

but most of the rivers as well as the biggest river in the area (Drava, Mur) display an equilibrated profile. It seems that most rivers are able to incise to adjust to the new base level, some not (Bistrica river, Frassbach river) but interestingly the hillslopes are not responding to the new conditions. Hillslopes have a longer time response than rivers (REINHARDT et al. 2007) and it suggest that, in our study area, rivers are able to match the new uplift rate while hillslopes are not. We measured cosmogenic-derived ( $^{10}\text{Be}$ ) present day erosion rates to constrain the rates and age of beginning of incision in the relict landscape as a proxy of age of increase in uplift rate. As it was never influenced by glaciers, a climatic driver for the recent increase in uplift rate is unlikely in our study area. We suggest that the ongoing convergence between Adriatic and European plate and the inversion of the Pannonian basin at the end of Miocene are possible causes for the uplift in our study area even if the mechanism itself responsible of the increase in uplift rate remains unclear.

WINKLER-HERMADEN, A. (1957): Geologisches Kräftespiel und Landformung. Grundsätzliche Erkenntnisse zur Frage junger Gebirgsbildung und Landformung, **XX**. - 1-822, (Springer) Wien.

REINHARDT, L.J., BISHOP, P., HOEY, T.B., DEMPSTER, T.J. & SANDERSON, D.C.W. (2007): Quantification of the transient response to base-level fall in a small mountain catchment: Sierra Nevada, southern Spain. - J. Geophys. Res., **112**. F03S05, DOI 10.1029/2006JF000524.

### Die Annaberger Wende: Neudefinition der Annaberger-Formation als Ausdruck der ersten Öffnungsphase der Neotethys im Bereich der Ostalpen

LEIN, R.<sup>1</sup>, GAWLICK, H.-J.<sup>2</sup> & KRYSTYN, L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> University of Vienna, Centre for Earth Sciences, Althanstrasse 14, 1090 Vienna, Austria; richard.lein@univie.ac.at;

<sup>2</sup> University of Leoben, Department for Applied Geosciences and Geophysics, Prospection and Applied Sedimentology, Peter-Tunner-Strasse 5, 8700 Leoben, Austria; hans-juergen.gawlick@mu-leoben.at;

<sup>3</sup> University of Vienna, Department for Paleontology, 1090 Vienna, Althanst.14, Austria; leopold.krystyn@univie.ac.at;

Die Sedimentationsgeschichte der unteren Mittel-Trias ist im Bereich des Neotethys-Nordwestrandes (u. a. in den Ostalpen, besonders Nördliche Kalkalpen) durch eine flachmarine, eingeschränkte Seichtwasserkarbonatentwicklung (Gutenstein-Formation und Äquivalente) gekennzeichnet. Am Top der Gutenstein-Formation, wahrscheinlich an der Basis des Pelsonium, kommt es zu einer drastischen Änderung im Sedimentationsgeschehen. Weite Bereiche der ehemaligen Seichtwasserkarbonatentwicklung unterliegen einer plötzlichen Abtiefung, wodurch großflächig hemipelagisch beeinflusste Sedimente nachfolgen, datiert u. a. durch das Auftreten von *Nicoraella germanica* und *Gondolella bulgarica*. Diese Entwicklung ist je nach paläogeographischer Position unterschiedlich ausgebildet: einerseits treten dunkle gebankte Kalke mit

und ohne Hornsteine auf, oder graue Kalke mit Seichtwasserschutt, aber auch graue Hornsteinbankkalke mit zum Teil dicken Ton- und Mergelzwischenlagen.

Stellvertretend für den gesamten Neotethys-Nordwestrand definieren wir dieses erste sehr markante Abtiefungs-Ereignis, das in weiterer Folge auch mit einer verstärkten Subsidenz akkordiert, als Annaberger Wende. Die damit in Verbindung stehenden Ablagerungen werden im Bereich des späteren Bajuvarikum und Tirolikum als Annaberger-Formation (dunkle hemipelagisch beeinflusste zum Teil dick-gebankte und bituminöse Kalke, vgl. TOLLMANN 1976), im Bereich des Hoch-Tirolikum und der angrenzenden Hallstätter Zone als Rabenkogel-Subformation (graue gebankte Hornsteinbankkalke mit mächtigen Ton- und Mergelzwischenlagen, Typprofil Rabenkogel östlich von Bad Mitterndorf) und im Bereich der späteren Hallstätter Zone bzw. ihrer Schelfentwicklung als Sulzkogel-Subformation (graue gebankte Kalke mit Seichtwasserschutt, Typprofil an der Basis des Sulzkogels östlich von Gosau) ausgeschieden. All diesen Entwicklungen ist gemeinsam, daß sie von der Steinalm-Formation (Karbonatrampe), die auf das Pelsonium beschränkt ist, überlagert werden. Die oben genannte erhöhte Subsidenz im Pelsonium kann dabei durch die verstärkte Karbonatproduktion der Steinalm-Entwicklung ausgeglichen werden. Im späten Pelsonium kommt es aber zu einem endgültigen Ertrinken der Steinalmkalk-Entwicklung (Reiflinger Wende im Sinne von SCHLAGER & SCHÖLLNBERGER 1974), datiert u. a. durch das Auftreten von *Nicoraella germanica* und *Gondolella bifurcata*. Dieses Ereignis steht in Verbindung mit dem endgültigen Durchreißen der Neotethys und der Bildung ozeanischer Kruste (vgl. GAWLICK et al. 2008); dieses Ereignis führt zu einem lokalen Aussterbensevent, sowie zu intensiver Extensionstektonik mit schnell absinkenden aber auch aufsteigenden Blöcken (LEIN & GAWLICK 2008), auf denen die Steinalm-Karbonatentwicklung trockenfällt und nachfolgend einer Schichtlücke im Illyrium auf Grund der starken Subsidenz mit kondensierten Sedimenten geflutet wird (BRANDNER 1984, GALLET et al. 1998).

Die Annaberger Wende markiert somit einen einschneidenden Wendepunkt in der Sedimentationsgeschichte der Schelfsedimente des nordwestlichen Neotethys-Randes, der verbunden ist mit dem Einsetzen verstärkter Subsidenz und damit der ersten Flutung des späteren westlichen passiven Kontinentalrandes der Neotethys.

BRANDNER, R. (1984): Meeresspiegelschwankungen und Tektonik in der Trias der NW-Tethys. - Jb. Geol. B.-A., **126**: 435-475, Wien.

GALLET, Y., KRYSTYN, L. & BESSE, J. (1998): Upper Anisian to Lower Carnian magnetostratigraphy from the Northern Calcareous Alps (Austria). - Journ. Geophysic. Research, **103**: 605-621.

GAWLICK, H.-J., FRISCH, W., HOXHA, L., DUMITRICA, P., KRYSTYN, L., LEIN, R., MISSONI, S. & SCHLAGINTWEIT, F. (2008): Mirdita Zone ophiolites and associated sediments in Albania reveal Neotethys Ocean origin. - Int. Journ. Earth. Sci., **97**: 865-881, (Springer) Berlin. DOI 10.1007/s00531-007-0193-z

LEIN, R. & GAWLICK, H.-J. (2008): Plattform-Drowning im mittleren Anis - ein überregionaler Event. - Journal of Alpine Geology, **49**: 61-62, Wien.

SCHLAGER, W. & SCHÖLLNBERGER, W. (1974): Das Prinzip stratigraphischer Wenden in der Schichtfolge der Nördlichen Kalk-

alpen. - Mitt. geol. Ges. Wien, **66/67**: 165-193, Wien.  
 TOLLMANN, A. (1976): Analyse des klassischen nordalpinen Me-  
 sozoikums. - 1-580, (Deuticke) Wien.

### **Automatische, zeitlich hochaufgelöste Onlinemessung stabiler Umweltisotope in Karstwässern**

LEIS, A.<sup>1</sup>, STADLER, H.<sup>1</sup>, SCHMIDT, R.<sup>2</sup>, VAN PELT, A.<sup>3</sup>,  
 PLIESCHNEGGER, M.<sup>1</sup>, HARUM, T.<sup>1</sup> & ZEROBIN, W.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, Institut für  
 Wasser-Ressourcen-Management, Hydrogeologie und  
 Geophysik, Elisabethstrasse 16/2, 8010 Graz, Österreich;

<sup>2</sup> Meteorologie consult GmbH, Frankfurter Str. 28,  
 61462 Koenigstein, Deutschland;

<sup>3</sup> Picarro Inc., 480 Oakmead Pkwy., Sunnyvale,  
 CA 94085, USA;

<sup>4</sup> Magistratsabteilung 31 - Wiener Wasserwerke, Stadt Wien

Untersuchungen der stabilen Umweltisotope Deuterium (<sup>2</sup>H) und Sauerstoff-18 (<sup>18</sup>O) zählen zu den wichtigsten analytischen Werkzeugen in der modernen Hydrogeologie und Hydrologie und werden immer häufiger auch bei praktischen Untersuchungen in der Oberflächen- und Grundwasserhydrologie eingesetzt. Die Messung der stabilen Umweltisotope im Wassermolekül erfolgte lange Zeit ausschließlich mit Hilfe von technisch sehr aufwendigen Isotopenmassenspektrometern. Durch ihre Größe, technische Komplexität und äußerst empfindliche Hardware sind diese Geräte nur für den Einsatz in speziell dafür adaptierten Labors, nicht aber für Onlinemessungen im Gelände geeignet. Die Erfassung isotopehydrologischer Parameter war deshalb bis jetzt ausschließlich auf Laboranalysen beschränkt. Für zahlreiche isotopehydrologische Untersuchungen wie z. B. die Charakterisierung von Abflussereignissen an Karstquellen wäre es aber hilfreich, zeitlich hoch aufgelöste Isotopenmessungen direkt vor Ort durchführen zu können, um zu verbesserten Informationen über die dynamischen Fließvorgänge kommen zu können. Jüngste Fortschritte bei der Entwicklung von hochsensitiven Gasanalysatoren auf der Grundlage der sogenannten „Cavity Ring Down Spectroscopy“ kurz CRDS (BERDEN et al. 2001) haben zur Entwicklung einer neuen Klasse von feldtauglichen Isotopenmessinstrumenten, den WS-CRDS Laserspektrometern geführt (GUPTA et al. 2009). Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie geförderten Projektes ist es jetzt erstmals gelungen, die Umweltisotope des Wassers direkt online an einer großen Karstquelle im Gelände zu messen. Das hierfür eingesetzte Messsystem, welches die Vorteile, der erst seit kurzer Zeit verfügbaren Laserspektroskopischen WS-CRDS Technik nutzt, konnte erfolgreich für den Geländeeinsatz adaptiert werden und wurde zu Beginn der Schneeschmelze an einer der bedeutendsten Karstquellen Österreichs installiert. Seit dieser Zeit liefert das System in Halbstundenintervallen Daten über den aktuellen Zustand des Quellwassers. Die Datenübermittlung erfolgt über Low-Earth-Orbit (LEO) Satelliten (STADLER & SKRITEK 2003). Die ersten Ergebnisse sind äußerst vielversprechend und eröffnen völlig neue Perspektiven, wertvolle Informationen über Wasserressourcen

und deren Schutzmöglichkeiten zu erhalten.

BERDEN, G., PEETERS, R. & MEIJER, G. (2001): Cavity ring-down spectroscopy: Experimental schemes and applications. - International Reviews in Physical Chemistry, **19/4**: 565-607.

GUPTA, P., NOONE, D., GALEWSKY, J., SWEENEY, C. & VAUGHN, B.H. (2009): Demonstration of high-precision continuous measurements of water vapor isotopologues in laboratory and remote field deployments using wavelength-scanned cavity ring-down spectroscopy (WS-CRDS) technology. - Rapid Communications in Mass Spectrometry **23/16**: 2534-2542.

STADLER, H. & SKRITEK, P. (2003): Remote water quality monitoring „on-line“ using LEO satellites. - Water Science & Technology, **47/2**: 197-204, London.

### **Strukturen in den Salzkörpern von Altaussee und Berchtesgaden-Dürrenberg**

LEITNER, C. & NEUBAUER, F.

Fachbereich für Geographie und Geologie, Universität  
 Salzburg, Hellbrunnerstraße 34, A-5020 Salzburg

Die Nördlichen Kalkalpen stellen einen Überschiebungsgürtel dar (fold-and-thrust belt). An ihrer Basis befindet sich die Haselgebirge Formation, welche evaporitische Gesteine enthält. Diese Gesteine dienen als Abscherhorizont. Die Platznahme der alpinen Salzkörper ist aber bis heute nicht zufriedenstellend geklärt. Das alpine Salz liegt als sogenanntes „Haselgebirge“ vor (SCHAUBERGER 1986), einem Tektonit aus Steinsalz, Tonstein, Anhydrit und untergeordnet Nebensalzen.

Wir führten unsere strukturgeologischen Kartierungen 2006-2009 in den Lagerstätten Altaussee, Berchtesgaden und Dürrenberg durch. Die Orientierung der Schieferungsflächen (ss), der zugehörigen Minerallineation von Steinsalz (l) und der zugehörigen Bewegungsrichtung ist für alle drei Lagerstätten unterschiedlich. In Altaussee ist das Einfallen der Schieferung mittelsteil. Es handelt es sich um eine etwa Top-SE gerichtete Aufschiebung. In Berchtesgaden ist das Einfallen der Schieferung ebenfalls steil. Es handelt es sich um eine etwa Top-SE gerichtete Abschiebung. In Dürrenberg liegen die Schieferungsflächen flach, mit einer angedeuteten NE-SW Bewegungsrichtung. In Hallstatt handelt es sich um eine große ESE-orientierte dextrale Blattverschiebung (HABERMÜLLER 2005, ARNBERGER 2006). Dennoch sind die Strukturen in sich sehr konsistent. Die Faltenachsen (b) sind in allen Fällen parallel zur Lineation, wie dies in hochduktilen Gesteinen allgemein zu beobachten ist (PASSCHIER & TROUW 2005). Die in Berchtesgaden und Dürrenberg deutlich erkennbaren weißen Steinsalzfasern (f<sub>s</sub>) in den Druckschatten zeigen ebenfalls diese Orientierung an. Die weißen Fasern in Tonsteinklüften (f<sub>k</sub>) zeigen ebenfalls die Orientierung von l, b und f<sub>s</sub>. Gegenüber weißem Faserklufsalz gibt es noch rotes Faserklufsalz. Dieses zeigt keine eindeutige Richtung an. Legt man ein antitaxiales Wachstum der Käfte im Tonstein zugrunde, so beobachtet man bei mehrphasigen, zweifarbigen Kluffüllungen in allen vier erwähnten Lagerstätten, dass der innere Bereich rot und der äußere weiß ist. Die weiße Salzkristallisation spiegelt somit das letzte