

rare but not unique: Examples from foliated, amphibolite facies, metapelitic schists from Alaska, Sinai and Bhutan all show chlorite growth exclusively in strain caps formed around porphyroblasts. Porphyroblasts around which the strain caps grow are muscovite, staurolite and garnet, respectively. In all of these examples strain caps formed synkinematically, but the chlorite grew statically at a later stage. Three mechanisms can explain the formation of new phases in the strain cap region: (a) the strain cap region may have experienced different *P-T* conditions from the matrix; (b) the strain cap region has a different effective bulk composition from the surrounding matrix; (c) fluid flow that is preferentially focused parallel to the foliation planes causing only local adjustment to retrograde metamorphism in the strain cap region. We show that the third hypothesis is the most preferable mechanism. Indeed, the absence of chlorite outside the strain cap region allows a quantification of the amount of fluid that infiltrated the rock. It is shown that about 6 mole% more water must have been added to the rock during fluid infiltration to cause the strain cap formation.

### Proterozoic Evolution of the Najd Fault System

ABU-ALAM, T.S. & STÜWE, K.

Institut für Erdwissenschaften, Universität Graz,  
Universitätsplatz 2, 8010 Graz, Austria;  
tamer.abu-alam@uni-graz.at; kurt.stuewe@uni-graz.at

Towards the end of the Pan-African tectonic evolution, one of the largest Proterozoic shear zone systems on Earth - Najd Fault System - exhumed a series of basement domes within the Arabian-Nubian Shield. The Najd Fault System is about 2000 km long and 400 km wide and strikes NW-SE from Egypt across Sinai into Saudi Arabia. Each of the about 20 basement complexes exhumed along its length is several tens of km long. Curiously the exhumation processes vary between the few basement domes that have been studied so far: Those in the Eastern Desert of Egypt exhumed as extensional core complexes, while the Feiran complex of Sinai exhumed in a transpressive setting. We aim to study a representative suite of basement complexes from the entire Najd Fault System in order to understand the overall process that controls the exhumation of the basement complexes. We shall test three hypotheses that can explain the different mechanisms in different regions: (a) The basement complexes may be in different orientations relative to the principal stresses of the Najd Fault System. This will be tested using structural mapping in the field. (b) Different basement complexes may be exhumed from different depths so that different vertical normal stresses cause a reversal of the second and third largest principal stress. This will be tested by determining metamorphic formation pressures and constructing metamorphic *P-T* paths. (c) Different complexes may have been exhumed at slightly different times reflecting a change in the stress regime towards the end of the Pan-African. This will be tested using geochronology. Particular focus will be on the final exhumation of all complexes to the

surface as earlier studies have shown that the principal phase of exhumation in the Najd Fault System terminated at 15 km depth. This part of the evolution is completely unknown and temporally unconstrained.

In order to test these three hypotheses we will study three basement complexes within Saudi Arabia which have not been studied: The Qazaz, the Hamadat and the Wajiyah metamorphic complex. Our choice of complexes is based on geological features allowing the testing of our working hypotheses and on their logistical accessibility.

### Das Molasse-Profil im Raum Bregenzer Wald und Westallgäu: Hinterland-wandernde Überschiebungssequenz bei der Schuppenstapelung

AICHHOLZER, S.<sup>1,2</sup> & ORTNER, H.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck;

<sup>2</sup> Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Allg. Bauangelegenheiten, Herrngasse 3, A-6020 Innsbruck

Die Molassezone bildet einen ca. 1000 km langen Saum am Nordrand des alpinen Orogens und erstreckt sich von der Schweiz südwestlich des Genfer Sees über Deutschland bis hin nach Österreich an das E-Ende der Alpen. Sie untergliedert sich in die autochthone Vorlandmolasse, die sich nach N bis in das Donautal erstreckt, und in die allochthone Subalpine Molasse, die im S an die helvetischen und penninischen Decken grenzt. Die Subalpine Molasse bildet die nördlichste und jüngste tektonische Einheit des alpinen Orogens. Im Arbeitsgebiet liegt sie als ENE-WSW streichender imbrikerter Stapel aus mehreren Schuppen und ein einer Synklinale vor. Von N nach S sind das im Westallgäu die Hauchenbergschuppe, die Salmaser Schuppe, die Hornschuppe und das Steineberg-Synklinorium. Da sich die Schuppen von N nach S gegenseitig abschneiden nimmt ihre Anzahl nach SW hin ab und im Untersuchungsgebiet streichen nur mehr die letzten drei genannten Einheiten an der Oberfläche aus. Im Norden grenzt an die Subalpine Molasse die sogenannte Aufgerichtete Molasse, die den tektonisch aufgestellten Bereich der autochthonen Vorlandmolasse darstellt.

Das bilanzierte Profil beruht auf der Interpretation mehrerer schräg und parallel zueinander verlaufender Seismiken und wurde in Kombination mit gesammelten Oberflächendaten aus eigenen Geländebegehungen sowie aus bestehendem Kartenmaterial zu einem vollständigen Profil zusammengeführt. Durch die Rückverformung des Profils können drei Phasen der Überschiebungstätigkeit unterschieden werden:

- 1) Bildung einer Triangelzone aus dem helvetisch-penninischen Deckenstapel der sich als intrakutaner Überschiebungskeil in die Untere Meeremolasse hinein rammt und damit die Anlage der Steineberg-Synklinale bewirkt. Anschließend folgt gemeinsam der Transport über die zukünftige Salmaser Schuppe bzw. Hornschuppe.
- 2) Schuppenstapelung in der nördlichen Triangelzone im Übergangsbereich der Subalpinen Molasse zur autoch-

thonen Vorlandmolasse und der Entstehung einer darüber liegenden *detachment-fold* als Frontale Antiklinale. Der Schuppenstapel bildet dabei eine *thin-skinned*-Triangelzone aus.

- 3) Mit zunehmender Einengung kommt es zum Durchreißen im Bereich der *detachment-fold*, weshalb die Struktur von S trunziert wird und somit eine höherliegende *thick-skinned*-Triangelzone gebildet wird. Durch weitere Überschiebungstätigkeit entstehen die Salmaser Schuppe sowie die Hornschuppe in einer rückschreitenden Überschiebungssequenz.

Aus den seismischen Profilen geht hervor, dass die nördlicheren Schuppen (Salmaser Schuppe und Hornschuppe) in engeren Zusammenhang miteinander stehen und weit unter den alpinen Deckenstapel hineinreichen. Das Steineberg-Synklinorium lagert dabei isoliert auf den tieferen und mächtigeren Einheiten auf. Des Weiteren wird von einer S-fallenden Nordrandstörung ausgegangen, die die Schichten der Aufgerichteten Molasse trunziert.

Die Deformation ist bis in die Sedimente der Oberen Süßwassermolasse ausgeprägt, welche durch die Bildung der *detachment-fold* aufgestellt wurden, was auf einen Beginn der Überschiebungstätigkeit im Molassebecken im Langh hindeutet. Im Sinne einer sich in Richtung Hinterland entwickelnden Überschiebungstätigkeit stellt die Bildung der Triangelzone mit darüber liegenden Frontalen Antiklinale die älteste Einheit dar und die nach S hin angrenzenden Schuppen jüngere. Die Anlage der Steineberg-Synklinale durch den helvetisch-penninischen Überschiebungskeil ist als unabhängig zu betrachten, da es keine Hinweise gibt, die ein Einreihen in die Bildungsfolge ermöglichen.

#### **Erzeugung eines dreidimensionalen Geschwindigkeitsmodells auf Basis von Refraktionstomographieauswertungen im Gschlifgraben, Österreich**

AMTMANN, J. & EICHKITZ, C.G.

Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, Institut für Wasser, Energie und Nachhaltigkeit, Roseggerstraße 17, 8700 Leoben, Österreich

Im Zuge von mehreren Forschungsprojekten (2004-2008) wurden im Bereich des Gschlifgraben, Oberösterreich, 23 refraktionsseismische Profile aufgenommen. Die seismischen Profile wurden vorerst getrennt voneinander bearbeitet und interpretiert.

Die Auswertung der refraktionsseismischen Aufnahmen wurde mit 2 verschiedenen Methoden durchgeführt: Einerseits als refraktionstomographische Auswertung (SCHUSTER & QUINTUS-BOSZ 1993) und andererseits als klassische Refraktionsauswertung nach PALMER (1980). Welchen der Ergebnisse der beiden unterschiedlichen Methoden der Vorzug einzuräumen ist, kann im Vorhinein nicht immer klar entschieden werden. Erst ein Vergleich der Ergebnisse lässt eine Bewertung der Aussagekraft beider Methoden zu. Im Bereich des Gschlifgrabens fehlen sprunghafte Geschwindigkeitsänderungen. Aufgrund der

eher kontinuierlichen Zunahme der Ausbreitungsgeschwindigkeit seismischer Wellen mit der Tiefe, wurde in dieser Studie eine refraktionstomographische Auswertung für weitere Berechnungen verwendet.

Aus einem Höhenmodell und aus einer aus der refraktionsseismischen Auswertung abgeleiteten Unterkante einer geologischen Schicht, wurde ein Strukturmodell mit einer Zellgröße von 10x10x10 m generiert. Die Geschwindigkeitsinformationen aus den zweidimensionalen refraktionstomographischen Auswertungen wurden in dieses Gitter gesampelt und anschließend über geostatistische Methoden im Untersuchungsgebiet räumlich verteilt.

Das Ergebnis dieser Modellierung ist ein dreidimensionales Geschwindigkeitsmodell, welches die Durchschnittsgeschwindigkeiten und die Intervallgeschwindigkeiten der geologischen Schichten im gesamten Untersuchungsgebiet wiedergeben. Unter Einbeziehung von Geschwindigkeitsinformationen aus geophysikalischen Bohrlochmessungen oder Geschwindigkeitsmessungen an Bohrkernen und Handstücken ist es möglich mittels Inversionstechniken aus den modellierten Geschwindigkeiten Rückschlüsse über Lithologien oder Wassersättigungen zu treffen.

PALMER, D. (1980): The generalized reciprocal method of seismic refraction interpretation. - Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, 104 p.

SCHUSTER, G.T. & QUINTUS-BOSZ, A. (1993): Wavepath eikonal travelttime inversion: Theory. - Geophysics, 58: 1314-1323.

#### **Contrasting cooling histories in the Qinling orogenic belt, China: evidence for multiple tectonic events**

ANZENBACHER, T.<sup>1</sup>, NEUBAUER, F.<sup>1</sup>, GENSER, J.<sup>1</sup>, DONG, Y.<sup>2</sup>, BERNROIDER, M.<sup>1</sup> & FRIEDL, G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dept. Geography and Geology, University of Salzburg, Hellbrunnerstr. 34, 5020 Salzburg, Austria;

<sup>2</sup> State Laboratory of Continental Dynamics, Department of Geology, Northwest University, Northern Taibai Str. 229, Xi'an 710069, China

We investigated the cooling histories of granitoids of three different granite belts of the Qinling Mountains in Central China in order to reveal the significance of superimposed effects of Early Paleozoic, Triassic (Indosinian) and Jurassic-Lower Cretaceous (Yanshanian) orogenies. The Qinling Mountains are located in a key tectonic position linking Dabie Mountains in the east with the Qilian and Kunlun Mountains in the west. The Qinling orogenic belt was built through northward subduction of the South China block and subsequent collision between the North China block (NCB) and South China block (SCB). Although, most authors believe that subduction and collision events mainly occurred along the Shangdan ophiolitic suture zone, there is still much dispute about the timing of closure of the Shangdan ocean, which is considered representing either an Early Palaeozoic age of collision between the NCB and SCB or a Triassic age, and we argue here for an early Palaeozoic age. The Mianlue suture in the south is another suture of likely Triassic age. We collected samples north and south of the Shangdan ophiolitic suture zone