

die Vergabe einer Verwertung betreffend zu berücksichtigen.

Im Unterschied zu Bergbaubetrieben gelten im Tunnelbau für das Ausbruchmaterial nicht die gesetzlichen Bestimmungen des Mineralrohstoffgesetzes (MinroG 2006), sondern jene des Abfallrechts.

Abfall wird im Abfallwirtschaftsgesetz (AWG 2002) mitunter als eine bewegliche Sache, welcher sich der Eigentümer oder Inhaber entledigen will, definiert. Zusätzlich wird der Tunnelausbruch dem Bodenaushub zugeordnet. Betrachtet man die Behandlung des Ausbruchmaterials in der Vergangenheit, so scheint die Zuordnung des Ausbruchmaterials zu Abfall gerechtfertigt.

Aufgrund der geltenden Regelungen wird jedoch teilweise eine Verwertung des Ausbruchmaterials erschwert. So ist z. B. für Ausbruchmaterial, welches länger als 3 Jahre vor einer Verwertung zwischengelagert wird, der Altlastensanierungsbeitrag zu entrichten. Aus logistischen Gründen und durch die innerhalb kurzer Zeit anfallende große Menge an Schuttermaterial bei einem Tunnelprojekt, kann jedoch eine längere Lagerung vor der Verwertung zwingend erforderlich sein.

### **Prähistorische Massenbewegungen in Hallstatt - Dendrochronologische Datierung und Auswirkungen auf den Salzabbau**

RESCHREITER, H.<sup>1</sup>, GRABNER, M.<sup>2</sup> & EHRET, D.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Naturhistorisches Museum Wien, Prähistorische Abteilung, Burgring 7, A-1010 Wien;

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Holzforschung, Peter Jordan Straße 82, A-1190 Wien;

<sup>3</sup> Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Professur für Angewandte Geologie, Schlossgarten 5, 91054 Erlangen, Deutschland

Seit der mittleren Bronzezeit (1600 v. Chr.) ist die bergmännische Gewinnung von Steinsalz in Hallstatt belegt. Bis in römische Zeit wird mit wenigen Unterbrechungen abgebaut.

Durch die konservierende Wirkung des Salzes ist der gesamte Betriebsabfall dieser prähistorischen Bergbaue erhalten. All das, was die Bergleute im Bergwerk zurückließen, blieb im sogenannten Heidengebirge erhalten. Durch diese Funde (abertausend niedergebrannte Leuchtpäne, gebrochene Pickelstiele und anderes unbrauchbar gewordenes Gerät, Kleidungsbestandteile (Fell- und Ledermäntzen, Textilien, Leder- oder Hautschuhe), Tragsäcke aus Rinderhaut, Schnüre und Seile aus Gras und Bast) lassen sich beinahe alle Arbeitsschritte vom Brechen des Salzes mit Bronzepickeln bis zur Förderung erschließen.

Durch die Untersuchungen der letzten Jahrzehnte sind sowohl der bronzezeitliche als auch der ältereisenzeitliche Betrieb gut erforscht. Beide Bergbaue produzierten mehrere Jahrhunderte störungsfrei und erreichten dabei beachtliche Dimensionen. Obwohl das gleiche Material abgebaut wurde, unterscheiden sich die beiden Betriebe grundlegend in den Abbau- und Fördertechniken.

So einzigartige Funde wie die bronzezeitlichen Tragsäcke,

die älteste erhaltene Holzstiege Europas oder die Schuhfragmente der älteren Eisenzeit erlauben tiefe Einblicke in die Arbeitsorganisation. Aber nicht nur der Arbeitsablauf lässt sich rekonstruieren, auch die zeitliche Entwicklung der Bergbaue ist fassbar. Durch hunderte erhaltene Grubenhölzer und tausende Geräte und Werkzeuge aus Holz und deren Altersbestimmung mit Hilfe der Dendrochronologie ist die Abfolge der einzelnen Betriebsphasen nachvollziehbar.

An der mit Abstand reichsten bronzezeitlichen Fundstelle Christian von Tuschwerk kann das Wachsen der Abbauhalle über mehrere Jahrhunderte verfolgt werden. Mit dem Jahr 1245 v. Chr. brechen auf einmal alle Dendrodaten schlagartig ab. Diese Tatsache ist mit einer Katastrophe zu erklären. Durch einen Wassereinbruch in die Grube und einen vermutlich durch eine Massenbewegung ausgelösten Deckeneinbruch wurde der Bergbau vernichtet und alle Abbauhallen und Schächte mit Lehm und Steinen von der Oberfläche ausgefüllt.

Die Datierung dieser Katastrophe ist nicht nur indirekt durch das Abbrechen der Daten möglich, sondern auch direkt. Es sind komplette Bäume mit Wurzelstock, die am Rand des Einbruchtrichters gewachsen sind, mit in die Tiefe gerissen worden und finden sich nun über hundert Meter im Berg. Wenige dieser Stämme konnten dendrochronologisch synchronisiert werden. Es kann sein, dass die Pinge, die dieses Ereignis hinterlassen hat, bis heute im Gelände erkennbar ist.

Nach dieser Katastrophe um 1245 vor Chr. fehlen über mehrere Jahrhunderte Hinweise auf Bergbau in Hallstatt. Aber um 900 v. Chr. ist wieder ein voll entwickelter riesiger Betrieb fassbar. Die Abbautechnik wird nun von Schachtbau auf teilweise bis zu 200 m lange horizontale Abbauräume umgestellt. Auch dieser Bergbau ist dendrochronologisch datiert und produziert über Jahrhunderte. Durch den Handel mit Salz brachten es die Hallstätter Bergleute zwischen dem 9. und dem 4. Jhd. v. Chr. zu beachtlichem Reichtum. Sie waren vermutlich die reichste Gemeinschaft nördlich der Alpen.

Aber auch die Abbauhallen dieses Betriebs der älteren Eisenzeit sind heute mit Lehm, Geröll und Sand von der Oberfläche ausgefüllt. Die Erklärung im Ende dieses florierenden Bergbaues ist wiederum in einer Massenbewegung zu sehen. Die imposanten Abrisskanten im oberen Bereich des Salzbergtales sind höchstwahrscheinlich mit dieser Katastrophe um die Mitte des 4. Jhdts. v. Chr. in Zusammenhang zu bringen.

Abgesehen von diesen geologischen Ereignissen, die im Bergwerk fassbar und durch Grubenfunde datierbar sind, ist auch an der Oberfläche ein Aufschluss bemerkenswert, der eine exakt datierbare Massenbewegung zeigt. Durch den Langmoosbach wurden in den letzten Jahren mehrere Kulturschichten freigespült, zwischen denen entwurzelte Baumstämme zu finden sind. Da nicht immer die Waldkante (d.i. der äußerste Jahrring unter der Rinde, die den Tod des Baumes angibt) zu finden war, können keine jahrgenaue Aussagen getroffen werden. Es zeichnen sich jedoch zwei Gruppen ab: 705 bis 679 v. Chr. und 612 v. Chr. Hierbei handelt es sich vermutlich um einen langsamen Schuttstrom, der mehrere Jahrzehnte aktiv war, oder um eine schnelle Hangrutschung, die über einen Zeitraum

von mehreren Jahrzehnten mehrfach reaktiviert wurde. Um 400 v. Chr. muss dieses Areal bereits wieder zum Stillstand gelangt sein, da die Hallstätter einige ihrer Toten in diesem Bereich bestatteten.

### Flächenspezifische Auswertung von Niederschlags-Radardaten und Blitzortungsdaten auf Karsthochflächen zur Einzugsgebietsabgrenzung

RESZLER, C.<sup>1</sup>, STADLER, H.<sup>1</sup>, BENISCHKE, R.<sup>1</sup>,  
PISTOTNIK, G.<sup>2</sup> & ZEROBIN, W.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut für WasserRessourcenManagement, Hydrogeologie und Geophysik, Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, Elisabethstraße 16/II, A-8010 Graz;

<sup>2</sup> Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Hohe Warte 38, A-1190 Wien;

<sup>3</sup> Wiener Wasserwerke, MA31, Grabnergasse 6, A-1060 Wien

In verkarsteten Gebieten ist meist davon auszugehen, dass das hydrographisch wirksame Einzugsgebiet von Quellen nicht dem orographischen Einzugsgebiet entspricht und deshalb schwer abschätzbar ist. Häufig wird versucht, das Einzugsgebiet aus gemessenen Abflüssen und Wasserbilanzüberlegungen auf kleiner Skala abzugrenzen. Für Untersuchungen zum Wasserhaushalt in einem Gebiet sind detaillierte Informationen zur räumlichen und zeitlichen Verteilung des Niederschlags notwendig. In dieser Studie werden Wetterradar- und Blitzortungsdaten zusätzlich zu verfügbaren Stationsdaten herangezogen, um detaillierte Informationen über die räumliche und zeitliche Verteilung der Niederschläge im alpinen Raum zu erhalten. Die Untersuchung erfolgt auf Ereignisbasis und konzentriert sich auf Ereignisse mit lokaler, kleinräumiger Überregnung. Dieser Typ von Ereignissen bietet den Vorteil, dass die Niederschlagszellen im Allgemeinen nur eine geringe Ausdehnung besitzen und nur kleine Gebietsteile gleichzeitig überregnet werden. Für ausgewählte Zeiträume werden die Niederschlagsdaten aus dem INCA System der ZAMG (Kombination von Stations- und Radardaten) analysiert. Da derartige Ereignisse oft mit Gewittern einhergehen, werden Blitzortungsdaten des Systems ALDIS einbezogen. Als Testgebiet wurde das Karstgebiet des Hochschwabs mit dem Einzugsgebiet der Kläfferquellen gewählt, da die Quellen sehr rasch auf Niederschläge reagieren und durch vorangegangene Untersuchungen eine gute Kenntnis der hydrologischen und hydrogeologischen Bedingungen gegeben ist. Anhand einer räumlich-dynamischen Auswertung von Niederschlagsradardaten und Blitzen wird untersucht, ob die Niederschläge kleinräumig abgrenzbar sind und in welchem Maße durch einen Vergleich mit der Dynamik der Quellschüttungen das Gebiet identifizierbar wird, das zum Abfluss an der Quelle beiträgt. Die Auswertung erfolgt vorerst auf GIS Basis unter Zuhilfenahme der detaillierten geologischen Karte des Gebiets. Die ersten Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Daten eine Aussage über die räumlich-zeitlichen Zusammenhänge zwischen Niederschlag und Abfluss erlauben. Vor allem die Radardaten liefern sehr wertvolle Informationen über die (Sommer-)Niederschläge im Gebiet des

Hochschwabs. Aus den ALDIS Blitzdaten konnten zusätzlich Informationen über die Lage der stärksten Gewittertätigkeiten während der Ereignisse gewonnen werden. Großräumig existiert ein erkennbarer Zusammenhang zwischen Niederschlagsradar- und Blitzdaten, der allerdings schwächer wird, je kleinräumiger die Betrachtung wird. Aus der Gegenüberstellung der Niederschlagsdaten mit den Schüttungsdaten der Kläfferquelle wurden Reaktionszeiten bzw. Verzögerungszeiten bei unterschiedlichen Ereignissen abgeschätzt. Diese Informationen dienen zur Klassifizierung von Ereignissen und in weiterer Folge zur Erstellung eines flächendetaillierten Modells zur Abschätzung der zum Abfluss beitragenden Flächen der Karsthochfläche bzw. zur besseren Abgrenzung des Einzugsgebietes.

### Towards an Upper Triassic marine carbon isotope reference curve

RICHOZ, S.<sup>1</sup>, KRYSZYN, L.<sup>2</sup>, SPÖTL, C.<sup>3</sup> & LEIN, R.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Commission for the Palaeontological and Stratigraphical Research of Austria (CPSA) Austrian Academy of Sciences c/o Institute of Earth Sciences, University of Graz, Austria; Sylvain.Richoz@uni-graz.at;

<sup>2</sup> University of Vienna, Department of Paleontology, Althanstrasse 14, 1090 Vienna, Austria; leopold.krystyn@univie.ac.at;

<sup>3</sup> Leopold Franzens University of Innsbruck, Institute of Geology and Paleontology, Innrain 52, 6020 Innsbruck, Austria; christoph.spoetl@uibk.ac.at;

<sup>4</sup> University of Vienna, Department of Geodynamics and Sedimentology, Althanstrasse 14, 1090 Vienna, Austria; Richard.Lein@univie.ac.at

During the Upper Triassic it appears that despite new originations, the general decline in biodiversity was punctuated by a series of accelerated steps between the Carnian and the Rhaetian, while the T-J boundary event may have been the final strike (HALLAM 2002). The construction of a well-calibrated carbon isotope reference curve for the whole Upper Triassic is necessary to decipher between gradual environmental changes and abrupt or even catastrophic events. These data will also allow to correlate Late Triassic patterns of biotic turnover with changes in the composition of seawater.

While a comprehensive isotopic data set is available for the T-J boundary (e.g., RUHL et al. 2009) only a few data are available for the Upper Triassic. We therefore studied several Tethyan and Peritethyan sections in Austria, Slovakia, Turkey, Oman and India.

Upper Ladinian samples record an increase in  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  until the Lower Carnian, followed by stable values until the Upper Carnian. This stability is, however, disturbed by a few negative excursions (1-2 ‰) in the isotopic signal around the Ladinian-Carnian Boundary, in the mid-Julian and near the Reingraben event (within - Middle Carnian boundary). We present here evidence from the Spiti valley, Indian Himalaya; Mayerling and Leckkogel, Austrian Alps, and several sections in the Taurus, Turkey. The Carnian-Norian boundary interval in Turkey and Slovakia is marked