

# **Die wissenschaftliche Erforschung der Kreidelucke**

**bei Hinterstoder im Toten Gebirge.**

**II. Teil.**

**Von**

**Walter Gressel, Rudolf Hock, Heinrich Salzer,  
Hubert Trimmel und Josef Vornatscher.**

**Meteorologische Beobachtungen.**

**Von**

**Walter Gressel.**

Im Zusammenhang mit der Vermessung und wissenschaftlichen Erschließung der Kreidelucke wurden in der Zeit vom 7. bis 11. Februar 1949 Luft- und Wassertemperaturmessungen sowie meteorologische und mikroklimatische Beobachtungen durchgeführt<sup>49)</sup> u. <sup>50)</sup>. Die Kreidelucke erwies sich hierbei auf Grund ihrer stabilen Luftschichtung als ein ausgesprochen statisches System. Schwache, meistens kaum spürbare Luftströmungen sind nur durch eine allmähliche Umlagerung der Luftschichten infolge örtlicher Einflüsse innerhalb der Höhle bedingt. Durch den Temperaturwechsel der Jahreszeiten kann sich allerdings ein kaum feststellbarer Luftaustausch in dem ganzen Höhlensystem entwickeln. Dabei kommt es hin und wieder, namentlich in der Eingangsregion, je nach Witterungsablauf zu einer etwas stärkeren Luftbewegung. Kurzperiodische Wetterschwankungen wirken sich bestenfalls in der Wettereinflußzone aus und verursachen dort eine geringe Luftbewegung. Besonders deutlich trat die Statik der Höhle in Erscheinung, als nach einem Warmluft-einbruch am 8. Februar abermals Lufttemperaturmessungen vorgenommen wurden. Man konnte erkennen, daß dieser gar nicht weit in das Höhleninnere vorstieß, sondern nur in der Wettereinflußzone einige für die Statik sprechende Veränderungen durch Vermischung und Umschichtung der Luftmassen lieferte.

Um die Verhältnisse klarer vor Augen führen zu können, sei ein kurzer Hinweis auf die Großwetterlage gestattet. Am 1. Februar erfolgte ein starker Kaltlufteinbruch, von Schneefällen begleitet, welcher über Mitteleuropa ein Hochdruckgebiet aufbaute. Durch das damit verbundene Strahlungswetter sanken die Temperaturen bei

Nacht sehr stark (Hinterstoder  $-13,8^{\circ}$ ), während die Tagestemperaturen infolge Einstrahlung bis über  $0^{\circ}$  anstiegen. Ab 7. Februar machte sich in größerer Höhe eine warme Luftströmung bemerkbar, die tags darauf bereits ins Tal durchgriff und beträchtliche Erwärmung verursachte. Ein weiterer Temperaturanstieg wurde durch das Vordringen maritimer Luftmassen bewirkt. Als Folge dieses Westwettereinbruches lagen die Temperaturen bei Tag durchwegs über  $0^{\circ}$  und auch bei Nacht sanken sie nur wenig unter den Gefrierpunkt, da die stärker auftretende Bewölkung die nächtliche Ausstrahlung wesentlich abschwächte (Hinterstoder: Früh  $1,4^{\circ}$ ; Mittag  $5,6^{\circ}$ ).

Vergleicht man nun diesen Ablauf der Großwetterlage mit den Lufttemperaturen der ersten 80 m der Höhle, so ergibt sich folgender Zusammenhang: Zur Zeit der tiefsten Werte der Außentemperaturen vor dem 8. Februar, die bei Nacht noch unter  $-10^{\circ}$  sanken, nahm die Lufttemperatur in der Höhle gegen das Innere gleichmäßig zu und erreichte nach etwa 50 m die Nullgradgrenze. Gleich beim Höhleneingang bildeten sich durch das aus den Spalten und Schichtfugen dringende Sickerwasser riesige Eiszapfen, ein Eiswall und Bodenzapfen, die jedoch an Größe gegen das Innere verloren. Auch die Schulerlacke war oberflächlich zugefroren und an ihrem Rande standen zahlreiche sehr schön ausgebildete Eiskeulen.

Ein ganz anderes Bild bot sich am 9. Februar, als sich der Warmlufteinbruch auszuwirken begann. Die Temperatur nahm im vordersten Teil der Wettereinflußzone von außen nach innen ab, jedoch nur bis zur Schulerlacke, dem tiefsten Punkt der Eingangsregion. Von hier aus stieg sie wieder gegen das Höhleninnere an. Die tiefste Temperatur lag mit  $-0,5^{\circ}$  über der Schulerlacke. Am 11. Februar bereits war zufolge des längeren Anhaltens der warmen Witterung ein großer Teil der Eiszapfen in der Eingangsregion zu Boden gefallen und gleich wie die meisten Bodenzapfen zerschmolzen. Das aus dem Höhleninneren der Schulerlacke zufließende Wasser fror nicht mehr, sondern breitete sich über dem Eis aus, bis schließlich auch die Eisdecke des Sees fast restlos abgeschmolzen war.

Am Ende der Wettereinflußzone, etwa in einer Tiefe von 80 m, erreichte die Höhlentemperatur ihren ständigen Wert von  $5,6^{\circ}$ . Hier beginnt der von kurzfristigen Wetterveränderungen unbeeinflusste Höhlenraum, in welchem die Temperaturen zwischen  $6^{\circ}$  und  $9^{\circ}$

lagen, gegen höher gelegene Höhlenteile zunahmen und gegen tiefere absanken, wie es einem statischen System entspricht. Von zahlreichen Beispielen seien nur einige besonders charakteristische herausgegriffen, welche die Beobachtungen besser beleuchten. Einwandfreie Beweise für die Statik der Höhle liefern z. B. die Temperaturverhältnisse in Schächten oder in steilen Seitengängen. So nahm die Temperatur im Steilgang von  $3^{\circ}$  im freien Hauptgang über  $3,8^{\circ}$ ,  $5,0^{\circ}$  auf  $7,4^{\circ}$  an seinem Ende zu. Eine ähnliche Zunahme war auch im nördlichen (vom Kreidelager abzweigenden) Höhlenast von  $7,8^{\circ}$  auf  $9,6^{\circ}$  zu bemerken; sie bezieht sich allerdings auf eine etwas längere Gangstrecke und erreichte am Ende des Kriechganges das Maximum aller damals gemessenen Höhlentemperaturen. Ein ebenso deutlicher Temperaturanstieg war auch vom Schachtsee bis zur 3. Kammer zu beobachten. In jenem an den zuvor erwähnten Kriechgang anschließenden, von Wasser durchflossenen Lehmschacht sank die Temperatur infolge der Einwirkung des fließenden Wassers trotz der noch höheren Lage wieder auf  $8,6^{\circ}$  herab. Eine derartige Temperaturerniedrigung über fließendem Wasser ist auch an mehreren anderen Stellen beobachtet worden. Der Grund dieses Phänomens liegt darin, daß infolge der Verdunstung des Wassers mehr Wärme gebunden und damit der Luft entzogen wird. So betrug z. B. die Temperatur im Seegang allgemein  $8,4^{\circ}$ , während sie bei einer Stelle, aus welcher seitlich Wasser aus einer Spalte austrat, auf  $8,0^{\circ}$  herabsank. Ähnlich verhielt sich die Temperatur beim Wasserfall im Kamin und über den Gerinnen des Steinernen Wasserfalles. Hier wurden an zwei ganz gleich hoch gelegenen Punkten zwei voneinander abweichende Temperaturen gemessen, eine Erscheinung, die darauf zurückzuführen ist, daß die eine mit  $7,2^{\circ}$  über trockener Sohle, die andere mit  $6,8^{\circ}$  über dem von Wasser überflossenen Steinernen Wasserfall gemessen wurde. Mit zunehmender Höhe stieg aber auch letztere Temperatur noch weiter an und erreichte, allerdings erst am trockenen Ende des Steinernen Wasserfalles,  $7,8^{\circ}$ . Über den Seen im Höhleninneren lagen die Temperaturen auch etwas niedriger als in den Gängen.

Ebenso wie das fließende Wasser besitzen auch kleine, erhöht gelegene und abgeschlossene Nischen ein eigenes Mikroklima. Als Beispiel hiefür sei ein Deckenkolk am Fuße des Steinernen Wasserfalles erwähnt, in welchem die Temperatur  $6,8^{\circ}$  betrug, also um einen Grad höher lag als die Gangtemperatur von  $5,6^{\circ}$ .

Tabelle 1

Übersicht über die Ergebnisse der Temperaturmessungen  
in Celsiusgraden.

Meßstellen:	Lufttemperaturen			Wasser- temperatur	
	8.II.	9.II.	4.-7.VII.	28.XII.	28.XII.
				s = stehend f = fließend	
Höhleneingang V. P. 1*)	-4,9	-0,2	14,2	3,0	
Höhleneingang V. P. 3	-3,8	-0,5	11,1		
Schulerlacke, über dem Wasser	-2,9	-0,5	6,6	3,6	5,4 s
Schulerlucke, Anfang	-1,4	0,0	6,8		
Schulerlucke, 1. Drittel	-0,4	3,2	6,8		
Schulerlucke, 2. Drittel	1,0	3,8	6,8		
Schulerlucke, Ende der Kriechstrecke	2,7	4,2	6,8		
Hauptgang, kurz nach der Schulerlacke	-0,7	1,8	6,8		
Steilgang rechts, unten	3,8		7,0		
Steilgang rechts, 1. Drittel	5,0		7,2		
Steilgang rechts, 2. Drittel	6,2		7,4		
Steilgang rechts, oben	7,4		10,1		
Fuß des Steinernen Wasserfalls V. P. 6—7	5,6		7,4	6,8	
Deckenkolk am Fuß des Steinernen Wasserfalls	6,8		7,6		
Steinerner Wasserfall, Mitte V. P. 11—13	6,8		7,8		
Steinerner Wasserfall, oben V. P. 11	7,8		8,1		
Einmündung des vorderen Seeganges in den Steinernen Wasserfall	7,2		7,8		
Vorderer Seegang, Mitte V. P. 14	7,8		7,9	8,1	7,9 s
Vorderer Seegang, Ende V. P. 16	8,4		8,0		8,2 s
Über dem See	7,8		7,8	8,6	8,2 s
Hinterer Seegang V. P. 18	7,8		8,2	8,8	8,5 f
Kreidelager, unten V. P. 20	8,2		8,2	8,7	8,5 f
Nördlicher Höhlenast, 1. Engstelle V. P. 22	9,0		9,3		
Nördlicher Höhlenast, 2. Engstelle V. P. 23—24	9,3		9,5	9,0	8,4 s
Nördlicher Höhlenast, Lehmkriechstelle V. P. 26	9,4		9,6		
Lehmschacht	8,6		9,2		
Südlicher Höhlenast, Anfang V. P. 20—30	8,0		8,0		
Südlicher Höhlenast V. P. 31	7,8		7,4		
Steile Schichtfuge, oben V. P. 33	7,8		7,2		
Wasserfall V. P. 34—35	8,2		7,6	8,4	8,3 f
Großer Wassergang V. P. 40	8,0		7,8		
Großer Wassergang V. P. 41	8,4		8,0		
Kleiner Wassergang V. P. 42			7,8		
Kaminsee V. P. 43			8,0		
Schacht, Abzweigung zum Schachtsee	8,8		7,8		
Schacht, 2. Kammer V. P. 73	9,0		10,4		
Schatzgräbergang-Inschriftenwand V. P. 65			8,6		
Wendeltreppe V. P. 51			8,2		
Fröhlichkluft V. P. 60			7,6		

\*) V. P. = Vermessungspunkt. Die Vermessungspunkte sind in der Höhle mit roter Ölfarbe markiert. Sie sind weiters in dem Plan der Kreidelucke, der von der mit der Erforschung der Höhle betrauten Arbeitsgemeinschaft dem O.-Ö. Landesmuseum übergeben wurde, eingezeichnet.

Welche Rolle das Mikroklima in Höhlen spielt, geht auch aus den verschiedenen Aufenthaltplätzen der einzelnen Fledermausarten hervor. So wurden die weniger kälteempfindlichen „Möpfe“ nur in den vordersten Teilen des Höhlensystems, schon nahe der 0°-Grenze, angetroffen, während sich die „Kleine Hufeisennase“ ihren Überwinterungsplatz erst hinter dem Steinernen Wasserfall in den wärmeren Teilen (ab 7°) aussuchte<sup>51</sup>).

Die Temperaturen der fließenden oder stehenden Gewässer des Höhleninneren betragen 6,5° und nahmen erst in der Wettereinflußzone merklich ab. In den tiefer gelegenen Höhlenteilen durchfließt das Wasser schon lange Zeit das gleichmäßig temperierte Gestein und erhält dadurch seine einheitliche Temperatur. In der von der Einwirkung der Außenluft abhängigen Wettereinflußzone hingegen lag die Wassertemperatur der Schulerlacke auch nach dem Warmluft-einbruch noch bei 0°, wogegen die Schulerlacke zur Zeit der tiefen Außentemperatur, wie schon anfangs erwähnt, vollkommen zugefroren war und an ihrem Rande Eiskeulen standen.

Die Einzelergebnisse der Messungen sind in einer Übersicht zusammengefaßt (Tabelle 1).

Die zweite Befahrung der Kreidelucke, bei der die Verbindung zwischen dem nördlichen und südlichen Höhlenast entdeckt wurde, erfolgte in der ersten Juliwoche. Es ist bemerkenswert, daß dieser Verbindungsschluf unsere Aufmerksamkeit durch eine mikroklimatische Erscheinung, nämlich durch eine auffallend kühle Luftströmung, auf sich lenkte, die in unserem sehr warmen Höhlenteil deutlich wahrnehmbar wurde. Wir befanden uns im höchstgelegenen Teil des südlichen Höhlenastes, der infolge seines statischen Charakters auch der wärmste ist. Auf der anderen Seite des Schlufes hingegen war der höchste Punkt des nördlichen Höhlenastes noch nicht erreicht, im Gegenteil, es herrschte infolge des durch den Lehmschacht herabfließenden Wassers eine absteigende Bewegung kühler Luft, die ihren Weg teilweise auch durch diesen Schluf in den südlichen Höhlenast nahm. Der Temperaturunterschied von der einen zur anderen Seite dieser schmalen Verbindungsstelle (Krummer Gang) betrug 1,2° (10,4° diesseits und 9,2° jenseits).

Alle übrigen Temperaturmessungen, die an denselben Stellen wie im Februar vorgenommen wurden, brachten entsprechende Ergebnisse und beweisen die Statik des Höhlensystems. Diese ließ sich

232 W. Gressel, R. Hock, H. Salzer, H. Trimmel u. J. Vornatscher,

auch besonders im tiefsten Höhlenteil, dem Kessel, durch das Auftreten der niedrigsten Temperaturen von  $7,6^{\circ}$  erkennen. Mit zunehmender Höhe stiegen letztere wieder über  $8^{\circ}$  an. In der Wettereinflußzone, welche sich, wie schon im Februar festgestellt, bis ungefähr 80 m in das Höhleninnere geltend machte, nahmen die Temperaturen infolge ihres hohen sommerlichen Außenwertes rasch gegen das Innere ab. Sie erreichte über der Schulerlacke ihren tiefsten Wert von  $6,6^{\circ}$  und stiegen von dort wieder allmählich an. Allgemein hatten die Temperaturen im Höhleninneren nahezu dieselben Werte wie im Februar.

Die Wassertemperaturen lagen im Höhleninneren im Juli um einen Grad höher als im Februar, in der Wettereinflußzone aber lagen sie zwischen  $6^{\circ}$  und  $7^{\circ}$  gegenüber den Februarwerten von  $0^{\circ}$  bis  $3^{\circ}$ .

Am 1. November und am 28. Dezember 1949 wurden abermals von E. Arnberger einige Temperaturmessungen vorgenommen, welche obige Feststellungen bestätigten.

Alle Messungen wurden unter möglichst weitgehender Ausschaltung aller Einflüsse, wie z. B. Körper- und Lampenwärme, durchgeführt, weshalb daher als Lichtquelle nur Taschenlampen benützt wurden. Die Meßhöhe über dem Höhlenboden betrug, je nachdem es die Raumverhältnisse erlaubten, 10 bis 50 cm.

## Die Tierwelt der Kreidelucke.

Von

Josef Vornatscher.

Der folgende Bericht beruht auf Beobachtungen und Aufsammlungen, die bei zwei Begehungen der Höhle (am 28. Dezember 1949 und am 23. Juli 1950) gemacht wurden.

Für die Bestimmung des gesammelten Materials bin ich folgenden Herren zu Dank verpflichtet: Hofrat Dr. C. Attems, Wien (Tausendfüßler); A. Edlauer, Wien (Bythinella); Prof. Dr. A. Schellenberg, Berlin (Niphargus); Prof. Dr. J. Stach, Krakau (Springschwänze, Plusiocampa).

Die Tierwelt der Kreidelucke wird dadurch stark beeinflusst, daß nach andauerndem oder starkem Regen oder bei plötzlicher Schneeschmelze beträchtliche Teile der Höhle unter Wasser gesetzt oder sogar vom Wasser durchflossen werden<sup>52)71)</sup>. Eine tierische Be-

siedlung kann in diesem Bereich nicht aufkommen, da der nackte Fels keinerlei Lebensmöglichkeit bietet; in den höchstgelegenen Teilen hingegen, die nie von Hochwasser überflutet werden, kann sie sich ungestört entwickeln. Diesem Bereich wurde deshalb bei der Untersuchung besonderes Augenmerk zugewendet. Er gehört vollständig dem lichtlosen Teil an; weitere Merkmale sind die gleichbleibenden Temperaturen, die um  $8\frac{1}{2}^{\circ}$  C liegen, ferner die hohe relative Feuchtigkeit, die — wie aus den Verhältnissen geschlossen werden kann — bei 100% liegen dürfte.

Die tiefer gelegene Eingangsregion wird von den Hochwassern besonders stark hergenommen. Eingeschwemmtes, eingewehtes oder eingerutschtes Material, das in anderen Höhlen ein reiches Tierleben ermöglicht, fehlt hier vollständig. Nur in den Zeiten zwischen den Hochwassern, besonders im Winter, finden sich einige Tiere ein.

#### Tiere der belichteten Eingangsregion:

*Salamandra maculosa* Laur. (Feuersalamander.) In wassergefüllten Vertiefungen des Felsbodens fanden sich am 23. Juli 1950 drei 40—50 mm lange Larven. Als Nahrung kommen Chironomiden-(Zuckmücken-)larven in Betracht, die am Boden der Lachen und an eingewehten Blättern in selbstgebauten Sandröhren leben. Die Erschließungsgruppe fand am Fuße des „Steinernen Wasserfalls“ am 7. Februar zwei Larven von etwa 30 mm Länge. Die geringe Größe bei längerer Entwicklungszeit — die Larven werden im April vom Weibchen abgesetzt — erklärt sich durch den Mangel an Nahrung. Als solche kommen nur die hier vorkommenden Brunnenkrebse in Betracht.

*Rhinolophus hipposideros* Bechst. (Kleine Hufeisennase). Am 28. Dezember 1949 wurden in der Nähe der Schulerlacke und im anschließenden Teil des Vorderen Seegangs mehrere Stücke beobachtet. Im Innern fehlten sie, was wohl auf das herrschende milde Wetter zurückzuführen ist. Weitere Arten konnten nicht festgestellt werden. Mehr Erfolg hatte die Erschließungsgruppe am 7. Februar 1950; sie konnte folgende weitere Arten nachweisen:

*Myotis myotis* Borkh. (Großes Mausohr), *Myotis mystacinus* Leisl. (Bartfledermaus), *Barbastella barbastellus* Schreb. (Mopsfledermaus). Daß am 22. Juli 1950 keine Fledermäuse gefunden wurden, ist selbstverständlich, da sie die Höhlen nur zur Überwinterung aufsuchen.

234 W. Gressel, R. Hock, H. Salzer, H. Trimmel u. J. Vornatscher,

*Celeripes biarticulata* Herm. (Fledermaus-Lausfliege). Das etwa 4 mm lange, flügellose, gelbbraune Tier wurde an der Kleinen Hufeisennase als Schmarotzer gefunden. Es läuft in ihrem dichten Pelz behende umher.

*Triphosa dubitata* L. (Wegdornspanner) und *Scoliopteryx libatrix* L. (Zackeneule) finden sich regelmäßig in den Höhleneingängen, und zwar von Ende Juli (gleich nach Beendigung der Entwicklung) bis Mitte April. Das Erscheinen im Hochsommer zeigt, daß es sich nicht nur um eine Überwinterung handelt. Was diese beiden Arten in die Höhlen zieht, ist fraglich. Am 28. Dezember 1949 wurden etliche Stücke in der Nähe der Schulerlacke beobachtet.

*Culex pipiens* L. (Gemeine Stechmücke). Einige überwinternde Weibchen saßen am 28. Dezember 1949 an den Höhlenwänden bei der Schulerlacke.

*Nelima aurantiaca* Simon (Weberknecht). Einige überwinternde Tiere wurden am 28. Dezember 1949 bei der Schulerlacke gefunden. Ein Stück wurde von der Erschließungsgruppe am 7. Februar 1949 im Vorderen Seegang gefangen.

#### Tiere des lichtlosen Höhleninnern:

*Niphargus tatrensis* Wrzesn. Dieser Brunnenkrebs, ein entfernter Verwandter unseres Bachflohkrebses, ist aus zahlreichen Höhlen des Alpenostrandes von mir nachgewiesen, und zwar:

Steiermark:	Niederösterreich:	Oberösterreich:
Lurhöhle bei Peggau,	Nixhöhle bei Frankenfels,	Gaßlhöhle bei Ebensee,
Drachenhöhle bei Mixnitz.	Ötschertropfsteinhöhle bei Kienberg-Gaming,	Koppénbrüllerhöhle bei Obertraun,
	Wilhelminen-, Herdengel-, Mausrodelhöhle bei Lunz.	Kreidelucke bei Hinter- stoder.

Aus Salzburg wird die Art aus dem Scheukofen bei Sulzau gemeldet. In der Kreidelucke fand ich ihn in den Sinterbecken des „Steinernen Wasserfalls“, ferner in Wasserlachen des Großen Wassergangs.

*Syngonopodium aceris* Verh. (Tausendfüßler). Die Art war bisher nur „aus Steinklüften am Wolfgangsee“ bekannt. In

der Kreidelucke fand ich ihn an den Ködern, in der Gaßlhöhle bei Ebensee an morschem Holz.

*Plusiocampa strouhali* Silv. = *P. spelaea* Stach (Doppelschwanz). Die Doppelschwänze sind flügellose Insekten, die am Hinterleibsende zwei Schwanzfäden tragen. Das Hauptverbreitungsgebiet der Gattung liegt um das Mittelmeer herum, wo die Tiere im Humus leben, in Mitteleuropa sind sie fast ausschließlich Höhlenbewohner. Der erste Fund aus der Aggteleker Höhle in Ungarn wurde 1929 von Stach als *P. spelaea* beschrieben. 1930 fand Strouhal im Höhlengebiet von Warmbad Villach eine *Plusiocampa*, die Silvestri als *P. strouhali* in die Wissenschaft einführte. Ich konnte von 1933 bis jetzt *Plusiocampa* in zahlreichen Höhlen am Rande der Ostalpen nachweisen<sup>53</sup>), und zwar:

Steiermark:	Niederösterreich:	Oberösterreich:
Lurhöhle bei Peggau,	Türkenloch bei Kl.-Zell,	Kreidelucke bei Hinter-
Drachenhöhle bei Mixnitz,	Nixhöhle bei Frankenfels,	stoder.
Rettenwandhöhle bei Kap-	Herdengelhöhle bei Lunz,	
fenberg,	Eisensteinhöhle bei	
Seeriegelhöhle bei Retten-	Fischau,	
egg.	Falkensteinhöhle bei Brei-	
	tenstein am Semmering,	
	Hermannshöhle bei Kirch-	
	berg.	

Nach dem ersten Fund im Türkenloch benannte J. Stach die neue Art *P. cavicola*; Silvestri betrachtete sie als Unterart von *strouhali*. Nach der Durchsicht einer reichlicheren Aufsammlung aus der Drachenhöhle teilte mir nun Prof. Stach mit, daß die Variationsbreite der dort gefundenen Tiere so groß ist, daß nicht nur *P. spelaea*, sondern auch *P. strouhali*, *P. cavicola* und auch die aus einer Südtiroler Höhle stammende *P. grandii* untergebracht werden können. Es scheint ihm daher am vorteilhaftesten, alle bisher im Alpengebiet gefundenen *Plusiocampen* als *P. spelaea* zu bezeichnen. Vermutlich gehört auch die Campodeide, die Wettstein im Scheukofen bei Sulzau fand, hierher; vor kurzem berichtete auch Janetschek über eine vermutliche *Plusiocampa* aus einem Stollen bei Innsbruck, so daß die Gattung um den ganzen Ostalpenrand verbreitet wäre.

*Onychurus fimetarius* auct. (Springschwanz). Die Art ist oberirdisch und in Höhlen sehr weit verbreitet. Aus Österreich ist sie aus folgenden Höhlen bekannt<sup>54</sup>):

236 W. Gressel, R. Hock, H. Salzer, H. Trimmel u. J. Vornatscher,

Steiermark:	Niederösterreich:	Oberösterreich:
Drachenhöhle bei Mixnitz.	Dreidärrischenhöhle bei Mödling, Hermannshöhle bei Kirch- berg, Herdengelhöhle bei Lunz.	Gaßlhöhle und Rötelsee- höhle bei Ebensee, Kreidelucke bei Hinter- stoder.

Strouhal fand sie im Höhlengebiet von Warmbad Villach. In der Kreidelucke lebt die Art einzeln an Fledermauskot, zahlreich an den Ködern.

*Pseudosinella lamperti* Sch ä ff. (Springschwanz). Diese Art wurde bisher nur in Höhlen gefunden, und zwar in der Dotzburgerhöhle bei Wiesensteig, Schwäbische Alb; in der Grotte di Tre Crocette und in der Grotte di Valgancia, Prov. Varese, Italien; in der Aggteleker Höhle, Ungarn. In Österreich kommt sie nach Stach in der Gaßlhöhle und in der Rötelseehöhle bei Ebensee, Oberösterreich, vor. In der Kreidelucke findet sie sich häufig in der Nähe der Köder.

*Triphleba aptina* Schin. (Höhlenbuckelfliege). So werden sie wegen ihrer Körpergestalt genannt, wegen ihrer Bewegungsart auch Rennfliegen. *Triphleba aptina* fliegt in den Höhlen überhaupt nicht, sondern läuft nur sehr rasch und macht weite Sprünge, was schon die Erstbeschreiber beobachteten, die sie in der Adelsberger Höhle fanden. Seitdem ist sie nach Schmitz<sup>55</sup>) in Bosnien, Dalmatien, in der Herzegowina, in Montenegro, Kroatien, Krain, Kärnten, Niederösterreich, in der Oberpfalz und in Oberfranken gefunden worden. Ich fand sie in nachstehenden Höhlen:

Steiermark:	Niederösterreich:	Oberösterreich:
Lurhöhle bei Peggau, Drachenhöhle bei Mixnitz, Seeriegelhöhle bei Retten- egg.	Türkenloch bei Kl.-Zell, Nixhöhle bei Frankenfels, Ötschertropfsteinhöhle bei Kienberg-Gaming, Allanderhöhle, Falkensteinhöhle bei Brei- tenstein am Semmering, Hermannshöhle bei Kirch- berg, Eisensteinhöhle bei Fischau.	Koppenbrüllerhöhle bei Obertraun. Gaßlhöhle bei Ebensee.

Strouhal fand sie in den Höhlen von Warmbad Villach und vor kurzem meldete sie Janetschek aus Stollen in der Nähe Innsbrucks.

Bemerkenswert ist auch, daß sie — fast ein Jahrhundert nach ihrer Entdeckung — im Gesäuse und in der Nähe von Admont oberirdisch gefangen wurde<sup>56</sup>).

*Bythinella austriaca*. Hunderte von leeren Gehäusen dieser in Quellen häufigen Schnecke finden sich zusammengeschwemmt als Hochwassermarken an hochgelegenen Stellen der Höhle.

Wer in alpinen Höhlen nach Tieren gesucht hat, weiß, daß ein einigermaßen vollständiges Bild erst jahrelang zu verschiedenen Jahreszeiten und unter wechselnden Verhältnissen wiederholte Begehungen liefern können. Die Veröffentlichung der Ergebnisse der wissenschaftlichen Erforschung der Kreidelucke in den Jahren 1949 und 1950 rechtfertigt jedoch die Mitteilung dieses Berichtes.

### Botanische Bemerkungen.

Von

Hubert Trimmel.

Eingehende Untersuchungen der Pflanzenwelt und der Lichtverhältnisse der Kreidelucke wurden angesichts der bereits vor Jahren von L. Lämmermayr<sup>57</sup>) vorgenommenen Studien nicht durchgeführt, doch verdienen einige im Sommer 1949 gemachte Beobachtungen festgehalten zu werden.

Auffallend ist, daß trotz der Weite der Tagöffnung, die das Licht ungehindert in die Eingangsregion der Höhle gelangen läßt, die Grenzen des Vordringens grüner Pflanzen dem Höhleneingang sehr nahegerückt sind. Lämmermayr beobachtete im Jahre 1909 die letzten Vertreter der Blütenpflanzen 4 $\frac{1}{2}$  m vom Höhleneingang entfernt. Im Sommer 1949 drangen Phanerogamen trotz einer verhältnismäßig reichhaltigen Außenvegetation nicht einmal soweit in die Höhle ein. Hiefür lassen sich mehrere Gründe anführen: Die Exposition des Höhleneinganges gegen Ostnordost, die nur wenig direktes Sonnenlicht in die Eingangsregion gelangen läßt; die abschirmende Wirkung des schütterten Waldes am Hang vor der Kreidelucke, die den Lichtgenuß schon am Eingang selbst auf  $L = \frac{1}{4}$  herabsetzt, und das Fehlen geeigneten Bodens im Abschnitt zwischen Höhleneingang und Schulerlacke. Letzterer Umstand ist durch das fallweise Auf-

treten der Hochwässer bedingt, die den Höhleneingang als Überfallquelle funktionieren lassen.

Nur vereinzelt finden sich jenseits der Phanerogamengrenze Moose und Farne. Am häufigsten sind Arten des an Höhleneingängen fast stets vorkommenden Streifenfarns (*Asplenium trichomanes* L., *Asplenium viride* Hudson, *Asplenium ruta muraria* L.). Die folgende Verengung des Raumprofils vor der Schulerlacke<sup>58</sup>) setzt die in die Höhle eindringende Lichtmenge weiter herab; in diesem Abschnitt war an jenen Stellen, die vom einfallenden Tageslicht unmittelbar getroffen werden, vielfach noch ein grüner Algenüberzug auf dem Gestein der Höhle beobachtbar.

### Beobachtungen an den Ausfüllungsprodukten.

Von  
Heinrich Salzer.

Die Ausfüllungsprodukte der Kreidelucke — die in der Höhle selbst entstandenen (autochthonen im Sinne Kyrles<sup>59</sup>), z. B. Sinterbildungen) wie die außerhalb entstandenen und nur in der Höhle abgelagerten (deponierten im Sinne Kyrles, z. B. Schotter, Sande, Lehme) zeigten sich schon beim Studium in der Höhle, wie erst dann im Laboratorium als so vielfältig und problemreich, daß im Rahmen dieser Mitteilung nur die Hauptgruppen des Höhleninhaltes kurz und zusammenfassend beschrieben werden können. Für die sicher sehr aufschlußreichen Einzeluntersuchungen fehlen zur Zeit die notwendigsten apparativen und chemischen Behelfe.

1. *Verwitterungsbildungen*. In diese Gruppe gehören die besonders an der Raumdecke (daselbst auch in Kolken) und auch an den höheren Wandteilen oftmals recht häufig auftretenden, feinnetzartigen, tiefen Korrosionsformen des Muttergesteins (Hauptgang nach Schulerlacke, Steilgang, Seegang beim See). Die Bildungen besitzen ein rauchwackenartiges, feinzelliges bis schaumiges Aussehen, wobei aus dem tief zerfressenen Gestein das grobe wie auch feinste Kalkspatgäader herauspräpariert ist. Ich möchte diese überaus zarten Bildungen durch korrosiven Angriff nahezu stagnierender Höhlenwasser erklären. Vielleicht sind auch Korrosionswirkungen des feinen, feuchten, angeschwemmten Hochwasserlehms (so besonders in Deckenkolken) an diesen Bildungen nicht unbeteiligt.

Ein besonders beachtenswertes Fundstück dieser Gruppe (Abstieg in die Steile Schichtfuge) ist ein Dachsteinkalkstück, an dem neben dem Kalkspatgeäder auch ein ausgezeichnetes Exemplar eines Natica-Steinkernes sowie andere nicht bestimmbare Gastropodensteinkernreste säuberlichst herauspräpariert sind.

2. Sinterbildungen. Die weitaus vorherrschenden und der Höhle ihren besonderen Charakter und sogar den Namen gebenden Bildungen dieser sehr vielfältigen Gruppe sind die jungen Bergkreide-Bergmilchablagerungen. Die Massen sind an ihren Hauptvorkommen (Kreidelager bei Teilung des nördlichen und südlichen Höhlenastes, Lehmschacht und Kriechstrecke des nördlichen Höhlenastes, Lager im Großen Wassergang, im Schacht und an der Inschriftenwand) käsigweich bis pastös. Ihre Farbe schwankt von gelblichweiß bis lichtgelbbraun, wobei die Brauntöne durch feine lehmige Beimengungen hervorgerufen werden, die in bisweilen wiederholtem Wechsel mit gelblichweißen Lagen eine sehr feine Schichtenbänderung erzeugen. Die genannten großen Vorkommen waren im Zeitpunkte der beiden Expeditionen bald mehr, bald weniger von kleinen Wassergerinnen oder aber von einem flächenhaften, feinen Wasserriesel überronnen. Diese kreidigen Absätze waren an verschiedenen Stellen der Höhle wohl noch bis in die jüngste Zeit Gegenstand eines Abbaues, wie hinterlassene Arbeitsspuren erkennen ließen. Daneben finden sich auch noch eigenartige, nicht näher deutbare, in die weichen Massen eingegrabene Zeichen (Inschriftenwand). Ob dieselben einen gar mittelalterlichen oder erst neuzeitlichen bergmännischen Abbau der Kreide, vielleicht als hierin fälschlich bestimmtes, in der Volksmedizin beehrtes „Weißes Nix“ beweisen können, muß dahingestellt bleiben. Nach Aussage des Gewährsmannes J. Fröhlich wurde hier bis in die jüngste Zeit die Kreide für eine Verwendung als vorzügliche Ofen-Chamotttemasse, im Volksmund „Schlink“ genannt, abgebaut. Derzeit wird aber „Schlink“ in einem obertägigen glazialen Bergkreidevorkommen des Hinterstoder Tales gewonnen.

Die chemische Untersuchung mehrerer Kreideproben von verschiedenen Vorkommen in der Höhle nahm R. Hock vor; die Ergebnisse sind im folgenden Abschnitt zusammengefaßt. Mineralogisch sind die Kreiden mehlig, mehr oder weniger schwach lehmig verunreinigte Kalkablagerungen. Optisch ließen sie sich mit normalen

Mikroskopen nicht auflösen, so daß vorerst unentschieden bleiben muß, ob die Kreiden feinste Kalkspatkristallmehle, also Absätze flächig rieselnder Wässer oder aber Einschwemmungen pulverig-kreidigen Gesteinsverwitterungsmehles, vielleicht sogar solche glazialer, seekreideartiger Absätze von Obertag, darstellen. Es scheint nicht ausgeschlossen, daß alle drei Entstehungsarten bei diesen Bildungen mitbeteiligt sind.

Elektronenmikroskopische Untersuchungen könnten diese feinen, mehligten Sedimente vielleicht auflösen und genetisch näher deuten lassen. Eine derartige Bearbeitung dieses in Höhlen weitest verbreiteten „Bergmilchproblems“ soll einmal in einem späteren Zeitpunkte versucht werden.

Sehr nahe mit den plastischen, pastösen Kreiden verwandt, aber anscheinend wohl genetisch älter, sind die zum Teil auch noch kreidigen bis dichten, harten, gelblichweißen bis elfenbeinfarbenen, stellenweise hellbräunlich feinst gebänderten Sinterabsätze des Steinerne Wasserfalles. Der großflächige, schräg durch den Gang herabziehende Sinterfall ist durch zahlreiche gestufte, größere und kleinere Becken gegliedert. Diese sind meist wassererfüllt und besitzen vielbuchtige, wulstige Ränder, die bei den größeren Becken von knollig-traubigen, kreidigen Drusen reichst besetzt sind. Auch der Beckengrund wird vielfach von solchen Drusen ausgekleidet. Kleine Gerinne und flächiger Wasserriesel laufen zur Zeit über den Sinterfall herab und scheinen jetzt mehr sinteraflösend als -aufbauend zu wirken. Die enggefurchte Oberfläche des Sinterfalles scheint hauptsächlich auf die erosive Zerstörung der Sinterformen durch abströmende, Lehm, Sand und Schotter führende Wasser zurückzugehen, welche zu Zeiten von Hochwässern, bei denen die Höhle für kurze Zeit auch in den oberen Teilen wieder kräftig aktiv wird, gewaltige Mengen erreichen können.

Erosionsreste von solchem oben beschriebenen weißen, kreidigen Sinter sind vielerorts in der Höhle an der felsigen Sohle (z. B. im Vorderen Seegang) zu verfolgen.

Sehr aufschlußreich für die Geschichte der Höhle, als Marken einer früheren, höheren Sedimenterfüllung, über welcher brauner, feingebänderter, zum Teil fein stengeligstrahlig struierter Bodensinter (Sinterdecken) abgelagert worden war, sowie einer späteren kräftigen Ausräumung sind erosiv wie korrosiv stark zerstörte Sinter-

reste (z. B. in Deckenkolken der Säulenhalle). Wandsinterkranzreste, bald mehr, bald weniger zerstört, sind gleichfalls als Zeugen einer ehemaligen höheren Sedimenterfüllung und einer stärkeren, besser durchkristallisierten Versinterung der Höhle allenthalben (besonders im Hauptgang) verfolgbar.

Lehrreich ist das Sinterprofil am Westende des Sees, wo  $\frac{1}{2}$  m mächtige, vielschichtige, zum Teil harte, feinkristallinische, braungebänderte, zum Teil mürbe, weiße, kreibige Lagen enthaltende, durch spätere Wasserwirkung stark zerstörte Sinterdecken direkt der felsigen Sohle auflagern. Auf den Sinterdecken liegen hier grobe Konglomerate. Eben solche, gleich aufgebaute Sinterdecken sind noch in vielen anderen Teilen der Höhle (so u. a. an der Teilung zwischen nördlichem und südlichem Höhlenast, im Großen Wasserengang, in der Kriechstrecke des nördlichen Höhlenastes, bei der Inschriftenwand, im Kessel) ebenfalls als Abtragungsreste einer ursprünglich viel ausgedehnteren Sohleversinterung der Höhle, aber auch wieder als Zeugen einer späteren kräftigen Ausräumung gut aufgeschlossen.

Als eine weitere Gruppe von Sinterformen sind junge Tropfröhrchenbildungen, jugendliche Decken- und Bodenzapfen und kleine Sinterwälle zu nennen, welche in geschützten Kolken und Nischen verschiedenorts in der Höhle anzutreffen sind und dort zum Teil noch jetzt aufbauende Tropfwässer zu erhalten scheinen. Gute Röhrchenformen von gelblichweißen bis wasserklaren Farben, zum Teil glatte Formen mit guten Kristallspitzenendungen, zum Teil solche mit verschiedentlichen Spornbildungen (P r i n z<sup>60</sup>) wurden namentlich in der Kriechstrecke des nördlichen Höhlenastes und im Lehmschacht angetroffen. Ein Wandsinterkranzstück mit angesinterten Resten einer alten, in späterer Zeit auch hier wieder weitgehendst ausgeräumten Kies- und Schotterunterlage markiert in etwa  $\frac{3}{4}$  Höhe des nur kriechend befahrbaren Ganges die ehemalige Höhe der Sedimenterfüllung. Die in der Sinterdecke steckenden, aufrechten, abgebrochenen Stümpfe kleiner, jugendlicher Deckenzapfen belegen wieder ein Kapitel aus der Geschichte der Raumerfüllung der Höhle. Sie zeigen, daß die Röhrchen und jugendlichen Zapfenbildungen, hier ursprünglich in einem wohl weitgehendst offenen Gang an der Decke normal und langsam (gute feinkristalline Struk-

tur) wachsend, in ihrem Wachstum jäh durch eine starke Einschwemmung von Schotter, Sand und Lehm erstickt wurden.

Als letzte Gruppe von Sinterbildungen sollen die Vorkommen von Knöpfchensinter genannt werden. In den noch schwach belichteten Kolken des Eingangsteiles der Höhe findet sich ein grauweißer Knöpfchensinter, an dessen Bildung im Sinne der Funde M a g d e b u r g s <sup>61)</sup> vielleicht niedere Pflanzen beteiligt sein könnten. Dasselbe könnte auch von eigenartigen zäpfchenförmigen, oberflächlich blaugrau gefärbten, im Bruch fein braun gebänderten Bildungen am Fuße des Steinernen Wasserfalles gelten, welche Stelle noch von reflektiertem Tageslicht getroffen wird und die Bedingungen für niederstes pflanzliches Wachstum zu bieten scheint. Nähere Untersuchungen (Dünnschliffe u. ä.) wurden an diesen Bildungen bislang nicht vorgenommen.

Im Bereich der Schulerlacke sind einzelne Kolke reichlich mit gestielten Knöpfchensinterbildungen ausgekleidet. Dieselben können wohl im Sinne B i e s e s <sup>62)</sup> als Ausfällungen kapillar hochgezogener, kalkbeladener Bergfeuchte gedeutet werden, sitzen sie doch auch besonders reich an vorspringenden Gesteinskanten und -ecken. In der Säulenhalle besetzen sie wieder mehr oder weniger dicht den unteren Teil einer großen, geneigten, raumbestimmenden Schichtfläche. Strukturuntersuchungen konnten an diesen sehr interessanten Bildungen mangels Herstellungsmöglichkeit von Dünnschliffen bislang nicht vorgenommen werden.

Als eine allgemeine, sich bei der Bearbeitung der verschiedenartigen Sinterbildungen dieser Höhle ergebende genetische Schlußfolgerung kann festgehalten werden, daß wir auch in dieser Höhle (wie in der Mehrzahl der Höhlen überhaupt) mehrere zeitlich und auch in ihren Bildungsbedingungen verschiedene Sintergenerationen vor uns haben.

Jede einzelne von ihnen überschreibt gewissermaßen ein besonderes Kapitel der Entwicklungsgeschichte der Höhle. Wir sind aber zur Zeit noch nicht in der Lage, diese Erscheinungen in die eis- und nacheiszeitlichen Klimaperioden gesichert einzubauen. Die Vorstellungen und die gegebenen zeitlichen Ansätze von B o c k <sup>63)</sup> und H o s s é <sup>64)</sup> besitzen wohl zum Teil gute objektive Beobachtungskerne, scheinen aber in ihren Schlußfolgerungen doch noch zu wenig wissenschaftlich erhärtet.

3. **Einschwemmungen.** In diese Gruppe des im Sinne *Kyrles*<sup>50)</sup> deponierten Höhleninhaltes gehören die für die Höhle sehr kennzeichnenden Geröll-, Konglomerat-, Sand-, Sandstein- und Lehmlagerungen. Die Arten der „primären“ Vorkommen dieser Sedimente in den verschiedenen Höhlenräumen bieten einerseits im Rahmen der Entwicklungsgeschichte der Höhle wertvollste Zeugen für eine früher bestandene höhere Sedimenterfüllung und spätere Ausräumung, andererseits erhalten wir aber auch wieder aus ihren „sekundären“ Vorkommen brauchbare Hinweise für die weiteren Umlagerungen der alten Ablagerungen in der Höhle zu Zeiten von Hochwässern, als Hochwassermarken u. a. m.

Die „primären“ Vorkommen von **Einschwemmungen**: Mit dieser Bezeichnung möchte ich jene alten Ablagerungen belegen, die seit dem Zeitpunkte ihrer ursprünglichen Einschwemmung keine wesentlichen späteren Umlagerungen erfahren zu haben scheinen. Hierher gehören in erster Linie die in den Höhlenräumen weitest verbreiteten, verschieden groben, polymikten Konglomerate, ferner sandsteinartige Verfestigungen sandig-toniger Sedimente. Die Konglomerate kleben vielerorts, bald hoch oberhalb der felsigen Höhlensohle an der Raumdecke, in Deckenkolken, in örtlich verschiedenen Höhen an den Höhlenwänden und in Wandkolken, bald verkleben sie die höheren Partien der steilen, die Raumformen in der Höhle vielfach weitgehend bestimmenden Schichtfugen (so z. B. in der Säulenhalle im obersten Teil des südlichen Höhlenastes). In einem geradezu klassischen Aufschluß überlagern sie die  $\frac{1}{2}$  m mächtigen Sinterdecken am Westende des Sees. Unter den Komponenten der Konglomerate finden sich sehr reichlich hellgraue Kalke, zum Teil Dachsteinkalke, hell- bis dunkelgraue, weißgeäderte Kalke, wohl Gutensteinerkalke, rote und grüne Werfener Schiefer, rosaröte bis dunkelrote, vielleicht jurassische Kalke und radiolaritische Gesteine, bunte Gosaukonglomerate und schließlich noch aus der Höhle selbst stammende umlagerte Sinterbruchstücke. Die einzelnen Komponenten, die einerseits bis Kindskopfgröße erreichen, andererseits alle Größenabstufungen bis zu Kiesen und Sanden besitzen, sind mehr oder weniger gut kantengerundet. Diese Schotter, die in der Höhle zur Konglomeraten verfestigt wurden, möchte ich als Einschwemmungen von ursprünglich obertags lagerndem Moränenmaterial durch Schächte und Schicht-

fugen auffassen\*). Vielleicht stellen dabei auch Teile der bergkreideartigen Ablagerungen, wie schon angedeutet, eingeschwemmte glaziale, seekreideartige Sedimente dar. Diese Vermutung ist aber noch nicht durch entsprechende Untersuchungen erhärtet.

Analoges hätte auch für jene sandig-tonigen Ablagerungen zu gelten, die in der Höhle zu tonigen Sandsteinen verfestigt wurden.

In ihren Restvorkommen zeigen alle diese Ablagerungen auch nur wieder, daß die Höhlenräume in einem früheren Zeitpunkte weitgehend mit diesen Sedimenten erfüllt waren, welche dann später energisch ausgeräumt wurden, wobei nur spärliche Reste in geschützten Lagen als alte Marken erhalten blieben.

Die Ereignisse der großen Einschwemmungen und mancherorts fast totalen Raumerfüllung können ebensowenig wie die der Hauptausräumung nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse bestimmten nacheiszeitlichen Klimaperioden zugeordnet werden.

Die „sekundären“ Vorkommen von Einschwemmungen: Mit dieser Bezeichnung möchte ich alle jene Sedimente umfassen, die größtenteils aus der Aufarbeitung und Umlagerung der alten („primären“) Einschwemmungen herkommen, zum geringen Teile nur wohl wirklich junge Einschwemmungen von obertags darstellen. In manchen Fällen, besonders bei den lehmigen und sandigen Ablagerungen, werden diese Unterscheidungen kaum, bzw. nur sehr schwer durchführbar sein.

Von den aufgearbeiteten Konglomeraten herkommend, liegen in der Höhle verschiedenenorts (so z. B. im südlichen Höhlenast nach der Abzweigung vom Hauptgang, im Abstieg zur Steilen Schichtfuge, bei der Inschriftenwand) größere Schotteransammlungen. Die Einzelkomponenten haben durch die wiederholten Umlagerungen bessere Rundungen (auch Ei- und Plattelschotterformen) erhalten. Die petrographische Zusammensetzung der Schotter entspricht jener der Konglomerate. Von dem Vorkommen bei der Inschriftenwand stammt z. B. ein von J. Fröhlich aufgefundenes Gerölle einer großen Koralle der Zlambachschichten. (*Montlivaultia norica* Frech; freund-

---

\*) Ein Teil des reinen Dachsteinkalkschotters entstammt wohl der Höhle (Mutergestein Dachsteinkalk), ferner haben aber auch die mäßig gerundeten bis rucksackgroßen Versturz-Blöcke (auch Dachsteinkalk) ihre Rundungen in der Höhle „in situ“, durch wiederholtes Herumdrehen, gegenseitige Abschleifungen u. a. m. zu Zeiten kräftigerer Wasserführung erhalten und sind damit keine Beweise für Einschwemmungen.

liche Bestimmung durch Herrn Dir. Prof. Dr. O. Kühn, Naturhistorisches Museum Wien.)

Bei den örtlich ziemlich mächtigen Sand- und Lehmablagerungen kann die „primäre“ oder „sekundäre“ Lagerung meist nicht mehr sicher entschieden werden. Über die Vorkommen feinsten, lehmiger Flußtrübe als Hochwassermarken wurde schon an anderer Stelle berichtet.

An den Lehmen und Sanden wurden, mit Ausnahme der chemischen Analyse eines Lehms aus der Kriechstrecke im nördlichen Höhlenast durch R. Hock, keine weiteren Untersuchungen ausgeführt. Schlämmanalytische und Schweremineraleuntersuchungen wie chemische Analysen wären im Zusammenhang mit weiteren Studien in der Höhle sicherlich sehr aufschlußreich.

### **Chemische Untersuchungen an Wassern und Sedimenten aus der Kreidelucke.**

Von

Rudolf H o c k.

Die Proben wurden anlässlich der beiden Befahrungen am 11. Februar und am 8. Juli 1949 von Dr. Heinrich Salzer entnommen und in analytisch einwandfreiem Zustande zur Untersuchung vorgelegt. Die Wasserproben befanden sich in vorher sorgfältig gereinigten Flaschen, in denen das Wasser bis in den Flaschenhals gefüllt war. Die Flaschen waren mit gut schließenden Korken verpfropft und sorgfältig verparaffiniert.

Die angewandten Untersuchungsmethoden finden sich am Schluß im Schrifttumsnachweis<sup>65)</sup> bis <sup>70)</sup> verzeichnet.

Die Probe A ist ein Bachwasser, von dem man vermutet, daß es aus den verschiedenen Gerinnen der Kreidelucke stammt, während die Probe B das Wasser eines solchen Gerinnes aus der Höhle ist.

Die Wasserprobe A wurde am 11. Februar 1949 an der Mündung des Schwarzbaches in die Steyr entnommen. Die Wassertemperatur betrug +7°. Die Ergiebigkeit wurde mit 10 Sekundenlitern angegeben. Das Wasser war klar, geruchlos, geschmacklos, farblos und ohne Bodensatz.

Die Wasserprobe B wurde ebenfalls am 11. Februar 1949 entnommen, und zwar aus dem Gerinne des Schachtes. Die Quellen-

Tabelle 2

Ionen:	Milligramm pro Liter Probenbezeichnung				Milliäquivalente Probenbezeichnung				Milliäquivalentprozent Probenbezeichnung							
	A	B	A <sub>1</sub>	C	D	A	B	A <sub>1</sub>	C	D	A	B	A <sub>1</sub>	C	D	
<b>Kationen:</b>																
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,00	2,00	1,00	1,00	2,12	0,056	0,111	0,055	0,055	0,119	1,64	2,74	2,06	1,14	2,62	
Na <sup>+</sup>	9,75	7,56	10,05	20,61	13,13	0,424	0,329	0,437	0,896	0,571	12,46	8,07	16,27	18,45	12,25	
Ca <sup>++</sup>	42,80	53,20	35,80	57,50	65,00	2,140	2,660	1,790	2,878	3,244	62,85	65,26	66,94	59,23	71,29	
Mg <sup>++</sup>	8,15	9,90	3,33	10,20	5,55	0,670	0,814	0,274	0,340	0,456	19,68	19,95	10,24	17,30	10,02	
Fe <sup>++</sup>	1,47	0,14	1,21	1,17	1,38	0,054	0,050	0,052	0,042	0,050	1,59	1,25	1,92	0,86	1,11	
Al <sup>+++</sup>	0,80	0,10	0,62	1,33	1,12	0,060	0,111	0,069	0,147	0,123	1,78	2,73	2,57	3,02	2,71	
<b>Anionen:</b>																
Cl <sup>-</sup>	14,20	17,80	12,10	14,20	10,70											
SO <sub>4</sub> <sup>==</sup>	7,82	7,40	4,12	6,18	5,35	0,400	0,501	0,341	0,400	0,301	11,77	12,26	12,70	8,34	6,60	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	173,20	208,50	137,40	264,00	253,00	0,164	0,154	0,086	0,128	0,112	4,83	3,78	3,20	2,67	2,40	
Ionen-summe	259,19	306,60	205,63	376,19	357,35	2,846	3,420	2,250	4,330	4,150	83,40	83,96	84,10	88,99	91,00	
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	7,80	10,00	6,50	10,73	10,53	3,404	4,075	2,677	4,858	4,563	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Summe	266,99	316,60	212,13	386,92	368,88											

temperatur betrug  $+6^{\circ}$  C. Die Ergiebigkeit wurde mit zirka 1 Sekundenliter angegeben. Das Wasser war trüb, geruch- und geschmacklos, enthielt Schwebstoffe und reichlich Bodensatz.

Die nun folgenden drei Wasserproben wurden nach einer längeren Regenzeit am 8. Juli 1949 entnommen:

A<sub>1</sub> stammt wieder aus der Schwarzbachquelle. Die Temperatur war  $+8^{\circ}$  C und die Ergiebigkeit wurde mit 12 Sekundenlitern angegeben. Das Wasser war farblos, klar, geruch- und geschmacklos und führte nur wenig Bodensatz. Das Wasser reagierte auf Phenolphthalein alkalisch. Es enthielt merkliche Mengen organischer Stoffe, welche sich beim Glühen des Abdampfrückstandes durch Verkohlungs bemerkbar machten.

Die Wasserprobe C, ein Tropfwasser, wurde an einer Stelle mit ganz jungen Sinterbildungen im vorderen Seegang entnommen. Die Temperatur betrug  $+8^{\circ}$  C. Das Wasser war klar und farblos, hatte aber einen leicht moderigen Geruch und geringen Bodensatz; es reagierte ebenfalls auf Phenolphthalein alkalisch.

Die Wasserprobe D, ebenfalls ein Tropfwasser, stammt von einer Tropfstelle im kleinen Wassergang. Die Wassertemperatur betrug  $+8^{\circ}$  C. Das Wasser war klar, farblos, hatte ebenfalls leicht moderigen Geruch und schwachen Bodensatz. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung sind in den Tabellen Nr. 2 und Nr. 3 zusammengestellt. Auf Angaben in Konzentrationsprozenten und Millimolwerten wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet; die entsprechenden Zahlen sind jedoch aus den anderen Angaben mühelos zu errechnen. Die Alkalien wurden zusammen als Na<sup>+</sup> (Natrium) angeführt.

Tabelle 3

Probebezeichnung	A	B	A <sub>1</sub>	C	D	
ph-Wert	8,00	7,75	8,50	8,30	7,75	
Säurebindevermögen*)	2,84	3,42	2,25	4,32	4,15	
Kohlensäure geb.	65,2	75,3	49,5	95,1	91,1	mg/L
Kohlensäure + $\frac{1}{2}$ geb. CO <sub>2</sub>	125,0	105,5	99,1	190,2	182,2	mg/L
Karbonation CO <sub>3</sub> ''	85,1	102,7	67,5	129,8	124,2	mg/L
Bicarbonation HCO <sub>3</sub> '	173,2	208,5	137,4	264,0	253,0	mg/L
Kalسيومoxyd Ca O	60,00	74,5	50,1	80,5	91,0	mg/L
Magnesiumoxyd Mg O	13,5	16,4	5,5	16,9	9,2	mg/L
Gesamthärte**)	7,9 <sup>0</sup>	9,8 <sup>0</sup>	5,8 <sup>0</sup>	10,4 <sup>0</sup>	10,4 <sup>0</sup>	

\*)  $\frac{n}{10}$  HCL/100 cm<sup>3</sup> Wasser.

\*\*) Deutsche Härtegrade.

248 W. Gressel, R. Hock, H. Salzer, H. Trimmel u. J. Vornatscher,

Natriumbicarbonat $\text{NaHCO}_3$	1,7	0,0	16,0	51,2	37,0	mg/L
Abdampfrückstand	144,0	152,6	121,5	180,0	190,0	mg/L
Glührückstand	80,6	87,6	75,0	105,0	115,0	mg/L
Glühverlust	63,4	65,0	46,5	75,0	75,0	mg/L
Glühverlust v. H.	44,0	42,6	38,2	41,6	39,5	%
Kaliumpermanganatverbrauch	9,8	16,5	7,6	13,9	11,7	mg/L
Sauerstoffbedarf	2,5	4,2	1,9	3,5	3,0	mg/L

Ein Vergleich der Analysenwerte zeigt, daß die Wasserproben untereinander nicht sehr verschieden sind. Probe C enthält von allen Proben am meisten gelöste Ionen und hat den größten Salzsäureverbrauch bei der Neutralisation, da es am meisten Natriumbicarbonat gelöst enthält. Probe D ist besonders reich an gelöstem Kalciumbicarbonat und verarmt an Magnesiumionen. Hingegen kann man bei der Probe A<sub>1</sub> deutlich die durch den vor und während der Probeentnahme gefallenen Regen verursachte „Verdünnung“ feststellen.

Die Sommerproben aus der Höhle sind reicher an gelösten Ionen und es ist anzunehmen, daß der vor und während der Entnahme gefallene Regen wohl das Bachwasser verdünnen konnte, aber in der Höhle infolge der Gesteinsüberlagerung noch nicht wirksam war.

Die aus dem Kamin in einem kleinen Gerinne abfließenden Wässer schwinden am Grunde der großen Schichtfuge und dürften mit den Wässern des Schwarzbaches in Zusammenhang stehen. Wie die Analysenwerte zeigen, bestehen zwischen den Wässern geringe Unterschiede, welche die Vermutung eines Zusammenhanges mit der Schwarzbachquelle chemisch durchaus möglich erscheinen lassen. Zweifellos speisen noch andere Wässer die Schwarzbachquelle, was allein schon aus den Unterschieden in den Schüttungsmengen des Höhlengerinnes und des Baches hervorgeht. Sicher wird die chemische Natur des Schwarzbachwassers durch die anderen Zuflüsse beeinflusst. Da aber jener Teil des Stockes des Kleinen Priels, in dem die Kreidelucke liegt und der auch das Einzugsgebiet der Wässer und Zuflüsse des Schwarzbaches sowie aller Kluft- und Tropfwässer der Kreidelucke darstellt, geologisch einheitlichen Aufbau besitzt und damit auch in gesteinschemischer Hinsicht nur geringe Verschiedenheiten aufweisen dürfte, ist auch eine weitgehende chemische Übereinstimmung der in den Wässern gelösten Stoffe sehr wahrscheinlich, so daß das Gesamtbild des Baches durch die verschiedenen noch möglichen Zuflüsse nicht wesentlich beeinflusst wird.

Die vermutete therapeutische Wirkung des Wassers läßt sich auf Grund der angeführten chemischen Zusammensetzung, die allerdings nicht auf absolute Vollständigkeit Anspruch erheben kann, nicht bestätigen. Die geringen Mengen Natriumbicarbonat, welche in der Schwarzbachquelle gefunden wurden, sind belanglos. Das Wasser ist weder eine Mineralquelle, noch ist anzunehmen, daß eine wirksame Radioaktivität in diesem Wasser vorhanden ist. Nach balneologischen Gesichtspunkten ist das Wasser als akrotisch (kraftlos) anzusprechen. Es ist aber durchaus möglich, daß die in der Chronik und mündlichen Überlieferung aufgezeigten Heilerfolge rein physikalisch hydrotherapeutischer Natur sind.

Neben den Wässern wurden auch Höhlensedimente untersucht, welche bei der ersten Befahrung am 11. Februar 1949 ebenfalls von Dr. Salzer entnommen wurden. Die Proben waren in Pulvergläsern mit eingeschlifftem Glasstopfen in analytisch einwandfreiem Zustand übergeben worden.

Es wurde keine vollständige chemische Analyse durchgeführt, sondern nur die Bestimmung einiger Werte vorgenommen, welche eine Charakterisierung der Substanz ermöglichen, und zwar: Feuchtigkeit (Trocknen der Substanz bei 110° C bis zur Gewichtskonstanz), Glühverlust, Salzsäureunlösliches und Kohlensäure (gasanalytisch).

Die Sedimentproben wurden an folgenden Stellen entnommen:

Probe 1: Aus der Schulerlucke vom Boden des Gerinnes.

Probe 2: Von dem Kreidelager bei Vermessungspunkt 31 c im Großen Wassergang.

Probe 3: Lehm aus dem Krummen Gang beim Vermessungspunkt 25.

Probe 4: Aus dem Durchschlupf beim Lehmschacht beim Vermessungspunkt 28.

Probe 5: Im Lehmschacht beim Vermessungspunkt 28.

Die Wiedergabe der gefundenen Werte erfolgt in Tabelle 4 und 5. In Tabelle 4 erfolgt die Angabe in Prozentzahlen für die bei 110° C zur Gewichtskonstanz getrocknete Substanz, in Tabelle 5 sind diese Werte auf die ursprünglichen feuchten Proben umgerechnet. Um einen guten Überblick über die gebundene Kohlensäure zu bekommen, ist in nachfolgenden Tabellen die analytisch gefundene Kohlensäure auf Calciumcarbonat umgerechnet.

Tabelle 4

**Analysenwerte der bei 100° C bis zur Gewichtskonstanz getrockneten Proben:**

Probe Nr.	Salzsäure —		Glüh- verlust	Kohlen- dioxyd	Kalci- um- carbonat
	Unlösliches	Lösliches			
	%	%	%	% Gew.	%
1	2,62	97,38	43,7	39,1	88,7
2	9,68	90,32	40,8	34,2	77,6
3	45,90	54,10	23,6	16,5	37,5
4	6,55	93,45	41,4	37,6	85,5
5	10,20	89,80	40,0	34,1	77,4

Tabelle 5

**Die gleichen Analysenwerte umgerechnet auf höhlenfeuchte Substanz:**

Probe Nr.	Feuchtig- keit	Trocken- substanz	Salzsäure =		Glüh- verl.	Kohlen- dioxyd	Kalci- um- carbonat
			Unlösliches	Lösliches			
	%	%	%	%	%	Gew.	%
1	62,9	37,1	0,97	36,2	16,2	14,5	32,9
2	76,1	23,9	2,32	21,6	9,8	8,2	18,6
3	39,0	61,0	28,00	33,0	14,4	10,1	22,8
4	63,4	36,6	2,40	32,2	15,1	13,8	31,2
5	77,4	22,6	2,40	20,2	9,0	7,7	17,5

Wie aus den Werten zu erkennen ist, schwankt der Feuchtigkeitsgehalt der Proben ganz beträchtlich. Die Probe mit dem größten salzsäureunlöslichen Rückstand hat den geringsten Wasser- und Kohlensäuregehalt. Die Probe 3 kann als ein mit einem Drittel seines Gewichtes durch Kalziumcarbonat verunreinigter Ton bezeichnet werden. Die anderen Proben zeigen ebenfalls Schwankungen untereinander. Man kann sie aber alle als ein durch mehr oder weniger große Tonbeimischung verunreinigtes Kalziumkarbonat bezeichnen. Der Wassergehalt dieses Kalziumcarbonates ist sehr hoch, so daß es schon sehr an die Grenze zur Bergmilch zu liegen kommt.

SCHRIFTTUM und HINWEISE (II. Teil):

<sup>49)</sup> Gressel W.: Meteorologische Beobachtungen in der „Kreidelucke“ im Toten Gebirge. „Wetter und Leben“, Jg. 2 (1949), S. 72.

<sup>50)</sup> Gressel W.: Ein Beitrag zur Kenntnis des alpinen Höhlenklimas (Die zweite Befahrung der Kreidelucke). „Wetter und Leben“, Jg. 2 (1949), S. 169.

- <sup>51)</sup> Trim mel H.: Die Fledermäuse der Kreidelucke. „Natur und Land“, Jg. 35 (1949), S. 177.
- <sup>52)</sup> Arnberger E.: Die Entstehung und räumliche Entwicklung der Kreidelucke. In: Die wissenschaftliche Erforschung der Kreidelucke bei Hinterstoder im Toten Gebirge. I. Teil. Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereines, Bd. 95 (1950), S. 332 u. 333.
- <sup>53)</sup> Vornatscher J.: Zur Verbreitung von *Plusiocampa Strouhali* Silv. Zeitschr. f. Höhlen- und Karstkunde, Jg. 1942/43, S. 172.
- <sup>54)</sup> Stach J.: Die in den Höhlen Europas vorkommenden Arten der Gattung *Onychiurus* Gervais. Ann. Mus. Zool. Polon. Tom X/1934, S. 164.
- <sup>55)</sup> Schmitz H.: Kritisches Verzeichnis der paläarktischen Phoriden. Naturhist. Mandblaad, Jg. 29 (1940/41), S. 128.
- <sup>56)</sup> Schmitz H.: Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Phoriden Österreichs. Ann. Naturhist. Mus. Wien 1948. Bd. 56, S. 380.
- <sup>57)</sup> Siehe Literatur, I. Teil, Nr. 14, S. 12—13.
- <sup>58)</sup> Trim mel H.: Erforschungsgeschichte und Raumbeschreibung. In: Die wissenschaftliche Erforschung der Kreidelucke bei Hinterstoder im Toten Gebirge. Jahrb. d. Oberösterreichischen Musealvereines, Bd. 95 (1950), S. 307—319.
- <sup>59)</sup> Kyrle G.: Grundriß der Theoretischen Speläologie. Speläologische Monographien, Bd. 1, Wien 1923, S. 85.
- <sup>60)</sup> Prinz W.: Les Cristallisations des grottes des Belgique. Nouveaux memoires de la societé belge de geologie, de paleontologie et d'hydrologie Bruxelles 1908.
- <sup>61)</sup> Magdeburg P.: Kalksinterbildung durch Höhlenpflanzen. In: 400 Jahre Höhlenforschung in der Bayrischen Ostmark. Bayreuth 1935. S. 38—41.
- <sup>62)</sup> Biese W.: Über Tropfstein- und Sinterbildungen. Speläologisches Jahrbuch 13/14, Wien 1932/33, S. 85.
- <sup>63)</sup> Bock H.: Charakter des mittelsteirischen Karstes. Mitteilungen für Höhlenkunde, Graz, Jg. 6 (1913), S. 12.
- <sup>64)</sup> Hossé O.: „Der Volkswille“, Jg. 17, Nr. 26 v. 19. April 1947 (Villach) und „Neue illustrierte Wochenschau“ v. 4. September 1949 (Wien).
- <sup>65)</sup> Treadwell, W. D.: Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie. II. Bd. Quantitative Analyse. Wien 1946.
- <sup>66)</sup> Krutsch: Wasser, Kohle, Öl. Berlin 1942.
- <sup>67)</sup> Höll: Wasseruntersuchungen. Dresden 1943.
- <sup>68)</sup> Klut, H.—Olszewski, W.: Untersuchungen des Wassers an Ort und Stelle. Berlin 1945.
- <sup>69)</sup> Brix, Heyd, Gerlach: Die Wasserversorgung. Oldenburg 1943.
- <sup>70)</sup> Bendel, L.: Ingenieurgeologie I. u. II. Band. Wien 1944 u. 1948.
- <sup>71)</sup> Arnberger, E.: Die planmäßige wissenschaftliche Erforschung der Kreidelucke bei Hinterstoder im Toten Gebirge durch Geographen, Geologen und Höhlenkundler. Mitt. d. Geogr. Gesellschaft Wien, Bd. 92/1950, S. 204—206.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereines](#)

Jahr/Year: 1951

Band/Volume: [96](#)

Autor(en)/Author(s): Gressel Walther [Walter], Hock Rudolf, Salzer Heinrich, Trimmel Hubert, Vornatscher Josef

Artikel/Article: [Die wissenschaftliche Erforschung der Kreidelucke bei Hinterstoder im Toten Gebirge. II. Teil. 227-251](#)