

## Neue genetische Probleme bei Laughöhlen nach Entdeckung der bedeutendsten Gipshöhle in den Alpen

Von Walter Krieg (Dornbirn)

### *Zusammenfassung*

In der neu entdeckten Trübbachhöhle, der größten Gipshöhle der Alpen, finden sich alle Formenelemente, die für Laughöhlen typisch sind. Zum Unterschied von diesen ist aber die Trübbachhöhle nicht niveaugebunden und außerdem von Bächen durchflossen anstatt von Stehwasser erfüllt. Die Beobachtungen sollten zu einer teilweisen Revision des Laughöhlenbegriffes beitragen, indem Laughöhlen durchaus von fließendem Wasser gebildet sein können. Ihre Höhenlage ist durch dynamische Gleichgewichte zwischen Laugung einerseits und Verstoß oder Lösungsrückständen andererseits bedingt.

Im Marultal, einem Seitental des Großen Walsertals (Vorarlberg), wurde nach Befahrungen durch Einheimische in den Jahren 1958 oder 1959 der inzwischen teilweise verstoßte Eingang 1979 mittels Bagger freigelegt.

### *Geologische Situation*

Die streng horizontal angelegte Trübbachhöhle zieht sich vom Eingang in 1465 m Seehöhe gegen Osten in das mächtige Gipslager, das an der Oberfläche von eindrucksvollen Dolinen (den Gipslöchern) gekennzeichnet ist. Die drei kleinen Höhlenbäche, die sich erst nahe dem Eingang vereinigen, stellen die Entwässerung dieses Versinkungsgebietes dar. Im Hang sind über Kreidemergeln, die nahe dem Talboden anstehen, als freischwebende Klippenzone hangende Hauptdolomitklötze und liegende Raiblerschichten aufgeschlossen. In diesem ungemein beanspruchten Verband sind auch Rote Hornsteinkalke und Aptychenkalke eingebunden. Das Gipslager der Raibler Schichten ist mindestens 100 m mächtig. Morphologisch zeigt sich die Lagerstätte als eine langgezogene Aufbuckelung im Hang, somit als eine Zone von Diapiren: Durch Quellerscheinungen wandert der aus dem Anhydrit entstehende plastische Gips vertikal aufstrebend aus und bildet so eine noch im Postglazial weiterwachsende, moränenfreie Gruppe von Rückfallkuppen mit Gipstrichtern.

Lagerstätten von Gips und von genetisch sehr ähnlichem Steinsalz sind vor allem in den Alpen in weiter Verbreitung bekannt. In den Nördlichen Kalkalpen hatte es schon Ende Skyth günstige Entstehungsbedingungen gegeben, als sich das älteste Triasmeer stellenweise in abgeschlossene Becken wandelte, die schließlich zu Salzseen wurden. Auch in den Steinsalz-Lagerstätten sind Brocken von Anhydrit normal. Im Marultal handelt es sich um ziemlich unreinen, fein gebänderten Gips, nur an wenigen Stellen der Trübbachhöhle sind einige Alabasterkugeln erkennbar.

### *Verkarstung von Gips*

Lösungslandschaften entstehen in Kalkgesteinen, in Gips und in Steinsalz. Gemeinsam ist ihnen das Kennzeichen der unterirdischen Entwässerung und ein Oberflächen-Formenschatz, der zumindest in Kalk und Gips als Dolinenlandschaft sofort auffällt. Auch in Vorarlberg sind neben den Dolinen im Kalkgestein Areale allgemein bekannt, die

durch „Gipslöcher“ pockennarbig sind. Die entsprechenden Karstquellen, die Wiederaustrittsstellen des lösenden und unterirdisch fließenden Wassers, sind beiden Gesteinen ebenfalls gemeinsam. Was den großen Unterschied zwischen Karst in Kalk und Gips augenfällig macht, ist die große Zahl befahrbarer Höhlen als rezente oder fossile Fließstrecken dieses unterirdischen Wassers in den Kalkkarstgebieten, während im Gipskarst solche Höhlen sehr selten sind. Für diesen charakteristischen Unterschied gibt es mehrere Ursachen:

Die chemische Lösung im Kalk geht langsam und quantitativ eng begrenzt vor sich, so daß eine selektive Korrosion standfeste Höhlenformen zu erzeugen imstande ist. Gips hingegen wird durch physikalische Lösung angelaut, so daß fast ohne Rücksicht auf geologische Strukturelemente im Gestein Lösungsformen entstehen, die dem Verbruch in hohem Maß ausgesetzt sind. Dabei geht diese physikalische Lösung sehr rasch vor sich, und das Karstwasser als Lösungsmittel kann große Mengen von Gips, nämlich bis zu 2 g/l, mit sich führen. Somit ist Gips 10- bis 30fach leichter löslich als Kalk.

Wenn der aus tektonischen oder wohl auch aus primär-sedimentären Gründen vorerst anstehende Anhydrit  $\text{CaSO}_4$  (wasserfreier Gips) im Kontakt mit Wasser vergipst ( $\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$ ), dann nimmt sein Volumen auf das 1,5fache zu, so daß ein starker Quellungsdruck resultiert, der zu intensiven Fältelungen führt. Diese internen Bewegungen im Gipskörper verdrücken und verbrechen die Hohlräume in der Regel rasch, so daß vorhandene Höhlen nur in Ausnahmefällen größere Räume aufweisen.

Da der Gips meist unrein ist, sammeln sich die Laugrückstände (überwiegend Tone und Sande), decken angelautete Flächen ab und schützen sie vor weiterer Anlaugung.

Die leichte Löslichkeit bedingt, daß der Sättigungspunkt rasch erreicht wird und die Lösungskraft erschöpft ist. Das unterirdische Wasser fließt also bereits nach kurzer Strecke in gesättigtem Zustand und kann sich an der Höhlenbildung nicht beteiligen. Die Entstehung längerer Korrosionshöhlen im Gips ist demnach prinzipiell schwer vorstellbar.

### *Gipshöhlen*

Die Typen der Gipshöhlen sind die bedeutenden Klufthöhlen, die kleinen eigenartig runden Quellungshöhlen (Kuppeln, die nur von dünnen aufgewölbten Gesteinsschichten überlagert sind), und schließlich die wenigen Laughöhlen. Zu diesen gehören die größten Höhlen im Gips.

In Europa ist ein bekannter Gipshöhlenbereich der Südharz, wo große Laughöhlen auch zu Schauhöhlen ausgebaut sind. Hier seien die Barbarossahöhle im Kyffhäuser und die Heimkehle genannt, die über 4 km Gesamtlänge aufweist. Wenig Informationen stehen über die sehr sonderbaren Hohlräume im Gipsgestein in Podolien (UdSSR) zur Verfügung. Die Optimističeskaja Peschtschera ist mit ihren derzeit 147 km Ganglänge die drittlängste Höhle der Welt überhaupt, die Ozernaja Peschtschera mit 103 km die viertlängste. Beide sind regelmäßig und rechtwinkelig vergitterte Labyrinth. Über die Genese dieser aus dem Rahmen fallenden Höhlen ist nichts Konkretes bekannt.

Innerhalb der Alpen sind trotz zahlreicher Gipsvorkommen vor allem in den Werfener, aber auch in den Raibler Schichten nur sehr wenige Gipshöhlen entdeckt worden. In Österreich war bis zur Aufdeckung der Trübbachhöhle die Gfatterhofhöhle in der Osterhorngruppe bei Abtenau mit 110 m die längste. Diese 1938 entdeckte Höhle ist inzwischen allerdings teilweise verstürzt, andere Höhlenteile sind zwischenzeitlich entdeckt worden. In Gips und Haselgebirgston der Werfener Schichten gibt es in dieser

Höhle, die 1952 unter Schutz gestellt wurde, auch einen temporären Bach, der den Laugdeckengang fallweise vollständig erfüllt. Dort zeigen die Profile schöne Laugdecken. Der nahe Quellaustritt liegt auf gleicher Höhe.

Die Schratzensteinhöhle bei Grünbach (Niederösterreich) scheint bei 35 m Länge ebenfalls Raumerweiterung durch Laugung zu zeigen. Ein Raum dieser Höhle wird vom Schratzenbach durchflossen.

Die kleine Trübenbachhöhle am Ötscher ist im Dachsteinkalk entwickelt, der aber von Gips unmittelbar unterlagert wird, so daß morphologische Auswirkungen auf die Höhle vom Gipslager herrühren.

In der im Kalk entwickelten Kraushöhle bei Hieflau war in einem Höhlenteil, nämlich in der 15 m langen und 15 m breiten Halle des „Elysiums“ und der „Haupthalle“, ein Gipslager an der Raumbildung beteiligt.

Beim Abbau wurde vor Jahrzehnten innerhalb des großen Obertag-Gipsbruches am Grundsee angeblich eine „Kristallhöhle“ angefahren, über die jedoch nichts Näheres bekannt ist und die inzwischen vollständig abgebaut wurde<sup>1)</sup>.

Die Kohlerhöhle bei Erlaufboden ist eine Schichtgrenzhöhle, wobei die Decke aus Gutensteinerkalk besteht, die Basis jedoch teilweise aus Gips der Werfener Schichten. Auch hier ist Gips nur am Höhlensediment beteiligt, steht aber ebensowenig wie in der Kraushöhle als Muttergestein an.

Eine Schauhöhle in Gipsstein befindet sich bei Sion (Schweiz): Die Höhle St. Leonard scheint in einer riesigen Verwerfungszone angelegt zu sein. Im wesentlichen besteht sie aus einem 230 m langen und durchschnittlich 15 m breiten See, die Gesamtganglänge beträgt ca. 300 m. 1943 wurde sie erforscht, 1950 als Schauhöhle erschlossen<sup>2)</sup>.

Somit ist die Trübbachhöhle im Marultal (Vorarlberg) mit 419 m Gesamtganglänge die größte bekannte Gipshöhle der Alpen und eine der größten Europas.

### *Raumbeschreibung*

Mit geringer Steigung, die dem natürlichen Gefälle der Höhlenbäche entspricht, reicht die Höhle mit zwei Armen in den Berg. Der kürzere Südgang ist auf seine ganze Länge von 60 m von einem kleinen Bach durchflossen, der am Höhlenende an der Nordwand siphonartig entspringt. Verstürze treten in diesem Gang zurück, was damit zusammenhängt, daß der Gips hier wesentlich kompakter ist. An etlichen Stellen, vor allem zwischen VP 3 und 4, sowie bei Profil c wachsen an der Decke bis zu kubikmetergroße Laugrückstände heraus, vor allem rote Kalkblöcke, die nur kantengerundet sind. Wohl wegen des mächtigen, vorwiegend schottrigen Sediments, das überall die Höhlensohle bildet, bleiben die Raumbreiten gering, nämlich zwischen 0,5 und 2 m. Die Raumbreiten des mäandrierenden Ganges sind einheitlich um die 4 m.

Auch der 359 m lange Hauptgang zeigt meist Raumbreiten um 4 m. Lediglich im hintersten Teil (Kulissenhalle und Wasserdom) sind breit gespannte gewölbte Decken mit 8–10 m vorhanden. In den unverstürzten Teilen, vor allem im Laugdeckengang, sind die Raumbreiten recht einheitlich zwischen 1,8 und 2,5 m. Neben Schottern bilden größere Sandlager die Höhlensohle, geschichtete Lehme mit sandigen Zwischenlagen stellen an seitlichen Positionen etwas höhere, vom Bach angenagte Sedimentlagen dar. Bei VP 26

<sup>1)</sup> Alle Angaben über Gipshöhlen in Österreich stellten freundlicherweise K. Mais und H. Trimmel zur Verfügung.

<sup>2)</sup> Freundliche mündliche Mitteilung von A. Bögli.

vereinigt sich jener kleine Höhlenbach, der vom Versturz am Höhlenende herkommt, mit dem etwa gleich starken Bächlein, das den Gang von VP 26 A her durchfließt. Tropfendes Sickerwasser ist in der ganzen Höhle kaum vorhanden, in der Schlothalle kommen aus drei Schloten, von denen zwei bis 4–5 m Höhe gerade noch befahrbar sind, kleine Sickerwassergerinne aus der Decke.

Verstürze sind an Klüfte am Höhlenende gebunden, an den Bereich zwischen Kulisenhalle und VP 26, sowie an den Eingangsbereich bis zur Schlothalle, bis zu der auch die winterliche Frostzone zu reichen scheint. Dieser Eingangsteil ist oberflächennahe, so daß die Verstürze vom Tag her sich auswirken. Um VP 12 kommen über eine größere Fläche auch Baumwurzeln in den Höhlenraum.

Unter den außergewöhnlichen alpinen morphologischen und klimatischen Bedingungen zeigt die Trübbachhöhle als Horizontalhöhle den gesamten Formenschatz des Laughöhlentyps, der vor allem vom Harz beschrieben ist.

### *Raumformen in Gipshöhlen*

Laughöhlen zeigen auffallend ebene Deckenflächen, die als Laugdecken bezeichnet werden und die auch unterhalb von Wandvorsprüngen im selben Profil mehrfach übereinander auftreten können. Ihr seitlicher Abschluß ist eine Hohlkehle, die in der Trübbachhöhle in den meisten Fällen 10 cm hoch ist, und von dieser springen unter Winkeln von 30–45° einheitliche Schrägen höhleneinwärts ein. Diese sich öfters lang hinziehenden schrägen Flächen werden als Laugfazetten bezeichnet. Nicht nur in der Trübbachhöhle sind sie in gleicher Neigung von lehmigem Sediment in einigen Zentimeter Mächtigkeit bedeckt. Im Laugdeckengang besitzt dieses Sediment sandige Zwischenlagen, so daß die deckenden Lehmschichten polygonal aufspringen und durch Trocknung sich zu Tonplatten aufwölben. Auch die Laugfazetten können innerhalb des gleichen Profils mehrfach übereinander angeordnet sein (z. B. Profil c auf dem Plan).

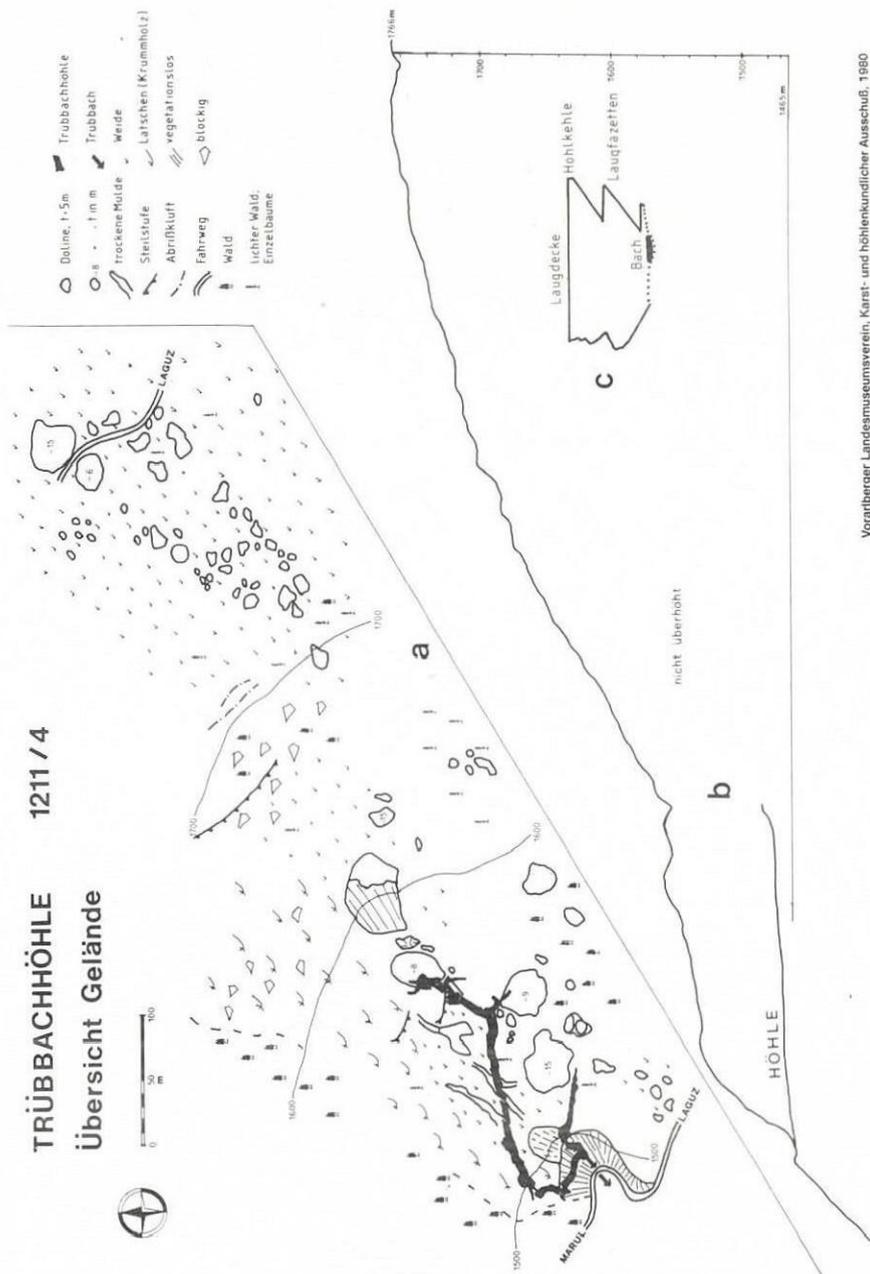
In Laughöhlen sind auch Fließfazetten, die gleich ausgebildet sind wie jene im Kalk, beobachtet worden. Sie kommen in der Trübbachhöhle ausschließlich in Raumverengungen, die mit benachbarten Verstürzen in Zusammenhang stehen, vor, und sind auch dort auf nur eine Wandseite und auf die tieferen Teile des Profils beschränkt.

Auch die Verstürze zeigen einen anderen Charakter als in Kalkhöhlen: Grobblockige Einbrüche treten zurück, das Blockwerk scheint vielmehr in vielen kleinen Einzelbrüchen mehr oder weniger kontinuierlich in den Raum zu kommen, wo es vom Höhlenbach schließlich wieder weggelaugt wird. Eine besondere Stellung nimmt der Versturz am Höhlenende ein: Neben Gips finden sich im Versturzmateriel bis zu kubikmetergroße Hauptdolomitblöcke, die vom Hangenden des Gipslayers herrühren. Dieser Versturz reicht demnach zwar nicht bis zur Erdoberfläche, bezieht aber von dort, aus dem Gebiet südöstlich des Gronggenkopfes, Hangschutt.

Über Laugdecken und Laugfazetten als typische Formelemente von Gipshöhlen wurde bereits vielfach gearbeitet. Laugdecken sind analoge Formen zum Himmel der künstlichen Laugkammern (Sinkwerke) in alpinen Salzbergwerken. Die ursprüngliche Ansicht von K. Gripp setzt die Höhe der Laugdecke mit der Spiegelhöhe stehenden Wassers gleich. Kempe kommt zum gleichen Ergebnis, auch in seinem Konzept sind Laughöhlen nicht durch freifließende Gravitationsgerinne entstanden. Er rechnet bei der Versorgung mit Frischwasser vorwiegend mit vertikalem Wasserdurchsatz an Firstklüften. Verständlicherweise wurden sie bald als Ergebnis phreatischer Verhältnisse angesehen, als Wirkung von Wasser, das im Gesteinskörper unter Druck steht. Die herausgelaugten Lösungsrückstände in diesen ebenen Decken weisen in die gleiche Richtung. Mehrfache

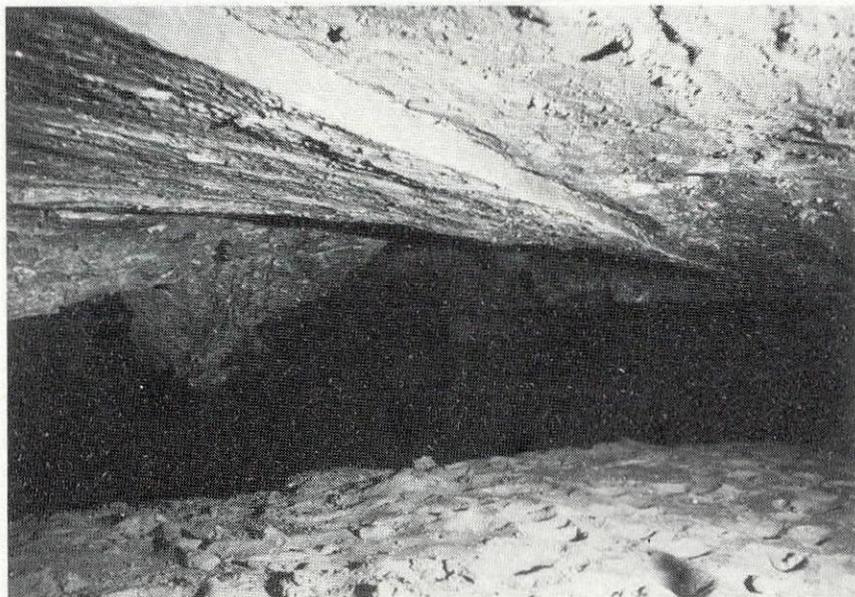
1211 / 4

**TRÜBBACHHÖHLE**  
Übersicht Gelände

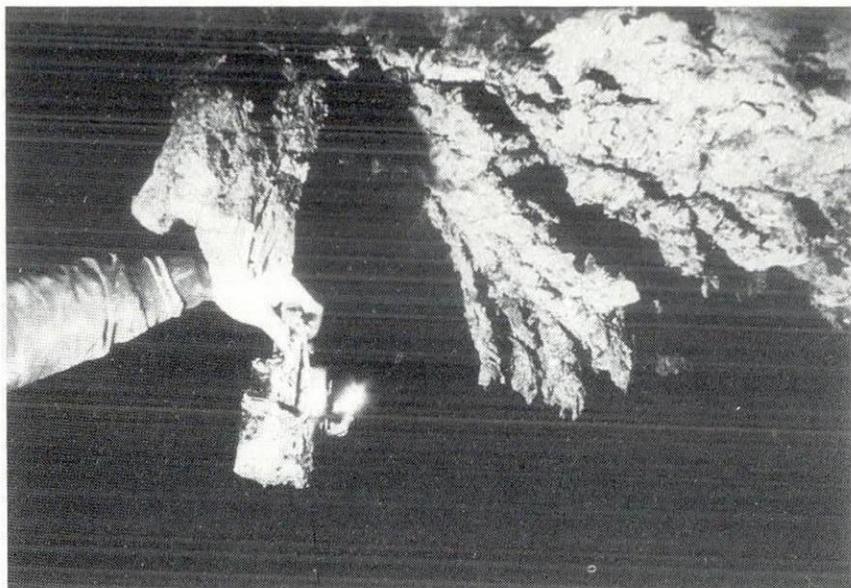


Laugdecken übereinander mußten dann allerdings mit verschiedenen Wasserständen und als Ergebnis von Verstellungen des Wasserspiegels durch tektonische Vorgänge oder der Höhe des Vorfluters gedeutet werden, was zu wenig realistischen Konstruktionen führte. Die natürliche Spiegelschwankung des Stehwassers mußte ebenso unberücksichtigt bleiben wie der häufige Befund, daß sich Laugdecken auch innerhalb benachbarter Höhlenteile kaum zu einheitlichen Niveaus zusammenfassen ließen. Biese führte die verschiedene Höhlenlage benachbarter Laugdecken folgerichtig auf die Wirkung lokaler Auslaugungstektonik zurück, ohne von einer genauen Bindung der Laughöhlen an den Vorfluter abzurücken. Denn tatsächlich ist diese im Harz evident, der Vorfluter besteht dort in mehreren Fällen aus episodischen Seen in nahen Talböden, von denen aus eine jahreszeitliche Zirkulation des Stehwassers innerhalb der Höhlen stattfindet. Dadurch erst wird die Versorgung der Höhlen mit ungesättigtem Frischwasser vorstellbar; die älteren Anschauungen, daß Laughöhlen durch Höhlenflüsse gebildet worden seien, konnten damit hinfällig werden.

Allerdings sind daneben auch flach gewölbte Decken nicht nur in der Trübbachhöhle (Kulissenhalle und Wasserdom) in enger Verbindung mit den flachen Laugdecken typisch, sondern auch in anderen Gipshöhlen. Biese läßt sie durch Verbruch aus Laugdecken hervorgehen, was mechanisch schwer vorstellbar ist. Denn ebene Decken, die in einem wenig widerstandsfähigen Gestein verstrühen, würden zu eher steilen, domartigen Gewölben umgeformt werden. — Aus solchen weit gespannten Gewölbedecken wittern



*Abb. 1: Die Laugdecken der Trübbachhöhle, aus denen Laugrückstände herausragen, betonen die Struktur von Bändergips. Im Bild ist die Decke durch einen Harnisch geteilt, links im Hintergrund bereiten sich Nachbrüche vor. Die Sohle besteht aus einem mächtigen Paket lehmig-sandigen Sediments. Foto: W. Krieg*



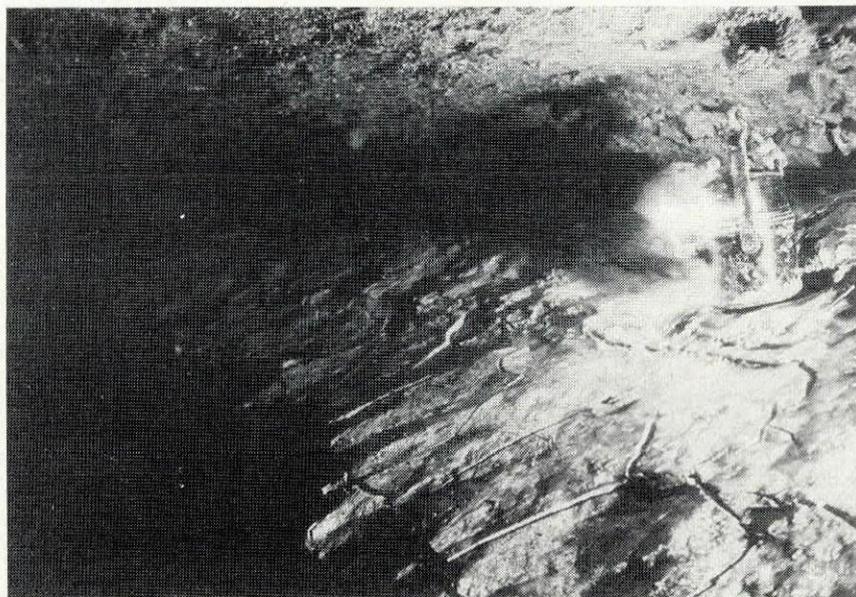
*Abb. 2: In der Kulissenhalle krümmen sich aus der Decke absturzbereite Gipsblöcke, häufige, aber kleine Verstürze verursachend. Die abschälende Kraft ist im Quellungsdruck während der Umwandlung von Anhydrit in Gips zu suchen. Foto: W. Krieg*

oft dünne Schalen vom Gipskörper ab, bilden aus der Decke gekrümmte Kulissen („Kulissenhalle“) und bereiten sich zu grobblockigen Nachbrüchen vor. Biese bringt diese charakteristische Erscheinung mit dem Quelldruck bei der Umwandlung von Anhydrit in Gips in Zusammenhang. In diesem Fall müßte die Vergipsung an der Höhlendecke auf eine dünne Gipshaut über Anhydrit beschränkt sein.

Die Erklärung der charakteristischen Laugfazetten steht mit der Erklärung der Laugdecken in untrennbarem Zusammenhang. Ihre Schräge wurde als Abbildung der Schichtung des Wassers nach seinem spezifischen Gewicht angesehen. Denn das leichtere, weil reinere Wasser als die oberste Schicht des stehenden Wasserkörpers entfaltet wesentlich mehr Lösungsaktivität als das mit gelöstem Gips belastete und deshalb schwerere Wasser tieferer Schichten. Als idealisiertes Querprofil innerhalb von Laugungsräumen wird damit ein auf der Spitze stehendes Dreieck angesehen. Wegen der erwähnten Schwierigkeiten durch häufiges Vorkommen von Mehrfachfazetten und Mehrfachlaugdecken und weil der Neigungswinkel der Fazetten zwischen 40 und 50° ziemlich konstant ist, „soweit keine Störung durch fließendes Wasser vorliegt“, verwirft Reinboth einen ursächlichen Zusammenhang mit einer niveauabhängigen Laugintensität und erklärt die Fazettenneigung mit der Schutzschicht an ihrer Oberfläche, die sich durch Lösungsrückstände in Form von Lehmlagen bildet. Die Schräge entspricht also dem natürlichen Abrutschwinkel der Lösungsrückstände unterhalb des Wasserspiegels. Danach können sich Doppelfazetten und Mehrfachlaugdecken überall dort bilden, wo diese lehmige Schutzschicht verletzt ist, und mit dieser Feststellung ist auch eine Bindung der Laugdecke an

einen jeweiligen Wasserspiegel und den entsprechenden Einfluß verschiedener Sättigungsgrade innerhalb des Wasserkörpers gefallen. Laugdecken können damit auch wieder Zeugen phreatischer Verhältnisse sein, und tatsächlich verbreitern sich die Querprofile von Laughöhlen nach Kempe durch parallele und kontinuierliche Rückversetzung der Laugfazetten, was natürlich von oben bis unten eine annähernd gleiche Lösungsgeschwindigkeit voraussetzt. Eine bis zu 3 m breite Mehrfachlaugdecke ist im Laugdeckengang der Trübbachhöhle sogar nur wenige Zentimeter über dem Bodensediment und über einem nur 15–30 cm hohen Höhlenraum entwickelt. — Eine wohl für konkrete Einzelfälle, kaum aber eine für die Erscheinung allgemein anwendbare Theorie liefert Völker, der die Hinterlaugung von Klüften und das Abscheren von Versturzböcken für schräge Seitenflächen verantwortlich macht, die dann nach nur geringfügiger Überformung als Laugfazetten in Erscheinung treten sollen. Die Befunde in der Trübbachhöhle widersprechen einer solchen Genese jedenfalls, da dort zwischen Laugfazette und Laugdecke eine deutliche vertikale Hohlkehle allgemein vorhanden ist.

Während Laugrückstände an den Decken auffallen und an den unteren Teilen des Höhlenprofils fehlen, sammeln sie sich im fluviatil transportierten Sediment der Höhlensohle. Dessen gröberes Korn besteht vorwiegend aus den Lösungsrückständen Kalk und Hornstein in einem durchfeuchteten Gipsschlamm. In diesem konnte vor allem im Bereich Kulissenhalle eine Beobachtung bestätigt werden, die Biese in der Gängertalshöhle im Harz gemacht hat: „Die Blöcke am Boden, die zum Teil im Wasser liegen, zeigten ein eigenartiges Verhalten. Beim Betreten versanken sie lautlos und weich wie in



*Abb. 3: Unter der Laugdecke springt eine Laugfazette in den Höhlenraum vor, von der Decke ist sie durch eine Hohlkehle getrennt. Sediment bedeckt die Fazette, die Lehmlagen lösen sich von sandigen Lagen in polygonalen Trockenrissen ab und wölben sich zu „Tonplatten“ auf.*

einem Sumpf.“ Damit ist evident, daß innerhalb dieser Sedimentschichten, die sich von Lösungsrückständen und Verstürzen ernähren, weiterhin intensive Laugprozesse im Gips stattfinden. Wohl auch nur so ist ein ausgereiftes Längsprofil der Gerinne trotz zwischen-geschalteter Verstürze verständlich. Nur im hintersten Teil der Trübbachhöhle ist das Gefälle größer, denn über den Endversturz bildet der Bach eine etwa 6 m hohe Steilstufe aus. Mit ihr steht wohl auch das etwas größere Gefälle im Wasserdome in Zusammenhang, wo sich über die gesamte Raumbreite eine Art Schwemmfächer entwickelt hat, dessen Wurzel eben der Versturz bei VP 29 ist.

Sekundär auskristallisierte Gipsaggregate sind in der Trübbachhöhle auf mikroskopisch dünne, weißliche Überzüge und Zwischenlagen innerhalb der feinschichtigen Lehme und auf diesen beschränkt. Sie konnten sich wohl deshalb kaum entwickeln, weil die Ausscheidung von Gips praktisch nur als Ergebnis von Verdunstung erfolgt, die in einer aktiven Wasserhöhle keine Rolle spielt. In zähem Lehm auf groben Versturzböcken wurden bei VP 21 die Spuren der Erstbefahrung nach 20 Jahren wiedergefunden. Die Handeindrücke waren bereits mit einem weißlichen Überzug bedeckt, der ebenso intensiv schien wie jener auf etwas höher liegenden Lehmlagen.

### *Hydrographie und Lösungsbetrag*

Die innerhalb der Höhle mäandrierenden Bäche vereinigen sich erst beim Eingang und fließen als Trübbach den steilen Hang abwärts, einen rechten Zubringer des Marulbaches bildend. Bei der Befahrung unter trockenen Verhältnissen am 25. 11. 1979 wurde die Wasserführung beim Eingang auf 10 l/sec geschätzt, nach Angaben der Einheimischen schwankt die Wasserführung nicht sehr beträchtlich und steigt auch bei Schneeschmelze nur auf das Dreifache an. Für eine grobe Abschätzung dürfte eine mittlere Wasserführung von 20 l/sec realistisch sein.

Eine am 25. 11. beim Eingang entnommene Probe brachte die erwartete Erkenntnis, daß der Bach mit Gips fast gesättigt war:

Kalzium	430 mg/l
Magnesium	33 mg/l
Gesamthärte	68° dH
Sulfat	1170 mg/l <sup>3)</sup>

Ähnliche Werte zeigen die Stehwässer in den Harzer Gipshöhlen, wo die Gesamthärte zwischen 41 und 91° dH gemessen wurde.

Somit sind im Kubikmeter Bachwasser bei mittlerer Wasserführung 1,6 kg gelöster Gips enthalten. In grober Hochrechnung werden also von diesem Wasser pro Jahr 438 m<sup>3</sup> Gips gelöst. Die befahrbare Höhle hat unter Berücksichtigung der vermuteten Sedimentmächtigkeiten einen gesamten Rauminhalt von ungefähr 3300 m<sup>3</sup>, so daß sie bei der errechneten mittleren Lauglösung in nur acht Jahren entstehen würde. Unter der wahrscheinlichen Annahme, daß 90% der Laugung schon in den nicht begehbaren Zubringern des Wassers und nicht in der Höhle selbst stattfindet, erhöht sich diese „Lebensdauer“ der Höhle nur auf einen eher bedeutungslosen Wert in der Größenordnung von 100 Jahren.

Immerhin vermittelt diese Hochrechnung eine gewisse Sicherheit, daß die befahrbaren Teile der Trübbachhöhle innerhalb weniger Jahrzehnte oder Jahrhunderte ent-

<sup>3)</sup> Untersuchung der Chemischen Versuchsanstalt des Landes Vorarlberg.

standen sind. Demnach hat es keinen Sinn, nach morphologisch anderen als einwandfrei rezenten Bildungsbedingungen zu suchen.

### *Höhlenbildung*

Entsprechend dem geschilderten Formenschatz ist die Trübbachhöhle eine typische Laughöhle. Anders als diese wird sie jedoch von richtigen Bächen gravitativ durchflossen und besitzt keinen Vorfluter, sondern mündet in einen Steilhang, der noch weit hangabwärts aus Gipsstein besteht.

Laughöhlen gehen nach den bisher befaßten Autoren aus Klufthöhlen hervor, die vom Vorfluter oder von oben her Frischwasser erhalten können, so daß sich horizontale Räume im Niveau des Vorfluters entwickeln können. Die primäre Kluft muß also die Eigenschaften erfüllen, genügend wasserwegig zu sein, um eventuelle spätere Volumszunahme durch Quellung bei der Gipsbildung aufnehmen zu können, und zumindest bis auf das Niveau des Vorfluters herabreichen. Für die geforderte Zirkulation sind geringe Distanzen für das „Karstwasser“ erforderlich. Die Größe der schließlich aus dem Gebirge gelaugten Hohlräume erstaunt bei einer solchen Vorstellung, vor allem da es im Anhydrit mit Sicherheit keinen Karstwasserspiegel gibt. Trotz des hohen Anteils an Laugrückständen verzichtet dieses Entstehungsmodell auf jede mechanische Schleppkraft zum Transport ungelösten Materials.

Nur Biese kommt nach Beobachtung der großen Trogsteinhöhle zum Ergebnis, daß sich dann auch Höhlenbäche entwickeln können, wenn eine breit offene Kluft in der Höhe der Vorfluter liegt.

Diese grundsätzlich allgemein geübte Modellvorstellung diskutiert erst Völker neuerlich. Er bestreitet die seit Gripp 1913 angenommene Ausschließlichkeit von Korrosionsvorgängen in Laughöhlen und gibt auch der Erosion bei ihrer Bildung wesentlichen Raum. Schließlich mißt er der Erosion auch einen Anteil bei der Laugfazettenbildung, die ja nach seiner Ansicht von Sedimentationswechsellern abhängt, bei. Diese Fragen stellen sich erneut, da bei der Trübbachhöhle kein Vorfluterniveau vorhanden ist und doch jedes Anzeichen für eine Tieferlegung der Höhlengänge durch Laugung und durch Tiefenerosion fehlt. In diesem Fall muß die auffällige Höhenkonstanz des gesamten Systems auf andere Ursachen zurückgeführt werden als auf nahe Gesteinsgrenzen, auf benachbarte Dolinen oder Talböden. Eine Hypothese bietet sich in einer Einregelung der Eingangshöhe durch eingangsnaher Versturze an: Das frostempfindliche Gipsmaterial kann hier ständig zu einem Aufstau der Höhlenbäche führen, und die gleichzeitige Anlaugung der Versturze würde einen Rückkoppelungseffekt bewirken, da die Versturztätigkeit um so intensiver werden muß, je mehr vom Fuß des Blockmaterials abgelautet wird, und um so schwächer wird, je mehr Versturzmateriale den Höhlenraum füllt. An Stelle eines bei Kalkhöhlen üblichen Eingangs-Schuttkegels kann hier somit ein selbstregulierender höhenkonstanter Mechanismus ablaufen. Allerdings ist dies über längere geologische Zeiträume weder wahrscheinlich noch notwendig, denn Gipshöhlen sind wohl relativ kurzlebige Objekte.

Ein zweiter Erklärungsversuch für die strenge Horizontalität bei gleichzeitig fehlendem Vorfluter ist ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Laugung und Produktion von Laugrückständen: Eine beginnende Tieferlegungstendenz würde sofort zu einer massenhaften Freisetzung schwerer löslichen Sediments führen, und tatsächlich zeigt der Gipsbrei in den Schottern der Höhlensohle, daß langsame Laugungsvorgänge trotz hochgradiger Sättigung des Sedimentwassers weiter ablaufen. Da die Höhle in ihren

Lösungsrückständen bisher nicht erstickt ist, sind am Austrag von Sediment an den Tag neben den Laugvorgängen zweifellos auch Schleppkräfte an den schwer löslichen Schotterkörnern tätig. Der Austrag des Sediments kann beim Höhleneingang in Form von Schottern, die sich bei stärkerer Strömung im Hochwasser bewegen, direkt beobachtet werden.

#### *Literaturverzeichnis:*

- Abel, G.:* Eine Gipshöhle im Verfall. Die Höhle, 2, 3, Wien 1951 (Gfatterhofhöhle).  
*Biese, W.:* Über Höhlenbildung, I. Teil: Entstehung der Gipshöhlen am südlichen Harzrand und am Kyffhäuser. Abh. Preuß. Geol. LA, NF 137, Berlin 1931.  
*Bögli, A.:* Karsthydrographie und physische Speläologie, Berlin 1978.  
*Kempe, St.:* Beiträge zum Problem der Speläogenese im Gips unter besonderer Berücksichtigung der Unterwasserphase. Die Höhle, 21, 3, Wien 1970.  
*Krieg, W.:* Die Trübbachhöhle im Marultal — eine große Höhle im Gipsstein. Montfort, Bregenz, im Druck (dort auch Befahrungsgeschichte und Regionalgeologie).  
*Reinboth, F.:* Beiträge zur Theorie der Gipshöhlenbildung. Die Höhle, 19, 3, Wien 1968.  
*Richter, M.:* Vorarlberger Alpen. Sammlung geol. Führer, Berlin 1969 (mit weiterführender regionalgeologischer Literatur).  
*Völker, R.:* Beiträge zur Theorie der Entstehung von Höhlen im Gips. Internat. Speläol. Kongr., Olomouc 1973.  
*Zöll, J.:* Karsthydrogeologie, Wien 1974.

## **Ein neuentdecktes Gerölledepot über dem Portal der Jettenhöhle im Südharz**

*Von F. Vladi (Osterode am Harz)*

Über den Gipskarst des Naturschutzgebietes Hainholz bei Düna (Südharz/BRD) wurde schon mehrfach berichtet; Anlaß dafür war zum Teil der noch immer nicht ausgestandene Rechtsstreit Naturschutz kontra Gipssteingewinnung.

Die Relikte der ur- und frühgeschichtlichen Besiedlung dieses morphologisch und hydrogeologisch so vielgestaltigen Gipskarstgebietes kommen erst allmählich und seit wenigen Jahren an den Tag. Die Jettenhöhle (Abb. 3) als größte Höhle des Gebietes war in der späten La-Tène-Zeit (um Christi Geburt) besiedelt oder doch von einer am Rande des Gipsmassivs siedelnden bäuerlichen Gruppe gelegentlich genutzt oder aufgesucht worden. Es fand sich im Höhlenversturz (KEMPE et. al. 1975) eine Aschenschicht mit Küchenabfällen, rohen Topfscherben, einer Bronzefibel und Herdstensteinen aus Grauwacke. Die für den Südwesoharz bislang nur an dieser Stelle nachweisbare Bindung frühgeschichtlicher und späterer Siedlungstätigkeit an den Karst (Höhlen und Unterschlupfe;

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [031](#)

Autor(en)/Author(s): Krieg Walter

Artikel/Article: [Neue genetische Probleme bei Laughöhlen nach Entdeckung der bedeutendsten Gipshöhle in den Alpen 130-140](#)