

started to prograde in Late Langobardian, as proven by the occurrence of *Gondolella foliata* or *Gondolella tadpole* (Donje Pazariste area), and may reach the Early Carnian, as proven by a badly preserved conodont resembling *Gondolella polygnathiformis*. However, this youngest platform does not exceed the Cordevolian, as proven by the occurrence of *Gladigondolella*-ME in reef caves in the Stirovaca area. This platform was partly overlain by coarse-grained siliciclastics, which were, according to the conodont data from underlying deposits, not older than Cordevolian. Most likely these siliciclastics can be correlated with the widespread known Raibl/Lunz/Rein-graben event in the Alpine/South Alpine/Dinaride realm (SCHLAGER & SCHÖLLNBERGER 1974, LEIN et al. 1997, KEIM et al. 2006).

As result of presented investigations at least three independent shallow-water evolutions in the Middle Triassic may be documented, formed in a highly tectonic regime with intense phases of volcanism in the Late Anisian and Early/Middle Late Ladinian. Both older platforms were drowned and covered by volcanic products; the first event took place during the Late Anisian and the second one in the Late Ladinian. The youngest platform was partly uplifted and partly covered by siliciclastics during the Early Carnian.

BAHUN, S. (1963): Geological relations of the surroundings of Donje Pazariste in Lika, Croatia. - Geol. vjesnik, **16**: 161-170, Zagreb.

BUKOWSKI, G. (1894): Geologische Mitteilungen aus den Gebieten Pastrovicchio und Spizza in Süddalmatien. - Verh. K.k. geol. Reichsanstalt, **1894**: 120-129, Wien.

DIMITRIJEVIC, M.N. & DIMITRIJEVIC, M.D. (1991): Triassic carbonate platform of the Drina-Ivanjica element (Dinarides). - Acta Geol. Hung., **34**/1-2: 15-44, Budapest.

FISCHER, R. & JACOBSSHAGEN, V. (1976): Zur biostratigraphischen Gliederung südjugoslawischer Hallstätter Kalke. - Neues Jahrbuch Geologie Paläontologie Abhandlungen, **151**: 31-57, Stuttgart.

HAUER, F. v. (1888): Die Cephalopoden des bosnischen Muschelkalkes von Han Bulog bei Sarajevo. - Denkschriften kaiserliche Akademie der Wissenschaften, math.-natw. Klasse, **54**: 1-50, Wien.

IVANOVIC, A., SAKAC, K., SOKAC, B., VRSALOVIC-CAREVIC, I. & ZUPANIC, J. (1976): Basic geological map 1:100 000. Geology of the Obrovac sheet L33-140. - 1-61, (Institute of Geology Zagreb, Federal. geological institute Beograd) Beograd (in Croatian).

KEIM, L., SPÖTL, C. & BRANDNER, R. (2006): The aftermath of the Carnian carbonate platform demise: a basinal perspective (Dolomites, Southern Alps). - Sedimentology, **53**: 361-386 (Blackwell).

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

LEIN, R., GAWLICK, H.-J. & KRYSSTYN, L. (1997): Paläogeographie und tektonische Herkunft des Drauzuges - Eine Diskussion auf der Basis von Fazies- und Conodont Colour Alteration Index (CAI)-Untersuchungen. - Zbl. Geol. Paläont., **1996** (1/2): 471-483, Stuttgart.

PIA, J. (1935a): Diploporen der anisischen Stufe Bosniens. - Ann. Géol. Pénins. Balkanique, **12**: 190-246, Belgrade.

PIA, J. (1935b): Die stratigraphische Verbreitung der Diploporen in der Trias von Bosnien. - Bull. Serv. Geol. Roy. Youg., **4**: 107-133, Belgrade.

SCHLAGER, W. & SCHÖLLNBERGER, W. (1974): Das Prinzip strati-

graphischer Wenden in der Schichtfolge der Nördlichen Kalkalpen. - Mitt. geol. Ges. Wien, **66/67**: 165-193, Wien.

SOKAC, B. (1975): Geology of the Velebit Mt. - 1-151, PhD Thesis Faculty of natural sciences, University of Zagreb, Zagreb (in Croatian with Summary in English).

SOKAC, B., BAHUN, S., VELIC, I. & GALOVIC, I. (1976a): Basic geological map 1:100 000. Geology of the Otocac sheet, K33-115. - Institute of Geology Zagreb, Federal. geological institute Beograd, 1-44 (in Croatian).

SOKAC, B., SCAVNICAR, B. & VELIC, I. (1976b): Basic geological map 1:100 000. Geology of the, Gospiæ sheet, K33-127. - Institute of Geology Zagreb, Federal. geological institute Beograd, 1-64 (in Croatian).

SOKAC, B., SUSNJAR, M., BUKOVAC, J. & BAHUN, S. (1976c): Basic geological map 1:100 000. Geology of the Udbina sheet, L33-128. - Institute of Geology Zagreb, Federal. geological institute Beograd, 1-62 (in Croatian).

SUDAR, M., GAWLICK, H.-J., LEIN, R., MISSONI, S., JOVANOVIC, D. & KRYSSTYN, L. (2008): Drowning and block tilting of Middle Anisian carbonate platform in the Middle Jurassic Zlatibor melange of the Dinaridic Ophiolite Belt (SW Serbia). - Journal of Alpine Geology, **49**: 106-107, Wien.

### ALPASS - Neue Erkenntnisse über die seismische Struktur des oberen Erdmantels in den Ostalpen

MITTERBAUER, U.<sup>1,2</sup>, BEHM, M.<sup>1</sup>,  
BRÜCKL, E.<sup>1</sup> & LIPPITSCH, R.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Institut für Geodäsie und Geophysik,  
Technische Universität Wien;

<sup>2</sup> Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik;

<sup>3</sup> OMV

ALPASS (ALPine PASSive Seismic monitoring ist ein internationales geophysikalisches Projekt, das sich unter anderem die Erkundung der tieferen Lithosphäre und des Oberen Erdmantels im Bereich der Ostalpen und den sie umgebenden tektonischen Einheiten mit der teleseismischen Methode zur Aufgabe gestellt hat. Ein temporäres seismisches Netz, bestehend aus 57 Stationen war zwischen Mai 2005 und Mai 2006 aktiv. Die Seismogramme dieser Stationen wurden durch Daten von 110 permanenten Stationen (ZAMG, Orfeus, Swiss, LJU, IPEC, GI, SDAC, GRF, Baynet, Geofon, OGI, Trieste University, CSS) ergänzt. Für die Auswertung wurden 83 Erdbeben aus dem teleseismischen Bereich (30-100°) ausgewählt. Die Laufzeiten der P-Phase wurden durch ein Korrelationsverfahren bestimmt. Das im Rahmen der Projekte CELEBRATION 2000 und ALP 2002 erstellte 3D Krustenmodell ermöglichte die Bestimmung der entsprechenden Laufzeitkorrekturen. Für die Inversion der Daten wurden verschiedene Programme benutzt, die zu sehr ähnlichen Resultaten führten. Hier sollen die Ergebnisse, die mit dem Programm von Rawlinson & Sambridge erzielt wurden, gezeigt und diskutiert werden. Die Verteilung der P-Wellengeschwindigkeit im Oberen Erdmantel läßt klar eine annähernd vertikal unter die Plattengrenze zwischen Adria und Europa abtauchende Lithosphäre erkennen. Dieser „slab“ erstreckt sich von der Westgrenze des ALPASS-Gebietes bis zum östlichen Ende des Tauernfensters und reicht bis in ~250 km Tiefe. Er kann der tektonischen Phase nach der Kollision von Adria mit Europa zugeordnet wer-

den. Es überwiegen die Argumente, die diesen „slab“ als Subduktion europäischer Lithosphäre unter die Adriatische Platte interpretieren. Ein zweiter, noch größerer Körper mit erhöhter P-Wellengeschwindigkeit beginnt in einer Tiefe von 300-350 km und reicht bis in die maximale Eindringtiefe der Teleseismik von 500 km. Er erstreckt sich auf einer Breite von ~ 47° in West-Ost Richtung vom östlichen Tauernfenster bis an die Ostgrenze des Untersuchungsgebietes in Ungarn und der Slowakei. Es handelt sich hierbei vermutlich um subduzierte Lithosphäre aus einem früheren tektonischen Stadium.

### **Bodenradar: Anwendungen in der Geotechnik und Archäologie - Casestudies**

MORAWETZ, R.A.

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

Das Bodenradar (Georadar, Ground Penetrating Radar, GPR) zählt wie die Seismik zu den Wellenverfahren. Im Gegensatz zu den akustischen Wellen bei der Seismik werden bei Bodenradaruntersuchungen hochfrequente elektro-magnetische Wellen in den Untergrund gesendet. Diese sind gerichtet und werden an den Grenzen von Materialien mit unterschiedlicher Dielektrizitätszahl teilweise reflektiert und teilweise transmittiert. Der Vorteil des Bodenradars liegt in den kurzen Wellenlängen und der daraus resultierenden hohen Auflösung von Strukturen im Untergrund sowie in einer schnellen Anwendung. Die Einsatztiefe reicht bei geotechnischen und geologischen Anwendungen je nach Zielsetzung vom ersten Meter unter GOK bis zu mehreren Zehnermetern im Festgestein.

In den vergangenen Jahren wurde, nicht zuletzt aufgrund der verheerenden Hochwässer 2002, ein bedeutender Teil der bestehenden und zum Teil weit über 100 Jahre alten Hochwasserschutzdämme geotechnisch untersucht. Bei der bisher üblichen Vorgangsweise wurden - in meist fixen Abständen - Rammsondierungen ausgeführt, die dabei gewonnenen Erkenntnisse werden dann zur Beschreibung des Aufbaus des Dammkörpers zwischen den einzelnen Sondierungspunkten interpoliert. Bei dieser Vorgangsweise liegt es auf der Hand, dass lokale Schwächezonen (Aus- und Unterspülungen, reparierte Dammbüche, etc.) nur unzureichend erkannt werden können.

Aufgrund der erheblichen Länge dieser Bauwerke werden zur Vorerkundung nun zunehmend Bodenradarmessungen eingesetzt. Mit dieser Methode ist es einfach und kostengünstig die interne Struktur und der geologische Unterbau eines Hochwasserschutzdamms zerstörungsfrei und in kurzer Zeit zu erkunden. Auf Basis der Radarergebnisse werden sogenannte Homogenitätsbereiche (Dammabschnitte mit gleichen strukturellen Eigenschaften) ausgewiesen und Sondierungspunkte gezielt festgelegt. Eine anschließende Zusammenführung der Ergebnisse der aus der linearen Radaruntersuchung und den punktuellen Rammsondierungen ergibt eine belastbare geotechnische Be-

schreibung des Hochwasserschutzdamms.

Im Umfeld der geotechnischen Anwendungen ist das Bodenradar bereits eine Standardmethode in der Archäologie. Hier gilt es antropogene Strukturen vom geologischen Umfeld abzugrenzen. In der archäologischen Prospektion wird dazu meist eine Fläche durch parallele oder rasterförmig angelegte Einzelprofile untersucht, in weiterer Folge werden dann mit geeigneter Software 2D- und 3D- Abbildungen des Untergrunds erstellt.

Diese Techniken, die ursprünglich für archäologische Anwendungen entwickelt wurden, können in adaptierter Form auch für geotechnische Aufgabenstellungen, wie die Hohlraumerkundung in Dammbauwerken, eingesetzt werden.

### **Sauberger Kalk und Äquivalent: Rohstoffgeologische Aspekte**

MOSHAMMER, B.

Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, A-1030 Wien; beatrix.moshammer@geologie.ac.at

Vom Steirischen Erzberg im Bereich der Etagen Dreikönig und Liedemann sowie von einem Kalksteinbruch südöstlich Vordernberg in Trattning wurden Karbonatgesteinsproben unterschiedlicher Ausbildung genommen. Sie wurden petrographisch untersucht, und sie sind gemäß der Stratigraphischen Tabelle von Österreich (2004) als unter- bis mitteldevonisch anzusehen.

Am Erzberg sind es die gebankten und geflaserten Kalkmarmore der Sauberger Kalke. Es sind dies weiß-rötliche, schwach metamorph rekristallisierte Flaserkalke. Sie stellen ehemalige bioklastische, Ton- und siltigen Quarz-führende Mudstones dar. Unter den reliktschen Fossilresten sind vor allem Tentakuliten, seltener Echinodermaten-Elemente zu erkennen. Auch im Chemismus spiegelt sich der Quarz- und Tongehalt wider, der zusammen bis weit über 10 % ansteigen kann. Um chemisch reinere Kalke handelt es sich bei den dunklen, etwas größeren Bankkalke, die zusammen mit den Flaserkalke auftreten. Sie sind jedoch nur wenige Meter mächtig. Auffälligerweise tritt ein MgO-Gehalt bei den Sauberger Kalke nur in deren vererzten Bereichen auf; hier allerdings deutlich erhöht bzw. ausbalanciert durch den Eisengehalt.

Der Silikatgehalt dieser, als Nebenprodukt beim Sideritabbau anfallenden Kalksteine, steht einer höherwertigen Verwendung, zum Beispiel als Hüttenkalke, entgegen. Hierfür wäre ein möglichst geringer Quarz- und Alkaliengehalt gefordert. Die derzeitige Nutzung als Bruch- und Wasserbaustein ist daher eine gut angepasste Rohstoffverwendung.

Im Kalkmarmorsteinbruch bei Friedauwerk, in ca. 10 km Luftlinie südöstlich vom Erzberg gelegen, wird Splitt für verschiedene Anwendungen erzeugt. Es handelt sich um unter- und/oder mitteldevonische Kalke, die in der erwähnten Stratigraphischen Tabelle als Massenkalk verzeichnet sind. Einigen Handstücken zufolge könnte es sich, zumindest partiell, auch um Obere Polsterkalke, die der-