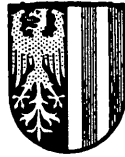


Jahrbuch

des

Oberösterreichischen Musealvereines

95. Band



Linz 1950

Verleger: Oberösterreichischer Musealverein, Linz, Museumstraße 14

Druck: Oberösterreichischer Landesverlag, Linz, Landstraße 41

Druckstöcke: Klischeeanstalt Franz Kramer, Linz, Klammstraße 3

Inhalt.

	Seite
1. Vereinsbericht	5
2. Wissenschaftliche Tätigkeit und Heimatpflege in Oberösterreich	9
3. Nachrufe	123
Johann Gallistl, Alfred Mück.	
4. Beiträge zur Landeskunde:	
Josef Kneidinger, Die jüngere Urnenfelderstufe in Oberösterreich. Nachtrag	129
Rudolf Egger, Oberösterreich in römischer Zeit	133
Alfred Marks, Das Leinengewerbe und der Leinenhandel im Lande ob der Enns von den Anfängen bis in die Zeit Maria Theresias	169
Andreas Markus, Bruchstücke des Sachsenspiegels aus dem Greiner Stadtarchiv	287
Othmar Wessely, Neues zur Lebensgeschichte Paul Peuerls	299
Erik Arnberger und Hubert Trimmel, Die wissenschaftliche Erforschung der Kreidelucke bei Hinterstoder im Toten Gebirge. I. Teil	307
Wilhelm Freh und Erich Haberfelner, Ein alter Gagatbergbau in Oberösterreich	337
Josef Vornatscher, Arctaphaenops angulipennis Meixner. Der voreiszeitliche Höhlenlaufkäfer Oberösterreichs. Funde und Forschungen 1924—1949	351

Die wissenschaftliche Erforschung der Kreidelucke

bei Hinterstoder im Toten Gebirge.

I. Teil.

Von

Erik Arnberger und Hubert Trimmel.

Erforschungsgeschichte und Raumbeschreibung.

Von

Hubert Trimmel.

(Hiezu eine Übersichtsskizze.)

I. Lage der Höhle.

Dort, wo die Steyr auf ihrem Wege nach Norden das breite Talbecken von Hinterstoder verläßt und der Ostfuß des Kleinen Priel einerseits und der Poppenberg (853 m) andererseits unmittelbar an das Flußufer herantreten, gelangt man — etwa 15 Minuten von Hinterstoder (585 m) entfernt — über den Schachingersteg an das linke Steyrufer. Entlang dieses Ufers führt der Promenadeweg zur Höhle. Die Straße nach Steyring, von der man den Höhleneingang in den bewaldeten und von vielen Felsbändern und Wänden durchsetzten östlichsten Ausläufern des Priels sieht, bleibt auf dem rechten Ufer der Steyr, welche bald darnach im „Strumboding“ einen imposanten Wasserfall bildet.

Der erwähnte Promenadeweg läßt schon nach kaum 200 Metern den Schwarzbach erreichen. Es ist dies eine normalerweise unmittelbar am Ufer der Steyr (565 m) entspringende Karstquelle. Bei Hochwasser aber treten fallweise mehrere höhere, zu beiden Seiten des Weges liegende Wasseraustrittstellen in Tätigkeit. Der Name des Schwarzbaches ist nach F. Oberleitner¹⁾ darauf zurückzuführen, daß „die Geröllsteine“, über die der Bach fließt, teils schwärz-

lich verkrustet, teils mit einem schwarzgrünen Moos überkleidet sind. Seine Wässer sollen, wie allgemein angenommen wird, mit den Gerinnen in der Kreidelucke zusammenhängen.

Am Schwarzbach trennen den Besucher nur mehr 100 Meter von jener Stelle, an der der Promenadeweg das felsige, trockenliegende Bachbett der Kreidelucke quert. Dieses leitet vom Höhleneingang (580 m)³⁶⁾ zur Steyr (562 m) hinab und ist insgesamt 75 Meter lang. Ein schmales Steiglein läßt den Höhleneingang selbst gewinnen. Kreidelucke und Schwarzbach stehen als wissenschaftlich bedeutsame Karsterscheinungen unserer Heimat unter Denkmalschutz und sind so vor Beschädigungen und Zerstörungen gesichert.

II. Erforschungsgeschichte.

Es ist nicht uninteressant, im Rahmen einer zusammenfassenden Darstellung über Untersuchungen in der Kreidelucke auch früheren Forschungen nachzugehen. In der Höhle finden sich an verschiedenen Stellen Spuren der „Schatzgräber“, die beweisen, daß die Kreidelucke schon frühzeitig allgemein bekannt war und oft besucht worden ist. Die Erwähnung in der Landeskunde von B. Pillwein⁴⁸⁾ (1828), in einem im Jahre 1835 in Brünn herausgegebenen Kalender²⁾ sowie in dem bekannten Werk von A. Schaubach³⁾ bestätigen dies.

Ein eingehender Erlebnisbericht, in dem eine Fülle beobachteter Einzelheiten und wichtiger Feststellungen anschaulich festgehalten sind, wurde von G. Hauenschild⁴⁾⁵⁾ als Ergebnis zweier Vorstöße in den Jahren 1864 und 1865 veröffentlicht. Schon diese ersten Forscher im modernen Sinne treffen überall in der Höhle Trittstufen an, die in die weiche „Bergkreide“ eingehauen sind, um das Ersteigen der Kreidelager zu erleichtern. Daneben werden sogenannte „Hiefel“, Baumstämme, die an die Wände gelehnt sind und mit den Ansatzstücken der Seitenäste eine einfache Leiter bilden, vorgefunden.

Während Hauenschild „ein Sacktuch voll Sägespäne“ als Ariadnefaden in die Höhle mitnimmt, verwendet Oberleitner, wie er später erzählt, bei seinem Besuch im Oktober 1864 „mehrere Knäuel“ einer stärkeren Schnur, von der ein Ende vor dem Höhleneingange festgebunden wird, um vor „dem allfalsigen Verirren“ sicher zu sein. Auch er dringt weit ins Innere der Kreidelucke vor,

bis er an einer Stelle ausrutscht und sich plötzlich bis an den Hals in einem Wasserbecken befindet, von dessen Grund er seine Laterne richtig „ertauchen“ muß. Die Schilderung der Höhle weicht bei beiden Forschern und ihren Begleitern in verschiedenen Punkten voneinander ab. Den Beschreibungen ist zu entnehmen, daß Hauenschild den Abstieg in die Steile Schichtfuge im südlichen Höhlenast wagte, wo der tiefste Punkt des Höhlensystems von ihm erreicht wurde, und daß Oberleitner beim Kaminsee umkehrte (Abb. 1). Beide vollbrachten eine für die damalige Zeit beachtenswerte Leistung. Sie wird von Hauenschild bei seinem dritten Höhlenbesuche noch überboten, bei dem auch er den Kaminsee kennenlernt, dessen Zugang ihm vorher entgangen ist. Mit Steigeisen dringt er darüber hinaus durch den Schacht bis zur I. Kammer vor, wo er das Ende der Höhle vermutet; den Schachtsee faßt er als Abschluß der Höhle gegen Westen auf. Außer den sich dort öffnenden Räumen blieb dem kühnen Forscher aber auch der Zusammenhang zwischen dem Kamin und der Steilen Schichtfuge noch verborgen.

Die Veröffentlichung der Befahrungsberichte trug viel dazu bei, die Kenntnis der Höhle weiterzuverbreiten. In der Folgezeit erwähnen verschiedene Reiseführer und Handbücher die Kreidelucke. Sie berufen sich dabei zumeist auf die Mitteilungen von Hauenschild, ohne weitere Unternehmungen zu melden. Eine Reihe derartiger Berichte ist in das Literaturverzeichnis⁶⁻¹¹⁾ aufgenommen worden. Der Besuch der Höhle scheint verhältnismäßig rege gewesen zu sein; so meldet beispielsweise der Steirische Gebirgsverein⁷⁾, daß „anlässlich der Eröffnung der Schutzhöhle am Hohen Priel durch den Wiener Touristenklub“ am „5. September 1875 auch die allseits bekannte Kreidelucke besucht“ worden sei. Im Jahre 1902 wird bekanntgegeben, daß die Sektion Windischgarsten des Österreichischen Touristenklubs die Höhle durch „Verbesserung des Zu- und Einganges“ und durch Überbrückung des den Weg absperrenden Wassertümpels im Inneren (See) „einladender gemacht habe“¹¹⁾. In der Ortschaft Hinterstoder wurde zugleich eine Petroleumfackel hinterlegt, welche „gegen Zahlung von 20 Hellern“ entlehnt werden konnte.

Am 18. April 1909 führt G. Lahner eine Vermessungsexpedition in die Kreidelucke, bei der der südliche Höhlenast bis zum Kamin und zum Schacht besucht und vermessen wird; dabei wird eine

Horizontalerstreckung von 400 Metern ermittelt¹²⁾¹³⁾. G. Lahner erkennt das Vorhandensein einer Fortsetzung nach Westen jenseits des Schachtsees, allerdings ohne diese zu begehen. Auch sein späterer Versuch im Jahre 1909, vom Kamin aus in die I. Kammer vorzudringen, schlägt fehl. Im gleichen Jahre schenkt L. Lämmermayr der Pflanzenwelt der Eingangsregion besondere Aufmerksamkeit¹⁴⁾.

Seit dieser Zeit sind größere Forschungen in der Kreidelucke nicht mehr erfolgt; Fremdenbesuche sind ebenfalls kaum mehr zu verzeichnen. Ihre Gesamtlänge wird in der Zeit nach dem ersten Weltkrieg vielfach mit 570 Metern angegeben¹⁵⁾. Aus höhlenkundlichem Interesse dringt in dieser Zeit der Brunnenmacher J. Fröhlich oft und oft in die Höhle ein, überbrückt die großen, sperrenden Wasserbecken und erforscht in Begleitung einheimischer Gefährten die bis dahin der Öffentlichkeit und der Wissenschaft völlig unbekannten westlichen Höhlenteile bis an ihr befahrbares Ende.

Die drei Expeditionen des Jahres 1949 (vgl. Nr. 17), über die nunmehr ein zusammenfassender Bericht vorgelegt wird, wurden von E. Arnberger und H. Salzer geleitet*); an alle Teilnehmer waren große Anforderungen gestellt und es ist der Begeisterung und Einsatzbereitschaft jedes einzelnen zu danken, wenn die Forschungen vollen Erfolg hatten**). Bei den genannten Expeditionen wurde eine genaue Vermessung der Höhle im Maßstabe 1 : 250***) vorgenommen; außer dem Höhlenplane (H. Trimmel) konnten aber auch noch zahlreiche Lichtbildaufnahmen (E. Arnberger, R. Tönies) hergestellt werden, die den Charakter der Kreidelucke erkennen lassen.

*) Die Expeditionen wurden von der Sektion „Edelweiß“ des Ö. A. V. in Verbindung mit dem Landesverein niederösterreichischer Höhlenforscher ausgerüstet und vom wissenschaftlichen Ausschuß des Ö. A. V. sowie vom Bundesdenkmalamte subventioniert.

**) An den Expeditionen des Jahres 1949 haben teilgenommen: Dr. Erik und Dr. Hertha Arnberger, Walter Gressel, Dr. Heinrich Salzer, Rosa Tönies, Hubert Trimmel, Erika Weber, Dr. Konrad Wiche, Maria Winter, Rudolf Zahrl. Am Zustandekommen und Gelingen der Expedition hat ferner Josef Fröhlich (Tambergau) besonderen Anteil.

***) Der Höhlenplan, der Grundriß, Aufriß und eine große Anzahl von Schnitten umfaßt, kann leider aus drucktechnischen Gründen dieser Arbeit nicht im Original beigegeben werden. Er ist in Oberösterreich beim Landesverein für Höhlenkunde sowie beim Landeskonservator in Linz einzusehen.

III. Die Höhle in der Sage.

Die Kreidelucke, aus deren Portal sich zeitweise bei starken Niederschlägen gewaltige Wassermassen zu Tage wälzen, kann auch sonst mit ihrem düster-drohenden Eingange nicht übersehen werden. Sie mußte schon frühzeitig die einheimische Bevölkerung zu näherer Betrachtung anregen. In den zahlreichen Sagen über die Gegend um das Tote Gebirge spielt die Kreidelucke daher eine besondere Rolle. „Vor alters waren dem Teufel die Leute in Hinterstoder zu fromm“ — so berichtet J. Angerhofer¹⁶⁾ — und weil er trotz aller Versuche nichts erreichen konnte, beschloß er, das ganze Tal zu ersäufen. Er versuchte, den Kleinen Priel und den Steyersberg übereinander zu werfen, damit sich die Steyr stauete. Seine Anstrengungen führten aber nur zum Abbruch einzelner Blöcke, die man noch in der Steyr sehen kann; der schwarze Schweiß floß ihm dabei vom Leibe, so daß der noch heute fließende Schwarzbach entstand. „Endlich stapfte er vor Wut in den Felsen“ — schließt der Erzähler — „so daß man seinen Tritt, den Teufelstritt, noch heute sieht, und schließlich fuhr er mitten durch den Berg in die Hölle. Es entstand ein gewaltiges Loch: die Kreidelucke“.

In Hinterstoder selbst erzählt man, daß weit im Inneren der Höhle eine Kiste stünde, die bis an den Rand mit Schätzen gefüllt sei. Auf ihr sitze ein großer, zottiger Hund, der zwischen seinen scharfen Zähnen den Schlüssel zu dieser schweren Truhe halte.*) Auf diese Sage, die augenscheinlich auf die Schatzgräberzeit zurückgeht, hat schon Hauenschild⁵⁾ angespielt. Er schrieb, daß die an die Wand gelehnten Fichtenstämmchen in der Höhle offenbar früheren Besuchern gedient hätten, die „wahrscheinlich in der Tiefe drunten den schwarzen Hund und seine Schätze gesucht hatten“. Es ist bemerkenswert, daß die gleiche Sage auch von der sagenumwobenen „Goldlucken“ im Seestein oberhalb des Gleinkersees (Warscheneck) erzählt wird⁸⁾.

In das Kapitel der Höhlensagen gehören auch die mannigfachen Berichte über jenseitige Ausgänge der Höhle. Schon Hauenschild hat solche Angaben gesammelt und als völlig abwegig abgetan. So sagte man ihm einmal, daß der Ausgang der Kreidelucke in Steyr-ling liege. Andere behaupteten, er liege in der Grünau und eine

*) Diese Sage wird u. a. in A. Baumgartner: Aus der volksmäßigen Überlieferung der Heimat, 24. Ber. d. Mus. Francisco-Carolinum (Linz 1864) mitgeteilt.

Bäuerin konnte ihm sogar schildern, wie die Höhle ausgesehen habe, und wie die Befahrung bis zum jenseitigen Ausgange vor sich gegangen sei. Der nüchterne Forscher Hauenschild, der seine Aufmerksamkeit auf Messungen des Schichtfallens, auf Ausfüllungen der Höhle und auf Sinterbildungen konzentrierte, kam freilich zu einem ganz anderen Ergebnis. Er fand, daß die Höhle im „Schacht“, wie wir diesen Höhlenteil heute nennen, absolut zu Ende sei. „Man behauptete später“, so fügt er seinem Bericht hinzu, „es gehe von hier aus noch viel weiter, man müsse nur die Tropfsteine wegbrechen, die vorgewachsen seien“, dann „käme man schon durch den ganzen Berg hindurch“. Und im Bewußtsein seiner eigenen Erkenntnisse schließt er den Satz an: „Wieviel an dieser Aussage sei, mag der geehrte Leser selber ermessen.“ Nun — seit Hauenschild diese Zeilen geschrieben hat, sind viele Jahre vergangen. Seither sind nicht nur neue Fortsetzungen gegen Westen erforscht worden; auch dort, wo er im Schacht das Ende der Höhle gefunden zu haben glaubte, gelang es bei der zweiten Expedition des Jahres 1949, eine Verbindung mit dem Lehmschachte herzustellen. Dabei war es nicht einmal notwendig, die Sinterformationen zu zerstören, die die Fortsetzung fast ganz verschließen.

In einem Punkte hat Hauenschild freilich recht gehabt; Gangverbindungen durch den ganzen Berg hindurch bis in die jenseitigen Täler bestehen nicht und können auch nicht vorhanden sein. Sie gehören ins Reich der Sage.

IV. Allgemeine Charakteristik (Abb.1).

Die Form des mächtigen, 8 m hohen Portales der Kreidelucke (580 m) wird durch eine große Harnischfläche bestimmt, die auf mehr als 30 m Länge die nordseitige Höhlenwand bildet. Die Schichtfugen des nach Südosten einfallenden Dachsteinkalkes bringen beträchtliche Sickerwassermengen in den Eingangsabschnitt der Höhle; im Winter bilden sich daher prächtige, eindrucksvolle Überzüge und Eisvorhänge.

Mit annähernd gleichbleibender Breite — bis zu 8 m — und nahezu ebener, blocküberstreuter Sohle zieht die Höhle zunächst 30 m gegen Südwesten. Bei einer durchschnittlichen Höhe von 7 m zeichnet sich ein schief liegendes Linsenprofil ab. Durch eine unvermittelte Verengung, die aber bei der Befahrung noch keine Schwie-

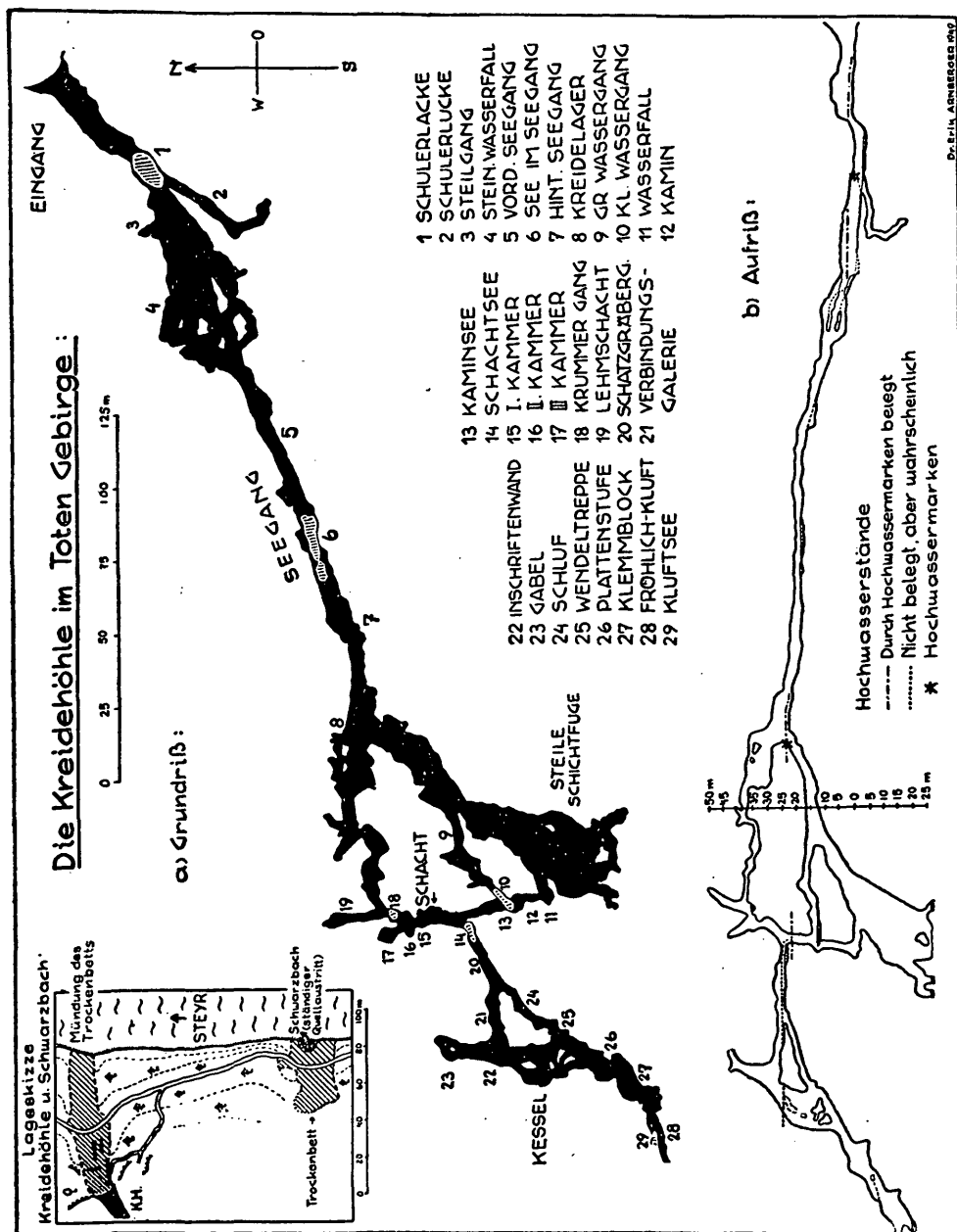


Abb. 1: Plan der Kreidehöhle 1 : 2500
(nach einer Verkleinerung des von H. Trimmel gezeichneten Originalplanes 1 : 250).

rigkeiten bietet, gelangt man, über große Blöcke absteigend, zu der seichten, 14 m langen Schulerlacke; die Raumhöhe über dem Wasserbecken beträgt 3 m. An diesem „Höhlensee“ zweigt die schwach absinkende, allmählich sich verengende Schulerlucke ab, in der eine kaum passierbare Engstelle eingeschaltet ist; sie leitet nach 30 m in einen der Richtung des Schichtfallens folgenden Schacht. Wenn man sich der Mühe unterzieht und inmitten eines kleinen Bächleins in ersteren hinabklettert, so erreicht man schließlich nach 20 Metern in einem kleinen elliptischen Wasserbecken das Ende dieses Höhlenabschnittes.

Im Hauptgang folgt auf die Schulerlacke eine schwach aufsteigende Strecke, die erst nach 35 m am Fuße des Steinernen Wasserfalles mit ihrer Sohle die gleiche Höhe wie der Höhleneingang erreicht. Überall zwischen der Schulerlacke und dem in die Säulenhalle eingebetteten Steinernen Wasserfall schließen an den eigentlichen Gang nordwestlich ausgedehnte, unter 30° nach SO einfallende Schichtfugenräume an, die stellenweise auf mehr als 10 m Erstreckung schließbar und an ihrer höchsten Stelle mit eingeschwemmten und teilweise durch Sinterabsätze verfestigten Geröllen ortsfremder Gesteine verstopft sind. In diese Schichtfugen ordnet sich auch der als „Steilgang“ bezeichnete Höhlengang ein.

In die felsige Sohle des Hauptganges sind zahlreiche Wasserbecken eingeschaltet, zwischen denen sich zur Zeit regerer Durchfeuchtung ein zusammenhängendes Gerinne vom Kreidelager über den Hinteren Seegang (s. u.) bis zur Schulerlacke zu bilden vermag. Lang andauernde Regenfälle oder plötzliche Gewitter, die große Wassermassen in die Höhle bringen, haben infolge der Enge der ableitenden Fugen in der Tiefe einen Rückstau und ein rasches Ansteigen des Wassers zur Folge. Der Höhlenraum bei der Schulerlacke wird dabei bis an die Höhlendecke unter Wasser gesetzt und der Höhleneingang tritt als fallweise aktive Karstquelle in Tätigkeit. Für kurze Zeit beherbergt dann das sonst trocken liegende, felsige Bett vom Höhleneingang zur Steyr einen kräftigen, in Kaskaden niederstürzenden Bach*).

Beim Steinernen Wasserfall, d. i. in der „Säulenhalle“, verzweigt sich die Höhle mehrfach. Auf verschiedenen Durchstiegen er-

*) Über die Wasserführung der Höhle wird an anderer Stelle der Arbeit ausführlicher berichtet.

reicht man die Ansatzstelle des Vorderen Seegangs, der 57 m lang ist. An seinem Ende hat man, vom Eingange kommend, schon 180 m in der Höhle durchschritten. Der Weiterweg wird durch den 16 m langen See versperrt, der die gesamte Raumbreite einnimmt. Ein einfacher, nach dem Hochwasser im Juli 1949 von J. Fröhlich unter Mithilfe der Teilnehmer der zweiten Expedition erneuerter Holzsteg ermöglicht die Überquerung der Wasserfläche.

Im Hinteren Seegang schließen sich einige weitere Wasserbecken an, die in die Höhlensohle eingesenkt sind; Wandsinterkränze mit aufgelagerten ortsfremden Geröllen fallen dem Besucher besonders auf. Nach einem leichten Knick gegen Westen entfaltet sich der Gang schließlich zu einem ausgedehnten Schichtfugenraum, dessen Basis an der südlichen Begrenzungswand die Sammelbecken für das über mächtige Ablagerungen lockerer Bergkreide („Kreidelager“) ablaufende Sickerwasser aufweist. Die Gesamtlänge des Hinteren Seegangs beträgt 78 m. An seinem Ende, 24,5 m über dem Niveau des Eingangs, verzweigt sich die Höhle.

In den nördlichen Höhlenast gelangt man durch den Aufstieg über das Kreidelager. Entlang der Westwand sind einzelne Stufen in die weichen Ablagerungen eingehauen, die das Steigen in der unter 25° geneigten Schichtfuge erleichtern. Einige unbedeutende, nördlich anschließende Schlufstrecken sind mehrfach mit der eigentlichen Halle in Verbindung und in ihrer Entstehung ebenfalls an die den Hauptraum gestaltende Schichtfuge geknüpft. Nordwestlich schließt an das Kreidelager ein Höhlenabschnitt an, der durch den mehrfachen Wechsel von engem Gang- und niedrigem Hallencharakter charakterisiert ist und schließlich in eine ausgesprochene Kriechstrecke übergeht. In weicher, feuchter Bergmilch kriechend, gewinnt man nach 83 Metern jenes Fenster (620 m), das den Zutritt zum Lehmschacht gestattet.

Der sogenannte „Lehmschacht“, dessen regelmäßig gewölbtes Profil besonders auffällt, ist 2,5 m breit und bis zu 3,8 m hoch — im Vergleich mit den vorher durchkrochenen Räumen also von ganz beträchtlichen Ausmaßen. Die Sedimente sind in den basalen Teilen vorwiegend lehmiger Natur, bestehen aber in den höheren Partien aus weichem Sinter, in den einzelne Stufen eingehauen sind. Allmählich enger werdend und gegen Norden in unpassierbaren Engstrecken auslaufend, endet der Lehmschacht nach 23 Metern.

Das Ende des nördlichen Höhlenastes liegt bei einer Entfernung von 363 Metern rund 50 m über dem Höhleneingang.

Die nach Süden gerichtete, absinkende Fortsetzung des Lehm-schachts, ein niedriger Schluf, wird durch die „Lacke“ völlig gesperrt. Nur durch ein kühles Bad kann hier der Weiterweg errungen werden.

Der südliche Höhlenast, der am Fuße des Kreidelagers beginnt, zeigt schon am Anfange typischen Schichtfugencharakter. Die Raumbreite wächst stellenweise auf 10 m an, während die Höhe im allgemeinen zunächst nicht über 2 m hinausgeht. Bald bereitet sich die erneute Teilung des Raumes in zwei Strecken vor, wobei gleichzeitig die Raumhöhe zunimmt. Nach wenigen Metern trennt bereits eine 2,5 m hohe Stufe den Ansatz des Großen Wasserganges vom südlichen Hauptast, in dem eine Zone mit zahlreichen Versturzböcken durchschritten wird.

65 m vom Kreidelager öffnet sich unvermittelt die mächtige, 20 m breite und 40 m tiefe, unter 35–40° gegen SSO einfallende „Steile Schichtfuge“. Ein weithin hörbares Bächlein stürzt in ihrem Westteile in Kaskaden in die Tiefe.

Am Fuße dieser überall 1,5 bis 2,0 m hohen Schichtfuge, die frühere Bearbeiter als „48-m-Schacht“ bezeichneten, schließt sich eine Reihe verzweigter Gänge und Kriechstrecken an, die alle an Wasserbecken nahezu 26 m unter dem Niveau des Höhleneingangs, d. h. in etwa 554 m Höhe, enden. Sechs solcher kleiner „Höhlenseen“, deren Zusammenhang mit der Karstquelle des Schwarzbachs vermutet wird, sind aufgeschlossen. Auch dieser tiefste Punkt der Kreidelucke liegt 370 m vom Eingange entfernt.

Im höchsten Teil der Steilen Schichtfuge schließt westlich ein kurzer Gang an, der nach 8 m beim „Wasserfall“ endet. Eine einfache Leiter vermittelt den Aufstieg an die Sohle des „Kamins“, der zum „Kaminsee“ emporführt. Die Begehung des etwa 15 m langen Kamins erfolgt ständig im abfließenden Wasser, wird aber durch Tritte etwas erleichtert, die in die lockeren Bergmilchabsätze eingehauen sind. In der Nähe des Kaminsee befindet sich die von Hauenschild stammende Inschrift „G. H. 1865“.

Viel bequemer wird der Kaminsee durch den bereits genannten Großen Wassergang erreicht, der vom südlichen Höhlenast ab-

zweigt. Der Gang ist 16 m lang und regelmäßig profiliert (2,3 m breit, 1,5 m hoch). An seinem Westende erweitert er sich zu einer kleinen, mit Kreideablagerungen ausgestatteten Kammer, in der der 25 m lange Kleine Wassergang beginnt. Aus einem von Norden her 2 m über der Gangsohle mündenden Schluf stürzt schon wenige Meter nach dem Beginne des Ganges ein Wasserfall herab, dessen Wasser sich nach kurzem Laufe in den 7 m langen Kaminsee ergießen; dieser liegt wieder in einer Gesteinswanne an der Höhlensohle und nimmt die ganze Breite des Raumes ein. Auch er kann mit Hilfe eines einfachen Holzbalkens verhältnismäßig trocken überschritten werden.

Den hauptsächlichsten Zufluß erhält der Kaminsee aus dem „Schacht“, der in seiner Gestaltung und in seiner Anlage dem Kamin völlig gleicht und dessen Fortsetzung nach oben darstellt. Wieder sind mächtige Kreideablagerungen an der Sohle von Höhlenwässern überflossen; ohne die eingehauenen Tritte müßte der Forscher wohl schon zu Steigeisen greifen, um weiter vordringen zu können.

Mit 30° Neigung zieht sich der Schacht etwa 30 m ansteigend nordwärts, allmählich an Breite gewinnend. Sein Ende findet er in einem als „I. Kammer“ bezeichneten kleinen Raum, der bis zu den Expeditionen des Jahres 1949 als das Ende der befahrbaren Höhlengänge in diesem Abschnitt der Kreidelucke galt. E. Arnberger drang hier durch Engstellen, die von Sickerwassergerinnen durchflossen waren, in die II. Kammer vor, an die sich die ebenfalls reich mit der sogenannten „Bergkreide“ ausgeschmückte „III. Kammer“ anschließt.

Im Nordostteil der II. Kammer öffnet sich der Krumme Gang, dessen Sohle von einem großen Wasserbecken eingenommen wird. Die Durchquerung dieses Beckens zeigte, daß es sich — was die Vermessung schon vorher hatte vermuten lassen — um die „Lacke“ am Fuße des Lehmschachtes handelte, die bereits weiter oben erwähnt wurde.

Im mittleren Teil des Schachtes verbreitert sich der Raum gegen Westen zu einer Kammer, in die der 8 m lange „Schachtsee“ eingebettet ist. Ein einfacher Holzsteg ermöglicht es auch hier, trockenen Fußes an das jenseitige Ufer des Sees zu kommen. Man betritt dort den westlichsten Höhlenabschnitt, der eine Gesamt-

erstreckung von 264 m besitzt und bisher weder vermessen, noch in Veröffentlichungen beschrieben worden sein dürfte*).

Der „Schatzgräbergang“, der zunächst erreicht wird, besitzt dreieckiges Profil und wird stellenweise mehr als 4 m hoch. Nach 25 Metern tritt eine Gabelung ein; gegen Südwesten führt eine niedrige Kriechstrecke, der „Schluf“, absinkend weiter. Mehrere Felsstufen sind an seinem Ende zu überwinden, um zu der tiefer liegenden und wieder als größerer Raum entwickelten „Wendeltreppe“ zu gelangen.

Gegen Westen leitet die 25 m lange „Verbindungsgalerie“ vom Schatzgräbergang zum Fuße der Inschriftenwand weiter. Von Norden her baut sich ein steiler, mächtiger Wall aus den für die ganze Höhle so charakteristischen sinterartigen Kalkablagerungen wandartig auf. Verschiedene Schriftzeichen sind tief in die weiche, stark wasserhältige Masse eingeschnitten. Manche davon können nur mehr mit Mühe entziffert werden; eindeutig wurden die Jahreszahlen „1794“, links davon „1817“ und darüber „1920“ beobachtet.

Auch im Kreidewall der Inschriftenwand sind Trittstufen ausgehauen; unter Benützung der Steigeisen kann man nahezu 25 m steil zur „Gabel“ aufsteigen, wo die großartige Schichtfuge in zwei kurzen Seitenstrecken nach oben hin ausläuft.

In der gleichen Schichtfuge liegt auch der Kessel. In ihm wendet sich der von der Inschriftenwand ausgehende Besucher nach 20 Metern Abstieg ostwärts und erreicht so ebenfalls die „Wendeltreppe“. Diese bildet hier einen charakteristischen, fast einen geschlossenen Kreis ergebenden Abstieg in den unteren Teil des Kessels. Als breiter Höhlengang leitet dieser in südwestlicher Richtung rund 20 m weiter, um dann erneut in eine als „Plattenstufe“ bezeichnete, steil abfallende Schichtfuge überzugehen.

An der Sohle dieses Absatzes liegt im Westteil der „Klemmblock“. In leichter Blockklettere gelangt man über ihn hinweg zum 6 m hohen, senkrechten „Absturz“. Vor dem Erreichen des Absturzes öffnen sich zwischen großen Blöcken an verschiedenen Stellen Durchstiege in einen anderen, seitlich darunterliegenden Höhlenraum, der auch durch die fensterartigen Einstiege beim Klemmblock betreten werden kann. Auch dieser Raum bricht in einer 5 m hohen

*) Eine von J. Fröhlich im Jahre 1920 gezeichnete einfache Aufrißskizze ist nur in einem Exemplare vorhanden, das sich im Besitze von G. Lahner (Linz) befindet.

Stufe in die hohe, schmale Halle ab, an deren tiefster Stelle der „Kluftsee“ liegt. Am Befahrungstage (Juli 1949) lag dessen Spiegel rund 19 m unter dem Eingangsniveau, d. i. in zirka 560 m Höhe. Der Kluftsee schließt die Höhle vollständig ab und verhindert jedes Weiterkommen. Seitlich über dem Kluftsee führt ein Felsband in die „Fröhlich-Kluft“, die es erlaubt, noch einige Meter bergwärts vorzudringen.

Die Gesamtlänge aller beschriebenen und vermessenen Höhlenstrecken beträgt auf Grund der Aufnahmen der drei Expeditionen des Jahres 1949 nunmehr 1160 m; der Höhenunterschied zwischen höchstem (51 m über dem Eingang) und tiefstem (zirka 26 m unter dem Eingang) Punkt wurde mit 76 Metern bestimmt.

Die Entstehung und räumliche Entwicklung der Kreidelucke.

Von

Erik Arnberger.

I. Die für die Verkarstung gegebenen Voraussetzungen.

Die Kreidelucke bietet uns als auch heute noch teilweise aktives Höhlensystem ein ausgezeichnetes Anschauungsobjekt, an dem wir Höhlenentwicklung und Raumgestaltung studieren können. Die Entwicklung der unterirdischen Karstformen ist natürlich aufs engste mit der Entstehung und Entwicklung der Formen an der Oberfläche verknüpft. Wir müssen uns gleich eingangs darüber klar werden, welche Voraussetzungen gegeben sein mußten, damit überhaupt echte Karstformen entstehen konnten und wie weit diese in unserem Gebiet erfüllt waren. Diese Vorbedingungen sind:

1. Die Löslichkeit des Gesteines, welche in dem hauptsächlich aus Trias- und zum geringeren Teil aus Jurakalken aufgebauten Stock des Toten Gebirges in hervorragendem Maße gegeben ist. Besondere Bedeutung kommt hier dem weit verbreiteten gebankten Dachsteinkalk zu, dessen Schichtfugen durch kohlensäurehaltiges Wasser relativ rasch erweitert werden können. Die

Lösung des Gesteines wird durch kohlenensäurehaltiges Niederschlagswasser bewirkt, das bei Vorhandensein einer auch nur fleckenhaften Vegetation noch mit verschiedenen anderen organischen Säuren, welche die Lösungskraft wesentlich erhöhen, versehen wird. Letztgenannte Tatsache wird im allgemeinen viel zu wenig beachtet.

2. Die zweite, unerläßliche Grundbedingung ist die Klüftigkeit des Gesteines, welche durch tektonische Beanspruchung und Zerrüttung gegeben ist. Auch diese Voraussetzung ist im Toten Gebirge, wie bei allen unseren nördlichen Kalkalpenstöcken, voll erfüllt.

Bezüglich der Verkarstung kommt jenen gebirgsbildenden Bewegungen eine besondere Bedeutung zu, welche die uns in Resten noch erhaltene mittelmiozäne Landoberfläche in ihre heutige Höhenlage gebracht haben. Durch diese sind die Alpen aus einer flachwelligen Kuppenlandschaft geringer Meereshöhe mit bestenfalls Mittelgebirgscharakter in mehreren Phasen zum Hochgebirge herausgehoben worden. Die verhältnismäßig rasch ablaufenden Bewegungen haben zu erheblichen Spannungen im Gebirgskörper und in deren Gefolge zu Verbiegungen und Brüchen geführt. Die Altlandschaft liegt daher heute oft auf engem Raum in verschiedener Höhenlage nebeneinander. Die rasche Höherschaltung der Landoberfläche hat aber auch tiefgreifende Veränderungen in ihrer Pflanzendecke und der vordem in einem feuchtwarmen Klima entwickelten Bodenkrume bewirkt. Die mit der Hebung verbundene, empfindliche Klimaverschlechterung führte zu einer Auflockerung der Pflanzendecke und einer sich ständig beschleunigenden Abtragung der vorher wahrscheinlich sehr mächtigen Bodenkrume. Schließlich wurden die Kalkstöcke auch auf weiten Flächen noch von der Gosaudecke und von den weniger durchlässigen Juraschichten entblößt und damit konnte die Verkarstung verstärkt einsetzen.

Für die Speläogenese sind die Untersuchungen des Wiener Morphologen Norbert Lichte necker²³⁾²⁴⁾ und seiner Schüler in den nordöstlichen Alpen von besonderer Bedeutung. Seit diesen Forschungen kann an der Einheitlichkeit der uns in Resten noch erhaltenen Altlandschaft nicht mehr gezweifelt werden. Nach Lichte necker sind jene oben erwähnten Krustenbewegungen ins

Alttorton zu stellen. Kober, Stiny, Aigner, Winkler u. a. nehmen ein jüngeres Alter an. Die verhältnismäßig geringe Tiefe und Weite der Großzahl voreiszeitlicher Dolinen, wie wir sie im Hagen-, Tennen- und Toten Gebirge finden, bestärkt uns in der Meinung, den Beginn einer allgemeinen Verkarstung nicht vor dem oberen Pliozän annehmen zu dürfen²⁵⁾. Der derzeitige Stand der geologischen und morphologischen Forschung erfordert in der Frage der Altersbestimmung der Höhlen, die auch heute noch unter dem Eindruck der Bockschen Höhlenflußtheorie²⁶⁾²⁷⁾ oder der morphologischen Arbeiten von E. Seefeldner²⁸⁾ u. a. durchgeführt wird, dringend eine Revision.

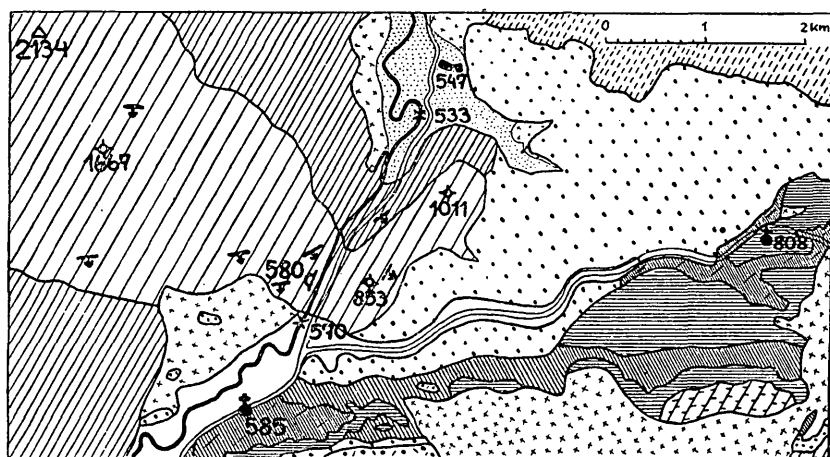
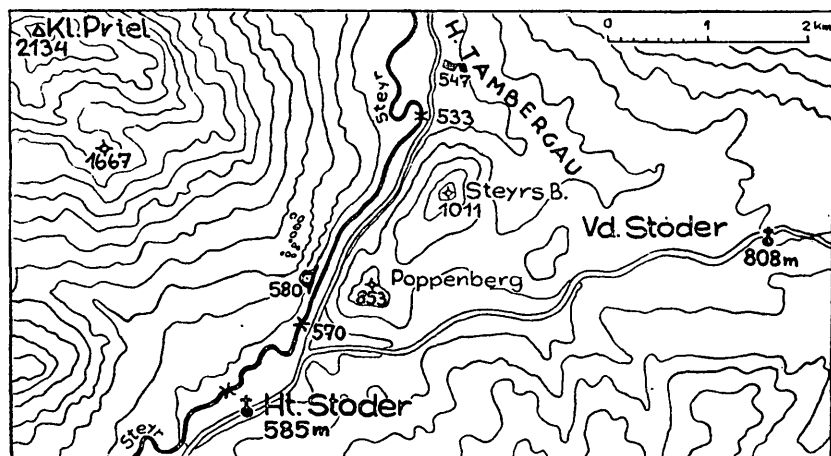
II. Die geologischen und morphologischen Verhältnisse im Gebiet der Steyrenge „Stromboding“ und deren Umgebung. (Vgl. Abb. 2.)

Bei der Wildheit und Öde der Hochfläche des Toten Gebirges darf es uns nicht wundern, daß sich bisher nur wenige Arbeiten mit diesem größten Kalkalpenstock der nordöstlichen Alpen beschäftigt haben. Als geologische Grundlage dienen uns die geologische Spezialkarte²⁹⁾ und die auch heute im wesentlichen noch nicht veralteten Arbeiten von G. Geyer³⁰⁾³¹⁾³²⁾. Auf morphologischem Gebiet besitzen die Arbeiten von Machatschek und Lehmann³³⁾³⁴⁾ besondere Bedeutung.

Die Steyr folgt in ihrem Oberlauf zwischen Steyrursprung und dem Beginn der Engtalstrecke des Stromboding einer Hauptstörungslinie, welche von Windischgarsten über Vorder- und Hinterstoder gegen das Salzsteigjoch zieht. Sowohl im Norden, als auch im Süden fallen die Schichten gegen die Senke hin ein. Dies trifft auch für unser Arbeitsgebiet um Hinterstoder zu, in dem die Dachsteinkalke der Vorberge des Kleinen Priels im Poppenberg nahe an die des Warscheneckstockes herantreten. Die Senke selbst ist weitgehend mit Gosauablagerungen erfüllt, welche an der orographisch linken Seite der Steyr bei Hinterstoder von Grundmoränenmaterial und diluvialen Schottern überdeckt werden. An der rechten Talseite treten, von der Hauptstraße in ziemlicher Breite gegen Südwesten reichend, Werfener Schiefer und darüber Gutensteinerkalk als Grundgebirge auf.

Abbildung 2.

Geographische und geologische Skizze der Umgebung der
Kreidelücke:



- | | | |
|--------------------|--------------------------|------------------------------|
| Werfener Schiefer. | Riffkalk des Dachsteins. | Gosau-Mergel und Sandsteine. |
| Haselgebirge. | Hauptdolomit. | Würm und Jungmoränen. |
| Gutensteiner Kalk. | Dachsteinkalk. | Gosau Konglomerate. |
| Ramsau-Dolomit. | Niederterrassensch. | |

Kartengrundlage: Öst. Spezialkarte 1:75.000/Blatt Liezen und Geologische Spezialkarte 1:75.000/SW-Gruppe Nr. 20, Blatt Liezen. Höhenangaben ergänzt nach eigenen Aneroidmessungen. Dr. E. ARNBERGER

Der Gegensatz zwischen dem breiten Becken von Hinterstoder mit seinen weichen Formen und der Engtalstrecke des Stromboding ist erheblich und tritt im Landschaftsbild deutlich hervor. In einer Länge von 2 km hat sich hier die Steyr zuerst in den Dachsteinkalk und dann weiter im Norden in dem unter diesem nach SO einfallenden Ramsaudolomit eingeschnitten und überwindet dabei zwischen dem Schachingersteg und der Schotterweitung der Hintertambergau ein Gefälle von über 30 Metern. Ungefähr in der Mitte dieser Engtalstrecke bildet der Fluß, knapp bevor er den Ramsaudolomit erreicht, über die tiefsten Bänke des Dachsteinkalkes einen schätzungsweise 10–15 m hohen Fall. Die Angabe von 25 m Fallhöhe nach F. Machatschek³³⁾ beruht auf einem Irrtum. Die Engtalstrecke trennt den Poppenberg (853 m) und den Steyrberg (1011 m) von den anderen Vorbergen des Kleinen Priel ab. Die Schichten sowohl des Ramsaudolomits als auch des darüber lagernden Dachsteinkalkes streichen NO–SW und der Dachsteinkalk taucht nach SO einfallend unter die Gosau der Vordertambergau.

Die Kreidelucke liegt unweit des Schachingersteges an der linken Seite der oberen Engtalstrecke. Geyer hat bereits angenommen, daß die Unterlagerung des Dachsteinkalkes durch den relativ undurchlässigeren Ramsaudolomit für die Anlage der Höhle von Bedeutung geworden sein dürfte³¹⁾. Die Grenze Dachsteinkalk-Ramsaudolomit liegt 40 bis 50 m unter dem Höhleneingang (580 m) und es scheint, daß bereits die besonders mächtigen und anscheinend widerstandsfähigeren, tiefsten Bänke des Dachsteinkalkes die Höhlenwässer zu einer vorwiegend horizontalen Bewegung gezwungen haben.

Nach Machatschek müssen wir uns die Anlage des Engtales bereits epigenetisch auf der Gosaudecke vorstellen³³⁾. Die Obertagbegehung der Kreidehöhle ergab, daß das Einzugsgebiet der Höhlenwässer dieses Systems ein als Hangverflachung deutlich erkennbares Niveau in 860 m Höhe nordöstlich des Spindriegler³⁵⁾ ist. Dieses Niveau glauben wir auch an der gegenüberliegenden Seite in der flachen Kuppe des Poppenberges (853 m) wiederzufinden. Machatschek rekonstruiert mit Hilfe der im oberen Stodertal besonders deutlich hervortretenden Hangverflachungen mehrere Talböden, von denen ein voreiszeitlicher Talboden, besonders ausgeprägt in der Terrasse des Geislitzkogels (800 m) und durch Hangverflachun-

gen an zahlreichen anderen Stellen, belegt ist. Unser Niveau über der Kreidehöhle (860 m) gehört einem noch älteren Talsystem an. Noch vor der Würmvereisung muß an Stelle der heutigen Engtalstrecke ein Kerbtal tief eingeschnitten gewesen sein, welches dann glazial überformt und erweitert wurde. Bei einer Wanderung von der Sagmeisterbrücke die Steyr aufwärts erschließen sich dem Beschauer Felskulissen, welche das Tal in annähernd trogartiger Form umranden. Zur vollen Ausgestaltung der Trogform dürfte es deshalb nicht gekommen sein, weil der Gletscher des Haupttales nicht weit über die Hintertambergau hinausgereicht haben dürfte. Nachdem die Grundmoräne an der linken Talseite von Hinterstoder bis 800 m emporreicht, ist anzunehmen, daß zur Zeit des Würmhochstandes nur der Steyrberggipfel und der höchste Teil der Poppenbergkuppe als Inselberge aus dem Eis herausgeragt haben. Am Hang des Poppenberges ist abgerutschtes Moränenmaterial mit kantengerundeten, vereinzelt deutlich gekritzten und gefurchten Geschieben durch eine Schottergrube an der höchsten Stelle der Straße (584 m) aufgeschlossen. Die Engtalstrecke im Dachsteinkalk weist an zahlreichen Stellen deutliche Hangverflachungen in ungefähr 580 bis 570 m Höhe auf³⁶), so daß der Hauptgang des Kreidehöhlensystems bereits während der Würmvereisung angefahren worden sein könnte.

Es wurde oben bereits erwähnt, daß das Einzugsgebiet der Kreidehöhle im 860-m-Niveau beim Spindriegler zu suchen ist. Die Obertagbegehung ergab folgenden Sachverhalt: Ungefähr in der Mitte der Hangverflachung liegen in SW—NO-Richtung 3 größere und 2 kleinere ausgeprägte Dolinen aneinandergereiht, deren größte einen Durchmesser von etwa 25 m und eine Tiefe von 5 m besitzt. Im Südwesten schließen an diese Dolinenreihe in fast senkrechter Richtung zwei weitere Reihen mit dolinenartigen Vertiefungen an, von denen die eine NNW—SSO, die andere, der Kreidehöhle zunächstliegende, WNW—OSO gegen den Wandabbruch zu verläuft. Vom Poppenberg aus ist deutlich zu sehen, daß besonders die letztgenannte Dolinenreihe an eine Verwerfung gebunden ist, die sich als Schlucht in den Wänden des Steilabfalles zur Steyr deutlich abzeichnet und welche etwas nördlich der Kreidehöhle fast bis zum Fluß hinunterzieht. Ein Teil der durch die Dolinen abgeleiteten Wassermengen gelangt längs der Schichtfugen und der diese kreuz-

zenden Verwerfungen, horizontal und vertikal versetzt, in das Kreidehöhlensystem. Dieses erstreckt sich südlich der Hangverflachung in ONO—WSW-Richtung bei einer Gebirgsüberdeckung, welche durchwegs unter 150 m beträgt.

III. Das Wesen und Wirken der raumgestaltenden Kräfte in der Kreidelucke.

Das Kreidehöhlensystem besteht aus einer Reihe von weiten, aber niedrigen Schichtfugenräumen, welche miteinander durch Gänge mit meist gotischen oder dachartigen Profilen verbunden sind. Wir haben es also mit einem Höhlentypus zu tun, wie er für geschichtete und durch gebirgsbildende Bewegungen stark beanspruchte Kalke kennzeichnend ist. Bei der Raumgestaltung allerdings überwiegen nicht die Verbruchvorgänge, sondern infolge der geringen Höhenlage über der lokalen Erosionsbasis die Kräfte des fließenden Wassers.

Der Eingang der Kreidehöhle befindet sich an einer Stelle, an der sich die NO—SW verlaufenden und nach SO 35° einfallenden Schichten des Dachsteinkalkes mit einer in gleicher Richtung erstreckenden, aber nach NW 65° einfallenden Verwerfung kreuzen (Abb. 3/1). Dicke, massige Dachsteinkalkbänke wechseln hier mit solchen von nur 20—30 cm Mächtigkeit, bei denen das Gestein sehr brüchig ist. Letztere unterlagen der Verwitterung und der chemischen und mechanischen Erosionskraft des fließenden Wassers besonders rasch und wurden daher auch vor den darüber und darunter liegenden dickeren und festeren Gesteinsbänken ausgeräumt.

Der Eingangsteil zeigt uns aber auch, daß die Auslaugung und Ausräumung nicht nur in der Richtung der Schichtflächen vor sich gegangen ist, sondern, daß die Schichtbänke in fast senkrechter Richtung zum Schichtfallen durchschnitten wurden und daß diese zweite Komponente chemischer und mechanischer Erosionswirkung genau mit dem Einfallen der Hauptverwerfung übereinstimmt.

Welche Bedeutung kommt nun den Verwerfungen und den zu ihnen parallel ziehenden Klüften bei der Entstehung eines Höhlensystems überhaupt zu? Einzelne Hohlräume werden miteinander zu größeren Höhlensystemen immer erst durch Gänge, die wir fast durchwegs entlang von Verwerfungen und Klüften angelegt finden, verbunden! Dabei ergeben sich, wie bereits oben erwähnt, sehr

häufig spitzbogenähnliche (gotische) und von allem dachartige Profile (Abb. 3/2, 3). Die Firstlinie an der Decke fällt fast immer mit der Verwerfung zusammen. In der Kreidelucke wären als typische Beispiele dafür der Eingangsteil, die Schulerlucke, der Hauptgang zwischen Schulerlacke und Steinernem Wasserfall, der Seegang, der Schacht, der Lehmschacht und der Schatzgräbergang zu nennen. Diese Gänge stellen die Verbindung zwischen den großen Schichtfugenräumen, nämlich dem Kessel, der Steilen Schichtfuge, dem nördlichen Höhlenast und dem Steinernen Wasserfall her. Die Verwerfungen sind meist an der Decke, oft aber auch am Boden deutlich zu erkennen; die Gänge verlaufen bei gleichbleibenden Profilen geradlinig.

Es ist das außerordentliche Verdienst von W. Biese, in seinen Arbeiten³⁷⁾ auf die Bedeutung der Verbrauchsvorgänge bei der Raumgestaltung in Höhlen hingewiesen zu haben. Neben H. Cramer³⁸⁾³⁹⁾⁴⁰⁾ und O. Lehmann⁴¹⁾⁴²⁾ hat er wichtiges Beobachtungsmaterial gegen die Höhlenflußtheorie im Sinne von F. Katzer und H. Bock²⁶⁾²⁷⁾ zur Verfügung gestellt. Unsere Ansicht jedoch deckt sich nicht hundertprozentig mit der von W. Biese und sie soll im folgenden kurz entwickelt und im Rahmen dieser Arbeit nur mit Beispielen aus der Kreidelucke belegt werden:

Die Verbrauchsvorgänge gewinnen erst mit zunehmender Breite der Räume an Bedeutung. Sie werden bei der Raumgestaltung im Anfangsstadium der Höhlenbildung, in dem das Karstwasser in allen Gängen noch unter Druck steht, nicht wesentlich in Erscheinung treten. In diesem Stadium spielt die chemische Erosion in engster Verbindung mit der mechanischen Erosion durch die bewegten Wasserteilchen die Hauptrolle. Da die geringen Verbrauchsvorgänge nur wenig Blockwerk liefern können, käme eine bedeutendere mechanische Erosion mittels mitgeführten Gesteinsmaterials nur dann in Frage, wenn solches in genügender Menge dauernd von außen her eingeschwemmt würde. Diese Bedingung ist aber nur selten, und wenn, so nur zeitweise erfüllt gewesen. Den Verbrauchsvorgängen kommt erst nach einer weitgehenden „Entartung“ (dieser Ausdruck wurde von O. Lehmann geprägt) der Karstentwässerung größere Bedeutung zu; das heißt also, nachdem die Druckströmungen der vollständig unter Wasser gesetzten Räume durch Gravitationsgerinne und Tropfwasser abgelöst wurden. Die Übergangs-

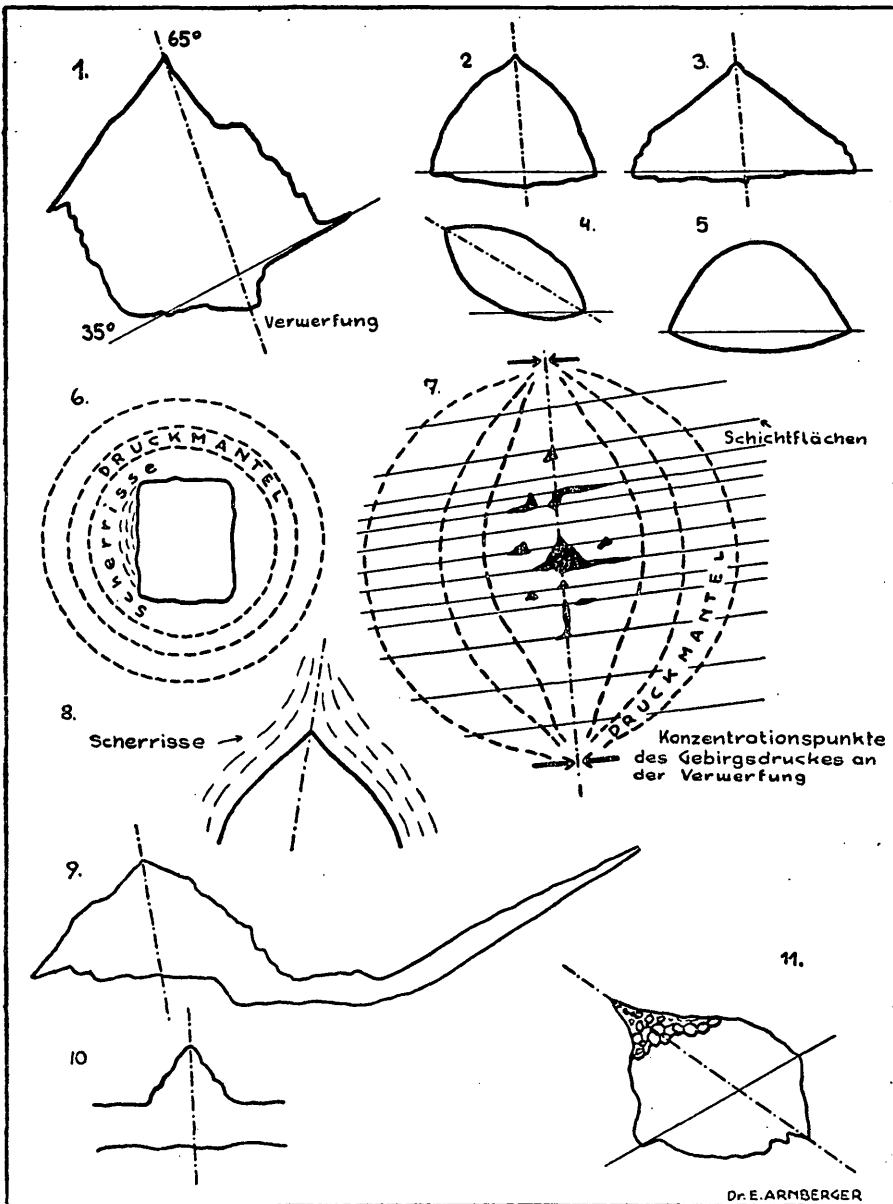


Abb. 3:

1. Eingangsprofil der Kreidelucke. 2., 3. u. 4. Beispiele für ein gotisches, dachartiges und elliptisches Profil. 5. Das Tonnénprofil im Sinne W. Bieses. 6. Druckausgleich durch Bildung eines Druckmantels bei Hohlraumbauten nach J. Spalding. 7. Druckmäntel um natürliche Schwäche zonen im Gebirge. 8. Scherrisse im Gestein der Höhlendecke bei einem durch eine Verwerfung verursachten gotischen Gangprofil. 9. u. 10. Schwebende Gangprofile. 11. Schematischer Querschnitt durch den Großen Wassergang in der Kreidelucke.

stadien sind in der Kreidehöhle ausgezeichnet zu beobachten. Der Gebirgsdruck kann Verbrauchsvorgänge überall dort auslösen, wo zum Beispiel Gravitationsgerinne die Seitenwände von Hohlräumen sehr stark unterschneiden haben, oder wo Schichtfugenräume zu stark erweitert wurden und die für die Decke notwendigen Stützpfeiler (Säulen) fehlen (z. B.: Steile Schichtfuge in der Kreidelucke). Nach Biese zielen die Verbrauchsvorgänge auf die Erreichung eines statisch-stabilen Gleichgewichtes hin, welches bei der Raumgestaltung am ehesten über das Tonnenprofil (Abb. 3/5) erreicht werden kann und dieses würde nach dem gleichen Verfasser auch tatsächlich sehr oft anzutreffen sein. Sowohl das Tonnenprofil, als auch die schalige Absonderung von Gesteinstrümmern, welche zu diesen Querschnitten führen soll, ist aber in Naturhöhlen nicht häufig zu finden. Über den Gebirgsdruck, dessen Bedeutung für die Raumgestaltung nicht bestritten werden soll, liegen uns bisher leider nur Erfahrungen aus dem Gebiet der Hohlraumbauten und der Gebirgsüberwachung im Stollen- und Tunnelbau vor⁴³⁾⁴⁴⁾.

Die Hauptgänge der Kreidelucke verlaufen wie bei den meisten anderen Höhlensystemen entlang von Verwerfungen. Es ist nun anzunehmen, daß die Verwerfungen in besonderer Häufigkeit in den Schwächezonen eines Gebirgsstockes auftreten und hier ein geringerer Gebirgsdruck, als in den „tragenden“ Gesteinspartien herrscht. Die Gesamtwirkung des natürlichen Druckausgleiches geht nach J. Spalding⁴⁴⁾ dahin, alle im Gebirge entstandenen Öffnungen mit einem Druckmantel zu umgeben (Abb. 3/6). Zwischen diesem und der eigentlichen Hohlraumwand entsteht eine Zone verringerten Druckes, wobei sich der Druck an der Hohlraumwand dem Nullpunkt nähert. Dieser Druckmantel umgibt bei Hohlraumbauten im ungestörten Gestein den Stollen in zylindrischer Form. Es ist nun anzunehmen, daß in unserem Falle solche Druckmäntel nicht nur die natürlichen Hohlräume, sondern auch die ganze Schwächezone, in denen diese entstanden sind, umgeben (Abb. 3/7). Zwischen dem Druckmantel und den natürlichen Hohlräumen entstehen Scherisse im Gestein, welche sich in ihrem Verlauf den großen Verwerfungen, Klüften und den offenen Schichtfugen anschmiegen (Abb. 3/8). Nur auf diese Weise ist es zu erklären, daß bei steileinfallenden Verwerfungen immer wieder das dachartige und gotische Profil (Hauptgang, Seegang, Schacht, Schatzgräbergang) und

bei Verwerfungen mit geringerer Neigung elliptische Profile (Großer Wassergang, Abb. 3/11) entstehen. Nur auf diese Weise ist es aber auch zu erklären, daß sogar dann die Höhlendecke nicht in sich zusammenstürzt, wenn selbst die Widerlager jener Gesteinsmassen unterschritten werden, welche die Decke der Hohlräume tragen, und wenn an diesen Stellen ganze Schichtpakete entlang von Schichtflächen ausgeräumt werden. Wir haben dann „schwebende Gangprofile“ vor uns, wie wir sie in der Kreidelucke im Hauptgang zwischen Schulerlucke und dem Steinernen Wasserfall und in letzteren selbst finden (Abb. 3/9 und 3/10).

Die Hauptverwerfungen in der Kreidelucke streichen alle in der Richtung NO—SW. Es ist dies die gleiche Richtung, in der im ganzen Toten Gebirge die großen Verwerfungen, Flexuren, Brüche und auch die wichtigen, durchlaufenden Furchen (Elmseefurche und Augstwiesen-Wildenseefurche) ziehen. Von den zahlreichen zu dieser Hauptrichtung querverlaufenden Verwerfungen besitzen in der Kreidelucke nur jene eine besondere Bedeutung, die für die Anlage des Schachtes und des Lehmschachtes maßgebend geworden sind. Die Schichten streichen im östlichen Teil des Gangsystemes NO—SW und fallen etwa 35° nach SO ein. Im westlichen inneren Teil der Kreidelucke streichen die Schichten ONO—WSW und fallen steiler als im Ostteil ein und zwar nach SSO 40° bis stellenweise sogar über 45° . Die großen Schichtfugenräume, wie Steile Schichtfuge und Kessel, können daher auch wegen ihrer Steilheit nur unter großer Vorsicht gefahrlos befahren werden.

Das Streichen und Fallen der Schichten und Verwerfungen in der Kreidelucke:

	Schichten:	Verwerfungen:
Hauptgang vom Eingang bis zum Steinernen Wasserfall:	NO—SW / SO 35°	NO—SW / NW 65°
Schulerlucke:	NO—SW / SO $35-40^{\circ}$	NNO—SSW / WNW 60°
Vorderer Seegang:	NO—SW / SO 35°	ONO—WSW / NNW 60°
Großer Wassergang:	ONO—WSW / SSO 40°	ONO—WSW / NNW $35-40^{\circ}$
Steile Schichtfuge, oben:	ONO—WSW / SSO 45°	ONO—WSW / NNW 75°
	unten:	
	ONO—WSW / SSO 45°	O—W
Schatzgräbergang:	ONO—WSW / SSO $40-45^{\circ}$	ONO—WSW / NNW 75°
Fröhlichkluft:	ONO—WSW	ONO—WSW / fast senkrecht

Steinerne Wasserfall:

	NO—SW / SO 35°	NW—SO und sehr steil
Kreidelager:	ONO—WSW / SSO 40°	WNW—OSO und sehr steil
Schacht:	ONO—WSW / SSO 40°	NNW—SSO fast senkrecht
Lehmschacht:	ONO—WSW / SSO 40°	NNW—SSO fast senkrecht
Kessel:	ONO—WSW / SSO 40—50°	NNW—SSO fast senkrecht

Jene Gänge, die in der Richtung des Schichtstreichens verlaufen, zeigen eine ständig zunehmende Erweiterung ihres Querschnittes, wobei der Boden in der Richtung des Schichtfallens geneigt ist. Das nach größeren Niederschlägen an den tiefsten Stellen des Höhlenbodens entlangfließende Wasser verstärkt durch Erosion in der Richtung des Schichtfallens die Asymmetrie der Gangprofile (Hinterer Seegang).

Ein reiches Beobachtungsmaterial bieten uns die Kolke, welche uns auf Schritt und Tritt in vielfältiger Form entgegentreten. In den meisten Fällen führt Cramer mit Recht die gerundeten Höhlenprofile, sowie die Entstehung von Kolkbildungen und verwandter Erscheinungen auf die Gesteinsauflösung des wirbelnden Wassers zurück. Er hebt besonders die chemische Erosionswirkung von Wasserwalzen, welche sich an Unebenheiten der Höhlenwände bilden, hervor. Die wirbelnde Bewegung des lösenden Wassers kann hierbei sehr langsam sein und trotzdem wirksame Arbeit leisten. Am schönsten sind die Kolke der Kreidelucke an der Decke und im obersten Drittel der Seitenwände der Höhlenräume. Hier besitzen sie noch die ursprünglich rauhe Oberfläche, die für alle durch die chemische Erosion entstandenen Formen kennzeichnend ist. Wunderbare Beispiele bieten uns die Deckenkolke über dem Steinernen Wasserfall und die Laugungsformen über den kleinen Seen am unteren Ende der Steilen Schichtfuge. Im Schatzgräbergang — vielleicht dem schönsten Gang des Höhlensystems — haben Wasserwalzen mit senkrecht stehenden Achsen entlang der Verwerfung geräumige Kolke geschaffen. Kolke entlang von Verwerfungen entstehen aber auch sehr häufig nur durch die Wirkung der hier vermehrt auftretenden Sickerwässer, wie wir das über dem Steinernen Wasserfall verschiedentlich beobachten können.

Wer die Gänge der Kreidelucke durchwandert, bemerkt bald, daß in zahlreichen Seiten- und fast überall auch in den Decken-

kolken zu Konglomeraten fest verkittete Sande und bis kopfgroße Gerölle kleben, welche nur schwer abgeschlagen werden können. Sie bestehen aus roten und grünen Werfener Schiefern, Gosaukonglomeraten, Gutensteiner Kalk, Hierlatzkalk, Radiolariten u. a. m. und müssen, da es sich um höhlenfremde Gesteine handelt, von der Oberfläche her eingeschwemmt worden sein. Diese Gerölle liegen im hinteren Seegang, im Schatzgräbergang, in der Verbindungsgalerie, im oberen Teil des Kessels und an mehreren anderen Stellen*) über Dutzenden von wohlgeschichteten, lehmreichen Sinterdecken, die vollständig verfestigt sind und beim Anschlagen hohl klingen. Daraus können wir folgendes schließen: Die betreffenden Gänge und Räume der Kreidelucke müssen einen erheblich langen Zeitraum hindurch von nur flächenhaft und langsam abrieselndem Wasser durchflossen worden sein. Daß sich in diesem Zeitabschnitt Sinterdecken bilden konnten, beweist, daß damals keine Wassereinbrüche erfolgt sind. Es muß also ein Klima geherrscht haben, das im jahreszeitlichen Ablauf weder zu hohe Niederschläge, noch eine zu rasche Schneeschmelze besaß. Es ist naheliegend — aber natürlich nicht zu beweisen — hiebei an die Würmvereisung zu denken. Nach dieser Periode erfolgte die Einschwemmung jener oben erwähnten Gerölle, welche schließlich die Höhle bis an ihre Decke erfüllten. Bei dem Geröllmaterial dürfte es sich vorwiegend um Moränenschutt handeln.

Erst ein katastrophaler Wassereinbruch konnte in den Hauptgängen den Großteil der Schotter wieder durchreißen und aus der Höhle hinaustransportieren. Dabei wurden natürlich auch die alten Sinterdecken weitgehend zerstört. Auf diese Weise sind auch die zahlreichen Merkmale mechanischer Erosion, wie zum Beispiel die Glättung des Bodens und die Umgestaltung zahlreicher Kolke zu erklären, welche im Seegang, dem kleinen und großen Wassergang, dem Kamin, dem Schatzgräbergang und der Verbindungsgalerie besonders ins Auge fallen. Zahlreiche Strudellöcher und -töpfe und kolkartige Vertiefungen des Höhlenbodens, in denen lose Gerölle liegen, sind durch mechanische Erosion bei Hochwasser herausgearbeitet worden. So zum Beispiel die Strudeltöpfe im hinteren Seegang und im Schatzgräbergang.

*) Nicht aber in den tieferen Teilen der Steilen Schichtfuge und des Kessels, welche damals noch gar nicht so tief gereicht haben dürften.

IV. Die hydrographischen Verhältnisse.

Der Eingang der Kreidelucke liegt in 580 m Höhe rund 18 m über der lokalen Erosionsbasis. Vom gesamten Höhlensystem sind uns nur 1160 m Höhlengänge bekannt, wobei der höchste Punkt im Lehmschacht 51 m über dem Eingang und die beiden tiefsten Punkte in der Fröhlichkluft und in der Steilen Schichtfuge bei Niedrigwasser etwa 18, bzw. 25 m unter dem Eingang eingemessen wurden. Nach oben hin ist dem Forscher jeder Weiterweg zu den höher gelegenen Gangsystemen durch die sehr starke Versinterung verlegt, welche für den Durchfluß des Karstwassers oft nur wenige Zentimeter hohe Fugen freigelassen hat. In der Tiefe bilden die verschieden hoch liegenden Seespiegel eine Grenze zwischen jenen Räumen, in denen uns das noch dauernd unter Druck stehende Karstwasser den Zugang versperrt und jenen, welche bei Hochwasser infolge der damit verbundenen starken Spiegelschwankungen von Wasser nur zeitweise voll erfüllt werden und in denen die Gravitationsgerinne und das Tropfwasser vorherrschen.

Versuche, welche der einheimische Höhlenforscher Fröhlich aus der Vordertambergau durchgeführt hat, sollen ergeben haben, daß die Seen am unteren Ende der Steilen Schichtfuge mit dem naheliegenden Schwarzbachausfluß in Verbindung stehen. Unserer Meßbandaufnahme nach, welcher allerdings ein Fehler von wenigen Metern eingeräumt werden muß, würden diese Seespiegel rund 8 m tiefer als der Schwarzbachaustritt bei Niedrigwasser liegen. Ihr Wasser könnte daher bei Niedrigstand mit dem Schwarzbach nicht in direkter Verbindung stehen, sondern es wäre in diesem Falle eher eine Verbindung durch ein Kluftsystem, welches unterhalb des Trockenbettes der Kreidelucke in die Steyr einmündet, denkbar. Deutlich zeigen aber die Vorgänge bei Hochwasser eine Verbindung zwischen dem Kreidehöhlensystem und dem Schwarzbach an.

Nach anhaltenden, sehr starken Niederschlägen bricht aus dem Höhleneingang ein gewaltiger Wildbach hervor. Zu solchen Zeiten ist die Befahrung der Höhle nicht möglich. Wir hatten anlässlich der zweiten Expedition das Glück, wenige Tage nach dem gewaltigen Hochwasser um die Juni-Juli-Monatswende 1949 Hochwassermarken in Form von frischem Schaum im Höhlensystem zu finden (Abb. 1 unten). Solche Schaummarken befanden sich in den Deckenkolken an der Abzweigungsstelle der Schulerlucke von der

Schulerlacke. Ebenso fanden wir an einer anderen wichtigen Stelle frischen Schaum und daneben auch ganze Lager von Tausenden ein bis zwei Millimeter langen Schneckenhäusern in feinstem Hochwasserlehm (Flußtrübe), die von der Oberfläche her eingeschwemmt worden sind und infolge ihrer Luftefüllung auf dem Hochwasserspiegel dahintrieben, bis sie schließlich in einzelnen Deckenkolken abgesetzt wurden. Es handelt sich um Deckenkolke am Beginn der Abzweigung des nach Südwesten führenden Hauptganges am Ende des hinteren Seeganges.

Bei starkem Hochwasser muß also der Wasserspiegel mindestens bis zur Höhe des hinteren Seeganges, der eine lokale Wasserscheide bildet, ansteigen. Die Wassermassen nehmen von hier aus dann ihren Weg zur Schulerlucke. In der steilen Schichtfuge steigt in diesem Fall der Wasserspiegel um 45—50 m an. Bei Hochwasser vermag die Schulerlucke die Wassermassen nicht mehr abzuführen und es kommt zur Stauung bis zur 4 m höher gelegenen Schwelle der nach außen geneigten Eingangssohle. Ein Wildbach ergießt sich in das Trockenbett der Kreidelucke und mündet in die Steyr. Über der Schulerlacke aber reicht der Wasserspiegel bis zur Decke und ein See mit einer maximalen Länge von 60 m reicht vom Fuß des Steinernen Wasserfalls bis zum höchsten Punkt des Eingangsteiles. Holztrümmer und Bretter, welche vom Wasser aus dem Schatzgräbergang und vom Schachtsee her in den Schacht und noch weiter verfrachtet wurden, zeigen eindeutig an, daß bei Hochwasser auch im Kessel der Wasserspiegel bis in die Höhe des Schatzgräberganges ansteigt. Gleichzeitig hebt sich aber auch der Quellaustritt des Schwarzbaches und seine Wassermassen überfluten den Weg nach Hinterstoder. Seine höchsten, fallweise aktiven Austrittsstellen liegen mit dem Eingang der Kreidelucke fast in gleicher Höhe.

SCHRIFTTUM und HINWEISE

- 1) Oberleitner F.: Höhlen im Bezirke Windischgarsten. Neue deutsche Alpenzeitung, Wien; 8. Bd., Nr. 7, S. 79—82.
- 2) Jurende K. J., Oheral J.: Jurendas Vaterländischer Pilger. 3. Teil, Brünn 1835. (Führt die Kreidelucke an.)
- 3) Schaubach A.: Die deutschen Alpen. Jena 1846, 3. Teil, S. 275.
- 4) Hauenschild G.: Die Kreidenlucke im Kleinen Priel. Jahrbuch des österreichischen Alpenvereines, 1. Bd., Wien 1865, S. 329—331.
- 5) Hauenschild G.: Weitere Beiträge zur Kenntnis der Kreidenlucke im Kleinen Priel. Jahrbuch des österreichischen Alpenvereines, 2. Bd., Wien 1866, S. 358—364.
- 6) Steindl F.: Aus dem hintersten Winkel der Steyr. Jägers Tourist, 7. Jg., Wien 1875, H. 7/8, S. 130.
- 7) Csillagh L. E.: Vom Priel bis zum Dachstein. Steirischer Gebirgsverein, Jahrbuch für das Vereinsjahr 1875, 3. Jg., Graz 1876.
- 8) Grassauer F.: Das Erzherzogtum Österreich ober der Enns. Wien 1879, S. 45—49.
- 9) Widmann H.: Führer durch Windischgarsten und seine Umgebung, 2. Auflage, Wien 1888. (Entstehung der Kreidenlucke, S. 16.)
- 10) Umlauft F.: Die österreichisch-ungarische Monarchie. Wien 1897, S. 257.
- 11) Die Kreidelucke. Österreichische Touristenzeitung, 22. Jg., Wien 1902, H. 15, S. 176. (Nachrichten über Höhlenschließung.)
- 12) Die Kreidelucke im Kleinen Priel. Linzer Tagespost Nr. 91 vom 22. April 1909 (Fahrtenbericht).
- 13) Lahner G.: Die Kreidenlucke im Kleinen Priel. Unterhaltungsbeilage der Linzer Tagespost, Nr. 24, 25 vom 13. und 20. Juni 1909.
- 14) Lämmermayr L.: Kreidelucke im Kleinen Priel bei Hinterstoder (Oberösterreich). In: Die grüne Pflanzenwelt der Höhlen, I. Teil. Denkschr. d. math.-naturwiss. Kl. d. kais. Akad. d. Wiss., 87. Bd., Wien 1911.
- 15) Baedeker K.: Österreich. Leipzig 1926, S. 246. (Gibt die Kreidelucke als Ausflugsziel an.)
- 16) Angerhofer J.: Führer durch das Stodertal. 3. Auflage, Linz 1906. S. 27/28 (Höhlensagen), S. 65/66.
- 17) Arnberger E.: In der Unterwelt des Kleinen Priels. Edelweiß-Nachrichten, 3. Jg., Wien 1949. I. Teil: Folge 5; II. Teil: Folge 10.
- 18) Literaturanzeiger des Vereines für Höhlenkunde in Wien: Kreidelucken: Bogen 2, Wien 1880, S. 14.
- 19) Raithel: Die Kalkplateaus in den Nördlichen Kalkalpen. Programm der Staatsrealschule in Jägerndorf 1904, S. 15 (Wasserführung).
- 20) Hoffer M.: Unterirdisch entwässerte Gebiete in den nördlichen Kalkalpen, II. Teil. Mitt. Geogr. Ges. Wien, 52. Bd., 1909, S. 223—240. (Kreidelucke S. 237.)
- 21) Bock H.: Die Höhlenforschung in Österreich. Mitt. f. Höhlenkunde, 4. Jg., Graz 1911, H. 4 (erwähnt die Forschungen von G. Lahner 1909).
- 22) Benesch F.: Aus dem Toten Gebirge. Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines, 43. Bd., 1912. (Kreidehöhle S. 186.)

²³⁾ Lichtenegger N.: Die Rax. Geogr. Jahresber. aus Österreich, 13. Bd., 1926, S. 150—170.

²⁴⁾ Lichtenegger N.: Die nordöstlichen Alpen. Geogr. Jahresber. aus Österreich, 19. Bd., 1938.

²⁵⁾ Die Frage der voreiszeitlichen Verkarstung wurde von O. Lehmann in Verbindung mit den voreiszeitlichen Dolinenformen im Vergleich zum adriatischen Karst in „Das Tote Gebirge als Hochkarst“, Mitt. Geogr. Ges. Wien 1927 (S. 237 ff.), erörtert.

²⁶⁾ Bock H.: Der Karst und seine Gewässer. Mitt. f. Höhlenkunde, 6. Jg., 3. H., 1913.

²⁷⁾ Bock H., Lahner G. und Gaunersdorfer G.: Höhlen im Dachstein. Graz 1913.

²⁸⁾ Seefeldner E.: Zur Morphologie der Salzburger Alpen. Geogr. Jahresber. aus Österreich, 13. Bd., 1926, S. 107—149.

²⁹⁾ Geologische Spezialkarte der im Reichsrat vertretenen Königreiche und Länder der österreichisch-ungarischen Monarchie; Blatt Liezen. Herausgegeben von der K. K. Geologischen Reichsanstalt.

³⁰⁾ Geyer G. und Vacek M.: Erläuterungen zur Geologischen Karte. SW.-Gruppe, Nr. 20, Blatt Liezen; Wien 1916.

³¹⁾ Geyer G.: Über den geologischen Bau der Warscheneckgruppe im Toten Gebirge. Verh. Geol. Reichsanst. 1913.

³²⁾ Geyer G.: Das Tote Gebirge. Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines, 18. Bd., 1887.

³³⁾ Machatschek F.: Morphologische Untersuchungen in den Salzburger Kalkalpen. Ostalpine Formenstudien, Berlin 1922. (Warscheneckgruppe und Stoderatal, S. 249 ff.)

³⁴⁾ Lehmann O.: Das Tote Gebirge als Hochkarst. Mitt. Geogr. Ges. Wien 1927 (S. 201 ff.).

³⁵⁾ Freytag-Berndts Touristen-Wanderkarte; Blatt 8, Östliches Salzkammergut. (Der Name Spindriegler ist auf der Spezialkarte 1 : 75.000, Blatt Liezen, nicht verzeichnet.)

³⁶⁾ Alle Höhenangaben, welche nicht in der Karte 1 : 75.000, Blatt Liezen, enthalten sind, wurden von E. Arnberger mit Aneroid-Barometer gemessen: Sagmeisterbrücke 533 m, Schachingersteg 570 m, Kreidelucke-Eingang 580 m, Obere Grenze des Schwarzbachtrockenbettes 580 m, Schwarzbachaustritt im Steyrniveau 565 m, Kreidehöhle-Trockenbett im Steyrniveau 562 m.

³⁷⁾ Biese W.: Über Höhlenbildung. II. Teil: Entstehung von Kalkhöhlen. Abhandlg. d. preuß. geol. Landesanst. N. F. H. 146, 1933.

³⁸⁾ Cramer H.: Höhlenbildung im Karst. Peterm. Geogr. Mitt. 1933.

³⁹⁾ Cramer H.: Die Entstehung der Karsthöhle. Der Naturforscher, Berlin 1933.

⁴⁰⁾ Cramer H.: Höhlenbildung und Karsthydrographie, Zeitschr. f. Geomorphologie, 8. Bd., 1933/1935.

⁴¹⁾ Lehmann O.: Morphologische Beobachtungen (in der Eisriesenwelt, Tennengebirge). Speläol. Jahrbuch, 3. Bd., 1922.

⁴²⁾ Lehmann O.: Die Hydrographie des Karstes. Enzyklopädie der Erdkunde 1932.

⁴³⁾ Stini J.: Baugeologische Randbemerkungen zu den Hohlraumbauten der letzten Jahre in Österreich. Geologie und Bauwesen, Jg. 16, Heft I/1946.

⁴⁴⁾ Spalding J.: Theorie und Praxis der Gebirgsüberwachung im Bergbau. Bul. of the Inst. of Mining and Metallurgy, London, Nr. 507, 1949, S. 5. Siehe auch: Bergbau-Bohrtechnik und Erdöl-Zeitung, 65. Jg., H. 8/1949.

⁴⁵⁾ Lechner J.: Quellengeologische Beobachtungen aus dem Südrand des Toten Gebirges. Verhandlungen d. Geol. Bundesanst., Jg. 1945, S. 77—82.

⁴⁶⁾ Lechner J.: Höhlenkundliche Beobachtungen aus dem Südrand des Toten Gebirges. Verhandlungen d. Geol. Bundesanst., Jg. 1945, S. 117—122.

⁴⁷⁾ Lechner J.: Über die Verebnungsflächen im Toten Gebirge. Alpengeographische Studien; Schlern-Schriften, Band 65/1950.

⁴⁸⁾ Pillwein B.: Geschichte, Geographie und Statistik des Erzherzogthums Österreich ob der Enns und des Herzogthums Salzburg. Zweyter Theil: Der Traunkreis. Linz 1828. S. 108.