© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

DIE HÖHLE

ZEITSCHRIFT FÜR KARST- UND HÖHLENKUNDE

Jahresbezugspreis: Österreich S 12,–
Deutschland DM 2,50
Schweiz und übriges Ausland sfr 2,50
Organ des Verbandes österreichischer Höhlenforscher / Organ des Verbandes der deutschen Höhlen- und Karstforscher
Gedruckt unter Verwendung eines Zuschusses des Speläologischen Institutes (Wien)

AUS DEM INHALT:

Zur Frage des Einflusses der Großwetterlage au die Dynamik der Wetterhöhlen (Saar) / Über die meteorologischen Verhältnisse in der Eisriesenwelt (Gressel) / Weitere Naturhöhlen unter Denkmalschutz (Trimmel) / Tropfsteinhöhle im Hangenden Kogel (Siegl) / Kurzberichte / Schriftenschau

8. JAHRGANG **MAI 1957** **HEFT 2**

Zur Frage des Einflusses der Großwetterlage auf die Dynamik der Wetterhöhlen

Von Rudolf Saar (Wien)

Der Meteorologe *W. Gressel* berichtete[1]) über Wahrnehmungen an der Wetterführung im *Geldloch* (1470 m) im Ötscher und in der *Eisriesenwelt* (E.R.W.) (1641 m) im Tennengebirge, die ihn zu der Schlußfolgerung veranlaßten, „daß die Zu- und Abnahme der Zirkulationsstärke sowie das *Umschlagen* der bergwärtigen zur talwärtigen Luftbewegung in der Höhle und umgekehrt nicht so sehr im direkten Zusammenhang mit den *Temperaturverhältnissen* stehen, sondern vielmehr eine Abhängigkeit von der Entwicklung des Großwettergeschehens aufweisen".

Diese Feststellung steht, soweit sie die Gestaltung der Wetterbewegung in dynamischen Höhlen *primär* von der Entwicklung des im Großwettergeschehen auftretenden Druckgradienten (und damit von der durch ihn bedingten großräumigen Luftströmung) abzuleiten versucht, im Widerspruche zu allen bisherigen Beobachtungen in dynamischen Höhlen (insbesondere in dynamischen Eishöhlen), die unbestritten darin übereinstimmen, daß die Wetterbewegung in diesen Höhlen *primär* durch die Verschiedenheit der Temperaturen und des Wasserdampfgehaltes, also der *Dichte* der Höhlenwetter- und der Außenluftsäule über dem Querschnitt der tiefstgelegenen, windwegigen Öffnung des Höhlensystems ausgelöst wird und nur *sekundär* und in untergeordnetem Ausmaße von meist lokalen dynamischen Vorgängen in der Außenluft beeinflußt wird. Auf letzteren Umstand haben schon *H. Bock (1), R. Saar (2), R. Oedl* und *E. Hauser (3)* und *F. Trombe (4)* hingewiesen.

Gressel gibt zwar zu, daß „temperaturmäßig" eine gewisse Bereitschaft der Atmosphäre „... als Vorbedingung ... für das wirksame Eingreifen dynamischer Vorgänge erforderlich ist ...", behauptet jedoch weiter, „... daß die Umstellung (der Höhlenwetterbewegung) *selbst* durch *dynamische* Einflüsse *ausgelöst* wird, die je nach der Entwicklung der Großwetterlage eintreten".

[1]) Vgl. „Die Höhle", 6, 4, Wien 1955.

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Es besteht und bestand wohl niemals ein Zweifel darüber, daß der Höhlenwetterkörper, das ist jene Luftmasse, die jeweils den *ganzen* Konvakuationsraum erfüllt, dadurch, daß er durch mehr oder minder zahlreiche Tagöffnungen des Höhlensystems ständig mit dem Außenluftkörper in Verbindung steht, somit zweifellos als ein Teil dieses angesehen werden muß, auch z. T. in die physikalischen Vorgänge, die sich in diesem abspielen, *gleichsinnig* einbezogen wird — *wenn nicht besondere, speläometeorologisch-physikalische Gegebenheiten dem Höhlenwetterkörper ein besonderes, absolut individuelles Verhalten aufzwingen, das keineswegs mit dem der Außenatmosphäre übereinzustimmen braucht.*

Das gleiche stellte jüngst der Schweizer Speläologe *A. Boegli (5)* hinsichtlich seiner Beobachtungen in der größten, wissenschaftlich bearbeiteten Wetterhöhle, dem Hölloch im Muotatale (60 km Gesamtlänge), mit den Worten fest: „Der Höhlenraum untersteht, wie jeder andere Erdenraum, bestimmten physikalischen Bedingungen. Viele davon werden *allein durch die Höhlen* selbst hervorgerufen, andere wirken von außen auf die Höhlen ein."

Die meteorologisch-physikalische Lage innerhalb einer dynamischen Wetterhöhle wird sowohl von *endogenen*, als auch von *exogenen* Elementen bestimmt. Zu den letzteren ist zweifellos auch das Gradientengefälle der jeweiligen Großwetterlage zu rechnen, das sich jedoch in bezug auf die Höhlenwetterbewegung *nicht so sehr dynamisch* durch die Stärke und Richtungskomponente der Außenluftzirkulation auswirkt, sondern insbesondere *thermisch* (durch die Zufuhr kalter oder warmer Luftmassen, die Strahlungsbilanz usw.) *örtlich* in Erscheinung tritt. Unter Einschränkung auf letzteren Faktor kann der These *Gressels* von der Abhängigkeit der Dynamik der Höhlen von der jeweiligen Großwetterlage Richtigkeit zugebilligt werden.

Es kann jedoch unseres Erachtens nach der Einfluß des Gradientenwindes einer Großwetterlage auf die Wetterbewegung einer dynamischen Höhle nur unter gleichzeitiger Berücksichtigung der im Zusammenhang mit dieser Großwetterlage sich abwickelnden *thermischen* Situation (und Feuchtigkeitsverteilung) im Außenbereiche der verschiedenen Höhleneingänge *und* in der Höhle beurteilt werden, selbst wenn auch *nur* die durch die an den Höhlenöffnungen vorbeistreichenden Außenwinde auf die Höhlenwettersäule direkt ausgeübten Sog- und Druckwirkungen in Betracht gezogen werden. Leider fehlen der Darstellung *Gressels* diesbezügliche Temperaturangaben, die Schlüsse auch auf temperaturbedingte Zirkulationsveränderungen zuließen.

Daß der Druckgradient, der zwischen zwei entfernt liegenden Höhlenöffnungen auftritt, zu Zirkulationsbewegungen (Druckausgleichstendenz) auch in Höhlensystemen größerer Ausdehnung führen muß, ist selbstverständlich. Doch wird sich bei der meist relativ sehr geringen, direkten, obertägigen Entfernung der Ausgangsöffnungen fast jedes Höhlensystems voneinander — auch bei einer labyrinthartigen, langstreckigen Entwicklung unter Tag — nur sehr selten ein solcher, wirksamer Druckgradient auf dieser Strecke entwickeln können.

Die nunmehr 40 Jahre laufenden systematischen Beobachtungen der Wetterbewegung der dynamischen Dachstein-Riesen-Eishöhle (D.R.E.) im Zusammenhang mit der jeweiligen Temperaturgestaltung am Tage und in der Höhle haben bisher einwandfrei den *primären* Einfluß des *Temperaturgradienten:* Höhlenwetter und Außenluft auf die Richtung und Intensität der Wetterbewegung erkennen lassen, wie auch die diesbezüglichen Diagramme zeigen (2).

Unter Heranziehung der erreichbaren thermischen Elemente soll daher vorerst versucht werden, die von *Gressel* beschriebenen Beobachtungen auch auf der Basis der sie begleitenden Temperaturgestaltung zu untersuchen.

Gressels erste Beobachtung im Taubenloch im Ötscher kann in dieser Richtung nicht untersucht werden, weil nähere Angaben insbesondere auch über den Ablauf der Großwetterlage und den Verlauf der Höhle selbst fehlen.

Seine *zweite* Beobachtung betrifft die Umstellung der Wetterbewegung in der E.R.W. von der bergwärtigen auf die talwärtige Richtung vom 13. auf 14. Juni 1955. Der Autor beschreibt den Ablauf des Großwettergeschehens in diesem Zeitraum folgendermaßen (auszugsweise):

„Die Außentemperaturen (welche?) lagen zwar keineswegs hoch, überschritten

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

jedoch die Höhlentemperaturen (welche?) schon fast dauernd und sanken nicht mehr unter null Grad; ein Tief lag über Nordwest- und Westeuropa, ein Hoch südlich der Alpen.

Aus dieser Druckverteilung stellte sich (am 12.) ein von Süden nach Norden gerichtetes Druckgefälle (im Alpenraum) ein, welches für die bergwärtige Zirkulationskomponente (der Höhle) *noch förderlich* war. Am 13. trat eine grundlegende Änderung der Großwetterlage ein: Vorstoß des atlantischen Hochs mit Druckanstieg gegen Osten, Entwicklung eines Tiefs über dem Mittelmeerraum. Über den Alpen erfährt der bisher Süd-Nord gerichtete Druckgradient eine Umstellung vom Norden nach Süden."

Daraus zieht *Gressel* folgenden Schluß: „Der *geographischen Lage* der Höhle entsprechend (?) wurde somit die talwärtige Zirkulationskomponente gekräftigt und setzte sich schließlich auch nach einer fast völligen Zirkulationsruhe am 13. Juni, am Folgetage endgültig durch. Damit war die Umstellung von der bergwärtigen zur talwärtigen Zirkulation vollzogen."

Diese Darstellung erweckt zweifellos den Eindruck, daß die damals eingetretene, jahreszeitlich (i. e. thermisch) bedingte Zirkulationsänderung der Höhlenwetterbewegung durch die dynamische Wirkung des sich von der Süd-Nord- auf die Nord-Süd-Richtung umstellenden Druckgradienten *ausgelöst* wurde.

Die *dritte* Beobachtung *Gressels* bezieht sich auf eine Verstärkung der talwärts gerichteten Wetterbewegung in der E. R. W. zwischen 1. und 3. Juli 1955. Der Autor skizziert die Großwetterlage und die in der Höhle angetroffenen Windverhältnisse etwa so:

1. Juli: Bei gradientenschwachen Luftdruckverhältnissen verlagerte sich ein Hochdruckgebiet über Mitteleuropa langsam gegen Osten; die Windgeschwindigkeit bei talwärtiger Richtung *in* der Höhle war an drei Stellen 7, 6 und 1 m/sec;

2. Juli: am *frühen* Vormittag, der noch keinen *thermischen* Einfluß auf die Höhlenwetterbewegung zuließ (worauf der Autor Gewicht zu legen scheint!), war die Windgeschwindigkeit in der Höhle an den gleichen Meßpunkten auf 13, 10 und 2,5 m/sec (also etwa auf das Doppelte!) gestiegen.
Wetterlage: nach Durchzug einer Störung verlagerte sich ein Hoch im Westen mit Druckanstieg auf Mitteleuropa; bei gleichzeitig fallender Drucktendenz über dem Mittelmeer ergab sich ein Nord-Süd gerichtetes Gradientengefälle, „... das im Höhlensystem eine *wesentliche* Verstärkung der talwärtigen Zirkulationskomponente bewirken mußte".

3. Juli: Infolge wieder eintretender Verflachung des Druckgradienten über Mitteleuropa wurde die bestehende Nord-Süd-Komponente der allgemeinen Zirkulation abgeschwächt.
„Trotz kräftiger Tageserwärmung und hoher Temperatur in der Mittagszeit, nahm die Windstärke in der Höhle keineswegs zu, sondern blieb unter leicht föhnigem Einfluß ... einer zunehmend dynamisch bedingten Süd-Nord-Komponente, ... annähernd auf dem gleichen Wert wie am 1. Juli."

Auch in diesem Falle wird das Anschwellen und Abklingen der Intensität der Höhlenwetterbewegung zwischen 1. und 3. Juli in ursächlichen Zusammenhang mit der dynamischen Wirkung des Umbaues des Druckgradienten gebracht.

Unter Heranziehung der erreichbaren thermischen Elemente dieser Beobachtungszeiträume soll vorerst der synchrone Temperaturgang im Höhlenbereiche so weit als möglich rekonstruiert werden.

Dazu ist folgendes vorauszuschicken: Da für den Raum der Eisriesenwelt Temperaturangaben fehlen, ist es nötig, die ähnlich gelegener Stationen heranzuziehen, und zwar die Angaben der Stationen Schmittenhöhe (1964 m Seehöhe), *Feuerkogel* (1590 m Seehöhe), Krippenstein (2050 m Seehöhe) und Schönbergalpe (1348 m Seehöhe). Diese Stationen liegen etwa 40 km westlich bzw. östlich der Eisriesenwelt, der Feuerkogel außerdem 30 km nördlich von Krippenstein-Schönbergalpe.

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Für die Beurteilung einer großräumigen Wettergestaltung können die Elemente dieser drei Örtlichkeiten wohl ohne allzu großes Fehlerrisiko miteinander in Beziehung gebracht und auf den Raum der E.R.W. angewendet werden.

Die E.R.W. liegt zwischen den Niveaus von 1640 und ± 2100 m Seehöhe, die D.R.E. (im Raum Schönbergalpe-Krippenstein) zwischen den Niveaus von 1450 und ± 1800 m Seehöhe. Aus den durch 40jährige Beobachtungen gewonnenen *Mittelwerten* der meteorologischen Elemente der D.R.E. können dieselben für den gleichartigen Typus der E.R.W. unter Berücksichtigung der bestehenden Höhenunterschiede von etwa 200 m unschwer errechnet werden.

Das langjährige Jahresmittel der Außenluft liegt im Bereich der unteren Eingänge der E.R.W. (1641 m) bei 2,8° C, der oberen Eingänge (2000/2100 m) bei etwa 0,4° C, daher für die ganze Luftsäule zwischen diesen beiden Niveaus, bei etwa 1,7° C; dieselben Mittelwerte liegen für die D.R.E. bei 4,0, 1,8 und etwa 3,5° C.

Die Höhlenwetterbewegung als *thermo-dynamischer* Effekt wird durch den Unterschied der *mittleren* Temperatur der *ganzen* Höhlenwettersäule (nicht nur der extrem niedrigen Temperatur des Basalastes) und der *ganzen* mit ihr korrespondierenden Außenluftsäule ausgelöst.

Ohne Berücksichtigung des Einflusses der Erdwärme (geothermischen Tiefenstufe) ist die mittlere Temperatur der *ganzen* Höhlenwettersäule einer dynamischen Wetterhöhle etwa gleich dem *Jahresmittel* der ihr korrespondierenden ganzen Außenluftsäule zwischen den tiefsten und höchsten Tagöffnungen des Höhlensystems (wobei in der Außenluftsäule normalerweise die niederen Temperaturen oben, die höheren unten (in der Höhlenwettersäule dagegen umgekehrt) liegen; sie beträgt daher für die E.R.W. etwa 1,7, für die D.R.E. etwa 3,5° C.

Die Dichte dieser beiden Luftsäulen wird einerseits von ihrer *jeweiligen* Temperatur, andererseits von ihrem *jeweiligen* rel. Feuchtigkeitsgehalt bestimmt, der mit kurzfristigen Ausnahmen für die E.R.W. und D.R.E. zwischen 95 und 100% liegt.

Bei den Vergleichsstationen Schmittenhöhe (1964 m), Feuerkogel (1590 m), Schönbergalpe (1350 m), zeigte sich nun zwischen dem 10. und 14. Juni folgender Temperaturgang[2]):

Zeit	Schmittenhöhe 1964 m				Feuerkogel 1590 m				Schönbergalpe 1350 m			
	Max.	Min.	Mittel	Wind	Max.	Min.	Mittel	Wind	Max.	Min.	Mittel	Wind
1955												
10. Juni	7,61	1,0	2,6	NW	11,1	1,2	4,2	SW	10,3	2,7	5,6	
11. Juni	0,3	—1,0	—0,4	S	2,0	—2,1	0,1	NW	3,9	1,6	2,7	
12. Juni	5,5	—1,1	3,1	W	10,1	—0,8	5,1	O	11,3	0,7	6,7	
13. Juni	7,0	—0,2	1,7	NO	7,3	1,8	3,5	NW	7,0	2,8	4,4	
14. Juni	1,8	—1,5	0,2	N	2,1	0,3	1,0	NW	3,0	0,6	1,4	
15. Juni	6,2	—0,5	3,3	SW	7,6	0,9	5,0	W	9,0	1,9	5,9	

keine Angaben

Die Angaben dieser Stationen geben annäherungsweise ein Bild des Temperaturganges im Bereiche der E.R.W. an den gleichen Tagen, das ohne allzu große Abweichungen von der Wirklichkeit den folgenden Untersuchungen zugrunde gelegt werden kann.

Einige hundert Beobachtungen ergaben, daß bei der D.R.E. die Umkehr der Wetterbewegung meistens bei etwa 5,5° C, also bei einer Temperatur *über* dem Jahresmittel

[2]) Die Station Krippenstein war zu dieser Zeit außer Betrieb.

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

der Außenluftsäule einsetzt. Den Temperaturtabellen, die *R. Oedl* und *E. Hauser (3)* von der E.R.W. veröffentlichten, ist zu entnehmen, daß *höhlenauswärts* gerichtete Windbewegungen bei Außentemperaturen von 1,6, 3,8, 8,0, 9,5, 13,5° C und *höhleneinwärts* gerichtete, im Bereich über der 0,0°-C-Grenze, bei solchen von 0,4, 1,5, 1,8, 4,2° C beobachtet wurden (3).

Dabei fielen die *extremen* Temperaturen des Richtungswechsels bei der E.R.W. (1,6° C bei talwärtiger und 4,2° C bei bergwärtiger Wetterbewegung) auf den 1. und 8. April, somit in eine Zeit, in der *normalerweise* ein heftiger und ununterbrochener Wechsel der Wetterbewegung an der Tagesordnung ist, der durch die thermische Turbulenz in der Außenluft ausgelöst wird. Man kann daher, nach den durch die Lage der E.R.W. bedingten niedrigeren Außentemperaturen, in analoger Anwendung des für die D.R.E. gefundenen normalen „*Schwellenwertes*" für die Wetterinversion von etwa + 5,5° C, diesen für die E.R.W. mit etwa 2,3° C ansetzen.

Daraus ergibt sich aus den Tagesmitteln der oben tabellierten Temperaturen der Vergleichsstationen, daß im Bereich der E.R.W. die Tagesmittel der Außentemperaturen wahrscheinlich

am 10. Juni mit etwa 4,1° C über dem Schwellenwert
am 11. Juni mit etwa 0,8° C unter dem Schwellenwert
am 12. Juni mit etwa 4,9° C über dem Schwellenwert
am 13. Juni mit etwa 3,2° C nächst dem Schwellenwert
am 14. Juni mit etwa 0,86° C unter dem Schwellenwert
am 15. Juni mit etwa 4,7° C über dem Schwellenwert

lagen.

Dies hätte, rein theoretisch, nach den bei der D.R.E. und E.R.W. bisher gefundenen Regeln für die Wetterbewegung am 10., 12. und 15. eine talwärtige, am 11. und 14. eine bergwärtige Wetterbewegung zur Folge haben müssen, während am 13. unter dem Einfluß der Trägheit der Höhlenwettersäule und des abklingenden Temperaturgradienten zwar vielleicht noch eine talwärtige, jedoch im Abflauen begriffene Wetterbewegung zu erwarten gewesen wäre.

Ohne Zweifel muß sich jedoch am 14. unter dem Einfluß des starken Absinkens der Außentemperatur, wobei selbst die Tagesmaxima der Vergleichsstationen auf 1,8, 2,1 und 3° C fielen, wieder eine bergwärtige Wetterbewegung, allenfalls über eine vorausgehende Stillstandsperiode, *als unabdingbare Folge ausschließlich der thermischen Entwicklung vorbereitet haben.* Eine andere Entwicklung der Höhlenwetterbewegung würde allen jahrzehntelangen Beobachtungen und Erfahrungen in diesem Punkte widersprechen.

Nun sagt der Bericht *Gressels* aus, daß „... am 12. Juni ... sich ein vom Süden nach Norden gerichtetes Druckgefälle einstellte, welches für die bergwärtige Zirkulationskomponente noch förderlich war".

Es wurde demnach am 12. (die Tageszeit ist leider nicht angegeben) trotz einer Außentemperatur von etwa 4,9° C *noch* bergwärtige Wetterbewegung festgestellt. Diese war zweifellos schon am 11. durch die in allen Höhen herrschenden, sehr tiefen Temperaturen: Zugspitze —6, Schmittenhöhe —0,4, Feuerkogel 0,1, Schönbergalpe 2,9, Radiosonde Wien 2 (1500 m), —1 (2000 m), —4° C (3000 m) ausgelöst worden. Sie konnte sich allenfalls bis in den 12., trotz Ansteigen der Temperatur in *tieferen* Lagen (Schmittenhöhe 3,1, Feuerkogel 5,1, Schönbergalpe 5,2° C), noch erhalten, weil *einerseits* erfahrungsgemäß die einmal in Bewegung befindliche Höhlenwettersäule infolge ihrer Trägheit geraume Zeit braucht, um von einer in die andere Bewegungsrichtung umzuspringen — was, wie weiter unten dargestellt wird, für die E.R.W. infolge ihres morphologischen Aufbaues ganz besonders ins Gewicht fällt —, andererseits in größeren Höhen noch immer sehr tiefe Temperaturen herrschten: Zugspitze —9, Radiosonde Wien 1 (1500 m), —4 (2000 m), —10° C (3000 m). Es scheint daher keineswegs ausgeschlossen, daß auch am 12. über dem Tennengebirgsplateau eine *kalte* Luftmasse lag, die *ohne* Zutun des Süd-Nord-Gradienten, rein *thermisch*, die bergwärtige Wetterbewegung wenigstens während eines Teiles des 12. noch aufrecht erhielt. Daß sich diese

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

im Laufe des 12. abschwächen mußte, ist in der an den unteren Eingängen der Höhle wegen des sich hier im Laufe des Tages vergrößernden Temperaturgradienten zwischen Außen- und Innentemperatur und der sich daraus entwickelnden Tendenz der Höhlenwettersäule zu einer *talwärtigen* Wetterbewegung vollauf begründet. Diese mag jedoch zur Beobachtungszeit noch nicht stark genug gewesen sein, um sich aktiv und sichtlich durchzusetzen und die ganze Höhlenwettersäule zu erfassen. Gleiche Beobachtungen wurden bei ähnlichen thermischen Situationen wiederholt bei der D.R.E. gemacht und auch beschrieben (*R. Saar*, 2, 1/2, S. 41). Es darf in diesem Zusammenhang auch vermerkt werden, daß am 12. Juni trotz des Süd-Nord gerichteten Druckgefälles die Winde im Alpenraum aus dem West-Nord-Ost-Sektor, nicht aber aus dem der bergwärtigen Wetterbewegung angeblich förderlichen West-Süd-Ost-Sektor wehten, wie die Wetterkarten zeigen.

Am 13. bahnte sich eine allgemeine starke Erwärmung in allen in Frage kommenden Schichten der Atmosphäre an, die sich insbesondere auch in größeren Höhen — so auf der Zugspitze durch eine Temperatursteigerung von —9 auf —3, über Wien (Radiosonde) durch eine solche von 1 auf 8 in 1500 m, von —4 auf 4 in 2000 m und von —10 auf —1° C in 3000 m — bemerkbar machte, in mittleren Höhen zwar von einem geringen Temperaturabstieg begleitet war, der jedoch im Bereich der E. R. W. *noch nicht* unter den „Schwellenwert" sank. Daraus resultierte eine für den Beginn einer talwärtigen Wetterbewegung thermisch absolut eindeutige Temperaturlage, die, wie auch *Gressel* andeutet, nach der obligaten Wetterstockung tatsächlich eintrat, trotzdem nach den Wetterkarten am 13. über dem Alpengebiet südwestliche bis südöstliche Winde wehten, die nach der „geographischen Lage" der Höhle die *talwärtige* nord-südliche Zirkulationskomponente der Wetterbewegung keinesfalls kräftigen konnten.

Über die Wetterbewegung am 14. liegen keine bestimmten Angaben vor; *Gressel* erwähnt nur, daß sich die talwärtige Zirkulationskomponente am Folgetage durchsetzte.

Das dürfte auch für den Anfang des 14. unter Berücksichtigung der Wetterträgheit noch stimmen; im Laufe des 14. trat jedoch eine kräftige Temperaturumstellung ein (siehe Tabelle), die auch auf der Zugspitze Temperaturen von —8 und bei Radiosonde Wien solche von 3 (1500 m), 0 (2000 m), —7° C (3000 m) brachte, so daß an einer nochmaligen bergwärtigen Inversion der Höhlenwetterbewegung an diesem Tage nicht zu zweifeln ist, auch wenn sie zur Zeit der Beobachtung noch nicht feststellbar war.

Es sind somit unter Berücksichtigung der feststellbaren thermischen Situation keine direkten Anzeichen vorhanden, die darauf schließen lassen, daß die im Beobachtungszeitraum herrschende Wetterbewegung nur eine Folge der Druckgradientengestaltung war und erst durch diese ausgelöst wurde.

Betrachten wir nun unter denselben Gesichtspunkten die zweite von *Gressel* in der Zeit vom 1. bis 3. Juli gemachte Beobachtung, die nach ihm „... *eindeutig die Auswirkung dynamischer Vorgänge bestätigt* ...".

Wie sah die thermische Situation in der Atmosphäre während der Beobachtungstage Anfang Juli aus? Die Vergleichsstationen geben die in der beigefügten Tabelle (S. 39) enthaltenen Werte bekannt.

Die Thermogramme der Stationen Krippenstein und Schönbergalpe zeigen überdies für 29. und 30. Juni noch niedere Tagesmittel (Krippenstein 6,5, 6,1, Schönbergalpe 11,2, 9,3° C). Die Tagesschwankungen waren gering, die Mittagsspitzen sehr flach. Bei dieser Temperaturlage muß die talwärtige Wetterbewegung, auch die der E.R.W., noch ziemlich gering gewesen sein. Sie steigerte sich am 1. Juli auf etwa normale Werte infolge der in der Mittellage auf durchschnittlich 9,5° C angestiegenen Außentemperatur, auf rein *thermischer* Grundlage infolge des nicht übermäßigen Anwachsens des Temperaturgradienten Außenluft—Höhlenwetter.

Am 2. Juli zeigt sich jedoch bei *allen* Vergleichsstationen (siehe Tabelle) ein weiterer Temperaturanstieg in allen Höhen; so insbesondere auf der Zugspitze von —1 auf 3° C und auch bei der Radiosonde Wien zwischen 1500 und 3000 m um durchschnittlich 3,3° C. Auch in den Mittellagen beträgt die Temperaturerhöhung durchschnittlich 3,5° C. Diese Temperatursteigerung trat schon am *frühen* Morgen ein; die Zugspitze meldete bereits um 7 Uhr 3° C; die Thermogramme der Sta-

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Temperaturen verschiedener Vergleichsstationen zwischen 1. und 6. Juli 1955

Datum	Zugspitze 2880 m	Schmittenhöhe 1680 m			Feuerkogel 1590 m			Schönbergalpe 1458 m			Krippenstein 2050 m			Radiosonde Wien		
	7 Uhr	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	1500	2000	3000
1. Juli	—1,0	13,8	6,5	9,9	13,3	6,0	8,9	12,1	4,0	8,1	16,8	8,0	11,2	7,0	3,0	—2,0
2. Juli	3,0	16,0	9,1	12,9	17,7	9,9	14,5	17,0	9,5	12,3	18,6	10,5	14,3	10,0	5,0	2,0
3. Juli	4,0	15,4	9,7	11,4	20,3	9,1	14,8	16,0	5,0	12,2	22,5	11,0	15,4	13,0	10,0	4,0
4. Juli	1,0	14,6	6,1	8,2	13,9	7,5	10,3	10.3	4,0	7,0	17,7	10,5	13,8	13,0	8,0	3,0
5. Juli	—3,0	7,8	2,2	5,5	8,8	3,8	5,3	11,8	1,2	3,5	12,0	7,0	9,3	8,0	4,0	—1,0
6. Juli	—4,0	3,9	1,0	2,0	4,6	2,4	3,1	2,3	1,2	1,9	7,0	4,4	5,7	6,0	0,0	—4,0

tionen Krippenstein und Schönbergalpe zeigen in der Nacht vom 1. auf 2. nur ein geringes Absinken der Tagestemperatur um kaum 3° C und bereits ab 4 Uhr ein starkes Ansteigen bis etwa maximal 20° C um 14 Uhr.

Es ist daher nicht verwunderlich, wenn die dadurch in der Nacht vom 1. auf 2. eingetretene weitere Versteilung des Temperaturgradienten Höhlenwetter—Außenluft (insbesondere im Plateauniveau der Kalkhochalpen) bereits in den Morgenstunden des 2. die talwärtige Wetterbewegung der E.R.W. auf *thermischer* Basis *merklich* steigerte. Es bedurfte dazu unseres Erachtens nach keiner zusätzlichen dynamischen Wirkung eines Nord-Süd gerichteten Druckgradienten.

Am 3. flaute die Windbewegung der Höhle wieder auf die Werte des 1. ab. Während in den Höhenlagen um 3000 und über Wien die Temperatur noch anstieg, blieb sie in den Mittellagen der Bergstationen jedoch praktisch stabil.

In diesem Falle könnte es allerdings fraglich sein, ob dieses Abklingen der Wetterbewegung in der E.R.W. einem thermischen oder dynamischen Einfluß zuzuschreiben ist. Tatsächlich bildete sich am 2. unter Druckfall über West- und Nordeuropa eine Süd-Nord gerichtete Komponente über dem Alpenraum aus, die der talwärtigen Wetterbewegung in der Höhle *entgegengesetzt* verlief.

Anderseits war am 3. — außer einer sehr kurzen mittäglichen Insolationsspitze — die Außentemperatur nicht höher als am 2. Der Temperaturgradient Höhlenwetter—Außenluft hatte sich aber wohl, erfahrungsgemäß, unter dem Einfluß der heftigen talwärtigen Wetterbewegung am 2. — bei fast gleichbleibender Außentemperatur — durch eine leichte „Aufheizung" der Höhle, zurückzuführen auf das kräftige Einströmen warmer Außenluftmassen bei den oberen Öffnungen, *etwas* abgeschwächt, was zu einem Abklingen der Wetterbewegung aus thermischen Voraussetzungen führen mußte. Schließlich strebt jede Höhlenwetterbewegung einen Temperaturausgleich zwischen Höhlenwetter- und Außenluft an. Für diese Beobachtung *Gressels* bleibt daher die Frage der thermischen oder dynamischen Beeinflussung der Wetterbewegung zumindest noch offen.

Die Abgrenzung des *dynamischen Einflusses* eines durch eine Großwetterlage bedingten Druckgradienten von dem des jeweils gegebenen *thermischen Wirkungsfaktors* auf die Wetterbewegung einer Höhle kann daher unseres Erachtens nach nur unter gleichzeitiger Ermittlung und Berücksichtigung der genauen Temperaturverhältnisse, der *lokalen* Windbewegungen und — wegen ihrer starken Labilität und Veränderlichkeit — nur unter Bedachtnahme auf die mit dem Zeitpunkt der Beobachtung *synchronen* sonstigen Faktoren, nicht nur der Großwetterlage, sondern auch der regionalen Kleinklimalage, erfolgversprechend durchgeführt werden. Sporadische Einzelbeobachtungen dürften hier kaum zum Ziele führen. Nur Serienbeobachtungen, bei denen insbesondere Richtungs- und Stärkeschreiber für die Bewegung der *Außenluft* im Bereich der

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Höhleneingänge und für die Wetterbewegung in der Höhle selbst eingesetzt werden, können im Laufe der Zeit brauchbare Unterlagen zur Aufschlüsselung dieses Fragenkomplexes liefern. Das Speläologische Institut beabsichtigt diesbezügliche Beobachtungen mit Einsatz der nötigen Autographen *im Bereich der D.R.E.* einzuleiten[3]).

Daß lokale Tal- und Bergwinde, die in fast rhythmischem Ablauf an Berghängen aufzutreten pflegen, an den Höhlenöffnungen, die in ihnen liegen und von jenen Winden bestrichen werden, Sog-(und Druck-)wirkungen auf die Höhlenwettersäule ausüben, ist lange bekannt und für viele Höhlen wiederholt beschrieben worden. (Siehe die Literaturangaben 1, 2, 3, 4, 5[4]).)

An der D.R.E., deren unterer Eingang am Nordabfall der Dachsteinhochfläche etwa 500 m unter der Plateaukante liegt, konnte bei Auftreten von Föhn, der als kräftig-böiger Fallwind das Steiltal der Schönbergalpe herabstürzt und hier unmittelbar am Höhlenmund vorbeistreicht, wiederholt eine *Steigerung* der *talwärtigen* Wetterbewegung beobachtet werden, obgleich dabei die ausgesprochene Süd-Nord-Windrichtung, bei dem, ansteigend, von Südwest gegen Nordost gerichteten Verlauf dieser Höhle, einer *talwärtigen* (also *südwärts* gerichteten) Wetterbewegung in ihr nach Gressel eher *abträglich* sein müßte. Es müssen daher in diesem Falle außer der gleichzeitigen Versteilung des Temperaturgradienten Sogwirkungen am unteren Höhleneingang als Ursache der Verstärkung der obwaltenden Wetterbewegung angenommen werden. Niemals wurde jedoch beobachtet, daß — außer bedingt durch gleichzeitige *thermische* Verhältnisse — eine talwärtige Wetterbewegung durch Föhneinbruch in eine bergwärtige „invertiert" wurde, was zweifellos hätte eintreten müssen, wenn das bei dieser Wetterlage auftretende Süd-Nord gerichtete, oft sehr steile Gradientengefälle für sich *allein* eine Richtungsänderung der Höhlenwetterbewegung auszulösen imstande gewesen wäre.

Ebenso können die infolge der geographischen Lage von Tälern regelmäßig in ihnen auftretenden, richtungsgebundenen *„Kanalwinde"* die Höhlenwetterbewegung in ihrem Bereich positiv oder negativ beeinflussen, wenn Höhleneingänge an ihrem Strombett liegen.

Es kann daher der Feststellung *Gressels* zu der Beobachtung, daß *nach* Sonnenuntergang mitunter die Wetterbewegung an Stärke zunimmt und somit, „... daß auch hier nur *dynamische* Vorgänge als *auslösendes* Moment in Betracht kommen, ... denn nach Sonnenuntergang kann von einem Einfluß der Thermik als Grund für die zunehmende Höhlenzirkulation nicht mehr gesprochen werden ...", nur insoweit zugestimmt werden, als es sich bei dem angeführten Beispiel wohl um eine *Beeinflussung* einer schon bestehenden, thermisch bestimmten Richtungskomponente durch Druck- oder Sogwirkung *lokaler* Außenwinde, nicht aber um die *Auslösung* heterogener Bewegungsimpulse durch die Änderung der *Großwetterlage* handeln kann.

[3]) Inzwischen wurde bereits im unteren Eingang der D.R.E. vom Speläologischen Institute ein Windrichtungsschreiber eingebaut, der Richtung und Intensität der Höhlenwetterbewegung im unmittelbaren Zusammenhang mit den Temperaturen auf der Hochfläche (obere Höhleneingänge) und der Schönbergalpe (unterer Höhleneingang) registriert. Die Aufzeichnungen dieser Autographen, die bereits Höhlenwetterbewegung und Temperaturgang von etwa 200 Tagen *synchron* darstellen, erweisen sich als außerordentlich aufschlußreich.

Obwohl die Auswertung dieser Aufzeichnungen noch geraume Zeit in Anspruch nehmen wird, da sie auch zu der aus den täglichen Wetterkarten ersichtlichen jeweiligen *Großwetterlage* in Beziehung gebracht werden müssen, kann schon jetzt mit *Sicherheit* ausgesagt werden, daß sie die hier ausgeführte Annahme *vollauf* bestätigen.

Die Ergebnisse dieser noch weiter laufenden Untersuchungen, die auch verschiedene neue Erkenntnisse über die Höhlenwetterbewegung erbringen dürften, werden seinerzeit veröffentlicht werden.

[4]) Wie stark solche Sogwirkungen sich auch auf kleine Hohlräume auswirken können, berichtete *N. Untersteiner* in „Wetter und Leben", Zeitschrift für praktische Biometeorologie, Jg. 7, H. 7, Wien 1955 („Sogwirkungen an einer Biwakhöhle im Hochgebirge").

Der Autor berichtet über Beobachtungen in einer Biwakhöhle in 3600 m Seehöhe bei Sturm von etwa 100 km/h. Die Höhle war bis auf ein Luftloch von etwa 15 cm Durchmesser gegen außen abgeschlossen.

Es trat ein Vibrieren und Schütteln des Luftkörpers im Biwakraum und ein Knacken und Knistern in den Kopfnebenhöhlen der Belegschaft ein. Der verschieden starke Sog am Luftloch erzeugte im Innern der Höhle Druckdifferenzen, so daß die (aufgeblasenen) Luftmatrazen ruckartige Dickenveränderungen ausführten. Bei der Belegschaft traten Kopfschmerzen und Übelkeiten auf.

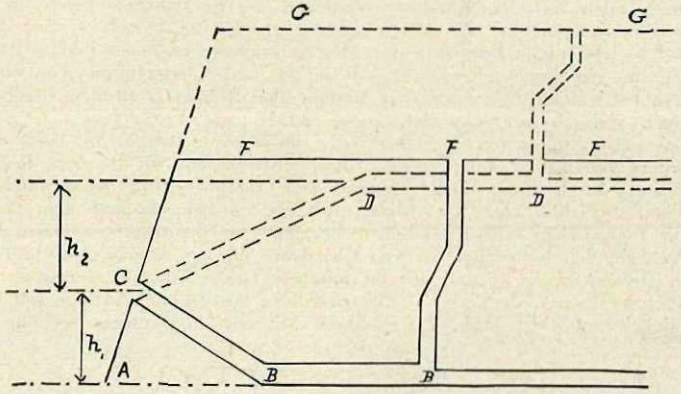
© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Die Lenkung der für den Temperaturhaushalt der dynamischen Eishöhlen wichtigen Wetterbewegung durch eine planmäßige Manipulation mit Wettertüren wurde schon vor Jahrzehnten untersucht *(G. Kyrle, R. Saar)* und wird bei der D.R.E. schon seit geraumer Zeit mit durchaus positivem Erfolg gehandhabt.

Die meteorologischen Untersuchungen in der D.R.E. zielen auch auf die Beschaffung weiterer Grundlagen für diese für den Eishaushalt der Höhlen außerordentlich wichtige Maßnahme hin.

Weiter darf insbesondere bei Betrachtung der dynamischen Vorgänge auch der Gesamtbau der jeweils untersuchten Höhle nicht außer acht gelassen werden. Und hier ergeben sich einschneidende Unterschiede zwischen der D.R.E. und der E.R.W.

Der (bekannte) dynamisch wirksame Ast der ersteren *sinkt* auf einer Länge von 350 m vom Eingang bis zum derzeit erreichten Ende des Hauptwetterweges um etwa 40 m; der der letzteren *steigt* auf einer Länge von 400 m vom Eingang um etwa 130 m an, um dann nach einer Richtungsänderung gegen Ost um 90° mehr minder horizontal bis zu den derzeit bekannten Höhlenenden zu verlaufen (siehe Abb. 1).



C B F
C D G *Schema des Baues* *der D.R.E.* *der E.R.W.*

Bei talwärtiger Wetterbewegung muß bei der D.R.E. der Kaltluftkörper in C—B um h 1 über die Schwelle C gehoben werden; bei der E.R.W. wird der Kaltluftkörper in C—D auf der schiefen Ebene (C—D) beschleunigt abfließen; es entsteht ein zusätzlicher mechanischer Bewegungseffekt.

Bei bergwärtiger Wetterbewegung wird bei der D.R.E. der kalte schwere Außenluftkörper auf der schiefen Ebene C—B in die Höhle nachdrängen; bei der E.R.W. muß er dagegen über die schiefe Ebene C—D um h 2 gehoben werden; das verlangt eine zusätzliche Arbeitsleistung gegenüber der D.R.E., und wirkt daher bremsend auf die Wetterbewegung. Daraus folgt, daß bei der E.R.W. die Intensität der talwärtigen, bei der D.R.E. die der bergwärtigen Wetterbewegung stärker ausgeprägt sein muß.

Diese steigenden bzw. fallenden Höhlenstrecken sind mit Eis ausgekleidet und zeigen die niedrigsten Temperaturen (Jahresmittel etwa —2,5 bzw. — 3,5° C). An den unteren Eingängen ist daher *der Temperaturgradient* Außenluft—Höhlenwetter bei allen für die talwärtige Wetterbewegung in Betracht kommenden Außentemperaturen (theoretisch bei allen Temperaturen über dem Jahresmittel) am *größten*, die Bereitschaft zu einer solchen Wetterbewegung daher am *stärksten*.

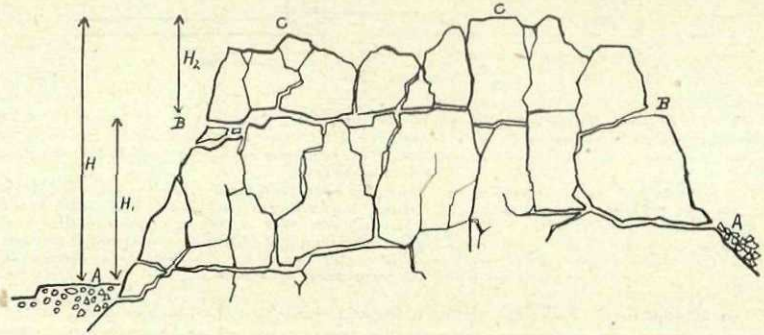
Damit die hier aus dem Temperaturgradienten entstehenden Kräfte die Höhlenwettersäule tatsächlich in Bewegung setzen können, muß bei der D.R.E. der im eisführenden Höhlenteil liegende, schwere *Kälteluftsee* um etwa 40 m über die Schwelle des Eingangs *gehoben* werden, um abfließen zu können, während bei der E.R.W. der im vereisten Teile aufgetürmte 130 m hohe *Kälteluftberg* auf der schiefen Ebene seines Eisuntergrundes sehr leicht in immer schnelleres Abgleiten gerät, die rückwärtige

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Höhlenluftsäule mit sich reißend. Im ersten Falle sind daher weitaus größere Kräfte als im zweiten nötig, um die durch den Temperaturgradienten Außenluft—Innenluft gestörte statische Situation der Höhlenwettersäule in Bewegung umzuwandeln.

Unter analogen thermischen Verhältnissen wird die talwärtige Wetterbewegung in der E.R.W. daher bereits viel früher als bei der D.R.E. einsetzen und sich auf der schiefen Abgleitebene des Eisbodens aus rein mechanischen Gründen steigern, während die Bremswirkung des Hebevorganges an dem Kälteluftsee bei der D.R.E. retardierend und bremsend auf die talwärtige Höhlenwetterbewegung wirkt. Diese Begleitumstände sind bei der Betrachtung der jeweiligen Wetterbewegung der beiden Höhlen unbedingt ins Kalkül zu ziehen.

Schließlich muß in diesem Zusammenhang noch auf ein anderes Moment verwiesen werden, das zweifellos bei meteorologisch-physikalischer Betrachtung vieler dynamischer Wetterhöhlen zu berücksichtigen sein wird. Die großen dynamischen Wetter- und Eishöhlen der nördlichen Kalkhochalpen liegen durchwegs im oberen Drittel der Höhe des Gebirges (vom Talgrund aus gemessen) und gehören ihrer Lage und Entstehung nach alten tertiären Karstwassersystemen an. Sie wurden durch die Hebung der Gebirge in jungtertiärer Zeit trockengelegt, gleichzeitig jedoch in das, durch die hiebei erfolgte tektonische Beanspruchung des Gebirgskörpers entstehende, weitverzweigte und tief in ihn einschneidende ± vertikale Kluft- und Verwerfungssystem einbezogen, das den früheren ziemlich horizontalen Verlauf der Höhlen jetzt nicht nur oft stört, sondern auch vielfach nur schneidet. Dieses Kluft- und Verwerfungsnetz reicht, zusammenhängend, mitunter von der Oberfläche des Gebirges bis in die Basis des Kalkgesteinskörpers hinab und kommuniziert hier, insbesondere im Bereich des heutigen Vorflutniveaus, durch horizontale, jüngere oder rezente, mehr oder minder aktive Wasserstollen, Schicht- oder Kluftfugen mit der Außenwelt und dem Außenluftkörper. Die thermischen und dynamischen Vorgänge, die heute an einzelnen der hochalpinen Wetterhöhlen beobachtet werden, sind daher nur ein *kleiner* Ausschnitt aus der komplexen *Gesamtzirkulation* und der thermischen *Gesamtsituation*, denen der *Gebirgskörper* in seiner ganzen *vertikalen* und *horizontalen* Ausdehnung infolge seiner totalen Wetterwegigkeit unterliegt (Abb. 2). So kann z. B. eine in mittlerer Seehöhe gelegene



Schematische Darstellung eines gehobenen Gebirgsstockes mit einem rezenten (A) und einem fossilen (B) Karstwasserhorizont.

A = heutiges Vorflutniveau, rezentes Karstwassersystem (Wasserhöhlen)
B = paläohydrographisches (tertiäres) Karstwassersystem (Trockenhöhlen)

Das Gebirge ist in seiner ganzen Höhe (A—C) von Klüften, Verwerfungszonen, Spalten und Schächten zerhackt, die alle wasser- und windwegig sind. Sie durchschneiden an vielen Stellen die alten ± horizontal angelegten Karstwassergefäße bei B. Diese sind dynamische Wetter- (oft Eis-)höhlen. Ihre Wetterzirkulation wird jedoch nicht nur von H_2, sondern auch von H_1 bestimmt, da die Wetterbewegung des ganzen Gebirgsstockes wesentlich von H abhängt. Die alten Karstwassergefäße sind daher nicht für sich allein bestehende dynamische Systeme, sondern nur Teile des, den ganzen Gebirgsstock beherrschenden — meist nicht zugänglichen —, dynamischen Kluftsystems. Sie sind in bezug auf H_2 Basis, in bezug auf H_1 Firstschenkel ± dynamischer Teilsysteme, in bezug auf H ± unselbständige, indifferente Wetterwege.

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

dynamische Wetterhöhle in bezug auf ihre Überdachung der *Basisschenkel*, in bezug auf den unter ihr liegenden Teil des Gebirgskörpers der *Firstschenkel*, schließlich auch nur ein *Stockwerk* zwischen dem tiefer gelegenen Basisteil und dem höher gelegenen Firstteil eines dynamischen Systems sein. Daher wird die Zirkulation, Intensität und Richtung der Wetterbewegung einer an ein solches wetterwegiges Kluftsystem angeschlossenen Höhle vielfach nicht nur von Faktoren beeinflußt, die sich allein und unmittelbar aus *ihrer* Lage, Konfiguration und den an *ihr* direkt beobachteten meteorologisch-psysikalischen Elementen ergeben, sondern auch von gleichgearteten Einflüssen gesteuert, denen das *ganze* Gebirgsmassiv unterliegt. So dürfte z. B. die Beobachtung, daß bei der D.R.E. die Wetterinversion bereits bei höheren Temperaturen, als die mittlere Jahresaußentemperatur einsetzt, damit erklärt werden können, daß zwar nicht im unmittelbaren Bereich der befahrbaren und daher der Beobachtung zugänglichen Evakuation, wohl aber in dem durch das tektonische Kluftnetz aufgeschlossenen Kern des Gebirgsstockes die geometrische Tiefenstufe bereits durch höhere Gesteinstemperaturen, als das Jahresmittel der Außenluft ist, in Erscheinung tritt; außerdem, daß aber auch in dem, das Liegende der betrachteten Höhle bildenden Teil des Gebirgskörpers, schon wegen seiner geringeren Seehöhe an und für sich höhere Jahresmitteltemperaturen herrschen, wodurch der Schwellenwert für die Inversion der Wetterbewegung des *Luftkörpers, der den ganzen Gebirgsstock* durchflutet, gemäß den thermischen Regeln für die Wetterbewegung in ihm, naturgemäß höher liegt, als es die mittlere Jahresaußentemperatur im Bereich der untersuchten, hochgelegenen Höhlen erwarten läßt. Die durch das *unbefahrbare* Kluftsystem des ganzen Gebirgskörpers vor sich gehende Wetterbewegung beeinflußt thermisch und dynamisch auch die partielle Wetterbewegung in einem befahrbaren Höhlensystem auf Grund noch anderer, als der direkt an diesem beobachteten Wirkungselemente. Darauf wird bei künftigen Beobachtungen von meteorologisch-physikalischen Vorgängen in dynamischen Wetterhöhlen Bedacht zu nehmen sein.

Daß jedoch die dynamische Wirkung des *Druck*gradienten in der Außenluft nicht von ausschlaggebender, insbesondere nicht von richtungsbestimmter Bedeutung für die Wetterbewegung einer Höhle sein kann, dafür spricht wohl noch folgende unbestrittene Tatsache. Wie schon gesagt, verlaufen die Achsen der dynamisch aktiven Teile der D.R.E. und der E.R.W. von SW nach NO (bzw. von S nach N), bei Exposition des unteren Einganges gegen SW (bzw. S). Gerade im Winter, in dem die für die Entwicklung des Eishöhlenhabitus so bedeutsame, bergwärtige (Süd-Nord gerichtete) Höhlenwetterbewegung typisch und konstant ist, entwickelt sich häufig ein über Mitteleuropa lagernder, stabiler Hochdruckkern, der ein Nord-Süd gerichtetes Gradientengefälle verursacht, dem auch nach den Wetterkarten meist westliche, nördliche, bis östliche, aber fast keine Winde mit *südlichem* Richtungseinschlag entsprechen (z. B. 1928/29, 1955/56). Die Hauptrichtungsbewegung der Außenluftmasse verläuft daher der *Süd-Nord* gerichteten, thermisch bedingten, typisch winterlichen Höhlenwetterbewegung gerade entgegengesetzt, ohne daß jene nach den bisherigen, langen Beobachtungen auch nur einmal stark genug gewesen wäre, *ohne Eintritt der hiefür nötigen thermischen Umschichtung*, diese in eine gleichsinnige, *Nord-Süd* gerichtete, in den Höhlen umzulenken. Es wurde vielmehr gerade in den kältesten Wintern, trotz dem vorherrschenden Nord-Süd gerichteten Druckgradientengefälle, stets die stärkste *bergwärtige* (Süd-Nord gerichtete) Höhlenwetterbewegung beobachtet.

Wenn überhaupt, können unseres Erachtens nach die Großwetterlage — abgesehen von ihrer thermischen Entwicklung — und die sie begleitende Druckgradientenrichtung die Höhlenwetterbewegung nur in untergeordnetem, keinesfalls in entscheidendem, Ausmaße beeinflussen oder gar auslösen. *H. Aulitzky* (5) hat für die Beobachtungsstation Obergurgl angegeben, daß z. B. der Anteil der Gradientenwinde an der lokalen Hangwindbewegung — in freier Atmosphäre — mit etwa höchstens 30% geschätzt werden kann. Um wie viel geringer muß daher der Anteil der Gradientenwinde an der Höhlenwetterbewegung sein, die sich größtenteils in engen Gang-, Kluft- und Spaltensystemen abwickelt, die äußeren atmosphärischen Einflüssen viel weniger zugänglich sind als lokale Luftkörper der freien Atmosphäre.

Die vorstehende Skizze, der jede Polemik ferneliegt, und die *Gressels* erstmaligen

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Hinweis auf die Möglichkeit der Beeinflussung der Höhlenwetterbewegung durch die jeweilige Großwetterlage durchaus anerkennt, soll nur einerseits dartun, wie außerordentlich verwickelt und schwer entflechtbar die einzelnen, an der Höhlenwetterbewegung wirksamen Faktoren sind, und andererseits einige Hinweise für das weitere Studium dieser Naturerscheinung aufzeigen, wobei nicht übersehen werden darf, daß, bis zu einem gewissen Grade, jede Höhle ein *Individuum* für sich ist, in dem auch die meteorologisch-physikalischen Vorgänge in bestimmten Grenzen nur nach individuellen Voraussetzungen ablaufen[5]).

Schrifttum:

Bock H.: „Mathematisch-physikalische Untersuchungen der Eishöhlen und Windröhren", in „Die Höhlen im Dachstein", Bock, Lahner, Gaunersdorfer, Graz 1913.

Saar R.: „Beiträge zur Metereologie der dynamischen Wetterhöhlen", Mitteilungen der Höhlenkommission, 1953, H. 1, Wien 1954.

— „Meteorologisch-physikalische Beobachtungen in der Dachsteinrieseneishöhle, I. Bericht", in „Die Höhle", 5, 3/4, Wien 1954.

— „Die Dachsteinrieseneishöhle nächst Obertraun und ihre Funktion als dynamische Wetterhöhle", Jahrbuch des oberösterreichischen Museal vereines, 100. Bd., Linz 1955.

— „Die Dachsteinrieseneishöhle im Katastrophenjahr 1954", Mitteilungen der Höhlenkommission, 1953, H. 2.

— „Eishöhlen, ein meteorologisch-geophysikalisches Phänomen", Geografiska Annaler, Jahrgang 38, H. 1, Stockholm 1956.

Hauser E. und *Oedl R.:* „Die große Eishöhle im Tennengebirge in Salzburg. V. Eisbildungen und meteorologische Beobachtungen", Berichte der österreichischen Bundeshöhlenkommission, Wien 1923.

Trombe F.: Traité de Spéléologie, Paris 1952.

— „Recherches souterraines dans les Pyrénées Centrales, Chapitre II", Annales de Spéléologie, tome II, Paris 1947.

Aulitzky H.: „Über die lokalen Windverhältnisse einer zentralalpinen Hochgebirgs-Hangstation", Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serie B: Bd. 4, H. 4, 1955.

[5]) Während der Drucklegung dieser Studie kam dem Verfasser ein weiterer Aufsatz *Gressels*, „Über die meteorologischen Verhältnisse in der Eisriesenwelt vom Juni bis September 1955", zur Kenntnis, der sich unter anderem auch mit der Wetterbewegung dieser Höhle im mikroklimatischen Bereich beschäftigt.

In der vorliegenden Studie kann auf diese Arbeit *Gressels* nicht mehr eingegangen werden. Es wird sich hiefür Gelegenheit anläßlich der Zusammenfassung und Auswertung der nunmehr für fünfeinhalb Jahre geschlossen vorliegenden meteorologischen Beobachtungen und Messungen des Speläologischen Institutes in und im Bereich der D.R.E. ergeben.

---

28. August bis 1. September 1957

Jahrestagung des Verbandes österreichischer Höhlenforscher in Obertraun (Oberösterreich)

Exkursionen auf das Karstplateau des Dachstein / Führungen im Hallstätter Salzberg Besuch der Karstquellen am Dachsteinfuß / Forschungen im Sarstein / Vorträge

Anmeldungen und Programme beim Verband erhältlich

1. bis 8. Oktober 1958

Zweiter Internat. Kongreß für Speläologie in Bari, Lecce und Salerno (Italien)

Auskünfte und Anmeldungen beim Verband österreichischer Höhlenforscher

---

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Die Höhle

Jahr/Year: 1957

Band/Volume: 008

Autor(en)/Author(s): Saar Rudolf Freiherr von

Artikel/Article: Zur Frage des Einflusses der Großwetterlage auf die Dynamik der Wetterhöhlen 33-44