54-49.11
CaO	42.85	0.32	42.30-43.33
Total	90.96 (theor.: 93.39)		
S + Ca = 2			
S	0.991		
Ca	1.009		
n: Anzahl der Analysen			

### Gips

Der Gips zeigt die gleiche Abweichung von der stöchiometrischen Zusammensetzung wie der Hannebachit, interessanterweise aber eine leicht erhöhte Analysensumme (Tabelle 3).

Calcium und Schwefel waren die beiden einzigen Elemente mit  $Z > 10$ , die in den analysierten Hannebachit- und Gipsproben nachgewiesen werden konnten. Für Na lag die Messgrenze bei 0.3 Gew. %, für Mg, Al, Si, P, Ti, Mn, Fe, Sr, Ba bei 0.2 Gew. %, für K bei 0.1 Gew. %.

Tab. 3: Quantitative REM-EDS-Analysen von Gips von Reinhardsbrunn bei Gotha, Thüringen.

n = 6	Mittelwert	$\pm 1 \sigma$	min-max
Gew.-%			
SO <sub>3</sub>	46.51	0.72	45.64-47.65
CaO	33.23	0.37	32.79-33.64
Total	79.84 (theor.: 79.09)		

S + Ca = 2

S 0.990

Ca 1.010

n: Anzahl der Analysen

### Phillipsit-K

Die Analysen erfolgten mit einem ca. 7x5 µm großen Messraster auf polierten Anschliffen. Der Phillipsit verhielt sich bei diesen Bedingungen stabil, wofür auch der sehr kleine „balance error“ von 0.4 % spricht. Der analysierte Phillipsit ist chemisch leicht inhomogen mit einem von 1.38 bis 1.77 schwankenden molaren Si/Al-Verhältnis (Mittelwert 1.60). Alle Analysen ergeben  $K > Ca \gg Na$ , es liegt somit Phillipsit-K vor (Tabelle 4).

Weitere Elemente mit  $z > 10$  als die in Tabelle 4 angegebenen konnten nicht festgestellt werden. Die Messgrenze lag für Mg, P, S, Ti, Mn, Fe, Sr, Ba bei 0.2 Gew. %.

Tab. 4: Quantitative REM-EDS Analysen von Phillipsit-K als unmittelbares Matrixmineral von Hannebachit aus dem Steinbruch am Stradner Kogel bei Wilhelmsdorf, Steiermark.

n = 6	Mittelwert	$\pm 1 \sigma$	min-max
Gew.-%			
SiO <sub>2</sub>	45.90	1.85	44.35-48.59
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.39	1.56	23.24-27.27
CaO	7.72	0.58	6.93-8.60
Na <sub>2</sub> O	0.51	0.20	0.25-0.76
K <sub>2</sub> O	8.72	0.56	7.98-9.38
Total	87.24		

O = 32

Si 9.84

Al 6.16

Ca 1.77

Na 0.21

K 2.39

n: Anzahl der Analysen

#### 4. Diskussion

Die Bildung von Hannebachit wird als Zwischenstufe bei der Oxidation von Sulfiden zu Sulfaten interpretiert (HENTSCHEL et al., 1985). Auffällig ist, dass der Hannebachit vornehmlich in relativ dichten Gesteinsbereichen auftritt, die nur wenige kleine Blasen Hohlräume enthalten. Dadurch war es wahrscheinlich möglich, dass sich dieses Sulfid stabil halten konnte. Der dem Steinbruch benachbarte Häyinnephelinit von der Teufelsmühle weist nach POULTIDIS (1981) einen  $\text{SO}_3$ -Gehalte von 0.60 Gew. % auf. Sulfide (Pyrrhotin, Pyrit, Markasit, Sphalerit, Chalkopyrit) sind vor allen in jenen Bereichen häufig, in denen vor allem Ca-reiche Xenolithe beim Kontakt mit der Lava reagierten. In weiterer Folge kam es unter hydrothermalen Bedingungen zur Bildung einer Reihe von Sulfaten (Baryt, Sr-hältigem Baryt, Gips, Motukoreait, Ettringit, Thumasit, Jarosit, Szomolnokit, Rozenit und Melanterit). Die Entstehung von Hannebachit blieb hingegen die Ausnahme.

---

#### Dank

Für die Bereitstellung von Probenmaterial sei Herrn Walter TRATTNER (Bad Waltersdorf) bestens gedankt. Weiters gilt unser Dank dem Institut für Erdwissenschaften der Karl-Franzens-Universität Graz für die Ermöglichung der REM-EDS-Analytik.

#### Literatur

- ALKER, A.; GOLOB, P.; POSTL, W.; WALTINGER, H. (1981): Hydrotalkit, Nordstrandit und Motukoreait vom Stradner Kogel, südlich Gleichenberg, Steiermark. – Mitteilungsblatt Abteilung Mineralogie am Landesmuseum Joanneum, 49, 1-13.
- BAUMGÄRTL, U.; CRUSE, B. (2007): Die Mineralien der Vulkaneifel. – Der Aufschluss, 58 (5-6), 257-400.
- BRYNER, V.; RODGERS, K.A.; COURTNEY, S.F.; POSTL, W. (1991): Motukoreait from Brown's Island, New Zealand, and Stradner Kogel, Austria: a scanning electron microscopic study. – N.Jb.Mineral., 163, 2/3, 291-304.
- HENTSCHEL, G.; TILLMANN, E., HOFMEISTER, W. (1985): Hannebachite, natural calciumsulfite hemihydrate,  $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ . – N.Jb.Mineral., H6, 241-250.
- KRUSZEWSKI, L. (2005): Minerals arising in cause of underground fires of "Skalny" coal mine dump in Laziska, Upper Silesia. - Mag. Thesis (unpublished).
- LUTZ, H.D.; EL SURADI, S., 1976: Zur Kenntnis der Calcium-, Strontium-, Barium-, Blei- und Cadmiumsulfite. Spektroskopische, röntgenographische und thermoanalytische Untersuchungen.- Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, 425, 134-144.
- POSTL, W.; WALTER, F.; HAUZENBERGER, C.; ETTINGER, K.; BOJAR, H.-P. (2004): Trattnerite,  $(\text{Fe,Mg})_2(\text{Mg,Fe})_3[\text{Si}_{12}\text{O}_{30}]$ , a new mineral of the milarite group: mineral data and crystal structure. – European Journal of Mineralogy, 16, 375-380.

- POULTIDIS, H. (1981): Petrologie und Geochemie basaltischer Gesteine des Steirischen Vulkanbogens in Steiermark und Burgenland. – Unveröffentlichte Dissertation Universität Wien.
- SCHRÖPFER, L. (1973): Strukturelle Untersuchung am  $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ . – Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, 401, 1-14.
- WEIB, S. (1990): Atlas der Mineralfundstellen in Deutschland-West. – Verlag C. Weise, München, 320 Seiten.
- WITZKE, T.; RÜGER, H., RÜGER, F. (1998): Die Minerale der Ronneburger und Culmischer Lagerstätten in Thüringen. – Lapis, 23 (7-8), 26-76.

**Anschrift der Verfasser:**

Dr. Walter POSTL  
c/o Landesmuseum Joanneum  
Abteilung Mineralogie  
Raubergasse 10  
A-8010 Graz  
walter.postl@chello.at  
walter.postl@museum-joanneum.at

Mag.Dr. Franz BERNHARD  
Institut für Erdwissenschaften  
Universitätsplatz 2  
8010 Graz  
bernhard11at@yahoo.de

Mag.Dr. Hans-Peter BOJAR  
Landesmuseum Joanneum  
Abteilung Mineralogie  
Raubergasse 10  
A-8010 Graz  
hans-peter.bojar@museum-joanneum.at



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Joanea Mineralogie](#)

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Postl Walter, Bernhard Franz, Bojar Hans-Peter

Artikel/Article: [Hannebachit aus dem Steinbruch am Stradner Kogel bei Wilhelmsdorf, Steiermark - erster Nachweis eines Sulfits in Österreich 115-125](#)