

Neue Mineralfunde aus Österreich LXXII

Von Franz WALTER, Christian AUER, Franz BERNHARD, Johanna BLANK, Hans-Peter BOJAR, Franz BRANDSTÄTTER, Uwe KOLITSCH, Erwin LÖFFLER, Rosmarie MÄSER, Walter POSTL, Paul RUPPE, Tobias SCHACHINGER, Harald SCHILLHAMMER, Christian STECK, Harald STEHLIK, Walter TRATTNER & Robert WINKLER

Kurzfassung

In dieser 72. Folge der „Neuen Mineralfunde aus Österreich“ werden 33 Beiträge mit 58 Abbildungen von Mineral-Neufunden und ergänzenden Mitteilungen zu bereits bekannten Fundorten und Mineralfunden aus sieben Bundesländern mitgeteilt.

Besonders hervorzuheben sind mehrere Erstbeschreibungen von Mineralvorkommen für Österreich:

Cuprorivait, $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$, und **Cuprospinell**, $\text{Cu}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$, aus dem Basaltsteinbruch am Pauliberg bei Landsee, Burgenland (Beitrag 2297)

Fletcherit, CuNi_2S_4 , aus dem Steinbruch Marchart nordwestlich von Karlstetten, Niederösterreich (Beitrag 2286)

Monazit-(Nd), NdPO_4 , von der Flirscher Schihütte, Stanzer Tal, Tirol (Beitrag 2273)

Mukhinit, $\text{Ca}_2(\text{Al}_2\text{V}^{3+})(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$, von einem Steinbruch bei Am Schuß im Waldviertel, Niederösterreich (Beitrag 2282)

Zýkait, $\text{Fe}^{3+}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot 15\text{H}_2\text{O}$, vom Edelmetallbergbau am Kloben, Glocknergebiet, Kärnten (Beitrag 2265)

In der anschließenden Liste sind die Minerale und ihre Fundorte beginnend mit dem Bundesland Kärnten (Beiträge 2265–2269), gefolgt von Vorarlberg (2270–2272), Tirol (2273–2274), Salzburg (2275–2279), Niederösterreich (2280–2290), Steiermark (2291–2296) und Burgenland (2297) zusammengefasst:

KÄRNTEN

- 2265) Arseniosiderit(?), Segnitit, Tetradrit-(Fe), Tetradrit-(Zn) und Zýkait vom Edelmetallbergbau am Kloben, Glocknergebiet, Kärnten
- 2266) Hydromagnesit und Vesuviannördlich vom Gehöft Stocker, Riekengraben, Reißeckgruppe, Kärnten
- 2267) Albit, Azurit, Baryt, Beaverit-(Cu), Connellit, ein Mineral aus der Cyanotrichit-Gruppe, Devillin, Epidot, Goethit, Jarosit, Leadhillit, Palmierit und Plumbojarosit vom Edelmetallbergbau Knappenstube bei Zanaischg im Pöllatal, Kärnten
- 2268) Eisen-Titan-Zink-Spinell, Enstatit, Quarz und Willemit in einer Schlacke von einer Schotterbank der Drau bei Obergottesfeld, südlich Möllbrücke, Kärnten
- 2269) Spektakuläre Neufunde von Antimonit-Kristallen aus dem Modre-Steinbruch bei Terpetzen südöstlich Klein Sankt Veit, Kärnten

Vorarlberg

- 2270) Bitumen, Calcit, Dolomit, Pyrit, Strontianit und Quarz von einer Bachrunse beim Hochtannbergpass nordöstlich Schröcken, Vorarlberg
- 2271) Authigener Albit, Dolomit, Pyrit und Quarz in Gipsaufschlüssen an der Lünkerinne beim Lünensee, Montafon, Vorarlberg
- 2272) Cinnabarit vom Ausgangsbereich des Sacktobels, Rellstal im Montafon, Vorarlberg

Schlüsselwörter

Mineralfunde,
Österreich, 2023

Tirol

- 2273) Brannerit, Cinnabarit, Florencit-(Ce), Fluorapatit, Monazit-(Ce), Monazit-(Nd), Muskovit, Rutil, Siegenit, Xenotim-(Y) und Zirkon von der Flirscher Schihütte im Stanzer Tal, Tirol
- 2274) Brandholzit, Cerussit, Cuprit, Delafossit, Dolomit, Gersdorffit, Goethit, Metastibnit, Oxyplumboroméit, Pyrrhotin, Ranciéit, Senarmontit, Tetraedrit-(Fe), Xenotim-(Y) und Zinkenit(?) sowie einige Beschreibungen von bereits bekannten Mineralarten vom Römerstollen (Hugo 1) im Auenbachtal, Abfaltersbach, Osttirol

Salzburg

- 2275) Chalkosin(?), Cobaltit, Coffinit, Friedelit, Millerit, Polydymit, Rhodochrosit, Siegenit, Spessartin, Tephroit, Uraninit und Vittinkit in einem Lesefund einer metamorphen Manganmineralisation aus der Moräne des Schmiedingerkees, Kapruner Tal, Salzburg
- 2276) Baryt, Bournonit, Gips, Malachit, Metacinnabarit, Sphalerit und Tetraedrit-(Hg) vom Magnesitbergbau auf der Entachenalm bei Hinthertal, Bezirk Zell am See, Salzburg
- 2277) Malachit und Tetraedrit-(Fe) von den Steinbachwänden nördlich vom Ort Rauris, Salzburg
- 2278) Manganberzeliit von der Fuchsalm bei Tweng, Salzburg
- 2279) Beaverit-(Cu), Grunerit und intermediäre Glieder der Reihe Cummingtonit-Grunerit vom ehemaligen Blei-Silber Bergbau Ramingstein im Lungau, Salzburg

Niederösterreich

- 2280) Hydroxylklnohumit von dem kleinen Marmorbruch bei der Lokalität „In der Luck'n“, Häusling, Dunkelsteinerwald, Niederösterreich
- 2281) Fluorapatit aus dem Graphitabbau Feistritz bei Raxendorf, Waldviertel, Niederösterreich
- 2282) Cerianit-(Ce), Epidot, ein Mineral der Kaolinitgruppe, Marialith, Mukhinit, Sphalerit und Uraninit von einem Steinbruch bei Am Schuß, Weiten, Waldviertel, Niederösterreich
- 2283) Amazonitgrüner Quarz von Dobersberg, Waldviertel, Niederösterreich
- 2284) Hyalit vom Steinbruch Malaschofsky bei Lichtenau, Waldviertel, Niederösterreich
- 2285) Fluoreszierender Tremolit und Diopsid vom Steinbruch Malaschofsky bei Lichtenau, Waldviertel, Niederösterreich
- 2286) Almandin, Amesit, Amphibol, Aragonit, Baddeleyit, Baryt, Bornit, Chalkopyrit, Chromdiopsid, Cobaltpentlandit, Dravit, Enstatit, Fletcherit, das Fe³⁺-Analogon von Fletcherit, Forsterit, Galenit, Graphit, Grossular, Hämatit, Hydroxylapatit, Ilmenit, Laumontit, Limonit, Magnesiochromit, Millerit, Pentlandit, Polydymit, Pyrit, Pyrop, Pyrrhotin, Rutil, Spinell, Talk, Titanit und Zirkon sowie bemerkenswerte Funde von Granatpyroxenit und Granatit vom Steinbruch Marchart nordwestlich von Karlstetten, Niederösterreich
- 2287) Albit, Almandin, Baryt, Calcit, Cerianit-(Ce), Chalkopyrit, Chamosit, Dravit, Epidot, Fluorapatit, Galenit, Graphit, Ilmenit, Kalifeldspat, ein Kaolinitgruppenmineral, Klinochlor, Limonit, Monazit-(Ce), Muskovit, Phlogopit, Pyrit, Pyrop, Pyrrhotin, Quarz, Rutil, Sillimanit, Talk, Xenotim-(Y) und Zirkon sowie ein neues Vorkommen des ungewöhnlichen Gesteins Glimmerit und ein Vorkommen von Granulit-Knollen mit Glimmerit-Kern aus dem Granulitsteinbruch nördlich des Steinhofs nördlich von Karlstetten, Niederösterreich
- 2288) Andalusit, Anthophyllit, Aragonit, Chrysotilasbest, Columbit-(Fe), Columbit-(Mn), Dolomit, Dravit, Hämatit, Heulandit-Ca, Klinochlor, Laumontit, Limonit, Magnesiochromit, Opal-AN, Stellerit, Stilbit-Ca und Tremolit vom Granulit-Steinbruch bei Meidling, Paudorf, Niederösterreich
- 2289) Anglesit, Brochantit und Hemimorphit vom Arzberg (Atzberg, Michaelerberg) bei Spitz an der Donau, Niederösterreich
- 2290) Turmalinitknollen aus dem „Weißerde“-Vorkommen von Aspang (Ausschlag-Zöbern) am Wechsel, Niederösterreich

Steiermark

- 2291) Albit, Allanit-(Ce), Calcit, Fluorapatit, Galenit, Molybdänit, Monazit-(Ce), Siderit, Thorit, Wismut, Xenotim-(Y) und Zirkon vom kleinen Bergbaurevier Fastenberg (Weidtal) südlich von Schladming, Steiermark
- 2292) Beaverit-(Cu), Beudantit, Boulangerit, Natrojarosit, Oxyplumboroméit, Plumbojarosit, Pyrit, Quarz und Vanadinit vom Bleischurf am Schweinskogel, Stanz im Mürztal, Steiermark
- 2293) Antigorit, „Byssolith“, Cerussit, Heazlewoodit, Lizardit, Prehnit, Pyrit und Vanadinit vom Eibegggraben nördlich von Breitenau, Steiermark
- 2294) Schwefel aus dem ehemaligen Tagbau Krughof, Talkbergbau Rabenwald bei Anger, Steiermark
- 2295) Baryt und Calcit mit Rudisten und Korallen aus der nördlichen Kainacher Gosau (Untere Afling-Formation, Oberkreide), Steiermark
- 2296) Na-hältiger Muskovit und Paragonit im Eklogit amphibolit des Pöschlkogels, nordwestlich von Osterwitz, Koralpe, Steiermark

Burgenland

- 2297) Cuprovit und Cuprospinell aus dem Basaltsteinbruch am Pauliberg bei Landsee, Burgenland

In den Beiträgen werden folgende Abkürzungen verwendet:

PXRD für Phasenanalyse mittels Pulver-Röntgendiffraktometrie;
 SXRD für Phasenanalyse mittels Einkristall-Röntgendiffraktometrie;
 REM für Rasterelektronenmikroskopie;
 EDS für energiedispersive Röntgenmikroanalyse;
 WDS für wellenlängendispersive Röntgenmikroanalyse;
 BSE-Modus für Fotos mittels rückgestreuter Elektronen;
 SE-Modus für Fotos mittels Sekundärelektronen;
 RFA für Röntgenfluoreszenzanalyse.

2265) Arseniosiderit(?), Segnitit, Tetraedrit-(Fe), Tetraedrit-(Zn) und Zýkait vom Edelmetallbergbau am Kloben, Glocknergebiet, Kärnten

Im September 2021 besuchte der Autor den wissenschaftlich noch wenig erforschten ehemaligen Bergbau am Kloben (2938 m Seehöhe). Man erreicht ihn am besten über den Klagenfurter Jubiläumsweg und startet beim Parkplatz am Hochtor (2576 m Seehöhe). Dieser Weg führt genau zum obersten Einbau dieses Reviers, dem verbrochenen André-Stollen. Auf mehrere Dinge sei bei dieser Tour eindringlich aufmerksam gemacht: Der Bergbau liegt in der Kernzone des Nationalpark Hohe Tauern. Somit gilt es auch sämtliche Regeln für das Sammeln von Mineralien einzuhalten. Näheres dazu kann man hier nachlesen: <https://hohetauern.at/de/presse/pressebeitraege/70-pressebeitraege/1533-mineralien-sammeln-fuer-natur-und-forschung.html>. Des Weiteren handelt es sich bei dieser Bergtour im hochalpinen Gelände um eine schwierige und mehrstündige Tour, man sollte sich durch die relativ geringe absolute Höhendifferenz von nur 362 Metern nicht täuschen lassen, da die relativen Höhenmeter ein Vielfaches davon ausmachen. Über den Bergbau selbst ist wenig bekannt, wohl auch darin begründet, dass er lange Zeit unter ganzjährigem Schnee begraben lag. Möglicherweise wurde er auch von dem heutzutage fast nicht mehr vorhandenen Guttalgletscher überdeckt. Der bekannte Kärntner Sammler Alfred Pichler, der wohl mit die meiste

Sammelerfahrung am Kloben aufweisen kann, gab diesem Bergbau in seinen Büchern einen breiten Raum (PICHLER 2009 und im Besonderen PICHLER 2020). Eine weitere, sehr interessante Arbeit schrieben KÖSTLER & KASSL (2004). Sie beinhaltet neben ausführlichen geschichtlichen Daten (soweit bekannt) auch eine umfangreiche aktuelle Situationsbeschreibung samt einer Geländeskizze, nach der der Autor eine systematische Absuche des Bergbaugebiets vornahm. Sämtliche Halden führen reichlich Erz. Selbst kopfgroße Stücke aus fast reinem Arsenopyrit in Paragenese mit Eisensulfiden finden sich unschwer. Etwas seltener findet man Galenit in Paragenese mit dunkelbraunem Sphalerit, „Tetraedrit“ und Pyrit. Hin und wieder befinden sich in diesen Brocken Hohlräume, in denen sämtliche erwähnte Erzminerale zusammen mit kleinen Bergkristallen und weißen bis gelblichen Dolomit-Rhomboedern auskristallisiert sein können. Manche dieser kleinen Bergkristalle werden von winzigsten gelbbraunen, spitz zulaufenden Kriställchen überzogen (Abb. 1). Eine REM-EDS-Analyse des Autors ergab, dass es sich hierbei um Segnitit handelt. Unter dem Rasterelektronenmikroskop erkennt man erst die Perfektheit dieser idiomorphen Kriställchen (Abb. 2). Bei dem „Tetraedrit“ handelt es sich um einen stark silberhaltigen (10 Atom-% Ag) Tetraedrit (das Fe:Zn-Verhältnis schwankt grob um 1:1, mit zumeist geringem Zn-Überschuss).

In unmittelbarer Nähe des ehemaligen Knappenhauses (Relikte von Steinmauern und reichlich verrottetes Grubenholz noch sichtbar) befindet sich eine Scheidehalde. Diese stammt aus einer offensichtlich älteren Abbauphase, in der man das Gestein bis auf einige Zentimeter Größe auf der Suche nach Edelmetall-haltigem Erz zerschlug (im Gegensatz zu den bis zu kopfgroßen Erzstücken auf der Halde, die wohl deutlich jünger sind). Auf dieser Scheidehalde fand der Autor als sehr rezente Bildung beige, warzenartige Aggregate von mehreren Zentimetern Größe, die stark an ähnliche Gebilde aus anderen Arsenbergbauen (Rotgülden bzw.



Abb. 1:
Gelbbraunliche
Krusten aus winzigen
idiomorphen Segnitit-
Kriställchen auf
Bergkristall. Bergbau
am Kloben
(Kärntner Seite).
Bildbreite 6 mm.
Foto und Sammlung:
C. Auer

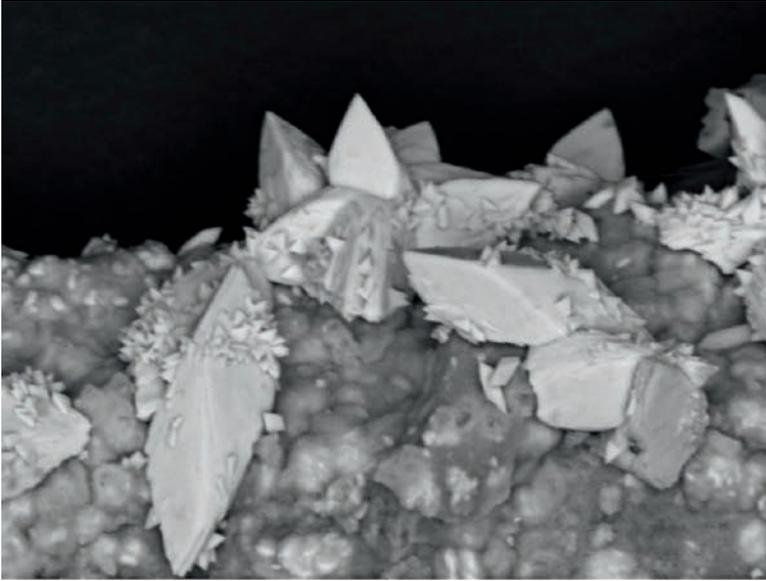


Abb. 2:
Idiomorphe, spitz-
homoedrische
Segnitit-Kriställchen.
Bergbau am Kloben
(Kärntner Seite).
Bildbreite 60 µm.
REM-Foto (BSE-
Modus); C. Auer



Abb. 3:
Frisch geborgene
Zýkait-Aggregate auf
einem Holzbrett der
Knappenstube.
Bergbau am Kloben
(Kärntner Seite).
Bildbreite geschätzte
10 cm. Foto und
Sammlung: C. Auer

Lanisch) erinnern (Abb. 3). Eine REM-EDS-Analyse zeigte aber, dass die chemische Zusammensetzung nicht auf den vermuteten Bukovskýit $[\text{Fe}^{3+}_2(\text{AsO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot 9\text{H}_2\text{O}]$ passt. Die untersuchte Phase zeigt demnach ein Fe:As:S-Verhältnis von 4:3:1, im Gegensatz zum chemisch ähnlichen Bukovskýit, in dem dieses Verhältnis 2:1:1 beträgt. Somit bestand der Verdacht, dass ein für Österreich neues Mineral vorliegt, nämlich Zýkait, $\text{Fe}^{3+}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot 15\text{H}_2\text{O}$. Die Probe wurde daraufhin zu Joy Desor von mineralanalytik.de geschickt, der sie mit PXRD-Analyse eindeutig als Zýkait identifizierte. Eine Gegenprobe visuell ähnlich aussehenden Materials von Rotgülden erwies sich mittels PXRD indes tatsäch-

lich als Bukovskýit. Ein weiteres Stück aus der Scheidehalde zeigte für Arseniosiderit typische, mehrere Millimeter große Bereiche mit goldgelben Pusteln in Paragenese mit kleinen weißlichen Mimetesit-Kristallen und viel hellgelbem Skorodit. Eine erste REM-EDS-Messung durch den Autor bestätigte den Verdacht auf Arseniosiderit. Der häufige Begleiter Skorodit erschwerte jedoch die darauffolgende PXRD-Messung durch Joy Desor so stark, dass die Messung wiederholt werden musste, da man nicht zwischen Arseniosiderit und einem unbenannten Arseniosiderit-ähnlichen Mineral differenzieren konnte. (Auer)

2266) Hydromagnesit und Vesuvian nördlich vom Gehöft Stocker, Riekengraben, Reißbeckgruppe, Kärnten

Die am Südwest-Abhang der Reißbeckgruppe WNW-OSO-streichenden Gesteine der Glocknerdecke sind eine bunte Gesellschaft von Kalkglimmerschiefer, Grünschiefer, Graphitphyllit, Quarzit, Dolomit- und Calcitmarmor, Granatglimmerschiefer und Amphibolit. Vereinzelt stecken auch Serpentinikörper in diesen tektonisch durch die Mölltalstörung stark durchbewegten Gesteinspaketen.

Im Gebiet ober dem Gehöft Stocker am orographisch rechten Hang des Riekengrabens, Reißbeckgruppe, Kärnten, fand Herr Thomas Wabnig jr., Napplach, einen anstehenden Serpentin. Hellgrüne, sehr feinkörnige und splittrige Gänge im Randbereich des Serpentinits konnten mittels PXRD als Vesuvian bestimmt werden. Eine weitere Beprobung sollte abklären, ob es sich hier um ein Rodingit-Vorkommen handelt.

An einer anderen Stelle im Serpentin treten schmale Kluftrisse auf, die mit feinsten weißen Belägen überkrustet sind. Eine PXRD-Analyse bestätigt das Vorliegen von Hydromagnesit. Der Hydromagnesit tritt hier in Form von weißen, bis zu einem Millimeter großen, blättrig ausgebildeten Kristallen auf, die teils zu Rosetten zusammengefügt sind (Abb.



Abb. 4:
Hydromagnesit auf
Serpentin nördlich
vom Gehöft Stocker,
Riekengraben,
Reißbeckgruppe,
Kärnten. Bildbreite 7
mm. Sammlung:
T. Wabnig.
Foto: H.-P. Bojar

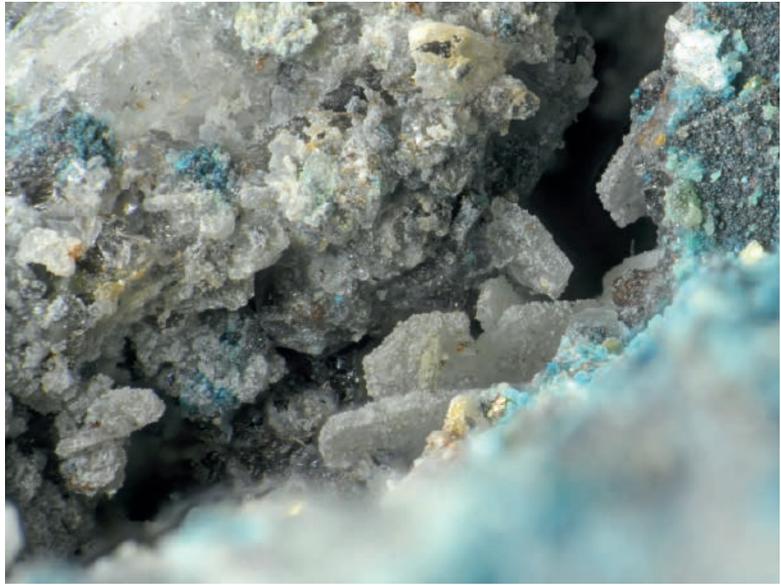
4). Hydromagnesit auf Serpentin ist eine recht häufige Mineralbildung und kommt im Serpentinegebiet von Kraubath, Steiermark, in besonders schön entwickelten Kristallen vor. Ein eher untypisches Vorkommen von Hydromagnesit mit undeutlichen Kristallen in kugeligen Aggregaten auf Glimmerschiefer wurde im Göllgraben bei Döbriach, Kärnten, beschrieben (WALTER & BOJAR, Beitrag 2007 in WALTER et al. 2017).

(Walter/Bojar)

**2267) Albit, Azurit, Baryt, Beaverit-(Cu), Connel-
lit, ein Mineral aus der Cyanotrichit-Gruppe, De-
villin, Epidot, Goethit, Jarosit, Leadhillit, Pal-
mierit und Plumbojarosit vom Edelmetallbergbau
Knappenstube bei Zanaischg im Pöllatal, Kärnten**

Die Bergbaue um Zanaischg im Pöllatal gehören dem Gold-Wolfram-Erzbezirk (Typus Schellgaden) im Storz-Kareck-Komplex an (WEBER 1997). Sie umfassen die Reviere Knappenstube (auch Knappenlöcher genannt), das eigenständige Revier Knappenstube-Ost, das Revier Obere Zanaischgbau (auch Ramsbacher Baue genannt; welches nur 300 m Luftlinie vom Revier Prahmleiten entfernt, aber schon auf Salzburger Seite liegt), den Bleiglanzstollen Zanaischg sowie zwei kleine Stollen beim sogenannten „Absprung“, allesamt auf der Kärntner Seite des Kareck (2481 m) gelegen (PICHLER 2009). In diesem Beitrag geht es ausschließlich um das Revier Knappenstube, das sich wiederum in den Maximilianstollen, dem wenig östlich davon gelegenen Judas-Thaddäus-Stollen und einem kurzen, unbenannten Stollen im Hangenden unterteilen lässt. Die zwei erstgenannten Einbaue sind untertägig verbunden. Der unbenannte Stollen zeigt zwar keine Mineralführung auf, soll aber trotzdem erwähnt werden, da man im Eingangsbereich eine eingemeißelte, schwer lesbare Jahreszahl beleuchten kann (vermutlich 1556). Findet man in den Ramsbacher Bauen nur selten anstehendes Erz – PAAR et al. (2006) beschreiben von dort die höchste Goldtellurid-Konzentration in Form von Nagyagit, Sylvanit und Petzit –, so wurden in den Stollen der Knappenstube beträchtliche Erzmengen zurückgelassen. Im Interaktiven RohstoffInformationsSystem der Geologischen Bundesanstalt, kurz IRIS genannt, werden das 16. und 17. Jahrhundert als hauptsächliche Betriebszeiten genannt. Frühere Abbauzeiten können nach Ansicht des Autors aber nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Leider sind untertage weite Teile des Bergbaues nachträglich im 18. Jahrhundert durch Sprengarbeit mit Schwarzpulver beträchtlich erweitert worden, sodass nur noch wenige Bereiche ihren ursprünglichen, wesentlich engeren Zustand zeigen. Wurden vor einigen Jahren noch Führungen für Schulkinder gemacht – davon zeugen noch einige Stahlseile, die man zur Sicherung des steilen Zustiegs verwendete –, so sei nun ausdrücklich vor einer Befahrung, speziell des Judas-Thaddäus-Stollen gewarnt, da man stark verbruchgefährdete Teile passieren muss. Immer wieder ist der Bergbau Ziel von Prospektionsfirmen gewesen, sei es, dass man Interesse am Gold-, aber auch am Wolframerz dieses Reviers hatte. In diesem Zusammenhang seien die Scheelit-Forschungen der VOEST Ende der 1970er/Anfang 1980er Jahre erwähnt, von deren Ergebnissen NEINAVAIÉ (1979) berichtet. Unter Mineraliensammlern setzte in den 1980er Jahren ein richtiger Goldrausch ein, als man sah, wie leicht man schöne Kleinstufen

Abb. 5:
Pseudohexagonale
tafelige Leadhillit-
Kristalle, überzogen
mit winzigsten
Palmierit-Kriställchen
und nicht näher
untersuchten Kupfer-
Sekundärmineralien.
Knappenstube bei
Zanaischg.
Bildbreite 4 mm.
Sammlung und Foto:
C. Auer



mit gediegenem Gold bergen konnte. Dabei wurden auch einige schön aufgeschlichtete Versatzmauern aus dem 18. Jahrhundert zerstört, die Stücke am Boden zerstreut und immer wieder abgesucht. Mit viel Ausdauer vor dem Stereomikroskop zuhause kann man auch heute noch Gold finden. Der Autor besuchte dieses Revier regelmäßig, beginnend ebenfalls in den 1980er Jahren und zuletzt intensiv in den letzten zwei Jahren. Aus diesem zuletzt genannten Zeitraum stammen sämtliche hier erwähnten Neubestimmungen. Birgt der Judas-Thaddäus-Stollen außer dem Scheelit nicht wesentliche Mineralvorkommen, so war es im Maximilian-Stollen vor allem ein zurückgelassener Erzbunker, der vermehrt vom Autor abgesucht wurde. Bei den Neufunden handelt es sich sowohl um primär gebildete Mineralien als auch sekundäre Bildungen, die sich im Laufe der Jahrzehnte bis Jahrhunderte im Bodenschmand bildeten. Die Auflistung der Mineralneufunde in diesem Artikel erfolgt auf Grund des Chemismus. Ein Einzelstück zeigt auf einer quarzigen Fläche von etwa zehn Quadratmillimetern unzählige himmelblaue Pusteln. Eine REM-EDS-Analyse des Autors zeigte, dass es sich hierbei um Connellit handelt. Der Chlorgehalt dieses in zentraleuropäischen Erzvorkommen eher seltenen Kupferhalogenids ist vermutlich aus der primären Vererzung abzuleiten, es könnten aber auch andere (anthropogene?) Quellen in Frage kommen. NEINAVAIE, Beitrag 1168 in NIEDERMAYR et al. (1999) berichtet von braunen Nadeln, die stark an Goethit erinnern. Bei einer PXRD-Analyse ergaben sie überraschenderweise als Ergebnis Malachit, eine REM-EDS-Analyse zeigte ausschließlich Kupfer. Der Autor fand nun ein Einzelstück, das in einem etwa vier Millimeter langen Hohlraum im Quarz ebensolche, stark an Goethit erinnernde, Zehntelmillimeter lange Nadelchen beinhaltet. Eine REM-EDS-Untersuchung eines dieser braunen Kriställchen ergab nur Eisen. Daher kann man in diesem Fall von Goethit sprechen. Eine kleine Sensation stellt der Fund von schön auskristallisiertem Leadhillit dar. Bisher fand der Autor zwei Stücke. Das

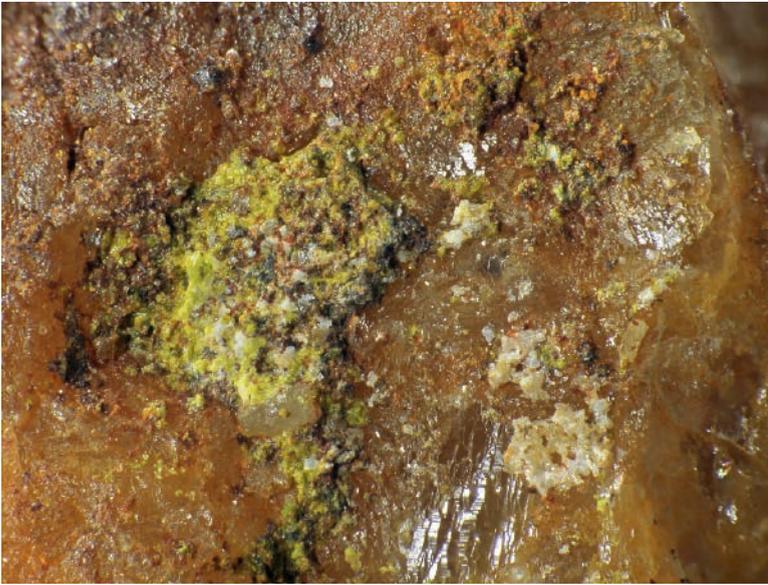
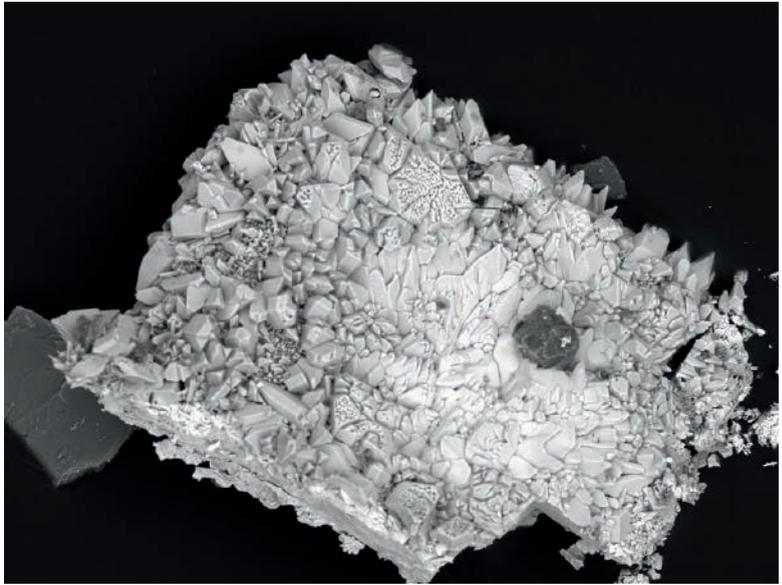


Abb. 6:
 Gelbbrauner Beaverit-(Cu) mit etwas schmutzig weißem Anglesit auf typisch orangebraunem Quarz. Knappenstube bei Zanaischg. Bildbreite 2,5 mm. Sammlung und Foto: C. Auer

erste Stück zeigt einen fünf Millimeter großen, milchig weißen, blättrig wirkenden Kristall in einem Hohlraum im Gangquarz in Paragenese mit Galenit und Chalkopyrit. Die erste Vermutung des Autors, dass es sich um Baryt handeln könnte, widerlegte eine REM-EDS-Analyse, welche ein Blei-Karbonat-Sulfat ergab. Für weiterführende Analysen wurde das Stück zu J. DESOR (mineralanalytik.de) geschickt. Mittels Raman- und vor allem einer SXR-EDS-Analyse konnte Leadhillit bestätigt werden. Beim zweiten Stück handelt es sich um ein Stück Gangquarz, das offensichtlich schon längere Zeit im Bodenschmand lag. In einem etwa fünf Millimeter großen Hohlraum im Quarz befinden sich mehrere, jeweils etwa einen Millimeter große, typisch pseudo-hexagonale, weiße Kristalle, die oberflächlich mit winzigsten Palmierit-Kriställchen überzogen sind (Abb. 5). Ein einzelnes, etwa einen Quadratmillimeter großes, marineblaues Kristallaggregat erwies sich mittels REM-EDS-Analyse des Autors als Azurit. Die größte Gruppe der Neufunde bilden Sulfate. Selten findet man bis zu einen Millimeter große, schmutzig weiße, langtafelige Kristalle von Baryt in Paragenese mit Calcit. Der Baryt, wie auch alle anderen hier angeführten Neufunde, wurde mit REM-EDS durch den Autor bestimmt. Im Erzbunker innerhalb des Maximilian-Stollen findet man häufig orangebraune Quarzstücke mit reliktschen Einschlüssen von stark zersetzten Erzen, hauptsächlich Pyrit und Chalkopyrit. In diesen ausgelaugten Hohlräumen findet man neben viel sekundärem hellgelbem, warzigem Schwefel auch blauschwarzen winzigen Covellin und sehr häufig kleine braune, durchscheinende Kristalle von Plumbojarosit, die diese Hohlräume ausfüllen können. Jarosit hingegen ist selten. Er bildet hell gelbbraune Krusten bis zu zehn Quadratmillimetern auf Quarz. Ein weiterer Neufund aus der Alunit-Supergruppe ist Beaverit-(Cu). Er kommt weitaus seltener als Plumbojarosit vor und bildet gelbbraune (teilweise mit deutlichem Grüntich), Zehntelmillimeter große Kriställchen aus, die ebenfalls auf dem erwähnten orangebraunen Quarz aufsit-

Abb. 7:
 Trigonale Palmierit-
 Kriställchen von der
 Knappenstube bei
 Zanaischg. Bildbreite
 300 µm. Sammlung:
 GBA Wien,
 REM-Foto (BSE-
 Modus): C. Auer



zen können und hierbei mehrere Quadratmillimeter große Flächen bedecken (Abb. 6). Ein weiterer sulfatischer Neufund stellt der Devillin dar. Er kommt ebenso auf besagtem Quarz vor und überzieht mehrere Quadratmillimeter große Flächen mit himmelblauen Schüppchen mit typischem Perlmuttglanz. Himmelblaue Pusteln, die optisch sehr dem Connellit ähneln, jedoch im Gegensatz zu letzterem wesentlich häufiger sind, entpuppten sich als ein Mineral aus der Cyanotrichit-Gruppe. Die Frage, ob es sich um Cyanotrichit oder Carbonatcyanotrichit handelt – andere Gruppenmitglieder können aufgrund der Nichtanwesenheit weiterer Fremdelemente wie F oder Sb ausgeschlossen werden –, könnte nur durch weiterführende Untersuchungen geklärt werden. Im Erzbunker findet man häufig Gangerzstücke, die neben Pyrit und Chalkopyrit auch reichlich Galenit führen. Der Galenit ist hierbei stets von weißen kristallinen Krusten überzogen. Systematische REM-EDS-Untersuchungen des Autors an diesen Krusten zeigten, dass mengenmäßig der häufigste Bestandteil dieser Krusten Palmierit, $K_2Pb(SO_4)_2$, also ein Kalium-Blei-Sulfat ist. Untergeordnet kommen auch noch Gips, Cerussit und Anglesit vor. Der Palmierit bildet trigonale Kristallgruppen aus, die erst unter dem Elektronenmikroskop deutlich sichtbar sind (Abb. 7). Die Knappenstube stellt in Österreich erst die zweite Fundstelle für Palmierit dar. Die erste Erwähnung erfolgte durch BLASS & PICHLER (2001) aus dem Bergbau der Äußeren Wimitz bei St. Veit an der Glan in Kärnten. Erwähnenswert ist auch, dass Palmierit schwach Ca-haltig ist, wobei Calcium das Blei substituiert ($Pb_{0,98}Ca_{0,02}$). Das Kalium im Palmierit ist eventuell aus den Schichtsilikaten des Nebengesteins abzuleiten.

Abschließend sollen noch zwei silikatische Neufunde genannt werden. In pyritreichem, anstehendem Gestein des Judas-Thaddäus-Stollen findet man bis zu fünf Millimeter lange grünliche Stängel von Epidot. PICHLER (2009) beschreibt von der Knappenstube Adular, also einen Kalifeldspat. In glimmerreichem Nebengestein des Maximilian-Stollen

findet man aber auch selten bis zu zwei Millimeter große, klare, gut spaltbare Aggregate von Albit, also Natronfeldspat. Nach Erscheinen dieses Artikels werden die hier verwendeten Fotos sowie Fotos der anderen Neufunde auf der Internet-Plattform mindat.org hochgeladen. (Auer)

2268) Eisen-Titan-Zink-Spinell, Enstatit, Quarz und Willemitt in einer Schlacke von einer Schotterbank der Drau bei Obergottesfeld, südlich Möllbrücke, Kärnten

Während einer Exkursion von Studierenden der Universität für Bodenkultur Wien unter der Leitung von DI Jürgen Petutschnig, Möllbrücke, wurden die Gesteine einer Schotterbank in der Drau nahe Obergottesfeld südlich Möllbrücke bezüglich ihrer geologischen Herkunft bestimmt. Die Schotterbank ist eine rund einen Kilometer lange Insel, die orographisch links in der Drau auf geografischer Breite der Ortschaft Obergottesfeld liegt. Neben gut gerundeten Kalksteinen und Geröllen von metamorphen kristallinen Schiefen hatte ein dichtes, auffallend bläulich-violett gefärbtes Gestein, das zahlreiche Poren und weiße Einsprenglinge führt, die Aufmerksamkeit der Exkursionsteilnehmer erweckt, da eine eindeutige petrografische Bestimmung ihnen nicht möglich war.

Das im Durchmesser etwa zehn Zentimeter große, gut gerundete Rollstück zeigt im Bruch zahlreiche Poren und splittrige bis zu zwei Millimeter große weiße Körner aus Quarz (PXR-bestimmt) in einer glasigen bläulich-violetten Masse und ist eine Schlacke (Abb. 8). Die RFA-Analyse der Schlacke (RFA Bruker S1 TITAN – 800 Graphene, Strahldurchmesser 8 x 8 mm; Elemente ab Magnesium messbar) ergab in Element-Gew.-% in absteigender Menge folgende signifikante Werte: Si 29,7(6); Al 12,9(5); Fe 4,78(3); K 3,63(4); Zn 2,92(2); Mg 1,8(7); Ti 0,59(1); Ca 0,56(1); S 0,18(1); P 0,08(1); Mn 0,05(1) und Cl 0,04(2). Der Rest auf 100 Prozent ist vor allem Sauerstoff, der mit dieser Methode wie auch Natrium nicht messbar ist.

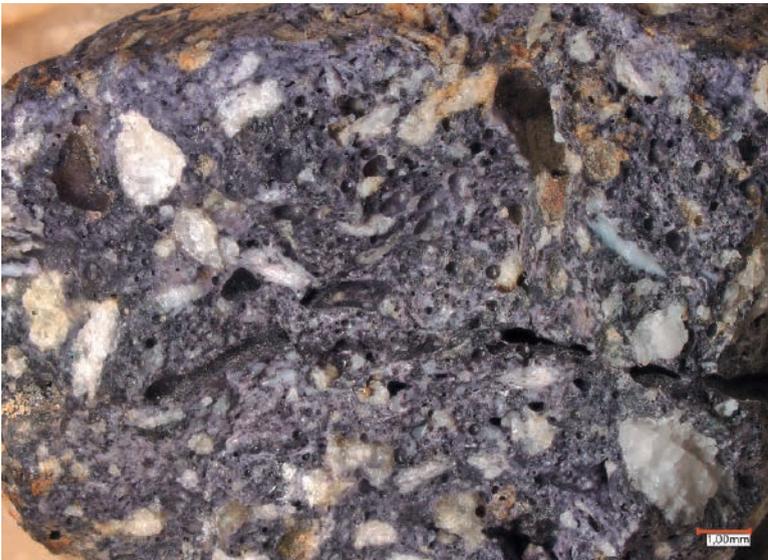
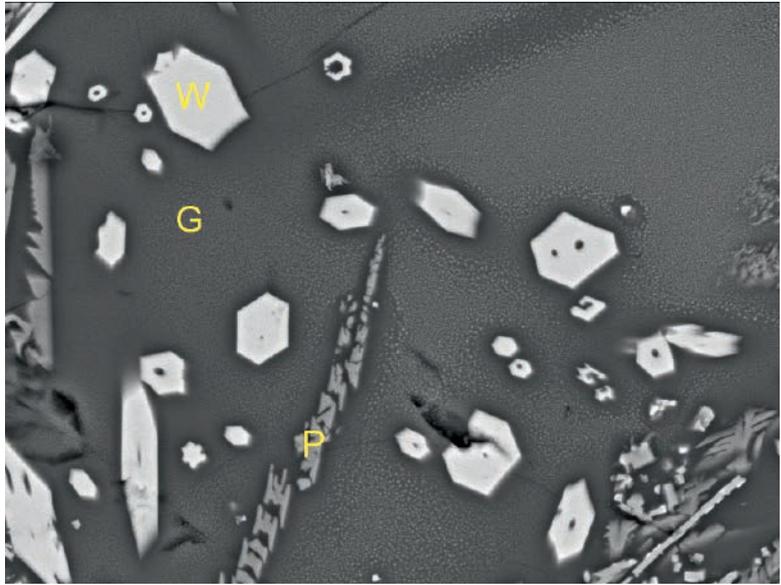


Abb. 8: Schlacke mit zahlreichen Poren und Einschlüssen von splittrigem Quarz von einer Schotterbank der Drau bei Obergottesfeld. Bildbreite 1,5 cm. Sammlung: UMJ Graz. Foto: H.-P. Bojar

Abb. 9:
 Willemit (W) und
 Enstatit (P) in Glas
 (G) der Schlacke von
 einer Schotterbank
 der Drau bei Ober-
 gottesfeld.
 Bildbreite 0,1 mm.
 REM-Foto (BSE-
 Modus): H.-P. Bojar



Die PXRD-Analyse der Schlacke ergab, neben einem Glasanteil, Röntgenreflexe, die bezüglich ihrer Peak-Breite auf gut kristallisierte Phasen hinweist, die als Willemit, Spinell, Enstatit und Quarz bestimmt wurden. Auch im Anschliff ist dieses Ergebnis über REM-EDS-Analysen bestätigt worden. Willemit tritt mit hexagonalem Querschnitt in bis zu zehn Mikrometer großen Kristallen, eingebettet in einer Glasmatrix, auf (Abb. 9). Über die REM-EDS-Analyse konnte für Willemit folgende Formel berechnet werden: $(\text{Zn}_{1,10}\text{Mg}_{0,46}\text{Fe}_{0,44})\text{SiO}_4$. Das Glas ist chemisch dem Gesamtchemismus der Schlacke (siehe oben) sehr ähnlich und zeigt folgende Element-Gew.-%-Werte in absteigender Menge (Standardabweichung in Klammern): Si 29,1(2); Al 7,18(9); Fe 6,1(1); K 6,0(1); Zn 3,1(2); Na 1,7(1); Ti 0,90(6); Ca 0,66(5) und Mg 0,62(6). Der Rest auf 100 Prozent ist wiederum überwiegend Sauerstoff. Willemit als Mineral aus einer Schlacke ist zuletzt von der Kupferhütte der Montanwerke Brixlegg nachgewiesen worden (KOLITSCH, Beitrag 1799 in NIEDERMAYR et al. 2013). Auffallend ist der recht hohe Gehalt an Titan sowohl im Gesamtchemismus als auch im Glas der Schlacke.

Neben Willemit ist Pyroxen in Form von spießigen, skelettartig gegliederten Kristallen im Glas vorhanden. Die Kristallquerschnitte betragen meist unter vier Mikrometer. Auffallend ist das Fehlen von großen Kationen wie Natrium und Calcium im Chemismus dieses Pyroxens und der hohe Gehalt an Zink neben Eisen. Die aus der REM-EDS-Analyse berechnete Formel $(\text{Mg}_{0,97}\text{Fe}_{0,03})(\text{Fe}_{0,56}\text{Zn}_{0,41}\text{Al}_{0,02}\text{Ti}_{0,01})(\text{Al}_{0,03}\text{Si}_{1,97})\text{O}_6$ ist dem Enstatit zuzuordnen.

Als eine weitere Mineralbildung in dieser Schlacke tritt Spinell in zahlreichen meist unter zehn Mikrometer großen, scharfkantig begrenzten Körnern (meist Oktaeder) gemeinsam mit Enstatit auf. Ihre chemische Zusammensetzung ist vor allem durch den Einbau von Titan interessant. An nur wenigen Stellen im Anschliff ist der primäre Titan-Lieferant erhalten geblieben: In Abb. 10 ist ein 0,25 Millimeter langer Rutilkristall

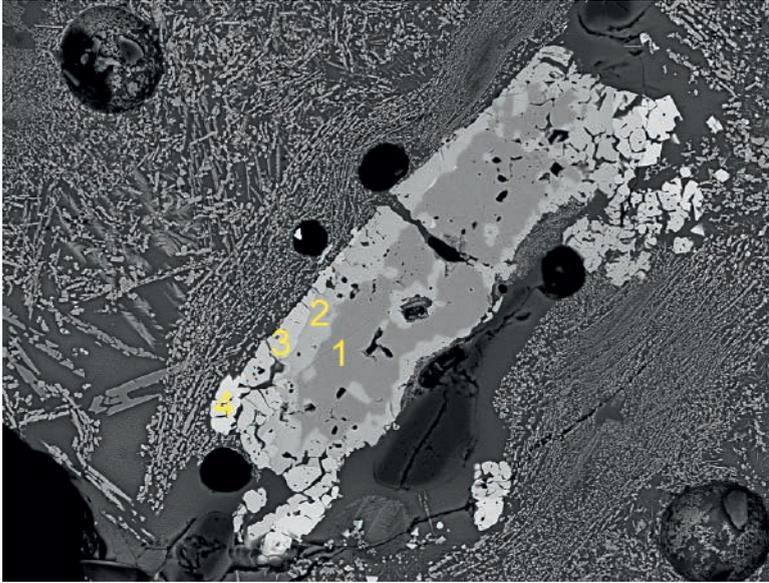


Abb. 10:
Rutil (1) in Umwandlung zu einem Eisen-Titan-Zink-Spinell (4) neben Enstatit im Glas der Schlacke von einer Schotterbank der Drau bei Obergottesfeld. Bildbreite 0,34 mm. REM-Foto (BSE-Modus); H.-P. Bojar

erkennbar, der in der Schlacke zunehmend in Spinell umgewandelt wird. So besteht der Kern (1) noch vollständig aus TiO_2 , während die Zonen (2) und (3) die fortschreitende Abfuhr von Titan und den überwiegenden Einbau von Eisen und Zink dokumentieren. Der Bereich (4) ist als Endprodukt ein Eisen-Titan-Zink-Spinell (Tab. 1), der mit diesem Chemismus verbreitet in der gesamten Schlacke auftritt.

Kation	1	2	3	4
Mg	0,00	0,13	0,22	0,22
Al	0,01	0,07	0,02	0,27
Ti	1,99	1,59	1,33	0,88
Fe	0,00	0,46	0,88	1,08
Zn	0,00	0,12	0,18	0,55
Σ	2,00	2,37	2,63	3,00

Tab. 1:
Formelkoeffizienten (Basis 4 Sauerstoffe) der REM-EDS-Analysen der Zonen 1 bis 4 in der Abb. 10, Schlacke bei Obergottesfeld.

Nach dem Titan-Gehalt könnte der Spinell (4) zur Ulvöspinell-Subgruppe gehören. Abgesehen vom Gehalt an Zink wäre dieser Spinell Qandilit $[(\text{Mg}, \text{Fe}^{3+})_2(\text{Ti}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})\text{O}_4]$ chemisch am Ähnlichsten. Es wäre aber auch ein ternärer Mischkristall aus Gahnit-Franklinit-Titanomaghemit möglich.

Die Schlacke stammt wahrscheinlich von einem der vielen Schlackenplätze, die im Zuge von Bergbau bzw. Bergbauversuchen im Bereich der Kreuzeckgruppe und Gailtaler Alpen angelegt wurden. Der dem Fundort der Schlacke am nächsten gelegene Bereich von Bergbauen ist das Revier der Siflitz-Baue (siehe PICHLER 2009), die etwa drei Kilometer südöstlich von Obergottesfeld liegen.

(Walter/Bojar)

2269) Spektakuläre Neufunde von Antimonit-Kristallen aus dem Modre-Steinbruch bei Terpetzen südöstlich Klein Sankt Veit, Kärnten

Der große Amphibolit-Steinbruch bei Terpetzen, etwa 2,8 Kilometer südöstlich von Klein Sankt Veit gelegen, ist seit langem bekannt für ausgezeichnete Mineralfunde. Handelte es sich früher um zwei separate Brüche und einer geringfügig anderen Mineralogie (siehe GROSS 1982), wuchsen die Brüche im Laufe der Jahre zu einem Bruch zusammen, der heutzutage von der Firma Modre betrieben wird. Abgebaut wird ein Amphibolit, der für Dekorsteine, Kiese mit verschiedenen Korngrößen, aber auch als Wasserbaustein verwendet wird. Aus dem oberen Teil stammen ausgezeichnete Funde von Antimonmineralien. MEIXNER, Beitrag 416 in MEIXNER (1978) schreibt dazu: „... habe ich vom Sommer 1977 umfangreiches Untersuchungsmaterial erhalten, hauptsächlich aus dem neuen, oberen Bruch. Etwas überraschend dabei waren schöne Funde von Antimonit, bei denen das Erz in Nadelbüscheln vorkam, bei 2 bis 3 cm Länge und 1 bis 2 mm Ø der Nadeln. Häufig ist der Antimonit bereits umgewandelt zu weißem Stibikonit / $SbSb_2O_6(OH)$, kub. /, der oft in tadellosen Pseudomorphosen die Antimonit-xx nachbildet. Die optische Bestimmung als Stibikonit ist durch eine röntgenographische Pulveraufnahme von Frau Mag. S. RUSCHA bestätigt worden. Das Sb-Erz kommt in quarziger Gangart vor. Manchmal zeigt der Antimonit auch dünne, rezente, rote Überzüge, aber auch Ps. nach Antimonit-xx, die wohl als Metastibnit / Sb_2S_3 , amorph / eingestuft werden können.“ Der sehr engagierte Sammler Gerald Gesselbauer aus Kapfenberg besuchte den Bruch mehrmals im Jänner 2022 und konnte wiederum spektakuläre Antimonminerale bergen, die sogar die klassischen Funde bei weitem übertrafen. Es handelt sich hierbei um keine von diesem Bruch noch nicht bekannten Mineralarten, jedoch um Stücke – besonders beim Antimonit – in wesentlich besserer Ausbildung als bisher bekannt war. Die einzelnen Antimonit-Büschel erreichen hierbei eine Länge von acht Zentimetern und bilden somit sehr schöne Vitrinestufen (Abb. 11). Im oberen Drittel des mittlerweile sehr großen Steinbruches durchzieht eine Störungszone (Görtschitztalstörung?) den umgebenden Amphibolit. In diesem verquarzten Störungsbereich fand Gesselbauer einen Hohlraum mit den Maßen 2 x 0,1 x 0,7 Meter vor, der diese schönen Antimonite enthielt (Abb. 12). Sie sind vermutlich mit zu den größten Kristallen zu rechnen, die je im Bundesland Kärnten gefunden wurden. Als weiterer bedeutender Fundort von Antimonit-Kristallen in Kärnten ist der alte Eisenbergbau von Loben im Lavanttal zu nennen. MEIXNER (1957) schreibt von schönen säuligen bis nadeligen, gut ausgebildeten Kristallen bis zu acht Zentimetern Länge in Hohlräumen im Siderit. Weitere wichtige Fundorte sind der zwischen 1985 und 1987 errichtete Oswaldibergtunnel bei Villach, der zu Terpetzen naheliegende Bergbau am Hapatnikkogel bei Hüttenberg sowie einige Bergbaue um Zeltschach, etwa Raschenberg. Die Antimonit-Büschel des Neufundes sind zumeist oberflächlich gelblich-braun durch ein Mineral aus der Roméit-Gruppe verfärbt. Dieses häufige Verwitterungsmineral von Antimonit wurde mittels REM-EDS-Analyse des Autors als ein Calcium-Antimon-Oxid identifiziert, vermutlich Hydroxycalcioroméit oder Oxycalcioroméit. Dies müsste jedoch erst durch weitergehende aufwändige Untersuchungen bestätigt werden.



Abb. 11: Antimonit-Büschel (8,0 x 4,5 cm) vom Modre Steinbruch bei Terpetzen.
Sammlung und Foto: G. Gesselbauer



Abb. 12: Der ausgebeutete Hohlraum innerhalb der beschriebenen Störungszone vom Modre Steinbruch bei Terpetzen vom Jänner 2022. Der Fäustel dient als Größenvergleich. Foto: G. Gesselbauer

Hinsichtlich Verwitterungsprodukten des Antimonits von Terpetzen schreibt MEIXNER, Beitrag 452 in MEIXNER (1979): „Ein erfreulicher Neufund für Kärnten und Österreich ist Prof. F. STEFAN (Klagenfurt) zu verdanken. Er erzählte mir bei der letzten Klagenfurter Tagung am 4. November 1978, daß er auf einem Antimonstück von Terpetzen aus dem oberen („Modre“) Bruch unter dem Binokular winzige, klar durchsichtige oktaedrische Kristalle beobachten konnte. ... saßen in der Kluft einige wasserklare bis blaß gelbliche, fast diamantglänzende, oktaedrische Kristalle von 0,1 bis 0,3 mm Durchmesser. Sie erwiesen sich als optisch isotrop mit einer 1,80 ganz wesentlich übersteigenden Lichtbrechung, womit der Nachweis von Senarmontit, Sb_2O_3 , kub., wohl gesichert ist. Die Suche nach diesem Mineral auf vielen Antimonitstücken von Terpetzen (...) ist bisher erfolglos verlaufen. (...) Das oben beschriebene Vorkommen des Senarmontits von Terpetzen ist somit der erste wirkliche Nachweis dieses Minerals in einer österreichischen Fundstätte.“ Aus den von GESSELBAUER getätigten Neufunden stammen auch einige mehrere Zentimeter-lange Antimonit-Büschel, die völlig mit ebensolchen winzigen, aber hochglänzenden Oktaedern überzogen sind. Eine REM-EDS-Analyse des Autors ergab das eindeutige Vorhandensein von chemisch reinem Senarmontit. Etwas seltener ist Millimeter-großer, strahliger Valentinit bzw. sind kleine cremefarbene Kristalle dieser Mineralart, die aber ebenso zumeist von dem Roméit-Gruppenmineral umhüllt oder zur Gänze pseudomorphisiert wurden. Sehr selten findet man ziegelrote Krusten von Metastibnit (REM-EDS-analysiert). Weiße feinschuppige Massen aus winzigsten Kriställchen eines Minerals der Kaolinitgruppe (ebenfalls REM-EDS-analysiert) ergänzen die Paragenese. (Auer)



Abb. 13a:
Das Fundgebiet der
steilen Bachrunse am
Hochtannbergpass,
Vorarlberg (Blick
talauswärts).
Foto: R. Mäser im
Juli 2022

**2270) Bitumen, Calcit, Dolomit, Pyrit, Strontianit
und Quarz von einer Bachrunse beim Hochtann-
bergpass nordöstlich Schröcken, Vorarlberg**

Am Hochtannbergpass, nordöstlich von Schröcken, wird die Fahrstraße von Schröcken nach Warth von einer tief in Almwiesengelände eingeschnittenen Bachrunse gequert, die sich vom Großen Widderstein (2533 m) Richtung Süden herunterzieht. In dieser Runse hatte die Zweitautorin bei mehrfachen Sammelexkursionen eine Paragenese von farblosen Quarzen, Calcit und weiteren Mineralien aus schmalen Kluftrissen in Kalksteinen gesammelt. Bei einem gemeinsamen Besuch der Fundstelle am 18. Juli 2022 zusammen mit Renato Kiseljak, Schruns, wurde die Runse (Abb. 13a) bis auf eine Seehöhe von circa 1730 Meter begangen und besammelt. Das beste Fundareal liegt im Bereich einer Verbreiterung des Bachbettes (Koordinaten: 47,2719° N, 10,1321° E, Seehöhe 1720 m), wo relativ stark tektonisch beanspruchter, grauer bis schwärzlicher Kalkstein mit weißen Calcitadern ansteht (Abb. 13b). Hier befinden sich schmale Klüftchen (Breite max. 1 cm) in einem bräunlichgrauen (im Anbruch), feinkörnigen Kalkstein, die teils reich an schwarzem, splittrig brechendem Bitumen (Naturasphalt) sind. Das Bitumen ist die späteste Bildung der Paragenese und befindet sich stets im zentralen Bereich der Klüftchen und rieselt beim Aufbrechen heraus. Kleine Bitumeneinschlüsse kann man aber auch in der Kalksteinmatrix beobachten. Die Wände der Klufflächen sind mit Rasen von kleinen, farblosen bis weißlichen oder blassbräunlich getönten, stets mehr oder minder stark gerundeten Calcit-Skalenoedern bis zu fünf Millimetern Größe besetzt. Eingebettet in das Bitumen oder aufgewachsen auf den Calciten finden sich relativ



Abb. 13b:
Tektonisch stark
deformiertes Karbo-
natgestein mit wei-
ßen Calcitadern.
Aufschluss in der
steilen Bachrunse am
Hochtannbergpass,
Vorarlberg.
Foto: R. Mäser im
Juli 2022

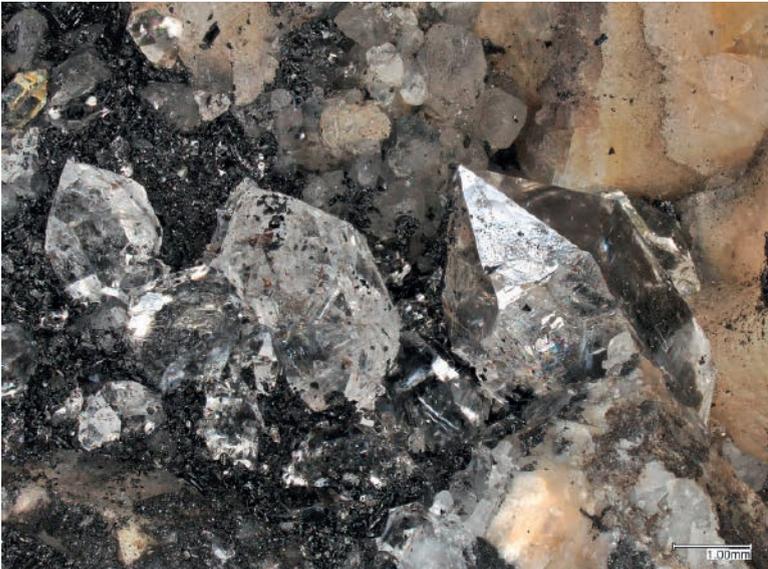


Abb. 14:
Farblose Quarz-
kriställchen (der
mittlere mit kleinen
schwarzen Bitume-
neinschlüssen) in
Bitumen; das creme-
weißliche Mineral ist
Calcit. Bachrunse
beim Hochtannberg-
pass nordöstlich
Schröcken, Vorarl-
berg. Bildbreite:
10,1 mm. Sammlung:
NHM Wien.
Foto: U. Kolitsch

selten hochglänzende, farblose Quarz-Kristalle im Normalhabitus (Abb. 14). Die Quarze erreichen eine Länge von maximal 12 Millimetern, wobei die allermeisten Kriställchen jedoch kleiner als drei Millimeter sind. Manche Individuen zeigen farblose, rundliche Flüssigkeitseinschlüsse (z.T. mit mobilen Gasbläschen), Bitumeneinschlüsse oder Tröpfchen von Erdöl. Die Quarze können zusammen mit ihren Begleitmineralien ästhetische Kleinstüfchen bilden, sofern die Kriställchen beim Zerschlagen der Kalksteinbrocken nicht aus dem Bitumen herausfallen (leider oft der Fall). Das Bitumen kommt neben den derben Massen auch selten in Form sehr kleiner schwarzer Kügelchen auf Calcit oder Strontianit vor.

Strontianit ist selten in diesem Fundgebiet. Seine kleinen weißen Büschel und zerfressenen faserigen bis feinkristallinen Aggregate (EDS-analysiert; leicht Ca-haltig, mit Sr:Ca ~ 10:3) sitzen auf weißem Calcit. Manche dieser Aggregate machen den Eindruck, als könnte es sich um Pseudomorphosen nach ehemaligen tafeligen Coelestin-Kristallen handeln.

Als drittes Karbonat kommt sehr spärlich Dolomit vor (Funde der Zweitautorin). Seine gelblichen bis bräunlichen, sattelförmig gekrümmten, kleinen Rhomboederchen sind bislang nur visuell identifiziert.

Pyrit wurde ebenfalls selten gefunden. Er bildet eher unscheinbare, feinkörnige Rissfüllungen (max. 2,5 x 1 cm) in einem dunklen Kalkstein sowie eingewachsene, etwas verzogene und kantengerundete, würfelige Kriställchen bis zu fünf Millimetern.

Abgesehen von seinem Vorkommen in dem erwähnten schwärzlichen Kalkstein bildet der Calcit auch Adern in einem bräunlichen Kalkstein. In seltenen flachen Hohlräumen dieser Adern fanden sich außer weißlichen Calcit-rhomboedern und -skalenoedern bis zu 12 Millimetern, selten begleitet von Quarz-Kriställchen bis maximal drei Millimeter, keine weiteren Minerale.

Zusammenfassend handelt es sich um eine Mineralparagenese, wie sie vielerorts in den kalkig-dolomitischen Sedimentgesteinen des Helvetikums von Vorarlberg auftritt. Der Reichtum an Bitumen ist jedoch bemerkenswert. (Kolitsch/Mäser)

2271) Authigener Albit, Dolomit, Pyrit und Quarz in Gipsaufschlüssen an der Lünerkrinne beim Lünersee, Montafon, Vorarlberg

Bei Wanderungen im Bereich des Lünersees fielen der Zweitautorin an der Lünerkrinne (2155 m), einem Kamm wenig östlich des Lünersees (Gemeinde Vandans), anstehender, plattig brechender, schmutzig weißlicher Gips auf, in dem lokal kleine hell- bis dunkelgraue, seltener auch blass rosabraune oder graugelbe, steilrhomboedrische, scharfkantige Dolomit-Kristalle eingebettet sind, die sich authigen im Gips gebildet hatten. Ähnliche Vorkommen sind bekannt vom Burtschasattel im Brandner Tal (KOLITSCH, Beitrag 1922 in NIEDERMAYR et al. 2015) und vom Venser Tobel bei Vandans (KOLITSCH & KISELJAK, Beitrag 2200 in WALTER et al. 2021).

Bei einem gemeinsamen Besuch der Gipsaufschlüsse am 20. Juli 2022 von den Autoren zusammen mit Renato Kiseljak, Schruns, konnten an mehreren Stellen direkt am Wanderweg Dolomit-Kristalle gefunden werden, wobei die fündigsten Bereiche unmittelbar hinter dem Kamm liegen. Die Kristalle sind oft in schmalen Lagen angereichert und von der Verwitterung natürlich aus dem wenig widerstandsfähigen Gips herauspräpariert worden. Die Größe der Kristalle liegt meist unter fünf bis sieben Millimeter, ausnahmsweise wurde vom Erstautor auch ein 1,2 Zentimeter großer Kristall gefunden.

In einer etwas unreinen Gipslage konnten unter dem Stereomikroskop dunkelbraungraue bis blassgraubraune, durchscheinende, kurzprismatisch-isometrische Quarzkriställchen von bis zu 0,5 Millimetern gefunden werden (mittels REM-EDS bestätigt). Diese Kriställchen zeigen allerdings sehr raue Flächen und gerundete Morphologien. Bei

sehr kleinen, farblosen, sechsseitigen, kantengerundeten Täfelchen (ca. 0,15 mm), die visuell an einen Glimmer erinnern, ergaben die EDS-Analysen eindeutig einen Albit, der Spuren von K, Mg und in einem Fall Fe enthält. Im Rasterelektronenmikroskop ist zu erkennen, dass der Albit winzige Einschlüsse von Gips beinhaltet.

Nur als Einzelfund liegt Pyrit vor, der winzige Würfelchen in Gips bildet.

Wenn man den Kamm der Lünnerkrinne überschritten hat, kann man ins Rellstal hinunterwandern und auf dem Weg zum Rellstalkirchle (1467 m) weitere Gipsaufschlüsse und -dولين im Bereich des Gipsköpfles (1975 m) besuchen. (Kolitsch/Mäser)

2272) Cinnabarit vom Ausgangsbereich des Sacktobels, Rellstal im Montafon, Vorarlberg

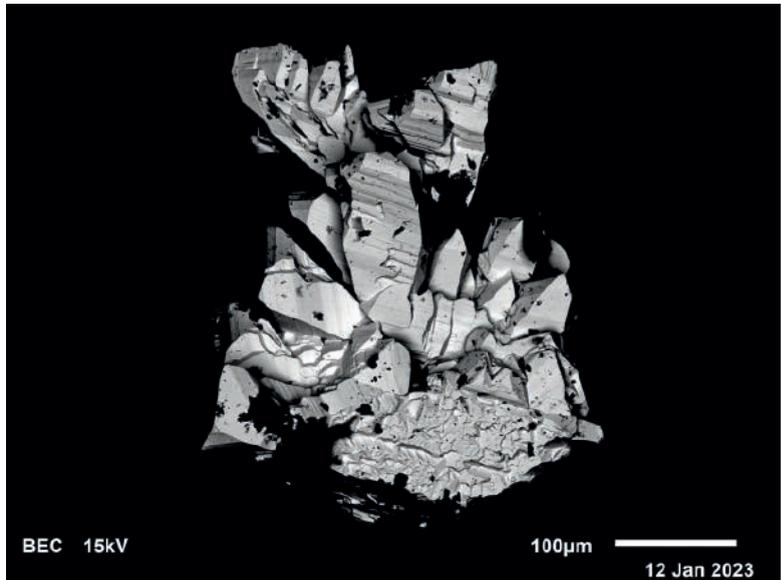
Im flachen Ausgangsbereich des Sacktobels finden sich im breiten Bachbett vereinzelt graugrünliche Blöcke, die untergeordnet Kupfervererzungen (Chalkopyrit, Tennantit-(Fe), Bornit und deren Verwitterungsprodukte Malachit und Tiroilit) enthalten (KOLITSCH, Beitrag 1924 in NIEDERMAJR et al. 2015). Da nach starken Unwettern neue fündige Blöcke zutage treten können, wurde der Fundbereich am 20. Juli 2022 gemeinsam mit Renato Kiseljak, Schruns, und Rosmarie Mäser, Dornbirn, begangen. Es konnten zwar nur Belegstücke von Tiroilit gefunden werden, dafür aber reichhaltig Stücke mit Bornit in Form kleiner eingesprengter Körner oder schmaler kurzer Äderchen sowie verbreitet kleine kugelige bis büschelige Malachit-Aggregate und weißer bis fleischfarbener, blättriger Baryt.

Beim Aufschlagen eines größeren, halb im Bachsand steckenden, hellgraugrünlichen Brockens, der dem Verfasser durch einen mehrere Zentimeter mächtigen hellbräunlichen Dolomit-(Quarz-)Gang aufgefallen war, kamen kleine Hohlräume im Dolomit (EDS-analysiert, etwas Fe-haltig) zutage, die neben farblos-weißlichen Quarzkristallen bis zu



Abb. 15a:
Loses Cinnabarit-Kristallaggregat vom Sacktobel im Rellstal, Montafon, Vorarlberg. Bildbreite: 0,97 mm. Sammlung: NHM Wien. Foto: U. Kolitsch

Abb. 15b:
Bizarres Cinnabarit-
Kristallaggregat vom
Sacktobel im Rellstal,
Montafon, Vorarlberg.
REM-Foto (BSE-
Modus); U. Kolitsch



drei Millimetern und farblosen tafeligen Albitkristallen bis zu 1,5 Millimetern schon makroskopisch erkennbar rötliche Minerale enthielten. Eine genauere Begutachtung mit der Handlupe und später unter dem Stereomikroskop zeigte folgende Minerale neben hellbräunlichen Dolomit-Rhomboedern: Hämatit bildet sehr feinschuppige, lockere, dunkelrötliche Aggregate, die man als „Eisenrahm“ bezeichnen könnte. Chalkopyrit bildet ein- und aufgewachsene, tetraedrische bis tafelig verzerrte und oberflächlich bräunlich oxidierte Kristalle bis zu zwei Millimeter. Dünne Limonithäutchen kommen auch auf Quarz und Albit vor. Lokal kann Malachit unscheinbare dünne Krusten um angewitterten Chalkopyrit

Abb. 16:
Winziger, nadeliger
Cinnabarit-Kristall
auf Fe-haltigem
Dolomit vom Sack-
tobel im Rellstal,
Montafon, Vorarl-
berg. Bildbreite:
0,4 mm. Sammlung:
NHM Wien.
Foto: U. Kolitsch



ausbilden. Schwarze, bis zu vier Millimeter große Tennantit-(Fe)-Körner (EDS-analysiert; Sb-frei) treten eingewachsen im Quarz auf. Leuchtend roter Cinnabarit, der unmittelbar mit dem Eisenrahm vergesellschaftet ist, tritt selten in Form von sehr kleinen bäumchenförmigen, teils bizarren Aggregaten (Abb. 15a, b) oder winzigen feinnadelig-spießigen Kriställchen auf (max. 0,5 mm), die einerseits mit ihrem Unterteil im Dolomit eingewachsen sind, aber auch lose in den Hohlräumen liegen (Abb. 16). Bei einem der größten nadeligen Cinnabarit-Kriställchen sind bei sehr hoher Vergrößerung im Stereomikroskop ein hexagonaler Querschnitt und eine deutliche Querstreifung erkennbar. In einem Fall wird eine feine Cinnabarit-Nadel von einem farblosen, gerundeten Calcit-Kristall umschlossen, der auf Dolomit-Rhomboedern sitzt. Nach REM-EDS-Analysen ist der Cinnabarit chemisch rein.

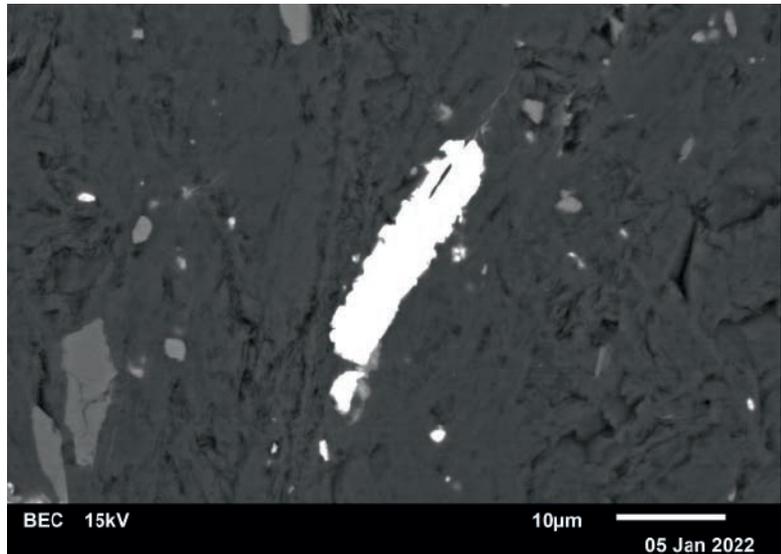
Der vorliegende Erstnachweis von Cinnabarit für das Rellstal zeigt wie so oft, dass die Mineralogie eines Vorkommens erst nach mehrmaliger Begehung vollständig beschrieben werden kann. Cinnabarit war aus Vorarlberg bislang nur in einem Anschliff einer Erzprobe von den Knapgruaba am Bartholomäberg nachgewiesen worden (KOLITSCH, Beitrag 1856 in NIEDERMAYR et al. 2014). (Kolitsch)

2273) Brannerit, Cinnabarit, Florencit-(Ce), Fluorapatit, Monazit-(Ce), Monazit-(Nd), Muskovit, Rutil, Siegenit, Xenotim-(Y) und Zirkon von der Flirscher Schihütte im Stanzer Tal, Tirol

An der Flirscher Schihütte im Stanzer Tal befindet sich ein Aufschluss einer disseminierten Fahlerzmineralisation, gebunden an eine mehrere Meter mächtige Quarzitlage des Alpenen Buntsandsteins (GRÖBNER et al. 2009 und darin zitierte Literatur). Die Stelle ist unter Sammlern bekannt für Funde sekundärer Kupferminerale (Tirolit, Azurit, Malachit, Chalkophyllit, Strashimirit, ...) im Mikromount-Format. GRÖBNER et al. (2009) beschreiben unter anderem auch das sekundäre Uranmineral Metazeunerit. Da in der Literatur zu der Vererzung keinerlei primäres Uranmineral beschrieben wird, konnte damals die Frage nach der Quelle des Urans nicht beantwortet werden. Wie nachfolgend berichtet werden soll, konnte das Rätsel jetzt gelöst werden.

Im August 2020 besuchten der Zweit- und der Drittautor die Fundstelle und führten im ganzen Abbau Messungen mit einem Strahlungsmessgerät SOEKS 112 durch. Im vorderen Bereich des Abbaus war die durchschnittliche Strahlung höher als im hinteren Bereich – ungefähr bei 1,3 bis 1,5 $\mu\text{Sv/h}$. Bei einem kleinen, bräunlichen Bereich in der hellen Quarzit-Felswand wurde ein deutlich höherer Wert gemessen, 2,54 $\mu\text{Sv/h}$. Proben der bräunlichen, feinschiefrigen Gesteinspartie und des sie direkt umgebenden, leicht mit Fahlerz vererzten Quarzits (mit wenig Tirolit, Azurit, Strashimirit(?) und weiteren grünlichen, krustigen Sekundärprodukten sowie mit Quarzkriställchen und Limonit-Pseudomorphosen nach einem Fe-haltigen Karbonat in kleinen Hohlräumen) wurden dem Erstautor übermittelt, der zwei polierte Anschliffe mineralogisch genauer untersuchte (REM-EDS-Analysen). Zuvor wurden die Proben mit einem geeichten Strahlungsmessgerät 6150 AD 6 vermessen. Es zeigte sich in der Tat, dass die Radioaktivität strikt an die bräunlichen, feinschiefrigen Bereiche gebunden ist, welche im Abstand von einem

Abb. 17:
 Brannerit (weiß) als
 randlich zerfressenes,
 längliches Aggregat
 in Muskovit (dunkel).
 Die kleinen, grauen
 Körnchen sind Rutil.
 Anschliff von Teilen
 einer deutlich radio-
 aktiven, bräunlichen,
 feinschiefrigen Ge-
 steinspartie in der
 Quarzit-gebundenen
 Fahlerzvererzung von
 der Flirscher
 Schihütte im Stanzer
 Tal, Tirol. Sammlung:
 NHM Wien. REM-
 Foto (BSE-Modus):
 U. Kolitsch



Zentimeter eine Dosisleistung von circa 1,0 bis 1,5 $\mu\text{Sv/h}$ zeigen. Die Quarzitproben hingegen zeigen eine Radioaktivität, die im Bereich des Backgrounds liegt.

Der Anschliff der bräunlichen, feinschiefrigen Gesteinspartie, der drei leicht unterschiedliche Fragmente aus der Partie beinhaltet, besteht in der Hauptmasse (Matrix) aus feinschuppigem Muskovit mit Spurengehalten von Mg, Fe und Ti.

Akzessorien und Erze sind vielfältig in dem radioaktiven Material vorhanden. Fluorapatit ist verstreut im gesamten Anschliff. Seine Körner sind teils sehr klein, teils können sie Dimensionen bis zu 90 μm erreichen. Manche der xeno- bis hypidiomorphen, meist gerundeten Körner sind umgeben von hauchdünnen, im Rückstreuelektronenmodus (BSE-Bild) hellen Säumen, bei denen es sich um Metazeunerit oder chemisch ähnliche Sekundärphasen handelt. Der Chemismus des Fluorapatits ist insofern auffällig, als dass er fast durchwegs spurenhafte K-Gehalte aufweist.

Baryt ist ein relativ verbreitetes, winziges Akzessorium. Er bildet kleine Einschlüsse oder sehr geringmächtige (ca. 1 μm), aber bis mehrere Millimeter lange Rissfüllungen in der Muskovit-Matrix. Partienweise ist er leicht Sr-haltig. Die Sr-reichste gemessene Zusammensetzung entspricht der Formel $(\text{Ba}_{0,88}\text{Sr}_{0,12})(\text{SO}_4)$. Selten treten außerdem winzige (< 3 μm), chemisch fast reine Baryt-Einschlüsse in Fluorapatit auf. Manchmal zeigt der Baryt Säume von Bariopharmakosiderit, was auf eine Reaktion zwischen Baryt und Arsenationen enthaltende Fluide hindeutet.

Das Uransilikat Brannerit ist in Form winziger (<0,1-2 μm) Körnchen überall verstreut in der Muskovit-Matrix anzutreffen. Nur sehr selten sind auch etwas größere Aggregate (z.B. ca. 8 x 4, 13 x 9 oder 30 x 5 μm) zu beobachten, die oftmals randlich zerfressen erscheinen (Abb. 17). Der Brannerit kommt sehr häufig in enger Nachbarschaft zu Fluorapatit und Rutil vor. Er bildet auch winzige Einschlüsse in Monazit-(Ce) oder Fluorapatit. Alle sind somit als zeitgleich kristallisierte, hydrother-

male Bildungen anzusehen. Chemisch ist der Brannerit immer unrein (generell ein typisches Merkmal dieses Minerals). Die Tabelle 2 zeigt, dass als Spurenelemente Ca, Fe, Al, Si, Sb, Bi und Pb in variablen Mengen vorhanden sind.

Nr.	U	Ca	Fe	Al	Si	Sb	Bi	Pb	Ti	O
1	10,0	1,1	0,9	0,6	0,5	0,4	0,2	-	25,0	61
2	10,2	0,7	1,3	0,3	0,4	0,5	0,2	-	26,8	60
3	11,0	0,5	0,9	0,3	0,1	0,3	0,2	-	26,7	60
4	11,2	1,1	1,2	-	-	0,5	0,2	-	25,7	60
5	10,4	0,6	1,3	0,4	0,2	-	0,2	0,1	27,0	60
6	11,2	0,8	1,3	-	-	-	-	0,1	26,8	60

Tab. 2:
Elementgehalte (At.-%, REM-EDS-Rohdaten) von Brannerit in einer leicht radioaktiven Probe von der Flirscher Schihütte im Stanzer Tal, Tirol

Rutil ist eine seltene und winzige (< 5 µm) Komponente. Er scheint chemisch rein zu sein. Das Cer-Aluminium-Phosphat Florencit-(Ce) ist sehr selten und kommt nur lokal vor. Er bildet hypidiomorphe Körner bis zu maximal drei µm Größe, die typischerweise mit winzigen, idiomorphen Rutil-Körnern vergesellschaftet sind. Er tritt auch auf als Ansammlung von Körnchen um Fluorapatit-Körner. Wie bei vergleichbaren anderen hydrothermalen Vorkommen von Florencit-(Ce) ist der Fluorapatit als Phosphor-Quelle für die Entstehung des Florencits-(Ce) unter hydrothermalen Bedingungen anzusehen. Der Chemismus der Körner ist charakterisiert durch hohe La-Gehalte; ferner sind (in Reihenfolge abnehmender Mengen) Si, Nd, Sr, K, Ca, S und As enthalten.

Monazit-(Ce) ist eine seltene akzessorische Komponente. Die winzigen bis maximal 25 µm großen, xeno- bis idiomorphen Kristallkörner enthalten stets hohe Mengen an Nd, La sowie sehr geringe bis spurenhafte Mengen von Ca, Th, Pr, Sr, Si, Sm, Gd, Th, U und S.

Ce-reicher Monazit-(Nd), der einen Neufund für Österreich darstellt, wurde nur einmal identifiziert. Er ist Bestandteil eines chemisch zonierten, hypidiomorphen Monazit-Korns, dessen im BSE-Modus heller Kern Nd-dominant ist, während der randliche, etwas dunklere Bereich Ce-dominant ist und im Vergleich zum Monazit-(Nd)-Kern auch deutlich höhere La-Gehalte aufweist. Das Nd:Ce-Verhältnis im Kornkern beträgt maximal 1,35:1, während das Ce:Nd-Verhältnis im Ce-dominanten randlichen Bereich auf maximal 2,77:1 ansteigt.

Eine seltene Schliiffkomponente ist auch Xenotim-(Y). Seine winzigen (max. 7 µm) Körner sind z.T. verwachsen mit Zirkon, z.T. bilden sie auch epitaktische Säume um diesen. Chemisch ist er unauffällig, da er die typisch geringfügigen Gehalte an HREE aufweist (Dy, Gd, Er, Tb, ...). Noch seltener als Xenotim-(Y) ist winziger Zirkon. Neben den erwähnten Verwachsungen mit Xenotim-(Y) kommen auch einzelne, gerundete Zirkon-Körnchen vor, die ausnahmsweise Dimensionen von 20 µm erreichen können.

An Erzen kommt mehr oder minder Co-haltiger Pyrit verstreut im ganzen Schliiff vor. Er ist neben dem weiter unten beschriebenen Siegenit das bislang einzige primäre Co-Mineral, das von der Flirscher Schihütte bekannt ist. Das Fe:Co-Verhältnis in den Co-reichsten Körnern beträgt bis zu 4,97:1. Die oft leicht chemisch zonierten Pyrite zeigen variable

Spurengehalte von As (S:As maximal 33,9:1). Gersdorffit, der bereits in einer unpublizierten Bachelorarbeit von Ruech als Bestandteil eines Erzanschliffs beschrieben ist (Extrakte finden sich auf <https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Daniel%20Ruech%20-%20Mineralogische%20und%20geochemische%20Untersuchungen%20an%20Cu%20-%20Erzproben%20aus%20dem%20Stanzer%20Tal%20C%20Arlberg%20C%20Tirol>), wurde nur einmal nachgewiesen. Es handelt sich um zwei winzige (2 µm), Co-reiche bis -haltige Einschlüsse in Fluorapatit. Ebenfalls ein Einzelnachweis ist etwas Zn-haltiger Tennantit-(Fe), dessen chemische Zusammensetzung sehr ähnlich jenen Körnern in der weiter unten beschriebenen Quarzit-Probe ist. Das letzte nachgewiesene Erz im Schliff ist Galenit (Einzelfund eines ca. 1 µm großen Einschlusses in Pyrit).

An Sekundärphasen ist zunächst relativ unreiner Limonit zu nennen, der an Fremdelementen Cu, Si, As, S und K enthalten kann. Spärlicher kommt Bariopharmakosiderit (Größe max. 10 x 7 µm) vor, der vor allem Säume um Pyrit oder, seltener, Baryt bildet. Chemisch enthält er stets stark variable Spuren von K, Ca, Na, Pb, Cu, Co, Ni, Bi (ableitbar aus Fahlerz, siehe unten), Si, S und P (ableitbar aus Fluorapatit). Selten ist Metazeunerit in Form sehr kleiner, blättriger Aggregate in oder um Baryt.

Als Fazit zu diesem Schliff ist festzuhalten, dass die Radioaktivität durch die winzigen, aber zahlreichen Brannerit-Einschlüsse verursacht wird (Uraninit wurde interessanterweise nicht gefunden). Hinsichtlich der Gesamtradioaktivität sind die Beiträge von Monazit (teils schwach Th-haltig) und Metazeunerit zu vernachlässigen.

Der Anschliff des typisch leicht vererzten Quarzits besteht neben der Hauptkomponente Quarz untergeordnet aus xenomorphem Kalifeldspat (enthält nur Spuren von Na) und blättrigem Muskovit, dessen Zusammensetzung derjenigen des obigen Schliffs entspricht. Bei den Akzessorien und Erzen dominiert Tennantit-(Fe). Er bildet kleine bis größere (max. 180 µm), xenomorphe Körner, die randlich fast immer korrodiert sind. Öfters sind die Körner schnurartig angeordnet, woraus eine Fluidbewegung entlang von Rissen im Quarzit ableitbar ist. Die Zusammensetzung ist relativ homogen. Neben geringen Zn-Gehalten sind Spuren von Sb und Bi typisch. Teilweise sind auch Spuren von Hg nachweisbar, womit der Tennantit-(Fe) die Hg-Quelle für den weiter unten beschriebenen Cinnabarit darstellt.

Baryt tritt verstreut im ganzen Schliff auf. Er ist xenomorph ausgebildet, sehr klein (max. 25 µm) und chemisch meist fast rein. Nur sehr selten waren deutliche Sr-Gehalte messbar, z.B. bei einem Einschluss von Sr-haltigem Baryt unmittelbar neben einem Einschluss von reinem Baryt(!). Das Vorhandensein des Baryts ist ein Hinweis auf den hydrothermalen Charakter der Vererzung bzw. auf marinen Einfluss.

Seltene Akzessorien in diesem Quarzit-Anschliff sind Rutil und Fluorapatit. Der chemisch reine Rutil bildet winzige, rundliche Körner, die lokal an einer Stelle sehr stark angereichert sind und dort mit viel Florencit-(Ce) und untergeordnet Zirkon verwachsen sind. Nur vereinzelt wurden auch größere, zerfressene Körner beobachtet. Der Fluorapatit enthält Spuren von K und Sr und zeigt Korngrößen von maximal 40 µm. Florencit-(Ce) ist nur an einer einzigen Stelle in Form von runden bis selten undeutlich sechseckig begrenzten, winzigen Körnchen

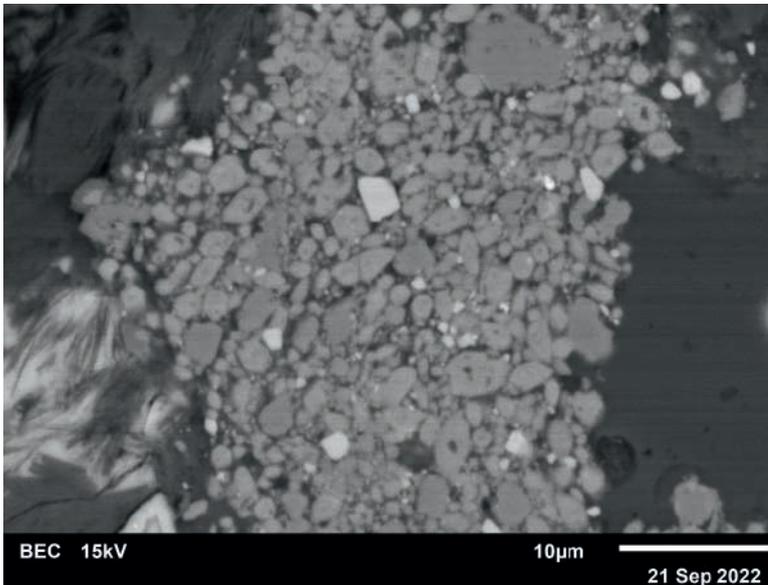


Abb. 18: Florencit-(Ce) (graue, rundliche Körner) als Hauptbestandteil von Agglomeraten, die untergeordnet aus Rutil (etwas dunklere Körnchen) und Zirkon (hellgraue Körnchen) bestehen. Anschliff eines mit Tennantit-(Fe) mineralisierten Quarzits von der Fahlerzvererzung von der Flirscher Schihütte im Stanzer Tal, Tirol. Sammlung: NHM Wien. REM-Foto (BSE-Modus): U. Kolitsch

gefunden worden. Er stellt den Hauptbestandteil von ungewöhnlichen Agglomeraten dar, die untergeordnet aus Rutil und Zirkon bestehen (Abb. 18). Teilweise sind die Körnchen leicht zonar gebaut: Ein randlicher, im BSE-Bild etwas hellerer Saum enthält etwas mehr SEE und weniger Sr + S (gekoppelte Substitution). Ansonsten waren geringe bis spurenhafte Gehalte von La, Nd, Pr, Ba, K, Ca, Th, Si und S messbar. Es ist somit festzuhalten, dass Florencit-(Ce) also nicht nur im radioaktiven, bräunlichen Gesteinsmaterial auftritt.

Zirkon ist als sehr seltenes, winziges Akzessorium ein untergeordneter Bestandteil der oben erwähnten Florencit-(Ce)-reichen Agglomerate. Vereinzelt kommen Körnchen (teils idiomorph) auch anderswo im Schliff vor. Brannerit tritt ebenfalls im Quarzit-Schliff auf, allerdings extrem untergeordnet. Seine winzigen Körner fanden sich neben Florencit-(Ce). Er ist chemisch unrein, ähnlich wie im radioaktiven Schliff. Monazit-(Ce) ist ebenfalls sehr spärlich. Die winzigen, chemisch unreinen und manchmal leicht Th- und Ca-haltigen Körnchen können in Fluorapatit oder in Quarz eingewachsen sein. Pyrit ist extrem selten. Nachweis eines einzelnen, größeren, xenomorphen Korns, das kleine Einschlüsse von Tennantit-(Fe) enthält. Gleichfalls extrem selten ist das Kobalt-Nickel-Sulfid Siegenit. Er ist chemisch relativ rein; bis auf ein Korn ist nur Cu als Fremdelement enthalten. Der Siegenit kann von Baryt umsäumt sein, ist also früher als dieser kristallisiert.

An Sekundärphasen dominiert eine Cu-Fe-As-O-H-Phase, die als dünner bis dicker Verwitterungs- bzw. Alterationssaum um Tennantit-(Fe) ausgebildet ist. Diese Säume sind meist lagig aufgebaut und dicht. Die Phase zeigt eine relativ konstante Zusammensetzung (Tab. 3), ist aber vermutlich amorph (leichte rissige Ausbildungen). Die Kristallinität wurde jedoch nicht mittels Raman-Spektroskopie überprüft. Anhand der Chemie könnte man die Phase als „As-Partzit“ bezeichnen. Die Atomverhältnisse schließen Cu-Fe-Arsenate wie Arthurit oder Chenevixit aus.

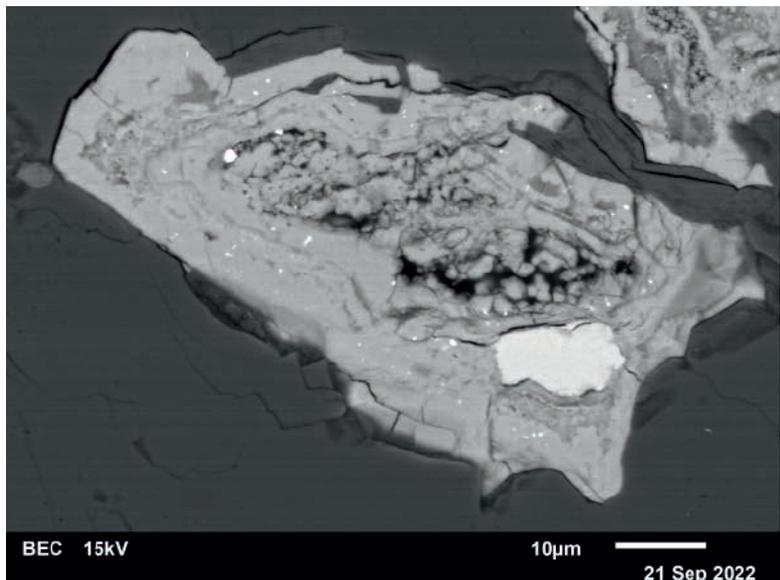
Tab. 3: Elementgehalte (At.-%, REM-EDS-Rohdaten) einer Cu-Fe-As-O-H-Phase, die dichte Säume um Tennantit-(Fe) ausbildet (Fundort: Flirscher Schihütte im Stanzer Tal, Tirol)

Nr.	Cu	Ca	Bi	Fe	As	Sb	S	Si	O
1	17,1	0,7	0,4	6,6	9,5	-	-	-	66
2	17,8	0,8	0,4	6,7	9,9	-	-	-	64
3	18,3	0,6	0,3	5,8	10,6	-	-	-	64
4	16,7	0,3	0,5	4,6	10,0	0,3	1,1	0,1	66
5	17,1	0,6	0,5	7,7	10,6	-	-	0,3	63
6	19,0	0,4	0,4	6,6	10,1	0,2	0,2	-	63
7	18,2	0,5	0,3	6,0	9,5	-	0,2	-	65
8	20,1	0,9	0,2	6,1	9,3	-	-	0,4	63

Ein hinsichtlich seiner Entstehung interessanter Neufund für das Fahlerzvorkommen an der Flirscher Schihütte ist sekundär gebildeter Cinnabarit. Er bildet verstreut im gesamten Schliff winzige ($\sim 0,1$ bis max. $2 \mu\text{m}$) Körnchen in Cu-Fe-As-O-H-Pseudomorphosen nach Tennantit-(Fe) und in Cu-Fe-As-O-H-Umwandlungssäumen um Tennantit-(Fe) (Abb. 19). Als Hg-Quelle ist eindeutig der Spuren von Hg enthaltende Tennantit-(Fe) zu betrachten. Es sei hier angemerkt, dass der Zweitautor Cinnabarit auch auf einem 2020 gesammelten Stück der Vererzung visuell identifizieren konnte. Es handelt sich um eine kleine, rote, körnige Partie (Größe max. $0,5 \text{ mm}$) in einer unbestimmten gelben Kruste.

Drei im Anschliff gefundene Kupferarsenate mit unterschiedlichen Cu:As-Verhältnissen können derzeit nicht genauer bestimmt werden. Die erste Phase ist ein Cu-Arsenat I, das feinblättrige Rissfüllungen oder Einschlüsse in Quarz bildet (Cu:As $\sim 2:1$; mehrere Spezies kommen hier in Frage). Ein dichtes, homogenes Cu-Arsenat II (Cu:As $\sim 3:1$) ist eventuell Klinoklas(?) oder Gilmarit(?). Ein Cu-Arsenat III zeigt ebenfalls ein Cu:As-Verhältnis von $\sim 3:1$, ist aber zusätzlich stets leicht S-haltig und zeigt außerdem Spurengehalte von Sb und (fast immer) Zn. Einmal wurde auch eine Spur Ni gemessen.

Abb. 19: Cinnabarit als winzige weiße, sekundär gebildete Körnchen, eingebettet in eine Cu-Fe-As-O-H-Phase (grau), die einen schwach Hg-haltigen Tennantit-(Fe) pseudomorphisiert, der als reliktsches Korn (hellgrau) noch vorhanden ist. Anschliff eines mit Tennantit-(Fe) mineralisierten Quarzits von der Fahlerzvererzung von der Flirscher Schihütte im Stanzer Tal, Tirol. Sammlung: NHM Wien. REM-Foto (BSE-Modus): U. Kolitsch



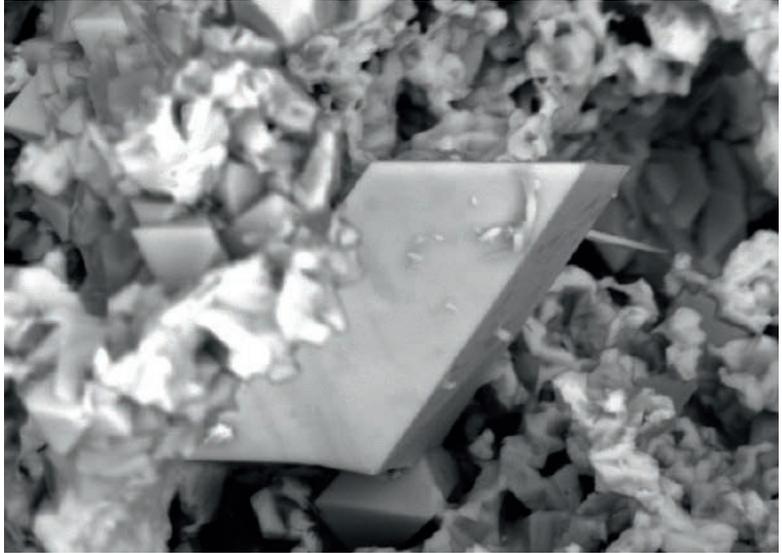
Großblättriger Tirolit, typischerweise mit starker Aufladung an Spaltrissen, enthält stets eine Spur S, welche aber zu wenig ist für den eng verwandten Tangdanit. Interessanterweise ist der Tirolit öfters verwachsen mit einem Mineral der Kaolinitgruppe. Chrysokoll ist eine sehr seltene Sekundärphase. Sie kommt im Randbereich des Schlicfs vor und ist stets chemisch unrein, meist auch leicht inhomogen. Spurenhafte Fremdelemente sind Fe, Al, Ca, K, As und S. Das Element Al kann auch in größeren Anteilen vorhanden sein; dann ersetzt es Si. Ein kleinblättriges Mineral der Kaolinitgruppe kommt sehr spärlich vor; es ist verwachsen mit Tirolit und Muskovit. Malachit ist ebenfalls sehr selten. Er kann teilweise Spuren von Ni und Co enthalten.

Die Anfertigung und Analyse weiterer Anschliffe von Proben aus verschiedenen Bereichen der Vererzung von der Flirscher Schihütte ist geplant.
(Kolitsch/Steck/Ruppe)

2274) Brandholzit, Cerussit, Cuprit, Delafossit, Dolomit, Gersdorffit, Goethit, Metastibnit, Oxyplumboroméit, Pyrrhotin, Ranciéit, Senarmontit, Tetraedrit-(Fe), Xenotim-(Y) und Zinkenit(?) sowie einige Beschreibungen von bereits bekannten Mineralarten vom Römerstollen (Hugo 1) im Auenbachtal, Abfaltersbach, Osttirol

Im Jahre 2017 publizierten SCHACHINGER und AUER (Beitrag 2031 in WALTER et al., 2017) Valentinit als erstes Sekundärmineral vom alten Bergbauegebiet „Am Brand“ bei Abfaltersbach. Ihnen war es damals gelungen, einen kleinen Bereich der ausgedehnten Halde des Römerstollens zu finden, wo dieses Mineral vorkommt. In der Zwischenzeit recherchierte der Autor eingehend die Literatur zu diesem Bergbaurevier bzw. hatte er auch die Möglichkeit, zwei Mal die verschiedenen Teilreviere zu besuchen. Es besteht eine gewisse Komplexheit hinsichtlich der Namensgebung der einzelnen Reviere. TORNUST (1933) schreibt von Kupfer-Silber-Antimon-Vererzungen vom Revier Hugo I (Römerstollen, Antimon 1 und 2 Stollen), Blei-Zink-Vererzungen von den Revieren Hugo II und III (das er auch „Am Brand“ mit den vier Koflerstollen nennt) und Eisensulfid-Vererzungen vom Revier Hugo IV. MALI (1996) hingegen spricht von drei unterschiedlichen Revieren und geht ausführlich auf die Kupfer-Eisen-Antimon-Vererzungen des Römerstollens im Auenbachtal ein. SCHACHINGER und AUER (Beitrag 2031 in WALTER et al., 2017) tätigten jedenfalls ihren Valentinit-Fund auf den Halden des Römerstollens, weswegen der Zusatzvermerk „Am Brand“ in der genannten Publikation zu streichen wäre. Eine steile, kurvenreiche, südlich von Abfaltersbach gelegene Forststraße führt zum etwa zwei Kilometer Luftlinie entfernten, durch Tafeln gut markierten Römerstollen. Der Autor fand 2020 auf der Halde günstige Sammelbedingungen vor, da kurz zuvor die Furt durch den Auenbach mittels Haldenmaterial saniert worden war und reichlich frisches Haldenmaterial zur Verfügung stand. Es handelte sich vorwiegend um bis zu kopfgroße, oft teilweise grau durch Jamesonit eingefärbte, grobkristalline Sideritbrocken, die zudem reichlich einige Zentimeter große Klüftchen enthielten. Oft ist dieser Siderit markant rostrot eingefärbt. Seltener fand der Autor faustgroße Stücke, die zur Gänze aus strahligem Jamesonit bestanden. Interessant war, dass sich auch reichlich

Abb. 20:
Vermutlicher
Zinkenit, eingebettet
in Senarmontit-
Oktaeder. Römerstol-
len bei Abfaltersbach.
Bildbreite 25 µm.
REM-Foto (BSE-
Modus): C. Auer



Grödner Sandstein aus dem Hangenden der Lagerstätte auf der Halde befand. Die oben erwähnten kleinen Klüftchen waren zumeist mit magnesiumreichen, oft ausgefranst wirkenden Siderit-Kristallen ausgekleidet. In den Klüftchen fanden sich reichlich Sulfid-Kristalle, wobei Jamesonit bei weitem überwog. Er bildet feinste Büschel und verfilzte Nadelchen von mehreren Millimetern Länge. Etwas dicker – jedoch mit gleicher Farbe – findet man einen Millimeter lange, schwach wismuthaltige (2-7 Atom-% Bi) Stibnit-Kristalle, die sich nur sehr schwer optisch von Chalkostibit unterscheiden lassen. Auch letzteres Mineral fand sich in hervorragenden, einen Millimeter langen, prismatischen Kristallen, die sehr an die Vorkommen von Schwaz-Brixlegg erinnern. Oft sind größere Chalkostibit-Kristalle in einem Filz von feinsten Jamesonit-Nadeln eingewachsen. Derben Chalkostibit erkennt man am ehesten anhand seiner guten Spaltbarkeit. Hellgraue, bis zu einem Zentimeter lange und sehr dichte Erzschlieren im Siderit erwiesen sich als Berthierit. Der vom Autor vorgefundene Chalkopyrit trat in etwa einen Quadratzentimeter großen, xenomorphen Nestern im rostrotten Siderit in inniger Verwachsung mit schwarzem Tetraedrit-(Fe) auf. Tetraedrit-(Fe) bildet schwarze, mehrere Quadratzentimeter große, manchmal bunt angelaufene Massen, kann schwach silberhaltig sein und bildet selten bis zu einen Millimeter große, zumeist jedoch noch kleinere, etwas verzerrte Tetraeder. Relativ häufig findet man hauchdünne ziegelrote Krusten von Metastibnit auf derbem Siderit. In Siderit eingewachsene, bis zu einem Zentimeter lange Leisten, bestehend aus kleinen rautenförmigen grauen Kristallen, erwiesen sich als Arsenopyrit. Derben Pyrit findet man sehr häufig auf der Halde, als Seltenheit kommen auch bis zu einem Millimeter große Oktaeder in Paragenese mit Chalkopyrit und Siderit vor. Seltener findet sich ein weiteres Eisensulfid, nämlich Pyrrhotin, in typisch tombakfarbenen, Millimeter großen eingewachsenen Blättchen. Bournonit bildet unscheinbare, derbe graue Massen von mehreren Quadratzentimeter Größe. Er ist gräulicher und feinkörniger als Tetraedrit-(Fe) und neigt zu blauen



Abb. 21:
Tafelige Brandholzit-
Kristalle mit typischer
Querstreifung.
Römerstollen bei
Abfaltersbach.
Bildbreite 3 mm.
Foto und Sammlung:
C. Auer

Anlauffarben. Am ehesten erkennt man ihn, wenn er einzelne, stark gestreifte Ansätze von Kristallflächen zeigt. Die kleinen Klüftchen im Siderit beherbergen selten auch klare Quarz-Kristalle bis zu einem Millimeter Größe sowie etwa gleich große farblose Rhomboeder von Dolomit.

Bei einer ersten Betrachtung machen die aufgefundenen Erzstücke nicht den Eindruck, dass sie viele sekundäre Mineralbildungen enthielten. Bei genauerem Hinsehen jedoch findet man einige dieser teils erst rezent entstandenen Mineralarten. Selten findet man Rasen winzigster brauner Nadelchen, die sich mittels REM-EDS-Analysen als Goethit-Kristalle herausstellten. Ebenfalls selten sind glaskopfartige, schwarze Goethit-Aggregate bis zu einem Zentimeter Größe. Typisch graue, blättrige, bis zu einem Millimeter große Gebilde erwiesen sich als Ranciéit. Der geringe Mangangehalt des Siderits war wohl verantwortlich für die Bildung dieses Calcium-Mangan-Oxids. Sehr selten findet man etwa einen Quadratmillimeter große, weißliche bis hellgraue Pusteln zusammen mit Stibnit-Kristallen. Eine REM-EDS-Analyse des Autors zeigte ausschließlich Antimon und Sauerstoff an. Bei genauer Betrachtung dieser Pusteln unter dem Rasterelektronenmikroskop erkennt man unzählige aneinandergereihte Oktaederchen, sodass der eindeutige Nachweis von Senaromtit (kubisches Sb_2O_3) erbracht ist. Interessanterweise findet man in diesen Pusteln noch ein weiteres Mineral, nämlich ein Erzmineral; leider bildet es jedoch nur bis zu zehn μm große Kristalle (Abb. 20). Eine erste REM-EDS-Analyse deutet auf Zinkenit (?) hin. Ein seltener Fund ist Cuprit. Er bildet winzige kirschrote, undeutlich ausgebildete Oktaeder zusammen mit derbem Fahlerz. Ein Einzelfund stellt Delafossit dar. Er bildet winzigste, aber perfekt blättrig ausgebildete, tiefschwarze Kristalle in Paragenese mit eben erwähntem Cuprit, die eine Fläche von mehreren Quadratmillimetern bedecken. Der von SCHACHINGER und AUER (Beitrag 2031 in WALTER et al., 2017) beschriebene Valentinit bildet auch im Fundmaterial des Autors das mit Abstand häufigste Sekundärmineral. Er bildet bis zu einem Millimeter große, weiße tafelige

Kristalle ebenso wie gleich große Büschel. Interessant sind auch Pseudomorphosen von Valentinit nach Jamesonit, wobei sich Büschel von Jamesonit in allen Übergangsstadien zu Valentinit finden. Cerussit stellt ebenfalls einen Einzelfund dar. Er erscheint als cremeweiße Nadelchen, die eine Fläche von einem Quadratmillimeter überziehen. In unmittelbarer Nähe ist derber Bournonit zugegen. Bournonit bildet auch noch weitere seltene Verwitterungsminerale, nämlich derben grünen Malachit und Oxyplumboroméit in unscheinbaren gelblichen Krusten. Bei der erneuten Durchsicht des bereits 2017 von T. SCHACHINGER dem Autor zur Verfügung gestellten damaligen Fundmaterials konnte noch eine mineralogische Überraschung entdeckt werden, die zugleich auch ein Neufund für Österreich darstellt. Auf einem Mikromount fanden sich bis zu 1,5 Millimeter große, verzerrt tafelige, farblose, glasglänzende Kristalle mit markanter Streifung der Prismenflächen senkrecht zur Tafelfläche. Eine erste REM-EDS-Analyse durch den Autor ergab das Vorliegen eines oxidischen Magnesium-Antimon-Mineral. Aufgrund der überaus charakteristischen Kristallmorphologie handelt es sich daher eindeutig um das seltene Mineral Brandholzit, $\text{MgSb}_2(\text{OH})_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Abb. 21). Es dürfte im Haldenmaterial äußerst selten sein, da der Autor kein weiteres Stück auffinden konnte.

Vom Fundmaterial des Autors aus dem Jahre 2020 wurden an der Geologischen Bundesanstalt auch mehrere Dünnschliffe angefertigt. Neben den hier bereits erwähnten Mineralphasen fielen zwei Neufunde auf. Zum einen fand sich in einem der Schliffe neben Ullmannit auch ein weiterer Vertreter der Cobaltit-Gruppe. Es handelt sich bei den bis zu 20 μm großen, xenomorphen Einschlüssen um Gersdorffit; die vereinfachte Summenformel lässt sich mit $(\text{Ni,Fe,Co})\text{AsS}$ beschreiben. Zum anderen fanden sich reichlich bis zu 60 μm große Körner von Xenotim-(Y). Sämtliche Mineralbestimmungen des Autors wurden mittels REM-EDS-Analytik getätigt. (Auer)

2275) Chalkosin(?), Cobaltit, Coffinit, Friedelit, Millerit, Polydymit, Rhodochrosit, Siegenit, Spessartin, Tephroit, Uraninit und Vittinkiit in einem Lesefund einer metamorphen Manganmineralisation aus der Moräne des Schmiedingerkees, Kapruner Tal, Salzburg

In der Sammlung von Albert STRASSER, Salzburg, befindet sich ein Lesefund eines „Rhodonit“-Stücks, das aus der Moräne des Schmiedingerkees (Schmiedinger Gletschers) stammt. Der Finder des Stücks war Ignaz Amort, von dem STRASSER Anfang der 1960er Jahre mehrere Stücke erhielt (pers. Mitt. an den Autor, 2021). In STRASSER (1989) werden folgende Minerale aus diesem Fund ohne weitere Beschreibung aufgelistet: Hausmannit, Rhodochrosit, Rhodonit, Spessartin, Tephroit. Verschiedene mesozoische Gesteine der Glocknerdecke, die potentiell metamorphe Manganmineralisationen beinhalten können, sind im großräumigen Areal des Schmiedingerkees – teils durch den Schipistenbau – gut aufgeschlossen. Begehungen durch DI Tobias SCHACHINGER, Wien, in den Jahren 2016 und 2017 ergaben vorerst jedoch keine weiteren Funde von metamorphen Manganmineralien.

Im Rahmen der systematischen Untersuchung der metamorphen Manganmineralisationen in Österreich untersuchte der Autor ein repräsentatives Stück des Lesefundes, das freundlicherweise von Albert STRASSER als Geschenk zur Verfügung gestellt wurde. Es handelt sich um ein kleines, inhomogen rosa-dunkles, mittelkörniges Stück, das STRASSER 2021 von einem größeren Stück abgesägt hatte. Von dem kleinen Teilstück wurde ein polierter REM-EDS-Anschliff angefertigt und detailliert untersucht. Makroskopisch lässt sich ein rosa Bereich, ein dunkler Bereich und ein rötlich-grünlich gefleckter Bereich unterscheiden. Die Matrix des Schliffs besteht aus vier Hauptkomponenten, die in variablen Verhältnissen vorhanden sind. Alle Komponenten sind eng miteinander verwachsen. Im erwähnten rosa Bereich dominiert Vittinkiit (kein Rhodonit) neben Rhodochrosit, während im dunklen Bereich Tephroit die dominante Phase ist. Alle Mineralkörner sind chemisch sehr homogen und relativ grobkörnig im Vergleich zu anderen, bislang von den Autoren untersuchten Vorkommen.

Vittinkiit, das Mangan-Endglied der Rhodonitgruppe, bildet xenomorphe bis idiomorph-blockige Körner bis zu 80 µm Größe. Er ist chemisch ziemlich rein (lediglich Spuren von Fe, Mg und Ca waren nachweisbar); die nomenklatorische Grenze zu Rhodonit (bei Ca:Mn = 1:9) wird nie überschritten.

Tephroit bildet xenomorphe bis hypidiomorphe, bis zu circa 50 µm große Körner, die in oder neben Vittinkiit oder Rhodochrosit sitzen. Auch der Tephroit ist chemisch fast rein; nur spurenhafte Gehalte von Fe und Mg waren messbar; Ca war unter der Nachweisgrenze.

Spessartin kommt fast überall im Schliff vor. Seine zumeist gerundeten Körner sind durchschnittlich 10-30 µm groß. Nur selten treten auch idiomorphe Rhombendodekaeder bis zu einer Größe von 290 µm auf. Chemisch ist der Spessartin fast rein (es waren nur Spuren von Ca und Fe messbar).

Eine sehr seltene Matrixkomponente ist das Cl-haltige Mangansilikat Friedelit. Er kommt ausschließlich in Form xenomorpher, weicher Einschlüsse bis zu circa 25 µm Größe vor, die in großen Spessartin-Kristallen eingeschlossen sind. Er zeigt eine relativ Cl-arme Zusammensetzung, ähnlich wie vom Autor untersuchte Mangansilikat-Proben vom Nabisbach, Bezirk Innsbruck-Land, Tirol (KOLITSCH, Beitrag 2113 in WALTER et al. 2019). Er ist außerdem chemisch reiner als alle anderen bisher vom Autor analysierten Friedelite von metamorphen Manganmineralisationen in Österreich. Die einzigen spurenhafte vorhandenen Fremdelemente sind Mg, Fe und Al.

Akzessorien kommen im Schliff nur sehr spärlich und verstreut als sehr kleine Körner vor. Die im Folgenden beschriebenen Ni-Co-Sulfide wurden lediglich in einem Teil des rosa Bereichs beobachtet.

Polydymit (schwach Mn-haltig, z.T. verwachsen mit Chalkosin(?)) war nur in Form eines drei µm großen Kornes nachweisbar. Siegenit, der ebenfalls schwach Mn-haltig und zusätzlich z.T. Co-reich ist (deutliche Mischkristallbildung mit Grimmit), bildet bis zu vier µm große Körnchen, die mit Millerit und Cobaltit verwachsen sind. Millerit ist ebenfalls schwach Mn-haltig, bis zu maximal sechs µm groß, und zeigt stets mehr oder minder spurenhafte Co-Gehalte. Chalkosin(?) bzw. ein Kupfersulfid mit der ungefähren Zusammensetzung $\sim\text{Cu}_2\text{S}$ ist z.T. verwach-

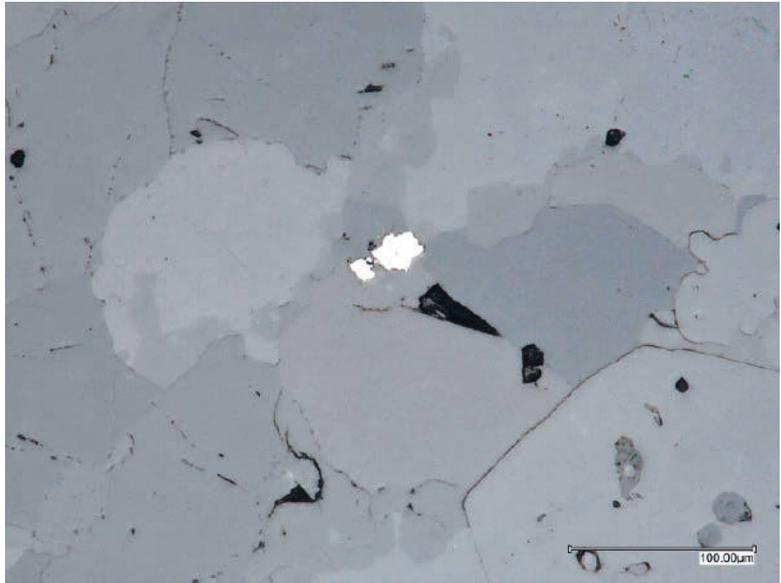


Abb. 22: Uraninit als zwei xenomorphe Körner (hell) in einer Matrix aus Rhodochrosit (grau) neben Vittinkiit (etwas heller graue, kleine rundliche Körner) und Tephroit (hellgraue, große Körner); rechts unten ein leicht gerundeter rhombendodekaedrischer Spessartit-Kristall. Anschliff eines Vittinkiit-reichen Lesefundes vom Schmiedingerkees, Salzburg. Digitalmikroskopisches Foto (paralleler Strahlengang). Sammlung: NHM Wien (Inv.-Nr. NHMW-MIN-02759). Foto: U. Kolitsch

sen mit Millerit, Siegenit oder Polydymit. Nur ein einziges Aggregat von Cobaltit (Größe 6 µm) konnte detektiert werden. Es ist Teil einer Verwachsung mit Millerit und Siegenit.

Uraninit bildet xenomorphe, winzige, wenige µm große bis selten 30 µm messende Aggregate bzw. Körner in Rhodochrosit oder Tephroite. An Fremdelementen waren Ca, Mn, Pb, Nd, Al und Sb in variablen Spurengehalten nachweisbar. Die im Lichtmikroskop bei parallelem Strahlengang weiß reflektierenden Körner zeigen im konvergenten Licht intensive dunkle Verfärbungshöfe in der Rhodochrosit-Vittinkiit-Tephroite-Matrix (Abb. 22, 23). Es handelt sich bei diesen Höfen sehr wahrscheinlich um Alphahöfe, die „sich ganz sicher erst nach hinreichender Abkühlung nach der Metamorphose entwickelt haben“ (freundl. pers. Mitt. von Prof. Dr. Lutz NASDALA, Spezialist für die Charakterisierung metamiktischer Mineralien, an den Autor).

Coffinit ist seltener als Uraninit und oft mit Letzterem verwachsen. An Fremdelementen waren Ca, Fe, Al und teilweise Sb messbar.

Zusammenfassend ist Folgendes zu diesem Anschliff festzustellen: Die beobachteten Hauptkomponenten bestätigen die Angaben in STRASSER (1989) bis auf den „Rhodonit“, der sich als Vittinkiit herausstellte (damals wurde jedoch noch nicht zwischen Rhodonit und dem erst 2017 als neue Mineralart offiziell von der IMA anerkannten Vittinkiit unterschieden). Die Paragenese in dem Anschliff ist sehr Ca-arm (sehr wenig Ca im Rhodochrosit; fehlender Kutnohorit und Calcit), was auf ein submarin-exhalatives Edukt aus Manganoxiden (und Mangankarbonaten?)

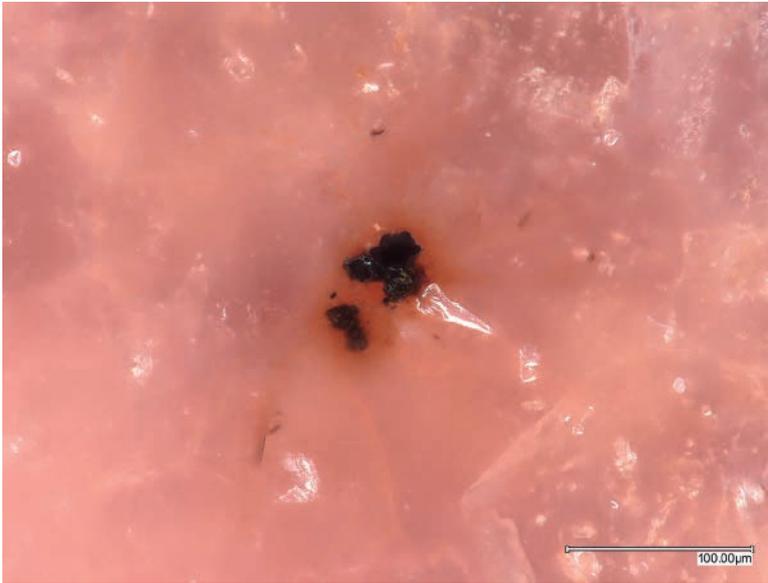


Abb. 23:
Digitalmikroskopisches Foto (konvergenter Strahlengang) der in der vorherigen Abbildung gezeigten Uraninitkörner. Hier sind die intensiv dunklen Verfärbungshöfe in der rosa Rhodochrosit-Vittinkit-Tephroit-Matrix erkennbar. Anschliff eines Vittinkit-reichen Lesefundes vom Schmiedingerkees, Salzburg. Sammlung: NHM Wien (Inv.-Nr. NHMW-MIN-02759). Foto: U. Kolitsch

und SiO_2 , abgeschieden am Meeresboden aus einem „Weißen Raucher“ bei eher tiefen Temperaturen, schließen lässt. Es sind bis auf ein einziges Cobaltit-Aggregat keine Arsenminerale vorhanden. Ebenso fehlt Baryt, der sonst relativ häufig als Akzessorium in alpinen metamorphen Manganmineralisationen auftritt. Auffällig ist zudem, dass im Schliff sehr wenige Akzessorien zu finden waren. Es ist weiterhin ungewöhnlich, dass Uraninit vorhanden ist, jedoch kein Zirkon, SEE-Minerale, Rutil oder das Mn-Ti-Oxid Pyrophanit. Das Uran ist daher vermutlich nicht detritären Ursprungs, sondern eventuell ursprünglich an die Manganoxide adsorbiert gewesen. Der Metamorphosegrad des Probenmaterials dürfte im Bereich der (oberen?) Grünschieferfazies liegen. Die oben bereits erwähnte relative Grobkörnigkeit des untersuchten Materials weist auf einen relativ hohen Metamorphosegrad (P/T-Bedingungen) im Vergleich zu anderen, bislang vom Autor untersuchten Vorkommen hin. Die Anwesenheit von Ni/Co-Sulfiden deutet vermutlich auf die Nähe zum „Metabasitgesteinszug II“ in den Hohen Tauern hin (HÖCK & MILLER 1980). (Kolitsch)

2276) Baryt, Bournonit, Gips, Malachit, Metacinnabarit, Sphalerit und Tetraedrit-(Hg) vom Magnesitbergbau auf der Entachenalm bei Hintertal, Bezirk Zell am See, Salzburg

In den Wildschönauer Schiefen der westlichen Grauwackenzone treten laut WEBER (1997) größere unzusammenhängende Linsen von Spatmagnesiten, sogenannte „Lagergänge“ auf. Die Mächtigkeit hierbei reicht bis zu 20 Meter. Oft treten sie zusammen mit Eisenkarbonaten auf, wie etwa bei den bekanntesten Lagerstätten dieses Typs um Dienten und Digrub. Weitere kleinere Vorkommen liegen südlich und südwestlich des kleinen Ortes Hintertal bei Maria Alm am Steinernen Meer (FRIEDRICH & PELTZMANN 1937, MORTEANI 1989). Es sind dies das Palei-

tenlager, das Birnbachlager und das Entacherlager, von dem in weiterer Folge berichtet werden soll. Letzteres liegt etwa 670 Meter südlich vom Ort auf 1200 Meter Seehöhe. Erreichbar ist es leicht über den Panorama-weg von Hinterthal kommend. Von 1925 bis 1927 und zuletzt zwischen 1943 und 1944 wurden insgesamt sechs Schurfstollen aufgeföhren. Aus der ersten Betriebsperiode berichtet FRIEDRICH & PELTZMANN (1937). Der Stollen Nr. 5 ist heutzutage noch 174 Meter einigermaßen gut be-fahrbar. Sämtliche anderen Stollen sind bereits verbrochen. Markant in diesem Stollen sind die mehrere Meter lang anstehenden, ziegelroten Ulme aus Rohmagnesit, die bereits MOIK (2013) beschrieb. Der Autor dieses Beitrages hatte im Zuge eines gerade laufenden Magnesitprojek-tes der Geologischen Bundesanstalt in Kooperation mit der Montan-universität Leoben bzw. der RHI Magnesita zweimal im Jahr 2022 die Möglichkeit, den Stollen Nr. 5 zu befahren. Er fand reichlich die bereits bekannten, mehrere Millimeter großen pseudohexagonalen „Rädchen“ von Magnesit, die sehr an das bekannte Vorkommen vom Kaswasser-graben im Gesäuse erinnern, jedoch wesentlich kleiner sind. Besonderes Interesse galt einem etwa ein Meter mächtigen Quarz-Dolomit-Gang, da er – bereits im Stollen ersichtlich – reichlich Cinnabarit (bereits von STRASSER 1989 angeführt) in Millimeter großen Körnern und undeutli-chen Kristallen führte. Es wurden mehrere Kilogramm dieses Materials mitgenommen und zuhause genau unter dem Stereomikroskop bemu-stert. Dabei wurden einige für die Fundstelle neue Mineralien entdeckt. STRASSER (1989) schreibt in seiner Monografie über die Mineralien Salz-burgs nur von „Tetraedrit“ von der Entachenalm. Der Autor fand selten bis zu einem Quadratzentimeter große, schwarz glänzende Erzputzen, die sich mittels REM-EDS-Analyse an der Geologischen Bundesanstalt als Tetraedrit-(Hg) erwiesen. Dieser Tetraedrit beinhaltet keinerlei Eisen und nur geringe Mengen Zink, dafür bis zu sechs Atom-Prozent Queck-silber. Es ist dies neben Rotenstein bei Komperdell, Landeck, Tirol – wovon KOLITSCH et al. (Beitrag 2160 in WALTER et al., 2020) berichtete – das zweite nunmehr bestätigte Vorkommen in Österreich. Der Tetra-edrit-(Hg) verwittert eher selten zu derben grünen Malachitkrusten. Oft in der gleichen Paragenese tritt Baryt in schmutzig weißen bis durch Cinnabarit zart hellrosa imprägnierten, bis zu einem Zentimeter langen „hahnenkammartigen“ Kristallaggregaten auf. Winzige, mehrere Qua-dratmillimeter große, tiefschwarze, nicht wie Tetraedrit-(Hg) „glasig“ glänzende, sondern eher körnige Erzputzen erwiesen sich mittels REM-EDS als Bournonit. Ein Einzelfund von ebenfalls winzigen hellbrau-nen Putzen neben Tetraedrit-(Hg) erbrachte stark Quecksilber-haltigen (6 Atom-%) Sphalerit als Ergebnis. Hochglänzende, tiefschwarze, etwa 0,5 Millimeter große Putzen mit leicht rötlichen Innenreflexen erwie-sen sich REM-EDS-analytisch als Metacinnabarit. An der Ortsbrust des Stollens steht graphitischer Schiefer an. Hier tritt reichlich rezent gebil-deter Gips als Neufund in kleinen Kriställchen auf, sehr wahrscheinlich ein Zersetzungsprodukt von Eisensulfiden, die im graphitischen Schie-fer feinverteilt enthalten sind. Ein mit dem Gips zusammen auftretendes gelbbraunes Material dürfte amorph sein, zumindest konnte der erwar-tete Jarosit nicht bestätigt werden. Nach Erscheinen dieses Beitrages werden Fotos der Neufunde auf mindat.org hochgeladen.

(Auer)

2277) Malachit und Tetraedrit-(Fe) von den Steinbachwänden nördlich vom Ort Rauris, Salzburg

Von den Bergbauen unterhalb der Steinbachwände, etwa 2,5 Kilometer nordöstlich vom Ort Rauris, ist nicht mehr viel bekannt. Das Interaktive Rohstoffinformationssystem IRIS führt sie als Goldvorkommen auf. Bei STRASSER (1989) ist der Bergbau nur kurz erwähnt. SCHÖLL (1991) gibt eine interessante, aber rein historische Übersicht über ähnlich geartete Bergbaue um Rauris. Er erwähnt auch, dass 13 Schürfrechte 1543 „im Höllkar oberhalb Stainpach“ vergeben wurden, eines davon auf „ain alts verlegenes paw“. Daher kann man annehmen, dass es bereits vor dieser Neubelehnung Bergbau in dieser Gegend gab. Bereits im Jahr 2020 erfuhr der Autor von der Rauriserin Christiana Morgaine, dass zwei Stollen in diesem Bereich noch offen sind. Im August dieses Jahres erfolgte eine erste Befahrung, die jedoch durch Holzschlägerarbeiten nach einem verheerenden Windbruch erschwert wurde. Im Jahr 2022 erfolgte eine zweite Befahrung durch den Autor. Der obere Stollen ist geschätzt etwa 100 Meter lang, der untere ist wesentlich kürzer. Gemeinsam zeigen sie typische frühneuzeitliche Stollenprofile. Im oberen Stollen fand der Autor auch Gedingezeichen jener Zeit vor sowie Lampennischen für Unschlittlampen. Vom Autor angefertigte Fotos beider Stollen findet man auf der Internet-Plattform mindat.org. Die Stollen liegen in Schiefer, Gangart ist jedoch ein späterer, gelblicher Calcit in Form eines fast saiger stehenden, heutzutage noch etwa 30 Zentimeter breiten Ganges, dem die Bergleute nachgingen. Dies wäre für ein Goldvorkommen in diesem Gebiet zwar nicht unwahrscheinlich, aber doch sehr ungewöhnlich. Bei der ersten Befahrung konnte keinerlei Erz entdeckt werden. Bei der zweiten Befahrung 2022 entdeckte der Autor in einer nur einige Meter abzweigenden Nebenstrecke dunkelgraue, maximal einen Zentimeter große Erzputzen, die selten grünlich angewittert waren. Es gelang ihm ein paar Proben zu bergen, die dann anschließend mittels REM-EDS-Analyse an kleinen Erzsplintern durch ihn untersucht wurden. Hierbei zeigte sich, dass es sich um schwach Ag-haltigen Tetraedrit-(Fe) (mit Fe:Zn ~ 3:1; Sb:As ~ 10:3) handelt. Die grünen Verwitterungskrusten erwiesen sich REM-EDS-analytisch als Malachit. Leider ist die Gelände-prospektion durch den starken Bewuchs und die Steilheit sehr erschwert, doch würde sich eine Nachsuche nach weiteren Stollen und Halden wohl lohnen. (Auer)

2278) Manganberzeliit von der Fuchsalmb bei Tweng, Salzburg

Im Bereich Fuchssee–Fuchsalmb bei Tweng stehen metamorphe Manganmineralisationen an, die lokal beschürft worden waren. Der Zweitautor fand im August 2022 im Bereich des Schurfes auf Manganerz bei der Fuchsalmb, von dem kürzlich unter anderem Tiragalloit, Arsenmedait und weitere Arsenate beschrieben worden waren (KOLITSCH, Beitrag 2209 in WALTER et al. 2021), leuchtend gelbe, wachsglänzende Körner und daraus zusammengesetzte Aggregate (Größe max. 5 mm), bei denen der starke Verdacht auf ein Manganarsenat bestand. Durch kombinierte REM-EDS- und SXRD-Analysen konnte das gelbe Mineral als Manganberzeliit identifiziert werden (Abb. 24). Neben den Elementen der For-

Abb. 24:
Gelber, derber
Manganberzeliit aus
 der Manganminerali-
 sation von der
 Fuchsalm bei Tweng,
 Salzburg. Bildbreite
 6,0 mm. Sammlung:
 T. Schachinger.
 Foto: U. Kolitsch



mel waren lediglich noch Spuren von Mg nachweisbar. Manganberzeliit war bisher in Österreich nur aus einigen Vorkommen metamorpher Manganmineralisationen in Tirol bekannt (Publikationen der Autoren, siehe mindat.org). (Kolitsch/Schachinger/Auer)

2279) Beaverit-(Cu), Grunerit und intermediäre Glieder der Reihe Cummingtonit-Grunerit vom ehemaligen Blei-Silber Bergbau Ramingstein im Lungau, Salzburg

Das weitläufige Blei-Silber-Bergbauggebiet von Ramingstein umfasst mehrere große, eigenständige Teilreviere (siehe dazu WOLFSKRON 1884). Der Haderbau ist eines davon, liegt etwa 800 Meter südöstlich vom Ortszentrum entfernt und grenzt unmittelbar an das noch südlicher gelegene Revier Kräofen an. Im Gegensatz zum Revier Altenberg, das auch über ein sehenswertes Schaubergwerk verfügt, ist über diese anderen Reviere nicht allzu viel bekannt. Die geschichtlichen Anfänge reichen zurück ins 15. Jahrhundert. Im 18. Jahrhundert gab es die letzten intensiven bergmännischen Arbeiten. Der eigentliche Hauptstollen ist heutzutage von außen nicht mehr zugänglich. Am leichtesten gelangt man durch einen etwa 20 Meter tiefen Luftschacht auf sein Stollenniveau. Dieser Stollen ist sehr beeindruckend, da er doppelläufig (mittels zweier Stollen übereinander) geführt wurde. Der untere Stollen diente zur Förderung des Hauwerkes und Erzes, der darüber liegende rein zum Abzug der giftigen Rauchschwaden, die bei der Methode des Feuersetzens entstanden. Dies erkennt man leicht an dem rußgeschwärzten, durch die Hitzeeinwirkung kleinstückig brechenden oberen Stollenprofil. Alle paar Zehnermeter durchbrechen große durchgeschlagene Fenster beide Stollen. Durch die Förderstrecken, die sehr nieder und teilweise stark verbrauchgefährdet sind, gelangt man in ein Labyrinth von ehemaligen Abbaufeldern, die wiederum durch aufgerichtete Steinmauern versetzt wurden. In einem



Abb. 25:
Idiomorphe winzige
Beaverit-(Cu)-
Kristalle vom Revier
Haderbau, Raming-
stein, Lungau,
Salzburg. Bildbreite
130 µm. Sammlung:
GBA Wien, REM-Foto
(BSE-Modus); C. Auer

dieser Abbaufelder gelang dem Autor Ende Dezember 2021 ein Fund von Granat-Glimmerschiefer-Brocken, die oberflächlich gelb verkrustet sind. Eine REM-EDS-Analyse der feinkristallinen gelben Krusten erbrachte das interessante Ergebnis, dass es sich hierbei um ein Mineral aus der Alunitgruppe, nämlich Beaverit-(Cu) handelt (Abb. 25). Dies ist umso beachtenswerter, da Kupferminerale bislang in Ramingstein eher unterrepräsentiert waren. Der Beaverit-(Cu) ist schwach K- und As-haltig.

Im Jahre 2015 befuhr der Autor im Rahmen einer geologischen Exkursion der Geologischen Bundesanstalt das Schaubergwerk im Altenberger Revier. Hierbei gelang ihm ebenfalls ein Neufund. Es handelt sich um eine etwa zehn Quadratmillimeter große, strahlig gelblich-grüne Kristallmasse. Diese wurde mittels REM-EDS- bzw. PXRD-Messungen an der Geologischen Bundesanstalt analysiert. Diese Analysen zeigten, dass es sich um Mischkristalle aus der Reihe Cumingtonit-Grunerit (Amphibol-Supergruppe) handelt. Durch die REM-EDS-Analysen konnte bei einer Einzelmessung eine Eisendominanz (bei völligem Fehlen von Ca) nachgewiesen werden, d.h. es handelt sich eindeutig um Grunerit, andere Punktanalysen hingegen zeigten eher Werte im Grenzbereich (annähernd Fe:Mg = 1:1). Bei Analyse von weiteren Proben – oder im Dünnschliff – könnte man vermutlich sogar eine lokale Mg-Dominanz nachweisen.

(Auer)

2280) Hydroxylklinohumit von dem kleinen Marmorbruch bei der Lokalität „In der Luck'n“, Häusling, Dunkelsteinerwald, Niederösterreich

Klinohumit [$Mg_9(SiO_4)_4F_2$] in Form gelber bis gelboranger kleiner Körner war vom Autor aus mehreren Marmorbrüchen in Niederösterreich („In der Luck'n“; Kochholz; Loja) anhand von SXR-DA-Analysen (Zellbestimmungen) beschrieben worden. In allen Fällen wurde angemerkt, dass es sich möglicherweise auch um den OH-dominanten, erst 1998 als

Abb. 26:
 Hydroxylklinohumit
 als kleine gelborange,
 stark gerundete
 Körnchen neben rosa
 bis grau-violetten,
 leicht gerundeten
 Spinell-Oktaederchen
 und schwarzen,
 xenomorphen Geikielith-Körnern. Kleiner
 Marmorbruch bei der
 Lokalität „In der
 Luck'n“, Häusling,
 Dunkelsteinerwald,
 Niederösterreich.
 Bildbreite:
 7,4 mm. Sammlung:
 NHM Wien.
 Foto: U. Kolitsch



neue Mineralart anerkannten Hydroxylklinohumit $[\text{Mg}_9(\text{SiO}_4)_4(\text{OH})_2]$ handeln könnte. Um diese Frage zu klären, wurde kürzlich damit begonnen, das untersuchte Material durch vollständige Verfeinerungen der Kristallstruktur auf der Basis von Einkristallbeugungsdaten zu charakterisieren (diese Methode erlaubt, ähnlich wie bei Turmalinen, eine ziemlich genaue indirekte Bestimmung des OH:F-Verhältnisses, mit einem geschätzten Fehler von <15-20%).

„Klinohumit“ vom Marmorbruch bei der Lokalität „In der Luck'n“ wurde erstmals von KNOBLOCH et al. (Beitrag 2086 in WALTER et al. 2018) beschrieben. Ein weiterer Fund, gelborange bis gelbliche, stark gerundete und sehr kleine Körner (Abb. 26) als Begleiter von rosa Spinelloctaederchen (KOLITSCH et al., Beitrag 2246 in WALTER et al. 2022) gelang dem Autor im Mai 2021. Für die Kristallstrukturverfeinerung wurde ein Kristallfragment mit sehr guter Beugungsqualität ausgewählt und es wurde auf einem Einkristalldiffraktometer eine komplette Ewald-Kugel bis $2\theta = 70^\circ$ gemessen (Nonius KappaCCD, Raumtemperatur, $\text{MoK}\alpha$ -Strahlung, Multiscan-Absorptionskorrektur, $R_{\text{int}} = 1,54\%$). Die Kristallstruktur wurde von Grund auf neu gelöst und verfeinert (Software-Paket SHELX-97). Die Verfeinerung in der Raumgruppe $P2_1/c$, mit den Zellparametern $a = 13,667(3)$, $b = 4,744(1)$, $c = 10,253(2)$ Å, $\beta = 100,92(3)^\circ$, $V = 652,7(2)$ Å³, konvergierte bei $R(F) = 2,30\%$ [Goodness of Fit 1,091, Extinktionskoeffizient 0,0068(7)]. Die verfeinerte Formel war $(\text{Mg}_{8,87}\text{Fe}_{0,13})(\text{SiO}_4)_4[(\text{OH})_{1,4}\text{F}_{0,6}]$; das verfeinerte OH:F-Verhältnis beträgt 0,70(2):0,30(2). Erstaunlicherweise ließ sich sogar die Besetzung der H-Position gut und plausibel verfeinern. Damit handelt es sich eindeutig um Hydroxylklinohumit. Zur Formel sei noch angemerkt, dass das Fe (eventuell inklusive Ti) sich nur auf einer der fünf Mg-Positionen nachweisen ließ [verfeinertes Mg:Fe-Verhältnis = 0,9352(17):0,0648(17)], in weitgehender Übereinstimmung mit Literaturangaben (ROBINSON et al. 1973, OTTOLINI et al. 2000, FRIEDRICH et al. 2001, HURAI et al. 2014). Der leichte Fe-Gehalt erklärt die gelborange Farbe der Kristallkörner.

Kristallstrukturverfeinerungen von „Klinohumiten“ weiterer Vorkommen in Niederösterreich und aus dem Dorftal bei Prägraten am Großvenediger in Tirol (braunrote Massen in Serpentin, mehrere Stücke in der Sammlung des NHM Wien) sind derzeit in Arbeit. (Kolitsch)

2281) Fluorapatit aus dem Graphitabbau Feistritz bei Raxendorf, Waldviertel, Niederösterreich

Der ehemalige Graphitabbau Feistritz (auch unter dem Namen Heiligenblut-Feistritz bekannt) bei Raxendorf (BARTH 1930) ist einer von vielen kleinen Abbauen im Waldviertel, die teils bis in die 1960er Jahre betrieben wurden (HOLZER & ZIRKL 1963). In den 1930er Jahren gab es drei Stollen und einen Tagbau. Heutzutage sind fast keinerlei Spuren des ehemaligen Bergbaus im Gelände zu erkennen. Angaben zur Mineralogie der Lagerstätte sind sehr spärlich. In einer 1962 gesammelten Graphitprobe von einer Stollenhalde fanden HOLZER & ZIRKL (1963) im Dünnschliff neben circa 50 Vol.% Graphit hauptsächlich Calcit und untergeordnet bis akzessorisch Rutil, Muskovit, Opal, ein Montmorillonitgruppenmineral sowie Titanit und Muskovit.

Auf einem Lesesteinhaufen in der Nähe eines ehemaligen Stollens fand Leopold RAUSCH, Krems, im Sommer 2022 eine Limonitprobe, die in kleinen Hohlräumen sehr kleine weiße, garbige bis halbkugelige Aggregate (max. 0,14 mm) enthält (Abb. 27, 28). Diese Aggregate zeigen eine narbige, relativ matte Oberfläche und sind aufgebaut aus winzigen, hexagonalen, leicht gerundeten Säulchen, die divergent angeordnet sind. Die Säulchen kommen sehr selten auch alleinstehend vor und zeigen an kristallografischen Formen lediglich das hexagonale Prisma und das Basispinakoid. Die Kriställchen weisen einen schwachen Glasglanz auf und zeigen leichte bunte Anlauffarben. Der anhand der Kristallmorphologie naheliegende Verdacht auf Apatit konnte durch eine REM-EDS-Analyse an Kristallfragmenten bestätigt werden. Nach den Hauptelementen (Ca, P, O, F) und Spurenelementen (Na, K, Al, Mg, Fe, Si, S) handelt es sich um einen Fluorapatit. (Kolitsch)

2282) Cerianit-(Ce), Epidot, ein Mineral der Kaolinitgruppe, Marialith, Mukhinit, Sphalerit und Uraninit von einem Steinbruch bei Am Schuß, Weiten, Waldviertel, Niederösterreich

Unmittelbar bei der kleinen Ortschaft Am Schuß (NNW Weiten) befindet sich ein kleiner, stark verwachsener Steinbruch, über dessen ungewöhnliche Mineralogie (Vorkommen des Vanadium-Granats Goldmanit, der vanadiumhaltigen Grossularvarietät „Tsavorit“ und anderen Mineralien in einem Graphitgneis) erst im vergangenen Jahr berichtet worden war (KOLITSCH et al., Beitrag 2250 in WALTER et al. 2022).

Im Zuge der fortlaufenden mineralogischen Untersuchung der Goldmanit-haltigen Paragenese wurde ein polierter REM-EDS-Anschliff einer kleinen Pyrit-reichen Graphitgneis-Probe angefertigt, die einen dunkelgrünlichen, scharfkantigen, relativ kleinen Granat-Rhombendodekaeder und weitere Granat-Körner in der umgebenden Matrix enthielt. Die detaillierte Untersuchung des Anschliffs ergab eine ähnliche Mineralogie wie bei den bereits untersuchten Anschliffen, jedoch waren auch sieben

Abb. 27:
 Garbenförmige weißliche Fluorapatit-Aggregate (max. 0,14 mm) auf Limonit. Lesefund Leopold RAUSCH vom ehemaligen Graphitabbau Feistritz bei Raxendorf, Waldviertel, Niederösterreich. Sammlung: NHM Wien. Foto: U. Kolitsch

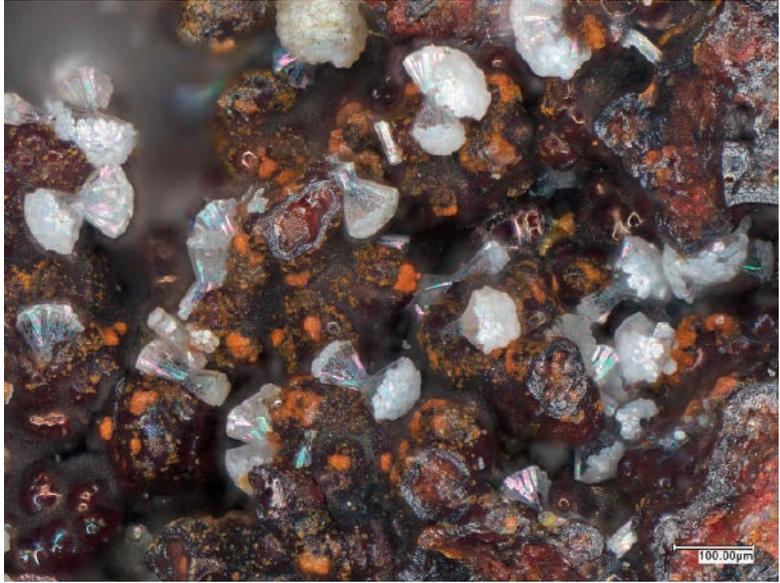
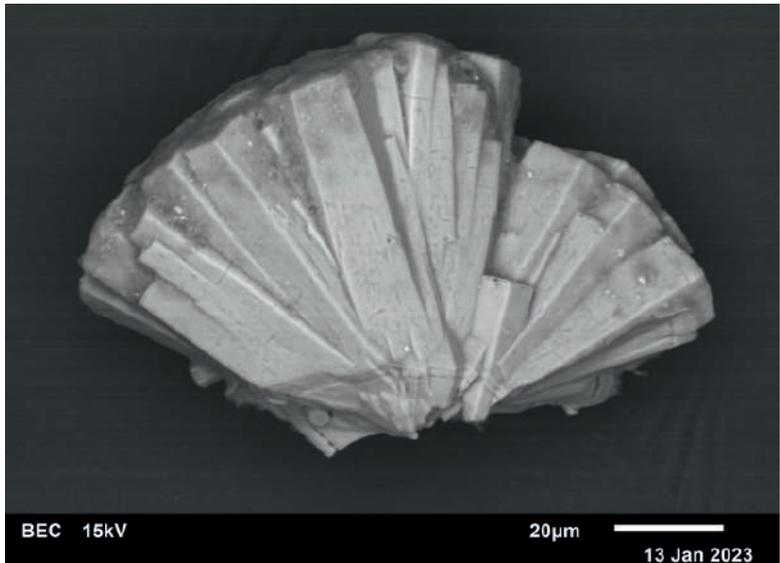


Abb. 28:
 Büschelig verwachsene Fluorapatit-Prismen vom ehemaligen Graphitabbau Feistritz bei Raxendorf, Waldviertel, Niederösterreich. Sammlung: NHM Wien. REM-Foto (BSE-Modus): U. Kolitsch



Neufunde darunter (siehe Beitragstitel). Der Schliff soll hier nur in den wichtigsten Zügen beschrieben werden. Details sollen zusammen mit den Ergebnissen zukünftiger Schriffe an anderer Stelle vorgestellt und diskutiert werden.

Neben den Hauptkomponenten Pyrit und Quarz ist häufig grobkristalliner, oft etwas randlich zerfressener Skapolith vorhanden. Der Skapolith ist zum einen Meionit (mengenmäßig stark dominierend), zum anderen Marialith (selten). Während der Meionit bereits im oben erwähnten Beitrag von 2022 beschrieben wurde, ist der Marialith ein Neufund. Erwähnt sei, dass der Skapolith lokal winzige Chalkopyrit-Einschlüsse enthält.

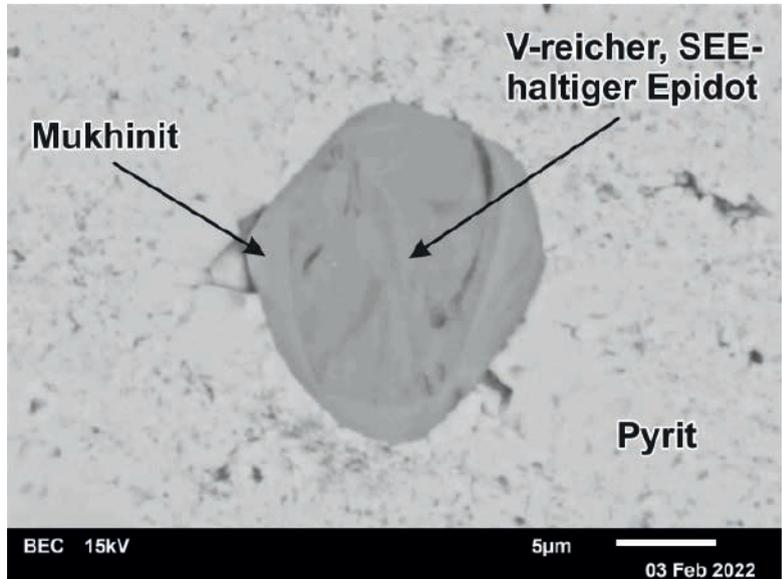
Relativ häufig im Schriff ist Siderit, dessen bis zu circa 1,2 Millimeter große Aggregate entweder in Pyrit eingewachsen sind oder an diesen direkt angrenzen. Untergeordnet sind kleine subparallele Schüppchen von Graphit, die in allen möglichen Mineralien (z.B. Quarz, Chamosit, Titanit, Fluorapatit, ...) eingewachsen sind. Seltene Komponenten sind Kalifeldspat (Ba-frei) und Diopsid. Letzterer enthält stets sehr wenig Al und Na, ein Hinweis auf erhöhten Druck während der Kristallisation (Jaditkomponente).

Beobachtete Akzessorien sind idiomorphe, rhombendodekaedrische Granatkristalle (zonierte Mischkristalle, die nach Punktanalysen und Element-Mapping aus deutlich Al-haltigem und leicht Cr-haltigem Goldmanit bestehen, und die nur bei einem großen Kristall in ihrem äußeren Saum lokal in einen V-reichen Grossular übergehen), Fluorapatit (stets mit Spurengehalten von Cl), Titanit (sporadisch; xenomorph; selten mit Spuren von V oder mit geringen Al- und V-Gehalten sowie Spuren von Cr; ein Al-, V- und Cr-reiches Korn zeigt die vereinfachte chemische Formel $\text{Ca}(\text{Ti}_{0,61}\text{Al}_{0,17}\text{V}_{0,15}\text{Cr}_{0,04}\text{Fe}_{0,03})_{\Sigma 1,00}(\text{SiO}_4)\text{O}$), Zirkon (selten; immer gerundet; chemisch praktisch rein, daher wohl detritischen Ursprungs), Chamosit (selten; unrein; öfters verwachsen mit einem Mineral der Kaolinitgruppe), Muskovit (selten, blättrig, teils V-reich bis Al:V = 2,85:1, also eine Mischkristallbildung mit dem Vanadiumglimmer Roscoelith), Pyrrhotin (selten; kleine bis größere xenomorphe Einschlüsse und Zwickelfüllungen in Pyrit), Chalkopyrit (selten; verstreute, fast immer unter 5 μm große, xenomorphe Körnchen in verschiedenen Paragenesen, so z.B. öfters in Skapolith, aber auch als Einschlüsse in einem großen Goldmanit-Kristall), Molybdänit (selten; verstreute kleine bis größere, oft stark verbogene Plättchen; darin kann Graphit eingeschlossen sein) und Limonit/Goethit (selten; dünne Rissfüllungen in Siderit und als Saum um Siderit; auch als Einschluss in Pyrit).

Sehr seltene Akzessorien im Schriff sind Uraninit (winzig; Th-reich), Thorit (winzig, teils würfelig, bis max. 33 μm ; oft mit Pyrit-Korona), Sphalerit (eingeschlossen in Chalkopyrit oder direkt neben ihm; auch einmal als Einschluss in großem Goldmanit-Kristall; Fe-reich bis ca. 9 At.% Fe –, daher ein indirekter Hinweis auf hohe P/T-Bedingungen während der Kristallisation), Cerianit-(Ce) (nur ein winziges Korn in Siderit), Epidot (V-reich, leicht SEE-haltig; bisher war nur ein chemisch nicht untersuchtes Glied der Epidot-Supergruppe nachgewiesen, siehe KOLITSCH et al., Beitrag 2250 in WALTER et al. 2022) und Mukhinit (nur einmal, als Teil eines dünnen Saumes um ein V-reiches, in Pyrit eingewachsenes Epidot-Korn; Abb. 29). Der Mukhinit, der einen Neufund für Österreich darstellt, ist ein Vanadium-Glied der Epidot-Supergruppe und hat die Idealformel $\text{Ca}_2(\text{Al}_2\text{V}^{3+})(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$ (NAGASHIMA et al. 2019), ist also das Vanadium-Analogon von Epidot, $\text{Ca}_2(\text{Al}_2\text{Fe}^{3+})(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$ und Klinozoisit, $\text{Ca}_2\text{Al}_3(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$. Die vereinfachte Formel des Mukhinit-Saumes ist $\text{Ca}(\text{Ca},\text{Ce},\text{La})[(\text{Al}_{0,8}\text{Mg}_{0,2})\text{Al}(\text{V}^{3+}_{0,58}\text{Fe}_{0,27}\text{Cr}_{0,15})](\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$, wobei ein Spurengehalt an S vernachlässigt wurde und außerdem angenommen wurde, dass das untergeordnete Mg auf der M1-Position in der Kristallstruktur sitzt (es kann jedoch auch sehr untergeordnet auf der M3-Position sitzen).

Mukhinit ist weltweit ein sehr seltenes Mineral; auf mindat.org sind lediglich sechs Fundorte aufgelistet. In Europa wurde Mukhinit (eben-

Abb. 29: Mukhinit als dünner Saum um ein V-reiches, schwach SEE-haltiges Epidot-Korn, in einer Matrix aus feinkörnigem Pyrit. Polierter Anschliff einer Pyritreichen, Goldmanit-haltigen Probe aus dem Steinbruch bei Am Schuß, Waldviertel, Niederösterreich. Sammlung: NHM Wien (Inv.-Nr. NHMW-MIN-02458). REM-Foto (BSE-Modus): U. Kolitsch



falls Cr-haltig) nur in Graphit-reichen, Goldmanit-haltigen Metamorphiten in der Slowakei gefunden (UHER et al. 2008; BAČÍK & UHER 2010; BAČÍK et al. 2018).

Zum Schliff ist erwähnenswert, dass eine Anreicherung von V^{3+} oder $V^{3+} + Cr^{3+}$ in der äußersten Zone von mehreren Mineralien (Titanit, Diopsid) bzw. in Zwickelmineralien (z.B. Muskovit) beobachtet wurde. Ähnliche Beobachtungen wurden auch in Publikationen zur Mineralogie der afrikanischen Tsavorit-Vorkommen gemacht (siehe Literatur im oben erwähnten Beitrag von 2022). (Kolitsch)

2283) Amazonitgrüner Quarz von Dobersberg, Waldviertel, Niederösterreich

In unmittelbarer Nähe zum östlichen Ortsende von Dobersberg befindet sich in der Katastralgemeinde Riegers ein seit langem bekanntes Vorkommen von Bergkristallen (HUBER & HUBER 1977). Während einer Geländebegehung im Bereich dieses Vorkommens fiel dem Autor im dort anstehenden Amphibolit ein bis zu über zehn Zentimeter mächtiges Derbyquarzband auf, das stellenweise dünne, mit Bergkristall besetzte Kluftspalten aufwies. Dabei zeigte sich, dass der feinkristalline Quarz bereichsweise eine an Amazonit erinnernde intensive Grünfärbung aufweist. Charakteristisch für den vorwiegend kompakten Quarz sind auch alterierte poröse Partien und Risse, die meist mit einer bräunlichen feinpulverigen Substanz (nicht näher bestimmt) erfüllt sind. Eine mittels REM-EDS-Analyse durchgeführte Untersuchung ergab, dass der grün gefärbte Quarz außer zahlreichen mikroskopisch kleinen Plättchen von Cr-haltigem Muskovit (Fuchsit) sowie untergeordnet auftretenden kleinen Chromitkörnern keine weiteren Einschlüsse enthält. Somit bewirkt vermutlich der im Quarz feinverteilte Fuchsit dessen Grünfärbung. (Brandstätter)

2284) Hyalit vom Steinbruch Malaschofsky bei Lichtenau, Waldviertel, Niederösterreich

Im genannten Steinbruch (Marmor der bunten Serie) wurden in den letzten Jahren immer wieder neue Mineralfunde beschrieben (BRANDSTÄTTER & NIEDERMAYR, Beitrag 1412 in NIEDERMAYR et al. 2005, KURZ & GÖTZINGER 2005, KURZ 2009, PRISTACZ et al., Beitrag 1594 in NIEDERMAYR et al. 2009 und KOLITSCH et al., Beitrag 1812, in NIEDERMAYR et al. 2013, STEHLIK & HAMMER, Beitrag 2126 in WALTER et al. 2019, KURZ et al. 2020). Der vorliegende Beitrag beschreibt einen bemerkenswerten Neufund von Hyalit.

Die Hyalit-Proben wurden von den Autoren im Jahr 2021 im Steinbruch Malaschofsky und Co. bei Lichtenau gefunden. Im Handstück ist im Tageslicht der Opal fast nicht zu erkennen (Abb. 30a). Der wasserklare Opal (Hyalit) fand sich in Form von nierigen, dünnen Krusten bis zu 50 x 50 Zentimetern auf Spaltflächen des Marmors in einem eng begrenzten Bereich des Bruches. Im kurzwelligen UV-Licht fluoresziert der Opal intensiv grün (Abb. 30b). Als Aktivator für die intensive grüne Fluoreszenz dürfte das Uranyl-Ion (UO_2^{2+}) verantwortlich sein. Der fündige Bereich wurde leider rasch abgebaut. Eine gezielte Nachsuche in anderen Bereichen des Bruches führte zu keinen weiteren Hyalit-Funden.

(Stehlik/Blank)

2285) Fluoreszierender Tremolit und Diopsid vom Steinbruch Malaschofsky bei Lichtenau, Waldviertel, Niederösterreich

Der aktive Marmor-Steinbruch bei Lichtenau wird von der Firma Malaschofsky GesmbH zur Schotter-Herstellung betrieben. Dieser Steinbruch ist bereits für einige interessante Mineralfunde in den letzten Jahren bekannt geworden (siehe Literaturangaben im vorherigen Beitrag).

Im Frühjahr 2020 wurden durch den Autor nach einer Sprengung in den Marmorblöcken große weiße, kristalline Tremolit-Aggregate bis zu 20 Zentimetern und einem Kilogramm gefunden (Abb. 31a). Dieser Tremolit besitzt eine intensive weißgelbe Fluoreszenz unter kurzwelligem (254 nm) UV-Licht (Abb. 31b). Die Bergung gestaltete sich durch die Größe und Zähigkeit der Blöcke sehr schwierig. Es konnten dennoch einige Proben geborgen werden. Bereits nach kurzer Zeit waren die Blöcke dem fortschreitenden Abbau zum Opfer gefallen. Mehrere Nachsuchen zu einem späteren Zeitpunkt blieben leider erfolglos. An einigen Proben ist eine Umwandlung von Tremolit in Diopsid zu erkennen.

Bisher wurde im Steinbruch Tremolit in schönen grauen Garben bis zu zehn Zentimetern (durch feinste Graphiteinlagerungen grau und nicht fluoreszierend) gefunden (KURZ 2009). Der wahrscheinlichste Aktivator für die weißgelbe Fluoreszenz des Tremolits dürfte Mn^{2+} sein. Die Aus-

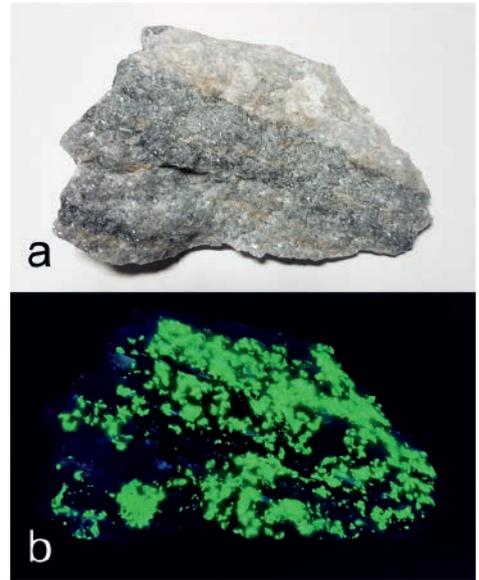


Abb. 30:
a) Hyalit auf Marmor im Tageslicht,
b) unter kurzwelligem UV-Licht vom Steinbruch Malaschofsky bei Lichtenau, Waldviertel, Niederösterreich.
Bildbreite 12 cm.
Foto und Sammlung: H. Stehlik

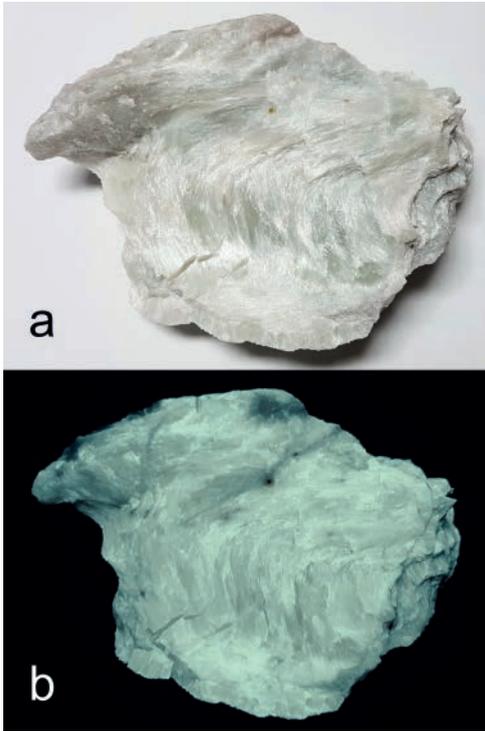


Abb. 31: a) Tremolit im Tageslicht, b) unter kurzwelligem UV-Licht vom Steinbruch Malaschofsky bei Lichtenau, Waldviertel, Niederösterreich. Bildbreite 16 cm. Foto und Sammlung: H. Stehlik

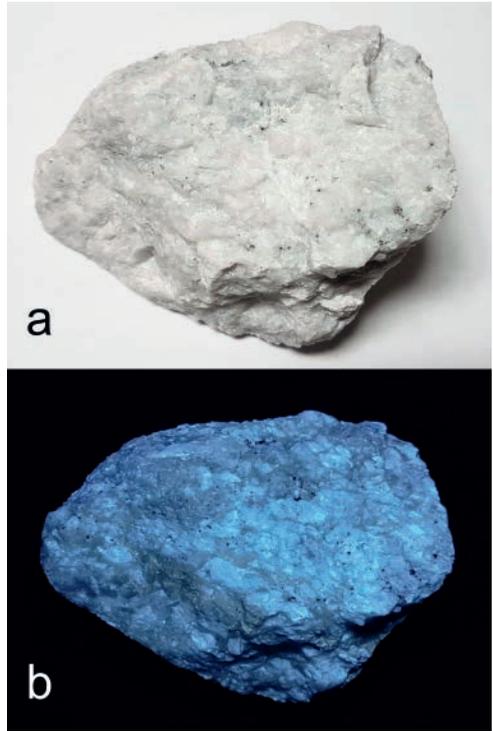


Abb. 32: a) Diopsid im Tageslicht, b) unter kurzwelligem UV-Licht vom Steinbruch Malaschofsky bei Lichtenau, Waldviertel, Niederösterreich. Bildbreite 14 cm. Foto und Sammlung: H. Stehlik

bildung, Farbe und Fluoreszenz entspricht dem Tremolit der Typlokalität des Campolungo im Tessin (Schweiz). Begleitminerale sind weißer grobkristalliner Diopsid, mit intensiver weißblauer Fluoreszenz und Phlogopit.

Zeitgleich wurden vom Autor in den Marmorblöcken große massive, grobkristalline Aggregate von weißem Diopsid gefunden (Abb. 32a). Begleitmineral war ebenfalls Phlogopit und etwas Pyrit. Dieser Diopsid leuchtet im kurzwelligen UV-Licht (254 nm) intensiv weißblau. (Abb. 32b). Hier dürfte der wahrscheinlichste Aktivator für die weiß-blaue Fluoreszenz TiO_6 sein (FRITSCH et al. 2023). (Stehlik)

2286) Almandin, Amesit, Amphibol, Aragonit, Baddeleyit, Baryt, Bornit, Chalkopyrit, Chromdiopsid, Cobaltpentlandit, Dravit, Enstatit, Fletcherit, das Fe^{3+} -Analogon von Fletcherit, Forsterit, Galenit, Graphit, Grossular, Hämatit, Hydroxylapatit, Ilmenit, Laumontit, Limonit, Magnesi-ochromit, Millerit, Pentlandit, Polydymit, Pyrit, Pyrop, Pyrrhotin, Rutil, Spinell, Talk, Titanit und Zirkon sowie bemerkenswerte Funde von

Granatpyroxenit und Granatit vom Steinbruch Marchart nordwestlich von Karlstetten, Niederösterreich

Über die Mineralogie der teils aktiven, teils aufgelassenen kleinen Granulit/Serpentinit-Steinbrüche in der Umgebung von Karlstetten wurde bislang nur wenig berichtet. Im vorliegenden Beitrag werden alte und neue Mineralfunde aus dem mineralogisch interessantesten Steinbruch zusammengefasst. Dieser Bruch, der wie fast alle anderen Brüche von der Firma Marchart betrieben wird, liegt im Wald nordwestlich von Karlstetten und ist deshalb unter Sammlern auch unter dem Namen „Waldbruch“ bekannt. Im nachfolgenden Beitrag in diesem Carinthia-Heft werden Mineralien beschrieben, die in einem weiteren, kürzlich neu eröffneten Granulit/Serpentinit-Bruch nördlich von Karlstetten gefunden wurden.

Bislang waren aus dem Waldbruch (Sammlungen des Zweitautors und/oder von Gerald Knobloch, Aggsbach-Dorf, sowie teilweise weiterer Sammler) Funde von Achat (NIEDERMAYR 1999; aus „Steinbruch NNW Karlstetten“), Chalcedon, Jaspis und Opal (GÖTZINGER 2008; von „Karlstetten“), Calcit (unpubliziert) und Sillimanit (auf Klüften von Granulit vom „Karlstetten-Wald-Bruch“; GÖTZINGER 2008) bekannt. Außer Sillimanit stammen alle diese Minerale aus Serpentiniten, die unterschiedlich stark hydrothermal alteriert sind.

Im Juli und September 2022 wurden im Waldbruch im aufgeschlossenen Serpentin und Granulit interessante Mineralparagenesen beobachtet und besammelt, die im Folgenden beschrieben werden. Der Serpentin, der vor allem im südlichen bis westlichen Bereich des Bruchgeländes aufgeschlossen ist, zeigt unterschiedliche Konsistenzen. Im südlichen Bereich ist er stark verwittert, da er direkt unter dem Waldboden zutage tritt. Hier fanden sich teils über Dezimeter große Knollen und Brocken von dunkelroten Granatpyroxeniten und Granatiten (Gesteine, die zu >



Abb. 33a: Dunkelrote Bruchstücke von Granatit aus dem oberen Erdmantel liegen auf dem Fahrweg vor einer Serpentinbruchwand im Steinbruch Marchart nordwestlich von Karlstetten, Niederösterreich. Die größten in diesem Steinbruchbereich gefundenen Granatit-Stücke erreichen Dimensionen von über 20 cm. Foto: E. Löffler

75% aus Granat bestehen). Die allermeisten Brocken dieser durch ihr hohes Gewicht auffallenden Gesteine waren freigewittert und lagen lose im Hangschutt (Abb. 33a). In einem Fall wurde in situ ein in Serpentin eingewachsener, ovaler Granatitbrocken beobachtet. Die Brocken sind meist von feinen Rissen und schmalen weißen Karbonat- oder Serpentin-gängchen durchzogen, so dass sie beim Formatisieren leicht zerbrechen. Nur eher selten sind die Brocken massiv, hart und zäh. Ein praktisch aus reinem Granat bestehendes, plattiges Stück mit den Dimensionen 19 x 10 x 2,5 Zentimeter wurde zusammen mit weiteren repräsentativen Stücken in die Sammlung des Naturhistorischen Museums Wien aufgenommen (Inv.-Nr. NHMW-MIN-O2762). Der größte lose Granatitbrocken hatte die Dimensionen 22 x 13 x 9 Zentimeter. Ein vier Zentimeter großes, dunkelrotes, angebrochenes und von parallelen Rissen durchzogenes Granatkorn stellt nach seiner Teilbarkeit einen Einkristall dar.

Bevor die Mineralogie dieser Granat-reichen Gesteine hier genauer beschrieben wird, soll die bestehende Literatur zu deren seltenen Vorkommen in Niederösterreich kurz zusammengefasst werden. Granatpyroxenite und Granatite wurden aus mehreren serpentinierten Peridotitmassiven und -linsen des Moldanubikums in Niederösterreich beschrieben (z.B. KAPPEL 1967, SCHARBERT 1973, CARSWELL 1991, SCHARBERT & CARSWELL 1983, BECKER 1996a,b, MEDARIS et al. 2006, FARYAD et al. 2011, 2013). Sie stammen aus dem oberen Erdmantel und sind fast immer an die Granulitmassive des Dunkelsteinerwaldes gebunden (MATURA 1984). Man findet sie in Form zentimeter- bis dezimeterdicker Lagen. Auch im benachbarten Böhmen gibt es mehrere Vorkommen (z.B. FARYAD et al. 2009). Ihre Entstehung vollzog sich unter Bedingungen sehr hoher Temperaturen und Drucke ($1050 \pm 20^\circ\text{C}$ bei 31 ± 3 kb; CARSWELL 1991, bestätigt durch spätere Literatur). Die Granatpyroxenite und verwandte, teils Kyanit oder Spinell enthaltenden Gesteine (SCHARBERT & CARSWELL 1993, BECKER 1996a,b) sind zu den Granatklinopyroxeniten zu stellen. Mineralanalytische und geochemische Untersuchungen der genannten Autoren zeigen Folgendes: Der Granat in diesen Gesteinen ist Mg-reich und kann Fe^{2+} -haltiger Pyrop oder (selten) Mg-haltiger Almandin sein, der zusätzlich deutliche Ca-Gehalte aufweist. Der Granat zeigt oft Kelyphit-Ränder. Der Klinopyroxen ist ein leicht Na- und Al-haltiger Diopsid („Al-Augit“) oder Chromdiopsid. Als weitere, untergeordnete Phasen wurden Orthopyroxen, Kyanit, Spinell, Plagioklas, Apatit, Ilmenit, „Erz“, Pyrit, Chromit, Magnetit und Serpentin beschrieben. In ebenfalls vorkommenden verwandten Gesteinen (Granatwebsterite) wurden zusätzlich Orthopyroxen, Olivin und untergeordnet bräunlicher Amphibol und Ilmenit (Mg-reich) gefunden.

1. Granatit und Granatklinopyroxenit

Die Untersuchungen am eigenen Fundmaterial bestätigen grundsätzlich die Angaben in der Literatur zum Vorkommen bei Karlstetten, das bislang nur von BECKER (1996a) (geochemische Untersuchungen) und FARYAD et al. (2013) (petrologische Untersuchungen) genauer charakterisiert worden ist – explizit mineralogische Untersuchungen fehlten bislang. Mehrere REM-EDS-Analysen an Granat-Fragmenten von massiven Granatit- bzw. Granatpyroxenit-Brocken, die alle aus einem circa 80 x 20 Meter großen Serpentin-Areal innerhalb des Steinbruches stam-

men, ergaben in allen Fällen einen Fe²⁺-reichen Pyrop, der zusätzlich deutliche Ca-Gehalte und geringe Mn-Gehalte aufweist. In Tabelle 4a sind die Analysedaten von vier verschiedenen Granatproben aufgelistet.

Probe 1							
Nr.	Mg	Fe	Ca	Mn	Al	Si	O
1	8,3	4,1	2,2	0,1	8,2	12,8	64
2	7,9	4,5	2,5	0,1	8,1	12,6	64
3	9,4	5,2	2,5	0,2	10,7	17,0	55
Probe 2							
Nr.	Mg	Fe	Ca	Mn	Al	Si	O
1	8,3	5,1	2,6	0,1	9,7	15,4	59
Probe 3							
Nr.	Mg	Fe	Ca	Mn	Al	Si	O
1	6,9	6,0	3,0	0,1	9,4	14,7	60
2	6,1	5,5	2,9	0,2	7,8	12,9	65
Probe 4							
Nr.	Mg	Fe	Ca	Mn	Al	Si	O
1	8,2	5,1	2,6	0,2	9,5	15,2	59
2	7,9	4,6	2,3	0,1	8,8	16,6	60

Tab. 4a:
Elementgehalte
(At.-%, REM-EDS-
Rohdaten*) des
Granats (Pyrops)
von vier schwach
Diopsid- und/oder
Ilmenit-haltigen
Granatit-Proben vom
Steinbruch Marchart
nordwestlich von
Karlstetten, Nieder-
österreich

* Anmerkung: Messungen an kohlenstoffbedampften, nicht polierten, unregelmäßigen Kornfragmenten; O-Gehalt schwankt daher relativ deutlich, da der analysierte Punkt auf der Kornoberfläche nie vollkommen plan ist.

Das oben erwähnte, vier Zentimeter große Granatkorn, nach REM-EDS-Analysen ein Fe²⁺-reicher bis -armer, deutlich Ca-haltiger Pyrop (Abb. 33b), hat nach SXRD-Analysen einen Zellparameter $a = 11,56$ Å, was in Übereinstimmung mit publizierten chemischen Daten und Literaturangaben zu Granatpyroxeniten steht. Letztere geben für Granate vom Mitterbachgraben und vom Granulitbruch bei Meidling die Werte $a = 11,561(7)$ Å bzw. $11,571(2)$ Å an (KAPPEL 1967). Der häufig mit dem Granat vergesellschaftete, graugrüne bis blassgrünliche oder blassgraubraune, grobspätige Pyroxen (Korngröße ca. 3-10 mm) ist ein leicht Na-, Al- und Fe-haltiger Diopsid (SXRD- und REM-EDS-Analysen). Diese Na- und Al-Gehalte entsprechen einer Jadeit-Komponente, welche die Hochdruck-Entstehungsbedingungen widerspiegelt.

Zu den untergeordneten Mineralphasen in den Granatiten und Granatclinopyroxeniten gehört schwarzer, opaker Ilmenit, der eingewachsene Körner in Pyrop und Diopsid sowie schnurartige, von Serpentin(?) gesäumte Anreicherungen in Pyrop/Granatit ausbildet. Nach den REM-EDS-Analysen von Kornfragmenten ist er stets merklich Mg-haltig. Zwei repräsentative Formeln lauten $(\text{Fe}_{0,87}\text{Mg}_{0,13})\text{TiO}_3$ und $(\text{Fe}_{0,90}\text{Mg}_{0,10})\text{TiO}_3$. Nachweise von Mg-haltigem bis -reichem Ilmenit in Granat-reichen Gesteinen aus dem oberen Erdmantel in Granulitkörpern des Waldviertels gibt es unter anderem auch von St. Leonhard (Mittleres Kamptal), von wo SCHARBERT (1979) einen Mg-reichen Ilmenit aus einem Granatwebsterit beschreibt, welcher durchschnittlich 5,21 Gew.% MgO (18,7 Mol% Geikielith – MgTiO₃) enthält.

Nur selten kommt in den Granatiten und Granatklinopyroxeniten auch ein makroskopisch schwer zu erkennender Amphibol vor. Er bildet neben Diopsid und Ilmenit kleine schwärzliche Einschlüsse mit guter, Amphibol-typischer Spaltbarkeit, die unter dem Stereomikroskop dunkelbräunlich sind und deren Splitter ebenfalls dunkelbräunliche Färbung zeigen. Nach EDS-Analysen an Kristallfragmenten handelt es sich vermutlich um einen leicht Fe-haltigen Magnesio-Hastingsit mit Pargasit-Komponente ($Mg:Fe = 3,9:1$ bis $2,6:1$; $Si:Al = 2,9:1$ bis $2,3:1$; nur Spuren von K und Ti; F und Cl unterhalb der Nachweisgrenze). Da die Wertigkeit des Fe unbekannt ist und da noch keine Untersuchungen der Kristallstruktur durchgeführt wurden, ist eine exakte nomenklatorische Zuordnung derzeit nicht möglich.

Bei kleinen goldfarben bis goldbraun glänzenden, blättrigen Aggregaten mit einer Chlorit- bzw. Glimmer-artigen Spaltbarkeit, welche sehr untergeordnet in den Granatit- und Granatklinopyroxenit-Proben auftreten, wurde zuerst Phlogopit vermutet. EDS-Analysen an zwei unterschiedlichen Proben ergaben jedoch beide ein Mg-dominantes, Fe-haltiges Mineral der Chloritgruppe (Klinochlor?), das außerdem Spurengehalte von Ni, Ca und Ti aufweist. Weitere Analysemethoden konnten noch nicht angewendet werden, so dass das Mineral derzeit noch unbestimmt ist.

Winzige sulfidische Einschlüsse in einem angeschliffenen und polierten, Ilmenit-„Schnüre“ enthaltenden Granatit bestehen nach lichtmikroskopischen Untersuchungen aus Verwachsungen von zwei oder drei verschiedenen, räumlich gut voneinander getrennten Phasen (wohl ehemaligen Schmelztröpfchen), wobei eine messinggelbe, mengenmäßig fast immer dominierende Phase Chalkopyrit ist (Aggregate bis 1,4 mm Durchmesser). Letzteres zeigten auch die REM-EDS-analytischen und auflichtmikroskopischen Untersuchungen eines polierten Anschliffs eines Teilstücks dieses Granatitbrockens (Sammlung NHM Wien, Inv.-Nr. NHMW-MIN-O2763). Sie ergaben, dass es sich bei dem Granat um Pyrop handelt, der jedoch in Form von zwei chemisch stark unterschiedlichen Pyrop-Generationen auftritt, die stets in direktem, scharfem Kontakt zueinander existieren (Tab. 4b).

Die Hauptmasse des Pyrops (der ältere Pyrop I) ist ein Fe^{2+} -reicher Pyrop, der zusätzlich deutliche Ca-Gehalte und geringe Mn-Gehalte aufweist. Bei einer Punktanalyse wurde außerdem eine Spur P detektiert. Nach stöchiometrischen Formelberechnungen ist innerhalb der Fehlergrenzen kein oder allerhöchstens spurenhafte Fe^{3+} vorhanden. Die gemittelte idealisierte Formel (basierend auf den 5 Punktanalysen 4 verschiedener Körner bzw. Bereiche in Tab. 4b) lautet $(Mg_{1,37}Fe_{1,01}Ca_{0,59}Mn_{0,03})Al_2(SiO_4)_3$. Die Zusammensetzung zeigt somit gute Übereinstimmung mit den Analysen an willkürlich ausgewählten Granatfragmenten von unterschiedlichen Granatit- und Granatklinopyroxenit-Brocken (vgl. Tab. 4a).

Die zweite Pyrop-Generation (der jüngere Pyrop II) erscheint im Rückstreuелектроненbild (BSE-Modus) deutlich dunkler als der Pyrop I. Charakteristisch für den Pyrop II sind hohe Ca- und Na-Gehalte (beides Hinweise auf hohe Drucke laut Literatur, siehe z.B. VRÁNA & FRÝDA 2003), deutliche Fe^{3+} -Gehalte und stets vorhandene Spurengehalte von Ti.

Nr.	Mg	Fe	Ca	Na	Mn	Ti	Al	Si	O
Pyrop I									
4a	8,4	5,3	2,7	-	0,2	-	9,7	15,4	58
4a'	6,7	6,9	2,6	-	0,2	-	9,8	15,2	58
5a	7,6	6,1	2,5	-	0,1	-	10,0	15,3	58
7a	6,9	6,6	2,7	-	0,2	-	10,0	15,4	58
8a	8,0	2,6	5,7	-	0,1	-	10,0	15,5	58
Pyrop II*									
1	8,2	3,1	5,1	2,3	-	0,4	7,3	15,5	58
2	8,4	2,9	5,1	2,3	-	0,3	7,2	15,6	58
3	9,0	2,8	5,5	2,1	-	0,6	5,4	16,2	58,5
4b	8,2	2,3	5,2	2,1	-	0,3	7,2	15,5	59
4b'	8,2	3,2	5,2	2,1	-	0,4	6,9	15,5	58
5b	8,4	2,9	5,4	1,9	-	0,3	6,7	15,8	59
6	8,6	2,9	5,3	1,9	-	0,5	6,7	16,3	58
7b	8,7	2,7	5,2	1,9	-	0,4	6,8	16,6	58
7b'	8,7	2,7	5,5	1,9	-	0,4	7,0	16,5	57
8b	9,8	2,0	5,0	2,1	-	0,3	6,5	16,3	58
Almandin									
9	6,3	7,0	3,0	-	0,3	9,9	15,1	58,5	0,3
10	6,1	7,1	2,6	-	0,3	9,8	15,4	59	0,3

* Fe im Pyrop II ist Fe³⁺ und substituiert Al (siehe Text).

Anm.: Die Punktanalysen der Subnummern a (z.B. 4a) und b (z.B. 4b) gehören zu benachbarten Bereichen von Pyrop I und Pyrop II, die im direkten Kontakt zueinander stehen.

4a': hellerer dünner Außensaum, direkt im Kontakt zu 4b; möglicherweise bereits sehr Mg-reicher Almandin, aber der reale Mg-Wert ist vermutlich eine Spur höher als der gemessene

8b: Einschluss (80 µm) in 8a



Tab. 4b:
Elementgehalte (At.-%, REM-EDS-Rohdaten) von Pyrop (zwei Generationen) und Almandin in einem polierten Granat-Anschliff vom Steinbruch Marchart nordwestlich von Karlstetten, Niederösterreich

Abb. 33b.
Fe²⁺-reicher, Ca-haltiger, rötlicher Pyrop (rissig) mit kleinen schwarzen, Mg-haltigen Ilmenit-Körnern. Die grauen Rissfüllungen und Säume um die Ilmenit-Körner bestehen hauptsächlich aus Klinochlor. Ausschnitt aus einer Pyrop-reichen Partie in einem polierten Stück eines Granat-klinopyroxenits vom Steinbruch Marchart nordwestlich von Karlstetten, Niederösterreich. Die Mineralogie eines Anschliffs dieses Granatklinopyroxenits wird im Text genauer beschrieben.
Bildbreite: 7,4 mm.
Sammlung: NHM Wien (Inv.-Nr. NHMW-MIN-02764).
Foto: U. Kolitsch

Bei einer Punktanalyse wurde außerdem eine Spur V (V^{3+}) detektiert. Das Element Mn fehlt hingegen, im Gegensatz zum Pyrop I. Potentielle Cr-Spurengehalte liegen bei beiden Pyrop-Generationen unterhalb der Nachweisgrenze. Die gemittelte empirische Formel des Pyrops II (basierend auf den 10 Punktanalysen 8 verschiedener Körner bzw. Bereiche in Tab. 4b) lautet: $(Mg_{1,65}Ca_{1,00}Na_{0,39})_{\Sigma 3,04}(Al_{1,30}Fe_{0,53}Ti_{0,07})_{\Sigma 1,90}(SiO_4)_{3,06}$. Die Formelberechnungen zeigen eindeutig, dass alles Fe dreiwertig ist und auf der Al-Position sitzt. Der Pyrop II bildet „Adern“ bzw. Rissfüllungen im Pyrop I, die unter dem Stereomikroskop farblich nur leicht dunkler und schwach bräunlicher, braungelber oder grau gelber erscheinen als der Pyrop I. Diese „Adern“, in denen häufig gerundete Ilmenit-Körner stecken, könnten als Reaktionssäume interpretiert werden. Sehr lokal kann der Pyrop I randlich, d.h. am Kontakt zum Pyrop II, in sehr schmale (wenige Mikrometer) Säume von sehr Mg-reichem Almandin übergehen (Analysen 9 und 10 in Tab. 4b; die Analyse 10 entspricht der vereinfachten Formel $(Fe^{2+}_{0,45}Mg_{0,39}Ca_{0,16}Mn_{0,02})_3Al_2(SiO_4)_3$). Diese randliche Fe-Anreicherung deutet auf Diffusion von Fe (aus angegriffenem Ilmenit?) in Pyrop I hin. Anscheinend wurde durch eine Redoxreaktion ein Teil des freigewordenen Fe in den dreiwertigen Zustand transformiert, so dass es nun einen Teil des Al im Pyrop II ersetzt. Gleichzeitig wurde Ti (wohl ebenfalls aus dem Ilmenit) in Spurengehalten in den Pyrop II eingebaut. Welche Änderungen bei den Hochtemperatur-Hochdruck-Entstehungsbedingungen des Granatits dazu geführt haben, dass der Pyrop II entsteht, kann derzeit nicht beantwortet werden. Hypothetisch wäre es möglich, dass eine Teilaufschmelzung des Gesteins bei einem Hochtemperatur-Hochdruck-Maximum stattgefunden hat (aufgrund eines Eutektikums Pyrop-Ilmenit?).

Unter den mengenmäßig untergeordneten Mineralkomponenten der analysierten Granatit-Probe ist Ilmenit die häufigste. Seine stets stark gerundeten, oft miteinander verwachsenen Körner sind bevorzugt in Pyrop II eingewachsen, können aber auch im Pyrop I auftreten. Der Ilmenit kann ferner mit Spinell verwachsen sein. Die Korngröße schwankt stark zwischen z.B. 20 μm und 500 x 280 μm . Der Ilmenit stets leicht Mg-haltig, mit Spuren von Mn. Die gemittelte chemische Formel (basierend auf 4 Punktanalysen 4 verschiedener Körner) ist $(Fe_{0,855}Mg_{0,14}Mn_{0,005})TiO_3$, also sehr ähnlich den Formeln der mechanisch extrahierten Ilmenit-Körner.

Diopsid ist die zweithäufigste der untergeordneten Mineralkomponenten im Schliff. Seine stark gerundeten bis xenomorphen Körner, die in Pyrop I eingewachsen sind oder von Pyrop II umsäumt sein können, sind chemisch ziemlich rein. Eine repräsentative Formel lautet: $\sim(Ca_{0,97}Na_{0,02}Mg_{0,87}Fe_{0,13}Al_{0,01}Ti_{0,01})(Si_{1,89}Al_{0,11})O_6$. Die spurenhafte Na und Al-Gehalte spiegeln eine nur sehr kleine Jadeit-Komponente wider. In einem größeren rundlichen Diopsidkorn wurden sehr schmale (max. 2-2,5 μm) Entmischungslamellen beobachtet, welche die ungefähre Formel $\sim(Mg_{1,55}Fe_{0,38}Ca_{0,03})(Al_{0,14}Si_{1,89})O_6$ besitzen. Bei diesen Entmischungslamellen könnte es sich nach Angaben in der petrologischen Literatur um einen Fe-reichen Klinoenstatit(?) handeln.

Enstatit ist eine seltene und eher kleine Mineralphase, deren Körner randlich zerfressen sind oder von Klinochlor umsäumt sein können. Er ist immer deutlich Fe^{2+} -haltig (Mg:Fe = ca. 3:1 bis 4:1) und zeigt mehr

oder minder spurenhafte Al-Gehalte (Si:Al ~ 16:1). Sehr spärlich im Schliff ist Fe²⁺-reicher Forsterit (Mg:Fe = ca. 2:1).

Sehr seltener und unscheinbarer Spinell bildet kleine (max. 200 µm) gerundete und teils reliktsische Körner, die mit Ilmenit verwachsen sind oder in Pyrop eingewachsen vorkommen. Die Körner, im Durchlicht dunkelbraun, sind stets sehr Fe²⁺-reich und enthalten z.T. Spuren von Zn, V, Cr und P(!). Zwei repräsentative Formeln sind (Mg_{0,51}Fe_{0,48}Zn_{0,006})(Al_{0,986}V_{0,007}Cr_{0,007})₂O₄ und (Mg_{0,74}Fe_{0,15})(Al_{0,994}V_{0,003}P_{0,003})₂O₄. Die Hochdruck-Entstehungsbedingungen des Spinells legen nahe, dass das spurenhafte vorhandene P oktaedrisch koordiniert sein könnte.

Überraschend ist der Nachweis von Baddeleyit (ZrO₂). Er bildet sehr seltene, winzige (max. 4 x 4 µm), idiomorphe bis hypidiomorphe Kriställchen, die fast immer an der Außenseite von Ilmenitkörnern angewachsen sind. Der Ilmenit hat hier offensichtlich als Keim gewirkt. Eine repräsentative vereinfachte Formel ist ~ (Zr_{0,955}Fe_{0,03}Ti_{0,015}Hf_{0,002})O₂.

Gleichfalls überraschend ist das Auftreten von Hydroxylapatit im Anschliff. Die sehr seltenen, stark gerundeten Körner sind meist klein (< 30 µm), nur selten erreichen sie Dimensionen von max. 120 x 40 µm. Der Hydroxylapatit ist chemisch homogen. In manchen Fällen enthält er Spuren von F (die Nachweisgrenze liegt bei ca. 0,05 F pro Formeleinheit) oder sowohl F als auch Cl. Neben den Halogeniden sind als formelfremde Elemente spurenhafte Sr, Fe, Mg und Si in etwas wechselnden Anteilen vorhanden. Die vereinfachte Formel eines 120 x 40 µm großen, relativ Cl- und F-reichen Korns lautet: (Ca_{0,98}Fe_{0,008}Sr_{0,008}Mg_{0,004})₅[(P_{0,99}Si_{0,01})O₄]₃[(OH)_{0,63}Cl_{0,26}F_{0,11}].

An Akzessorien im untersuchten Granatit-Schliff treten mehrere Sulfide, Oxide und Baryt auf. Der Chalkopyrit ist sehr selten, jedoch die mengenmäßig dominierendste Phase unter den Sulfiden. Er bildet vereinzelt kleine (ausnahmsweise max. 110 x 90 µm große), xenomorphe bis hypidiomorphe Körner und Kornaggregate, die randlich oft in Si-reichen Limonit umgewandelt sind. Pyrrhotin, mit einem Fe:S-Verhältnis sehr nahe 1:1 (eventuell Troilit?), kommt sehr selten im Pyrop II und in Zwickeln der Silikatmatrix vor. Die max. 45 x 12 µm großen, runden bis hypidiomorphen Körnchen sind anscheinend oft komplett in Limonit umgewandelt.

In Verwachsung mit einem schwach Cu- und Ni-haltigen Pyrrhotin(?), der an ein großes Chalkopyrit-Aggregat angrenzt, wurde ein nicht genau bestimmtes Fe-Ni-Sulfid beobachtet (Einzelnachweis), das anhand der Analysendaten (in At. %: Fe20,7; Ni24,3; Co1,9; Cu1,8; S51,4) weder zu einem Fe-reichen Violarit noch auf das Meteoriten-Mineral Shenzhuangit (NiFeS₂; Chalkopyrit-Gruppe) passt. Gewisse Ähnlichkeiten (insbesondere was den Co-Gehalt betrifft) ergeben sich hingegen für die unbenannte Phase UM1989-25-S:FeNi (~Fe(Ni,Co)S₂; <https://www.mindat.org/min-51678.html>), die aus ultramafischen Gesteinen bekannt ist.

Der seltene Baryt bildet im Granatit-Schliff sehr kleine und schmale Schnüre oder xenomorphe, feinkörnige Aggregate in Limonit. Der Baryt enthält Spuren von Sr, Ca(?) und Si(?). Die Ba-Quelle ist unklar. Eventuell wurde Ba aus infiltrierenden späthydrothermalen Verwitterungslösungen herausgefiltert und als Baryt abgeschieden, als durch Oxidation des Pyrrhotins und/oder Chalkopyrits SO₄²⁻-Ionen frei wurden. Zirkon,

ebenfalls sehr selten, wurde in einer ungewöhnlichen Ausbildung und Paragenese beobachtet: Er bildet oft schmale Säume um Ilmenit-Körner, seltener rundlich-gelängte Körnchen, die an Ilmenit-Körnern haften. Die REM-EDS-Analysen zeigen Spuren von Fe und Hf. Magnetit (mit Spuren von Si und Al) ist extrem selten, klein und xenomorph. Er ist in einem Fall anscheinend ein retrogrades Oxidationsprodukt eines Fe-Sulfids, welches in Hydroxylapatit eingewachsen ist. In einem anderen Fall enthält der Magnetit Spuren von Ti, Al, Mg, V, Si und Ca und bildet ein längliches, 10 µm großes Korn, das mit Ilmenit verwachsen ist (dieser ist wiederum mit Spinell verwachsen). Hierbei könnte es sich um eine primäre Bildung handeln. Bislang nur als Einzelnachweis wurde Rutil mit spurenhafte Fe-Gehalten bestimmt. Es handelt sich um einen sehr kleinen, xenomorphen Einschluss in Ilmenit. Der Einschluss zeigt randliche winzige Körnchen von Chalkopyrit und Baryt(!).

Wie bereits erwähnt, ist Limonit ein typisches, stets deutlich Si-haltiges Alterationsprodukt von Pyrrhotin und Chalkopyrit. In diesen Limonit-Pseudomorphosen sitzen öfters sehr kleine und schmale Schnüre von Baryt. Neben dem Fremdelement Si sind wechselnde Spurengehalte von Al, Na, Cu, Ca, Mg, K und S vorhanden. Feinkörniger, Fe-reicher Klinochlor neben Silikaten wurde nur zweimal beobachtet. Sehr spärlich ist auch Talk, der feinkörnige, weiche Säume um Enstatit bildet, welcher in Pyrop eingeschlossen ist.

Unklar ist die Identität einer feinkörnigen, weichen Fe-(Mg-)Si-O-H-Silikatphase mit wechselnden Spurengehalten von Al, Ca, Cu, Na, Ni und K, die neben Chalkopyrit als Matrix von Hydroxylapatit oder als Saum um randlich zerfressenen Enstatit vorkommt. Das Metall:Si-Verhältnis schwankt zwischen ~1:1 und ~4:3, weswegen Minnesotit (Fe-Analogon von Talk; Fe:Si = 3:4) nicht in Frage kommt. Weiterhin unklar ist die Identität eines hauptsächlich aus SiO₂ bestehenden, weichen Saums um eine Ilmenit-Spinell-Verwachsung. Neben Si enthält dieser Saum (eventuell Opal?) sehr wenig Al und Mg sowie Spuren von Fe, Ca, Na, K, S und Cu.

Alle im Granatit-Anschliff gefundenen primären Komponenten (Pyrop, Diopsid, Enstatit, Spinell, Ilmenit, Baddeleyit, Hydroxylapatit, akzessorische Sulfide und Oxide) stehen im thermodynamischen Gleichgewicht (Tripelpunkte, stark gerundete und chemisch homogene Körner etc.). Jedoch wurde die primäre Hochtemperatur-Hochdruck-Mineralparagenese durch spätere hydrothermale Alteration während der retrograden Abkühlung, Druckentlastung und Serpentinisierung lokal modifiziert. Die Sulfide wurden teilweise zu Limonit umgewandelt und Schichtsilikate kristallisierten als retrograde Bildungen in Form von Säumen um manche der primären Silikate (Enstatit, Diopsid) und Oxide (Ilmenit, Spinell).

Ein polierter Anschliff eines repräsentativen Granatklinopyroxenit-Stücks mit circa 50 Vol.% Pyrop und circa 50 Vol.% Diopsid (Sammlung NHM Wien, Inv.-Nr. NHMW-MIN-O2764; ein Ausschnitt aus einem polierten Gegenstück ist in Abbildung 33b zu sehen) wurde ebenfalls mittels REM-EDS-Analysen genauer charakterisiert. Ebenso wie im oben beschriebenen Granatit-Anschliff enthält dieser Granatklinopyroxenit Pyrop, Diopsid, Ilmenit, Hydroxylapatit, Spinell, Baddeleyit, Rutil, Pyrrhotin (in der Reihenfolge abnehmender Häufigkeit) sowie retrograd

bzw. bei der Serpentinisierung gebildeter Klinochlor, Serpentin, Baryt und Limonit. Zusätzlich wurden feinkörniger Amesit (sehr selten) und Chamosit (lokal verbreitet, offensichtliches Umwandlungsprodukt von Fe-(Cu-)Sulfiden) beobachtet sowie Titanit und einige akzessorische Sulfide (siehe Beschreibungen weiter unten). Die Chemie der Mineralhaupt- und -nebenkomponenten ist grundsätzlich sehr ähnlich wie im analysierten Granatit-Anschliff. Der Pyrop tritt gleichfalls in zwei Generationen auf (Pyrop I und II). Der Pyrop I dominiert sehr stark; seine durchschnittliche Formel (Mittelwert von 5 Analysen 5 verschiedener Körner bzw. Bereiche) ist $(\text{Mg}_{1,53}\text{Fe}_{0,95}\text{Ca}_{0,49}\text{Mn}_{0,03})\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$. Er ist somit etwas Mg-reicher und (Fe,Ca)-ärmer als der Pyrop I im Granatit. Die stets rundlichen Ilmenit-Körner (typisch Mg-haltig) sitzen meist in Klinochlor-Adern, seltener im Pyrop I. Sie erreichen Dimensionen von 0,65 Millimeter. Der in bis zu 1,1 Millimeter großen, gerundeten Körnern auftretende Hydroxylapatit enthält durchwegs Spurengehalte von F und Cl, die im gesamten Schliff sehr ähnlich sind. Der sehr seltene Titanit bildet dünne Rissfüllungen in Ilmenit-Körnern oder verdrängt diese vom Rand her. Einmal wurde auch ein kleines xenomorphes Korn in Klinochlor beobachtet.

Unter den akzessorischen Sulfiden im Granatklinopyroxenit-Anschliff dominiert wie im Granatit-Anschliff der Chalkopyrit. Relativ verbreitet ist auch Pentlandit, der kleine Körnchen (meist $< 5 \mu\text{m}$) in Klinochlor- oder Chamosit-Adern bildet. Er ist stets Ni-dominant und zeigt variable Co-Gehalte. Die Co-ärmste Zusammensetzung entspricht der Formel $(\text{Ni}_{0,56}\text{Fe}_{0,40}\text{Co}_{0,04})_9\text{S}_8$, während das Co-reichste Korn die Formel $(\text{Ni}_{0,42}\text{Fe}_{0,30}\text{Co}_{0,28})_9\text{S}_8$ besitzt. Nur als Einzelnachweise liegen weitere Sulfide vor: Nickel-reicher Cobaltpentlandit (ca. $3 \times 3 \mu\text{m}$ großer, idiomorpher, am Rand eines $40 \mu\text{m}$ großen Chalkopyrit-Aggregats angewachsener Kristall mit der Formel $(\text{Co}_{0,39}\text{Ni}_{0,37}\text{Fe}_{0,14})_9\text{S}_8$); Pyrrhotin (ein ca. $7 \mu\text{m}$ messendes hypidiomorphes Kristallkorn in Pyrop I); ein Kupfersulfid mit der ungefähren Zusammensetzung Cu_2S (Chalkosin?) (ein wenige μm großes, mit Rutil verwachsenes(!) Korn in Ilmenit); Galenit (winziges Aggregat in Klinochlor); Bornit (chemisch rein); Millerit (Teil eines größeren Sulfidaggregates; mit Polydymit verwachsen; enthält Spuren von Cu und Fe); Polydymit (mit sehr geringen Fe-Gehalten) und Fletcherit (Neufund für Österreich) sowie das offensichtliche Fe^{3+} -Analogon von Fletcherit. Der Fletcherit, ein Cu-Endglied der Thiospinell-Gruppe mit der Idealformel CuNi_2S_4 , ist hier Fe-reich und besitzt die vereinfachte empirische Formel $(\text{Cu}_{0,59}\text{Fe}_{0,28}\text{Co}_{0,13})_{\Sigma 1,00}(\text{Ni}_{1,17}\text{Fe}_{0,83})_{\Sigma 2,00}\text{S}_4$. Die Formel wurde unter der Annahme berechnet, dass alles Cu und alles Co auf der A-Position in der allgemeinen Thiospinell-Formel AB_2S_4 sitzen. Selbst wenn alles Co auf der B-Position säße, würde es sich immer noch um einen Fe-reichen Fletcherit handeln. Der Fletcherit vom Steinbruch Marchart ist deutlich Fe-reicher als die bisher aus der Literatur bekannten Zusammensetzungen (z.B. $\text{Cu}_{0,93}\text{Ni}_{1,08}\text{Fe}_{0,66}\text{Co}_{0,33}\text{S}_{4,00}$; OSTWALD 1985). Das unbenannte offensichtliche Fe^{3+} -Analogon von Fletcherit wurde in unmittelbarer Nachbarschaft des Fletcherits und eines begleitenden Chalkopyrit-Aggregats detektiert. Das Fe^{3+} -Analogon ist sehr Ni-reich und besitzt die vereinfachte Formel $\text{Cu}_{1,00}(\text{Fe}_{0,98}\text{Ni}_{0,89}\text{Co}_{0,13})_{\Sigma 2,00}\text{S}_4$. Vermutlich stabilisieren das Ni und das untergeordnet vorhandene Co diesen ungewöhnlichen Thiospinell. Es gibt zwar nach Literaturanga-

ben auch ein Kupfer-Eisen-Sulfid mit der Formel CuFe_2S_4 (ORSOEV et al. 2016), dieses ist jedoch eindeutig monoklin und eine späthydrothermale Bildung in Karbonatgängen in einer Kupfer-Nickel-Erzlagerstätte (Lovnoozero, Halbinsel Kola, Russland). Im Auflicht ist kein Unterschied zwischen dem Fe-reichen Fletcherit und dem Ni-reichen Fe^{3+} -Analogon zu erkennen.

Zuletzt soll noch auf ein hydrothermal entstandenes Glied der Granatgruppe eingegangen werden. An einer Seite eines Granatpyroxenit-Stücks befand sich eine dünne, cremeweißliche Serpentinlage, in der sehr kleine (max. 0,4 mm), farblose, scharfkantige Rhombendodekaeder mit starkem Glasglanz und guter Transparenz eingewachsen sind. Die Vermutung, dass es sich um hydrothermal entstandenen Grossular handelt, konnte REM-EDS-analytisch bestätigt werden. An Fremdelementen waren deutliche Fe-Gehalte und spurenhafte Mg- und Ti-Gehalte nachweisbar. Ob eine untergeordnete Katoit-Komponente vorhanden ist, könnte nur durch eine quantitative chemische Analyse oder eine Kristallstrukturverfeinerung geklärt werden.

2. Klinopyroxenit

Ein makroskopisch dunkelgrünlicher, zehn Zentimeter großer, grobkristalliner Brocken, der ganz in der Nähe der Granatit- bzw. Granatpyroxenit-Brocken gefunden wurde, besteht nach SXRD-Analysen hauptsächlich aus graugrünem (mit Braunstich) bis blassgrünlichem, grobspätigem Diopsid, ist also als Klinopyroxenit zu bezeichnen (Sammlung NHM Wien, Inv.-Nr. NHMW-MIN-O2765). Die Korngröße des Diopsids schwankt zwischen einem und drei Millimeter. Nach den Zellparametern ($a = 9,75$, $b = 8,91$, $c = 5,26$ Å, $\beta = 106,0^\circ$) ist der Diopsid chemisch ziemlich rein, also vergleichbar mit dem Diopsid in den Granatpyroxeniten und Granatiten. Dies wurde durch spätere REM-EDS-Analysen bestätigt, welche neben den Elementen der Idealformel deutliche Fe-Gehalte und Spuren von Na und Al ergaben. Untergeordnet sind kleine schwarze, stark gerundete, in Diopsid eingewachsene Körner (bis zu 1,5 mm) mit halbmattischem Glanz. Sie erwiesen sich nach SXRD- und EDS-Analysen ebenfalls als etwas Mg-haltiger Ilmenit. Lokal in diesem Klinopyroxenit auftretende, farblose bis blassgelbe, stark glasglänzende, deutlich gerundete Körner (max. 0,5 mm) sind nach EDS-Analysen Hydroxylapatit mit schwachen F-Gehalten. Da Hydroxylapatit auch in den weiter oben beschriebenen Granatklinopyroxenit- und Granatit-Anschliffen nachgewiesen wurde, scheint die gesamte Gesteinsparagenese Klinopyroxenit-Granatklinopyroxenit-Granatit ungewöhnlich fluorarm zu sein. In den bisherigen petrologischen Arbeiten wurde das Apatitmineral stets lediglich als „Apatit“ bezeichnet, ohne genauere Angaben zum Chemismus zu machen. Seltene kleine, rosabraune, metallische Einschlüsse im Klinopyroxenitbrocken sind noch nicht untersucht, stellen aber vermutlich Ni/Co-Sulfide dar, analog den Sulfiden, die in den oben erwähnten Granatit- und Granatklinopyroxenit-Anschliffen detektiert wurden.

Die mineralogischen Untersuchungen an den grobkörnigen granatreichen Mantelgesteinen dieses Steinbruches sollen fortgesetzt werden, da aus solchen ungewöhnlichen Gesteinen mittels Geothermo- und Geobarometern genaue Rückschlüsse auf Druck-Temperatur-Bedingun-



Abb. 34:
Leuchtend grünes Chromdiopsid-Korn (2,6 mm) in Serpentin (entstanden aus ehemaligem Hochdruckperidotit) vom Steinbruch Marchart nordwestlich von Karlstetten, Niederösterreich. Bildbreite: 7,4 mm. Sammlung: NHM Wien. Foto: U. Kolitsch

gen während der Entstehung dieser Gesteine abgeleitet werden können (siehe z.B. SUDHOLZ et al. 2022). Es sei hier angemerkt, dass auf den ehemaligen Feldern südlich des Steinbruches (dort, wo jetzt Pferdekoppeln sind) früher derbe, bis über faustgroße Granat- bzw. Granatit-Brocken zu finden waren. Diese Funde gehören sehr wahrscheinlich zum gleichen größeren Serpentinittkörper, der teilweise im Waldbruch aufgeschlossen ist.

In Richtung Norden ist der im Steinbruch zu Tage tretende Serpentin teilweise frischer und härter. Er enthält ab und zu mit bloßem Auge bzw. mit der Handlupe erkennbare, sammelwürdige Mineraleinschlüsse. Vereinzelt kommt zum einen Chromdiopsid (SXR- und REM-EDS-analysiert) in Form von blassgrünen bis intensiv grasgrünen, gerundeten, maximal 2,6 Millimeter großen Körnern vor (Abb. 34). In der Serpentinmatrix der Chromdiopsid-haltigen Stücke fallen fast komplett kelyphitisierte Pyrop-Körner auf, bei denen manchmal noch ein sehr kleiner reliktscher, rundlicher Kern beobachtbar ist. Zum anderen lassen sich sporadisch Serpentinittrocken finden, die hellrosa, bis zu 2,4 Millimeter große Pyropkörner mit einem modellhaft ausgebildeten Kelyphitsaum enthalten (Abb. 35). In manchen Serpentinitten sind reliktsche schwarze „Chromit“-Körner enthalten. In einem Fall (Probe mit Chromdiopsid-Körnern in Serpentin) ergaben REM-EDS-Analysen eines vier Millimeter großen, schwarzen (dunkelrötlich in Splintern), in eine Kelyphit-Pseudomorphose nach Pyrop eingewachsenen Kornes, dass es sich um einen Fe^{2+} - und Cr-reichen Spinell handelt. In einem anderen Fall (Probe mit schwärzlichen, dunkelbraunrote Innenreflexe zeigenden „Chromit“-Körnern in einem relativ hellen Serpentin) wiesen die REM-EDS-Analysen einen sehr Fe^{2+} -reichen Magnesiochromit nach ($\text{Mg}:\text{Fe} = \text{ca. } 1,01:1$ bis $1,15:1$). Diese Körner enthalten zusätzlich Spuren von Zn. Bislang war aus dem Bereich Karlstetten nur Al-reicher Spinell (als Bestandteil von Kelyphiträndern und Symplektiten um Granat) und Cr-reicher

Abb. 35:
 Pyropkorn mit
 modellhaftem Kely-
 phitsaum. Einschluss
 in Serpentin (ent-
 standen aus ehemali-
 gem Hochdruckperi-
 dotit) vom Steinbruch
 Marchart nordwest-
 lich von Karlstetten,
 Niederösterreich.
 Bildbreite: 7,4 mm.
 Sammlung:
 NHM Wien.
 Foto: U. Kolitsch



Spinell (als Einschlüsse in Granat; $Al/(Al+Cr+Fe^{3+}) = 0,68-0,78$) bekannt (FARYAD et al. 2013).

Aragonit ist bislang ein Einzelfund. Angefressene weiße spießige Kriställchen (SXRd-analysiert) mit einer Länge von maximal 1,3 Millimetern sitzen auf einer schmalen Rissfläche in alteriertem Serpentin. Auf dem gleichen Stück sitzen auf Rissflächen außerdem winzige, farblose, durchsichtige, leicht perlmuttglänzende sechseckige Täfelchen. Sie sind partienweise alteriert zu matten, undurchsichtigen, cremefarbenen Täfelchen. Nach dem visuellen Erscheinungsbild wurde ein Mineral der Hydrotalkitgruppe vermutet. Eine SXRd-Analyse eines (zu?) winzigen, durchsichtigen Kristallfragments ergab kein eindeutiges Resultat, deutete aber auf einen möglicherweise amorphen Charakter hin. REM-EDS-Analysen der frisch erscheinenden Täfelchen zeigten dann reproduzierbar Spektren, die einem Mg-Silikat entsprechen (nach der Stöchiometrie vermutlich Talk). Die cremefarbenen, feinkörnigen Pseudomorphosen ergaben ähnliche Spektren. Im REM war bei Letzteren ein deutlich poröser Aufbau erkennbar.

Calcit-Kristalle unterschiedlicher Färbung (farblos, weißlich, gelblich, selten orange) sind nicht selten auf schmalen Rissen im Serpentin. Neben Kristallen kommen häufig auch mittel- bis grobkristalline Rissfüllungen vor.

Überraschend war ein Lesefund von bis zu drei Zentimeter langen, schwärzlichen (unter dem Mikroskop dunkelbräunlichen) Dravit-Prismen, die in riesenspätigem, weißlich-trübem bis durch winzige Einschlüsse blassgraugrün getöntem Kalifeldspat eingewachsen sind. Nach REM-EDS-Analysen ist der Dravit leicht Fe-haltig und enthält außerdem Spuren von Ca und Ti sowie etwas bis sehr wenig Al auf der kristallographischen Y-Position. Der erkennbar perthitische Kalifeldspat enthält Spuren von Na und P. Der Dravit-Lesefund wurde wenige Meter nördlich der zentralen kleinen dunklen Serpentinlinse am Bruchsee getätigt. Da

ringsum nur Granulit ansteht, könnten die Kristalle aus einem Kalifeldspat-reichen Segregat pegmatoider Natur stammen, in Übereinstimmung mit dem beobachteten P-Gehalt des Kalifeldspats.

Der im Waldbruch aufgeschlossene Granulit ist sammlerisch wenig interessant. Feinkristalliner Pyrit findet sich auf schmalen Rissen im Gestein. Durch die oxidative Verwitterung wandelt sich der Pyrit in Limonit um und färbt die Rissflächen rostig-bräunlich. Hämatit tritt lokal als rötliches Pigment im Gestein auf. Beobachtet wurden vereinzelt sehr schmale pegmatoide Bänder, die neben Quarz und Feldspat feinschuppigen Graphit, farblose Sillimanit-Nadeln (SXRd-analysiert), teils verwitterten xenomorphen Pyrit und alterierten Biotit enthalten. In einer circa zwei Meter breiten tektonischen Scherzone im Granulit, die sich nur wenige Meter nördlich des Bruchteichs befindet und die steil nach (geschätzt) Nordosten einfällt, wurden auf Rissen und nur wenige Millimeter schmalen Klüftchen weiße Beläge und dünne Kristallrasen gefunden, die aus Laumontit bestehen. Der hydrothermal gebildete Laumontit bildet kurzsäulige, glasglänzende Kriställchen mit charakteristisch schiefen Endflächen, die eine Länge von maximal circa 0,5 Millimeter erreichen. Auf dem Laumontit können lokal kuboktaedrische, oft oberflächlich angelaufene oder limonitisierte Pyrit-Kristalle sitzen – eine ungewöhnliche Paragenese, die jedoch auch aus dem Granulit-Steinbruch bei Meidling (südlich von Krems an der Donau) bekannt ist (siehe Beitrag 2288). Ältere, ähnliche Funde von Laumontit, die vermutlich aus der gleichen Scherzone stammen, befinden sich in der Sammlung von Gerald Knobloch, Aggsbach-Dorf. (Kolitsch/Löffler/Schillhammer)

2287) Albit, Almandin, Baryt, Calcit, Cerianit-(Ce), Chalkopyrit, Chamosit, Dravit, Epidot, Fluorapatit, Galenit, Graphit, Ilmenit, Kalifeldspat, ein Kaolinitgruppenmineral, Klinochlor, Limonit, Monazit-(Ce), Muskovit, Phlogopit, Pyrit, Pyrop, Pyrrhotin, Quarz, Rutil, Sillimanit, Talk, Xenotim-(Y) und Zirkon sowie ein neues Vorkommen des ungewöhnlichen Gesteins Glimmerit und ein Vorkommen von Granulit-Knollen mit Glimmerit-Kern aus dem Granulitsteinbruch nördlich des Steinhofs bei Karlstetten, Niederösterreich

Vor wenigen Jahren wurde nördlich von Karlstetten ein weiterer Granulit-(Serpentinit-)Steinbruch eröffnet. Er befindet sich in einem flachen Wiesengelände wenig nördlich des Steinhofs (Koordinaten: 48,2726° N, 15,5615° E; bereits auf dem Gebiet der Gemeinde Obrtitzberg-Rust). Im Granulit dieses Bruches wurden im September 2022 vor allem im nördlichen Bereich selten sehr schmale (max. 1-2 cm) pegmatoide Gängchen beobachtet, die neben Quarz und Feldspat unterschiedliche schwärzliche Mineralphasen und weitere Komponenten enthalten. Schwarze Flecken in der Gangmitte sind Graphit und zeigen ein reduziertes Milieu der hydrothermalen Fluide an. Begleiter des Graphits können feinkristalliner, korrodierter Pyrit in Zwickeln und ein randlich stark alterierter dunkler Glimmer mit undeutlichen Kornumrissen sein. Makroskopisch schwärzliche bis dunkelbräunliche, xenomorphe bis leicht gelängte Körner (max. 5-6 mm) sind unter dem Stereomikroskop dunkelbräunlich und nach

REM-EDS-Analysen ein deutlich Ca-haltiger (Na:Ca ca. 3:1 bis 4:1), Fe-reicher Dravit mit etwas Al auf der kristallografischen Y-Position. Nur selten in den pegmatoiden Gängchen sind farblose, glasglänzende Sillimanit-Nadeln (REM-EDS- und SXRD-analysiert) bis mehrere Millimeter Länge, die zum Salband mehr oder minder parallel orientiert sind. Sie werden von Dravit und wenig Graphit begleitet. Das Vorkommen von Sillimanit auf Klüften in moldanubischen Granuliten ist wohlbekannt (KÖHLER 1925).

An der Nordseite des Bruches, im Kontakt zum Granulit und direkt unter der Grasnarbe, befindet sich eine circa 20 Meter große Linse eines eigentümlichen Gesteins, das vor Ort vorerst als ein seltsamer, ungeschieferter Glimmerschiefer(?) angesehen wurde. Mit der Handlupe waren in der aus einem rötlichbraunen, kleinschuppigen Glimmer bestehenden Matrix untergeordnet weißliche, matte Feldspat-Körner und vereinzelt kleine Schüppchen von Graphit und farblose bis blassgrünliche kleine Prismen von Apatit zu erkennen. Die Abbildung 36 zeigt ein Handstück. Die Grenze zum Granulit war scharf, nur einmal wurde ein loser Brocken beobachtet, bei dem das Glimmer-reiche Gestein verzahnt ist mit weißlichem granulitischem Gestein (Abb. 37). Wegen der Nähe zur Erdoberfläche ist das Glimmer-reiche Gestein großteils angewittert (rostige bis schwärzliche dünne Überzüge auf feinen Rissen) und mürbe. Die Ergebnisse mineralogischer Untersuchungen dieses Gesteins werden weiter unten vorgestellt.

Wenig südöstlich der Glimmer-reichen Gesteinslinse steht stark hydrothermal alterierter, brekziöser Serpentin an, in dessen Hohlräumen sich reichhaltig weißlicher bis selten blassgrünlicher Calcit in Form von dickeren Kristallkrusten abgeschieden hat. REM-EDS-analyzierter Calcit tritt auch in Form cremeweiß, feinkörnig-dichter, etwas mürber Aggregate auf, die makroskopisch stark an Gelmagnesit erinnern. Auf schmalen Rissen dieser Calcit-Aggregate sitzen farblose bis blassorange, gerundete rhomboedrische Calcit-Kriställchen. Am Rand der feinkörnig-



Abb. 36:
Großformatiges
Handstück eines
Albit-reichen Glim-
merits. Granulit-
(Serpentinit)Stein-
bruch nördlich des
Steinhofs bei Karls-
tetten, Niederöster-
reich. Sammlung:
NHM Wien (Inv.-Nr.
NHM-MIN-02760).
Foto: A. Schumacher



Abb. 37: Mehrere lose Glimmerit-Brocken, mit feinen, limonitisierten Rissen, am Glimmerit-Aufschluss (Estwing-Fäustel als Maßstab). Man beachte in dem Brocken im Vordergrund die Verzahnung von Glimmerit und dem weißlichen granulitischen Gestein. Granulit-(Serpentinit-)Steinbruch nördlich des Steinhof bei Karlstetten, Niederösterreich. Foto E. Löffler im September 2022

gen Calcit-Aggregate sind mehrere circa fünf bis zehn Millimeter große Relikte eines stark hydrothermal umgewandelten Gesteins vorhanden, in dem in einer hellen, bröckeligen Serpentin-Matrix kleine blassrosa runde Körner von Fe^{2+} -reichem Pyrop bis sehr Mg-reichem Almandin (EDS-analysiert), Relikte von Fe^{2+} -reichem, Ti-haltigem Phlogopit (hellbräunliche kleine Pakete) sowie sehr spärlich winzige, dunkelrotbraune, xenomorphe Körnchen von Rutil (EDS-analysiert) auftreten. Der Rutil enthält nach den EDS-Analysen Spuren von Zr und Nb, in einem Fall auch von Ca. Diese Mineralrelikte zeigen eindeutig, dass das ursprüngliche Gestein ein Granulit gewesen sein muss.

1. Der Glimmerit

Eine Literaturrecherche zeigte, dass es sich bei dem oben erwähnten, ungewöhnlich Glimmer-reichen Gestein nicht um Glimmerschiefer, sondern um ein aus dem oberen Erdmantel stammendes Gestein namens Glimmerit (Glimmeranteil >75%) handelt. Solche Gesteine wurden in Niederösterreich vereinzelt in Serpentiniten oder an Kontakten zwischen Serpentin und Granulit beobachtet (Steinbrüche und Aufschlüsse bei Wanzenau, inklusive der Lokalität Bründlleiten). In der Literatur wurden sie lange Zeit als „Biotitschiefer“ bezeichnet (BECKE 1914, KÖHLER 1928, HEDLIK & ZEMANN 1951, ZEMANN et al. 1979, BERAN et al. 1981, GÖTZINGER & KIESL 1980), bis sie BECKER et al. (1999) anhand von detaillierten geochemisch-mineralogischen Untersuchungen an Proben von der Bründlleiten als Glimmerit identifizieren konnten. Die petrologische Definition dieser Gesteine besagt, dass sie >75% Glimmer enthalten müssen (SILVA et al. 2022). Die Analysen von BECKER et al. (1999) zeigen, dass das Gestein von der Bründlleiten aus >90 Gew.% Phlogopit besteht (von den früheren Autoren noch als „Biotit“ bezeichnet, da Fe-reich) und beträchtlichen Mengen von Apatit (bis zu 9 Gew.%; Fluorapatit nach BERAN et al. (1981)) sowie untergeordnet Graphit. Nur spurenhaf sind nach BECKER et al. (1999) Rutil und Zirkon enthalten. Nach den petro-

grafischen Untersuchungen von HEDLIK & ZEMANN (1951) sind auch sehr spärlich Ilmenit und Pyrit enthalten.

Anhand von zahlreichen Indizien vermuten BECKER et al. (1999), dass die Glimmerite von der Bründlleiten aus einem Fluid kristallisiert sind, das durch den Zerfall von F-reichem Phlogopit in den felsischen Granuliten bei hohen Temperaturen und Drucken entstanden war. Dieses Fluid ist wahrscheinlich im Bereich einer Scherzone entstanden. Eine ähnliche Genese kann für den Glimmerit vom Steinbruch nördlich des Steinhof angenommen werden, wie weiter unten auf der Basis chemischer Analysen von Anschliffen repräsentativer Proben argumentiert wird.

Aus solchen Glimmeriten können, wie bereits von BECKER et al. (1999) vermutet, durch Assimilation alkalireiche Syenite entstehen (z.B. Třebíč-Pluton der Gföhl-Einheit, KUBEŠ et al., 2022). Auch diverse sehr K-reiche Ganggesteine (Lamproite, Lamprophyre, Durbachite), die verbreitet im Moldanubikum vorkommen, werden auf eine Teilaufschmelzung von Gesteinspaketen im oberen Mantel im Bereich von Scherzonen und späterer Fraktionierung zurückgeführt (KUBÍNOVÁ et al. 2017, KUBÍNOVÁ 2019, KRMÍČEK et al. 2020, KUBEŠ et al., 2022).

Um die mineralogische Zusammensetzung des Glimmerits und die chemische Zusammensetzung seiner Mineralkomponenten genauer zu charakterisieren, wurde ein REM-EDS-Anschliff eines repräsentativen Teils eines leicht Feldspat-haltigen Brockens angefertigt. Die Hauptmasse der Probe besteht aus einem Fe²⁺-reichen Phlogopit mit hohem Ti-Gehalten und Spuren von Na, F und teilweise Cl. Eine gemittelte, auf fünf Punktanalysen fünf verschiedener Körner und auf acht Metallkationen basierende empirische Formel lautet: $\sim(\text{K}_{0,86}\text{Na}_{0,01})\text{(Mg}_{1,45}\text{Fe}_{0,97}\text{Ti}_{0,32}\text{Al}_{1,58}\text{Si}_{2,80})_{\Sigma 7,12}\text{O}_{10}\text{(OH)}_2$. Der ungewöhnlich hohe Ti-Gehalt ist ein potentieller Hinweis auf hohe Bildungstemperaturen (KWAK 1968). Die Korngröße der meist rechtwinklig begrenzten Kristallite erreicht circa 0,8 Millimeter. Etwas untergeordnet ist ein Ca-reicher Albit (max. 1-1,4 mm) mit Spurengehalten von K und Fe. Eine vereinfachte Formel (Mittel von 3 Punktanalysen 3 verschiedener Körner) lautet: $\sim(\text{Na}_{0,65}\text{Ca}_{0,34}\text{K}_{0,01})\text{Al}_{1,28}\text{Si}_{2,59}\text{O}_8$ (entspricht einem Anorthit-Gehalt An34). Der Albit kann lokal sehr spärliche und kleine (bis 10 µm) Kalifeldspateinschlüsse enthalten. Verbreitet sind rundliche Granatkörner (bis 220 µm), die nach EDS-Analysen stets einem Mg-reichen Almandin mit Ca, Mn und (sehr selten) P in Spurengehalten zuzuordnen sind. Die gemittelte Formel (basierend auf 5 Punktanalysen 5 verschiedener Körner) lautet: $(\text{Fe}_{0,69}\text{Mg}_{0,24}\text{Ca}_{0,05}\text{Mn}_{0,02})_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$. Die Almandine sind fast völlig einschlossfrei (nur Pyrrhotin war sehr selten zu beobachten) und zeigen praktisch keinen Zonarbau (lediglich eine sehr leichte Variabilität des Fe:Mg-Verhältnisses war messbar).

Verstreut im ganzen Schliff sind kleine (max. 0,2 mm) Schüppchen von Graphit zu beobachten, die oft parallel den Phlogopit- oder Muskovitplättchen angeordnet sind. Xenomorpher Quarz ist eine sehr seltene Komponente der Matrix, ebenso kleine xenomorphe Aggregate von Kalifeldspat (mit Spuren von Na), der stets mit Albit verwachsen ist. Als Produkte hydrothermalen Alteration sind Muskovit (leicht Fe²⁺- und Mg-haltig, mit Spuren von Ti) und ein feinkörniges Mineral der Kaolinitgruppe (als Umwandlungsprodukt von Albit, der manchmal noch als Relikt in der Mitte der Kaolinitmassen sitzt) zu beobachten.

Bei den Akzessorien dominieren idiomorphe bis hypidiomorphe Kriställchen von Monazit-(Ce) (bis $10 \times 5 \mu\text{m}$), die manchmal deutliche Th- und Ca-Gehalte aufweisen, idiomorphe bis gerundete, maximal $80 \mu\text{m}$ große Rutilkriställchen (mit Spurengehalten von Nb, Fe, Si, Al und Zr; teils auch sagenitisch ausgebildete Säume um hydrothermal alterierten Ilmenit oder als schmale Lamellen in Ilmenit), meist gerundete, selten hypidiomorphe Zirkonkörner bis zu $140 \mu\text{m}$, in der Mehrzahl aber deutlich kleiner (an Fremdelementen war nur Hf in Spuren messbar, fallweise auch Fe), winziger bis zu $40 \mu\text{m}$ großer, xenomorpher bis hypidiomorpher Xenotim-(Y) (mit Spuren von HREE), Ilmenit (bis zu ca. $230 \mu\text{m}$; mit Spuren von Mn und Zn; eine repräsentative Formel ist $(\text{Fe}_{0,9}\text{Mn}_{0,07}\text{Zn}_{0,03})\text{TiO}_3$), Pyrrhotin (max. $16 \mu\text{m}$, als rundliche Einschlüsse in Almandin oder in Albit; Fe:S nahe 1:1), Cerianit-(Ce) (extrem seltene, winzige, circa $1 \times 0,5 \mu\text{m}$ messende Körnchen in Phlogopit; mit Spuren von La, Ti und Al(?)) und Limonit (mit hohen Si-Gehalten und geringen bis spurenhafte Al-, P-, Mg- und Ca-Gehalten).

Die obigen Analysedaten stehen in sehr guter Übereinstimmung mit der weiter oben bereits geäußerten Vermutung, dass es sich bei dem Glimmer-reichen Gestein um Glimmerit i.w.S. handelt. Die untersuchte Probe ist eine Albit-reiche Variante, die aufgrund ihres Albit-Gehalts eine gewisse Festigkeit besitzt, im Gegensatz zu den dunkleren, glimmerreicheren und ziemlich mürben Brocken, die am Aufschluss beobachtet wurden. Die Albit-reiche Variante könnte man als Albit-Glimmerit bezeichnen, da sie geschätzt circa 30-40 Vol.% Albit enthält. Sie stellt vermutlich ein Gestein dar, das in der Nähe des Granulits entstanden ist. In unmittelbarer Nähe des Probenaufsammlerorts wurde das bereits zitierte Foto gemacht (Abb. 37), welches eine Verzahnung von Glimmerit und dem weißlichen granulitischen Begleitgestein zeigt.

Im Vergleich zu den Literaturangaben zum Glimmerit von der Bründlleiten (BECKER et al. 1999) sind deutliche Unterschiede feststellbar: Der Glimmerit von der Bründlleiten wird von geringen Mengen an Glimmer-armen feinkörnigen Dolomitgängen begleitet. BECKER et al. (1999) vermuten, dass eine Unmischbarkeit von Schmelzen eine Rolle bei der Bildung dieser Gesteine gespielt hat (Aufspaltung in eine karbonatfreie Schmelze, aus der Glimmerit kristallisierte, und in eine karbonatreiche Schmelze, aus welcher die Dolomitgänge kristallisierten). Der Glimmerit von der Bründlleiten scheint auch deutlich reiner und Fluorapatit-reicher zu sein als der Glimmerit vom Steinbruch beim Steinhof (die Phlogopit-reichsten Gesteinspartien wurden jedoch noch nicht im Detail untersucht). Der Phlogopit des Glimmerits von der Bründlleiten ist sehr Mg-reich (Mg:Fe $\sim 4:1$), während der Phlogopit vom Steinbruch nördlich des Steinhofs deutlich Fe-reicher ist (Mg:Fe $\sim 1,5:1$).

2. Granulit-Knollen mit Glimmerit-Kern

Im südlichen Bereich des Bruches, in Luftlinie circa 40 Meter südöstlich von der Glimmerit-Linse entfernt, wurde im September 2022 ein weiteres seltsames Gestein gefunden, das zusätzliche Rückschlüsse auf die Entstehung des Glimmerits erlaubt. Auf der untersten Sohle waren in einer circa drei Meter hohen Bruchwand in einem tektonisch stark gestörten, circa zwei bis drei Meter breiten Bereich, der nach W und SE an hydrothermal alterierten, Calcit-Krusten in Hohlräumen führenden Ser-

Abb. 38:
In situ-Ansicht von ovoiden grauen Granulit-Knollen mit einem Glimmerit-Kern (Estwing-Fäustel als Maßstab). Granulit-(Serpentinit)Steinbruch nördlich des Steinhof bei Karlstetten, Niederösterreich. Foto E. Löffler im September 2022



Abb. 39:
Aufgebrochene graue ovoide Granulit-Knolle (16 x 10 cm) mit einem Glimmerit-Kern. Diese Knolle, welche möglicherweise durch Teilaufschmelzungsprozesse im Granulit entstanden ist, wurde mineralogisch genauer untersucht (siehe Text). Inv.-Nr. NHM-MIN-02761. Granulit-(Serpentinit)Steinbruch nördlich des Steinhofs bei Karlstetten, Niederösterreich. Foto E. Löffler September Juli 2022



pentinit angrenzt, in situ ovoide (eiförmige), graue, miteinander verbundene Knollen von einer Größe zwischen circa zehn und 20 Zentimeter anstehend (Abb. 38). Einige dieser Knollen waren aus dem Anstehenden herausgefallen, teils zerbrochen, und lagen am Fuß der Bruchwand. Die aufgebrochenen Knollen zeigen eine hellgraue, unterschiedliche dicke Außenzone und einen dunkelbräunlichen, unterschiedlich großen Glimmerit-Kern, wobei der Glimmerit eine gewisse Schieferung parallel der Längsachse der Knollen aufweist (Abb. 39). Meist ist die Außenzone deutlich dicker als der Kern. Die äußerste Randzone der Knollen zeigt

stets eine dünne weißliche Verwitterungskruste aus Talk (REM-EDS-analysiert).

Um die wahrscheinliche Entstehung dieser seltsamen Knollen besser beurteilen zu können, wurden polierte REM-EDS-Anschliffe sowohl von der hellgrauen Randzone als auch von einem repräsentativen Bruchstück des Glimmerit-Kerns von der in Abbildung 39 gezeigten ovoiden Knolle angefertigt. Im Fall der Randzone waren zwei Anschliffe nötig, da die Randzone ungefähr die Mächtigkeit von zwei zylindrischen Standard-REM-EDS-Anschliffen (Durchmesser 2,5 cm) hatte.

2a) Glimmerit-Kern

Eine genaue Untersuchung des REM-EDS-Anschliffs des Glimmerit-Kerns zeigte, dass sowohl die Mineralogie als auch die chemische Zusammensetzung der Mineralkomponenten sehr ähnlich sind derjenigen des weiter oben charakterisierten Albit-Glimmerits. Der Glimmerit-Kern ist im Vergleich jedoch deutlich Albit- und Almandin-ärmer und er enthält keinen Ilmenit; ferner zeigt der Phlogopit keine spurenhafte Cl-Gehalte. Außerdem kommen zusätzlich Fe-reicher Klinochlor (als Lamellen in Phlogopit und diesen vom Rand her verdrängend), Pyrit (chemisch rein, als Relikte in Limonit, der aus der Verwitterung bzw. hydrothermalen Alteration von Pyrit entstand), Chalkopyrit (ca. 45 µm großes, hypidiomorphes Korn in Klinochlor; Einzelnachweis) und Galenit (ca. 2 µm große Körnchen in Albit; Einzelnachweis) vor. Ebenfalls als Einzelnachweis liegt Baryt vor (kleiner Einschluss in Muskovit, der mit Phlogopit verwachsen ist). Neben dem Ca-haltigen Albit kommt auch hydrothermal entstandener, chemisch reiner Albit vor. Der Ca-haltige Albit besitzt eine gemittelte, vereinfachte Formel $\sim(\text{Na}_{0,64}\text{Ca}_{0,34}\text{K}_{0,02})\text{Al}_{1,29}\text{Si}_{2,63}\text{O}_8$, welche innerhalb der Fehlergrenzen praktisch identisch ist mit derjenigen des Albit-Glimmerit-Anschliffs. In Zwickeln von Limonit tritt Fe-reicher, feinkörniger Talk auf. Quarz zeigt viel größere Dimensionen als im Albit-Glimmerit. Es wurden Körner bis zu 0,6 Millimeter und aus Subindividuen bestehende Aggregate bis zu 1,3 Millimeter beobachtet. Auch Kalifeldspat tritt in Form deutlich größerer Körner auf. Der Fe²⁺-reiche Phlogopit zeigt Korngrößen zwischen circa 0,5 und 1,4 Millimeter. Das Mg:Fe-Verhältnis ist mit 1,41:1 etwas niedriger als im Albit-Glimmerit (1,49:1). Der Almandin zeigt folgende gemittelte Formel (basierend auf 4 Punktanalysen 4 verschiedener Körner): $(\text{Fe}_{0,67}\text{Mg}_{0,26}\text{Ca}_{0,04}\text{Mn}_{0,03})_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$. Sie ist derjenigen des Albit-Glimmerits sehr ähnlich.

2b) Granulitische Randzone der Granulit-Knollen

Die hellgraue Randzone der untersuchten Knolle ist relativ grobkörnig aufgebaut und besteht hauptsächlich aus Albit (fast immer leicht porös), untergeordnet Kalifeldspat (weniger porös bis dicht) und sehr wenig Quarz in Zwickeln sowie Phlogopit und Muskovit. Stark gerundete bis hypidiomorphe, teils aber auch randlich stark korrodierte Almandin-Körner bis zu circa 800 µm (meist aber deutlich kleiner, um 200 µm) sind selten. Nach gemessenen Elementverteilungskarten sind die Almandine chemisch homogen (allerhöchstens im Randbereich könnte man in einem Fall eines sehr großen Kornes einen leichten Anstieg des Mn-Gehalts vermuten). Sie zeigen die folgende gemittelte chemische Formel (basierend auf 6 Punktanalysen 6 verschiedener Körner): $(\text{Fe}_{0,68}\text{Mg}_{0,25}\text{Ca}_{0,05}\text{Mn}_{0,03})_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$. Diese Formel ist innerhalb der Fehlergrenzen praktisch über-

einstimmend mit den Formeln der Almandine im Albit-Glimmerit und im Glimmerit-Kern der Granulit-Knolle. Alle drei Almandin-Zusammensetzungen liegen im mittleren Bereich der Spannbreite, die für gesteinsbildende Almandine in moldanubischen Granuliten südlich der Donau bestimmt worden waren (Pyrop-Anteil: 19-34 %; SCHARBERT 1964). Der Albit ist Ca-reich, chemisch homogen und seine durchschnittliche, vereinfachte chemische Formel lautet $\sim(\text{Na}_{0,63}\text{Ca}_{0,34}\text{K}_{0,03})\text{Al}_{1,28}\text{Si}_{2,59}\text{O}_8$ (basierend auf 5 Punktanalysen 5 verschiedener Körner). Der Chemismus des Albits entspricht somit ebenfalls innerhalb der Fehlergrenze demjenigen des Albits in dem mineralogisch untersuchten Albit-Glimmerit und Glimmerit-Kern (siehe oben). Der Chemismus ist etwas Ca-reicher als die kleine Spannbreite, die für gesteinsbildenden Albit bzw. Plagioklas in moldanubischen Granuliten südlich der Donau bestimmt worden war (Anorthitgehalt: An17-26, im Durchschnitt An22; SCHARBERT 1964). Nur extrem selten kommt lokal, im Kontakt zu Quarz und Glimmern, auch chemisch reiner Albit als Produkt hydrothermaler Alteration vor. Der Kalifeldspat ist hingegen inhomogen. Die Hauptmasse enthält Spuren von Na und Ba, während im BSE-Bild hellere, fleckenartige bis irregulär begrenzte kleine Partien deutlich Ba-reicher sind (z.B. K:Ba = 2,21:1).

Verstreut kommt in der Randzone Fe²⁺-reicher Klinochlor (bis zu 550 µm große, gerundete, lattenförmige Kristallite, durch hydrothermale Alteration von Phlogopit entstanden) vor, ebenfalls Fe²⁺-reicher Phlogopit (randlich z.T. in Fe²⁺-reichen Klinochlor umgewandelt; z.T. auch mit Einschlüssen von schmalen, parallel dem Phlogopit orientierten Muskovit-Lamellen). Die Zusammensetzung des Phlogopits entspricht ungefähr derjenigen in der analysierten Albit-Glimmerit-Probe und im Glimmerit-Kern der Knolle. Lediglich das Mg:Fe-Verhältnis ist mit 1,39:1 noch etwas niedriger als im Glimmerit-Kern (1,41:1) und im Albit-Glimmerit (1,49:1). Der Volumenanteil des Phlogopits in der Randzone nimmt vom Kontakt bis zum Rand leicht ab (grob geschätzt von ca. 10% auf ca. 5%). Die Korngröße beträgt maximal 280 µm. Mg-haltiger Chamosit kommt als hydrothermales Alterationsprodukt ebenfalls vor, ist aber deutlich seltener als der Fe²⁺-reiche Klinochlor und tritt nur in der oberen Hälfte der Knollenrandzone auf.

An Akzessorien wurden in der Randzone beobachtet: Pyrit (sowohl idiomorphe kleine würfelige Kristalle als auch xenomorphe Aggregate; stets chemisch rein; teil- oder vollständig pseudomorphisiert von Limonit; dieser ist feinkörnig und zeigt typischerweise merkliche Si-Gehalte sowie Spuren von Al, Ca, Na, S und P), Monazit-(Ce) (bis zu 20 µm, einmal auch 80 µm; xenomorph), Xenotim-(Y) (< 5 µm, in einem Fall aber auch 35 µm; chemisch homogen, xenomorph), Zirkon (bis zu 12 µm, gerundet) und sehr selten Fluorapatit und schwach SEE-haltiger Epidot (xenomorph). Bei den SEE-Phosphaten ist zu erwähnen, dass auch ungewöhnliche, Y- und Ce-reiche Mischglieder beobachtet wurden, z.B. ein chemisch homogenes, xenomorphes Korn mit der Zusammensetzung $(\text{Y}_{0,41}\text{Ce}_{0,22}\text{La}_{0,10}\text{Nd}_{0,09}\text{Dy}_{0,05}\text{Gd}_{0,04}\text{Ca}_{0,03}\text{Pr}_{0,02}\text{Sm}_{0,02}\text{Tb}_{0,006}\text{Er}_{0,006}\text{Ho}_{0,02})[(\text{P}_{0,98}\text{Si}_{0,02})\text{O}_4]$. Ob dies ein „reliktischer“ Hinweis auf die Hochtemperatur-Hochdruck-Entstehungsbedingungen des Granulits ist (vgl. KRENN & FINGER 2010), wäre zu klären. Der von KRENN & FINGER (2010) beschriebene Y-reiche Monazit-(Ce), mit 6-14 Gew.% Y₂O₃, d.h. Ce:Y ~ 1:1, stammt von einem Granulit-Straßenaufschluss bei Steinaweg

(Dunkelsteinerwald), der nur circa 15 Kilometer von Karlstetten entfernt ist. Für diese Monazit-(Ce)-Probe wurde, basierend auf den Daten von PYLE et al. (2001), von KRENN & FINGER (2010) eine Mindestkristallisationstemperatur von 1050 Grad Celsius berechnet, was gut übereinstimmt mit Literaturangaben zu den Granuliten südlich der Donau (siehe weiter unten).

Neben Pyrit kommt in der Randzone als weiteres, deutlich selteneres Sulfid Pyrrhotin vor, der wie in den Glimmerit-Anschliffen ein Fe:S-Verhältnis von circa 1:1 aufweist und ebenfalls als rundlicher Einschluss in Almandin (Größe z.B. 25 µm) oder in Albit (7 µm) vorkommt. Als weitere Sulfide wurden, wie im Glimmerit-Kern-Schliff, Chalkopyrit (zwei idiomorphe Körnchen mit Größen von 3 bzw. 10 µm) und Galenit (2 µm-Korn in Albit; Einzelnachweis) beobachtet. In Zwickeln fand sich selten eine der drei Al₂SiO₅-Modifikationen, bei der es sich angesichts eines annähernd rautenförmigen Kornquerschnitts vermutlich um Silimanit handelt. Nur lokal kommt feinkörniger Talk vor, in den Quarz eingewachsen sein kann.

Die Randzone der Knollen entspricht somit einem retrograden Granulit (fehlender Kyanit), der hydrothermal beeinflusst ist (Chloritbildung durch hydrothermale Alteration; lokale Ba-Anreicherung im Kalifeldspat; späthydrothermale Bildung chemisch reinen Albits; Limonitisierung von Pyrit). Der Chemismus der Mineralkomponenten ist unauffällig und steht in guter Übereinstimmung mit Literaturdaten zu Granuliten des Moldanubikums, inklusive des tschechischen Anteils (z.B. MATĚJOVSKA 1970). Der ursprünglich frische Granulit ist bei Drucken von circa 15-16 kbar und Temperaturen von circa 1000-1090 Grad Celsius entstanden (z.B. SCHARBERT & KURAT 1974, CARSWELL 1991, PETRAKAKIS & RICHTER 1990, CARSWELL & O'BRIEN 1993, COOKE et al. 2000, JANOUŠEK et al. 2004, KOTKOVÁ 2007, KRENN & FINGER 2010, SCHANTL et al. 2019).

Hypothese zur Entstehung der Granulit-Knollen mit Glimmerit-Kern

Wie entstanden diese Granulit-Knollen mit Glimmerit-Kern? Bislang können hierzu nur rein hypothetische Überlegungen angestellt werden. Möglich ist eine Teilaufschmelzung des Granulits im Bereich einer tektonisch aktiven Zone, bei der sich die Gesteinsbestandteile durch fluidunterstützte Prozesse in zwei Phasen trennen – eine Phlogopit-reiche (Albit-haltiger Glimmerit-Kern) und eine Phlogopit-arme (Granulit-Randzone). In weiterer Folge würden sich dann die Glimmerit-Kerne vereinigen und als komplett getrennter Glimmerit-Körper abtrennen. Dieser Körper wäre dann derjenige, der nur 40 Meter weiter nördlich im Steinbruch aufgeschlossen ist. Um diese Hypothese zu beweisen, wären weitere Feldarbeit sowie weiterführende geochemische Analysen und Literaturrecherchen zu Aufschmelzungsprozessen in felsischen Granuliten nötig.

Unwahrscheinlich erscheint eine zweite Möglichkeit, die eine „Verdauung“ von Glimmerit-Xenolithen durch Granulit annimmt, da keinerlei Übergänge zwischen beiden beobachtet werden konnten.

Abschließend sei angemerkt, dass in dem neuen Steinbruch nördlich vom Steinhof bislang keine Granatite, Granatklinopyroxenite und Klinopyroxenite wie im benachbarten Waldbruch (siehe vorhergehenden Beitrag) beobachtet wurden.

(Kolitsch/Löffler)

2288) Andalusit, Anthophyllit, Aragonit, Chryso-tilasbest, Columbit-(Fe), Columbit-(Mn), Dolomit, Dravit, Hämatit, Heulandit-Ca, Klinochlor, Laumontit, Limonit, Magnesiochromit, Opal-AN, Stellerit, Stilbit-Ca und Tremolit vom Granulit-Steinbruch bei Meidling, Paudorf, Niederösterreich

Über die Mineralogie des großen, bereits Ende des 19. Jahrhunderts eröffneten Granulit-Steinbruchs bei Meidling (südlich Krems an der Donau), in dem zeitweise auch große Serpentinlinsen aufgeschlossen sind, ist bislang wenig bekannt geworden. Kürzlich wurde Klinozoisit neben Feldspat, Pyrit, Graphit und Titanit beschrieben (KOLITSCH, Beitrag 2210 in WALTER et al. 2021). Petrologische Arbeiten sind hingegen zahlreich, siehe z.B. SCHARBERT (1965), KAPPEL (1967), SCHARBERT & CARSWELL (1983), CARSWELL (1991), PETRAKAKIS & RICHTER (1990), BECKER (1997), FARYAD et al. (2011, 2013) und darin zitierte ältere Literatur.

Der Zweitautor fand im Jahr 2020 auf einer schmalen Kluffläche in einem granathaltigen Granulit eine interessante Paragenese von hydrothermal gebildeten Zeolithmineralien. Die erste Bildung direkt auf dem Granulit ist Laumontit (SXRd-analysiert). Er bildet weißliche, kurzprismatische, etwas bröckelige bzw. brüchige Kristalle (ca. 1 mm), die großteils von bräunlichem, trockenrissigem Limonit überkrustet sind. Auf einem Stück des Fundmaterials befinden sich komplett limonitisierte ehemalige Pyrit-Kuboktaeder, die unmittelbar auf stark limonitüberkrusteten Laumontit-Prismen sitzen.

Als jüngere Bildungen in dieser Zeolithparagenese treten Stilbit-Ca-Stellerit-Mischkristalle und Heulandit-Ca auf (beide SXRd- und REM-EDS-analysiert). Die Stilbit-Ca-Stellerit-Mischkristalle sitzen direkt auf den Laumontit-Kristallrasen in Form kleiner (pseudo-)orthorhombischer Täfelchen mit einfachem Habitus (quaderförmige Kriställchen mit ab-



Abb. 40:
Tafelige Stellerit–Stilbit-Ca-Mischkristalle auf und neben weißlichen Laumontit-Prismen. Granulitbruch Meidling, Paudorf, Niederösterreich. Bildbreite 10,1 mm. Fund R. Winkler, Sammlung: NHM Wien.
Foto: U. Kolitsch



Abb. 41:
Tafelige Heulandit-
Ca-Kristalle auf
Rasen von weißli-
chen Laumontit-
Prismen. Granulit-
bruch Meidling,
Paudorf, Niederöster-
reich. Bildbreite
3,7 mm. Fund R.
Winkler, Sammlung:
NHM Wien.
Foto: U. Kolitsch

geschrägten Ecken, Abb. 40). Nachdem die röntgenografische Untersuchung nicht zwischen Stilbit-Ca und dem eng verwandten Stellerit unterscheiden konnte (wenn sie auch auf eine sehr Ca-reiche Zusammensetzung hindeutete), ergaben mehrere Punktanalysen an frischen Spaltfragmenten eines tafeligen Kristalls, dass sowohl Stellerit als auch Stilbit-Ca vorliegen. Der Stellerit enthält nur eine Spur Na (Ca:Na = 11,7:1), während der Stilbit-Ca deutlich höhere Na-Werte aufweist (Ca:Na bis 5,2:1), die allerdings nicht ganz an diejenigen der Idealformel (mit Ca:Na = 4:1) heranreicht. In fast allen Spaltfragmenten waren Spuren von K und Mg als Fremdelemente nachweisbar.

Neben dem Stellerit/Stilbit-Ca treten auf den Laumontit-Kristallrasen vereinzelt farblose, tafelige, durchsichtige Heulandit-Ca-Kristalle mit leichtem Mosaikbau auf (Abb. 41). Unter dem Stereomikroskop zeigt sich ein offensichtlicher leichter Zonarbau, der sich in Form plattiger Anwachsungen auf gegenüberliegenden Haupttafelflächen äußert. Nach den REM-EDS-Analysen enthält der Heulandit-Ca als Fremdelemente Mg (teils in beträchtlichen Mengen) sowie K und Na, teils auch Ba (letztere drei alle in Spuren).

Die Analysen der Zeolithparagenese zeigen somit, dass es sich bei allen drei Zeolithen um stark Ca-dominante Glieder handelt. Das Ca ist aus der hydrothermalen Auslaugung des Granulits abzuleiten.

Laumontit tritt im Waldviertel normalerweise auf Rissen und Klüften von Amphibolit und Pegmatiten auf, Funde auf Kluftrissen eines Granulits scheinen sehr selten zu sein. Ein Fund von sehr unscheinbarem Laumontit auf schmalen Kluftrissen im Granulit des Waldbruch bei Karlstetten wird in diesem Carinthia-Heft im Beitrag 2286 von KOLITSCH et al. beschrieben.

Durch Vermittlung des Zweitautors konnte der große Steinbruch bei Meidling mit Erlaubnis des Besitzers und unter Einhaltung der vorgeschriebenen Sicherheitsregeln am 10. Juli 2022 betreten werden und

Proben von Gesteinen und Mineralien für die Sammlung des Naturhistorischen Museums in Wien gesammelt werden.

Auf allen Sohlen des weitläufigen Bruches steht mehr oder minder feinkörniger Granulit an, der makroskopisch ziemlich inhomogen ist. In der rohstoffkundlichen Masterarbeit von KAIN (2010) wird der Granulit in diesem Steinbruch anhand seiner Farbe und seines Mineralbestandes in drei verschiedene Typen unterteilt: a) Typ Violett, b) Typ Hell und c) Typ Dunkel. Der orthopyroxenreiche Granulit (Typ Dunkel) besitzt einen erhöhten Anteil an Granat und Erzmineralen sowie einen geringeren Biotitgehalt, gegenüber den felsischen Granulittypen (Typ Violett und Typ Hell). Eine petrologische Untersuchung einer Granulitprobe lieferte STEGER (2019).

Kleine, in der Granulitmatrix eingeschlossene rosa bis rötliche Granatkörner sind nach den Feldbeobachtungen des Erstautors vor allem im Bereich der obersten Sohle zu beobachten. Die Granate sind oft auf Schichtfugen bzw. in dünnen Lagen angereichert. Neben Granat lassen sich mit der Lupe selten auch kleine blättrige, braunrote „Biotit“-Aggregate (= Phlogopit, siehe weiter unten) erkennen. Dieser Glimmer kann lokal als bräunliche grobschuppige Aggregate in flachen Lagen im Granulit angereichert sein – ein Hinweis auf migrierende Fluide in diesem ansonsten typisch „trockenen“ (sehr H₂O-armen) Hochdruckgestein. Die akzessorischen Minerale in einem massigen Granulitstück, das relativ reich an blassrosa Granatkörnern und braunroten blättrigen „Biotit“-Aggregaten ist, wurden mittels REM-EDS-Analysen an mechanisch extrahierten Fragmenten einzelner Körner genauer untersucht. Der blassrosa Granat ist ein Mg-reicher Almandin mit variablen Spuren von Ca, P, S(?) und Na(?). Die Almandin-Körner erreichen Dimensionen von circa 2,5 Millimeter und enthalten Einschlüsse von Rutil und anderen Phasen. Der „Biotit“, dessen Plättchen bis zu 0,3 Millimeter groß sind, ist nach den chemischen Analysen ein etwas Fe²⁺-, Ti- und F-haltiger Phlogopit. Winzige dunkelbraune bis rotbraune, undeutlich tetragonale, hochglänzende Prismen (Länge max. 0,2 mm) in der Quarz-Feldspat-Matrix, aber auch in Almandin, sind Rutil. Die Analysen zeigen stets Spuren von Zr (ein Hinweis auf hohe Bildungsdrucke) sowie von Si, Nb und Al. Nur sporadisch tritt auch Graphit in Form sehr kleiner dünner Plättchen mit gerundetem Umriss auf (max. 0,3 mm). Seine Anwesenheit ist ein Beweis für sehr niedrige H₂O-Aktivitäten während der Entstehung des Granulits (PETRAKAKIS & RICHTER 1991). Sehr selten in diesem Granulitstück ist Kyanit, der blassbläuliche, linsenförmig gerundete, schwach durchscheinende Körner bis zu maximal einem Millimeter Durchmesser bildet (bestimmt durch EDS-Analysen und anhand der charakteristischen Spaltbarkeit). Interessanterweise enthält der Kyanit nach den EDS-Daten Spuren von P. Alle obigen Analysen stehen in guter Übereinstimmung mit den Literaturdaten zur Petrologie des Steinbruchs.

In einem schon seit langem aufgeschlossenen und stark verwitterten Serpentin-Körper im unteren Bruchbereich (südwärtige Felslänge) fand der Drittautor bröckelige Stücke mit einer maximal circa zwei Zentimeter dicken, makroskopisch blassgrünlichen Lage aus (sub)parallel angeordneten, farblosen kleinen glasigen Prismen, in denen kleine grünliche blättrige Klinochlor(?) - Aggregate zwischengelagert sind. Der Querschnitt dieser Prismen entspricht einer stark abgeplatteten Raute und

deutete, wie auch der Drittautor schon vermutete, auf Anthophyllit. Eine SXRD-Analyse ergab eine primitiv-orthorhombische Elementarzelle und die Zellparameter $a = 5,29$, $b = 18,02$, $c = 18,56$ Å. Damit handelt es sich um einen chemisch sehr reinen Anthophyllit, in Übereinstimmung mit dem farblosen Erscheinungsbild.

Auf der obersten Bruchsohle ist seit einiger Zeit ein hydrothermal stark alterierter und tektonisierter Serpentin-Körper aufgeschlossen. Das Erscheinungsbild des Serpentinits reicht von dunkel, massiv und leicht zerrüttet bis hin zu stark zerrütteten, mürben Partien, die von hellbräunlichen bis hellgrünlichen, teils dezimeterdicken Adern durchzogen werden, die Produkt der hydrothermalen Alteration des Serpentinits sind. Im Zentrum dieser Adern befindet sich meist ein grobblättriger hellgrünlicher bis dunkel(blau)grünlicher Klinochlor, der lokal in blassgrünlichen, undurchsichtigen Serpentin umgewandelt sein kann (beide EDS-analysiert). Die symmetrischen Salbänder können aus blassgrünlichem, grobkristallinem Diopsid oder weißlichem parallelstrahligem Tremolit (EDS-analysiert) bestehen.

Braunroter bis leuchtend rötlicher feinstkristalliner Hämatit tritt in Form sehr dünner Beläge bzw. schmaler Rissfüllungen im eher massiven Serpentin auf. Sehr ähnliche Hämatit-Ausbildungen sind aus dem Granulitbruch bei Pöchlarn bekannt.

In mehreren Zentimeter großen, unregelmäßigen Hohlräumen von tektonisch zerrüttetem bzw. stark brekziiertem Serpentin treten weiße bis graue, nierige, aus kleinen linsenförmig-rhomboedrischen, rauen Kriställchen bestehende Karbonat-Krusten auf. Durch REM-EDS-Analysen wurden die flachrhomboedrisch-linsenförmigen Kriställchen als chemisch reiner Dolomit identifiziert. Die Kriställchen können mit dünnen glasigen Krusten von farblosem Opal-AN (ehemals Hyalit) überzogen sein (ebenfalls EDS-analysiert). In unmittelbar benachbarten, kleinen zelligen Hohlräumen kann der Opal-AN auch blassgraublaue Kügelchen und nierige Aggregate bilden. In der Serpentin-Matrix der Probe stecken vereinzelt kleine schwarze Körner, die sich anhand REM-EDS-Analysen als sehr Fe^{2+} -reicher und Al-reicher Magnesiochromit entpuppten.

Andere Serpentin-Brekzien werden verkittet durch weißlichen bis blassgelblichen, grobspätigen Calcit. Der Zweitautor fand bei früheren Besuchen in diesem Serpentin-Bereich der obersten Sohle kleine schwarze Magnetit-Oktaeder auf Kluftflächen und Aragonit als typisch radialstrahlige Aggregate (Fotos wurden bereits auf Mindat.org hochgeladen). Als Gesteinskomponente war Magnetit bereits von CARSWELL (1991) nachgewiesen worden.

Am gut aufgeschlossenen Kontakt des oberen Serpentin-Körpers zum Granulit, der bräunlich und mürbe ausfällt, konnte keine interessante Mineralisation beobachtet werden.

Im allerobersten Bereich des Bruches, nahe am umgebenden Wald, fiel ein heller bis hellgrünlicher, typisch feinlagiger Serpentin auf, der entlang dunklen (durch feinkristallinen Magnetit gefärbten) schmalen Adern silifiziert ist. In der Matrix dieser Serpentinvariante sind mit der Lupe, aber teils auch schon makroskopisch sichtbar, vereinzelt schwarze reliktsche „Chromit“-Körner (siehe weiter unten für Details zu Chemie) bis zu einer Größe von circa einem Millimeter zu beobachten. Nur selten enthält dieser feinlagige Serpentin feine parallele Rissfüllungen

und schmale Äderchen von seidig schimmerndem Chrysotilasbest. Um die vorläufig als „Chromit“ angesprochenen schwarzen Körner genauer zu charakterisieren, wurden polierte REM-EDS-Anschliffe von zwei repräsentativen Proben angefertigt. Die Untersuchung dieser Anschliffe ergab, dass es sich in beiden Fällen um Fe²⁺- und Cr-reichen Spinell handelt. Ein Zonarbau ist bei keinem der Körner vorhanden. Typische Zusammensetzungen, aufgelistet in Tabelle 5, zeigen, dass das Mg:Fe-Verhältnis mäßig schwankt, das Al:Cr-Verhältnis hingegen innerhalb desselben Schliffs starke Schwankungen zeigt (Extremwerte in den beiden Schliffen reichen von 5,79:1 bis 1,12:1).

Probe 1							
Nr.	Mg	Fe	Zn	Al	Cr	V	O
1	10,1	5,3	0,1	19,9	9,8	-	56
2	9,5	5,8	0,1	19,8	9,1	-	56
3	9,1	6,2	0,1	18,4	10,5	-	56
4	9,2	6,2	0,2	16,8	12,2	-	56
5*	10,4	5,0	0,2	21,3	7,9	0,1	55
6	10,6	4,3	0,2	24,0	5,1	-	56
7	11,3	4,1	0,1	24,9	4,3	-	55

* mit Mn_{0,1}

Probe 2							
Nr.	Mg	Fe	Zn	Al	Cr	V	O
1	9,6	5,6	0,1	17,3	11,3	-	56
2	8,6	5,9	-	17,0	12,1	-	56
3	7,5	7,4	-	15,2	13,6	-	56
4	8,7	5,7	-	17,6	11,6	-	56
5	8,7	6,0	-	17,8	11,6	-	56
6	9,9	5,3	-	17,8	11,2	-	56
7	8,7	6,6	-	16,0	13,2	-	56
8	8,7	6,5	0,1	17,0	11,9	-	56

Tab. 5: Elementgehalte (At.-%, REM-EDS-Rohdaten) von mehr oder minder Fe²⁺- und Cr-reichen Spinell-Körnern in polierten Anschliffen von zwei Serpentinproben vom Granulit-Steinbruch bei Meidling, Niederösterreich

Einen „Cr-Spinell“ aus diesem Bruch identifizierte CARSWELL (1991) bei petrologischen Untersuchungen eines amphibolitfaziellen Peridotits (jetzt als Serpentinit vorliegend). Eine Formel dieses Spinells gab er jedoch nicht an. An weiteren Mineralien der Spinellgruppe war in den untersuchten zwei Anschliffen nur Magnetit in den typischen feinkörnigen Aggregaten vorhanden, wie sie bei der Serpentinisierung stets entstehen. Sulfidische Akzessorien waren keine nachweisbar. Forsterit und Orthopyroxen(?) waren nur sehr selten als stark gerundete, kleine Einschlüsse in Spinellkörnern nachweisbar (damit waren sie vor dem Serpentinisierungsprozess geschützt).

Die an den Serpentin gebundenen Granatpyroxenite und Granatite aus diesem Steinbruch bzw. dem Bereich Meidling, die frühere Autoren (KAPPEL 1967, SCHARBERT & CARSWELL 1983, BECKER 1996a,b, FARYAD et al. 2013) beschreiben, wurden beim Besuch der Autoren nicht gefunden.

Zuletzt sei noch erwähnt, dass in den Sammlungen des Zweit- und Drittautors undeutliche schwärzliche bis dunkelbräunliche Dravitprismen in Pegmatitmatrix aus diesem Steinbruch vorhanden sind. Der Dra-

vit wurde durch REM-EDS-Analysen an zerbrochenen Kristallfragmenten bestimmt. Er ist Fe^{2+} -reich bis leicht Fe^{2+} -haltig, mit Spuren von Ca und sehr wenig Al auf der kristallografischen Y-Position. Auf einem Dravitstück fielen in Feldspat eingewachsene, schwarze, sehr kleine und sehr dünne Tafeln auf. Sie sind länglich mit undeutlichem Umriss und spröde mit muscheligen Bruch. Winzige Splitter sind opak und pechartig hochglänzend. Nach REM-EDS-Analysen handelt es sich um chemisch stark zonare Kristalle, deren Zusammensetzung von Mn-haltigem Columbit-(Fe) bis zu Fe-reichem Columbit-(Mn) reicht. Das Niob im Columbit ist vermutlich aus dem spurenhafte Nb-Gehalt des im Granulit häufigen Rutil abzuleiten. An Fremdelementen waren Spuren von Ta, Sr, Sc, Mg, Y, Zr und Si messbar. Weiterhin fand der Zweitautor graurosa Andalusit-Körner (visuell identifiziert) in einer pegmatitischen Matrix. Die Pegmatite sind sehr wahrscheinlich an den Granulit gebunden.

(Kolitsch/Winkler/Löffler)

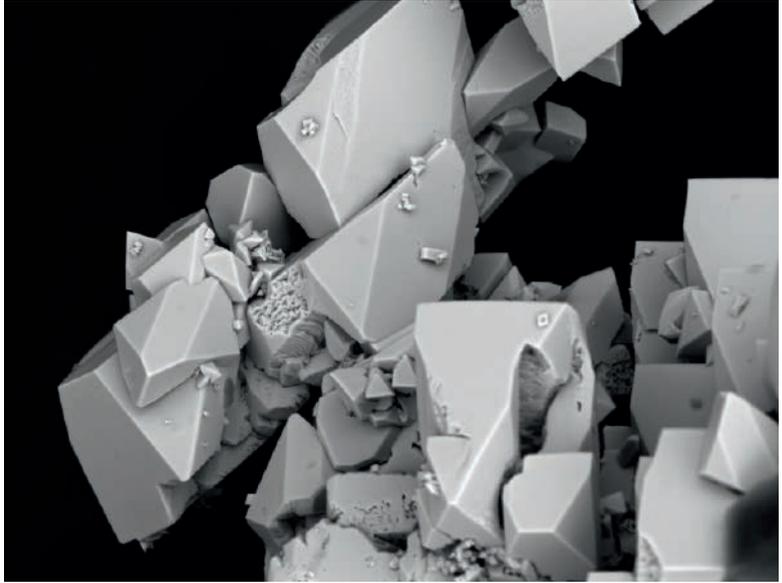
2289) Anglesit, Brochantit und Hemimorphit vom Arzberg (Atzberg, Michaelerberg) bei Spitz an der Donau, Niederösterreich

Im Frühjahr 2022 hatte der Autor die Möglichkeit, den sehr alten Blei-Zink(-Kupfer-Eisen)-Bergbau am Arzberg bei Spitz zu besuchen und einige kurze Stollen zu befahren. Seine Sammeltätigkeit erstreckte sich jedoch hauptsächlich auf einen kleinen, derben Galenit und Sphalerit führenden Aufschluss in unmittelbarer Nähe der ehemaligen sehr bekannten Granatfundstelle (MEIXNER 1976), welche direkt an der Forststraße liegt, die in Serpentin die Westflanke des Arzberges hinaufführt. Sein besonderes Augenmerk richtete er hierbei auf schon vor Ort deutlich erkennbare schmutzig weiße Krusten, die aus winzigsten idiomorphen Kristallen bestehen und bis zu ein Quadratzentimeter große Flächen überziehen können (Abb. 42). Eine in weiterer Folge durch den Autor



Abb. 42:
Hemimorphit als
kristalline Kruste
vom Arzberg bei
Spitz, Nieder-
österreich.
Bildbreite 11 mm.
Foto und Sammlung:
C. Auer

Abb. 43:
Idiomorphe Anglesit-
Kristalle vom Arzberg
bei Spitz, Nieder-
österreich.
Bildbreite 80 µm.
REM-Foto (BSE-
Modus): C. Auer



durchgeführte REM-EDS-Analyse an der Geologischen Bundesanstalt zeigte, dass es sich hierbei um Hemimorphit handelt. Nach Hydrozinkit (MEIXNER 1976) ist dies das zweite Zinksekundärmineral aus diesem Bergbau.

Im Jahre 2020 erhielt der Autor einen Teil der sehr umfangreichen Mineraliensammlung des bekannten Sammlers G. Trautsamwieser aus Spitz an der Donau. In dieser Sammlung befanden sich auch mehrere Kleinstufen vom Arzberg. Auf einem Stück fanden sich porzellanweiße kristalline Krusten, die unter dem Rasterelektronenmikroskop perfekte idiomorphe orthorhombische Kristalle zeigen (Abb. 43). Eine REM-EDS-Analyse dieser Kriställchen bestätigte den Verdacht, dass es sich

Abb. 44:
Spangrüne
Brochantit-Kristalle
vom „Arzberg bei
Spitz“ (vermutlich von
der Kupfervererzung
am Michaelerberg),
Niederösterreich.
Bildbreite 3 mm.
Foto und Sammlung:
C. Auer



hierbei um Anglesit handelt. Auf mehreren Stüfchen mit der Fundortangabe „Arzberg bei Spitz“ befinden sich spangrüne, mehrere Zehntel-millimeter lange, spießige Kriställchen (Abb. 44) auf einer Amphibolit-Matrix. Von einem dieser Aggregate wurde ebenfalls eine REM-EDS-Analyse gemacht, die ergab, dass es sich hierbei um Brochantit mit einer der für das Mineral typischen Kristallausbildungen handelt. Nach der Meinung des Autors stammt der Brochantit eher aus dem höherliegenden, wenig nordöstlicher gelegenen Bereich des an Amphibolit gebundenen Kupferbergbaues am Michaelerberg, und nicht aus dem Blei-Zink-Bergbau. (Auer)

2290) Turmalinitknollen aus dem „Weißerde“-Vorkommen von Aspang (Ausschlag-Zöbern) am Wechsel, Niederösterreich

Die etwa zwei Kilometer südlich von Aspang am Wechsel vorkommende Weißerde-Lagerstätte ist ein Tagbaubetrieb, in dem größtenteils tektonisch stark beanspruchte und vergrusste Gesteine der zentralalpinen permomesozoischen Semmeringquarzitserie abgebaut werden. Nach HUSKA (1971) bildet ein umgewandelter Porphyroid, der heute fast ausschließlich aus Quarz und Serizit besteht, die eigentliche Lagerstätte. Bereichsweise treten im Abbaubereich Fe-Karbonat führende Quarzmobilisationen in Form von bis zu über kopfgroßen Quarzknuern und Dezimeter-großen Quarzgängen auf, wobei letztere oft starke Zerrüttungser-scheinungen aufweisen. Zusammen mit den Quarzmobilisten ist des Öfteren das Auftreten meist dispers verteilter sulfidischer Erze zu beobachten. Pyrit ist hier das mit Abstand häufigste Mineral, gelegentlich treten aber auch ungewöhnliche Sulfid-Paragenesen auf (BRANDSTÄTTER & NIEDER-MAYR, Beitrag 764 in NIEDERMAYR et al. 1989). Strikt zu unterscheiden von den hier beschriebenen Quarzen sind Quarzknollen in den Semmering-quarziten, die ehemalige Quarzgerölle (HUSKA 1971) darstellen.

Bei mehrmaligen Begehungen der Weißerde-Lagerstätte konnte der Autor hin und wieder Bruchstücke von bis maximal zwei Zentimeter



Abb. 45:
Poliertes Anschnitt
einer Hälfte der
Turmalinitknolle aus
dem „Weißerde“-
Vorkommen von
Aspang (Ausschlag-
Zöbern) am Wechsel,
Niederösterreich.
Bildbreite 16 cm.
Foto: F. Brandstätter

großen, schwarzen bis grauschwarzen Knollen aufsammeln, die aufgrund ihrer makroskopischen Charakteristika ohne nähere Untersuchung als Turmalinite „bestimmt“ wurden. Der Fund einer circa 4 x 5 x 6 Zentimeter großen Turmalinitknolle durch Mag.^a Gabriele Palfinger aus Wien, war nun der Anlass, letztere genauer zu untersuchen. Von der im Bereich der untersten Abbauetage (Stand Herbst 2021) aus dem Anstehenden aufgesammelten und größtenteils mit einer glänzenden „Serizithaut“ überzogenen Knolle wurden ein polierter Anschnitt (Abb. 45) und ein circa 2 x 1 Zentimeter großer Anschliff für REM-EDS-Messungen angefertigt.

Makroskopisch zeigt die Knolle im polierten Anschnitt eine schwarz bis schwarzgraue komplexe Brekzie mit dispers verteilten (< 1 mm großen) Pyritkörnchen. Der Hauptanteil der Brekzie besteht aus einer turmalinreichen schwarzen Grundmasse mit zwei bis drei Millimeter großen, eckigen Quarzeinsprenglingen und wenig Sulfid. Davon scharf abgetrennt ist ein feinkörniger grauschwarzer Klast mit bereichsweise viel Sulfid.

Der elektronenmikroskopische Befund zeigt, dass Turmalin als häufigstes Mineral zusammen mit Quarz und untergeordnet Glimmer (Muskovit) die Hauptmasse der Knolle ausmacht. Dabei bildet Turmalin in der quarzreichen Matrix meist ein feinfilziges Geflecht idiomorpher bis hypidiomorpher Kriställchen (ca. 5-10 µm dick und bis zu 50 µm lang), während er in glimmerreichen Partien nahe der Knollenoberfläche bis zu 50 µm dicke idiomorphe Querschnitte aufweist. Alle hier untersuchten Turmaline gehören zur Mischreihe Schörl-Dravit und zeigen einen deutlichen Zonarbau mit einer Zunahme des Eisengehalts von Kern zum Rand. Interessanterweise dominiert sowohl im Kern (Mg:Fe-Atomverhältnis = 3,0 – 5,4) als auch im Randbereich (1,5 – 2,1) Magnesium über Eisen. Als Nebengemengteile (REM-EDS-verifiziert) der Knolle wurden Fluorapatit, Monazit-(Ce), Rutil und Fe-hältiger Magnesit bestimmt. Die in der gesamten Turmalinitbrekzie dispers verteilten Sulfidkörner sind zum allergrößten Teil Pyritaggregate mit idiomorphen Umrissen. Gelegentlich bildet Chalkopyrit Verwachsungen mit Pyrit.

Bezüglich der Entstehung bzw. Herkunft der Turmalinitknolle ist es offensichtlich, dass sich diese nicht im Zuge der Entstehung des Weißerde-Vorkommens gebildet haben kann. Vielmehr muss sie von „außen“ entweder als Gesteinskomponente oder als Geröll vor oder im Zuge der Entstehung der Lagerstätte eingebracht worden sein. Aufgrund der geologischen Position der Lagerstätte an der Grenze „Wechselserie“ und „Grobgneisserie“ (HUSKA 1971) kommen dafür die Hüllschiefer der „Grobgneisserie“, in denen Turmalinite als kleinräumige Gesteinskörper auftreten (GÖD et al. 2010), als möglicher Lieferant in Betracht.

(Brandstätter)

2291) Albit, Allanit-(Ce), Calcit, Fluorapatit, Galenit, Molybdänit, Monazit-(Ce), Siderit, Thorit, Wismut, Xenotim-(Y) und Zirkon vom kleinen Bergbaurevier Fastenberg (Weidtal) südlich von Schladming, Steiermark

Das kleine Bergbaurevier von Fastenberg (Weidtal) liegt etwa 2,4 Kilometer südlich des Ortszentrums von Schladming. Es gehört dem polymetallischen Erzbezirk der Ennstaler Quarzphyllitzone an, wobei es

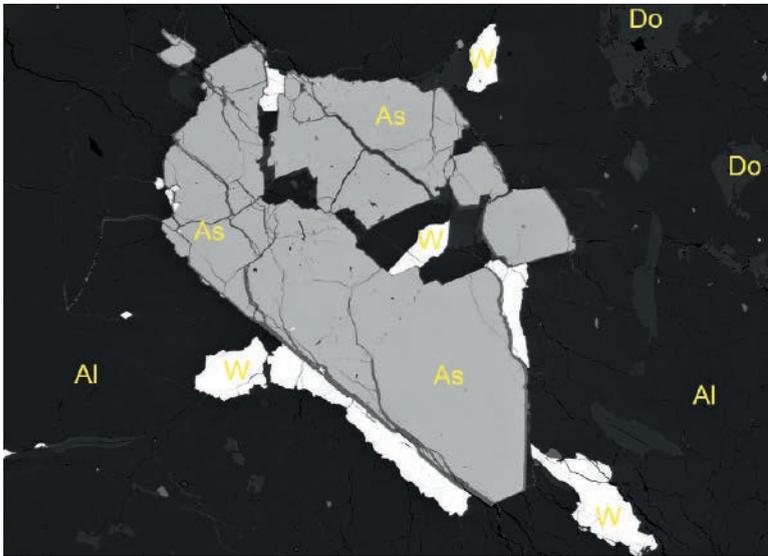
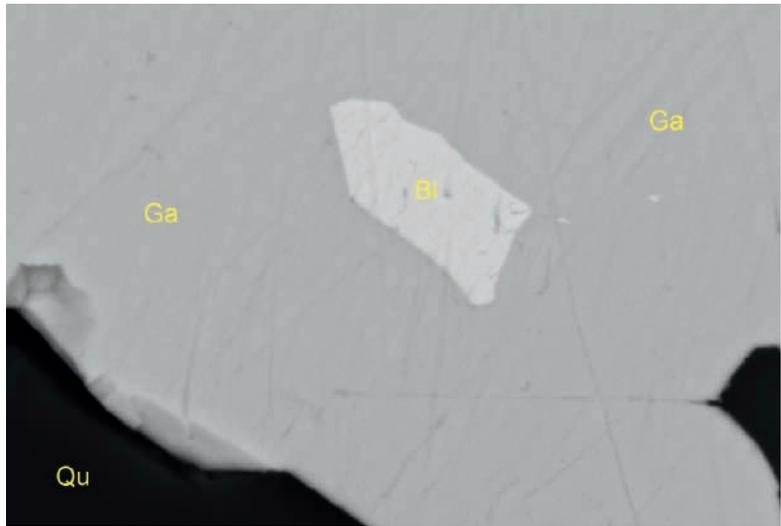


Abb. 46:
Kataklastisch zerdrückter Arsenopyrit-Kristall (As) mit Scheelit (W). Matrix ist Albit (Al) mit eisenhaltigem Dolomit (Do). Polierter Dünnschliff einer Erzprobe vom Revier Fastenberg, Schladming, Steiermark. Bildbreite 850 μm . Sammlung: GBA Wien, REM-Foto (BSE-Modus): C. Auer

durch eine untere basische Metavulkanitphase überprägt wurde (WEBER 1997). Dadurch kam es unter anderem zu einer Anreicherung von Arsenopyrit und Scheelit. Die Stollen stammen aus dem 17. und 18. Jahrhundert; ob je systematisch Erz abgebaut wurde, ist äußerst fraglich. FRIEDRICH (1975) war der erste der durch systematisches Absuchen von bereits im Jahre 1934 gesammelten Erzstufen der Schladminger Tauern mittels ultraviolettem Licht auf das Vorkommen von Scheelit aufmerksam wurde. Er beschreibt im nur 22 Meter langen „Stollen 1“ Scheelitlagen im Dolomit von ein bis vier Zentimetern Mächtigkeit (Mittel 2 – 2,5 cm). Auf Grund der genauen Beschreibung der Stollen wird hier nicht weiter auf die Beschaffenheit dieses „Stollen 1“ eingegangen. Im Zuge des Scheelit-Prospektionsprojektes „Wolfram – Alps“ der Geologischen Bundesanstalt zusammen mit der Montanuniversität Leoben wurde auch dieses kleine Vorkommen im Jahre 2021 beprobt. Der Autor entnahm einerseits mehrere Arsenopyrit und Scheelit führende Gangstücke aus dem rechten Ulm (bergeinwärts betrachtet) des Stollens, andererseits ein Handstück mit reichlich Pyrrhotin und Brandengestein aus der Firste. Insgesamt wurden daraus fünf Dünnschliffe angefertigt, die der Autor mittels energiedispersiver Röntgenspektroskopie auf ihren Mineralinhalt begutachtete. Es zeigte sich, dass – obwohl örtlich nahe benachbart – die Gangstücke eine unterschiedliche Paragenese aufwiesen. Erstere führen reichlich sämtliche von FRIEDRICH (1975) erwähnten Mineralien, allen voran idiomorphe und oft verzwilligte Arsenopyrit-Kristalle bis zu zwei Millimeter Größe, sowie stellenweise reichlich Scheelit-Körner bis zu fünf Millimeter Durchmesser. Interessanterweise ist der Scheelit schwach strontiumhaltig (durchwegs 0,2 Atom-%; LA-ICP-MS-Messungen an der Uni Freiberg durch Projektanten Florian Altenberger (MUL Leoben) bestätigten REM-EDS-Messungen des Autors). Ob mehrere Generationen Scheelit nebeneinander vorliegen werden weiterführende Analysen weisen; Vorerkundungen deuten jedenfalls darauf hin. Der Arsenopyrit tritt stets idiomorph auf, größere Kristalle liegen aber zumeist katakla-

Abb. 47:
Gediegen Wismut (Bi)
in einem Aggregat
aus Galenit (Ga);
Matrix ist Quarz (Qu).
Polierter Dünnschliff
einer Erzprobe vom
Revier Fastenberg,
Schladming, Steier-
mark. Bildbreite
18 µm. Sammlung:
GBA Wien, REM-Foto
(BSE-Modus): C. Auer



stisch zerdrückt vor (Abb. 46). Stellenweise ist er regelrecht durchsetzt mit winzigen Rutilkörnern. Dieser Rutil ist deutlich zoniert und weist geringe W- und vor allem V-Gehalte auf. Matrix ist zumeist ein eisenreicher Dolomit mit der ungefähren Formel $(\text{Ca}_{0,49}\text{Mg}_{0,33}\text{Fe}_{0,16}\text{Mn}_{0,02})\text{CO}_3$, untergeordnet findet man auch Quarz, Albit, Calcit und sehr selten Siderit. Als Neufund konnte ein $10 \times 1 \mu\text{m}$ großes Blättchen von chemisch reinem Molybdänit gefunden werden. Selten findet sich Allanit-(Ce) in bis zu $100 \mu\text{m}$ großen länglichen Einschlüssen und schwach uranhaltiger Thorit in drei μm großen Aggregaten. An Akzessorien finden sich neben dem allgegenwärtigen und bereits erwähnten Rutil vor allem gerundeter Fluorapatit (bis zu $100 \mu\text{m}$ Korngröße), idiomorpher Zirkon (bis zu $50 \mu\text{m}$ Kristallgröße, zumeist jedoch wesentlich kleiner), idiomorpher Monazit-(Ce) ($10 \mu\text{m}$ Größe) und ebenso idiomorpher Xenotim-(Y) ($20 \mu\text{m}$).

Der Pyrrhotin-Dünnschliff weist eine deutlich andere Paragenese auf. Er ist völlig Arsenopyrit- und Scheelit-frei. Stattdessen dominieren Schlieren von Pyrrhotin (teilweise schon deutlich durch Zersetzung entstandene „Vogelaugen“) und Pyrit, letzterer stets idiomorph und teilweise auch in Pyrrhotin eingewachsen. Reichlich tritt schwach eisenhaltiger Sphalerit in bis zu mehrere $100 \mu\text{m}$ großen Aggregaten auf. Neu für das Vorkommen ist Galenit. Er tritt sehr häufig in kleinsten Putzen auf, kann aber auch Korngrößen bis zu fast einem Millimeter erreichen und ist stets chemisch rein. Ein weiterer Neufund stellt gediegen Wismut dar, das stets in Galenit auftritt und bis zu fünf μm groß werden kann (Abb. 47).

(Auer)

2292) Beaverit-(Cu), Beudantit, Boulangerit, Natrojarosit, Oxyplumboroméit, Plumbojarosit, Pyrit, Quarz und Vanadinit vom Bleischurf am Schweinskogel, Stanz im Mürztal, Steiermark

Im Gemeindegebiet von Stanz im Mürztal liegt ein kleiner neuzeitlicher Bleiglanzschurf. Von der Ortsmitte von Stanz aus liegt er etwa 6,5 Kilometer in südöstlicher Richtung entfernt. Man erreicht ihn jedoch am

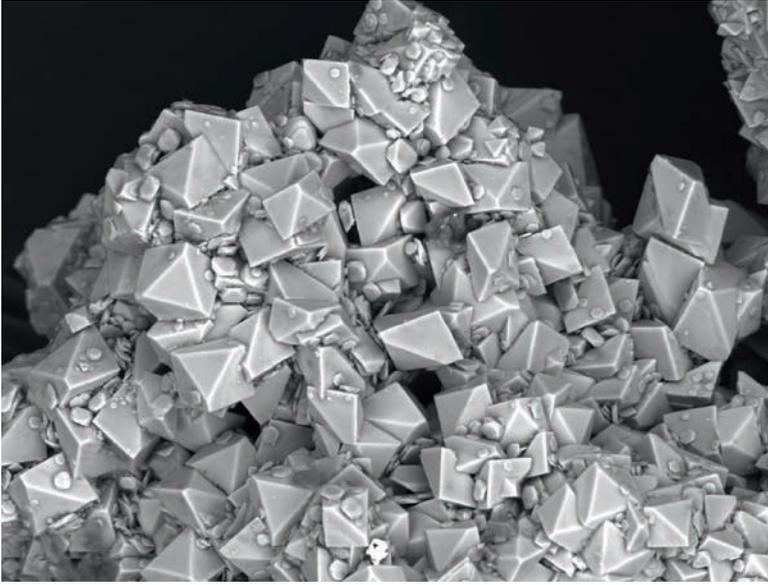


Abb. 48:
Idiomorphe, pseudo-
-oktaedrische Plum-
bojarosit-Kristalle
vom Schweinskogel
bei Stanz, Steiermark.
Bildbreite 120 μm .
REM-Foto (BSE-
Modus); C. Auer

leichtesten über den Wanderweg (Zentralalpenweg) vom Wirtshaus am Straßbeck (zwischen Breitenau und Gasen gelegen) in nördliche Richtung gehend. BOJAR (Beitrag 2221 in WALTER et al. 2021) erwähnt erstmals diesen interessanten Schurf und publizierte einige der vorkommenden Mineralarten. Es sei erwähnt, dass es neben den von ihm lokalisierten Schürfen weitere tagnahe Schürfe in unmittelbarer Nähe vom Schweinskogel gibt. Die Fundstelle hat große Ähnlichkeit mit dem Bergbau bei der Wildfrauengrotte, über den TOMAZIC (1999) erstmals berichtete bzw. mit dem Arzberg bei Steinhaus am Semmering (TOMAZIC et al. 2012). In den Jahren 2021 und 2022 hatte der Autor mehrmals die Möglichkeit,

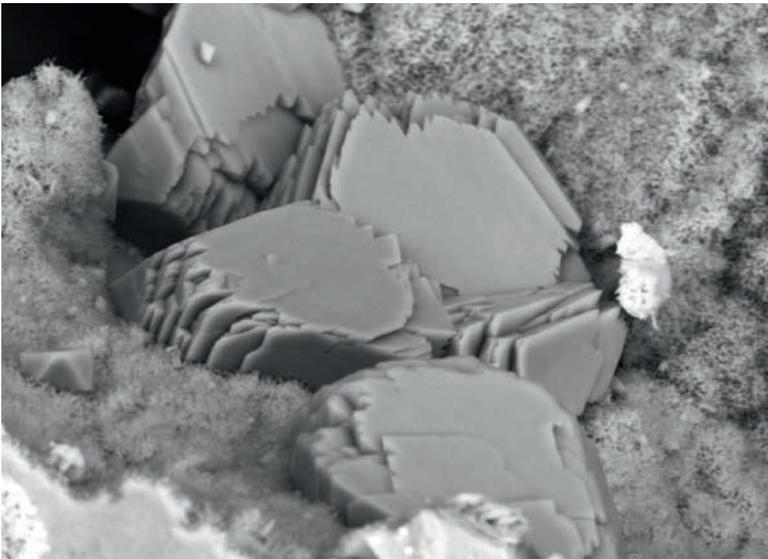


Abb. 49:
Zerfrant wirkende
Natrojarosit-Kristalle
vom Schweinskogel
bei Stanz, Steiermark.
Bildbreite 60 μm .
REM-Foto (BSE-
Modus); C. Auer

Abb. 50:
 Warzige olivgrün-
 gelbe Beudantit-
 Aggregate vom
 Schweinskogel bei
 Stanz, Steiermark.
 Bildbreite 14 mm.
 Foto und Sammlung:
 C. Auer



diese sammlerisch schwierige Fundstelle zu besuchen. Das händisch aufgeschüttete Aushubmaterial setzt sich aus mehreren Schichten zusammen, wobei Stücke mit hellen Serizitschiefern besonders reich vererzt sein können. In ihnen findet man diskordante, bis zu einigen Zentimetern mächtige Quarzgänge, die stark verwitterten, reliktschen Galenit enthalten, so dass man generell nur vom „Eisernen Hut“ der Lagerstätte sprechen kann. Es wäre sicherlich interessant, unverritzte Teile der Lagerstätte aufzufinden. Dies wäre jedoch nur mit erheblichen Grabarbeiten verbunden. In den Quarzgängen findet man häufig schlecht entwickelte Quarz-Kristalle von einigen Millimetern Größe. Sehr selten fand der Autor grau-metallische strahlige, bis zu einem Quadratzentimeter große Erzpartien, die er mittels REM-EDS-Analyse als Boulangerit identifizieren konnte. In den meisten Fällen findet man den Boulangerit jedoch nur mehr pseudomorph in vollständig zu Oxyplumboroméit oxidierten, gelb-grünlichen Fasern vor. Oxidierter Pyrit ist allgegenwärtig. Zumeist findet man ihn als Pseudomorphose nach Limonit, wobei idiomorphe Kristalle von einigen Millimetern Größe selten sind. Minerale der Alunit-Supergruppe sind verbreitet am Schweinskogel. Am häufigsten findet man gelblich-braune erdige Massen von Plumbojarosit, die mehrere Quadratzentimeter große Hohlräume in oben beschriebenen Klüftchen ausfüllen können. Betrachtet man solche Massen unter dem Rasterelektronenmikroskop, erkennt man typische trigonale Kristallmorphologien (Abb. 48). Seltener findet man tief dunkelbraune Plumbojarosit-Kriställchen von einigen Zehntelmillimetern Größe. Etwas abseits der oxidierten Erzgänge findet man als dünne Rissfüllung ein weiteres Mineral dieser Gruppe, nämlich Natrojarosit. Er bildet winzigste gelbliche Kriställchen, die unter dem Rasterelektronenmikroskop typisch zerfrant wirken (Abb. 49). Als drittes Mineral dieser Gruppe kommt Beudantit in Form olivgrün-gelber warziger Aggregate vor, die größere Flächen überziehen können (Abb. 50). Als Einzelfund fand sich auch noch Beaverit-(Cu) als



Abb. 51:
Kleine, hochglänzende Vanadinit-Nadelchen vom Schweinskogel bei Stanz, Steiermark. Bildbreite 4 mm. Foto und Sammlung: C. Auer

einzelnen aufsitzende, winzigste, gelbbraune, durchscheinende Kriställchen. An einem weiteren Einzelfund eines eisenreichen, intermediären Mischglieds zwischen Hidalgoit, Hinsdalit und Osarizawait wird noch gearbeitet. Ähnlich wie am Arzberg bei Steinhaus findet sich auch am Schweinskogel ein Vanadiummineral, nämlich Vanadinit. Er bildet als große Seltenheit etwa 0,5 Millimeter große, gelborange Nadelchen (Abb. 51).
(Auer)

2293) Antigorit, „Byssolith“, Cerussit, Heazlewoodit, Lizardit, Prehnit, Pyrit und Vanadinit vom Eibegggraben nördlich von Breitenau, Steiermark

Etwa 1,5 Kilometer nördlich vom Ortskern von Breitenau zieht sich der Eibegggraben in Richtung auf das Hocheck (750 m). Aus diesem Bereich wurden schon interessante Mineralfunde publiziert. BOJAR et al., Beitrag 1427 in NIEDERMAYR et al. (2005) berichten von verschiedenen Magnesium-(Eisen)-Carbonaten aus einem Ultramafitit (Serpentinitt), ähnlich dem bekannten Kraubather Vorkommen von Preg oder Gulsen. POSTL et al., Beitrag 1463 in NIEDERMAYR et al. (2008) beschrieben zuletzt ein interessantes Datolithvorkommen aus einem kleinen, am Hocheck gelegenen Amphibolitausbiss im Hangenden des Ultramafitits. Dieser Ausbiss wurde 2007 durch die aufmerksame Suche von G. WEISSENSTEINER aus Deutschlandsberg entdeckt. Der Autor besuchte im Jahre 2021 zweimal beide Fundstellen und konnte mehrere Neufunde tätigen. Im Bereich des Amphibolits fielen ihm orange bis hellrote, mehrere Quadratmillimeter große Krusten und Zehntelmillimeter lange Nadelchen auf. Diese Krusten sitzen oft direkt auf Datolith, stets in unmittelbarer Nähe zu stark korrodiertem Galenit (Abb. 52). Eine REM-EDS-Analyse durch den Autor bestätigte den Verdacht auf Vanadinit. Trotz der deutlich orangeroten Farbe konnten keine weiteren Schwermetalle – etwa Chrom – auch nur

Abb. 52:
 Gelb- bis oranger
 Vanadinit mit stark
 korrodiertem Galenit
 auf grobkörnigem
 Datolith. Hocheck,
 Eibegggraben bei
 Breitenau, Steier-
 mark. Bildbreite
 4 mm. Sammlung
 und Foto: C. Auer



ansatzweise im Vanadinit gefunden werden. In diesem Zusammenhang sei der erst kürzlich publizierte Vanadinit vom Lasselsberger Bruch bei Pöchlarn (NÖ) erwähnt, aus dem KNOBLOCH et al. (2021) Vanadinit und zahlreiche weitere Minerale aus einer ähnlichen Amphibolitparagenese beschreiben. Galenit als seltener Begleiter des Datoliths vom Eibegggraben wurde bereits publiziert (POSTL et al., Beitrag 1463 in NIEDERMAYR et al. 2008). Der Autor fand ihn in stark zersetzten Resten stets auf Datolith in würfelförmiger Form (Kantenlänge bis 2 mm) aufgewachsen. Diese weiß-beigen pulverigen Reste bestehen aus Cerussit (Abb. 53). Ein weiteres, sehr häufig vorkommendes Mineral im Amphibolit ist Byssolith, also eine haarförmige, schmutzig weiße Variante eines Amphibolminerals, das Quadratzentimeter große Flächen bedecken kann. Selten finden sich Quadratmillimeter große, hell goldgelbe Erzputzen im Amphibolit, die sich mittels REM-EDS-Untersuchung als Pyrit herausstellten. Ein weiteres im Eibegggraben seltenes, jedoch für Amphibolite typisches Mineral ist Prehnit, der hier in kleinen, maximal einen Millimeter langen farblosen Leisten mit Byssolith auftritt.

Auch das Ultramafitit-Vorkommen erbrachte einige Neufunde. Mehrere Quadratzentimeter große, grasgrüne, feinfaserige, scharf zum Ultramafitit abgegrenzte Bereiche erwiesen sich mittels einer PXRD-Messung (Pseudo-Gandolfi-Methode) durch J. DESOR (mineralanalytik.de) als ein Gemenge aus Lizardit und Antigorit. Eine weitere PXRD-Messung von Millimeter dicken, markant ziegelroten, blättrigen Lagen mit deutlichem Perlmuttglanz ergab ein Gemenge eines der im Eibegggraben häufig auftretenden Hydrotalkitgruppen-Minerale, nämlich Brugnatellit, mit Brucit. Goldgelbe Erzputzen bis zu einem Millimeter Durchmesser konnte der Autor mittels REM-EDS als chemisch reinen Heazlewoodit identifizieren. Nach Ansicht des Autors warten – bei ausdauernder Suche – im Eibegggraben noch etliche mineralogische Überraschungen auf ihre Entdeckung. (Auer)



Abb. 53:
Cremeweißer Cerussit als Verwitterungsprodukt von würfeligem Galenit mit wenig gelbem bis orangem Vanadinit auf grobkörnigem Datolith. Hocheck, Eibegggraben bei Breitenau, Steiermark. Bildbreite 4 mm. Sammlung und Foto: C. Auer

2294) Schwefel aus dem ehemaligen Tagbau Krughof, Talkbergbau Rabenwald bei Anger, Steiermark

Beim Aufarbeiten von älterem Aufsammlungsmaterial stieß einer der Verfasser (W. T.) auf Proben, die er am 23. Mai 1992 im Tagbau Krughof des Talkbergbaus am Rabenwald bei Anger aufgesammelt hatte. Eine Probe mit hochglänzenden, farblos bis blass gelblich gefärbten Kriställchen – von W. T. bereits als Schwefel angesprochen – wurde dem Joanneum im Dezember 2022 zur eindeutigen Klärung übergeben. Mittels PXRD- und semiquantitativer REM-EDS-Analysen konnte die

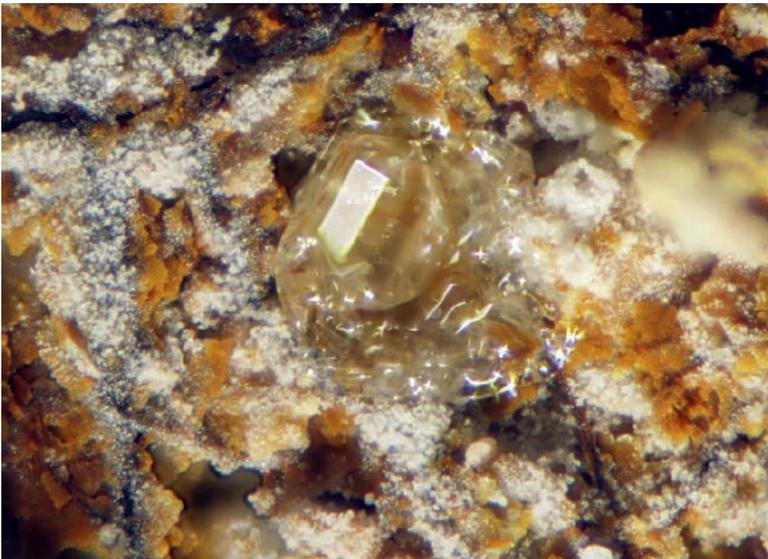


Abb. 54:
Gruppe von winzigen Schwefelkristallen mit stark gerundeten Kristallflächen, Talkbergbau Rabenwald, Steiermark. Bildbreite 0,7 mm. Sammlung und Foto: W. Trattner

mikroskopisch erfolgte Diagnose abgesichert werden. Die Kriställchen erreichen Abmessungen bis zu wenigen Zehntelmillimetern und weisen allesamt gerundete („abgelutschte“) Kristallflächen auf (Abb. 54). Die Schwefelkristalle befinden sich im Grenzbereich zwischen Derbyquarz und einer Oxidationszone mit Limonit und einige Millimeter dickem, metallisch dunkelgrau gefärbtem Glaskopf (Goethit). Ein feiner, schmutzig weiß gefärbter „Schimmel“, der sich als Melantherit erwies, begleitet und umhüllt z.T. die Schwefelkristalle. Der Schwefel, als auch der Melantherit, dürften wohl durch die Umsetzung von Sulfiden – Chalkopyrit ist spurenhafte im Gangquarz zu beobachten – entstanden sein, letzterer wahrscheinlich erst in der Sammlungsgrube. Für die Talklagerstätte am Rabenwald ist der Nachweis von Schwefel neu.

(Postl/Bojar/Trattner)

2295) Baryt und Calcit mit Rudisten und Korallen aus der nördlichen Kainacher Gosau (Untere Afling-Formation, Oberkreide), Steiermark

Bei der Suche nach Fossilvorkommen in der nördlichen Kainacher Gosau konnte einer der Verfasser (F. B.) etwa 300 Meter nördlich vom Reinprechtkogel (977 m SH), etwa zwei Kilometer nordöstlich von Kainach bei Voitsberg, im Sommer 2022 in einem großen Forststraßen-aufschluss auf etwa 840 Meter Seehöhe ein Barytvorkommen in einer flach nach Südsüdosten einfallenden, fossilführenden Konglomerat-Sandstein-Siltstein-Wechselfolge der unteren Afling-Formation auffinden.

Der Baryt ist auf Bruch- und Klüftflächen von einzelnen Rudisten, Rudisten-Pseudokolonien und Korallen, die in einer etwa ein bis zwei Dezimeter mächtigen Sandstein-Bank eingelagert sind, auf dem Sandstein selbst und auch auf Klüften im überlagernden, gering fossilführenden Konglomerat (mit Rudisten, *Trochactaeon*) aufgewachsen zu finden und damit über einige Dezimeter in vertikaler Erstreckung nachweisbar. Lateral erstreckt sich die Baryt-Führung über mindestens vier Meter, senkrecht zur Aufschlussebene ist das Mineral bisher auf etwa 15 Zentimeter Erstreckung nachweisbar, wie an einzelnen Proben mit entsprechend weit voneinander entfernten Klüftflächen mit Baryt zu erkennen ist. Besonders bemerkenswert ist ein brotlaibförmiger, etwa 15 x 15 x 10 Zentimeter großer Korallenstock, der flach liegend in der Sandsteinbank steckte und etwa mittig von zwei sich vereinigenden, etwa senkrecht stehenden Klüftflächen mit Baryt und Calcit durchzogen wird.

Der Baryt bildet flachtafelige, leicht milchiggraue bis farblose Kristalle, die – parallel verwachsen oder fächerförmig angeordnet – Gruppen bilden (Abb. 55) und bis zu acht Zentimeter große Bereiche der Klüftflächen bedecken. Der größte Kristall misst 20 x 18 x 3 Millimeter. An kristallografischen Formen dominiert {001}, weiters sind {210} und {101} stellenweise zu beobachten. Etwas überraschend liegt der Sr-Gehalt unter der Nachweisgrenze der REM-EDS-Analysen. Bisweilen bildet Calcit rasenbildend die Unterlage von Baryt in Form von maximal drei Millimeter großen, flachen Rhomboedern. Die Kristalle sind hellgrau-milchig gefärbt und haben raue Oberflächen, geringe Gehalte an Mn und Fe sind mittels REM-EDS neben den Hauptelementen nachweisbar.



Abb. 55:
Gruppe von tafelig
entwickelten, auf
Calcit aufgewachse-
nen Barytkristallen
auf einer Kluffläche
in einem Korallen-
stock, Reinprechts-
kogel bei Kainach,
Steiermark. Bildbreite
9 cm. Sammlung:
UMJ Graz.
Foto: W. Postl

Der Baryt dürfte an einen Störungsbereich gebunden sein, mit hauptsächlich schichtparallelen Bewegungen (Strömungen und Harnische) und dem Aufreißen von schmalen, steil stehenden, etwa Ost-West streichenden Klüftchen, die grob senkrecht zur Schichtung orientiert sind. Lokal sind auch kleine, etwa schichtparallele Klüftchen mit Baryt am Rande von Rudisten-Pseudokolonien vorhanden.

Baryt wurde bisher erst einmal aus der Kainacher Gosau beschrieben. Es handelt sich dabei um einen Fund von Prof. Hans Eck (Rosental) aus dem Jahr 1993, der im Zuge eines Kelleraushubes in Södingberg gemacht wurde. Baryt fand sich dort auf schmalen Klufflächen von Kalksandstein und Bitumenmergel der St. Pankrazen-Formation, gemeinsam mit Calcit, Pyrit und Bitumen (POSTL & VAVRA, Beitrag 1611 in NIEDER-MAYR et al. 2009). Auch hier ist der Baryt flachtafelig ausgebildet und jünger als der Calcit. (Bernhard/Postl/Bojar)

2296) Na-hältiger Muskovit und Paragonit im Eklogitamphibolit des Pöschlkogel, nordwestlich von Osterwitz, Koralpe, Steiermark

Anlässlich einer Begehung im Bereich des Pöschlkogel Ende August 2022 hatte einer der Verfasser (W. P.) unter der Führung von Karl Dudek, Pichling, die Möglichkeit, diverse Gesteinsproben (Eklogitamphibolit, Pegmatit) aufzusammeln. Die Probennahme erfolgte auf einem Forstweg in circa 1060 Meter Seehöhe nordöstlich des Gipfels (1171 m) im Bereich einer größeren Hangschutthalde. Der Gipfel des Pöschlkogel selbst besteht aus Eklogitamphibolit-Felsöfen. Mineralogisches Interesse erweckte eine Eklogitamphibolitprobe, welche in einer dünnen Schichtfläche neben Albit und Klinozoisit zwei verschieden getönte Glimmer führt (Abb. 56). Der Verdacht, dass hier neben Muskovit – in Form von leicht rauchgrau bis bräunlich gefärbten Tafeln mit glatten Oberflächen – auch Paragonit – in Form von perlmutt- bis silbrig glänzenden Blättchen mit leicht zerknitterten Oberflächen – vorliegt, konnte sowohl mittels

Abb. 56:
Paragonit (Pa) und
Na-hältiger Muskovit
(Mu) in Eklogitam-
phibolit, Pöschkogel,
Steiermark.
Bildbreite 9 cm.
Sammlung:
UMJ Graz.
Foto: W. Postl



PXRD- als auch semiquantitativer REM-EDS-Analysen bestätigt werden. Der Paragonit enthält rund 0,9 Na, 0,05 K und 0,03 Ca in der Formeleinheit. Beim Muskovit ist die Kalium-Position zumindest zu zehn Prozent durch Na besetzt. Von einer auf etwa 900 Meter Seehöhe befindlichen Stelle südsüdöstlich des Gipfels (Fundpunkt 74 in WEISSENSTEINER 2020) gelangte bereits 2020 von Gernot Weissensteiner (Deutschlandsberg) Glimmerproben zur Bestimmung an das Joanneum. Tafeln mit bis zu zehn Zentimetern Durchmesser konnten mittels PXRD-Analysen als Paragonit identifiziert werden. Ganz ähnliche Vorkommen von lagig in Eklogitamphibolit auftretendem Paragonit innerhalb der Koralpe hat POSTL (1981) von den mittlerweile schon lange nicht mehr in Betrieb befindlichen Steinbrüchen Forstmauer nordwestlich des Mauthnerecks und Fürbaß in Unterfresen, rund vier Kilometer nordwestlich von Wernersdorf, kurz erwähnt. Die chemische Zusammensetzung der jeweils großblättrig auftretenden Paragonite sollte gelegentlich eruiert werden.

(Postl/Bojar)

2297) Cuprorivait und Cuprospinell aus dem Basaltsteinbruch am Pauliberg bei Landsee, Burgenland

Im Dezember 2022 erhielt das Joanneum zwei kleine, nur etwa einen Kubikmeter große Proben mit der Bezeichnung „Hauyn?“ zur Untersuchung, die einer der Verfasser (W.T.) am 10. Feber 2011 im Basaltsteinbruch am Pauliberg bei Landsee aufgesammelt hatte. Es galt zu klären, ob die winzigen Hauyn-blauen, nur wenige μm dicken „Flitter“, die sich lokal begrenzt in einem hellen, Si-reichen Xenolith befinden, wirklich einem Vertreter der Sodalith-Subgruppe zuzuordnen sind. Vom Pauliberg wird Hauyn mehrfach erwähnt (siehe u.a. ZENZ & TRATTNER 2022). Die Überraschung war doch groß, als sich bei einer ersten semiquantitativen REM-EDS-Analyse zeigte, dass es sich bei diesem inten-

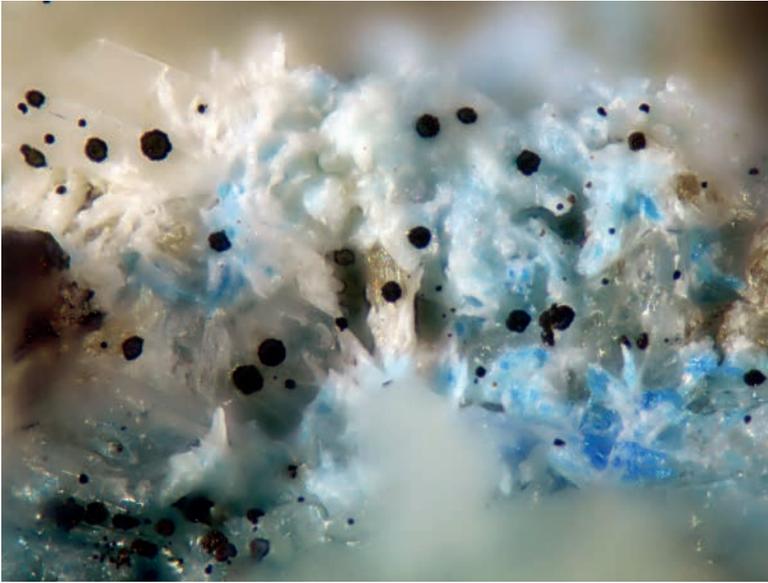


Abb. 57:
Hauchdünne blaue „Flitter“ von Cuprorivait verwachsen mit Alkalifeldspat und begleitet von einem dunkelbraunen Manganoxid oder -hydroxid-Gemenge, Steinbruch Pauliberg, Burgenland. Bildbreite 0,9 mm. Sammlung: UMJ Graz. Foto: W. Trattner

siv blau gefärbten Mineral um ein Ca-Cu-Silikat handeln müsse. Eine PXRD-Analyse von einem „blau imprägnierten“ Xenolith-Bereich (Abb. 57) lieferte neben Reflexen des dominierenden Alkalifeldspates auch einige, die dem wasserfreien Cuprorivait $\text{CaCu}^{2+}\text{Si}_4\text{O}_{10}$ zugeordnet werden können. An einem polierten Anschliff konnte diese Diagnose mittels quantitativer REM-WDS-Analyse bestätigt werden. Die Analyse ergibt folgende Zusammensetzung: $(\text{Ca}_{1,01}\text{Sr}_{0,01})\text{Cu}_{1,00}\text{Si}_{3,99}\text{O}_{10}$. Im polierten Anschliff (etwa 1 x 1 mm) konnten weiters ein Alkalifeldspat mit einem Na:K-Verhältnis nahe 1:1, ein gering Cu-hältiger Diopsid ($\text{Ca}_{0,97}\text{Cu}_{0,02}$) ($\text{Mg}_{0,75}\text{Fe}_{0,23}\text{Mn}_{0,02}$)($\text{Si}_{1,99}\text{Al}_{0,01}$) O_6 , ein leicht Cu-hältiger Titanit sowie ein Rutil mit 2,22 Gew.% Nb_2O_5 ($\text{Ti}_{0,96}\text{Fe}_{0,01}\text{Ca}_{0,01}\text{Al}_{0,01}\text{Nb}_{0,01}$) O_2 analysiert werden. Ergänzend zu diesen quantitativen Analysen wurden auch noch graubraune Beläge untersucht, die z.T. kleine Blasen Hohlräume des Xenoliths auskleiden oder Flecken auf diesem bilden. Es handelt sich um ein weiches, nicht näher bestimmtes Gemenge aus Manganoxiden oder -hydroxiden mit merkbaren Gehalten an Ca, Ba, Fe, Co, Ni und Cu.

Die zweite Probe zeigt dichten, dunklen Olivinbasalt in Kontakt mit einem hellen, Si-reichen Xenolith. Hauptbestandteile des Xenoliths sind laut PXRD-Analyse Quarz, Alkalifeldspat und Cristobalit. Am Rand eines kleinen Blasen Hohlräume befinden sich, deutlich spärlicher als bei der ersten Probe, wiederum Flitter von Cuprorivait, eng verwachsen mit dem Alkalifeldspat. Im Hohlraum selbst sind einige matte, dunkelgrau gefärbte Kristalle mit gerundeten Kanten zu erkennen (Abb. 58). Ein Kristallaggregat, das sich als porös erwies, wurde anpoliert und quantitativ mittels REM-WDS analysiert. Die chemische Zusammensetzung mit $(\text{Cu}_{0,93}\text{Mg}_{0,02}\text{Ni}_{0,02})(\text{Fe}_{1,95}\text{Al}_{0,01}\text{Mn}_{0,07})\text{O}_4$ passt ausgezeichnet auf Cuprospinell.

Beim Fremdgestein, das beim Kontakt mit dem Magma hohen Temperaturen ausgesetzt worden ist, könnte es sich um eine kleine Kupfervererzung in Gangquarz gehandelt haben.

Abb. 58:
Cuprospinel in
Blasenhohraum
eines Si-reichen
Xenoliths, Steinbruch
Pauliberg, Burgen-
land. Bildbreite 3,5
mm. Sammlung:
UMJ Graz.
Foto: H.-P. Bojar



Cuprorivaít und Cuprospinel sind Erstnachweise für Österreich. Beide Minerale sind selten. Cuprorivaít ist erstmals vom Monte Somma-Vesuv-Komplex beschrieben worden (MINGUZZI 1938). Insgesamt sind weltweit sechs Vorkommen bekannt, in jüngerer Zeit allein davon vier in der Eifel (www.mineralienatlas.de). Cuprorivaít ist ident mit „Ägyptisch Blau“, einem seit tausenden Jahren bekannten künstlich erzeugten Farbpigment. Von Cuprospinel sind bislang nur zwei Vorkommen weltweit bekannt. Die Typlokalität ist Baie Verte in Neufundland, eine in Brandgeratene Erzhalde (NICKEL 1973). Das zweite bekannte Vorkommen ist der Vulkan Tolbachik in Kamtschatka (PEKOV et al. 2018).

(Postl/Bojar/Trattner)

LITERATUR

- BAČÍK P. & UHER P. (2010): Dissakisite-(La), mukhinite, and clinozoisite: (V,Cr,REE)-rich members of the epidote group in amphibole – pyrite – pyrrhotite metabasic rocks from Pezinok, Rybníček mine, Western Carpathians, Slovakia. – *Canadian Mineralogist*, 48: 523–536, Québec.
- BAČÍK P., UHER P., KOZÁKOVÁ P., ŠTEVKO M., OZDÍN D. & VACULOVÍČ T. (2018): Vanadian and chromian garnet- and epidote-supergroup minerals in metamorphosed Paleozoic black shales from Čierna Lehota, Strážovské vrchy Mountains, Slovakia: crystal chemistry and evolution. – *Mineralogical Magazine*, 82: 889–911, Twickenham.
- BARTH K. (1930): Der Graphitbergbau Feistritz-Heiligenblut bei Pöggstall (N.-Ö.). – *Montanistische Rundschau*, 22: 379–380, Wien.
- BECKE F. (1914): Das niederösterreichische Waldviertel. 1. Übersicht der petrographischen Verhältnisse. – *Tschermaks mineralogische und petrographische Mitteilungen*, Neue Folge, 32: 185–217, Wien.
- BECKER H. (1996a): Crustal trace element and isotopic signatures in garnet pyroxenites from garnet peridotite massifs from Lower Austria. – *Journal of Petrology*, 32: 785–810, Oxford/UK.

- BECKER H. (1996b): Geochemistry of garnet peridotite massifs from lower Austria and the composition of deep lithosphere beneath a Paleozoic convergent plate margin. – *Chemical Geology*, 134: 49–65, Amsterdam.
- BECKER H. (1997): Petrological constraints on the cooling history of high-temperature garnet peridotite massifs in lower Austria. – *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 128: 272–286, Berlin.
- BECKER H., WENZEL T. & VOLKER F. (1999): Geochemistry of glimmerite veins in peridotites from Lower Austria – Implications for the origin of K-rich magmas in collision zones. – *Journal of Petrology*, 40: 315–338, Oxford/UK.
- BERAN A., FRANK W., GÖTZINGER M., KIESL W., PERTLIK F., ZEMANN J. & HOEFS J. (1981): „Biotit-schiefer“ aus metamorphen Einheiten des niederösterreichischen Moldanubikums. – *Fortschritte der Mineralogie*, 59, Beiheft 1: 18–20, Stuttgart.
- BLASS G. & PICHLER A. (2001): Die Kupferschürfe der Äußeren Wimitz, Gemeinde Frauenstein (Kärnten, Österreich). – *Carinthia II*, 191./111.: 43–55, Klagenfurt.
- CARSWELL D. A. (1991): Variscan high P-T metamorphism and uplift history in the Moldanubian Zone of the Bohemian Massif in Lower Austria. – *European Journal of Mineralogy*, 3: 323–342, Stuttgart.
- CARSWELL D. A. & O'BRIEN P. J. (1993) Thermobarometry and geotectonic significance of high-pressure granulites: examples from the Moldanubian zone of the Bohemian Massif in Lower Austria. – *Journal of Petrology*, 34: 427–459, Oxford/UK.
- COOKE R. A., O'BRIEN P. J. & CARSWELL D. A. (2000): Garnet zoning and the identification of equilibrium mineral compositions in high-pressure-temperature granulites from the Moldanubian Zone, Austria. – *Journal of Metamorphic Geology*, 18: 551–569, Hoboken/New Jersey.
- FARYAD, S. W., DOLEJŠ, D., MACHEK, M. (2009): Garnet exsolution in pyroxenes in clinopyroxenites in the Moldanubian Zone: constraining the early pre-convergence history of ultramafic rocks in the Variscan orogen. – *Journal of Metamorphic Geology* 27: 655–671, Hoboken/New Jersey.
- FARYAD S. W., RACEK M. & LEXA O. (2011): Eclogite, garnet peridotite, garnet pyroxenite and HP granulite in the Gföhl Unit. – *Geolines*, 23: 106–114, Prag.
- FARYAD S. W., JEDLIČKA R. & ETTINGER K. (2013): Subduction of lithospheric upper mantle recorded by solid phase inclusions and compositional zoning in garnet: example from the Bohemian Massif. – *Gondwana Research*, 23: 944–955, Amsterdam.
- FRIEDRICH O. (1975): Monographie der Erzlagerstätten bei Schladming, III. Teil. – *Archiv für Lagerstättenforschung in den Ostalpen*, 15: 29–63, Leoben.
- FRIEDRICH O. & PELTZMANN I. (1937): Magnesitvorkommen und Paläozoikum der Entachen-Alm im Pinzgau. – *Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 1937: 245–253, Wien.
- FRIEDRICH A., LAGER G. A., KUNZ M., CHAKOUMAKOS B. C., SMYTH J. R. & SCHULTZ A. J. (2001): Temperature-dependent single-crystal neutron diffraction study of natural chondrite and clinohumite. – *American Mineralogist*, 86: 981–989, Chantilly.
- FRITSCH E., CAVIGNAC T., LATOUCHE C. & JOBIC S. (2023): Shortwave UV Blue Luminescence of Some Minerals and Gems Due to Titanate Groups. *Minerals*, 13: 104, Basel. <https://doi.org/10.3390/min13010104>
- GÖD R., HEISS G. & KOLLER F. (2010): Geochemistry of metapelite hosted tourmalinites, Eastern Alps, Austria. – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 150: 325–341, Wien.
- GÖTZINGER M. A. (2008): Mineralogie und Mineralvorkommen des Waldviertels. In: STEININGER F. F. & STÜRMER F. (Hrsg.): *Waldviertel – Kristallviertel. Die steinerne Schatzkammer Österreichs – Gesteine und Mineralien des Waldviertels. Schriftenreihe Waldviertler Heimatbund*, 49: 77–99, Horn.

- GÖTZINGER M. A. & KIESL W. (1980): Chemismus der Hauptminerale des Biotitschiefers im Serpentinzug des mittleren Kamptales, NÖ. – Anzeiger der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, 117: 53–57, Wien.
- GRÖBNER J., KOLITSCH U., POEVERLEIN R. & STRASSER M. (2009): Ein ungewöhnliches Fahlerz-vorkommen bei der Flirscher Schihütte im Stanzer Tal, Tirol. – *Lapis*, 34 (1): 13–19; 58, München.
- GROSS W. (1982): Die Steinbrüche von Terpetzen bei Mittertrixen, Kärnten. – *Der Karinthin*, 86: 342–345, Klagenfurt.
- HEDLIK A. & ZEMANN J. (1951): Über einen mit Serpentin vergesellschafteten Biotitschiefer aus dem niederösterreichischen Moldanubikum. – *Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 3. Folge, 2: 407–416, Wien.
- HÖCK V. & MILLER C. (1980): Chemistry of mesozoic metabasites in the middle and eastern part of the Hohe Tauern. – *Mitteilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft*, 71/72: 81–88, Wien.
- HOLZER H. & ZIRKL E. (1963): Über einige weitere niederösterreichische Graphitlagerstätten. – *Verhandlungen der Geologische Bundesanstalt*, 1963: 79–91, Wien.
- HUBER S. & HUBER P. A. (1977): Mineral-Fundstellen Band 8: Oberösterreich, Niederösterreich und Burgenland. – C. Weise Verlag, 270 S., München.
- HURAI V., WIERZBICKA-WIECZOREK M., PENTRÁK M., HURAIJOVÁ M., THOMAS R., SWIERCZEWSKA A. & LUPTÁKOVÁ J. (2014): X-ray diffraction, vibrational and near-infrared absorption spectroscopic characteristics of hydroxylclinohumite from ruby-bearing marbles (Luc-Yen district, Vietnam). – *International Journal of Mineralogy*, 2014: 648530, London/UK. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/648530>
- HUSKA G. (1971): Zur Geologie und Tektonik der Weißerdelagerstätte Aspang am Ostrand des Wechselfensters (Niederösterreich). – *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien*, 64: 109–136, Wien.
- JANOŮŠEK V., FINGER F., ROBERTS M., FRÝDA J., PIN C. & DOLEJŠ D. (2004): Deciphering petrogenesis of deeply buried granites: whole-rock geochemical constraints on the origin of largely undepleted felsic granulites from the Moldanubian Zone of the Bohemian Massif. – *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, 95: 141–159, Edinburgh/UK.
- KAIN B. (2010): Steinbruch Wanko/NÖ: Optimierung der Rohstoffgewinnung auf der Basis von geowissenschaftlichen Untersuchungen: eine multi-disziplinäre Studie. – Masterarbeit, Montanuniversität Leoben, 98 S.
- KAPPEL F. (1967): Die Eklogite Meidling im Tal und Mitterbachgraben im niederösterreichischen Moldanubikum südlich der Donau. – *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, 107: 266–298, Stuttgart.
- KNOBLOCH G., KOLITSCH U. & LÖFFLER E. (2021): Bemerkenswerte Mineralfunde im Steinbruch „Autobahn“ der Firma Lasselsberger südlich Pöchlarn, Niederösterreich – Mineraliensammeln in Corona-Zeiten. – *Der Steirische Mineralog*, 36: 31–37, Graz.
- KÖHLER A. (1925): Das Granulit- und Granulitgneisproblem im südwestlichen Waldviertel. – *Anzeiger der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse*, 1925: 28–731, Wien.
- KÖHLER A. (1928): Zur Kenntnis der Ganggesteine im niederösterreichischen Waldviertel. – *Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen* 39: 125–203, Wien.
- KÖSTLER H. J. & KASSL K. H. (2004): Der Edelmetallbergbau auf der Kärntner Seite des Kloben bei Heiligenblut. – *Res Montanarum*, 34: 54–59, Leoben.

- KOTKOVÁ J. (2007): High-pressure granulites of the Bohemian Massif: Recent advances and open questions. – *Journal of Geosciences*, 52: 45–71, Prag.
- KRENN E. & FINGER F. (2010): Unusually Y-rich monazite-(Ce) with 6–14 wt.% Y₂O₃ in a granulite from the Bohemian Massif: implications for high temperature monazite growth from the monazite-xenotime miscibility gap thermometry. – *Mineralogical Magazine*, 74: 217–225, Twickenham.
- KRMÍČEK L., ROMER R. L., TIMMERMAN M. J., ULRYCH J., GLODNY J., PŘICHYSTAL A. & SUDO M. (2020): Long-lasting (65 Ma) regionally contrasting late- to post-orogenic Variscan mantle-derived potassic magmatism in the Bohemian Massif. – *Journal of Petrology*, 61: egaa072, Oxford/UK.
- KUBEŠ M., LEICHMANN J., BURIÁNEK D., HOLÁ M., NAVRÁTIL P., SCAILLET S. & O’SULLIVAN P. (2022): Highly evolved miaskitic syenites deciphering the origin and nature of enriched mantle source of ultrapotassic magmatism in the Variscan orogenic root (Bohemian Massif, Moldanubian Zone). – *Lithos*, 432–433: 106890, Amsterdam.
- KUBÍNOVÁ Š. (2019): Minerální a chemické změny během krystalizace magmatu a tvorby pozdně variských intruzí a žil v moldanubické zóně Českého masívu [Mineral and chemical changes of magma crystallization during formation of post-Variscan intrusions and veins in the Moldanubian Zone of the Bohemian Massif]. PhD Thesis, University of Prague, 168 pp. <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/110900/140077003.pdf?sequence=1>
- KUBÍNOVÁ Š., FARYAD S. W., VERNER K., SCHMITZ M. & HOLUB F. (2017): Ultrapotassic dykes in the Moldanubian Zone and their significance for understanding of the post-collisional mantle dynamics during Variscan orogeny in the Bohemian Massif. – *Lithos*, 272–273: 205–221, Amsterdam.
- KURZ B. (2009): Zn-Fe-Pb-Cu-Mineralisationen in Marmoren der Bunten Serie, Böhmisches Masse, Niederösterreich. – Unveröffentl. Diplomarbeit, Universität Wien, 147 S., Wien.
- KURZ B. & GÖTZINGER, M. (2005): Zn-Fe-Pb-Cu-Mineralisationen in Marmoren der Bunten Serie, Böhmisches Masse, Niederösterreich. – *Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft*, 151: 77, Wien.
- KURZ B., BERAN A. & GÖTZINGER, M. (2020): Zinkblende-Vererzungen in Marmoren der „Bunten Serie“, Böhmisches Masse, Niederösterreich. – *Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft*, 166: 71–88, Wien.
- KWAK T.A.P (1968): Ti in biotite and muscovite as an indication of metamorphic grade in almandine amphibolite facies rocks from Sudbury, Ontario. – *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 32: 1222–1229, Amsterdam.
- MALI H. (1996): Bildungsbedingungen von Quecksilber- und Antimonlagerstätten im Ostalpin (Österreich). – Unveröffentlichte Dissertation, Montanuniversität Leoben, 215 S., Leoben.
- MATĚJOVSKA O. (1970): Composition of coexisting garnet and biotite from some granulites of Moldanubicum, Czechoslovakia. – *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 1970: 249–263, Stuttgart.
- MATURA H. (1984): Das Kristallin am Südostrand der Böhmisches Masse zwischen Ybbs/Donau und St. Pölten. – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 127: 13–27, Wien.
- MEDARIS L. G., Jr., BEARD B. L. & JELÍNEK E. (2006): Mantle-derived, UHP garnet pyroxenite and eclogite in the Moldanubian Gföhl Nappe, Bohemian Massif: A geochemical review, new P-T determinations, and tectonic interpretation. – *International Geology Review*, 48: 765–777, London/UK.
- MEIXNER H. (1957): Die Minerale Kärntens, Teil 1. – Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten, Klagenfurt.

- MEIXNER H. (1976): Neue Mineralfunde aus Österreich XXVI. – Carinthia II, 166./86.: 11–42, Klagenfurt.
- MEIXNER H. (1978): Neue Mineralfunde aus Österreich XXVIII. – Carinthia II, 168./88.: 81–103, Klagenfurt.
- MEIXNER H. (1979): Neue Mineralfunde aus Österreich XXIX. – Carinthia II, 169./89.: 15–36, Klagenfurt.
- MINGUZZI C. (1938): Cuprivaite: un nuovo minerale. – Periodico di Mineralogia, 9: 333–345, Rom.
- MOIK D. (2013): Montangeologische Aufnahme des Spatmagnetitvorkommens SW Hinterthal/Salzburg. – Masterarbeit, Montanuniversität Leoben, 90 S. und Analysenanhang I–XXVIII, Leoben. (<https://pure.unileoben.ac.at/portal/files/3070841/AC11183802n01.pdf>)
- MORTEANI G. (1989): Mg-metasomatic type sparry magnesites of Entachen Alm, Hochfilzen/Bürgelkopf and Spießnägél (Austria). – Monograph Series on Mineral Deposits, 28: 105–114, Berlin.
- NAGASHIMA M., NISHIO-HAMANE D., NAKANO N. & KAWASAKI T. (2019): Synthesis and crystal chemistry of mukhinite, V-analogue of clinozoisite on the join $\text{Ca}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$ – $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{VSi}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$. – Physics and Chemistry of Minerals, 46: 63–76, Berlin.
- NEINAVAE H. (1979): Dünnschliff- und Anschliffuntersuchungen von scheelitführenden Gesteinsproben aus dem Bereich Villgrater Berge (Panzendorf-Außervillgraten), Schloßberg bei Lienz und Zanaischg/Liesertal. – Unveröffentlichter Bericht (Lagerstättenkundliches Archiv der Geologischen Bundesanstalt), 1–21, Eisenerz.
- NICKEL E.H. (1973): The new mineral cuprospinel (CuFe_2O_4) and other spinels from an oxidized ore dump at Baie Verte, Newfoundland. – Canadian Mineralogist, 11: 1003–1007, Quebec.
- NIEDERMAYR G. (1999): Achat in Österreich. – Mineralien-Welt, 10 (6): 52–56, Haltern.
- NIEDERMAYR G., BRANDSTÄTTER F., KIRCHNER E., MOSER B. & POSTL W. (1989): Neue Mineralfunde aus Österreich XXXVIII. – Carinthia II, 179./99.: 231–268, Klagenfurt.
- NIEDERMAYR G., BLASS G., BOJAR H.-P., BRANDSTÄTTER F., HOLLERER C. E., MOSER B., POSTL W. & TAUCHER J. (1999): Neue Mineralfunde aus Österreich XLVIII. – Carinthia II, 189./09.: 201–236, Klagenfurt.
- NIEDERMAYR G., AUER C., BERNHARD F., BOJAR H.-P., BRANDSTÄTTER F., ERTL A., ETTINGER K., HAMMER V. M. F., LEIKAUF B., POSTL W., SABOR M., SCHUSTER R., SEEMANN R. & WALTER F. (2005): Neue Mineralfunde aus Österreich LIV. – Carinthia II, 195./115.: 277–315, Klagenfurt.
- NIEDERMAYR G., BAUER C., BERNHARD F., BLASS G., BOJAR H.-P., BRANDSTÄTTER F., GRÖBNER J., HAMMER V. M. F., KOCH G., KOLITSCH U., LEIKAUF B., LORÁNTH C., POEVERLEIN R., POSTL W., PRASNIK H., SCHACHINGER T., TOMAZIC P. & WALTER F. (2008): Neue Mineralfunde aus Österreich LVII. – Carinthia II, 198./118.: 223–274, Klagenfurt.
- NIEDERMAYR G., BERNHARD F., BRANDSTÄTTER F., ČORIĆ S., GRÖBNER J., GROLIG D., HAMMER V. M. F., KNOBLOCH G., KOLITSCH U., LÖFFLER E., LUFT W., POEVERLEIN R., POSTL W., PRASNIK H., PRISTACZ H., ROETZEL R., VÁVRA N. & WALTER F. (2009): Neue Mineralfunde aus Österreich LVIII. – Carinthia II, 199./119.: 189–236, Klagenfurt.
- NIEDERMAYR G., BERNHARD F., BOJAR H.-P., BRANDSTÄTTER F., GÖTZINGER M., HOLLERER C. E., KNOBLOCH G., KOLITSCH U., LEIKAUF B., LÖFFLER E., POSTL W., PRASNIK H., PRAYER A., PRISTACZ H. jun., SCHILLHAMMER H., STEINWENDER C., TAUCHER J., WALTER F. & WEISSENSTEINER G. (2013): Neue Mineralfunde aus Österreich LXII. – Carinthia II, 203./123.: 91–146, Klagenfurt.
- NIEDERMAYR G., AUER C., BERGER A., BERNHARD F., BOJAR H.-P., BRANDSTÄTTER F., FINK R., HOLLERER C. E., KOLITSCH U., MÖRTL J., POSTL W., PRASNIK H., SCHABEREITER H., SCHILLHAMMER H.,

- STEINWENDER C., STROBL M., TAUCHER J. & WALTER F. (2014): Neue Mineralfunde aus Österreich LXIII. – *Carinthia II*, 204./124.: 65–146, Klagenfurt.
- NIEDERMAYR G., AUER C., BERNHARD F., BOJAR H.-P., BRANDSTÄTTER F., GRILL J., GRÖBNER J., HOLLERER C. E., KNOBLOCH G., KOLITSCH U., LAMATSCH P., LÖFFLER E., PIELER E., POSTL W., PRASNÍK H., SCHACHINGER T., SCHILLHAMMER H., TAUCHER J. & WALTER F. (2015): Neue Mineralfunde aus Österreich LXIV. – *Carinthia II*, 205./125.: 207–280, Klagenfurt.
- ORSOEV D. A., KANAKIN S. V., PAKHOMOVSKY Y., USHCHAPOVSKAYA Z. F. & REZNITSKY L. Z. (2016): Mineral CuFe_2S_4 from Sulfide Copper-Nickel Ores of the Lovnozero Deposit, Kola Peninsula. – *Geology of Ore Deposits*, 58: 579–585, Berlin.
- OSTWALD J. (1985): Fletcherite and its genesis in the Kalgoorlie area, Western Australia. – *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 1985: 35–44, Stuttgart.
- OTTOLINI L., CÁMARA F. & BIGI S. (2000): An investigation of matrix effects in the analysis of fluorine in humite-group minerals by EMPA, SIMS, and SREF. – *American Mineralogist*, 85: 89–102, Chantilly.
- PAAR W., GÜNTHER W. & GRUBER F. (2006): *Das Buch vom Tauerngold*. – Verlag Anton Pustet, 568 S., Salzburg.
- PEKOV I. V., SANDALOV F. D., KOSHYAKOVA N. N., VIGASINA M. F., POLEKHOVSKY Y. S., BRITVIN S. N., SIDOROV E. G. & TURCHKOVA A. G. (2018): Copper in natural oxide spinels: The new mineral thermaerogenite CuAl_2O_4 , cuprospinel and Cu-enriched varieties of other spinel-group members from fumaroles of the Tolbachik Volcano, Kamchatka, Russia. – *Minerals*, 8 (11): 498, Basel.
- PETRAKAKIS K. & RICHTER W. (1990): Gföhler Gneise und Granulite aus dem mittleren und südlichen NÖ-Moldanubikum: eine paragenetische und texturale Gegenüberstellung. – *Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik*, 1990: 121–135, Wien.
- PETRAKAKIS K. & RICHTER W. (1991): Metamorphose im niederösterreichischen Moldanubikum – eine Übersicht. – *Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt*, 1991, 13–20, Wien.
- PICHLER A. (2009): *Bergbau in Westkärnten, eine Bestandsaufnahme der noch sichtbaren Merkmale der historischen Bergbaue in Westkärnten*. – Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten, 416 S., Klagenfurt.
- PICHLER A. (2020): *Streifzug durch die Edelmetallbergbaue Kärntens*. – Eigenverlag, 330 S., Viktring.
- POSTL W. (1981): Mineralogische Notizen aus der Steiermark. – *Die Eisenblüte*, Jg.2, Neue Folge, 3: 6–13, Graz.
- PYLE J. M., SPEAR F. S., RUDNICK R. L. & McDONOUGH W. F. (2001): Monazite-xenotime-garnet equilibrium in metapelites and a new monazite-garnet thermometer. – *Journal of Petrology*, 42: 2083–2107, Oxford/UK.
- ROBINSON K., GIBBS G. V. & RIBBE P. H. (1973): The crystal structures of the humite minerals. IV. Clinohumite and titanoclinohumite. – *American Mineralogist*, 58: 43–49, Chantilly.
- SCHANTL P., HAUZENBERGER C., FINGER F., MÜLLER T. & LINNER M. (2019): New evidence for the prograde and retrograde PT-path of high-pressure granulites, Moldanubian Zone, Lower Austria, by Zr-in-rutile thermometry and garnet diffusion modelling. – *Lithos*, 342-343: 420–439, Amsterdam.
- SCHARBERT H. G. (1964): Die Granulite des südlichen niederösterreichischen Moldanubikums. II. Teil. – *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, 101: 27–66, Stuttgart.
- SCHARBERT H. G. (1965): Exkursion A/I. Moldanubikum südlich der Donau. – *Fortschritte der Mineralogie*, 42: 113–118, Stuttgart.

- SCHARBERT H. G. (1973): Pyrope-rich garnets from Moldanubian garnet pyroxenites, Bohemian Massif, Lower Austria, Austria. – Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte, 1973: 80–83, Stuttgart.
- SCHARBERT H. G. (1979): Mg-reicher Ilmenit in einem Granatwebsterit im Granulitkörper von St. Leonhard, Mittleres Kamptal, Niederösterreich. – Anzeiger der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, 116: 161–165, Wien.
- SCHARBERT H. G. & CARSWELL D. A. (1983): Petrology of garnet-clinopyroxene rocks in a granulite facies environment, Bohemian massif of Lower Austria. – Bulletin de Minéralogie, 106: 761–774, Paris.
- SCHARBERT H. G. & KURAT G. (1974): Distribution of some elements between coexisting ferromagnesian minerals in Moldanubian granulite facies rocks, Lower Austria, Austria. – Tschermaks mineralogische und petrographische Mitteilungen, 21: 110–134, Wien.
- SCHÖLL P. (1991): Dezentrale Goldsuche im Rauriser Tal in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts (Schurforte außerhalb des Zentrums des Goldbergbaus im Talschluß des Hüttwinkls 1509-1562). – Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, 131: 69–96, Salzburg.
- SILVA D., DACZKO N. R., PIAZOLO S. & RAIMONDO T. (2022): Glimmerite: A product of melt-rock interaction within a crustal-scale high-strain zone. – Gondwana Research, 105: 160–184, Amsterdam
- STEGER A. (2019): Reaktionsgefüge als Anzeiger von Metamorphosebedingungen am Beispiel ausgewählter moldanubischer Gesteine. – Master Thesis, Universität Wien, 45 S.
- STRASSER A. (1989): Die Minerale Salzburgs. – Eigenverlag A. Strasser, 348 S., Salzburg.
- SUDHOLZ Z. J., GREEN D. H., YAXLEY G. M. & JAQUES A. L. (2022): Mantle geothermometry: experimental evaluation and recalibration of Fe–Mg geothermometers for garnet-clinopyroxene and garnet-orthopyroxene in peridotite, pyroxenite and eclogite systems. – Contributions to Mineralogy and Petrology, 177: 77 (19 S.), Berlin.
- TOMAZIC P. (1999): Der Blei-Zink Bergbau Freßnitzkogel - Stanglalm, Mürztal, Steiermark, Österreich. – Annalen, Journal of Science and Art, 1: 57–62, Graz.
- TOMAZIC P., BERNHARD F., KOLITSCH U. & KOBLOCH G. (2012): Mineralogie eines historischen Bergbaues auf Eisen und Silber am Arzberg bei Steinhaus am Semmering. – Der Steirische Mineralog, 26: 4–9, Graz.
- TORNQUIST A. (1933): Eine perimagmatische Antimon-Silber-Erzlagerstätte südlich Abfaltersbach, Osttirol. – Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 85: 53–77, Hannover.
- UHER P., KOVÁČIK M., KUBIŠ M., SHTUKENBERG A. & OZDÍN D. (2008): Metamorphic vanadium-chromian silicate mineralization in carbon-rich amphibole schists from the Malé Karpaty Mountains, Western Carpathians, Slovakia. – American Mineralogist, 93: 63–73, Chantilly.
- VRÁNA S. & FRÝDA J. (2003): Ultrahigh-pressure grossular-rich garnetite from the Moldanubian Zone, Czech Republic. – European Journal of Mineralogy, 15: 43–54, Stuttgart.
- WALTER F., AUER C., BERNHARD F., BOJAR H.-P., BRANDSTÄTTER F., GRÖBNER J., JAKELY D., KOLITSCH U., POSTL W., PRAYER A., SCHACHINGER T., SCHILLHAMMER H., SLAMA M., STECK C., WEISS J. & ZEUG M. (2017): Neue Mineralfunde aus Österreich LXVI. – Carinthia II, 207./127.: 217–284, Klagenfurt.
- WALTER F., AUER C., BOJAR H.-P., FRIEBE G., JAKELY D., KOLITSCH U., KISELJAK R., KNOBLOCH G., LEIKAUF B., LÓRÁNTH C., LÖFFLER E., MÄSER R., POSTL W., PUTZ H., RAUSCH L., SCHACHINGER

- T., SCHILLHAMMER H., SLAMA M., STECK C. & WEISS J. (2018): Neue Mineralfunde aus Österreich LXVII. – *Carinthia* II, 208./128.: 185–254, Klagenfurt.
- WALTER F., AUER C., BERNHARD F., BOJAR H.-P., ERTL A., FRIEBE G., GRILL J. A., GRÖBNER J., HAMMER V. M. F., HEIDER K.-J., HÖBLINGER M., KOLITSCH U., MÄSER R., POSTL W., SCHACHINGER T., STEHLIK H., TOPA D. & TRATTNER W. (2019): Neue Mineralfunde aus Österreich LXVIII. – *Carinthia* II, 209./129.: 237–362, Klagenfurt.
- WALTER F., AUER C., BERNHARD F., BOJAR H.-P., BRANDSTÄTTER F., GRILL J. A., KISELJAK R., KNOBLOCH G., KOLITSCH U., LAMATSCH P., LENZ C., LÖFFLER E., MELCHER F., POSTL W., PRASNIK H., RAUSCH L., REICHT M., SCHACHINGER T., SCHILLHAMMER H., SCHREIECK E., SCHWABL S., STECK C., STEINER T., TRATTNER W. & WEISSENSTEINER G. (2020): Neue Mineralfunde aus Österreich LXIX. – *Carinthia* II, 210./130.: 153–218, Klagenfurt.
- WALTER F., AUER C., BERNHARD F., BOJAR H.-P., KANDUTSCH G., KISELJAK R., KOLITSCH U., POSTL W., SCHACHINGER T., SLAMA M., TRATTNER W. & WEISSENSTEINER G. (2021): Neue Mineralfunde aus Österreich LXX. – *Carinthia* II, 211./131.: 187–276, Klagenfurt.
- WALTER F., AUER C., BERGER F., BERNHARD F., BIELER H., BOJAR H.-P., ECK H., JAKELY D., KISELJAK R., KNOBLOCH E., KNOBLOCH G., KOLITSCH U., KRÜGER B., LÖFFLER E., POSTL W., RAUSCH L., SCHACHINGER T., SCHILLHAMMER H., SCHREIECK E., STECK C., ŠTEVKO M. & TROPPEL P. (2022): Neue Mineralfunde aus Österreich LXXI. – *Carinthia* II, 212./132.: 221–308, Klagenfurt.
- WEBER L. (Hrsg.) (1997): Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs: Erläuterungen zur metallogenetischen Karte von Österreich 1:500.000 unter Einbeziehung der Industriemineralien und Energierohstoffe. – *Archiv für Lagerstättenforschung*, 19: 607 S., Wien.
- WEISSENSTEINER G. (2020): Mineralfunde aus dem Einzugsgebiet der Lassnitz, Koralpe, Steiermark. – *Der Steirische Mineralog*, 35: 21–34, Graz.
- WOLFSKRON M.V. (1884): Zur Geschichte des Lungauer Bergbaues mit besonderer Berücksichtigung von Ramingstein und Schellgaden. – *Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde*, 24: 133–250, Salzburg.
- ZEMANN J., BERAN A. & PERTLIK F. (1979): Graphit als Bestandteil des Biotitschiefer-Vorkommens im Serpentinzug des mittleren Kamptales, N. Ö. – *Anzeiger der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse*, 116: 14–15, Wien.
- ZENZ J. & TRATTNER W. (2022): Der Pauliberg im Burgenland, Österreich – eine Weltklassenfundstelle für Mikromineralien. – *Mineralien-Welt*, 4: 6–42, Haltern.

Dank

Uwe Kolitsch dankt dem Institut für Mineralogie und Kristallographie der Universität Wien (ehemaliger Institutsvorstand Prof. Dr. Christian L. Lengauer und derzeitiger Institutsvorstand Univ.-Prof. Dr. Ronald Miletich-Pawliczek) für die Möglichkeit zur Durchführung mineralogischer Untersuchungen.

Christian Auer dankt Priv.-Doz. Dr. Uwe Kolitsch für Rat und Tat bei der Erstellung der Beiträge sowie Hofrat Dr. Gerhard Hobiger (GBA Wien) für die Genehmigung zur Benutzung des Rasterelektronenmikroskops und Dr.ⁱⁿ Wimmer-Frey für REM-Analysen von Amphibolen.

Für die Korrekturlesung der einzelnen Beiträge und für wertvolle fachliche Anregungen sind Franz Walter und alle übrigen Co-Autoren Priv.-Doz. Dr. Uwe Kolitsch zu besonderem Dank verpflichtet.

Dank

Für Untersuchungsmaterial und zweckdienliche Angaben zu den hier mitgeteilten Funden danken die Autor*innen:

Gerald Gesselbauer, Kapfenberg
Gerald Knobloch, Aggsbach-Dorf
Mag.a Gabriele Palfinger, Wien
DI Jürgen Petutschnig, Möllbrücke
Leopold Rausch, Krems
Harald Schillhammer, Wien
Albert Strasser, Salzburg
G. Trautsamwieser, Spitz an der Donau
Thomas Wabnig jr., Napplach
Gernot Weissensteiner, Deutschlandsberg

Anschrift der Autor*innen

Ing. Christian Auer, GeoSphere Austria, FA Geochemie, Neulinggasse 38, 1030 Wien.

Mag. Dr. Franz Bernhard, Fasangasse 11, 8073 Feldkirchen bei Graz.

Johanna Blank, Hagedornweg 2/2/12, 1220 Wien.

Mag. Dr. Hans-Peter Bojar, Dr. Walter Postl und Ao. Univ.-Prof. i. R. Dr. Franz Walter, Universalmuseum Joanneum, Sammlung Mineralogie, Studienzentrum Naturkunde, Weinzöttlstraße 16, 8045 Graz. E-Mail: franz.walter1952@gmx.at

Dr. Franz Brandstätter und Priv.-Doz. Dr. Uwe Kolitsch, Naturhistorisches Museum Wien, Mineralogisch-Petrographische Abteilung, Burgring 7, 1010 Wien.

Erwin Löffler, Gossam 82, 3644 Emmersdorf/D.

Rosmarie Mäser, In Fängen 14a, 6850 Dornbirn.

Paul Ruppe, Schnann 22, 6574 Pettneu am Arlberg.

Dipl.-Ing. Tobias Schachinger, Akkonplatz 10, Whg. 15-17, 1150 Wien.

Dr. Harald Schillhammer, Naturhistorisches Museum Wien, Burgring 7, 1010 Wien.

Christian Steck, Zöhrrerweg 6a, 6134 Vomp.

Ing. Harald Stehlik, Hagedornweg 2/2/12, 1220 Wien.

Walter Trattner, Grüner Weg 219, 8271 Bad Waltersdorf.

Robert Winkler, Schottergasse 7, 3500 Krems an der Donau.