

Entstehung und Entwicklung der Gassel-Tropfsteinhöhle

Dietmar Kuffner

Anlage der Höhle

Die *Gassel-Tropfsteinhöhle* liegt im Hauptdolomit, der östlich des Traunsees vor allem um den Gasselkogel und den Hochkogel verbreitet ist. Sie ist die einzige Riesenhöhle in dem östlich der Traun gelegenen Teil der Voralpen, was umso bedeutender ist, als Gebiete im Dolomit allgemein als eher höhlenarm gelten (Pavuzá, 2007). Eine Schichtgrenze zum Wettersteinkalk, wie sie Bock (1930) im *Unteren Horizontalsystem* angibt, konnte bisher nicht verifiziert werden.

Hauptdolomit ist eigentlich gut verkarsungsfähig, er ist aber extrem feinklüftig und das bewirkt, dass sich das Karstwasser gleichmäßig im Gesteinskörper verteilt und sich keine bevorzugten Abflussbahnen herausbilden können (Pavuzá & Traindl, 1983). Die bekannten Höhlen im Dolomit sind deshalb durchwegs an kleinräumige tektonische Störungen gebunden.

Das gesamte Höhlensystem weist auf einer Grundfläche von 300 mal 180 m eine NNE-Erstreckung auf. Es liegt damit zum Teil unter der S-Abdachung, größtenteils aber unter der NE-Abdachung des Gasselkogels zum äußeren Karbach hin und erstreckt sich in Richtung des Müllnerkögerls, den nördöstlichsten Gipfel des Gasselkogels.

Die Gesteinsüberdeckung ist, verglichen mit anderen kalkalpinen Höhlen, nicht allzu groß. Die höchsten Überdeckungswerte hat das *Untere Horizontalsystem* mit 170 bis 190 m. Die höchstgelegenen Höhlenteile weisen sehr unterschiedliche Werte auf: *Elfenbeingang* 60 m, *Brückenhalle* 100 m, *Déjà-Vu Halle* 142 m und *Calimero-schacht* (höchster Punkt der Höhle) nur 6 m. Geringe Überdeckung haben auch die *Bärenhalle*, der *Olymp* und die *Weyprecht-halle* mit etwa 30 m (Kuffner, 2008).

Gangverlauf und Tektonik

Im Rosendiagramm (Abb. 1) ist die Verteilung der Messzuglängen in 10°-Intervallen dargestellt. Diese Methode ermöglicht eine Näherung an die tatsächliche Klüftverteilung im Gebirge. Während das Gesamtsystem sich in NNE-Richtung erstreckt, ist diese Richtung bei den Gängen selbst kaum vertreten. Es zeigt ein für die Nördlichen Kalkalpen typisches Muster mit einem dominierenden NE-SW System, das der die Landschaft beherrschenden KLT-Störung (siehe S. 23-24) folgt und einem

kreuzenden NW-SE System. Zu den NE-SW-Gängen gehören beispielsweise die *Gerade Klüft*, *Pollanschützgang*, *Neuer Teil*, *Nordterritorium*, *Kamillushalle* und *Bonaventurahalle* usw., zum NE-SW System etwa *Bärenhalle*, *Gerd-Wiesinger-Gang*, *Sintervulk-anhalle* und auch die *Faultierstörung*. Zusätzlich ist eine Häufung von E-W Gängen, die hier dem Schichtstreichen folgen, sowie ein kleines N-S Maximum zu sehen. Das Schichtfallen beträgt hier etwa 60-70°, was für den Verlauf eines großen Teils der

Dietmar Kuffner

Verein für Höhlenkunde Ebensee
Reindlmühl 48, 4814 Neukirchen
dietmar.kuffner@aon.at

Höh(l)enluft und Wissensraum

Die Gassel-Tropfsteinhöhle im Salzkammergut zwischen Alltagskultur, Naturkunde und wissenschaftlicher Forschung (hrsg. v. J. Mattes & D. Kuffner), Denisia 40, 2018: 269-276.

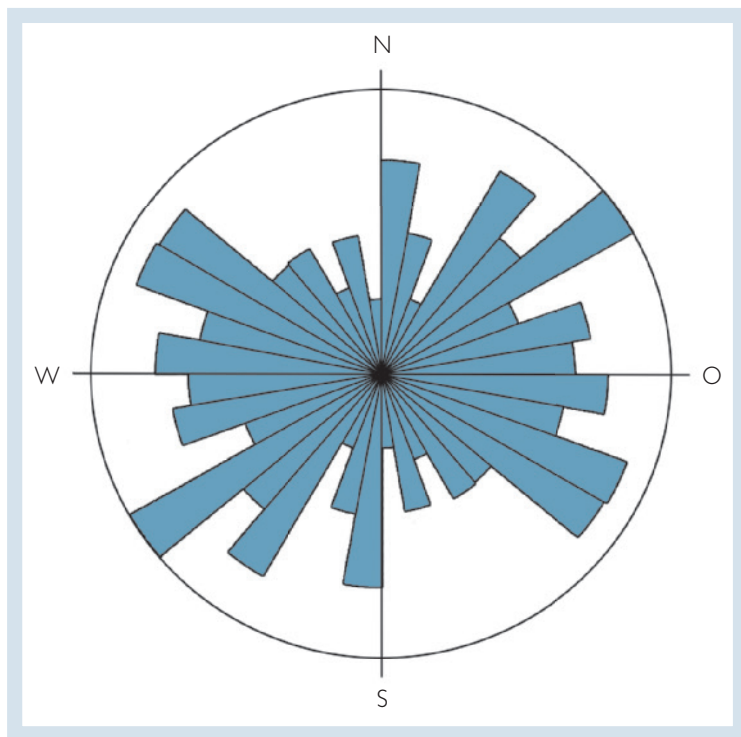


Abb. 1: Richtungsrose der Gänge der Gassel-Tropfsteinhöhle, ermittelt aus der Summe der Polygonzuglängen.

Schächte im Nord- und Ostterritorium bestimmend war.

Die Höhle lässt sich in klar abgegrenzte, jeweils durch charakteristische Störungsflächen bestimmte Abschnitte gliedern. Am auffälligsten sind die NE streichenden Abschnitte zwischen *Ebenseerschacht* und *Exzentrikerhalle* sowie zwischen *Sinterwalldom* und *Fledermausdom*, die beide senkrecht stehen und bis zu 100 m Tiefe erreichen. Überlagert werden diese Systeme durch E-W streichende und steil einfallende Bereiche wie *Dunkler Grund/Allerseelenschacht* sowie den *Pergarschacht*.

Das annähernd flach liegende *Untere Horizontalsystem* und das 30° nach NNW einfallende *Nördliche Horizontalsystem* sind in

ihrer Grundanlage an die Hauptkluftrichtungen gebunden. Ungewöhnlich und spektakulär ist die *Faultier-Störung*. Als offene Spalte verläuft sie in NW-SE-Richtung, ist rund 150 m lang und erst nach Bildung der sie durchschneidenden Hallen entstanden. Sie durchquert große Teile des *Nord-* und *Ostterritoriums* vom *Sinterwalldom* bis zum *Payerdom* und ist an einigen Stellen bis zu 100 m hoch. An vielen Stellen, besonders im *Adlerschacht* oder dem *Dom der Provisorien* wurde sie korrosiv erweitert und von durchschnittlich 1 m Breite auf mehrere Meter erweitert. Große Mengen an Sinter verschließen sie teilweise vollständig.

Der vom Höhlensystem eingenommene Bereich im Gebirgskörper hat ein Ausmaß von ca. 300 mal 180 mal 160 m (Länge, Breite, Höhe) und ist relativ scharf begrenzt. Innerhalb dieses Bereichs ist die Hohlraumdichte relativ hoch. Große Gangquerschnitte wechseln häufig mit engen Durchstiegen, Horizontalstrecken werden häufig durch Vertikalstrecken unterbrochen. Es gibt keine sich lange hinziehenden Gänge, wie sie für die Riesenhöhlensysteme der benachbarten Karstplateaus typisch sind. Es gibt auch kaum Gänge, die sich länger als 50 m in eine Richtung erstrecken. Das Gleiche gilt auch für die Vertikalstrecken. Die übliche Grundrissdarstellung der Höhle stößt stellenweise wegen der oft kleinräumigen und bis zu sechsfachen Gangüberlagerungen an ihre Grenzen. Die labyrinthartigen Verbindungen sind sehr unübersichtlich und lassen die Grundzüge der Anlage und ihre Bindung an den tektonischen Bau nur in einer 3D-Darstellung deutlich erkennen.

Alter der Höhle

Die Frage nach dem Alter der Höhle ist nicht einfach zu beantworten. Die ältesten datierten Zeugnisse aus der *Gassel-Tropfsteinhöhle* sind Tropfsteine, deren Alter mit 700.000 Jahren angegeben wird, was jedoch zugleich die Grenze der Datierbarkeit darstellt. Es gibt Tropfsteine die älter sind, aber mittels der zur Verfügung stehenden Methoden nicht datiert werden können.

Die Höhlenräume selbst sind allerdings nochmals älter als ihr Inhalt. Der Hauptdolomit, in dem die Höhle liegt, wurde vor ca. 200 Mill. Jahren in einem flachen Meer abgelagert, wurde unter dem Meeresspiegel gefaltet und von zähem Schlamm in festes Gestein verwandelt, die sogenannte Diagenese. All das vollzog sich unterhalb des Meeresspiegels. Die Heraushebung der



Alpen begann dann zögerlich in der Kreidezeit (145 bis 66 Mill. Jahre vor heute) und erreichte ihren Höhepunkt im Miozän vor etwa 20 Mill. Jahren. Sobald das Gestein über das Meeresniveau herausgehoben war, konnte die Verkarstung und somit eine erste Höhlenbildung beginnen. Damit ist das theoretische Höchstalter einer Höhle abgegrenzt.

Das an der Oberfläche versickernde Wasser bildet in den vom Wasser gelösten Hohlräumen innerhalb des Gebirges einen Karstwasserspiegel aus, der gegen die Mitte des Gebirges zu ansteigt und dabei nicht unbedeutlichen höhenmäßigen Schwankungen unterliegt. In diesem Schwankungs- oder Hochwasserbereich, auch epiphreatische Zone genannt, ist die Höhlenbildung am intensivsten, was zu einer Häufung von Höhlengängen in dieser Zone führt.

Die Heraushebung des Gebirges erfolgte nicht kontinuierlich, sondern in einzelnen

Phasen. Während mit jeder Hebungsphase das Gebirge höher gelegt wurde, pendelte sich der Karstwasserspiegel wieder auf seine Höhe ein. Das führte zur Ausbildung von Höhlenniveaus. Nun können in den Voralpen bei der relativ geringen Höhlendichte zwar keine Höhlenniveaus wie in den Kalkhochalpen ausgewiesen werden (Kuffner, 1998), aber unter Wasser gebildete, phreatische Gänge, so wie sie auch in der *Gassel-Tropfsteinhöhle* vorkommen, müssen unterhalb des Karstwasserspiegels entstanden sein und wurden später über dieses Niveau gehoben. Daher kann man davon ausgehen, dass die Gänge der *Gassel-Tropfsteinhöhle* allein aufgrund ihrer Höhenlage bereits im Neogen (also vor 5 bis 20 Mill. Jahren) existiert haben mussten, nach der weiteren Heraushebung durch die anhaltenden Höhlenbildungsprozesse allerdings noch wesentlich erweitert wurden.

Formenschatz

Die Entwicklung der Höhlengänge in der *Gassel-Tropfsteinhöhle* erfolgte größtenteils im vadosen Bereich, also in den luftgefüllten Teilen der Höhle, während typische phreatische (unter Wasser entstandene) Gangprofile selten zu finden sind. Es ist aber davon auszugehen, dass der Großteil aller Gänge primär phreatisch angelegt und später vados umgestaltet wurde.

In größeren Hallen sind fast immer Verwerfungen raumbestimmend, die aber meist unter der dichten Versinterung der Beobachtung entzogen sind. Freiliegende Harnischflächen beispielsweise sind daher nur in sinterfreien Höhlenbereichen als solche erkennbar.

Vor allem in längeren Gängen bilden sich meist hohe, kluftartige Gangprofile aus, die oft Höhen von über 20 m erreichen, an der Sohle aber nur 1 bis 2 m breit sind. Höhlenabschnitte mit breiter, ebener Sohle fehlen weitgehend, was sich besonders im Schauteil negativ auswirkt, weil bei Führungen wenig Platz für größere Gruppen zur Verfügung steht. Die Halle mit der breitesten Sohle ist die *Sintervulkanhalle*. Sie hat eine Grundfläche von 15 mal 45 m.

Ein Charakteristikum im Formenschatz der Höhle ist das vertikale Element, das in Form der hohen Gangprofile auch in den Horizontalgängen prägend ist. Die Schlüsselstellen im Zuge der Erforschung, die mit bedeutenden Entdeckungen einhergingen, waren immer Vertikalstrecken, zum Beispiel der *Pergarschacht* in den 1920er Jahren oder Aufstiege wie der *Bergmilchkamin*, die *Nordostpassage*, der *Leiterschacht* oder die *Tasmanierkluft* in jüngster Zeit (Abb. 2).

Schächte sind meist eher jüngere Teile einer Höhle und entstehen dadurch, dass sich das Wasser den kürzesten Abflussweg in die Tiefe sucht und diesen dabei ständig erweitert. Nach Regenfällen bilden sich dann Wasserfälle aus, was besonders im *Wasserschacht* oder im *Zäpfchenschacht* der Fall ist. Das heutige Erscheinungsbild der *Gassel-Tropfsteinhöhle* wird vielfach durch Sickerwasserkorrosion geprägt. Insbesondere im Schauteil sind Korrosionskolke ein häufiges Element im Formenschatz. Doch auch turbulent fließendes Wasser, das heißt Höhlenbäche, gestaltet viele Gänge. Der Abschnitt von der *Geraden Kluft* bis in die

Wasserhalle, der *Pollanschützgang* oder der *Gerd-Wiesinger-Gang* werden beispielsweise von aktiven Gerinnen durchflossen. In manchen Teilen wie in *Far Far Away* sind kleinere Canyons, die sogenannten *Nackten Canyons*, ausgebildet.

Gänge, die phreatisch geprägt sind (also solche mit runden Gangprofilen und glatten Begrenzungsflächen), kommen selten

vor und beschränken sich meist auf kürzere Gangabschnitte kleineren Durchmessers, wie beispielsweise der *Wühlmausgang*. Schließlich gibt es auch einige Wasserbecken, von denen die größten der *Zehn-Euro-See* mit 5 mal 2 m, die *Zisterne* in der *Fledermaushalle* mit 7 mal 3 m und der *Jungbrunnen* mit 6 mal 5 m darstellen, und die auch bis zu 3 m tief sind.

Sedimente

Abb. 2: Abstieg von der Kanzelhalle in den Pergarschacht.
Foto: Helmut Mohr

Das häufigste klastische Sediment, also Material, das durch die Zerkleinerung größerer Stücke gebildet wurde, ist in der *Gassel-Tropfsteinhöhle* der Höhlenlehm, der hier

auffallend rötlich-braun gefärbt ist. Da sich bei der Lösung des Hauptdolomits keine derartigen Rückstände bilden und an der Oberfläche heute keine rötlichen Gesteine vorkommen, muss das Material durch Einschwemmung ortsfremder Elemente herühren. In Höhlensedimenten im benachbarten Toten Gebirge konnten sowohl Bestandteile von Gesteinen der südlich gelegenen Zentralalpen und der Schieferzone gefunden werden, die man gemeinhin auch mit der Augensteinschüttung in Verbindung bringt, aber auch Komponenten aus der Böhmisches Masse, also den Granitgebieten nördlich des Alpenvorlands, die durch den Wind während der Eiszeiten bis hierher transportiert worden sind (Kuffner, 1998). Natürlich können es auch Bestandteile von Gosaugesteinen sein, die in kleinem Umfang heute am benachbarten Eisenbach vorkommen. Am ehesten werden es wohl Reste von eingeschwemmten, roten Böden sein, die sich während der trockenen, warmen Zwischeneiszeiten, in denen das Klima die hämatitische Oxidation der Eisenkomponenten begünstigte und dadurch eine rötliche Färbung hergerufen hat, gebildet haben. Da eingehende Analysen in diesem Bereich fehlen, wird man erst dadurch genauen Aufschluss über die Herkunft gewinnen können. Stellenweise sind solche roten Böden auch tatsächlich an der Oberfläche zu finden. Die größten Lehmvorkommen in der Höhle beherbergen die *Halle der Exzentriker*, der *Palmsamstaggang* und der *Fledermausdom* mit einer Mächtigkeit von teilweise mehreren Metern.

Größere Sedimente bestehen meist aus kantigen Dolomitbruchstücken, die in der



Größenordnung von 5 bis 50 mm vorkommen. Gerundete Schotter sind kaum anzutreffen. Selbst in den Gerinnen findet man vorwiegend kantengerundetes Material, kaum vollständig gerundetes.

Schließlich ist noch das grobe Blockwerk zu nennen, das die größeren Hallen wie die *Bärenhalle*, den *Fledermausdom*, den *Leopoldsdom* oder die *Verteilerhalle* prägt.

Sinter- und Tropfsteinbildungen

Unter Sinter versteht man die Neubildung von Mineralien, die sich aus fließenden Wässern absetzen. In Karsthöhlen wie der *Gassel-Tropfsteinhöhle* ist das meist Kalksinter (Kalzit), der in den verschiedensten Formen zu finden ist. Weitaus am häufigsten kommen Tropfsteine vor. Während bis zur Entdeckung des *Neuen Teils* 1984 die *Kanzelhalle* als der tropfsteinreichste Abschnitt der Höhle galt, entdeckte man damals Höhlenteile, die einen wesentlich prächtigeren Eindruck vermittelten und mehr rezente Bildungen aufwiesen als diese. Die Entdeckungen seit 2007 stellen selbst vieles davon in den Schatten (Fink et al., 2008; Mattes, 2012a/b)

Neu waren dabei die Größe mancher Einzelformen und die enorme Dichte der Bildungen, die in der *Sintervulkanhalle*, der *Déjà-Vu Halle*, der *Aprilscherzhalle* und in der *Weyprechthalle* eindrucksvolle Höhepunkte repräsentieren. Dazu gehören beispielsweise die *Gefährten*, Stalagmiten von 5 m Höhe, der *Halbschuhindianer*, eine Tropfsteinsäule mit 11 m Höhe und 6 m Breite (beide in der *Aprilscherzhalle*), oder der *Elfenbeinturm* in der *Sintervulkanhalle* mit 7,5 m Höhe (Abb. 3).

Während sich Deckenzapfen (Stalaktiten) an punktförmigen Abtropfstellen bilden, gibt es den selteneren Fall, dass an überhängenden Deckenbereichen der Abfluss linienförmig erfolgt. An solchen Stellen bilden sich Sinterfahnen. Sie sind etwa einen Zentimeter dick und bilden meist geschwungene, im Gegenlicht durchscheinende Vorhänge (Abb. 4).

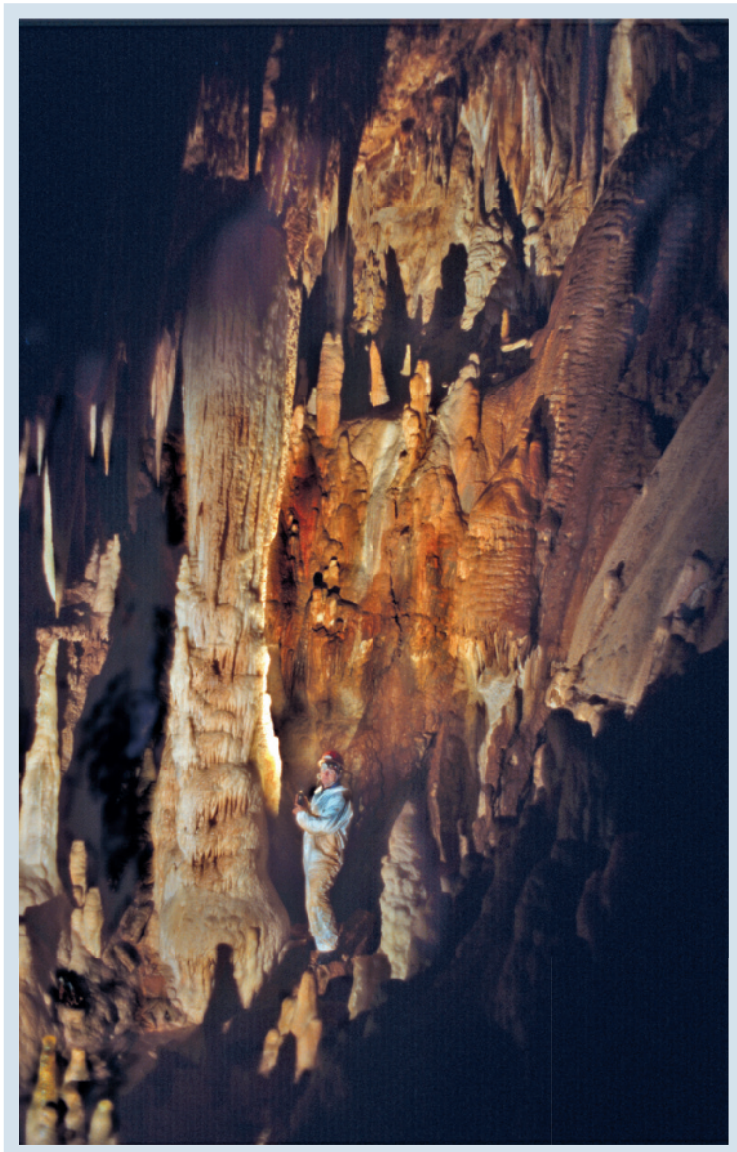
Immer wieder sind Teile von Höhlenräumen mit einer meist dünnen Sinterschicht überzogen. Diese Wandsinter bilden auch stellenweise Auswüchse in Form kleiner Kügelchen, die als Perl- oder Karfiolsinter bezeichnet werden. Auch Bodenversinterung kommt vor. Ein besonders massives

Vorkommen wurde im *Dom der Provisorien* entdeckt, wo die Gangsohle dezimeterdick mit Sinter ausgekleidet ist, der einem erstarrten Gerinne gleicht.

Aber auch bis dahin in der Höhle nicht bekannte Kleinformen wurden gefunden. Excentriques, also in ihrem Wachstum nicht schwerkraftorientierte Sinterformen, sind

Abb. 3: Der *Elfenbeinturm* in der *Sintervulkanhalle*. Die Tropfsteinsäule ist 7,5 m hoch und hat rund 1 m Durchmesser.

Foto: Dietmar Kuffner



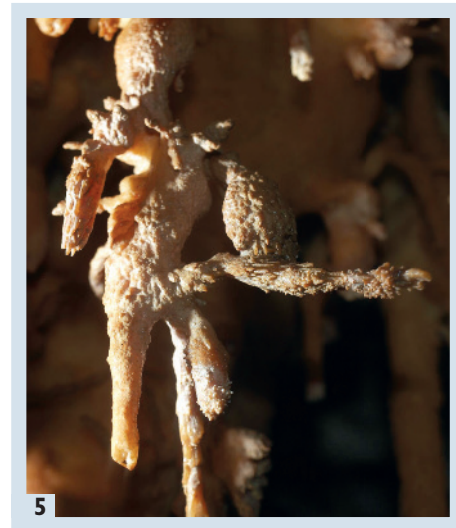
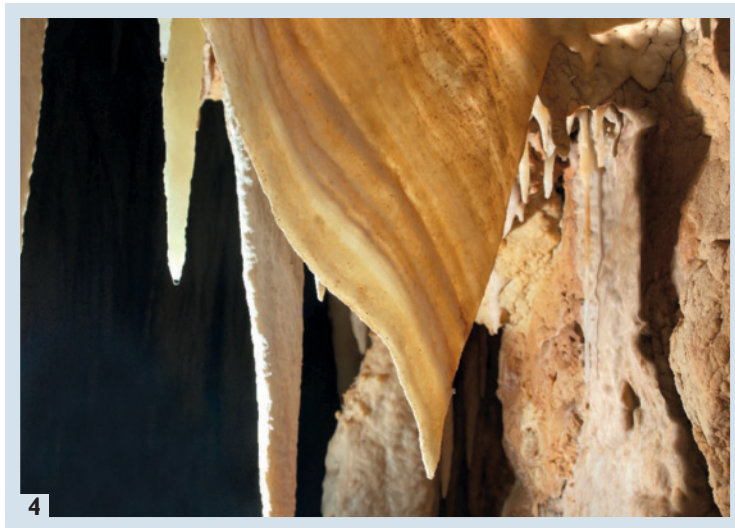


Abb. 4: Sinterfahne in der Sintervulkanhalle.

Foto: Helmut Mohr

Abb. 5: Excentriques in der Schatzkammer.

Foto: Werner Haupt

Abb. 6: Excentriques in der Nordostpassage.

Foto: Helmut Mohr

Abb. 7: „pool fingers“ in der Tiefseekluft, daneben Wilfried Mohr.

Foto: Helmut Mohr

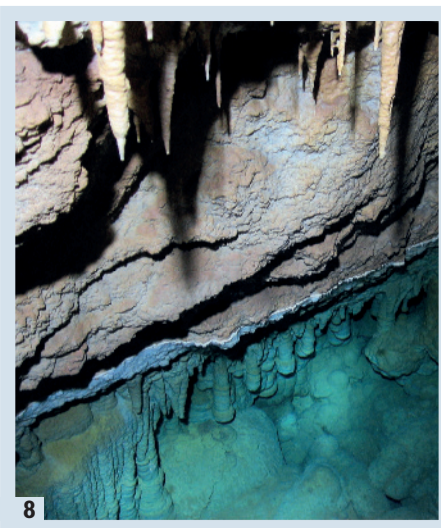
u.a. in der *Halle der Exzentriker*, in der *Schatzkammer* oder im *Calimeroschacht* zu finden (Abb. 5, 6). Zu den unter Wasser gebildeten Formen zählen Kalzitkristalle sowie sogenannte „pool fingers“, die wissenschaftlich erst in den letzten Jahren Beachtung fanden. Die *Gassel-Tropfsteinhöhle* zählt zu den wenigen Fundstellen, die bisher auf europäischem Boden bekannt sind. Die Entstehung dieser Formen geht auf den Einfluss von Bakterien zurück. Die am Rand von Wasserbecken hängenden Bakterienfilamente werden dabei allmählich mit Sinter überzogen und bilden die fossilen „pool fingers“. In der *Sintervulkanhalle* und der *Qualitätssicherung* erreichen diese die beachtliche Länge von mehr als 50 cm (Mattes, 2010) (Abb. 7-9).

Eine weitere Sensation war die 1984 entdeckte *Perlenhalle*. Die Höhlenperlen am Schachtgrund sind ebenfalls Sinterformen.

Um einen zentralen Kern, meist ein Sandkorn, setzt sich schichtenweise Sinter ab. Durch das ständige Tropfen von der Höhlendecke werden die Höhlenperlen zu runden Kugeln geformt. In der *Perlenhalle* sind neben tausenden Perlen mit Durchmessern von 3 bis 10 mm auch sieben große zu finden, von denen die größte 38 mm im Querschnitt misst und damit zu den größten, jemals in Österreich gefundenen Exemplaren zählt. Bemerkenswert ist weiters, dass einige der großen Perlen eine geometrisch beinahe exakte Kugelform aufweisen (Kuffner, 1997). Seit 2008 wurden Höhlenperlen auch in der *Déjà-Vu Halle*, im *Payerdom*, in den *Wasserschächten* und in der *Weyprechthalle* gefunden (Mattes, 2012) (Abb. 10).

Die Farbpalette der Sinterbildungen reicht von rein-weißen, über gelb-bräunliche bis zu rötlich-braunen Tönen. Die Färbung be-





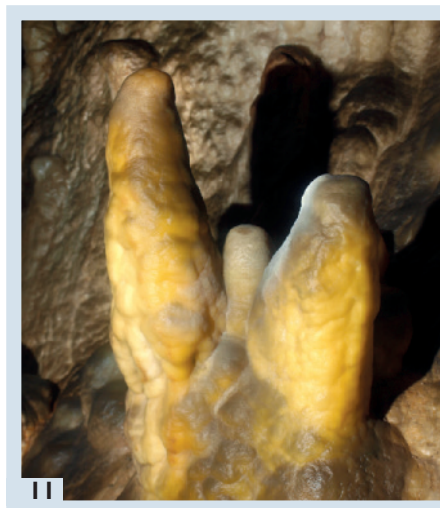
8



9



10



11

ruht auf dem Eintrag von Material während der Sinterbildung (Gillieson, 1996: 128). Im Allgemeinen handelt es sich dabei um feinste Bestandteile der Bodendecke, die von der Oberfläche in die Höhle eingeschwemmt wurden. Färbungen durch Spurenelemente, die ins Kristallgitter eingebaut wurden, konnten bisher nicht nachgewiesen werden. Eine dritte Art der Färbung geht auf den Eintrag von organischen Substanzen, vor allem von Huminsäuren zurück. Solche Sinter sind in der Regel kräftig gelb gefärbt und kommen eher selten vor. In der *Gassel-Tropfsteinhöhle* findet man eine Reihe solcher Bildungen im *Gelben Gang*, aber auch in der *Sintervulkanhalle* (Abb. 11). Weniger selten sind weiße Sinterbildungen. Sie sind gänzlich ohne Beimengungen und repräsentieren in der *Gassel-Tropfsteinhöhle* die aktuell stattfindenden Sinterbildungsprozesse.

Die Einzigartigkeit der Sinterbildungen und insbesondere das Interesse an deren sauberer Erhaltung zwingen dazu, die Anzahl der Befahrungen bereits dokumentierter Höhlenteile so gering wie möglich zu halten. Während es in der *Sintervulkanhalle* Praxis ist, jedem Teilnehmer einen vollständigen Kleidungswechsel (Anzug, Schuhe, Handschuhe) bei jeder Befahrung aufzuerlegen, ist dies in anderen Höhlenteilen, vor allem im *Sinterwalldom*, in der *Kamillushalle* oder der *Aprilscherzhalle* aufgrund der engen Verzahnung von Sinter- und Lehmablagerungen kaum möglich. Höhlenexkursionen im touristischen Sinn werden daher weitgehend hintangehalten. Im Rahmen eines Sinterdatierungsprojektes der Universität Innsbruck wurden seit 1995 umfangreiche Uran-Thorium-Datierungen vorgenommen, welche die Bedeutung der Höhle als wichtiges

Abb. 8: Ein namenloser See im östlichen Teil der *Aprilscherzhalle*. Deutlich sind die „pool fingers“ unter der Wasseroberfläche zu erkennen.

Abb. 9: Stalaktiten und Beckensinter in der *Sintervulkanhalle*. Der sogenannte Shelfstone wächst an der Wasseroberfläche in Richtung Beckenmitte.

Abb. 10: Höhlenperlen in der *Perlenhalle*. Durchmesser ca. 37 mm.

Abb. 11: Intensiv gelb gefärbte Stalagmiten im *Gelben Gang*.

Alle Fotos auf dieser Seite: Helmut Mohr

Klimaarchiv manifestieren (Offenbecher, 2004; Spötl et al., 2007).

Die Fülle der Sinterbildungen ist im Vergleich mit benachbarten Höhlengebieten wie dem Höllengebirge oder dem Toten Gebirge umso bemerkenswerter, als diese dort fast ausschließlich als mehr oder weniger zerstörte Relikte einer abgeschlossenen Bildungsphase und aus diesem Grund mit relativer Seltenheit auftreten. In der *Gasselhöhle* findet hingegen in größerem Umfang auch rezente Sinterbildung statt. Die wichtigsten Kennzeichen der *Gassel-*

Tropfsteinhöhle im Unterschied zu jenen Gebieten sind:

1. die geringe Seehöhe der Höhle zwischen 1.115–1.245 m; der Großteil der Höhlen in den benachbarten Kalkhochalpen liegt höher.
2. die damit verbundene dichte Boden- und Vegetationsdecke, die nur von wenigen steilwandigen Felsbereichen unterbrochen wird, und
3. die Lage der Höhle im Hauptdolomit, welcher gegenüber dem Kalk ein unterschiedliches Lösungsverhalten zeigt.

Literatur

- Bock, H. (1930): Gassel-Tropfsteinhöhle bei Ebensee (Höhlenplan). – Archiv des Vereins für Höhlenkunde Ebensee.
- Fink, P., Mattes, J. & Zeindlinger, E. (2008): Höhlenforschung in der Gassel-Tropfsteinhöhle (Kat.-Nr. 1618/3) Verein für Höhlenkunde Ebensee. – Mitteilungen des Landesvereins für Höhlenkunde in Oberösterreich, 54(1): 16-29.
- Gillieson, D., (1996): Caves: Processes, Development, Management. (The natural environment). – Oxford (Blackwell Publishers).
- Kuffner, D. (1997): Die Gassel-Tropfsteinhöhle. – Ebensee (Verein für Höhlenkunde Ebensee).
- Kuffner, D. (1998): Höhlenniveaus und Altflächen im westlichen Toten Gebirge. – Wiss. Beih. z.Z. „Die Höhle“, 53.
- Kuffner, D. (2008): Neuforschungen in der Gassel-Tropfsteinhöhle (1618/3) bei Ebensee. – Die Höhle, 59: 103-110.
- Kuffner, D., Mattes, J. & Wielander, B. (2016): Trauntaler Voralpen. – In: Spötl, C., Plan, L., Christian, E. (Hrsg.): Höhlen und Karst in Österreich: 589-598, Linz (Oberösterreichisches Landesmuseum).
- Mattes, J. (2010): Aktuelle Forschungen in der Gassel-Tropfsteinhöhle, Oberösterreich. – Die Höhle, 61: 111-113.
- Mattes, J. (2012a): Von Industriearbeitern, Soldaten und Höhlentouristen. Forschungsgeschichte und Beschreibung der Gassel-Tropfsteinhöhle bei Ebensee (Oberösterreich). – Mitteilungen des Verbandes der deutschen Höhlen- und Karstforscher, 58(2): 40-48.
- Mattes, J. (2012b): Die Gassel-Tropfsteinhöhle. – In: Winkler, R. (Hrsg.): Die Höhlen des Toten Gebirges: 47-63, Graz (Leykam).
- Offenbecher, K.-H., (2004): Stabile Isotope in Stalagmiten als Indikatoren der Klimaentwicklung im Quartär in den österreichischen Alpen. – Unveröff. Diss. Univ. Innsbruck.
- Pavuz, R. (2007): Karstgebiete Österreichs. – In: Plan, L., Herrmann, E. & Sulzbacher, D. (Red.): Speläo-Merkblätter, Speldok 13: C20a
- Pavuz, R. & Traindl, H. (1983): Über Dolomitkarst in Österreich. – Die Höhle, 34: 15-25.
- Spötl, C., Offenbecher, K.-H., Boch, R., Meyer, M., Mangini, A., Kramers, J. & Pavuz, R. (2007): Tropfstein-Forschung in österreichischen Höhlen – ein Überblick. – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt (Festschrift H.-P. Schönlaub), 147: 117-167.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denisia](#)

Jahr/Year: 2018

Band/Volume: [0040](#)

Autor(en)/Author(s): Kuffner Dietmar

Artikel/Article: [Entstehung und Entwicklung der Gassel-Tropfsteinhöhle 269-276](#)