

complex, consists of two distinct reservoir horizons, A1 and A2, which show significant differences in their sedimentological structure and architecture.

Sandstones of A2, the lower interval, show abundant current structures, including flat lamination and cross-lamination, suggesting that most were deposited from the bed load of low-density turbidity currents. Vertical variation within the flat laminated  $T_b$  divisions suggests high variability within the flows. They were probably deposited by largely bypassing, non-collapsing currents and may represent coarse lags left by currents that had not yet reached the depositional stage. Sedimentation within this interval was possibly concentrated in smaller scale channels within the larger scale channel belt.

In contrast, turbidity currents of the A1 horizon deposited thick, massive, fine-grained sands through flow collapse. Architecture of the A1 reservoir interval within the channel was controlled mainly by the deposition of mass transport complexes. To date, no smaller-scale channels and associated levee deposits have been recognized within the larger channel within this interval. In fact, mass transport domination of the channel system may have prevented the development of a complex internal channel belt architecture with differentiated architectural elements such as channels and levees. Controls on sandstone deposition could have included local topography on the tops of the debris flow deposits or topographic barriers within the channel associated with mass transport deposits. We believe that a debris-flow dominated channel system, as present within the study area, allows for unconventional stratigraphic traps.

Understanding the changes in sedimentation style throughout the deep-water channel belt of the Puchkirchen Formation is key to finding new reservoirs within the Austrian Molasse Basin.

### Eine küstennahe Vergesellschaftung des frühen Ottangiums im Molasse Meer (Landkreis Passau, Niederbayern): Flora und Fauna im Vorgarten der Paratethys

BERNING, B.<sup>1,2</sup>, SCHNEIDER, S.<sup>3</sup>, BITNER, M.A.<sup>4</sup>, CARRIOL, R.-P.<sup>5</sup>, JÄGER, M.<sup>6</sup>, KRIWET, J.<sup>7</sup>, KROH, A.<sup>8</sup> & WERNER, W.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut für Erdwissenschaften, Universität Graz, Heinrichstr. 26, 8010 Graz, Österreich; <sup>2</sup>Derzeitige Adresse: Geowissenschaftliche Sammlungen, Oberösterreichische Landesmuseen, Welsstr. 22, 4060 Linz-Leonding, Österreich; <sup>3</sup>Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und Geologie, Richard-Wagner-Str. 10, 80333 München, Deutschland; <sup>4</sup>Institute of Paleobiology, Polish Academy of Sciences, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warschau, Polen; <sup>5</sup>Muséum national d'Histoire naturelle, Département Histoire de la Terre, Case Postale 38, 57 rue Cuvier, F-75231 Paris, Frankreich; <sup>6</sup>Holcim (Baden-Württemberg) GmbH, 72359 Dotternhausen, Deutschland. E-mail: <sup>7</sup>Humboldt-Universität zu Berlin, Museum für Naturkunde, Institut für Paläontologie, Invalidenstr. 43, 10115 Berlin, Deutschland; <sup>8</sup>Naturhistorisches Museum Wien, Geologisch-Paläontologische Abteilung, Burggring 7, A-1010 Wien, Österreich; b.berning@landesmuseum.at, s.schneider@lrz.uni-muenchen.de, w.werner@lrz.uni-muenchen.de, bitner@twarda.pan.pl, carriol@mnhn.fr, manfred.jaeger@holcim.com, Juergen.Kriwet@museum.hu-berlin.de, andreas.kroh@NHM-Wien.ac.at

In einer Tongrube nahe der Ortschaft Gurlarn (~ 5 km SW Passau) sind randlich-marine Sedimente der Oberen Meeresmolasse (unteres Ottangium) aufgeschlossen, die eine (par-) autochthone Makrofossil-Vergesellschaftung enthalten. Im Gegensatz zu anderen Lokalitäten, deren Sedimente zumeist in hochenergetischen Bereichen deponiert wurden, sind die Ablagerungen von Gurlarn reich an tonig-siltiger Matrix, was entscheidend zum hervorragenden Erhaltungszustand der Fossilien beiträgt.

Die hier vorgestellte Arbeit ist die bislang umfangreichste über

Faunen der süddeutschen Molasse. Etwa 80 Arten wurden erfasst, wovon die Hälfte auf Bryozoen entfällt, welche auch für den Hauptteil der Karbonatproduktion verantwortlich sind, gefolgt von Bivalven (16 Taxa), Cirripedia (7), Echinodermen und Korallen (je 5), Brachiopoden und Fische (je 4), sowie Serpuliden und Gastropoden (je 3). Mehrere (höhere) Taxa sind neu oder werden das erste Mal aus der bayerischen Meeresmolasse beschrieben, wobei das Gros mit Arten aus dem westlichen Mittelmeerraum und der Paratethys übereinstimmt. Die Faunenkomponenten deuten darauf hin, dass die fossile Vergesellschaftung aus zumindest drei verschiedenen, jedoch nah beieinander liegenden Habitaten stammen: (1) einer Felsküstengemeinschaft, in der die Organismen direkt auf dem granitischen Hartgrund siedeln; (2) einer Seegrassgemeinschaft, welche indirekt durch (u.a.) die Abformung der Rhizome durch Bryozoen nachgewiesen werden kann; sowie (3) einer Bryozoenrasen-Gemeinschaft, die insbesondere durch die große Anzahl von *Cellaria*-Fragmenten charakterisiert ist.

Weiterhin zeichnet sich die Bryozoenfauna dadurch aus, dass sowohl die Anzahl cyclostomer Arten, wie auch deren Anteil an der Karbonatproduktion durch Bryozoen, im Verhältnis zu Cheilostomata relativ hoch sind. Während dieses Verhältnis heute, und auch im Känozoikum des westlichen Mittelmeerbereiches, eindeutig zugunsten der konkurrenzfähigeren cheilostomen Bryozoen verschoben ist, wurde die hier beschriebene Situation relativ häufig in der Paratethys registriert. Hierbei zeichnen sich besonders die aufrecht wachsenden, verzweigten Kolonien aus, welche mit dieser Wuchsform dem Konkurrenzkampf um Raum am Boden entgehen können.

### Der Wienerwaldtunnel – bergmännischer und maschineller Vortrieb in geologisch-geotechnisch höchst anspruchsvollen Gebirgsverhältnissen

BILAK, A. & HOLZER, R.

Geologie WWT, ARGE BILAK - NOWY, Loudonstrasse/Ecke Bahnstrasse, 1140 Wien; geologie@wwt.at

Der 13,35 km lange Wienerwaldtunnel unterteilt sich in den 2,37 km langen bergmännischen einröhrigen Ostvortrieb und die je 10,75 km langen maschinell aufgefahrene 2-röhrigen Westvortriebe.

Die Entstehungsgeschichte des Flysch im Laufe der Jahrtausenden hat für Baugrundverhältnisse gesorgt, die im modernen Tunnelbau noch immer eine große Herausforderung für alle Projektbeteiligten darstellen. Die zyklische Sedimentation führte zu einer Wechsellagerung aus kompetenten (Sandstein, Kalkmergel) und inkompetenten Lagen (Tonsteine/-mergel) sowohl in kleinem als auch in großem Maßstab. So treten Gesteine mit stark unterschiedlichen Festigkeitseigenschaften in rasch wechselnder Abfolge auf und stellen so hohe Anforderungen an die Flexibilität hinsichtlich Ausbruch und Stützung. Die geringe Festigkeit der feinkörnigen Ablagerungen (Schluff/Ton) führte im Zusammenhang mit der tektonischen Beanspruchung zur Ausbildung von zahlreichen Störungszonen. Inkompetente Gesteine liegen auch im Verband häufig als Kataklastit bzw. Kakirit vor.

Ein Vortrieb im Flysch erfolgt demgemäß unter folgenden Rahmenbedingungen:

- Rascher Wechsel der Gebirgsarten (mitunter verschiedene Gebirgsarten an derselben Ortsbrust)
- große Bandbreite an Eigenschaften innerhalb einer Gebirgsart
- Steter Wechsel von Gesteinsarten unterschiedlicher Material- und Verbandsfestigkeit (Mixed-Face-Bedingungen)
- Unterschiedliche Festigkeiten innerhalb einer Gesteinsart
- Hohe tektonische Beanspruchung → rasche Änderung der Raumlage

Aufgrund dieser Charakteristik besteht bereits während der Erstellung der baugelogeischen Prognose das Problem, das Gebirge in für die planenden Ingenieure verwertbare Homogenbereiche zu gliedern. Für die Gebirgsarten können nur mitunter sehr große Bandbreiten für Parameter wie Festigkeit, Schichtung und Zerlegung angegeben werden. Eine klar definierte Abgrenzung der Gebirgsarten voneinander ist ebenfalls sehr diffizil und häufig nicht möglich.

Für die beiden Vortriebsmethoden sind im selben Gebirge mitunter unterschiedliche Eigenschaften entscheidend für das Ausbruchs- und Gebirgsverhalten. Im Ostvortrieb sind vor allem tonsteinreiche Abschnitte bzw. Störungszonen für Vortriebsprobleme (Ortsbrustinstabilitäten, Verformungen) verantwortlich, während ungestörte Abschnitte hohe Vortriebsleistungen ermöglichen. Beim TVM-Vortrieb sorgen häufig auch die raschen Festigkeitswechsel und offene Strukturen in ungestörten Bereichen für Probleme beim Vortrieb, während manche Störungszonen ohne Probleme durchörtert werden konnten.

Im Vortrag werden die Charakteristika des Flysch-Gebirges und die erwähnten Phänomene anhand ausgewählter Beispiele aus den Vortrieben des Wienerwaldtunnels erläutert.

### Heterogenität und Skalenabhängigkeit der hydraulischen Durchlässigkeit in Karstgrundwasserleitern

**BIRK, S. & HERGARTEN, S.**

Institut für Erdwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz,  
Heinrichstr. 26, A-8010 Graz; steffen.birk@uni-graz.at,  
stefan.hergarten@uni-graz.at

Experimentell ermittelte hydraulische Durchlässigkeiten in Karstgrundwasserleitern zeigen oftmals eine systematische Zunahme der Werte mit der Längenskala der Untersuchungs-methode. Für das Karsteinzugsgebiet der Gallusquelle (Schwäbische Alb, Deutschland) nennt SAUTER (1993) etwa Größenordnungen der Durchlässigkeit von  $10^{-8}$  bis  $10^{-10}$  m/s für Laborversuche,  $10^{-5}$  bis  $10^{-6}$  m/s für kleinskalige Bohrlochmethoden wie Slug-Tests,  $10^{-3}$  bis  $10^{-5}$  m/s für Pumpversuche und  $10^{-4}$  bis über  $10^{-3}$  m/s für einzugsgebietsorientierte Verfahren. Derartige Beobachtungen können konzeptionell als Folge der unterschiedlichen Hohlräumtypen in Karstgrundwasserleitern interpretiert werden. Experimente im Labormaßstab charakterisieren vor allem die Durchlässigkeit des primären Porenraums (Porenhohlräume). Kleinskalige Feldmethoden wie Slug-Tests erfassen dagegen bereits die Wirkung nicht oder nur geringfügig verkarsteter Trennfugen (Kluft-hohlräume). Verfahren im Einzugsgebiets-maßstab, wie etwa die Auswertung des Auslaufverhaltens der Quelle, erfassen dagegen auch die hydraulische Wirkung des durch Lösungsaufweitung entstandenen vernetzten Karst-hohlräumsystems.

Das Karsthohlräumsystem nimmt zwar im Allgemeinen nur einen geringen Teil des Gesamthohlräumvolumens ein, ist aber in reifen Karstsystemen um Größenordnungen besser durchlässig als die unverkarstete Gesteinsmatrix. Das Auslaufverhalten der Quelle wird daher durch das Auslaufen der Matrixblöcke bestimmt, welche durch das Karsthohlräumsystem zur Quelle hin entwässern. Unter der Annahme, dass das Quelleinzugsgebiet aus Blöcken gleicher Größe aufgebaut ist, folgt die Auslaufkurve nach einiger Zeit einer Exponentialfunktion, und der Auslaufkoeffizient hängt sowohl von den Durchlässigkeits- und Speichereigenschaften als auch von der Größe der Blöcke ab (KOVÁCS et al. 2005). In diesem Ansatz wird das Einzugsgebiet also als eine Vielzahl von Speichern („Blöcke“) interpretiert. Im Unterschied zu gängigen Auswerteverfahren (z. B. SAUTER 1993), bei denen das Einzugsgebiet als ein einzelner, großer Speicher aufgefasst wird, ergeben sich hierbei kleinere Durchlässigkeiten und damit eine bessere Übereinstimmung mit kleinskaligen Feldmethoden.

Während das beschriebene Modellkonzept eine sinnvolle Interpretation des späten Auslaufverhaltens ermöglicht, zeigt etwa das Beispiel der Gallusquelle, dass das frühe Auslaufverhalten damit nicht zutreffend beschrieben wird. Ein modifiziertes Modell, bei dem eine fraktale Größenverteilung der Matrixblöcke angenommen wird, bietet einen plausiblen Erklärungsansatz für das beobachtete Kurzzeitverhalten und erlaubt zudem Rückschlüsse auf die fraktale Dimension des Karsthohlräumsystems (HERGARTEN & BIRK 2007).

HERGARTEN, S. & BIRK, S. (2007): A fractal approach to the recession of spring hydrographs. - *Geophys. Res. Lett.*, **34**: L11401, doi:10.1029/2007GL030097.

KOVÁCS, A., PERROCHET, P., KIRÁLY, L. & JEANNIN, P.-Y. (2005): A quantitative method for the characterisation of karst aquifers based on spring hydrograph analysis. - *J. Hydrol.*, **303**: 152-164. doi:10.1016/j.jhydrol.2004.08.023.

SAUTER, M., (1993): Quantification and forecasting of regional groundwater flow and transport in a karst aquifer (Gallusquelle, Malm, SW Germany). - *Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe C*, **13**.

### Structure of the Periadriatic Fault in the Eastern Alps from reflection seismic imaging

**BLEIBINHAUS, F. & GROSCHUP, R.**

Universität Salzburg, Hellbrunnerstr. 34, 5020 Salzburg;  
bleibi@sbg.ac.at

The Periadriatic Fault (PF) is the most important fault system of the Alps, separating the Southern Alps over a length of ~ 700 km from the European plate. Despite its prominence, the fault is seismically inactive, and its tectonic role and deep structure are a contentious matter, particularly in the Eastern Alps, where the European margin is overlain by thick thrust sheets of Apulian origin.

We used Vibroseis recordings from the deep seismic TRANSALP survey to directly image the steeply dipping PF. Reflection images from these data published by LUESCHEN et al. (2004) are based on CMP-stacking methods, and can not provide direct evidence of the steeply dipping PF. Instead, Lueschen et al. used circumstantial evidence (dip and termination of a series of nearby reflectors) to propose two possible dip directions for the PF: 45° towards the South, or 60° towards the North. Based on wide-angle observations of Vibroseis data, BLEIBINHAUS & GEBRANDE (2006) argued against these interpretations, and they presented some evidence, albeit weak, for a vertically dipping PF.

In order to decide this controversy, we reprocessed some of the Vibroseis reflection-data with methods appropriate for steep-dip imaging. We used a Kirchhoff-prestack-depth-migration algorithm and the tomographic p-wave velocity model of BLEIBINHAUS & GEBRANDE (2006) for imaging the upper and middle crustal structure in a N-S-profile at 12°E between the Tauern Window and the Valsugana Thrust Belt. The resulting images show the PF dipping almost vertically in the upper 3 km, with a minor branch offset ~ 2 km to the South. At greater depth the PF increasingly bends towards the South from vertical to ~75° at 8 km to ~ 60° at 16 km depth. Reflection amplitudes gradually fade out near 20 km depth, where the PF appears to cut the reflectors that have been related to the Valsugana thrust. If the bending continues, the PF would become horizontal near 25 km depth.

Obviously, tectonic models that require a N-dipping or a shallow PF are inconsistent with our images. The intrusion of a wedge of European basement into Apulian crust could explain the new observations. The PF could have acted as a thrust ramp, before it steepened during the ascent of the Tauern Window. Its structure at depth suggests a relation to the mid-crustal shear horizon imaged