

DIE HÖHLE

ZEITSCHRIFT FÜR KARST- UND HÖHLENKUNDE

Jahresbezugspreis: Österreich S 40,—
Bundesrepublik Deutschland DM 7,—
Schweiz und übriges Ausland sfr. 7,50

Organ des Verbandes österreichischer Höhlenforscher / Organ des Verbandes der Deutschen Höhlen- und Karstforscher e. V.

AUS DEM INHALT:

Isotopenphysikalische Analysenergebnisse von Kalksinter (Franke — Geyh) / Karstmorphologische und -hydrologische Beobachtungen in den Göstlinger Alpen (Nagl) / Höhlen und alte Bergbaue (Katzner) / Aus Höhlen des Toten Gebirges (Fritsch) / Höhlenbefahrungen im steirischen Salzkammergut (Ehrenberg) / Ein neuer Antisiphon aus der Steiermark (Schmid) / Höhlenschutz in Österreich (Trimmel) / Tätigkeitsberichte 1969 / Internationale Speleologie / Kurzberichte / Ankündigungen / Schriftenschau

21. JAHRGANG

MÄRZ 1970

HEFT 1

Mit der vorliegenden Nummer tritt die Zeitschrift „Die Höhle“ in das dritte Jahrzehnt ihres Bestehens. Herausgeber und Redaktion glauben, daß dies der geeignete Zeitpunkt ist, auf die reiche Entfaltung der Karst- und Höhlenkunde in den Jahren seit 1950 hinzuweisen und durch die Veröffentlichung möglichst vieler Berichte den Erfolg dieser Entfaltung zu beweisen.

Der Verband österreichischer Höhlenforscher hat sich darum um eine außerordentliche Erweiterung des Gesamtumfanges des 21. Jahrganges bemüht, die schon im vorliegenden Heft zum Ausdruck kommt. Mit besonderem Dank seien die Förderer hervorgehoben, die durch Gewährung von Zuschüssen zu den Druckkosten die Möglichkeit dazu gaben. Namhafte Subventionen gewährten:

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Wien;

Eisriesenwelt-Gesellschaft m. b. H., Salzburg;

Bundesdenkmalamt, Wien.

Darüber hinaus haben österreichische höhlenkundliche Vereine nach besten Kräften durch kleinere Zuschüsse zur Ausgestaltung der Zeitschrift beigetragen oder solche Zuschüsse in Aussicht gestellt. Eine vollständige und abschließende Spendenliste wird in einer späteren Nummer dieses Jahrganges enthalten sein.

Die Schriftleitung

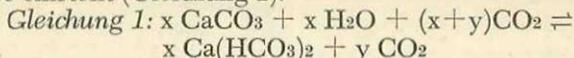
Isotopenphysikalische Analysenergebnisse von Kalksinter — Überblick zum Stand ihrer Deutbarkeit

Von H. W. Franke (Kreuzpullach) und M. A. Geyh (Hannover)

I. Grundvorstellung der ¹⁴C-Datierung von Kalksinter und exakte Methoden zur Bestimmung seiner Wachstumsdauer

Wenige Jahre nach Erscheinen der ersten Veröffentlichung über die Radiokohlenstoff-Methode von LIBBY und Mitarbeitern (1) erkannte FRANKE (3), daß sie nicht nur auf organische Proben, sondern auch auf in Tropfsteinhöhlen entstandenen Kalksinter anwendbar sein müsse.

Während die Altersbestimmung von pflanzlichen, tierischen oder menschlichen Relikten möglich wird, weil die lebenden Organismen durch die kosmische Strahlung gebildeten Radiokohlenstoff bei der Assimilation bzw. über die pflanzliche Ernährung aufnehmen, sind es beim Kalksinter geochemische Prozesse, die zum Einbau von ^{14}C führen. Die starke Anreicherung von biogenem Kohlendioxyd in den obersten Bodenzonen bis auf den 100fachen Wert der Luft — vor allem infolge der Zersetzung frisch abgestorbenen organischen Materials — führt zur Bildung von Kohlensäure in versickerndem Regenwasser. Von ihr wird der im Boden feinverteilte oder anstehende fossile Kalk zu Bikarbonat aufgelöst, wobei sich ein chemisches Gleichgewicht zwischen der freien und gebundenen Kohlensäure einstellt (Gleichung 1).



x und y sind Molkonzentrationen der freien und gebundenen Kohlensäure und genügen der Beziehung $y = K(T) x^3$. $K(T)$ ist eine temperaturabhängige Konstante (14).

Eine Störung dieses chemischen Gleichgewichts — etwa durch Entzug von Kohlendioxyd — führt zur Ausfällung von Kalk aus dem Bikarbonat und damit zur Sinterbildung. In Höhlen spielt sich dieser Prozeß ab, wenn sich zwischen der CO_2 -Konzentration der Luft und der der abtropfenden rezenten Lösung ein Gleichgewicht einstellt (2).

Der im Kalksinter „eingefrorene“ Kohlenstoff weist also neben einer ^{14}C enthaltenden biogenen Komponente auch eine fossile, radiokohlenstofffreie auf, die vom Karbonatanteil des Kalkgesteins herrührt. Die ^{14}C -Ausgangskonzentration des Kalksinters ist deshalb kleiner als die von gleich altem organischen Material. Die Größe der Verringerung wird aus dem sogenannten Verdünnungsfaktor (14) ersichtlich, der in erster Näherung vom Kohlensäurechemismus — entsprechend Gleichung 1 — abhängt. Da aber über ihn für die Vergangenheit kaum zuverlässige Angaben gemacht werden können, ist die ^{14}C -Ausgangskonzentration von altem Kalksinter nahezu immer unbekannt. Ihre Abnahme infolge des radioaktiven Zerfalls des ^{14}C kann daher nur zur Ermittlung sicherer relativer Alter, wie sie z. B. zur Berechnung von Wachstumsgeschwindigkeiten gebraucht werden, dienen. Absolute Altersangaben, die bis zu rund 45 000 Jahre vor heute reichen können, sind aus den beschriebenen Gründen mit einer Unsicherheit von ca. ± 1000 Jahren (13, 14) behaftet.

Eine sehr genaue Bestimmung der Wachstumsdauer von Stalagmiten ist in vielen Fällen durch Auszählung der in manchen Bodenzapfen erkennbaren und inzwischen als Jahresschichten identifizierten Maserungen möglich (10). Kürzeste Zeitabschnitte, die sich z. B. durch eine größere Längenwachstumsrate auszeichnen und eine besondere klimatische Gegebenheit widerspiegeln, können damit auf wenige Jahre genau bestimmt werden. Angewendet wird diese Methode seit Jahren zur Ermittlung der Wachstumsdauer von Höhlenperlen (11).

Altersabschätzungen auf Grund des Erhaltungszustandes von Stalagmiten sind immer unsicher. Dagegen können chronologische Klassifikationen von Sintergenerationen mit Hilfe der Dicken-Höhen-Verhältnisse ihrer Stalagmiten ziemlich zuverlässig sein (6, 9).

II. Speläologische Aspekte der isotopenphysikalischen Ergebnisse

Die unmittelbar mit ^{14}C -Analysen lösbaren speläologischen Fragen sind die der Wachstumsgeschwindigkeit, der Wachstumsdauer und ggfs. Wachstumsperioden von Stalagmiten. Trotz der Unsicherheit der absoluten ^{14}C -Altersangaben sind diese Werte relativ genau zu bestimmen.

Für den mitteleuropäischen Raum wurde die Wachstumsgeschwindigkeit von 30 Stalagmiten ermittelt (10). Es zeigte sich, daß während der „Warmzeitenfolge“ zwischen dem Frühglazial und dem Hochglazial der Würmeiszeit, der im süddeutschen Raum der Stillfried B-Komplex entspricht und die auch als Mittelweichselzeit (im Sinne des früher als Paudorfer Interstadial bezeichneten Zeitabschnitts) bezeichnet wird, Stalagmiten um durchschnittlich 0,1 cm/Jahrhundert gewachsen sind. Im Holozän liegt die mittlere Sedimentationsrate mit rund 1 cm/Jahrhundert um eine Größenordnung höher.

Nach den neuesten Befunden kann die Wachstumsdauer der Stalagmiten ohne Dislokalisierung der Tropfstellen bis zu einigen Jahrzehntausenden betragen. Interessanterweise wurde bisher kein Tropfstein gefunden, der Material sowohl aus dem Holozän als auch der „Warmzeitenfolge“ der Mittelweichselzeit enthielt. Die interstadialen Tropfstellen müssen sich demnach alle während der letzten Eiszeit zugesetzt haben oder zerstört worden sein.

Die altersmäßige Untersuchung der Vielfalt von Sintergenerationen mehrerer Höhlen zeigte — von individuellen Besonderheiten abgesehen — übereinstimmend, daß Stalagmiten mit großen Durchmessern im letzten Interstadial gebildet worden sind, dünne Bodenzapfen dagegen aus dem Holozän stammen. Diese Feststellung dürfte in Zukunft eine erste grobe Alterseinschätzung ermöglichen.

In diesem Zusammenhang darf nicht unerwähnt bleiben, daß in Hochgebirgshöhlen bisher keine holozäne Sintergeneration angetroffen wurde. Dagegen sind von dort Stalagmiten aus der „Warmzeitenfolge“ der Mittelweichselzeit bekannt.

Aus den gemessenen Wachstumsgeschwindigkeiten von Stalagmiten ergeben sich einige wichtige Konsequenzen für die ^{14}C -Altersbestimmung von Kalksinter (4). Da für jede Analyse minimal 10 g Kalk benötigt werden, die im allgemeinen in etwa 1 cm dicken Scheiben enthalten sind, beträgt die durch die Probenentnahme bedingte Altersunsicherheit für das Holozän rund ± 50 Jahre, für die „Warmzeitenfolge“ der Mittelweichselzeit um ± 500 Jahre. Der Aussagegehalt der ^{14}C -Ergebnisse

wird dadurch aber kaum geschmälert, weil ihre statistischen Fehler in derselben Größenordnung liegen. Anders ist die Situation bei Sinterdecken, deren Wachstumsgeschwindigkeit weit unter den genannten Werten von Bodenzapfen liegt. Stalaktiten, die häufig schneller als Stalagmiten wachsen, haben andererseits einen zu komplizierten Aufbau, um eine altersmäßig gesicherte Probenentnahme zuzulassen.

III. Paläoklimatische Aspekte der isotopenphysikalischen Ergebnisse

Schon lange wird angenommen (5, 7, 8, 12), daß Kalksinter als indirekter Klimaanzeiger angesehen werden darf¹. Während Speläologen, insbesondere in Österreich, schon seit langem von der Zuordnung der Perioden intensiver Tropfsteinbildung zu warmen Klimaabschnitten überzeugt waren, sollte Kalksinter anderen Auffassungen zufolge — die vor allem seitens der Karstmorphologen vertreten worden sind — wegen der größeren CO₂-Löslichkeit von kaltem Wasser vorwiegend während Zeiten mit kühlem Klima gebildet worden sein. Nach den neuesten Erkenntnissen kommt dafür bevorzugt feucht-warmes Klima in Frage, da die CO₂-Produktion im Boden, die von der Intensität der Vegetation abhängt, die Hauptrolle spielt. Die daraus von FRANKE (6) gezogenen theoretischen Folgerungen, wonach bei konstanter CO₂-Konzentration das Dickenwachstum der Stalagmiten durch die Lösungszufuhr bestimmt wird und die CO₂-Konzentration der Lösung für das Längenwachstum verantwortlich ist, decken sich mit den Beobachtungen in mitteleuropäischen Höhlen (10). Die mächtigen Stalagmiten der „Warmzeitenfolge“ der Mittelweichselzeit weisen auf besondere Feuchtigkeit hin, die geringen Wachstumsgeschwindigkeiten auf relativ tiefe Temperaturen. Da solche Umweltbedingungen die Entwicklung von Moosen und Flechten auch an Gebirgshängen zulassen, konnte in Interstadialen eine schwache Verkarstung in diesen Regionen erfolgen.

Die schlanken Stalagmiten mit hohen Sedimentationsraten aus dem Holozän verlangen andererseits ein wärmeres, aber auch trockeneres Klima, wodurch im Postglazial in Hochgebirgshöhlen ein Sinterwachstum ausbleibt.

Weitergehende paläoklimatische Aussagen ergeben sich aus der statistischen Bearbeitung vieler ¹⁴C-Kalksinterdaten (9). Die in Abb. 1 dargestellte Häufigkeitsverteilung (Histogramm) bezieht sich auf Ergeb-

¹ In dieser Zeitschrift hat z. B. H. Trimmel schon 1953 auf die grundsätzliche Möglichkeit hingewiesen, den „Zusammenhang einer bestimmten Tropfsteinform beziehungsweise Sintertype mit einem bestimmten Klima und deren gegenseitige Abhängigkeit zu behaupten“, wobei auf eine 1940 erschienene Arbeit von F. Vitasek Bezug genommen werden konnte. Vgl. H. Trimmel, Beobachtungen über die Ausbildung von Sintergenerationen in österreichischen Höhlen. Die Höhle, 4: 1, 1953, 6. (Anm. d. Red.)

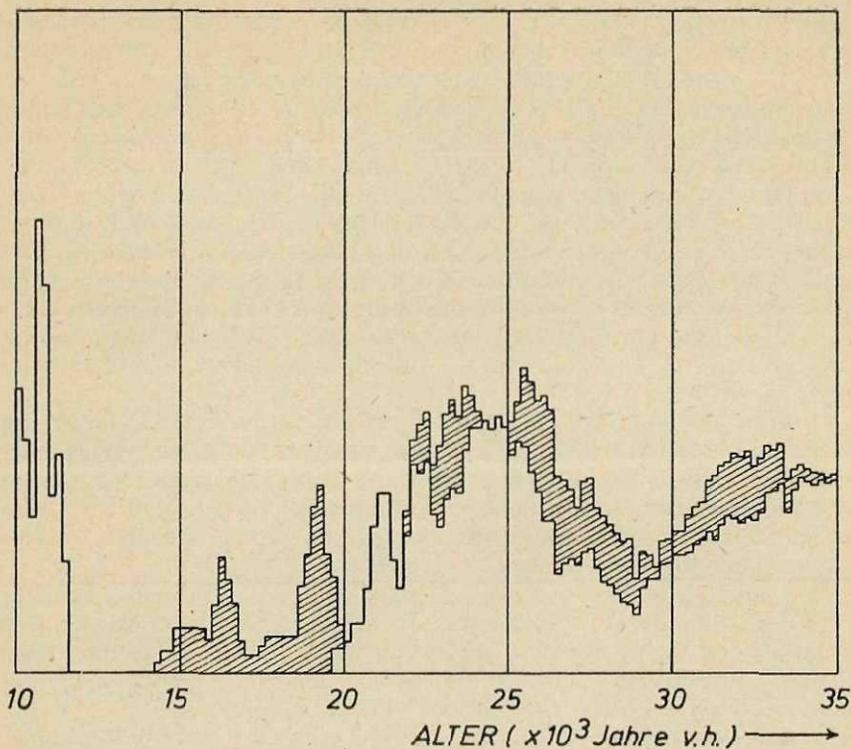


Abb. 1: Histogramm von ¹⁴C-Kalksinterdaten aus Mittel- und Südeuropa (schraffierter Teil entspricht Südeuropa).

nisse aus Mittel- und Südeuropa. Die weitgehende Übereinstimmung ihres Verlaufes mit dem eines Histogramms, das auf ¹⁴C-Daten organischer Proben beruht, beweist, daß von ihr paläoklimatische Aufschlüsse erwartet werden dürfen.

Die sich im ungeschraffierten Teil des Histogrammes zwischen 30 000 und 20 000 Jahren v. h. abzeichnenden Einbuchtungen entsprechen Zeiten mit schwachem Sinterwachstum und damit vermutlich geringerer Vegetation. Offen bleibt vorerst, ob dafür eine Abkühlung oder eine größere Trockenheit verantwortlich gemacht werden muß. Die Lücke im Histogramm zwischen 20 000 und 13 000 Jahren v. h. zeigt, daß offenbar während des Hochglazials der Würmeiszeit in Mitteleuropa die Sinterbildung nahezu gänzlich unterbrochen war, wogegen sie in Südeuropa weiterging, wie der schraffierte Teil des Histogramms beweist. Dieses plausible Ergebnis läßt erkennen, daß die statistische Auswertung von ¹⁴C-Kalksinterdaten eine zeitliche Abgrenzung von Klimaänderungen

ermöglicht. In Zukunft soll daher versucht werden, auch eine chronologische Gliederung der Feucht-Warmzeiten Afrikas (Pluviale) zu erreichen.

Die durch Auszählung von Jahresschichten in Stalagmiten ermittelbare differenzielle Wachstumsgeschwindigkeit liefert andersartige paläoklimatische Ergebnisse. Sie erwies sich z. B. bei einem mitteleuropäischen Bodenzapfen für das letzte vorchristliche Jahrtausend bis auf ein 86 Jahre währendes Intervall mit doppelter Sedimentationsrate als nahezu konstant (10). Interessanterweise fällt dieses Intervall in eine Zeit, für die ein sehr starkes Torfwachstum (Vorlaufort) nachgewiesen worden ist. Der endgültige Nachweis einer Beziehung zwischen der Intensivierung des Kalksinter- und des Torfwachstums steht zwar noch aus, doch zeichnet sich schon jetzt eine Möglichkeit ab, analog zur Dendrochronologie, kurzzeitige, mit ^{14}C - und Pollenanalysen nicht erkennbare Klimaschwankungen zu erfassen.

Eine weitergehende Interpretation von ^{14}C -Daten ist bei Kenntnis der $\delta^{13}\text{C}$ - und $\delta^{18}\text{O}$ -Werte von Kalksinter möglich. Sie geben die Häufigkeitsverhältnisse der stabilen Kohlen- und Sauerstoffisotope $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ und $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, bezogen auf entsprechende Standards, wieder. Die $\delta^{13}\text{C}$ - und $\delta^{18}\text{O}$ -Werte ändern sich nach dem bisherigen Wissen systematisch und zeigen eine regionale Ähnlichkeit (7, 8, 12).

Die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte werden — entgegen früheren Ansichten — weniger von der Größe der CO_2 -Konzentration der Lösung bestimmt als vielmehr von der Zeit, in der das Luft- CO_2 mit dem Bikarbonat der abtropfenden Lösung austauschen kann. Damit geht aber die Wachstumsgeschwindigkeit der Stalagmiten ein, die ihrerseits klimaabhängig ist.

Die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte dürften in einer komplizierten, noch unbekanntem theoretischen Form mit der mittleren Jahrestemperatur zusammenhängen.

Die erst jetzt erkannte Beziehung zwischen Klima, Wachstumsgeschwindigkeit und $\delta^{13}\text{C}$ - und $\delta^{18}\text{O}$ -Werten eröffnet zusammen mit der Wachstumstheorie der Stalagmiten von FRANKE (6) ein breites Forschungsfeld.

IV. Geophysikalische und geochemische Aspekte der isotopephysikalischen Ergebnisse

Die Ergebnisse von Isotopenuntersuchungen an Kalksinter sind auch in weiteren Bereichen der Geophysik und Geochemie von Bedeutung; insbesondere erschließen sie die Möglichkeit, die Modellvorstellungen vom Kohlenstoffchemismus im Grundwasser zu überprüfen, wovon das Vertrauen an die Zuverlässigkeit von ^{14}C -Modellwasseraltern abhängt. Während sich bei Grundwasser die ursprüngliche Isotopenzusammensetzung durch Austausch, Vermischung und dergleichen geändert haben kann, sollte diese Möglichkeit bei Kalksinter im allgemeinen ausgeschlossen sein. Die jüngsten Untersuchungen beweisen allerdings, daß bei der

Genese der Stalagmiten Austauschvorgänge zwischen dem Bikarbonat der Lösung und dem Luft-CO₂ eine Rolle spielen (9), doch bleiben viele Ergebnisse von Isotopenstudien an Kalksinter auch für die Wasseraltersbestimmung interpretierbar.

Eines der wichtigsten Ergebnisse der neuesten Untersuchungen ist die Feststellung, daß die Modellvorstellung von FRANKE über die Möglichkeit der ¹⁴C-Altersbestimmung von Stalagmiten die natürlichen Gegebenheiten sehr gut erfüllt. Die Übereinstimmung der ¹⁴C-Wachstumsdauer eines Stalagmiten mit der ausgezählten Zahl von Jahresschichten, aber auch die Ähnlichkeit der Histogramme von ¹⁴C-Daten organischer und Kalksinterproben sind schlüssige Beweise. Mit der statistischen Auswertung wurde nebenbei die Größe der Verdünnungsfaktoren für die „Warmzeitenfolge“ der Mittelweichselzeit mit 90 % modern und für das Holozän mit 85 % modern bestimmt (9). Offenbar haben lokale Besonderheiten das Wachstumsgeschehen von Stalagmiten weniger bestimmt als bisher angenommen wurde.

Der häufig geäußerte Verdacht, in Kalksinter eindiffundierende jüngere Lösungen würden die ¹⁴C-Alter wesentlich verkleinern, wurde durch das Vorhandensein vieler Stalagmiten widerlegt, deren ¹⁴C-Konzentrationen unterhalb der Nachweisgrenze liegen. Auch die Übereinstimmung der ¹⁴C-Daten von zusammengehörigen Bruchkanten zerbrochener Stalagmiten, deren Teile verschieden gelagert waren, spricht zumindestens für ungestörte Sinter gegen diesen Verdacht. Daß in Sinterbecken längere Zeit unter Wasser stehende Stalagmiten durch Isotopenaustausch seines Kalkes mit dem Bikarbonat im Wasser „verjüngt“ werden können, hat sich schon früher gezeigt (7).

Der Überblick wäre unvollständig, würde nicht auch auf anomale Ergebnisse hingewiesen. Eines der auffälligsten ist das ¹⁴C-Alter eines in der Charlottenhöhle bei Hürben (Schwäbische Alb) auf einer 80 Jahre alten Lichtleitung entstandenen Stalaktiten (8). Nach der Radiokohlenstoffanalyse sollte er rund 10 000 Jahre alt sein. Dieser Widerspruch hat seine Ursache in dem die Höhle überlagerndem Rendsinaboden. Die in ihm enthaltene Huminsäure führt zur Bildung von fossilem Kohlendioxid, wodurch eine der Hauptforderungen der FRANKEschen Modellvorstellung verletzt wird, daß das CO₂ im Boden rezent sei. Solche Bedingungen sind aber äußerst selten und waren bei der Entstehung weiterer 78 untersuchter Stalagmiten aus anderen Höhlen nicht gegeben.

Die oft festgestellten überhöhten ¹⁴C-Alterswerte von Höhlenperlen haben ihre Ursache gewöhnlich in einer längeren Wanderzeit der Lösung, bevor es zu einer Kalkausfällung kommt. Die Fundorte dieser Proben lagen alle mehrere 100 oder sogar 1000 m tief.

Abschließend kann festgestellt werden, daß den ¹⁴C-Kalksinterdaten im allgemeinen vertraut werden darf, ebenso wie denen von ¹⁴C-Wasseranalysen, weil der Kohlensäurechemismus des Grundwassers zeitlich und örtlich geringere Unterschiede aufweist, als bisher vermutet wurde.

V. Zusammenfassung

Die Ergebnisse vieler isopenphysikalischer Untersuchungen an Stalagmiten aus mitteleuropäischen Höhlen haben das Wissen über das Paläoklima erweitert und zeitliche Abgrenzungen von Klimaänderungen zugelassen. Außerdem hat sich das Verständnis der Prozesse, die den Kohlensäurechemismus im Grundwasser bestimmen, vergrößert.

Von zukünftigen Untersuchungen werden detailliertere Aussagen erwartet. Es besteht daher die Hoffnung, daß die Erfolge der Isotopengeophysik in ihrer Anwendung auf die Speläochronologie auch den Geologen zur Mitarbeit anregt. Derzeitiges Hauptanliegen ist die Beschaffung geeigneter Proben, wie Kerzenstalagmiten, eingesinterter Holzkohlen oder Keramik oder ähnlich gut auswertbaren Fundgutes, um die Studien zur Genese des Kalksinters gezielt fortsetzen zu können.

VI. Danksagung

Die Beschaffung eines Teiles der Proben wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt. Die massenspektrometrischen Analysen wurden freundlicherweise von Herrn Dr. Stahl (BfB), die ^{14}C -Analysen von Fräulein Guhlich und Fräulein Sielmann durchgeführt.

VII. Literatur

- 1) Anderson, E. C., Libby, W. F., Weinhouse, S., Reid, A. F., Kirshenbaum, A. D., Grosse, A. V.: Natural Radiocarbon from Cosmic Radiation.-Phys. Rev. 72 (1947), 931.
- 2) Bögli, A.: Beitrag zur Entstehung von Karsthöhlen. — Die Höhle 14 (1963), 63.
- 3) Franke, H. W.: Altersbestimmung an Kalzit-Konkretionen mit radioaktivem Kohlenstoff. — Naturwiss. 38 (1951), 527.
- 4) Franke, H. W.: Zur Entnahme von Sinterproben für Radiokohlenstoffdatierungen. — Die Höhle 17 (1966), 92.
- 5) Franke, H. W.: Isotopenverhältnisse in sekundärem Kalk — geochronologische Aspekte. — Atompraxis 13 (1967), 1.
- 6) Franke, H. W.: Morphologie und Stratigraphie des Tropfsteines. Rückschlüsse auf Größen des Paläoklimas. — Geol. Jb. 89 (1970), in Druck.
- 7) Geyh, M. A., Schillat, B.: Messung der Kohlenstoffisotopenhäufigkeit von Kalksinterproben aus der Langenfelder Höhle. — Der Aufschluß 17 (1966) 315.
- 8) Geyh, M. A.: Isotopen-physikalische Untersuchungen an Kalksinter, ihre Bedeutung für die ^{14}C -Altersbestimmung von Grundwasser und der Erforschung des Paläoklimas. — Geol. Jb. 88 (1969), 149.
- 9) Geyh, M. A.: Zeitliche Abgrenzung von Klimaänderungen mit ^{14}C -Daten von Kalksinter und organischem Material. — Geol. Jb. 89 (1970), in Druck.
- 10) Geyh, M. A., Franke, H. W.: Zur Wachstumsgeschwindigkeit von Stalagmiten. — Atompraxis 16 (1970), in Druck.
- 11) Homann, W.: Experimentelle Ergebnisse zum Wachstum rezenter Höhlenperlen. — V. Int. Kongr. Speläologie, Stuttgart 1969.
- 12) Labeyrie, J., Duplessy, J. C., Delibrias, G., Letolle, R.: Etude des températures des climats anciens par la mesure de ^{18}O , de ^{13}C et de ^{14}C dans les

concrétions des cavernes. — Radioactive Dating and Methods of Low-Level-Counting, IAEA, Wien (1967), 153.

- 13) Münnich, K. O., Vogel, J. C.: ^{14}C -Altersbestimmung von Süßwasser-Kalkablagerungen. — Naturwiss. 46 (1959), 168.
- 14) Wendt, I., Stahl, W., Geyh, M., Fauth, F.: Model experiments for ^{14}C -age determinations. — Isotopes in Hydrology, IAEA, Wien (1967), 321.

Karstmorphologische und -hydrologische Beobachtungen in den Göstlinger Alpen¹

Von Hubert Nagl (Wien)

Einleitung

Die in den Göstlinger Alpen durchgeführten Untersuchungen verfolgen ein doppeltes Ziel: Einerseits soll versucht werden, in einem voralpinen Raum die immer wieder gestellte Frage der *Höhengliederung* von Karsterscheinungen auf Grund einer karstmorphologischen Kartierung zu beantworten, andererseits soll ein Beitrag zum Karrenproblem geliefert werden. Dazu wurden neben den morphologischen auch chemische und hydrographische Untersuchungsmethoden herangezogen, um durch Härte- und Abflußmengenmessungen² der oberflächlichen Karstwässer und an den Austrittsstellen von unterirdischen Gerinnen Abtragswerte zu erhalten. Diese Messungen wurden zu allen Jahreszeiten durchgeführt, um die Wasserhärte bei Regen und Schneeschmelze und bei verschiedener Ausbildung der Vegetation zu erfassen.

Seit den Arbeiten A. Böglis (3, 4) bildet die Frage der chemischen Vorgänge bei der Karrenbildung ein Kernproblem, wobei diese jedoch nicht immer als Hauptgrund angesehen werden (F. Bauer, F. Zwittkovits).

Das Untersuchungsgebiet umfaßt in erster Linie das Gebiet der Göstlinger Alpen, das vorgelagerte Gebiet der Hochreith sowie zu Vergleichszwecken den Königsbergabfall gegen das Göstlingbachtal und die Steinbachmauer. In der Literatur wurden bisher nur Einzelercheinungen erfaßt (Götzing, Mayer, Lechleitner), ein Gesamtüberblick sowie Messungen fehlten bisher in diesem Raum.

Die Grundlagen der Verkarstung:

Die tektonischen, geologischen und petrographischen Grundlagen:

Nach neuesten Arbeiten (A. Tollmann; 19) sind drei Deckensysteme für die Geologie im Arbeitsgebiet maßgebend: Die knapp bis über 1000 m Höhe aufsteigenden Rücken im nördlichen Teil (um Göstling) werden von der Lunzer und der Sulzbachdecke, das Hochkargebiet von der Ötscherdecke (Unterbergdecke) aufgebaut. Die Deckengrenzen sind durch Aufbrüche von Werfener Schiefer ausgezeichnet.

¹ Für die Durchführung der Arbeit bin ich meinem verehrten Lehrer Herrn Univ.-Prof. Dr. Hans Spreitzer für seine Unterstützung der Arbeit und für die fördernden Diskussionen ergebensten Dank schuldig. Außerdem bin ich dem Österreichischen Forschungsrat für die gewährte finanzielle Unterstützung zu Dank verpflichtet, ohne die es nicht möglich gewesen wäre, zu allen Jahreszeiten Beobachtungen vorzunehmen. Die Kosten für die Klischees zur vorliegenden Veröffentlichung hat in dankenswerter Weise die Erste Österreichische Spar-Casse zur Verfügung gestellt.

² Zur Härtemessung wurden die Puffertabletten und die Titriplex-III-Lösung der Fa. Pienicka (Wien) verwendet.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 1970

Band/Volume: [021](#)

Autor(en)/Author(s): Franke Herbert W., Geyh Mebus A.

Artikel/Article: [Isotopenphysikalische Analysenergebnisse von Kalksinter -
Überblick zum Stand ihrer Deutbarkeit 1-9](#)