

yields less scatter (MSWD 3.1) but otherwise within error identical results (222.5 ± 9.8 Ma; 0.511905 ± 0.000022). „Internal“ isochron calculation for magnesite and matrix material from individual samples, mostly involving replicate analyses of sample pairs with large spread in Sm/Nd, yields consistent ages for 8 samples ranging from 236 ± 15 Ma to 222.6 ± 8.2 Ma ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 0.511871-0.511915) with a well defined mean value of 229.3 ± 2.4 Ma (MSWD 0.65). Only two samples yield discordant and slightly younger internal ages of 208 ± 19 Ma and 193.5 ± 8.4 Ma. While the first age value is not well defined (low spread in Sm/Nd; no repetition of analysis), the second age is better defined due to a larger spread in Sm/Nd and replicate analyses of both, magnesite and matrix.

The results of the isochron calculations both in terms of age and of $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ strongly argue for an Nd isotope equilibration in the Upper Triassic on a local scale (hand specimen) and also, with somewhat larger degree of geological scatter, on a regional scale (Breitenau magnesite deposit) probably due to a pervasive flux of the REE. The well defined mean age of 229.3 ± 2.4 Ma of the internal isochron calculations can then be regarded as the best age to date this event. In combination with the high salinity of the fluids and the „evaporitic“ Mg isotope composition, the results of the Sm-Nd isotope investigation are interpreted to date formation of the Breitenau magnesite deposit by metasomatic replacement due to infiltrating residual brines. Remarkably similar fluid compositions and now also Rb-Sr mineral ages (MELCHER et al. this volume) can be observed for the Bleiberg Pb-Zn deposit suggesting a possible link in the chemical evolution of the mineralizing fluids and the timing of mineralization of the Breitenau magnesite deposit and the Bleiberg Pb-Zn deposit in the Eastern Alps.

- PROCHASKA, W. (2000): Magnesite and talc deposits in Austria. - *Mineralia Slovaca*, **32**: 543-548.
- PROCHASKA, W. & HENJES-KUNST, F. (2008): Inclusion Fluid Chemistry of Sparry Magnesite Mineralizations in the Eastern Alps. - From Sea to Sky - Goldschmidt 2008. - Goldschmidt Conference Abstracts.
- RANTITSCH, G., SACHSENHOFER, R.F., HASENHÜTTL, C., RUSSEGGER, B. & RAINER, T. (2005): Thermal evolution of an extensional detachment as constrained by organic metamorphic data and thermal modeling: Graz Paleozoic Nappe Complex (Eastern Alps). - *Tectonophysics*, **411**: 57-72.
- VAVTAR, F. (1976): Gefügeanalytische Untersuchungen der Magnesitlagerstätte Bürglkopf - Weißenstein bei Hochfilzen, Tirol. - *Verh. Geol. B.-A.*, **2**: 147-182, Wien.
- WEBER, L. (Hrsg.) (1997): Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs. - *Archiv f. Lagerstättenforschung, Geol. Bundesanst.*, **19**: 1-607, Wien.

Accessory Ti and Zr-bearing phases as petrogenetic (T , $X\text{CO}_2$, $f\text{O}_2$) indicators in the metarodingites of Burgum (Upper Schieferhülle, South-Tyrol, Italy)

HIDEN, S.¹, TROPPER, P.¹ & MAIR, V.²

¹ Institut für Mineralogie und Petrographie, Innrain 52f, 6020 Innsbruck, Österreich;

² Amt für Geologie und Baustoffprüfung, Eggentalerstrasse 48,

39053 Kardaun (BZ), Italien

The focus of this investigation is on the petrology of the metarodingites of Burgum in the Pfitsch-Valley, South-Tyrol, Italy. Geologically, these rocks are part of the Pennine Upper Schieferhülle (Bündnerschiefer) of the Tauern Window. The samples were collected from heaps of rock debris located next to the Sterzingerhütte at an altitude of 2344 m. Although this site is known by mineral collectors for its large, idiomorphic crystals of zircon, apatite, diopside, vesuvianite, and titanite, almost no petrological data exist so far. Therefore this study represents the first mineralogical-petrological investigation involving Ti and Zr-bearing phases in order to deduce the T - $X\text{CO}_2$ conditions of their formation. The metarodingites contain the mineral assemblage garnet (andradite-grossular), vesuvianite, clinopyroxene (diopside-hedenbergite), chlorite, ilmenite, magnetite, perovskite, calcite, dolomite, titanoclinohumite. In most samples corona-like reaction textures involving Ti-bearing phases can be found. In the center of these reaction textures ilmenite + magnetite occur. This assemblage is enclosed by a rim of perovskite, which is rimmed by titanite. The matrix shows the assemblage diopside + garnet + chlorite. Electron microprobe analysis shows that ilmenite contains a significant geikielite component (4.1-5.8 wt.% MgO). Perovskite is very close to end-member composition and titanite contains only minor amounts of F and Al (0-0.07 wt.% F, 0.48-1.03 wt.% Al_2O_3). Garnet is essentially a grossular-andradite solid solution with minor amounts of Ti (2.49-5.61 wt.% TiO_2). Schreinemakers analysis of the phase relations in the systems $\text{CaO-TiO}_2\text{-MgO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O-CO}_2$ and $\text{CaO-TiO}_2\text{-FeO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O-O}_2$ involving the phase components geikielite, perovskite, titanite, magnetite, hedenbergite, andradite, calcite, SiO_2 yield invariant points in a T - $X\text{CO}_2$ and a T - $f\text{O}_2$ diagram. The assemblage geikielite + quartz + calcite is restricted to high $X\text{CO}_2$, whereas perovskite requires low $X\text{CO}_2$ at high T in a T - $f\text{O}_2$ diagram, periclase requires high T and low $f\text{O}_2$, whereas titanite requires high $f\text{O}_2$ and low T . Titanite is stable at low T and high $a\text{SiO}_2$ and thus forms most likely during retrogression. Therefore this mineralogical sequence can be interpreted as being the result of lowering $X\text{CO}_2$ during the prograde path (perovskite formation) and a decrease in T contemporaneous with an increase in $f\text{O}_2$ and $a\text{SiO}_2$ during the retrograde path (titanite formation).

Electron microprobe analyses also revealed the presence of accessory Zr-phases, such as zircon, zirconolite ($\text{CaZrTi}_2\text{O}_7$), calzirtite ($\text{Ca}_2\text{Zr}_5\text{Ti}_2\text{O}_{16}$) and baddeleyite (ZrO_2). Zr-bearing phases are rare and occur in direct contact with or close to magnetites. Zirconolite occurs as single crystals with growth zoning or as part of mineral aggregates together with baddeleyite. Calzirtine crystals are very rare and also occur with magnetite. Zircon is frequently observed, but no clear textural relations to the other Zr-bearing phases could be discerned. Zirconolite shows compositional variations involving Ca (5-17 wt.% CaO), Ti (33-45 wt.% TiO_2), Zr (29-37 wt.% ZrO_2). This crystallization sequence is also in agreement with increasing $a\text{SiO}_2$ during the metamorphic evolution of these rocks. The presence of these minerals indicates high

fluid-flow and high elemental mobilities of Zr and Ti either during serpentinization or during Alpine high-*P* metamorphism. Zr-in-titanite thermometry yielded reasonable *T* of 500-550 °C in agreement with previous Alpine *T* estimates from the Upper Schieferhülle, only when *a*SiO₂ was very low with 0.01 and *a*TiO₂ is lower than 0.5.

Die Wimmerbauernquelle in Bad Ischl - (noch) einige hydrogeologische Fragezeichen

HILBERG, S.

Universität Salzburg, Fachbereich Geographie und Geologie,
Hellbrunner Str. 34, 5020 Salzburg; sylke.hilberg@sbg.ac.at

Die Wimmerbauernquelle liegt im Gemeindegebiet von Bad Ischl in Oberösterreich am Nordrand des Ortsteils Kreutern. Die Quelle wurde am Südfuß des Gsprangkopfes gefasst und liegt auf einer Seehöhe von 560 m. Der Gsprangkopf wird zur Gänze aus Hauptdolomit aufgebaut. Das orographische Einzugsgebiet der Quelle wird vom Langeckriedl im Westen und einem namenlosen Gerinne im Osten begrenzt und umfasst eine Fläche von etwa 0,25 km². Die Quelle ist Teil der Wasserversorgung der Stadtgemeinde Bad Ischl.

Die Wimmerbauernquelle wurde im Rahmen einer über-regionalen Arbeit zur Charakterisierung von Hauptdolomitwässern im Zeitraum 2004 bis 2007 untersucht. Dabei wurden neben der Schüttungsmenge und den Feldparametern elektrische Leitfähigkeit und Temperatur auch regelmäßig Proben für hydrochemische Analysen sowie für Isotopenuntersuchungen entnommen. Bereits aus der Auswertung der Feldparameter ergab sich die Sonderstellung der Quelle im Vergleich zu weiteren 8 Quellaustritten am Kalkalpennordrand zwischen Reit im Winkl und Waidhofen/Ybbs in vergleichbarem geologischen Umfeld. Die Quelle weist bei moderaten Schüttungsschwankungen zwischen 2,5 und 3,5 l/s im Jahresganges eine extrem stabile Wassertemperatur von 11 bis 11,5 °C auf. Die elektrischen Leitfähigkeiten liegen mit stabilen Werten um 270 µS/cm signifikant unter jenen Werten aller anderen untersuchten Hauptdolomitquellen, für die im Mittel ca. 350 µS/cm gemessen wurden.

Die hydrochemischen Analysen ergaben ein vollkommen ausgeglichenes Calcium-Magnesium-Verhältnis mit sehr geringen Konzentrationen anderer Kationen. Es besteht außerdem eine deutliche Dominanz von Hydrogenkarbonat, Chlorid und Sulfat treten nur untergeordnet auf. Die Berechnung der Sättigungsindizes für Kalzit und Dolomit zeigt für beide Komponenten deutliche Untersättigung an.

Auf Basis der durchgeführten Untersuchungen der stabilen Isotope ¹⁸O und Deuterium mit Messwertschwankungen über die Beobachtungsdauer im Rahmen des Messfehlers, konnte bereits die Aussage getroffen werden, dass die Wasser Verweilzeiten von mehreren Jahren aufweisen müssen. Hinsichtlich der Einzugsgebietsabgrenzung wurde aus diesen Daten in Kombination mit dem Niederschlagsinput an den Messstationen Ebensee und Feuer-

kogel eine mittlere Höhe von ca. 1200 m ü.A. bestimmt, was in gutem Einklang mit dem orographischen Einzugsgebiet des Gsprangkopfes mit einer Gipfelhöhe von 1376 m ü.A steht.

Die Altersdatierung wurde auf Basis von Tritiumswerten aus dem Zeitraum 2005 und 2006 durchgeführt. Die Messwerte lagen dabei jeweils im Bereich um 4 TU, was auf einen nicht unerheblichen Anteil an Wässern aus „Vorbombenzeiten“ schließen lässt.

In Kombination mit der Tritium-Inputfunktion der Messstelle Feuerkogel sowie einer einmaligen Messung des SF₆-Gehaltes der Wässer wurde für die Wimmerbauernquelle ein etwa 25 %iger Jungwasseranteil mit einer mittleren Verweilzeit zwischen 15 und 30 Jahren berechnet. 75 % des Wassers muss demnach Verweilzeiten von mehr als 50 Jahren aufweisen.

Aus den erfassten Daten ergaben sich einige Fragen und Widersprüche, die bisher nur zum Teil gelöst werden konnten:

- Die vergleichsweise geringen elektrischen Leitfähigkeiten, die Ionenzusammensetzung, die Untersättigung an Kalzit und Dolomit sowie das orographische Einzugsgebiet sprechen dafür, dass sich die Wässer ausschließlich innerhalb des Hauptdolomits aufhalten und hier nicht ausreichend lange verweilen um Sättigungskonzentrationen zu erreichen.
- Die mittlere Einzugsgebietshöhe deutet darauf hin, dass orographisches und hydrogeologisches Einzugsgebiet im Wesentlichen identisch sind.
- Die extrem stabile Temperaturganglinie sowie die hohen Wasseralter lassen auf einen wesentlichen Anteil an Tiefenwässern schließen.

Mittels der software PHREEQC wurde eine Temperaturerhöhung der Quellwässer simuliert. Eine Wassertemperatur von 20 °C führte dabei zur Sättigungskonzentration an Kalzit und Dolomit. Die Abkühlung tiefer Wässer beim Aufstieg sowie die Mischung mit chemisch unterschiedlichem Jungwasser kann daher als Erklärung für die vergleichsweise geringe Mineralisation bzw. die Untersättigung herangezogen werden. Dies bestätigt die Ergebnisse der Isotopenanalytik, die einen hohen Anteil an alten Tiefenwässern bescheinigen.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass es sich beim untersuchten Quellaustritt um ein Mischwasser aus einem seichten und einem tiefen Kluftaquifer handelt, dessen Wässer konzentriert im Bereich des Quellaustritts Wimmerbauernquelle aufsteigen. Die strukturgeologische Situation im Umfeld des Gsprangkopfes wurde bisher nicht ausreichend untersucht, um die Zusammenhänge zwischen seichtem und tiefen Kluftaquifer zu klären und werden Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Varying structural styles in the imbricated Molasse of Eastern Bavaria, Salzburg and Upper Austria

HINSCH, R., LINZER, H.-G. & WIESMAYR, G.

Rohöl-Aufsuchungs AG, Schwarzenbergplatz 16,
1015 Vienna, Austria; ralph.hinsch@rag-austria.at;