download unter www.zobodat.at

Über Tropfstein- und Sinterbildungen.

Von Dr. **Walter Biese** (Berlin).

Tropfstein- und Sinterbildungen erfreuen sich seit jeher starker Beachtung durch die Höhlenforschung. Die Literatur über diese Materie ist sehr umfangreich, zuletzt hat Kyrle (1923, S. 90 ff.) die Formen in treffender Weise geordnet. Vieles ist völlig geklärt, auf der anderen Seite sind Fragen offen geblieben, die besonders die Genese berühren. Hier soll versucht werden, einiges klärendes Material zuzutragen.

Die in der Höhlenliteratur verbreitete Auffassung, daß Tropfsteinbildung nur in Trockenperioden vor sich gehe bzw. daß reiche Tropfsteinbildung Schlüsse auf klimatische Verhältnisse vergangener Zeiten dahingehend zulasse, daß die Luftfeuchtigkeit gering gewesen ist, hat in vielen Fällen zu Widersprüchen mit auf anderen Wegen gewonnenen geologischen Resultaten geführt. Solche Widersprüche sind auch in der Materie selbst vorhanden. Jeder Bearbeiter berichtet von „Trockenperioden", in denen keine Sinterbildung stattfand, die mit stark aktiven Perioden — ausgezeichnet z. B. durch Lehmeinlagerungen — wechseln. Bisher konnte aber nirgends eine zeitliche Parallelisierung der Perioden — nicht einmal in ein und derselben Höhle — durchgeführt werden. Hier sollen solche Fragen an Hand einiger Forschungsbefunde diskutiert werden. Diese Untersuchungen beschränken sich auf den Kalkspat, während andere Mineralien nicht berücksichtigt werden.

Der in den Höhlen auftretende Kalkspat liegt, soweit er bisher untersucht wurde, immer in kristalliner Form vor. Das trifft sowohl für die Berg- oder Montmilch wie für Sinter- und Tropfsteinbildungen zu. Als Bergmilch wird eine Anhäufung von mikro-kristallinem Kalkspat bezeichnet, wobei zwischen den einzelnen Kristallen Wasser festgehalten wird, so daß das ganze Material einen gelartigen Eindruck macht; echte Gele als Berg- oder Montmilch sind bisher noch nicht bekanntgeworden. Es kann nicht Sache dieser Untersuchung sein, zu entscheiden, ob die Kristallformen in Sinter- und Tropfsteinbildungen aus primär amorph abgelagertem Kalkspat oder aus mikro-kristallinem Kalkspat hervorgegangen sind. Es ist allerdings wahrscheinlich, daß die großen Kristalle, wie sie in Sinterbildungen und Tropfsteinen vorliegen, durch Umwandlung aus einem anders gestalteten Ausgangsmaterial entstanden sind.

download unter www.zobodat.at

Eine Zwischenstellung in genetischer Hinsicht nehmen vielleicht die unter dem Namen „Karfiol“ bekannten Bildungen insofern ein, als sie keinesfalls infolge Ausfällung des Kalziumkarbonats aus Tropf- oder Sickerwasser entstanden sind. Es handelt sich dabei um bis erbsen- oder bohnengroße kugelige oder ovale Kalziumkarbonat-Aggregate, die mit einem dünnen Stiel der Unterlage anhaften können. Oft verzweigt sich dieser dünne Stiel in mehrere kleine Ästchen, die ebenfalls am Ende ein kugeliges Kalkspat-Aggregat tragen. Auf Sinterplatten treten sie auch als kugelige, knopfartige Bildungen auf. Solche Karfiolbildungen konnten in allen Erhärtungsgraden beobachtet werden. Fast plastisch weich sind sie in der Eisriesenwelt (Tennengebirge) auf dem Kirchdach, im Fledermaus- und im Lehmgang. Spröde und hart sind sie z. B. in der Laichinger Höhle, in der Adelsberger Höhle und an vielen anderen Punkten. Längere Zeit am Tag gehalten, werden auch die ursprünglich weichen Gebilde spröde. Sie treten an Wänden aller Neigungswinkel, an Decke und Boden auf. Eine Erklärung für ihre Genese gibt vielleicht ein Vorkommen aus dem „Gefängnis“ im Sulzenofen (Tennengebirge). Dort liegen auf dem Boden der Kammer Scherben von Dachsteinkalk wirr durcheinander, an denen durch Korrosion scharfe Kanten ausgebildet sind. Entlang den Kanten sitzen Karfiolbildungen (Taf. XIII b), die auf mehrfach verzweigten dünnen Stielen kugelige Endungen zeigen. Die Flächen der Kalkscherben zwischen den mit Karfiol besetzten Kanten sind vollkommen frei von jeden Sinterbildungen. Schließlich sind auch nur diejenigen Kanten an den einzelnen Scherben mit Karfiolbildungen besetzt, die auf dem Boden aus dem Trümmermaterial herausragen, während die von anderen Kalktrümmern bedeckten Teile keinerlei Sinterbelag oder Karfiolbildung tragen. Ähnliche Erscheinungen sind übrigens auch in anderen ostalpinen Höhlen zu beobachten, im Verbindungslabyrinth der Bielshöhle (Harz) wurde ein gleiches Vorkommen festgestellt. Die Karfiolbildungen, die auf die exponierten, aus dem Trümmermaterial herausragenden Kanten beschränkt sind, lassen sich nicht mit Auskristallisation oder Ausfällung aus fließendem Wasser oder aus Tropfwasser erklären, dann müßten auch noch andere Teile der Scherben Sinterbildungen tragen. Die Lösungen, welche das zur Karfiolbildung dienende Kalziumkarbonat mitbrachten, mußten von unten her kommen. Offenbar ist durch Verdunstung in der Höhle ein wenn auch noch so langsames Aufwärtssteigen der Bergfeuchte in den Trümmern hervorgerufen worden. Ihr Übertritt in die Höhlenluft erfolgte an den exponierten, in das Höhlenlumen hineinragenden Kanten, weil dort infolge der vorüberstreichenden Höhlenluft die Verdunstung etwas stärker ist als an den zwischenliegenden Flächen. Diese Bergfeuchte brachte das Kalziumkarbonat mit und gab infolge Verdunstung Veranlassung zu seiner Ausfällung an den exponierten Kanten. Im Prinzip liegt hier also dieselbe Erscheinung vor, die die Salzausblühungen auf dem

download unter www.zobodat.at

Boden arider Gebiete hervorruft. — Karfiolbildungen an Höhlenwänden sind oft auf die gleiche Weise entstanden zu denken.

Die Auffassung, daß Bildung von Einzelkristallen oder Büschel von Einzelkristallen in Höhlen immer aus Lösungen in stehenden Wasserbecken erfolgen, ist nicht haltbar. Im Tropfsteindom der Eisriesenwelt sind die reichen Sinterbildungen mit einer dünnen Haut von Sickerwasser überzogen. Diese dünne Wasserhaut wird offenbar durch Adhäsion lange Zeit festgehalten und nur ganz langsam durch nachdringendes Sickerwasser ersetzt. Ob die Wasserhaut schon als gesättigte Kalzitlösung herunterfloß oder ob sie ihren Kalzitgehalt erst durch Auflösung der Tropfsteinoberfläche erhielt, ist hier nicht wesentlich. Jedenfalls kristallisieren aus dieser Wasserhaut kleine Kalkspatkristalle aus. Ein Schulbeispiel von Auskristallisation aus Sickerwasser zeigt sich in der Barbarossahöhle am Kyffhäuser. Wenn dieses Beispiel auch Gips betrifft, so ist doch in Hinsicht auf die Genese kein prinzipieller Unterschied vorhanden. Im sogenannten „Felsenmeer" ist vor rund 20 Jahren die Decke in

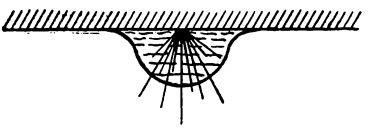

Fig. 31. Sickerwassertropfen mit nadelförmigen Gipskristallen an der Decke des „Felsenmeer", Barbarossahöhle (Kyffhäuser).

einer mehrere Quadratmeter großen Fläche verbrochen. An der schwach geneigten ebenen Deckenkluft hängen zahlreiche bis zu 1 cm Durchmesser große Wassertropfen. Vom Zentrum der Basis der Wassertropfen am Gips strahlen bis zu 20 nadelförmige, zu Büscheln angeordnete Gipskristalle gegen die Oberfläche des Wassertropfens und durchstoßen diese auch (Fig. 31). An anderen Stellen ist das Wasser verschwunden, vielleicht verdunstet, so daß jetzt nur noch die Büschel nadelförmiger Gipskristalle ihre ehemaligen Anheftungsstellen kennzeichnen. Diese Beobachtung beweist, daß aus Sickerwasser — sofern es eine gesättigte Lösung darstellt — Kalziumkarbonat auskristallisieren kann. Vielleicht ist der sonst als „Ausfällung" — infolge Verdunstung von Wasser und Austritt von CO — bezeichnete Vorgang bei der Ablagerung von Sinter aller Art ebenfalls eine „Fällung" von mikro-kristallinem Kalziumkarbonat.

Als Sinter oder Sinterdecken werden flächenhaft ausgedehnte Aggregate von kristallisiertem Kalziumkarbonat bezeichnet. Im Material unterscheiden sie sich prinzipiell nicht von den Tropfsteinen, wohl aber in genetischer Hinsicht. Sinterdecken können erstens an der Oberfläche von stillstehenden Wasseransammlungen in Höhlen gebildet werden. Die Wasser-

download unter www.zobodat.at

ansammlungen müssen dann gesättigte Kalzitlösungen sein. Auf ihrer Oberfläche können sich einzelne Kristallkeime schwimmend erhalten, wenn sie nicht durch Tropfwasser usw. bewegt wird. Es bilden sich dann allmählich dünne Häute von Kalzitkristallen, wie sie von den Südharzer Gipshöhlen beschrieben wurden (Biese, 1930). Ebensolche Häute aus Kalzitkristallen konnten in einer kleinen Wasseransammlung in der Bielshöhle bei Rübeland (Iberger Kalk) am oberen Ende der sogenannten Orgelwand und am Kalzitsee in der Eisriesenwelt (Dachsteinkalk) beobachtet werden. Über das weitere Wachstum dieser Häute liegen erst wenig Beobachtungen vor, es ist aber durchaus wahrscheinlich, daß sie unter gewissen Umständen auch größere Stärke erreichen können. Auf diese Weise dürften z. B. die starken Sinterdecken im Diamantenreich II der Eisriesenwelt entstanden sein. Die auf der Oberfläche von Wasseransammlungen ausgebildeten Sinterdecken müssen selbstverständlich immer horizontal sein. — Die Genese entspricht im Prinzip den Erscheinungen, die oben von der Auskristallisation aus Sickerwasser mitgeteilt wurden.

Häufig können aber auch Sinterdecken beobachtet werden, die sich im Material und Aufbau kaum von den eben besprochenen unterscheiden, die aber doch dem ganzen Befund nach nicht horizontal angelegt wurden. Solche geneigten Sinterdecken bilden oft den Boden von Höhlengängen bzw. sind in Resten noch an den Wänden vorhanden. Sie sind allgemein verbreitet und bekannt, von Kyrle (1923, S. 93 ff.) eingehend behandelt worden. Diese geneigten Sinterdecken haben ursprünglich immer auf irgendeinem anderen Substrat — auf dem anstehenden Fels oder auf Höhleneinlagerungen, wie Lehm, Löß usw. — gelegen. Langsam über den Höhlenboden fließendes Sickerwasser hatte Gelegenheit, zum Teil zu verdunsten, so daß ein Teil des Kalziumkarbonats ausfiel. Bei langer Dauer des Zuflusses solcher Wässer konnten dann mächtige Sinterdecken entstehen. Im allgemeinen sind solche Sinterdecken nur als Grenzfall der Wandversinterung anzusprechen.

Einen Übergang zwischen den beiden hier besprochenen Arten von Sinterdecken stellt vielleicht ein Vorkommen dar, das in der Christinenhöhle bei Rübeland (Harz) bei der ersten Befahrung durch Biese-Stolberg im Januar 1932 festgestellt wurde. In 55 m Entfernung vom Tage ist der Boden des Kriechganges von einer sehr schwach geneigten Sinterdecke gebildet. Auf der Sinterdecke steht eine 1 mm mächtige Wasserschicht, die von einer zirka 0.3 mm mächtigen Kalziumkarbonathaut festgehalten wird, die ihrerseits auf der dünnen Wasserschicht schwimmt. Bei fortschreitender Kristallisation wird sich die Haut mit der Sinterdecke vereinigen. Sehr schwach geneigte Sinterdecken können also nicht nur durch Ausfällung von Kalziumkarbonat aus Sickerwasser wachsen, sondern auch durch Auskristallisation des Kalzium-

download unter www.zobodat.at

karbonats aus gesättigten Lösungen, wie es für die Bildung von Sinterdecken auf stehenden Wasseransammlungen charakteristisch ist.

Die als Tropfstein bezeichneten kristallisierten Kalkausscheidungen in Höhlen sind durch teilweise Verdunstung des frei durch den Raum fallenden Tropfwassers gebildet worden. Die Vorgänge der Bildung sind genügend bekannt, so daß sich ihre Diskussion erübrigt.

Die bisherige Auffassung über die Entstehung von Tropfsteinen und Sinterbildungen nimmt an, daß eine hohe Trockenheit der Luft erforderlich ist, um die Verdunstung des Tropfwassers energisch zu fördern. Von älteren Autoren hat beispielsweise Knebel darüber geschrieben. Er sagt (Knebel, 1906, S. 31): „Die Tropfsteinbildung ist also von dem Umstande abhängig, ob in der Höhle Verdunstung eintreten kann oder nicht. Dieser Umstand erklärt auch in einfacher Weise, warum jene Höhlen, welche größere Wasseransammlungen enthalten oder von Flüssen durchströmt werden, an Tropfsteingebilden so arm sind oder gar ihrer völlig entbehren.“ Weiter unten führt Knebel (1906, S. 194) die Förderung der Verdunstung auf genügende Ventilation zurück und kommt zu dem Schluß, daß die Ausscheidung von Kalksinter direkt durch die Ventilation beeinflußt wird. Kyrle (1923, S. 91) sieht in der Verdunstung den Hauptfaktor, der zur Ausscheidung von Kalziumkarbonat führt, und schreibt der Ausscheidung infolge Temperaturerhöhung der Sickerwässer beim Eintritt in die Höhle nur eine nebensächliche Rolle zu. Wetterwechsel fördert die Verdunstung, und „Höhlen, die nur geringe Verdunstung aufweisen, in denen sich aber die Höhlenwetter gewöhnlich im Sättigungszustande der relativen Feuchtigkeit befinden, was bei Wetterstockung und bei größeren Wasseransammlungen stets der Fall ist, sind gewöhnlich frei von Kalzitkonkretionen“ (Kyrle, 1923, S. 92). Lassen sich Knebel und Kyrle bezüglich der Tropfsteinbildung in aktiven Wasserhöhlen noch vorsichtig aus, so wird bei anderen Forschern daraus eine konsequente Maxime. So sagt z. B. Lehmann (1922, S. 82): „In Flußhöhlen wachsen von unten keine Tropfsteine“, und andere Forscher sind der Ansicht, daß in aktiven Höhlen keine Tropfsteinbildung stattfindet.

Nicht selten sind Beobachtungen zu machen, die diesen Angaben entgegenstehen und darum auch eine Revision der Auffassung über die Entstehung erforderlich machen. Es seien einige Beispiele angeführt, die sich bei konsequenter Beobachtung sicherlich stark vermehren lassen.

In der Mehrzahl der Tropfsteinhöhlen ist eine hohe Luftfeuchtigkeit festzustellen. Bock (1913, S. 138) behauptet zwar: „Eine vollständige Sättigung der Höhlenluft ist bisher nur sehr selten beobachtet, und zwar niemals in Windröhren, sondern in Luftsäcken. In der Regel wurde nur ein Feuchtigkeitsgehalt von 40 bis 80% konstatiert.“ Leider führt er keine Tatsachen an. Wo exakte Messungen vorliegen, widersprechen sie Bocks

download unter www.zobodat.at

Ansichten. Die Gegenüberstellung von Windröhren und Luftsäcken erinnert an die oben aufgeführte Ansicht Knebels von dem Einfluß der Ventilation auf die Verdunstung und Tropfsteinbildung. Im Tropfsteindom der Eisriesenwelt wurden im August 1925 durch Seiffert-Biese etwa 100% gemessen, und in der Literatur finden sich nicht selten Angaben, die diese Messung bestätigen. So geben Hauser-Oedl (1923, S. 26) aus der Eisriesenwelt 15 bis 100%, Lehmann (1922, S. 82) vom Tropfstein am Geistergang fast 100% an, Crammer (1899, Taf. III) aus dem Tablerloch, Dürre Wand, 15 bis 20 m vom Eingang entfernt, fast konstant 100%, Saar (1922, S. 44, 46) aus den Dachsteinhöhlen 100%. Wenn diese Messungen sich auf Eishöhlen beziehen, so widersprechen sie vor allem den Angaben Bocks, das beweist u. a. die Messung von Lehmann und Seiffert-Biese. Auch Kyrle (1923, S. 216) vermutet, daß solche Messungen nicht nur auf Höhlenräume mit permanentem Eis, sondern auch auf eisfreie Räume Bezug haben. In der Reca-Höhle bei St. Canzian steht fast während des ganzen Jahres wenige Meter über dem Wasserspiegel eine fast bis zur Höhlendecke reichende Nebelwolke, so daß auch hier praktisch 100% anzunehmen sind. Kyrle (1923, S. 217) spricht dieser Erscheinung allgemeine Verbreitung zu. Trotzdem findet aber in solchen Höhlen noch jetzt Tropfsteinbildung statt. Auf der tiefsten vom Wasser durchflossenen Sohle der Hermannshöhle sind an mehreren Punkten junge Deckenzapfen zu beobachten, die offenbar noch im Wachstum sind. Im Tropfsteindom der Eisriesenwelt wachsen ebenfalls die Sinterbildungen. In der Reca-Höhle ist an der Regengrotte das eiserne Geländer von einer jetzt 3 bis 4 mm dicken Sinterkruste überzogen, und im Rinaldini-Dom ist das vom Alpenverein im Jahre 1907 angebrachte Schild vollkommen versintert. Bei dem Vorkommen in der Regengrotte ist noch von Wichtigkeit, daß ständig ein außerordentlich starker Tropfenfall herniederprasselt. In der Adelsberger Grotte ist im vorderen Abschnitt des Poikbettes unter einer Tropfstelle Sinter gebildet, der bei Hochwasser ständig überflutet wird, und eine gleiche Bildung ist im tiefsten Gang der Grotta Gariboldi zu beobachten, Tatsachen, welche der Auffassung Lehmanns entgegenstehen. In der Entrischen Kirche bei Klammstein (Hohe Tauern) hat der in Lehm fließende Höhlenbach sein Bett mit Sinter ausgekleidet, wodurch Kyrles Ansicht widerlegt wird.

Diese Beispiele beweisen, daß Sinterbildung nicht Trockenheit der Luft voraussetzt. Zumindestens verhindert hohe Luftfeuchtigkeit die Sinterbildung nicht. Es hat aber den Anschein, als ob umgekehrt reiche Tropfsteinbildung nur dann erfolgen kann, wenn hohe Luftfeuchtigkeit vorhanden ist. Treten auf einer Spalte Kalzitlösungen in einen Höhlenraum mit trockener Luft, so wird das Wasser sehr schnell verdunsten. Es wird sich dann an der Deckenspalte ein hoher Prozentsatz des gelösten Kalzites absetzen, und bei Fort-

download unter www.zobodat.at

schreiten dieses Vorganges wird die Spalte sehr schnell durch Sinter völlig verschlossen sein. Dann hört aber der Zufluß von Lösung und die Sinterbildung überhaupt auf. Soll aber reiche Versinterung erfolgen, so muß die Möglichkeit zu stetigem Nachfluß von Lösung gegeben sein, d. h. die Spalten müssen ständig weiter offen bleiben. Diese Bedingung wird offenbar dann erfüllt, wenn nur wenig Wasser verdunstet, also auch nur wenig Kalziumkarbonat zum Absatz kommt. Geringe Wasserverdunstung setzt aber hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft voraus. Auch in nicht aktiven Höhlen wird die hohe Luftfeuchtigkeit durch Zerspratzen der auf den Boden auffallenden Tropfen erzielt, so daß hier dieselben Bedingungen wie in aktiven Wasserhöhlen vorhanden sind.

Einen Hinweis auf die Berechtigung des Schlusses, daß hohe Luftfeuchtigkeit Voraussetzung für Tropfstein- und Sinterbildung ist, geben auch die Verhältnisse in tropischen Gebieten. So zeigen Kalkriffe auf Malaya an jedem Überhang am Tage reichste Tropfsteinbildungen. Das Klima erfüllt die oben gestellten Bedingungen: bei hoher Lufttemperatur mindestens periodisch reiche Niederschläge und hohe Luftfeuchtigkeit.

Mit diesen Feststellungen ist auch die Unmöglichkeit erwiesen, mit Hilfe von Tropfstein- und Sinterablagerungen zeitliche klimatische Differenzen erkennen zu wollen und somit Altersbestimmungen für Höhlenbildungen durchzuführen. Knebel (1906, S. 36) unterscheidet zwei zeitlich getrennte Perioden in der Höhlenbildung; in der ersten wird die Höhle — vornehmlich durch Wasserarbeit — erweitert, in einer anschließenden Trockenperiode durch Sinterbildungen eingeengt. Und Lehmann (1922, S. 82) sagt über die Tropfsteine am Geistergang: „Seit langem haben sie ihre Wachstumszeit hinter sich, seit die Feuchtigkeit in der Höhle ständig dem Sättigungsgrad nahe ist und mit der Verdunstung auch die Kalkausscheidung aus den Tropfen ein Ende hat.“ Ganz abgesehen davon, daß diese These mit Bocks Angaben (siehe S. 88) in Widerspruch steht — die Eisriesenwelt ist auch in diesen Teilen noch Windröhre, selbst wenn hier keine Eisbildungen auftreten — bezeugen die mitgeteilten Beobachtungen das Gegenteil. Tatsächlich sind noch heute Neubildung und Auflösung dicht nebeneinander festzustellen. Knebels zeitlich getrennte Perioden treten kaum einmal örtlich auf, geschweige denn, daß sich klimatische Schwankungen, in denen die Zeiten starker Tropfsteinbildung Trockenperioden entsprechen sollen (vgl. z. B. Kyrle, 1923, S. 101), rekonstruieren lassen. In Trockenperioden hört vor allem der Zufluß von Tropfwasser auf, und dann ist es gleichgültig, ob in der Höhle die Verdunstung größer oder geringer ist, es kann sich kein Tropfstein bilden, weil keine Kalzitlösung zufließt. Dann müßte auch einmal eine Vorstellung über die klimatische Eigenart solcher „Trockenperioden“ zur Diskussion gestellt werden. Da vordiluviales Alter von Sinterbildungen bisher noch nicht

download unter www.zobodat.at

exakt erwiesen ist, dürften sie schwierig zu finden sein. Will man sich auf lokale Erscheinungen beschränken, so sind Parallelisierungen selbstverständlich für zeitliche Gliederungsversuche wertlos. Wenn Schadler (1931, S. 180) den Sinterbildungen in der Drachenhöhle stratigraphische Verwertbarkeit zuspricht, so ist er hierbei von der bisherigen Anschauung, daß sie in Trockenperioden entstanden sind, ausgegangen. Darum ist auch die Altersfestsetzung: „Sie wurden jedenfalls in der Übergangszeit von der Zeit der Durchflutung im Tertiär zur Trockenperiode im Diluvium gebildet" (Schadler 1931, S. 171) nicht haltbar. Wo soll hier die Trockenperiode liegen? Während der Vereisung war es in der Höhle allerdings trocken, aber es stand auch kein Tropfwasser zu, das die Kalzitlösungen hätte bringen können, und in den Abschmelzperioden war es sicher nicht im Sinne der Knebelschen Hypothese trocken. Es ist doch so, daß man bisher immer die zur Sinterbildung gehörigen „Trockenperioden" gesucht hat, aus der Existenz von Tropfsteinen auf eine frühere „Trockenperiode" schloß.

Anderseits brauchen wir aber keine „Trockenperioden" für die Sinterbildung zu Hilfe zu nehmen. Abgesehen von den oben mitgeteilten Tatsachen, seien noch zwei Beobachtungen erwähnt, die die intensive Tropfsteinbildung auch unter den jetzigen klimatischen Verhältnissen beweisen. In der Hermannshöhle bei Rübeland (Harz) steht die sogenannte „Obere Schwemmhöhle" im östlichsten Teil durch die steile „Sinterwand" mit der noch jetzt vom Bach durchflossenen tiefsten Sohle in Verbindung (Stolberg, 1928). Die „Obere Schwemmhöhle" weist unter Sinterdecken mächtige Knochenlager diluvialer Säuger — vornehmlich *Ursus spelaeus* — auf. Die tiefste Sohle ist sicher erst in nachdiluvialer Zeit aktiv geworden, denn der Höhlenbach fließt in ± Höhe der Vorflut (Bodetal). Auf der „Sinterwand" sind verschiedentlich in Winkeln Extremitäten- und Beckenknochen von *Ursus spelaeus* eingeklemmt. Diese Knochen können erst nachträglich aus den Knochenfeldern der zirka 10 m höher gelegenen „Oberen Schwemmhöhle" gelöst und wahrscheinlich durch Wasser auf die „Sinterwand" gespült worden sein. Aber selbst wenn sie hier auf primärer Lagerstätte liegen, dann muß damals, als die Knochenfelder der „Oberen Schwemmhöhle" abgelagert wurden, die Kluft, die jetzt die „Sinterwand" bildet, unter der Vorflut gelegen haben und von Wasser erfüllt gewesen sein. Sinter konnte sich also zu der Zeit, als die Knochen hierher gelangten, dann nicht gebildet haben. Jetzt sind aber die Knochen fest angesintert. Es ist also gleichgültig, ob die Knochen hier auf primärer oder sekundärer Lagerstätte liegen, der Sinter, der sie mit der Wand verbunden hat, ist erst in jetziger Zeit gebildet. Noch eindringlicher ist das Beispiel aus dem „Biese-Schacht" am Iberg bei Bad Grund (Harz). Das Labyrinth dieses Schachtes fährt in der Tiefe alte Eisensteinbaue an. Der Eisensteinbau am Iberg ist einige hundert Jahre in Betrieb gewesen, Ende des letzten Jahr-

download unter www.zobodat.at

hunderts zum Erliegen gekommen. Offenbar hat der alte Bergbau die Einlagerungen alter Höhlen ausgebeutet, worüber an anderer Stelle zu sprechen sein wird. Die „Stolberg-Kammern“ weisen reichen Tropfsteinschmuck auf, der auch in dichten Trauben alte Grubenhölzer überzieht, und in einer Seitenkammer der „Schachthalle“ liegt über alten Grubenhölzern eine 12 cm dicke Sinterdecke, die in napfförmigen Vertiefungen zahlreiche Pisolitkugeln (Teufelskonfekt) enthält. Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Sinterbildungen erst in der jüngsten Vergangenheit entstanden sind, ja gegenwärtig noch wachsen.

Soweit Wechsel zwischen Einschwemmungen und Tropfsteinbildung beobachtet wurden, hat man immer Trockenperioden dafür verantwortlich gemacht, die in Verbindung mit klimatischen Änderungen gestanden haben sollen (so auch z. B. Schadler, 1931, S. 171: „. . . jedenfalls unter anderen atmosphärischen und Bewetterungsverhältnissen der Höhle als heute“). Sicher ist aber, daß in vielen Fällen andere Faktoren mitsprechen, die nicht an klimatische Schwankungen und entsprechend ihrer Eigenart auch nicht an allgemein verbreitete geologische Verhältnisse gebunden sind. Wenn Tropfsteinbildung von Lösungszufuhr abhängt, so ist das Vorhandensein von Lösung neben der Flüssigkeitszufuhr von anderen Faktoren abhängig, nämlich vom Gehalt an freier Kohlensäure im Sickerwasser und von der Weglänge der Sickerwasserader im Kalk. Ändert sich einer der beiden Faktoren, so muß eine Änderung in der Tropfsteinbildung an einem bestimmten Höhlenpunkte stattfinden. Regen- und Schneeschmelzwasser kann freie Kohlensäure aus Humusstoffen aufnehmen; ist durch irgendwelche Ursachen die Humusdecke über einem Kalkgebiet entfernt, so ändert sich der Kohlensäuregehalt der Sickerwässer, damit ihre Lösungsfähigkeit und schließlich auch die Tropfsteinbildung. Änderung der Weglänge kann, abgesehen von Abtragung des Deckgebirges, auf verschiedene Weise erreicht werden. Die Erweiterung der Klüfte durch Sickerwasser allein bedingt schon einen schnelleren Durchfluß, Anschneiden anderer Klüfte wird oft eine Abkürzung des Weges zur Tiefe mit sich bringen. Wird der Weg verkürzt, dann werden die lösungsfähigen Sickerwasser in größere Tiefen dringen als vorher, sie werden in einem Niveau, in dem sie früher Tropfstein absetzten, jetzt noch lösungsfähig sein. Ein solcher Fall liegt im Poldi-Dom der Eisriesenwelt vor. Aus einem Deckenschlot hängt ein riesiger Tropfstein herab; das jetzt aus dem Schlot herabprasselnde Sickerwasser lößt aber den Kalk auf, dafür spricht die starke, durchaus frische Korrosion auf dem Fels unter dem Schlot. In diesem Falle auf klimatische Änderungen zu schließen, dürfte wohl abwegig sein. — Die hier diskutierten Faktoren können sich unkontrollierbar ändern, sie sind weder zeitlich noch räumlich an weiter verbreitete geologische oder klimatische Verhältnisse gebunden, haben also nur örtliche Bedeutung. Wenn Änderung

download unter www.zobodat.at

in der Tropfsteinbildung auf ihre Mitwirkung zurückgeführt werden muß, dann hat diese ebenfalls nur örtliche Bedeutung.

Wenn sich somit die Tropfstein- und Sinterbildungen im großen nicht für die Klärung der Altersfrage von Höhlen verwerten lassen, so ergibt sich darin eine Parallele zu der Unmöglichkeit, das Alter einer einzelnen Tropfsteinbildung festzustellen. Wenn auch in großen Zügen Klarheit über die Bildungsbedingungen herrscht, so sind diese doch so geartet, daß sie unabhängig von äußeren klimatischen Faktoren — mit Ausnahme von Vereisung der Oberfläche — abwandeln, so daß immer wieder ein Optimum geschaffen wird. Solange die Ansicht, daß geringe Luftfeuchtigkeit und starke Verdunstung Voraussetzung für Tropfsteinbildung sind, unwidersprochen war, mußten Versuche zur Deutung in dieser Richtung unternommen werden. Zahlreiche Beobachtungen erschüttern die Allgemeingültigkeit dieser Voraussetzung, womit die wenig befriedigenden Ergebnisse solcher Versuche ihre Erklärung finden. Ebensowenig wie das Alter eines einzelnen Tropfsteines festzustellen ist, kann mit Hilfe der Sinterbildungen im allgemeinen das Alter von Höhlen festgestellt werden.

Literaturverzeichnis.

Biese W., Über das Auftreten eines Kalkkarbonates in den Südharzer Gipshöhlen. — Jahrb. preuß. geol. Landesanstalt **51**, Berlin 1930, S. 595.

Bock-Lahner-Gaunersdorfer, Höhlen im Dachstein. — Graz 1913.

Crammer H, Eishöhlen- und Windröhrenstudien. — Abh. geogr. Ges. Wien, 1899.

Hauser-Oedl, Die große Eishöhle im Tennengebirge (Eisriesenwelt), Eisbildungen und meteorolog. Beobachtungen. — Speläolog. Jahrb. **4**, Wien 1923.

Knebel W. von, Höhlenkunde. — Braunschweig 1906.

Kyrle G., Theoretische Speläologie. — Wien 1923.

Lehmann O., Die große Eishöhle im Tennengebirge. IV. Morphologische Beobachtungen. — Speläolog. Jahrb. 3, Wien 1922.

Saar R., Die Dachstein-Rieseneishöhle bei Obertraun. — Österr. Höhlenführer 1, Wien 1922.

Schadler J., Die Ablagerungen in: Abel O. und Kyrle G.: Die Drachenhöhle bei Mixnitz. — Speläolog. Monogr. **7**, S. 169—223; Wien 1931.

Stolberg F., Aktive Wasserhöhlen im Harz. — Mitt. über Höhlen- und Karstforschung 1928.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Speläologisches Jahrbuch

Jahr/Year: 1933

Band/Volume: 13-14_1933

Autor(en)/Author(s): Biese Walter

Artikel/Article: Über Tropfstein- und Sinterbildungen 84-93