

### **Brittle fault re-activation in the southern parts of the Northern Calcareous Alps (Styria, Austria) - contribution on palaeo-stress, fault development, structural inventory and comminution.**

HAUSEGGER, S.,<sup>1</sup> & KURZ, W.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graz University of Technology, Institute of Applied Geosciences; Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz

<sup>2</sup> University of Graz, Institute for Earth Sciences; Heinrichstraße 26, A-8010 Graz

In this study three different sites along the ENE-trending, sinistral Salzach-Ennstal-Mariazell-Puchberg [SEMP] fault zone were investigated. All sites are located in the Mürzalpen nappe and crop out in Triassic carbonates (Ladinian Ramsau-dolomite).

Simultaneously (re-)activated faults were investigated with focus on fault-slip data and the structural inventory of the individual fault zones. Configuration of internal structural elements, thickness, strike direction and slip sense in addition to particle size distribution and particle shape parameters add up to three different fault types (fault type I - III).

An increase in fault core thickness and a more complex structure is decisive and indicates progressive development from fault type III (fine grained solitary cataclastic layers) over fault type II (subdivided cataclastic fault core with increasing thickness) to fault type I (complex internal fault core, preferably (sub-)parallel to the main fault course).

Palaeo-stress analysis identifies a strike-slip dominated stress field with varying orientation of the sub-horizontal maximum compressive stress axis -1 from NNW (site Brandwald) to NNE (site Fölz) and NE (site Haindlkar). A conjugated set of sinistral NE (ENE) - SW (WSW) striking faults and dextral NW (NNW) - SE (SSE) striking faults is dominant in all sites. The development of type I and type II faults is uniformly linked to these main strike directions.

A distinct correlation between fault strike and the described fault types is visible in the Mohr stress diagram and correlates with particle size analysis of the cataclastic fault cores.

Further investigations focus on micro-structural and geo-chemical analysis in order to get deeper insights in the development, comminution and chemical alteration of the described brittle fault zones.

### **Detektion, Struktur und Dynamik von Permafrost in den Tiroler Alpen**

HAUSMANN, H.,<sup>1,3</sup> KRÄINER, K.,<sup>2</sup> & BRÜCKL, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geodesy and Geophysics, Vienna University of Technology, Vienna, Austria

<sup>2</sup> Institute of Geology and Paleontology, University of Innsbruck, Innsbruck, Austria

<sup>3</sup> Central Institute for Meteorology and Geodynamics (ZAMG), Vienna, Austria

Die interne Struktur und der Eisgehalt von aktiven Blockgletschern sind für das geotechnische Verhalten von Permafrost, das Verständnis ihrer Entstehung sowie der Vorhersage ihrer Reaktion auf klimatische Veränderungen von Bedeutung. Die an den Blockgletschern gewonnenen Parameter des diskontinuierlichen Permafrosts sind gemeinsam mit dem Auftreten von sporadischem Permafrost in Schutthalden wichtig, um Fragestellungen, welche die Erfassung von Sedimentspeichern oder den Einfluss von Permafrost auf das hydrologische Regime behandeln, zu untersuchen. Diese Arbeit zeigt wie mittels oberflächen-basierender geophysikalischer Methoden die Verbreitung und die Zusammensetzung von diskontinuierlichem und sporadischem Permafrost erfasst werden kann, und wie aus den gewonnenen Parametern die genannten Fragestellungen untersucht werden können. Für die Untersuchung von diskontinuierlichem Permafrost wurden drei aktive Blockgletscher in den Stubai- und Ötztaler Alpen mit Georadar, Seismik und Gravimetrie untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Blockgletscher noch über einen weitreichenden Eiskern verfügen und aus vier wesentlichen Schichten bestehen: eine 4-7 m ungefrorene Schuttlage (aktive Schicht), darunter 20-30 m eisreicher Permafrost mit 40 - 60 vol% Eis, und 5-15 m eisfreie Sedimente. Das Festgestein wurde in 30 - 50 m Tiefe detektiert. Durch den Vergleich der drei Blockgletscher konnte eine gemeinsame Schätzgröße gefunden werden, die das Kriechverhalten beschreibt. Es konnte herausgefunden werden, dass eine Reduktion des Eisgehalts zu einer Erhöhung der internen Reibung, einer geringeren seismischen P-Wellengeschwindigkeit und einer höheren Dichte führt. Zur Erfassung von sporadischem Permafrost in Schutthalden wurden in einem Seitental des Kautertals mehr als 30 seismische Profile gemessen. Zur Auswertung wurden 1D- und 2D-Inversionsverfahren bei der Laufzeit-tomographie angewandt. Die resultierenden Geschwindigkeits-Tiefen-Funktionen wurden mit den Landschaftsformen Moränen, Toteiskörper, Blockgletscher, oder anstehendem Fels verglichen. Zusätzlich wurden für die Interpretation Bodentemperaturmessungen der letzten Jahre herangezogen.

Es zeigte sich, dass Blockgletscher mit degradierendem Permafrost erfasst wurden, und bei pre-LIA Moränen kein Permafrost gefunden werden konnte. Weiters konnte das Vorkommen von Permafrost an eigentlich permafrost-ungünstigen Lagen (z.B.: Südschutthalden in geringer Höhenlage) und eine laterale Konzentration von Permafrost in Hangfußlagen beobachtet werden.

### Instationäres numerisches Grundwassermodell zur thermischen Beeinflussung durch ein 1 MW Sondenfeld

HEIMLICH, K.,<sup>1</sup> HÖFER-ÖLLINGER, G.,<sup>1</sup> & BACHER, R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Geoconsult ZT GmbH

<sup>2</sup>Salzburg Airport

Im Zuge eines Terminalumbaus am Salzburg Airport wird die Energieversorgung für Heiz- und Kühlzwecke auf Erdwärme umgestellt. Infolgedessen ist ein Sondenfeld mit 350 bis 400 Stück rund 90 m tiefen Sonden im Bereich des neuen Terminals geplant. Die Anlage soll rund 1 Megawatt Leistung erbringen. Zur Einschätzung der Auswirkungen auf die Grundwassertemperaturen waren numerische Modellberechnungen zu erstellen. Mit dem Grundwassermodell wurden folgende Fragestellungen geklärt: Regionale und zeitliche Quantifizierung der Wärme- und Kältebelastungen des Grundwassers, Berechnung der gegenseitigen Beeinflussung durch die geplanten Sonden, Erstellung einer Beweissicherung gegenüber Ansprüchen Dritter, Abklärung der Umweltverträglichkeit des Projekts aus Sicht des Schutzgutes Grundwasser sowie Durchführung numerischer Berechnungen zu Worst-Case-Szenarien. In Feflow 6.0 wurde ein instationäres GW-Modell (GW-Strömung, Wärmetransport) erstellt, um den jahreszeitlichen Wechselbetrieb zwischen Heizung und Kühlung abbilden zu können. Für die GW-Strömung wurde ein Regeljahr festgelegt, das sich aus den durchschnittlichen GW-Spiegeln und GW-Schwankungen mehrerer Jahre zusammensetzt. Die Aquifergeometrie wurde aus zahlreichen erhobenen geologischen Aufschlussdaten ermittelt. Da Energien aus einer dezidierten Wärmesondenfeld-Berechnung vorlagen, konnte das Sondenfeld im GW-Modell mittels Heat Nodal Source/Sink-Randbedingung realisiert werden. Die instationäre Wärmetransportberechnung erfolgte für einen Zeitraum von 20 Jahren ab Inbetriebnahme der Anlage.

