

(Mündl. Mitt. K. Mais, Naturhistorisches Museum Wien) – wieder freigelegt wurden. Das Alter des jüngeren, bei der Bergung im Eis noch eingebettet gewesenen Holzstückes ist zugleich auch ein zeitlicher Beleg für das Mindestalter des Höhleneises. Bei der Holzprobe aus dem Blockwerk ist eine dauerhafte Einbettung im Höhleneis seit der Ablagerung zwar ebenfalls wahrscheinlich, das zeitlich lückenlose Vorhandensein des Eises jedoch aus den Fundumständen nicht absolut beweisbar.

Jedenfalls handelt es sich allem Anschein nach um das älteste in den Ostalpen derzeit datierte Höhleneis. Das Mindestalter von mehr als 2200 Jahren steht dabei in einem bemerkenswerten, wenn auch nicht widersprüchlichen Gegensatz zum pollenanalytisch ermittelten Alter des Eises der Dachstein-Rieseneishöhle (Kat-Nr. 1547/17). Das in dieser Höhle von F. KRAL (1968) festgestellte Alter von rund 500 Jahren wird auch durch die laufenden Untersuchungen mittels Tritium (Mündl. Mitt. R. Pavuza, Naturhistorisches Museum Wien) eher bestätigt.

Erwähnte Literatur:

- Kral, F. (1968): Pollenanalytische Untersuchungen zur Frage des Alters der Eisbildungen in der Dachstein-Rieseneishöhle. *Die Höhle* (Wien), 19 (2), 41–51.
- Slupetzky, H. (1994): Die Hohen Tauern in der Eiszeit und Nacheiszeit. In: Mineral & Erz in den Hohen Tauern, Wien (Naturhistorisches Museum), 149 Seiten.

Messung des $^3\text{He}/^4\text{He}$ -Isotopenverhältnisses im Hranicka Propast (Tschechische Republik)

Von Michael Meyberg und Bettina Rinne (Dübendorf, Schweiz)

Im Osten der Tschechischen Republik, in Nordmähren, befindet sich in einem Naturschutzgebiet südlich der Stadt Hranice der Hranická Propast („Abgrund von Hranice“). Bei dieser eindrucksvollen Naturerscheinung handelt es sich um einen 60 m tiefen Schacht, an dessen Grund sich ein kleiner See befindet. Dieser besitzt oberirdisch weder einen Zufluß noch einen Abfluß. Der Wasserspiegel liegt auf 250 m über NN. Aufgrund von Lotungen und Tauchgängen ist bekannt, daß sich der Schacht unter Wasser noch wenigstens bis in eine Tiefe von 200 m fortsetzt (1,2). Das Wasser an der Seeoberfläche hat eine Temperatur von 14 bis 16,5 °C und ist derart mit Kohlendioxid übersättigt, daß stetig kleine CO₂-Bläschen zur Wasseroberfläche aufsteigen. Absinkende Blätter und Äste wirken keimbildend für Gasblasen und werden sogleich wieder an die Seeoberfläche transportiert, die demzufolge von einer dicken Schicht organischen Materials bedeckt ist. Die Leitfähigkeit beträgt etwa 1700 µS/cm, der pH-Wert 7,0.

Von anderen Thermalquellen ist bekannt, daß CO_2 -reiche Gase aus dem Erdmantel durch die Erdkruste aufsteigen und sich so im Grundwasser lösen können. Ein eindeutiges Indiz für diesen Prozeß ist das Verhältnis der beiden Heliumisotope ^3He und ^4He , die ebenfalls im Wasser gelöst sind. Atmosphäre ($1,4 \times 10^{-6}$), Erdkruste (2×10^{-8}) und Erdmantel (3×10^{-5}) besitzen unterschiedliche $^3\text{He}/^4\text{He}$ -Isotopenverhältnisse, so daß die Herkunft des gelösten Heliums durch eine Messung dieses Verhältnisses bestimmt werden kann (3,4).

Um festzustellen, ob dieser Sachverhalt auch in Hranice zutrifft, wurden Anfang April 1994 von Tauchern zwei Wasserproben genommen. Die Probenbehälter bestanden aus etwa 1 m langen Kupferrohren, deren beide Enden unter Wasser zusammengequetscht wurden. Probe B wurde bei -35 m mitten im Schacht entnommen (Abb. 1), die Probe A direkt an einem bekannten Thermalwasseraustritt ($T = 19^\circ\text{C}$) in -30 m Tiefe (Abb. 2).

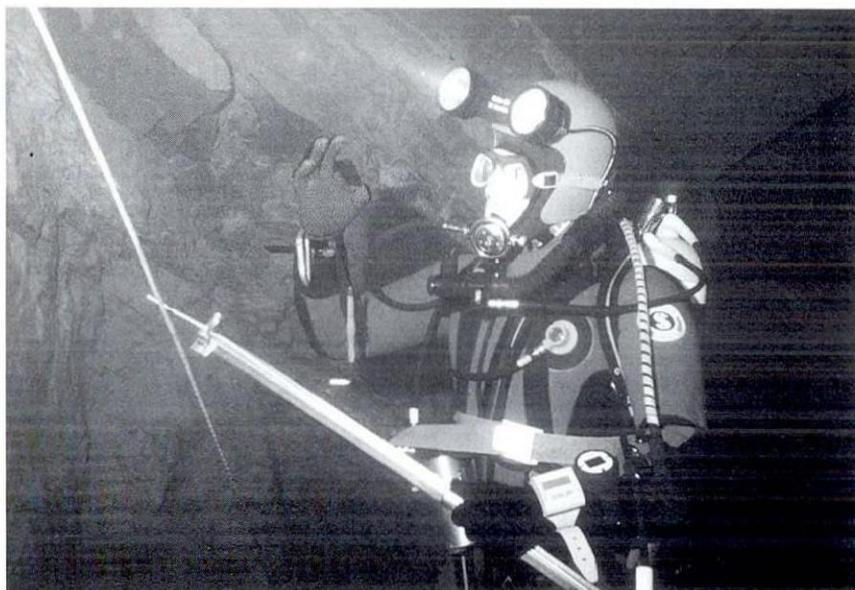


Abb. 1: Taucher mit Probenbehälter für die Wasserproben (Foto: M. Meyberg)

Die im Wasser gelösten Gase wurden an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETH) mit einem hochempfindlichen Massenspektrometer analysiert. Das $^3\text{He}/^4\text{He}$ -Isotopenverhältnis beider Proben war mit $4,5 \times 10^{-6}$, etwa dreimal höher als das in der Atmosphäre. Die gemessene Gesamtmenge an Helium war bei Probe B 150mal, bei der Probe A etwa 450mal höher als in Gewässern, deren Gasaustausch mit der Atmosphäre im Gleichgewicht ist. Der ebenfalls gemessene Anteil an Neon im gelösten Gas ($^{20}\text{Ne}/^4\text{He} = 6 \times 10^{-3}$) lag weit unter dem atmosphärischen Wert ($^{20}\text{Ne}/^4\text{He} = 4$).

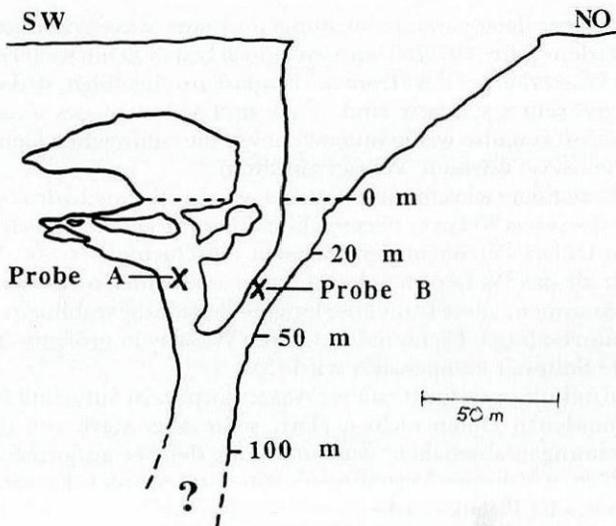


Abb. 2: Schematischer Seitenriß des Hranická Propast
(nach einem Plan von Ing. Kovarik, 2).

Da Gase aus dem Erdmantel ein größeres $^3\text{He}/^4\text{He}$ -Isotopenverhältnis aufweisen als die der Erdkruste und der Atmosphäre, kann der Schluß gezogen werden, daß die im Wasser gelösten Gase aus dem Erdmantel stammen, d. h. aus einer Tiefe größer als 40 km an die Erdoberfläche gelangen. Das gemessene $^3\text{He}/^4\text{He}$ -Isotopenverhältnis ist andererseits im Vergleich zum Mantelhelium aber deutlich reduziert, so daß auf dem Weg zum untersuchten Wasserkörper ein Verdünnungsprozeß stattgefunden haben muß. Die relativ geringe Konzentration von Neon deutet darauf hin, daß dieser Prozeß in der Erdkruste stattgefunden hat, und nicht auf atmosphärische Effekte zurückzuführen ist. Demzufolge muß der Anteil an jungem Oberflächenwasser am Wasservolumen gering sein, da sonst die Neon-Konzentration größer und damit näher am Gleichgewichtswert mit der Atmosphäre liegen sollte. Das zur Hohlraumbildung benötigte CO_2 wird in Hranice also nicht mit Niederschlags- und Sickerwasser zugeführt, sondern kommt aus dem Erdmantel; im Gegensatz zu vielen anderen Höhlen ist dadurch die Hohlraumbildung nur wenig von Oberflächeneffekten beeinflusst. Die Wasserbewegung sollte dementsprechend so gering sein, daß sich nichtlösliche Gesteine am Grund des Schachtes angesammelt haben und nicht aus der Höhle hinaus transportiert wurden. Die zu erwartende Form der Unterwasserhöhle wird daher im wesentlichen ein tiefer, breiter Schacht mit relativ kleinen Thermalwasserzuflüssen sein, dessen Grund (> 200 m Wassertiefe) mit Sediment und Schuttablagerungen angefüllt sein wird.

Bis auf diese Isotopenuntersuchung und eine wasserchemische Untersuchung aus dem Jahre 1979/80 wurden jedoch bisher keine weiteren Messungen an dem Wasserkörper des Hranická Propast durchgeführt, so daß derartige Überlegungen sehr spekulativ sind. Tiefe und Volumen des wassererfüllten Hohlraums sind genauso wenig untersucht wie die zahlreichen kleinen Seitengänge, die teilweise wärmere Wasser zuführen.

Nach Berichten tschechischer Taucher scheint es eine hydrologische Verbindung zu dem etwa 300 m entfernten Fluß Becva zu geben, da sich bei starken Regenfällen trübes Wasser in dem Schacht einschichtet. Ist das Wasser der Becva kälter als das Wasser im Schacht, kann es zu einer vertikalen Temperaturumkehr kommen. Diese kann über längere Zeiträume stabil sein, z. B. wenn die temperaturbedingte Dichtereduktion des Wassers in größerer Tiefe durch eine erhöhte Salinität kompensiert wird (5).

Die Entstehungsgeschichte dieses Wasserkörpers ist aufgrund der wenigen bisher vorhandenen Daten nicht geklärt, sollte aber stark von der anderer Karsterscheinungen abweichen. Zudem könnte der See aufgrund seines kleinen Oberflächen-Volumen-Verhältnisses ein interessantes Forschungsobjekt für die Aquatische Physik werden.

Systematische Untersuchungen der physikalischen Eigenschaften des Wassers (Temperatur, Leitfähigkeit, CO₂-Gehalt, Edelgas-Isotope, Wasseralter, chemische Analysen) als Funktion von Tiefe und Zeit, würden zu einem tieferen Verständnis dieser hydrogeologischen Erscheinung führen.

Danksagungen

Wir danken R. Kipfer, M. Hofer und W. Aeschbach-Hertig für die Analyse der Wasserproben und K. Farrenkothen und B. Akeret für die Bereitstellung der Video- und Fotoausrüstung.

An der Probenahme waren M. Piskula, L. Benysek, M. Slezak, J. Suchon, F. Travenek, A. Kaiser, B. Rinne und M. Meyberg beteiligt.

Die Taucharbeiten wurden unterstützt von: BBT, Tauchanzüge und Neoprenverarbeitung (Schoefflisdorf); Tauchbasis Inauen (Zürich); Tauchsport Turicum A.G. (Zürich).

Erwähnte Veröffentlichungen:

- (1) *M. Pauwels* (1994): Nouvelle plongée à Hranická Propast. *Info Plongée*, 66.
- (2) *UIS Cave Diving Magazine*, Gorizia (Italy), 1988.
- (3) *R. Kipfer* (1991): Primordiale Edelgase als Tracer für Fluide aus dem Erdmantel. Dissertation Nr. 9463, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich.
- (4) *W. Aeschbach-Hertig* (1994): Helium und Tritium als Tracer für physikalische Prozesse in Seen. Dissertation Nr. 10714, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich.
- (5) *A. Wuest, W. Aeschbach-Hertig, H. Baur, M. Hofer, R. Kipfer und M. Schurter* (1992): Density Structure and Tritium-Helium Age of Deep Hypolimnetic Water in the Northern Basin of Lake Lugano. *Aquatic Sciences*, 54 (3/4).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [046](#)

Autor(en)/Author(s): Meyberg Michael, Rinne Bettina

Artikel/Article: [Messung des \$3\text{He}/4\text{He}\$ -Isotopenverhältnisse im Hranicka Propast \(Tschechische Republik\) 5-8](#)