

Galmei und schöne Wulfenite: Der Blei-Zink-Bergbau rund um den Fernpaß in Tirol

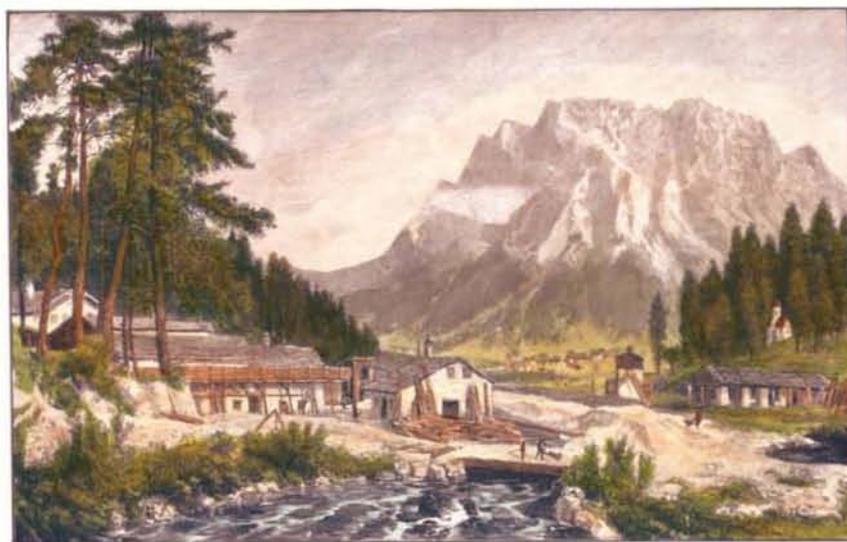
Von Armin Hanneberg, Haar; Peter Simon, Nassereith
und Christian Wolkersdorfer, Cape Breton University (Kanada)

Blei und Silber

Während die Blei- und Silbervorkommen im Karwendelgebirge schon im 13. Jh. auf silberhaltigen Bleiglanz erschürft wurden, ist der Bergbau zwischen Imst und Ehrwald erst ab der zweiten Hälfte des 15. Jhs. belegbar. In-

wieweit die nachweislich feuergesetzten Abbaue am Tschirgant und in der Rosengartenschlucht bei Imst einer früheren Bergbauperiode zuzuordnen sind, kann nach derzeitigem Wissensstand noch nicht geklärt werden (GSTREIN 2003).

Nach einer raschen Zunahme von Bergwerksverleihungen im ganzen Gebiet erließ der Tiroler Landesfürst Erzherzog Sigmund der Münzreiche im Jahre 1477 eine Bergordnung für Imst und Hall und setzte in beiden Städten ein Bergrichter ein (MUTSCHLECHNER 1976). Mit dem Anstieg der Kupfer- und Silberproduktion im Unterinntal nahm der Bedarf an Bleierzen als Zuschlag beim Entsilbern des Kupfers stark zu. Für den damals üblichen, sogenannten Seigerhüttenprozeß bezogen die Unterinntaler Gewerke Bleierze vom Schneeberg und aus Gossensaß in Südtirol, von Bleiberg in Kärnten, aus dem Karwendel und aus dem Bergrichterbezirk Imst.



Gewerkschaft Silberleithe bei Garmisch.
Nach dem Originalgemälde von Prof. Schreyer.

Das Hüttenwerk „Schmölz“ der Gewerkschaft Silberleithe. Kolorierter Stich nach einem Gemälde von Josef Schreyer (1844-1923). Im Hintergrund das Zugspitzmassiv! Archiv: Simon.

Die Blei- und Zinkvorkommen in den Nördlichen Kalkalpen stehen von ihrer Bedeutung zwar etwas im Schatten der bekannten kalkalpinen Lagerstätten Bleiberg (Kärnten) oder Mežica (Slowenien), doch war der Bergbau auf Blei/Zink-Erze und später auch auf Molybdän bis ins 20. Jahrhundert ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für die Region am Fernpaß. Auch ist dieses Gebiet vor allem für ausgezeichnete, teils langprismatisch ausgebildete Wulfenitkristalle bekannt.

Galmei

Zu Beginn des 16. Jh. kam der Galmeigewinnung immer größere Bedeutung zu. Die reichen Vorkommen begünstigten die Entstehung einer eigen-

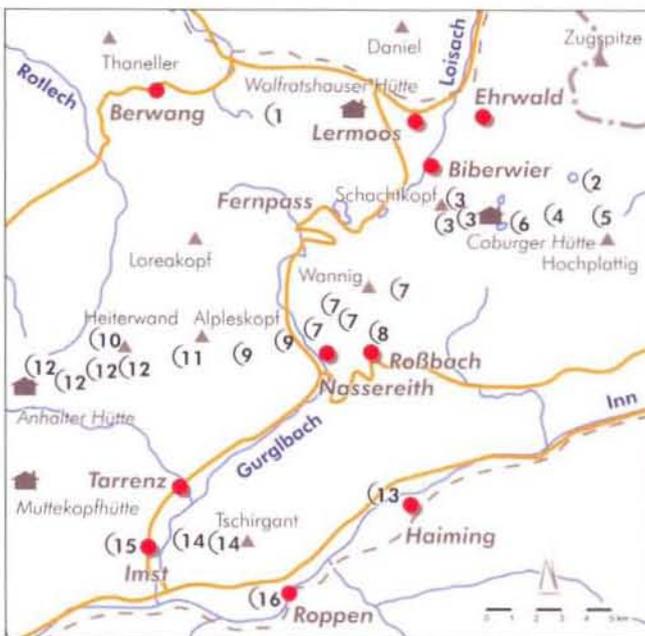
ständigen Messingindustrie in Tirol. Eine Vielzahl von Gruben am Tschirgant, an der Heiterwand und im Mieminger Gebirge standen in Betrieb. Erst in der 2. Hälfte des 16. Jh. soll der später bedeutende Bergbau Dirstentritt am Alpleskopf bei Nassereith seine Anfänge haben.

Der Sage nach hatte der Riese Dürsus auf einer erfolglosen Bärenjagd durch einen Fußtritt den Erzausbiß aufgedeckt (ISSER 1888).

Am Imster Bergbau waren neben vielen Kleingewerken und dem jeweiligen Landesfürsten auch die in Schwaz vertretenen Gewerke TÄNZL, DREYLING und KATZBECK-MANLICH beteiligt (MUTSCHLECHNER 1976). Die FUGGER wurden erst nach der Gründung des Jenbacher Handels im Jahre 1565 Mitgewerken, als die Gebrüder KATZBECK ihre Anteile am Imster Bergbau im Wert von etwa 4.300 Gulden in die Gesellschaft einbrachten. Im 17. Jh. nahm die Bedeutung der großen Handelshäuser im Bergbau bis zur Liquidation des Jenbacher Handels stetig ab (SCHEUERMANN 1929). Während der Bleibergbau wegen Erschöpfung der Reicherzorkommen und nachlassender Nachfrage unrentabel wurde, entwickelte sich der Galmeiabbau kleiner Gewerkschaften weiterhin gut.



Oben: Die Aufbereitungsanlage des Bergbaus Dirstentritt. Aufnahme um 1919. Archiv: Simon. — Unten: Dieses historische Sammlungsstück mit der Fundortangabe „Silberleithe“ trägt Pyromorphit & Cerussit. Bildbreite 7 cm. Foto: Timm, Sammlung Wolkersdorfer.



Bergbaue und Mineralfundstellen zwischen Imntal und Fernpaß. Graphik: Wolkersdorfer.

- Legende:**
 (1)=Bleispitze
 (2)=Igelsee
 (3)=Silberleithe
 (4)=Brendlkar
 (5)=Igelsekar
 (6)=Drachenkar
 (7)=Wannig
 (8)=Feigenstein
 (9)=Dirstentritt
 (10)=St. Veit
 (11)=Reissenschuh
 (12)=Heiterwand
 (13)=Haiming
 (14)=Tschirgant
 (15)=Blaue Grotte
 (16)=Stbr. Roppen

Im Jahre 1701 wurden erstmals Bergbaurechte für das Feigensteiner Bleierz- und Galmeivorkommen östlich von Nassereith verliehen. Bereits in der Grube wurden die Erze von Hand geschieden und anschließend einer einfachen Aufbereitung mit Sieb- und Setzarbeit zugeführt. Die Bleierze löste die Gewerkschaft Feigenstein zum Schmelzen in der landesfürstlichen Hütte in Brixlegg ein, weil sie im Gegensatz zum Silberleithner Bergbau bei Biberwier über keine eigene Schmelzkonzession verfügte. Dagegen wurde das Galmei in einer Rösthütte in der Nähe der Grube zum verkaufsfertigen Produkt verarbeitet und vor allem an die Messingwerke in Achenrain und Rosenheim verkauft (REISIGL 1776).

Während der Napoleonischen Kriege fand ein geregelter Betrieb nur noch in den Revieren Silberleithe und Feigenstein statt. In den anderen Bergbauen kutteten kleine Eigenlöhnergemeinschaften nur mehr sporadisch Halden und Versatz in Gruben nach Erzen durch. In der ersten Hälfte des 19. Jh. errichtete die Gewerkschaft Silberleithe bei Biberwier einen Zinkofen. Zunächst wurde aber nur Galmei verarbeitet, eine Gewinnung der Zinkblende dagegen ist erst einige Jahrzehnte später belegbar.

Deutsche Investoren

Bis 1880 gehörte die Gewerkschaft Silberleithe wohlhabenden einflussreichen Tirolern, darunter Graf zu LODRON, Familie TSCHURTSCHENTHALER, Freiherr von SPIEGELFELD und der Pfarrkirche zu Sterzing. Danach kauften sich bedeutende deutsche Industrielle und Privatiers ein, denen es gelang, das Bergwerk zu seiner vorerst letzten Blüte zu bringen. Namen wie Dr. jur. Friedrich HAMMACHER oder das jüdische Bankhaus SIMONS & Co. belegen die Bedeutung, die der Außerferner Bergbau einst besaß (WOLKERSDORFER 1991, WOLKERSDORFER et al. 2008). Direktor der neuen Gewerkschaft wurde der Bergrat Max BRAUN aus Aachen, der den Betrieb von Grund auf modernisierte und die unrentablen Schmelzöfen stilllegte. Die Verhüttung der Erzkonzentrate erfolgte nun in den großen Hüttenbetrieben im Rheinland. Aufschlußarbeiten jenseits der Wasserkluft führten zu Entdeckung neuer Erzkörper am Wamperten Schroffen, die in der Fol-

gezeit abgebaut wurden (HAUSSING 1898).

Auch für andere Grubenbetriebe interessierten sich auswärtige Investoren. So begann im Sommer 1876 eine Gesellschaft, die von Hamburger Industriellen gegründet worden war, mit der Prospektion auf Blei- und Zinkerze am Bergbau Dirstentritt. Im April 1877 übernahm Max v. ISSER für kurze Zeit die Betriebsleitung. Seine großzügigen Planungen mit einer 3,3 km langen Erzdrift bis ins Tal und einem Unterfahrungsstollen fanden bei den Geldgebern keinen Anklang. Arbeiten an einem neuen Unterfahrungsstollen (Carl-Eduard-Stollen) führte die Gewerkschaft Dirstentritt erst zwischen 1889 und 1891 durch. Nach etwa 500 Meter Vortrieb wurde das Projekt wieder aufgegeben.

Im Jahre 1910 übernahm Willy v. DULONG aus Berlin alle Kuxe der Gewerkschaft Dirstentritt und investierte in den Ausbau des Grubenbetriebes mehr als 600.000 Kronen. Nach Fertigstellung der Tagesanlagen wurde mit dem Erzabbau über und unterhalb des Maria-Heimsuchungsstollens begonnen. Zur Beschaffung weiteren Kapitals gründete v. DULONG 1914 in Spanien eine Aktiengesellschaft unter dem Firmennamen „Sociedad Hispano-Austriaca des minas de plom y zinc“, der nun alle Anteile am Bergbau Dirstentritt überschrieben wurden. Der Ausbruch des 1. Weltkriegs verhinderte jedoch die Auflegung von Aktien und den freien Verkauf am Markt (SIMON & HANNEBERG 2006).



Molybdänerze für die Rüstung

Für die im Weltkrieg vom Weltmarkt ausgeschlossenen Mittelmächte Deutschland und Österreich-Ungarn war das stahlveredelnde Metall Molybdän zur Herstellung von kriegswichtigem Material wie Geschützen, Geschossen und Panzerplatten von großer Bedeutung. Selbst den kleineren Vorkommen am Tschirgant, am Dirstentritt und dem in Bayern liegenden Höllental bei Garmisch wurde von den Militärs große Aufmerksamkeit geschenkt. Sie gerieten als kriegswichtige Betriebe unter militärische Kontrolle. Zum Beispiel produzierte die k. & k. Heeresverwaltung im Bergwerk am

Das Mundloch des Maria-Heimsuchungsstollens am Dirstentritt um 1919. Archiv: Simon.

Geologische Karte und Lage der Bergbaue im Mieminger Gebirge und den Lechtaler Alpen. Nur die wichtigsten triassischen und jurassischen Schichtglieder sind in der Legende benannt. Graphik: Wolkersdorfer, verändert und ergänzt nach VETTERS (1933).



Legende

- Talfüllungen
- Schwemmfächer
- Hangschutt
- Bergsturzmassen
- Hochterrassenschotter
- Moränen (Würm)
- Kreide
- Jura (Allgäuschichten)
- Obertrias (Hauptdolomit, Plattenkalk)
- Mitteltrias (Muschelkalk, Wettersteinkalk)
- Glimmerschiefer, Schiefergneis
- Orthogneise
- Paragneise



Ruine der Seilbahnstation am Hammacherfeld, Silberleithe. Foto: Zahnleiter.



Ein rund 3 cm großer Wulfenit-„Schwimmer“ vom Tschirgant. Foto: Timm Sammlung Hanneberg.

Tschirgant zwischen 1915 und 1917 etwa 10 Tonnen Gelbbleierz-Konzentrat (MUTSCHLECHNER 1954). Während die Erze am Tschirgant und im Höllental 1918 schon fast ausgebeutet waren, steigerte der Bergbau Dirstentritt seine Produktion im letzten Kriegsjahr auf etwa 12 t Molybdänerz. Dazu trug auch die Fertigstellung des Carl-Eduard-Stollens bei, der nach etwa 1,2 km Länge die Lagerstätte erreichte und den nächst höheren Förderstollen um rund 360 m unterfuhr. Nach Kriegsende erweiterten die

Bergbaubetriebe Dirstentritt und St. Veit die Produktion erheblich, wohingegen die Gewerkschaft Silberleithe trotz intensiver Aufschlußtätigkeit keine weiteren nennenswerten Vorräte vorweisen konnte. 1921 stellte die Gewerkschaft nach 400-jähriger Betriebsgeschichte den Abbau wegen Erschöpfung der Lagerstätte ein. Seit 1940 gehört das Bergwerk dem Elektrizitätswerk Reutte. Ein Jahr später wurde die Gewerkschaft Silberleithe als Rechtsform aufgelöst und im Dezember 1984 die Bergwerke verschlossen



Graffiti ukrainischer Zwangsarbeiter („Michailik Iwan“) im Bergbau Dirstentritt. Foto: Hanneberg.

und bergrechtlich gelöscht. Bis zum heutigen Tag wird allerdings das Grubenwasser des Max-Braun-Stollens zur Stromerzeugung genutzt (WOLKERSDORFER 1991, WOLKERSDORFER et al. 2008).

Am Dirstentritt wurde damals fast auf Talniveau der Wendelin-Stollen als Erbistollen angeschlagen, um die bestehenden Erzabbau im Carl-Eduard-Stollen um mehr als 200 Höhenmeter zu unterfahren. Die Vortriebsarbeit am Erbistollen gerieten zunächst ins Stocken, während die Erzgewinnung bis 1926 erfolgte (SIMON & HANNEBERG 2006).

Nachdem sich v. DULONG in finanziellen Schwierigkeiten befand, übernahm die Bleiberger Bergwerksunion (BBU) den Betrieb und beschleunigte den Vortrieb des Wendelin-Stollens zur Erschließung neuer Erze. Starke Wassereinbrüche mit mehr als 500 Litern pro Sekunde (!) verzögerten und verteuerten die Arbeiten am Stollen erheblich. Außerdem entwässerte der neue Erbistollen nicht nur die Grube, sondern auch eine wichtige Trinkwasserquelle der Gemeinde Nassereith. 1930 erreichte der Stollen nach rund 2 km erste Verzugsspuren. Die große wirtschaftliche Depression während der seit 1929 anhaltenden Weltwirtschaftskrise führte zu stark fallenden Rohstoffpreisen. Dadurch war die weitere Erschließung der Lagerstätte unrentabel. Im Jahre zuvor mußte aus diesem Grund schon der Bergbau St. Veit aufgelassen werden.

Im Rahmen des Autarkiebestrebens des Deutschen Reichs nahm 1939 die BBU die Arbeiten wieder auf und teufte einen ca. 230 m langen Blindschacht zwischen Carl-Eduard- und Wendelinistollen ab. Kriegsbedingter Mangel an Fachkräften wurde durch den Einsatz von Zwangsarbeitern aus der Ukraine ausgeglichen. Die vorgerichteten Reicherze wurden bis 1952 abgebaut und unter hohen Transportkosten nach Kärnten geliefert. Fallende Metallpreise ließen die Gewinnung jedoch unrentabel werden. Bis zu seiner Stilllegung im Jahre 1953 leistete der Bergbaubetrieb am Dirstentritt logistische Unterstützung für den hoffnungsvollen Schurfbetrieb Lafatsch im Karwendelgebirge, auf den die BBU ihre Aktivitäten in Tirol konzentriert hatte (SIMON & HANNEBERG 2006).

Die Gesamtförderung des Bergbaues beiderseits des Fernpasses während der 500 Jahre seines Bestehens wird

auf maximal 1.000.000 t Hauwerk geschätzt, das etwa 60.000 t Blei, 150.000 t Zink und einige Tonnen Silber enthielt. Fast die Hälfte der Metallmenge ging durch Verluste bei der Aufbereitung und Verhüttung verloren (TAUPITZ 1954). Nach eigenen Schätzungen dürfte sich die gesamte Wulfeniterzproduktion in der Größenordnung von rund 30 t bewegt haben.

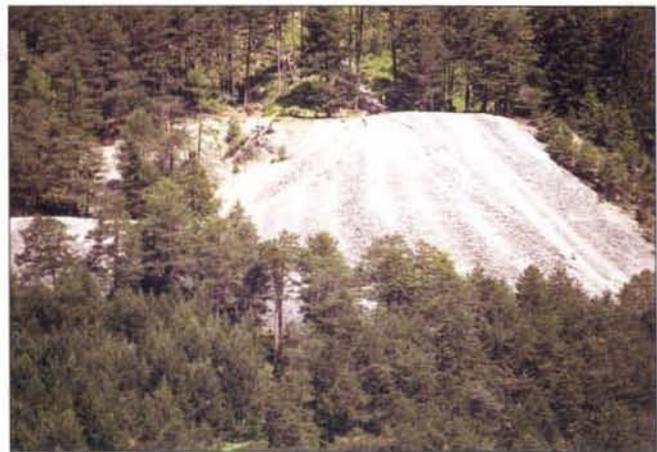
Riffkalke, Schwefelkieslager und Ölschiefer

Das Gebiet beiderseits des Fernpasses liegt in den Nördlichen Kalkalpen, die dem Oberostalpin, einem 30 bis 40 km breiten, WSW-ENE streichenden Deckenstapel zugeordnet werden. Es stehen dort Schichtglieder der Trias, Jura und der Kreide an. Pb-Zn-Vererzungen treten ausschließlich in Gesteinen der alpinen Trias auf, einem Erdzeitalter vor etwa 200 bis 230 Millionen Jahren. Vererzt sind der Alpine Muschelkalk (Anis) und vor allem der Wettersteinkalk und -dolomit (Ladin). Der Wettersteinkalk setzt sich aus Riffkalcken und lagunären Ablagerungen zusammen und ist zwischen 300 und 1.200 m mächtig. Stratigraphisch schließen an den Wettersteinkalk die Raibler Schichten (Karn) an, die aus Kalken und Schiefertonsen bestehen. Die Grenze zum Wettersteinkalk wird durch die sogenannte „Kiesschwarte“, einer Eisensulfidreicherung, gekennzeichnet. Wichtigste Gipfelbildner sind der norische Hauptdolomit (Nor) mit einer Mächtigkeit von bis zu 1.500 m und der Wettersteinkalk. Gebankte Dolomite und Kalke wechseln sich mit eingeschalteten bituminösen Mergeln (Ölschiefern) ab. Wegen der Sprödigkeit der Kalke und Dolomite sind der Hauptdolomit und der Wettersteinkalk die bedeutendste Schuttbildner. In der Kreidezeit hört die zusammenhängende Sedimentation im Gebiet der heutigen Nördlichen Kalkalpen auf. Tektonische Großereignisse führen zu einer Aufschichtung verschiedener Decken. Mitten durch das Fernpaßgebiet verläuft die Grenze der Inn- und der Lechtaldecke. Sie ist durch Querstörungen immer wieder etwas versetzt.



Prächtiges strahlendes Wulfenitbündel (1,5 cm) vom Bergbau Dirstentritt. Foto: Freese, Sammlung: Hanneberg.

Alte Halden am Maria-Hilf-Stollen, Feigenstein. Foto: Falk.



Durch die Heraushebung der Alpen konnten teilweise Sedimente durch Erosion abgetragen werden. Während der letzten Faltungsphase im Tertiär bildeten sich die hochalpinen Sattel- und Muldenzüge. Die Gletscher der Eiszeit sowie ein Felssturz von Kubikkilometer-Größe am Fernpaß gaben diesem Gebiet schließlich das heutige Aussehen (WOLKERSDORFER 2000).

Erzreiche Salzlösungen

Über die Entstehung der Blei-Zink-Erzvorkommen existieren mehrere unterschiedliche Auffassungen, die sich im Laufe der vergangenen Jahrzehnte herausgebildet haben. Heute wird, stark verallgemeinert, angenommen, daß 100-120°C warme, erzreiche Salzlösungen in die Kalksteine eindringen, aus denen sich die Erze ausschieden, sobald optimale Umgebungsbedingungen vorlagen. Derartige Vorkommen werden als Vorkommen des „Mississippi-Valley-Typs“ bezeichnet und treten in zahlreichen

Regionen der Erde als reiche Blei-Zink-Vorkommen auf (LEACH *et al.* 1995). Vorgenannte Bedingungen fanden sich während der Gebirgsbildung häufig in Gesteinsspalten oder in gut durchlässigen Bereichen der bereits verfestigten Kalksteine des alpinen Muschelkalks und des Wettersteinkalks. Meist kamen die bauwürdigen Erze als Butzen oder Nester im Zentimeter- und Dezimeterbereich vor, nur selten erreichten die einzelnen Erzlager mehrere Zehnermeter Erstreckung. Oft stehen Gesteine, die durch die Gebirgsbildung zerstört wurden („tektonische Brekzien“), im Zusammenhang mit der Erzführung. Die Vererzungsdichte ist insgesamt deutlich geringer als bei den heute förderungswürdigen Blei-Zink-Lagerstätten (WOLKERSDORFER 2000). Während des Jungtertiärs setzte entlang tektonischer Klüfte eine tiefreichende Oxidation der Blei-Zinkerze ein. Die deszendente sauerstoff- und kohlendioxidhaltigen Wässer drangen über 1.000 m tief vor (z.B. Dirstentritt). Abseits der Störungen kann jedoch unverwittertes Erz auch an der heutigen Tagesober-

fläche anstehen. Geochemische Untersuchungen zeigen, daß als Quelle für Molybdän bituminöse Kalke (z.B. Raibler Schichten) und für Vanadium tonige Sedimente und Bauxite in Frage kommen. Aufgrund unterschiedlicher Bildungsbedingungen entstand Descloizit in den oberen Bereichen der Oxidationszone, während sich Wulfenit unter dem damaligen Grundwasserhorizont gebildet hatte (WOLF 1966).

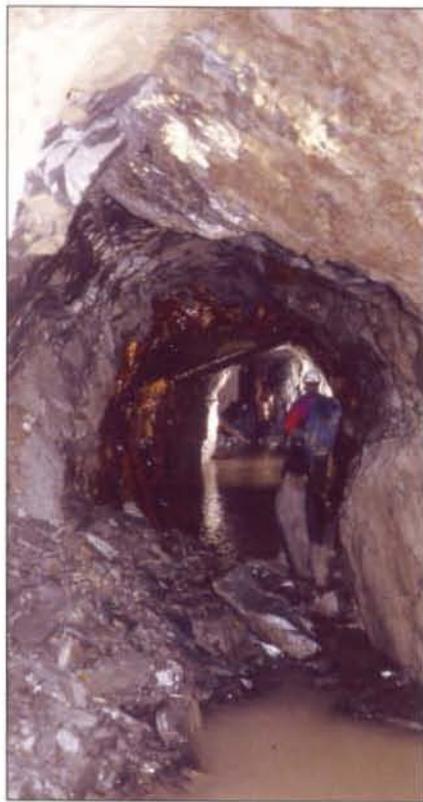
Die Mineralien

Erze und Gangarten

Baryt konnte bisher nur einmal im Revier Dirstentritt nachgewiesen werden (TAUPITZ 1954).

Calcit ist als gesteinsbildendes Mineral des Wettersteinkalkes und als Gangart in den Vererzungen sehr häufig. In Drusen und Spalten finden sich klare bis milchigweiße Kristalle als Skalenoeder und Rhomboeder bis mehrere Zentimeter Größe. Gelegentlich sind in Bruchzonen auch rötliche bis bräunliche Kristalle anzutreffen, die durch geringe Mn- und Fe-Gehalte gefärbt sind.

Schiefernahe Auffahrung am Dirstentritt. Foto: Hanneberg.



Dolomit tritt sehr häufig als sattelförmig verkrümmte Rhomboedern auf. Stellenweise sind auch eisenreiche Dolomite verbreitet.

Fahlerz soll auch im Wettersteinkalk in abbauwürdigen Mengen vorgekommen sein. ISSER (1881) beschreibt einen Gang am Wannig. Ferner wird Fahlerz vom Tschirgant beschrieben. Am Wannig bildet Fahlerz feine Imprägnationen in karbonatischer Gangart, die schon durch die Cu-Sekundärminerale auffallen. An weiteren Vorkommen am Brendlsee, Griebsspitze und St. Veit tritt Fahlerz nur untergeordnet als kleine Körner in Sphalerit und Schalenblende auf (GERMANN 1963, WETZENSTEIN 1972). In Lermoos gab es Anfang des 20. Jahrhunderts eine Mutung auf Fahlerze.

Fluorit tritt sehr häufig als derbe Massen auf, die in einigen Lagerstätten wirtschaftlich interessante Mengen annehmen. Die Farbe ist weiß, grau, fleischfarben, blaßgrün oder blaßviolett. In Drusen finden sich gelegentlich bis zu 4 cm große würfelige, meist trübe Kristalle. Als Vorkommen sind der Bergbau Dirstentritt und St. Veit, der Wannig und der Tschirgant zu nennen.

Galenit (Bleiglanz) ist im hier besprochenen Lagerstättenbezirk neben Sphalerit das wichtigste Erzmineral und wird seit dem ausgehenden Mittelalter abgebaut. Ein Silbergehalt von durchschnittlich 300 bis 1000 g/t gab wohl den ersten Anlaß zu Schürfvorhaben. Später wurde vor allem das Blei als Zuschlagstoff für den Seigerprozeß benötigt.

Galenit tritt meist derb auf und bildet beispielsweise im Bergbau Dirstentritt bis zu kopfgroße Knauer in Myloniten. Vom Bergbau Dirstentritt sind selten auch in Drusen oktaedrische Kristalle zu beobachten, die oft schon zerfressen und mit Wulfenit und Schwarzbleierz überzogen sind.

Durch Sammelkristallisation entstandener eingewachsener Galenit zeigt Würfelform und erreicht eine Kantenlänge von mehreren Zentimetern. Besonders schön tritt diese Ausbildungsform am Bergbau Reißenschuh und im Gafleinfeld des Bergbaues Dirstentritt auf. Bei tektonischer Beanspruchung entstehen rekristallisierte Walzgefüge, der sogenannte „Bleischweif“.

WETZENSTEIN (1972) beschreibt vom

Bergbau St. Veit Galenit und Sphalerit, die als Einschlüsse neben Pyrit und Markasit gelegentlich **Bournonit**, **Schabachit**, Fahlerz, **Digenit**, **Enargit** und **Luzonit** enthalten.

Gediegen Kupfer konnte bisher nur in Anschliffen festgestellt werden. Es bildet unregelmäßig begrenzte Körner und Funken, immer zusammen mit **Cuprit** und **Tenorit**. Das Vorkommen liegt am Brendlsee im Mieminger Gebirge und steht im Zusammenhang mit einer Paragenese von sulfidischen und oxidischen Kupferminerale (GERMANN 1963 und pers. Mitt. 2008).

Pyrit und Markasit treten meist nur mikroskopisch auf. Pyrit bildet gelegentlich mm-große freie Kristalle, die Würfel oder Pentagondodekaederformen zeigen. Am Reißenschuhjoch wurden auch oxidierte Würfel bis 10 mm Kantenlänge gefunden.

Quarz bildet gut ausgebildete kurzprismatische Kristalle, die sehr selten eine Größe von 1 cm erreichen. Zonarbau durch eingelagertes Karbonat und Ton ist häufig zu beobachten (TAUPITZ 1954).

Sphalerit (Zinkblende) überwiegt in den meisten Lagerstätten gegenüber dem Galenit deutlich. Im Schnitt liegt das Verhältnis etwa bei 7:1, kann jedoch wie beim Bergbau St. Veit auch Werte zwischen 10:1 und 20:1 erreichen.

Zumeist bildet Sphalerit derbe Massen ohne kristallographische Begrenzungen. In Gangart eingewachsene Kristalle bevorzugen oft undeutlich ausgebildete Tetraeder- und Rhombendodekaeder-Formen. Frei ausgebildete Kristalle sind sehr selten. Die

Verzerrte klare Calcit-Kristalle, Dirstentritt, BB 1,5 cm. Foto: Timm, Sammlung: Hanneberg.



Farbe der Zinkblende variiert je nach Eisengehalt zwischen blaßgelb und dunkelbraun. Sphalerit enthält als Spurenelement immer einen relativ hohen Cadmiumgehalt. Bemerkenswert ist das Auftreten von Schalenblende, die entweder als feinschalige, kugelige Bildung aus Wechsellagen von Sphalerit, Bleiglanz und Pyrit oder nur als Bänder unterschiedlich gefärbten Sphalerit besteht.

Wurzit ist als Seltenheit vom Bergbau Feigenstein nachgewiesen worden (SIDIROPOULUS 1980/1981).

Strontianit soll während der Betriebszeit im Bergbau Silberleithe in Überzügen von mehr als 4 cm Stärke aufgetreten sein (HÄUSING 1898)

Sekundärminerale

Anglesit beschreibt ISSER (1881) aus dem Bergbau Silberleithe als kleine säulige Kristalle auf Bleiglanz zusammen mit Cerussit. GSTREIN (2003) erwähnt Anglesit vom Tschirgant. Durch röntgendiffraktometrische Untersuchungen konnte neuerdings Anglesit auch am Bergbau Dirstentritt bestimmt werden. Er tritt in ca. 1 mm großen hochglänzenden, rhombischen Kristallen in Drusen eines noch wenig oxidierten Bleiglanz zusammen mit Schwefel-Kristallen auf. Anglesit bildet sich im sulfatreichen Milieu, das in einem karbonatreichen Nebengestein eng begrenzt ist. Bei weiterer Zersetzung des Bleiglanzes bildet sich wegen des Karbonat-Überschusses nur noch Cerussit.

Aurichalcit erscheint am Wannig selten als bis zu 10 mm große hellblaue, radialstrahlige Gruppen, zusammen mit schönen Hemimorphit-Kristallen in Calcit-Drusen.

Azurit kommt als mm-große tiefblaue, säulige bis tafelige Kristalle



sowie als erdige Überzüge zusammen mit Malachit am Wannig vor. In der Literatur werden weitere Vorkommen am Brendlsee, Griefßpitze, am Grünsteinsee und Tschirgant erwähnt (GERMANN 1963, ISSER 1881, WOLKERSDORFER 2000).

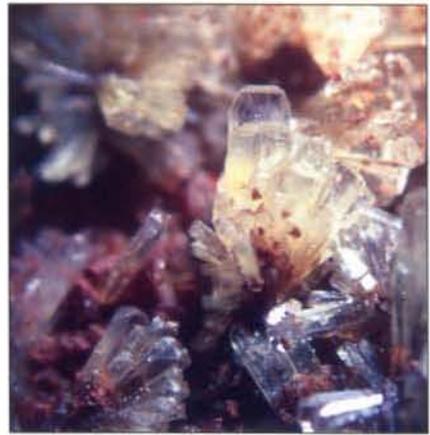
Cerussit tritt häufig in maximal 10 mm großen, meist gut ausgebildeten Kristallen auf. Es sind tafelige, dünnblättrige, pyramidale oder prismatische Trachten zu beobachten, die oft Zwillinge oder Drillinge bilden. Die Farbe variiert von farblos bis schwarz („Schwarzbleierz“). Besonders schöne Kristalle liefert die Bergbaue Dirstentritt, Tschirgant und Silberleithe.

Cuprit und Tenorit treten zusammen mit gediegen Kupfer am Brendlsee auf. Neben unregelmäßig begrenzten Cuprit-Körnern wurden auch winzige, frei ausgebildete Kristalle beobachtet. Oft verdrängen Tenorit und Malachit den Cuprit (GERMANN 1963).

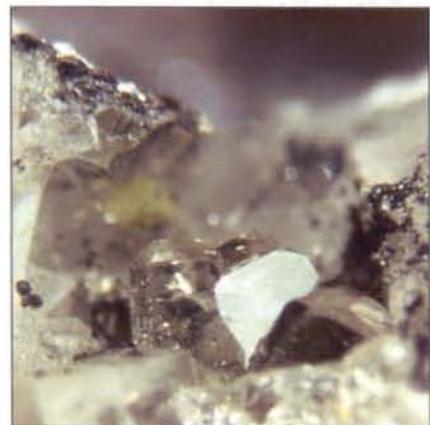
Descloizit: Nach SCHNEIDER & WOLF (1969) bildet dieses Blei/Zink-Vanadat feinkristalline Überzüge mit max. 1 mm großen rhombischen Kristallen, die schwarz sind und an den Kanten rot durchscheinen. Ebenso treten warzige Krusten mit rundlichen Kristallgruppen bis 3 mm Durchmesser auf. Erdige Überzüge haben schwarzbraune, olivgrüne, rötlichbraune oder ockergelbe Farbe.

Azurit auf Dolomit vom Wannig, Bildhöhe 1,5 cm. Foto: Freese, Sammlung Hanneberg.

Klarer Cerussit auf Smithsonit, Dirstentritt, BB=2 mm. Foto: Pöeverlein, Slg. Hanneberg.



Langtafeliger Hemimorphit von der Silberleithe. BB=2 mm, Foto: Pöeverlein, Slg. Hanneberg.



Anglesit mit farblosem Fluorit, Dirstentritt. BB=2 mm, Foto: Pöeverlein, Sammlung Hanneberg.





„Sandwichartig“ aufgebaute
Wulfenit-Tafeln vom Tschirgant.
Bildbreite 1,5 cm. Foto: Timm,
Sammlung Hanneberg.

WULFENITE

Descloizit-Überzug auf
Wettersteinkalk, Silberleithe.
BB=10 cm, Foto und
Sammlung: Hanneberg.



Traubiger Rosasit vom Wannig.
BB=4 mm, Foto: Poeverlein,
Sammlung Hanneberg.



Wirrstrahlig angeordnete Wulfenit-
nadeln, Dirstentritt. Bildhöhe 2,5cm,
Foto: Freese, Sammlung Hanneberg.



Keulenförmiger
Wulfenit mit
„Wachstums-
fäden“, Dirsten-
tritt. BB~1,5 mm,
Foto: Poeverlein,
Sammlung Han-
neberg.



Säuliger orangefarbener Wulfenit vom Tschirgant. Bildhöhe 3 mm, Foto: Timm, Sammlung Hanneberg.

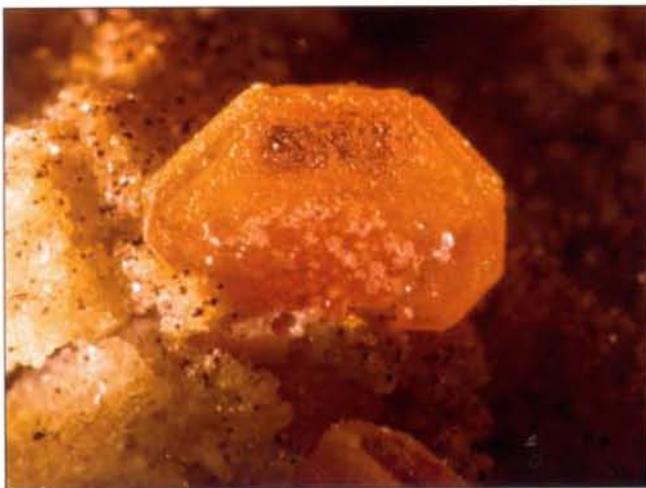


Rechts: Quadratische gelbe Wulfenit-Tafel von Haiming, BB=1.5 cm, Foto: Freese, Sammlung Wendel.



AUS TIROL

Sechseckige Wulfenit-Tafeln, Tschirgant, BB=4,5 mm. Foto: Timm, Sammlung Hanneberg.



Bipyramidale Wulfenit-Kristalle, Tschirgant. Bildhöhe 2 cm, Foto: Freese, Sammlung Hanneberg.



Azurit und traubiger Olivenit vom Wannig. Bildhöhe 5 mm, Foto: Poeverlein, Sammlung Hanneberg.

Aurichalcit mit Hemimorphit, Wannig, BB=5 mm, Foto: Timm, Sammlung Schuster.

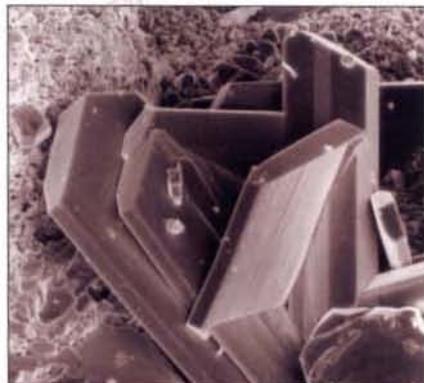


Vorwiegend entstand Descloizit auf losen Brocken von Wettersteinkalk, seltener im Anstehenden in Klüften und Zerrüttungszonen und auf grobkristallinen Calcit. Fundpunkte sind der Erzausbiß „Heiterwand-Ost“, die Tarrenzer Scharte, die Halde des Karl-Eduard-Stollens (Bergbau Dirstentritt) bei Nassereith und der Bergbau Silberleithe.

Gips kommt in den Oxidationszonen der Sulfidvorkommen sehr häufig in Form von Krusten und Nadeln in mehrere Zentimeter Länge vor. Vor allem die Streckenstöße in den Raibler Schichten sind oft dicht besetzt. An der Fernpaßstraße nahe des Schlosses Fernstein befand sich ehemals ein Gipsabbau.

Greenockit: Sein Auftreten von Greenockit geht auf den Cadmiumgehalt der Zinkblende zurück. Auf angewittertem Sphalerit zeigt sich Greenockit öfters als zitronengelbe Krusten und erdige Beläge. Die Bergbaue am Fuß des Wannigs bei Nassereith sollen in Drusen Greenockit-xx mit Sphalerit-xx geliefert haben (ISSER 1888).

Hemimorphit findet sich im Miesinger Gebirge (Silberleithe, Wan-



nig) häufig als schöne wasserklare, teils halbkugelig oder garbenförmig angeordnete Kristallgruppen. Die prismatischen bis tafeligen Kristallen sind farblos, gelblich oder bräunlich gefärbt und werden maximal einige Millimeter groß.

Hydrozinkit: Zinkblüte bildet in Hohlräumen des Galmei weiße erdige Anflüge und Massen, oder durchzieht das angrenzende Nebengestein als dünne Adern. Bei der Bestrahlung mit UV-Licht zeigt sich eine intensiv bläulichweiße Fluoreszenz.

Ilsemanit beschreibt CANAVAL (1914) als blaue Anflüge aus dem Bergbau Silberleithe. Ein weiteres Vorkommen ist der Bergbau Dirstentritt, wo das Molybdän-Oxid als Imprägnation der Gangart zusammen mit Schwarzbleierz und Wulfenit auftrat (TAUPITZ 1954).

Linarit: Ein Einzelfund aus dem Revier Dirstentritt zeigte winzige blaue Täfelchen (~0,1 mm) auf Bleiglanz, die mittels REM-EDX als Linarit bestimmt wurden.

Malachit ist das häufigste bei der Verwitterung der Fahlerze entstandene Kupfer-Sekundärmineral. Er bildet grüne, traubig-nierige Aggregate und dünne Überzüge auf Wettersteinkalk und auf Fluorit. Fundpunkte liegen am Wannig, Brendlsee und an der Grieb Spitze (GERMANN 1963).

Olivenit: Hellgrüne glasige kugelige mm-große Kristallaggregate zusammen mit Azurit erinnern in ihrer Ausbildung stark an die Cuproadamine aus dem Revier Schwaz-Brixlegg. Eine REM-EDX-Analyse zeigte allerdings nur Kupfer+Arsen, jedoch kein

Zink, so daß hier nach derzeitigen Stand Olivenit vorliegt.

Pyromorphit – Mimetesit: Nach ISSER (1881) wurde Pyromorphit als grüne bis braune Kristalle und Krusten auf Bleiglanz im Bergbau Silberleithe beobachtet. Auf einem alten Sammlungsstück mit der Fundstellenangabe Silberleithe (Tirol), das den Verfassern vorliegt, überkrusten kleine Pyromorphit-Kristalle und prismatische Cerussite einen Bleiglanzbrocken. Durch eigene Aufsammlungen konnte Pyromorphit bislang nicht belegt werden. Ohne weitere Angabe erwähnt GSTREIN (2003) Mimetesit vom Tschirgant.

Realgar und Auripigment kommen im „Gaffelfeld“ des Bergbaus Dirstentritt als Anflüge und kleine Blättchen auf jüngeren Klüften in den sulfidischen Erzen vor (TAUPITZ 1954). ISSER beschreibt weitere Vorkommen aus den Bergbauen St. Veit, Marienberg und Neder.

In den letzten Jahren wurden Realgar und Auripigment häufiger auch in ansehnlichen Handstücken in einem Steinbruch am Südabhang des Tschirgant gefunden (STRASSER 2006). Der dunkle Raiblerkalk ist stellenweise entlang von Klüftflächen mit Arsensulfiden durchsetzt. Manchmal sind auch kleine Realgar- und Auripigment-Kristalle mit gerundeten Kanten zu beobachten. Derzeit sind allerdings nur geringe Fundmöglichkeiten gegeben, weil die fündigen Zonen mit taubem Fördermaterial aus der 2. Roppener Tunnelröhre überdeckt wurden.

Rosasit: Kugelige blaugrüne, geschlossene Aggregate auf Kalk vom Wannig wurden mittels REM-EDX als Rosasit bestimmt (J. SALOMON, pers. Mitt. 2006).

Gediegen Schwefel erwähnt TAUPITZ (1954) vom Dirstentritter Hauptgang als Seltenheit. Durch neue Funde konnte das Auftreten bestätigt werden. Schwefel bildet max. 1 mm große Kristalle in Bleiglanzzwickeln und wird von Anglesit begleitet.

Smithsonit ist ein Hauptbestandteil des Galmeis und tritt hauptsächlich in Form von traubig-nierigen Hohlraumauskleidungen auf. Seltener finden sich auch reiskornähnliche Kristalle von ~1 mm Größe. Die Farbe des Smithsonits ist weißlich, gelblich oder braunrot.

Oben: Linaritkristalle im Raster-Elektronenmikroskop, Dirstentritt. REM-Foto: Arlt.

Links: Rund 10 Kilo wiegt dieser mit Wulfenitkristallen überkrustete Bleiglanzbrocken. Bergbau Dirstentritt, Foto: Hanneberg.

Wulfenit: SENGER erwähnt 1821 in seiner „*Oryktographie Tirols*“ das Vorkommen von „*Gelb-Bleierz*“ als undeutliche kleine, orangegelbe Kristalle auf Bleischweif vom Bergbau Feigenstein bei Nassereith. Später beschreiben ISSER (1881) und HAMMER (1916) die wirtschaftlich bedeutenden Vorkommen vom Dirstentritt und am Tschirgant.

Am Tschirgant tritt in Bruchzonen („*Kracken*“) lokal angereichert Wulfenit als dünntafelige Plättchen bis hin zu würfelförmigen Kristallen auf. Auch flach- bis spitzpyramidale Formen sind verbreitet. Typisch für die dicktafeligen Individuen ist ein sandwichartiger Aufbau aus hellen und dunkleren Schichten. An den Basisflächen zeigen sich als 2. Generation oft Fortwachsungen in Form steiler Pyramiden (HANNEBERG 1989, STRASSER 2006). Meist werden die Kristalle nur rund 5 mm groß, doch konnten in Einzelfällen unregelmäßig begrenzte Individuen bis 3 cm Größe beobachtet werden.

Charakteristisch für den Bergbau Dirstentritt sind dünne, meist 2 mm, selten auch über 1 cm lange Nadeln, die nach der c -Achse gestreckt sind. SCHROLL (1950) beobachtet die Formen $\{110\}$ für das Prisma und $\{111\}$ für die Pyramide. Bei größeren Kristallen sind die Kopfflächen oft nur undeutlich ausgebildet.

Die Farbe des Wulfenits ist hellgelb bis orangerot, oft ist eine Zonarfärbung zu beobachten. Manchmal ist auch ein geringer Chromgehalt nachzuweisen. Bei dem von GASSER (1913) erwähnten „*Krokoit*“ dürfte es sich um besonders intensiv orangerot gefärbten prismatischen Wulfenit gehandelt haben.

Die Feuersetzparagenese

Hydrocerussit beschreibt GSTREIN (2003) ohne weitere Angaben aus feuergesetzten Abbauen am Tschirgant bei Imst. Vor kurzem konnte Hydrocerussit als Pseudomorphose nach Cerussit von Haiming nachgewiesen werden (STRASSER 2006). Hydrocerussit bildet sich neben Lanarkit und Mennige gerne in sogenannten „*Feuersetz-Paragenesen*“ (WITTERN 1994).

Lanarkit: Das Bleisulfat tritt sehr selten als strahlig-blättrige Partien mit lebhaftem Glasglanz in Weißbleierz (Cerussit) auf. Die Farbe va-

riert von weißlich, gelblich und grünlich zu bläulich. Lanarkit soll in den Revieren Silberleithe, Reißenschuh, St. Veit und Needer aufgetreten sein (ISSER 1881).

Mennige: Das Bleioxid bildet kleine feuerrote, amorphe Kügelchen, die in ihrem Inneren noch einen Bleiglanzkern enthalten. Bisher einziges Vorkommen soll der Ausbissbereich des Bergbaues Silberleithe bei Biberwier sein (DITTLER 1916).

Fundmöglichkeiten

An keiner der Fundstellen, die sich zum Teil in hochalpinem Gelände befinden, sind derzeit lohnenswerte Großfunde zu erwarten. Belegstücke der meisten beschriebenen Mineralien lassen sich hingegen auf den Bergwerkshalden aufsammeln. Wenn Sie

Halden aufgraben, so verschließen Sie die Löcher beim Verlassen wieder. Bitte hinterlassen Sie keine Abfälle. Sämtliche Stollen sind gemäß der Abschlußbetriebspläne verschlossen und daher nicht mehr zugänglich.

Bitte beachten Sie, daß das Betreten und Besteigen der historischen Bergwerksanlagen **lebensgefährlich** und daher nach dem österreichischen Mineralrohstoffgesetz **untersagt** ist. Keiner der Autoren kann für Unfälle haftbar gemacht werden.

Unser Dank

... gilt vor allem den Herrn Dr. Thilo ARLT, Dr. Rupert HOCHLEITNER und Jürgen SALOMON für die analytische Bestimmung mittels REM-EDX und Röntgendiffraktometrie. Auch den Sammlern Heiner SCHUSTER und Helmut HAUSNER möchten wir für das Überlassen von Probenmaterial danken.



Oben: **Komplett aus Wulfenit bestehender „Schwimmer“**, mit bipyramidalen Kristallen bis 1 cm, Dirstentritt. Foto: Freese, Sammlung Hausner.

Unten: **Der Wannig (2493 m)**, Fündige Bergbahnhalden ziehen sich bis auf über 2000 m. Foto: Hanneberg.



Hemimorphit und Cerussit vom Bergbau Silberleithe / Biberwier in Tirol

Von Martin Strasser, Innsbruck, Österreich

Das Revier Silberleithe/Biberwier zählt seit dem 15. Jahrhundert zu den interessantesten Blei/Zink-Bergbauern Tirols (HANNENBERG *et al.* in dieser Ausgabe). Funde der hier beschriebenen Mineralien sind auf den Bergwerkshalden des Creszentia-, Michaeli-, Jacobi- und Aloisia Stollen möglich.

Ein interessanter Montanwanderweg wurde vom Bergwerksverein Silberleithe/Biberwier 2005 offiziell eröffnet. Zahlreiche Schautafeln geben Einblick in über 500 Jahre Bergbaugeschichte. Weitere Informationen erhalten Sie beim Bergwerksverein Silberleithe Tirol, Talstation Marienbergbahn, A-6633 Biberwier, www.silberleithe.at

Silberhaltiger derber Bleiglanz

... in fein bis grobkörniger Struktur findet sich auf den Taubhalden zu meist als kleine Belegstücke. Seltener sind bis zu faustgroße Brocken. Häufiger ist das Bleisulfid in Verwachsung mit dem Wettersteinkalk, grobspätigem weißem Calcit als Gangart und derber, bräunlicher Zinkblende. Die **Zinkblende** besteht manchmal aus schaligen Aggregaten und Schichten, unterschiedlicher Brauntöne und wird deshalb als „Schalenblende“ bezeichnet. Solche Stücke eignen sich auch gut zum Anschleifen und Polieren. **Greenockit** bildet gelegentlich intensiv gelbe Beläge und Krusten auf verwitterter Zinkblende. Pyrit und Markasit sind hin und wieder derb mit Bleiglanz und Zinkblende



Cerussit-Zwillingskristall (4,5 mm hoch) von der Silberleithe. Sammlung Strasser. Foto: P. Reith.

verwachsen. Grobspätiger weißer Calcit ist als derbe Gangart mit den Erzmineralien verwachsen. In kleinen Hohlräumen im derben Calcit und Wettersteinkalk lassen sich bis 5 mm große rhomboedrische und skalenoedrische, klare oder milchigweiße **Calcit**-Kristalle finden.

Mineralreiches Galmei-Erz

Galmei kommt reichlich in mehr oder weniger großen Stücken auf den Halden vor. Galmei ist eine zusammenfassende Bezeichnung für verschiedene carbonat- und silikatische Zinkerze, v.a. Smithsonit, Hemimorphit und Hydrozinkit. Früher war es ein gesuchtes Erz, weil die reine Zinkblende noch nicht verhüttet werden konnte. Für den Mineraliensammler im Bergbaugesbiet „Silberleithe“ bietet es heute die beste Fundmöglichkeit für Zinkoxidationsmineralien.

Das Galmeierz ist häufig löchrig und von Hohlräumen durchsetzt. In diesen findet sich: **Smithsonit** als nierige Krusten und kleine, reiskornartige Kristalle (bis wenige mm Größe); die Farbe reicht von braun bis graubraun. **Hydrozinkit** tritt als weiße bis cremefarbene, nierige Krusten auf, manchmal mit feinkristalliner Oberflächenstruktur. **Hemimorphit** ist vermutlich das schönste Mineral des Fundgebietes. Das Kieselsinkerz bildet in der Regel optisch attraktive, tafelige bis prismatische Kristalle (bis 4 mm Größe), die meist in schönen Gruppen auftreten. Die Farbe der durchscheinenden Hemimorphite variiert von wasserklar bis leicht weißlich oder gelblich. Etwas weniger häufig treten die Zinkoxidationsmineralien in einem durch Verwitterung löchrig gewordenen Bleiglanz auf. In seinen Hohlräumen bildet **Cerussit** hübsche Kristalle bis 5 mm Größe. Die flächenreichen, oft typisch verzwilligten Kristalle des Bleicarbonates fallen meist durch ihren fettigen Glanz auf. Ihre Färbung reicht von farblos, grau, bräunlich bis hin zu schwarz (**Schwarzbleierz**). **Gediegen Schwefel** entsteht bei der Verwitterung von Bleiglanz als pulvrige, körnige Massen. Weitere Bleioxidationsmineralien sind außerordentlich selten, darunter Funde von Pyromorphit (GASSER 1913, S. 428-429) und Descloizit (HANNENBERG *et al.* in dieser Ausgabe). -

Anmerkung: Die Halden sind Grundbesitz der Agrargemeinschaft. Oberflächliches Sammeln von Mineralien ist unproblematisch. **Graben mit Schaufel und Spitzhacke ist verboten!**



Links: Altes Bergmannswerkzeug, ein Haldenfund aus dem Jahre 2007 an der Silberleithe.

Oben: Imposante Berglandschaft – der Blick auf die Biberwierer-Scharte. Die Halden des Fundgebietes Silberleithe liegen links der Bildmitte im Wald. Foto: Martin Strasser, Herbst 2007.



Oben links ein milchiger Hemimorphit-Kristall (BB=3 mm), daneben farblos-klare Hemimorphit-Tafeln (BB=1 cm), beide von von der Silberleithe.

Rechts: Milchiger Cerussit neben tafeligem Hemimorphit. Silberleithe, BB=3 mm.

Alle drei Stücke Sammlung Strasser, Fotos: J. Schneider.



NEUFUNDE AN DER SILBERLEITHE

LITERATURHINWEISE

Hanneberg u.a.: Fernpaß

- BEUST, F.E.F v. (1871): Über das Blei- und Zinkervorkommen im Oberinntale. – *Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen* **19** (15): 113-115.
- CANAVAL, R. (1914): Über den Silbergehalt der Bleierze in den triasischen Kalken der Ostalpen. – *Z. f. prakt. Geol.* **22**: 157-163.
- DITTLER, E. (1916): Mennige aus Biberwier in Tirol. – *Zentralbl. Mineral., Geol. Paläontol.*: 521.
- GERMANN, K. (1963): Die Erzvorkommen des mittleren Mieminger Gebirges. – Unveröff. Dipl.-Arb., München, 85 S.
- GASSER, G. (1913): Die Mineralien Tirols [... Silberleithe: S. 428-429]. – Wagner, Innsbruck, 548 S.
- GSTREIN, P. (2003): Über bergbauliche Feuersetzungen im Raum Imst/Tirol. – *Tiroler Heimatblätter* **78** (2): 47-57.
- HAMMER, W. (1915): Über Gelbbleierz im Oberinntal. – *Z. d. Ferdinandeums f. Tirol u. Vorarlberg* **59**: 270-277.
- HANNEBERG, A. (1989): Wulfenit aus Tirol. – *Lapis* **14** (1): 38.
- HÄUSING, A. (1898): Die Grube Silberleithen und die neuen Aufschlussarbeiten im Liegenden der Wasserkluft. – *Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen* **46** (8): 101-106.
- ISSER, M. v. (1881): Die Blei- und Zinkwerke der Gewerkschaft Silberleithen zu Biberwier im Oberinntale (Tirol). – *Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen* **29** (7, 8, 10): 89-90, 104-110, 129-134.
- ISSER, M. v. (1888): Mittheilungen über einige alte Erzbergbaue im nordtiroler Kalkalpenzuge. – *Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen* **36** (15-26): 187ff, 204ff, 218ff, 231f, 249ff, 261ff, 273ff., 285ff, 297ff, 312ff, 327f.
- KRUSCH, P. (1918): Über die Stellung des Gelbbleierz (Wulfenit) in der Reihe der Leiterze im Lichte der im Kriege geschaffenen Aufschlüsse (Kärnten, Werdenfels im Höllental und Dirstentritt). – *Z. f. d. Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im preußischen Staate* **66**: 56-69 (Berlin).
- LEACH, D.L.; VIETS, J.B.; FOLEY-AYUSO, N. & KLEIN, D.P. (1995): Mississippi Valley-Type Pb-Zn Deposits. – *US Geological Survey*, OF 95-0831: 234-243.
- MUTSCHLECHNER, G. (1954): Der Erzbergbau in der Umgebung von Imst. – *Schlern-Schriften* **110**: 29-59.
- MUTSCHLECHNER, G. (1955): Der Erzbergbau in Außerfern. – *Schlern-Schriften* **111**: 25-52.
- MUTSCHLECHNER, G. (1976): Lage und Boden von Imst – Imst als Bergbauzentrum. – Stadtbuch Imst: 16-36, Innsbruck.
- REISIGL, P.J. (1798): Briefe geschrieben während einer metallurgischen Reise durch Tyrol von P.R. – 2te Abtheilung – XI. Brief. Nachrichten vom gewerkschaftlichen Bley- und Galmey – Bergwerke zu Feigenstein, von dem gewerkschaftlichen Bley- und Silberbergwerke zu Tyrstentritt, und vom gewerkschaftlichen Bleybergwerke zu Silberleithen im Oberinntale in Tyrol. Innsbruck am 25. August 1776. – *Jb. Berg- und Hüttenkunde* **2**: 156-178.
- SCHEUERMANN, L. (1929): Die Fugger als Montanindustrielle in Tirol und Kärnten – Ein Beitrag zur Wirtschaftsgeschichte des 16. und 17. Jahrhunderts. – Duncker & Humblot, München, 500 S.
- SCHLIER, K. (1907): Einiges über den Bergbau auf Blei- und Zinkerze an der Silberleithen und am Wampeter Schroffen in Tirol. – *Der Erzbergbau*: 468-470.
- SCHNEIDER, H.-J. & WOLF, H. (1969): Descloizit in den Pb-Zn-Lagerstätten der Bayerisch-Nordtiroler Kalkalpen. – *N. Jb. Min. Mh.* **11**: 481-499.
- SCHROLL, E. (1950): Wulfenite von Nassereith/Dirstentritt (Tirol) und Bleiberg (Kärnten). – *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* **1** (3): 325-341.
- SIDIROPOULUS, L. (1980): Blei-Zink-Vererzungen in Breccienzonen der Nordtiroler Kalkalpen (zwischen Telfs-Biberwier-Nassereith und Imst). – Unveröff. Diss., Innsbruck, 169 S.
- SIDIROPOULUS, L. (1983): Zn-Pb-Vererzungen in Breccienzonen triadischer Karbonatgesteine der Nordtiroler Kalkalpen (zwischen Telfs, Biberwier, Nassereith und Imst). – *Veröff. Tiroler Landes-Mus. Ferdinandeum* **63**: 115-133.
- SIMON, P. & HANNEBERG, A. (2006): Zur Geschichte des Blei-Zink-Bergbaus bei Nassereith in Tirol. – *Res montanarum* **39**: 66-83 (Leoben).
- STRASSER, M. (2006): Wulfenit aus Haiming in Tirol. – *Lapis* **31** (2): 40-41.
- STRASSER, M. (2006): Realgar und Auripigment von Roppen in Tirol. – *Lapis* **31** (6): 55-57.
- STRASSER, M. & WEIß St. (2006): Bleibergbau im Karwendel: Die Mineralien der Kastenalm. – *Lapis* **31** (3): 32-35.
- TAUPITZ, K.-C. (1954): Die Blei-, Zink- und Schwefelerzlagerstätten der nördlichen Kalkalpen westlich der Loisach. – Unveröff. Diss., Bergakad. Clausthal, 120 S.
- VETTERS, H. (1933): Geologische Karte der Republik Österreich und der Nachbargebiete – Die Ostalpen [...] im Maßstab 1:500.000 (2 Bl.). – Geol. B.-A. Wien.
- WETZENSTEIN, W. (1972): Die Mineralparagenesen der Blei-Zink-lagerstätte St. Veit (Heiterwand-Gebiet, östliche Lechtaler Alpen, Tirol). – *Verh. Geol. B.-A.* 1972 (2): 288-298 (Wien).
- WITTERN, A. (1994): Sekundärminerale durch Feuersetzen in Oberschulenberg, Bönkhausen, Bleialf und Badenweiler. – *Der Aufschluss* **45** (1): 36-42.
- WÖRZ, E. (1878): Exposé über den Bergbau Betrieb bei Silberleithen & Feigenstein Biberwier. – Wagner, Innsbruck, 19 S.
- WOLKERSDORFER, Ch. (1991): Geschichte des Bergbaues im westlichen Mieminger Gebirge/Tirol. – *Der Aufschluss* **42** (6): 359-379.
- WOLKERSDORFER, Ch. (2000): Bergbau an der Silberleithe – Geschichte, Mineralisation und Entstehung der Blei-Zink-Vorkommen im westlichen Mieminger Gebirge. – Eigenverlag Wolkersdorfer, Freiberg, 89 S. (2. Aufl.).
- WOLKERSDORFER, Ch.; GÖBEL, J. & HASCH-BERGER, A. & HANNEBERG, A. (2007): Führer zum Montan-Wanderweg Silberleithe. – Bergwerksverein Silberleithe Tirol, Biberwier, 79 S.

Dipl.-Ing Armin Hanneberg, Untere Parkstr. 91, D-85540 Haar

Dipl.-Ing. Peter Simon, Kulturverein und Arge Historischer Bergbau Nassereith, Sachsengasse 86c, A- 6465 Nassereith

Prof. Dr. Christian Wolkersdorfer, Cape Breton University, Mine Water Remediation & Management, P.O. Box 5300, Sydney, Nova Scotia, B1P 6L2 Canada

Martin Strasser, Langstr.2/1/4, A-6020 Innsbruck