

**Glaciation at the Precambrian-Cambrian boundary;
glendonite from the Torneträsk Formation, Norbotten,
N. Sweden**

STODT, F.¹, HALVERSON, G.P.² & RICE, A.H.N.³

¹ Savignystrasse 9, 35037 Marburg, Germany; ²Department of Geology & Geophysics, School of Earth & Environmental Sciences, University of Adelaide, North Terrace, Adelaide, SA 5005, Australia; ³University of Vienna, Department Geodynamics & Sedimentology, Althanstrasse 14, 1090 Vienna, Austria; stodt@onlinehome.de, galen.halverson@adelaide.edu.au, alexander.hugh.rice@univie.ac.at

Blocky calcite rosettes up to 1 cm size occur in the Vakkejokk Breccia, a Neoproterozoic shallow-marine debris-flow in the Torneträsk Fm. (Caledonian Autochthon). The sediments are weakly bioturbated, interlayered (5 mm scale) finely laminated siltstones with scattered < 0.3 mm quartz grains, part calcemented greywackes and micro-diamictites with rounded/angular quartz clasts (0.25 mm). Detrital micas up to 0.3 mm long occur. No sign of matrix displacement (cleavage domes) during growth is seen. Rosettes are slightly elongate parallel to layering, at least partly due to bed-parallel pressure-solution, with a crude bilateral and/or 180° rotational symmetry. Opposing 'arms' go optically extinct together and in turn, suggesting topotactic replacement. The matrix is slightly wrapped around the rosettes, probably through diagenetic compaction, although type-1 calcite twinning indicates tectonic strains at T < ca. 200°C contributed to the augen microstructure. The rosettes, which have a 0.3 mm thick chlorite rim and contain quartz and muscovite inclusions, are glendonites, a diagenetic replacement of ikaite (CaCO₃·6H₂O). δ¹³C glendonite values range from -4.03 to +0.79‰ (VPDB), with δ¹⁸O between -15.09 and -10.60 ‰ (N=9) and one sample at δ¹³C +0.79 and δ¹⁸O -2.40.

The Vakkejokk Breccia, which lies near the top of the <15 m thick Lower Siltstone Mbr. of the Torneträsk Fm., locally cuts down-section through the underlying sediments, to rest on the Baltic Shield basement. Although the Torneträsk Fm. usually lies on the Baltic Shield it also lies on diamictites correlated with the Mortensnes Fm. (E. Finnmark), equated with the Gaskiers glaciation (580 Ma).

The breccia closely overlies the ichnofauna-rich Kullingia Beds, with *Cochlicia sp.*, *Neomereites uniserialis*, *N. biserialis*, *Bergaueria sp.*, *Cochlichnus sp.*, *Torrowangea sp.*, *Bilinichnus sp.*, *Treptichnus sp.*, *Treptichnus.pedum*, *?Bifungites sp.*, *?Plagiognus sp.*, *?Laevicylus sp.*, *Teichichnus sp.*, *?Arenicolites sp.*, *Didymaulichnus sp.*, *Planolites sp.*, *Taphrhelminthopsis sp.*, *Suzmites sp.*. An Ediacaran fauna of *Cyclomedusa davidi*, *Nimbia oclusa* and *?Nimbia sp.* is also present.

In E. Finnmark, the end Precambrian boundary lies near the base of the Breivik Fm., in which *Platysolenites antiquissimus* occurs. This also occurs in the Middle Siltstone Mbr. directly above the Lower Siltstone Mbr. Further constraints are given by *Treptichnus pedum* which first occurs in the uppermost Precambrian. Thus the available constraints indicate the glendonite formed in very latest Precambrian (?to earliest Cambrian) times.

Ikaite grows in water at <4 °C. Palaeomagnetic data suggest that Baltica lay at either 50° S at Precambrian-Cambrian boundary times or at 30° N or S. Although there is no indication that ice was present at Torneträsk at this time (although the breccia has been interpreted to be periglacial), such chilled water in a shallow marine environment at only moderate latitudes argues strongly for substantial ice volumes at higher latitudes. Thus the glendonite is good evidence for ice/glacial activity during Precambrian-Cambrian boundary times.

**Sedimentpetrographische und geotechnische
Untersuchungen an ungewöhnlichen Gleitzonen-
materialien einer tiefgründigen Massenbewegung am
Kalkalpensüdrand (Unterinntal, Tirol)**

STRAUHAL, T.¹, PRAGER, C.^{2,3}, BRANDNER, R.⁴, FELLIN, W.⁵,
TROPPEL, P.¹, ZANGERL, C.²

¹Institut f. Mineralogie u. Petrographie, Univ. Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck; ² alpS Zentrum f. Naturgefahren Management, Grabenweg 3, A-6020 Innsbruck, ³ ILF Beratende Ingenieure, Feldkreuzstraße 3, A-6063 Rum/Innsbruck, ⁴ Inst. f. Geologie u. Paläontologie, Univ. Innsbruck, Innrain 52, ⁵ Inst. f. Infrastruktur, Arbeitsber. f. Geotechnik u. Tunnelbau, Univ. Innsbruck, Technikerstraße 13; thomas.strauhal@student.uibk.ac.at

Mächtige Bergsturzablagerungen können aufgrund ihrer Sediment-eigenschaften geotechnisch und hydrogeologisch herausfordernde Problemzonen für Tunnelvortriebe darstellen. Derartige Lockersedimente wurden nun im Bereich der sog. Angerbergterrasse (Unterinntal) angetroffen, wo zur optimalen Trassenauswahl für den Ausbau der Unterinntal-Eisenbahnstrecke seitens der BEG umfangreiche Geländeaufnahmen und zahlreiche Erkundungsbohrungen durchgeführt wurden. Die höchste Erhebung dieser Mittelgebirgsterrasse ist der sog. Butterbichl (733 m üA), wo eine mächtige Hauptdolomit-Scholle inselartig von quartären Lockersedimenten und unterlagernden Festgesteinen des Unterinntaler Tertiärs umgeben ist. Neue strukturelle und geomorphologische Geländebefunde sowie Ergebnisse von Erkundungsbohrungen belegen, dass es sich bei dem kataklastischen Butterbichl-Hauptdolomit weder um eine tektonisch auf das Tertiär aufgeschobene Deckscholle noch um eine tief wurzelnde tektonische Schuppe handelt, sondern um fossile Ablagerungen einer gravitativen Massenbewegung. Basierend auf der Form der Ausbruchsnische und der räumlichen Verteilung der Ablagerungen handelt es sich um eine der größten fossilen Felsgleitungen in Tirol. Geländekartierungen weisen darauf hin, dass die Butterbichl-Scholle eine tief gründige Translationsgleitung darstellt, die sowohl lithologisch als auch strukturell vorgezeichnet war: einerseits durch lithologische Wechsel im Bereich des obersten Wettersteinkalks und der gemischt karbonatisch-siliklastischen Raibl Gruppe, andererseits durch hangabwärts orientierte Störungszonen mit Kataklasten und Kakiriten. Eine 2006 am Butterbichl abgeteuft, 202 m lange Kernbohrung durchörterte den intensiv spröde-tektonisch zerlegten Hauptdolomit, der in ca. 148 m Teufe mit einer scharfen lithologischen Grenze relativ homogene Mittel- bis Grobsande überlagert. Unterhalb dieser kohäsionslosen, ca. 50 m mächtigen karbonatischen Lockersedimente wurden bindige, siliklastisch beeinflusste Silte und Tone („Bändertone“) angetroffen, die eindeutig belegen, dass die Butterbichl-Scholle eine gravitative Massenbewegungsablagerung darstellt. Zur genaueren Beschreibung dieser mächtigen Lockersedimente wurden nun ausgewählte Bohrkern-Proben geologisch und geotechnisch ausgewertet. Diese Untersuchungen umfassen i) makroskopische Bohrkernbeschreibungen, ii) sedimentpetrographische Analysen ausgewählter Dünnschliffe und Streupräparate, iii) Siebanalysen zur Erfassung der Korngrößenverteilung und iv) Triaxialversuche zur Ermittlung der Mohr-Coulomb Parameter Kohäsion und Reibungswinkel. Unter anderem wurde festgestellt, dass die mächtigen, relativ gut sortierten Dolomitsande an der Basis der eigentlichen, intensiv zerrütteten Gleitmasse vermutlich durch postkinematische Suffosion und Subrosion gebildet wurden, indem zirkulierende Porengrundwässer zur Umlagerung, Sortierung und Resedimentation des Hauptdolomits und der unterlagernden Raibl Gruppe führten. Diese Ergebnisse werden mit anderen Fallbeispielen verglichen, wie z. B. den karbonatischen Felsgleitungen von Flims und Fernpass, und sollen zu einem erhöhten Prozessverständnis bzw. verbesserten geologischen-geotechnischen Prognosen beitragen.