

Altersbestimmungen an Griffner Tropfsteinen

Von Christoph SPÖTL & Augusto MANGINI

Einleitung

Die Griffener Höhle zählt nicht zuletzt ob ihres bunten Tropfsteinschmucks zu den interessantesten Höhlen im Süden Österreichs (TRIMMEL 1957; UCIK et al. 1990; BOUCHAL & WIRTH 2001). Neben ästhetischen Aspekten stellen diese anorganischen Formationen aus Calciumcarbonat (Kalzit) eine wichtige Informationsquelle der Vorzeit dar. Dieser Kurzaufsatz gibt einen Überblick über erste Ergebnisse von Analysen an Tropfstein-Proben, die seitens der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck in Zusammenarbeit mit der Umweltphysik in Heidelberg gewonnen wurden.

Tropfsteine – Stumme Zeugen aus vergangenen Jahrtausenden

Dem Besucher der Höhle in Griffen fallen beim Rundgang verschiedene Tropfstein-Formationen auf, Stalagmite (nach oben wachsende Bodenzapfen) beispielsweise in der Fleischkammer, filigrane Sinterröhrchen hoch oben an der Decke der Haupthalle sowie flächige Ablagerungen, so genannte Bodensinter oder Sinterdecken. Beobachtet man diese Formationen über einen längeren Zeitraum und führt wasseranalytische Untersuchungen durch, so stellt man fest, dass nur wenige dieser Tropfsteine heute tatsächlich im Wachstum begriffen sind. Letzteres hängt ursächlich mit der Menge an Tropfwasser zusammen, das in den Höhlenraum rinnt. Das Einzugsgebiet der Sickerwässer ist durch die isolierte Lage des Schlossberges sehr begrenzt und das unterirdische Kluftnetz des Marmors besitzt nur ein begrenztes Wasserspeichervermögen. Es ist daher verständlich, dass nach mehrwöchigen



Abb. 69: Außenansicht (links) und Längsschnitt durch den frühholozänen Stalagmiten GRI 1 aus der Griffner Tropfsteinhöhle. Dieser Tropfstein saß feinkörnigen Höhlensedimenten auf und weist besonders im jüngeren Abschnitt Lösungserscheinungen auf. Zentimeter-Maßstab. [Foto: Ch. Spötl]

Trockenwetterperioden die meisten Tropfstellen in der Höhle versiegen bzw. nach Regenperioden rasch wieder anspringen.

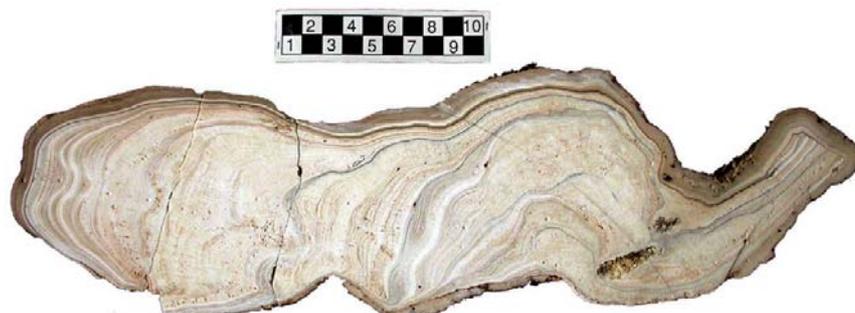
Tropft Wasser auf einen Stalagmiten bzw. rinnt solches über einen Bodensinter, so lagert sich bei entsprechender chemischer Übersättigung aus diesem Wasserfilm Calciumcarbonat ab. Dieser Prozess kann nicht direkt beobachtet werden, da diese Ausscheidung auf mikroskopischem Maßstab stattfindet: Unter starker Vergrößerung sieht man, dass die scheinbar glatte Oberfläche eines Tropfsteins aus Myriaden von spitzen Kalzitkristallen besteht, die Gräser auf einem Rasen gleich langsam nach oben wachsen. Die Wachstumsgeschwindigkeit in vertikaler Richtung bewegt sich bei Stalagmiten aus österreichischen Höhlen meist zwischen 0,04 und 0,1 Millimeter pro Jahr, d. h. in einem Menschenleben gewinnen diese etwa 3 bis 8 Millimeter an Höhe.

An diesen Zahlen ist bereits ersichtlich, dass in großen Tropfsteinen viel Zeit stecken muss. Wie viel Zeit genau seit deren Wachstumsbeginn verstrichen ist, lässt sich durch die so genannte Uran-Thorium-Methode bestimmen – vorausgesetzt, das Sintermaterial ist nicht stark verunreinigt und nachträglich nicht chemisch verändert worden. Im Idealfall kann damit ein Tropfstein bis zu einem Maximalalter von gut 400.000 Jahre vor heute datiert werden (DORALE et al. 2004). Um diese Zahl in eine zeitliche Perspektive zu stellen: Der Höhepunkt der letzten Eiszeit war vor etwa 20.000 Jahren und der Ötztaler „Eismann“ starb vor 5.300 Jahren. Der Nachteil der Uran-Thorium Methode, wie aller anderen Altersbestimmungsmethoden, liegt darin, dass sie nicht zerstörungsfrei anwendbar ist.

Probenmaterial & Methodik – High Tech-unterstützte Blicke in die Vergangenheit

Aus Gründen des Höhlenschutzes – die Griffner Tropfsteinhöhle ist als Naturdenkmal ausgewiesen – wurde aus dem Bereich der heutigen Schauhöhle keine Tropfsteinprobe entnommen. Von Seiten der Höhlenverwaltung wurden den Autoren jedoch zwei Proben überlassen, die seinerzeit beim Schauhöhlenausbau – die heutige Schauhöhle war ja in ihrem Naturzustand zum Gutteil mit feinkörnigen Sedimenten aufgefüllt (TRIMMEL 1957; KAHLER 1961) – sichergestellt worden sind. Es handelt sich um einen gedrungenen Stalagmiten (Probe GRI 1, Höhe 19 cm, Abb. 1), dessen eine Hälfte im Schauraum

Abb. 70:
Querschnitt des
Wandsinters aus der
Sinterbeckenkluft,
Probe GRI 3. Dieser
Stalagmit – 90 Grad
nach links gedreht
(links ist oben) –
wuchs auf einem
Wandsinter auf.
Zentimeter-Maßstab.
[Foto: Ch. Spötl]



der Höhlenverwaltung in Griffen zu besichtigen ist. Dieser Stalagmit wuchs ursprünglich auf feinkörnigen Sedimenten auf („Jungsinter“ nach WEISS 1958; mdl. Mitt. W. Fischer). Zudem wurde uns ein 1,5 Zentimeter dünner, brauner Bodensinter überlassen (Probe GRI 3), der ebenfalls über den mächtigen, fein geschichteten Sedimenten der Höhle lag. In Letzteren stieß man während den Ausgrabungen des Jahres 1958 auf Zahn- und Knochenreste eiszeitlicher, heute ausgestorbener Tierarten (z. B. Mammut, Wollnashorn, Steppenwisent, Höhlenlöwe, Höhlenbär und -hyäne), sowie auf Artefakte, die nach den vorliegenden Alterseinstufungen aus dem Zeitintervall vor dem letzten Eisvorstoß datieren (DOLENZ & WEISS 1959, 1960; THENIUS 1960; GLEIRSCHER & PACHER 2005). Eine dritte Probe, ein inaktiver Wandsinter, der in einen Stalagmiten übergeht, wurde aus der Sinterbeckenkluft entnommen (Probe GRI 2, Abb. 2). Dieser etwa 30 Meter lange Gang ist ein touristisch nicht zugänglicher Höhlenteil mit Tropfsteinkaskaden, die heute größtenteils inaktiv sind. Auch von Probe GRI 2 befindet sich eine Scheibe im Schauraum der Höhlenverwaltung.

Die Proben wurden an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck mit einer Diamantsäge geschnitten und petrographisch analysiert. Entlang der Wachstumsachsen wurden Mikroproben für stabile Isotopenmessungen entnommen (Kohlenstoff, Sauerstoff). In Heidelberg wurden an ausgewählten Teilproben Altersbestimmungen mittels Thermionen-Massenspektrometrie durchgeführt.

Untersuchungsergebnisse dreier „Zeitreisen“

Alle Proben zeigen eine Feinschichtung (Lamination) im sub-Millimeter-Bereich, die vermutlich eine jahreszeitliche Ursache hat (Abb. 71). Das Material selbst ist ausschließlich Kalzit, häufig in einer sehr feinkristallinen Ausbildung. Die chemischen Analysen ergaben geringe Uran-Gehalte und einen stets hohen Anteil an Verunreinigungen – beides ungünstige Voraussetzungen für eine exakte Datierung. Es mussten daher sämtliche Alterswerte einer Korrektur (detritisches Thorium) unterzogen werden; zudem sind die analytischen Messfehler wegen der geringen Uran-Gehalte (um 0,1 mg/kg) recht hoch.

Der Stalagmit GRI 1 ist durch insgesamt sieben Analysen zeitlich gut charakterisiert: Sein Wachstum begann vor ca. 9.500 Jahren und war anfänglich rasch. Im Zeitraum um 8.000 bis 8.500 Jahre vor heute verlangsamte sich das Sinterwachstum auffallend, um sich anschließend wieder bis ca. 7.000 Jahre vor heute rasch fortzusetzen. Auch wenn die einzelnen Messwerte analytische Unsicherheiten von meist ± 300 bis 400 Jahren aufweisen, so zeigen sie doch klar, dass dieser Stalagmit im frühen Holozän, der heutigen Warmzeit, zu wachsen begonnen hat und etwa 2.500 Jahre lang aktiv war. Diese Probe belegt außerdem, dass die feinklastischen Sedimente, auf denen er aufwuchs (Abb. 69) mindestens 9.500 Jahre alt sein müssen; der grundsätzlich andere Sedimentationsstil legt jedoch nahe, dass diese

noch deutlich älter sein dürften und vermutlich mit sedimentreichen Schmelzwässern des jungpleistozänen Drau-Gletschers in Verbindung zu bringen sind. Die markante Verlangsamung des Sinterwachstums im Zeitraum zwischen etwa 8.000 und 8.500 Jahren vor heute gibt Anlass zur Vermutung, dass damit jener kurzfristige Klimaeinbruch erfasst ist, der um 8.300 bis 8.200 Jahre vor heute der Nordhemisphäre einige sehr kalt-trockene Jahrzehnte bescherte. Dessen Ursache lag im katastrophalen Ausbruch eines riesigen Eisstausees, welcher sich am Südrand des abschmelzenden kanadischen Eisschildes gebildet hatte und dessen Schmelzwasser sich in den Nordatlantik ergoß (ALLEY & AGUSTSDOTTIR 2005). Diese Vorstellung einer Klima-ungünstigen Phase würde gut zu der Verlangsamung des Tropfsteinwachstums passen, wenngleich betont werden muss, dass ob der Unsicherheiten der Datierung dieser Zusammenhang nicht bewiesen werden kann. Ob das Ende des Tropfstein-Wachstums vor ca. 7.000 Jahren ebenfalls klimatische Gründe hatte, kann derzeit nicht beantwortet werden.

Der dünne Bodensinter GRI 3 ergab ein Alter von 13.700 (± 700) Jahren vor heute. Das Wachstum dieser Probe fällt in das so genannte Bølling Interstadial des Spätglazials, als das Klima in den Alpen bereits annähernd so warm und niederschlagsreich war wie heute. Die unterlagernden, Artefakte-führenden Sedimente müssen daher älter als ca. 14.000 Jahre sein. Dies steht nicht im Widerspruch mit den Datierungsergebnissen der Probe GRI 1, denn beide Datierungen stellen Minimalalter der liegenden Feinklastika dar. Bedenkt man, dass das Klima der Nordhalbkugel um 14.500 Jahre vor heute eine rapide Erwärmung erfahren hat – vorher herrschten trocken-kalte, eiszeitliche Bedingungen (von GRAFENSTEIN et al. 1999; SEVERINGHAUS & BROOK 1999) –, so passt diese Uran-Thorium-Datierung gut in das Bild eines neu einsetzenden Tropfsteinwachstums in Kärnten am Ende der letzten Eiszeit. Aus den Anfängen der Sinterdatierung existiert eine Datierung einer „Jungsinter“-Probe, die damals ein konventionelles Radiokarbon-Alter von „ungefähr 7.750 Jahren“ ergeben hatte (FRANKE & TRIMMEL 1962). Messungen des radioaktiven ^{14}C

Isotops werden mittlerweile nicht mehr zur Altersbestimmung von Karbonaten eingesetzt, da deren Ergebnisse schwer zu interpretieren sind.

Die dritte Probe, der Stalagmit/Wandsinter GRI 2, öffnete schließlich ein noch weiter zurückliegendes Zeitfenster. Eine Probe nahe der Basis ergab 51.000 (± 1.100) Jahre, eine in der Mitte 48.300 (± 1.000) und die oberste Probe 45.300 (± 3.300) Jahre vor heute. Die

Abb. 71:
Feinschichtung in frühholozänem Stalagmit GRI 1. Durchlicht-Aufnahme eines Dünnschliffs, Bildbreite 2 Millimeter. Die breiteren, klaren Lager entsprechen vermutlich den Sommern, während die dünneren, braunen Lager während der kalten Jahreszeit entstanden sind.
[Foto: Ch. Spötl]



Werte sind somit in der korrekten stratigraphischen Reihenfolge (unten alt – oben jung). Diese Daten belegen, dass es während des letzten Glazials (Würm Eiszeit, Beginn vor ca. 115.000 Jahren) längere Intervalle gab, in denen es in die Griffner Höhle tropfte und Tropfsteine wuchsen. Zudem belegt das Vorhandensein dieses Tropfsteins sowie seine Kohlenstoff-Isotopie, dass es damals auf dem Schlossberg Bewuchs und Bodenbildung gab. Diese Beobachtungen sprechen dafür, dass es auch während der letzten Eiszeit länger andauernde, klimagünstige Zeiten gab, in denen vielleicht auch der steinzeitliche Jäger diese Höhle aufsuchte. Neue Radiokarbon-Daten an Knochen aus den Rotlehmen scheinen jedenfalls dafür zu sprechen (GLEIRSCHER & PACHER 2005). Das Sinterwachstum von Probe GRI 2 fällt zeitlich mit der Nutzung der Höhle durch Hyänen zusammen (um 45.000 Radiokarbonjahre vor heute); einige Jahrtausende später lässt sich dann der Mensch durch Schnittspuren an Knochen nachweisen (um 41.000 Radiokarbonjahre vor heute).

Literatur

- ALLEY, R. B. & A. M. AGUSTSDOTTIR (2005): The 8k event: cause and consequences of a major Holocene abrupt climate change. – *Quaternary Science Reviews*, 24: 1123–1149.
- BOUCHAL, R. & J. WIRTH (2001): Höhlenführer Österreich. 287 S., Wien (Pichler Verlag).
- DOLENZ, H. & E. H. WEISS (1959): Die Kulturschichten in der Seitenkammer der Griffener Tropfsteinhöhle. – *Carinthia II*, 149./69.:13–26.
- DOLENZ, H. & E. H. WEISS (1960): Die Kulturschichten unter dem Höhlendach der oberen Vorhöhle; Schnitt 1959. – *Carinthia II*, 150./70.:13–19.
- DORALE, J. A., R. L. EDWARDS, E. C. ALEXANDER, C. C. SHEN, D. A. RICHARDS & H. CHENG (2004): Uranium-series dating of speleothems: current techniques, limits, & applications. – In: SASOWSKY, I. D. & J. MYLROIE (eds.): *Studies of Cave Sediments. Physical and Chemical Records of Paleoclimate*, 177–197, New York (Kluwer).
- FRANKE, H. W. & H. TRIMMEL (1962): Beiträge zur Kenntnis der Höhlen im Griffener Schloßberg. XIII. Radiokarbondatierungen an Sinterproben der Griffener Tropfsteinhöhle. – *Carinthia II*, 152./72.:108–110.
- GLEIRSCHER, P. & M. PACHER (2005): Griffen und die Altsteinzeit im Südostalpenraum. – *Rudolfinum Jahrbuch des Landesmuseums Kärnten*, 2004:19–61.
- GRAFENSTEIN, U. von, H. ERLKENUSER, A. BRAUER, J. JOUZEL & S. J. JOHNSEN (1999): A mid-European decadal isotope-climate record from 15,000 to 5000 years B.P. – *Science*, 284:1654–1657.
- KAHLER, F. (1961): Der Griffener Schloßberg und seine Höhlen. – *Carinthia I*, 151.:366–377.
- SEVERINGHAUS, J. P. & E. J. BROOK (1999): Abrupt climate change at the end of the last glacial period inferred from trapped air in polar ice. – *Science*, 286:930–934.
- THENIUS, E. (1960): Beiträge zur Kenntnis der Höhlen im Griffener Schloßberg (3. Folge). XII. Die pleistozänen und holozänen Wirbeltierreste. – *Carinthia II*, 150./70.:26–62.
- TRIMMEL, H. (1957): Die Griffener Tropfsteinhöhle. – *Carinthia II*, 147./67.:21–36.
- UCIK, F. H., E. GRAZE, G. KÖRNER & W. LEITNER (1990): Führer durch die Tropfsteinhöhle im Griffener Schloßberg. 2. Aufl., 38 S., Griffen (Verschönerungsverein Griffen).
- WEISS, E. H. (1958): Drei Sedimentprofile in der Seitenkammer der Griffener Tropfsteinhöhle. – *Carinthia II*, 148./68.:16–23.