

Eis- und Lufttemperaturmessungen im Schönberg-Höhlensystem (1626/300) und Modellvorstellungen über den Eiszyklus

ZUSAMMENFASSUNG

Bis jetzt sind 34 Eingänge ins Schönberg-Höhlensystem bekannt. Diese große Anzahl von Tagöffnungen in unterschiedlicher Höhenlage bewirkt eine ausgeprägte und komplexe Bewetterung. In mehreren eingangsnahen Höhlenbereichen sind Eisteile vorhanden, deren Eisumfang und Formenschatz starken Schwankungen unterworfen sind. Zwischen 1970 und 2002 konnte ein markanter Eisschwund beobachtet werden und es wurden Höhlengänge freigegeben, welche zuvor unzugänglich bzw. unbekannt waren. 1994 wurde in der Raucherkarhöhle mit Eisprofilmessungen begonnen, seit 1995 erfolgt die stündliche Erfassung der Lufttemperatur.

Es stellte sich heraus, dass hochgelegene Schachteingänge der Raucherkarhöhle und die wetterführenden Verbindungen zum Feuertal-Höhlensystem für die Kaltluftzufuhr zu den Eisteilen ausschlaggebend sind. Die Eisverhältnisse unterliegen mittel- und langfristigen zyklischen Schwankungen in Abhängigkeit von der Möglichkeit einer Luftzirkulation zwischen den einzelnen Höhlenniveaus, bestimmt durch das periodische Verschließen und Öffnen von Schachtverbindungen durch Eispfropfen. Seit 2002 ist, ganz im Gegensatz zum witterungsbedingten Temperaturverlauf an der Oberfläche, eine Trendwende erkennbar. Derzeit sind die maßgebenden Schachtverbindungen großräumig offen und winterliche Kaltluft kann wieder ungehindert in die Etage des *Kleinen Rundgangs* gelangen, wo nach einer viele Jahre andauernden aperen Phase nun eine jährlich zunehmende Vereisung zu beobachten ist. Auch im *Eisstadion* ist nach einer langen Abschmelzphase mit ganzjährig positiven Temperaturen eine deutliche Abkühlung eingetre-

ten und das Eis wieder im Aufbau begriffen. Die durchgeführten Lufttemperaturmessungen in Verbindung mit den Eisprofilmessungen und den visuellen Eisbeobachtungen ermöglichten eine plausible Interpretation der eingetretenen Veränderungen im Schönberg-Höhlensystem. Es war möglich, Modellvorstellungen über die Bewetterungsphasen im Zeitraum von 1965 bis 2007 zu entwickeln.

ABSTRACT

Ice and air temperature measurements in the Schönberg-Höhlensystem (Totes Gebirge, Austria) and a model of cyclic ice dynamics

Currently 34 entrances to the Schönberg-Höhlensystem are known, giving rise to a complex air ventilation pattern. Ice is present in some near-surface parts of the cave and its volume and geometry varies significantly. A significant reduction of ice was observed between 1970 und 2002, and hitherto unknown entrances were released by the melting process. Measurements of ice profiles started in 1994 and the air temperature has been logged since 1995. These data showed that pits of the Raucherkarhöhle extending to high altitude and connections to the Feuertal-Höhlensystem are responsible for the main supply with cold air.

The presence of ice is subject to medium- to long-term variations depending on the changing circulation of air between the different cave levels which themselves are forced by the periodic opening and closing of pits by near-surface ice. In stark contrast to the current trend of atmospheric warming in the Alps the cave has been experiencing gradual cooling during the past years. Pits critical for cold air supply are currently open and cold winter air can reach the level of the *Kleiner Rundgang*, where

Maximilian Wimmer

Ghegastraße 30, 4020 Linz
maxw@gmx.at

Eingelangt: 7.4. 2008
Angenommen: 23.6.2008

Wimmer / Eis- und Lufttemperaturmessungen im Schönberg-Höhlensystem

the ice started to grow following an ice-free period. In the *Eisstadion*, the temperature is currently falling and the ice also began to grow after a long-lasting melting period due to positive year-around.

A model is presented in which the apparently cyclic opening and closing of entrances control the complex ventilation pattern and hence the high extent of ice dynamics in this cave between 1965 to 2007.

EINLEITUNG

Im August 2007 konnte während einer Forschungsexpedition die 86 km lange Raucherkarhöhle mit dem 34 km langen Feuertal-Höhlensystem zusammengeschlossen werden. Das solchermaßen verbundene Schönberg-Höhlensystem (1626/300) im Grenzgebiet

Lebensdauer zugemessen, waren doch zuvor die im Jahr 1965 gefundenen Eisteile *Großer Eissaal*, *Eiswall-dom* und *Eissenkrechte* in der Nachbarschaft des *Eisstadions* binnen weniger Jahre vollkommen abgeschmolzen.

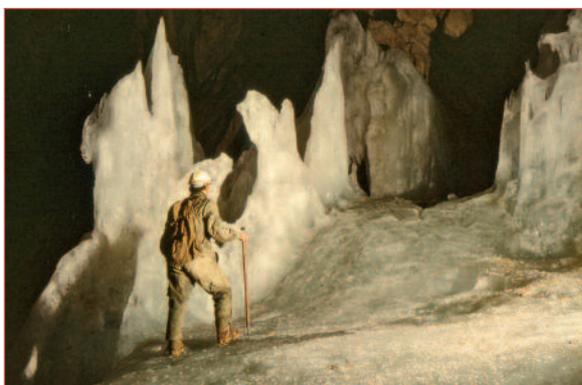


Abb. 1: Großer Eissaal 1965.



Abb. 2: Großer Eissaal 1965.

Fotos H. Planer

zwischen Oberösterreich und Steiermark, benannt nach dem höchsten Gipfel der gleichnamigen Berggruppe im westlichen Toten Gebirge, ist das längste Höhlensystem der EU mit über 120 km Gesamtlänge und einer Tiefe von 1060 m.

Als im Jahr 1993 die Entdeckung des *Eisstadions* in der Raucherkarhöhle erfolgte, wurde das Interesse der beteiligten Forscher an einer regelmäßigen Erfassung der vorgefundenen großen Eismassen geweckt. Nicht ohne Grund wurde dem *Eisstadion* nur eine kurze

Als hauptverantwortlich dafür wurde die erfolgte künstliche Öffnung des Eingangs *Gigantenkluff* im Jahr 1970 angesehen (mündl. Mitteilung durch H. Planer 1995). Auf alten Fotos (Abb. 1 und 2) ist aber deutlich erkennbar, dass schon vor der Öffnung dieses Eingangs starke Abbauprozesse nach einem früheren Eishochstand wirksam waren und sich die Eisformen in einem Verfallsprozess befanden. Die Öffnungstheorie als Ursache des Eisschwundes war daher anzweifelbar. Trotzdem wurde beschlossen, den Eingang

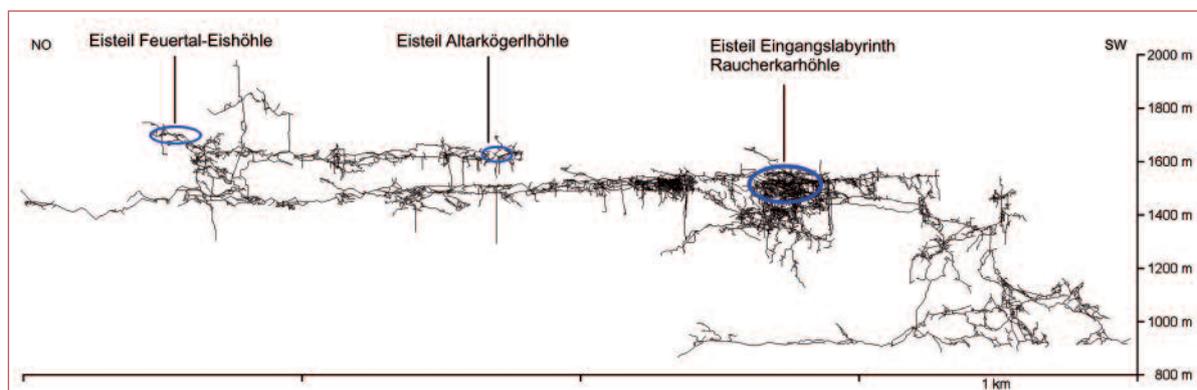


Abb. 3: Schönberg-Höhlensystem, Aufriss Nordost-Südwest.

Quelle: Spelix

Gigantenkluft mit einer Wettertür auszustatten, um annähernd die ursprünglichen Verhältnisse wiederherzustellen.

Zuvor sollte jedoch mit Lufttemperaturmessungen an maßgeblichen Stellen begonnen werden.

Damit war der Grundstein für das Messprogramm zur Erforschung des Höhlenklimas in der Raucherkarhöhle gelegt.

Schon lange vor dem Zusammenschluss von Raucherkarhöhle und Feuertal-Höhlensystem zum Schönberg-Höhlensystem wurde auch in der *Feuertal-Eishöhle* (ursprünglich 1626/18, später 1626/120 f) in der *Eingangshalle* mit Eisprofilmessungen begonnen. Sie stellt den am längsten bekannten Eingang des Schönberg-Höhlensystems dar. Da dieser Eingang zugleich der imposanteste und bekannteste aller bisher bekannten Tagöffnungen ist, wurde er als Haupteingang des nunmehr zusammengeschlossenen Systems gewählt.

Die Eisteile des Schönberg-Höhlensystems befinden sich jeweils in eingangsnahen Bereichen und betref-

fen nur einen geringen Teil der gesamten vermessenen Gangstrecken. Großräumig betrachtet handelt es sich im ursprünglichen Feuertal-Höhlensystem um *Feuertal-Eishöhle* samt *Gustave-Abel-Halle* sowie um eingangsnahen Bereiche der *Altarkögerlhöhle* und in der Raucherkarhöhle um das *Eingangslabyrinth*, den benachbarten *Ischler Eisteil*, den ebenfalls nahegelegenen *Eisstangensaal* im *Langen Gang* sowie den Höhlenteil *Planer Eishöhle* (Abb. 3).

Systematische Eisprofilmessungen und höhlenklimatische Untersuchungen in Eishöhlen finden in Österreichs Höhlen nicht sehr verbreitet statt. Besonderes Interesse wurde bisher den Dachsteinhöhlen mit Dachstein-Rieseneishöhle und Mammuthöhle sowie der Eisriesenwelt in Salzburg gewidmet. Aus jüngerer Zeit stammen Projekte am Hochschwab, Untersberg und im Alberg-Höhlensystem (Pavuz, 2007, Schneider et al., 2007). Neben dem Nutzen für die Klärung der lokalen Fragestellungen verdichten die Messungen im Schönberg-Höhlensystem die Informationen zu diesem wissenschaftlichen Thema.

EIS- UND TEMPERATURMESSPROGRAMM

Schon kurz nach der Entdeckung des *Eisstadions* in der Raucherkarhöhle wurde dort 1994 mit Eisprofilmessungen begonnen. Zumindest einmal pro Jahr wird eine Profilaufnahme von einem mit Gegengewicht gespannten fixen Drahtseil durch-

geführt. Im Jahr 1997 war wegen der Abschmelzvorgänge eine Versenkung des Profils erforderlich. Der nordwestliche Verankerungspunkt konnte jedoch unverändert beibehalten werden.

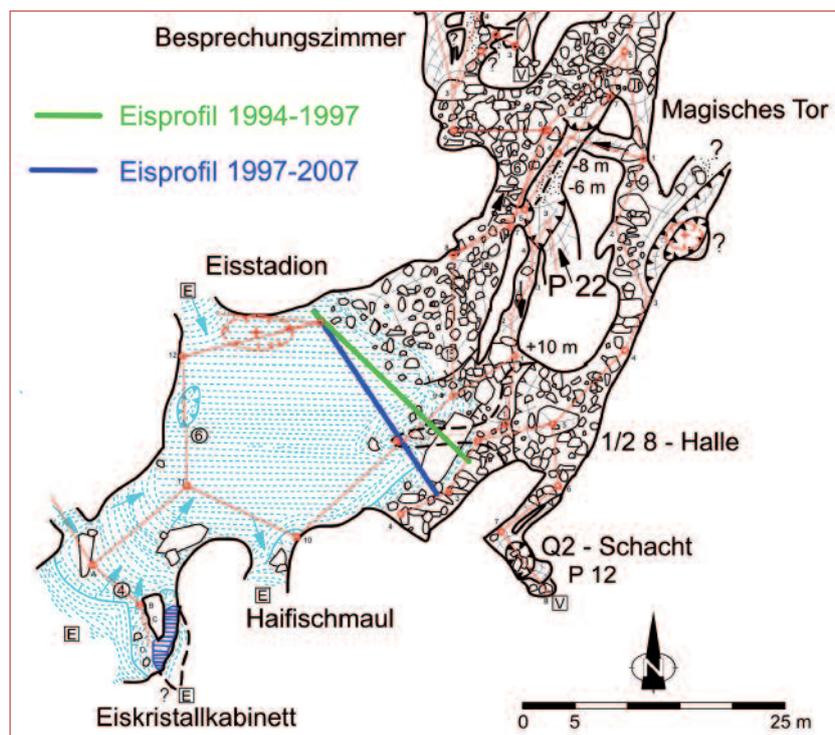


Abb. 4: Grundrissplan Eisstadion mit Lage Eisprofil.
Zeichnung C. Tenreiter

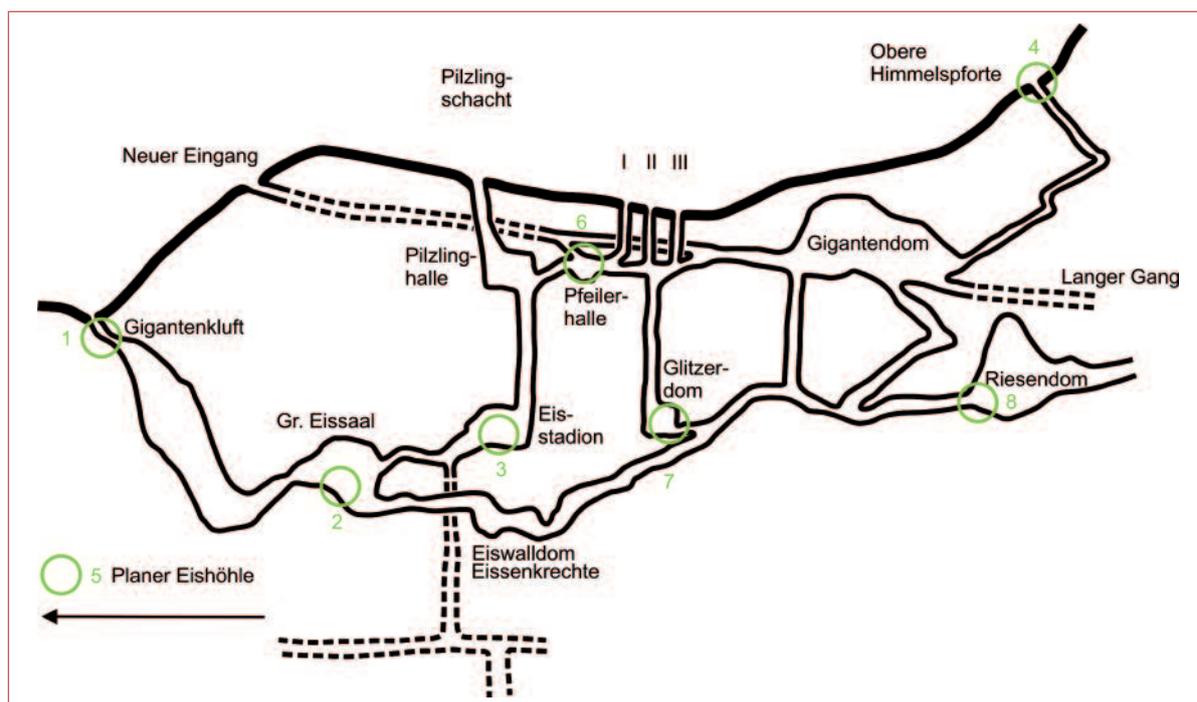


Abb. 5: Schematischer Aufriss des Eingangslabyrinths der Raucherkarhöhle mit den Standorten der Lufttemperaturmessstellen.

Zusätzlich wurde die *Feuertal-Eishöhle*, der älteste und bekannteste Eingang des Systems, im Jahr 1999 in das jährliche Eisprofil-Messprogramm aufgenommen (Abb. 4). Seit Herbst 1995 wird im *Eisstadion*, im *Großen Eissaal* und beim Eingang *Gigantenkluft* die Lufttemperatur im Stundenintervall gemessen (Wimmer, 1996). Zusätzlich zur automatischen Registrierung mittels Datenlogger der Fa. Matt & Sommer wurden neben den Sensoren (Metallwiderstandsthermometer) auch geeichte Quecksilberthermometer angebracht und bei jedem Kontrollgang abgelesen. In den Jahren 2000 und 2001 wurde das Messnetz erweitert, um über die Bewetterung im *Eingangslabyrinth* weitere Aufschlüsse zu erhalten. Derzeit wird in der Raucherkarhöhle des Schönberg-Höhlensystems an acht Messstellen die Lufttemperatur kontinuierlich erfasst (Abb. 5).

Die folgenden Koordinatenangaben der Messstellen beziehen sich auf den aktuellen Stand der Höhlen-

vermessung unter Berücksichtigung des Fehlerausgleichs nach Zusammenschluss der beiden Riesenhöhlensysteme. Sie erfolgen jeweils für BMN (Bundesmeldenetz). Bezeichnung der Eingänge gemäß ihrer jeweiligen Stammhöhle wurde beibehalten.

Tabelle 1: Koordinatenangaben der Messstellen

Messstelle	RW	HW	Sh
1 Eingang <i>Gigantenkluft</i> (1626/55 q)	482961	284970	1513
2 <i>Großer Eissaal</i>	482874	284869	1492
3 <i>Eisstadion</i>	482825	284813	1503
4 Eingang <i>Obere Himmelspforte</i> (1626/55 k)	483020	284792	1630
5 Eingang <i>Planer Eishöhle</i> (1626/55 o)	482709	284938	1479
6 <i>Pfeilerhalle</i>	482819	284789	1538
7 <i>Glitzerdom</i>	482824	284760	1486
8 <i>Riesendom</i>	482950	284739	1502

KURZZEITBEOBACHTUNG WEITERER EINGANGSBEREICHE

Im August 1996 wurden eine Woche lang verschiedene Eingangsbereiche bezüglich der Bewetterung intensiv untersucht und Datensammleraufzeichnungen der Lufttemperatur durchgeführt. Teilweise wurden die Messsonden gestaffelt in verschiedenem Abstand vom Höhleneingang angebracht, um Aufschlüsse über

die lokale Zirkulation und zur Standortoptimierung zu erhalten. Am Beginn dieser Kurzzeitbeobachtung herrschten sehr kühle Witterungsverhältnisse und anschließend erfolgte ein markanter Temperaturanstieg, sodass trotz des kurzen Beobachtungszeitraums die gesamte Bandbreite der Sommerbewetterung verfolgt

werden konnte. Versuchsweise wurde eine Wochenhälfte die Wettertüre beim Eingang *Obelix* (1626/55 j) geöffnet und anschließend geschlossen, um allfällige Auswirkungen auf andere Eingänge zu eruieren. Es ergaben sich keine Hinweise, dass sich bei geöffnetem Eingang *Obelix* die Bewetterung an den anderen Eingängen

merklich ändert. Die Auswertungen lieferten interessante Erkenntnisse über das Zusammenspiel der einzelnen beobachteten Höhleneingänge sowie die lokale Zirkulation (Wimmer, 1999), sie konnten als wertvolle Grundlage für die spätere Messnetzerweiterung bzw. die Platzierung der Sensoren herangezogen werden.

BEGLEITENDE BEOBACHTUNGEN

Um Zusatzinformationen zu den Ergebnissen des Eis- und Temperaturmessprogramm zu erhalten, wurden folgende Untersuchungen und Beobachtungen ergänzend durchgeführt:

- Besonderes Augenmerk wurde auf die Bewetterung während der Forschungstouren und Höhlenbefahrungen gelegt (Windpfeil im Höhlenplan ist ungenügend, Sommer- / Winterbewetterung sollte angegeben werden).
- Außentemperaturerfassungen wurden während der Forschungswochen an den Stützpunkten Ischler Hütte und Ebenseer Hochkogelhütte vorgenommen. Die während der Forschungstouren erhobenen Wetterführungen können dadurch eindeutig der Sommer- / Winterbewetterung zugeordnet werden.

- Vergleiche mit den Messwerten (Jahrbuchdaten) an der Wetterstation Feuerkogel der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien wurden angestellt. Die Wetterstation Feuerkogel (Seehöhe 1618 m) befindet sich auf dem gleichen Höhenniveau wie die überwiegende Anzahl der Höhleneingänge des Schönberg-Höhlensystems und in einer Entfernung von nur 12 km mit teilweise direkter Sichtverbindung. Die langjährige Beobachtungsreihe an dieser Wetterstation stellt daher eine ausgezeichnete Vergleichsbasis für die erhobenen Daten in der Höhle dar.
- Anlässlich von Höhlenbefahrungen bzw. während der Forschungswochen wurden Kurzzeit-Temperaturregistrierungen in der *Feuertal-Eishöhle* durch-



Abb. 6: Eiswall in der Gustave-Abel-Halle der Feuertal-Eishöhle.

Foto C. Tenreiter

geführt. Die Einrichtung einer Dauerbeobachtungsstation erschien wegen des dortigen Höhlentourismus nicht zweckmäßig.

- Rauchversuche zur Feststellung weiterer Eingänge in das Riesenhöhlensystem wurden vorgenommen. Der Zirkulationszusammenhang mit den Objekten Romanischer Schacht (1626/96), Hexenküche (1626/212) und Eierquetsche (1626/213) wurde nachgewiesen. Der Rauchaustritt konnte mit einer Verzögerung von nur wenigen Minuten nach Aktivierung im darunterliegenden System beobachtet werden.
- Es erfolgte die Erkundung und Interpretation des geschichteten Höhleneises. Die teilweise diskordante Lagerung weist darauf hin, dass es in der Vergangenheit Phasen mit deutlich tieferem Eis-

stand gegeben hat. Vortrefflichen Einblick bietet die Eiswand in der *Gustave-Abel-Halle* der *Feuertal-Eishöhle* (Abb. 6).

- Windgeschwindigkeitsmessungen an Eingängen und an markanten bewetterten Engstellen mittels eines mobilen Windmessgerätes zeigten verhältnismäßig starke Schwankungen im Tagesverlauf.
- Zumindest 1 Mal jährlich wird im Sommer eine Temperaturablesung an einem fix installierten Thermometer beim Eingang *Obelix* (1626/55 j) vorgenommen, der durch eine Wettertüre abgeschlossen ist.
- Es wurden Radonmessungen im *Gigantendom* der Raucherkarhöhle durchgeführt, um Hinweise auf die Aufenthaltszeit der Höhlenluft zu erhalten (Pavuz, 2006).

ERGEBNISSE DER TEMPERATURMESSUNGEN

Die im Sommer 1995 begonnenen Lufttemperaturmessungen beim Eingang *Gigantenklufft*, im *Großen Eissaal* und im *Eisstadion* waren in den ersten Jahren mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Wegen der großen Kabellängen vom Sensor zum zentralen Datenlogger und der verwendeten Sensoren kam es wiederholt zu einer Nullpunktdrift und auch zu Ausfällen. Mittels der durchgeführten manuellen Kontrollablesungen konnte eine gesicherte Datenkorrektur vorgenommen werden (Wimmer, 2008). Erst

nach erfolgter Umstellung auf einzelne und zuverlässigere Datenlogger im Jahr 2000 konnten, abgesehen von einem Ausfall an der Station *Planer Eishöhle* wegen Fehlparametrierung, lückenlose Datenreihen ausgewertet werden und es waren keine Datenanpassungen mehr notwendig. Als Sensoren werden nunmehr Halbleiterwiderstandsthermometer eingesetzt.

Abb. 7 zeigt anschaulich den Temperaturverlauf über den gesamten Beobachtungszeitraum im Vergleich zur

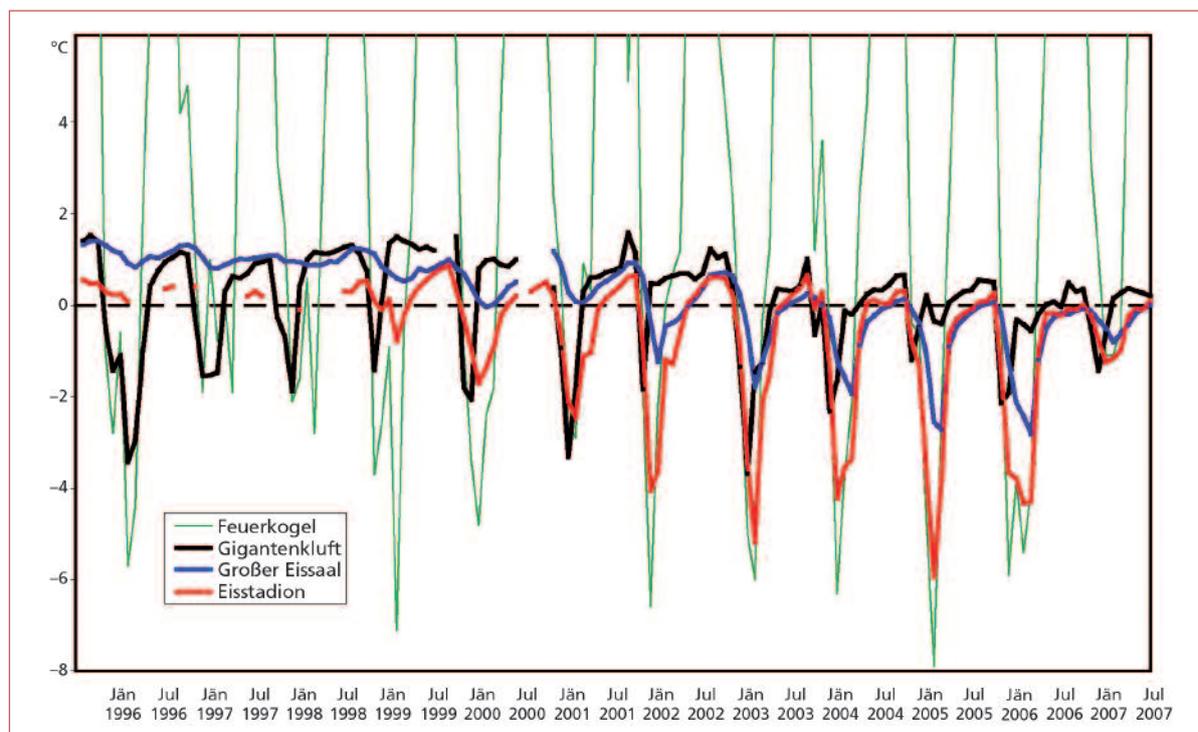


Abb. 7: Monatsmittel der Lufttemperatur im Vergleich zur Außenstation Feuerkogel.

meteorologischen Beobachtungsstation Feuerkogel. Auffällig ist, dass sich die Temperaturschwankungen beim Eingang *Gigantenkluft* nicht entsprechend auf die Temperatur im *Großen Eissaal* und im *Eisstadion* auswirken. Dieser Eingang ist für die Kaltluftzufuhr bei Winterbewetterung bedeutungslos, nicht nur wegen des oftmaligen Schneeverschlusses, sondern auch bei offenem Eingang. Ansonsten hätte vor Anbringen der Wettertüre (Juli 1997) in den vorhergehenden Wintern, vor allem 1995/1996, massiv Kaltluft zum *Großen Eissaal* strömen müssen. Damit ist auch die früher aufgestellte These widerlegt, die künstliche Öffnung des Eingangs *Gigantenkluft* hätte den folgenden Eisschwund verursacht.

Erst mit dem allmählichen Abschmelzen von Eisverschlüssen, vor allem im Schlot über dem *Eisstadion*,

wurde die Kaltluftzufuhr über einen anderen Weg wieder ermöglicht und führte zur dokumentierten Temperaturabnahme. Der Eingang *Gigantenkluft* ist hingegen für den Kaltluftnachschub nicht relevant.

Abb. 8 gibt einen Gesamtüberblick über alle Messungen von 2000 bis 2007. Die Messergebnisse der später errichteten Messstationen belegen die vermutete Zirkulation und geben ersten Aufschluss über die Temperaturzunahme der höhleneinwärts strömenden Luft. Sie entspricht der annähernd konstant bleibenden Differenz von ca. 1,5°C zwischen den Messstellen *Glitzerdom* und *Riesendom* (siehe Abb. 8, mittleres Band). Aus den Beobachtungswerten lassen sich auch manche interessante Details ableiten, z.B. der exakte Termin eines Eingangsverschlusses durch Schnee oder der Umschlag der Wetterführung (Abb. 9).

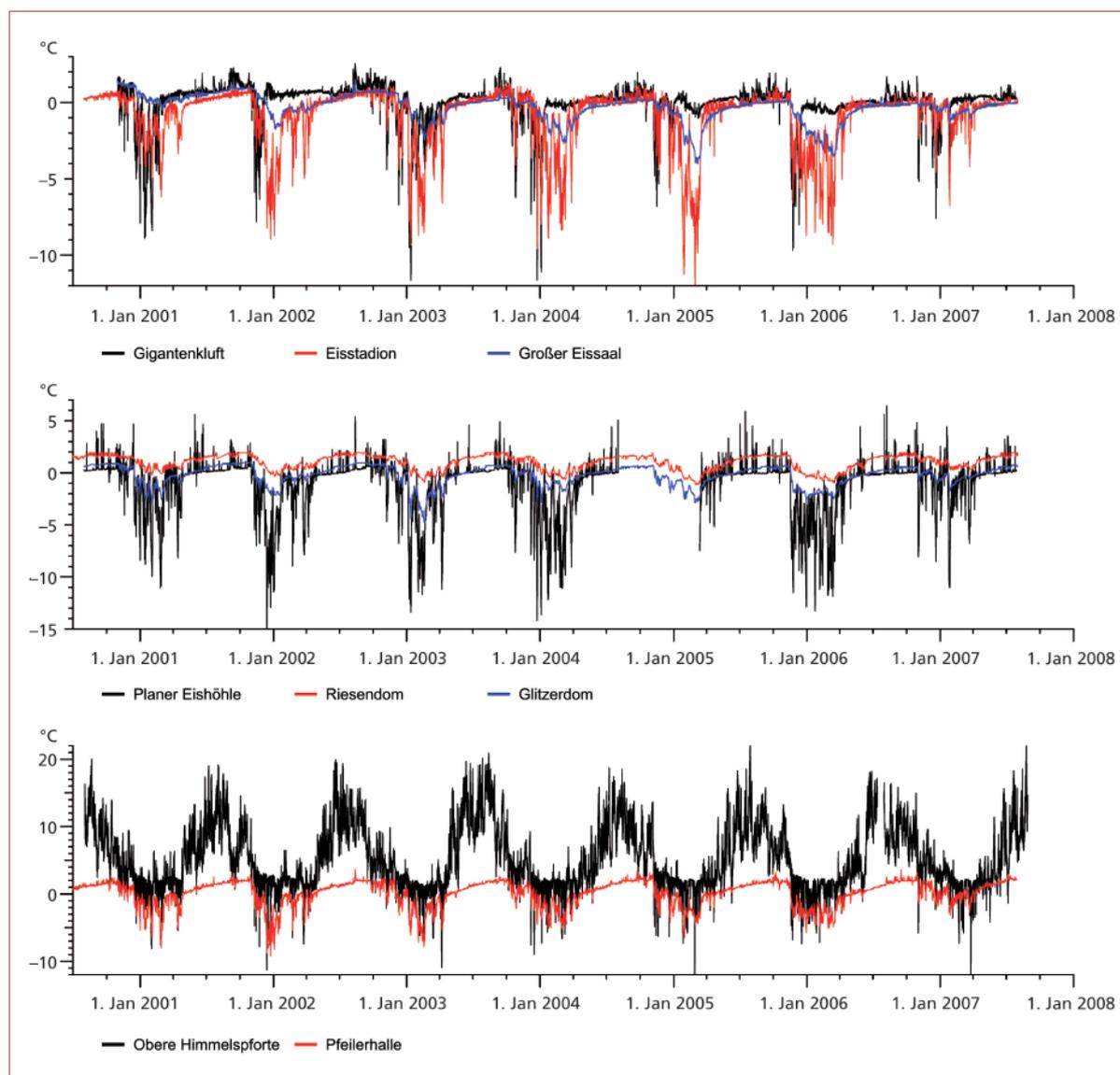


Abb. 8: Lufttemperaturmesswerte aller Beobachtungsstationen von 2000 bis 2007.

Wimmer / Eis- und Lufttemperaturmessungen im Schönberg-Höhlensystem

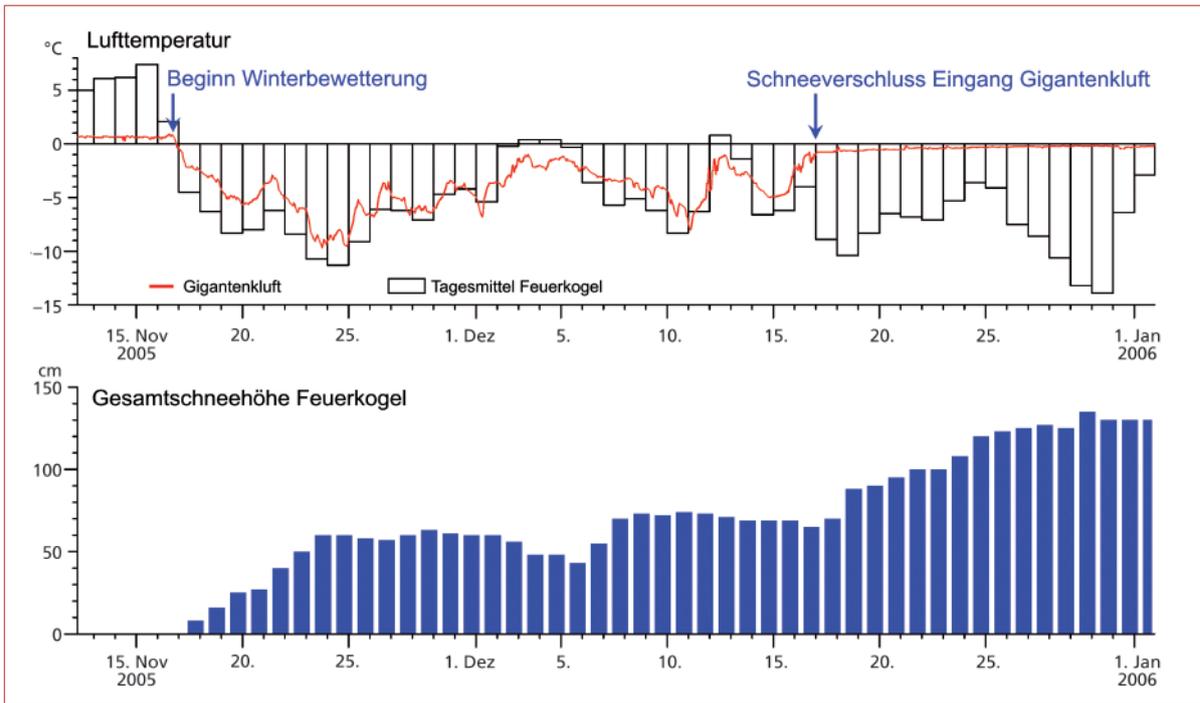


Abb. 9: Detailauswertung Schneeverchluss und Umschlag Bewetterung.

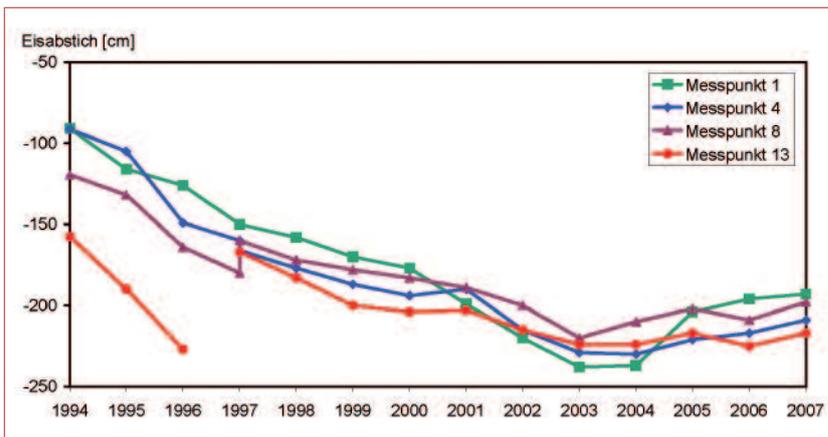


Abb. 10: Veränderungen der Eisoberfläche im Eisstadion der Raucherkarhöhle (Eisabstich = Abstand der örtlichen Eisoberfläche vom konstant gespannten Messseil).

ERGEBNISSE DER EISPROFILMESSUNGEN

Für das *Eisstadion* der Raucherkarhöhle liegt eine durchgehende Beobachtungsreihe seit 1994 vor. Abb. 10 zeigt die Veränderung der Eisoberfläche an 4 ausgewählten Messpunkten des Profils. Die im Jahr 1997 notwendig gewesene Verschwenkung des Profils führte zu einer Unstetigkeit in diesem Jahr. Der Messpunkt 13 am südöstlichen Rand war wegen des Eistrückgangs in der alten Profillinie nicht mehr messbar, und der Verschiebungsbetrag konnte mit ca. 70 cm nur geschätzt werden. Messpunkt 1 am nordwestlichen Rand ist im alten und neuen Profil ident, und es kann insgesamt von einer homogenen Messreihe gesprochen werden. Der Trend eines starken Einsinkens der Eisoberfläche bis 2003 und anschließend beginnenden Eisaufbaus ist

klar zu erkennen. Die Eisveränderung steht unter Berücksichtigung einer Reaktionszeit im Einklang mit den Ergebnissen der höhlenklimatischen Untersuchung. Im Kapitel „Modellvorstellungen über den Eiszyklus im *Eingangslabyrinth*“ werden die Veränderungen von Höhleneis und Höhlenklima interpretiert.

Anders ist die Situation in der *Feuertal-Eishöhle*. Der Beobachtungszeitraum ab 1999 ist für eine Analyse noch sehr kurz, und es ist zu berücksichtigen, dass im Beobachtungszeitraum der Eisabgrund im hintersten Bereich der Eishöhle durchgehend offen war. Es ist bekannt, dass sich die hier bestehende Verbindung zur tiefer gelegenen *Gustave-Abel-Halle* über einen Zeitraum von vielen Jahren vollkommen verschließen kann und



Abb. 11: Feuertal-Eishöhle 1931 mit Eingangs-Schneekegel und Bodeneis. Foto F. Rettich



Abb. 12: Feuertal-Eishöhle 2003.

Foto C. Tenreiter

dann keine dynamische Bewetterung in Verbindung mit dem dahinter liegenden Riesenhöhlensystem stattfinden kann. Da die *Feuertal-Eishöhle* neben dem riesigen Hauptportal auch 2 Tagschlote (1626/120 g, 1626/120 h) besitzt, werden auch bei vorhandenem Eisverschluss Richtung Hauptsystem keine typischen statischen Verhältnisse auftreten, da über die Tagschlote zumindest eine eingeschränkte Ventilation zu erwarten ist. Von der *Feuertal-Eishöhle* existieren Fotos aus dem Jahr 1931, auf denen ganz ähnliche Verhältnisse er-

sichtlich sind, wie wir sie heute vorfinden (Abb. 11). Im Beobachtungszeitraum 1999 bis 2007 kam es zu Höhenveränderungen der Eisoberfläche im Ausmaß von bis zu 50 cm (Abb. 12). Es ist kein eindeutiger zeitlicher Trend erkennbar, und das Verhalten ist lagemäßig unterschiedlich. Da eine Phase mit Eisverschluss zur *Gustave-Abel-Halle* noch nicht erfasst werden konnte, ist noch keine Repräsentativität der bisherigen Messdaten gegeben (Wimmer, 2008), auf eine graphische Darstellung wird daher verzichtet.

MODELLVORSTELLUNGEN ÜBER DEN EISZYKLUS IM EINGANGSLABYRINTH

In den Abb. 13 – 17 wird die Eisentwicklung im *Eingangslabyrinth* der Raucherkarhöhle seit 1965 schematisch dargestellt. Der unmaßstäbliche schematische Aufriss unter Weglassung der zahlreichen Seiten- und Verbindungsgänge soll die hauptsächlich für die Bewetterung maßgeblichen Gänge und Schächte dar-

stellen. Die hellblauen Pfeile markieren jeweils den Hauptwindweg.

Dargestellt sind etwa jene Verhältnisse, wie sie bei der Entdeckung und Vermessung der *Gigantenkluft* vorgefunden wurden. Der Eingang *Gigantenkluft* war damals noch nicht vorhanden (er wurde 1970 künstlich

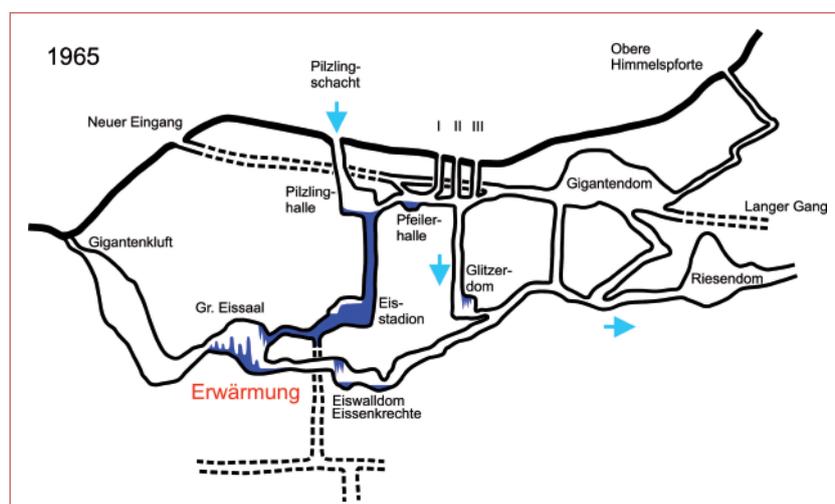


Abb. 13: Eisverhältnisse und Bewetterung um 1965. Zunehmende Erwärmung infolge abgeschnittener Kaltluftzufuhr durch Eisverschluss.

Wimmer / Eis- und Lufttemperaturmessungen im Schönberg-Höhlensystem

geöffnet), die Erforschung erfolgte seinerzeit unter teilweise schwierigen Bedingungen von innen her. Der *Große Eissaal* zeigte sich 1965 noch stark vereist. Das *Eisstadion* war noch nicht bekannt, da die Verbindungen vom *Großen Eissaal* und der Schlot zur *Pilzlinghalle* durch Eisverschlüsse versperrt waren. Der Hauptwindweg führte über *Pilzlingschacht* (1626/55 i), *Pilzlinghalle* und *Pfeilerhalle* zum *Glitzerdom*, von dort weiter über großräumige Horizontalgänge in Richtung Feuertal-Höhlensystem. Der starke Raureif an den Wänden des *Glitzerdoms* war für dessen Namensgebung ausschlaggebend.

Der *Große Eissaal* und die angrenzenden Bereiche lagen zu dieser Zeit abseits der dynamischen Hauptbewetterung und waren von winterlicher Kaltluftzufuhr abgeschnitten. Als Folge davon waren diese Höhlenteile ganzjährig frostfrei, und der Eisabbau setzte sich fort.

Sämtlicher Eisvorrat in der Strecke *Großer Eissaal - Eiswalldom - Eissenkrechte* ist bis 1975 geschmolzen, die

Verbindung zum *Eisstadion* ist vermutlich noch durch Eis verschlossen. Nach der erfolgten künstlichen Öffnung des Eingangs *Gigantenklufft* und wegen der aperten Verhältnisse konnte nun diese Etage problemlos begangen werden und wurde für Exkursionen als *Kleiner Rundgang* bekannt und beliebt. Dagegen war in der *Pilzlinghalle* und in der *Pfeilerhalle* eine deutliche Eiszunahme zu beobachten. Der Hauptwindweg blieb unverändert bestehen, und der *Glitzerdom* wurde seinem Namen noch gerecht.

Der *Kleine Rundgang* ist 1990 weiterhin eisfrei. Die *Veräumte Klufft* zum *Eisstadion* ist höchstwahrscheinlich schon eisfrei und offen, ist aber noch unbekannt und wird erst 1993 entdeckt. Die Eisverhältnisse in der *Pilzlinghalle*, der *Pfeilerhalle* und im *Rauhreifgang* (nächst dem Schlotende über dem *Glitzerdom*) haben einen Höchststand erreicht, eine winterliche Kaltluftzufuhr in das *Eisstadion* ist wegen des weiterhin verschlossenen Verbindungsschlotes noch nicht möglich. Der Hauptwindweg über den *Glitzerdom* ist unterbrochen

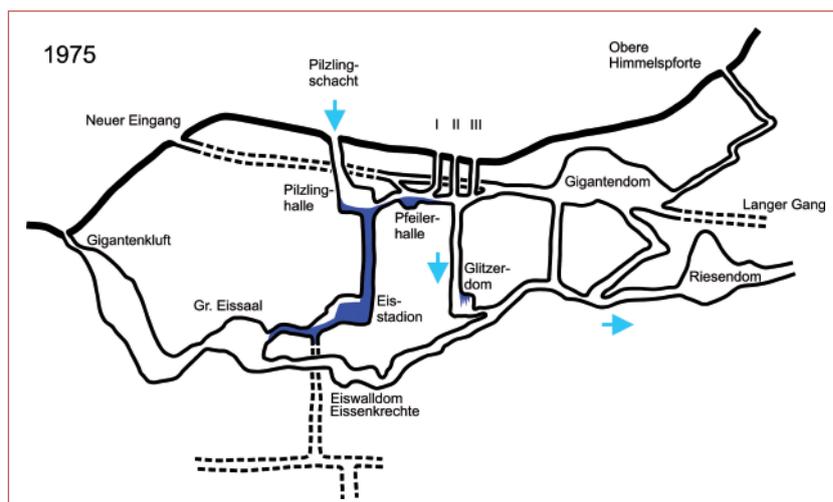


Abb. 14: Eisverhältnisse und Bewetterung um 1975. Der Kleine Rundgang ist eisfrei, der Hauptwindweg trotz Öffnung des Eingangs Gigantenklufft unverändert.

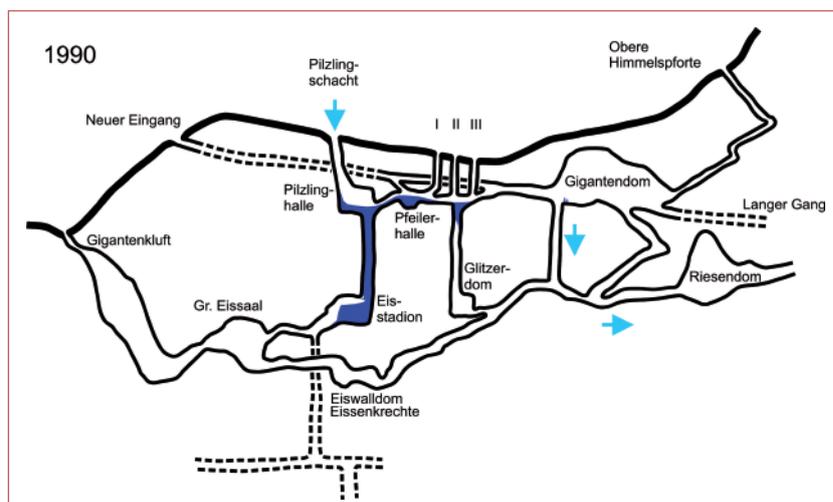


Abb. 15: Eisverhältnisse und Bewetterung um 1990. Der Hauptwindweg ist höhleneinwärts zum Gigantendom verlagert.

und die kalte Phase dort ist beendet. Der Hauptwindweg hat sich zum Schacht beim *Gigantendom* zurückverlagert, hier kommt es im Winter regelmäßig zu kleineren Eisbildungen.

Um 1999/2000 ist eine gravierende Umstellung der Bewetterung erfolgt! Ausschlaggebend dafür war der massive Eisrückgang im gesamten *Eingangslabyrinth* und die daraus resultierende Öffnung von Verbindungsschächten. Nach der Entdeckung des *Eisstadions* im Jahr 1993 herrschten dort über mehrere Jahre ganzjährig positive Temperaturen. Unter diesen Verhältnissen konnte das umfangreiche Bodeneis nur zurückgehen, und die anfangs vorgefundenen bizarren Eisformen im *Eisstadion* verschwanden rasch. Die im Herbst 1995 begonnenen Lufttemperaturmessungen dokumentieren die damals herrschende Warmphase.

Am 1.8.1999 konnte bei einer Kontrolle der Eisverhältnisse in der *Pilzlinghalle* eine kleinräumige Verbindung zwischen *Pilzlinghalle* und *Eisstadion* gefunden und befahren werden. Es handelte sich um eine im Eis-

pfropfen durch Tropfwasser initiierte und durch Windkolkung erweiterte 40 m tiefe Eisröhre von nur 60 cm Durchmesser, die offenbar kurz nach der Entstehung gefunden wurde und sich in den Jahren danach massiv vergrößert hat. Ab diesem Zeitpunkt konnte Kaltluft – anfangs nur sehr dosiert – wieder zum *Eisstadion* einströmen, und der Hauptwindweg vom *Pilzlingschacht* über *Pilzlinghalle* und *Eisstadion* zum *Großen Eissaal* war nach langer Zeit wieder geöffnet. Bereits vorher ist auch der Eisverschluss über dem *Glitzerdom* vollständig abgetaut, und die Kaltluftzufuhr wurde wieder möglich. Der *Kleine Rundgang* war zwar großteils noch eisfrei, lediglich in der Strecke vom Tiefpunkt bei der *Eissenkrechten* bis zum *Glitzerdom* war schon ab 1998 beginnende Eisbildung erkennbar. Es handelte sich dabei um einen Kaltluftsack unterhalb des bereits wieder wetterführenden *Glitzerdoms* und um eine vorübergehende weitgehend statische Bewetterung in diesem lokalen Abschnitt, welche spätestens im Winter 1999/2000 von dynamischer Bewetterung abgelöst wurde.

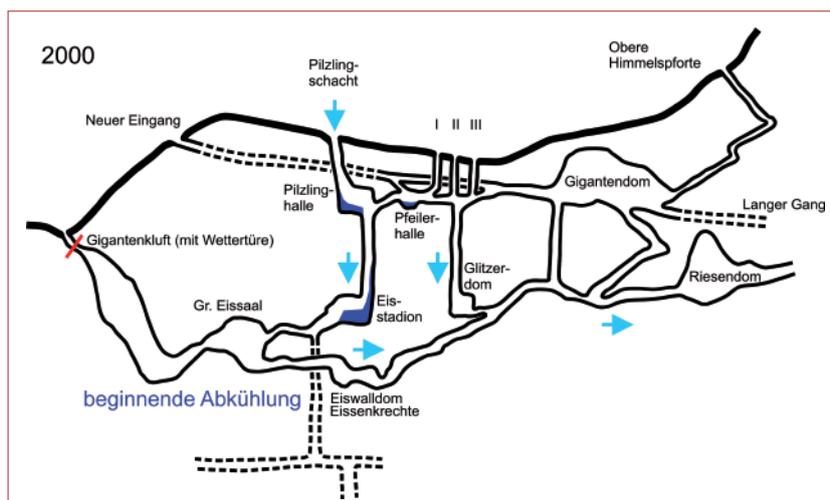


Abb. 16: Eisverhältnisse und Bewetterung 2000. Beginnende Abkühlung wegen der eisfrei gewordenen Schächte und der grundlegend geänderten Bewetterung. Der neue Hauptwindweg ermöglicht eine direkte Kaltluftzufuhr zu den Eisteilen.

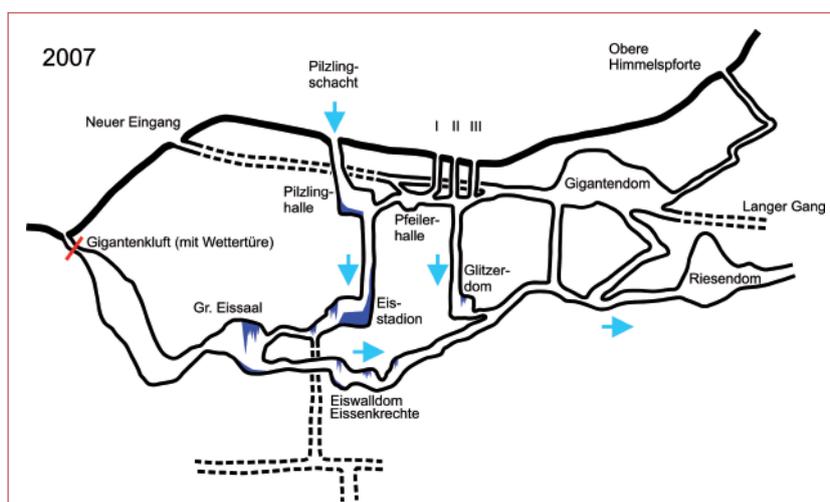


Abb. 17: Eisverhältnisse und Bewetterung 2007. Der Hauptwindweg ist unverändert. Weitere Temperaturabnahme und Neueisbildung im Bereich Kleiner Rundgang und Eisstadion.



Abb. 18: Neueisbildung (Eiszapfen, Eissäule) über dem Alteissockel im Eisstadion 2006.

Foto T. Redder

Die registrierte Temperaturabnahme (siehe Abb. 7) ließ schon damals eine weitere Abkühlung erwarten, und zyklische Prozesse wurden für das Wechselspiel von Eisbildung und Eisabbau in Erwägung gezogen (Wimmer, 1999). Der Eistiefstand ermöglichte die Erforschung von einigem Neuland im *Eingangslabyrinth*, z.B. das Auffinden einer Verbindung vom *Eisstadion* zum *Ischler Eisteil*, der in der Zwischenzeit ebenfalls völlig aper wurde. Die gefundene Verbindung belegt, dass der *Ischler Eisteil* genetisch zu den Eisbildungen des *Eingangslabyrinths* gehört.

Die Prognosen haben sich bewahrheitet, und trotz des extrem milden Winters 2006/2007 ist der Trend einer

Temperaturabnahme an den beobachteten Messstellen in der Raucherkarhöhle nicht gestoppt worden. Die Hauptwindwege über *Eisstadion* und *Glitzerdom* sind offen und werden es so lange bleiben, bis massiver Eis aufbau von unten her wieder zu einem Verschluss führt. Kaltluft kann derzeit und wahrscheinlich auch in der näheren Zukunft ungehindert in die Etage des *Kleinen Rundganges* vordringen und lässt eine weitere Abkühlung und Kältespeicherung vor allem in kalten Wintern erwarten. Die Entwicklung führte bereits zu einer teilweise intensiven Neueisbildung in jenen Höhlenteilen, die bei ihrer Entdeckung um 1965 bzw. 1993 stark vereist waren und eine dementsprechende Namensgebung erhielten (Abb. 18).

ERKENNTNISSE

Die Veränderungen der Eisverhältnisse im *Eingangslabyrinth* der Raucherkarhöhle werden stark vom periodischen Öffnen und Schließen von Verbindungsschächten, vor allem jenen über dem *Eisstadion* und dem *Glitzerdom*, geprägt. Auswirkungen des Klimawandels spielen hier eine untergeordnete Rolle und können den Phasenverlauf zeitlich verändern, den grundsätzlichen Rhythmus des zyklischen Ablaufes aber nicht stören. Charakteristisch ist eine Winterbe-

wetterung von den Schächten über dem *Eingangslabyrinth* der Raucherkarhöhle in Richtung Norden zu den höher gelegenen Eingängen des Feuertalsystems. Von diesen Schächten kommt dem Schacht IV *Pilzlingschacht* (1626/55 i) vorrangige Bedeutung zu. Die in der Nähe befindlichen Schächte I, II und III sind in ihrer Funktion ähnlich einzuschätzen. Neben dieser Hauptbewetterung ist eine untergeordnete Zirkulation zu den hochgelegenen Eingängen der Raucherkar-

höhle (*Untere Himmelspforte, Obere Himmelspforte, Humuspforte*) vorhanden. Im Sommer verläuft die Wetterführung entgegengesetzt. Im Eingangsbereich *Fensterhalle* (1626/55 a) ist lokale Bewetterung zu benachbarten Eingängen mit häufiger und kurzzeitig auftretender Windumkehr vorherrschend, der Einfluss auf die Hauptbewetterung dürfte gering sein. Der *Neue Eingang* (1626/55 c) befindet sich offenbar in einer Gleichgewichtszone und spielt für die Bewetterung keine Rolle. Außerdem weist er im Winter durchgehend Schneeverchluss auf. Mit äußerst konstanter Lufttemperatur zwischen 0,5 und 0,7°C bläst im Sommer der Eingang *Obelix*, wenn die Wettertüre geöffnet wird. Die Zusammenhänge mit den benachbarten temporären Eisteilen der Raucherkarhöhle – dem *Ischler Eisteil* und den Eisbildungen im *Eisstangensaal* des *Langen Ganges* – sind bisher unklar.

Die Eisverhältnisse in der *Feuertal-Eishöhle* und in Eingangsnähe der *Altarkögerlhöhle* entwickeln sich unabhängig von jenen im *Eingangslabyrinth* der Raucherkarhöhle. Für die Eisentwicklung in der *Feuertal-Eishöhle* und in der anschließenden *Gustave-Abel-Halle* ist von wesentlicher Bedeutung, ob der verbindende

Eisabgrund offen oder verschlossen ist. Insgesamt ist die Schwankungsbreite des Eisvorrats in der *Feuertal-Eishöhle* beschränkt, und es sind keine zeitlichen Phasen bekannt, in denen sich das Bodeneis um mehr als einen Meter über Tiefstandverhältnissen aufgebaut hätte. Neben dem gefrierenden eindringenden Wasser trägt auch der über das Eingangsportal und die Tagsschlote zugeführte Schnee zur Eisbildung bei. Bei der *Altarkögerlhöhle* (1626/120 d) ist eine starke Bindung des Höhleneises an das Außenklima gegeben. Trotz der relativ hohen Lage dieses Einganges innerhalb des Gesamtsystems muss er im Winter im Zuge einer dominierenden Lokalzirkulation Luft ansaugen.

Noch sind die Messergebnisse aus dem Schönberg-Höhlsystem nicht mit den Beobachtungswerten anderer Höhlen verglichen. Unabhängig davon, dass die Verhältnisse im *Eingangslabyrinth* der Raucherkarhöhle auf Grund der beschriebenen Mechanismen als spezifisch anzusehen sind, ist eine übergeordnete Zusammenschau über alle bisher verfügbaren höhlenklimatischen Daten Österreichs anzuregen. Vorgeschlagen wird der Aufbau eines Höhlenklima-Katasters nach deutschem Vorbild (Pflitsch et al., 2007).

LITERATUR

- Mais, K. & Pavuza, R. (2000): Hinweise zu Höhlenklima und Höhleneis in der Dachstein-Mammuthöhle (Oberösterreich). – *Die Höhle*, 51(4): 121-125.
- Obleitner, F. (2007): Untersuchungen zu Eis und Klima in der Eisriesenwelt: ein Werkstattbericht. – Tagungsband - Proceedings „untertage ALPIN“ 9.-11. November 2007 Berchtesgaden, Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher e. V. München: 79.
- Pavuza, R. & Mais, K. (1999): Aktuelle höhlenklimatische Aspekte der Dachstein-Rieseneishöhle. – *Die Höhle*, 50(3): 126-140.
- Pavuza, R. (2006): Kommentar zu den Radonmessungen in der Raucherkarhöhle (Gigantendom), 2.8.2005. – Mitt. d. Landesvereines für Höhlenkunde in Oberösterreich, 52(1), Gesamtfolge 112: 52-53.
- Pavuza R. (2007): Eis- und Höhlenklima-Meßprogramme im Untersberg, Dachstein und im Hochschwab. – Tagungsband - Proceedings „untertage ALPIN“ 9.-11. November 2007 Berchtesgaden, Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher e. V. München: 81.
- Pflitsch, A., Grebe, C. & Ringeis, J. (2007): Aufbau eines Höhlenklima-Katasters in Deutschland. – Tagungsband - Proceedings „untertage ALPIN“ 9.-11. November 2007 Berchtesgaden, Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher e. V. München: 84-85.
- Schneider, T.-M. & Bayn, T. (2007): Die Schneekegelhöhle als Teil des Almberg-Höhlsystems (1624/18) - Ansätze zur Erforschung der Höhlenklimatologie. – *Die Höhle*, 58(1-4): 50-57.
- Wimmer, M. (1996): Beginn kontinuierlicher Lufttemperaturbeobachtungen in der Raucherkarhöhle. – Mitt. d. Landesvereines für Höhlenkunde in Oberösterreich, 42(1), Gesamtfolge 101: 5-6.
- Wimmer, M. (1999): Temperaturbeobachtungen 1995-1998 in der Raucherkarhöhle (mit Bemerkungen zur Bewetterung). – Mitt. d. Landesvereines für Höhlenkunde in Oberösterreich, 45(1), Gesamtfolge 104: 40-50.
- Wimmer, M. (2004): Derzeitiges Temperaturmessnetz in der Raucherkarhöhle und aktuelle Neueisbildung. – Mitt. d. Landesvereines für Höhlenkunde in Oberösterreich, 50(1), Gesamtfolge 110: 30-31.
- Wimmer, M. (2007): Eis- und Temperaturmessungen im Schönberg System (Totes Gebirge, Oberösterreich/Steiermark). – Tagungsband - Proceedings „untertage ALPIN“ 9.-11. November 2007 Berchtesgaden, Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher e. V. München: 83.
- Wimmer, M. (2008): Erfahrungen über Höhleneis und Höhlenklima im Schönberg-Höhlsystem. – Mitt. d. Landesvereines für Höhlenkunde in Oberösterreich, 54(1), Gesamtfolge 114: 37-43.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: [059](#)

Autor(en)/Author(s): Wimmer Maximilian

Artikel/Article: [Eis- und Lufttemperaturmessungen im Schönberg Höhlensystem \(1626/300\) und Modellvorstellungen über den Eiszyklus 13-25](#)