

# Die Phosphathöhle von Csoklovina in Siebenbürgen.

Ein Beitrag zur theoretischen und praktischen Höhlenkunde.

Mit einer Karte, Tafel V, und 6 Abbildungen im Text.

Von **Gustav Götzinger.**

---

Im Februar 1917 wandte sich an die Direktion der Geologischen Reichsanstalt in Wien eine ungarische landwirtschaftliche Gesellschaft (Genossenschaft ungarischer Gutspächter in Budapest) mit dem Ersuchen, einen Geologen nach der in Siebenbürgen im Komitat Hunyad gelegenen Csoklovinahöhle zu entsenden behufs Aufnahme und Untersuchung dieser Höhle, wobei die Spezialfrage zu beantworten war, ob und in welcher Menge Phosphaterden, Guano und Knochenerden darin vorkommen, deren Abbau zum Zwecke der Kunstdüngererzeugung in Beratung stand.

Von der Geologischen Reichsanstalt mit dieser schönen und interessanten Aufgabe betraut, konnte ich — da die vorbereitenden Arbeiten behufs Beschaffung von Ausrüstung, Auswahl des Personals, Anschaffung und Herstellung eines Bohrapparates für Bohrungen in der Höhlenerde über einen Monat beanspruchten — im April 1917 die Untersuchungen daselbst beginnen, die nach einem dreiwöchigen Aufenthalt im Höhlengebiet im Mai 1917 zum Abschluß kamen<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Das ausführliche Gutachten auf Grund der Verarbeitung der Kartierungs- und Beobachtungsergebnisse, der chemischen Analysen und der volumetrischen Berechnungen der Höhlenerfüllung wurde im Juni 1917 erstattet. Bei dieser Gelegenheit sei den Herren Generaldirektor Dr. Gerö und Sekretär Dezső Szász in Budapest, die meinen Wünschen verständnisvolles Entgegenkommen bewiesen, der geziemende Dank ausgesprochen.

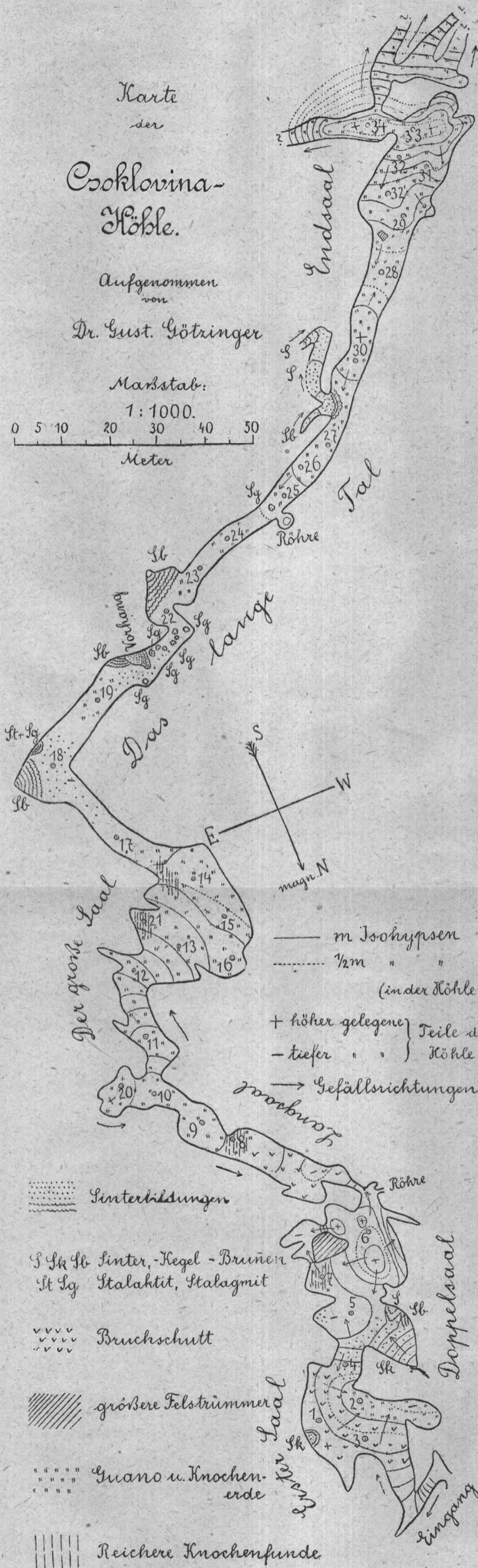
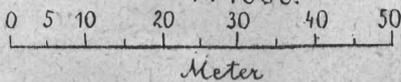
Verschiedene Umstände — zum Teil auch Rücksichten auf die an dem Abbau der Höhle interessierte Körperschaft — haben die Drucklegung der Ergebnisse der Erforschung dieser hochinteressanten Höhle verzögert. Inzwischen erschien seither eine Beschreibung der Höhle von dem ungarischen Geologen Dr. Zoltán Schréter [A Csoklovina-i Barlang (mit deutschem Resumé Die Höhle von Csoklovina), Separatabdruck aus „Barlangkutató“ (Höhlenforschung), 1917, V. Bd., 3.—4. Heft, S. 175 (beziehungsweise 211) bis 219. Budapest 1918], der knapp vor mir für einen anderen interessierten

Karte  
der  
Csoklovina-  
Höhle.

Aufgenommen  
von  
Dr. Gust. Göttinger

Maßstab:

1:1000.



- m Isohypsen
- - - 1/2 m " "
- (in der Höhle)
- + höher gelegene Teile der Höhle
- tiefer " " " "
- Gefällrichtungen
- St. Sg Sinterbildungen
- S Sg Sg Sinter-, Kegel- Brunnen
- St Sg Stalaktit, Stalagmit
- v v v v Bruchschutt
- /// größere Felstrümmer
- Guano u. Knochen-erde
- ||||| Reichere Knochenfunde

Das Marostal etwa an seiner südlichsten Ausbiegung verlassend, treten wir in das breite Strelltal (Streiu, Sztrigy) ein, das über Petrosény die Überquerung der Transsylvanischen Alpen nach Rumänien vermittelt. Bei der Station Kalán-Zeykfalva dieser Bahnstrecke wenden wir uns südöstlich in das hier einmündende, etwa 22 km lange Lunkánytal. An dessen Ende, südwestlich von der Gemeinde Csoklovina, einem idyllisch gelegenen rumänischen Hirtendorf, befindet sich der Eingang zur Csoklovinahöhle. Eine primitive Lehmhütte am SW-Ende des Dorfes, dessen Häuser sich zwischen 600—800 m Meereshöhe am W-Abhang des Vrf. Tifla malerisch gruppieren, war während der dreiwöchigen Höhlenkampagne mein Standquartier.

Am Wege von da zur Höhle gelangt man zur starken Karstquelle des Lunkánybaches, der aus einem gewaltigen Höhlentor heraustritt. Aber noch ein Anstieg von 90—95 m bringt uns zum Eingang der Csoklovinahöhle, die heute gänzlich wasserlos ist.

Die jähe, etwa 250 m hohe Kalkwand, an deren Fuß die Karstquelle liegt und die höher oben die Csoklovinahöhle birgt, ist oberhalb der Höhle nur sehr schwer ersteigbar. Ein leichter Durchstieg aber in der Richtung gegen SE führt uns auf ein 900—1000 m hohes Karstplateau, von dem aus uns der Kulminationspunkt der Transsylvanischen Alpen, der 2506 m hohe, verkarte Retyezát, aus der Nähe grüßt.

Vom Plateau aus läßt sich die allgemeine Situation der Höhle gut erkennen. Soweit das Plateau von Kalk, dem ein jurassisch-unterkretazeisches Alter<sup>2)</sup> zugesprochen wird, gebildet ist, haben wir es mit Verkarstung zu tun. Gegen E hin erheben sich etwas höhere flache Kuppen mit zertalten Flanken; wir stehen hier schon im Granit-Gneis-Gebiet, das morphologisch im allgemeinen eine alte Hügellandschaft, einen Teil einer alten Landoberfläche darstellt, die sich bis 1299 m im D. Rudii erhebt, an dessen Südabdachung der Strellfluß entspringt. Die alte wellige Landoberfläche geht hier offenbar in gleicher Weise durch das Granit-Gneis-Gebiet und den

---

Kreis gleichfalls in der Höhle gearbeitet hatte. Ich kann mit großer Befriedigung feststellen, daß die kartographischen, morphologischen und geologischen Ergebnisse dieses Geologen im allgemeinen sich in bester Übereinstimmung mit den eigenen befinden. Der Verfasser glaubt jedoch, hier seine Forschungen auch ausführlicher wiedergeben zu müssen, da sie nicht allein einen hervorragenden Höhlentypus zum Gegenstand hatten, sondern auch mehrfache Ergänzungen zu den Ausführungen Dr. Schréters zu bringen geeignet sind, wie sie auch anderseits zu direkten Vergleichen mit den Resultaten Schréters anregen, nachdem nun beide Autoren gänzlich voneinander unabhängig zu ähnlichen Ergebnissen und zu schönen Übereinstimmungen gelangt sind.

<sup>2)</sup> Vgl. Julius Halaváts, Das Kreidegebiet von Ohába-Ponor. Bericht über die geologische Detailaufnahme im Jahre 1897. Jahresbericht d. kgl. ungar. geol. Anstalt für 1897, S. 104 ff. Budapest 1899.

westlich aufgelagerten Jura-Unterkreide-Kalk. Selbstverständlich hat sie sich im Karstkalk am besten und zusammenhängendsten erhalten. Sonst haben das Strelltal und seine Nebenflüsse infolge starker Tiefenerosion jene stark reduziert und verwischt. Die vom wasserdichten Granit-Gneis-Boden kommenden Wässer verschwinden nun, wo sie die Platte des Karstkalkes erreichen, in Schlundlöchern und verursachen so blinde Talenden mit Felszirkusformen an den Bachschwinden. Am N- und W-Rand der Karstplatte kommen offenbar diese Zuflüsse wieder in starken Quellen hervor. Schon H a l a v á t s<sup>3)</sup> hat konstatiert, daß die starke Quelle von Ohába-Ponor (östlich vom Ort Puj des Strelltales) die Austrittsstelle des Ponoruluibaches ist, der nordöstlich davon in den Kalk verschwindet. Auch die starke Csoklovinabachquelle<sup>4)</sup> steht offenbar mit den beiden Bächen in Verbindung, welche bei Ponorici im Kalk verschwinden und sich während des unterirdischen Laufes zur Quelle irgendwo vereinigen, wie auch H a l a v á t s annimmt. Derselbe Geologe beobachtete ferner, daß auch in den die Schwinden bei Ponorici umrahmenden Felswänden höher gelegene Höhlen austreten. Es liegt nahe, hier die höheren Eintrittsstellen des alten Ponoricibaches zurzeit von höheren Lagen der Erosionsbasis zu erblicken, wofür wir ja auch bei der Csoklovinahöhle beziehungsweise den über ihr noch befindlichen höheren Etagenhöhlen Analogien haben. Wir sehen also, wie ein Karsthöhlenfluß, verschieden hohen Lagen der immer tiefer rückenden Erosionsbasis entsprechend, verschieden hohe Höhlentunnels geschaffen hat, deren letzter der heutige, 90 m unter der Csoklovinatrockenhöhle gelegene ist.

Bezüglich des Alters der Entstehung der letzteren stimmen wir mit S c h r é t e r völlig überein. Dieser Autor spricht für die erwähnte alte Landoberfläche (die er als Peneplain bezeichnet) wahrscheinlich miozänes Alter an. Die Tiefenerosion in dieselbe ist vorwiegend im Pliozän eingetreten und eine Folge einer Hebung der alten Landoberfläche nach dem Miozän. Ins Pliozän fallen sicher die höheren Etagenhöhlen des alten Ponorici-Lunkány-Laufes. Die eigentliche, tiefer gelegene Csoklovinahöhle ist wohl auch schon im Pliozän durch Flußerosion geschaffen worden; denn im Diluvium kann sie nicht mehr durchflossen worden sein, da sie massenhaft Höhlenbären beherbergte, deren Skelettreste stellenweise ganze Knochenlagen und Knochenerden gebildet haben. Auch die Entwicklung des, wie wir sehen werden, recht mächtigen, mit den Knochenerden vermengten Guanos setzt ja neben der bereits erfolgten Trockenlegung der Höhle auch eine längere Dauer voraus.

<sup>3)</sup> A. a. O.

<sup>4)</sup> Auf der Spezialkarte mit „Ponor“ bezeichnet, wie die Rumänen solche Karstquellen überhaupt nennen, während im küstenländischen Karst darunter die Sauglöcher, die Schwinden, verstanden werden, welche Bezeichnung bekanntlich in die wissenschaftliche Terminologie überging.

Menschliche paläolithische Artefakte übrigens, deren eingehende Beschreibung wir M. R o s k a <sup>5)</sup> verdanken und die teils an Mousterien, teils an Aurignacien erinnern, lassen schließen, daß die Csoklovinahöhle im Diluvium vom Menschen aufgesucht wurde.

Kartierung der Höhle. Die erste Aufgabe bestand in der genauen Kartierung der Höhle mittels eines Krokis und Aneroidmessungen. Die Höhle zeigt bald saalartige Erweiterungen, bald schlauchförmige Tunnelröhren. Während es bei letzteren genügte, entlang der Medianlinien derselben die Richtungen mittels Visierbussole nebst den Entfernungen zu messen, kartierten wir in den Sälen in Polygonzügen, den Vorsprüngen beziehungsweise Einbuchtungen der Saalumrahmung entsprechend. Der Verfasser hatte hierbei zwei leider nur Ungarisch sprechende Gehilfen zur Verfügung. [Z. S c h r é t e r arbeitete auch in den Sälen derart, daß er entlang einer Medianlinie nach kurzen Abständen (alle 5 m) in Senkrechten zur Medianlinie die Breiten der Säle maß; die Übereinstimmungen der beiden Aufnahmen sind sehr befriedigende.]

In Anbetracht des Umstandes, daß der Höhlenboden an vielen Stellen nicht eben, sondern geneigt verläuft, stellenweise sogar unter Neigungswinkeln von 20 bis über 30°, mußten selbstverständlich für die Grundrißzeichnung der Höhle solche geneigte Strecken unter Berücksichtigung ihres Neigungswinkels auf dem Grundriß reduziert werden. Durch Messung der Neigungswinkel von den ebenen Höhlenteilen aus konnte auch gleich die Höhenverteilung ermittelt und durch Schätzungen und Aneroidmessungen ergänzt werden. So entstand die beigegebene Karte, auf der die Unebenheiten des Höhlenbodens durch Isohypsen dargestellt sind (1-m-Linien ausgezogen, gelegentliche ½-m-Linien punktiert).

Die horizontale Gliederung der Höhle. Die Höhle verläuft zunächst im allgemeinen südlich und wendet sich dann bei Punkt 18 gegen SW. Im einzelnen fallen mehrfache Knickungen des Höhlenverlaufes auf. Charakteristisch ist die schlauchförmige Gestaltung mit einigen kleineren Sälen und mit kleinen Abzweigungen beziehungsweise Seitenkammern. Vom Höhleneingang geht es zunächst steil abwärts in einer ausgeweiteten Kluft, worauf etwa 10 m tiefer der erste Saal betreten wird. Er besitzt gegen NE eine Zuspitzung und gegen W eine Seitenkammer. Ein runder, kurzer mit Sinter überzogener Gang führt über einen flachen Sinterfall in den nächsten Saal, der sich eigentlich aus zwei Sälen zusammensetzt, die nur durch eine von einem breiten Tor durchbrochene Felskulisse getrennt sind. Am Ende dieses Doppelsaal genannten Teiles zweigt auf der W-Seite hart neben einer durch

---

<sup>5)</sup> Traces de l'homme diluvien dans la caverne „Cholnoký“ a Csoklovina. Extrait des „Travaux de la section numismatique et archéologique du musée national de Transylvanie à Kolozsvár (Hongrie)“. Kolozsvár 1912. — Vgl. auch Földtani Közlöny, 42. Bd., S. 887 ff., 1912.

Klufferweiterung entstandenen Nische in zirka 2 m Höhe über dem Höhlenboden eine glatt ausgeschliffene Röhre ab, welche bald vertikal in die Tiefe setzt, die aber so schmal ist, daß wir sie nicht erforschen konnten. Ebenso führen beiderseits eines großen Felsblockes zwei Seiteneingänge in eine Seitenkammer. Nun folgt die schmalste Stelle der ganzen Höhle, indem man sich durch eine etwas gewundene Klufferweiterung durchzwängen muß, um hierauf in den schmalen *L a n g s a a l* zu gelangen, der freilich besonders an seinem **NE**-Ende und **SE** um Punkt 20 recht niedrig ist. In förmlichen Spitzbogen bilden korrodierte, durchklüftete Kalkfelsen das Höhlendach. Bei Punkt 10 ändert sich die Richtung zu dem nun sich anschließenden *G r o ß e n S a a l*, während die Seitenhöhlung bei Punkt 20 heute keinen Ausgang hat, indem ihre vermutete Fortsetzung offenbar heute von der Höhlenerfüllung verschüttet ist. Ein Tunnelrohr, wegen der mächtigen Erfüllung mit Höhlensediment zunächst nur so wenig Raum lassend, daß man gerade noch durchschreiten kann, eröffnet den Zugang zum *G r o ß e n S a a l*, der an seiner **SE**-Seite zwei ausgeprägtere Seitennischen aufweist. Steil geht es auf der manchmal glitschigen Höhlenerde abwärts und in dem Maße vergrößert sich die Höhe der zuletzt bis 25 m Breite erreichenden großen Halle. Vor Punkt 17 verengt sich der Große Saal und wir treten in eine Höhlenstrecke, die in ihrem weiteren Verlauf wenig in ihrer Breite differiert. Sie hat ganz den Charakter einer Tunnelröhre. Außer der schon erwähnten Hauptknickung bei Punkt 18 verläuft sie bis auf eine kleine Knickung vor Punkt 22 ziemlich geradlinig gegen **SW**. Wir nennen sie das *L a n g e T a l*. Sie erfährt eine starke Verengung vor Punkt 22 durch mächtige Sinterbildungen, speziell außerordentlich zierliche Stalagmiten und Stalaktiten. Eine kleine, glatt ausgewaschene, vertikale Röhre zweigt nur nahe Punkt 25 ab, während eine stärker versinterte und steil ansteigende Seitenkammer vor Punkt 30 südwärts abgeht, die in einer in das Höhlendach aufsteigenden Röhre endet. Das Lange Tal erweitert sich etwas am Ende der heute zugänglichen Höhle in den sogenannten *E n d s a a l*, der sich im letzten Teil nach Punkt 34 fortsetzt. Über die weitere Fortsetzung des Endsaales, ob nach **E** oder **S**, ist eine Entscheidung heute schwer zu fällen, da hier die Höhlenerfüllung bis zum Höhlendach hinaufreicht und die Schluffe, die wir so weit als nur möglich war begingen, ganz verstopft sind, worauf wir noch zurückkommen werden.

Die Gesamtlänge der Höhle maßen wir mit 425 m, eine sehr schöne Übereinstimmung mit der Messung von *Schréter*, der bis östlich von Punkt 34 435 m maß.

Die vertikale Gliederung der Höhle. Zunächst ist bemerkenswert, daß der Höhlenboden, soweit er von Schutt und Höhlenerde gebildet wird, überall unter dem Höhleneingang sich befindet (nach unseren Messungen bis 20 m, nach *Schréter* bis 16 m darunter) und daß der Höhlenboden auf die lange Wegstrecke von über 400 m trotz meist vorhandener kleiner Uneben-

heiten doch ein einheitliches Niveau einhält. An der Hand der Isohypsenzeichnung (vgl. Tafel I) ist die vertikale Gliederung der Höhle in der Hauptsache zu ersehen. Zum besseren Verständnis sind übrigens die höheren Isohypsen mit +, die niedrigst gelegenen mit — bezeichnet und außerdem die Neigungsrichtungen des Höhlenbodens von den höheren Teilen nach den tieferen durch Pfeile angegeben. So fällt der Boden im ersten Saal flach nach W nach der hier vorhandenen Seitenkammer ab; ein kleiner Anstieg erfolgt nach dem Doppelsaal, der sich nach E hin abdacht, während sich in der NW-Ecke ein steil geneigter prächtiger Sinterkegel und nahe Punkt 6 ein aus ausgebrochenen Felstrümmern bestehender, etwas übersinterter Hügel erhebt, der nach allen Seiten hin abfällt und zwei Rückfallkuppen besitzt. Der Umstand, daß die früher erwähnte kleine Röhre nahe dem S-Ende des Doppelsaales höher liegt als die Seitenkammer SE von dem großen Block nahe Punkt 7, spricht dafür, daß wir hier wohl über letztere die, wenn auch verstürzte Fortsetzung der Höhle zu sehen haben, um so mehr als der die Verbindung zum Langsaal herstellende Schluff sehr schmal ist und Korrosionsspuren in ihm fehlen.

Bald nach dem steilen Abstieg durch den Schluff ist der tiefste Teil des Langsaales erreicht, dessen Boden sich allmählich gegen Punkt 20 hin erhebt. Nun erfolgt der rasche Abfall nach dem Großen Saal, dessen tiefste Stelle am W-Ende desselben liegt, zugleich offenbar die tiefste Partie der ganzen Höhle. Von da verläuft der Höhlenboden eben, um hinter der Verengung der Höhle durch die Stalagmiten ganz allmählich bis gegen Punkt 30 anzusteigen; nach kurzem Abfall erhebt er sich im Endsaal rasch ansteigend bis Punkt 33 und 34. Trotzdem befinden wir uns aber an den letztgenannten Punkten noch 12 m unter dem Höhleneingang (nach Schröter 9 m darunter). Es sei hier schon angemerkt, daß vom Langsaal angefangen bis an das Ende alle Erhebungen und Erhöhungen des Höhlenbodens Guanobeziehungsweise Phosphaterdeanhäufungen sind, welche bei den Punkten 20, 11, 30, 33 und 34 bis ganz nahe an die Höhlendecke hinaufreichen. Das gilt insbesondere für Punkt 34. Nur mit Hilfe von einiger Ausbaggerung gelang es, westlich und südlich von 34 weiter vorzudringen, indem sich der Beobachter mühsam, am Bauche beziehungsweise Rücken kriechend, zwischen dem Guanohügelabfall und der ganz an ihn herantretenden Höhlendecke durchzwängen mußte. In der absoluten Höhe 10—13 m tiefer unter dem Scheitel des Hügels bei 34 konnten wir entlang des steilen Abfalles des Guanohügels südwestlich von 34 vordringen, dann aber gebot die gänzliche Verstopfung mit Guano der weiteren Erforschung Halt<sup>\*)</sup>.

<sup>\*)</sup> Da wir hier die verschiedensten Schluffe durchkrochen und kartierten, ist die Karte hier vollständiger als bei Schröter. Sie ist natürlich auch in diesem Teil eine Karte des Höhlenbodens (wenn sich auch die Höhlendecke

Lehrreich ist auch ein Vergleich zwischen dem Verlauf des Höhlenbodens und der Höhe der Höhle beziehungsweise der einzelnen Hallen. Wir erwähnen unter anderem den den Doppelsaal trennenden Dachvorsprung zwischen Punkt 5 und 7, die Verengung beim Schluff, wie der Große Saal über Punkt 14 besonders an Höhe gewinnt, ferner die besonders niedrige Höhlendecke vor Punkt 30 und vor 28. Bei 23 und 24 wird die Annäherung des Daches an den Höhlenboden durch einen mächtigen Sinterüberzug des Daches gefördert. Schließlich ist ab Punkt 34 die starke Verstopfung der Höhle bis zum Dach durch Guano sehr beachtenswert.

Jedenfalls steht zu dem wenig geneigten Höhlenboden der stärkere Wechsel der Hallenhöhen im Gegensatz. Selbstverständlich konnten die letzteren nur geschätzt werden. Die größten Höhen sind: etwa 25 m im Großen Saal, fast 20 m im Doppelsaal (erster Teil), fast 20 m im Langen Tal nahe Punkt 19 (dagegen nur 6 m im Endsaal).

Zur Morphologie der Höhle. Schon die Betrachtung der Höhlendecke und der Höhlenflanken gibt uns wichtige Fingerzeige für die Entstehung der Höhle. Der Verbindungsgang zwischen dem ersten Saal und dem Doppelsaal, noch mehr aber der Große Saal mit seiner Eingangspartie (besonders zwischen 10—13), große Strecken des Langen Tales zeigen die Decke und die Seiten wie glatt ausgeschliffen, wie man dies bei oberirdischen Flüssen an den Formen mechanischer Erosion bei scheuernder und austrudelnder Wirksamkeit besonders im Kalk wahrnimmt (K o r r a s i o n s f o r m e n). Glatt ausgeschliffene Halbkessel, bald tiefer, bald flacher eingedreht, finden sich zahlreich aneinander geschart; sie verschneiden sich gelegentlich unter merkwürdigen Rippen und Vorsprüngen, wie z. B. nahe dem Eingang in den Großen Saal ein solches glatt abgeschliffenes Felshorn entstand, welches in die Höhle hineinragt. Auch an den Höhlendecken sind Korrasionsformen zu beobachten, was nur Wasser unter starkem Druck leisten kann. Wir haben es ohne Zweifel mit den besonders von H. B o c k in der neueren Zeit und besonders aus den Dachsteinhöhlen kennen gelernten E f o r a t i o n s g ä n g e n von Höhlenflüssen zu tun. Das Auftreten solcher Korrasionshalbkessel nicht nur in den engen Partien der Höhle, sondern sogar im Großen Saal bezeugt, daß früher einmal sogar ausgedehntere Teile der Höhle, die Säle, ganz von dem Höhlenfluß durchmessen worden sind, was ja für Hochwasserzeiten

---

bis auf wenige Dezimeter nähert), der hier steil abfällt (zirka 30—35°). Die Isohypsen sind auf diesem Abfall dort, wo die Höhlendecke so tief bis zum Guano herabreicht, daß man überhaupt nicht mehr durchkriechen kann, punktiert, sonst in dem von uns durchkrochenen Gebiet wie sonst voll ausgezogen. Man gewinnt darnach den Eindruck des Mantelabfalles eines Kegelstumpfes, dessen obere Fläche von der Scheitelfläche der Kuppe bei 34 gebildet ist.

des Flusses verständlich wird und dort auch vollends eintrat, wo der Fluß nachher eine aufsteigende Strecke mit engem Profil, einen Siphon, zu überwältigen hatte<sup>7)</sup>.

Diese Korrasionsformen der Höhlendecke und der Höhlenflanken, die jedenfalls auch unter dem die Höhle erfüllenden lockeren Material den Höhlengrund auszeichnen, sind neben den noch später zu erwähnenden Geschieben angesichts der tunnelartigen Erstreckung der Höhle der beste Beweis dafür, daß die Höhle ein Werk eines Flusses ist, offenbar des alten Lunkány-Ponorici-Baches, der 90 m über dem heutigen Höhlenflußkanal unterirdisch das Kalkgebiet durchmaß.

Andere Teile der Höhle weisen allerdings nicht mehr die Korrasionsformen der Decke und der Flanken auf. Abbrüche von Felstrümmern sind erfolgt, massenhaft eckiger Schutt und Trümmer bedecken den Boden der Höhle. Das gilt besonders für die ersten Säle; trümmerbedeckt ist der erste Saal und junge Ausbrüche der Decke scheinen nahe dem Ende des Doppelsaales eingetreten zu sein. Von der Decke abgebrochene Trümmer und Blöcke finden sich auch gelegentlich im Endsaal.

Es gibt aber auch noch Abschnitte der Höhlendecke, welche durch mehr chemische Wirkung des Wassers (Korrosion) modelliert erscheinen. Mancherorts werden Klüfte und Spalten durch die Tätigkeit des Sickerwassers von oben her ausgeweitet. Wir haben es wohl aber auch mit Korrosionserscheinungen durch den Höhlenfluß gelegentlich zu tun, der ja nicht überall mechanisch erodiert zu haben braucht, wie es der Fall zu sein scheint bei der Entstehung der spitzbogenartig modellierten Höhlendecke nach dem Eintritt in den Langsaal.

So beteiligen sich also an der Ausbildung der Formen der Höhle Csoklovina verschiedene Faktoren: Korrasion durch Flußwasser, Niederbruch und Korrosion. Die verhältnismäßig engen Schluffe zeigen kaum Korrosionsformen, jedenfalls keine Korrasionsformen, so der enge Schluff zwischen dem Doppelsaal und dem Langsaal. Es dürfte sich, wie schon oben erwähnt wurde, ähnlich wie bei der Eingangspartie, wo nur Kluftausweitungen vorliegen, also um nicht oder nur ganz vorübergehend vom Höhlenfluß benutzte Strecken handeln. Damit stimmt überein die Auffindung der ausgeschliffenen Röhre seitlich vom Schluff und der zum Teil freilich verstürzten Seitenkammer des Doppelsaales sowie der Seitenkammer im ersten Saal, die wohl alle auf Fortsetzungen des alten Höhlenflußlaufes hindeuten<sup>8)</sup>.

---

<sup>7)</sup> Übrigens lehrt schon ein Höhenprofil, daß die Hallenhöhen verschieden sind und daß deshalb zu Anstauungen des Wassers infolge engerer Stellen genugsam Veranlassung gegeben war.

<sup>8)</sup> Das wird für die erste Seitenkammer auch von Schréter angenommen.

Im Gegensatz zu den Erweiterungen der Höhle infolge Ausbrechens und Erosion stehen die Verlagerungen, „Verbauungen“ der Höhle durch Kalksinter, die wie jenes jünger als die alte Höhlenflußerosion und heute noch wirksam sind<sup>\*)</sup>. Wir erwähnten schon die Sinterbildungen an der Decke der Höhle, die gleichmäßige Überzüge bilden (bei Punkt 23 und 24); sonst sind die meisten Sinterbildungen verschiedene Gestaltungsformen der Stalagmiten und Stalaktiten.

Sie treten nur in bestimmten Strecken zahlreicher auf, so im Doppelsaal und insbesondere im Langen Tal, woselbst sie an der durch sie verursachten Verengung der Höhle von ganz hervorragender Schönheit sind. Da sie Schrëter nicht näher beschreibt (ob im ungarischen Text seiner Abhandlung, vermag ich nicht zu entscheiden), seien sie kurz unter Hinweis auf die Karte angeführt.

An der E-Wand des ersten Saales befindet sich ein hübscher, 2 m breiter Sinterkegel, in der NW-Ecke des Doppelsaales ein Sinterkegel mit steilem Abfall (beachte die Isohypsenzeichnung auf der Karte), der nach dem Eingang in den Saal hin über Punkt 4 hinaus in einem flachen Fall ausläuft; demselben Kegel sitzen an der W-Flanke ein prächtiger Sinterbrunnen und eine Sinterkugel von 4 m Durchmesser, letztere von hervorragender Schönheit, auf. Die folgende Höhlenstrecke ist bis auf schwache Übersinterung des Trümmerhügels mit einigen Stalagmiten zwischen Punkt 5 und 6 und schwacher Übersinterung der Schuttrümmer in der Eingangspartie des Langsaales ganz arm an Sinterbildungen, die erst im Langen Tal wieder erscheinen, so zwei herrliche Brunnenterrassen bei Punkt 18 beziehungsweise 22, an deren erste sich ein mit einem Stalagmit verwachsener schöner Stalaktit anschließt. Der Glanzpunkt der ganzen Höhle sind dann die großartigen Sinterbildungen, welche die Verengung vor Punkt 22 bewirken. Zunächst fesseln uns eine Brunnenterrasse und ein 2·5 m hoher Sintervorhang, der von einer versinterten Wand hinunterreicht, neben einem 6 m hohen Stalagmit; gegenüber stehen einige kleinere Stalagmiten, die sich gegen die Verengungsstelle noch zahlreicher einstellen (Höhen 1·8—2 m erreichend). Ein zu einer versinterten „Orgelpfeife“ zusammengewachsener Stalagmit-Stalaktit versperrt fast den weiteren Höhlendurchgang. Auch die vor Punkt 30 sich öffnende Seitenkammer ist übersintert (mit kleinen Stalagmiten und Stalaktiten im Hintergrund) und weist einen kleinen hübschen Sinterbrunnen und gegen die Höhle hin eine Sinterkaskade auf. Außerordentlich flache mantelförmig sich ausbreitende Sinterkegel, sehr breite Formen von Stalagmiten, finden sich zwischen 24 und 25 im Langen Tal.

<sup>\*)</sup> Nach den Forschungen von M. R o s k a (a. a. O.) befindet sich über der die paläolithischen Artefakte führenden Knochenbreccie noch 8 cm „Höhlenlehm“ und 3 cm Kalksinter, was für die Chronologie der Höhlenerdmassen und für die Jugendlichkeit des Sinters von Bedeutung ist.

Außer diesen Sintereinzelformen ist der Höhlenboden stellenweise, besonders zwischen 17—19, mit einer Sinterdecke überzogen, die manchmal auch flache Schüsseln bildet, in welchen gelegentlich Tropfwasser angesammelt ist. Leichte Schürfungen stellten hier aber unter der ganz geringen Decke den Höhlenlehm beziehungsweise Guano fest. Wenden wir uns nun der eigentlichen Höhlenfüllung zu.

Die Höhlenfüllung und ihre Geologie. Von den Sinterbildungen abgesehen, besteht der Höhlenboden teils aus Schutt und Trümmern, teils aus Höhlenlehm beziehungsweise Guano und Knochenerden. Die Übergänge dieser letzteren Bildungen sind natürlich mannigfaltige und die Grenzziehung schwierig, besonders wo die Knochenerden feiner sind und wenig größere Knochen enthalten.

Eine Schuttbedeckung weist vor allem, wie erwähnt, der erste Saal auf, Schutt und Trümmer der Doppelsaal, soweit er nicht von Sinter überzogen ist, und schließlich der Beginn des Langsaales; sonst wird der Höhlenboden bis auf die Stellen, wo Fels auftritt, wie bei der Eingangspartie und im Schluff, von Guano beziehungsweise Knochenerde gebildet. Das Hauptverbreitungsgebiet an der Oberfläche sind vor allem der übrige Teil des Langsaales, der Große Saal, im Langen Tal hinter der Verengung und im Endsaal selbst. (Vgl. die Eintragungen auf der Karte, Tafel V, hinsichtlich welcher gleichfalls eine schöne Übereinstimmung mit Schréter zu konstatieren ist. Immerhin sind einige der folgenden Ergänzungen nicht unangebracht.)

Es kommt Guano, und zwar offenbar ganz rezenter, auch im ersten Saal, nicht nur in der erwähnten westlichen Seitenhöhle, sondern auch zwischen dem Schutt vor, wie Grabungen gezeigt haben. Vor allem findet er sich gleich unter den Sinterplatten zwischen dem ersten Saal und dem Doppelsaal nahe Punkt 4<sup>10</sup>), also ganz ähnlich wie wir ihn auch in einigen Partien des Langen Tales unter dem dortigen Kalksinter festgestellt haben. Übrigens erscheinen in Ergänzung der Karte Schréters Knochenerde und Guano im Doppelsaal in den oberen Partien um 7, wo wir dieses Material bis 7 m Mächtigkeit abgruben.

Die Beschaffenheit der Höhlenerden an der Oberfläche ist eine sehr verschiedenartige. Im allgemeinen überwiegt eine bräunliche, oft grauliche, lehmige Masse von Guano. Sie ist manchmal fast zu Stein verhärtet und von bis 2 m tiefen klaffenden Rissen durchzogen (Endsaal), die offenbar infolge Austrocknung entstanden sind. Wahrscheinlich wo der Boden mehr tonig ist, findet sich infolge Austrocknung der sogenannte Polygonboden vor (mit polygonartig angeordneten Rissen), wie er z. B. in der Umgebung von Punkt 19 bei einem hier braunrot gefärbten Guanolehm sehr schön zu sehen

---

<sup>10</sup>) Bis 70 cm Tiefe, dann kam ein Stein, so daß nicht mehr gebohrt wurde.

ist. Besonders fiel mir auf, daß sich solcher Polygonalboden häufig unter Unterhöhlungen der Wände zeigt, so z. B. zwischen 24 und 26 und zwischen 28 und 30. Öfter ist anderseits die Höhlenerde mürb und stellt leicht erkennbaren Guano dar, der manchmal sogar in ganz flockiger und flaumiger Form auftritt, der sich fettig anfühlt. Hier handelt es sich wohl um tierische Verwesungsprodukte. Flockigen Guano von ganz dunkler, oft schwarzer Farbe beobachtete ich besonders im Langen Tal an einigen Stellen (gegenüber der Seitenkammer vor Punkt 30, auch bei 24 und bei 21). Zuweilen zeigt sich der dunkle, schokoladefarbige Guano weiß gesprenkelt (z. B. nahe Punkt 16 im Großen Saal oder bei 10 und zwischen 15 und 16).

Ohne Zweifel rührt der meiste Guano von Fledermäusen her, die man häufig an verschiedenen Deckenteilen der Höhle meist gruppenweise festgeheftet sieht.

Häufig erscheinen in der Höhlenerde Lagen mit massenhaft Knochen, zuweilen aber auch in zerkleinertem Zustand, so daß man geradezu von **Knochenerden** sprechen kann. Es sind teils Anhäufungen, teils Anschwemmungen zertrümmerter und zersetzter Knochenreste. Solche Knochenerdebildungen kommen insbesondere bei 8 und kurz vorher vor Austritt aus dem Großen Saal in das Lange Tal vor (hier direkt an der Oberfläche massenhaft auftretend). Doch fanden sich auch größere Skeletteile, die alle vom Höhlenbär (*Ursus spelaeus*) stammen. Bei unseren Grabungen stießen wir selbst auf viel wertvolles Material. Bei der Schürfung bei Punkt 7 brachten wir einen herrlich erhaltenen Schädel eines Höhlenbären zum Vorschein, der nun eine Zierde des Jagdhauses Lunkány bildet. Kieferstücke mit Stoßzähnen fanden wir bei Punkt 20, auch bei 11 und 21.

Eine wichtige Frage betraf die vertikale Verteilung dieser Höhlenerden, ihren Wechsel und ihre Übergänge und insbesondere die **Mächtigkeit**, die zu ermitteln notwendig war, wenn die Gesamtmenge bestimmt werden soll. Wir haben deshalb nicht nur Probegruben ausgegraben — die wohl von **Schréter** veranlaßt fanden wir natürlich vor —, sondern auch noch **Bohrungen** vorgenommen, und zwar, um möglichst tiefe Profile zu erlangen, von den tiefsten Stellen der Probegruben aus. So konnten sogar bis 10—15 m tiefe Profile erhalten werden.

Die Bohrungen waren natürlich recht mühsam, ganz abgesehen von dem schwierigen Transport des Bohrapparates, besonders des Gestänges, zur Höhle und in der Höhle selbst z. B. durch den engen Schluff vor dem Langsaal. An mehreren projektierten Stellen konnte nicht gebohrt werden, wenn die niedrige Höhlendecke das Herausziehen des Bohrgestänges unmöglich machte oder die Höhle zur Aufstellung des Dreifußes für das Bohrgestänge zu schmal war (Punkte 22—27). Übrigens bot die Höhlenerde, ganz abgesehen von gelegentlich eingeschalteten und dann erst zu durchbrechenden Sinter- und Steinschichten (z. B. im Endsaal), bei zäher Beschaffen-

heit genug Widerstand beim Bohren, so daß trotz fleißiger Arbeit der Mannschaft manchmal nur ganz langsame Bohrerfolge erzielt werden konnten. Die Bohrungen unterblieben selbstverständlich in den Höhlenteilen, wo Rücksichten auf den Naturschutz bei besonderer Schönheit der Sinterbildungen und des Höhlentunnels zu üben sind, so z. B. ab Punkt 17—19 und wo sie zu mühsam waren, wie im ersten Saal zwischen den Schuttrümmern:

Bohrungen wurden an folgenden Punkten niedergebracht:

Bezeichnung des Punktes	Tiefe
7	7 m
9	5.5 m
10	4 m
11	8 m
12	8 m
13	6 m
14	8 m
15	1 m
20	10 m
21	9 m
30	10 m
33	15 m

Im allgemeinen zeigte es sich bei den Bohrungen, daß die Höhlenerde ziemlich steinlos und die ganze Masse recht homogen ist, bestehend aus bald mehr zähem, bald mehr lockerem, oft sehr feinem Material. Sie ist bald mehr als Guano, bald mehr als Knochenerde anzusprechen, zuweilen aber auch als Mischtype beider, wie in Anbetracht der Genese nicht anders zu erwarten ist. Der Kalkgehalt variiert recht, wie die Salzsäureprobe lehrte. Immerhin braust die Höhlenerde zuweilen recht stark, wie wir dies im Gegensatz zur Mitteilung Schréters feststellen können.

Die Ergebnisse der Bohrungen sind übersichtlich auf den folgenden Diagrammen veranschaulicht, auf die bezüglich der Einzelheiten verwiesen werden muß. Guano (G.) und Knochenerden (KE.) wechseln mehrfach miteinander, doch erschließen die Bohrungen an einigen Stellen mehr Guano, an anderen mehr Knochenerde. Doch überwiegt wohl der Guano über letztere; seine Farbe ist meist grau oder braun. Die gelbe Varietät tritt sehr zurück, weiß gesprenkelte Lagen kommen aber häufiger vor. Eine allgemeine Regel über die vertikale Verteilung<sup>11)</sup> des Guano und der Knochenerde läßt sich aus den Profilen schwer ziehen, da die letztere doch verschiedene Niveaus einnimmt, was ohneweiters zu verstehen ist. Guano zeichnet mit wenigen Ausnahmen auch regelmäßig die

<sup>11)</sup> Einander sehr ähnliche Schichten sind innerhalb desselben Bohrprofils jeweils durch Klammern verbunden.

oberen Partien aus, trotzdem er natürlich sicher bis in größere Bohr-tiefen nachgewiesen ist (z. B. bei 12 und 33).

Der Vergleich der 148 Proben (Bohrproben mit den Oberflächen-proben), die auf 18 Typen, A—S bezeichnet, zurückgeführt werden, für welche auch chemische Analysen (Phosphorsäuregehalt) vorliegen, ergab immerhin mancherlei befriedigende Übereinstimmung bezüglich der Schichtfolge und Schlüsse auf die Identifizierung der Schichten verschiedener Orte. In den Diagrammen findet sich bei jedem Bohrprofil, während rechts eine kurze geologische Bezeichnung steht, links eine Angabe, auf welchen Typus die betreffende Schicht infolge ihrer Gleichheit (=) oder Ähnlichkeit (≈) zurückgeführt werden kann. Entsprechende Mischtypen sind durch (—) veranschaulicht, z. B. E—F, Mischform zwischen Type E und Type F. Bei direkter Übereinstimmung der Schichtfolge zwischen zwei benachbarten Bohrpunkten sind die Verbindungslinien von einem Bohrpunkt zum anderen voll ausgezogen<sup>12)</sup>.

Ohne auf Einzelheiten eingehen zu wollen, seien hier nur einige Übereinstimmungen angeführt.

Da die Punkte 7 und 9 in verschiedenen Höhlenabschnitten liegen und durch den engen Schluff voneinander getrennt sind, ist eine direkte Übereinstimmung nicht zu erwarten. Immerhin scheint es sich hier um sehr ähnliche Knochenerden zu handeln. Dagegen laufen die Guano- und Knochenerdenschichten von 9 nach dem benachbarten Punkt 10 offenbar übereinstimmend durch, um so mehr als sie eine ebene Aufschüttung bilden. Während 10 und 20 trotz ihrer Nähe recht verschieden sind, ähneln die Schichten des tiefer gelegenen Punktes 11 in den oberen Lagen sehr denen von 10, während die tiefere Partie von 11 Anklänge an die tieferen Schichten von 20 beziehungsweise 9 hat. Hier zeigt sich auch bei 11, daß Guano vom Charakter der Oberfläche (von 10) in 3 m bei 11 auftritt<sup>13)</sup>. Eine sehr schöne Übereinstimmung der einzelnen Guano- und Knochenerdenschichten lehrt der Vergleich der Profile von 11 und 12 bis 8 m Tiefe. Jedenfalls waren hier gleichartige Bedingungen für die Akkumulation der Phosphaterden gegeben. Konkordant mit der nach 12 geneigten Oberfläche laufen hierher die identischen Schichten der tieferen Partien. Die Schichten sind hier also schräge abwärts gerichtet.

Hingegen lassen sich nur die höheren Lagen von 13 mit den tieferen von 12 identifizieren, so daß hier die Schichtneigung eine

<sup>12)</sup> Bei Identifizierung der Schichten zweier im Diagramm nicht unmittelbar benachbarter Bohrprofile sind die Verbindungslinien durch Wellenlinien angegeben.

<sup>13)</sup> Der mit der Oberfläche ganz ähnliche Guano wiederholt sich in diesem Profil übrigens bis über 7 m Tiefe, was dafür spricht, daß die Anhäufung des Guano in den tieferen Schichten unter ganz ähnlichen Bedingungen stattfand und daß die Ablagerung seither keine sonderliche Veränderung erlitt.



von 13 nach 12 a b fallende wäre, trotzdem 13 niedriger liegt als 12. Jedenfalls unterlagen 12 und 13 schon verschiedenen Bedingungen bei der Anhäufung dieser Erden. 13 und 21 befinden sich in gleicher Höhe, nur auf einander entgegengesetzten Teilen der Höhle; besonders die tieferen Partien stimmen gut zusammen, jedoch ist die Schichtenneigung eine wohl von 13 nach 21 schwach fallende; desgleichen sind die tieferen Schichten von 14 und 13 (zumindest was die Knochenerde anlangt) einander sehr ähnlich, was wiederum eine Neigung von 13 nach 14 in den tieferen Schichten, also wiederum auf eine Schichtenneigung konkordant mit der Oberfläche schließen läßt.

Auffallenderweise ist zwischen den zuletzt genannten Punkten (13, 21 und 14) einerseits und dem nächsten Bohrpunkt 30 trotz der erheblichen Entfernung mancherlei Identifizierung möglich. Die oberen Guanoschichten von 13 und 30 ähneln einander sehr (was allerdings nicht befremden muß), die mittleren Lagen von 21 wiederum den mittleren von 30, was also neuerdings für eine ähnliche Entstehung spricht, ohne daß hier ein Zusammenhang zwischen beiden Guanohügeln besteht. Vortrefflich ist der Einklang in der Schichtfolge bei den Guanohügeln von Punkt 30 und dem Hügel im Endsaal von Punkt 33: die mittleren Partien von 30 erscheinen bei 33 schon in tieferen Schichten, die höheren von 30 in den mittleren und oberen von 33. Die Schichtfolge von 33 ist im Vergleich zu 30 nur sozusagen bedeutend verbreitert. Es waren offenbar bei 33 dieselben Bedingungen in der gleichen Zeit mehr wirksam. Vielleicht etwas Ähnliches, nur in kleinerem Maßstab, lehrt das Verhältnis zwischen 28 und 30, die eine ähnliche Schichtfolge aufweisen, nur ist bei 28 die Mächtigkeit jeder einzelnen charakteristischen Schicht eine geringere. Es ist ohneweiters klar, daß auch 28 und 33 in den oberen Lagen eine identische Schichtfolge haben.

So viel über die Versuche, den Schichtenverlauf der Guano- und Knochenerdeanhäufungen von Punkt zu Punkt zu verfolgen<sup>14)</sup>. Wie es ja bei dieser organogenen Akkumulation sich ohneweiters ergibt, sind in der gleichen Zeit natürlich an verschiedenen Stellen verschiedene Mächtigkeiten entstanden; an manchen Orten allerdings hat gewiß die organische Anhäufung gelegentlich ausgesetzt, woraus sich erklärt, daß in unseren Profilen gelegentlich Schichten nicht vertreten sind. Einzelne Strecken der Höhle waren offenbar ganz besonders der Anhäufung durch Tiere ausgesetzt. Dies gilt insbe-

<sup>14)</sup> Übrigens ist in den Probegruben (zum Teil von Schréter stammend) auch zu sehen, daß der Guano bald eine regelmäßige, manchmal sehr feine Schichtung, bald eine unregelmäßige Schichtung, die fast an Kreuzschichtung mahnt, aufweist und daß die Schichten sowohl horizontal als auch schräge verlaufen. Das letztere scheint besonders der Fall zu sein in der Nähe der Höhlenwände, wenn dieselben überhängen und der Guano deutlich unter die überhängenden Wände einfällt.

sondere für die Gegend um 8, 9, 10 und 20 und den Abfall dieses Phosphathügels nach dem Großen Saal hinunter, für den Guanohügel bei Punkt 30 und schließlich für den großen Hügel bei 33 beziehungsweise 34.

Morphologisch treten also diese Guanohügel, wie bereits erwähnt, sehr deutlich in Erscheinung. Ihr Scheitel ist häufig ganz eben oder bildet mit der Nachbarschaft einen ebenen Kamm, so z. B. von 19 nach 20 und von 33—34. Einer charakteristischen Detailform auf den Steilabfällen der Guanohügel muß hier noch gedacht werden, so beim Eingang in den Großen Saal und beim Aufstieg im Endsaal. Auf dem Abfall sitzen nämlich ganz flache Haufen und Wellen von Guano auf, wie sie sich eben bald da, bald dort mehr angehäuft haben. Freilich sind diese flachen und niedrigen Wellen so unbedeutend, daß sie kartographisch nicht durch Isohypsen zur Darstellung zu bringen waren.

Die vom Scheitel der Guanohügel niedergebrachten Bohrungen haben auch recht erhebliche Mächtigkeiten des Guano erwiesen. Man beachte insbesondere die Mächtigkeit bei Punkt 33 (mindestens 15 m), bei 30 (11 m), bei 20 (10 m) und bei 21 (9 m). Von Interesse ist auch die Mächtigkeit bei Punkt 7 im Doppelsaal in Anbetracht des Umstandes, daß die Höhlenerde hier tief unter die Höhe des Schluffes reicht und es sich um einen anderen Höhlenabschnitt handelt.

Es ergeben sich durchaus größere Mächtigkeiten als aus den Ausführungen Schröters und auch aus seinem Höhenprofil der Höhle zu entnehmen ist. Bei Punkt 13 [etwa identisch mit Schröters Grube III (2·8 m)] bohrten wir bis 6 m, bei Punkt 14 [= Grube IV (4 m)] bis 8 m, bei 30 [nahe Grube V (3·7 m)] bis 10 m, bei 33 [= Grube VI (5·45)] bis 15 m.

Das sind selbstverständlich überall Mindestmächtigkeiten des Materials, da wir sichere Anzeichen für die Erreichung des festen Felsgrundes nirgends, höchstens bei Punkt 14 hatten. Immerhin ist eine geologische Konstatierung geeignet, uns Anhaltspunkte für die Prognose der Mächtigkeit zu geben: die Funde von manchmal schön gerundeten Quarzgeschoben, die in Größen bis 1½ cm beobachtet werden und die zuweilen glänzende Oberflächen aufweisen, so daß sie also ganz den Augensteinen unserer Kalkhochalpen gleichen, mithin in der Csoklovinahöhle auch von Augensteinen gesprochen werden kann. Von nahe Punkt 14 hat übrigens auch Schröter von dem Vorkommen von Quarzschotter Mitteilung gemacht. Wir haben die Augensteine jedoch noch an anderen Stellen auf Grund der Bohrungen nachgewiesen (im Profil mit Ag. bezeichnet), so bei 7 (7·5 m Tiefe), bei 13 (5 m Tiefe), bei 14 im ganzen Profil von der Oberfläche bis 8 m Tiefe, bei 30 (2—10 m), 28 und 33 (10—15 m Tiefe), und zwar sind die stärksten Anreicherungen der Augensteine übereinstimmend bei 14, 30 und 33 in den tiefer erbohrten Schichten, wo geradezu von

Sand und Schottern gesprochen werden kann. Sehr bemerkenswert ist, daß sich die Augensteine in der tiefsten Höhlenbodenpartie finden, zuoberst bei 14<sup>15)</sup> und 28 (beziehungsweise 30) und daß sie in den verschiedenen anderen Bohrprofilen in N i v e a u s auftreten, die in ausgezeichneter Übereinstimmung<sup>16)</sup> zueinander stehen (vgl. auch die geologischen Profile, beachte besonders 13, 14, 30, 28, 33), so daß man geradezu das alte Niveau rekonstruieren kann, welches der Höhlenfluß einnahm, der offenbar die Augensteine herbeibrachte.

Ich beobachtete übrigens auch kleine Geschiebe von kristallinen Gesteinen und einige seltenere, wenig gerundete Kalkgeschiebe (besonders bei Punkt 30 in 6·5 m Tiefe), den Augensteinen beigemischt. Der Fluß kam ja aus dem kristallinen Gebiet und führte sein Geschiebe durch die Höhle durch, wobei natürlich in Anbetracht der starken Korrasionswirkungen in der Höhle nur das härteste Material übrig bleiben konnte, daher die kristallinen und die Kalkgeschiebe sehr zurücktreten, welche letztere natürlich aus der nächsten Nachbarschaft stammen müssen.

Wenn die Höhle durch Höhlenflußerosion geschaffen wurde, und die Augensteinniveaus<sup>17)</sup> gut übereinstimmen mit dem Verlauf des Höhlenprofils, so ist übrigens auch unter Berücksichtigung der Bohrergebnisse ohneweiters klar, daß diese Schotter die tiefsten Partien der Höhlenerfüllung einnehmen, daß also die Guano- und Knochen-erdmassen eine jüngere Bildung darstellen, um so mehr, als sie die höheren Kuppen z. B. auch bei 20, 11 und 13 zusammensetzen. Es mußte ja zuerst der Höhlenfluß seine Aufschüttungen verlassen haben, bevor sich Guano in so unregelmäßigen Haufen und Kuppen entwickeln konnte.

Die Augensteine sind im allgemeinen ein Prognostikon für die baldige Erreichung des Felsgrundes unter dem Guano. Tatsächlich kamen wir bei Punkt 14 in 8 m Tiefe auf etwas Wasser im Sand

<sup>15)</sup> Bei 21 wurden sie nicht mehr konstatiert; ob den Augensteinen in den oberen Schichten von 11, während die unteren, soweit gebohrt wurde, davon frei sind, eine Bedeutung zukommt, lassen wir unentschieden.

<sup>16)</sup> Vgl. besonders die Übereinstimmung zwischen 19 und 30 (geologisches Profil) und zwischen 33 und 30 in den tiefer erbohrten Schichten.

<sup>17)</sup> Der Fund von spärlichen Augensteinen bei Punkt 33 in 1 m Tiefe im Guanohögel, worauf nach der Tiefe erst noch die mächtige Schichtfolge des Guano kommt, kann hier wohl nicht eine Wirkung des Höhlenflusses beweisen (da ja auch die morphologische Form nicht damit übereinstimmt). Sie sind vielleicht nur durch Abschwemmung von oben durch eine Kluft hierher gelangt (auf dem Karstplateau oberhalb der Höhle fanden wir gelegentlich Augensteine, so nordwestlich von Ponorici bei N von Ponor der Spezialkarte; sie könnten hier auch Denudationsreste des konglomeralen Sandsteins der Oberkreide sein. Halaváts a. a. O. S. 111 f.).

und auf Steine, vielleicht wurde hier schon der Felsgrund erreicht<sup>19)</sup>.

Unter Berücksichtigung des Augensteinniveaus im Höhlenprofil war demnach die Tiefen- (beziehungsweise Mächtigkeits-) Kalkulation der Höhlenerfüllung für die Volumbestimmung erleichtert.

**Volumetrische Berechnung der Höhlenerden.** Zur Bestimmung des Volumens der Phosphaterden benötigen wir zunächst das Areal des Höhlenbodens selbst. Auf Grund der Karte ergibt sich die Zusammensetzung der Höhle aus sechs verschieden großen und verschieden geformten Abschnitten, deren Areale die folgenden sind:

1. Erster Saal	502·5 m <sup>2</sup>
2. Doppelsaal	610·0 m <sup>2</sup>
3. Langsaal	380·0 m <sup>2</sup>
4. Der Große Saal	747·5 m <sup>2</sup>
5. Das Lange Tal	972·5 m <sup>2</sup>
6. Endsaal	722·5 m <sup>2</sup>
Zusammen	<u>3935·0 m<sup>2</sup></u> , rund 4000 m <sup>2</sup>

Die Fläche für den Endsaal umfaßt allerdings nur den Teil, soweit er leicht zugänglich ist; rechnen wir aber im schwerer zugänglichen Teil die äußersten Ausläufer mit, um 812·5 m<sup>2</sup> mehr, so erhalten wir als Gesamtareal 4747·5 (rund 4800) m<sup>2</sup>; Abrundung nach oben bis auf 5000 m<sup>2</sup> gestattet. Nehmen wir die durchschnittliche Mächtigkeit der Erdschichten mit etwa 6 m an, so ergibt sich damit ein Volumen von 30.000 m<sup>3</sup>.

Nun ist zwar nicht zu erwarten, daß die gesamte Erdmasse auszunutzen ist, da einerseits infolge der Überdeckungen und Einschaltungen von Kalksinter, Schutt und Steinen, andererseits infolge der Einschaltung wohl von lehmigen phosphorsäurearmen Partien und von Sanden und Schottern ein gewisser Abfall abzuziehen ist. Aus geologischen Gründen ist jedenfalls anzunehmen, daß die basalen Schichten mehr oder minder aus Sand- und Schotterablagerungen bestehen.

Jedoch wird dieser Abfall ausgeglichen durch andere günstige geologische Lagerungsmomente der Höhlenerfüllung. Vor allem ist mit der Fläche von 5000 m<sup>2</sup> beziehungsweise mit der gemessenen Länge der bekannten Höhle (425 m) dieselbe noch nicht zu Ende. Nach den schon früher ausgeführten hydrographischen Zusammenhängen mit Ponorici ist die Gesamtlänge auf über 1500, gegen 2000 m anzunehmen und aus geologischen Wahrscheinlichkeitsgründen, wenn bei Punkt 33 und 34 die Höhle vom Guano fast verstopft ist, muß

<sup>19)</sup> Bei 28 wurde nicht weiter gebohrt, weil unter 2 m Tiefe Steine kamen; ob es sich um zufällige Steine in der Höhlenerfüllung oder bereits um Felsgrund handelt, ist ungewiß.

angenommen werden, daß auch der übrige Teil von Guano und Knochenerde erfüllt ist, so daß eine wohl ziemlich begründete Hoffnungsrechnung eine erhebliche Vergrößerung des angegebenen Volumens ergeben würde.

Außerdem aber besteht ein sehr günstiger Anhaltspunkt, ein noch größeres Volumen als oben angegeben wurde zu ermitteln infolge der Tatsache, daß die Knochenerde- und Guanovolumina in der überwiegenden Wegstrecke der Höhle nicht als prismatische oder liegende halbzyllindrische Körper oder gar nach abwärts gestellte Pyramiden berechnet werden können, sondern als Prismatoide aufzufassen sind, welche sich nach der Tiefe hin zunächst mehr oder minder stark verbreitern; denn es läßt sich die Beobachtung machen, daß die Guanomassen oft beiderseitig unter die begrenzenden überhängenden Höhlenwände einfallen. Die diesbezügliche genaue Ermittlung der Querprofile der Höhlenerfüllung welche innerhalb kurzer Strecken aufgenommen wurden, ergibt, daß in

45 % der gesamten Lauflänge ein trapezförmiges Profil  (Typ a)

29 % der gesamten Lauflänge ein rechteckiges Profil  (Typ b)

26 % der gesamten Lauflänge ein halbtapezförm. Profil  (Typ c)

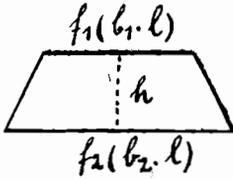
anzunehmen ist. Nur im Falle b ist das Volumen in einigen kleineren Abschnitten der Höhle gleich dem Produkt aus Grundfläche (Areal des Höhlenbodens) und der mittleren Mächtigkeit. Dagegen liegt in 71 % der gesamten Lauflänge ein nach unten sich vergrößerndes Querprofil vor, wodurch die Volumberechnung auf 71 % der Höhlenlänge ebenfalls eine Vergrößerung erfährt, indem das Volumen nicht allein aus dem Produkt der Grundfläche und mittleren Mächtigkeit zu bestimmen ist, sondern noch dazu ein Betrag kommt, der offenbar vom Neigungswinkel abhängt, unter dem der Guano unter die Wände einfällt. Je flacher jener ist, ein um so größerer Betrag ist zu dem Volumen zuzuzählen.

Im Hinblick auf die meist wechselnden Verschiedenheiten der Querprofile der Höhlenerfüllung habe ich das ganze Volumen als Summe von 11 verschiedenen geformten Körpern aufgefaßt, deren Beschreibung in der folgenden Tabelle verzeichnet ist. In ihr erscheint deutlich angegeben, unter welchem Winkel die Guanomassen, soweit sich am sichtbaren Höhlenbodenrand beurteilen läßt, unter die umgebenden Höhlenwände einfallen, ob dies der Fall ist nach beiden Seiten (Typ a) oder nur auf einer Seite (Typ c) oder der Typ b vorliegt. Die Tabelle gibt ferner an, auf welche Weglänge sich die konstatierte Gleichmäßigkeit des Querprofils der Höhlenerfüllung verteilt beziehungsweise welche Länge (in der Höhlenstreckung gemessen) diese verschiedenen Körper haben. Die letzte Kolonne verzeichnet die planimetrisch gemessenen Flächen der oberen Grundflächen eines jeden solchen Körpers.

Körper		Länge m	Areal m <sup>2</sup>
	T y p u s a: Trapezförmiges Querprofil.		
1	Dritter Saal bis zum Schluff (Neigung des Guano unter die Höhlenwände 80° beziehungsweise 40°, im Mittel 60°) . . .	23·5	390
2	Langsaal vor Punkt 8 bis über 10 und 20. Beiderseits 70° einfallender Guano . . .	33·5	205
3	Langes Tal halbwegs zwischen Punkt 23/24 bis Punkt 28. Beiderseits 70° auswärts fallend . . . . .	70·5	415
4	Endsaal ab Punkt 28 bis Mitte Punkt 33/34; Ostwand 50° fallend, Westwand 70° fallend . . . . .	37	445
5	Letzter Saal um Punkt 34. Ringsum je 40° auswärts fallend . . . . .	15	80
	T y p u s b: Rechteckiges Querprofil.		
6	Sintergebiet (Schutzgebiet) nordwestlich von Punkt 5 im zweiten Saal. . . . .	15	102
7	Langsaal vom Schluff bis knapp vor Punkt 8 . . . . .	24	165
8	Langes Tal halbwegs zwischen 14/17 bis halbwegs zwischen Punkt 23/24 . . . . .	90·5	582·5
	Typus c: Halbtrapezförmiges Querprofil.		
9	Erster Saal bis Punkt 4. Westwand 50° auswärts fallend . . . . .	30·5	412·5
10	Saal Nr. 2 bis hinter Punkt 5 (mit Ausnahme des Schutzgebietes = Körper 6). Ostwand im Durchschnitt 70° auswärts fallend . . . . .	13·5	105
11	Großer Saal (vom Eingang zwischen Punkt 10/11 bis halbwegs von Punkt 14/17). Westwand 75° auswärts fallend . . . . .	59	702·5

Wenn wir nun die Volumina (V) dieser 11 verschiedenen Körper bestimmen wollen, so berechnen sich für die Typen a, b, c die folgenden Formeln:

Typus a.



$$V = h \left( \frac{f_1 + f_2}{2} \right),$$

wobei Fläche  $f_1 =$  Breite  $b_1 \times$  Länge  $l$   
 Fläche  $f_2 =$  Breite  $b_2 \times$  Länge  $l$

$$V = \frac{hl}{2} (b_1 + b_2).$$

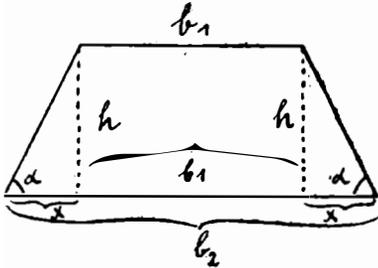
Nun ist

$$b_2 = b_1 + 2x; \quad \tan \alpha = \frac{h}{x}, \quad x = \frac{h}{\tan \alpha}$$

$$b_2 = b_1 + 2 \frac{h}{\tan \alpha}, \quad \text{demnach}$$

$$V = \frac{hl}{2} \left( b_1 + b_1 + \frac{2h}{\tan \alpha} \right) = hl \left( b_1 + \frac{h}{\tan \alpha} \right)$$

für Typ a.

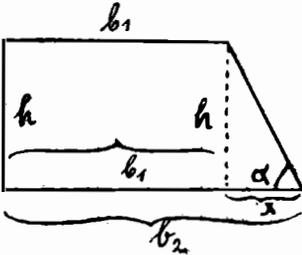


Typus b.

$$V = h \cdot f_1 = h \cdot l \cdot b_1$$

für Typus b.

Typus c.



$$V = h \left( \frac{f_1 + f_2}{2} \right) = \frac{h}{2} (l b_1 + l b_2) =$$

$$= \frac{hl}{2} \left( 2 b_1 + \frac{h}{\tan \alpha} \right) \quad \text{für Typus c.}$$

In diesen Formeln erscheinen also neben den Neigungswinkeln der Guano-massen unter die Höhenwände und den gemessenen Weglängen, innerhalb welcher das Querprofil ziemlich gleichartig bleibt (die beide in der obigen Tabelle angegeben sind), noch die jeweiligen mittleren Breiten  $b_1$  der verschiedenen 11 Körper und  $h$ , die mittleren Mächtigkeiten beziehungsweise Tiefen dieser Körper. Während für die Ermittlung von  $h$  neben den Ergebnissen der Bohrungen verschiedene geologische und hypsographische Überlegungen maßgebend waren, die zum Teil in der folgenden Tabelle vermerkt sind, bestimmen sich die mittleren Breiten  $b_1$  als die Quotienten der Flächen  $f_1$  durch die Längen  $l$ .

$$f_1 \quad l = b_1.$$

Die folgende Tabelle gibt für die verschiedenen 11 Körper die Ermittlung von  $b_1$ , den Schätzwert von  $h$  und die Berechnung des Volumens des jeweiligen Körpers an:

Dieses Volumen der Höhlenerfüllung ist allerdings sicher soweit maximal, als wir angenommen haben, daß bei den Querprofiltypen a und c die Verbreiterung des Querprofils auf die ganze Mächtigkeit hin, auf ganz h eintritt, was aber nicht vollends zutrifft, indem wir in den tieferen Teilen von h bereits in den unteren konkaven Teil des Höhlentunnels geraten.

Typus a: Trapezförmiges Querprofil.

$$V = hl \left( b_1 + \frac{h}{\tan \alpha} \right), \text{ wobei } \frac{h}{\tan \alpha} = m.$$

Körper	$\frac{f_1}{l} = b_1$	$\frac{h}{\tan \alpha} = m$	h	Bemerkungen	Volumen
1	16·6 m	4·6 m	8 m	Sicherer Hoffnungswert (in Anbetracht der guten Beschaffenheit bei dem tief gelegenen Punkt 7	3989·4 m <sup>3</sup> (rund 4000 m <sup>3</sup> ) Minimalwert
2	6·1 m	5·46 m	15 m	Gut begründeter Hoffnungswert in Anbetracht der mächtigen Entwicklung bei Punkt 20	5808·9 m <sup>3</sup> (rund 5800 m <sup>3</sup> ) (wahrsch. Minimalw.)
3	5·89 m	2·18 m	6 m	Wegen ungünstiger Beschaffenheit bei Punkt 30 schon von 6 m an und wegen Augensteinanreicherung bei Punkt 28 schon in 2 m Tiefe h = 6 m angenommen	3417·8 m <sup>3</sup> (rund 3400 m <sup>3</sup> ) (wohl Minimalwert)
4	12·03 m	8·66 m	15 m	Mittlerer guter Hoffnungswert	11.483 m <sup>3</sup> (rund 11.500 m <sup>3</sup> )
5	5·33 m	23·83 m	20 m	Hoffnungswert in Anbetracht der hohen Lage des Guano­hügels und der Erstreckung nach der Tiefe hin	8751 m <sup>3</sup> (rund 8800 m <sup>3</sup> )

## T y p u s b: Rechteckiges Querprofil.

$$V = h \cdot l \cdot b_1.$$

Körper	$\frac{f_1}{l} = m$	$\frac{h}{\text{tanga}} = m$	h	Bemerkungen	Volumen
6	6·8 m	—	—	Berechnung nicht durchgeführt, weil Schutzgebiet	
7	6·87 m	—	<sup>1)</sup> 8 m	Hoffnungswert. NB.: Man könnte in Anbetracht des Zusammenhanges mit dem übrigen Teil des Langsaales mit der größeren vermutlichen Mächtigkeit hier mit $h = 10$ m rechnen:	1305·6 m <sup>3</sup> (rund 1300 m <sup>3</sup> ) (Minimalwert)
			<sup>2)</sup> 10 m		1632 m <sup>3</sup> (rund 1600 m <sup>3</sup> ) (wahrsch. Wert)
8	6·43 m	—	<sup>1)</sup> 5 m	Hoffnungswert in Anbetracht der schlechten Beschaffenheit besonders in den tieferen Schichten von Punkt 14	2922·4 m <sup>3</sup> (rund 2900 m <sup>3</sup> ) Hoffnungswert
			<sup>2)</sup> 10 m	$h = 10$ Maximalwert	5819·1 m <sup>3</sup> (rund 5800 m <sup>3</sup> ) (Maximalwert)

T y p u s c: Halbtrapezförmiges Querprofil.

$$V = \frac{hl}{2} \left( 2b_1 + \frac{h}{\tan \alpha} \right), \text{ wobei } \frac{h}{\tan \alpha} = m.$$

Körper	$\frac{f}{l} = b_1$	$\frac{h}{\tan \alpha} = m$	h	Bemerkungen	Volumen
9	13.5 m	3.36 m	4 m	Einigermaßen berechtigter Wahrscheinlichkeitswert, weil hier Guano nicht erbohrt, aber aus geologischen Gründen unter dem Schutt wahrscheinlich	1854.4 m <sup>3</sup> (rund 1900 m <sup>3</sup> ) (Wahrscheinlichkeitswert)
10	7.7 m	1.46 m	4 m	Gut begründeter Hoffnungswert in Anbetracht der Nähe von Punkt 7	456.3 m <sup>3</sup> (rund 500 m <sup>3</sup> ) (Minimalwert)
11	11.9 m	3.21 m	12 m	Begründeter mittlerer Hoffnungswert in Anbetracht der guten Beschaffenheiten von 21 und 13 und der hohen Lagen von Punkt 12 und 11	9558 m <sup>3</sup> (rund 9600 m <sup>3</sup> ) (wahrscheinl. Minimalwert)

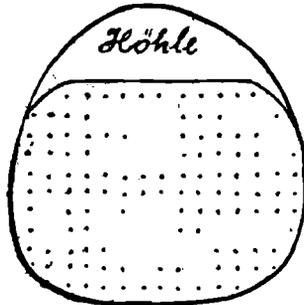
Demnach ergeben sich die Volumensummen:

Körper 1	rund	4.000 m <sup>3</sup>
Körper 2	rund	5.800 m <sup>3</sup>
Körper 3	rund	3.400 m <sup>3</sup> <sup>19)</sup>
Körper 4	rund	11.500 m <sup>3</sup>
Körper 5	rund	8.800 m <sup>3</sup>
Körper 6	nicht berechnet	
Körper 7	rund	1.300 m <sup>3</sup> <sup>19)</sup>
Körper 8	rund	2.900 m <sup>3</sup>
Körper 9	rund	1.900 m <sup>3</sup>
Körper 10	rund	500 m <sup>3</sup> <sup>19)</sup>
Körper 11	rund	9.600 m <sup>3</sup>
Gesamtsumme		49.700 m <sup>3</sup>

Rund 50.000 m<sup>3</sup> Gesamtvolumen der 11 Körper.<sup>19)</sup> Minimalwert.

Allerdings ist bezüglich der Frage der Guanomengen in dem Gebiet zu berücksichtigen, daß es, wie erwähnt, in derselben Wand neben der eigentlichen Csoklovinahöhle noch mehrere bis jetzt nicht erschlossene Höhlen in sicher z w e i E t a g e n gibt, welche, da noch höher gelegen und älter, wohl gleichfalls Guano- und Knochenerde Hoffungsgebiete sind.

Außerdem befindet sich ein weiteres Hoffungsgebiet von bisher noch nicht annähernd bekanntem Volumen in dem Höhlenbezirk der benachbarten R ó s z i a (Kote 823 der Spez.-K.) am rechten Gehänge des ersten nördlich von Csoklovina einmündenden Seitentales des Lunkánybaches. Wir haben es hier mit dem gleichen Kalk wie bei der Csoklovinahöhle zu tun, der gleichfalls stark durchlüftet ist und zahlreiche in verschiedenen Niveaus gelegene Höhleneingänge aufweist. Ich besuchte die Gegend in Begleitung des Gutsbesitzers F. Ládányi.



Verstopfung des Höhlentunnels durch Guano, Knochenerden und Lehm, in den basalen Schichten durch Sand und Lehm.

Nach unseren Ausführungen ergibt sich auf alle Fälle für das Volumen der Guano- und Knochenerdemassen in der Csoklovinahöhle ein größerer Betrag als von Schr é t e r angenommen wird (7436 m<sup>3</sup>), welcher Widerspruch sich dadurch löst, daß Schr é t e r nur den unmittelbar feststellbaren tatsächlichen Vorrat der Phosphaterden berechnete, während meiner Ermittlung des Volumens die ganze Höhlenerfüllung auch im Bereich der von Schutt und Sinter bedeckten Partien zugrunde liegt und also die Hoffungsvolumina angegeben werden. Übrigens nimmt Schr é t e r ja auch eine geringere Mächtigkeit an, da er keine so tiefen Bohrungen gemacht hat. Die übrigens auch von S.c.h.r é t e r erwähnte Zunahme des Querprofils nach der Tiefe in besonders ausgefüllten Höhlenteilen trifft allerdings nicht nur an einzelnen Stellen, sondern nach unseren Beobachtungen an vielen Punkten zu. Auf Grund von Bohrungen zogen wir den Guano auch unter den Sinterbildungen, z. B. im Doppelsaal und im Langen Tal, in Rechnung.

Die chemische Beschaffenheit der Höhlen-erfüllung (Phosphaterden). Im folgenden bringen wir einige Angaben über den Chemismus der Höhlenerden. Für die Verwendbarkeit als Kunstdünger entscheidet vor allem ihr Phosphatsäuregehalt ( $P_2O_5$ ), an dessen Höhe während des Krieges allerdings nicht so hohe Ansprüche gestellt wurden wie im Frieden, wie ja überhaupt erst durch den Krieg die Ausnutzbarkeit der inländischen Höhlenphosphate in den Vordergrund des Interesses gerückt worden ist. Denn infolge der Absperrung durch den Krieg wurde die Zufuhr von Phosphaten insbesondere aus Amerika und Frankreich unterbunden. Dazu kommt, daß bei der starken Ausnutzung des Bodens und bei dem sich immer fühlbarer machenden Mangel an natürlichem Dünger der Kunstdüngerbedarf immer größer wurde.

Der ungarische Chefgeologe Heinrich H o s u s i t z k y war wohl der erste, der die Ausbeutung der Vorräte an Guano und phosphorhaltigen Lehmen auch der Csoklovinahöhle propagierte<sup>20</sup>). Die bis zu meinen Untersuchungen in dieser Höhle vorliegenden Analysen des phosphorhaltigen Lehmes stammen von dem ungarischen Chemiker Dr. K. E m s z t, der von verschiedenen Punkten der Höhle Proben entnahm und im Durchschnitt einen Gehalt von 12% phosphorsaurem Kalk feststellte, und von Béla v. H o r v á t h, der in einer zusammenfassenden Arbeit „Über die phosphorhaltigen Ablagerungen der Höhlen“<sup>21</sup>) Angaben auch über den Höhlenlehm von Csoklovina macht, der an der Oberfläche 35·25%, in 1·5 m Tiefe aber 39·68% Kalziumphosphat [ $Ca_3(PO_4)_2$ ] enthält. Der Gehalt an letzterem nimmt danach nach der Tiefe hin zu. Von den Beträgen des Kalziumphosphatgehaltes von Höhlenlehmen verschiedener ungarischer Höhlen ist der von der Csoklovinahöhle angegebene am höchsten. Er ist jedenfalls nicht unbedeutend, wenn man berücksichtigt, daß die Knochen diluvialer Tiere nach H o r v á t h 50—70%  $Ca_3(PO_4)_2$ , Höhlenbärenknochen z. B. 55% ergaben. Ist so die Knochen-erde jedenfalls von besonderem Wert, wenngleich sie auch im Verhältnis zum Guano quantitativ zurücktritt, so verdient auch der Guano besondere Beachtung, um so mehr, als einzelne Schichten desselben von der Csoklovinahöhle bis über 15%  $P_2O_5$ -Gehalt besitzen, also einen recht ansehnlichen Wert, da z. B. der nach Europa gebrachte peruanische Guano Gehalte von 10—14%  $P_2O_5$  aufweist<sup>22</sup>).

<sup>20</sup>) Természettudományi Közlöny, XLIII. Bd., S. 716. Budapest 1911.

<sup>21</sup>) Barlangkutató, IV. Bd., 1916, 3.—4. Heft, S. 150 (respektive 197 bis 202).

<sup>22</sup>) M u s p r a t t, Handbuch der technischen Chemie. 4. Aufl. 1889, S. 989 f. Zum Vergleiche sei bemerkt, daß der  $P_2O_5$ -Gehalt eines Ochsenknochens (femur) 27·9%, der  $P_2O_5$ -Gehalt eines Schafknochens (femur) 29·6% beträgt. — Vgl. einige andere Angaben über Höhlenguano: Höhlen von Gran:  $P_2O_5$  1·56—19·13% (M u s p r a t t), Höhlen von Solymár bei Budapest

Von einigen Oberflächenproben und den mir typisch erscheinenden der zahlreichen Bohrproben, A—S beziehungsweise W bezeichnet, wurden Bestimmungen des  $P_2O_5$ -Gehaltes und des Gehaltes an in Zitronensäure löslicher Phosphorsäure durch Dr. Gara in der öffentlichen chemischen Versuchsstation in Budapest gemacht (vgl. nebenstehende Tabelle).

Fassen wir nun die Gehalte an in Zitronensäure löslicher Phosphorsäure ins Auge, so ist die Zusammenstellung wie folgt:

Über 15%: A, H (7/7 m), I (12/7 m), N (20/5 m), O (20/8 m), W (19/0 m).

Zwischen 10—15%: E (9/5·5 m), K (13/6 m), L (13/0 m), Punkt 28/2 m.

Ferner hatte Herr Rat C. Friedr. Eichleiter, Vorstand des chemischen Laboratoriums der geolog. Reichsanstalt in Wien, die Liebenswürdigkeit, Bestimmungen der Gesamtphosphorsäure von den Guanoproben O u. T durchzuführen.

Er erhielt:

Probe O . . . . 17·97%  $P_2O_5$

Probe T . . . . . 20·34%  $P_2O_5$

Die erste Ziffer, verglichen mit Dr. Gara's Analysenresultat (19·02%) lehrt, wie innerhalb derselben Probe sogar der  $P_2O_5$ -Gehalt variieren kann (hier um 1%).

Zwischen 5—10%: C, F (11/2 m), G (11/6), R (0 m), U (0 m), V (0 m).

Unter 5%: B, D (4/10 cm), M (14/2·5 m), P (33/8·5 m), Q (33/15 m), S (0 m), Punkt 13/5 m, 14/8—10 m.

Es ergibt sich also, daß die tieferen Lagen, wo wir es mit homogenen Guano- und Knochenerdemassen zu tun haben (besonders am Ende des Langsaales und des Großen Saales), recht günstige Gehalte haben (über 15%), während die tiefsten, augensteinführenden Schichten

---

Kalziumphosphat 4—14% (Horváth). — Nach Fruhwirth (Über Höhlen, Z. D. u. Ö. A.-V., 1883, S. 14) wurde Guano der Dombiczaer Höhle in Ungarn schon in den Achtzigerjahren als Düngestoff verwendet. Tietze (Über das Vorkommen von Fledermausguano im Graner Gebirge. Verh. der geol. Reichsanstalt, 1872, S. 247—248) bezeichnete den Guano in einer Höhle bei Gran als ausgezeichneten Düngestoff. Auch im Pilisgebirge gibt es in Höhlen Fledermausguano sowie bei Waitzen am Berge Nagyszál mit bis 7%  $P_2O_5$ -Gehalt (nach M. Rózsa, Fledermausguanolager in der Umgebung von Budapest; naturwissenschaftliche Wochenschrift, 1917, Nr. 31, S. 434/35). — Guano wird ferner auch von den Almascher Höhlen erwähnt (meterhoch nach Biels, Jahrb. d. Siebenbürg. Karp.-Vereines, Bd. IV, 1884, S. 1), von der Herman-Otto-Höhle bei Hámor (Kadić, Barlangkutató, 1916, S. 40) u. a. O.

Bezeichnung	Lage des Punktes	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	In Zitronensäure löslich P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)
23)A	Gr. Saal, 0 m Tiefe	29·74	22·44
23)B	—	11·32	4·09
23)C	Punkt 33/ca. 5 m	16·42	8·52
D	4/10 cm Tiefe	13·77	1·02
E	9/5·5 cm Tiefe	14·60	13·47
F	11/2 m	15·04	5·51
G	11/6 m	12·13	9·56
H	7/7 m	17·51	17·18
I	12/7 m	22·38	18·18
K	13/6 m	21·84	13·50
L	13/0 m	19·25	12·57
M	14/2·5 m	3·46	0·12
N	20/5 m	17·03	15·43
O	20/8 m	19·02	15·27
P	33/8·5 m	8·49	1·19
Q	„ 33/15 m	6·51	2·61
R	unter Punkt 34/0 m	18·53	6·96
S	zwischen 13 und 14/0 m	10·20	3·79
T	Unterhöhlung zwischen 18 und 17/0 m	—	—
U	Unterhöhlung zwischen 30 u. 28/0 m	18·44	9·94
V	zwischen 15 und 16/0 m	17·59	9·15
W	Polygonalboden bei 19/0 m	19·89	17·13
außerdem			
	Punkt 13/5 m	12·18	4·20
	14/8—10 m	4·64	2·34
	28/2 m	15·36	11·70

des Großen Saales sehr phosphorsäurearm sind (M)<sup>24)</sup> und desgleichen die tieferen Schichten im Endsaal (33). Sehr bemerkenswert ist aber, daß auch der, wie oben erwähnt wurde, Polygonalboden zeigende harte „Höhlenlehm“ der Oberfläche nahe Punkt 19 sogar 17·13% (beziehungsweise 19·89%) aufweist. Auch die Oberfläche bei Punkt 13

<sup>23)</sup> Die Proben A, B, C wurden vor meinen Untersuchungen in der Höhle von der Genossenschaft ungarischer Gutspächter analysiert. Von welchem Punkte B stammt, konnte nicht in Erfahrung gebracht werden. A ist vom Großen Saal.

<sup>24)</sup> Vgl. Punkt 13/5 m, wo der geringere Phosphorsäuregehalt auch mit dem Auftreten von Augensteinen übereinstimmt.

(L) besitzt noch fast 13%, während sonst bei den Oberflächenschichten der Höhlenerde Gehalte unter 10% anzutreffen sind (V weißer Guano zwischen Punkt 13 und 16, U ganz harter Guano mit Trocknungsrisse zwischen Punkt 30 und 28). Hierher gehört auch die Probe des Guano, die wir vom äußersten Ende des Schluffes unterhalb Punkt 34 entnahmen. Schlechtere Lagen kommen natürlich gelegentlich vor, z. B. P in 8·5 m Tiefe bei Punkt 33, ohne daß von hier Augensteine vorliegen. Auch der Guano unter dem Sinterbezug bei 4 ist phosphorsäureärmer, immerhin handelt es sich auch hier nicht um gewöhnlichen Höhlenlehm. Bei Punkt 14, wo Augensteine in allen erbohrten Schichten nachgewiesen werden (0—8 m Tiefe), sind die Gehalte an  $P_2O_5$  sowohl in den oberen Schichten (M, 2·5 m Tiefe) als auch in der Tiefe (8 m) sehr gering.

Jedenfalls bedingen aber die Augensteine, ebenso wie sie ein ungünstiges Prognostikon bezüglich der Mächtigkeit der Höhlenerden sind, auch Verschlechterungen des Phosphorsäuregehaltes bei stärkerer Anreicherung<sup>25)</sup>, der ja übrigens auch innerhalb des Guano und der Knochenerde, wie nicht anders zu erwarten ist, erheblichen Schwankungen ausgesetzt sein muß. Bei einer Ausbeutung der Höhle müßte selbstverständlich diesen verschiedenen Schwankungen, die schon auf Grund der vorliegenden wenigen Analysen nicht unerhebliche sind, sehr genau Rechnung getragen werden, um gleichmäßige Mischungen von einheitlichem Gehalt an  $P_2O_5$  auf den Markt zu bringen, wozu selbstredend noch detaillierte Analysen der einzelnen beim Abbau zutage tretenden Schichten notwendig sein würden.

Zum Schluß muß mit besonderem Nachdruck betont werden, daß einige Teile der Höhle geradezu *Naturwunder* sind, was die Schönheit der Sinterbildungen und Erhaltung des Höhlentunnels anlangt; sie müssen daher unbedingt, sollte es zum Abbau der Phosphaterden dieser Höhle kommen, vom Abbau verschont bleiben, was auch der Besitzer der Höhle, Herr F. Ládányi, ehrenwörtlich garantiert. Das gilt besonders für ein Areal von 102 m<sup>2</sup> im Doppelsaal (nordwestlich von Punkt 5) (schöner Sinterkegel mit Sinterbrunnen und einer Sinterkugel) und für ein Areal von zirka 500 m<sup>2</sup> im Langen Tal in der Strecke zwischen halbwegs Punkt 17/18 und halbwegs 23/24 (zwei Sinterbrunnen und diverse Stalagmiten und Stalaktiten).

Diese *Reservationsgebiete* sind also im Vergleich zur Höhle nicht groß, etwa nur 600 m<sup>2</sup>. An einigen Stellen, wo das Höhlenprofil eng ist, wird beim Abbau mit Vorsicht vorgegangen werden müssen, damit nicht einige Schönheiten der Höhlendecke, so insbesondere die sehr zierlichen Stalaktiten, beschädigt werden. Wenn überhaupt überall mit Vorsicht, gepaart mit einem ästhetischen Empfinden für die Schönheiten der Naturwunder und mit Ver-

<sup>25)</sup> Vereinzelt Augensteine haben aber nicht diese Bedeutung, wie z. B. Punkt 33 oben lehrt.

ständnis für die Forschungsinteressen zahlreicher Wissenschaftsgebiete, vorgegangen wird, braucht durch die Ausbeutung kein Schaden der Wissenschaft zu entstehen. Es ist dabei eine Voraussetzung des Höhlenschutzes, daß es ermöglicht wird, daß beim Abbau Fachleute (Geologen, Archäologen usw.) so oft als möglich anwesend sind, um den wissenschaftlichen Wert oder Nichtwert der zahlreichen zu erwartenden Funde von Knochen und Artefakten usw. festzustellen und um der gedankenlosen Verarbeitung und Ausbeutung aller Funde vorzubeugen, so daß die wissenschaftliche Forschung vor schweren Schädigungen bewahrt bleiben kann. Die wertvollen beim Abbau gemachten Funde sollten alle systematisch gesammelt und einer systematischen gründlichen und konzentrierten wissenschaftlichen Verarbeitung unterzogen werden\*\*).

---

Nach Mitteilungen an den Verf. bereitet der hervorragende ungarische Geograph, Professor Dr. Eugen von Cholnoky, mit einem Stabe von Mitarbeitern eine Monographie über die Höhle vor. Vgl. A. Csoklovina Barlang. Kolozsvár 1912. (Leider war es mir nicht möglich, davon eine deutsche Übersetzung zu erhalten.)

---