

the growth of authigenic illite defining a penetrative cleavage in some of the scarce pelitic intercalations within the Werfen sandstone succession.

While the Middle Jurassic Hallstatt Mélange forms a more or less circular frame around the Jurassic Rettenstein succession sensu stricto, the distribution of the latter itself is clearly asymmetrical: in the north there is only Plassen Formation with the occurrence of the youngest strata, whereas the oldest rocks are found in the south. This is in accordance with the N- to NW-dip of strata and the subhorizontal fault at the basis of this tectonic unit. Looking at the thermal imprint and the geometries, the situation is best explained by the assumption of a normal fault below the Hallstatt Mélange and a thrust fault at its top. Assumably, the normal fault cut through an already complicated tectonic wedge resulting from both long-distance and out-of-sequence thrusting. The prominent normal fault with some km of displacement is most likely the result of Late Cretaceous large-scale extensional faulting which has been described particularly from the central Alps (e.g. Ötztal-Stubai complex, Gurktal nappe, Graz Palaeozoic nappe complex).

Coexistence of siliceous basin and shallow-water carbonate sedimentation in the Oxfordian of the central Northern Calcareous Alps, Austria - a major step for the understanding of the early history of the Plassen Carbonate Platform

AUER, M., SUZUKI, H., GAWLICK, H.-J. & SCHLAGINTWEIT, F.

University of Leoben, Department for Applied Geosciences and Geophysics, Chair of Prospection and Applied Sedimentologie. Peter-Tunner-Str. 5, A-8700 Leoben; das_auerli@web.de, hans-juergen.gawlick@mu-leoben.at, ef.schlagintweit@t-online.de, hsuzuki2005@d1.dion.ne.jp

The Late Jurassic succession of Mount Rettenstein is unique in comparison to all other sections known in the Northern Calcareous Alps, because it provides the oldest coexistence of radiolarite basin sedimentation with contemporaneous shallow-water carbonate intercalations. An up to 3.5-metres-thick debris flow made up of shallow-water carbonate detritus with a radiolaritic matrix is overlain by thin (calcareous) radiolarite, followed by several hundreds of metres of shallow-water carbonates of the Plassen Formation. Benthic foraminifers (*Labyrinthia mirabilis* and *Alveosepta* aff. *jaccardi*) and the extremely rich and well preserved radiolarian associations from the siliceous matrix sediments (e.g. with *Williriedellum dierschei*, *Eucyrtidiellum unumaense pustulatum*, *Eucyrtidiellum unumaense unumaense*, *Williriedellum dierschei*, *Williriedellum marcucciae*, *Archaeodictyomitra amabilis*, *Archaeodictyomitra mirabilis*, *Dictyomitrella kamoensis*, *Eucyrtidiellum semifactum*, *Gongylothorax favosus*, *Gongylothorax* aff. *favosus*, *Stichocapsa naradaniensis*, *Stichocapsa robusta*, *Stylocapsa oblongula*, *Theocapsomma cordis*, *Tricolocapsa conexa*, *Unuma gorda*, *Zhamoidellum ovum*, and *Zhamoidellum ventricosum*) indicate a depositional age of both the debris flow and the basal Plassen Formation in the Late Oxfordian. This is as yet the first unambiguous evidence of Oxfordian shallow-water sedimentation in the Northern Calcareous Alps. This early neritic stage with the settlement of ooid bars and coral-stromatoporoid-reefs, evidenced by the debris flow resediments in siliceous basin sedimentation, is followed by the definite, rapid progradation of the actual Late Oxfordian/Kimmeridgian Plassen Carbonate Platform (PCP) with its steep slope configuration. Assumably, this evolution was steered by a mixture of both global environmental and regional tectonic constraints.

Our investigations result in following conclusions:

1. The Mount Rettenstein Debris Flow, which underlies radio-

larites of the Ruhpolding Radiolarite Group, yields direct evidence for an initial stage of Late Jurassic shallow-water carbonate platform sedimentation with the occurrence of ooid bars and coral-stromatoporoid patch reefs since approximately the Middle/Late Oxfordian boundary.

2. Progradation of the PCP over the radiolarite basin occurred at Mount Rettenstein already in the Late Oxfordian and thus earlier than at any other known location in the NCA with complete Late Jurassic stratigraphic sections.
3. At Mount Rettenstein shallow-water levels were apparently reached rapidly during platform progradation. This is indicated by the lack of transitional (hemi-)pelagic carbonates and the only very thin slope facies succession of the Plassen Formation, which is in line with a fast progradation and the formation of a steep slope.
4. Stratigraphic correlations of radiolarians and shallow-water organisms result in a slight modification of the stratigraphic range of characteristic Oxfordian radiolarian species and the biostratigraphic zones, respectively, towards younger times. The exact position of the borderline within the Late Oxfordian has to be tested.

Summarizing, Mount Rettenstein with its unique Oxfordian stratigraphic section yields an important input for the understanding of the early history of the PCP and its palaeoenvironment. Moreover, due to this uniqueness the Middle to Late Oxfordian Mount Rettenstein succession is of immense importance for palaeogeographic considerations. This, and the complex structural situation of the isolated, rootless Jurassic occurrence is beyond the scope of this stratigraphy-focussed article and will be depicted and discussed elsewhere.

Mineralisationsphasen in der Spatmagnetitlagerstätte Sunk/Hohentauern - Stmk./Ostalpen

AZIM-ZADEH, A. M.¹, EBNER, F.², JIANG SHAO-YONG³ & KLÖTZLI U.⁴

^{1,2}Montanuniversität Leoben, Department Angewandte Geowissenschaften und Geophysik, A-8700 Leoben, Peter Tunnerstr. 5, ³State Key Laboratory for Mineral Deposit Research, Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing China, ⁴Universität Wien, Department für Lithosphärenforschung, A-1090 Wien, Althanstraße 14; amir.azim-zadeh@stud.unileoben.ac.at, fritz.ebner@unileoben.ac.at, shyjiang@nju.edu.cn, urs.kloetzli@univie.ac.at

Die Spatmagnetitlagerstätte Sunk/Hohentauern in der steirischen Grauwackenzone liegt in unterkarbonen karbonatischen Wirtsgesteinen mit niedriggradig kretazischer Metamorphoseprägung (EBNER et al. 2004). Sie zeigt folgende karbonatische Bildungsphasen: 1.) flachmarine fossilreiche Kalke, 2.) frühdiagenetische, fossilführende dichte Dolomite und fein gebänderte mikrokristalline Kalke/Dolomite, 3.) div. Typen von Spatmagnetit, 4.) spätigen Dolomit am Kontakt zum Spatmagnetit, 5.) spätig-dolomitische Redolomitierungen (6.) Kokardendolomite 7.), submikroskopische Redolomitierungen im Magnetit, 8.) idiomorphe Dolomitekristalle („Roßzähne“) und 9.) Dolomit als Kluffbeläge. Talk in Klüften/Störungen ist das hydrothermale Reaktionsprodukt eines SiO₂-reichen Fluids mit Dolomit/Magnetit.

Die geochemische Charakterisierung erfolgte durch den Gesamtgesteinschemismus (RFA, AAS), Hauptelementen, Spurenelementen und SEE sowie Isotopen ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$) an isolierten Einzelkristallen (AAS, MC-ICP-MS) und LA-ICP-MS ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) in Spatmagnetiten. Selbst makroskopisch als Magnetit erscheinende Proben zeigen mit erhöhten CaO- und erniedrigten MgO-Gehalten oft keine ideale Magnetitzusammensetzung. Grund dafür sind submikroskopische Dolomitrelikte (2) bzw. Redolomitierungen (7) entlang von Spaltrissen und Klüften.

Die $\delta^{13}\text{C}$ - und $\delta^{18}\text{O}$ -Werte sind ident mit bekannten Werten von Spatmagnesiten der Grauwackenzone. Die $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse isolierter Magnesit-Kristalle sind schwankend. Zur Abklärung dieser Variation wurden mit der LA-ICP-MS Mikro-Magnesit-profile analysiert, wobei die Sr-Verhältnisse auch im μm -Bereich nicht homogen sind. Die $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse aus Kalken entsprechen karbonem Meerwasser (McARTHUR et al. 2001), während die Verhältnisse in isolierten Kristallen von Dolomit (2) und Magnesit gegenüber karbonem Meerwasser erhöht sind. Homogenbereiche in Magnesit-LA-Profilen ergeben ebenfalls Karbon-Werte. Auch $\delta^{34}\text{S}$ Werte aus erbohrtem Anhydrit/Gips entsprechen dem Karbon. $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ -Daten von Pinolitmagnesiten weisen auf einen oberkarbonen - unterpermischen Zeitbereich (~ 325-268 Ma). Fixpunkte in der Ereignisabfolge sind das Sedimentationsalter (Visé) des Wirtsgesteins (1) sowie die Phasen 6-9 und die Talkbildung nach dem kretazischen Metamorphosepeak. Hinweise auf die Spatmagnetitbildung häufen sich im Bereich Oberkarbon bis Unterperm.

- EBNER F., PROCHASKA, W., TROBY, J. & AZIM ZADEH, A.M. (2004): Carbonate hosted sparry magnesite of the Greywacke zone, Austria/Eastern Alps. - Acta Petrol. Sinica., **20**: 791-802.
- McARTHUR J. M., HOWARTH R. J. & BAILEY T. R. (2001): Strontium Isotope Stratigraphy: LOWESS Ver. 3: Best Fit to the Marine Sr-Isotope Curve for 0 to 509 Ma and Accompanying Look-up Table for Derivation of Numeric Age. - Journal of Geology, **109**: 155-170.

Geological Fluids: thermodynamics and computer programming

BAKKER, R. J.

Mineralogy & Petrology, University of Leoben, Peter-Tunner-Str. 5, A-8700 Leoben, Austria; ronald.bakker@mu-leoben.at

Fluids in crustal and mantle systems consist mainly of the components: hydrogen, oxygen, carbon, sulphur, nitrogen, and a variety of chlorides. They may occur in vapour-like and liquid-like phases, even at mantle conditions. H_2O , CO_2 and NaCl are the main chemical species that occur in those phases. The thermodynamic properties of these phases are of major importance to the processes in the earth crust and mantle that involve a fluid phase.

The thermodynamic properties of fluids can be described with equations of state (e.g. VAN DER WAALS 1873). The number of available equations of state is enormous. Similarity and diversity among equations for equal fluid systems is a major problem for the selection of one suitable equation for a specific study. It is a nearly impossible task for geoscientists to judge the accuracy of equations of state or the possibility to extrapolate beyond the indicated limits, without a thorough study of available data. Moreover, it is nearly impossible to use many equations of state to their full extend, due to the complexity of formulation.

The computer package **Fluids** (BAKKER 2003) was designed to be able to use a variety of equations of state. The program was originally designed in C++ using a rather inflexible SIOUX interface (Simple Input/Output User eXchange, Metrowerks Corporation). This software is free available at the website <http://fluids.unileoben.ac.at>. The package **Fluids** is now redeveloped using a new software package for programming, i.e. REALBasic 2007 (REAL Software, inc.), that provides a more flexible user interface. This software provides the possibility to build applications for Windows, Mac OS and Linux computers.

First, the programs were developed for fluid inclusion studies. Additional thermodynamic functions are now included for a complete fluid analysis. For each equation of state it is now possible to calculate molar volume (x, T, p), pressure (x, T, V_m),

temperature (x, p, V_m), fugacity (x, T, p), activity (x, T, p), homogenization conditions (x, T_h or P_h), liquid-vapour equilibria (x, T, V_m), spinodal (x, V_m), critical point (x), relative internal energy (x, T, p), relative enthalpy (x, T, p), entropy (x, T, p), relative Helmholtz energy (x, T, p), relative Gibbs free energy (x, T, p), and chemical potentials (x, T, p). Ideal mixing and excess energy (or molar volume) are also calculated with the programs. These calculations are obtained using a variety of partial derivatives of the pressure function (see PRAUSNITZ et al. 1986), and by using the ideal gas properties according to ROBIE et al. (1978).

- BAKKER, R.J. (2003): Chemical Geology, **194**: 3-23.
- PRAUSNITZ, J.M. & LICHTENTHALER, R.N. & GOMEZ DE AZEVEDO, E. (1986): Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase equilibria. Prentice Hall.
- ROBIE, R.A., HEMINGWAY, B.S. & FISHER, J.R. (1978): USGS Bulletin, 1452, 644 p.
- VAN DER WAALS (1873): PhD Thesis, Leiden.

Hydrodynamische Modellierung im Bereich des Zicksee, Burgenland

BARTH, A., DARSOW, A., MÜLLEGER, C., HÄUSLER, H. & HOFMANN, T.

Department of Environmental Geosciences, Center for Earth Sciences, Vienna University, Althanstrasse 14, 1090 Wien, Österreich; anton.barth@gmx.at, andreas.darsow@unvie.ac.at, christian.muellegger@unvie.ac.at, hermann.hausler@unvie.ac.at, thiilo.hofmann@unvie.ac.at

Aufgrund der intensiven Bewässerung und der negativen klimatischen Wasserbilanz im Bereich des Seewinkels wurde ein Rückgang des Grundwasserspiegels beobachtet, welcher auch einen negativen Einfluss auf die Seehöhe des Zicksees hat.

Ziel der vorliegenden Studie ist es ein numerisches Grundwasserströmungsmodell im Bereich des Zicksees zu erstellen um den hydraulischen Zusammenhang zwischen Zicksee und Grundwasserleiter zu quantifizieren und qualifizieren. Der im nördlichen Burgenland befindliche Zicksee hat eine Fläche von ca. 1,2 km² und eine durchschnittliche Wassertiefe von 1,5 m. Das Volumen des Zicksee beträgt ca. 1*10⁶ m³. Um ein Austrocknen des Sees zu verhindern wird dieser seit 1991 mit jährlich 3,5 Mio. m³ Grundwasser aus zwei nördlich des Zicksees gelegenen Brunnen dotiert. Zum einen führten die Dotationen bisher nicht zu der gewünschten Erhöhung des Seespiegels, zum anderen sind die dotierten Mengen so groß, dass eine wesentliche Versickerung des dotierten Wassers und Rückströmung zu den Brunnen, also eine Wasserführung im Kreislauf, angenommen werden kann..

Um die Frage der hydraulischen Kommunikation zwischen Seespiegel und Grundwasserspiegel zu klären und die Anteil von Seewasser in den nördlichen Förderbrunnen abzuschätzen wurde ein 3D Finite Differenzen Modell mittels Processing Modflow erstellt. Als Datengrundlage für die Modellierung dienten langjährige Messdaten sowie ein einjähriges hoch aufgelöstes Monitoring der Grundwasserdruckhöhen im Bereich des Zicksees. Der Aufbau des sandigen kiesigen Grundwasserleiters und die zugehörige Durchlässigkeitsverteilung wurden aus vorhandenen Bohrprofilen abgeleitet. Mit Hilfe des Modells konnte der hydrodynamische Ist-Zustand nachvollzogen werden. Dies ergab, dass ca. 75 % des in den See gepumpten Grundwassers nach Dotierung des Sees wieder den beiden Pumpbrunnen zufließen und somit ein Kreislauf tatsächlich hergestellt wurde. Weiters wurde verschiedenen Szenarien berechnet um die Auswirkungen einer veränderten Pump-rate auf die Seespiegelhöhe sowie auf die Grundwasserdynamik abschätzen zu können. Hierzu wurden die Pumprate, der Niederschlag sowie die Verdunstung variiert und die Auswirkungen auf die hydrodynamische Situation im Bereiche des Zicksee quantifiziert.