

² Amt für Geologie und Baustoffprüfung, Autonome Provinz Bozen, Eggentalerstraße 48, 39053 Kardaun, Italien

The Pb-Zn ore deposit Pflersch-Schneeberg is situated in the northern part of South-Tyrol, in the eastern part of the polymetamorphic Ötztal Complex. As major ore-minerals occur galena and sphalerite. The aim of this study is a detailed field mapping project in the mining area, with special emphasis on the contact between the ore horizons and the surrounding silicate country rocks. Petrological and thermobarometrical investigations focus therefore on silicate-sulfide-bearing samples as well as on the surrounding country rocks in addition to previously obtained *P-T* data (PROYER 1989).

The lithologies containing the ore minerals are very complex and highly variable. In the Schneeberg area tremolite-antophyllite-bearing rocks, containing the assemblage tremolite + antophyllite + garnet + biotite + quartz + calcite + plagioclase + muscovite + sulfides accompany the metalliferous lodes (filone facies). The gangue in the Lazzach- and Pflersch Valley are muscovite-rich and/or albite-bearing schists, paragneisses and graphite schists in the Pflersch-Valley. Thermobarometrical investigations of the ore-bearing lithologies and the surrounding metapelites and metabasites show *P-T* conditions of 550-600 °C and 1 GPa. The higher parts of the Lazzach Valley show temperatures up to 680 °C! In the past the filone facies of the Schneeberg was interpreted as a late Eo-Alpine low-*P-T* feature, but first thermobarometric investigations of the rocks, show temperatures of 580 °C at nearly 1.1 GPa, which is in very good agreement with the other Eo-Alpine *P-T* data in the area of investigation.

In addition, a special focus was laid on Zn-incorporation in garnet. Garnet is known to incorporate almost no Zn but garnets coexisting with sphalerite, contain up to 1.3 wt.% of ZnO! Zn incorporation most likely occurs along the Fe-Zn exchange reaction between garnet and sphalerite, namely $\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12} + 3\text{ZnS} = \text{Zn}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12} + 3\text{FeS}$. Sphalerites coexisting with garnet contains slightly more Fe (8-10el. wt.%), compared to 6-7el. wt.% in matrix sphalerites. The theoretical slope of this reaction was calculated using thermodynamic approximations of the Zn-garnet end-member ($\text{Zn}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$) using the entropy and volume approximation schemes of FYEE (1958) and NOVAK & GOBBS (1971). *T-fO₂* and *fO₂-fS₂* Schreinemakers analysis of invariant points in the system Zn, Al, Fe, Si, O, S show that Zn-garnet end-member is stable at higher *T*, higher *fO₂* and lower *fS₂* conditions. In addition, experimental investigations concerning Zn-garnet end-member synthesis from an oxide mix was attempted using piston cylinder apparatus and multi-anvil apparatus. Piston cylinder experiments at 2.5 GPa and 1000 °C only yielded gahnite (ZnAl_2O_4). Multi-anvil experiments at 6 GPa and 1200 °C yielded unstoichiometric Zn-majorite ($\text{Zn}_{3.1049}\text{Al}_{1.049}\text{Si}_{0.692}\text{Si}_3\text{O}_{12}$) after 48 h duration. Running the same experiment for 6 days only yielded willemite (Zn_2SiO_4) as Zn-silicate instead. This indicates that either kinetic reasons or variations in *fO₂* are responsible for the absence of Zn garnet in these experiments.

FYEE et al. (1958): Metamorphic reactions and metamorphic facies. - Geological Society of America, **73**: 259 p.

NOVAK, G.A. & GIBBS, G.V. (1971): The crystal chemistry of the silicate garnets. - The American Mineralogist, **56**: 791-825.

PROYER, A. (1989). - 1-102, Diploma Thesis University of Innsbruck, Innsbruck.

Entwicklung integrativer Explorationsmethoden auf kryptokristallinen Magnesit

HORKEL, K.¹, UNTERWEISSACHER, T.¹, EBNER, F.¹, MALI, H.¹, SCHOLGER, R.¹ & SPÖTL, C.²

¹ Department Angewandte Geowissenschaften und Geophysik, Peter-Tunner Straße 5, A-8700 Leoben; konstantin.horkel@unileoben.ac.at;

² Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck; christoph.spoetl@uibk.ac.at

2008 betrug die Weltproduktion von Magnesit 20,4 Mio. t, wobei ca. 3 Mio. t (ca. 15 %) auf kryptokristallinen Magnesit (CM) entfielen. Der Anteil von CM an den geschätzten globalen Magnesitreserven (ca. 12,3 Mrd. t) beträgt ca. 8 % (ca. 1 Mrd. t) (WEBER et al. 2010, WILSON & EBNER 2006). Dies unterstreicht die Bedeutung der Entwicklung leistungsfähiger Explorationsstrategien/methoden auf CM, die wir auf drei Ebenen verfolgen: 1.) Überregionale Abschätzung des CM-Potenzials unter Berücksichtigung der lagerstättenbildenden Bedingungen im regional-geologischen und geodynamischen Rahmen, 2.) Exploration in unverritzten Arealen im Vorfeld operierender CM-Bergbaue und untersuchter Lagerstätten, 3.) abbaubegleitende Arbeiten in CM-Bergbauen zum Zweck der Bergbauplanung/ausrichtung, Reservenoptimierung und Qualitätsbestimmung.

Grundlage dafür sind neben geologischen Kartierungen und strukturgeologischen Untersuchungen petrologische und geochemische Studien mit dem Ziel, grundlegende genetische und räumliche Modelle für CM-Lagerstätten zu erarbeiten, diese in rasch voranschreitenden Bergbauen zu validieren und bei der Erstellung von Prospektionsverfahren umzusetzen.

CM-Lagerstätten treten in obduzierten Ophiolithdecken auf, die im Miozän im Verlauf von Seitenverschiebungen bei extensionaler Tektonik Möglichkeiten für die Zirkulation lagerstättenbildender Fluide eröffneten. Die Erscheinungsformen des CM sind durch die regionale Tektonik und die primäre Bildungsteufe bestimmt durch: (1) Tektonisch kontrollierte Magnesitgänge und Netzwerke (Kraubath-Typ; KT), (2) Lagen und Knollen in Ultramafiten auflagernden Sedimenten (Bela Stena-Typ; BT) und (3) parallele Magnesitlagen in intensiv aufgewitterten Serpentiniten nahe der Paläooberfläche (Zebra-Netzwerk). Lagerstätten in Anatolien zeigen, daß alle drei Erscheinungsformen in unterschiedlichen Stockwerken einer Lagerstätte auftreten können.

Das Wirtsgestein des KT sind stark serpentinisierte Ultramafite ophiolitischer Sequenzen, in denen der primäre Mineralbestand (Olivin, Pyroxene) nur noch rudimentär vorhanden ist. Der Serpentin ist an Mg^{2+} verarmt und

durch Eisenüberschuss bräunlich gefärbt. Stellenweise ist Olivin auch in-situ zu Magnesit umgewandelt.

Die aus Feldbeobachtungen, Strukturaufnahme, Isotopie ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$), Haupt-, Spuren- und REE-Geochemie gewonnenen Daten deuten an, dass das Grundprinzip der Lagerstättengenese aufgrund regional divergierender Randbedingungen entsprechend abzuwandeln ist. Gemeinsam ist allen Modellen eine syntektonische CM-Bildung mit der Migration CO_2 -haltiger Wässer entlang extensionaler tektonischer Strukturen, die Laugung von Mg^{2+} im basischen Milieu aus dem Nebengestein und die Fällung von Magnesit bei sinkendem pCO_2 in relativ seichten Niveaus (ECE et al. 2005, HORKEL et al. 2009). Diskussionspunkte sind u. a. die Herkunft des CO_2 , das Auftreten deszendenter oder aszendenter Fluide, die Bildungstemperaturen und -tiefe, Einfluss supergener Wässer sowie qualitätsmindernde Prozesse. Qualitätsmindernde Oxide (SiO_2 , Fe_2O_3) präzipitieren bei sinkender Basizität oder Remobilisation.

Derzeit wird versucht in gut untersuchten Lagerstätten höffige Zonen zu definieren und diese in ihrer Fortsetzung in unbekanntes und teilweise schlecht aufgeschlossenes Terrain zu prognostizieren. Innerhalb der Prognosezonen werden, ergänzend zu Detailkartierungen und tektonischer Strukturanalyse, geomagnetische Profile mittels eines Protonenpräzessions-Magnetometers gemessen. Dabei wird ausgenutzt, dass der Serpentin kein homogener Körper ist, sondern in Suszeptibilität und Remanenz stark variiert. Mit Hilfe der errechneten Störkörpermodelle wird versucht, prognostizierte Störungsverläufe und mögliche Magnesitmineralisationen zu detektieren. Als letzter Schritt folgt die Ausarbeitung der Ansatzpunkte für Kernbohrungen, deren Ergebnisse wiederum dazu verwendet werden, um das bestehende Modell anzupassen und zu optimieren.

Dies erfolgt in Projekten der Rohstoffkommission der ÖAW und dem FFG Bridgeprojekt Nr. 818117/16665 mit kräftiger Unterstützung österreichischer (RHI, STYROMAG) und türkischer Industriepartner (MAS, CALMAG). Untersuchungsgebiete sind die Typlokalität für Kraubath-Typ CM-Lagerstätten in Österreich und in Abbau stehende Bergbaue in der Türkei im Raum Eskisehir - Tavshanli - Bursa.

ECE, Ö.I., MATSUBAYA, O. & COBAN, F. (2005): Genesis of hydrothermal stockwork-type Magnesite deposits associated with ophiolite complexes in the Kütahya - Eskisehir region, Turkey. - N. Jb. Miner. Abh., **181**: 191-205, Stuttgart.

HORKEL, K., EBNER, F. & SPÖTL, C. (2009): Stable isotopic composition of cryptocrystalline magnesite from deposits in Turkey and Austria. - Geophys. Res. Abstr., **11**: 11881.

WEBER, L., ZSAK, G., REICHL, C. & SCHATZ, M. (2010): World Mining Data, **25**: 1-307, Vienna.

WILSON, I. & EBNER, F. (2006): The World of Magnesite. - Industrial Minerals, **3**: 54-61.

Die Riffschuttkalke von „Casera Val di Collina“ (Mitteldevon, Karnische Alpen)

HUBMANN, B.

Institut für Erdwissenschaften, Universität Graz,
Heinrichstr. 26, 8010 Graz

Wenige hundert Meters nordwestlich der Almwirtschaft „Casera Val di Colina“ ist in 1520 m Seehöhe westlich des Plöckenpasses auf italienischer Seite am Trail 149 Richtung Rifugio Marinelli an einer Wand, die gegen Osten geneigt ist, eine ehemalige Steinbruchstelle aufgeschlossen.

Vermutlich zu Ende des 19. Jahrhunderts bis in die Vor- bzw. frühe Nachkriegszeit des ersten Weltkriegs wurden hier Gesteine zur Verarbeitung zu Dekorsteinen in Blöcke geschnitten und anschließend zur weiteren Verarbeitung ins Tal transportiert. Die hellgrauen Gesteine, die sich an ihren Oberflächen aufgrund der Verwitterung und des Flechtenbesatzes als weitgehend einheitlich „weiß und strukturlos“ erweisen, waren wegen ihres ästhetischen „Innenlebens“ geschätzt.

Faziell weisen sich die Kalke als rückstandsarme Korallen-Stromatoporen-Schuttkalke aus, die sowohl Schüttungs-Folgen wie auch autochthone Wachstumsphasen aufweisen. Der sedimentäre Gesamtcharakter spricht für eine Ablagerung im höherenergetischen Vorriffbereich. Im Unterschied zu den „ostalpinen“ Riff-Pendants finden sich hier mehrphasig sparitisch verfüllte Zwickel zwischen den bis mehrere Zentimeter im Durchmesser messenden Korallenkolonien und Stromatoporencoenosten.

Die Zusammensetzung der Coelenteratenfauna (u. a. mit Phillipsastreiden) spricht, wie auch die spärlichen Funde an beleodelliden und polygnathiden Conodonten anzeigen, für ein givetisches Alter (*varcus*-Zone). Durch die etwa in Ost-Westrichtung laufenden Störungen, die dem System des „Hochwipfelbruches“ zuzuordnen sind, sind die Vorriffkalke in ihrem Vorkommen isoliert. Ein möglicher Zusammenhang mit den „eigentlichen“ Riffen der Kellergrat-Entwicklung, die sich in den Nordwänden der Hohen Warte-Kellerwarte befinden dürften, scheint plausibel.

Die einstige Abbauweise der Gesteine durch Diamant-Drahtsägen hat im Gelände zahlreiche großflächige Anschnitte hinterlassen, die einen exzeptionell guten Einblick in den bioarchitektonischen Bau erlauben. Die generelle Zusammensetzung der Organismen mit 70 % Stromatoporen, 7 % rugosen Korallen und 23 % tabulaten Korallen (davon 13 % Chaetetiden, 3,5 % Alveolitiden, 3,5 % Thamnoporiden, 2,5 % Favositen und 0,5 % Helioliten) am Modalbestand der Kalke entspricht durchaus der „Normalzusammensetzung“ givetischer Riffkernbereiche. Die Ausbildung der Zemente in den Hohlräumen spricht nach Kathodolumineszenz-Untersuchungen für rasche frühe Zementation ohne wesentlichen Einfluss meteorischer Wässer.

The Middle Devonian „Gaisbergsattel Member“ (Kollerkogel Formation): „Sleeping Beauty“ among lithostratigraphic units of the Graz Palaeozoic?

HUBMANN, B.

University of Graz, Institute of Earth Sciences (Geology and Palaeontology), Heinrichstrasse 26, 8010 Graz, Austria;
bernhard.hubmann@uni-graz.at