

# Klimaveränderungen in der Schrattenhöhle auf Melchsee-Frutt, Kerns OW

Autor(en): **Trüssel, Martin**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **NAGON / Naturforschende Gesellschaft Ob- und Nidwalden**

Band (Jahr): **1 (1997)**

PDF erstellt am: **18.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1006693>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Klimaveränderungen in der Schrattenhöhle auf Melchsee-Frutt, Kerns OW

*Martin Trüssel*

**In einem Karstgebiet der Melchsee-Frutt haben sich grosse Höhlensysteme gebildet, die stark bewettert sind. Die Höhlenforscher-Gemeinschaft Trüssel (HGT) hat dort 1990 ein umfangreiches Programm zur Messung der Lufttemperaturen gestartet. Seither werden mit elektronischen Datenträgern an fünf Messstationen die Höhlen- und Aussentemperaturen im Stundentakt registriert. Bisher wurden über 260 000 Messdaten ausgewertet. Durch die lückenlose Erfassung der Temperaturen lassen sich klimatische Veränderungen erkennen, die durch Einzelmessungen nicht erfassbar wären. So zeichnet sich als Folge der über zwölf Jahre anhaltend überdurchschnittlich hohen Aussentemperaturen auch in den Karsthöhlen der Melchsee-Frutt eine kontinuierliche Klimaerwärmung ab. Die Jahresmitteltemperaturen stiegen innert sechs Jahren um bis zu 0,3 °C.**

Auf der Melchsee-Frutt, Kerns OW, werden bereits seit sechs Jahren im Stundentakt die Lufttemperaturen in den Höhlen und an der Karstoberfläche gemessen. Als Beobachtungsobjekt dient die Schrattenhöhle. Sie hat eine vorläufige Gesamtlänge von 19 km und eine Höhendifferenz von 520 m. Die bis jetzt tiefsten erforschten Höhlenteile befinden sich auf 1570 m ü.M., die höchsten auf 2090 m ü.M.

Die Schrattenhöhle ist stark bewettert (TRÜSSEL 1993). Im Eingang M6 werden Windgeschwindig-

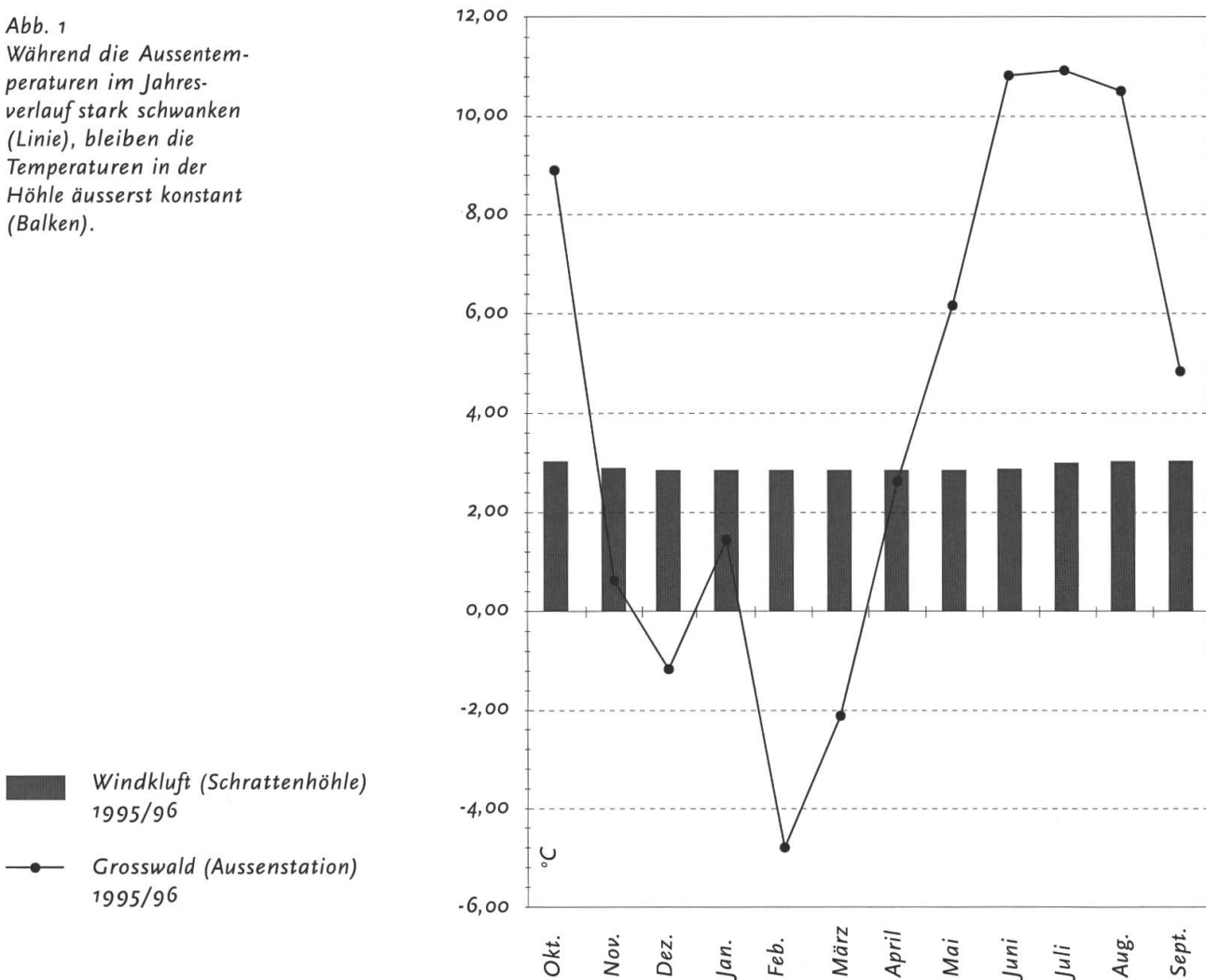
keiten von bis zu 22 km/h gemessen. Bei Aussentemperaturen, die unter 2 °C liegen, sind im Bereich des Schrattenhöhle-Hauptsystems unterhalb von etwa 1950 m ü.M. Soglöcher anzutreffen, während über 1950 m ü.M. Blaslöcher auftreten. Bei hohen Aussentemperaturen strömt die Luft in umgekehrter Richtung als bei niederen Aussentemperaturen durch die Höhle (TRÜSSEL 1976–1996). Während an der Erdoberfläche die Lufttemperaturen im Tages- wie auch im Jahresverlauf starken Schwankungen unterworfen sind, herrscht in den Höhlen eine äusserst konstante Temperatur (Abb. 1). Die Höhlentemperaturen stimmen in etwa mit der Jahresmitteltemperatur der erdoberflächennahen Aussenluft auf der entsprechenden Höhenlage überein (BÖGLI 1978).

## Versuchsanordnung

Um die Temperaturverläufe in dynamisch bewetterten Karsthöhlen genau erfassen zu können, wurden mehrere Messstationen eingerichtet: drei in der Schrattenhöhle sowie zwei an der Karstoberfläche. Die Abstände der Messstationen in der Höhle betragen jeweils 150 Höhenmeter. Sie befinden sich auf 1743 m, 1905 m und 2052 m ü.M. (Abb. 2). Alle drei Stationen liegen etwa 80 m unter der Erdoberfläche. Die Standorte der Aussentemperaturen sind so ausgewählt worden, dass sie sich über dem tiefsten bzw. dem höchsten Punkt der Schrattenhöhle befinden (auf 1590 m ü.M. im «Grosswald» und auf 2160 m ü.M. auf dem «Bonistock»).

Zur Erfassung der Lufttemperaturen werden neu-

Abb. 1  
Während die Aussentemperaturen im Jahresverlauf stark schwanken (Linie), bleiben die Temperaturen in der Höhle äusserst konstant (Balken).



artige Datenlogger namens «Hotdog» (vormals «Hamster») verwendet (Abb. 3). Alle Geräte sind amtlich kalibriert. Sie erfassen stündlich die Temperaturen in und über der Höhle. Als Messperiode gilt das Hydrologische Jahr (1. Oktober bis 30. September). Zur Auswertung werden die Geräte jeweils Anfang Oktober aus der Höhle geholt und nach spätestens 24 Stunden wieder zurückgebracht. Die «Hotdog» lassen sich an jedem gängigen Computer mittels Interface einstellen und auswerten (TRÜSSEL 1991).

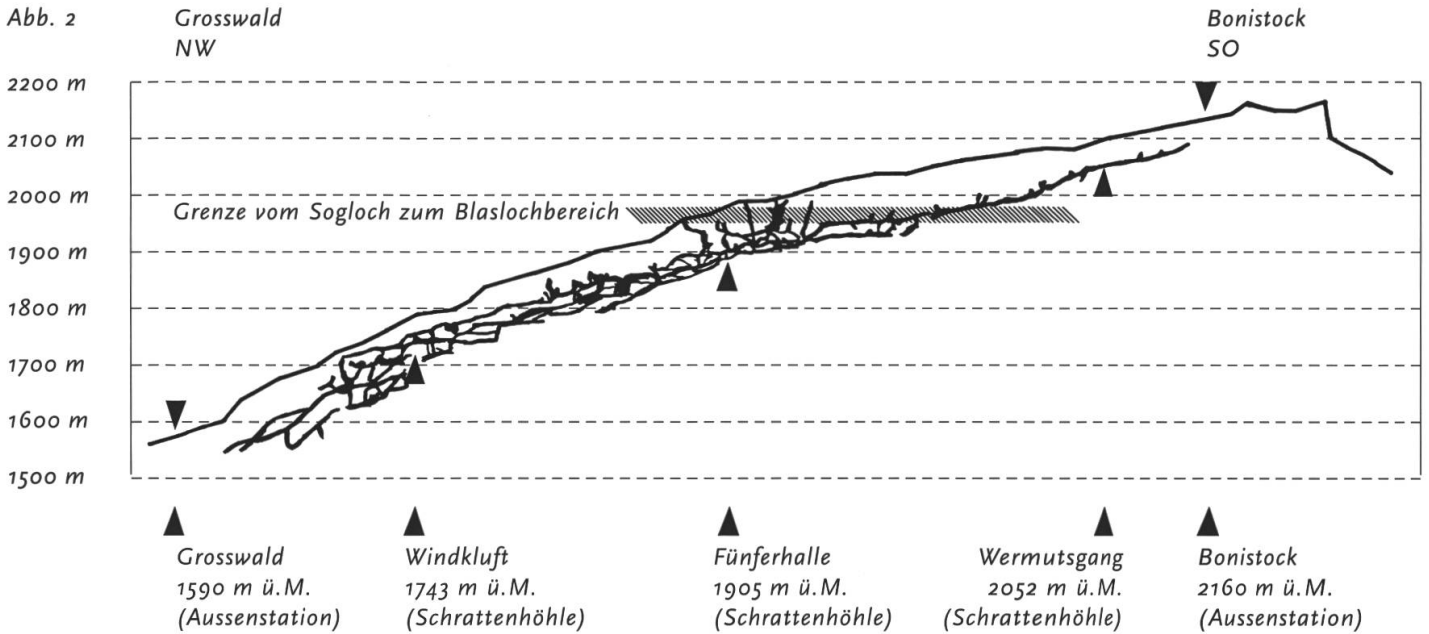
In den vergangenen sechs Jahren wurden bereits über 260000 Messdaten erfasst und ausgewertet. Der Zeitraum von einem halben Dutzend Jahren, die grosse Datenmenge und die zuverlässigen

Messungen im gleichen Zeitintervall lassen aussagekräftige Interpretationsansätze über die Langzeitentwicklung der Höhlentemperaturen zu.

### Messresultate

Bereits nach dem ersten Messjahr 1990/91 zeigte sich, dass die Aussentemperaturen im Vergleich zum theoretischen Jahresmittelwert um 1,4 °C («Grosswald») und 0,8 °C («Bonistock») zu hoch lagen. Dies entsprach den überdurchschnittlichen Werten in der gesamten Schweiz.

In der Höhle ergaben die Messwerte ein uneinheitliches Bild: Bei der Station «Windkluft» lag der Jahresmittelwert um 0,1 °C höher als der theoretische, bei der Station «Fünferhalle» war er bereits 0,5 °C



Schematische Darstellung (1:10 000) der Geländeoberfläche und der Schrattenhöhle mit: 2 Aussenstationen auf 1590 m ü.M.; 3 Messstationen in der Höhle mit je 150 m Höhendifferenz.

Abb. 2  
Situation der Versuchsanordnung mit drei Messstationen in der Schrattenhöhle (jeweils 80 m unter Boden) und zwei Messstationen an der Erdoberfläche.

Abb. 3  
Mit diesem kleinen Datenlogger wird die Lufttemperatur in der Höhle stündlich gemessen und ein Jahr lang – bis zur Auswertung am Computer – gespeichert.

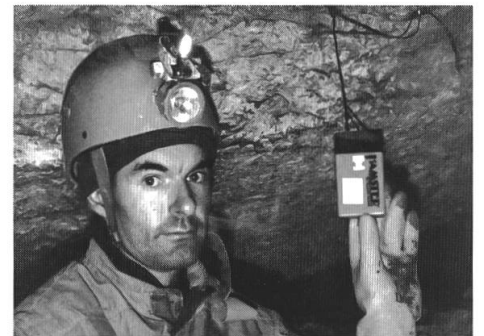


Abb. 3

höher, und bei der Station «Wermutsgang» lag er sogar 1,9 °C über dem theoretischen Mittelwert. In den darauffolgenden Jahren von 1991/92 bis 1995/96 blieben die Durchschnitts-Aussentemperaturen immer weit über dem langjährigen Mittel, in den letzten drei Jahren aber mit deutlich rückläufiger Tendenz. In der Schrattenhöhle zeichnete sich bei der «Fünferhalle» und in der «Windkluft» ein ungebrochener Temperaturtrend nach oben ab (ausgenommen 1995/96 bei der Station «Fünferhalle»). Im «Wermutsgang» hingegen schwankten die einzelnen Jahres-Durchschnittstemperaturen etwas, blieben aber stets deutlich zu hoch (Abb. 4).

Abb. 4

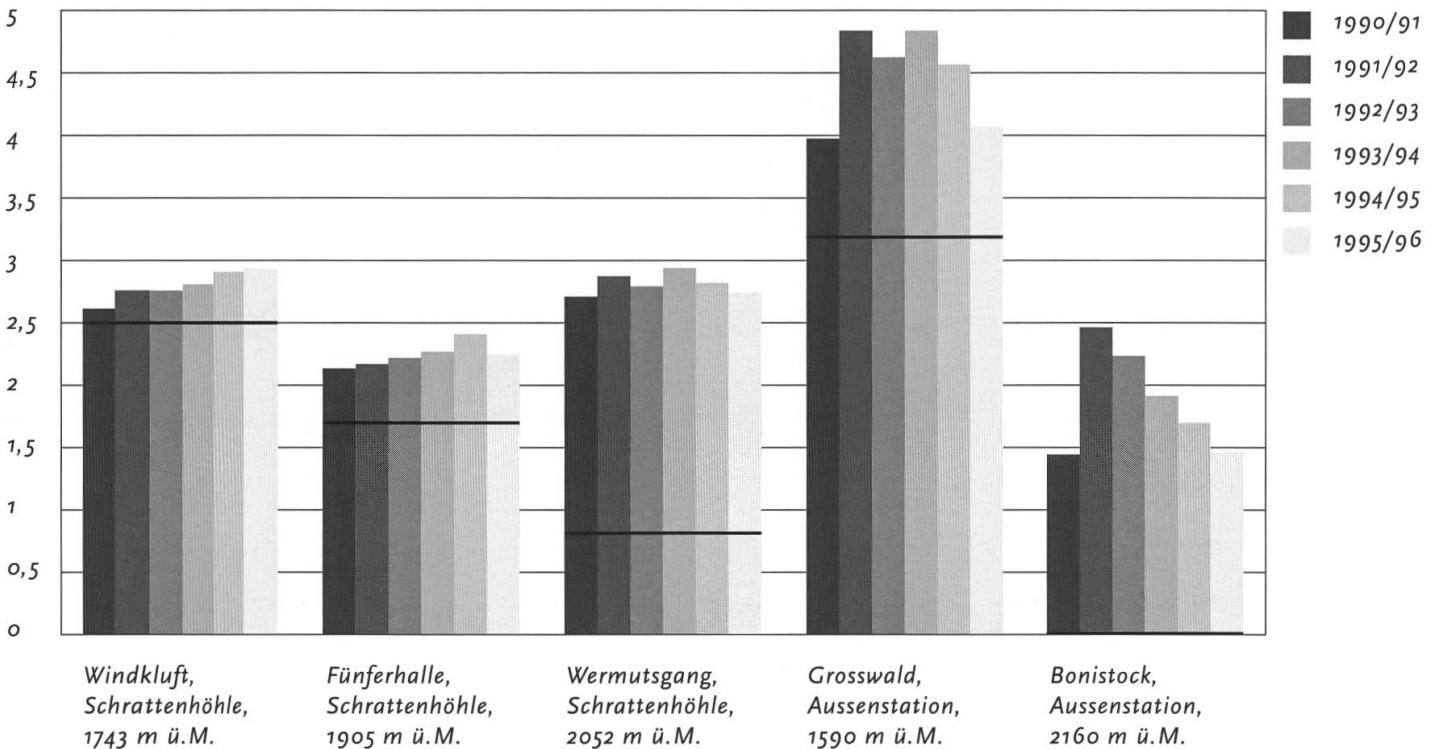


Abb. 4  
Die Jahresmitteltemperaturen aller fünf Messstationen von 1990/91 bis 1995/96 auf einen Blick. Die Querbalken geben die der Höhenlage entsprechende theoretische Jahresmitteltemperatur an.

## Interpretation

Nach sechs Messjahren in der Schrattenhöhle und an der darüberliegenden Karstoberfläche zeigt sich eine Entwicklung, die unverkennbar ist: Die Lufttemperaturen in der Höhle steigen deutlich. Der Anstieg beträgt bis zu 0,3 °C. Gegenüber den theoretischen Jahresmitteltemperaturen liegen sie sogar bis zu 2 °C höher (Tab. 1).

Gemäss Angaben der Meteorologischen Anstalt Zürich verzeichnen wir inzwischen bereits zwölf aufeinanderfolgende Jahre mit zu milden Wintern und zu warmen Sommern. Auf der Melchsee-Frutt liegen die Jahresmittelwerte seit der Aufnahme der Langzeitmessungen um bis zu 2,2 °C zu hoch.

In der dynamisch bewetterten Schrattenhöhle glei-

chen sich die Höhlentemperaturen offensichtlich nach und nach den aktuellen, über ein Jahrzehnt anhaltend zu hohen Aussentemperaturen an.

Die von Messstation zu Messstation mehr oder weniger stark ausgeprägten Temperaturschwankungen im Laufe der Jahreszeiten sind Ausdruck einer unterschiedlich intensiven Abhängigkeit vom Klima an der Karstoberfläche. Detailstudien des Temperaturverlaufs – auf die an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden kann – machen deutlich, dass die «Windkluft» nur ausgesprochen schwach von kurz- und mittelfristigen Wetteränderungen beeinflusst wird. Die «Fünferhalle» wird im Sommer schwach und im Winter, je nach Schneeverhältnissen, mässig beeinflusst, der «Wermuts-

gang» hingegen stark. Diese unterschiedliche Witterungsabhängigkeit kam erst dank der Langzeitmessungen zum Ausdruck.

Der zu Beginn der Messreihe noch rätselhaft hohe Temperaturwert bei der Station «Wermutsgang» passt nach den inzwischen länger andauernden Beobachtungen ins Gesamtbild: Durch die starke Oberflächenabhängigkeit hatte sich bei der Aufnahme der Höhlentemperatur-Messreihe die Temperatur im «Wermutsgang» bereits weitgehend den aktuellen Jahresdurchschnittstemperaturen angeglichen (nach sechs Jahren mit zu hohen Durchschnitts-Ausentemperaturen). Wie aus der Abb. 4 deutlich hervorgeht, standen in den letzten sechs Jahren die jährlichen Temperaturschwankungen im «Wermutsgang» voll und ganz im Einklang mit den Jahresschwankungen bei der Messstation «Grosswald». Immerhin stieg die Temperatur auch im «Wermutsgang» seit 1990 um weitere 0,1 °C an, was auf eine fortdauernde, aber abgeschwächte Angleichung nach oben hinweist.

Die schwach bis mässig von der Karstoberfläche abhängige «Fünferhalle» zeigte vor sechs Jahren nur ansatzweise einen etwas zu hohen Mittelwert an. Mit einem durchschnittlichen Temperaturanstieg von 0,3 °C seit 1990 setzte sich der Aufwärtstrend in diesem Höhlenabschnitt bis 1994/95 aber deutlich durch.

Die «Windkluft» zeigte 1990 noch keine Hinweise auf eine Erwärmung. Sie überdauerte also sechs zu warme Jahre ohne Temperaturanstieg. Dies hat sich in den letzten sechs Jahren allerdings deutlich geändert, denn seither stieg die Temperatur um

0,3 °C an (Abb. 5). Dies ist unter den gegebenen Rahmenbedingungen ein regelrechter Temperaturersprung, betragen doch die Temperaturschwankungen an dieser Messstation im Laufe eines ganzen Jahres nur gerade 0,1 °C bis 0,2 °C!

### Fazit

Es ist anzunehmen, dass die Temperaturen in dynamisch bewetterten Karsthöhlen in den kommenden Jahren weiter steigen, vermutlich so lange, bis die Jahresmitteltemperaturen der letzten Jahre annähernd erreicht werden. Auch wenn die Oberflächentemperaturen in den kommenden Jahren zurückgehen sollten, dürfte diese Entwicklung in den Karsthöhlen erst mit einer jahrelangen Verzögerung zum Ausdruck kommen.

Der an dieser Stelle diskutierte Temperaturanstieg liegt «lediglich» im Zehntelsgradbereich. Das darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass es sich um eine gravierende Veränderung handelt: Während an der Erdoberfläche die Lufttemperaturen im Laufe des Jahres um über 50 °C schwanken, betragen sie in den Höhlen nur einige Zehntelsgrade (Abb. 1). Berechnungen des Eisschwundes in einer Höhle in Oberösterreich (Kraterschacht) haben ergeben, dass 100 000 Kubikmeter Eis innert zehn Jahren abschmelzen, wenn sich die Lufttemperatur um 1 °C erhöht (WEISSMAIR 1995).

Infolge der allgemeinen Erwärmung der Erdatmosphäre um rund 0,5 °C seit Mitte des letzten Jahrhunderts ist beispielsweise die Gletscherfläche in der Schweiz in derselben Zeitspanne um rund einen Drittel zurückgegangen (ALLEN et al. 1996)!

*Abb. 5  
Die Jahresdurchschnittstemperatur ist bei der Schrattenhöhle-Messstation «Windkluft» von 1990/91 bis 1995/96 um 0,3 °C gestiegen.*

Abb. 5

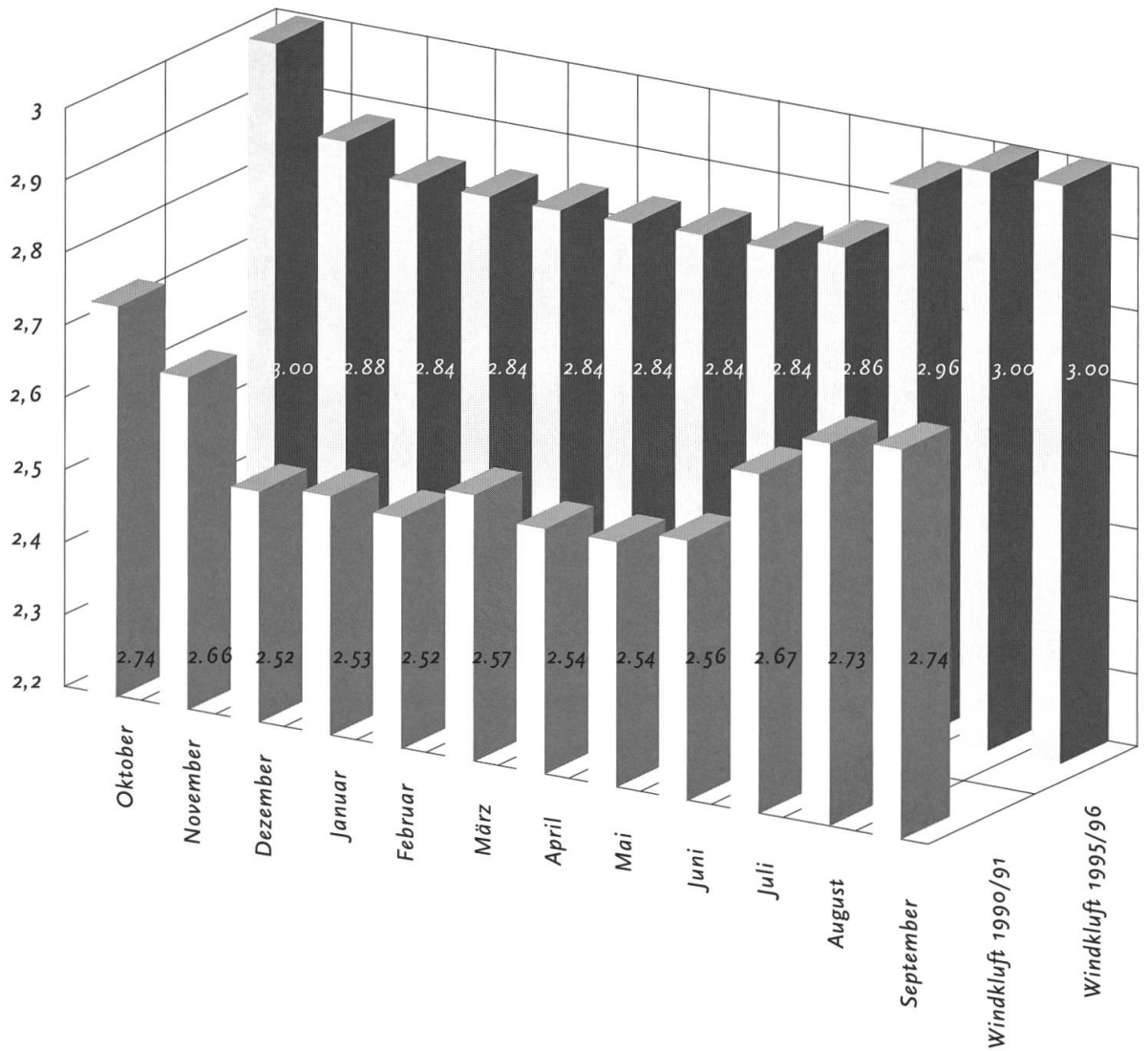


Abb. 6

Abb. 6  
 Gang im Oasenlabyrinth  
 in der Nähe der  
 Temperatur-Messstation  
 «Fünferhalle». Hier wird  
 im Winter von der Erd-  
 oberfläche zeitweise kalte  
 Aussenluft angesogen,  
 was sich im Temperatur-  
 verlauf tief unter der Erde  
 niederschlägt.

Tab. 1  
Anstieg der Lufttemperaturen an den drei Messstationen in der Schrattenhöhle innert sechs Jahren. In Klammern sind die Temperaturabweichungen gegenüber der theoretischen Jahresdurchschnittstemperatur der erdoberflächennahen Aussenluft angegeben.

Messort (Schrattenhöhle)	Höhenlage (80 m unt. Boden)	Theoretische Temperaturen (gem. Höhenlage)	Effektive Temperaturen 1990/91	Effektive Temperaturen 1995/96	Zunahme von 1990/91 – 1995/96
Windkluft	1743 m ü.M.	2,5 °C	2,6 °C (+ 0,1 °C)	2,9 °C (+ 0,4 °C)	+ 0,3 °C
Fünferhalle	1905 m ü.M.	1,7 °C	2,1 °C (+ 0,4 °C)	2,4 °C (+ 0,7 °C)	+ 0,3 °C
Wermutsgang	2052 m ü.M.	0,8 °C	2,7 °C (+ 1,9 °C)	2,8 °C (+ 2,0 °C)	+ 0,1 °C

Tab. 1

Welche Auswirkungen die Klimaveränderungen und ihre Begleiterscheinungen auf die Höhlen sowie auf ihre Flora und Fauna haben werden, ist noch völlig unbekannt. Das Abtauen von Eismassen ist für Höhlenforscher nur die offensichtlichste Folge (Abb. 7 und 8).

#### Literatur

AELLEN, M., HOELZLE, M., VONDER MÜHLL, D. (1996): Die Gletscher der Schweizer Alpen im Jahr 1994/95. – Auszug aus dem 116. Bericht der Gletscherkommission der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften. Die Alpen, 12/1996, 36–49.

BÖGLI, A. (1978): Karsthydrographie und physische Speläologie. – Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

TRÜSSEL, M. (1976–1996): Tätigkeitsberichte der Höhlenforscher-Gemeinschaft Trüssel (HGT). – Publ. in Vorber.: Vom Fuchsloch zur Schrattenhöhle. 22 Jahre Höhlenforschung auf Melchsee-Frutt. – Eigenverlag HGT, 3377 Walliswil b. W.

TRÜSSEL, M. (1991): Temperaturregistrierung in Höhlen – erste Erfahrungen mit einem neuen Gerät für Langzeitmessungen. – Akten des 9. Nationalen Kongresses für Höhlenforschung der Schweiz. Ges. für Höhlenforschung, Charmey 1991. stalactite, Supplément Nr. 13, S. 263–268.

TRÜSSEL, M. (1993): Klimabeobachtungen in der



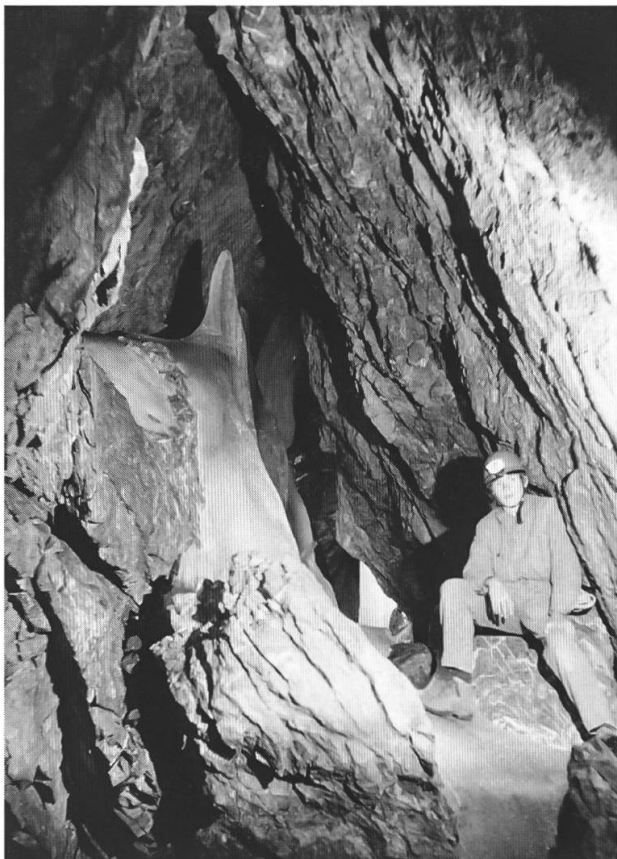


Abb. 7

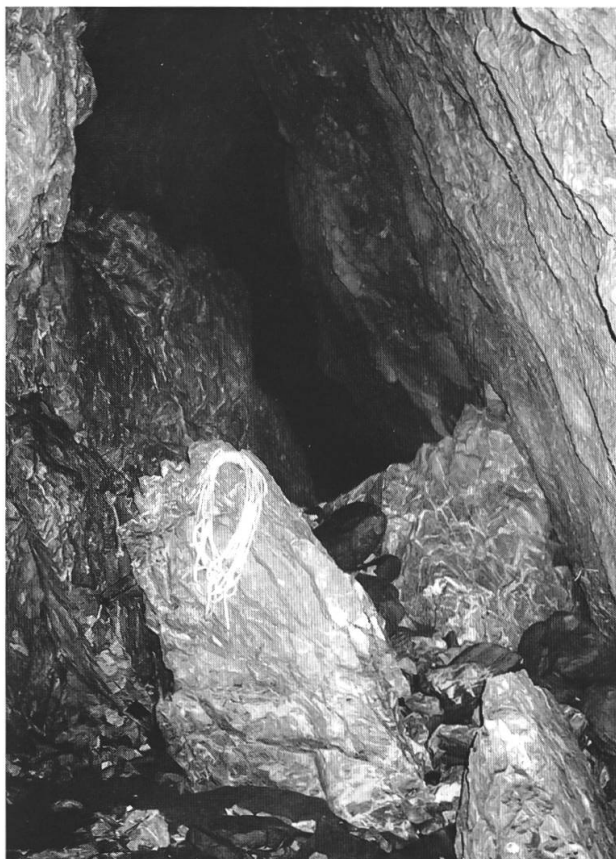


Abb. 8

Schrattenhöhle, Melchsee-Frutt (Kerns, OW). – Stalactite 1993/2.

WEISSMAIR, R. (1995): Höhleneisbildung aus Schnee- und Eisdynamik im Kraterschacht (Sengsengebirge, Oberösterreich). – Die Höhle 2/1995, 32–36.

#### **Adresse des Autors**

Martin Trüssel, Höhlenforscher-Gemeinschaft  
Trüssel (HGT), Heimenhausenstrasse 24,  
CH-3377 Walliswil bei Wangen

*Abb. 7/8  
Geschmolzenes Höhleneis  
als Folge der Höhlenklima-  
erwärmung am Beispiel  
der Rawilhöhle VS. Die  
Abb. 7 zeigt die Situation  
im Juli 1975 und die Abb.  
8 zwanzig Jahre später im  
Juli 1995.*