

## Aktuelle höhlenklimatische Aspekte der Dachstein-Rieseneishöhle

Von Rudolf Pavuza und Karl Mais (Wien)

### ZUSAMMENFASSUNG / SUMMARY

In der Dachstein-Rieseneishöhle wurde im letzten Jahrzehnt ein bereichsweiser Eisrückgang festgestellt, der auf exogene Einflüsse wahrscheinlich im Zuge einer Klimawandlung durch einströmende Warmluft und warme Sickerwässer zurückzuführen ist. Radonmessungen weisen auf eine ausgedehnte Fortsetzung hinter einem bewetterten Verstoß hin.

In the Dachstein-Rieseneishöhle (Upper Austria) a distinct decline of cave ice could be observed during the last decade. This decline is most probably caused by exogene parameters like occasional extended inflow of warm air and rain-water in the course of a possible slight climatic change. Radon measurements suggest extended galleries beyond a ventilated breakdown.

### ALLGEMEINES

Aufbauend auf den sehr umfassenden Arbeiten aus der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts (siehe Beitrag MAIS in diesem Heft) werden seit 1990 ein Programm zur kontinuierlichen Erfassung der Höhlenlufttemperaturen und des Eisstandes sowie begleitende höhlenklimatische und hydro-

geologische Untersuchungen durch die Karst- und höhlenkundliche Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien durchgeführt. Die vorliegenden Ergebnisse stellen eine gestraffte Kompilation des umfangreichen höhlenklimatischen Datenmaterials dar.

### TEMPERATURSERIENMESSUNGEN

#### Einzelserien

An sechs Meßstellen in der Höhle, zwei weiteren im Bereich der Höhleneingänge sowie einer Vergleichsstation bei der Emmahütte auf der Schönbergalpe werden seit dem Jahr 1991 Temperaturdauerregistrierungen mittels Datenlogger vorgenommen.

Bei den Temperatur-Jahresgängen (Abb. 1) zeigten sich im Vergleich mit den aus zahlreichen Einzelmessungen zusammengesetzten Serien von SAAR (1955) Ähnlichkeiten in der Charakteristik, jedoch Unterschiede in den Temperaturmittelwerten (Tabelle 1). Allerdings dürften sich durch die Erschließung (Neuer Eingang jenseits „Korsa“) die Wetter-

verhältnisse deutlich geändert haben. So sprechen BOCK und LAHNER (1913) noch von einer deutlichen Luftzirkulation im Artusdom mit Sommermaxima von +5°C. Davon ist heute nichts mehr zu bemerken. Auch ist dadurch der Unterschied zwischen den Meßstellen Artusdom und Plimisoel/Korsa größer geworden. Signifikant erscheint indessen die nahezu gleiche Temperatur im Parsivaldom, wogegen im Tristandom die Durchschnittstemperatur offensichtlich angestiegen ist, was möglicherweise mit den erhöhten Außentemperaturen in Zusammenhang gebracht werden kann.

Jahr	Außen	Tristandom	Parsivaldom	Artusdom	Plimisoel / Korsa
1920 – 1924	2,6°C	-1,7°C	-0,9°C	1,6°C	2,1°C
1994 – 1998	4,0°C	-0,7°C	-0,8°C	0,3°C	3,5°C

Tabelle 1: Vergleich mehrjähriger Temperaturmittelwerte in der Dachsteinrieseneishöhle

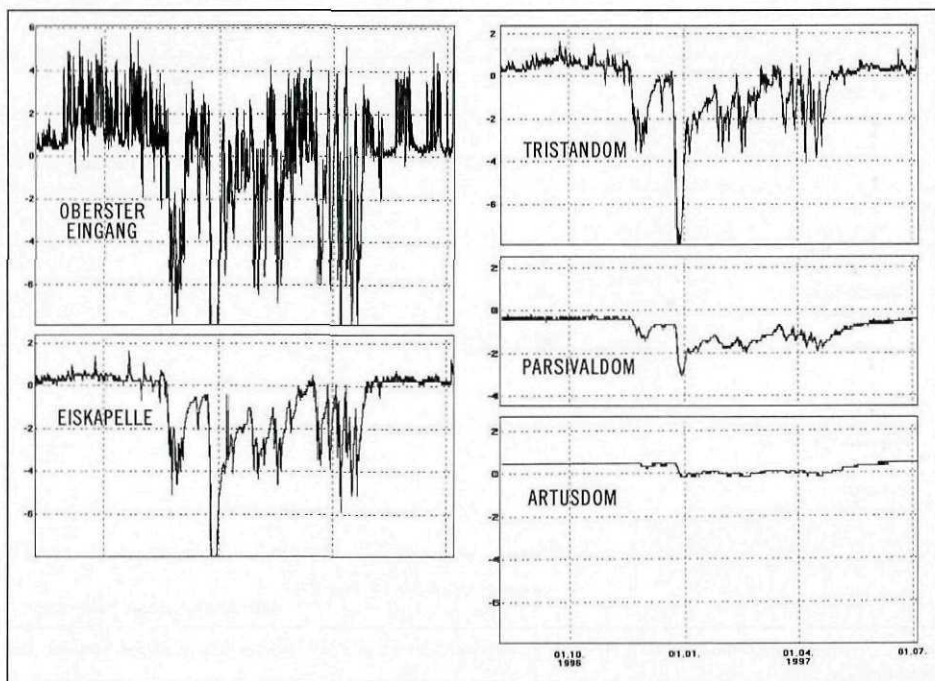


Abb. 1: Temperaturserien verschiedener Meßstellen in der Dachstein-Rieseneishöhle im Zeitraum 1996-1997

### Halbjahres-Temperaturmittel Artusdom

Aus dem Zeitraum von 1991 bis 1998 lassen sich Halbjahresmittel berechnen (für Jahresmittel fehlen in manchen Zeiträumen Daten), die gerade im Artusdom interessant sein dürften, der gänzlich eisfrei und damit thermisch weniger problematisch im Hinblick auf längerfristige exogene klimatische Veränderungen zu interpretieren ist (Abb. 2).

Es zeigt sich, daß der Mittelwert um  $0^{\circ}\text{C}$  ohne erkennbaren Trend schwankt und die Amplitude kaum  $1^{\circ}\text{C}$  überschreitet. Eine allfällige Reaktion der endogenen Temperatur auf den häufig beobachteten exogenen Temperaturanstieg – so stieg etwa in Frankfurt/Main die Jahresdurchschnittstemperatur in den letzten hundert Jahren um rund  $0,5^{\circ}\text{C}$  (PAPP, 1995) – kann derzeit hier nicht nachgewiesen werden bzw. wird von kurzfristigen Variationen überlagert. Bezeichnend indes ist der Unterschied zum Mittelwert von

1920-1924, SAAR (1955), der mit  $+1,6^{\circ}\text{C}$  nur mehr rund  $0,5^{\circ}\text{C}$  unter dem sich aus den Werten von Krippenstein und Schönbergalpe ergebenden theoretischen Wert für die Außenluft für die Höhenlage der Höhle liegt und vermutlich mit der Änderung der Wetterführung durch die Erschließung und die Handhabung der Wettertüren in Zusammenhang steht. Der Vergleich mit diesem Jahresmittelwert ist gerechtfertigt, da die oben angeführten Halbjahreswerte durchschnittlich nur um  $0,2^{\circ}\text{C}$  unter den Jahresmittelwerten liegen.

### Korrelationen verschiedener Meßstellen

Für die Veränderungen des Eishaushaltes sind neben anderen möglichen Parametern (siehe dazu S 129 f.) vor allem jene kritischen Zeiträume von Bedeutung, in denen Außenluft von  $>0^{\circ}\text{C}$  in die Höhle einströmen und die Eisbildungen erreichen kann. Aus der

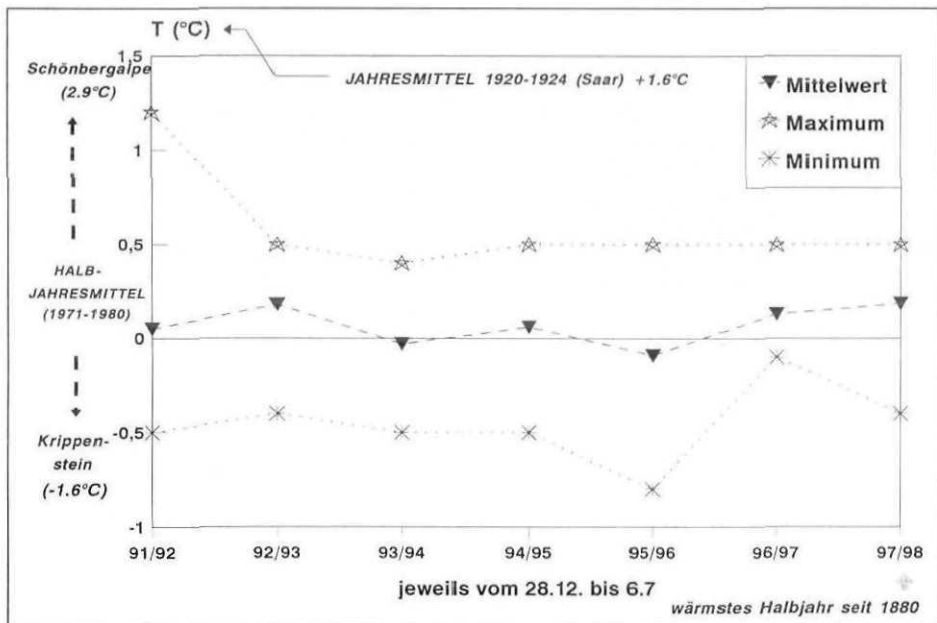


Abb. 2: Halbjahresmittelwerte der Lufttemperatur im Artusdom mit Extremwerten sowie Vergleichsdaten der Außenluft

Abb. 1 ist bereits ersichtlich, daß in den Wintermonaten die kalte, zumeist deutlich unter 0°C temperierte Außenluft in die Höhle einströmt, Eis und Höhlenwände abkühlt und so einen Kältespeicher aufbaut. Hingegen liegt in den Sommermonaten (Mai bis Oktober)

eine überwiegend höhlenauswärtige Luftströmung von rund 0°C Lufttemperatur vor, die zum größten Teil aus dem vereisten Versturzung an der Basis des Parsvaldomes stammt und aufgrund der niedrigen Temperatur naturgemäß keine Gefahr für die Eisbildung-

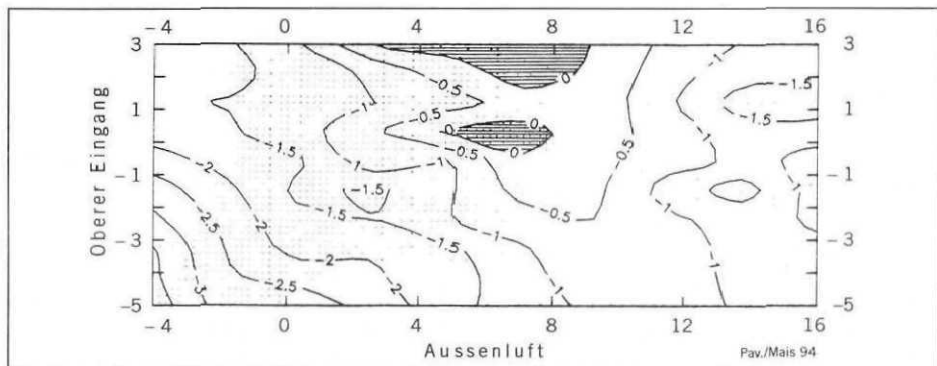


Abb. 3: Abhängigkeit der Temperatur in der „Eiskapelle“ von jener der Außenluft und der Temperatur im bewetterten obersten Eingang im Frühjahr 1992 (11. Februar bis 6. Mai)

gen darstellt. Als kritisch hingegen erweisen sich die Übergangszeiten sowie sommerliche Schlechtwetterphasen, wo eine Wetterumkehr eintritt und relativ warme Außenluft die eisführenden Teile erreicht. Dieser Mechanismus sowie die „kritischen Temperaturen“ wurden von den früheren Bearbeitern bereits erkannt. In einer Zusammenschau der Lufttemperaturen der Außenluft (Bereich „Unterer Eingang“) mit jenen im kleinen, obersten Eingang („Nasenloch“), der keine Wettertüre aufweist, und mit jenen in der „Eiskapelle“ zeigt sich (Abb. 3), daß in der Übergangszeit die kritische Außentemperatur im Bereich von 3-9 °C liegt. In diesem Intervall kommt es mit hoher Wahrscheinlichkeit zur Wetterumkehr Richtung höhleneinwärts und zum Temperaturanstieg in der Eiskapelle über 0°C. Die obere Grenze liegt – vermutlich in Abhängigkeit von der Luftdruckverteilung – mitunter höher und kann 13°C erreichen (Abb. 4)

### Kritische Parameter für das Höhleneis

#### Besucher

Der denkbare Einfluß der Besucher auf den Eishaushalt der Höhle ist zweifellos vorder-

gründig eines der aktuellsten Probleme, hält diesem Vorurteil aber bei näherer Analyse nicht stand: Die in den Temperaturkurven der Datenlogger aufgezeichneten tageszeitlichen Spitzen, die vermutlich mit den Besuchergruppen korrelieren, sind in ihrer Auswirkung in Relation zu den gelegentlichen sommerlichen Wetterumkehrungen (warme Außenluft strömt durch den oberen Ausgang zur 100 m entfernten Eiskapelle; im Diagramm hervorgehoben) quantitativ vernachlässigbar (Abb. 5).

Schließlich findet sich gerade in der Eiskapelle, der am unmittelbarsten durch Menschenansammlungen potentiell gefährdeten Eisbildung in der Dachstein-Rieseneishöhle ein typischer „Regelkreis“: In dem Maße, wie die Eisbildungen zurückgehen (sei es nun durch exogene Einflüsse oder auch durch den Besucher) tritt durch die entstehenden bzw. größer werdenden Öffnungen im Eis oberhalb und seitlich der Besucherplattform eine verstärkte Konvektion und ein rascherer Abtransport der menschlichen Abwärme ein, wodurch der allfällige Besuchereinfluß rasch abnehmen müßte. Freilich sind aber für die Eisdegeneration in der Eiskapelle auch andere Mechanismen relevant.

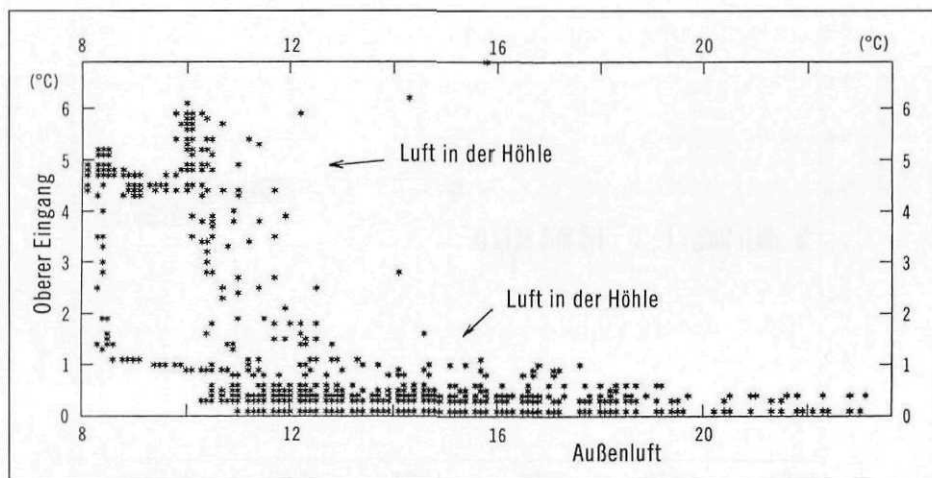
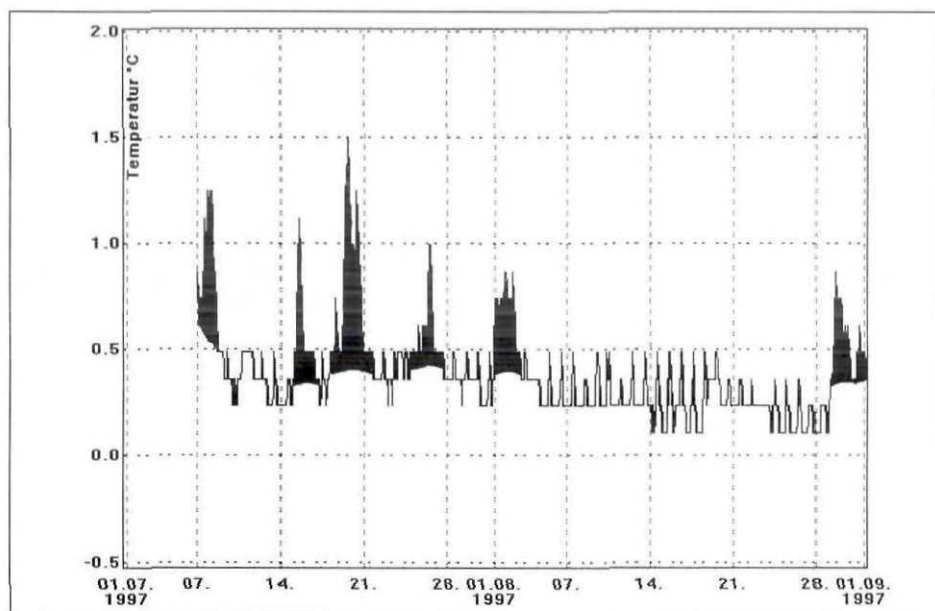
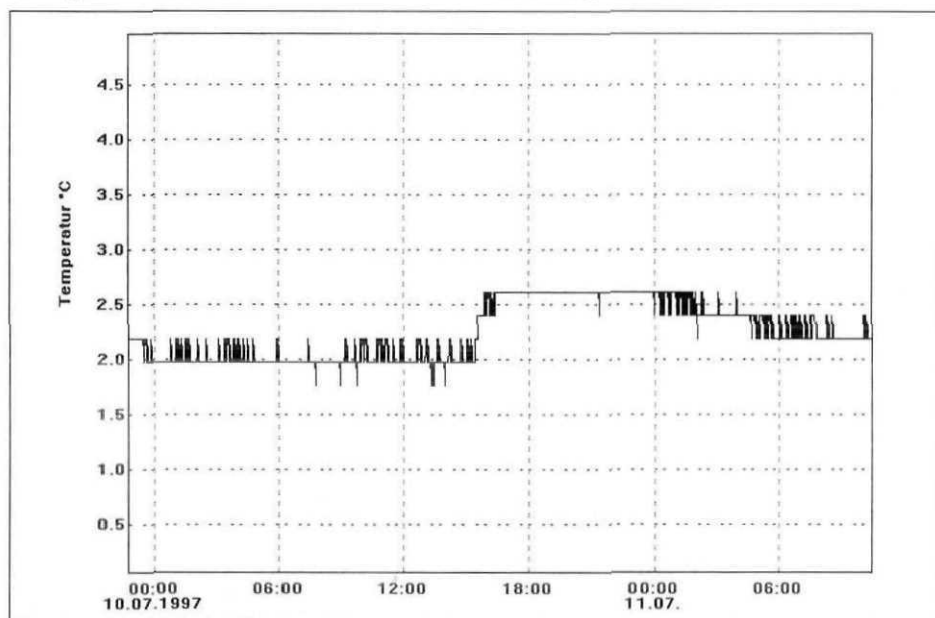


Abb. 4: Höhlenwindinversion im obersten Eingang der Dachstein-Rieseneishöhle (17.-25. September 1991)



▲ Abb. 5: Temperatur in der Eiskapelle mit „Besucherspitzen“ und einigen schlechtwetterbedingten Wetterumkehrungen mit höhleneinwärtigem Wind (schwarz unterlegt) im Sommer 1997

▼ Abb. 6 : Temperaturgang der Tropfstelle bei der Eiskapelle nach einem bzw. während eines Sommer-niederschlages im Juli 1997



### Regen und Schmelzwasser

Es liegt auf der Hand, daß eindringender Regen und Schneeschmelzwasser eine ambivalente Funktion für das Höhleneis ausüben: in der Frühlingsphase, wo die winterliche Kältespeicherung in der Höhle ihr Maximum erreicht hat, bildet das – selbst noch knapp über 0°C aufweisende – eindringende Wasser die vermutlich mit Abstand wichtigste Basis für die Eisregeneration. Ist der „Kälteverrat“ aufgebraucht (wenn die oberflächennahen Teile des Eises und die Felstemperatur gegen 0°C streben) – etwa ab dem Frühsommer – so führen die nun überdies immer wärmer werdenden eindringenden Wasser zu einem deutlichen Temperaturanstieg in ihrer Umgebung und somit zur Eisdegeneration. Die sommerlichen Tropfwässer weisen Temperaturen von rund 2°C auf (SAAR, 1955), diese Temperatur kann aber bereits bei geringen Niederschlägen höher werden (Abb. 6).

### Einströmende Warmluft

Das Problem der sommerlichen Wetterumkehr bei Schlechtwetterphasen wurde bereits weiter oben erläutert. Eine thermodynamische Bilanzierung ist jedoch mangels Zeitserien der Windgeschwindigkeit im wetterführenden Bereich zur Zeit noch nicht möglich. Als momentan relevantester, indirekt mit der Luftbewegung korrelierter Parameter erscheint daher der Median der Lufttemperatur in den verschiedenen Höhlenabschnitten, der – im Gegensatz zum Mittelwert – direkt mit der Zeit, die der sich der betreffende Höhlenabschnitt über oder unter dem Gefrierpunkt befand, in Zusammenhang steht: Bei Medianwerten über 0°C kann der betreffende Bereich in erster Näherung als „kritisch“ betrachtet werden. Im Diagramm (Abb. 7), wo auch Daten aus anderen alpinen Eishöhlen eingetragen sind, erkennt man, daß einige Höhlenabschnitte (Saarhalle, Feenpalast in der Dachstein-Mammuthöhle,

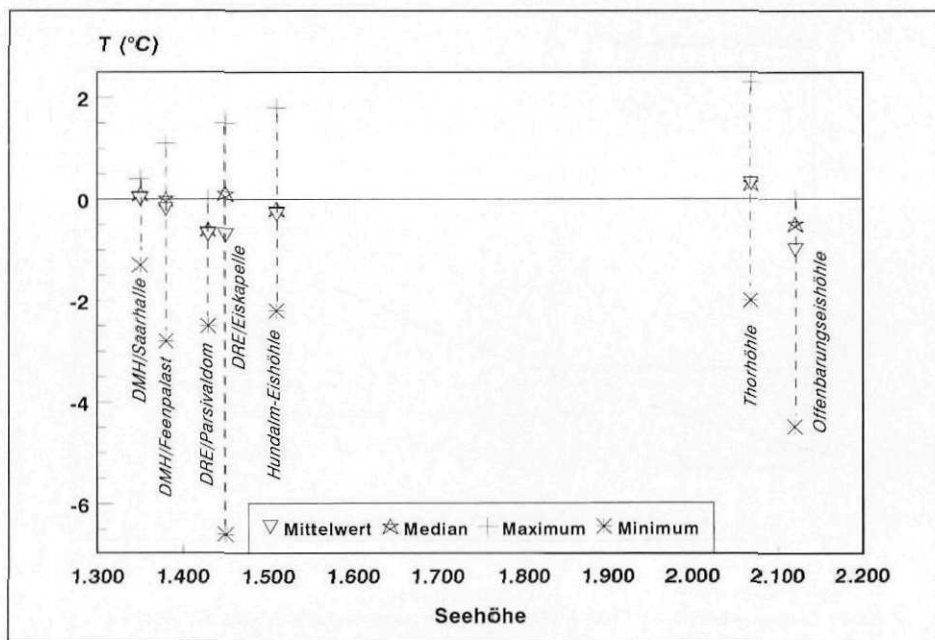


Abb. 7: Statistische Kennwerte der Lufttemperatur in verschiedenen Abschnitten der Rieseneishöhle sowie in anderen alpinen Eishöhlen

Eiskapelle in der Rieseneishöhle sowie der Meßpunkt in der Thorhöhle im Tennengebirge) allein von den Temperaturdaten her gefährdet erscheinen, andere Bereiche (z.B. Parsivaldom, wo im Gesamten auch kein Eistrückgang zu konstatieren ist) sowie die Hundalm-Eishöhle in Tirol oder die Offenbarungseishöhle im Tennengebirge Medianwerte  $< 0^{\circ}\text{C}$  aufweisen.

#### Kondenswasser

Bedingt durch die Tatsache, daß das Aufnahmevermögen von Luft für Wasser positiv temperaturabhängig ist, kann es bei der Abkühlung warmer Luft beim Einströmen

in die Höhle in Abhängigkeit von deren relativer Feuchte mitunter zu Kondensationsvorgängen an der kälteren Höhlenwand oder auch am Eis kommen. Dabei wird dem Substrat Wärme zugeführt. Dieser Effekt ist notwendigerweise bei großen Temperaturunterschieden am wirkungsvollsten. Als limitierender und für das Eis letztlich günstiger Faktor tritt allerdings die bereits mehrfach erwähnte obere Temperaturschranke für eine höhleneinwärtige Wetterführung auf.

In der Abb. 8 wurde eine modellmäßige Quantifizierung dieses Kondensations-effektes versucht.

### EISVERÄNDERUNGEN

#### Eisstandsmessungen

Seit 1993 werden an einem Profil im Parsivaldom (in Längsrichtung) sowie an drei Profi-

len im Tristandom (jeweils quer zum Führungsweg), seit 1995 auch an einem solchen quer zur Eisfläche vor dem Versturz am

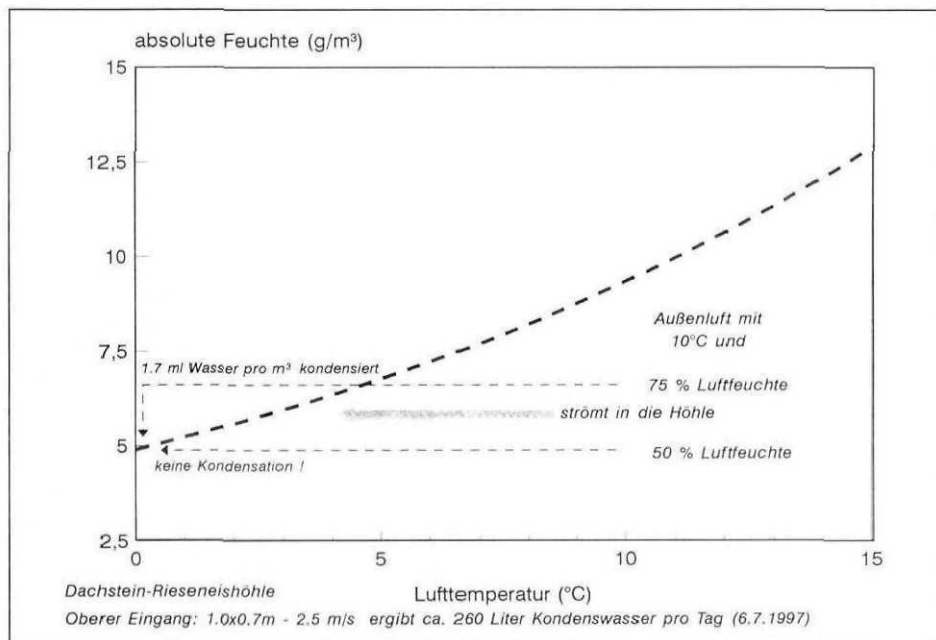


Abb. 8: Kondensation einströmender Luft bei Abkühlung in der Höhle, modellmäßig am Beispiel des obersten wetterführenden Einganges der Dachstein-Rieseneishöhle dargestellt.

unteren Ende des Parsivaldomes Eisstandsmessungen durchgeführt. Dabei werden Stahlseile als Bezugsniveaus verwendet, die jeweils mit der selben Vorspannung versehen werden und Markierungen im Meterabstand

aufweisen. Die erreichte Genauigkeit ist dabei rund 1 cm. Qualitativ zeigten sich dabei im Parsivaldom im Gesamten wohl Unterschiede von Jahr zu Jahr, eine markante Abnahme war hier aber nicht zu kon-

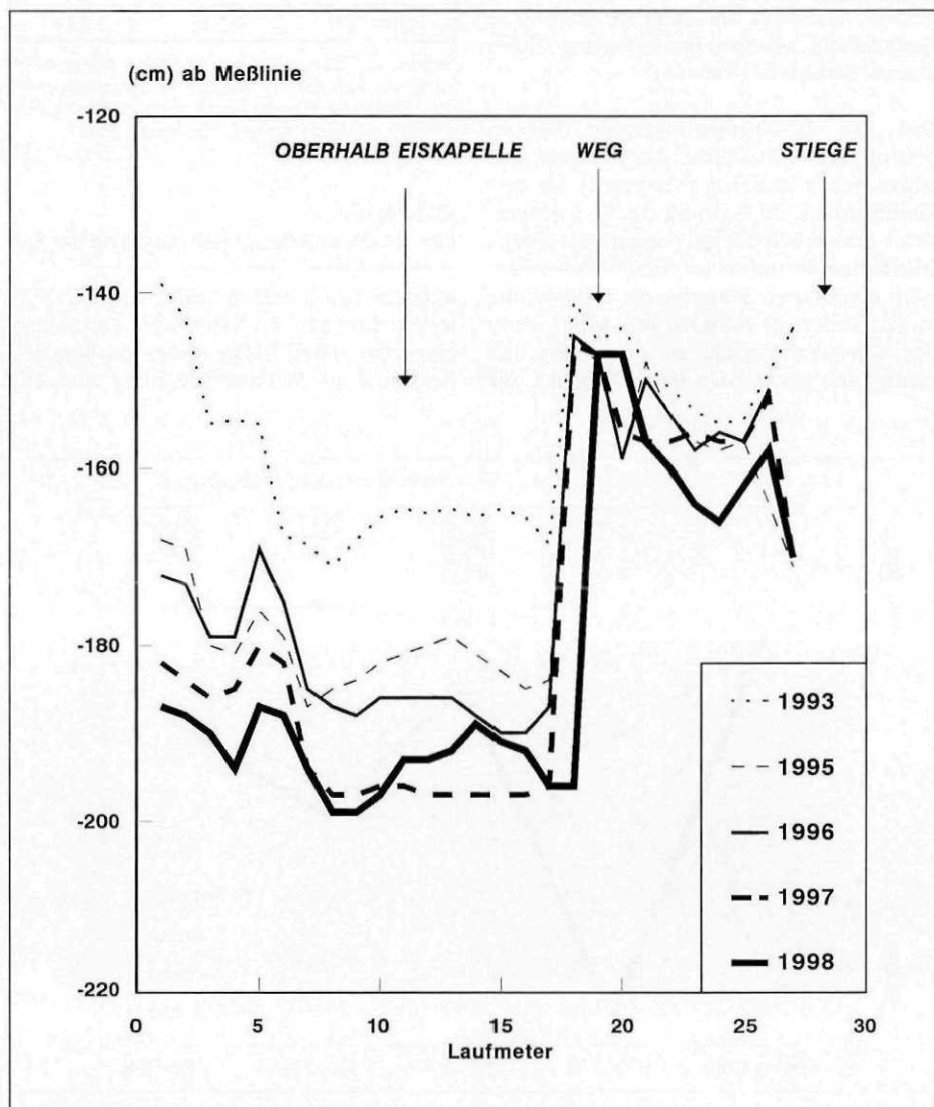


Abb. 9: Eisstandsmessungen im Tristandom (Querprofil über der Eiskapelle)



statieren. Anders verhält es sich im Tristandom, wo das Profil, das der Eiskapelle am nächsten liegt, die deutlichsten Änderungen zeigt (Abb. 9). Hier beträgt die Eisabnahme gegenwärtig rund 6 cm pro Jahr (vgl. auch Abb. 11). Die Veränderung gemittelt über alle Meßpunkte in der Höhle ist freilich geringer und liegt bei -2cm/Jahr, wobei die Veränderung zwischen den einzelnen Jahren unterschiedlich ist (Abb. 10).

Daß das Einströmen warmer Luft in bestimmten kritischen Abschnitten des Jahres neben anderen Parametern für den Eisabbau bzw. die Störung der Eisregeneration verantwortlich ist, zeigen die Frühjahrstemperaturmittel im eisnahen obersten, stark bewetterten Eingang: die Eisabnahme im Tristandom ist dann am geringsten, wenn das Temperaturmittel in den kritischen Zeiträumen am tiefsten liegt (Abb. 10), für

den Zeitraum 1995-1998 ergab sich ein linearer Zusammenhang (Tabelle 2):

Jahr	[°C]	[cm]
1995 – 1996	-2,0	0,4
1997 – 1998	-1,4	3,1
1996 – 1997	-0,9	5,8

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen Höhlenwindtemperatur (1. März – 1. Juni) im Oberen Eingang [°C] der Dachstein-Rieseneishöhle und dem durchschnittlichen Eisrückgang im Tristandom [cm].

### Bildvergleich

Für die Beantwortung der Frage, ob die Eisstandsschwankungen von längerfristiger Relevanz sind, fehlen leider vergleichbare Messungen aus der intensiven Forschungsphase der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts bzw. sind die Meßstrecken nicht eindeutig

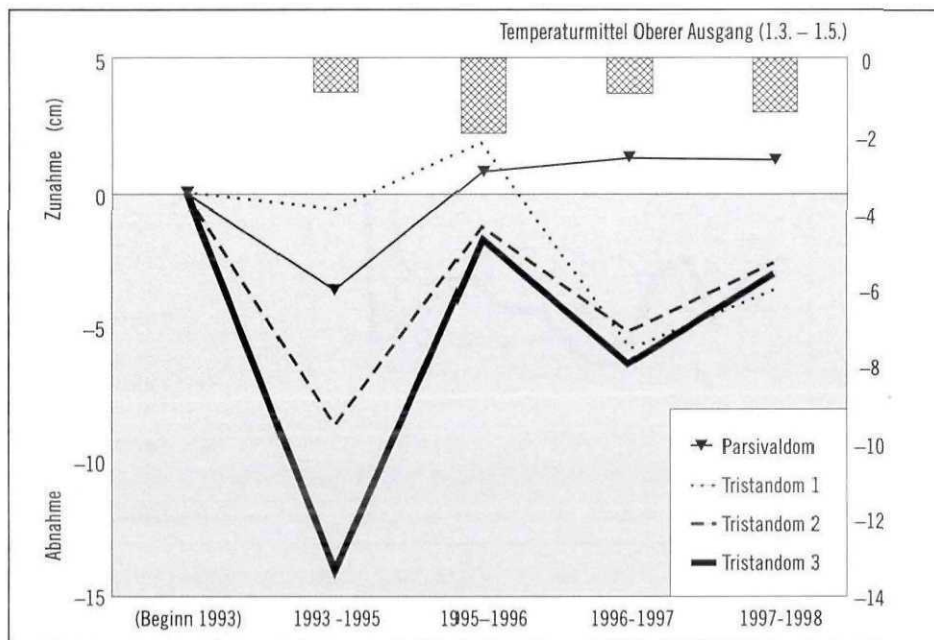


Abb. 10: Veränderungen des Eisstandes im Tristandom und im Parsivaldom im Zusammenhang mit der Durchschnittstemperatur des Höhlenwindes in kritischen Zeiträumen

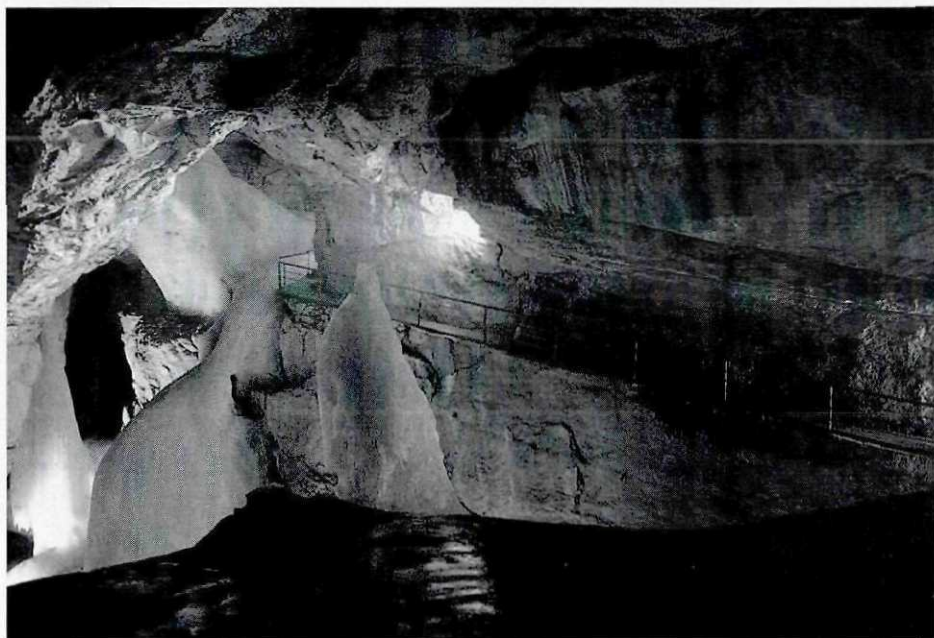
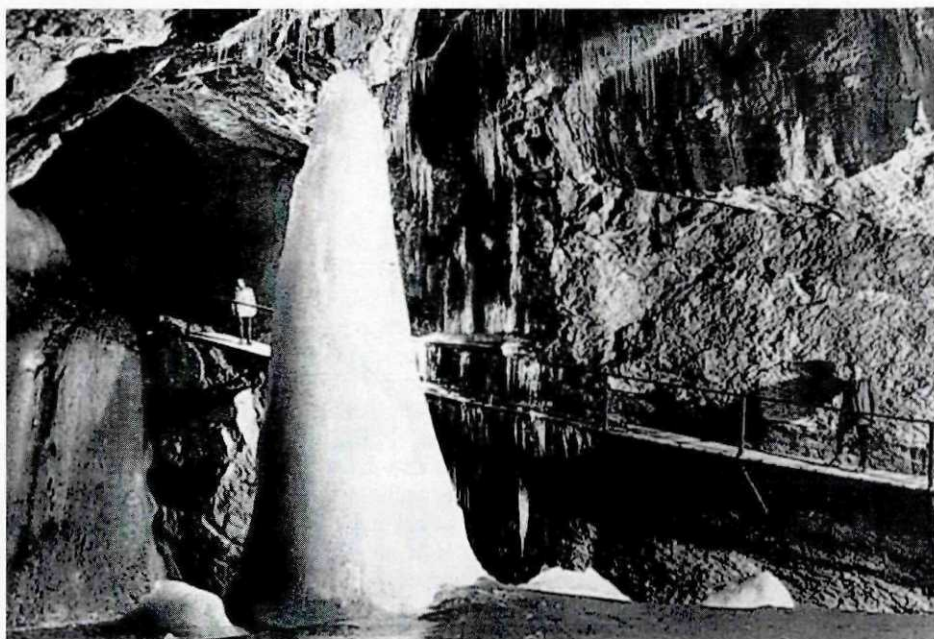


Abb. 11a und 11b: Tristandom, Blick gegen den Steig zum Ausgang. Vergleich einer Postkartenaufnahme (etwa 1930) mit der gegenwärtigen Situation (1998)

rekonstruierbar. Es ergibt sich jedoch die Möglichkeit eines Bildvergleiches (Abb. 11) mit einer Höhlenpostkarte (etwa von 1930) aus dem Tristandom, die erkennen läßt, daß zum Zeitpunkt der Aufnahme der Eisstand im Tristandom am Standplatz des Fotografen ziemlich genau dem heutigen entsprochen haben muß. Dies ist insbesondere an der gleichen Perspektive in Bezug zur hinteren Begrenzungswand mit der markanten Felskante und dem Steig zu erkennen.

### Zum Alter des Höhleneises

Die Entstehung des Höhleneises, vor allem aber dessen Alter ist nicht nur für den Höhlenbesucher von Interesse. Auch für die Klimageschichte des Postpleistozäns sind die im Eis gespeicherten Daten wertvoll. Zum einen steht die – noch unbeantwortete – Frage im Raum, ob es in den alpinen Eishöhlen Eis gibt, das noch aus dem Pleistozän

stammt, zum anderen sollten sich die Klimavarianzen des Holozäns auch im Eisinhalt, vor allem in den stabilen Isotopen des Sauerstoffes und Wasserstoffes widerspiegeln.

Zum Eis der Dachstein-Rieseneishöhle gibt es einen palynologischen Befund (KRAL, 1968), der für das älteste Eis (Kleine Eiskapelle an der Basis des Parsivaldomes) ein Maximalalter von etwa 500 Jahren angibt. In den letzten Jahren wurden verschiedene Messungen des Tritiumgehaltes (Halbwertszeit 12,4 Jahre) des Höhleneises in der Rieseneishöhle sowie in einigen anderen alpinen Eishöhlen vorgenommen (Abb. 12). In allen Fällen war Tritium nachzuweisen, die Modell-Eisalter liegen mit einiger Sicherheit unter 100 Jahren. Dies widerspricht aber dem palynologischen Befund aus der Rieseneishöhle und auch der C-14-Datierung aus dem Holz in der Hundalmeishöhle, die jeweils deutlich höhere Alterswerte ergeben haben.

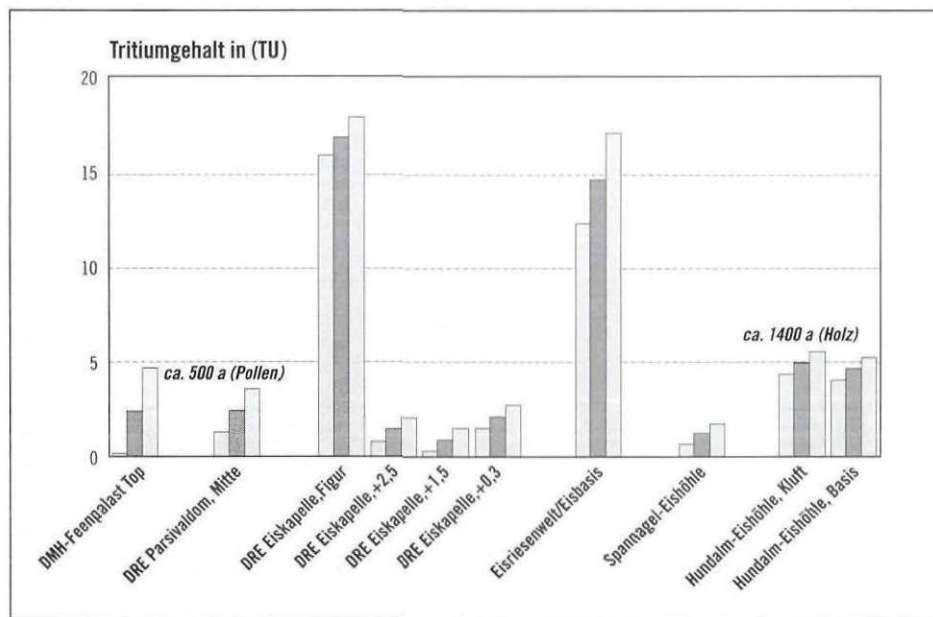


Abb. 12: Tritiumgehalte des Höhleneises aus der Dachstein-Rieseneishöhle sowie aus anderen alpinen Eishöhlen (Messung durch GTI/Arsenal Research), DMH=Dachsteinmammuthöhle, DRE=Dachstein-Rieseneishöhle. Mittlerer Balken = Meßwert, Äußere Balken = Fehlergrenzen

Möglicherweise sind demnach die oberflächennahen Bereiche des Eises durch rezente Wässer (z.B. auch durch Kondenswasser,) kontaminiert. Holzreste, die eine direkte C-14 Datierung ermöglichten, konnten aus dem Eis der Rieseneishöhle bisher noch nicht geborgen werden.

Bei den stabilen Isotopen, wo sich eine Kontamination weniger dramatisch auswirkt als bei den Tritiummessungen, ergab sich in einem 2,5 m hohen Profil in der Eiskapelle eine Abfolge zu negativeren Werten für

O-18 und H-2 gegen das Hangende zu, parallel dazu sinkt der Gehalt an gelöstem Karbonat. Beide Beobachtungen können vorerst aber nur als erster, freilich interessanter Hinweis auf eine Abkühlung des Exoklimas gewertet werden. Auch eine zeitliche Einstufung ist derzeit noch nicht möglich.

Hinweise auf Verdunstungseffekte beim Eis waren nicht festzustellen, die Werte der stabilen Isotopen liegen auf der globalen Niederschlagsgeraden.

### ERFASSUNG WEITERER HÖHLENKLIMATISCHER PARAMETER UND DEREN RELEVANZ

#### Radon

Radon ist ein radioaktives Edelgas, das durch den Uranzerfall entsteht. Da Uran nahezu in allen Gesteinen – in sehr unterschiedlichen

Gehalten – vorkommt, sind auch in den Höhlen je nach Bewetterung sehr unterschiedliche Radonwerte festzustellen. In der Dachstein-Rieseneishöhle wurden in den

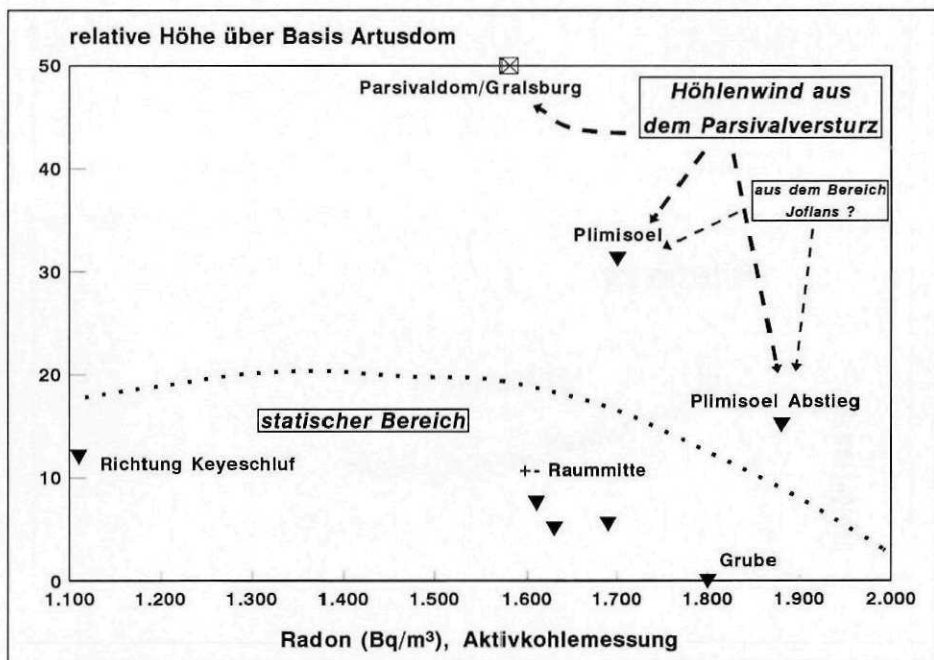


Abb. 13: Radonverteilung im Artusdom bei einer Messung mit Aktivkohle (16.-19. Juli 1996)

Jahren 1995-1997 insgesamt 18 Radon – Einzelmessungen (mit Aktivkohlesammlern sowie zwei Geräten mit Halbleiterdetektoren) und eine Dauerregistrierung über einige Tage durchgeführt. Es erwies sich dabei, daß die elektronischen Geräte vergleichbare Werte (Toleranz < 10%) ergaben, die Radonwerte der Aktivkohlesammler (Auswertung durch die Gammameßstelle des Österreichischen Ökologieinstitutes) jedoch teilweise Werte ergaben, die doppelt so hoch waren. Dies könnte in der hohen Luftfeuchtigkeit begründet sein. Die mit den Aktivkohlesammlern ermittelten Werte können daher nur als Relativ- bzw. Richtwerte betrachtet werden.

Im Juli 1996 wurden im Bereich Artusdom sowie bei der Gralsburg insgesamt acht Aktivkohlesammler während einer Phase sommerlicher höhlenauswärtiger Wetterführung, jedoch nach einer drei Tage vorher erfolgten Inversion situiert. Die Ergebnisse (Abb. 13) ergeben ein komplexes Bild, das aber deutlich erscheint: Im Zuge der Wetterinversion vor der Messung ergaben sich im Bereich des Artusdomes durch den Zustrom von Außenluft relativ niedrige Werte (vermutlich  $\ll 1000 \text{ Bq/m}^3$ ), nach der Wetterumkehr strömte radonreichere Luft aus dem Parsivalversturz und vermutlich aus den unpassierbaren Fortsetzungen im Bereich

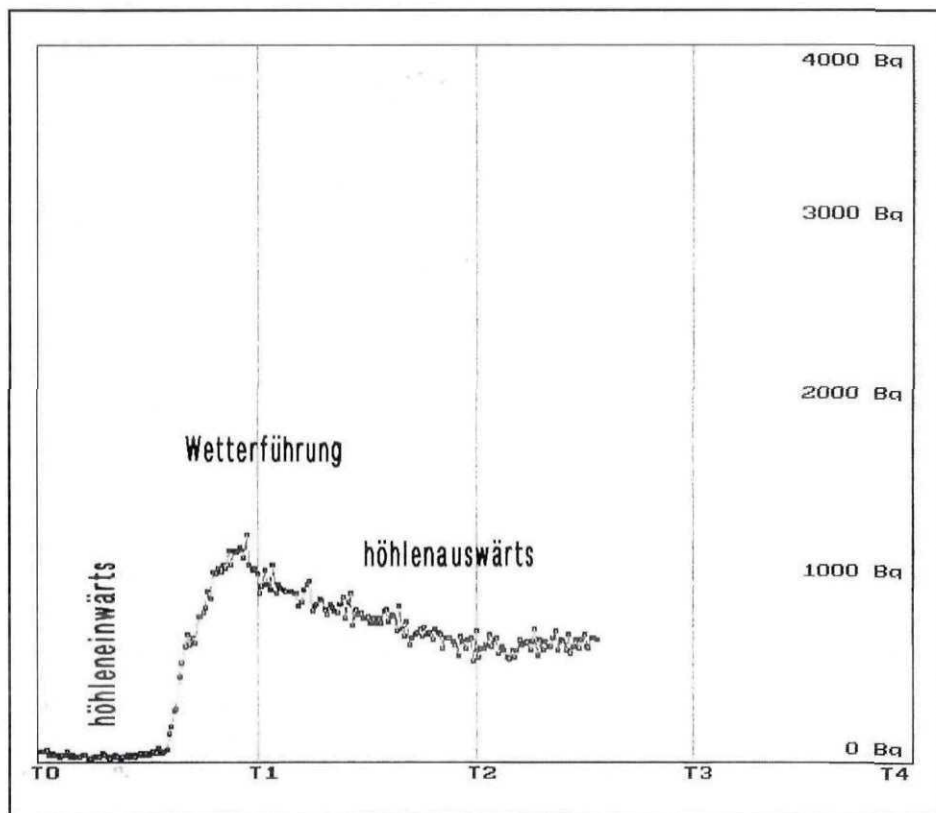


Abb. 14: Radongehalt der Höhlenluft bei der Gralsburg während eines Wetterumschwunges im Juli 1997 (T0: 6.7.97, 22:30, T1: 8.7.97, 16:30, T2: 10.7.97, 10:30)

Joflans durch die Deckenbereiche des Artusdomes Richtung Plimisoe. An der Basis des Artusdomes hingegen, wo sich ein statischer Bereich ohne nennenswerte Luftströmung ausbildet, erfolgt die Anreicherung mit dem in Relation zur Luft spezifisch siebenfach schwereren Radon autochthon aus dem (kristallin- und somit relativ uranreichen) Höhlensediment, wodurch sich ein „Radonsee“ mit den höchsten Werten an der Basis ergibt. Erst in Richtung Plimisoe steigt – beim Erreichen des Wetterweges – der Radongehalt sprunghaft an.

Ein weiteres, auch höhlenforscherisch interessantes Ergebnis zeigte sich bei einer Messung unweit der Gralsburg am Wetterweg vom Versturz zum Oberen Ausgang im Sommer 1997 (Abb. 14). Die Messung begann während einer Schlechtwetterphase mit höhleneinwärtigem Wind, wobei sich sehr niedere, nur unwesentlich über der Außenluft liegende Radonwerte ( $10 - 40 \text{ Bq/m}^3$ ) ergaben. Nach dem Wetterumschwung strömte Luft aus dem Parsivalversturz Richtung Ausgang. Dies äußerte sich in einem rapiden Anstieg der Radonwerte auf  $>1000 \text{ Bq/m}^3$ , gefolgt von einem offensichtlich exponentiellen Rückgang auf nahezu konstante Werte von  $600 - 700 \text{ Bq/m}^3$ . Die Diskrepanz der Radonwerte bei höhleneinwärtigem Wind (ca. 200 m vom Eingang entfernt) und dem höhlenauswärtigen Wind (immerhin um den Faktor 20-30) läßt zumindest empirisch großräumige und nach der Art der Wetterführung im Gesamten aufwärtsziehende Fortsetzungen hinter dem Parsivalversturz vermuten. Es ist als wahrscheinlich anzusehen, daß diese Höhlenräume die bisher bekannten bei weitem an Ausdehnung übertreffen. Temperaturvariationen während des höhleneinwärtigen Windes im Parsivaldom waren genauso wenig festzustellen wie bei höhlenauswärtigem Wind. Das bedeutet, daß die Eiszone hinter dem Versturz nicht notwendigerweise ausgedehnter sein muß als jene der derzeit bekannten Höhlenteile. Im Gegensatz zum Radongehalt, der in der Höhle generell höher ist als im Freien, sinkt

in den meisten kalkalpinen Höhlen die Gammastrahlung auf fast die Hälfte, da der kosmische Anteil dieser hochfrequenten, energiereichen Strahlung durch die Gesteinsüberlagerung zum Teil absorbiert wird und der geogene Anteil aus den Sedimentgesteinen sehr gering ist. In der Dachstein-Rieseneishöhle tritt eine Abschwächung auf rund 60 % des Außenwertes, nahezu unabhängig von der Mächtigkeit der Überlagerung, ein.

### Kohlendioxidgehalt

Der Kohlendioxidgehalt der Höhlenluft wurde lediglich zweimal im tiefsten Bereich des Artusdomes mittels Dräger-Diffusionsröhrchen semiquantitativ ermittelt. Dabei zeigte sich, daß die Werte in diesem vergleichsweise gering bewetterten Höhlenteil bei der zum Meßzeitpunkt herrschenden Bewetterung (Richtung Ausgang) um das drei- bis vierfache über jenen der Außenluft liegen. Eine Woche vor der Messung gab es eine Wetterinversion, die drei Tage vor Beginn der Messung auf die sommerliche höhlenauswärtige Bewetterung umschwenkte. Daher stieg der  $\text{CO}_2$ -Gehalt – analog zum Radongehalt – während der Beobachtungszeit schwach an (Tabelle 3).

	$\text{CO}_2$ [ppm]	Rn[Bq/m <sup>3</sup> ]
16.7.96 – 17.7.96	900	810
17.7.96 – 18.7.96	1.100	840

Tabelle 3: Kohlendioxidgehalt der Höhlenluft im Artusdom (semiquantitative Messung) im Vergleich mit dem Radongehalt.

### Hinweise auf das Paläoklima

Die Klimageschichte der Rieseneishöhle ist – wie dies wohl für die meisten Höhlen gilt – in weiten Zeitabschnitten unbekannt. Wie sich aus dem bisher Gesagten ergibt, könnte aus dem offensichtlichen Fehlen von älterem Höhleneis geschlossen werden, daß die Höhle in historischer Zeit eisfrei und demnach die Durchschnittstemperatur in der Höhle, die heute bei  $0,7^\circ\text{C}$  liegt, beträchtlich

höher war und etwa dem Jahresmittel der damaligen Außentemperatur (heute rund 4°C im Bereich der Schönbergalpe) entsprechen haben müßte.

Für paläoklimatische Aussagen früherer Zeiträume stehen vor allem die in den Sinterbildungen gespeicherten Informationen zur Verfügung. GEYH, FRANKE & DREYBRODT (1982) beschrieben bereits unter anderem aus den Dachsteinhöhlen (keine näheren Angaben, vermutlich aber Dachstein-Mammuthöhle) erstaunlich positive Werte für das stabile Kohlenstoffisotop C-13 (-1.0 bis +9.4 ‰ BDP). Diese Werte unterscheiden sich deutlich von jenen aus den Mittelgebirgshöhlen, wo die meisten Werte für C-13 im Bereich von -10 bis -5 ‰ BDP

liegen. Eine im Zuge der vorliegenden höhlenklimatischen Arbeiten untersuchte Probe eines fossilen Sinters aus der Rieseneishöhle (Bereich Joflans) ergab einen ebenfalls relativ hohen Wert von +1.64 ‰ BDP.

Eine eindeutige Zuordnung ist aber nach momentanen Wissenstand noch nicht möglich, da derartige aberrante Werte sowohl in Kaltzeiten im Gletscherbereich, als auch in feucht-warmem Klima entstehen können. Es erscheint demnach bislang nur erwiesen, daß das Klima zu den verschiedenen Zeitpunkten der Sinterbildung anders war als in der Gegenwart, wo auch nur eine sehr geringe Sinterneubildung in den Dachsteinhöhlen festzustellen ist.

#### AUSBLICK AUF WEITERE FORSCHUNGSANSÄTZE UND -MÖGLICHKEITEN

Neben der Suche nach datierbarem Material im Höhleneis (Holzreste, Pollen, Ruß...) erscheint die präzise Datierung jüngerer Sintergenerationen (< 300 000 Jahre) zusammen mit der Bestimmung der stabilen Sauerstoff- und Kohlenstoffisotopen vielversprechend.

Die Eismessungen sollten – gemeinsam mit den kontinuierlichen Messungen des Höhlenklimas – so lange als möglich und in Zukunft auch dreidimensional durchgeführt werden, um die jährliche quantitative Fluktuation der Eismassen zu erfassen.

Die höhlenmeteorologischen Basisdaten werden aber neben der Hilfestellung für die Höhlenverwaltung bei der Handhabung der Wassertüren in Zukunft auch für speläotherapeutische Grundlagenforschung Verwendung finden. Wenngleich die für eine Therapihöhle äußerst kühle Dachstein-Rieseneishöhle sicherlich nur eine sehr eingeschränkte Bedeutung als Therapiestation haben dürfte, sollte dennoch die Wirkung des Höhlenklimas – gerade in dieser von so vielen Menschen besuchten Höhle – auf den Menschen näher untersucht werden.

#### ANGEFÜHRTE LITERATUR

- BOCK, H. und LAHNER, G. (1913): Die Dachstein-Riesenhöhle bei Obertraun. – Linz (Verein f. Höhlenkunde in Österr.)
- BOCK, H., LAHNER, G. und GAUNERSDORFER, G. (1913): Höhlen im Dachstein (Graz)
- GEYH, M.A., FRANKE, H.W. und DREYBRODT, W. (1982). Anomal große  $\delta_{13}\text{C}$ -Werte von Hochgebirgssinter, vergeblicher Versuch einer paleoklimatischen Deutung. – Hölloch Nachrichten, 5: 49-61
- KRAL, F. (1968): Pollenanalytische Untersuchungen zur Frage des Alters der Eisbildungen in der Dachstein-Rieseneishöhle. – Die Höhle, 19 (2): 41-51, Wien
- PAPP, J. (1994): Klimatrends in Deutschland und Europa. – Natur und Museum, 124 (12): 434-439
- SAAR, R. (1955): Die Dachstein-Rieseneishöhle nächst Obertraun und ihre Funktion als dynamische Wetterhöhle. – Jahrb. Oberöst. Musealver., 100: 263-319 (Linz)

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [050](#)

Autor(en)/Author(s): Pavuza Rudolf, Mais Karl

Artikel/Article: [Aktuelle höhlenklimatische Aspekte der Dachstein-Rieseneishöhle 126-140](#)