

## Ueber ein Höhlensediment im Bergbau Bleiberg-Kreuth (Kärnten)

(Mit 3 Abbildungen.)

Von Oskar Schulz, Innsbruck.

Aus dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Innsbruck.

Im Blei-Zink-Bergbau Bleiberg-Kreuth sind nach Angaben der Bergleute im Zuge der Aufschlußarbeiten relativ selten kleine, mit jungem Sediment ausgefüllte Höhlen im Wettersteinkalk angefahren worden. Eine solche Höhle konnte ich dank des Hinweises von Herrn Berginspektor Dipl.-Ing. Jedlicka, Bleiberg, im Sommer 1955 befahren. Sie liegt etwa 430 m unter der Talsohle.

### Höhlenraum.

Bei der Auffahrung des Läufls über dem 9. Lauf Rudolfschacht durchörterte man auf wenige Meter ein weiches, meist feingeschichtetes, hellgraues, kalkiges, seltener schwarzes, toniges Sediment. Das Vorkommen bei Markscheiderpunkt 5697 ist durch zwei kurze, aufeinander senkrecht stehende Horizontalauffahrungen angeschnitten. Demnach kann man auf einen mindestens 15 m<sup>3</sup> großen, jetzt angefüllten Höhlenraum im obersten, schiefernahen Wettersteinkalk schließen. Dieser hellgraue, grobgebaukte Wettersteinkalk streicht hier generell WNW und fällt 40° nach N ein. Wenige Meter entfernt zieht eine sehr steil nach N fallende, große WE-Störung durch, welche die südliche Begrenzung der Rudolfschacht-Scholle bildet. Mit dieser Störung scheint eine Reißkluft in Verbindung zu stehen, welche in die Höhle mündet. Nach den bisherigen Aufschlüssen ist nicht zu entscheiden, ob der anscheinend unförmige, ehemalige Hohlraum von der Lage der Wettersteinkalkschichtung abhängig ist.

Die erste Raumentstehung der Höhle ist wohl an großtektonische Vorgänge geknüpft. Durch das Fugensystem konnte Sickerwasser in die Grube gelangen und durch seine mechanische und chemische Tätigkeit raumvergrößernd wirken. Die fast durchwegs glattwandige Umgrenzung der demnach ausgelaugten Höhle läßt auf direkte und indirekte Erosion durch bewegtes Wasser, vor allem aber auf Tiefenkorrosion, schließen. Das dickbankige, kalkig-dolomitische Gestein eignet sich bekanntlich gut dazu.

### Höhleninhalt.

Das im Hohlraum deponierte, feinsandig-kalkig-tonige Sediment liegt geopetal, entsprechend dem heutigen Erdschwerefeld und somit diskordant zum umgebenden Wettersteinkalk. Das junge Sediment ist wenig verfestigt, grubenfeucht und zerfällt im Wasser sofort in Sand. Im Aufschluß sieht man Wechsellagerung von hellgrauen und sehr dunklen Feinschichten (Abb. 1). Diese bestehen aus Schiefer-ton-Material, welches in gewissen Lagen bis zu mehreren Dezimetern Mächtigkeit angereichert ist und dann makroskopisch ungeschichtet erscheint. Bis über kopfgroße Wettersteinkalk-Brocken sind durch Nachbruch der Firste und Wände im Sediment eingelagert und bilden den autochthonen Höhleninhalt. Sie haben Verbiegungen der Feinschichten verursacht. Makroskopisch sind Konkretionen von Kalzit, Zinkblende, Baryt und Eisensulfid zu beobachten. Kalktrümmer sind häufig außen zu weißem, kreideähnlichem Pulver zerfallen, so daß oft nur mehr Reste des Ausgangsmaterials in den erdigen, rein weißen Brocken enthalten sind.

Durch Anschliff- und Dünnschliffuntersuchungen konnten folgende allothigene und authigene Komponenten im Höhlensediment bestimmt werden (alle Zahlenangaben in mm):

#### I. Allothigene Minerale:

1. Quarz: Sechseckige, rhombenähnliche und langgestreckt-rechteckige Querschnitte mit Dach, die von scharfkantigen, langprismatischen, kurzprismatischen und dihexaedrischen Kriställchen herrühren; außerdem kommen unförmige Splitter vor. In feinkörnigen Lagen am häufigsten Kristalle von  $0,03 \times 0,016$ — $0,05 \times 0,03$ , in grobkörnigen Lagen generelle Säulelänge  $0,064$ — $0,048$ , Durchmesser max.  $0,08$ , Länge max.  $0,13$ . (Abb. 3.)
2. Zinkblende: Im Dünnschliff sehr lichtgelb bis grau. In feinkörnigen Lagen Kornquerschnitte allgemein  $0,016$ — $0,032$ , auch unter  $0,008$ , max.  $0,048$ , in grobkörnigen Lagen allgemein  $0,048$ — $0,08$ , max.  $0,144 \times 0,192$ , von unförmigen, scharfkantigen oder schwach kantengerundeten Körnern, die im Sediment ziemlich homogen verteilt sind.
3. Eisensulfid: (Pyrit, Markasit?): Unförmige, schwach gerundete Körner, sehr selten quadratische Querschnitte. In feinkörnigen Lagen allgemein Querschnitte  $0,016$ — $0,032$ , in grobkörnigen  $0,032$ — $0,048$ , max.  $0,56$ .
4. Brauneisenerz: Sehr selten, durch Verwitterung von Eisensulfidkörnern entstanden.

#### II. Allothigene Gesteinskomponenten:

1. Kalk, Dolomit: Die Anschliffärbung mit Eisenchlorid und Schwefelammon versagt, da sich das Material zu sehr mit Flüssigkeit ansaugt. Die differenzierende Dünnschliffärbung zeigt aber, daß der überwiegende Teil der karbonatischen Gesteinskörner kalkig ist. In feinkörnigen Lagen Querschnitte  $0,0017$ — $0,016$ , max.  $0,048$ , in grobkörnigen Lagen generell  $0,05$ — $0,08$ , max.  $0,16$ . Bis über kopfgroße Wettersteinkalktrümmer durch Deckenbruch im Sediment regellos verteilt.
2. Tonige Substanz: Im Dünnschliff schmutzig hellbraun, isotrop; scheinbar anisotrop nur wenn feinst verteilt karbonatische oder silikatische Substanz

beigemengt ist. Fein verteilt im ganzen Höhlensediment, häufig formanisotrope Komponenten in *s* eingeregelt, bei stärkerer Anreicherung zusammenhängende Tonhäute, welche auch sehr mächtig entwickelt sein können: bis mehrere dm mächtige, makroskopisch ungeschichtete Lagen im Aufschluß.

3. Fossilschälchen: Selten, schlecht figurierte, formanisotrope Gebilde, max.  $4,5 \times 0,3$  im Querschnitt, in *s* eingeregelt, nur in manchen Lagen vertreten, auch zerbrochen, dann vereinzelte Kalzite.

### III. Authigene Minerale:

1. Baryt: Konkretionen von mm- bis cm-Ausmaßen im Höhlensediment: milchigweiße, häufig divergent blättrige Aggregate. Nicht wandständig, sondern von gewissen Zentren aus gewachsen, teilweise nachkristallin deformiert (Translation, Rupturen). Oft bleiben noch Restlumina zwischen den Kristallen. (Abb. 3.)
2. Kalzit: Meist klare Kristalle, z. T. freie Restlumina. Auch in dünnen Lagen  $\parallel s$ , (*c*-Achsen  $\perp$  Wand,  $\parallel$  der Richtung des schnelleren Wachstums). Kornquerschnitte allgemein 0,56. Auch im kreidigen Zerfallsprodukt enthalten (vgl. 8). Dolomit wurde nicht beobachtet.
3. Fluorit: Meist als schmaler, etwa 0,27 breiter Saum um die Barytmasse herum (Abb. 3), ebenso in Fugen der Barytkonkretionen. Seltener in würflicher Ausbildung, dann max. Kantenlänge 0,5. In den beobachteten Fällen sowohl älter als auch jünger als die ZnS-Ausscheidung, aber jünger als Baryt.
4. Zinkblende: (Abb. 3), hellgelbe Körner von allgemein 0,27 Durchmesser, weniger als zusammenhängende Massen, außen herum um Baryt, mit Flußspat vergesellschaftet. Mechanisch zerbrochene Körner vereinzelt nachweisbar durch korrespondierende Trümmergrenzen und Ausheilung der Fugen durch Flußspat. Auch in Fugen des Baryts mit Fluorit. Gelegentlich auch größere Ausscheidungen. Im Dünnschliff sehr hellgelb bis grau.
5. Bleiglanz: Nur in einem Fall als Konkretionen von 1–2 mm in klumpiger authigener Zinkblende (13 mm Durchmesser) beobachtet.
6. Eisensulfid (z. T. Pyrit): Konkretionen, besonders in toniger Substanz angereichert. Oft kleine Würfelchen erkennbar.
7. Gips: Rundliche Konkretionen von meist 0,3–0,6 Durchmesser, teils homogen verteilt, teils lagenweise stärker angereichert. (In den Dünnschliffen nicht zu sehen, weil beim Schleifakt zerstört.)
8. Kreidig-erdiger Kalk: Brocken von mm- bis cm-Ausmaß; erdige, zerreibliche, kreideweiße Masse, oft mit Kalkresten. Produkt exochthoner Höhlenverwitterung. In vielen Fällen Kalzit in der erdigen Masse enthalten. Auch größere, in das junge Sediment eingeschlossene Kalkbrocken, zerfallen randlich in dieses weiße Pulver.

Mehrere Auszählungen  $\perp s$  (nach der ROSIVAL'schen Methode) ergaben durchschnittlich: 91,0% Kalk allothigen, 5,25% tonige Substanz, 1,6% Quarz, 0,9% Kalkspat authigen, 0,8% Zinkblende, 0,4% Gips, 0,05% Eisensulfid. Das Verhältnis Ton/Kalk schwankt sehr, je nachdem ein tonreicher oder tonarmer Teilbereich betrachtet wird. Auch der Gipsanteil steigt bereichsweise auf über 20% an.

Der deponierte Höhleninhalt läßt sich ausschließlich auf die Wettersteinkalk-Raibler-Serie zurückführen, von wo die Komponenten durch mechani-

sche Einschwemmung in die Höhle gelangt sind und dort, soweit es sich um allothigene Komponenten handelt, als Höhlensediment mechanisch angelagert worden sind. Vom Wettersteinkalk können stammen: Kalk, Dolomit, Zinkblende, Eisensulfid, Quarz; von den Raibler Schichten sind herzuleiten: tonige Substanz und Eisensulfid, sowie Fossilschälchen (besonders vom 1. Schiefer mit der Kiesoolithbank), Quarz, Kalk, Dolomit. Die idiomorph ausgebildeten Quarzkriställchen sind im Wettersteinkalk in unmittelbarer Erznähe bekannt (SCHROLL, TAUPITZ).

Die Möglichkeit einer hydathogenen Umlagerung von Karbonaten, Sulfiden, Fluorit und Schwespat ist durchaus gegeben (SCHNEIDER, SCHROLL, TAUPITZ). Nach der Möglichkeit der Auflösung an ursprünglichen Vorkommen mußte dann auch die Ausscheidungsmöglichkeit in der Höhle gegeben sein.

#### Gefüge der Anlagerung.

Das noch wenig verfestigte, feinkörnige Sediment zeigt hauptsächlich Wechsellagerung von hellen, kalkigen und dunklen, tonigen Feinschichten (Abb. 1). Diese Feinschichtung läßt einen gewissen Raumrhythmus der Anlagerung im mm- und cm-Bereich erkennen. Die Anlagerung — im großen betrachtet eine Internanlagerung im Höhlenraum — ist zu gliedern in mechanische Anlagerung von Wettersteinkalk-Raibler-Detritus an die freie Sedimentationsoberfläche der Höhle, ferner in eine chemische, freie und nicht freie Internanlagerung.

Die mechanische Anlagerung der Körner im Höhlensediment muß größtenteils aus einem ruhigen, isotropen Medium erfolgt sein. Die Höhle muß also während der Bildung des inhomogenen Parallelgefüges wenigstens zum Teil von Wasser erfüllt gewesen sein. Als Diktator dieses Gefüges ist der Wasserzustrom in die Grube entlang den Klüften, und damit in die Höhle, maßgebend:

Die Feinschichtung mit deutlich polarem Gefüge kommt durch Änderung des Sinkstoffgehaltes im Höhlenwasser zustande: die hellen Lagen (Aufschluß, Handstück, Dünnschliff) bestehen aus größerem Detritus, welcher vorwiegend kalkiges Material enthält. In das Hangende fortschreitend wird der Kornbestand allmählich feinkörniger und tonreicher, als Abschluß ist dann eine aus fast nur dunklen Schiefertton-Partikelchen bestehende Schicht entwickelt. Darüber beginnt mit scharfer Grenze wieder helles, grobkörniges Sediment (Abb. 2).

Bei stärkerer Wasserströmung im Fugensystem konnte zweifellos größeres und weiter entferntes Kornmaterial in den Hohlraum gelangen. Die tonige Komponente, welche im feinen und im groben Sediment enthalten ist, hat nur relativ kurzen Transport mitgemacht. Der Raibler Schiefertton

mit der Kiesoolithbank steht ja nur zirka 30 m über der Höhle an. Außerdem ist im Bereich der großen Störungszone der Schiefer in mehrere Klüfte eingeschleppt („Kluftschiefer“), von wo er dann ebenfalls weggeschwemmt werden konnte. Ferner scheint mir als Lieferant des Höhlensedimentes noch der rezente Grubenbetrieb möglich: das bei den bergmännischen Arbeiten abfallende Gesteinsmehl könnte ebenfalls durch Grubenwässer weitertransportiert und in die Höhle gelangt sein, sofern die Ausfüllung dieser Wettersteinkalk-Höhlen in geschichtliche Zeiten heraufreicht. Diese Möglichkeit zeitlich auszuschließen, ist nicht gegeben. Nach der periodischen Zufuhr von Wettersteinkalk-Raibler-Detritus erfolgte dann eine Sortierung des angelieferten Materials beim Anlagerungsakt. Kleine und leichte Komponenten blieben länger in Schwebelage und kamen jeweils später zum Absatz. Ob vorübergehend oder durch längere Zeit anhaltend Trockenlegung der jeweiligen Sedimentationsoberfläche stattfand, ist nicht nachweisbar, aber durchaus möglich.

Nichtparallele Anlagerung ist auch vom Aufschluß bis zum Dünnschliffbereich zu beobachten. Durch Ablagerung des Kornmaterials aus einer Strömung, etwa in der Nähe des Zuflusses, konnte die in Teilbereichen beobachtbare Schrägschichtung, teilweise mit Abtragung von schon Angelagertem, zustande kommen.

Nachträgliche Verstellungen der primären Feinschichtung sind zahlreich. So sind Verbiegungen und Stauchungen durch Herabstürzen von Wettersteinkalk-Brocken von der Firste in die Höhle zu beobachten. Dabei wurde einerseits Sediment nach unten gepreßt, andererseits durch diese Lageänderung gelegentlich eine Bewegung in Form von Nachrutschen oder Nachfließen des plastischen, teilbeweglichen Sedimentes ausgelöst (Abb. 1, 3). Auch ein Beispiel für eine Biegegleitung liegt vor. An einigen Falten des Faltenstoßes ist Scharnierverdickung durch Stofftransport zum Falten-scheitel zu beobachten. Soviel im Handstück zu erkennen ist, ist der ins Fließen gekommene, mechanisch inhomogen gebaute, gefaltete Bereich durch einen im Sediment eingebetteten Wettersteinkalk-Brocken gestaucht worden, wodurch die Fältelung wahrscheinlich erst ausgelöst wurde. Diese Formung muß früh erfolgt sein, da der gefaltete Bereich im Hangenden erodiert und von ungestörten Feinschichten und einer schwarzen Tonlage überdeckt ist. Durch den Überlagerungsdruck wurden schließlich invers gelagerte Falten-schenkel auf die normal gelagerten angepreßt. Außer dieser Pressung  $\perp$  s sind auch Teilbewegungen  $\parallel$  b während der Biegegleitung erfolgt. Auch Setzungsgefüge sind zu erkennen: z. B. stellenweise durch Anpressung der Feinschichten, welche die in das Sediment gestürzten Kalkbrocken überlagern, oder durch Aneinanderpressen von Kalzitrasen und Feinschichten.

Beim Schneiden eines größeren Stückes wurde zufällig eine etwa 3 cm breite, mit nachgestürzter Breccie sperrig gefüllte, — s verlaufende, 15 cm lange Röhre getroffen, die sich bei dreidimensionaler Betrachtung im Liegenden schräg zu s fortsetzt. Die vermutlich durch unstetige Deformation entstandene und stellenweise wohl durch Höhlenwasser mechanisch ausgewaschene Ruptur ist mit mechanisch angelagerten, schollenförmigen Bruchstücken des Hangenden sperrig gefüllt. Das Zement besteht aus dunklerem, tonhändigem Detritus. Die Feinschichten beiderseits der polymiktbrecciösen Füllung sind vertikal nicht gegeneinander verstellt.

Nach Beschreibung einiger herausgegriffener Beispiele kann zusammenfassend festgestellt werden, daß bei Internsedimentation in einer Höhle gleiche Gefügebilder entstehen können wie bei externer Anlagerung an freier Meeresoberfläche. Dies scheint mir in bezug auf die derzeit lebhaft diskutierten sedimentären Blei-Zink-Vererzungen im Wettersteinkalk beachtenswert. Wesentlich für den vorliegenden, beschriebenen Fall ist die geopetale Füllung des Hohlraumes. Während die Wettersteinkalk-Schichten tektonisch verstellt sind, liegt das Höhlensediment noch heute generell senkrecht zum Erdradius, so daß es nach Abschluß der letzten Großfaltung entstanden sein muß. Zinkblende, die als Detritus im Höhlensediment enthalten ist, muß schon vor Bildung des Höhlensedimentes im Wettersteinkalk vorhanden gewesen sein. Diese Bedingung führt aber zu keiner Klärung der genetisch umstrittenen Pb-Zn-Vererzung im Oberladin.

#### Zusammenfassung.

Im Blei-Zink-Bergbau Bleiberg-Kreuth wurde bei Aufschlußarbeiten rund 430 m unter der Talsohle eine mindestens 15 m<sup>3</sup> große, mit jungem Sediment ganz ausgefüllte Höhle im obersten Wettersteinkalk angefahren. Das feingeschichtete Höhlensediment wurde im Aufschluß, Handstück und Dünnschliff untersucht.

Es handelt sich in der Hauptsache um feinsandig-kalkig-tonigen Detritus, der von den umgebenden und überlagernden Wettersteinkalk- und Raibler Schichten stammt. An allothigenen Komponenten sind enthalten: Quarz, Zinkblende, Eisensulfid, Brauneisenerz, Kalk, Dolomit, tonige Substanz und Fossilschälchen; an authigenen Mineralien sind vertreten Baryt, Kalzit, Fluorit, Zinkblende, Bleiglanz, Gips und Eisensulfid. Viele Kalkbrocken, welche durch Nachbruch der Höhlenfirse in das Sediment gelangt sind, sind äußerlich, häufig aber sehr weitgehend in weißes, kreideähnliches Kalkpulver zerfallen.

Das noch wenig verfestigte Sediment bildet Feinschichtung durch Wechsellagerung von hellem, kalkigem und dunklem, tonigem Kornmaterial ab. Parallele und nichtparallele Anlagerung (Schrägschichtung), polare Ge-

füge und nachträgliche Verstellungen der primären Feinschichten sind vielfach zu erkennen.

Das junge Höhlensediment ist nach der letzten Faltung des Wettersteinkalkes in der Höhle abgesetzt worden. Bei Internsedimentation in der Höhle können gleiche Gefügebilder wie bei externer Anlagerung an der freien Meeresoberfläche entstehen. Der Befund, daß Zinkblende als Detritus vorliegt, führt nicht zur Klärung der genetisch umstrittenen Pb-Zn-Vererzung im Oberladin.

Bei der Schriftleitung eingegangen am 26. April 1956.

#### Literatur.

1. Kyrle, G.: Theoretische Speläologie. — Wien 1923.
2. Sander, B.: Beiträge zur Kenntnis der Anlagerungsgefüge (Rhythmische Kalke und Dolomite aus der Trias). — Min.-Petr. Mitt. 48, Leipzig 1936.
3. Schneider, H. J.: Die sedimentäre Bildung von Flußspat im Oberen Wettersteinkalk der nördlichen Kalkalpen. — Abh. Bayr. Ak. d. Wiss., math.-nat. Kl., Neue Folge, 66, München 1954.
4. Schroll, E.: Über Minerale und Spurenelemente, Vererzung und Entstehung der Blei-Zink-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth/Kärnten in Österreich. — Mitt. Österr. Min. Ges., Sonderheft 2, Wien 1953.
5. Taupitz, K.-Ch.: Über Sedimentation, Diagenese, Metamorphose, Magmatismus und die Entstehung der Erzlagerstätten. — Aus „Chemie der Erde“, Bd. 17, 2. Verlag Gustav Fischer, Jena 1954.
6. Twenhofel, W. H.: Treatise on sedimentation. — Baltimor 1932.

#### Tafelerklärungen:

##### Abb. 1.

Feingeschichtetes und teilweise nachträglich verstelltes Höhlensediment mit Schieferton-Zwischenschicht (schwarz) und großen Wettersteinkalk-Trümmern (hell). (Breite des abgebildeten Ulmbereiches zirka 1 m. Streifen senkrecht zur Schichtung durch das Abschrämen entstanden.)

##### Abb. 2.

Polares Gefüge abbildende Feinschichten: unten jeweils größerer Detritus, nach oben hin allmählich feinkörniger und tonreicher. Zu Seite 3. (Dünnschliff, Vergrößerung.)

##### Abb. 3.

Gefalteter Teilbereich des Höhlensediments (H) mit allothigenen Komponenten (einige Quarze eingekreist, dunkle, tonige Lage am oberen Bildrand), authigener Zinkblende (im Bilde schwarz, Z), Fluorit (F) und Baryt (B). (Dünnschliff, Vergrößerung.)



Abb. 1



Abb. 2

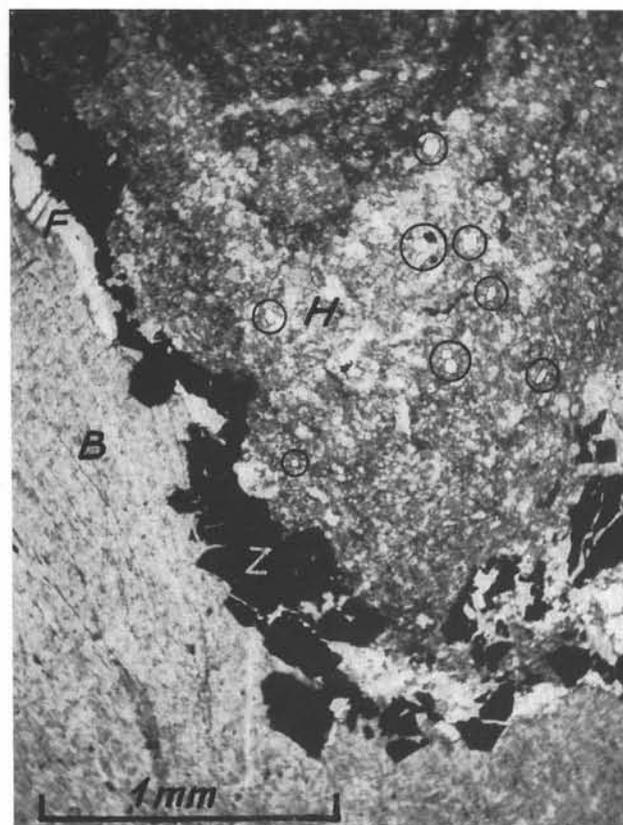


Abb. 3