

# GEOLOGENTAG 1999 am Institut für Geologie, Universität Wien

BERNHARD GRASEMANN und MICHAEL WAGREICH  
*Institut für Geologie, Althanstraße 14, A-1090 Wien*

Auf Initiative des damaligen Vorsitzenden der Österreichischen Geologischen Gesellschaft W. J. SCHMIDT wurde Anfang der Neunziger Jahre der GEOLOGENTAG eingeführt. Ziel dieser Veranstaltung war und ist es, Studenten, Jungakademiker und etablierte Geologen aus dem öffentlichen Dienst, der Wirtschaft und der Forschung zusammenzubringen, um den Informationsaustausch und vor allem die Berufsaussichten von Fachstudenten und Jungabsolventen zu fördern.

Nach einer längeren Pause konnte diese Veranstaltung am 2. Dezember, 1999, im Eberhard Clar-Saal am Institut für Geologie (Universität Wien) wiederbelebt werden. Das große Interesse für eine derartige Veranstaltung zeigte sich in der Teilnahme von rund 70 Erdwissenschaftlern von den Universitäten Wien, Graz, Leoben und Salzburg sowie Vertretern des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich (FWF), der Geologischen Bundesanstalt, der NÖ Landesregierung, der OMV, der RAG und einigen Geologen aus dem angewandten Berufsleben.

Der Vormittag war Beiträgen aus dem öffentlichen Dienst und der Forschung mit dem Schwerpunkt auf Forschungsprojekten und den Berufsaussichten im öffentlichen Dienst und akademischen Bereich gewidmet. Vor allem um die Sinnhaf-

tigkeit eines dreistufigen Systems von Bachelor-, Master- und Doktoratstudium in Österreich entwickelte sich eine lebhaft Diskussion. Die thematisch vielfältigen Kurzpräsentationen der Diplomanden und Dissertanten, welche zum großen Teil im Rahmen von Forschungsprojekten entstanden sind, spiegeln die wichtige Rolle des FWF als temporärer Arbeitgeber wider.

Am Nachmittag sprachen Vertreter der Wirtschaft über ihr Berufsbild und die Arbeitsmöglichkeiten in angewandten Bereichen der Geologie. Die Vorträge betonten vor allem die Wichtigkeit einer vielseitigen Ausbildung, kurze Studienzeiten sowie ein hohes Maß an Flexibilität im Berufsleben.

Das rege Interesse und das durchwegs positive Echo der Teilnehmer bestätigte die wichtige Rolle des Geologentages und es bleibt zu hoffen, dass diese Veranstaltung der Österreichischen Geologischen Gesellschaft in Zukunft wieder jährlich an wechselnden Universitätsstandorten durchgeführt werden kann.

Die folgenden 15 Kurzfassungen der Präsentationen, welche von den Studenten und Jungakademikern am GEOLOGENTAG vorgetragen wurden, spiegeln nicht nur die Vielfalt, sondern auch die hohe Qualität der erdwissenschaftlichen Ausbildung an den österreichischen Universitäten.

## Deformation partitioning and fluid regime during wrenching and extension, Paleozoic of Graz, Eastern Alps, Austria

BOJAR A.V., FRITZ H.

*Department of Geology and Paleontology, Heinrichstrasse 26  
 Karl-Franzens University, Graz, Austria*

The aim of this study is to reveal deformation and fluid regime during Upper Cretaceous bulk orogen parallel extension as resolved in major strike-slip and normal faults. For this purpose collaborative microstructural, textural and stable isotope investigations have been carried out within the Upper Austroalpine Nappe complex. Attention was focused on the region surrounding the Graz Paleozoic (GP) nappes.

After the Early Cretaceous closing of the Meliata Hallstadt oceanic domain, progressive continental shortening was accommodated by top-to-the-North nappe stacking within the Austroalpine units (FRITZ, 1988; DALLMEYER et al., 1998). The period of pre-Gosau nappe stacking was followed by orogen parallel shortening along sinistral shear zones. The N-S shortening was associated with E-W extension leading to the formation of large-scale normal faults and sedimentation of Kainach Gosau basin west of Graz.

The northern thrust boundary of GP was reactivated by a shear zone that juxtaposed GP with the micaschist marble complex of the Middle Austroalpine units. This complex is

interpreted in terms of a sinistral wrenching corridor active during the exhumation of the Gleinalm dome (NEUBAUER et al., 1995). To the west GP is juxtaposed by a normal fault with rocks of the Koralm crystalline basement. The two tectonic boundaries are characterised by the break of metamorphic isogrades with low metamorphic rocks of GP onto the amphibolite facies rocks of the Middle Austroalpine unit.

Within the northern wrench zone quartzites show dynamically recrystallised grains deformed by dislocation climb and glide. The lattice preferred orientation pattern (LPO) displays dominantly symmetrically crossed girdle of Type I with slip in  $\langle a \rangle$  directions on basal and rhomb planes (Lister, 1977). High strain rates are interpreted by foliation boudinage. Some samples dispose a strong asymmetric LPO pattern characterised by  $\langle a \rangle$  axes normal to  $[c]$ . Quartzites have relatively constant isotopic  $\delta^{18}\text{O}$  values, between 16.2 and 17‰ interpreted to reflect the primary isotopic signature of clastic quartz (Savin and Epstein, 1970).

The middle Austroalpine marbles as well as the so-called „Grenzmarmore“ have near constant isotopic signatures with  $\delta^{18}\text{O}$  values of 26‰ and  $\delta^{13}\text{C}$  between 1 and 4‰, reflecting the primary isotopic signature (VEIZER and HOEFS, 1976). Calcite marbles have equigranular grains, mainly deformed by twinning with  $c$ -axis pattern maximum around  $Z$ -axis. Only locally marble layers are strongly depleted, with  $\delta^{18}\text{O}$  values around 16‰ and  $\delta^{13}\text{C}$  values of 0.7‰. Deformation is ac-

commodated by twinning as well as by grain boundary migration (SCHMID et al., 1987). The structural and textural profiles from GP to the micaschist marble complex support the idea that deformation was not distributed homogeneously within the wrench corridor. Quartz and calcite textures indicate that deformation partitioned into pure shear and simple shear dominated domains. Sinistral simple shear translation was mainly accommodated within discrete zones.

The second profile crosscut the normal fault with detachment of GP from the Koralm micaschists. Within the micaschists non-penetrative *ecc* fabric as well as localised dynamic recrystallisation of quartz is observed with increasing deformation intensity towards the border with GP. At the western border there are no marble intercalation within the crystalline of Koralm. To check fluid migration during normal faulting, stable isotope analysis on whole rock and associated subparallel quartz veins were done. No major variations of whole rock ( $\delta^{18}\text{O}$  between 13.9 and 14.6‰) or vein quartz ( $\delta^{18}\text{O}$  between 14.0 and 16.1‰) were observed toward the border with GP.

Calcite fabrics from the „Grenzmarmor“ are mainly deformed by twinning with LPO of „c“ axes displaying slightly asymmetrical patterns. The  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  values are around 25 respectively 2‰, values comparable with the „Grenzmarmor“ values from the wrench zone. There is no strong variation in the stable isotopic signature across the zone of normal faulting.

Preliminary results indicate: 1) Different lithologies preserve their primary isotopic composition (e.g. quartzites, marbles), between quartzite and marble layers there were no lateral fluid exchanges. A marble layer shows a much lower signature indicating a possible local infiltration. The strike slip zone was constant in space and homogeneously deformed during the exhumation of the Gleinalm dome. 2) In contrast, to the west the data support no fluid infiltration and no penetrative deformation. More probably different sets of normal faults were active during different periods of bulk extension.

## Indiens nördlicher Kontinentalrand im Paläozoikum: Lithostratigraphie und Sedimentologie am Beispiel des Pin Valley (Spiti, NW-Indien)

ERICH DRAGANITS

Institut für Geologie, Althanstraße 14, A-1090 Wien  
e-mail: Erich.Draganits@univie.ac.at

Spiti und speziell das Pin Valley stellt wegen seiner vorzüglichen Aufschlußsituation, des Fossilreichtums und der fast lückenlosen Schichtfolge vom Proterozoikum bis in die Kreide ein „El Dorado“ für Geologen und Paläontologen dar. Die Wiener Geologische Schule hat durch Ferdinand STOLICZKA, der in der Mitte des vorigen Jahrhunderts die ersten systematischen Geländearbeiten durchführte und mit Gerhard FUCHS, der das Pin Valley 1978 erstmals im Detail kartierte, einen besonderen Bezug zu Spiti. Trotz der weltweit unter Stratigraphen herausragenden Bedeutung dieser Schichtfolge fehlten bislang detaillierte Profile und auch moderne Datierungen der Formationen. In dieser Arbeit wurde die proterozoisch bis paläozoische Schichtfolge des Pin Valley bearbeitet, wobei der Schwerpunkt der Untersuchungen auf die MUTH FM. gelegt wurde, die durch ihre monotone, auffällig weiße Lithologie einen Leithorizont in den Sedimenten des NW-Himalayas darstellt, der von Kashmir bis Nepal verfolgt ist.

In Spiti wurden die Sedimente der Tethys Zone während der Himalaya Orogenese in großräumige, aufrechte Falten deformiert. Sie zeigen NNW-SSE streichende Faltenachsen und Wellenlängen von etwa 5 km (FUCHS 1982), die Metamorphose erreicht etwa die obere Anchizone. Die Schichtfolge des Pin Valley beginnt mit der PHE FM., charakterisiert durch dunkle Tonsteine und Siltsteine des Späten Proterozoikum, die ins Hangende eine Zunahme an Sandstein/Grauwacken Bänke zeigen. Ähnliche Lithologien sind sehr weit verbreitet und lassen sich von Kashmir bis Nepal im Higher Himalaya, aber auch mit zeitgleichen Sedimenten des Lesser Himalaya bis Pakistan korrelieren. Die Datierung erfolgt vor allem aus der stratigraphischen Position, der Zunahme von Spurenfossilien und des Karbonatgehaltes. Das Auftreten von Trilobiten, Brachiopoden und Protoconodonten im hangensten Abschnitt weist auf das Lage der Präkambriums/Kambriums Grenze innerhalb dieser Formation hin.

Die PHE FM. wird konkordant von den sandigen Dolomiten der PARAHIO FM. überlagert, in denen vier *coarsening-upward* Zyklen unterschieden werden können. Seltene Fossilfunde deuten auf ein Mittel- bis Spätkambrisches Alter hin. Die Hangendgrenze der PARAHIO FM. ist eine ausgeprägte Erosionsfläche, die im Pin Valley eine auffällige Winkeldiskordanz bildet. Diese Diskordanz lässt sich von Kashmir bis Nepal verfolgen und ist zeitgleich mit weitverbreiteten Granitintrusionen in der Higher Himalaya tektonischen Einheit.

Im Hangenden der Diskordanz setzt die Sedimentation der THANGO FM. im Frühen Ordovizium mit einem auffälligen, roten Transgressionskonglomerat ein. Diese fluviatilen Konglomerate sind im Pin Valley etwa 30 m mächtig und gehen im Hangenden in flachmarine monotone rote Quartzite über, die ihrerseits eine Mächtigkeit von mehr als 900 m erreichen.

Die Grenze zur PIN FM. ist scharf aber konkordant. Die PIN FM. erreicht im Pin Valley eine Mächtigkeit von 300 m und besteht zum Großteil aus gelblich verwitternden sandigen Dolomiten. Zwei *coarsening und thickening up-wards* Zyklen sind erkennbar, wobei jeweils sandige Dolomite in dunkelgraue Kalke mit Korallen in Lebensstellung übergehen. Diese Kalke sind reich an Biogenen, bei denen Brachiopoden, Trilobiten, Crinoiden und Korallenbruchstücke dominieren. Die Hangendgrenze der PIN FM. ist eine *disconformity*, eine Schichtlücke wird durch die auffällig rötliche Oxidation der obersten Bank der PIN FM. mit einem schwachen Relief angedeutet.

Mit einem scharfen lithologischen Kontrast folgen schnee-weiße Quarzarenite der MUTH FM. Bis auf eine wenige Meter dünne Dolomiteinschaltung im oberen Teil der Formation besteht die gesamte Formation aus reinen Quarzareniten. Sedimentologisch lassen sich 4 Fazies Bereiche unterscheiden, die gesamte Abfolge wird hier als ein *barrier island* System interpretiert. Zahlreiche, vorzüglich erhaltene Laufspuren von Arthropoden deuten auf eine subaerische Ablagerung von Teilen der MUTH FM. hin und geben Einblick in Lebensgewohnheiten von Myriapoden und Eurypteriden zur damaligen Zeit. Fossilien fehlen nahezu vollständig, weshalb die Formation nach ihrer stratigraphischen Stellung grob ins Frühe bis Mittlere Devon zu stellen ist.

Der Übergang in die hangende LIPAK FM. ist graduell und durch eine Zunahme von dolomitischen Sandsteinen gekennzeichnet, die in brachiopoden- und crinoidenreiche Kalke übergehen. Der hangendste Abschnitt zeigt schwarze mikritische Kalke. Eine vorläufige Datierung mit Conodonten belegt ein Alter von Givet bis ins Späteste Devon, möglicherweise auch Teile des Frühesten Karbons (pers. Mitt. John TALENT 1999). Die Hangendgrenze der LIPAK FM. ist eine Winkeldiskordanz, wo Brekzien der basalen GECHANG FM. (Mittleres Unter-Perm) den hangendsten Abschnitt LIPAK FM. erodier-

ten. Die Diskordanz oberhalb der LIPAK FM. wird mit den rifting Ereignissen bei der Öffnung der Neo-Tethys in Zusammenhang gebracht.

Die Paläozoische Schichtfolge wird durch die sehr einheitlichen und weit verbreiteten Tonsteine der oberpermischen GUNGRI FM. beendet.

Diese Arbeit wurde vom FWF (Fond zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung) unter der Projektnummer P-11765-Geo finanziell unterstützt.

#### Literatur

- FUCHS, G., 1982. The geology of the Pin valley in Spiti, H. P., India. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt (Wien), 124/2: 325-359.
- STOLICZKA, F., 1866. Geological section across the Himalayan mountains of Wangtu Bridge on the river Sutlej to Sungdo on the Indus: with an account of formation of Spiti, accompanied by a revision of all known fossils from the district. Mem. Geol. Surv. India. 5: 1-173.

### Eine stark positive Kohlenstoffisotopenanomalie in den untertriassischen Karbonaten in den Dolomiten

<sup>1</sup>HORACEK, M., <sup>2</sup>BRANDNER, R. UND <sup>1</sup>ABART, R.

<sup>1</sup>Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie  
Karl-Franzens-Universität Graz, Österreich

<sup>2</sup>Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck  
Österreich

Während des Späteren Perms und der Früheren Trias bildeten die heutigen Dolomiten ein flachmarines Becken am Rande der westlichen Tethys. In dieser Zeit gab es starke Meeresspiegelschwankungen, während deren Tiefständen diese Region fallweise im inter- bis supratidalen Bereich lag. Dieser Abschnitt stellt sich durch die von Silt- und Sandstein dominierten Sedimente des oberen Seis und des Campil Member dar.

Die Kohlenstoffisotopensignatur dieser Abfolge zeigt nach einer Periode von gleichmäßigen Werten knapp über +1‰ im unteren Seis Member einen unregelmäßigen Anstieg im oberen Seis Member zu einem Maximum von +6‰ im Campil Member. Darauf folgt ein steiler Abstieg zu Werten unter -1‰, der sich dann langsam weiter bis zu -2‰ im oberen Campil Member fortsetzt.

Diese Isotopensignatur ist in den westlichen Dolomiten am Profil L'Om Picol beim Passo San Pellegrino und am Straßenprofil Pufels im Grödener Tal gefunden worden. Diese beiden Profile liegen etwa 30 Kilometer voneinander entfernt. Außerhalb der Dolomiten konnte diese Kohlenstoffisotopenanomalie an den Profilen Nammal Gorge und Landu Nala (beide Pakistan) identifiziert werden (BAUD, a. et al., 1996). Das Vorkommen dieses Phänomens an räumlich weit entfernten Lokalitäten lässt einen diagenetischen Effekt oder ein lokales Ereignis ausschließen. Diese Signatur ist ein Hinweis auf ein zumindest großregionales, vielleicht sogar globales Umweltereignis. Das Ausmaß der positiven Kohlenstoffisotopenexkursion ist vergleichbar in seiner Größe mit der Isotopenveränderung an der Perm-Trias Grenze. Es könnte ein Zeichen für eine Verschlechterung der marinen Zirkulation zwischen Tiefsee und flachmarinen Regionen sein, oder für die Verschlechterung der Zirkulation zwischen den Ozeanen. Eine Klimaänderung hin zu einem Treibhausklima als alleinige Ursache für die Isotopensignatur dürfte auf Grund der Größe der Exkursion auszuschließen sein. Die Umweltveränderung, von der die-

ses Phänomen Zeugnis ablegt, könnte, da sie knapp unterhalb der Smith-Spath Zeitgrenze stattfand, auch die Ursache des Faunensterbens an dieser Zeitgrenze gewesen sein.

#### Literatur

- BAUD, A., ATUDOREI, V. und SHARP, Z. (1996): Late Permian and Early Triassic evolution of the Northern Indian margin: carbon isotope and sequence stratigraphy. *Geodynamica Acta*, 9,2; 57-77.

### Hydrogeologische Untersuchungen eines Dolomitstocks in den nördlichen Kalkvoralpen (Reichraminger Hintergebirge, OÖ)

THOMAS KEIMEL

Institut für Geologie, Universität Wien

Im Rahmen des europaweiten Kooperationsprogramms „Integrated Monitoring“, welches als Ziel die Erfassung von Luftschadstoffen und deren Auswirkungen auf Ökosysteme hat, wurde der Zöbelboden in den nördlichen Kalkvoralpen vom Umweltbundesamt als Langzeitbeobachtungsstandort eingerichtet. Ziel dieser Arbeit war es, anhand von Wasserdaten und von strukturgeologischen Messungen Aussagen über die Hydrogeologie des Zöbelstocks zu treffen, und ein erstes Abflussmodell aufzustellen. Die Ergebnisse sind als Grundlage für die Vorbereitung eines Tracerversuchs zu sehen, welcher genauere Aufschlüsse über die Abflussverhältnisse erbringen soll. Zusätzlich wurden Untersuchungen über die mineralogische und geochemische Zusammensetzung von 16 ausgewählten Gesteinsproben durchgeführt, sowie acht Dünnschliffe angefertigt und beschrieben.

Lithologisch handelt es sich beim Arbeitsgebiet um einen Hauptdolomitstock, welcher stellenweise geringe Auflagerungen von Plattenkalk aufweist. Die Schichtflächen des meist deutlich gebankten Hauptdolomits streichen im Allgemeinen Nordwest-Südost und sind zum Teil verfaultet. Die weitverbreitetsten Großstrukturen stellen nach Nordwest bis Nord einfallende Aufschiebungsflächen und, parallel zu den meisten Gräben, Nordwest-Südost streichende Blattverschiebungen dar. Flach einfallende Aufschiebungsflächen sind vermutlich die Ursache für höherliegende lokale Quellhorizonte. Da sich die Porosität der untersuchten Gesteine ausschließlich aus Klufthohlräumen zusammensetzt und keine tiefgreifende Verkarstung beobachtet wurde, ist der Zöbelstock als Klufftaquifer anzusehen.

Quellwässer des Zöbelstocks treten entweder direkt im anstehenden Gestein durch Klüfte aus oder sie fließen in Gräben und Rinnen unter einer Boden- bzw. Schuttbedeckung hervor. Schichtquellen mit einem mehreren Meter breiten Austrittshorizont sind häufig. Eine überwiegende kurzfristige, oberflächennahe Abflusskomponente zeigt sich aufgrund der Schüttdynamik und der höheren Standardabweichungen bei den Feldparametern Wassertemperatur und Leitfähigkeit vor allem bei höherliegenden Quellen (ab etwa 700 Meter Seehöhe). Talnahe Quellen hingegen besitzen ausgeglichene Werte.

Bei den ausschließlich im Hauptdolomit austretenden Quellwässern lassen sich fast immer unterschiedlich alte Abflusskomponenten nachweisen. Dabei handelt es sich vereinfacht um einen kurzfristigen Basisabfluss, welcher aus der oberen Auflockerungszone des Gesteins oder aus Schuttkörpern stammt, und einen langfristigen Basisabfluss, der den Trockenwetterabfluss darstellt. Vor allem geringe Öffnungs-

weiten von Schichtflächen und eine niedrige hydraulische Leitfähigkeit der Kleinklüftung des dolomitischen Gesteins sind für längere Verweilzeiten verantwortlich. Erhöhte Tritiumwerte der Quelle 501 deuten sogar auf mehrjährige Wasseralter hin. Für den Oberflächenabfluss des Zöbelgrabenbachs wurden nach einem Starkregenereignis hydrologische Halbwertszeiten von elf Stunden für die kurzfristige Abflusskomponente und vier Tage für die langfristige Abflusskomponente errechnet.

Die Wasserchemiedaten von 23 Quellen zeigen niedrige, für Dolomit typische Calcium/Magnesium-Verhältnisse. Nitratgehalte und organisches Material (TOC-Gehalt) sind höher bei Quellen mit einer überwiegend kurzfristigen Abflusskomponente. Bis auf  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  und  $\text{HCO}_3^-$  sind die Konzentrationen der Hauptionen durchwegs gering. Vergleiche mit anderen österreichischen Dolomitquellen zeigen ähnliche Mittelwerte der analysierten Stoffe.

Einfache Wasserbilanzen wurden für das Einzugsgebiet des Reichramingbachs und des Zöbelgrabenbachs bis zum Messwehr sowie für den gesamten Zöbelstock erstellt. Das Niederschlagswasser im Einzugsgebiet des Zöbelgrabenbachs unterliegt zu etwa 30% der Evapotranspiration, 18% des Niederschlags flossen im Jahr 1996 beim Messwehr ab.

## **Stratigraphie, Fazies, Tektonik und Metamorphose der Meßnerin und ihre Bedeutung für die Hydrogeologie (Nördliche Kalkalpen, Österreich, Steiermark)**

JÖRG KÖLBL  
Universität Leoben

Ziel der Arbeit war die geologische Untersuchung und Neukartierung des Gebietes rund um die Meßnerin im Hinblick auf stratigraphische, fazielle und tektonische Gesichtspunkte. Daneben wurde die diagenetische bzw. metamorphe Überprägung ermittelt und die paläofazielle Position auf dem kalkalpinen Schelf rekonstruiert. Aus diesen Daten wurde dann der geologische Aufbau der Meßnerin auf eine neue Grundlage gestellt. Fragen der tektonischen Platznahme können diskutiert und in bestehende plattentektonische Modelle eingehängt werden. Auf dieser Basis wird dann ein hydrogeologisches Modell für den Bereich Meßnerin erstellt und mit den bisherigen Modellen verglichen.

Die bisherige Vorstellung einer durchgehenden, vollständigen Schichtfolge der Meßnerin vom permischen Haselgebirge, über die skythischen Werfener Schichten, den als anisich und ladinisch gedeuteten Wettersteinkalk und -dolomit, den karnischen Raibler Schichten bis ins Nor mit Hauptdolomit und Dachsteinkalk, konnte widerlegt werden. Deshalb musste auch die bisherige tektonische und damit auch die hydrogeologische Interpretation des Gebietes in Frage gestellt und neu interpretiert werden.

Aus den Ergebnissen der Untersuchungen kann heute eine Einteilung in drei tektonische Großeinheiten bzw. Decken vorgenommen werden. Die stratigraphisch älteste Einheit bildet das permische Haselgebirge, welches im Haringgraben, wo sich eine der größten Gips- und Anhydritlagerstätten der Ostalpen befindet, in einer Mächtigkeit von über 100 Meter als tektonische Schuppe im Hangenden der stratigraphisch jüngeren Werfener Schiefer, welche die zweite Einheit bilden, auftritt.

Die skythischen Werfener Schichten bilden die tektonisch liegendste Einheit und unterlagern den gesamten Karbonat-

komplex der Meßnerin. Sie treten sowohl im Haringgraben zutage, von wo aus sie in Richtung NW einfallen, als auch an der Heinzleralm, wo sie sich als steilstehende Schuppe präzentieren und dadurch wahrscheinlich bis in eine Tiefe von 1200 Meter unter Geländeoberkante auftreten.

Im Ober-Skyth reißt die Schichtfolge tektonisch bedingt ab. Die nächsthöhere Einheit drei stellt der über 1000 Meter mächtige Karbonatkomplex aus der Wetterstein Formation, der Raminger Formation und den Leckkogelschichten dar. Die oberladinischen Gesteine der Raminger Formation treten an der Basis auf. Es handelt sich dabei um einen Verzahnungsbereich zwischen den Schuttfächern der ab dem höheren Ladin rasch progradierenden Wettersteinkarbonatplattform und den pelagischen Beckensedimenten der Reiflinger Kalke. Daneben folgt die oberladinische Entwicklung des Wettersteindolomites, welcher an der Basis Vorslopesedimente und in den hangenden Bereichen Rifffazies zeigt. Im Ladin/Karn-Grenzbereich kommt es auch zum Auftreten von Verkarstungserscheinungen. Der Karst ist mit Sand verfüllt. Darüber folgen unterkarnische Gesteine der Raminger Formation i. w. S.. Der Transgressionshorizont wird durch eine Lumachellenlage repräsentiert. Nach dieser neuerlichen Transgression im Frühen Karn mit Einschaltungen von Beckensedimenten zeichnet sich eine zweite Progradation der Wettersteinkarbonatplattform ab, was im Arbeitsgebiet mit dem Auftreten von Wettersteinkalk in Rifffazies, welcher stratigraphisch das Jul 1 umfasst, zum Ausdruck kommt. Ab dem Jul 2 beenden siliziklastische Einträge (Leckkogelschichten), welche in der Nähe des Scheidecks auftreten, das Wachstum der Wettersteinkarbonatplattform weitgehend.

Die bisher als Hauptdolomit und Dachsteinkalk kartierten Einheiten konnten anhand von Dünnschliffen als Rifffazies der unterkarnischen Wettersteinformation erkannt werden, was eine grundlegende Neuerung im Kartenbild zur Folge hat. Dadurch verliert auch Begriff der Fölfazies die Gültigkeit für diesen Bereich.

Zur Bestimmung der Temperaturüberprägung und somit des Metamorphosegrades, wurden Untersuchungen mit Hilfe der Conodont Colour Alteration Index Methode durchgeführt. Es wurden dabei CAI-Werte im Bereich von 5,5 bis 6,0 ermittelt, was mit der relativ hohen Temperaturüberprägung der zentralen Mürzalpendecke (Juvavikum) übereinstimmt. Diese Werte entsprechen einer Temperaturüberprägung von mehr als 350 °C, was auf eine beträchtliche Versenkungstiefe des gesamten Karbonatkomplexes schließen läßt. Über den Metamorphosegrad der Werfener Schichten und des Haselgebirges kann keine Aussage gemacht werden.

Die paläogeographische Lage der Meßnerin entspricht zu Beginn im Späten Ladin der eines Vorriffbereiches mit pelagischer Beeinflussung und später, durch die Progradation der Wettersteinkarbonatplattform bedingt, der des zentralen Riffbereiches bzw. teilweise der eines Lagunenbereiches, wobei sich dieser Zyklus nach der neuerlichen Transgression im Frühen Karn wiederholt.

Aus diesen Daten wurde die hydrogeologische Situation in diesem Bereich abgeleitet. Die Werfener Schiefer stellen die einzigen wirklichen Stauer im Gebiet dar. Durch ihr Schichteinfallen in Richtung NW und der Klüftung innerhalb der Karbonate, die im Zusammenhang mit der jungen Extrusionsbewegung steht und hauptsächlich zwei Richtungen (NW-SE und NNE-SSW) folgt, kann auf einen Grundwasserabfluss in Richtung Norden bis Nordosten geschlossen werden. Sowohl Klüftung, als auch Verkarstung sind maßgebliche Faktoren für den Wasserabfluß im Bereich der Karbonate. Nach den Ergebnissen der Untersuchungen hinsichtlich des Schichtbe-

standes und der Lagerungsverhältnisse müssen alle bisherigen Vorstellungen zum Großteil verworfen werden.

Von hydrogeologischer Bedeutung sind auch die quartären Schuttfächer und Bergsturzmassen, welche zum Teil von guter Durchlässigkeit sind und gute Speichereigenschaften aufweisen. Im letzten Kapitel wird die ökonomische Bedeutung der Untersuchungen im Hinblick auf die hydrogeologische Interpretation diskutiert. Neben der bergbaulichen Nutzung in Form des Gips-Bergbaues im Haringgraben ist die Meßnerin von großer hydrogeologischer Bedeutung für bestehende und künftige Wassernutzungen. Die Brunnen Moarhof/St. Ilgen der ZWHS (Zentral-Wasserversorgung Hochschwab Süd GmbH) beziehen den Untersuchungen zufolge auch Wasser aus dem Bereich der Meßnerin. Die periphere Lage und die geringe Besiedelung erleichtern den Schutz der Einzugsgebiete. Wandertourismus, Jägerei und Almwirtschaft in sehr beschränktem Ausmaß stehen diesen Wassernutzungen nicht im Wege.

## Mining Dumps – Hazardous Waste Sites?

CHRISTINE LATAL

*Institute of Geology and Paleontology, University of Graz*

The Pb-Zn deposits of the Graz Paleozoic are formed as stratiform to the Arzberg Formation (Schöckel Nappe) and as sedimentary exhalative deposits in the Early Devonian. These deposits were exploited from the 16<sup>th</sup> century to the beginnings of the 20<sup>th</sup> century.

Mining activities usually cause impacts on terrestrial and aquatic ecosystems. When investigating old mining areas it is very important to understand mining induced long-term effects on soils, ground- and surface waters, and its consequences on surface morphology.

In this work two mining dumps of Pb-Zn deposits were chosen for the exploration of heavy metal contents in the soils and sediments of such dumps. One dump belongs to the mining area of Guggenbach, which was shut down in 1927. On this dump a thin soil layer has already developed. It is covered with deciduous trees and contrasts with the surrounding surface only by its typical morphology. The second dump originates from an exploration in the area of Großstübing in 1983. It differs markedly from the first dump. On this dump no soil has yet developed. These different stages of development are the starting point for checking the contents and changes of heavy metals distributions in the course of time.

The contents of the elements Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Mn, Pb, Zn were measured on samples <40 µm with AAS. For estimating the bioavailability and the potential risk of heavy metals, other parameters like pH, C org., mineral components and the content of S of the soils were also measured. In the dump of Großstübing there are generally higher contents of Co, Cr, Cu, Fe, Ni and Mn. The contents of the heavy metals Cd, Pb and Zn are much higher in the dump of Guggenbach although the geochemical initial composition is the same. The data considerably exceed the limit value of the Sewage Sludge Regulation („Klärschlammverordnung“) of Styria.

## Literatur

SEWAGE SLUDGE REGULATION (Klärschlammverordnung der Steiermärkischen Landesregierung) 14.12.1987.

SALOMONS, W., FORSTNER, U., MADER, P. (Eds.): Heavy Metals-Problems and Solutions. – Springer 1995.

WEBER, L.: Die Blei-Zinklagerstätten des Grazer Paläozoikums und ihr geologischer Rahmen. – Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt, Wien 1990.

## Die Entwicklung eines Genesemodells für die Scheelit-Lagerstätten des Bonya Blocks, Arunta Inlier, N.T., Australien

STEFFEN RIEMER

*Institut für Geowissenschaften, Montanuniversität Leoben  
A-8700 Leoben, Austria*

Im Zuge des FWF-Projektes P11879 – TEC, Projektleiter Dr. Johann G. RATH, erfolgte die Untersuchung mehrerer Scheelit-Lagerstätten im Bonya Block, in Zentralaustralien. Die bearbeiteten Vorkommen befinden sich ungefähr 300 km nordöstlich von Alice Springs, im östlichen Teil des Arunta Inliers. Geologisch wird der Bonya Block zur tektonisch nördlichen Zone des Arunta Inliers, der insgesamt ein intrakontinentales Orogen repräsentiert, gerechnet. Die Gesteinsserien, frühproterozoischen Alters ( $\pm 1.8$  Ga), bestehen aus einer Abfolge von Gneisen, Metapeliten, Marmoren, Kalksilikatgesteinen, und sauren bis basischen Metavulkaniten, die von Graniten und Pegmatiten intrudiert werden. Zumindest 3 Deformationsphasen sowie eine Peakmetamorphose, die 510 bis 580 °C und um die 3kbar erreichte, konnten nachgewiesen werden.

Die untersuchten W-Lagerstätten wurden zwischen 1960 und 1980 mit wechselndem wirtschaftlichen Erfolg abgebaut. Im Detail handelt es sich um bis zu 20 m mächtige, wenige 100 m lange, senkrecht einfallende linsenartige Erzkörper, die vor allem schichtgebunden in Kalksilikatgesteinen auftreten. Die gesamten Prospektionsarbeiten vergangener Jahre konzentrierten sich auf diese Lithologien, wobei meist keine genauere petrologische und geochemische Differenzierung durchgeführt wurde. Generell werden für die Herkunft des Wolframs in derartigen schichtgebundenen Kalksilikatgesteinen sowohl syngenetische (sedimentär-exhalative; evaporitisch) als auch epigenetische Modelle diskutiert. Epigenetische Konzepte interpretieren Kalksilikatgesteine als metasomatische Bildungen, die durch Reaktion von Wolfram – führenden magmatischen Fluiden mit meist Karbonat-führenden Nebengesteinen entstehen.

Diese Studie konnte zeigen, dass sich zwei Subtypen von Kalksilikatgesteinen unterscheiden lassen. Kalksilikatgesteine vom Typ A sind sehr feinkörnig und feinlagig und bestehen aus Calcit, Epidot, Quarz, untergeordnet Chlorit und Amphibol und sind immer scheelitfrei. Sie werden als regionalmetamorphe Produkte von klastisch – karbonatischen, eventuell auch evaporitischen Ausgangsgesteinen interpretiert. Kalksilikatgesteine des Typs B hingegen zeigen ein sehr grobkörniges Gefüge und sind durch das zusätzliche Auftreten von Granat (Grossular-Andradit,  $\text{Gross}_{90}\text{And}_{20}$  –  $\text{Gross}_{60}\text{And}_{30}\text{Spess}_{10}$ ) und Klinopyroxen (Diopsid-Hedenbergit,  $\text{Di}_{90}\text{Hed}_{10}$  –  $\text{Di}_{30}\text{Hed}_{70}$ ) gekennzeichnet. Die Granite zeigen komplexen Zonarbau und eine auffällige Dichte an Flüssigkeitseinschlüssen. Scheelit konnte nur in Typ B nachgewiesen werden. Diese Beobachtungen, die für magmatogene Skarne sehr typische Paragenese und die räumliche Nähe zu Pegmatitstöcken favorisieren ein epigenetisches Vererzungsmodell. Die W-Vererzungen werden daher als klassische magmatogene Skarne interpretiert. Eine syngenetische Wolframanreicherung in den feinkörnigen Kalksilikatgesteinen des Typs A ist aufgrund der geochemischen Daten auszuschließen.

## Drowning einer Obertriadischen Karbonatplattform in den Julischen Alpen/ Slowenien

UTE SÄTTLER

Institut für Geologie, Universität Wien, Althanstraße 14, A-1090 Wien  
e-mail: a9100789@unet.univie.ac.at

SCHLAGER (1981) definierte das Ertrinken von Riffen und Karbonatplattformen (=drowning) als Event bei dem der Anstieg des relativen Meeresspiegels größer ist als die Akkumulationsrate der Flachwasserkarbonate. Die Riffe und Karbonatplattformen geraten dadurch unter die photische Zone, wodurch die Karbonatproduktion eingestellt wird. Zahlreiche *drowning-Events* wurden quer durch die Erdgeschichte beschrieben. In Anbetracht der enormen Produktionsraten von Riffen und Karbonatplattformen, erscheinen langanhaltende, langsame geologische Prozesse, wie durchschnittliche Bekkensubsidenz, als mögliche *drowning-Ursache* unwahrscheinlich.

In der tiefen Späten Trias der Julischen Alpen ist ein abrupter Fazieswechsel von Seichtwasserkalken zu pelagischen Plattenkalken weit verbreitet (SCHLAF et al., 1997), welcher das Ertrinken der Karbonatplattformen anzeigt. Eine dieser Abfolgen (am Razor, 2601 m) soll hier vorgestellt werden:

Das Liegende der Abfolge bilden Rifffalke des Frühen Karns. Darüber folgt eine bis zu 150 m mächtige, lagunäre Entwicklung (Lagunäre Bankkalke des Frühen Karns). Bei den Karbonaten handelt es sich um Loferite und grapestonefaziale Onkoid-Bindstones, die peritidales Flachwasser anzeigen. Caliche-Pisoide und Krusten, Teepee-Strukturen, mit rotem Mergel verfüllte Hohlräume, „vadose Silte“ sowie *black pebbles* weisen auf öftmaliges Auftauchen von Teilen der Lagune hin. Die Lagunären Bankkalke werden mit einer Faziesdiskontinuität von pelagisch beeinflussten Plattenkalken des Tuvals überlagert. Die sehr scharfe Grenzfläche zeigt kein Relief. Bei den Plattenkalken des Tuvals handelt es sich um allodapische Pack- bis Grainstones, mit reicher pelagischer Fauna (Ammoniten, Conodonten, Filamente). Neben den pelagischen Elementen, die in den liegenden Schichten der Plattenkalke des Tuvals dominieren, treten Seichtwasserkomponenten, wie Rindenkörner und Rifffalke auf. Insgesamt zeigen die Plattenkalke einen deutlichen Faziesprung zu tiefermarinem, pelagisch beeinflussten Environment an. Sie wurden im distalen Bereich einer flachen Rampe abgelagert. Conodonten belegen ein Einsetzen der Schichtfolge im mittleren Tüval. Aufgrund des Fehlens von Fossilien des tiefen Späten Karns muss mit einer zeitlichen Lücke von mindestens 2,2 Ma (=1,5 Ammonitenzone) zwischen unterlagernder Karbonatplattform und pelagisch beeinflusster Auflage gerechnet werden. Die nur 10 m mächtigen Plattenkalke des Tuvals umfassen eine kalkulierte Zeitdauer von 3 Ma (=2 Ammonitenzonen), und sind daher stark kondensiert.

Zum Hangenden hin geht die Serie in Rifffalke (8 m mächtig) über, die den proximalen Bereich der Rampe darstellen. Dieser wurde von einem progradierenden Riff beliefert. Im Hangenden folgt eine weitere, 70 m mächtige Rifffalke („Razorriffe“, RAMOV, 1986). Am Top der Razorriffe befinden sich Crinoidenkalke (Crinoiden-Lithoklasten-Rudstones), die als Ablagerung eines Hanges interpretiert werden. In diesen und in den Razorriffen findet man Spalten, die mit roten pelagischen Biomikriten gefüllt sind. Aufgrund der reichen Conodontenfauna können sie ins oberste Karn gestellt werden.

Der abrupte Fazieswechsel von Seichtwasserkalken (Lagunäre Bankkalke des Frühen Karns) zu tiefer marin abgelagerten Rampensedimenten (Plattenkalke des Tuvals) weist auf

ein Ertrinken (=drowning sensu SCHLAGER, 1998) der Karbonatplattform hin.

Die lagunären Bankkalke des Frühen Karns entsprechen sowohl stratigraphisch als auch mikrofaziell dem gebankten Wettersteinkalk der Nördlichen Kalkalpen. Die Einstellung der Karbonatproduktion in den Julischen Alpen erfolgte zeitgleich mit einem Regressionsereignis, das in den Nördlichen Kalkalpen zur völligen Unterbrechung der Flachwasserkarbonatproduktion führte (Beginn der Reingrabener Wende, SCHLAGER & SCHÖLLNERBERGER, 1974). Man kann also davon ausgehen, dass dem Ertrinken der Plattform ein Auftauchen voranging, welches das anschließende *drowning* begünstigte. Dieses Auftauchen wird bei den Wettersteinkarbonatplattformen der Nördlichen Kalkalpen durch Verkarstungserscheinungen am Top der Plattformen angezeigt. Im bearbeiteten Profil in den Julischen Alpen sind die hangenden Bereiche der Karbonatplattformen jedoch nicht verkarstet. Dies könnte klimatische Ursachen haben: unter ariden Klimaten kommt es nicht zur Ausbildung von Karst. Die Ergebnisse der Isotopenuntersuchungen in den Lagunären Bankkalken des Frühen Karns (relativ hohe  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte) können ebenfalls durch aride Klimabedingungen erklärt werden.

Die obertriadische Plattformentwicklung der Julischen Alpen unterscheidet sich von jener der Nördlichen Kalkalpen nicht nur durch das Fehlen von Verkarstungserscheinungen während einer regressiven Phase im Karn (Beginn der Reingrabener Wende). Auch in den norischen, gebankten Dachsteinkalken konnten mikrofazielle Unterschiede zwischen den Julischen Alpen und den Nördlichen Kalkalpen beobachtet werden (SCHLAF et al., 1997). Das Glied A der gebankten Dachsteinkalke der Julischen Alpen ist durch das häufige Auftreten von Caliche-Pisoiden charakterisiert, während diese in den Nördlichen Kalkalpen völlig fehlen. Caliche-Pisoide sind typisch für arides bis semiarides Klima. Die Julischen Alpen könnten demnach, während der Späten Trias in einem arideren Klimabereich gelegen haben, als die Karbonatplattformen der Nördlichen Kalkalpen.

### Literatur

- RAMOV, A. (1986): Paläontologisch bewiesene Karn/Nor-Grenze in den Julischen Alpen. – *Newsl.Strat.*, 16, 133-138
- SCHLAF, J., KRYSZYN, L. & LEIN, R. (1997): Sequenzstratigraphie obertriadischer Karbonatplattformen aus den Julischen Alpen (Slowenien). – 12. Sedimentologentreffen, Köln, Kurzfassungen, p. 211.
- SCHLAGER, W. & SCHÖLLNERBERGER, W. (1974): Das Prinzip stratigraphischer Wenden in der Schichtfolge der Nördlichen Kalkalpen. – *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 66/67, 165-193.
- SCHLAGER, W. (1981): The paradox of drowned reefs and carbonate platforms. – *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 92, 197-211.
- SCHLAGER, W. (1998): Exposure, drowning and sequence boundaries on carbonate platforms. – *Int. Ass. Sediment. Spec. Publ.*, 25, 3-21.

## Turmalingesteine in Scheelit-führenden metasedimentären Abfolgen; Bonya Block, Arunta Inlier, N.T., AUS

NINA SCHÖNER

Institut für Geowissenschaften, Montanuniversität Leoben  
A-8700 Leoben, Austria

Im Zuge des FWF-Projekts P11879-TEC, „Granulite-amphibolite facies transitions in high-temperature low-pressure terrains“, Projektleiter Johann G. RAITH, werden zwei Gebiete – eines in West-Namaqualand, Südafrika, das zweite im Arunta Inlier, Zentralaustralien, untersucht. Die hier vorgestellte Arbeit behandelt speziell die Vorkommen von Turmalingesteinen, die in unmittelbarer Umgebung von Scheelit-Mineralisationen (bearbeitet von S. RIEMER) im Gebiet des Bonya Blocks, Arunta Inlier (Northern Territory, Australien) vorkommen. Der Arunta Inlier ist ein zum Teil polymetamorpher, protero-paläozoischer Komplex, wobei sich im Arbeitsgebiet innerhalb des Bonya Blocks, der aus Gneisen, Metapeliten, Marmoren, Kalksilikatgesteinen, Graniten/Pegmatiten, sauren bis basischen Metavulkaniten sowie turmalinisierten Metapeliten aufgebaut wird, nur eine Metamorphose proterozoischen Alters (ca. 1,74 Ga; spätes Strangways Ereignis) feststellen lässt. Innerhalb des Kartierungsgebietes, das im Maßstab 1:10000 kartiert wurde, konnten drei Deformationsereignisse und Peak-Metamorphosebedingungen von 500 °C und 2.3kbar nachgewiesen werden.

Die Klärung der Bildungsprozesse der Turmalingesteine ist generell von Bedeutung, da sie häufig mit schichtgebundenen Scheelitvererzungen, die oft auch wirtschaftlich interessant sind, auftreten. Prominente Beispiele für die Assoziation von Turmalingesteinen mit schichtgebundenen Wolframlagerstätten sind zu finden: in den Ostalpen (im ostalpinen Kristallin); im Bereich des Broken Hill-Blocks in New South Wales, Australien; sowie in der San Luis Provinz in Argentinien. Kleinere unwirtschaftliche Vertreter dieses Typs sind die untersuchten Vorkommen im Bonya Block. Für diese Lagerstätten existieren unterschiedliche Genesemodelle: Syngenetische Modelle erklären die Entstehung der W-Vererzungen und der Turmalingesteine mit sedimentär exhalativen Prozessen, wobei auch die direkte Beteiligung von Evaporiten diskutiert wird. Epigenetische Modelle hingegen interpretieren die Turmalingesteine als Produkte hochtemperierter Alteration, wobei das Bor meist von intrusionsbezogenen magmatisch-hydrothermalen Fluiden abgeleitet wird.

Um einen Beitrag zur Klärung der Genese der teilweise abgebauten W-Cu-Lagerstätten im Gebiet des Bonya Blocks zu leisten, wurden die dort auftretenden Turmalingesteine hinsichtlich ihrer Mineral- und Gesamtgesteinschemie untersucht. Ein Schwerpunkt der geochemischen Untersuchungen war die Analyse der SEE-Verteilungen mittels ICP-MS, da Boranreicherungen submarin-exhalativen bzw. evaporitischen Ursprungs sich in sehr speziellen SEE-Verteilungen widerspiegeln sollten. Die Ergebnisse der Analysen in dieser Arbeit zeigen jedoch, dass die Turmalingesteine die krustale SEE-Verteilungen ihrer Ausgangsgesteine (Metapelite) widerspiegeln, wobei weder positive Europium-Anomalien – welche für sedimentär-exhalative Prozesse sprechen würden, noch negative Cer-Anomalien – wie sie in Evaporiten auftreten, beobachtet werden können. In Kombination mit Geländebeobachtungen und petrologischen Studien lässt sich somit zeigen, dass die turmalinisierten Metapelite durch Reaktion von Borreichen Fluiden mit aluminiumreichen metapelitischen Lagen entstanden sind. Diese Bormetasomatose erfolgte nach der Peakmetamorphose (post M1/D1), und das Bor-reiche Fluid wird aus post D1/syn D2 intrudierten Pegmatiten abgeleitet.

## Mechanisch-thermodynamische Randbedingungen der Exhumation von Hochdruckgesteinen: Ein Beispiel aus den Ostalpen (Südtirol, Italien)

HELMUTH SOELVA

Institut für Geologie, Universität Wien  
e-mail: Helmut.Soelva@univie.ac.at

Das Eklogitvorkommen im südöstlichen Teil des Ötztalkristallins ist seit 1987 bekannt und 1991 in den Eoalpinen Orogenesezyklus eingeordnet worden. Damit wurde es Teil des sogenannten „Eoalpinen Hochdruckgürtels“, der im Süden des gesamten Ostalpinen Kristallins alpin hochmetamorphe von alpin schwach- bis nichtmetamorphen Gesteinen trennt. In der Diplomarbeit „Strukturgeologische, petrologische und geochronologische Bearbeitung der Hüllserien der Eoalpinen Eklogite im südöstlichen Ötztal-Stubai-Kristallin“ wurde versucht, die Randbedingungen der Exhumation der Hochdruckgesteine abzuschätzen.

Einer geologischen Kartierung zu Beginn der Arbeit folgte eine detaillierte Aufnahme von Strukturdaten im Gelände, die das Ergebnis der Kartierung bestätigen konnte und zudem erste Rückschlüsse auf die Richtung und Mechanismen der Exhumation zuließ. Weiters wurden Mineraleinregelungen von Quarz halbautomatisch (Universaldreh(U)-Tisch) und mit einer digitalen Bildanalyse (Achsenverteilungsanalyse, AVA) erfasst, um Aussagen über den Schersinn, die Temperatur und das Fließregime während der Deformation machen zu können.

Durch die Verbindung von eigenen geochronologischen Ergebnissen (Rb-Sr, Ar-Ar und Spaltspuren Methode) mit bereits bestehenden Daten konnte eine Abkühlrate von ca. 11-19 °C/km zwischen 500 und 280 °C und ein Alter von 12 Ma für das Erreichen von ca. 100 °C ermittelt werden. Die Druck-Temperatur-Bestimmungen wurden an geochronologisch und strukturgeologisch bearbeiteten Proben durchgeführt, wobei mit verschiedenen thermodynamischen Programmen (Tweeq, PT-Dos) und Ansätzen (Si-Gehalt in Phengite, Stabilität von Paragenesen, Reaktionen) ein grober PT-Pfad und die räumliche Verteilung der Eoalpinen Hochdruckmetamorphose erarbeitet wurde. Zusätzlich zur Bearbeitung der duktilen Entwicklung wurde mit Hilfe von DEM-Daten und GIS-Software (ER-Mapper) sowie Geländeaufnahme der spröde Deformationsanteil erfasst und in das System integriert, d. h. die tektonische Situation vor den großen Seitenverschiebungen an der periadriatischen Naht und dem Giudicariensystem im Tertiär rekonstruiert. Die laufenden Forschungsarbeiten werden vom FWF (Fond zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung) unter der Projektnummer P-13227-Geo finanziell unterstützt.

## Flugaschen als Einsatzstoff für bautechnische Zwecke

ELENA KATHARINA SONN

Universität Wien, Institut für Petrologie  
UZAll, Althahnstraße 14, A-1090 Wien

Eine bautechnische Verwertung von Braunkohleflugaschen ist in Hinblick auf massive Verschiedenartigkeiten der komplexen, materialspezifischen, chemisch/mineralogischen Reaktionsabläufe bei Abbindungsprozessen äußerst problematisch. Solche Vorgänge sind in Kombination der physikalischen Parameter zu prüfen, um so eine technische Nutzung zu ermöglichen.

Behandelt wurden zwei Aschetypen, eine Restverbrennungsasche (RVA) in Verbindung mit einer Wirbelschichtfeuerungasche (WSF), um ihre Einsatzmöglichkeit in bezug auf temporären, innerbetrieblichen Straßenbau zu prüfen. Dazu wurden an einem Testfeld straßenbautechnische Versuche (Tragfähigkeit, Druckfestigkeit, Durchlässigkeit, Frostverhalten) durchgeführt und die Umweltverträglichkeit (Elutionsanalytik) untersucht. Resultierende Verwertungsschwierigkeiten sind besonders durch das Auslaugverhalten charakterisiert, das erhöhte Sulfatgehalte in den Eluaten zeigt. Kritisch ist auch die Durchlässigkeit zu betrachten, die mit ungenügender chemisch/mineralogischer Stabilisierung einhergeht. Hingegen lassen die günstigen Werte der straßenbautechnischen Untersuchungen wiederum eine Einsatzmöglichkeit dieser Flugaschen durchwegs zu. Die großen Schwankungsbreiten der Resultate liefert die RVA-Asche mit ihren stark heterogenen Ausgangsschemismen, die auf abweichende Verbrennungsbedingungen und variierende Brennzusätze zurückzuführen sind.

### The Fohnsdorf Basin: Tectonics and basin evolution

STRAUSS PHILIPP<sup>1</sup>, WAGREICH MICHAEL<sup>1</sup> & SACHSENHOFER REINHARD F.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Institut für Geologie, Geocenter, Universität Wien, Althanstrasse 14  
 A-1090 Vienna, Austria

<sup>2</sup>Institut für Geowissenschaften, Montanuniversität Leoben  
 A-8700 Leoben, Austria

The Fohnsdorf basin is the largest Miocene intramontane sedimentary basin along ENE-WSW-trending Mur-Mürz-fault system. It is situated at the junction of the sinistral Mur-Mürz-fault system and the dextral, NW-SE-trending Pöls-Lavanttal-fault system.

The sedimentary succession of the Fohnsdorf basin consists of a coarse-grained coal-bearing fluvio-deltaic to fine-grained lacustrine succession with a thickness of up to 2400 m. The facies distribution and seismic data indicate delta progradation mainly from north to south. These delta sediments are overlain in the southern parts of the basin by a 1000 m thick fluvio-deltaic conglomeratic succession (Apfelberg Formation), which records coarse, immature clastic input mainly from a southern provenance area. Based on biostratigraphic data and unpublished fission track data the coal-bearing succession is probably of Early Miocene, Karpatian?/ Early-Middle Badenian age. The Apfelberg Formation is tentatively ascribed to the Early/Middle Badenian.

A three-stage model for the basin evolution is reconstructed from structural analysis and the basin fill geometries. During a first pull apart phase, subsidence occurred along E-W trending, sinistral strike-slip faults of the Mur-Mürz Fault system and NE-SW to N-S-trending normal faults. During this time, fluvio-deltaic sediments of a thickness of more than 2000 m were deposited. Based on these data we favour a pull-apart mechanism between overstepping, sinistral strike-slip faults for the initial basin formation. The north lying Seckau Basin and the Fohnsdorf Basin are considered as two adjacent pull-aparts, which merged later on into one sedimentary basin.

During the second phase, N-S to NNW-SSE extension formed a half graben due to major subsidence along the southern basin margin. Coarse conglomerates of the Apfelberg Formation are interpreted as syntectonic sediments due to normal faulting. Former strike-slip faults were reactivated as normal faults during this time.

During the third phase the dextral Pöls-Lavanttal-fault system reshaped the western basin margin into a reverse fault system forming a positive flower structure.

### A numerical study of pressure shadows.

TENCZER, V., STÜWE, K.

Department of Geology and Palaeontology Karl-Franzens-University of Graz (Austria)

e-mail: tenczer@kfunigraz.ac.at

Tectonic interpretation of pressure-dependent phase equilibria are usually based on the untested assumption that texturally recorded pressure-changes correspond to changes in mean stress and are directly proportional to change in burial depth. In the Plattengneis shear zone of the Koralm pressure-changes are recorded by the decompression reaction of muscovite to biotite. However, interestingly this reaction occurs preferentially in "pressure shadows" around garnets. In order to understand if this observation can be explained by local stress differences, we modelled it with finite elements assuming a round porphyroblast in a surrounding matrix for different flow laws and boundary conditions.

We have quantified the relative strain geometry between porphyroblast and matrix during finite deformation as a function of temperature. We also investigated the evolution of stress during finite deformation as a function of different rheologies. It can be shown that the stress differences between "pressure shadows" and matrix are large enough to be consistent with the shift of several modal percent in the muscovite/biotite ratio in natural rocks.

### Geologie der Redbank Thrust Scherzone, Zentralaustralien: Ein Geländebericht

M. WIESINGER und K. STÜWE

Institut für Geologie, Universität Graz, Heinrichstraße 26  
 A-8010 Graz

Zentralaustralien wird von zwei großen Blöcken dominiert, dem Proterozoischen Arunta Block im Norden und dem etwas jüngeren Musgrave Block im Süden. Der Arunta Block erstreckt sich über ca. 200.000 km<sup>2</sup> und wird im westlichen Teil nach Süden von der nach Norden einfallenden, mylonitischen Redbank Scherzone (RTZ) begrenzt. Diese Scherzone ist eine der größten der Welt und ist seismisch bis in den Mantel verfolgbar. Sie versetzt sogar die Moho um ca. 20 km. Seit dem Proterozoikum war die RTZ immer wieder aktiv, zuletzt während der Alice Springs Orogenese (300-400 Ma) und möglicherweise auch danach.

Zwei wichtige Probleme der RTZ sind: 1. Es ist unbekannt zu welchen Zeiten wie viel Exhumation stattfand. 2. Trotz des beobachtbaren Moho-Versatzes um 20 km scheint der Vertikalversatz zur Zeit der Alice Springs Orogenese an der Oberfläche nur etwa 3 km gewesen zu sein.

Ziel der Diplomarbeit ist es einen Beitrag zu diesen zwei Fragen zu leisten. Insbesondere soll anhand einer Spaltspuren Datierung die Exhumationsgeschichte genauer erklärt werden und mittels einer detaillierten Geländekartierung die strukturgeologischen Beziehungen aufgelöst werden. Dieser Beitrag ist ein Geländebericht in einem frühen Stadium dieser Arbeit. Insbesondere wird über ein Spaltspuren Profil berich-



tet, das über den Mt. Sonder – der eine tektonisch wichtige Position in der Nähe der RTZ einnimmt – beprobt wurde.

## Balanced Cross Section durch einen Falten- und Überschiebungsgürtel (NW Himalaya/Indien)

WIESMAYR, G.

Institut für Geologie, University of Vienna, Althanstrasse 14  
A-1090 Vienna (Austria)

Das Himalaya Orogen wird entlang der mehreren km mächtigen, im frühen Miozän aktiven Hauptüberschiebungszone, der Main Central Thrust Zone (MCTZ), in den *Niedrigen Himalaya* im Liegenden und den *Hohen Himalaya* im Hangenden getrennt. Der im *Hohen Himalaya* erhaltene Falten- und Überschiebungsgürtel in Spiti (N-Indien) wird als Ausdruck der mit der beginnenden Kollision zwischen Indien und Asien verbundenen Deformation und Krustenverdickung gedeutet. Die sedimentäre Abfolge reicht von der präkambrisch-kambrischen Haimanta Group an der Basis bis zu Unterkreideschichtgliedern. Bereits existierende Profile entlang dieses Falten- und Überschiebungsgürtels (HAYDEN, 1904, FUCHS, 1982, STECK et al., 1998) beschreiben lediglich die im Gelände beobachtbaren Strukturen. Da jedoch die genaue Geometrie und Kinematik des Falten- und Überschiebungsgürtels, d. h. die Tiefe des basalen Abscherhorizontes und die mit der Abscherung verbundene Faltenbildung bislang nicht bekannt ist, wurde ein etwa 25 km langes, bilanziertes Profil entlang des oberen Pin Tales konstruiert.

Für die Bilanzierung wurden zwei unterschiedliche Techniken angewandt, da der basale Teil unterhalb des Pin-Dolomites (Silur) durch langwellige Falten mit großen Amplituden gekennzeichnet ist, während die jüngeren Schichtglieder durch kurzwellige Faltung mit wesentlich geringeren Amplituden deformiert wurden. Im basalen Teil wurden anhand einer *forward balancing*-Modellierung, für Falten- und Überschiebungsgürtel typische *fault-related fold*-Modelle (d. h. *fault bend folds*, *fault-propagation folds* und *detachment folds*) mit der Geometrie einer großmaßstäblichen Antiklinalstruktur verglichen. Die beste Annäherung an die Struktur ergibt sich für eine *fault propagation fold*, nach MARRETT and BENTHAM (1990), die nachträglich durch SW-gerichtete Überschiebungen mit geringen Versatzweiten modifiziert wurde (MITRA, 1990). Im zweiten, jüngeren Abschnitt zwischen Pin-Dolomit und Kioto-Kalk wurde eine *kombinierte backward-balancing*-Modellierung angewandt (MITRA and NAMSON, 1990). Kompetente Schichtfolgen die hauptsächlich parallele Faltung (*flexural slip folding*) aufweisen, wurden linienbilanziert (*equal-line-length balancing*), während inkompetente Schichtfolgen die ihre ursprüngliche Schichtlänge während der Deformation nicht beibehalten, flächenbilanziert wurden. Durch Ausglättung des Profils und wiederholte Rückdeformierung in den rezenten Zustand lassen sich drei voneinander deutlich abgrenzbare Deformationsphasen (D1-D3) unterscheiden. Ge-

meinsam mit geochronologischen Daten kann man folgende Deformationsgeschichte rekonstruieren:

*Pre-Ordovician deformation (D1)*: Die präkambrischen-kambrischen Sedimente der *Haimanta Group* werden von der darüber folgenden ordovizischen *Thango-Formation* durch eine Winkeldiskordanz von maximal 15° getrennt. Im ausgeglätteten, undeformierten Zustand des Profils (*post D1-stage*) ist eine offene, großwellige Faltung der *Haimanta Group* unterhalb der ordovizischen Winkeldiskordanz erkennbar, die der D1-Phase entspricht.

*Eo-Himalayan deformation (D2)*: Diese Deformationsphase führt zur Bildung des Falten- und Überschiebungsgürtels und erfasst eine ca. 11 km mächtige sedimentäre Abfolge des Spiti Beckens, mit der Haimanta-Group (Präkambrium-Kambrium) an der Basis und dem Kioto Kalk (Rhät-U. Dogger) als oberstes Schichtglied. Sie ist durch SW-vergente Faltung und durch SW-gerichtete Überschiebungen gekennzeichnet. <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar-Datierungen an Illiten, die entlang der Achsialebenschieferung der SW-vergenten Falten neu gebildet wurden ergeben ein mitteleozänes Alter zwischen 42-45 Ma. Während dieser mitteleozänen Deformationsphase werden die Sedimente des Spiti Beckens ca. 6 km unterhalb der Winkeldiskordanz entlang eines decollements abgeschert. Basale Einheiten unterhalb des Pin-Dolomites werden durch fault-propagation folding und SW-gerichtete Überschiebungen deformiert. Über diesen Falten entstehen lokale detachments, welche die kurzwelligere Faltung der jüngeren Schichtfolgen kompensieren.

*Early-Miocene deformation (D3)*: Eine flach nach NE-einfallende *crenulation cleavage* überprägt alle älteren Strukturen. Die Intensität dieser Deformation nimmt gegen SW, in Richtung der MCTZ kontinuierlich zu und wird deshalb mit der frühmiozänen Extrusion des *Higher Himalayan Crystalline* (HHC) zwischen der MCTZ und dem abschiebenden South Tibetan detachment System (STDZ) in Zusammenhang gebracht. Während der frühmiozänen Extrusion des HHC wird der Falten- und Überschiebungsgürtel im Südteil um ca. 15° passiv rotiert, sodass das heutige basale *decollement* flach nach NE einfällt.

### Literatur

- FUCHS, G. (1982) The Geology of the Pin valley in Spiti, H. P., India. Jahrb. Geol. B.-A., 124/2, 325-359.
- HAYDEN, H. H., 1904: The geology of Spiti with parts of Bashahr and Rupshu. Geological Survey of India, Memoirs, 36, p. 129 p.
- MARRETT, R. and BENTHAM, P. A. (1997) Geometric analysis of hybrid fault-propagation/detachment folds. Journal of Structural Geology 19, 243-248.
- MITRA, S. (1990) Fault-propagation folds: Geometry, kinematic evolution and hydrocarbon traps. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists 74, 921-945.
- MITRA, S. and NAMSON, J. (1989) Equal area balancing. American Journal of Science 289, 563-599.
- STECK, A., EPARD, J.-L., VANNAY, J.-C., HUNZIKER, J., GIRARD, M., MORARD, A. & ROBYR, M. (1998): Geological transect across the Tso Morari and Spiti areas: The nappe structures of the Tethys Himalaya. – Eclogae. Geol. Helv., 91, 103-121.