

**Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse  
vom 27. Juni 1963**

Sonderabdruck aus dem Anzeiger der math.-naturw. Klasse der  
Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Jahrgang 1963, Nr. 10

(Seite 223 bis 229)

Folgende kurze Mitteilung ist eingelangt:

„Höhlenperlen (Cave Pearls, Perles des Cavernes),  
Vorkommen, Definition sowie strukturelle Beziehung  
zu ähnlichen Sedimentsphäriten.“ Von Martin Kirch-  
mayer, Wien, dzt. Clausthal.<sup>1) 2) 3)</sup>

**Vorkommen**

Höhlenperlen werden seit 1855 untersucht, der Name findet sich erstmals 1874 bei Dawkins. Kumm (1927) und Hess (1930) führen die Bezeichnung in die Literatur ein. Schade (1909) verweist auf die strukturelle Beziehung zu Hagelkörnern, Harnsteinen, rezenten und fossilen Ooiden. Die Verwendung des Namens „Höhlenperlen usw.“ entrückte die Arbeiten an diesen Ooiden dem Gebiet der sedimentologischen Untersuchungen, so daß folgende Kurzzusammenfassung nützlich ist.

Geschichtliches: 1855—1902: Beschreibungen der Höhlenperlen und deren Vorkommen Breithaupt, Senft (in Roth 1849), Dawkins (1874), Roth (1849), Erdmann (1902).

---

<sup>1)</sup> Die Österreichische Akademie der Wissenschaften erleichterte die Arbeiten durch eine Subvention aus den Mitteln der Zechwidmung, wofür der Verfasser seinen ergebensten Dank ausspricht.

<sup>2)</sup> Vorliegende Ergebnisse wurden im Rahmen einer Gemeinschaftsveranstaltung in der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft und Geologischen Gesellschaft in Wien am 7. Mai 1962 vorgetragen.

<sup>3)</sup> Anschrift des Verfassers: Wien XX, Raffaelgasse 20, dzt. Bergakademie Clausthal, Institut für Geologie, 3392 Clausthal-Zellerfeld, D. B. R.

1913: Definition: Gasser (1913). 1914—1962: Fortsetzung der Untersuchungen: Balch (1914), Lee (1927) (in Hess 1930), Kumm (1927), Emmons (1927), Hess (1930), Davidson & Mc Kinstrey (1931), Castaret (1933), Keller (1937), Mackin & Coombs (1945), Pond (1945), Baker & Frostick (1947, 1951), Twenhofel (1932—1950), Barczyk (1956), Bartsch (1958), Benicky, Skalsky (1959), Conchar & Manson (1961), Kettner (1959), Kirchmayer (1962).<sup>4)</sup>

Terminologie: 1. Strukturell: Die Höhlenperlen bestehen aus einem Kern, welcher je aus verschiedenen Gesteins- und Mineralbruchstücken zusammengesetzt sein kann, und diesen umhüllend, aus streng konzentrischen Schalen. Höhlenperlen sind strukturell Ooide, teilweise mit ~~ein~~ onkoidem Kern (vgl. Flügel & Kirchmayer 1962).

2. Genetisch: Höhlenperlen sind Ablagerungen des kontinentalen Bildungsraumes der Höhle und werden den Sedimentsphäriten zugeteilt (Kumm 1927). (Vgl. daß nach dieser Einteilung Ablagerungen aus heißen Quellen „Pisoide“, aus kalten Quellen „Quellenoide“ heißen). Die Definition der „Höhlenperlen“ findet sich bei Gasser (1913).

Vorkommen von Höhlenperlen: Sie finden sich in Höhlen und Bergwerken: Vom First herabtropfendes Wasser bildet an der Sohle trichterförmige Eindellungen, in denen eine geringe Anzahl von Höhlenperlen, aber auch tausende liegen können. Die Verbindung zum Wachstum von Stalaktiten wird bei Baker & Frostick (1951) diskutiert.

Stollenbereich: In einem österreichischen Vorkommen in der Steiermark bilden sich Höhlenperlen in Wässern, die zirka 8—9° C messen und einen pH-Wert von 6,8 zeigen (vgl. Kirchmayer 1962). Weitere Analysenwerte finden sich in der Literatur, z. B. bei Baker & Frostick (1947, 1951), Conchar & Manson (1961).

Höchstalter der Höhlenperlen: In errechenbaren Fällen beträgt das mögliche Höchstalter, gezählt ab dem Zeitpunkt der Betriebsstilllegung, bzw. ab dem letzten Aufenthalt von Menschen in dem jeweiligen Bergwerk: 25, 35, 42, 120, 170 Jahre.

<sup>4)</sup> Herrn Prof. Dr. C. Hahne, Bochum, verdanke ich vom Jahre 1962 die freundliche Mitteilung über Vorkommen in alten Schächten des Ruhrgebietes. Belegstücke, aufgesammelt von Herrn J. Friedl, wurden in der Geologischen Abteilung der Westfälischen Berggewerkschaftskasse Bochum ausgestellt. (Vgl. auch Langer 1963).

### Sedimentpetrographische Daten

Größe:  $\frac{1}{4}$ —15 mm  $\emptyset$ , sogar bis 40 mm  $\emptyset$ ; der (statistische) Sortierungskoeffizient beträgt 1,11; der Symmetriekoeffizient 1,23.

Farbe: Weiß, blaßgelbgrau, weiß mit gelblichem Schimmer oder mit gelblichen Flecken, milchigweiß, bräunlich, orange, fast schwarz, grünlich (durch Algen), dunkelbraun, fleischfarbig usw.

Kornform: Meist ovoide bis ellipsoide Kornform, teils abgerundet, teils unregelmäßig. Die kleineren Körner zeigen windkanter-ähnliche Formen, die zum Unterschied von den Windkantern und Aquafakten „Wachstumskanter“ genannt werden sollen. Der Mittelwert der Sphärizität sinkt bei steigender Korngröße, die Verrundung hingegen steigt bei steigender Korngröße. Dadurch wäre ein Unterschied zu Pseudooiden gegeben.

Oberfläche: Höhlenperlen können eine a) sehr gut polierte Oberfläche aufweisen, b) polierte Ecken oder eine c) matte oder rauhe Oberfläche besitzen. Bei der Bildung werden die Höhlenperlen im „Nest“ bewegt. Jedoch soll ein Tropfenintervall von mindestens einer Sekunde bestehen. Durch Experimente versuchen andere Forscher zu beweisen, daß Abrollung für das Wachstum der Höhlenperlen nicht unbedingt notwendig ist. Andererseits wird die gegenseitige Reibung der Höhlenperlen für die Entstehung der polierten Oberfläche verantwortlich gemacht.

### Aufbau der Höhlenperlen

Kern: Er besteht aus unregelmäßig geformten Mineral- und Gesteinsbruchstücken, z. B. Steinkohle, Stalaktiten, Calcitaggregate, Granatbruchstücke, Fire-clay, Gras usw. Der Kern kann auch (scheinbar) fehlen: Nach Walker (1960, 1962) können Quarzkerne in Ooiden vollständig durch Calcit verdrängt werden. Dieser Hinweis müßte bei Höhlenperlen noch überprüft werden.

Schale: Sie tritt im Dünnschliff als Ringeabfolge auf, deren Dicke statistisch von der sich vergrößernden Oberfläche (Bauzone) und der Calcitanlieferung abhängt. Die alternierenden hellen und dunklen Ringe bestehen meist aus Calcit, selten aus Aragonit. Temperaturabhängigkeit der Zusammensetzung; vgl. Royer (1939). Die Schalen sind porös ( $D. = 2,6$ ). Die Art der Zusammensetzung der die dunklen Ringe färbenden Substanz ist in einzelnen Fällen noch ungeklärt. Zum Teil kann die Fär-

bung auf einem optischen Effekt beruhen. Die Ringe sind bei dem von Kirchmayer untersuchten Vorkommen 0,0025 bis 0,05 mm dick. Sie bilden sich durch externe Anlagerung und werden durch Liesegang-Ausfällung überformt.<sup>5)</sup> (Vgl. Bissel 1959; die beobachteten Gel-Ablagerungen in Baker & Frostick 1951; ebenso in Conchar & Manson 1961; Hinweise in Foose 1945; Carl & Amstutz 1958; Carozzi 1960: 357). Die hellen Ringe bestehen aus groben Kristalliten, die senkrecht der Bauzone aufgewachsen sind und am Ooid eine rauhe Oberfläche erzeugen. Sie wird durch die Auflage der dunkel erscheinenden Ringe (körnige Kristallaggregate) geglättet. Die Ringe zeigen eine bestimmte periodische Dickenabfolge.

Die Ringdicke steht oft in Abhängigkeit von der Klimastatistik, da reiche Niederschläge in warmen Sommermonaten größere Karbonatmengen an den Bildungsort bringen und die Wassertemperatur, pH-Wert-Schwankungen sowie die Ausfällungsbedingungen beeinflussen. (Vgl. auch Baker & Frostick 1947, 1951, Conchar & Manson 1961, Kirchmayer 1962).

Umkristallisation: Einige Autoren sehen die Radialstruktur der Höhlenperlen als primäre, andere als sekundäre Bildung an. Versuche zeigen, daß die Radialstruktur die primäre Schalenausbildung zerstört. Verunreinigungen werden nach außen abgedrängt, dabei kann der Kern vollständig durch Calcit ersetzt werden.

### Strukturelle Hinweise auf ähnliche sphärische Bildungen

Genetische Beziehungen werden nicht berührt, sie finden sich bei Kumm (1927).

Hagelkörner bilden sich in 10—15 Minuten, haben einen Durchmesser von 5 bis 150 mm und bestehen aus einem durch Sublimation gebildeten Kern, der Graupel. Das Hagelkorn wächst durch externe Anlagerung alternierend opaker und glas klarer Lagen zu einem gestauchten dreiachsigen Ellipsoid. Das Korn stellt ein Schwammgerüst dar, dessen Kapillarsystem mit Wasser gefüllt ist (List 1960, 1961; Sänger 1956).

Harnsteine: Siehe Gasser, Brauner & Preisinger (1956).

<sup>5)</sup> Wie in Kirchmayer (1962: 261, Fig. 6, 8) gezeigt, kann das von Leveson (1959 in: Kirchmayer 1962: 270; 1963: 1037) aufgestellte Unterscheidungsmerkmal von externer und Liesegang-Anlagerung auch als Überformung graphisch sichtbar gemacht werden: die Kurven gehen ineinander über.

Rezente marine Ooide (Marin-Ooide) des Großen Salzsees (Eardly 1938), der Bahama-Inseln (Illing 1954) und der Lagune Madre (Rusnak 1960) zeigen ähnliche Aufbau. Die Schalen haben je nach Vorkommen radiale, tangentiale oder wirrgelagerte Kristallite. Neben Calcit kommt auch Aragonit als Baumaterial vor. Der Kern besteht aus Gesteins- und Mineralfragmenten sowie aus Pseudooiden.

Fossile marine Ooide: Eine Gegenüberstellung der Höhlenperlen mit den marinen fossilen Ooiden (Marin-Ooiden), z. B. des Unteren Buntsandsteines (Usdowski 1962) oder des Eisenooliths (Werner 1959) zeigen, daß eine weitgehende Übereinstimmung vorhanden ist. Infolge des bekannten Alters der Höhlenperlen aus den Bergwerken (der Bildungsort der Höhlenperlen könnte als Laboratorium mit natürlichen Bildungsbedingungen aufgefaßt werden) können Beobachtungen und Meßergebnisse an fossilen Ooiden durch Verwendung des Prinzips des Aktualismus (Hutton 1727—1792; C. E. A. von Hoff 1771—1837; Ch. Lyell 1797—1875) interpretiert werden: An den Ooiden spiegeln sich die Bedingungen des weiteren Bildungsraumes wider.

#### Literaturverzeichnis

Baker, G. & Frostick, A. C.: Pisoliths and ooliths from Australian caves and mines. *J. Sediment. Petrol.*, 17, 39—67, Tulsa 1947.

Baker, G. & Frostick, A. C.: Pisoliths, ooliths and calcareous growths in limestone caves at Port Campbell, Victoria, Australia. — *J. Sed. Petrol.*, 21, 2, 85—104, pls. 1—3, 5 figs., Tulsa 1951 (einschl. weiterer Literatur).

Balch, H. D.: *Wockey Hole: Its caves and cave-dwellers.* — Oxford (University Press) 1914.

Barczyk, W.: On cave pisoliths from Wojcieszów (Polish Sudeten.). — *Acta geologica Polonica*, VI, 327—336, 2 Fig., 1 Taf., Warszawa 1956.

Bartsch, A.: Vermessung und Erforschung einer Höhle bei Scalaminuto (Amalfi, Italien). — *Die Höhle*, 9 Jg., 3, 61—67, 5 Abb., Wien 1958.

Benicky, V.: Prispěvek k dejinam demmánovskej l'a dovej jaskyne a k objaveniu jaskyne Mieru. — *Slovensky Kras*, I, 29—35, Abb. 25—44, Bratislava, Jahr unbekannt (m. deutscher Zusammenfassung).

Bissel, H. J.: Silica in sediments of the Upper Paleozoic of the Cordilleran Area. — in: H. A. Ireland: Silica in sediments. *Spec. Publ.* 7, 150—158, 12 Taf., 5 Fig., 1 Diagr. Tulsa (Soc. Ec. Pal. Min.) 1959.

Carl, J. D. & Amstutz, G. C.: Three-dimensional Liesegang-rings by diffusion in colloidal matrix, an their significance for the interpretation of geological phenomena. — *Geol. Soc. Amer., Bull.*, 69, 1467—1468, 2 pls. New York 1958.

Carozzi, A. V.: Microscopic sedimentary petrography. — 435 S., 88 Abb., New York—London (Wiley & Sons) 1960.

Castaret, N.: Dix ans sous terre. — 314 S., 23 Abb., 7 Fig., Paris (Perrin) 1933.

Conchar, J. & Manson, W.: „Cave Pearls“ and other calcitic precipitations in Manuel Fireclay Mine, Linlithgow. — Transact. Edinburgh Geol. Soc., 18, 3, 221—229, 3 Taf., 1 Fig., Edinburgh 1961.

Davidson, S. C. & Mc. Kinstrey, H. E.: „Cave Pearls“, oölites ans isolated inclusions in veins. — Econ. Geol. 26, 289—294, 2 Fig. New Haven 1931.

Dawkins, B. W.: Cave Hunting. — London 1874.

Eardly, A. J.: Sediments of Great-Salt Lake, Utah. — Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 22, Nr. 10, 1305—1411, Tulsa 1938.

Emmons, W. H.: The state and density of solutions depositing metalliferous veins. — Trans. Americ. Inst. Mining Metall. Eng., 76, 308 bis 320, 1928.

Erdmann, E.: Stalagmit — och pisolitardade bildningar i Höganäs stenkölsgrufa, Skåne, — Geol. Fören. Förhandl., 24, No. 217, 7, 501—507, 5 Fig. Stockholm 1902.

Flügel, E., Kirchmayer, M.: Zur Terminologie der Ooide, Onkoide und Pseudooide. — N. Jb. Paläont., Mh., 113—123, 2 Tab. Stuttgart 1962.

Foose, R.: Orientation of residual minerals by replacing colloidal solutions. — Proc. Pennsylv. Acad. Sci., XIX, 95—98, 1 Taf., 1 Fig., Harrisburg 1945.

Gasser, G.: Die Mineralien Tirols, einschließlich Vorarlbergs und Hohen Tauern. — 548 S., 1 Karte, Innsbruck (Wagner) 1913.

Gasser, G., Brauner, K. & Preisinger, A.: Das Harnsteinproblem. — Zeitschr. Urologie, 49, 3, 148—159, 15 Abb., 3 Tab., Leipzig 1956.

Hess, F. L.: Oölites or cave pearls in the Carlsbad Caverns. — Proc. U. Nat. Mus., 76, No. 2813, art. 16, Jg. 1929, 1—5, Taf. 1—8, Washington 1930.

Illing, L. V.: Bahamian calcareous Sands. — Bull. amer. Assoc. Petr. Geol., 38, 1—95, Tulsa 1954.

Keller, W. D.: „Cave Pearls“ in a cave near Columbia, Missouri. J. Sediment. Petrol. 7, 263—265, Tulsa 1937.

Kettner, R.: Allgemeine Geologie, III. — 460 S., 318 Abb., 1 Kartentafel, bes. S. 288, Berlin (Deutscher Verlag Wiss.) 1959.

Kirchmayer, M.: Zur Untersuchung rezenter Ooide. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh. 114, 3, 245—272, 2 Bild., 8 Tab., 10 Fig., Stuttgart 1962.

Kirchmayer, M.: Höhlenperlen, Ooide des kontinentalen Bildungsraumes der Höhle. (Fresh-Water-Ooides.) — Geol. För. Stockholm, Förh., 10 Fig., im Druck, Stockholm 1963.

Krumbein, W. C. & Sloss, L. L.: Stratigraphy and sedimentation. — 497 S., 122 Abb., 43 Tab., San Franzisko (Freemann & Co.) 1955.

Kumm, A.: Zur Klassifikation und Terminologie der Sphaerite. — Zeitschr. deutsch. geol. Ges., 78, (1926), 1—34, Berlin 1927.

Langer, K.: Rezente Höhlenperlen im Ruhrgebiet. — 10 S., 9 Abb., in Vorbereitung.

Leveson, D. J.: Orbicular rocks of the Lonesome Mountain area, Beartooth Mountains, Montana and Wyoming. — Geol. Soc. Amer., Bull., 74, 1015—1040, 15 figs., 5 pls. New York 1963.

List, R.: Growth and structure of graupel and hailstones. — Eigen. Komm. Hagelbild. Hagelabw., Wiss. Mitt. 27 (Monogr. 5, Americ. Geophys., U. 1960), 317—324, 11 Fig., Zürich 1960.

List, R.: On Growth of Hailstones. — Eigen. Komm., Hagelb. Hagelabw., 33, 19—38, 6 Fig., Zürich 1961.

Mackin, J. H. & Coombes, H. A.: An occurrence of „cave pearls“ in a mine in Idaho. — Journ. Geol., 53, 58—65, 4 Fig., Chicago 1945.

Monaghan, P. H. & Lyttle, M. L.: The origin of calcareous ooliths. — Journ. Sediment. Petrol. 26, 2, 111—118, Fig. 1—3, Tulsa 1956.

Pond, A. W.: Calcite oolites or „Cave Pearls“ formed in a „Cave of the Mounds“. — J. Sediment. Petrol., 15, 55—58, Tulsa 1945.

Roth, J.: Allgemeine und chemische Geologie. — 633 S. Berlin (Hertz) 1879.

Royer, M.: Sur la nature minéralogique de quelques substances minérales nord-africaines; étude aux rayons X. — Acad. sci. Paris, Comptes rendus, 208, 1591—1593, Paris 1939.

Rusnak, G. A.: Some observations of recent oolites. Journ. Sediment. Petrol. 30, 3, 471—480, Fig. 1—7, Tulsa 1960.

Sänger, R.: On the structure of ice-forming nuclei. — Zeitschr. angew. mathem. Physik, VII, 3, 213—218, Basel 1956.

Schade, H.: Zur Entstehung der Harnsteine und ähnlicher konzentrisch geschichteter Steine organischen und anorganischen Ursprungs. — Zeitschr. Chemie Industrie Kolloide (Kolloid.-Z.) 4, Jg. 1909, I. Sem., 175—180, 261—266, 7 Abb., Dresden 1909.

Schulz, H.: Fund eines schönen Erbsenstein. — Kosmos, 58, 8, 368, 3 Abb., Stuttgart 1962.

Skalsky, A.: O perle jaskiniowej w Jaskini Olsztynskiej. — Speleologie, I, 4, 235—236, 1 Abb., Warszawa 1959 (polnisch m. franz. Zusammenf.).

Twenhofel, W. H.: Treatise on Sedimentation. — 926 S., 121 Abb., London (Bailliere, Tindall & Cos.) 1932.

Twenhofel, W. H.: Principles of Sedimentation. — 2nd. Ed., 673 S., 81 Abb., New York—Toronto—London (McGraw Hill) 1950.

Uzdowski, H. E.: Die Entstehung der kalkoolithischen Fazies des norddeutschen Unteren Buntsandsteins. — Beitr. Mineral. Petrogr., 8, 141—179, 25 Abb., 1962.

Walker, T. R.: Carbonate replacement of detrital crystalline silicate minerals as source of authigenic silica in sedimentary rocks. — Geol. Soc. Am. Bull., 71, 145—152, 2 Taf., 2 Fig., New York 1960.

Walker, T. R.: Reversible nature of chert-carbonate replacement in sedimentary rocks. — Geol. Soc. Amer., Bull., 73, 237—242, 2 pls., New York 1962.

Werner, F.: Zur Kenntnis der Eisenoolithfazies des Braunjura  $\beta$  von Ostwürttemberg. — Arb. Geol. paläont. Inst. T. H. Stuttgart, N. F. 23, 54 Abb., 7 Taf., 8 Tab., Stuttgart (Verl. Techn. Hochsch.) 1959.