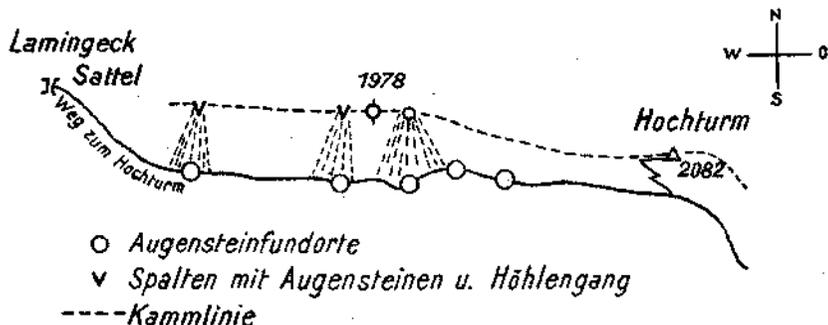


Die größten Augensteine beobachtete ich südöstlich von P. 1978. Das größte Stück, das ich hier fand, war ein Werfener Sandstein, der eine Länge von 6,5 cm, eine Breite von 5,5 cm hatte und 2,5 cm dick war. Es sei auch bemerkt, daß die Quarze hinter der Größe der Werfener Sandsteine zurückbleiben. Unter den Quarzen trifft man sehr viele kantige Stücke. Meist sind nur kleinere Stücke gut gerundet. Das größte hier gefundene Quarzstück ist 3 cm lang, 2,5 cm breit und 1,5 cm dick. Die meisten Sandsteine erreichen Walnußgröße, während die Quarzgerölle selten die Größe einer Haselnuß überschreiten.

Auf einer Exkursion mit Privatdozent Dr. A. Winkler-Hermaden wurden die Spalten gefunden, aus denen die Augensteine stammen. Von diesen Spalten aus wurden sie auf den Weg gestreut, wie aus der kleinen Skizze zu ersehen ist. Übrigens dürften die Augensteine südöstlich von P. 1978 aus einer jetzt eingebrochenen Höhle stammen, die unmittelbar östlich von P. 1978 liegt. Hier konnten wir viele über faustgroße Sandsteingerölle finden.



Dr. Josef Schadler (Riva Trigoso). Über die Phosphatablagerung der Czoklovinahöhle (Siebenbürgen). Ein Vergleich mit jener der Drachenhöhle (Mixnitz, Steiermark).

So häufig, ja fast regelmäßig der erdige Inhalt von Höhlen einen höheren  $P_2O_5$ -, meist auch N-Gehalt als die Erden der oberirdischen Böden aufweist, so sind hochprozentige Phosphatablagerungen von bedeutenderem Rauminhalt in Höhlen doch selten. In Europa sind bisher drei bekannt geworden. Es sind dies:

Minervahöhle (Departement Herault, Frankreich) nach Gautier mit 120.000 t.

Czoklovinahöhle (Siebenbürgen) nach Götzing mit 50.000 t.

Drachenhöhle (Steiermark) mit 25.000 t Phosphaterdemassen.

Gemäß ihrem paläontologischen Inhalt sind sie alle drei im letzten Teil der Eiszeit zur Ablagerung gekommen. Sie sind demnach geologisch verhältnismäßig jung und ungefähr gleichaltrig; es ist interessant an ihnen, den Umwandlungsgrad zu vergleichen, den sie in der Zeit seit ihrer Bildung erreicht haben. Verfasser konnte die Ablagerung der Drachenhöhle während der technischen Gewinnung des Phosphates beobachten und jene der Czoklovinahöhle im Herbst 1926 besichtigen, als sie durch schachtartige Einbaue aufgeschlossen und zur technischen

Gewinnung vorbereitet war. Von der Czoklovinahöhle hat G. Götzingery) eine genaue Darstellung und Massenberechnung gegeben und ist auf diese Arbeit im folgenden bei Ortsbezeichnungen Bezug genommen.

Ein Vergleich der beiden Vorkommen Czoklovina und Drachenhöhle zeigte sowohl in der Art der Einlagerung der Phosphaterde im Höhlenraum, wie im chemischen Bestand, bzw. der mineralogisch-petrographischen Beschaffenheit derselben bemerkenswerte Unterschiede.

In der Czoklovinahöhle ist für die Verteilung der Phosphaterdemassen im Höhlenkanal die Auflösung in einzelne, je mehrere Meter bis 12 m hohe und einige 10 m breite Haufen kennzeichnend, worauf schon G. Götzinger aufmerksam gemacht hat. In Mixnitz war die Einlagerung in den Mulden und Senkungen des alten Höhlenbodens zwischen den Verstürzen vorherrschend. Eine so ausgesprochene Haufenbildung wie in Czoklovina war nicht zu beobachten und daher die Bildungsweise, ob fluvialil umgeschwemmt oder als Reststoffe locker an Ort und Stelle aufgeschüttet, immer etwas unklar. Die Formen in Czoklovina sind Musterbeispiele lockerer Aufschüttung organischer Reststoffe an jenen Stellen, die von den Tieren zu ihrem Aufenthalt besonders bevorzugt wurden. Ein Vergleich mit diesen ungestörten Verhältnissen von Czoklovina macht auch die Auffassung in Mixnitz eindeutiger. Die Lage ist hier komplizierter, weil die Aufschüttung auf einem unebenen Boden stattfand (der sogenannte dritte Versturz war zu Beginn der Aufschüttung schon vorhanden), gleichzeitig mit ihr das Niederbrechen des ersten und nachfolgend des zweiten Versturzes vor sich ging und daher neben der einfachen Aufschüttung auch Abschwemmungen besonders vom dritten Versturz erfolgten. Die Teile um den ersten Versturz sind in Mixnitz als ein großer Aufschüttungskegel zu betrachten; ein zweites Hauptschüttungsgebiet ist über dem dritten Versturz anzunehmen, von dem zeitweilig oder gelegentlich in größerem Umfang Abschlämmungen in die tieferen Mulden erfolgten.

Die Phosphaterden selbst gleichen sich im physikalischen Aussehen ungefähr in beiden Vorkommen. Die Betrachtung des Profiles in den beiden großen Aufschüttungen der Czoklovinahöhle (Großer Saal und Endsaal) zeigt einen ziemlich homogenen, nur andeutungsweise geschichteten Aufbau; in Mixnitz herrschte vielfach eine feinflättrige Schichtung vor, was mit vorstehend Gesagtem in Einklang zu bringen ist.

Auffallend in Czoklovina ist die Armut an Knochen und der Mangel an ausgesprochenen Knochenlagen, die in Mixnitz, besonders in den oberen Lagen so gut ausgebildet waren. Möglicherweise werden sie auch in Czoklovina beim Abbau noch an einzelnen Stellen gefunden; in den Hauptprofilen fehlen sie und wurden bisher knochenreichere Teile nur in dem feuchten, höhleneinwärtigen Gebiet des Großen Saales angetroffen. Hingegen tritt in Czoklovina der große Reichtum und die prächtige Ausbildung von Knollen der Minerale Brushit und Kollophan hervor. Sie sind lagenförmig angeordnet, in den oberen Teilen der Ablagerung klein, eigenartigerweise zwischen einem System von

y) Götzinger G., Die Phosphathöhle von Czoklovina. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Wien, Bd. 62, p. 300.

größeren ein solches von unter sich gleich großen, kleineren; in den tieferen Lagen bilden sie mächtige Kugeln bis zu 0,5 m Durchmesser.

Nach einer durch gleichmäßiges Abscheren der Schachtwand über die ganze Profilhöhe gewonnenen Probe der Phosphaterde im Endsaal der Czoklovinahöhle weist diese einen Gehalt von 13,6%  $P_2O_5$  bei 24%  $H_2O$  auf, während der Gesamtdurchschnitt der in Mixnitz gewonnenen 13,2%  $P_2O_5$  bei 34%  $H_2O$  beinhaltet. Die Czoklovina-Phosphaterde hat demnach einen wesentlich geringeren Feuchtigkeitsgehalt als die von Mixnitz; hingegen ist der Phosphorsäuregehalt auf Trockensubstanz bezogen ein beträchtlich höherer. Es gibt wohl auch in der Czoklovinahöhle feuchtere Zonen; doch sind diese auf einzelne, Tropfstellen naheliegende Teile beschränkt und erreichen mit etwa 34%  $H_2O$  bei 13%  $P_2O_5$  immer noch nicht die Höchstwerte von Mixnitz mit 45 bis 50%  $H_2O$ , die dort mehrfach erreicht wurden. Im Einklang mit dem höheren Phosphorsäuregehalt steht die bedeutend reichlichere Bildung von konkretionären Phosphaten in Czoklovina.

Soweit die Beobachtungen des Verfassers reichen, fehlen in Czoklovina vollständig die eigenartigen, buntgefärbten Einlagerungen, die in Mixnitz so gut und häufig ausgebildet waren. Es wurden in der Drachenhöhle weite Zonen der Ablagerung infolge Durchtränkung mit huminstoffartigen, stickstoffreichen Körpern (Scharizerit) schwarz gefärbt angetroffen, die in ihrem Kern oder randlich weiße, rote und gelbliche bis gelblichgrüne Farbentöne aufwiesen. Letztere wurden dort auf Ferro- und Manganophosphate zurückgeführt, die sich bei der Reduktion der organischen Körper bildeten. Sie fehlen in der Czoklovinahöhle offenbar vollständig. Nur an einer Stelle im Langen Gang wurde, oberflächlich am Boden liegend, eine schwarze bis dunkelrotbraune, stellenweise weißgesprenkelte Masse von der Konsistenz der Schmirseife angetroffen, die man als Fledermausguano bezeichnete. Sie zeigt aber keine organischen Reste, überhaupt keine organische Struktur, ist in NaOH zu rotbrauner Flüssigkeit völlig löslich und wird bei Zusatz von HCl wieder ausgeflockt; verhält sich demnach ähnlich als der Scharizerit der Drachenhöhle. Beim Glühen zeigt sie stechenden, nicht reinen Ammoniakgeruch. Offenbar sind dies frisch gefällte, huminartige Kolloide, in denen sich gelegentlich auch etwas Kalziumphosphat ausgeschieden hat.

Während im Gesamtdurchschnitt der Mixnitzer Phosphaterde ein Gehalt von 0,3 bis 0,4% N vorhanden war, weist eine Probe aus der Czoklovinahöhle einen solchen von nur 0,1% aus.

Ihren inneren Bestande nach ist demnach die Phosphaterde von Czoklovina trockener als die von Mixnitz, weist hingegen einen höheren Phosphorsäuregehalt auf. Die Bildung von konkretionären Phosphaten ist eine reichlichere, hingegen der Knochengehalt in den Hauptzonen ein geringerer und die Knochen schlechter erhalten. Eine Durchtränkung mit organischen Stoffen fehlt in Czoklovina der Hauptsache nach. Man kann sagen, der Phosphatisierungsvorgang in der Czoklovinahöhle ist weiter vorgeschritten als der in der Drachenhöhle. Womit mag dies zusammenhängen? Die Beziehung zwischen reichlicher Phosphatmineralbildung und Armut an Knochenresten ist deutlich gegeben; es konnte an einer Stelle am südlichen Ende des Großen Saales

der Czoklovinahöhle etwa in 1 m Tiefe auch unmittelbar beobachtet werden, daß eine Lage von ganz mürben und bröckligen Knochen in eine solche von Phosphatknollen überging. Teilweise waren nur mehr die Umrisse der Knochen, gebildet aus weißen Gelhäuten, zu erkennen; es war also eine ausgesprochene Umfällung der Knochenphosphorsäure vor Augen geführt. Immerhin ist es denkbar, daß von Anfang an das Verhältnis von Guano zu Knochen in der Czoklovinahöhle ein anderes war als in der Drachenhöhle und sich daher auch ein anders geartetes Phosphat ausbildete. Nicht würde dies aber den geringeren Wasser- und Stickstoffgehalt der Ablagerung der ersteren erklären. Wahrscheinlich ist es vielmehr, daß die Herkunft der beiden Phosphaterden ungefähr eine gleichartige war, die heutigen Unterschiede aber durch verschieden weiten Fortschritt der Diagenese bedingt sind. Hierbei kommt offenbar dem Feuchtigkeitsgehalt eine entscheidende Rolle zu. Es ist auch sonst bekannt, daß sich Knochen in beständig feuchter Einbettung besser erhalten als dort, wo Naß und Trocken beständig wechseln. Letzteres scheint das wirksamste Mittel sowohl zur physikalischen, mechanischen Zerstörung, wie auch zur chemischen Umfällung zu sein.

Im gegebenen Fall der beiden Höhlen ist man versucht, das Klima und zunächst möglicherweise eine verschiedene Niederschlagsmenge der beiden Orte verantwortlich zu machen. Herr Dr. Czermak war so freundlich, mir die Zahlenwerte für die jährliche mittlere Niederschlagsmenge von Petroseny (Mittel 1876 bis 1905 = 897 mm) und von Bruck a. d. Mur (Mittel 1881 bis 1900 = 795 mm) zu beschaffen. Sie sind nicht viel verschieden, sogar für das Gebiet der Czoklovina noch höher als für das der Drachenhöhle. Die Niederschlagsmenge allein ist demnach nicht maßgebend für den verschiedenen mittleren Feuchtigkeitsgehalt der beiden Ablagerungen. Man muß daher annehmen, daß die Durchlässigkeit der Höhlendecke, eine bestimmte Verteilung des Wassereintrittes durch diese in den verschiedenen Jahreszeiten und besondere Verhältnisse der Abtrocknungsgeschwindigkeit (möglicherweise im Falle der Czoklovina durch die haufenförmige Aufschüttung gegeben) es bewirken, daß sich trotz gleicher örtlicher Niederschlagsmengen ein so verschiedener Feuchtigkeitsgehalt in der Ablagerung einstellt. Welcher der Faktoren es ist, müßten länger dauernde Beobachtungen klären. Jedenfalls muß aber einer dieser Faktoren in den beiden Fällen maßgebend verschieden sich verhalten und die Ablagerungen gewissermaßen unter verschiedene klimatische Bedingungen stellen. Ob dies eine gleichmäßig trockenere Umgebung oder nur ein rascher Wechsel der Durchtränkung im Falle der Czoklovinahöhle ist, muß derzeit dahingestellt bleiben. Die Wirkung ist bei ihr in vorgeschrittener Phosphatisierung und weitergehender Zerstörung der organischen Körper zweifellos erkennbar.

Es ist in einem gewissen Sinne eine Parallele der Phosphaterden als unterirdische Böden mit den oberirdischen dadurch gegeben, daß sie sich abhängig von ihrer äußeren Umgebung, dem Klima, zeigen, wobei von diesem vorwiegend die Durchfeuchtung, bzw. der Wechsel im Feuchtigkeitsgehalt als maßgebender Faktor aufzutreten scheint. Was

die Phosphaterden aber von den oberirdischen Böden unterscheidet und den Sedimentgesteinen näherbringt, ist der Umstand, daß sie in ihrer Bildung und Umbildung dem organischen Kreislauf, insbesondere dem der Pflanzenwelt entzogen sind und daher geochemische Vorgänge, ähnlich der Diagenese, einen bedeutenden Einfluß nehmen.

Eine Verfestigung der Phosphaterde zu plattigen Krusten, wie sie in Mixnitz in großer Ausdehnung als dünne, dort sogenannte „Sinterschichte“ auftritt, konnte in der Czoklovinahöhle nur im Doppelsaal in 0-80 m Tiefe in sehr kleinem Umfang beobachtet werden. Den Haufenaufschüttungen fehlen derartige Bildungen, wodurch sich für Mixnitz die Annahme von zeitweiser Überflutung des Höhlenbodens bestätigt.

Schließlich sei noch angefügt, daß in beiden Höhlen die Kalzit-Sinterbildungen eine bemerkenswerte Übereinstimmung in dem Sinne zeigen, daß in beiden Fällen die Reste von alten, rotgefärbten, vollkristallinen Tropfsteinbildungen vorhanden sind, während die jungen, noch heute sich bildenden Absätze bergmilchartig und weiß gefärbt sind. Es mag dies eine allgemein ähnliche Geschichte der beiden Höhlen und damit ihrer Ablagerungen bekräftigen.

Zusammenfassung. Es wird gezeigt, daß die Aufschüttung von organischen Reststoffen, aus denen die Phosphaterde entstanden ist, in der Czoklovinahöhle verhältnismäßig ungestört in einzelnen Haufen stattfand, während in der Drachenhöhle Umschwemmungen infolge der Unebenheit des Höhlenbodens und gleichzeitig mit der Aufschüttung der organischen Reststoffe Deckenverstürze erfolgten, wodurch das Bild einzelner Haufenschüttungen, welches in Czoklovina so klar ist, hier verwischt erscheint.

Ferner wird gezeigt, daß der Phosphatisierungszustand der Czoklovina-Phosphaterde (d. h. die Ausbildung von Phosphatmineralien und hiedurch Unkenntlichwerden der organischen Abstammung durch Zerstörung der Knochen und organischen Reststoffe) ein vorgeschrittener ist als jener der Drachenhöhle und dies offenbar mit dem Grad und dem Wechsel der Durchtränkung der Phosphaterde mit Wasser in Zusammenhang steht.

## Literaturnotiz.

**A. Tornquist.** Die Blei-Zink-erz-Lagerstätte von Bleiberg-Kreuth in Kärnten. Alpine Tektonik, Vererzung und Vulkanismus. 106 S., 8°, mit 29 Abb. im Text, einer Lagerstättenkarte und einer Tafel. Verlag Jul. Springer, Wien 1927.

Es bedeutet eine große Bereicherung unseres Schrifttumes, daß wir nunmehr eine eingehende Einzelbeschreibung des Bleiberg-Kreuther Bergbaugebietes besitzen. — Bezüglich der Schichtenfolge und des Gebirgsbaues folgt Tornquist im wesentlichen den Angaben seiner Vorgänger, besonders jenen Geyers. Als wichtige Abweichung ist bloß zu vermerken, daß die „Bleiberger Dislokation“ nicht als eine einfache inverse Verwerfung aufgefaßt werden darf, sondern daß sie durch den Bergbau als eine Überschiebung erwiesen werden konnte, längs welcher die Scholle des Erzberges von jener des Dobratsch überfahren wurde. Auf die Überschiebung erfolgten SW—NO gerichtete Querstörungen, längs welcher auch Verschiebungen stattfanden. Dann erst wurden die O-W-Klüfte gebildet, welche als die Erzzubringer angesehen werden müssen. Die Lagerstätte findet sich in den oberen Bänken des Wettersteinkalks, ziemlich regel-