

rocks are very common in the greywackes, which form majority of the sedimentary sequence.

The pebbles of andesite-dacite-rhyolite suite were found in all members of the Culm sequence. The pebbles from the oldest conglomerates are calc-alkaline, whereas volcanites from the younger conglomerates are enriched in K and even ultrapotassic trachytes were found in the youngest members of the sedimentary sequence. Aphyric and porphyric lavas, amygdaloidal lava types, tuffs etc. were distinguished from the structural point of view. The high content of LILE along with low concentrations of HFS, especially Nb, Ta, Ti suggest that the volcanites originated in a volcanic arc environment.

Subvolcanic rocks such as tonalitic and granitic granophyres were commonly found in the conglomerates. Spectrum of plutonic rocks is even more varied. The peraluminous muscovite-biotite granites are very abundant. Observed transition between these granites and migmatites indicate their crustal origin. Amphibole-bearing granodiorites, tonalites and gabbros, representing probably plutonic equivalent of the volcanic andesite-dacite-rhyolite sequence, are less frequent. The observed cumulations of Ti and Fe oxides and mafic minerals along with the strong alteration of the rocks make the

tectonic interpretation of their geochemistry difficult. Anyhow, generally calc-alkaline character and low HFS indicate rather volcanic arc environment, too.

Durbachite pebbles commonly found in the conglomerates are restricted to the youngest members of the sedimentary sequence. They can be compared to those from the Třebíč pluton. However, the dark, melanocratic durbachites, which are common in the present erosional level, were not found in the conglomerates. Durbachites were found in spatial association with ultrapotassic trachytes. Because of their similar mineralogy, geochemistry and age ( $343 \pm 7$  Ma by K-Ar method), we interpret the ultrapotassic trachytes as being volcanic equivalents of durbachites.

The volcanic, subvolcanic and some plutonic rocks from the Culm conglomerates can be interpreted as a product of a volcanic arc, which evolved in time from calc-alkaline to high-K character. Because majority of the material found in the conglomerates has signature of its derivation from the Moldanubicum, the arc originated probably on the Moldanubian crust as a consequence of subduction of the Brunovistulian plate below the Moldanubian zone.

## **Geologisch-geotechnische Untersuchungen an Massenbewegungen im Wagrainer Tal / Sbg.**

Ph. Leopold, R. Niederbrucker

*Thema Georischen und Rohstoffe, ARC Seibersdorf Research GmbH, Seibersdorf, Österreich*

Im Wagrainer Tal, SE von St. Johann im Pongau treten aufgrund von langsamen Massenbewegungen Schäden an der Wagrainer Bundesstrasse B 163 und an Gebäuden auf. Die WLW, Gblg. Pongau errichtete entsprechende bauliche Massnahmen (Entwässerungen, eingeschütteten Konsolidierungssperren), um die Tiefenerosion des Wagrainer Baches einzudämmen und die Massenbewegung zu stabilisieren.

Die gegenständliche Untersuchung im Auftrag des BM für Land- u. Forstwirtschaft, Umwelt u. Wasserwirtschaft sollen die Massenbewegungen und deren Wechselwirkungen mit den Maßnahmen unter Anwendung von geotechnischen Stabilitätsberechnungen ganzheitlich betrachten.

Die erarbeitete Basis für die Stabilitätsberechnungen stellt eine geologische Kartierung sowie die geodätische Vermessung zweier Querprofile dar. Die anstehenden altpaläozoischen Gesteine der Grauwackenzone wurden in einen Phyllit- und in einen Karbonatkomplex unterteilt, welche stellenweise von mächtigem Schutt aus Phyllitgrus und quartären Sedimenten überlagert werden. Die Nahelage der Salzach-Enns-Störung bewirkt eine entsprechende tektonische Überprägung der Gesteine. Zwei, im Wesentlichen voneinander unabhängige Bewegungsmechanismen der Massenbewegungen

konnten unterschieden werden. Einerseits ein Versagen der Festgesteine des Karbonatkomplexes auf ihrem duktilen Untergrund (Phyllitkomplex) nach dem System "Hart auf Weich" und andererseits ein Versagen der Lockergesteinsmassen (Schutt) und oberflächennaher Bereiche des Phyllitkomplexes in Form von Kriechbewegungen unter Einfluß eines tieferliegenden, langsamen Gleitvorgangs. Weitere Grundlagen für Stabilitätsberechnungen an den beiden geologisch und geodätische erfaßten Querprofilen stellen vorangegangene geotechnische Untersuchungen im Nahbereich der B 163 dar. Drei verschiedene Szenarien hinsichtlich der Geländegeometrie, mit Variationen der geotechnischen Eingangsparameter und der hydrogeologischen Verhältnisse wurden generiert. Die errechneten Sicherheiten von möglichen Gleitflächen nach den Verfahren von Bishop und Janbu zeigen für die verschiedenen Szenarien deutliche Trends. So wirken die hinterfüllten Konsolidierungssperren einerseits auf die übersteilten Ufereinhänge stabilisierend, andererseits haben sie jedoch auf höher gelegenen Instabilitäten keinerlei Auswirkung. Für die aus Inklinometermessungen beobachteten tiefgründigen Gleitungen ergibt sich eine Verlagerung der zugehörigen Gleitbahnen. Traten die Gleitbahnen im ursprünglichen Zustand im

Sohlbereich des Baches aus, so schneiden sie nach erfolgter Sohlanhebung an der Oberkante der Auffüllung das Gelände. Generell konnte aufgezeigt werden, dass die Bergwasserverhältnisse entscheidend für die Stabilität der gesamten Talflanke sind. Es wurden daher spezielle Maßnahmen zur weiteren Erkundung und zum Monitoring der Bergwasserverhältnisse vorgeschlagen.

Die Methodik der Kombination einer geologisch-geotechnischen Betrachtung mit Einsatz von geotechnischen Stabilitätsberechnungen kann gut auf andere langsame Massenbewegungen angewendet werden. Somit wird bereits in der Planungsphase eine Optimierung und Evaluierung der baulichen Maßnahmen möglich.

## **Magmatic control of volcanic hosted mineralizations in the Carpatho-Pannonian region**

J. Lexa

*Geological Survey of Slovak Republic, 817 04 Bratislava, Slovakia*

Neogene volcanic hosted mineralizations of the Carpatho-Pannonian region show a great variety of styles and geological settings. Simple monogenetic andesite stratovolcanoes either show no mineralization or they host barren HS hydrothermal systems ( $\pm$  Hg). Mature andesite stratovolcanoes involving differentiated rocks and subvolcanic intrusions host variably barren and/or productive HS hydrothermal systems, HS as well as LS hydrothermal systems, or LS hydrothermal systems only. Multiple stage complex andesite stratovolcanoes with late stage rhyolites host early intrusion related mineralizations as well as the late stage LS hydrothermal systems. Areas of the bimodal andesite/rhyolite volcanism host intrusion related HS and LS systems as well as hot-spring/LS hydrothermal systems related to rhyolite dome/flow complexes and regional extension. In deeply eroded areas we distinguish counterparts of the above mentioned mineralization styles - unmineralized andesite/diorite porphyry intrusions, intrusion related base metal stockworks  $\pm$  LS epithermal veins, skarn type magnetite and base metal mineralizations, skarn/porphyry and porphyry type Cu  $\pm$  Mo,Au mineralizations, variably with related suite of HS and LS epithermal veins.

To consider a magmatic control of the mentioned variability in mineralization styles we should be aware of several generally accepted principles. These are: (1) a volume of magma contributing metals to the average size ore deposit is at the order of tens to hundreds of km<sup>3</sup> - it follows, that the subvolcanic stock is rather channelling fluids then being their ultimate source; (2) low salinity of primary magmatic fluids at the order of 2-10 %; (3) partitioning of high temperature saline fluids into gas-enriched low salinity vapour and hypersaline brine at pressures less than 0.5 - 1.5 kbars; (4) HS and related porphyry hydrothermal systems evolve in two stages, the second metal-bearing stage showing similarities with LS

systems (moderate pH, lower salinity, meteoric water component).

In view of these principles the observed variability of mineralization styles might be explained by differences in the magmatic evolution, a formation of the high level crustal magma chamber and the level of emplacement of subvolcanic stocks being the most critical aspects (these are in turn governed mostly by crustal thickness and density structure, regional stress field, magma density, volume of magma and rate of magma supply).

Generally speaking, mineralizations will associate only with those volcanoes or volcanic fields, which have reached the maturity stage associated with the evolution of magmas in the high level crustal magma chambers. Emplacement of the subvolcanic stock into the region of saline fluid partitioning creates conditions for the evolution of the HS system, as well as the complementary Cu-porphyry and intrusion related LS systems. Due to a progressive crystallisation of the stock and a decrease in temperature, the early stage marked by the vapour-brine partitioning and related advanced argillic alterations of the HS system is followed by the stage of deeper fluid separation, giving rise to mineralization itself (only if connected to a larger magma chamber, otherwise HS system would be barren and complementary porphyry and LS systems rudimentary). The subvolcanic stock emplaced deeper will not pass through processes related to the fluids partitioning. Reduced and diluted magmatic fluids in such the case give rise to the LS systems not related to contemporaneous HS and Cu-porphyry systems. Longer living shallow crustal magma chambers evolve via anatexis and AFC processes towards silicic composition - with or without a preceding stage of andesitic volcanism. This type of shallow magma chambers supplies fluids to the deeply rooted LS systems associating with rhyolite volcanic activity and horst/graben systems.