

Die Gültigkeit der im Modell beschriebenden Kontrollfaktoren beschränkt sich auf alle Träger, die im grundwasserkontrollierten Milieu eines flexurell absinkenden Beckens abgelagert wurden. Dies gilt für alle Sandsteine der Hannover-Wechselfolge und für einen Großteil der Dethlingen-Formation im nördlichen Beckenbereich.

2. Das **„Framework Cementation Modell“**: Bei diesem Modell wird die Reservoirqualität im wesentlichen durch bestimmte textuelle Merkmale (z. B. Korngröße, Sortierung etc.) innerhalb trocken äolischer Lithofaziestypen kontrolliert. Es existieren direkte Beziehungen zwischen Fazies, Diagenese, Petrophysik und seismischem Abbild. Diese Beziehung wird über frühdiagenetische Zementation des Porenraums durch gerüststabilisierende Zemente (z. B. Karbonat) realisiert. Die Gerüstzemente schützen den intergranularen Porenraum gegen Kompaktion und Tonmineralneubildung und können durch CO<sub>2</sub>-saure Wässer im Vorfeld junger Chargephasen gelöst werden.

Hauptbestandteil der RQ-Vorhersagestrategie im beschriebenen Play ist eine möglichst hochauflösende Kartierung der Reservoirfolgen im Impedanzvolumen einer seismischen Inversion. Dabei ist eine exakte Kalibrierung mit den Abschnitten optimaler Reservoirausbildung in Referenzbohrungen unumgänglich.

Die Anwendung des Modells bezieht sich auf alle oberhalb des Paläo-Grundwasserspiegels abgelagerten Reservoirfolgen mit lateraler wechselnder Geometrie. Dies gilt für alle Hauptreservoirs der südlichen Grabenränder sowie die Sandsteine der Mirow-Formation und die tiefsten Teile der Dethlingen-Formation in den Grabenzentren. Die markante Faziesbindung petrophysikalischer Eigenschaften sowie eine häufig sehr einfache Lithofaziesvergesellschaftung erlauben in diesem Play eine Faziesvorhersage über seismische Klassifikation.

### Synorogenic deposition of turbidite fans in the Central-Carpathian Paleogene Basin: evidence for and against sea-level and climatic changes

SOTAK, J.\* & STAREK, D.\*\*

\*Geological Institute, Slovak Academy of Sciences, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica, Slovak Republic, \*\*Geological Institute, Slovak Academy of Sciences, Dubravska cesta 9, 842 28 Bratislava, Slovak Republic

The Central-Carpathian Paleogene Basin (CCPB) was formed as a marginal sea of Peri-Tethyan basins. It shows a fore-arc basin position developed on the destructive plate-margin and in the rear of the Outer Carpathian accretionary prism.

The CCPB has undergone two third-order cycles of initial transgression (TA 3.5 - 3.6 sensu Exxon's cycles), that was followed by two second-order cycles of deposition (TA4 and TB1 sensu Exxon's cycles). The initial transgression was preceded by deposition of alluvial-fan and delta-fan sediments. Upper Lutetian transgression in the CCPB led to shallow-marine deposition of nummulitic banks developed in two 3<sup>rd</sup> order cycles. The nummulitic cycles of the CCPB disappeared due to the inversion of the Middle Eocene warm climate in the beginning of the TA4 supercycle. Climatic changes culminated in the "Terminal Eocene Event", which corresponds to the global cooling and glacio-eustatic regression. Consequently, the extensive carbonate deposition on broad, warm shallow shelves was replaced by terrigenous sedimentation on bypassed shelf areas. The sediments from above the nummulitic limestones are depleted in CaCO<sub>3</sub> and enriched in organic matter. They contain an abundance of cool-water cocoliths (e.g. *Isthmolithus recurvus*, *Zigrablithus bijugatus*), diatom oozes (Menilites) and Globigerina-rich fauna (Globigerina Marls). The small-scale intercalation of non-calcareous black shales and Menilites with Globigerina Marls indicates a short pulse of the high carbonate productivity during the terminal Eocene fertility

crisis (precessional cycles).

Climatic control of depositional changes in the CCPB became less significant in time of forced regression, even when the Globigerina Marls still recorded the sea-level and CCD fluctuations in the Sambron Beds (e.g. the CCD drop in the Eocene/Oligocene boundary). The falling stage of forced regression is recorded by a Type-1 sequence boundary on shelves (between carbonate platform deposits and overlying formation), which were eroded by fluvial channels entering the basin through marginal delta-fed fans. During this time, the basinal slopes were actively tilted and incised by submarine valleys, which fed the basin-floor and slope fans. The Sambron Fan (like as Tokaren, Szaflary and Pucov Fans) represents a lowstand system tracts consisting of canyon-fill, spillover and mass-failure deposits.

The TA4 supercycle tended toward the gradual rise of relative sea level during the Early Oligocene. Successive formation of the CCPB (Huty Fm.) corresponds to transgressive and highstand system tracts. The transgression is marked by ravinement surfaces detecting between Eocene Nummulitic banks and Middle Rupelian sediments of NP 23 Biozone. Basal sediments of the transgressive formation still show the cool-water influence, salinity decrease and semi-isolation, as indicated by wetzeliellacean dinoflagellates, imprints of diatoms, brackish nektonic fish and ostracods. Higher in the section, the carbonate-free sequence reveals the first pulses of nannofossil blooms, characterized by reticulofenestrads of NP 23 Biozone, which became flourished due to sea-level rising and renewed circulation. The Lower Oligocene transgression rose up to highest sea-level in time of 32 Ma, which restored the Paratethyan circulation. Consequently, the CCPB became reoxygenated increasing in carbonate precipitation, productivity, fertility, etc. (calcareous claystones, abundance of cyclicargoliths, oxygen-related ichnocoenosis). Maximum flooding of this sequence falls into the condensed horizons of manganese layers. Late highstand of this formation is evidenced by small-scale progradational events and megaturbidite beds.

The TB1 supercycle was introduced by the Intra-Oligocene regression in time of about 30 Ma (distinctive drop in sea level related to the Antarctic glaciation and cooling of the Northern Hemisphere). The falling stage of the Late Oligocene regression in the CCPB is expressed by an offlap break of prior highstand sediments in the upper fan zones (e.g. eroded Mn blocks in conglomerate-slope accumulations) and related correlative conformity between mud-rich fans (Huty Fm.) and sandy-rich fans (Zubrec and Biely Potok Fm.). The sandy-rich deposition of the CCPB lasted till to the Early Miocene, as has been already indicated by some nannoplankton and foraminiferal species (e.g. *Helicosphaera scissura*, *H. kamptneri*, *H. cf. ampliaperta*, *Triquetrorhabdulus cf. carinatus*?). The regression in the CCPB reached the maximum lowstand on the base of the NN2 zone, when the brackish fauna became to appear in the Paratethyan basins (shallow-water brackish dinoflagellates, small gastropods). According to this evidence, the deposition of the Biely Potok Fm. should terminated till to the Early Eggenburgian, i.e. to the lowstand phase at the beginning of the NN2 zone, which preceded the next transgressive cycle TB 1.5 in the Presov Fm.

### Fission track dating on clastic sediments of the foreland basin: Implications for the thermotectonic evolution of the Swiss Alps

SPIEGEL, C., KUHLEMANN, J., DUNKL, I. & FRISCH, W.

Geologisches Institut Universität Tübingen, Sigwartstr. 10, D-72076 Tübingen, cornelia.spiegel@uni-tuebingen.de

The clastic sediments of a foreland basin record the exhumation

and erosion of the evolving mountains in the hinterland. Dating these sediments by the fission track method gives evidence of the thermotectonic evolution of an orogen. The Alps provide ideal conditions for this approach because of their dense geochronological data set and their well-constrained foreland basin stratigraphy.

The highly contrasting cooling age patterns of the Austroalpine and the Penninic units enables the usage of FT dating as a provenance indicator: Austroalpine units show no zircon fission track ages younger than Cretaceous to Paleocene. In contrast, the Penninic units show almost exclusively Zr FT ages younger than 30 Ma. The north Alpine foreland basin is a flexural basin consisting of marine to alluvial conglomerates, sandstones and mudstones with Oligocene to Miocene sedimentation ages.

To deduce the thermotectonic evolution of the Swiss Alps different stratigraphic levels of the main dispersal systems of the Swiss molasse basin were sampled. Two different approaches have been used:

- (1): Dating detrital zircons from molasse sandstones: Paleorivers collected and mixed detritus from different tectonic units. The Zr FT age distribution provides an overview of the cooling history of the main units exposed in the catchment area.
- (2): Dating of pebble populations: 60-100 pebbles of the same lithotype were sampled, mixed together and dated. This method allows to decipher cooling histories of single distinct lithologies. The age distribution shows if they represent a homogeneously cooled source area or if they belong to different tectonic units. Comparing the age spectra of PPD and sandstone shows the significance of the dated lithotype's contribution to the overall erosion history.

In the Swiss molasse basin Rupelian to Aquitanian sandstones from the different dispersal systems yield very similar age patterns with age clusters around 230 - 220 Ma, 140 - 130 Ma and around 80 Ma. Ages clustering around 230 - 220 Ma are related to the enhanced heat flow during crustal extension due to a Permo-Triassic rifting event. The prominent age cluster around 80 Ma reflect the cooling period after Eoalpine Cretaceous metamorphism. A minor age cluster around 50 Ma might be related to a Tertiary volcanic event. No younger grains occur in the age spectra, so in conclusion the Oligocene molasse sandstones display an exclusively Austroalpine age signature. Two flysch pebble populations show an almost identical age distribution as the molasse sandstones. Also, different granite pebble populations match with age clusters of the molasse sandstone. Therefore, until around 20 Ma, the entire hinterland of the Swiss molasse basin was composed of Austroalpine basement and flysch nappes.

Burdigalian (around 20 Ma) sandstones from the eastern dispersal systems still display an Austroalpine age signature, while the sandstones from the western fan show a very distinct peak at 30 Ma, indicating a much faster exhumation in the hinterland, compared to the Oligocene situation. This age peak can be related to the beginning erosion of the Lepontine Dome or of its thermally overprinted orogenic lid. Age spectra from the youngest molasse sandstones (14 Ma sedimentation age) show young peaks in both, the eastern and the western dispersal systems. But while sandstones from the western fan display a very distinct peak at 20 Ma, the eastern fan shows a more diffuse pattern with grain ages clustering around 33 Ma. Therefore, deeper Penninic units of the Lepontine Dome were already exposed in the catchment area of the western dispersal system while towards the East only higher Penninic units or the orogenic lid of the Lepontine Dome were eroded.

## Syntektonische Sedimentation im Miozän des Fohnsdorfer Beckens, Österreich

STRAUSS, P. & WAGREICH, M.

Universität Wien, Institut für Geologie, Geozentrum Althanstraße 14, A-1090 Wien

Das Fohnsdorfer Tertiärbecken ist das größte (ca. 120 km<sup>2</sup>) intramontane Sedimentbecken der Obersteiermark. Es liegt am Kreuzungspunkt zweier großer Störungssysteme, die während der miozänen lateralen Extrusion der Ostalpen aktiv waren: das sinistrale, E-W streichende Mur-Mürz Störungssystem und das NNW-SSE streichende Pöls-Lavanttal Störungssystem. Die fluvial-lakustrine Beckenfüllung erreicht eine Mächtigkeit von über 2400 m.

Die tektonische Entwicklung des Beckens läßt sich in drei Hauptphasen einteilen (STRAUSS et al. 1999): 1. Pull apart Phase (Ober-Karpatium - Unter-Badenium), 2. Halbgraben Phase (Mittel-Badenium?), 3. Kompressive Phase und Beckeninversion (ab dem M./O. Badenium).

Die Sedimente der pull apart Phase werden in zwei Abschnitte geteilt:

1. Fohnsdorf-Formation („Liegendserie“, POLESNY 1970): alluviale und fluviale Schotter und Sande (bis zu 500 m) mit einem bis zu 12m mächtigen Kohleflöz im Hangenden.
2. Ingering-Formation („Hangendserie“): eine bis zu 2000 m mächtige Abfolge lakustriner Prodelta und Deltasedimente, welche gegen das Hangende zu ein coarsening upward aufweisen. Die Sedimentanlieferung erfolgte überwiegend aus Norden. Aus der Ingering Formation sind auch mehrere Tuff-Horizonte bekannt.

Eine Änderung der Hauptextensionrichtung von E-W nach NNW-SSE führte danach zur Ausbildung einer Halbgrabenstruktur, mit Kippung des Basements und der Ausbildung zweier Teilbecken. In dieser Phase wurde die bis zu 1000 m mächtige Apfelberg-Formation („Blockschotter“ nach POLESNY 1970) syntektonisch zu Abschiebungen am Südrand des Fohnsdorfer Beckens abgelagert.

Die Apfelberg-Formation umfaßt Konglomerate, Sandsteine und Silte, in denen grobklastische Lagen mit Blöcken bis zu mehreren Metern eingelagert sind. Insgesamt dominieren schlecht sortierte Sedimente mit einem sehr hohen Matrixanteil. Im unteren Teil des Typaufschlusses (Tongrube Apfelberg bei Knittelfeld) ist ein fluviales System mit Rinnen aufgeschlossen. Auf diese Rinnen-dominierte Abfolge folgt eine Schuttstromlage, darüber sind die Sedimentkörper lateral anhaltender und nicht mehr durch Rinnen dominiert. Aber auch hier finden sich Erosionshorizonte mit Treibholz und Tonklasten, Wurzelhorizonte und kleinere Rinnensysteme. Der obere Teil der Grube besteht aus großflächig abgelagerten Sanden mit Schrägschichtungssets, Kohleflözen und einem Tuffhorizont. Feinsedimente mit Süßwasserschnecken sind vorhanden. Die Fazies der Apfelberg-Formation entspricht **fluvial-alluvialen Grobsedimenten eines Schwemmfächers/Schwemmebene mit temporären lakustrinen Feinfaziesbereichen**. Fluviale Rinnenfüllungen eines braided-stream Typs und Schuttstromablagerungen sind vorherrschend. Charakteristisch für die Apfelberg-Formation ist ihr buntes Geröllspektrum, das auf einen Sedimenteintrag aus SE (Gleinalpe) hinweist. Nach POLESNY (1970) ist auch das Schwermineralspektrum mit Hornblenden neben dem vorherrschenden Granat charakteristisch für diesen Abschnitt.

POLESNY, H. (1970): Beitrag zur Geologie des Fohnsdorf-Knittelfelder und Seckauer Beckens. - Unpubl. PhD thesis, 1-234, University of Vienna.

STRAUSS, P., WAGREICH, M. & SACHSENHOFER, R. (1999): The Fohnsdorf Basin (Miocene, Eastern Alps, Austria): Tectonics and basin evolution. - Tübinger Geowiss. Arb. Ser. A, 52: 211, Tübingen.

SACHSENHOFER, R.F., KOGLER, A., POLESNY, H., STRAUSS, P. & WAGREICH, M. (in press): The Neogene Fohnsdorf basin: Basin formation and basin inversion during lateral extrusion in the Eastern Alps (Austria). - Int. J. Earth Sci.