

construction. In the tunnel driving the former rescue tunnels are included into the new construction. Due to a smaller cross section dimension of the rescue tunnels, the existing concrete had to be removed. An extensive alteration of the shotcrete was found in cohesion-less mush, which was analysed by XRD. The cement matrix of the shotcrete is completely replaced by thaumasite and to a lower extent by calcite.  $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$  values of the DIC in the local highly  $\text{SO}_4^{2-}$  (15 - 120mM) enriched ground water, thaumasite at the shotcrete lining found behind the inner concrete lining, and thaumasite at the exterior shotcrete layer yield values close to -8, -11, and -9 ‰, respectively. Accordingly, the DIC of the ground water can be related to the formation of thaumasite. In contrast, the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$  values of the DIC of high alkaline solutions (pH > 12) and the associated calcite sinter in the tunnel building comprise a range from -19 to -36 ‰ indicating a strong impact of  $\text{CO}_2$  from the tunnel atmosphere.

BELLMANN, F. & STARK, J. (2007): Cement and Concrete Research, **37**/8: 1215-1222.

IDEN, I. K. & HAGELIA, P. (2003): Cement and Concrete Composites, **25**/8: 839-846

SPÖTL, C. & PAK, E. (1996): Chemical Geology, **131**: 219-234.

### Steinbruchbezogene Dachsteinkalk-Faziesstudie mit Implikationen für den Österreichischen Rohstoffplan

MOSHAMMER, B.

Geologische Bundesanstalt, Fachabteilung Rohstoffgeologie, Neulinggasse 38, A-1030 Wien, Austria; mosbea@geologie.ac.at

Der Dachsteinkalk ist ein sehr wichtiger Kalkrohstoff und ist aufgrund seiner chemisch reinen Qualität in vielfacher Weise einsetzbar: für die Branntkalkherstellung, in einem Werk wird daraus auch PCC (synthetisiertes Kalziumkarbonat) erzeugt, weiters für Putzsand und als Zementkomponente. Im Zuge eines Rohstoffprojektes an der Geologischen Bundesanstalt wurden Abschnitte in Dachsteinkalkvorkommen anhand gut einsichtiger Aufschlüsse in Steinbrüchen bearbeitet. Die Untersuchungen fanden in den Steinbrüchen Ofenauer Berg bei Golling, Starnkogel bei Bad Ischl und Dürnbach bei Wopfing statt.

Vermutlich norischer mittel- bis dunkelgrauer, gebankter, lagunärer Dachsteinkalk, mit homogener Lagerung ist im Steinbruch Ofenauer Berg aufgeschlossen. Die Untersuchung der Lofer-Zyklizität (mit Fisher-Zyklen) erfolgte durch Aufnahme eines randlichen 6 m mächtigen Detailprofiles. Die Fazies zeigt vorwiegend Biopel- und häufig Algenmikrite eines flachen marinen, teilweise intertidalen Milieus. In Bänken angereichert treten die Megalodontiden auf, wobei die Hintergrundsedimentation immer biopelmikritisch bleibt. Aufarbeitungshorizonte an der Basis des Lofer-Zyklus sind deutlich durch intraklastische Brekzien, Sedimentationsunterbrechungen und auffällig, aber sehr untergeordnet durch terrigene Einschwemmungen roten oder ockerfärbigem lateritischen Materials mit imprägnierten Bioklasten gegeben. Es treten synsedimentäre Hohlräume auf und es fanden sich auch seltene Hinweise auf Emersion. Horizont B und C sind mikrofaziell nicht deutlich unterscheidbar.

Im Steinbruch Starnkogel bei Bad Ischl ist eine tektonisch sehr komplizierte Verbindung zwischen Dachsteinkalk um den Nor-Rhät-Grenzbereich und Kössener Entwicklung erschlossen. Aufgrund der stärkeren tonigen Beimengung bis hin zu geringmächtigen Toneinschaltungen der Kössener Schichten ist eine selektive Gewinnung notwendig. Unter den Kössener Schichten sind auch sehr fossilreiche Biogendetriskuskalke vorhanden. Der Dachsteinkalk ist hier gut gebankt, meist hellbeige bis bräunlich, abfolgemäßig durch cm-mächtige grünliche bis rote Tonzwischenlagen oder Flaserungen gekennzeichnet, mit nur geringmächtigem

Aufarbeitungshorizont und mächtigeren subtidalen Biomikriten, die auch bioklastische Sparite, teilweise onkoidisch und ooidisch ausgebildet, enthalten. Auch hier treten vereinzelt bis zu lagenweise angereichert Megalodontiden auf. Mit den Kössener Schichten verzahnt der untere Bereich des Dachsteinkalkes (vermutlich unterhalb der Rhät-Grenze).

Im riesigen Steinbruch Dürnbach wurde ein wenige Meter mächtiges Detailprofil aufgenommen, das eine dem Fisher-Zyklus sehr gut entsprechende Abfolge darstellt. Die deutliche terrigene Beeinflussung äußert sich in der ausgeprägten rötlichen Einfärbung, Biogehalt deutet auf sehr flaches marines Milieu hin: mit deutlicher Stromatolithenbildung.

Für den Österreichischen Rohstoffplan wurden neben dem Dachsteinkalk diverse geologische karbonatischen Formationen anhand ihrer Rohstoffqualitäten attribuiert und anhand der geologischen Karten 1: 200.000 dargestellt.

### Rohstoffrelevante Marmorvorkommen in den Niederen Tauern (Styria, Austria) und deren lithostratigraphische Zuordnung

MOSHAMMER, B.<sup>1</sup>, SCHUSTER, R.<sup>1</sup> & PUHR, B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, A-1030 Wien, Austria; <sup>2</sup>Institut für Erdwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz, Universitätsplatz 2, 8010 Graz, Austria; mosbea@geologie.ac.at

Die Niederen Tauern werden aus Gesteinen der Ostalpinen Decken aufgebaut. Die Marmore befinden sich innerhalb von Einheiten, die dem Koralle-Wölz-Deckensystem angehören und die einen gegen Norden zu aushebenden metamorphen Extrusionskeil bilden (SCHMID et al. 2004). Dieser lässt sich von Liegend nach Hangend wie folgt gliedern: Die Nordhänge des Ennstales werden vom Ennstaler Quarzphyllit-Komplex aufgebaut. Es folgt der Wölz-Komplex, der im Gebiet östlich des Sölkpasses vom Greim-Komplex unterlagert wird. Im hinteren Donnersbachtal wird der Wölz-Komplex vom Rappold-Komplex überlagert. Die Gesteinsabfolge zeigt eine gegen das Hangende zu ansteigende eoalpidische Metamorphose, die von der unteren Grünschieferfazies bis in die Amphibolitfazies reicht (SCHUSTER et al. 2004).

Im Wölz-Komplex lassen sich die kalzitischen, bunt oder weiß gefärbten Sölker Marmore von den grauen Gumpeneck Dolomitmarmoren unterscheiden. Innerhalb des Greim-Komplexes ist ein über viele Kilometer verfolgbarer Marmorzug vorhanden, der aus grauen Tremolit-führenden Dolomitmarmoren und begleitenden bunten Kalzitmarmoren besteht. Der Rappold-Komplex führt die kalzitischen Bretsteinmarmore, sowie die zumeist dunkelgrauen, dolomitischen Hirnkogelmarmore. Weiters sind Kalksilikate mit Diopsid, Phlogopit und seltener Granat anzutreffen.

Für die Rohstoffanwendung der Marmore sind, je nach Verwendungsart, die Anforderungen unterschiedlich. Im Wölz-Komplex ist bei den Sölker Marmoren die Ornamentierung, die Festigkeit und Massigkeit Grund für ihre Verwendung als Werk- und Dekorstein aus den Kleinsölker Steinbrüchen. In der Abfolge der Sölker Marmore (LELKES-FELVÁRI et al. 1999) tritt über den bunten auch ein Paket weißer reiner Kalzitmarmore auf, die in ihren mächtigsten Partien in der Walchen bei Öblarn vor einigen Jahrzehnten zur Erzeugung von Kalziumkarbonat-Füllstoff verwendet wurden. Ungünstige Lagerungsverhältnisse und begrenztes Angebot brachten den Stollen- bis Kammerabbau bald zum Erliegen. Die meist im Hangenden auftretenden Dolomitmarmore sind grau oder gelblich und werden als Gumpeneck-marmore zusammengefasst und, wie die Masse der Karbonatgesteine, zu Brecherprodukten verarbeitet.

Der Rappold-Komplex bietet ebenfalls Kalzitmarmore, die in den Niederen Tauern als Bretsteinmarmore bekannt sind und in den

Steinbrüchen nördlich von Pöls abgebaut werden. Aus den hier auftretenden grauen und weißen Kalzitmarmoren werden neben der herkömmlichen Aufbereitung mittels Brecher und Klassierung, durch eine optische Sortierung die weißen Anteile abgetrennt und zu Putzsanden weiterverarbeitet. Die abgetrennten hellen Marmor-mehle werden für die Futtermittelindustrie und als Kalkdünger verwendet. Aus dem dunkleren Marmor-Anteil werden Beton- und Asphaltzuschlagstoffe für den Straßenbau erzeugt. Kalksilikatgesteine werden lokal als Wurfsteine gewonnen.

Als potentielle Rohstoffvorkommen werden reine, zum Teil auch helle Marmore des Rappold-Komplexes im Raum Bretstein/Pusterwald angesehen.

- LELKES-FELVÁRI, G., LOBITZER, H. & MOSHAMMER, B. (1999): Beiträge zur Petrologie, Geochemie und Weißmetrik des Sölker und Gumpeneck-Marmors (Niedere Tauern, Steiermark). - Abhandlungen Geologische Bundesanstalt, **56/1**: 157-171, Wien.
- SCHMID, S.M., FÜGENSCHUH, B., KISSLING, E. & SCHUSTER, R. (2004): Tectonic map and overall architecture of the Alpine orogen. - *Ecolae Geologicae Helvetiae*, **97/1**: 93-117, Basel.
- SCHUSTER, R., KOLLER, F., HOECK, V., HOINKES, G. & BOUSQUET, R. (2004): Explanatory notes to the map: Metamorphic structure of the Alps - Metamorphic evolution of the Eastern Alps. - Mitteilungen Österreichische Mineralogische Gesellschaft, **149**: 175-199, Wien.

### Numerische Modellierung des Stickstofftransportes im Grundwasserleiter Marchfeld

MÜLLEGER, C., DARSOW, A. & HOFMANN, T.

Department of Environmental Geosciences, Center for Earth Sciences - Vienna University, Althanstrasse 14, 1090 Vienna, Austria; christian.muellegger@univie.ac.at, andreas.darsow@univie.ac.at, thilo.hofmann@univie.ac.at

Das Marchfeld, mit einer Gesamtgröße von ca. 1000 km<sup>2</sup> befindet sich im Nordosten Österreichs und ist Teil des nördlichen Wiener Beckens. Durch den Einfluss des pannonischen Klimas, mit durchschnittlich 520 mm Jahresniederschlag, gehört dieses Gebiet zu einer der trockensten Regionen Österreichs, trotzdem beinhalten die Schotterakkumulationen der Donau und der March einen der größten Grundwasservorräte landesweit und stellen eine wesentliche Funktion in der Versorgung der Region mit Wasser dar. Durch die Intensivierung der Landwirtschaft, ermöglicht durch Bewässerung, wurde das Marchfeld zur Kornkammer Österreichs und verdrängte den vormals steppenähnlichen Landschaftscharakter. Neben dem Einsatz von grundwassergespeisten Bewässerungsanlagen belastet auch der Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden die Qualität des Grundwassers.

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde ein Grundwasserströmungsmodell mit implementiertem Stickstofftransport von einem ausgewählten Teil des Grundwasserleiters im Marchfeld konzipiert. Durch unterschiedliche Modellszenarien soll eine Abschätzungen über die Verweilzeiten und den Transport von Stickstoffkonzentrationen im Grundwasserleiter ermöglicht werden. Die Modellierung des Stickstofftransportes erfolgte hierbei ohne Berücksichtigung von möglichen Abbauprozessen im Grundwasserkörper. Das dreidimensionale numerische Grundwassermodell wurde mit Hilfe von Feflow® entwickelt und ermöglichte eine tiefenorientierte Analyse und die Erfassung räumlich differenzierter Kennwerte zur Grundwassergefährdung bei Stickstoffeinträgen. Das Modellgebiet liegt im zentralen Teil des Marchfeldes und umfasst eine Fläche von 117 km<sup>2</sup>. Grundwasser-messstellen des Umweltbundesamtes und der Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal wurden ausgewertet um die Nitratkonzentration im Grundwasser als Eingangsparameter für die Stickstoffmodellierung zu erfassen.

Die Wasserbilanz der stationären Grundwasserströmungs-

modellierung zeigt ein annäherndes Gleichgewicht zwischen Grundwasserneubildung und Zustrom durch äußere Randbedingungen mit 20.600 zu 20.000 m<sup>3</sup>/d. Auf Grund des geringen Gradienten von ca. 0,4 ‰ sind hohe Verweilzeiten des Wassers im Grundwasserleiter zu beobachten, die durchschnittlichen Abstandsgeschwindigkeiten betragen zwischen 0,03-0,5 m/d.

Für den instationären Stickstofftransport im Untersuchungsgebiet wurde ein schematisches Modell entwickelt. Ziel war es, Stickstoff als konservativen Stoff zu modellieren und die Reaktion des Grundwasserleiters auf flächige Einträge aus der Landwirtschaft abzuschätzen.

Für die Einträge von Stickstoffen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen wurden unterschiedliche Szenarien berechnet. In den Stofftransportsszenarienberechnungen mit Einträgen aus der Landwirtschaft zeigte sich eine Verschlechterung der Wasserqualität im Untersuchungsgebiet innerhalb der nächsten zehn Jahre. Bei geringeren Einträgen aus der Landwirtschaft wurde jedoch zunehmend ein rein advektiver Stofftransport beobachtet.

Bei keinem weiteren Stickstoffeintrag durch die Landwirtschaft ergaben die Modellrechnungen, dass, auf Grund der geringen Grundwasserneubildung und den hohen Verweilzeiten, gebiets-spezifisch Konzentrationen von über 100 mg/l in den nächsten zehn Jahren zu erwarten sind.

### Characteristics of a polyphase cataclastic fault in the brittle-ductile transition

MÜLLER, M., GRASEMANN, B. & IGLSEDER, C.

University of Vienna, Department of Geodynamics and Sedimentology, Structural Processes Group, A-1090 Vienna, Austria; geomail@gmx.at, bernhard.grasemann@univie.ac.at, christoph.iglseder@univie.ac.at

In the well known extensional regime of the Western Cyclades (Greece), a hitherto unrecognised frictional-viscous low-angle normal fault - the Otzias Bay Detachment - which is part of a domed, normal fault system formed under ductile (calcite) to brittle (dolomite) conditions was investigated in the northern parts of the island of Kea (Western Cyclades, Greece).

Detailed geological and structural mapping allowed the tectono- and lithostratigraphy of the island to be divided into a footwall and a fault-rock-zone.

The footwall is predominantly represented by greenschist-facies chlorite-epidote schists and calcitic marble-mylonites with thin quartz layers and quartzitic schists. Phyllonitic schists are observed around marble (mega-) boudins, representing higher strain zones within the footwall unit. A conspicuous horizon of phyllonites associated with relatively small lenses of serpentinite, talc-schists and magnetite-garnet blueschists form the topmost part of the footwall, possibly forming a transition to the fault zone.

The fault-rock-zone consists of ultra-mylonitic calcitic marbles and brecciated dolostones, locally strongly ankeritised. A locally developed intervening layer of cataclastic carbonate schists has been mapped; this comprises several metre-thick layers of cohesive cataclasites with fragments of different lithologies and a broad grain-size distribution, interlayered with ultra fine-grained, several cm thick clay-rich gouge layers. The latter represent high-strain zones formed under frictional conditions. A knife-sharp, but gently folded, fault surface separates the brittle cohesive dolomitic cataclasites from brittle/ductile footwall marble-mylonites.

In general, extension-related deformation underwent an early stage, with viscous processes dominating the pelitic and calcitic footwall and viscous/frictional conditions in the calcite/dolomite fault-rock-zone. In a later stage of exhumation, a brittle fault-system of widely spaced high-angle faults and steeply dipping to subvertical