

Die Höhlen
und ihre Erforschung.

Von

JOSEF SZOMBATHY.

Vortrag, gehalten am 14. März 1883.

Mit einer Tafel.



Die Höhlen nehmen die Aufmerksamkeit des Naturforschers nach zwei verschiedenen Richtungen hin in Anspruch. Die eine dieser Richtungen ist die physikalisch-geologische. Sie gewährt uns einen Einblick in die wunderbaren Vorgänge, durch welche im harten Felsen jene mannigfachen und oft ganz ungeheuren Schluchten, Kammern und Gänge gebildet werden, welche zu allen Zeiten die Bewunderung und die Phantasie der Menschen aufs Mächtigste erregten. Sie lehrt uns aber auch in jenen Vorgängen die Mittel kennen, deren sich die Natur bediente, um viele der schönsten und malerischsten Landschaften der Welt zu bilden.

Die zweite Richtung ist die biologische. Sie macht uns mit den Höhlenbewohnern bekannt, und zwar ebensowohl mit jenen, welche die Höhlenräume in längst vergangenen Zeiten bewohnten und deren Reste uns der Boden der verschiedenen Höhlen bis auf den heutigen Tag aufbewahrt hat, als auch mit denjenigen, welchen die unterirdischen Räume gegenwärtig als Wohnung dienen.

Unsere heutigen Betrachtungen werden vorzüglich der ersteren Richtung gewidmet sein und werden die

biologische Erforschung der Höhlen, deren Besprechung sich allein kaum in den Rahmen eines Vortragsabendes hineinzwängen liesse, nur oberflächlich berühren.

Zunächst will ich Sie bitten, mir im Geiste auf einer eiligen Wanderung durch einige unserer vaterländischen Höhlen zu folgen.

Das erste Höhlengebiet, welches wir flüchtig betreten wollen, ist das im Nordosten von Brunn gelegene. In diesem Gebiete wollen wir dem grössten Höhlencomplexe Mährens, den Slouper Höhlen, unsere Aufmerksamkeit schenken.

Die Slouper Höhlen (man vergleiche Fig. 2 auf beifolgender Tafel) bilden einen Complex zahlreicher Gänge in verschiedenen Höhenlagen, welche bald kluftartig verengt, bald domartig erweitert und theils durch tiefe Abgründe, theils wieder durch kaum schlüpfbare Spalten mit einander verbunden sind. Dieses labyrinthische Höhlennetz, dessen Haupterosionsspalten im Allgemeinen von Nord nach Süd, parallel dem Streichen des devonischen Kalkes, in welchem sie liegen, gerichtet sind, erstreckt sich auf ein unterirdisches Terrain von mindestens 500 Meter Länge und 200 Meter Breite. Im Allgemeinen lassen sich drei Abtheilungen von Höhlen unterscheiden, und zwar der sogenannte Kuhstall, die Bärenhöhle und die Nichtsgrotte.

Der Kuhstall oder Schopfen (Kulna) bildet die südlichste Abtheilung. Ein flach gewölbter Tunnel von etwa 80 Meter Länge und 20 Meter Breite verläuft einige Meter über der Thalsohle in der Richtung von Norden

nach Süden, mit einem schwachen Gefälle gegen Süden. Der nördliche Eingang ist niedrig und verbirgt sich halb hinter einem Schuttkegel. Der südliche Eingang bildet eine thorähnliche Wölbung von nahezu 10 Meter Höhe und gewährt einen imposanten Anblick. An seiner östlichen Wand sieht man die deutlichsten Erosionsspuren, welche uns diesen Tunnel als einstiges Bachbett erkennen lassen.

Die eigentliche Slouper Höhle, mit Recht die Bärenhöhle genannt, nimmt ihren Anfang unmittelbar hinter dem isolirten Felspfeiler (Sloup), kaum 500 Schritte vom Süden des Ortes. Ein niedriger Eingang, von dem mächtigen Schutthügel (*S*) gedeckt, führt zunächst in eine Vorhalle, deren Boden von Flussgeschieben überdeckt und zur Frühjahrszeit häufig von Wasser erfüllt ist. Von hier gelangt man über eine hohe Terrasse von Höhlenlehm in die eigentliche Höhle. Sie besteht aus einem von Norden nach Süden gestreckten Hauptgange mit vielen Seitenarmen, grossen Hallen und seitlichen, oft wassererfüllten, bis 80 Meter tiefen Abgründen. Alle Gänge der oberen Etage sind mit 10 Meter bis 25 Meter mächtigen diluvialen Ablagerungen bedeckt, deren obere Schichten bereits durchwegs von Knochensammlern durchwühlt sind.

Noch gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts schildern Nagel und Andere in begeisterten Worten das Innere der Höhle als ganz ausserordentlich schön, mit weissen Tropfsteingebilden geschmückt, welche bald cascadenartig, bald wie ein mit Säulen gezielter Alabaster-

tempel erscheinen. Leider liess der Vandalismus späterer Zeiten von all' diesen Naturwundern fast nichts zurück. — Von grossem wissenschaftlichen Interesse sind die im Boden dieser Höhle begraben gewesenen zahllosen Ueberreste von fossilen Thieren, namentlich von Höhlenbären (*Ursus spelaeus*), welche dieser Höhle den Namen Bärenhöhle verschafft haben.

Die dritte Höhlenabtheilung, mit der eigentlichen Slouper Höhle nur durch eine schmale, nunmehr vollständig durch Flussalluvionen ausgefüllte Gangspalte in Verbindung, ist die sogenannte Nichtsgrotte. Der Eingang derselben liegt zunächst an Sloup, ebenfalls in der grossen Felsennische, hinter dem isolirten Felspfeiler. Ueber eine aus Lehm und Flussgerölle bestehende Terrasse von 2·5 Meter Höhe kommt man bequem in eine kleine Vorhalle. Von da führen in der Richtung gegen Norden zwei nahezu parallele Strecken, welche sich später wieder vereinigen, in eine langgestreckte Grotte von etwa 6 Meter mittlerer Breite und circa 3 Meter Höhe. Die ganze Länge dieser Grotte beträgt 104 Meter. Das nördliche Ende derselben ist durch einen Schuttkegel abgeschlossen, auf welchem in grosser Masse eine Art von Bergmilch abgelagert ist. Diese besteht, ähnlich der Kreide, aus mikroskopischen, verschieden geformten Kalkconcretionen von blendend weisser Farbe und grosser Leichtigkeit.

Aus dem hinteren Theile dieser Nichtsgrotte gelangt man rechts durch einen schmalen, von zwei nach abwärts führenden Stiegen unterbrochenen Gang von

circa 50 Meter Länge in die neue Tropfsteinhöhle. Diese erst im Jahre 1879 entdeckte Tropfsteinhöhle ist eine unregelmässige Halle von 38 Meter Breite und etwa 25 Meter grösster Höhe, geschmückt mit den schönsten, mannigfaltigsten Tropfsteingebilden. Sie giebt uns eine Vorstellung von dem Bilde, welches einst die ganze Höhle geboten haben mag.

Ehe wir die Slouper Höhlen verlassen, müssen wir auch dem Slouper Bache unsere Aufmerksamkeit schenken. Derselbe kommt von Norden, verlässt aber bei den Höhleneingängen das Slouper Thal, um sich durch die an mehreren Stellen zu Tage tretenden Felsklüfte in die Abgründe der Höhle zu stürzen und unterirdisch seinen Lauf fortzusetzen. Das Thal, welches seine Entstehung allen geologischen Kennzeichen zufolge diesem Bache verdankt, ist jetzt südlich von den Eingängen der Slouper Höhle ganz trocken.

Das zweite Höhlengebiet, welches wir betrachten wollen, ist dasjenige von Krain. Aus diesem Gebiete will ich mir erlauben, zwei Höhlen vorzuführen.

Die erste dieser Höhlen ist die von dem hochverehrten Präsidenten unseres Vereines, Herrn Hofrath von Hochstetter, erforschte Kreuzberghöhle bei Laas im Südwesten des Zirknitzersees. (Man vergleiche Fig. 3 auf beifolgender Tafel). Sie liegt an der Nordostseite des schon von Zirknitz aus sichtbaren, durch eine kleine Wallfahrtskirche gekennzeichneten „Heiligen Kreuzberges“. Ihr Eingang, zu welchem man einen steilen Felseinschnitt hinaufsteigen muss, liegt circa 30 Meter

über der vollkommen trockenen Thalsohle, 675 Meter über dem Meeresspiegel. Er wird von einer sich nach abwärts bis auf 5 Meter erweiternden Felsspalte gebildet und führt über einen steilen, circa 60 Meter langen Schuttkegel unmittelbar in die Haupthallen der Höhle. Diese sind der Reihe nach: „Zörrer's Dom“, „Zweite Halle“, „Dritte Halle“ und „Grosser Dom“. ¹⁾ Diese Hallen sind gegenwärtig vollkommen trocken und von einander nur durch grosse, von Deckeneinbrüchen herührende Trümmerberge getrennt. Der Boden des Grossen Domes ist mit einem mächtigen Tropfsteinkegel bedeckt, dem „Chimborazzo“, welchem an der Decke zahlreiche schöne Stalaktiten entsprechen und welcher gewissermassen den Mittelpunkt der Höhle bildet. Von hier laufen, genau nach den vier Weltgegenden orientirt, vier Gänge aus.

Der nach Süden führende Höhlenarm *F* hat einen allmählig ansteigenden, mit terrassenähnlichen Kalksinterabsätzen bedeckten Boden und ist nach einem Verlaufe von etwa 30 Meter durch eine cascadenähnliche Tropfsteinbildung abgeschlossen.

Der nach Osten führende Gang, der „Wassertunnel“, führt unmittelbar zu dem Höhlenbach und ist nur bei niedrigem Wasserstande desselben passirbar. Die Gewässer des

¹⁾ Eine genaue Beschreibung aller Höhlenräume findet sich in „Ferdinand von Hochstetter, Die Kreuzberghöhle bei Laas in Krain und der Höhlenbär“. Denkschriften der k. Akad. der Wissensch., mathem.-naturwissensch. Classe, XLIII. Band. Wien 1881.

Baches kommen dem Besucher von Osten her entgegen und setzen ihren Weg durch eine in der Mitte des Wassertunnels nach Norden abzweigende Felsspalte fort. Den östlichsten jetzt bekannten Theil der Höhle erfüllen diese Gewässer vollständig und bilden da einen See, der seine Hauptzuflüsse von Osten her erhält. Von diesem See gehen nach Süden drei Grottenräume ab (*G, H, J*), von welchen der erste, die „Bärengrotte“, zugleich der grösste und interessanteste ist. Sein Boden wird aus diluvialem Höhlenlehm gebildet und enthält ungeheure Mengen von Höhlenbärenknochen, welche besonders im südlichsten Theile dieser Grotte, in „Hochstetter's Schatzkammer“, in aussergewöhnlich gutem Erhaltungszustande gefunden wurden.

Der vom Grossen Dom nach Norden gehende, mehrfach verzweigte Gang *F* führt uns wieder mit dem Höhlenbache zusammen, der an der rechten Felswand aus mehreren Oeffnungen hervortritt, um nach kurzem Laufe durch die „Deschmannhalle“ einen kleinen Wasserfall zu bilden und wieder in einem bisher nicht zugänglichen Höhlentheile zu verschwinden.

Bei hohem Wasserstande genügen die gewöhnlichen Verbindungscanäle zwischen dem Wassertunnel und der Deschmannhalle nicht zur Aufnahme des ganzen Wasserquantums. Dann ergiesst sich ein Theil des Baches in den Grossen Dom, um von hier aus durch den Gang *F* nach Norden abzufliessen. Diese Höhlentheile erscheinen somit als das unterirdische Inundationsgebiet des Höhlenbaches.

Diesem Höhlenbache begegnen wir in seinem weiteren Laufe wiederum in einer unteren Etage des Seitenganges *C*, wo er eine im Allgemeinen westliche Richtung einhält, um sich alsbald in ein sehr grosses und tiefes Bassin zu ergiessen, aus welchem er wahrscheinlich nach Westen abfliesst.

Die Gesammtlänge der bis jetzt bekannten Räume der Kreuzberghöhle beträgt beiläufig 1760 Meter.

Die zweite der hier angeführten Krainer Höhlen ist die Adelsberger Grotte (man vergleiche Fig. 1 auf beifolgender Tafel), die berühmteste Höhle Oesterreichs. Ihre Gesammtlänge inclusive der gangbaren Nebengrotten und der bis jetzt untersuchten Theile der Wasserhöhle beträgt 5·5 Kilometer, von welchen 3091 Meter auf die Hauptstrecke, 1631 Meter auf die Nebestrecken und 777 Meter auf die Wasserhöhle entfallen.

Die Adelsberger Grotte war in ihren vorderen Theilen („Grosser Dom“ und „Alte Grotte“) schon seit den ältesten Zeiten bekannt. Das älteste in der Höhle von Besuchern verzeichnete Datum ist vom Jahre 1213. Der grösste Theil der Grotte, vom Dome bis zum Calvarienberge, wurde jedoch erst im Jahre 1818 entdeckt. Seit dem Jahre 1848 ist sie Eigenthum der Staatsherrschaft Adelsberg und wird von einer eigenen Grottencommission verwaltet, deren Obmann gegenwärtig der um die Grotte hochverdiente Bezirkshauptmann Anton Globočnik ist. Im Jahre 1856 wurden die Haupttheile der Grotte, so weit sie dem Besuche heute geöffnet sind, gangbar gemacht und im Jahre 1877 wurde vom „Dom“

bis zum „Calvarienberg“ eine mit viersitzigen Handwagen zu befahrende schmalspurige Schienenbahn in der Länge von 1·5 Kilometer angelegt.

Der jetzige Eingang zur Höhle wurde im Jahre 1863 durch die Ausräumung eines verschüttet gewesenen Seitenarmes der Grotte eröffnet. Er bildet eine 7·6 Meter breite und 9·5 Meter hohe Vorhalle. Links neben ihm befindet sich der alte, niedrige Grotteneingang und unmittelbar unter demselben das weite Felsenthor, durch welches sich die Poik in die Grottenräume ergießt. Ihr Wasserspiegel liegt hier 515·4 Meter über dem Meere, 19 Meter unter dem jetzigen Eingange. Sie durchströmt zunächst die erste Haupthalle der Höhle, den „Grossen Dom“, und verlässt denselben in nördlicher Richtung durch die erst zum Theile erforschte „Wasserhöhle“.

Der Grosse Dom ist 28·5 Meter hoch und 45·5 Meter breit. Von ihm aus zieht der Hauptgang der Höhle (die Kaiser Ferdinands-Grotte) in nordwestlicher Richtung bis zu dem 986 Meter vom Eingange entfernten „Grabe“. Hier theilt er sich in zwei Arme. Der linke, mehrfach gewundene Arm („Franz Josef- und Elisabeth-Grotte“) verfolgt bis zum „Belvedere“ eine im Allgemeinen nordwestliche Richtung und von da bis zum „Calvarienberg“ wieder eine nordöstliche. Vom Belvedere zweigt eine 285 Meter lange Seitengrotte nach Westen ab und führt auf ungebahntem, beschwerlichen Wege zu einem unterirdischen Seitenarme der Poik.

Der vom „Grabe“ nach rechts abzweigende Grottenarm schlägt zuerst eine östliche und später eine nordwest-

liche Richtung ein und vereinigt sich beim „Calvarienberg“ mit dem ersteren. Von ihm zweigt nach Nordosten die interessante „Erzherzog Johann-Grotte“ ab. Der „Calvarienberg“ ist der nördlichste Hauptpunkt der Höhle, 2033·5 Meter vom Eingange entfernt. Er ist ein 41·7 Meter hoher, über und über mit Stalagmiten bedeckter Trümmerberg, über welchen sich ein ungeheures, mit Tausenden von Stalaktiten behangenes Felsgewölbe spannt. Sein Gipfel liegt 576·4 Meter über dem Meere und ist der höchste Punkt der Höhle. Die grösste Ausdehnung dieses Höhlenraumes beträgt in der Richtung von Süden nach Norden 202·8 Meter und in der Richtung von Westen nach Osten 195·4 Meter, die grösste Höhe der Decke, vom Fusse des „Calvarienberges“ an gerechnet, beträgt 59 Meter.

Der grosse Reiz der Adelsberger Grotte liegt in den ungemein vielen und mannigfaltigen Tropfsteingebilden, welche in Form von Vorhängen, Säulen, Baldachinen, Cascaden u. s. w. den Besucher immer wieder aufs Neue zur Bewunderung hinreissen. Die wichtigsten dieser reizenden Gebilde haben eigene Namen erhalten und sind auf der beiliegenden Karte angeführt.

Unter allen Höhlen Krains ist die Adelsberger Grotte nicht nur die interessanteste, sondern auch die grösste. Nur die durch den Ausfluss der Poik gebildete Höhle südlich von Planina (5 Kilometer nordöstlich vom Eingang der Adelsberger Grotte), welche gegenwärtig bis auf eine Länge von 5310 Meter untersucht ist, erreicht annähernd die Länge der Adelsberger Grotte. An

Länge wird dieselbe überhaupt nur von zwei Höhlen übertroffen. Diese sind die Baradla Grotte bei Aktelek in der Nähe von Rima-Szombath in Oberungarn mit einer Länge von 5800 Meter und die Mammuthöhle im Staate Kentucky in Nordamerika, welche bis jetzt beiläufig 18 Kilometer weit untersucht ist.

Die im Innern von grösseren Höhlen herrschende Temperatur ist in der Regel sehr geringen Schwankungen unterworfen und stimmt meistens mit der des umgebenden Gesteines überein, trifft also bei der Mehrzahl der Höhlen mit dem Jahresmittel des Ortes nahezu zusammen. So haben z. B. die grossen mährischen Höhlen das ganze Jahr hindurch im Innern eine Temperatur von circa 7° C., die grossen Höhlen von Krain eine solche von circa 10° C.

Ausnahmen von dieser Regel treten nur in solchen Höhlentheilen ein, in welche die äussere Luft in erheblicher Menge einzudringen vermag. Sind solche Höhlentheile vollkommen trocken, so bewirkt die eindringende Luft nur eine Annäherung der Temperatur an das Tagesmittel, bedingt also im Sommer eine höhere, im Winter eine niedrigere Höhlentemperatur, ohne das Jahresmittel zu alteriren. Sind aber solche Höhlentheile sehr feucht, so bewirkt die mässige Communication mit der äusseren Luft in der Regel eine constante Temperaturerniedrigung in Folge der durch den Luftzug vermehrten Verdunstung, möglicher Weise auch in Folge directer Wärmeausstrahlung.

Ich habe eine solche Erscheinung in der Vypustek-Höhle bei Kiritein während meiner dortigen Ausgrabungs-

arbeiten wiederholt beobachtet. Während der Nacht ist der durch eine Mauer verengte Eingang der Höhle durch eine Thüre, geschlossen. Des Morgens, beim Oeffnen der Thüre beträgt die Lufttemperatur in den der Thüre zunächst gelegenen Höhlentheilen im Sommer beiläufig 6° , steigt aber gegen das Innere bis auf die normalen 7° . Nach dem Oeffnen tritt allmählig eine wesentliche Aenderung in den Temperaturverhältnissen ein. Diese Aenderung scheint um so grösser zu sein, je heiterer und ruhiger die äussere Luft ist. Um die Mittagszeit ist dann die Lufttemperatur am Eingange selbst in grösserer Höhe über dem Boden um $2^{\circ} - 4^{\circ}$ niedriger als die der äusseren Luft,¹⁾ nach innen zu sinkt sie aber sehr rasch und erreicht circa 20 Meter vom Eingange das Minimum von $2^{\circ} - 3^{\circ}$; weiter hinein steigt sie dann wieder allmählig, um bei 60 bis 70 Meter vom Eingange die normale Höhlentemperatur von 7° zu erreichen. Sobald man die Communication mit der äusseren Luft abschliesst, gleichen sich diese Differenzen wieder langsam aus.

In manchen feuchten Höhlen gestalten sich nun die Verhältnisse für die besondere Abkühlung der Luft so günstig, dass die mittlere Jahrestemperatur in denselben unter 0° sinkt und auch während des Sommers nahe bei 0° verharret. Das sind die Eishöhlen, welche während des ganzen Jahres Eis enthalten. Beispiele

¹⁾ Nahe am Boden zeigt während des Sommers das Thermometer am Eingange fast immer eine Temperatur von $6^{\circ} - 10^{\circ}$, welche von dem aus der Höhle austretenden kalten Luftstrome herrührt.

liefern die Eishöhlen auf Teneriffa, in den Pyrenäen, im Schweizer Jura, in der Eifel, am Untersberg bei Salzburg, in der Frauenmauer bei Eisenerz, am Nanos in Krain, bei Scilisce (Tolna) und bei Dobschau (Gömörer Comitat) in Ungarn u. s. w. Charakteristisch für diese Eishöhlen ist, dass das Eis in ihnen aus dem von der Decke herabtropfenden Wasser entsteht und auch manchmal die schönsten Stalaktiten, Säulen und Vorhänge bildet. Obwohl von vielen Gelehrten beobachtet, ist dieses Phänomen der Höhleneisbildung noch nicht genügend studirt, um eine endgiltige Erklärung desselben geben zu können. Eine Besprechung der verschiedenen, einander widerstreitenden Theorien würde uns hier zu weit führen.

Die von uns bisher betrachteten Höhlen sind alle in Kalkgestein eingegraben, und dieses Gestein birgt die grosse Mehrzahl aller Höhlen der Erde. Das geologische Alter des Kalkes kommt in Bezug auf die Fähigkeit, Höhlen zu bilden, fast gar nicht in Betracht. So liegen z. B. im Urkalke die durch ihre prachtvollen Aragonit-Stalaktiten berühmten Höhlen von Antiparos in Griechenland, im devonischen Kalk die Höhlen von Devonshire und von Mähren; im Kohlenkalk die Höhlen von Virginien und Kentucky in Nordamerika, diejenigen von Somerset, Nottinghamshire, Yorkshire, Derbyshire und Northumberland, die westphälischen und die berühmten belgischen Höhlen, die Höhlen von Maine und Anjou und die meisten in den Pyrenäen. In den Kalken der Triasformation liegen die meisten Höhlen der nördlichen Kalkalpen und die meisten ober-

ungarischen Höhlen. Im Jurakalke liegen die Höhlen von Kirkdale in England, die vielen Höhlen des französischen, Schweizer, schwäbischen und fränkischen Jura und jene in der Umgebung von Krakau. In Kalksteinen der Kreideformation liegen mehrere französische Höhlen, sowie die meisten Höhlen in Norditalien, Sicilien, Griechenland, der europäischen Türkei, Kleinasien und Palästina. Sogar im tertiären Kalksteine treten noch in einzelnen Gebieten Höhlen auf. Zu diesen gehören einige durch ihren Inhalt an fossilen Knochenresten berühmt gewordene Höhlen, wie z. B. die von Lunel-Viel bei Montpellier in Frankreich.

Die Höhlen führenden Kalke von Krain, Istrien und Dalmatien gehören zum grössten Theile der Kreideformation an. Es nimmt aber auch die Triasformation und das Eocän an der Zusammensetzung dieser Höhlengebiete einen wesentlichen Antheil.

Alle diese in Kalkfelsen liegenden Höhlen haben einen gemeinsamen geologischen Charakter. Sie stehen überall in unmittelbarem Zusammenhange mit dem Thal- und Flusssysteme.

Für das Studium dieses Zusammenhanges giebt es keine ausgezeichneteren und lehrreicheren Gebiete als die uns bereits bekannten Höhlengebiete von Krain und von Mähren. Um aber zu einer richtigen Erkenntniss der uns interessirenden Verhältnisse zu gelangen, müssen wir auf die Orographie und die Hydrographie dieser Gebiete flüchtig eingehen.

Das Krainer Höhlengebiet hat unter dem Namen Karst in den letzten Decennien eine gewisse Popularität erlangt. Es bedeckt nicht blos die südliche Hälfte von Krain, sondern erstreckt sich auch über Görz, Gradiska und Istrien. Die in vielen Theilen des Karstes herrschende Kahlheit und Unfruchtbarkeit des Bodens ist beinahe sprichwörtlich geworden, so dass man mit dem Worte „Karst“ sehr häufig den Begriff der Sterilität geradezu verbindet und das Unfruchtbarwerden eines felsigen Gebirges mit dem Worte „Verkarstung“ bezeichnet. Diese Sterilität gehört aber gar nicht zu den natürlichen Eigenthümlichkeiten der Karstformation. Sie ist nur eine Folge der in unserem Karstgebiete einst mit der unverständigsten Rücksichtslosigkeit betriebenen Walddevastation und hat mit den unsere Höhlenforschungen betreffenden geologischen Erscheinungen nichts zu schaffen. Im Alterthume und im Mittelalter waren die Höhen des Karstes mit den schönsten Waldungen bedeckt und lieferten beispielsweise noch der Republik Venedig ungeheure Massen des kostbarsten Schiffsbauholzes.

Das charakteristische Merkmal dieser Karstlandschaft bilden die merkwürdigen Dolinen, trichterförmige und schlundartige Vertiefungen des Bodens, welche in so grosser Anzahl vorkommen, dass sie vielen Theilen des Karstes geradezu ein (wenn ich so sagen darf) blatternarbiges Ansehen verleihen. Sie sind meist kreisrund, aber von den verschiedensten Dimensionen. Es gibt einerseits Dolinen von so geringer Grösse, dass man sie leicht überspringen kann, und anderseits wieder

weite Erdtrichter von $\frac{1}{2}$ Quadratkilometer Flächenraum. Neben diesen Dolinen kommen aber auch Erdstürze vor, welche (wie z. B. die „Grosse Doline“ von St. Kanzian bei Divazza) eine Tiefe von 160 Meter erreichen können.

Seiner Hauptsache nach besteht der Karst aus Kalkplateaux, welchen einzelne Höhenzüge aufgesetzt sind. Dabei fehlen ihm Längsthäler fast gänzlich, und selbst dort, wo man ihre tektonische Anlage in dem Auftreten paralleler Gebirgsfalten aufs Deutlichste erkennen kann, sind sie durch einzelne quergerichtete, secundäre Gebirgsfalten in mehrere trogförmige Mulden zertrennt. Durch diese geotektonische Trennung der Längsthäler in einzelne Mulden und Kessel ist die Bildung von einzelnen Seebecken bedingt, welche miteinander zunächst auf unterirdischem Wege, durch die Klüfte und Canäle des Kalkgebirges communiciren. Diese unterirdischen Communicationen sind so geräumig, dass heutzutage in den meisten jener Becken unter gewöhnlichen Verhältnissen keine grösseren Wasseransammlungen mehr vorkommen und sich Seen meist nur bei stärkeren Niederschlägen auf kurze Zeit bilden. Betrachten wir daher eine Karte des Karstes, so finden wir, dass die meisten Flüsse dieses Gebietes ihr Bett nur theilweise an der Erdoberfläche haben. Wir finden auf der Karte häufig die Bezeichnung für einen mit grosser Wassermasse plötzlich in einem Thalkessel hervorbrechenden Fluss, der oft unmittelbar bei seinem Ursprunge grosse Mühlen und Sägewerke treibt und nach kurzem Laufe wieder in einer Höhle verschwindet. Wir haben ja auch bereits

solchen Wasserläufen in den Höhlen selbst begegnet und sogar Gelegenheit gehabt, ihren unterirdischen Lauf theilweise zu verfolgen.

Um in die complicirten Verhältnisse solcher Flussläufe einigen Einblick zu gewinnen, wollen wir die zwei hauptsächlichsten Zuflüsse des Laibachflusses ins Auge fassen, von welchen der eine sein Quellgebiet im Süden von Adelsberg, der andere im Osten von Adelsberg hat.

Der erste dieser Zuflüsse ist die uns bereits bekannte Poik. Sie entspringt 11 Kilometer südlich von Adelsberg in der Nähe der Eisenbahnstation St. Peter aus mehreren Quellen, von welchen eine sogleich beim Ursprunge eine kleine Mühle treibt. Nachdem sie kurz vor dem Eintritte in die Adelsberger Grotte einige bedeutendere Zuflüsse aufgenommen hat, durchfließt sie das Plateau zwischen Adelsberg und Planina in einem vielfach gewundenen unterirdischen Laufe. Ausser der Wasserhöhle in der Adelsberger Grotte und der grossen Höhle bei Planina kennen wir noch einen Punkt dieses unterirdischen Poiklaufes. Es ist dies die 2·5 Kilometer nördlich vom Eingange zur Adelsberger Grotte gelegene „Poikhöhle“, welche durch einen senkrechten, 64·5 Meter tiefen Schacht zugänglich ist. Sie ist auf eine Länge von 1232 Meter durchforscht und gänzlich von der Poik durchströmt. Es sind also bis jetzt circa 7 Kilometer des unterirdischen Laufes dieses Flusses erforscht. Kurz nach seinem Austritte aus der Planinaer Höhle vereinigt er sich mit einem zweiten bedeutenden Flusse, welcher 1 Kilometer östlich von ihm aus dem

Gebirge hervortritt. Dies ist der zweite uns interessirende Flusslauf, der Abfluss des Zirknitzer Sees.

Der aus der Vereinigung dieser beiden Wässer hervorgehende Fluss führt den Namen Unz. Die Unz durchfließt in reichen Serpentinien die auf allen Seiten von Kalkhöhen eingeschlossene Thalmulde von Planina und verliert sich 5 Kilometer nördlich von ihrem Austritte wieder in die Erde. 10 Kilometer nordnordöstlich von diesem Punkte, bei dem Orte Oberlaibach, tritt sie unter dem Namen „Laibachfluss“ endlich wieder zu Tage, um sich nach einem nahezu 40 Kilometer langen oberirdischen Laufe bei Saloch, östlich von Laibach, in die Save zu ergießen.

Der zweite, bei Planina zu Tage tretende Fluss, welcher mit der Poik vereinigt die Unz bildet, führt uns, wenn wir ihn stromaufwärts verfolgen, an den Zirknitzer See, jenes geheimnissvolle Wasserbecken, dessen merkwürdige Verhältnisse bekanntlich schon ganze Fluthen von Beschreibungen, Theorien und Märchen hervorgerufen haben. Der Zirknitzer See liegt in einer abgeschlossenen Thalmulde, 550 Meter über dem Meere, südlich von dem grossen Marktflecken Zirknitz. Bei hohem Wasserstande nimmt er einen Flächenraum von ungefähr 40 Quadratkilometer ein, hat aber eine geringe Tiefe, im Durchschnitte etwa 6 Meter.

Von Südwesten her tritt der Kalkstock des Jauernikberges breit gegen die Mitte des Thalbeckens vor, und der See breitet sich in der Form eines Halbmondes an seinem Fusse aus. Zuflüsse strömen dem See von allen

Seiten zu. Von Norden her nimmt er den vollkommen oberirdisch verlaufenden Zirknitzbach auf, von Süden her fließen ihm die Niederschläge des Jauernik- und Stanovnik-Gebirges auf unterirdischen Wegen zu und ergiessen sich durch zahlreiche, theils nahe am Wasserspiegel, theils unter demselben gelegene „Speilöcher“ in das Seebecken.

Die grössten Zuflüsse erhält der Zirknitzer See von Osten her. Da sammeln sich die Wässer eines grossen Niederschlagsgebietes, ehe sie dem See zuströmen, in zwei höher gelegenen Thalmulden. Die eine derselben ist die Thalmulde von Laas (11 Kilometer südöstlich von Zirknitz, 570—585 Meter über dem Meere). Sie liegt mit den Thalmulden von Zirknitz und Planina in einer von Südosten nach Nordwesten verlaufenden Linie, genau in der Streichungsrichtung des Gebirges. An der Süd- und an der Ost-Seite der Laaser Mulde sehen wir je ein Flässchen entspringen. Beide treiben gleich beim Ursprunge ansehnliche Mühlen und Sägewerke, vereinigen sich dann in der Mitte des Beckens und verschwinden nach einem oberirdischen Laufe von circa 7 Kilometer wieder an der Westseite der Mulde, um die das Laaser und Zirknitzer Becken trennende Gebirgsfalte zu durchbrechen und 2 Kilometer westlich, bei Oberseedorf, am südlichsten Ende des Zirknitzer Sees wieder hervorzubrechen.

Die andere, höher gelegene Thalmulde ist die von Oblak (9 Kilometer östlich von Zirknitz, 720 Meter über dem Meere). Die in ihr zu Tage tretenden Wässer bilden zwei an verschiedenen Stellen wieder versiegende

Bäche. Der südlichere von beiden ist wahrscheinlich derjenige, von dem wir einen Theil seines unterirdischen Laufes in der Kreuzberghöhle kennen gelernt haben und welcher 1·5 Kilometer westlich von der Kreuzberghöhle bei Stegberg (am östlichen Ufer des Zirknitzer Sees) als starkes Mühlenwasser hervorbricht. Der nördlichere von den Oblaker Bächen, welcher mitten in der Thalsole versiegt, kommt nördlich von Stegberg, bei Scheraunitz wieder zu Tage.

Die Abflüsse des Zirknitzer Sees sind sämmtlich unterirdisch. Als die normalen Abzugscanäle sind die sogenannten Sauglöcher zu betrachten. Das sind unregelmässige Felsspalten und Trichter, welche an verschiedenen Stellen des Seebodens bestehen und dem See einen ununterbrochenen Abfluss gewähren. Andere höhlenartige Abzugscanäle, wie die grosse und die kleine Karlovca und andere, liegen in den das Zirknitzer Becken im Westen begrenzenden Kalkrücken, in einiger Höhe über dem Seeboden. Sie beginnen ihre Wirksamkeit natürlich immer erst dann, wenn der Wasserspiegel des Sees sie erreicht. Alle diese vielen Abzugscanäle führen das Wasser gegen Nordwesten weiter, und es ist wahrscheinlich, dass sie sich unterirdisch zu einem einzigen Flusslaufe vereinigen. Dieser Fluss erscheint dann 3 Kilometer nordwestlich von dem westlichen See-Ende in einem engen romantischen Thalkessel wieder und verschwindet nach einem 2 Kilometer langen Laufe neuerdings, nachdem er kurz zuvor bei der Capelle St. Kanizan eine der herrlichsten natürlichen Felsbrücken passirt

hat. 2·5 Kilometer nordwestlich von dieser Capelle passirt er dann den Grund einer grossen Doline, und nach weiteren $\frac{3}{4}$ Kilometern unterirdischen Laufes tritt er in das Thalbecken von Planina ein, wo er noch vor seiner Vereinigung mit der Poik auf einer Strecke von einigen Minuten nicht weniger als sechs Mühlwerke treibt.

Dies sind in rohen Zügen die hydrographischen Verhältnisse des Zirknitzer Sees. Alle Erscheinungen, welche ihn von den gewöhnlichen Seen mit oberirdischem Abflusse unterscheiden, sind durch die unterirdische Anlage seiner Abzugscanäle bedingt. Die durch die Sauglöcher abgeleitete Wassermenge ist durch den Querschnitt derselben gegeben und von dem Wasserstande des Sees nur in geringem Grade abhängig. Bei geringem Zuflusse wirken dieselben fort bis zur vollständigen Entleerung des ganzen Seebeckens, bei gesteigertem Zuflusse kann sich ihre Capacität nicht in der Art steigern, wie es bei einem offenen Flussbette durch eine Erhöhung des Wasserstandes der Fall ist, und darum muss dann der See ungewöhnlich rasch steigen.

Aehnliche Verhältnisse, wie wir sie nun bei den Zuflüssen der Laibach kennen gelernt haben, treten uns auch bei den anderen Flüssen des Karstes mehr oder weniger deutlich entgegen.

Wir sehen an diesen Beispielen, dass im geologischen Sinne ziemlich einfache Terrainverhältnisse die Flüsse oft zwingen können, einen grossen Theil ihres Laufes durch Höhlen zu nehmen, und wir sehen, dass

diese Höhlen nur Theile des Flusssystemssind, in welchem sie liegen. Manche derselben, wie z. B. die grössten Partien der Adelsberger Grotte, sind freilich bereits für immer vom fliessenden Wasser verlassen, aber an ihren Wänden hat das Wasser in der Regel die deutlichsten Spuren seiner früheren Erosionsthätigkeit hinterlassen. Sie spielen die Rolle von ausgetrockneten unterirdischen Flussarmen. Andere werden nur bei Hochwasser von den Höhlenbächen aufgesucht, wenn die normalen Gerinne zur Fortleitung der eindringenden Fluthen nicht ausreichen. Sie bilden das unterirdische Inundationsgebiet des Höhlensystems. In diesem selben Sinne können wir aber auch den Zirknitzer See als das oberirdische Inundationsgebiet der unterirdischen Wassercanäle bezeichnen.

Ganz ähnliche Verhältnisse wie in Krain finden wir auch im Höhlengebiete von Brünn. Wir sehen den Slouper Bach in den Klüften der Slouper Höhle verschwinden. Er setzt seinen Weg unterirdisch fort, bis er am Grunde der 4 Kilometer südlich von Sloup gelegenen „Mazocha“, eines schauerlichen, 150 Meter langen, 70 Meter breiten und 137 Meter tiefen Abgrundes, wieder zum Vorschein kommt. Auf dem Kalkplateau ist sein unterirdischer Weg durch eine Reihe von allmählig, aber stetig sich vergrössernden Dolinen bezeichnet, welche von der Mazocha in der Richtung gegen die Slouper Höhle hinziehen. Eine andere solche Dolinenreihe zeigt, dass die südlich von dem Dorfe Ostrow, 2 Kilometer östlich von der Mazocha in Bergspalten

eintretenden Bäche in gerader Richtung gegen die Mazocha ziehen, und sich unmittelbar vor ihr mit dem Slouper Bache vereinigen. Diese vereinigten Wässer treten dann $\frac{3}{4}$ Kilometer südwestlich von der Mazocha in dem durch seine pittoresken Felspartien berühmten Oeden Thal unter dem Namen Punkwa zu Tage und ergiessen sich nach einem etwa 8 Kilometer langen oberirdischen Laufe in die Zwitterawa.

So wie die Punkwa nehmen auch die übrigen Bäche dieses Höhlengebietes theilweise einen unterirdischen Verlauf. Der Abfluss des Jedownitzer Teiches stürzt sich nach kurzem Laufe in die tiefen Abgründe der Hugo-Höhlen, um in der 4 Kilometer südwestlich gelegenen Bejčiskala-Höhle wieder zum Vorschein zu kommen. Der Kiritener Bach tritt 1 Kilometer südwestlich von Kiriten in das Gebirge ein, durchfliesst die Abgründe der Vypustek-Höhle und tritt 3 Kilometer westlich wieder zu Tage, um mit dem Ausflusse der Bejčiskala-Höhle vereint der Zwitterawa zuzuströmen. Der zwischen der Vypustek-Höhle und der Bejčiskala-Höhle gelegene Theil des Kiritener Thales, welcher offenbar den von Kiriten kommenden Wässern seine Ausbildung verdankt, ist jetzt während des grössten Theiles des Jahres trocken und nimmt nur bei Hochwasser die aus den unterirdischen Räumen überfliessenden Wassermengen auf. Er ist also in demselben Sinne wie der Zirknitzer See das oberirdische Inundationsgebiet des unterirdischen Wasserlaufes.

Gleich dem Kiritener Bache hatten auch die Bäche von Sloup und Ostrow früher oberirdische Gerinne. Der

eine durchfloss das „Oede Thal“, der andere das „Dürre Thal“. Diese beiden Thäler, welche sich 4 Kilometer unterhalb des Punkwa-Ausflusses vereinigen, sind nun oberhalb des Punkwalaufes durch die neueren unterirdischen Wasserabzüge vollständig trockengelegt.

Alle diese Verhältnisse fasst Dawkins,¹⁾ der berühmte englische Höhlenforscher, in folgenden treffenden Sätzen zusammen: „Die Höhlen selbst verzweigen sich in derselben unregelmässigen Weise wie die Thäler und sind nur als die Capillaren in dem allgemeinen Thal-system zu betrachten, durch welche der Regen hindurchfliesst, um die Hauptcanäle zu verbinden. Sehr oft hat jedoch das Wasser einen anderen Ausweg in geringerer Tiefe gefunden und die alte Bahn ist versiegt; in allen Fällen aber sind an dem Sand, Kies oder Lehm, welcher den Boden bedeckt, sowie an den zerfressenen Oberflächen der Seitenwände und des Bodens unverkennbare Beweise von der auswaschenden Wirkung des Wassers zu sehen.“

Die Belege für die Richtigkeit dieser Auffassung könnten wir, wenn es nicht überflüssig wäre, aus den verschiedensten Höhlengebieten der Erde beliebig vermehren.

Wir haben bisher die Kalkhöhlen als etwas bereits Vorhandenes betrachtet und höchstens gewisse Verän-

1) W. Body Dawkins, Die Höhlen und die Ureinwohner Europas. Deutsch von Dr. J. W. Spengel. Leipzig und Heidelberg 1876, p. 21.

derungen in ihnen flüchtig berührt. Nun erhebt sich aber die Frage: „Wie sind diese Hohlräume in den Gebirgen entstanden?“ Diese Frage nach der Bildung der Höhlen führt uns mit verschiedenen anderen Erscheinungen in den Kalkgebirgen zusammen, welche aus denselben Ursachen entspringen, welche wir aber doch nur gelegentlich berühren wollen.

Der Hauptsache nach ist die Höhlenbildung eine von den mannigfaltigen Wirkungen der Atmosphärien auf die Erdkruste. Es ist zwar richtig, dass auch die durch die Aufrichtung der Gebirge bedingten Stauungen und Spaltenbildungen im Gesteine einzelne Hohlräume erzeugen können; diese sind aber gegenüber den durch Erosion gebildeten Höhlen von ganz untergeordneter Bedeutung. Wichtiger ist für uns die Schichtenfaltung und die Spaltenbildung im Gebirge dadurch, dass sie den höhlenbildenden Agentien bestimmte Wege anweist, auf welchen sich ihre Wirkung concentrirt.

Der Hauptfactor für die anfängliche Bildung von Hohlräumen im Kalkgesteine ist die Fähigkeit desselben, sich in Kohlensäure hältigem Wasser aufzulösen. Ich habe diese Fähigkeit an einem polirten Würfel von rothem Salzburger Crinoidenmarmor gezeigt, indem ich eine Hälfte des Würfels acht Tage lang mit Kohlensäurewasser aus den gewöhnlichen Syphons digerirte, wobei sie durch die Auflösung der geglätteten Schichte vollständig matt wurde.

Das in den Boden eindringende Niederschlagswasser enthält nun stets Kohlensäure. Eine gewisse Menge dieses

vom Wasser leicht absorbirbaren Gases bringen die flüssigen Niederschläge bereits aus der Luft mit, eine weit bedeutendere Menge nehmen sie beim Durchsickern durch humösen Boden auf. Diese Wässer lösen nun bei ihrem Eindringen in die Spalten des Kalkes fortwährend kleine Mengen desselben auf und führen dieselben mit sich fort.

Dass dies wirklich der Fall ist, können wir leicht an unserem Hochquellenwasser nachweisen, welches wir ja bekanntlich aus dem Kalkgebirgsstocke des Schneeberges empfangen. Wenn wir das frische Hochquellenwasser in eine Glasflasche füllen und längere Zeit in der Zimmerwärme stehen lassen, so lässt es die absorbirten Luftarten in Form von kleinen Bläschen entweichen und verliert dadurch das Lösungsvermögen für den Kalk. Dieser setzt sich dann in Form einer dünnen weissen Kruste an der Innenwand der Flasche fest und trübt dieselbe nach längerem Gebrauche. Dass dieser trübe Absatz der Hauptmasse nach wirklich kohlenaurer Kalk ist, ergibt sich beim Ausspülen des Gefässes mit einer Säure. In dieser löst er sich nämlich unter Aufschäumen.

Diese aushöhlende Wirkung des Wassers auf chemischem Wege ist eine sehr bedeutende. Wir können uns ein Bild davon machen, wenn wir die Menge der festen Substanzen berechnen, welche wir mittelst der Hochquellen-Wasserleitung aus dem Innern des Schneeberges nach Wien leiten und consumiren.

| | Liefert durchschnitt- lich per Tag Eimer: | 10.000 Theile Wasser ent- halten feste Substanzen gelöst: | Ergiebt per Tag feste Be- standtheile, Kilogramm: |
|--------------------------|--|---|--|
| Der Kaiserbrunn | 600.000 | 1.385 | 4.700 |
| die Stixensteiner Quelle | 500.000 | 2.452 | 6.900 |

Dies ergiebt per Jahr eine Gewichtsmenge von 4,262.000 Kilogramm fester Bestandtheile, welche bei-
läufig einen Raum von 1570 Kubikmeter einnehmen
würden. Dies macht also für zwei Jahre schon einen Raum
aus, welcher unseren Vortragssaal, den Festsaal des
akademischen Gymnasiums, an Grösse übertrifft.

Wenn wir nun bedenken, dass die hier in Rechnung
gezogenen Quellen nur einen Theil der Wassermassen
bilden, welche die Spalten des Schneebergs jährlich durch-
sickern, und dass die berechneten Wirkungen schon durch
lange Zeiträume hindurch andauern, so müssen wir wohl
zu der Erkenntniss kommen, dass der Effect der un-
scheinbaren chemischen Wirkung des Wassers ein un-
geheuer grosser ist.

Freilich sind auch die vom Wasser ausgefressenen
Hohlräume in vielen tausend Spalten durch das ganze Ge-
birge vertheilt, und es mag lange hergehen, bis mehrere
solche Spalten in eine grössere zusammenfliessen. Sind
aber einmal solch' grössere Canäle, durch welche das
Wasser hindurchfliessen kann, gebildet, so gesellt sich
zu der chemischen Corrosion die mechanische, abscha-
bende Erosionsthätigkeit, und ihrer vereinten Wirksam-
keit gelingt es, das Kalkgebirge mit Höhlungen zu durch-
ziehen, gleich einem Badeschwamm.

Während sich bei den meisten Gebirgsgesteinen die Erosionswirkungen nur an der Oberfläche äussern, treten sie beim Kalkstein in grossem Massstabe auch im Innern des Gebirges auf. Die Ursachen für diese Erscheinung haben wir in der reichlichen Spaltenbildung des Gesteines, in seiner Löslichkeit in Kohlensäurewasser und schliesslich in dem Umstande, dass die atmosphärischen Wässer erst beim Durchsickern durch die oberflächlichen Humusschichten die Hauptmenge der Kohlensäure aufnehmen, erkannt. Dieser letztere Umstand erklärt uns die für den ersten Augenblick sonderbar erscheinende Thatsache, dass der der Erosion so leicht zugängliche Kalkstein dort, wo er als kahler Felsen den Atmosphäriken direct ausgesetzt ist, ihrem Einflusse so kräftig widersteht. Der kahle, hochaufragende Felsen ist eben seinen beiden Hauptfeinden, dem fliessenden und dem kohlenensäurereichen Wasser, nicht ausgesetzt.

Die Dolinen stehen mit den Höhlen in sehr naher Beziehung. Sie sind, wenn man so sagen darf, oberflächliche Höhlen. Die grosse Mehrzahl der Dolinen, besonders alle kleineren, verdanken ihre Entstehung ausschliesslich der chemischen Erosion des Wassers. Man erkennt dies schon mit voller Sicherheit daran, dass in den Tiefen dieser Dolinen die im Wasser unlöslichen Bestandtheile des Kalkes als ein meist rother Lehm (terra rossa) zurückgeblieben sind. Gewisse grosse Dolinen, wie z. B. die Mazocha und die grosse Doline von St. Kanzian, gehören nicht in diese Kategorie. Sie sind als die Reste grosser Höhlenräume aufzufassen, deren Decke eingestürzt ist.

Wir haben bisher nur solche Höhlen in Betracht gezogen, welche in Kalkstein eingegraben sind. Sie bilden, wie schon bemerkt, die grosse Hauptmasse aller Höhlen. Aber auch in anderen Gesteinen kommen Höhlen vor, und diesen müssen wir nun kurz unsere Aufmerksamkeit zuwenden.

Mit den Kalkhöhlen zunächst verwandt sind die unter dem Namen Gypsschlotten bekannten Höhlen am Südrande des Harzes, welche in den obersten, aus Gyps, Anhydrit, Steinsalz und Stinkkalk bestehenden Schichten der Zechsteinformation liegen. Auch im Gypse der Umgebung von Paris, namentlich bei Montmorency, sind zahlreiche Höhlen enthalten, deren Bildung vollkommen mit jener der Kalkhöhlen übereinstimmt. Manche im Gypse enthaltene Höhlen sind wohl auch durch die Auslaugung des in demselben oft eingebetteten Steinsalzes entstanden. Solche Höhlen werden auch durch die Gewinnung der Soole aus den Salzkammern, in den Salzwerken des Salzkammergutes und an anderen Orten erzeugt.

Durch ähnliche chemische Auslaugung können auch in verschiedenen anderen festen Gesteinen Höhlen gebildet werden. Wir sehen uns zu dieser Voraussetzung gezwungen, wenn wir die von den verschiedenen Quellen an die Erdoberfläche beförderten Massen gelöster Substanzen, welche alle aus dem Innern der Gebirge entnommen sind, berücksichtigen. Nach einer Berechnung v. Hochstetter's fördern z. B. die Karlsbader Thermen, welche bekanntlich im Granitgebirge liegen, jährlich

5,886.720 Kilogramm fester Substanzen zu Tage, welche in dem Karlsbader Gebirge Hohlräume von 1500 bis 1800 Kubikmeter zurücklassen müssen.¹⁾

Nicht sehr selten kommen Höhlen in Sandsteinen vor, so z. B. in den tertiären Sandsteinen bei Kremsmünster in Oberösterreich, in den tertiären Sandsteinen des Pariser Beckens, im Millstone-grit von Derbyshire und Yorkshire u. s. w. Diese Höhlen sind in der Regel nicht gross und verdanken ihre Entstehung fast ausnahmslos der mechanischen Auswaschung durch circulirendes Wasser.

Auch in vulcanischen Gesteinen kommen Höhlen vor. Beispiele hiefür finden wir am Vesuv, am Aetna, auf den canarischen Inseln, auf Staffa und auf Island. Theils sind diese Höhlen grosse Blasenräume im Gestein, welche durch die in der heissen Lava eingeschlossenen, beim Erkalten sich ausscheidenden Gase und Dämpfe gebildet wurden, theils entstehen sie (wie uns Herr Professor Dr. Kornhuber an einem Beispiele vom Aetna gezeigt hat) dadurch, dass ein Lavastrom unter seiner erstarrten Decke abfliesst und einen Höhlengang zurücklässt, theils sind sie, wie z. B. die Fingalshöhle auf Staffa, durch die mechanische Arbeit des Wassers ausgewaschen worden.

Wir haben nun die vorzüglichsten Mittel betrachtet, deren sich die Natur bedient, um die grossen, nackten

¹⁾ Eine genaue Berechnung ist hier wegen der verschiedenen in Anschlag zu bringenden chemischen Vorgänge nicht gut möglich.

Hohlräume in den festen Gesteinen zu erzeugen. In diesem Zustande der Nacktheit repräsentiren sich uns aber die wenigsten Höhlen. Sehr viele von ihnen sind mit jenem Krystallschmuck ausgekleidet, durch dessen Reichthum und Schönheit die Adelsberger Grotte so sehr ausgezeichnet ist, und die meisten sind bis zu einem gewissen Theile wieder ausgefüllt mit Sedimenten. Diesen Neuausfüllungen der Höhlen wollen wir nun unsere Aufmerksamkeit zuwenden und hiebei gleich von vorneher ein gewisse Ausnahmefälle, wie z. B. Bergstürze, die eine Grotte verschütten können, aus dem Rahmen unserer Betrachtung ausschliessen.

Die regelmässige Ausfüllung der Höhlen geschieht so wie ihre Bildung durch das Wasser und ist so wie diese theils eine chemische, theils eine mechanische Action.

Die chemische Action bewirkt die Bildung der Tropfsteine. Wir wissen bereits, dass das Kohlensäure hältige Wasser die Fähigkeit, Kalk zu lösen, mit dem Ausscheiden der Kohlensäure verliert. Wenn nun das durch die Circulation in den Gesteinsspalten mit Kalk gesättigte Wasser in grössere Höhlenräume kömmt, welche (wenn auch nur in geringem Maasse) mit der äusseren Luft communiciren, so hat es Gelegenheit, theilweise oder gänzlich zu verdampfen, jedenfalls aber einen grossen Theil seines Kohlensäuregehaltes an die umgebende Luft abzugeben. In Folge dessen muss es auch den mitgeführten Kalk an den Höhlenwänden absetzen. Man nennt solche Kalkabsätze „Kalksinter“. Oft ist eine

Höhle mit solchen Kalkabsätzen vollständig austapeziert. Da aber die durch die Decke durchsickernden Wässer doch an bestimmte Spalten gebunden sind, so wird auch die Sinterbildung längs solchen Spalten und an einzelnen Punkten besonders vermehrt. Dadurch entstehen die von den Decken niederhängenden Vorhänge und Zapfen (Stalaktiten), während das von diesen hängenden Gebilden abtropfende Wasser die Tropfsteinkegel (Stalagmiten) bildet. Zu jedem Stalagmiten gehört ein Stalaktit. Beide wachsen einander entgegen und können sich endlich zu einer Säule vereinigen. Die Schnelligkeit des Wachstums ist eine sehr geringe. Sie wurde aber früher noch stark unterschätzt, da man den Berechnungen oft nur die von den Stalaktiten abtropfende (also zu ihrer Vergrößerung überflüssige) Wassermenge zu Grunde legte und daher immer auf zu grosse Zeiträume kommen musste. Die einzigen exacten Messungen des wirklichen Wachstums eines Stalagmiten wurden von James Farres in den Jahren 1839 und 1845 und von Dawkins im Jahre 1873 an der „Jockey Cap“ in der Ingleborougher Höhle in Yorkshire vorgenommen. Sie ergaben ein Längenwachstum von jährlich 7·46 Millimeter und ein Wachstum des Umfanges von jährlich 7·25 bis 7·47 Millimeter.

Die mechanische Ausfüllung der Höhlen besteht hauptsächlich in der Ablagerung von Lehm, Sand und Geschiebe durch die Höhlengewässer. — Die Aufschüttung des Bodens durch die von der Decke herabstürzenden Gesteinstrümmel kann nicht als „Ausfüllung“ betrachtet

werden, da sie doch nur die Wirkung hat, den bestehenden Hohlraum in die Höhe zu rücken, ohne ihn wesentlich zu verkleinern. Ebenso trägt die häufig vorkommende Einschwemmung von Schlamm durch die vorhandenen Deckenklüfte sehr wenig zur Ausfüllung bei. Die eingeschwemmten Sedimente erreichen in manchen Höhlen eine grosse Mächtigkeit (in der Slouper Höhle z. B. oft mehr als 24 Meter) und zeigen die verschiedenartigste Zusammensetzung aus Lehm, Sand, Gesehiebe und Trümmerwerk. Aber fast überall zeigen sie ihrer Hauptmasse nach jene eigenthümliche, unregelmässige Schichtung (falsche Schichtung), welche die Flussanschwemmungen charakterisirt.

Die Ablagerung mechanischer Sedimente in einer Höhle kann immer erst dann eintreten, wenn die ursprüngliche transportirende Kraft des in ihr fliessenden Wasserstromes eine bleibende Abnahme erfährt. Diese kann auf zweierlei Art bewirkt werden: 1. durch eine Stauung der Gewässer in Folge der zufälligen Versperung oder Verengung eines stromabwärts gelegenen Theiles der Höhle und 2. durch eine Verminderung des Wasserquantums, indem entweder ein Theil des Stromes andere Wege aufsucht, oder indem eine allgemeine Verminderung in der Niederschlagsmenge der ganzen Gegend eintritt. Dieses letzte Moment scheint mir für viele Höhlen das wichtigste gewesen zu sein.

Die Ausfüllung einer sehr grossen Anzahl von Höhlen fiel nämlich in die diluviale Eiszeit und in jene Periode, welche dieser letzten grossen Vergletscherung unserer

nördlichen Hemisphäre unmittelbar nachfolgte. Die Bildung dieser Höhlen mag in der der diluvialen Gletscherperiode unmittelbar vorangegangenen Periode, für welche wir eine besonders starke Vermehrung der atmosphärischen Niederschläge voraussetzen müssen, zum Abschluss gekommen sein.

Für die Beurtheilung des Alters der Höhlen, d. h. jener Zeit, in welcher ihre Bildung vor sich gegangen ist, haben wir gar keine Anhaltspunkte. Eine Altersbestimmung können wir nur an den Ausfüllungen der Höhlen mit Hilfe der in denselben enthaltenen Reste von organischen Wesen vornehmen. Da stossen wir nun auf die merkwürdige Thatsache, dass mit einer einzigen Ausnahme¹⁾ keine Höhle oder Spalte Reste von älteren als diluvialen Thieren enthält, obwohl wir mit ziemlicher Sicherheit annehmen können, dass in den Kalken der älteren Gebirgs-Formationen schon lange vor der Diluvial- und vor der Tertiär-Zeit Höhlen bestanden haben und dieselben von den grossen Raubthieren der Tertiärzeit ebenso bewohnt waren wie von den Raubthieren der Diluvialzeit. Dieses vollständige Fehlen tertiärer Säugethierreste in den Höhlenablagerungen sucht Dawkins durch die Annahme zu erklären, dass sämtliche Schichten mit jenen Höhlen und Spalten, welche solche

¹⁾ Einige Spalten in den Mendip Hills enthalten nach Charles Moore Fossilien der rhätischen Formation, nämlich die ersten Beutelthiere, wie *Microlestes*, dann den *Ganoiden Gyrolepis tenuirostris* und die Haifische *Acrodus minimus* und *Hybodus reticulatus*.

tertiäre Ablagerungen enthalten haben, durch Denudation vollkommen hinweggeschwemmt sind, während die jetzigen Höhlen damals entweder noch nicht bestanden oder unzugänglich waren. Es ist aber auch der Fall möglich, dass jene Zunahme der atmosphärischen Niederschläge am Beginne des Diluviums, welcher wir die allgemeine Vergletscherung der nördlichen gemässigten Zone zuschreiben, eine allgemeine Auswaschung der unterirdischen Wassercanäle bewirkte, so dass erst später wieder, bei der Abnahme der Niederschlagsmengen während der Eiszeit, eine Neuausfüllung der Höhlen eintreten konnte. Mir scheint sogar diese zweite Erklärung viel mehr Wahrscheinlichkeitsgründe für sich zu haben als die von dem berühmten englischen Forscher gegebene.

Diese Frage nach dem Alter der Höhlensedimente hat uns zum biologischen Capitel der Höhlenforschung geführt. Es ergiebt sich aus der Untersuchung der Ablagerungen, dass die Höhlen in der Diluvialzeit von einer mannigfaltigen Raubthierfauna bewohnt waren, deren Reste uns durch den Lehm, in welchem sie eingebettet sind, und durch schützende Kalksinterdecken bis auf den heutigen Tag in einem oft staunenswerth guten Erhaltungszustande aufbewahrt wurden. Die wichtigsten unter diesen Höhlenraubthieren waren der Höhlenbär, *Ursus spelaeus*, der Höhlenlöwe, *Felis Leo spelaea*, und die Höhlenhyäne, *Hyaena spelaea*. Diese Thiere waren grösser und gewaltiger als ihre heutigen Verwandten. Neben ihnen gab es aber auch eine

grosse Anzahl kleinerer Raubthiere aus den Geschlechtern der Katzen, Hunde und Marder, welche alle in Höhlenräumen theils einen dauernden, theils einen zeitweiligen Aufenthalt hatten. Aus der Vypustek-Höhle in Mähren allein sind bis jetzt 16 diluviale Raubthierarten bekannt. Neben diesen lebten aber noch in den Höhlen eine Anzahl von Nagethieren, Insectenfressern und Fledermäusen.

Neben den Resten dieser Höhlenbewohner finden sich in den Höhlenablagerungen auch die Reste aller jener Thiere, welche den grossen Räubern als Beute dienten, sowie auch hin und wieder die Skelete von Thieren, welche durch Verunglückung in die Abgründe der Höhlen geriethen.

Am interessantesten sind natürlich jene Reste, welche der Mensch in jener frühen Zeit in den Höhlen zurückgelassen hat. In den Höhlen, welche der diluviale Mensch bewohnte, bestehen sie in primitiven Stein- und Knochenwerkzeugen und in rohen Thonerzeugnissen. In den Höhlen, welche damals als Begräbnissplätze benutzt wurden, finden wir die Skelete jener Höhlenbewohner. Diese Funde sind die wichtigsten und in manchen Ländern einzigen Materialien für das Studium der ersten Epochen der Urgeschichte.

Seit jener entfernten Zeit sind die Höhlen bis auf den heutigen Tag von Thieren und zum Theil auch von Menschen bewohnt geblieben. Von diesen Thieren benutzen manche, wie z. B. die Fledermäuse und die Raubthiere, die Höhlen nur als Zufluchtsorte, andere Thiere

aber verbringen ihre ganze Lebenszeit in denselben. Bei manchen dieser letzteren, wie z. B. bei dem bekannten Grottenolm der Krainer-Höhlen und bei vielen Gliederfüsslern, hat der beständige Aufenthalt in Höhlen einen mächtigen Einfluss auf die Entwicklung gewisser Organe, besonders der Schwerezeuge, ausgeübt und dieselben in gewissen Fällen ganz zum Verkümmern gebracht. Es hat daher die Erforschung der Höhlen ebenso auf dem Gebiete der Zoologie wie auf jenem der Paläontologie wichtige Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Thiere geliefert.

Die Erforschung der Höhlen, obwohl seit einem Jahrhundert wissenschaftlich betrieben, ist aber noch lange nicht abgeschlossen, und wir können von ihr noch manche wichtige Bereicherung unserer naturwissenschaftlichen Kenntnisse erwarten.

Auch die Höhlentouristik ist noch lange nicht in dem Maasse gepflegt, in welchem sie es verdient, obwohl in den letzten Jahren durch Private, Behörden und Vereine (in Oesterreich z. B. durch die Section für Höhlenkunde des Oesterreichischen Touristen-Club) manches Anerkennenswerthe in dieser Richtung geschehen ist.

So schliesse ich denn mit der Einladung an jedes einzelne Mitglied der verehrten Versammlung, keine für den Besuch von Höhlen günstige Gelegenheit unbenutzt vorübergehen zu lassen. Die Mühen solcher Höhlenbesuche werden reichlich belohnt durch die grossartigen Wunder der Unterwelt, welche den übrigen Wundern der Natur ebenbürtig zur Seite stehen. — Hier scheint

mir aber auch der richtige Ort zu sein, um an alle Freunde der Naturwissenschaften einen tiefempfundenen Warnungsruf ergehen zu lassen. Es ist dies die Warnung vor planloser, unwissenschaftlicher Höhlenschatzgräberei. Durch sie werden oft kostbare Schätze, welche uns der Schooss der Erde Jahrtausende lang getreu und sorgfältig aufbewahrt hat, um eines kurzen Vergnügens willen zerstört.

Fig. 1.

Plan der ADELSBERGER GROTTE

Maaßstab 1:5000.

100 50 0 100 Meter

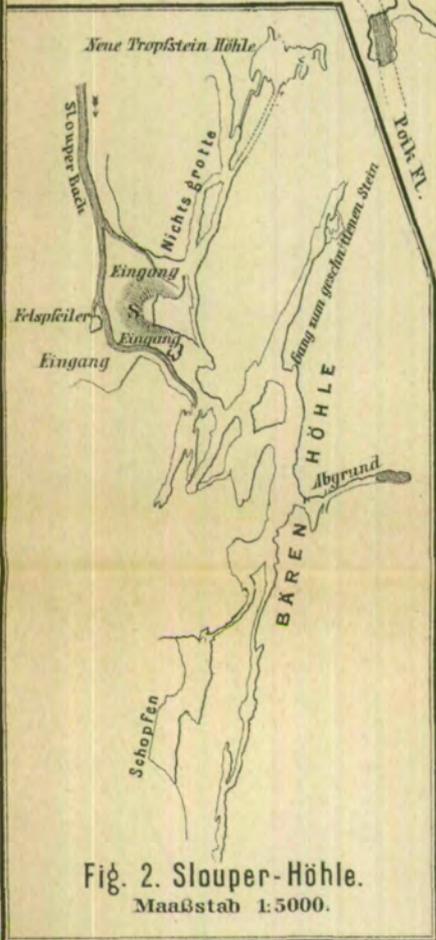


Fig. 2. Slouper-Höhle. Maaßstab 1:5000.

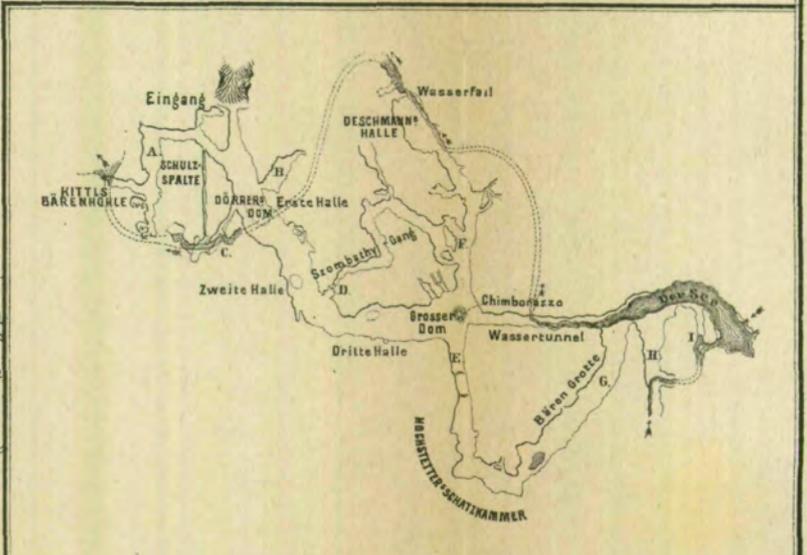
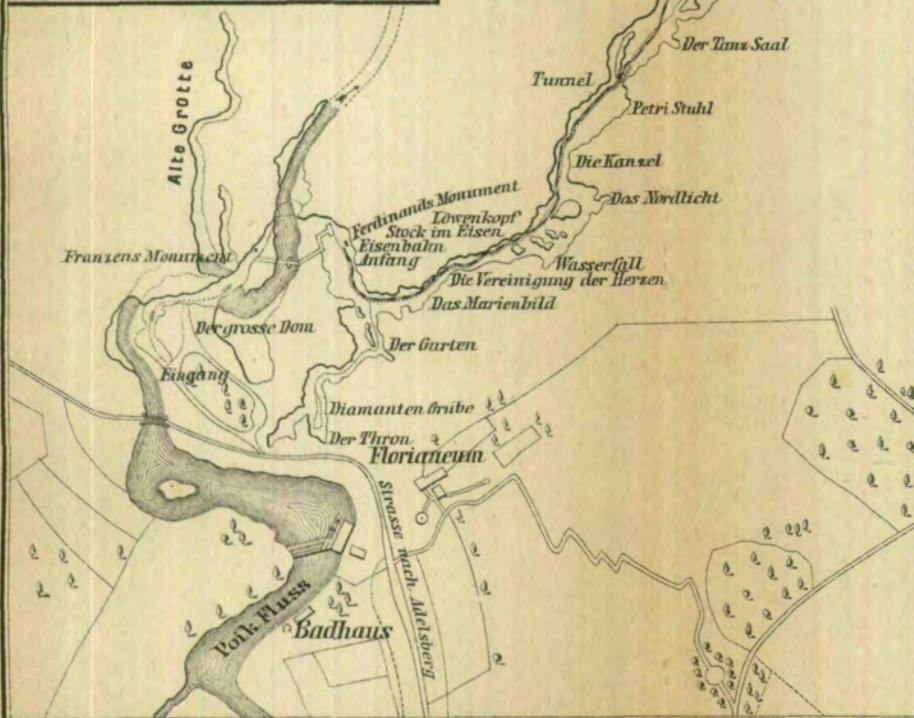


Fig. 3. Kreuzberghöhle bei Laas in Krain. Maaßstab 1:5000.