

**EXKURSION E4 AM 27.9.1998**  
**MINPET 98 (PÖRTSCHACH AM WÖRTHERSEE/KÄRNTEN)**

**DIE PEGAMATITE DES MILLSTÄTTER SEE-RÜCKENS**

von

**F. Walter**

Institut für Mineralogie-Kristallographie & Petrologie  
Karl-Franzens-Universität Graz, Universitätsplatz 2, A-8010 Graz

**Topographische Lage**

Der Millstätter See-Rücken bildet eine rund 2 km breite und 13 km lange durch die letzte Eiszeit zu sanften Hügeln geschliffene Barriere zwischen Millstätter See (588 m SH) im Norden und Drautal (ca. 530 m SH) im Süden. Die höchsten Erhebungen sind von West nach Ost der Wolfsberg (804 m SH), der Hochgosch (876 m SH) und der Geißriegel (988 m SH). Der Wasserabfluß des Millstätter Sees erfolgt im Westen über den Seebach in die Lieser, die den See-Rücken von Norden nach Süden in einer Schlucht durchschneidet und an deren Ausgang die Bezirksstadt Spittal/a.d.Drau liegt.

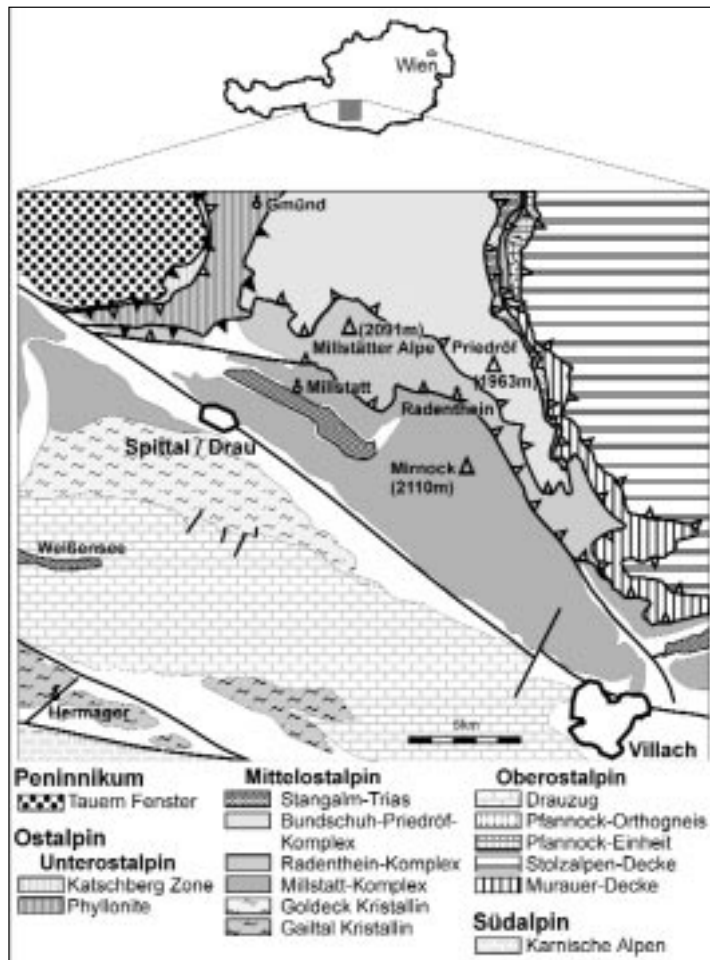
**Geologische Übersicht**

Wie aus der Geologischen Übersichtskarte des Millstätter See-Gebietes (Abb. 1) ersichtlich ist, gehört der Bereich des See-Rückens zum Mittelostalpinen Kristallin, das nach Westen über die Kreuzeckgruppe etc. bis zu den Stubaier Alpen zieht und im Osten durch Sau- und Koralpe vertreten ist. Großtektonisch lagert im Bereich des Millstätter Sees das Mittelostalpine Kristallin im Norden über dem nach Osten abtauchenden Tauern Fenster auf den Unterostalpinen Einheiten (Katschbergzone und Phyllonite). Im Süden treten Oberostalpin in den permomesozoischen Einheiten des Drauzuges und im Osten die Oberostalpinen Einheiten der Murauer- und Stolz-alpen-Decke (Gurktaler Decke) als Begrenzung auf.

Das Kristallin des Millstätter See-Gebietes wird in drei Großkomplexe gegliedert: Die tektonisch tiefste Einheit ist der polymetamorphe Millstatt-Komplex, darüber lagert der durch seine einphasige alpidische Metamorphose charakterisierte Radenthein-Komplex (vergleichbar mit dem Wölzer Kristallin) und im Hangenden der polymetamorphe Bundschuh-Priedröf-Komplex (SCHIMANA, 1986; PISTOTNIK, 1996).

Abb. 1

Geologische Übersichtskarte des Millstätter See-Gebietes nach geologischer Literatur (PISTOTNIK, 1996, und in TEIML, 1996)



### Petrologischer Überblick des Millstatt-Komplexes

Der Millstätter See-Rücken ist Teil des Millstatt-Komplexes (MK) und wird hauptsächlich aus monotonen Zweiglimmerschiefern und -gneisen, Quarziten und darin häufig auftretenden Pegmatiten aufgebaut. Im Südosten des MK im Bereich Weißenstein – Krastal sind mächtige Marmorvorkommen aufgeschlossen, die in großen Steinbrüchen (Gummern) abgebaut werden. Weiters treten Kalksilikat- und Amphibolitlinsen und im Bereich Wollanig auch Eklogite auf. Nach TEIML & HOINKES (1996), bzw. TEIML (1996) wurden die kaledonisch und variszisch überprägten Gesteine des Millstatt-Komplexes alpidisch von einer Hochdruckmetamorphose erfaßt, die im Süden bis zur Eklogit-Fazies reichte. Berechnungen der alpidischen Metamorphosebedingungen ergeben für die Paragneise 6 kbar bei 570° - 620°C. Einige Paragenesen weisen auf ein reliktsch höheres Metamorphoseereignis mit rund 8 kbar und 640° – 680° hin. Die Temperaturen wurden mit den Kationenaustauschthermometern der Phasen Granat, Biotit und Staurolith, sowie mit dem Muskovit-Paragonit Solvusthermometer abgeleitet, die Drucke über Grt + Ms + Pl + Qtz-, Grt + Bt + Ms + Pl- und GASP-Barometer berechnet. Im Norden des MK treten reliktsch Paragonit-führende Amphibolite auf, deren Temperaturhöhepunkt zwischen 550° - 570°C und 6 - 9 kbar liegt. Für die Eklogite im Süden des MK konnten mit 12 - 14 kbar bei 600° - 630°C die höchsten Metamorphosebedingungen berechnet werden.

Die Metakarbonate lieferten über das Calcit-Dolomit-Thermometer Temperaturen zwischen 590° und 630°C. Auffallend sind sowohl lithologische als auch metamorphe Übereinstimmungen mit Ergebnissen aus dem Ötztal-Stubai-Kristallin und der Laaser Serie westlich des Tauernfensters. So ist die Zunahme des Metamorphosegradienten von Norden nach Süden (Epidot-Amphibolit Fazies bis zur Eklogit Fazies) und die Auflagerung von einphasig alpidisch metamorphen Serien für beide Gebiete nachgewiesen.

### **Die Pegmatitvorkommen am Millstätter See-Rücken**

Über die Zusammensetzung und wirtschaftliche Nutzung der Pegmatite des Millstätter See-Rückens berichten LUECKE & UCIK (1986) und UCIK (1995). Die Hauptschieferungsflächen der monotonen Zweiglimmerschiefer und -gneise streichen meist E-W bis SE-NW und fallen N bis NE ein. Die Pegmatite sind überwiegend konkordant in die Gesteinsserien eingebaut, zeigen aber auch durch diskordant zur Hauptschieferung verlaufende Störungsflächen eigenständige Begrenzungen zum Nebengestein.

Die Pegmatite bilden dabei langgestreckte, dickere oder flachgedrückte Linsen bis Lager, wobei die größten Linsen bis über 300 m lang (Vorkommen am Wolfsberg) und mehrere Zehnermeter mächtig sind. Einzelne nur wenige Meter starke Pegmatitlagen können sich fallweise über Hunderte Meter erstrecken. Eine Häufung von Pegmatiten ist am Wolfsberg, Hochgosch und Hahnenkofel sowie im Gebiet N bis E Laas zu erkennen (Abb. 2). Viele Vorkommen, die kartenmäßig nicht dargestellt werden können, sind durch blockartige Aufschlüsse angedeutet (z.B.: Lagerhof).

Auf Feldspat für die keramische Industrie wurden diese Pegmatite bisher an drei Stellen abgebaut:

- ein kleines Vorkommen bei **Lippnik** am Eingang der Lieserschlucht N von Spittal/Drau. Hier wurde ab 1927 bis zur Einstellung im Jahr 1960 ein hauptsächlich untertägig geführter Abbau mit stark schwankenden Fördermengen bis etwa 1900 t Feldspat/Jahr betrieben (Fa. Peter Holzmann);
- am **Wolfsberg** NE von Spittal/Drau liegt das größte meist im Tagbau betriebene Vorkommen, welches von 1954 bis zur Betriebseinstellung 1973 eine Fördermenge von maximal 5000 t Feldspat/Jahr lieferte (Fa. Peter Holzmann);
- bei **Laas** NW von Feistritz/Drau wurden nahe der Anwesen Köfeler und Gramender von 1950 bis 1952 jährlich etwa 800 t Feldspat abgebaut (Dr.Ing.Paul Beyersdorfer).

Der Hauptmineralbestand der Pegmatite wird mit rd. 70 - 80 Gew.% Feldspat, 5 - 25 Gew.% Muskovit und 5-20 Gew.% Quarz angegeben (vgl. LUECKE & UCIK, 1986). Die häufig im m-Bereich stark wechselnde mineralogische Zusammensetzung wurde aus dem Vorkommen am Wolfsberg beschrieben:

Eine feinkörnige, sehr helle Probe enthält ca. 82 % Feldspat und ca. 5 % Muskovit, während eine etwas gröbere, leicht graue Probe nur rd. 70 % Feldspat, aber 25 % Muskovit enthält. In der Muskovit-reichen Probe ist das gesamte Gesteins-Kalium völlig im Muskovit gebunden und als Feldspatphase tritt nur Albit auf, während die Muskovit-arme Probe das Verhältnis Mikroklin : Albit ca. 2 : 1 hat.

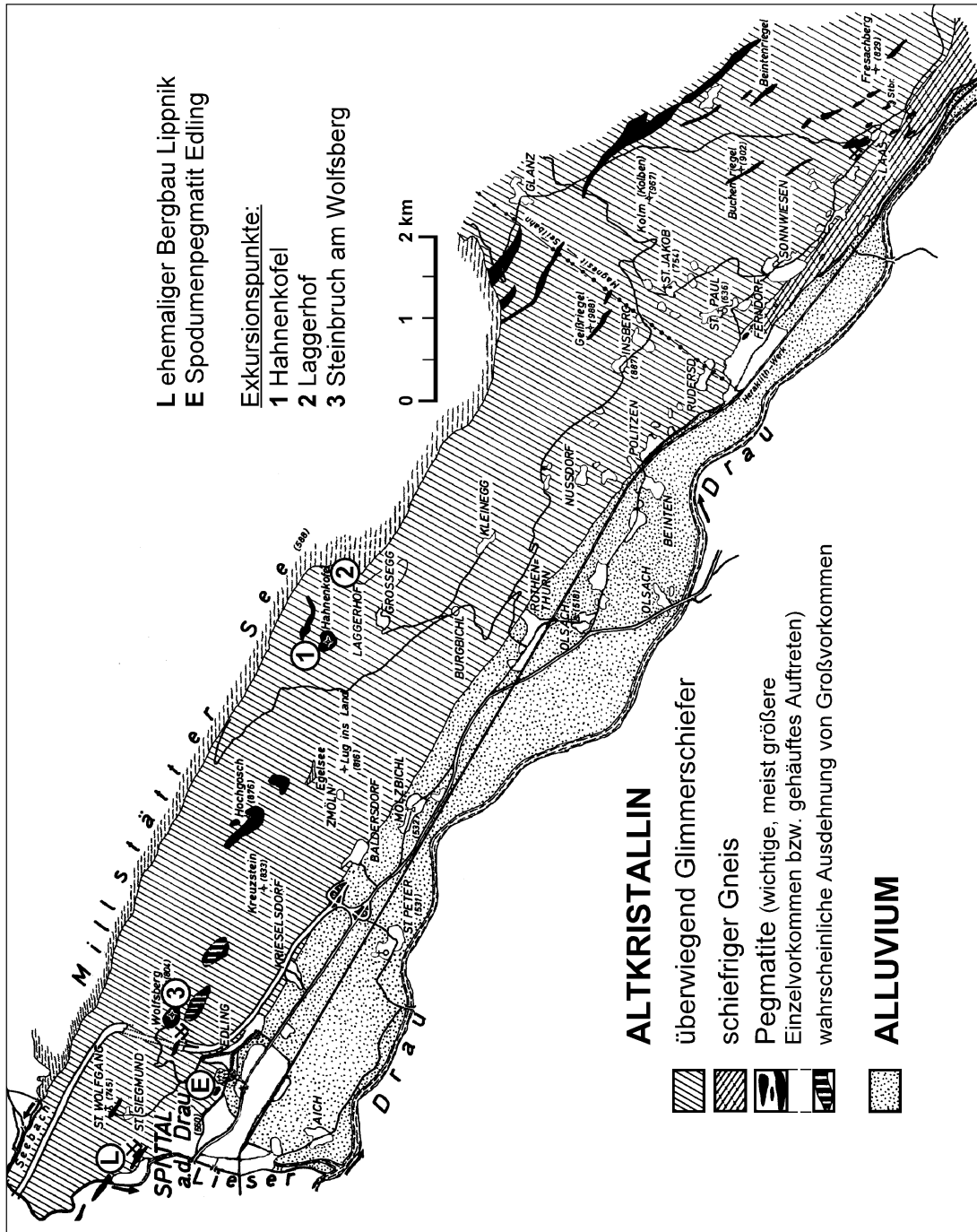


Abb. 2  
 Geologische Lageskizze der Pegmatitvorkommen am Millstätter See-Rücken  
 (nach LUECKE & UCIK, 1986)

Bisher ist nur ein Pegmatitvorkommen, das ein weiteres Hauptmineral beinhaltet, bekannt geworden: Der Spodumenpegmatit von Edling bei Spittal/Drau (MEIXNER, 1948; 1951a; 1967, ANGEL & MEIXNER, 1953). Seine modale Zusammensetzung beträgt (in Gew.%) 30 - 40 % Feldspat (davon rd. 80 % Albit), rd. 35 % Quarz, 20 - 26 % Spodumen und 3 - 9 % Muskovit. Dieses nur sehr kleine Vorkommen ist heute stark verfallen, der Pegmatit auch nicht mehr aufgeschlossen.

Neben einer teils stärkeren Turmalinführung (Schörl), dessen Kristalle meist stark zerbrochen sind, sind eine Reihe von primären akzessorischen Mineralen bekannt geworden. Als Besonderheit treten in einigen Vorkommen zusätzlich hydrothermal gebildete, teils sehr seltene Phosphate auf. Der  $P_2O_5$ -Gehalt des Gesamtpegmatits ist auch ein Wegweiser dazu. So werden vom Pegmatit am **Wolfsberg** Gehalte von rd. 0.40 Gew.%  $P_2O_5$ , vom Vorkommen **Lippnik** sogar über 1.0 Gew.%  $P_2O_5$  berichtet. In den Vorkommen bei **Laas** und **Edling** wurden nur Spuren bzw. 0.1 Gew.%  $P_2O_5$  gemessen. In diesen beiden Pegmatiten sind bisher auch keine seltenen Phosphate gefunden worden.

Neben den erhöhten Phosphatgehalten ist für die mineralreichen Pegmatite auch eine Anreicherung mit zum Teil frisch erhaltenem Siderit, der in den Kluftrissen und -hohlräumen aber häufig zu schwarzbraunem Limonit umgesetzt wurde, charakteristisch. Diese Tatsache führte auch zum Auffinden von weiteren mineralreichen Pegmatitvorkommen am Millstätter Seerücken (**Laggerhof**, **Hahnenkofel**).

### Die Pegmatitminerale (ohne Hauptmineralbestand)

Seit 1948 sind vorerst vom Pegmatitvorkommen **Lippnik**, ab 1956 vom **Wolfsberg** und seit 1983 aus dem Gebiet **Hahnenkofel-Laggerhof** zahlreiche Beschreibungen von teils sehr seltenen Mineralen erschienen:

Aus dem Bergbau **Lippnik** konnte ein schweres, schwarzes Erz, das in bis 12 cm großen dünn- bis dicktafeligen Kristallen im Pegmatit nesterartig auftrat, als Tantalit und Tapiolit bestimmt werden (MEIXNER, 1948, 1950b, 1951b). Eine neuerliche Bearbeitung (CERNY et al., 1989) dieser beiden primär gebildeten Minerale läßt vermuten, daß der hohe strukturelle Ordnungsgrad von Ferrotantalit,  $FeTa_2O_6$ , und Ferrotapiolit,  $(Fe,Mn)(Ta,Nb)_2O_6$ , durch Rekristallisation während einer intensiven metamorphen Überprägung (amphibolit- bis sogar eklogitfaziell – vgl. TEIML & HOINKES (1996), TEIML (1996)) verursacht wurde. Mikroskopisch treten noch Uranmikrolith,  $(U,Ca,Ce)_2(Ta,Nb)_2O_6(OH,F)$ , Zirkon,  $ZrSiO_4$ , und Zinnstein,  $SnO_2$  als Begleiter hinzu.

Fast weiß gefärbter Beryll,  $Be_3Al_2Si_6O_{18}$ , ist nur schwer im weißen Pegmatit zu erkennen, wurde daher lange Zeit auch übersehen und ist auch nur im Abbau Lippnik in über kopfgroßen, oft unregelmäßig begrenzten Kristallen gefunden worden (SEDLACEK, 1949, 1950). Über Bleiglanz, PbS, aus dem Pegmatit der Lieserschlucht und ein weiteres Vorkommen von Columbit (Niobit) in Form tafeliger, bis 1 cm großer Kristalle vom Steinbruch am Wolfsberg, berichtet MEIXNER (1975).

Dunkelgrüne, bis 1 cm große Putzen im Pegmatit sind Apatit, wurden jedoch sehr selten beobachtet und können daher nicht alleine den hohen  $P_2O_5$ -Gehalt des Lippnik-Pegmatits von 0.67 - 1.91 Gew.% verursachen (MEIXNER, 1950a). Durch Funde von vielen Quadratmeter großen Pegmatit-Klufflächen, die dicht besetzt sind von farblosen bis weißen kugeligen Aggregaten, welche ebenfalls als Apatit bestimmt wurden, sind die oben angeführten Phosphatgehalte jedoch erklärbar.

Eine weiträumige hydrothermale Tätigkeit hat in den Pegmatiten des Millstätter See-Gebietes zu zahlreichen Mineralneubildungen, überwiegend von Phosphaten, geführt.

Die folgende Zusammenfassung der Mineralfunde in den Pegmatiten der Exkursionsziele **1)Hahnenkofel**, **2)Laggerhof** und **3)Wolfsberg** beschränkt sich auf die besonderen, oft auch einmaligen, Mineralparagenesen. In Tabelle 1 sind für diese drei Fundorte die vorkommenden Phosphate mit Literaturangaben gelistet.

Phosphate (Reihung nach Strunz)	Wolfsberg	Hahnenkofel	Laggerhof
<b>Triphylin</b> , $\text{LiFe}(\text{PO}_4)$	-----	-----	NIEDERMAYR et al.,1989
<b>Heterosit</b> , $\text{Fe}(\text{PO}_4)$	-----	-----	NIEDERMAYR et al.,1985
<b>Whitlockit</b> , $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})(\text{PO}_4)_6(\text{PO}_3(\text{OH}))$	-----	-----	WALTER et al.,1996
<b>Montebrasit</b> , $\text{LiAl}(\text{PO}_4)(\text{OH,F})$	MEIXNER, 1956 WALTER & POSTL, 1982	NIEDERMAYR, 1982 NIEDERMAYR et al.,1997	NIEDERMAYR et al.,1997
<b>Brasilianit</b> , $\text{NaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$	MEIXNER, 1968 WALTER & TAUCHER,1995	NIEDERMAYR et al.,1996 WALTER & TAUCHER,1996	-----
<b>Augelith</b> , $\text{Al}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})_3$	-----	NIEDERMAYR et al.,1997	NIEDERMAYR et al.,1985
<b>Bjarebyit</b> , $(\text{Ba,Sr})(\text{Mn,Fe,Mg})_2$ $\text{Al}_2(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_3$	MEIXNER, 1979 in M...RTL, 1980	-----	-----
<b>Fluorapatit</b> , $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$	MEIXNER, 1956	NIEDERMAYR et al.,1997	NIEDERMAYR et al.,1985
<b>Crandallit</b> , $\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$	-----	-----	WALTER et al.,1996
<b>Vivianit</b> , $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	-----	-----	NIEDERMAYR et al.,1996
<b>Zanazziit</b> , $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})(\text{Mg,Fe,Al})_2\text{Be}_3(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	-----	-----	WALTER et al.,1996
<b>Gormanit</b> , $\text{Fe}_3\text{Al}_4(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	-----	NIEDERMAYR et al.,1996	NIEDERMAYR et al.,1989
<b>Childrenit</b> , $\text{FeAl}(\text{PO}_4)(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	PAAR, 1974	NIEDERMAYR et al.,1983 NIEDERMAYR et al.,1996	NIEDERMAYR et al.,1985
<b>Whiteit</b> -(CaFeMg) $\text{Ca}(\text{Fe,Mn})$ $\text{Mg}_2\text{Al}_2(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	-----	NIEDERMAYR et al.,1996	NIEDERMAYR et al.,1989
<b>Wardit</b> , $\text{NaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	MEIXNER, 1956	NIEDERMAYR et al.,1996	NIEDERMAYR et al.,1985
<b>Millisit</b> , $(\text{Na,K})\text{CaAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	-----	-----	WALTER et al.,1996
<b>Autunit</b> , $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10\text{-}12\text{H}_2\text{O}$	MEIXNER, 1956	-----	-----

Tab. 1

Die bisher nachgewiesenen Phosphate aus den Pegmatitvorkommen  
Wolfsberg, Hahnenkofel und Laggerhof

### 1) Hahnenkofel

Vom Pegmatitvorkommen Hahnenkofel N Rothenthurn wurden bisher drei Mineralfundorte mit seltenen Phosphaten beschrieben:

**A)** Am NW-Abhang des Hahnenkofels in rd. 740 m Seehöhe liegen Blöcke, die in Scherzonen bis 5 mm großen F-armen Montebrasit enthalten (NIEDERMAYR, 1982). Vom selben Fundort stammen Zehntelmillimeter messende, hellbraune, säulige Kristalle von Childrenit und dunkelblaue bis blaugüne, feinfaserige Aggregate eines Mg-Fe-Phosphates, das vorerst noch nicht exakt bestimmt werden konnte und vermutlich Lazulith-Scorzalith bzw. Souzalith ist (NIEDERMAYR et al., 1983). Weitere Vorkommen dieses faserigen Minerals in den Fundorten am Hahnenkofel und Laggerhof ergaben einen Mischkristall zwischen Gormanit und Souzalith.

**B)** Ein mächtiger anstehender Pegmatitzug in rd. 820 m SH brachte ein besonders reichhaltiges Vorkommen von Gormanit: Entlang einer Ruschelzone treten Quarzkristallrasen auf, die von Gormanit, Siderit, Wardit und Childrenit überwachsen sind (NIEDERMAYR et al., 1996). Die bläulich-graugrünen feinnadelig ausgebildeten Gormanitkristalle bilden oft wenige Millimeter große halbkugelige Aggregate und gehören zweifellos zu den weltweit besten Vorkommen dieses seltenen Phosphatminerals. Gormanit ist hier nicht nur an die Ruschelzone gebunden, sondern kommt auch immer wieder eher dispers verteilt in winzigen Kavernen des sonst sehr massigen Pegmatits vor.

Wardit zeigt typische oktaederähnliche, farblose bis trübweiße Kristalle bis 5 mm Größe. Childrenit wurde einerseits in grünlichbraunen strahligen Aggregaten als Unterlage der Quarzkristallrasen gebildet, tritt aber auch als offenbar jüngere Generation in kristallographisch gut entwickelten Kristallen über Quarz auf. Siderit ist auch hier, wie von den anderen Vorkommen bereits bekannt, größtenteils limonitisiert. Ein braunes, ca. 1 cm großes Aggregat leistenförmiger Kristalle konnte als Whiteit-(CaMnMg) bestimmt werden.

Xenomorphe, farblos-klare bis trübweiße rundliche Massen, die von gut ausgebildeten Whiteit-(CaMnMg)-Kristallen umgeben werden, sind Montebrasit (NIEDERMAYR et al., 1997). Diese Erscheinungsform für Montebrasit konnte bereits im Vorkommen am Lagerhof beobachtet werden und wurde dort als möglicherweise primär gebildetes Phosphat gedeutet (NIEDERMAYR et al., 1995).

**C)** Nur wenige Höhenmeter über dem Fundort B) liegen im selben Pegmatitzug Klüfte, die eine völlig andere Mineralführung beinhalten: Quarz, Brasilianit, Siderit und Childrenit (NIEDERMAYR et al., 1996).

Brasilianit tritt hier rasenbildend in Kavernen und Klüften in teils flächenreichen, gelblichen bis klar-durchsichtigen, bis 8mm großen Kristallen auf (Abb. 3). Die Morphologie dieser Brasilianitkristalle beschreiben WALTER & TAUCHER (1996). In Klüften, die nur wenig Quarz als erste Mineralbildung enthalten, tritt Brasilianit über teils limonitisiertem Siderit auf, der häufig auch von Brasilianit völlig eingeschlossen wurde.

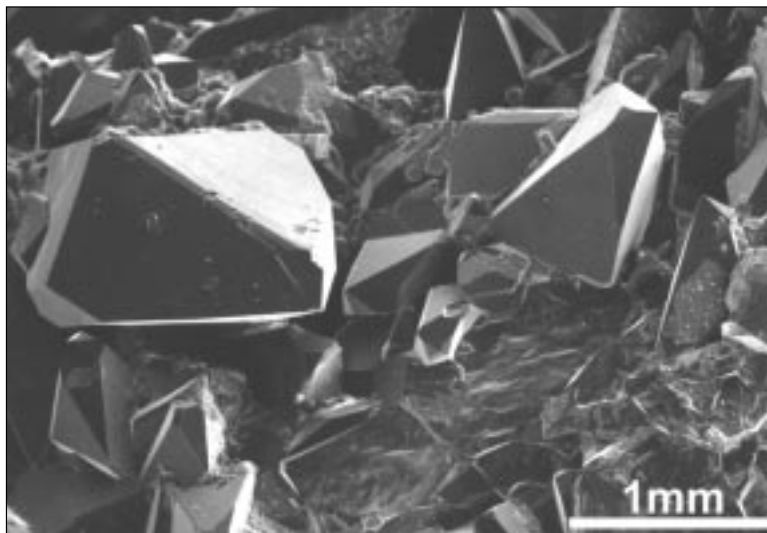


Abb. 3

Brasilianit vom Hahnenkofel. Die Kristalle zeigen die dominierenden Formen  $\{-111\}$  und  $\{011\}$ ; schmaler entwickelt sind  $\{110\}$  und  $\{010\}$ , untergeordnet treten  $\{-101\}$  und  $\{211\}$  hinzu. (REM-Aufnahme).

Siderit in bis 8 mm großen, dunkelbraunen Kristallen zeigt tonnenförmigen bis isometrischen Habitus mit den Formenkombinationen Rhomboeder und Skalenoeder, selten auch mit dem Basispinakoid. In quarzreichen Klüften kommt es auch zur Bildung einer zweiten Generation von nur Zehntelmillimeter großen Quarzkristallen, die rasenartig den Brasilianit überkrusten. Gelegentlich ist Brasilianit auch von dünnen, leistenförmigen, hellbraunen, teils transparenten Childrenit-kriställchen (bis 3 mm groß) überwachsen. Dunkelbraune Lagen aus feinkristallinem Fluorapatit begleiten die Brasilianitklüfte gelegentlich im Randbereich (NIEDERMAYR et al., 1997). Aus einer auffällig kavernösen, limonitisch imprägnierten Feldspatmatrix wurde Augelith in typisch spitz-pseudorhomboedrischen, trübweißen Kristallen (bis 5mm groß) nachgewiesen. Beige gefärbte, feinkristalline Hohlraumfüllungen über Quarz und den Phosphaten sind Kaolinit.

## 2) Lagerhof

Dieses Pegmatitvorkommen liegt wenig N vom Lagerhof am Südufer des Millstätter Sees in rd. 620 m SH. Es handelt sich dabei um einen einzelnen Rollblock, der mittlerweile durch die intensive Probennahme verschiedener Sammler beträchtlich verkleinert worden ist. Diese Fundstelle lieferte aber bisher die reichhaltigste Paragenese seltener Phosphate. Wie bei den anderen mineralreichen Pegmatitvorkommen am Millstätter See-Rücken ist das Auftreten von teils limonitisiertem Siderit ein Hinweis auf die Mineralführung.

In einem Netzwerk dunkelbraun anwitternder, teils stark limonitisierter Sideritgänge treten in Hohlräumen folgende Minerale auf:

Langprismatische in bis zu 3 cm großen radialstrahligen Aggregaten angeordnete Childrenit-Kristalle sind rötlich- bis graubraun gefärbt und zeigen die Formen {110}, {100}, {111} und {121}. Wardit, in seiner typisch pseudooktaedrischen Ausbildung, tritt in bis 5 mm großen, gelblichweißen bis grauen Kristallen auf. An Formen konnten {102} und {001} beobachtet werden.

In kavernösen Partien des Pegmatits ist Augelith in spitzen pseudorhomboedrischen, bis 3mm großen Kristallen sehr häufig anzutreffen. Begleitet werden die trübweißen Kristalle von idiomorphem Apatit. Neben diesen hydrothermal gebildeten Mineralen beschreiben NIEDERMAYR et al. (1985) das Fe-Phosphat Heterosit, welches rd. 3 cm große spätige Massen mit purpurroter bis braunvioletter Farbe bildet. Das Fe : Mn-Verhältnis liegt bei 0.85 : 0.15 (TRENNER, 1996). Triphylin zählt zu den primär gebildeten Phosphaten im Pegmatit vom Lagerhof (NIEDERMAYR et al., 1989) und bildet grobspätige, grünlichbraune, harzglänzende derbe Massen neben Siderit. Dieser Triphylin besitzt ein Fe : Mn-Verhältnis von rd. 0.8 : 0.2.

Chemismus und Röntgenpulverdaten bestimmen bis 3 mm große, orangebraun gefärbte Kristalle als Whiteit-(CaFeMg), wobei Mn mit 0.2 in der Formeleinheit gegenüber Mg mit 1.9 und Fe mit 1.1 nur geringfügig enthalten ist. Whiteit bildet charakteristisch spitz-dünntafelig entwickelte Kristalle, die paketartig parallel (001) verwachsen sind. Begleitminerale sind limonitisierter Siderit und farbloser Wardit.

Auch in diesem Pegmatitvorkommen tritt Gormanit in Form feinfaseriger, graugrüner Büschel und halbkugeliger Aggregate auf (NIEDERMAYR et al., 1989).

NIEDERMAYR et al. (1995) berichten über faustgroße, hellbeige bis grau gefärbte, unregelmäßige Knollen, die als Montebrasit bestimmt wurden. Um diese Knollen tritt ein bis 5 mm dicker, blaugrün gefärbter Saum aus Kaolinit auf, der auf eine Überprägung des vermutlich primär im Pegmatit gebildeten Montebrasits hinweist.



NIEDERMAYR et al. (1996) bestimmen grüne, derbe, im Pegmatit eingewachsene Körner, als Karbonat-Fluorapatit. Weiters kommt Vivianit, vergesellschaftet mit Triphylin, in typisch violettblauen Imprägnationen vor.

Im Rahmen einer Diplomarbeit für das Lehramt an Höheren Schulen (TRENNER, 1996) konnten noch weitere seltene hydrothermal gebildete Phosphate nachgewiesen werden (WALTER et al., 1996): In der Paragenese mit Quarz und Apatit treten winzige meist unter 0.1 mm große Kristalle auf, die häufig bis Millimeter große, kugelige, hellgelb bis orange gefärbte Aggregate bilden. Die röntgenographische Bestimmung ergab den Roscherittyp. Der Chemismus (EDS-Analysen,  $KZ > 8$ ) der durchwegs zonierten Kristalle wurde, normiert auf 6 Phosphor der Formel-einheit, für den Kristallrandbereich mit  $\text{Ca}_2(\text{Mg}_{2.6}\text{Fe}_{2.1}\text{Mn}_{0.2}\text{Al}_{0.2})_{5.1}$  bestimmt. Der Kernbereich der Kristalle ist etwas Mg-reicher und Fe-ärmer. Damit wurden diese Kristalle als Zanazziit bestimmt, der hier das bisher einzige Beryllphosphat ist.

Auch die Paragenese Augelith-Apatit in den kavernen Pegmatitpartien birgt vereinzelt Zanazziit in hellgelben zu rhomboederähnlichen Blöcken verwachsenen Kristallen (Abb.4). Bei einer weiteren Durchsicht der Pegmatitproben konnten in der Paragenese mit limonitisierendem Siderit, typisch entwickeltem Childrenit sowie Gormanit, tafelige, zu Rosetten vereinigte Zanazziitkristalle gefunden werden.

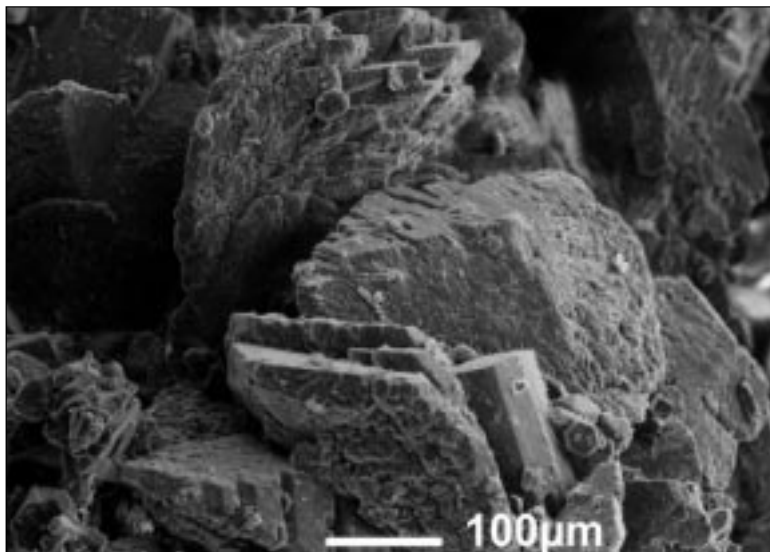


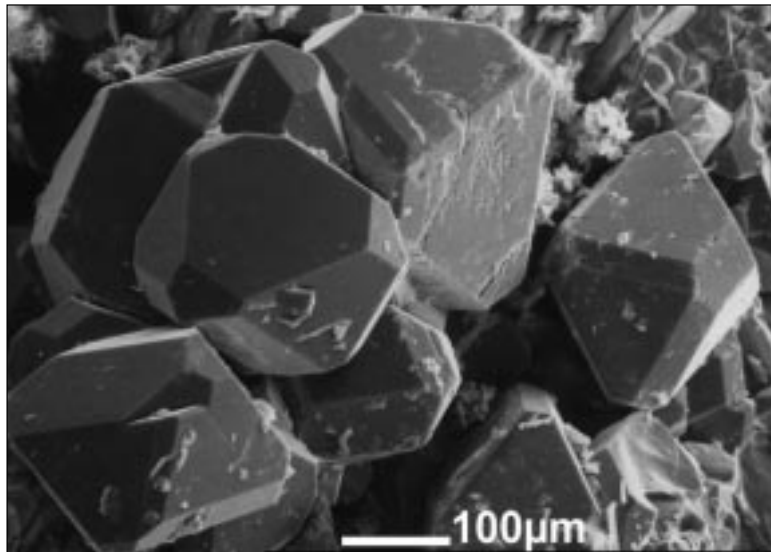
Abb. 4

Zu rhomboederähnlichen Aggregaten verwachsene Zanazziitkristalle vom Lagerhof in der Paragenese mit kurzprismatischem Apatit und Augelith (REM-Aufnahme)

Zahlreiche hochglänzende, wasserklare, isometrisch entwickelte Kristalle, die über limonitisierendem Siderit auftreten, sind auf den ersten Blick morphologisch leicht mit Wardit zu verwechseln (Abb.5). Die röntgenographische Bestimmung ergab Whitlockit, die EDS-Analyse bestätigt Ca und P als Hauptelemente, sowie geringe Gehalte an Mg und Fe. Bei näherer Betrachtung der Kristalle erkennt man, im Gegensatz zum tetragonalen Wardit, die trigonale Symmetrie des Whitlockits mit den Kombinationen unterschiedlich steil entwickelter Rhomboeder und dem Basispinakoid. Begleiter sind limonitisierter Siderit, nadeliger Apatit und Crandallit.

Abb. 5

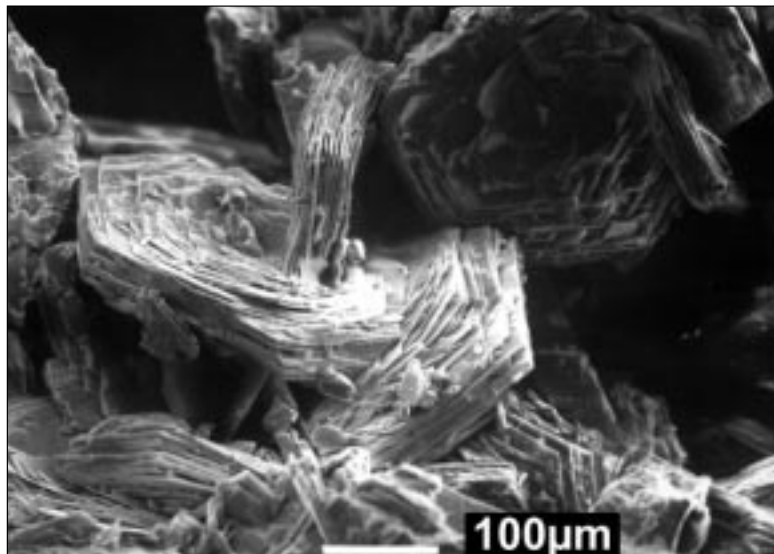
Whitlockit über limonitisier-  
tem Siderit vom Lagerhof.  
Deutlich ist die trigonale  
Symmetrie der unter-  
schiedlich steilen Rhomb-  
boeder, kombiniert mit dem  
Basispinakoid, zu erkennen  
(REM-Aufnahme)



Kleine weiße, glimmerartig wirkende Rosetten (Abb. 6) konnten als Crandallit bestimmt werden. Dieses in den Klüften des Pegmatits vom Lagerhof, sehr häufig vorkommende Mineral tritt meist über limonitisierendem Siderit in Form von hexagonalen, dünntafeligen bis 0.3 mm großen Kristallen auf, die durchwegs zu dicken Paketen aggregiert sind.

Abb. 6

Zu glimmerartigen Pake-  
ten gruppierte, dünntaftri-  
ge Crandallitkristalle vom  
Lagerhof  
(REM-Aufnahme)



Ebenfalls über limonitisierendem Siderit treten graue, leicht durchscheinende, dichte kugelige Aggregate mit bis wenige mm großem Durchmesser auf. Die röntgenographische Überprüfung erbrachte ein dem Wardit ähnliches Beugungsdiagramm. Der Chemismus ist jedoch abweichend: Neben der Übereinstimmung in den Gehalten an Al und P, tritt in den Kugeln nur Ca statt Na (Wardit) auf. Unter den Mineralen ist ein Ca-hältiges Phosphat mit Wardit-ähnlicher Struktur als Millisit definiert. Das kugelige Mineral vom Lagerhof hat doppelt soviel Ca als Millisit, für dessen Chemismus neben Ca noch Na und K angegeben wird. Möglicherweise sind die Kugeln vom Lagerhof Ca-reicher Millisit. Eine genaue Untersuchung ist noch ausständig.

Im limonitisierten Siderit konnten als Hauptkomponenten Lepidokrokit und untergeordnet Goethit festgestellt werden. Einschlüsse im unveränderten Siderit, der oft als linsenartige körnige Lage (bis über 10 cm große Partien) im Pegmatit auftritt, konnten als Zirkon, der ca. 1 mm große, braune Kristalle mit gerundeten Kanten aufweist, bestimmt werden. Ag-freier Galenit wurde in mehreren Millimeter großen Nestern im Pegmatit gefunden.

### 3) Wolfsberg

Rund 100 Höhenmeter über dem Südportal des Autobahntunnels durch den Wolfsberg bei Spittal a.d. Drau liegt der Pegmatit-Steinbruch in 760 m SH am Wolfsberg. Neben den bereits erwähnten primären Pegmatitmineralen wurden während der Abbauperiode zahlreiche Klüfte und kavernöse Partien im Pegmatit aufgeschlossen, die reichhaltig mit hydrothermal gebildeten Mineralen gefüllt waren. Besonders bekannt wurde dieses Vorkommen durch das sehr häufige Auftreten von Wardit. MEIXNER (1956) beschreibt die typische Paragenese für Wardit vom Wolfsberg: Über limonitisiertem Siderit treten farblose bis weiße, bis 3 mm große, tetragonale Kristalle auf, die als Tracht die vorherrschende Form  $\{012\}$ , die schwächer entwickelte tetragonale Dipyramide  $\{011\}$ , deren Kombinationskante die charakteristische Streifung ergibt und vereinzelt das Basispinakoid  $\{001\}$  zeigen. Wardit wurde immer wieder sogar bis zu cm-großen Kristallen gefunden und kann neben dem oktaederähnlichen Habitus bei Vorherrschen des Basispinakoides auch dick- bis dünntafeligen Habitus besitzen.

Siderit ist meist völlig limonitisiert, zeigt aber in den Klüften die äußere Morphologie des Eisenkarbonates: Das vorherrschende Rhomboeder  $\{021\}$  wird durch  $\{101\}$  abgestumpft (Abb. 7). Bei 1 bis 3 cm großen Pseudomorphosen treten trachtbestimmend Skalenoeder, wahrscheinlich  $\{211\}$  oder  $\{241\}$  hinzu (MEIXNER, 1956). Als grobspätiger Einschluß (oft-faustgroß) im Pegmatit ist Siderit nahezu unverändert erhalten.

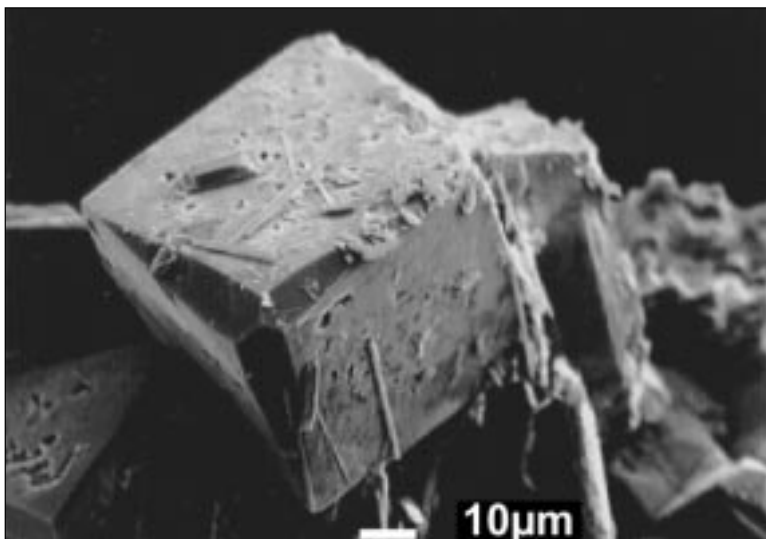


Abb. 7

Lepidokrokit-Pseudomorphose nach Siderit, mit dem vorherrschenden Rhomboeder  $\{021\}$  und der Abstumpfung nach  $\{101\}$ , teilweise von nadeligem Apatit überwachsen (REM-Aufnahme)

Apatit tritt auf Klüften in teils dichten Kristallrasen, ähnlich wie beim Vorkommen Lippnik, in farblosen bis weißen, meist unter 1 mm großen, hexagonalen Tafeln auf. An Formen wurden {100}, {001} sowie eine schmale Abstumpfung durch {h0l} beobachtet (MEIXNER, 1956). Neben diesem dünn- bis dicktafeligen Habitus wurden auch kurzprismatische bis nadelige Kristalle in der Paragenese mit Wardit gefunden.

Childrenit, das Fe-reiche Endglied der Mischkristallreihe Eosphorit-Childrenit, wurde hier in gelben, bis 5 mm langen, nach (100) dünntafelig entwickelten und nach [001] gestreckten Kristallen über limonitisierendem, steilrhomboedrischen Siderit gefunden (PAAR, 1974). Als jüngstes Mineral dieser Paragenese überwächst Wardit den Childrenit. Die mineraloptische Untersuchung von Childrenit zeigt einen Zonarbau von abwechselnd helleren und dunkleren, gelbbraunen Lagen.

Brasilianit tritt in topasgelben Kristallen als sehr seltene Mineralbildung im Pegmatit am Wolfsberg auf. Erstmals konnte MEIXNER (1968) dieses Mineral identifizieren, Mineraldaten von einem Neufund am Wolfsberg geben WALTER & TAUCHER (1995).

Ein weiteres Vorkommen von Brasilianit im Bereich des Wolfsberges wurde beim Bau des Autobahntunnels durch den Wolfsberg aufgeschlossen. Im Material aus der Wolfsbergtunnel-Oströhre wurde Brasilianit in bis zu 5 mm großen Aggregaten hellgrüner Kristalle gefunden (NIEDERMAYR et al., 1985).

Über Quarz und limonitisierendem Siderit kommt im Steinbruch am Wolfsberg Montebrasit in triklin wirkenden, farblosen bis milchigweißen, flächenarmen Kristallen vor. Montebrasit ist dünn- bis dicktafelig entwickelt, erreicht Größen bis 5 mm und tritt auch zwickelfüllend im grobspätigen limonitisierten Siderit auf. Erste Hinweise zu diesem Mineral sind bei MEIXNER (1956) zu finden, Mineraldaten für Montebrasit vom Wolfsberg geben WALTER & POSTL (1982).

Im Rahmen eines Vortrages über „Besondere neue Mineralfunde aus Steiermark und Kärnten“ nennt MEIXNER den neuen Nachweis des seltenen Ba-Fe-Al-Phosphates Bjarebyit aus dem Pegmatitsteinbruch am Wolfsberg (in MÖRTL, 1980). Gelbgrüne Anflüge um und auf Niobit bestimmt MEIXNER (1975) als Meta-Autunit, mit der Bemerkung, daß die Herkunft des Urans durch den Nachweis kleiner primär gebildeter Uranpecherzkörnchen (MEIXNER, 1957) bereits gesichert ist. Auch Zirkon wird als seltene Primärphase genannt (MEIXNER, 1961).

In der Umgebung dieser drei Fundortbereiche wurden ebenfalls Phosphatparagenesen in Pegmatitvorkommen beschrieben:

So stammt der Erstfund von Wardit vom Nordufer des Millstätter Sees aus einem Pegmatit bei Dellach (HERITSCH, 1955).

In einem blau gefleckten Pegmatit, der bei Bauarbeiten in Dellach aufgeschlossen wurde, konnte als Verursacher Vivianit bestimmt werden (MEIXNER, 1973).

Wie oben kurz erwähnt, wurden beim Bau der Wolfsbergtunnel-Oströhre Pegmatite angefahren, die Apatit, Beryll, Brasilianit, Siderit und Wardit enthielten (NIEDERMAYR et al., 1985).

Aus dem Steinbruch, Laas bei Fresach im Drautal wurden aus einem mächtigen Pegmatitstock bis zu 12 cm große Beryllkristalle, Uraninit (bis 5 mm) und Zirkon geborgen.

In Klüften des Pegmatits und der benachbarten Glimmerschiefer treten die sekundären Uranminerale Metatorbernit,  $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , Phurcalit,  $\text{Ca}_2(\text{UO}_2)_3\text{O}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\beta$ -Uranophan,  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2[\text{SiO}_3(\text{OH})]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , Weeksit,  $\text{K}_2(\text{UO}_2)_2\text{Si}_6\text{O}_{15} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  und U-hältiger Glasopal auf (NIEDERMAYR et al., 1985; NIEDERMAYR & PRAETZEL, 1995)

## Literatur

- ANGEL, F. & MEIXNER, H. (1953): Die Pegmatite bei Spittal an der Drau. – *Carinthia II*, 143./63., 165-168.
- CERNY, P., CHAPMAN, R., CHACKOWSKY, L.E. & ERCIT, T.S. (1989): A Ferrotantalite-Ferrotapiolite Intergrowth from Spittal a.d. Drau, Carinthia, Austria. – *Mineral. Petrol.*, 41, 53-63.
- HERITSCH, H. (1955): Die Raumgruppe von Wardit. – *TMPM*, 5, 246-251.
- LUECKE, W. & UCIK, F.H. (1986): Die Zusammensetzung der Pegmatite von Edling und Wolfsberg bei Spittal/Drau (Kärnten) im Rahmen der Pegmatitvorkommen des Millstätter See-Rückens. – *Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A.*, 7, 173-187.
- MEIXNER, H. (1948): Kurzbericht über neue Kärntner Minerale und deren Fundorte, I. – *Der Karinthin*, 1, 2-4.
- MEIXNER, H. (1950a): Kurzbericht über neue Kärntner Minerale und Mineralfundorte, III. – *Der Karinthin*, 9, 184-189.
- MEIXNER, H. (1950b): Kurzbericht über neue Kärntner Minerale und Mineralfundorte, IV. – *Der Karinthin*, 11, 255-257.
- MEIXNER, H. (1951a): Kurzbericht über neue Kärntner Minerale und Mineralfundorte, V. – *Der Karinthin*, 13, 25-29.
- MEIXNER, H. (1951b): Zur erzmikroskopischen Unterscheidung der Tantalit-Tapiolit-Phasen, unter besonderer Berücksichtigung eines neuen Vorkommens im Pegmatit von Spittal an der Drau, Kärnten. Bemerkungen zur Mineralisation des „Villacher Granits“. – *N. Jb. Mineral. Mh.*, 204-218.
- MEIXNER, H. (1956): Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen XV. 154. Neue Mineralfunde aus dem Pegmatitsteinbruch am Wolfsberg bei Spittal an der Drau, Kärnten. – *Carinthia II*, 146./66., 21-24.
- MEIXNER, H. (1957): Die Minerale Kärntens, I. Teil. – *Carinthia II*, 21.SH, 147 S.
- MEIXNER, H. (1961): Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen XVII. 186. Zirkon vom Wolfsberg bei Spittal/Drau, Kärnten. – *Carinthia II*, 151./71., 73-74.
- MEIXNER, H. (1967): Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen XXII. 243. Apatit von Edling bei Spittal/Drau, K. – *Carinthia II*, 157./77., 95-96.
- MEIXNER, H. (1968): Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen XXIII. 258. Vorläufige Mitteilung über Brasilianit vom Wolfsberg bei Spittal an der Drau. – *Carinthia II*, 158./78., 105.
- MEIXNER, H. (1973): Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen XXIV. 269. Ein Vivianitpegmatit von Dellach am Millstätter See, Kärnten. – *Carinthia II*, 163./83., 103-104.
- MEIXNER, H. (1975): Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen XXV. 322. Bleiglanz aus dem Pegmatit-Steinbruch in der Lieserschlucht bei Spittal/Drau, K. 323. Niobit (Columbit) aus dem Pegmatitbruch am Wolfsberg bei Spittal/Drau. – *Carinthia II*, 165./85., 15-17.
- MÖRTL, J. (1980): Bericht über die Herbsttagung 1979 der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie des Naturwissenschaftlichen Vereines für Kärnten in Klagenfurt am 10. November 1979. – *Der Karinthin*, 82, 156-157.
- NIEDERMAYR, G. (1982): Mineralfunde aus Österreich, 1980-1982. – *Mitt. Österr. Miner. Ges.*, 128, 51-60.
- NIEDERMAYR, G., POSTL, W. & WALTER, F. (1983): Neue Mineralfunde aus Österreich XXXII. 530. Childrenit vom Hahnenkofel NW Rothenthurn, Millstätter Seerücken, Kärnten. – *Carinthia II*, 173./93., 346.
- NIEDERMAYR, G., POSTL, W. & WALTER, F. (1985): Neue Mineralfunde aus Österreich XXXIV. 592. Analcim, Brasilianit, Disthen, Staurolith und Wardit sowie andere Mineralien vom Autobahntunnel-Ost durch den Wolfsberg bei Spittal an der Drau. 593. Augelith, Childrenit, Heterosit, Wardit und andere Mineralien vom Lagerhof am Millstätter See (Vorbericht). 594. Beryll, Metatorbernit und andere Mineralien aus dem Steinbruch Laas bei Fresach im Drautal. – *Carinthia II*, 175./95., 238-240.

- NIEDERMAYR, G., BRANDSTÄTTER, F., KIRCHNER, E., MOSER, B. & POSTL, W. (1989): Neue Mineral-funde aus Österreich XXXVIII. 740. Whiteit und Triphylin vom Lagerhof am Millstätter See, Kärnten. – Carinthia II, 179./99., 238-239.
- NIEDERMAYR, G., BOJAR, H.-P., BRANDSTÄTTER, F., HAMMER, V.M.F., MOSER, B., POSTL, W. & TAU-CHER, J. (1995): Neue Mineral-funde aus Österreich XLIV. 970. Montebrasit aus dem Pegmatit beim Lagerhof am Millstätter See, Kärnten. – Carinthia II, 185./105., 150-151.
- NIEDERMAYR, G. & PRAETZEL, I. (1995): Mineralien Kärntens. – Naturwiss. Verein für Kärnten, 232 S.
- NIEDERMAYR, G., BOJAR, H.-P., BRANDSTÄTTER, F., HAMMER, V.M.F., MOSER, B., POSTL, W. & TAU-CHER, J. (1996): Neue Mineral-funde aus Österreich XLV. 1013. Brasilianit, Childrenit, Gormanit, Quarz, Wardit und Whiteit-(CaMnMg) von einem Pegmatit beim Lagerhof am Millstätter See, Kärnten. – Carinthia II, 186./106., 125-127.
- NIEDERMAYR, G., BERNHARD, F., BOJAR, H.-P., BRANDSTÄTTER, F., ETTINGER, K., MOSER, B., PAAR, W.H., POSTL, W., TAUCHER, J. & WALTER, F. (1997): Neue Mineral-funde aus Österreich XLVI. 1052. Augelith, Fluorapatit und Montebrasit sowie Kaolinit vom Hahnenkofel bei Spittal a.d. Drau. – Carinthia II, 187./107., 176.
- PAAR, W. (1974): Childrenit aus dem Pegmatitsteinbruch am Wolfsberg bei Spittal an der Drau, Kärnten. – Der Karinthin, 70, 91-94.
- PISTOTNIK, J. (1996): Geologische Karte der Republik Österreich, Blatt 183 Radenthein, 1:50.000. – Geol. B.-A. Wien.
- SCHIMANA, R. (1986): Neue Ergebnisse zur Entwicklungsgeschichte des Kristallins um Radenthein (Kärnten, Österreich). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 33, 221-232.
- SEDLACEK, M. (1949): Ein neues Beryllvorkommen in Spittal a.d. Drau, Kärnten. – Der Karinthin, 7, 142-143.
- SEDLACEK, M. (1950): Einige ergänzende Bemerkungen über den Beryll von Spittal a.d. Drau, Kärnten. – Der Karinthin, 9, 195.
- TEIML, X. (1996): Die Gesteine der Millstätter Serie – petrologische und geothermobarometrische Untersuchungen. – Diplomarbeit Univ. Graz, 199 S.
- TEIML, X & HOINKES, G. (1996): Der P-T-Pfad der Millstätter Serie und ein Vergleich mit dem südliche Ötz-tal-Stubai-Kristallin. – Mitt. Österr. Miner. Ges., 141, 228-229.
- TRENNER, S. (1996): Die Minerale aus den Pegmatitvorkommen des Millstätter Seennrückens, Kärnten. – Di-plomarbeit Univ. Graz, 116 S.
- UCIK, F.H. (1995): Pegmatite und junge Gänge. – Beitragsband zur Kärntner Landesausstellung 1995 „Gruben-hunt & Ofensau“
- WALTER, F. & POSTL, W. (1982): Über Montebrasit aus dem Pegmatitsteinbruch am Wolfsberg bei Spittal a.d. Drau, Kärnten. – Mitt. Österr. Miner. Ges., 128, 47-50.
- WALTER, F. & TAUCHER, J. (1995): Brasilianit vom Pegmatitsteinbruch am Wolfsberg bei Spittal an der Drau, Kärnten, Österreich. – Matrixx, 4, 69-73.
- WALTER, F. & TAUCHER, J. (1996): Morphologie der Brasilianitkristalle vom Hahnenkofel, Millstätter Seenn-rücken, Kärnten, Österreich. – Matrixx, 5, 20-25.
- WALTER, F., TRENNER, S., ETTINGER, K. & TAUCHER, J. (1996): Zanazziit, Whitlockit, Crandallit, Millis-it, Zirkon, Galenit, Goethit und Lepidokrokit vom Pegmatit beim Lagerhof, Millstätter Seennrücken, Kärnten, Österreich. – Matrixx, 5, 42-49.