

DIE HÖHLE

ZEITSCHRIFT FÜR KARST- UND HÖHLENKUNDE

Jahresbezugspreis: Österreich S 80,—
Bundesrepublik Deutschland DM 12,50
Schweiz sfr 12,—
Übriges Ausland S 90,—

Gefördert vom Bundesministerium
für Wissenschaft und Forschung (Wien)

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

AU ISSN 0018-3091

AUS DEM INHALT:

Schwefel in der Dachstein-Mammuthöhle (Seemann) / Funde aus historischer Zeit aus dem Türkenloch (Körner) / Ergebnisse einer Umfrage bei Schauhöhlen der Bundesrepublik Deutschland (Kempe) / Bemerkungen zu Listen der Schauhöhlen der Bundesrepublik Deutschland und Österreichs (Trimmel) / Verzeichnis der Schauhöhlen der Bundesrepublik Deutschland (Binder) / Schauhöhlen in Österreich, Stand 1982 (Trimmel) / Tätigkeitsberichte 1981 der höhlenkundlichen Vereine Österreichs / Kurzberichte / Schriftenschau

HEFT 1

33. JAHRGANG

1982

Elementarer Schwefel in der Dachstein-Mammuthöhle (Vorläufiger Bericht)

Von Robert Seemann (Wien)

Bei einer Expedition in den Däumelkogelschacht der Dachstein-Mammuthöhle im Sommer 1981 wurden ungewöhnliche Bohnerzproben aufgesammelt. Unter anderem hat Siegfried Gamsjäger (Bad Goisern) ein Bohnerz geborgen, das eine 2–3 cm dicke dunkelbraune Limonitrinde um einen im Querschnitt ca. 3 × 8 cm messenden hellgrau-gelblichen, sandigen Kern aufweist (Abb. 1). Durch natürliche Umstände ist das ursprünglich sulfidische Erz schon vor längerer Zeit in primärer Lagerstätte durch fortschreitende Verwitterung oxydiert, aus Sedimenten freigelegt und in tiefere Schachtregionen befördert worden. Dabei ist es, erkenntlich an den ebenfalls stark verwitterten Bruchflächen, schon vor geraumer Zeit aufgebrochen und weiter verwittert. Ein Großteil der feinkörnigen Füllung des zentralen Hohlraumes ist bei diesem Aufprall oder im Anschluß daran durch Wasser entfernt worden. Das eigenartige Aussehen hat S. Gamsjäger veranlaßt, es mir zum Zwecke einer geowissenschaftlichen Untersuchung zur Verfügung zu stellen. Auf Grund röntgenographischer Untersuchungen an der Mineralogisch-Petrographischen Abteilung des Naturhistorischen Museums wurde das Material des Bohnerzkernes nicht wie angenommen als feinkörniges sandiges Sediment, sondern als weitgehend reiner feinkristalli-

ner Schwefel identifiziert. Nur in den Randzonen der Füllung sind sehr geringe Verunreinigungen durch Quarz und durch Eisenoxidhydratimprägnierungen (Goethit, Hämatit) festzustellen. Die Korngröße des gut rekristallisierten Schwefels liegt im Bereich zwischen 0,02 und 0,1 mm. Die limonitische Rinde um den Schwefelkern ist als Pseudomorphose von Goethit und Hämatit nach Gel-Markasit anzusprechen.

Die Fundstelle liegt im „Dom der drei Einsamen“, ca. 130 m unter dem Einstieg des Däumelkogelschachtes, der als derzeit höchstgelegene Tagöffnung der Dachstein-Mammuthöhle in einer Seehöhe von 1815 m ansetzt (KASPEREK, 1981). Das Gebiet gehört einer Schachtzone an, die von der NW-Flanke des Däumelkogels nach N, Richtung „Sauriesstörung“ zum Mittagkogel und zur Schönbergalm streicht.

Schon bei den ersten Befahrungen des Däumelkogelschachtes fiel das markante Karstvererbungsbild auf. In den oberen Schachtzonen wie auch in der Ein-



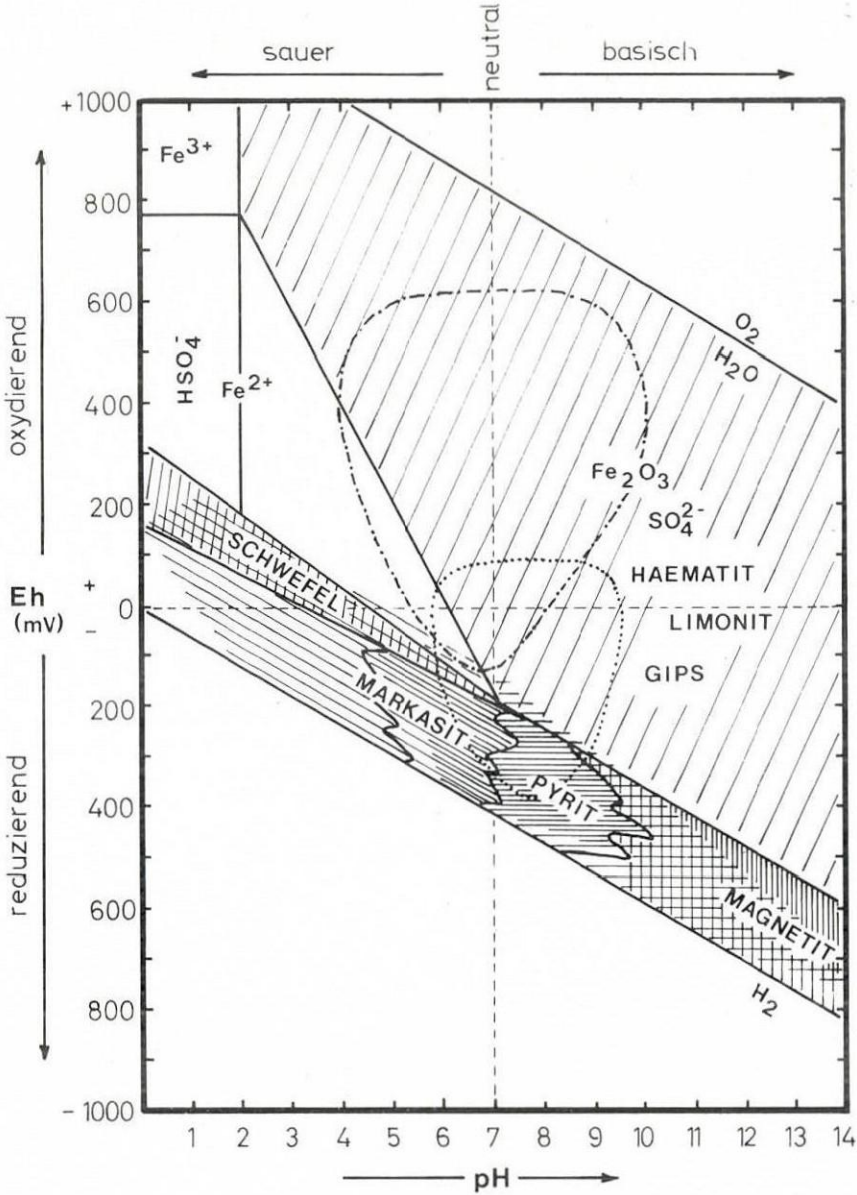
Abb. 1: Schwefelhaltiges Bohnerz aus dem Däumelkogelschacht der Dachstein-Mammuthöhle. Um einen Kern aus feinkörnigem Schwefel (ein Großteil wurde bereits durch natürliche Erosion entfernt) befindet sich eine Rinde aus limonitischem Erz (Pseudomorphose nach Gel-Markasit). Schwefel war primäres, Markasit sekundäres Sulfatreduktionsprodukt. Die Oberfläche des limonitischen Erzes zeigt noch deutlich erhaltene makroskopische Kristalltrachten des Markasits. Breite des Objektes: 14 cm, Foto: G. Oberleitner.

stiegsdoline treten lose Eisenerzkörper auf, die Durchmesser bis zu 0,5 m erreichen. Es handelt sich dabei vorwiegend um limonitische „Derberze“ und Pseudomorphosen nach Markasit, untergeordnet nach Pyrit. Der Rundungsgrad ist noch relativ gering. In den tiefer gelegenen Schachtzonen, ab dem „Dom der drei Einsamen“ bis zum Bohnerzbach im „Wienerlabyrinth“, nimmt die Korngröße der Erze stark ab und der Rundungsgrad deutlich zu. Ab dem „Dom der drei Einsamen“ treten in größeren Mengen auch Pseudomorphosen nach Pyrit auf, die ebenfalls ein Formenspektrum von kantenscharfen Pseudomorphosen bis zum vollgerundeten „Pseudobohnerz“ aufweisen. Für Probenmaterial und Informationen danke ich in diesem Zusammenhang S. Gamsjäger, M. Kasperek, P. Seethaler, K. Sulzbacher, H. Thaler und Dr. K. Tortschanoff.

Der Däumelkogelschacht bietet somit sehr interessante Ergänzungen und Bestätigungen hinsichtlich des Vererzungsbildes im „Stammteil“ der Dachstein-Mammuthöhle (SEEMANN, 1979). Die mit Abstand interessanteste Ergänzung ist jedoch der Fund und Nachweis von elementarem Schwefel im Spektrum des „Schwefelkreislaufes“ bei der Karstvererzung im Dachstein.

Nach den bisherigen Untersuchungen erscheint es als wahrscheinlich, daß im Zuge der bakteriellen Sulfatreduktion in sauerstoffarmen Sedimenten in den betroffenen Karsthohlräumen unter bestimmten Bedingungen elementarer Schwefel als erstes Reaktionsprodukt vor Markasit und Pyrit ausgeschieden wurde. Diese chemischen Vorgänge mußten zu Zeiten stattgefunden haben, als noch genügend allochthones Sediment, zusammen mit organischem Material, angeboten wurde. Das Karstgebiet war dabei auch noch nicht so weit herausgehoben und profiliert, trotzdem mußte es aber eine verhältnismäßig tiefreichende Paläoverkarstung aufgewiesen haben. Der lokale Grundwasserspiegel war entsprechend hoch angelegt (zusätzlich gesteigert durch die Sedimentfüllung), so daß die Schwefelreaktionszone miteinbezogen war. Primäres Sulfat stammt nach S-Isotopenuntersuchungen (SEEMANN, 1979) aus den liegenden permotriadischen Evaporitlagerstätten, die durch zirkulierende Wässer in Sedimentfüllungen hochgebracht und dort angereichert wurden. Die meist allochthonen Sedimente sind ihrem Mineral- und Gesteinsbestand nach ehemals über- und umgelagerten gosauischen und/oder Augensteinmaterialien zuzuordnen.

Reduzierendes Milieu konnte sich einstellen, nachdem diese betroffenen Sedimentationszonen weit genug von der Oberfläche entfernt und plombiert waren. Die Wasserzirkulation mit der Oberfläche war weitgehend unterbunden und genügend mittransportiertes organisches Material angereichert. Unter diesen Bedingungen konnten bakterielle Aktivitäten einsetzen. Das restliche oxydierende Milieu im Sediment wurde im ersten Stadium von aeroben Bakterien beseitigt. Sobald freier Sauerstoff aufgebraucht und Nachlieferung unterbunden war, stellten sich reduzierende Bedingungen ein. Nun wirksame anaerobe Bakterien reduzierten das Sulfat. Im sauren Milieu, bei hoher Aktivität (Konzentration) an gelöstem Schwefel (Sulfat) und im schwach reduzierenden Bereich bildet sich als erste Phase elementarer Schwefel (GARRELS & CHRIST, 1965). Durch die bakterielle Reduktion nimmt dabei der pH-Wert zu und ent-



sprechend der Schwefelabscheidung der Gehalt an gelöstem Restsulfat ab. In diesem Übergangsstadium (schwach sauer bis neutral) bildet sich bei gleichzeitigem Eisenangebot (aus sauren Verwitterungslösungen umgebender Sedimente) Markasit (FeS_2). Im Verlauf dieser zweiten Prozeßstufe nimmt der pH-Wert weiter zu, das Milieu wird basisch. Die Restaktivitäten an gelöstem Schwefel werden unter diesen nun resultierenden Bedingungen weiter reduziert und als Pyrit (FeS_2) gebunden. Wird unter gleichbleibenden Gegebenheiten weiterhin Eisen angeboten (soweit es noch mobil ist), so bildet sich Magnetit, der ebenfalls zusammen mit den anderen Phasen in den Karstsedimenten des Dachsteins nachgewiesen werden konnte (Abb. 2).

Durch spätere Oxydation werden die Sulfide in Eisenoxide und Hydroxide bzw. Sulfate (meist Gips) wieder umgewandelt. Dabei kommt es unter günstigen Bedingungen zur Pseudomorphosebildung. Auch elementarer Schwefel wird unter Normalbedingungen wieder zu Sulfat oxydiert. Im konkreten Fall schützte aber die umgesetzte sekundäre Markasitschicht den primären Schwefel vor einer derartigen Umsetzung.

Die zweite theoretische Möglichkeit zur Bildung von elementarem Schwefel im Karst- und sedimentären Bereich ist, daß primär gebildete Sulfide, wie Pyrit und Markasit, bei langsamer Oxydation im schwach sauren Milieu elementaren Schwefel als Zwischenstufe vor Sulfat bilden. Dabei wirken wieder spezielle Bakterien mit. In diesem Fall treten zwei Probleme auf: einerseits hinsichtlich der Differenzierung zwischen Eisen und Schwefel und der dabei notwendigen Mobilisationen; andererseits hinsichtlich der Platznahme, da elementarer Schwefel wesentlich mehr Volumen hat als das entsprechende Fe-Sulfid.

Eindeutige Klärungen über die Genese werden u.a. Mikroskopie und Schwefelisotopenuntersuchungen erbringen.

Literatur:

- Baas Becking, L. G. M., Kaplan, I. R., Moore, D. (1960): Limits of the natural environment in terms of pH and oxidation-reduction potentials. *J. Geol.*, 68, 243–284.
- Garrels, R. M., Christ, C. L. (1965): Solutions, minerals, and equilibria. Harper's Geosci. Ser., C. Croneis (ed.). Harper & Row, New York, 450 pp.

Abb. 2: Schematisierte Stabilitätsfelder einiger Schwefel- und Eisenminerale im pH-Eh-Diagramm in Anlehnung an KRUMBEIN & GARRELS (1952), BAAS BECKING et al. (1960) und GARRELS & CHRIST (1968). Das Stabilitätsfeld des elementaren Schwefels (S^0) tritt nur bei hoher Aktivität des gelösten Schwefels (SO_4^{2-}) auf. Bei geringem Schwefelangebot wird das S^0 -Feld unterdrückt, das Feld der Eisensulfide (Markasit und Pyrit) deutlich verkleinert, aber entsprechend das Magnetitfeld vergrößert. Da alle 4 Phasen in den Karstsedimenten vorliegen, muß angenommen werden, daß das Sulfatangebot begrenzt war und bei der Schwefel- bzw. Sulfidbildung vollständig aufgebraucht wurde. Heute im Karstsystem gefundene Sulfate (Gips) sind größtenteils wieder Oxydationsprodukte des Schwefels und der Sulfide. Das strichpunktierte Feld zeigt die häufigsten Eh-pH-Bedingungen in Oberflächensedimenten, das punktierte Feld die Eh-pH-Bedingungen in tiefer gelegenen, vorwiegend reduzierenden Sedimenten.

Kasperek, M. (1981): Verbindung vom Däumelkogelschacht zur Dachsteinmammuthöhle entdeckt. *Die Höhle*, 32, 65–71.

Krumbein, W. C., Garrels, R. M. (1952): Origin and classification of chemical sediments in term of pH and oxydation-reduction potentials. *J. Geol.*, 60, 1–33.

Seemann, R. (1979): Die sedimentären Eisenvererzungen der Karstgebiete der Nördlichen Kalkalpen. *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 82, 209–289.

Funde aus historischer Zeit aus dem Türkenloch bei Kleinzell (Niederösterreich)

Von Manfred Körner (Wien)

Das insgesamt 219 Meter lange Türkenloch liegt in 650 Meter Seehöhe im Scheidergraben westlich von Kleinzell in den Gutensteiner Alpen. Die erst vor kurzem (*M. KÖRNER*, 1981) wieder ausführlich beschriebene Höhle ist altbekannt und steht unter Schutz¹⁾.

In der Zeit von Februar bis April 1981 wurden von Beate und Manfred Körner und fleißigen Helfern die Sedimente in der Vorhalle der Höhle einer genauen Untersuchung unterzogen. Etwa 10 Meter nordwestlich des Höhleneinganges wurden bereits unmittelbar unter einer Laubschicht, die sich nach unten hin in zunehmendem Maße in Humus zersetzt und die auch von modernem Holz und Schuttstücken durchsetzt ist, in offensichtlich sekundärer Lagerstätte eine größere Zahl tierischer und menschlicher Knochen geborgen. Zusätzlich fanden sich im gleichen Bereich fünf Münzen und eine große Menge von Tonscherben.

Bei den tierischen Knochen handelt es sich um rezente Reste von Kleinsäu- gern und Haustieren, wahrscheinlich auch von einem Braunbären. Die Bestimmung dieser Funde erfolgt durch die Biospeläologische Arbeitsgemeinschaft am Naturhistorischen Museum in Wien.

Die menschlichen Skelettreste befinden sich in der Anthropologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien. Es handelt sich um Reste, die insgesamt vier Individuen angehören:

¹⁾ Die Erklärung zum Naturdenkmal erfolgte mit Bescheid des Bundesdenkmalamtes vom 19. Juli 1967, Zl. 4875/67. Eine eingehende Beschreibung der Höhle hat bereits Franz KRAUS im Jahre 1880 gegeben (*Höhlenfahrten. Literatur-Anzeiger des Vereins für Höhlenkunde*, Wien 1880, Bogen 5, Seite IV–VIII). Das Auftreten größerer Mengen von Tropfsteinschutt in den Sedimenten des Höhleninneren weist auf das seinerzeitige Vorhandensein einer durch natürliche Entwicklungsvorgänge in der jüngsten geologischen Vergangenheit weitgehend zerstörten reichen Versinterung der Höhle hin. In der Fachliteratur finden sich auch viele Hinweise auf die biospeläologische Bedeutung des Türkenlochs. Zum Zeitpunkt der Unterschutzstellung war das Vorkommen von 39 Arten wirbelloser Tiere sowie von 9 Fledermausarten in der Höhle nachgewiesen (Anm. d. Red.).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: [033](#)

Autor(en)/Author(s): Seemann Robert

Artikel/Article: [Elementarer Schwefel in der Dachstein-Mammuthöhle \(Vorläufiger Bericht\) 1-6](#)