

Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse vom 24. Juni 1954

Sonderabdruck aus dem Anzeiger der math.-naturw. Klasse der
Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Jahrgang 1954, Nr. 10

(Seite 102 bis 108)

Das wirkll. Mitglied Machatschki übersendet eine vorläufige Mitteilung, und zwar:

„Zur Bedeutung der Augensteine, Bohnerze und pseudomorphosierten Pyrite in den Kalkalpen.“ Von Fridtjof Bauer.

Wie im Jahre 1953 begonnene Untersuchungen des Verfassers zeigen, finden sich relativ häufig in und auf allen bisher in den Kreis der Betrachtungen gezogenen Kalkstöcken der Ostalpen (es sind dies bis jetzt Dachstein, Tennengebirge, Hagengebirge, Hochkönig, Untersberg, Sarstein und Schafberg) in Goethit umgewandelte Pyrite¹. Diese, meist mit Augensteinen und „Bohnerzen“ zusammen vorkommenden Pseudomorphosen oder deren Aggregate sind fast immer allseitig oder vollflächig entwickelt (mit Ausnahme einiger krustenförmiger oder nieriger Bildungen, deren ursprünglich freie Oberfläche von Pyritflächen skulpturiert wird) und führen, oft miteinander kombiniert, die Formen {100}, {111} und {210}. Viele Pseudomorphosen sind noch mit freiem Auge sichtbar (bisher größter bekannter Würfel mit 2 cm Kantenlänge, Würfel mit 0,5 cm langen Kanten sind allgemein verbreitet), doch ist ihre Durchschnittsgröße bei oft massenhafter Anreicherung in Bohnerzsanden kleiner als 1 mm. Durch Abrollung können aus den Pseudomorphosen

¹ Die meisten der bisher untersuchten Proben stammen aus verschiedenen Sammlungen. Für die Ermöglichung der Besichtigung, bzw. Untersuchung bedeutsamen Materials bin ich vor allem Herrn G. Abel (Salzburg, zahlreiche Proben aus dem Haus der Natur), Herrn Dr. F. Bachmayer (Naturhistorisches Museum Wien), Herrn Doz. Dr. J. Fink (Hochschule für Bodenkultur, Wien) und Herrn Dr. W. Freh (Oberösterreichisches Landesmuseum in Linz) zu großem Dank verpflichtet.

mehr oder weniger deutlich zugerundete, polierte „Bohnerze“ entstehen, die dem geübten Auge äußerlich oft noch Pyritflächenreste erkennen lassen, die bis jetzt (wie allerdings auch die eindeutigen, großen Pseudomorphosen, die in großer Zahl im Haus der Natur in Salzburg ausgestellt sind) nie beachtet worden sind. Die „Bohnerze“ selbst zeigen im Anschliff fast nie einen ooidischen oder radialstrahligen Bau, sondern lassen oft Reststrukturen nach Pyrit, bzw. das maschige Netz der Adern, von denen die Pyritumwandlung ausgegangen ist, erkennen, sind also zumindest zum Teil aus Pyriten entstanden.

Bis jetzt sind Vorkommen eindeutiger Pseudomorphosen vor allem von den Kalkplateaus selbst bekannt (höchster Fundpunkt: Hoher Gjaidstein, P. 2794), ferner von eindeutig primärer Lagerstätte in Höhlen um 1400 m (autochthon als Stalaktiten oder Kluftfüllungen) und schließlich aus Höhlen und Karstquellen vom Plateau bis zum Talgrund als von oben eingeschwemmtes Material, hier zum Teil in Breccien oder Konglomeraten eingeschlossen. Bei einigen in Höhlen aufgewachsenen Pyriten finden sich auf den meist limonitisch-löcherigen Anwachsflächen zum Kalk Abdrücke von Gipskristallen bis 7 mm Größe, welche zeigen, daß der Schwefel anfangs noch in oxydierter Form als Sulfat vorlag (Reaktion mit dem Kalk unter Gipsbildung), während sich erst später das sauerstofffreie, sulfidische Milieu durchsetzte.

Die bis heute bekannten, wichtigsten Vorkommen werden nachfolgend erstens nach der Art des Auftretens (Plateau — Höhle autochthon — Höhle oder Quelle eingeschwemmt) und zweitens nach den Gebirgsstöcken getrennt aufgeführt. Die Zahlen in den Klammern geben den Durchmesser der größten, immer eindeutigen Pseudomorphosen an (in mm).

1. Vorkommen auf den Plateaus:

Dachstein: Niederer Gjaidstein bei P. 2410 (8); südlich des Däumelkogels (1,8); im Sattel des Hirberückens (0,07). Hoher Gjaidstein (7); Stoderzinken (4); Kufstein (3); Großer Miesberg (12); Kleiner Miesberg (9); Lackner Miesberg (6); Krippenstein (3).

Tennengebirge: Scheiblingbühel (5); Bleikogel (8); südlich Bleikogel (12); Langwand (10); Fritzerkogel (6); Fritzerkessel (1); Knallstein (15); Knallstein-Wasserbretter (5).

Hagengebirge: ~~Knallstein (15)~~ Schneibstein (10).

Hochkönig: Birgkar (10).

2. Autochthone Höhlenvorkommen:

Dachstein: Mammuthöhle-Brauneisenhalle in stalaktitischer Form (1,5) und in kluftauskleidenden Krusten (3); Mammuthöhle-Hauptgange (21).

3. Allochthone Höhlen- und Quellenvorkommen:

Dachstein: Mammuthöhle-Hauptgangende (9); Mammuthöhle-Brauneisenhalle (6); Mammuthöhle-Verfallene Burg (1).

Tennengebirge: Eisriesenwelt-Oberes Wasserberglabrynth (0,8); Eisriesenwelt-Regenkluft (1); Eisriesenwelt-Midgard (2); Eisriesenwelt-Erosionsgang (2); Eisriesenwelt-Alter Gang (9); Brunneckerhöhle (0,8); Brunneckerhöhle-Zackenammer (2); Wienerfallhöhle (1).

Hagengebirge: Hochwandlhöhle (3); Tantalhöhle (0,3); Bärenhöhle (1).

Hochkönig: Teufelskirche (10).

Untersberg: Quelhöhle im Grüntal (1); Eiskeller-Bohnerzschacht (5).

Sarstein: Windloch (2).

Schafberg: Wetterloch (1).

Die eingeschwemmten, wie auch die primär in Höhlen aufgewachsenen Pyrite, bzw. deren Pseudomorphosen sind an in die Großhöhlen eingeschaltete Schacht- oder Kluftzonen oder an relativ jüngere Höhlengerinne gebunden, die irgendwie mit den Plateauflächen in Verbindung stehen (was häufig auch durch das reichlich eingeschwemmte Augensteinmaterial unterstrichen wird). Die in solchen Räumen aufgewachsenen Pyrite (Mammuthöhle: Hauptgangende 1450 m, Brauneisenhalle 1390 m) zeigen deutlich, daß zur Zeit ihrer Bildung diese Hohlräume bereits vorhanden gewesen sind, daß also vor Abscheidung der Erze das lokale Vorflutniveau einmal schon unter dieser Höhenmarke gelegen haben muß, damit die Karstwässer überhaupt die Räume schaffen konnten¹⁾. Erst nach dieser Phase erfolgte sowohl auf den Plateaus, wie auch in Teilen der schon bestehenden Höhlen die Bildung der Pyrite. Sie erstreckte sich höhenmäßig zumindest vom Hohen Gjaidstein (P. 2794) bis zur Brauneisenhalle in der Mammuthöhle (1390 m). Bei der Art der Verbreitung der heutigen Pseudomorphosensfundpunkte auf den Plateaus kommt für ihre Erklärung nur ein flächenhafter Bildungsprozeß in Frage, als dessen Ausläufer in den vorgebildeten Gängen der Tiefe die bekannten autochthonen Höhlenvorkommen anzusehen wären. Allerdings kann damit über ihre Bildungsart nichts weiteres ausgesagt werden. Gegen eine Faulschlamm-Bildung spricht die relative Größe der Kristallindividuen und der Gehalt an Spurenelementen (Herr Dr. E. Schroll hatte die Güte einige Proben spektrographisch zu untersuchen) und gegen eine aszendente Bildung die Anreicherung an der Oberfläche, während aus den tieferen Teilen des Gebirges nur sekundär eingeschwemmte

¹⁾ (Die eigentliche Großhöhlenräume können theoretisch früher oder später entstanden sein)

Stücke bekannt sind und dort Spuren einer Vererzung dieses Ausmaßes fehlen. Es wäre jedoch denkbar, daß sonst leere, sulfidische Quellen (wie auch heute noch Schwefelquellen aus den Kalkalpen bekannt sind) in Oberflächennähe an günstigen, O₂-freien Punkten mit oberflächlich zugeführten Eisenlösungen reagiert hätten. Erschwert wird die Erklärung der Bildungsweise der Pyrite dadurch, daß die Pseudomorphosen der Plateaus nie in einem Gestein anzutreffen sind, in welchem sie entstanden sein könnten. Dieses scheint vielmehr bei den folgenden Umlageungsvorgängen zerstört und entfernt worden zu sein (man wird an feine, weiche, tonige Gesteine denken müssen), während die harten Pyrite oder deren Pseudomorphosen, sowie die gerollten „Bohnerze“ erhalten geblieben sind.

Es erhebt sich nun die Frage nach dem Alter dieser Pyritausscheidung, die in Beziehung zu den Augensteinen und Höhlen vorläufig nur eine relative Beantwortung erfahren kann.

1. Daß Pyrite primär in Höhlen gebildet worden sind, beweist, daß einmal vor ihrer Bildung eine tiefgreifende Verkarstung stattgefunden hat.

2. Untersuchungen in den Dachsteinhöhlen konnten zeigen, daß die ältesten Augensteinkonglomerate und -sandsteine (Korsa, Schmetterlingsgang-Mammuthöhle, Paläotraun, Dreiteiliger Abgrund, alle in Höhen zwischen 1360—1400 m) frei von Bohnerzen und auch von pseudomorphosierten Pyriten sind, dagegen aber oft massenhaft Granat (bis 8 mm groß mit oft noch gut erhaltenen Rhombendodekaedern) führen. Diese Konglomerate und Sandsteine liegen in den mehr oder weniger horizontal verlaufenden Gängen des alten, unterirdischen, von O gegen W gerichteten Flußsystems des nördlichen Dachsteins, welches in Resten noch in der Petrefaktenhöhle auf der Lahnfriedalm und in den O—W-Gängen der Rieseneishöhle und des neuen Teiles der Mammuthöhle erhalten ist. (Die von O gegen W gerichtete Durchflutung wird durch die zahlreichen, vom fließenden Wasser an den Wänden herauskulpturierten halbmondförmigen Fazetten, deren steilere, konkave Fläche immer gegen W zeigt, belegt. Solche Fazetten finden sich in der Eishöhle im Korsaingang, in Belrapeire und Kreuzgang und im jetzigen Ausgangsteil, in der Mammuthöhle im Schmetterlingsgang, in der gesamten Paläotraun, östlich der Konglomeratbank, beim dreiteiligen Abgrund, beim Kanon und Eisseesee und beim letzten Wegknick vor dem W-Ausgang, in der Petrefaktenhöhle im Eingangportal.) Eine gewisse, generelle Bestätigung erfahren

die Beobachtungen durch ein Augensteinefeinkonglomerat vom Weg nördlich unter dem Däumelkogel (in zirka 1700 m Höhe, Oberflächenfund!), welches ebenfalls keine Bohnerze oder ähnliche Bildungen enthält wie auch die in konglomeratischem Verband anzutreffenden Augensteinvorkommen im Gebiet zwischen Bünnerhütte, Grafenbergalm und Gjaidalm.

Dies zeigt, daß sich auf jeden Fall zwei verschiedene Phasen trennen lassen: eine Pyrit—Bohnerzphase mit vor allem losen Einzelvorkommen (nie in erkennbar primärem Verband mit einem Gestein) und eine pyrit- und bohnerzlose (oder zumindest äußerst arme) Augensteinphase mit noch häufig vorhandener konglomeratischer Verkittung. Auffallenderweise sind die Oberflächenfunde von Pseudomorphosen nach Pyrit vor allem im Dachsteingebiet (welches hier näher betrachtet wird) an die Höhenlinien gebunden, während in den tieferen Teilen des östlichen Plateaus (zwischen den Linien Stoderzinken—Miesberge und Hirzberg—Krippenstein) solche noch nicht nachzuweisen waren. Andererseits zeigen die oft als gehäuft zu bezeichnenden Vorkommen (z. B. Mittergjaidstein) im Gegensatz zu den nach unseren heutigen Erfahrungen erwähnten pseudomorphosenlosen Feinkonglomeraten des Plateaus, daß erstere nicht aus letzteren hervorgegangen sein können. Wohl kommen Pseudomorphosen und Bohnerze meist mit Augensteinen zusammen vor, doch handelt es sich hier um mehrfach umgelagertes Material.

Prinzipiell gibt es zwei Möglichkeiten der Aufeinanderfolge beider Phasen: 1. Pyritbildung vor Ablagerung der pyritlosen Sandsteine und Konglomerate der tiefern Plateauteile. Die Pyrite können in diesem Fall als erhaltene Relikte, vermengt mit Resten einer älteren oder kurz darauf erfolgten Schotterüberstreuung auf den Kammlinien gedeutet werden, während in den Tiefenlinien ihre Vorkommen durch Flußerosion zerstört worden wären. Als Zeichen diese Flüsse wären die bohnerzlosen Sandsteine und Konglomerate anzusehen, in welchen ein eventuell vereinzelt vorkommendes Bohnerz von den Hängen der Rücken abgeleitet werden könnte. 2. Pyritbildung nach Ablagerung der pyritfreien Augensteine. Letztere wären als tiefster Basisteil eines Schotterpaketes anzusehen, auf welchem dann die Pyrite zur Ablagerung gekommen wären. Die Schotterpakete in den Mulden mit den oberflächlichen Pyriten wären ausgeräumt worden, während auf den Kämmen mit geringerer Überdeckung sich die Pyrite erhalten haben könnten. In diesem Falle müßte die Oberfläche vor der Augensteinablagerung von ähnlicher Gestalt wie die heutige gewesen sein. Allerdings müßte dann für

die Pyritbildung eine allgemeine Absenkung unter eine ruhige Wasserbedeckung gefordert werden.

Möglicherweise ist mit mehreren getrennten Phasen von Augensteinüberstreuungen zu rechnen, ebenso wie mit abwechselnden Hebungen und Senkungen im Kalkalpenbereich, wofür heute allerdings noch keine festen Anhaltspunkte vorliegen.

Nicht ohne weiteres in den Sedimentationsablauf sind daher die erwähnten Großhöhlensysteme einzubeziehen. Es muß jedoch als wahrscheinlich angenommen werden, daß eine direkte Durchflutung von den Zentralalpen her einstmals stattgefunden hat.

Mit den Pyriten und von diesen abzuleitenden Bohnerzen in keinerlei Zusammenhang stehend, dürfte auf einer der heutigen Oberfläche schon ähnlicheren Plateaulandschaft später noch ein Lateritisierungsprozeß stattgefunden haben, von welchem die oft an Altformen der heutigen Karstflächen gebundenen limonitischen Krusten zeugen. (Diese zeigen im Anschliff meist eine wolkige bis schlierige Verteilung des Eisens, was auf die Ausscheidung leichtbeweglicher Oxydhydrate als Oxyde in Bodenkörpern hinweist.) Auch schon rein äußerlich sind diese, meist helleren, röteren und tonigen Bildungen von den harten, meist dunklen bis schwarzen Pyritabkömmlingen zu unterscheiden.

Wenn weitere Untersuchungen auch neue Gesichtspunkte zur Stellung der Pyrite bringen sollten, so wird dies aber nicht den Wert der Pyrite als Anzeiger einer eigenen Entwicklungsphase der Kalkalpen verringern. Als solcher werden sie bei jeder neuen geologischen oder morphologischen Bearbeitung der Kalkhochalpen mitberücksichtigt werden müssen.

Aufgabe weiterer Untersuchungen wird es sein, 1. die Reihe der Fundpunkte zu vervollständigen, sämtliche bekannten Augenstein- und Bohnerzfundpunkte auf Pseudomorphosen zu untersuchen und somit alle Kalkstöcke der Ostalpen zu erfassen, 2. das Verhältnis der Pyrite zu den „Bohnerzen“ einerseits und zu den Augensteinen und Großhöhlen andererseits näher zu durchleuchten und 3. mit Hilfe der gewonnenen Gliederung zu versuchen, die Kalkalpenphasen mit den Ablagerungen der inneralpinen Becken und der Vorland sedimentation zu parallelisieren.