

Mit Licht und Gewehr dringt Kyselak in das Windloch ein. Auf Ersuchen des einheimischen Führers gibt Kyselak des Echos wegen in der Höhle einen Schuß ab. Die Folgen sind recht unvorhergesehene; hierüber berichtet der Reisende:

„Die Lichter erloschen, alle Elemente, glaube ich, müßten insgesamt zugleich einstürzen. Ich vernahm kaum das Winseln meines sich losreißenden Hundes, der pfeilschnell hinausjagte, sah nur die ganze Weite wie durch Blitze durchzuckt, in Flammen, fühlte mehr als Kanonengekrach der gerüttelten Felsen und dann mein verschlagenes Gehör.“

Da Kyselak zwar Kerzen, aber kein Feuerzeug mitgenommen hatte, blieb ihm nichts anderes übrig, als durch die Finsternis der Höhlengänge sich — zumeist auf dem Bauche kriechend — zum Eingang zurückzutasten. Glücklicherweise draußen angelangt, werden sofort die Lichter erneut vorbereitet und die Höhle bei ausgiebiger Beleuchtung nochmals besucht. Die Befahrung endet bei einem Höhlensee, dessen Wasser so rein und ruhig ist, daß man, wie Kyselak schreibt, „ohne es zu bemerken, hineintritt“. Die Bergmilchüberzüge der Höhlenwand beschreibt er, indem er von „Mergeltuff“ spricht, der „angekratzt wie Mehl zu Boden stäubte“.

Beim Rückweg legt Kyselak noch eine Markierung an, um späteren Besuchern die Befahrung zu erleichtern.

Seine ausführlichen Berichte sind zweifellos ein wertvoller Beitrag zur Geschichte der Höhlenforschung im Lande Salzburg und seiner Grenzgebirge.

#### **Le visites de Kyselak dans les grottes aux environs de Salzburg (Autriche) en 1825**

Dans un livre racontant les événements intéressants d'un voyage à travers les Alpes autrichiennes en 1825, l'auteur — Kyselak — parle de quelques grottes qu'il a visitées. Il parle particulièrement du problème de l'alimentation d'une grande résurgence („Gollinger Wasserfall“) au pied d'un massif calcaire au Sud de Salzburg. L'autre pied du massif se trouve au bord du Königssee en Bavière. Kyselak croit qu'il y a une communication entre le lac et la résurgence.

## **Zur Dynamik in alpinen Höhlen**

*Von Walter Gressel (Salzburg)*

Die Erkenntnis, daß die Wetterführung in dynamischen Höhlen nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren erfolgt, konnte auf Grund rein physikalischer Überlegungen und dank zahlreicher Forschungsarbeiten schon vor relativ langer Zeit gewonnen werden. Sie erklärt, großzügig betrachtet, den Wechsel von berg- und talwärtiger Zirkulation durch die jahreszeitliche Änderung der Temperaturverhältnisse. Im folgenden sollen nun zur Dynamik in alpinen Höhlen die

meteorologischen Gesichtspunkte angeführt werden, die sowohl den Wechsel der berg- und talwärtigen Zirkulation als auch die Wetterführung im Höhleninneren unter ganz verschiedenen Gegebenheiten beleuchten.

Nachdem sich schon während der Ötscherexpedition im Sommer 1953 im Geldloch die Gelegenheit bot, zur Zeit eines Kaltfrontdurchganges mit Gewitter Dynamik und Zirkulationsänderungen in einem Höhlensystem zu verfolgen, wurden im Sommer 1955 auch in der Eisriesenwelt im Tennengebirge mehrfach eingehende Messungen und Beobachtungen zur Klärung des Problems der Höhlenwetterführung angestellt.

Bereits an Hand des erwähnten, nur kurzfristigen Vorganges im Geldloch ergab sich die nicht allzu verwunderliche Tatsache, daß für die Wetterführung eines Höhlensystems keineswegs nur die Temperaturverhältnisse maßgebend sind, sondern weitgehend auch die großräumigen Vorgänge in der Atmosphäre, z. B. Druckschwankungen und Frontalerscheinungen. In gleicher Weise zeigten die Beobachtungen in der Eisriesenwelt, daß die Zu- und Abnahme der Zirkulationsstärke sowie das Umschlagen der bergwärtigen zur talwärtigen Luftbewegung in der Höhle und umgekehrt nicht so sehr in direktem Zusammenhang mit den Temperaturverhältnissen stehen, sondern vielmehr eine Abhängigkeit von der Entwicklung des Großwettergeschehens aufweisen. Natürlich ist temperaturmäßig eine gewisse Bereitschaft der Atmosphäre als Vorbedingung für das wirksame Eingreifen dynamischer Vorgänge erforderlich; die Voraussetzung für das Umschlagen der Zirkulation ist z. B. dann gegeben, wenn die Außentemperatur gegenüber der Höhlentemperatur entsprechend tiefer absinkt oder höher ansteigt. Die Umstellung selbst jedoch wird durch dynamische Einflüsse ausgelöst, die je nach Entwicklung der Großwetterlage auftreten.

Zu dieser Erkenntnis läßt sich ein sehr einleuchtender Vergleich zwischen der Frage des Einflusses der Thermik auf die Höhlenzirkulation und der Bedeutung der Thermik und Temperaturverhältnisse im allgemeinen Wettergeschehen anstellen. In der gesamten Atmosphäre weist der jahreszeitliche Gang der Temperatur einen bestimmten Kausalzusammenhang mit der großräumigen Wetterentwicklung auf. Demnach gehört im Sommer ein Schneefall zu den Seltenheiten, und im Winter tritt kaum ein Wärmegewitter auf; im einzelnen aber gestalten dynamische Vorgänge das Wettergeschehen. Genau das gleiche Prinzip gilt im kleinen auch für die einzelnen Höhlensysteme, für welche, generell betrachtet, der jahreszeitliche Gang der Temperatur zwar eine nicht wegdenkbare Bedeutung besitzt. Im einzelnen Falle aber werden ihre *Dynamik und Bewetterung durch die Entwicklung der allgemeinen Großwetterlage bestimmt*. Es ist daher erforderlich, daß man auf Grund der neueren Erkenntnisse in der Meteorologie, die auf der Erforschung der Atmosphäre bis in große Höhen beruhen, auch in den Höhlensystemen, die durch

Klüfte und Schächte mit der allgemeinen Atmosphäre in unmittelbarer Verbindung stehen, also zweifellos einen Anschluß an das großräumige Wettergeschehen besitzen, die für die Dynamik und Wetterführung besonders in Betracht kommenden Einflüsse seitens der Großwetterentwicklung genauer untersucht.

An Hand eines kurzfristigen Vorganges konnte bereits in der Ötscherhöhle mittels Registrierungen des Luftdruckes von einigen umliegenden Beobachtungsstationen nachgewiesen werden, daß sich die Zirkulation der Höhle durch ein in der Atmosphäre auftretendes starkes präfrontales Druckgefälle — d. h. also in unserem Falle durch die aus den Wetterkarten vom 6. bis 9. Juli 1953 deutlich ersichtlichen westostwärts gerichteten Druckunterschiede vor und hinter der Kaltfront — etwa um ein Drittel erhöhte. Im ersten Windloch stieg die Luftbewegung ganz beachtlich von 3 auf 4 m/sec an und auch an einigen Engstellen im übrigen Höhlensystem konnte eine Zunahme der Wetterführung von 0,7 auf 1,0 m/sec registriert werden.

Wesentlich eingehender war es in der Eisriesenwelt möglich, der Frage der Wetterführung und Dynamik einer Höhle näherzurücken, und zwar von viel weitreichenderen Gesichtspunkten ausgehend, da die Beobachtungen zu einem frühen und gerade sehr günstigen Zeitpunkt begonnen wurden und sich über eine genügend lange Zeit erstreckten, während welcher die Auswirkungen der verschiedensten Wettervorgänge verfolgt werden konnten<sup>1)</sup>. Vor allem scheint bemerkenswert, daß die Umstellung der Zirkulation von bergwärts zu talwärts gut zu erfassen war. Sie erfolgte vom 13. auf 14. Juni, einer Zeit, in welcher die Außentemperaturen zwar keineswegs besonders hoch lagen, jedoch zwischen 1500 und 2000 m im allgemeinen die Höhlentemperatur schon fast andauernd überschritten und nicht mehr unter null Grad absanken. In diese für eine Zirkulationsumkehr ganz allgemein gegebenen, von der Jahreszeit weitgehend abhängigen und temperaturmäßig erfüllten Vorbedingungen konnten nun auch die dynamischen Vorgänge des Wettergeschehens wirksam eingreifen. So standen am 12. Juni 1955 die Nordalpen unter abschwächendem Hochdruckeinfluß; ein Tiefdruckgebiet verlagerte sich unter kräftigem Druckfall über West- bis Nordwesteuropa von den britischen Inseln südostwärts, während südlich der Alpen der Luftdruck noch im Anstieg war. Aus dieser in allen Höhenlagen gegebenen Druckverteilung stellte sich ein von Süden nach Norden gerichtetes Druckgefälle ein, welches für die bergwärtige Zirkulationskomponente noch förderlich war. Am 13. Juni jedoch vollzog sich eine grundlegende Änderung in der Großwetterlage. Nach der Ostwärtsverlagerung des über den britischen Inseln gelegenen Tiefdruckgebietes und dem Durchzug eines Höhentrogcs über Mitteleuropa er-

<sup>1)</sup> Eine eingehende Publikation wird in Kürze in der „Höhle“ erfolgen. Anm. d. Red.

folgte unter kräftigem Druckanstieg ein Vorstoß eines Ausläufers des bis in großen Höhen über dem Atlantik liegenden Hochdruckgebietes. Parallel zu dieser Entwicklung bildete sich über dem Mittelmeerraum ein schwaches Tiefdruckgebiet aus, wodurch der über den Alpen bisher südnordwärts gerichtete Druckgradient eine Umstellung in die Nord-Süd-Richtung erfuhr. 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 Folgetag endgültig durch. Damit war die Umstellung von der bergwärtigen zur talwärtigen Zirkulation vollzogen.

Als weitere Beispiele, welche ebenfalls ganz eindeutig die Auswirkung dynamischer Vorgänge bestätigen, können die Beobachtungen zwischen 1. und 3. Juli 1955 angeführt werden. Am 1. Juli war die Luftbewegung in der Höhle mit 7 m/sec beim Eingang und 6 m/sec beim Sturmsee und 1 bis 1,3 m/sec an einigen kleineren Engstellen ziemlich gering. Die Großwetterlage zeigte an diesem Tag bei gradient-schwachen Luftdruckverhältnissen ein Hochdruckgebiet über Mitteleuropa, welches sich allmählich abbauend nach Osten verlagerte. Am frühen Vormittag des 2. Juli, also zu einem Zeitpunkt, zu welchem sich noch keineswegs ein lokaler thermischer Einfluß auf die Höhlenzirkulation hätte auswirken können, war die Luftbewegung innerhalb der Höhle ganz beträchtlich angewachsen. Die Windstärke betrug beim Eingang 13 m/sec, beim Sturmsee 10 m/sec und an einigen Engstellen in den Höhlengängen 2,5 bis 3 m/sec. Ein Blick auf die einschlägigen Wetterkarten gibt uns Auskunft über die Umstellung der Großwetterlage. Ähnlich wie am 12. Juni setzte nach Durchzug einer Störung kräftiger Druckanstieg ein und ein im Westen gelegenes Hochdruckgebiet verlagerte sich nach Mitteleuropa. Während aus West bis Nordwest Druckanstieg erfolgte, wies der Luftdruck über dem Mittelmeerraum noch fallende Tendenz auf, wodurch sich über dem Alpengebiet, wie vom 13. zum 14. Juni, ein Nord—Süd gerichtetes Druckgefälle einstellte, welches im Höhlensystem der Eisriesenwelt eine wesentliche Verstärkung der talwärtigen Zirkulationskomponente bewirken mußte. Am 3. Juli war der hohe Druckgradient über Mitteleuropa wieder verflacht und damit auch die starke Nord—Süd-Komponente in der allgemeinen Zirkulation abgeschwächt. Trotz kräftiger Tageserwärmung und hoher Temperatur in der Mittagszeit nahm die Windstärke in der Höhle keineswegs zu, sondern blieb bei leicht föhnigem Einfluß unter der Einwirkung einer tagsüber zunehmenden, dynamisch bedingten Süd—Nord-Komponente infolge eines mit starkem Druckfall über West- bis Nordwesteuropa ostwärtsziehenden Tiefdruckgebietes auf einem annähernd gleich niedrigen Wert wie am 1. Juli.

Schließlich sei noch auf eine Erscheinung hingewiesen, welche in Abhängigkeit von der Orographie des Tennen- und Hagengebirges und des Salzachtales auch einen typisch dynamischen Effekt darstellt. Es

handelt sich dabei um das spontane starke Anwachsen der Windstärke in der Höhle nach Sonnenuntergang im Salzachtal, also keineswegs zu einer Zeit der höchsten Sonneneinstrahlung und Erwärmung, sondern ganz im Gegenteil. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß sich nach Sonnenuntergang die Steilwände der Kalkgebirgsstöcke sehr rasch abkühlen, die kühlere Luft ihrer Schwere folgend an ihnen verhältnismäßig schnell ins Tal absinkt und als ganz beachtlicher Taleinwind mit einer Stärke von 6 bis 7 m/sec durch das Salzachtal weht. Diese Nord—Süd gerichtete Luftströmung übt auf die Höhlencirkulation eine saugende Wirkung aus und beschleunigt somit die talwärtige Zirkulationskomponente im Höhlensystem. Allerdings tritt diese Erscheinung nur bei ungestörter Atmosphäre auf, denn nur in Fällen, wenn eine solche Lokalerscheinung frei von atmosphärischen Überlagerungsvorgängen ist, kann sie merklich zur Geltung kommen. Daß auch hier nur dynamische Vorgänge als auslösendes Moment in Frage kommen, bedarf wohl keiner weiteren Erläuterung, denn nach Sonnenuntergang kann von einem Einfluß der Thermik als Grund für die zunehmende Höhlencirkulation nicht mehr gesprochen werden.

Die bisherigen Beobachtungen über die Dynamik und Bedeutung der dynamischen Vorgänge im Großwettergeschehen für die Höhlenbewetterung lassen den Schluß zu, daß auf Grund genauer weiterer Studien der Vorgänge eine künstliche Beeinflussung der Höhlencirkulation für den Wärme- und Eishaushalt in alpinen Höhlen nicht ganz belanglos erscheinen könnte. Während sich naturbedingt in Jahren mit starker Meridionalzirkulation in der Atmosphäre bei stark ausgeprägten Nord—Süd-Gradienten auch eine stärkere Höhlenbewetterung einstellt, können auch auf künstlichem Wege durch Öffnen bzw. durch längeres Offenhalten der Eingangstüre eine intensivere Wetterführung erzielt und vielleicht auch im gegebenen Falle, namentlich in der kalten Jahreszeit, einige für die Eisbildung günstige Vorkehrungen getroffen werden. Hierzu wäre bemerkenswert, daß sich die Intensität der Zirkulation im Höhleninneren der Eisriesenwelt bei Öffnen der Eingangstüre fast um das Doppelte verstärkt. So z. B. stieg sie während einer Messung beim Sturmsee von 9 m/sec auf 17 m/sec, und bis die besagte Zirkulationsverstärkung eintrat, verging eine Minute, wobei die beim Eingang vor der Öffnung der Eingangstüre gemessene Geschwindigkeit 10 m/sec, jene beim Sturmsee 9 m/sec betragen hatte.

#### **La circulation dynamique dans les grottes alpines**

Quelques observations météorologiques dans les grottes alpines ont montré que la circulation de l'air dans les grottes dites „dynamiques“ (ce sont les systèmes à deux ou plusieurs entrées) ne dépend pas seulement du fait qu'il y a une différence de température aux deux entrées de la grotte. Cependant la circulation de l'air, sa direction et son intensité semblent être en relation avec la situation météorologique générale. Ces observations sont importantes parce que la circulation joue un rôle dominant en ce qui concerne l'augmentation et l'affaiblissement de la formation de glace dans les grottes glacées.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 1955

Band/Volume: [006](#)

Autor(en)/Author(s): Gressel Walther [Walter]

Artikel/Article: [Zur Dynamik in alpinen Höhlen 67-71](#)