Morphogenesis einiger Sinterbildungen und Mikroformen in den Füllablagerungen der Höhlen

von

I. Viehmann und M. Bleahu

Die vorliegende Arbeit behandelt die Morphogenesis der Höhlenkonkretionen und Formationen welche sich in den Ablagerung von Lehm, Sand, Erde, Guano oder organischen Resten bilden.

Zu den ersten Forschern die sich mit den Lehm- und Sandkonkretionen in den Höhlen befaßten zählen Malott und Schrock (1933) und Waldner (1936). In der Beschreibung der Sandstalagmiten der Charmicael Höhle (Australien) nennt Baker (1942) diese „sand stalagmites", während einer der Autoren vorliegender Arbeit (Bleahu) vom lateinischen Namen des Sandes = arena ausgehend sie „arenacee Konkretionen" benennt. Die Konkretionen dieser Art treten in Form von geschichteten Stalagmiten auf (struktural geschichtete Stalagmiten) deren obere Seite einen mit Kalzit zementierten Krater aufweist. Die Mehrzahl dieser Formationen sind teilweise oder ganz im Boden der Höhle vergraben. Galvagni und Perna (1953) beschreiben später ähnliche Stalagmiten, welche sich in Lehm oder sandigem Lehm bildeten, und benennen sie „stalagmiti argilloso-sabbiose".

Morphologie der sandigen Lehmformationen. Die Reliefveränderungen der in die Höhle eingedrungenen Ablagerungen kann man wie folgt klassifizieren.

A. Bodenformationen. 1. Krater oder Tropftrichter. Diese sind den Tropfen, welche Löcher in den relativ weichen Boden der Höhle modellieren und zementieren, zuzuschreiben. 2. Sandige Lehmpyramiden (Galvagni und Perna, 1953) in den Zonen mit dichtem Deckentröpfeln. 3. Polygonaler Boden. Sie sind in kreisförmigen Niederungen, oder auf einem horizontalen Boden zu finden. Das Erscheinen dieses Mikroreliefs ist für die lehmigen Zonen die periodisch vom Wasser überflutet sind, charakteristisch. 4. Sandige Lehmstalagmiten entstanden durch Zementierung mit Kalzit wobei Lehm und Sand durch Wassertropfen durchnäßt werden. 5. Lehmkugeln (Charrier 1960) die das Resultat eines besonderen Falles der Entwässerung des polygonalen Bodens der Höhle sind. B. Wand und Deckenformationen. 1. Weiche Stalaktiten bestehend aus Erde, Lehm oder Guano (Burke, 1970) welche durch die Spalten im Gestein in die Höhle eindringen; sie können manchmal Korallenformen annehmen. 2. Wurmförmige Ablagerungen, unter dem Namen „Leopardenfell" bekannt, deren kolloidale (Renault, 1963) oder elektrolitische Herkunft noch heute umstritten ist.

Die Dimensionen dieser Konkretionen und Formationen haben keine eigenen Parameter. Im Falle der am Boden der Höhle entstandenen Stalagmiten verleiht ihnen ihre stufenförmige Ausbildung eine persönliche

Trav. Inst. Spéol. «Emile Racovitza», t. XIII, p. 195—199, Bucarest, 1974

Note. Diese Bildungen haben verschiedene Benennungen. Außer den bisher genannten, werden auch folgende Benennungen benützt: „negative Stalagmiten" (Bartsch, 1958) für die Krater und Tropftrichter, Stalagmiten „mit sandigem Kern" (Perna, 1956), und „blütenstielförmige Stalagmiten" (Hotterbeex, 1960) für die zur Hälfte im Erdboden vergrabenen und mit einem Stiel versehenen Stalagmiten. Die Vielfalt der Höhlenablagerungen welche vom Wasser konzentriert und zementiert werden, erschwerte eine allgemein gültige Benennung.

Komposition, Struktur und Genesis. Theoretisch haben alle diese Konkretionen ein gemeinsames Schema nach dem sie sich zusammensetzen: das Tropf- und Sickerwasser zementiert mit Kalzit die in der Höhle angetroffenen Unterlagen woraus dann Konkretionen entstehen. Die von Malott und Schrock (1933) beschriebenen Stalagmiten der Höhlen von Lost River, Orange Country (Indiana, U.S.A.) haben eine mittlere Länge von 20 cm und bestehen aus feinem Lehm welcher mit HCl aufbraut. Die obere Spitze weist einen zentralen Kanal auf welcher bis zu 10 cm tief sein kann. Im Querschnitt beobachtete man, daß sich der Kanal strukturell durch einen geschichteten Kalzitstengel bis zur Basis der Stalagmiten verlängert. Dieses war der Fall der Stalagmiten mit „positivem Relief" welche sich auf einer gegebenen Unterlage emporheben. Dieselben Autoren haben auch die „negativen Stalagmiten" beschrieben, welche sich in der Tiefe des sandigen oder lehmigen Höhlenbodens bilden. Nach der vollkommenen Versinterung der Trichter der negativen Stalagmiten können diese zu einer Phase des positiven Wachstums übergehen.

Die granulometrischen Analysen zeigen, daß die sandigen Lehmstalagmiten aus Lehmkörnern zwischen 0,0002 mm und 0,05 mm, und aus Sandkörnern zwischen 0,05 mm und 2 mm bestehen. Was den Lehm, Sand und Kalzit in der Komposition solcher Sinterbildungen angeht, ergaben Analysen folgendes: Lehm 28—34%, Sand 66—72% und Kalzit bis zu 60,7% Nach der Zusammensetzung bestehen die Konkretionen aus: Sand und Kalzit — Sand, Lehm und Kalzit — Lehm und Kalzit — Erde und Kalzit — Erde, Lehm und Kalzit — Guano, Eisenhydroxyd und Kalzit. Bei Querschnitten durch die sandigen Lehmstalagmiten wurden konzentrische kreisförmige Streifen beobachtet welche horizontales Wachstum und Verdickungsringe darstellen. Die Sandkernstalagmiten (Perna, 1956) sind in Wirklichkeit Kalzitkonkretionen in deren Inneren man Sandreste entdecken kann von einer Sandüberschwemmung herstammen.

Die Morphologie dieser Konkretionen hängt von verschiedenen Parametern ab: von der Tiefe in der die Wassertropfen im Boden eindringen — Zusammensetzung des Materials (die physisch-mechanische Konstitution), — Natur und Bedingungen des Wasserzuflusses (Tropfwasser) wie auch die mikroklimatischen Bedingungen der Höhle. In einigen Fällen liefert die Struktur dieser Stalagmiten Angaben über die periodischen Überschwemmungen einiger Teile der Höhle, oder trägt zur stratigraphischen Rekonstruktion der unterirdischen Ablagerungen bei.

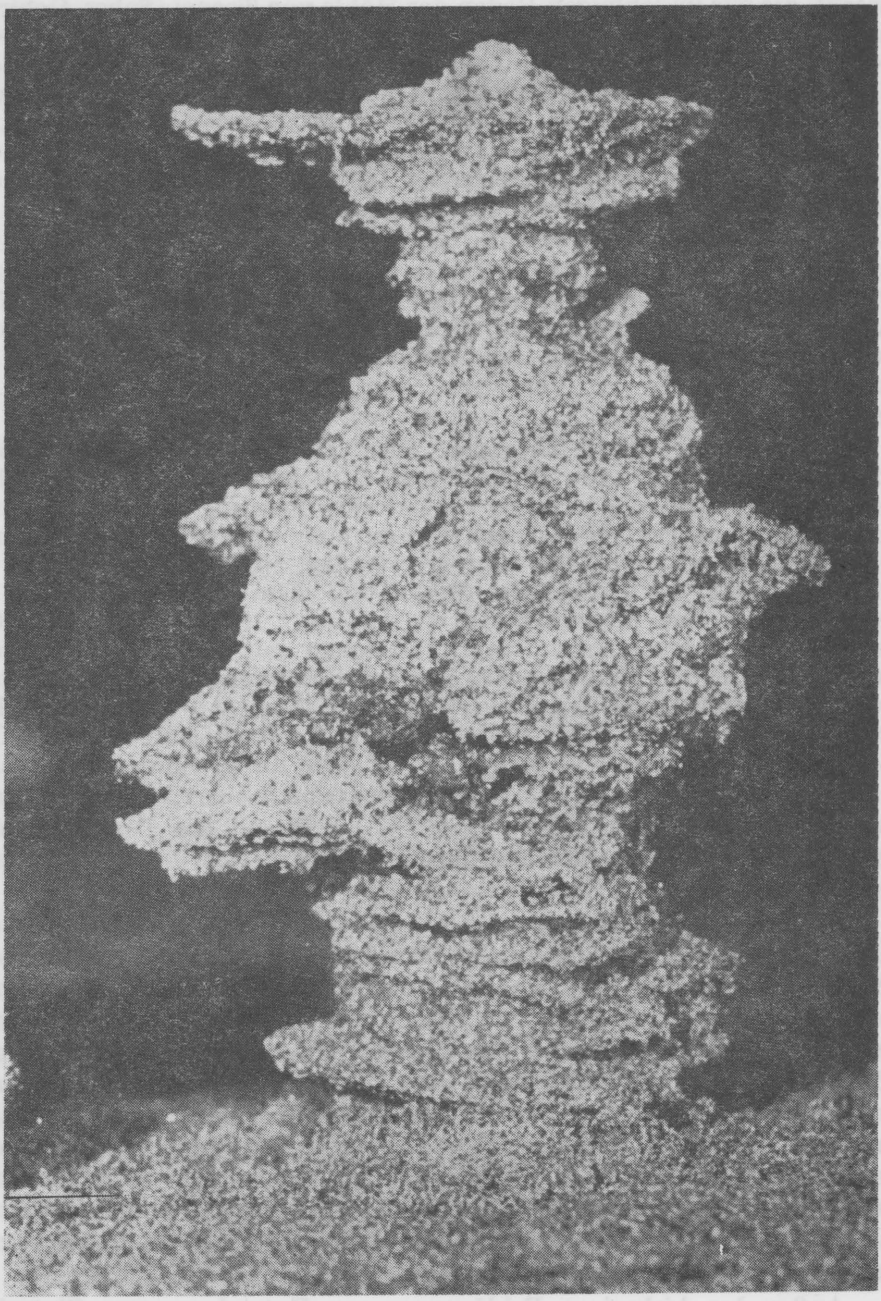

Abb. 1. — Ein arenacee Stalagmit aus der „Cetăţile Ponorului“ Höhle (1 :1).

Die sandigen Lehmstalagmiten in den Höhlen Rumäniens. Unsere Aufmerksamkeit wurde von dem Vorhandensein einiger Konkretionen geweckt, die wir im lehmigen Boden der Höhle von Tecuci (Sebeş Gebirge) entdeckt haben, sowie in der Höhle „Cetăţile Ponorului" und in der „Peştera Vacii" Höhle (Motru-Tal). Ähnliche Gebilde entdeckte man auch in der „Tăuşoare" Höhle (Rodna Gebirge). Grobe Stalaktiten die sich aus von außen eingedrungener Erde zusammensetzten, wurden in der „Peştera de după Cîrşa" Höhle (Caraş Klam, Banat) analysiert, während in der „Vîntului" Höhle in den Ablagerungen der unterirdischen Flüsse weiche Stalagmiten positiver Formen vorgefunden wurden.

Die Gebilde aus der Höhle von Tecuri bestehen aus Schichten von zementiertem Lehm. Das analysierte Exemplar hatte eine Dicke von 3,2 cm, und eine Höhe von 7,3 cm. Von den 27,7 gr Gewicht waren 20,7 gr Karbonate, und 7 gr Lehm. Die arenacee Stalagmiten der Höhle von Tăuşoare wurden auf gleiche Art analysiert. Die Analyse ergab für ein Exemplar von 29 gr ein Verhältnis von 27,8 gr Sand und 1,2 gr Konkretionskarbonate.

Die arenacee Sinterbildungen der „Cetăţile Ponorului" Höhle entdeckte man auf einer Sandterasse 7 m über dem unterirdischen Flußbett am Rande eines Saales 1,5 km vom Eingang entfert. Die hier entdeckten arenaceen Stalagmiten weisen eine Schichtstruktur auf, mit einem Stiel im unteren Teil, während von der Spitze bis zur Basis ein zentraler Kanal die Formation durchläuft. Ein zentraler Kanal bei Stalagmiten ist eine Seltenheit (Viehmann, 1962). An diesem Ort wurden auch trichterförmige Tropfformationen mit einer starken exzentrischen Schichtstruktur gefunden. Den Sand, den man durch Zerbröckeln eines Stalagmiten erhielt, wurde verschiedenen Analysen unterworfen. Die chemische Wirkung mit H_2SO_4 und das Sieden in einer Lösung von $Ca(NO_3)_2$ bestätigten das Vorhandensein von Kalzit. Die durch Splitterung erhaltenen Fragmente ergab in einer Benzolimersion ($N = 1,5$) in einer Richtung ein negatives Relief ($Ne = 1,485 -$) während das Diagramm des trigonalen Karbonates einen Wert ergab ($No = 1,6555 +$) der ebenfalls das Vorhandensein von Kalzit anzeigt.

Unter dem Mikroskop wurden nadelförmige Kristalle beobachtet die sich strahlenförmig um den zentralen Kanal anordnen. Sie weisen eine romboedrische Splitterung auf. Am Rand einiger Kristalle beobachtet man gerollte Quarzfragmente die von Eisenoxyd und Lehm umgeben sind. Die Analyse des Längsschnittes bewies das Vorhandensein eines einaxigen und eines biaxigen Minerals welche aber das Vorhandensein des Kalzits anzweifelt. Es ist bekannt, daß die am meisten vorkommende Ablagerungsform des $CaCO_3$ aus der Lösung Vaterit ist, welches in Aragonit übergeht, und stufenweise in Kalzit. Die Interferenzfigur zeigt im Falle unserer Kristalle, daß wir es mit einer Übergangsform von Aragonit in Kalzit zu tun haben was zur Schlußfolgerung führt, daß die Formationen relativ vor kurzer Zeit entstanden sind.

Außer den bisherigen Erklärungen zur Entstehung von Sinterbildungen hat man festgestellt, daß diese Stalagmiten in dem Maß in dem sie an Gewicht zunehmen in den Sand eindringen, – eine Folge ihres Wach-

sens und der Zunahme an Kalzit welche die Sandteilchen zementiert. Diese besondere Art von Sinterbildungen die nicht frei entstehen sondern in den von Tropfwasser ausgehöhlten negativen Formen, und welche einen zentralen Kanal aufweisen wurden auch in der Höhle „Peştera de la Sesuri" (in der Nähe der Eishöhle von Scărişoara) und in der Höhle „Peştera din Peretele Gardului" (Galbinatal, Bihargebirge) beobachtet.

Literatur

1942 Baker G., *Sand stalagmites.* J. Geol.., **L**, *6*, Part I, Chicago.

1958 Bartsh A., *Vermessung und Erforschung einer Höhle bei Scala-Minuto, Amalfi (Italien).* „Die Höhle", Heft Nr. 3, pp. 61, Wien.

1959 Bleahu M., Şerban M., *Bazinul endoreic Padiş-Cetăţile ponorului.* Ocrotirea Naturii, *4*, Edit. Acad., Bucureşti.

1970 Burke A. R., *Deposition of stalactitic and related forms of peat.* Transactions of the Cave research Group of Great Britain, **12**, *4*, Leicester.

1965 Cabidoche M., Renault Ph., *Découverte de stalagmites de limon dans la Grotte Yves-Marie (Banios, Hautes-Pyrénées),* Spelunca Bull., *1*, Paris.

1960 Charrier J., *Boules d'argile dans la grotte d'En Gorner.* Ann. spéléo., Moulis, **XV'** Fasc. 2.

1953 Galvagni A., Perna G., *Contributo alla morfologia dei prodotti argillososo sabbiosi di riempimento delle caverne.* Rassegna speleo. italiana, Fasc. 3, Como.

1960 Hotterbeex M., *Les concrétions sur limon.* Ann. Lab. souterrain de Han-sur-Lesse, **I**, pp. 26, Liège.

1959 Liégeois P. G., *Stalactites composites.* Bull. Soc. belge Géol., Paléont. Hydrol., **XXVIII**, Fasc. 1, pp. 117, Bruxelles.

1933 Malott C. A., Schrock R. R., *Mud stalagmites.* Amer. J. Science, **XXV**, New York.

1966 Montoriol-Pous J., Thomas Casajuana J. M., Andres Beliet O., *Estudio geomorfologico e hidrogeologico de la Cueva de la Cullalvera.* Notas y communicaciones del Inst. geol. y Minero. de España, 89, Madrid.

1956 Perna G., *Stalagmiti di sabbia a stalagmiti con nucleo di sabbia.* Rassegna speleo. italiana, Fasc. 3 — 4, Anno VIII, pp. 205, Como.

1963 Renault Ph., *Vermiculations argileuses, corrosion sous remplissage.* Spelunca Mémoires, *3*, Paris.

1964 Renault Ph., *Les concrétions de la Grotte des Cristaux, de Riusec.* Spelunca Mémoires, *4*, Paris.

1962 Viehmann I., *Despre geneza şi morfologia stalagmitelor.* Dări de seamă Comit. geol., **XXVIII**, Bucureşti.

1957 Vilhum F., *Sand stalagmites.* Ceskosşlovensky Kras, *3*, pp. 131, Praha.

1936 Waldner F., *Contributio alla morfologia del limo argilloso delle caverne.* La Grotte d'Italia, Serie II, **I**, Trieste.

Speologisches Institut „Emil Racovitza"
und
Geologisches Institut
Bukarest

Eingegangen am 2. April 1974