

## Exkursion 2C (21.06.2017):

# Dachstein-Mammuthöhle, Karstquelle „Kessel“ und Thermalquellen „Warmes Wasser“ am Hallstätter See

LUKAS PLAN (1), GERHARD SCHUBERT (2), DANIEL ELSTER (2) & RUDOLF BERKA (2)

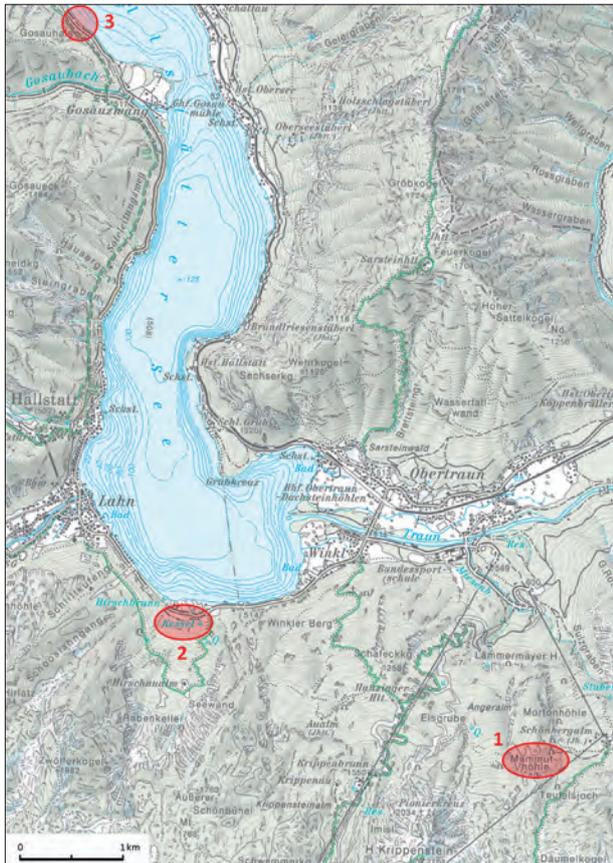


Abb. 1.  
Exkursionsroute.

### Haltepunkt 1: Dachstein-Mammuthöhle (LUKAS PLAN)

Die Mammuthöhle erstreckt sich bei einer Länge von 67 km, 1.207 m Höhenunterschied, ausschließlich unterhalb des glazial stark überprägten Dachstein-Nordrandes unter den Karen der Anger- und Schönbergalm sowie unter dem dazwischenliegenden Sporn des Mittagskogels (BEHM et al., 2016; Abb. 2). Sie reicht nur randlich unter die Altfläche des Krippensteins (2.108 m). Bislang wurden keine weiter in den Plateaubereich hinein führenden Teile gefunden.

Ab dem Jahr 1910 erfolgte die Erforschung vom Westeingang auf der Angeralm aus, erst 1914

wurde der Osteingang auf der Schönbergalpe erreicht. Mehrere früher eigenständige Höhlen wurden mit dem System der Mammuthöhle zusammengeschlossen.

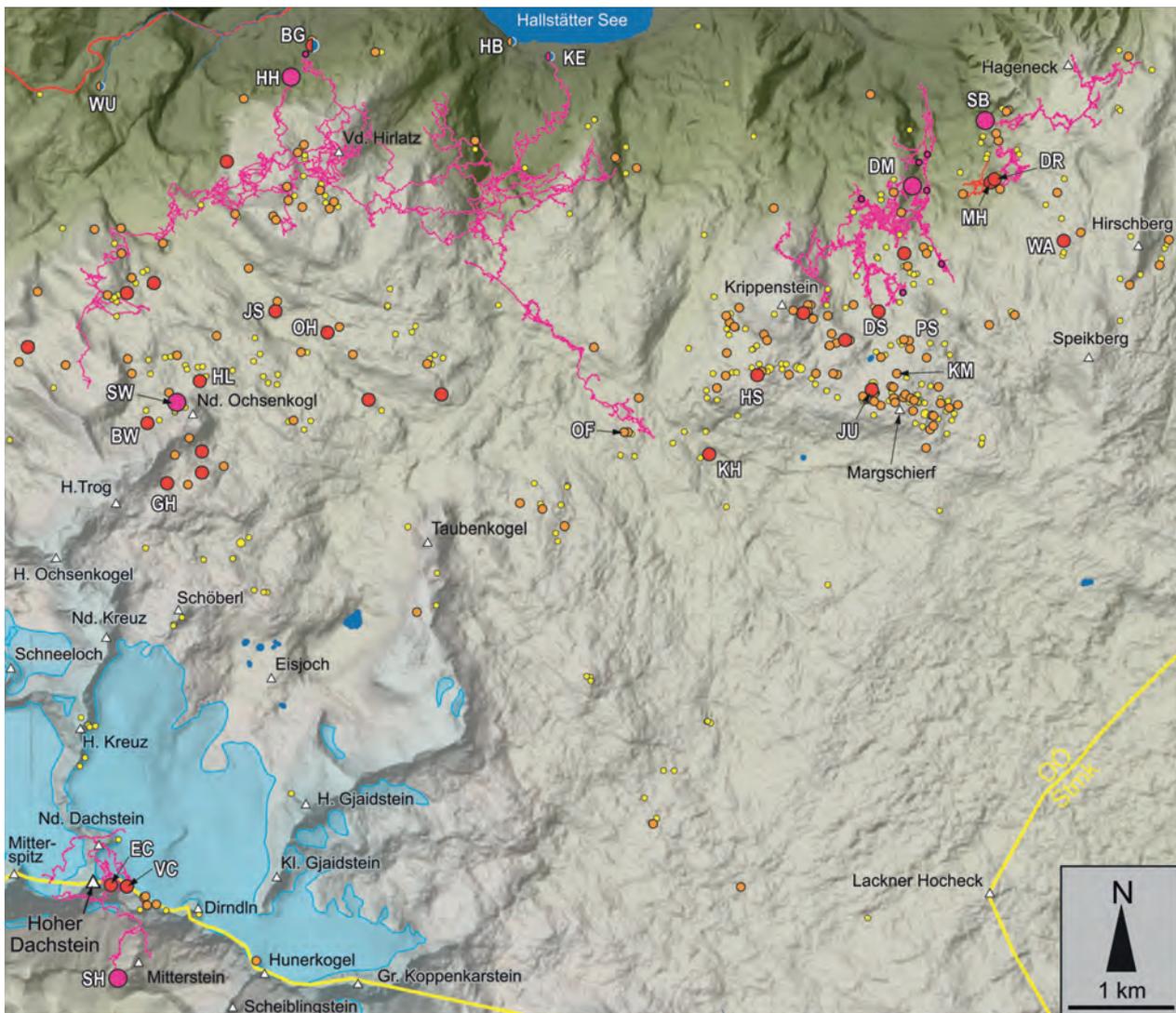
Wie viele anderen Höhlensysteme der Nördlichen Kalkalpen präsentiert sich die Mammuthöhle als komplexe Anordnung von älteren, unter phreatischen (vollständige Wassererfüllung) Bedingungen entstandenen Gängen und Labyrinthen sowie jüngeren vadosen (teilweise wassergefüllt) Canyon-Schachtsystemen. Abgesehen davon, dass beide Typen möglicherweise an denselben Initialfugen angelegt sind, schneiden die vadosen Teile die epiphreatisch entstandenen eher zufällig an. Oftmals wird der vorhandene phreatisch geprägte Teil für eine gewisse Strecke benutzt, was zur Ausbildung von Schlüsselprofilen führt.

Fast alle (epi)phreatischen Teile finden sich zwischen 1.250 und 1.550 m Seehöhe. Im Detail zeigen Höhlenkarren und andere Formen, dass die Ausbildung im Schwankungsbereich des Karstwasserspiegels, also in der epiphreatischen Zone, bei Flutereignissen erfolgte. Die Teile sind oft an die mit 30° nach Nordosten einfallenden Schichten des gebankten Dachsteinkalks gebunden. Großräumige Gänge werden immer wieder von kleinräumigen Labyrinthen flankiert, wodurch sich ein äußert verzweigtes dreidimensionales Gangnetz ergibt. Besonders unter dem Mittagskogel sind die Gänge fast horizontal. Sehr beeindruckend ist hier der Riesentunnel Paläotraun mit rund 100 m<sup>2</sup> Querschnittsfläche (Abb. 3), eine Hauptattraktion des leicht begehbaren Schauteiles.

Die jüngeren, zum Teil wasseraktiven vadosen Teile sind als Serien von Canyons und Schächten ausgebildet, wobei der Hallstätterschacht mit 98 m der tiefste Abstieg ist. Komplexe, oft an bedeutende Störungszonen gebundene Canyon-systeme erreichen bis zu 200 m Raumhöhe (Riesenkluft). Viele der sich in der Tiefe vereinigenden Canyons werden von Gerinnen durchflossen. Die

(1) Naturhistorisches Museum Wien, Burgring 7, 1010 Wien. [lukas.plan@nhm-wien.ac.at](mailto:lukas.plan@nhm-wien.ac.at)

(2) Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien.



Mammuthöhle weist zwei aktive verzweigte Entwässerungssysteme auf. Das erste kann von der Weißbierhöhle bzw. dem Däumelkogelschacht via Etagecanyon bis zu einem Siphon in der Unterwelt verfolgt werden. Östlich davon liegt die Abfolge Unfallschacht–Riesenkluft–Wasserschacht. Von einem Siphon in dem erst in jüngster Zeit erforschten Unfallschacht (BEHM, 2011) kann ein

Abb. 2.  
 Höhlen im zentralen Dachsteinplateau.  
 BG: Brandgrabenhöhlen, BW: Brausewindhöhle,  
**DM: Dachstein-Mammuthöhle**, DR: Dachstein-Rieseneishöhle, DS: Däumelkogelsandhöhle, EC: Eiskristallcanyon, GH: Gowling Hale, HB: Hirschbrunn, HH: Hirlatzhöhle, HL: Happyloch, HS: Hinkelsteinhöhle, JS: Jägerschacht, JU: Juliaschacht, KE: Kessel, KH: Konglomerathöhle im Hirzkar, KM: Klettermausschacht, MH: Mörkhöhle, OF: Oberfeldhöhle, OH: Orkanhöhle, PS: Pendelschacht I–IV, SB: Schönberghöhle, SH: Südwandhöhle, SW: Schmelzwasserhöhle, VC: Voodoo-Canyon, WA: Westliche Almberg-Eishöhle, WU: Waldbachursprunghöhle. Aus BEHM et al. (2016).  
 (Höhlendaten: VH Hallstatt-Obertraun, VH Obersteier, LVHK Oberösterreich, LVHK Wien und NÖ, FUND;  
 Höhenmodell: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Amt der Oberösterreichischen Landesregierung; Situation: OpenStreetMap; Zeichnung: Lukas Plan & Harald Bauer).



Abb. 3.  
 Der mittlere Abschnitt der rund 180 m langen Paläotraun in der Dachstein-Mammuthöhle.



Abb. 4.  
Durch langsames Trocknen des „Hellen Höhlentons“ entstehen meist in Sechsecken angeordnete große Trockenrisse (Lehmpolygone). Hier die Megapolygonhalle im Heli-Schöner-Gang, dem westlichsten Teil der Dachstein-Mammuthöhle.

Bach über mehr als 1 km Höhenunterschied und 1,9 km Horizontalerstreckung in meist großräumigen Canyons und Schächten bis zum tiefsten Punkt im Wasserschacht (621 m Seehöhe) verfolgt werden. Dieser liegt rund 40 m über der vermuteten Resurgenz, der Quelle unterhalb der Seilbahn-Talstation, bzw. rund 110 m über dem Vorfluter, der Traun. Die Schüttung der Bäche schwankt stark, wobei das Minimum im Unterlauf bei wenigen Litern pro Sekunde liegt und das Maximum wahrscheinlich 100 l/s übersteigt. Daneben gibt es viele kleinere Gerinne, die nur auf relativ kurzen Strecken beobachtbar sind. Im Gegensatz zur benachbarten Hirlatzhöhle sind in der Mammuthöhle keine tief liegenden phreatischen bzw. episodisch gefluteten Entwässerungssysteme bekannt.

An Sedimenten findet sich neben an Ort und Stelle gebildetem Blockwerk reichlich von außen

in die Höhle eingeschwemmtes Material von unterschiedlicher Korngröße (Ton bis Steine) und Zusammensetzung. Nach dem Erscheinungsbild können an die zehn Sedimenttypen bzw. -generationen unterschieden werden, darunter solche, die Augensteinschotter und -sande enthalten. Viele Höhlenteile zeigen Spuren einstiger Sedimentverfüllung in Form von Sedimentresten im Deckenbereich oder in der Ausprägung paragene-tischer Canyons oder Deckenkarren. Hier wurde das Sediment in einer späteren Phase wieder ausgewaschen. Etliche Gänge enden mit Sedimentverschlüssen.

Der für viele Teile der Mammuthöhle charakteristische, aber auch aus anderen Höhlen der Kalkalpen (z.B. Hirlatzhöhle) bekannte „Helle Höhlenton“ (SEEMANN, 1973) repräsentiert die jüngsten Sedimentgenerationen (Abb. 4). Dieses oft im mm-Maßstab geschichtete Sediment wurde in stehendem Wasser abgelagert, das sich vermutlich in der Höhle zurückgestaut hat, während die Gletscher der letzten Eiszeit die Quellen in den Tälern blockierten.

Die Mammuthöhle ist wie viele andere alpine Höhlen arm an Speläothemen. Aktive bzw. nach-

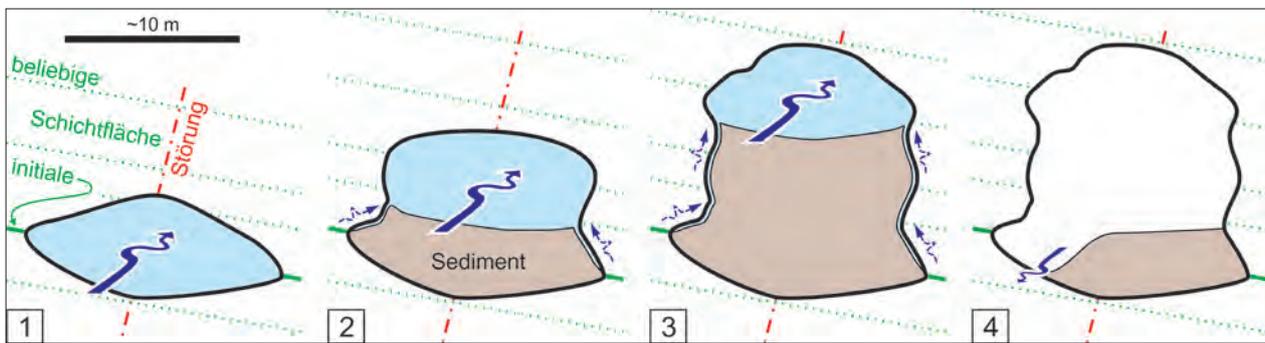


Abb. 5.

Schematische Entstehung des paragenetischen Profils der Paläotraun: (1) Am Schnittpunkt einer Schichtfuge und einer Störung entsteht ein elliptisches Profil. (2) Durch Sedimente am Boden wird in weiterer Folge das Profil nur nach oben erweitert. (3) Weiterentwicklung des Profils nach oben. (4) Erosion des Sedimentes führt zur Freilegung eines Großteils des Profils. Zumindest im Endstadium geschah dies durch vadose Wässer von geringer Schüttung. Verändert nach PLAN & XAVER (2010).

eiszeitliche Sinter sind sehr selten. In etlichen Höhlenteilen trifft man auf Gipskristalle in Form feiner Nadeln oder massiver Kristalle und auf Hydromagnesit sowie häufig auftretende Eisenhydroxide bzw. Bohnerze.

Anhand der Mammuthöhle werden seit über 100 Jahren Überlegungen und Theorien zur Höhlenentstehung recht kontroversiell diskutiert (PLAN & HERRMANN, 2010). Das jüngste Modell zur Entstehung (PLAN & XAVER, 2010), das auf umfangreichen Kartierungen und Untersuchungen von Kleinformen und Gangquerschnitten im zentralen Teil der Höhle beruht, rekonstruiert die Entstehung der Mammuthöhle im Groben wie folgt: Fließfacetten und Sedimentstrukturen zeigen eine generelle Paläo-Fließrichtung von Osten nach Westen. Dies trifft auch für die Rieseneishöhle auf der Ostseite der Schönbergalm sowie auf die noch weiter östlich gelegene Petrefaktenhöhle zu. Die Fließgeschwindigkeiten in den großräumigen epiphreatischen Teilen erreichten bis zu 1 m/s über längere Zeiträume. Einen sehr wichtigen Faktor bei der Ausbildung der meisten Gangquerschnitte bildeten Sedimente, die zu paragenetischen Deckenformen führten. Weiters bedingte Sedimentbedeckung an der Gangsohle eine einseitige Erweiterung der Profile nach oben, was in vielen Teilen gut zu beobachten ist (Abb. 5). Die daraus resultierenden Profile sind deutlich größer als die ehemaligen Fließquerschnitte und können nicht zur Ermittlung des Durchflusses herangezogen werden. Nur im Bereich des Canyons nahe dem Westeingang kann davon ausgegangen werden, dass während der Bildung der Fließfacetten der gesamte Querschnitt sedimentfrei war. Hier ergibt sich ein Durchfluss von rund 15 m<sup>3</sup>/s bei Flutereignissen. Da es aber auf diesem Niveau großräumige Parallelstrecken gibt, kann davon ausgegangen werden, dass die Gesamtmenge, welche die Höhle durchströmte, ein Mehrfaches betrug. Das ehemalige Einzugsgebiet der Wässer

wird im Bereich südlich der heutigen Nördlichen Kalkalpen vermutet.

Um Anhaltspunkte für ein Mindestalter der Höhle zu bekommen, wurde an vier Proben von quarzreichen Augensteinsedimenten eine Datierung des Einschwemmalters vorgenommen. Proben aus dem Derflingerlabyrinth und der Paläotraun lieferten Ergebnisse von jeweils rund 5 Millionen Jahren (persönliche Mitteilung: Philipp Häuselmann). Da die Augensteine an der Basis der epiphreatischen Gänge zum Teil über den Fließfacetten lagerten, kann davon ausgegangen werden, dass sie in einem frühen Stadium der Gangentwicklung abgelagert wurden und somit das Mindestalter des Ganges widerspiegeln.

## Haltepunkt 2: Karstquelle „Kessel“

(GERHARD SCHUBERT & LUKAS PLAN)

Der Kessel ist eine der spektakulären Karstquellen im Norden des Dachsteingebirges. Er liegt etwa 2,2 km südsüdöstlich von Hallstatt, 30 m südlich der Hallstättersee Landesstraße (L547). Nicht weit von ihm entfernt (440 m nach Nordwesten, gleich unterhalb der selben Landesstraße) befindet sich der Hirschbrunn (eine Quellmessstelle des Hydrographischen Dienstes). Der Kessel ist nur bei sehr starkem Karstwasserandrang aktiv.

Nach LEUTNER (1983) ist der Kessel ein ovales, etwa 7 m langes und 3 m breites Becken (im Dachsteinkalk), das halbseitig von einer etwa 11 m hohen Felswand umgeben wird. Seeseitig ist in 5 m Tiefe die klare Wasserfläche zu erblicken. Nur bei

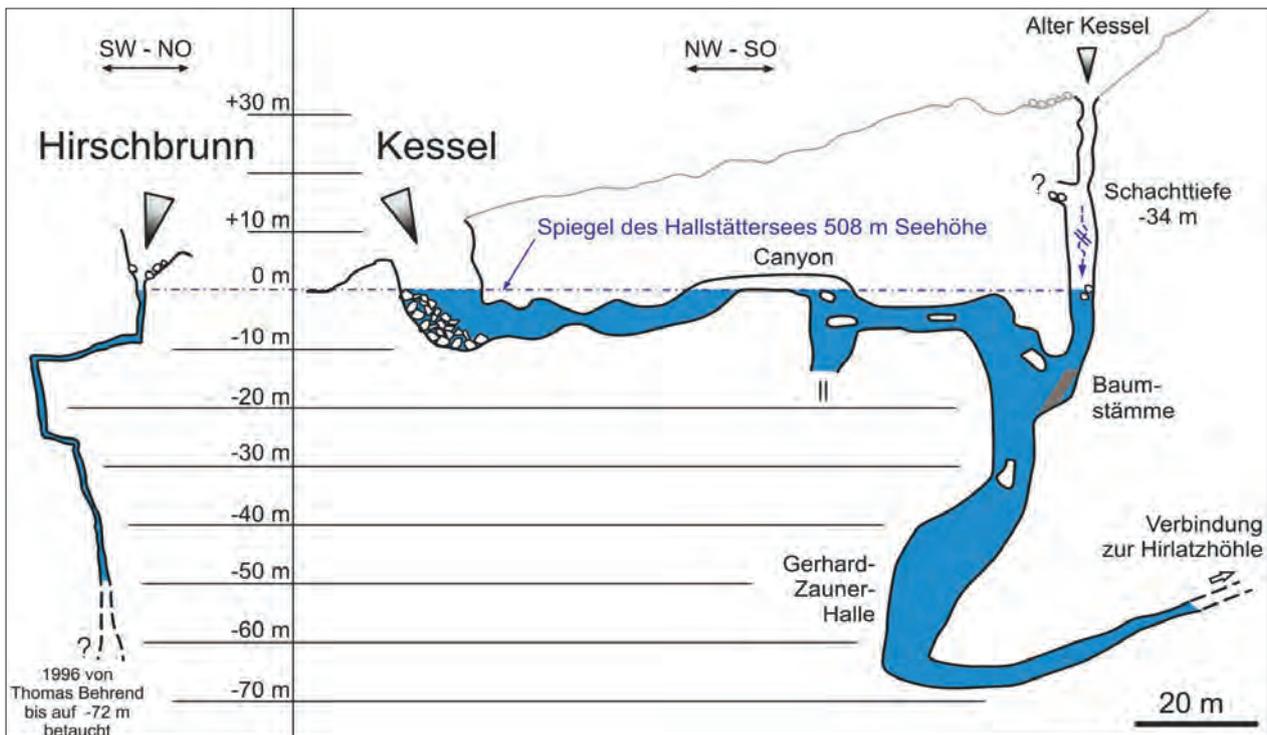


Abb. 6.  
Längsschnitte von Hirschbrunn und Kessel (aus MEYBERG & RINNE, 1998, umgezeichnet).

starker Schneeschmelze oder bei langandauernden Regenfällen kommt es im Karstaquifer zum Rückstau und dann fungiert der Kessel als Überlauf. Wenn sich dann die braunen Wassermassen über den Rand des Kessels ergießen und das ansonsten trockene Bachbett erfüllen, sagt die Bevölkerung der Umgebung „Der Kessel geht“ (LEUTNER, 1983).

Im Kessel wurde erstmals im Jahr 1960 ein Tauchgang unternommen. 2003 wurde der 460 m lange und maximal 60 m tiefe Siphon erstmals vollständig durchtaucht und eine Verbindung mit der 103,5 km langen Hirlatzhöhle nachgewiesen (Abb. 6; SEEBACHER, 2016).

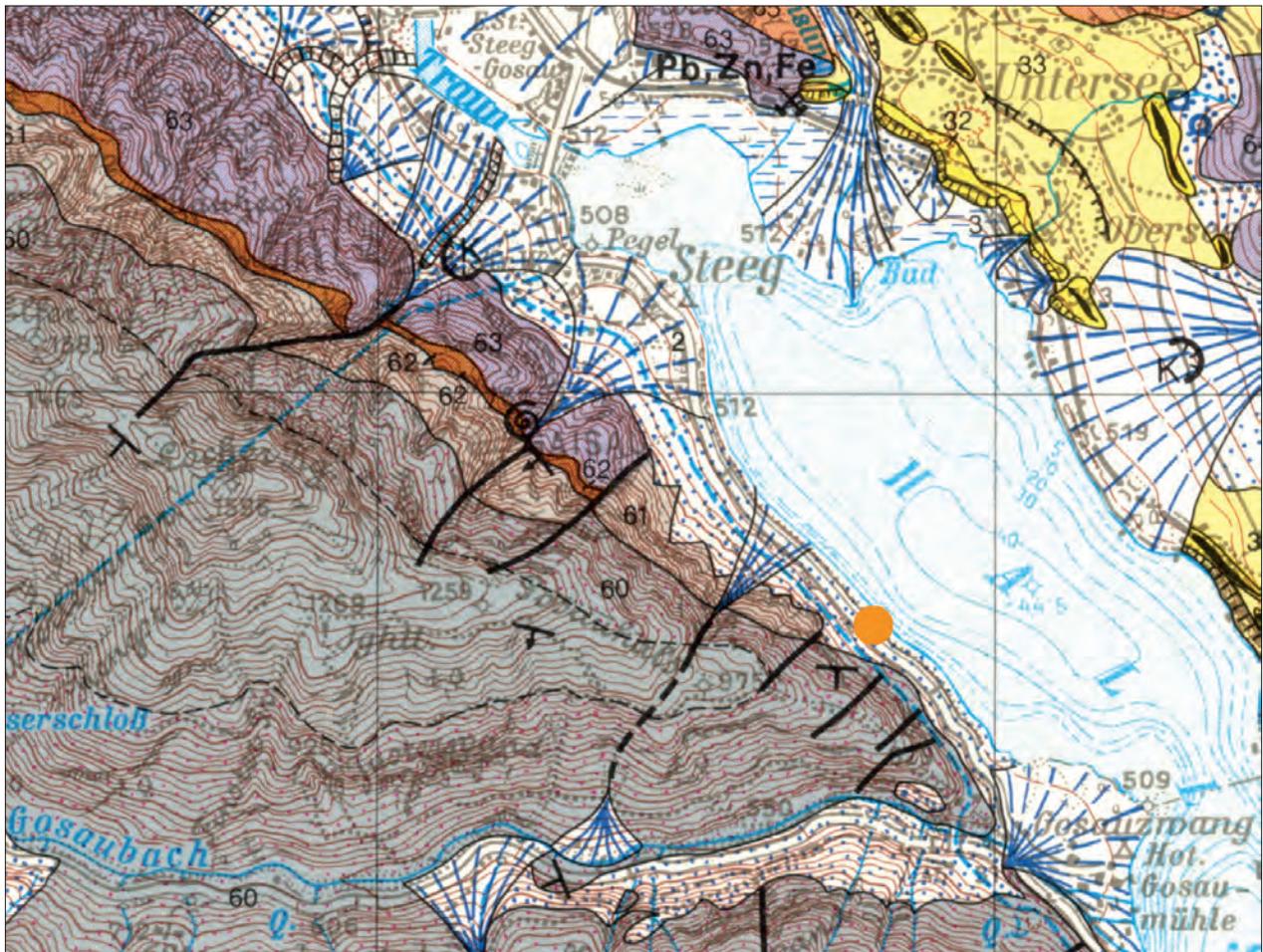
### Haltepunkt 3: Thermalwasservorkommen „Warmes Wasser“ am Hallstätter See

(GERHARD SCHUBERT, DANIEL ELSTER & RUDOLF BERKA)

Das Thermalwasservorkommen „Warmes Wasser“ befindet sich am Westufer des Hallstätter Sees zwischen Gosaumühle und Steeg. Es wird in SCHAUBERGER (1979: 44–49) ausführlich beschrieben. Dieser führt an, dass es sich um eine rund 500 m lange Uferstrecke am See handelt, die „im Winter auch bei strenger Kälte bis zu 4 m lange und 2 m breite eisfreie Stellen“ aufweist. Das Ther-

malwasservorkommen liegt am als Gosauhals bezeichneten, südöstlichen Ausläufer des Ramsaugebirges. Der Gosauhals besteht im Liegendteil aus Wettersteindolomit, der überlagert wird von einem schmalen, stärker bewachsenen Band aus Nordalpinen Raibler Schichten, gefolgt von Hauptdolomit, dolomitisiertem Dachsteinkalk und Dachsteinkalk. Das ganze Schichtpaket fällt flach nach Süden ein. Schauberger nimmt an, dass der Aufstieg des Thermalwassers an eine der SW–NE streichenden, steil nach Südost einfallenden Abschiebungen gebunden ist (Abb. 7). Es tritt dann in der Folge über dem Schuttmantel aus.

SCHAUBERGER (1979) enthält auch eine geschichtliche Zusammenfassung: Ersten historischen Quellen zufolge wurde das Thermalwasser ursprünglich durch eine 28,6 m lange Stollenfassung gefasst und in einer Badkammer genutzt. Dies muss aber bereits vor dem Jahr 1511 bzw. 1573 stattgefunden haben, da in diesen Jahren die Seeklause in Steeg erbaut bzw. erhöht wurde und sich ab diesem Zeitpunkt der Quellaustritt unter dem Niveau des Seespiegels befunden haben muss. Am 2. November 1957 kam es zum Anschlag eines Suchstollens am Fuße der Straßenstützmauer oberhalb der Hauptaustrittsstelle im See, nämlich 0,75 m über dem Seespiegel bei Normalwasserstand. Beim Stollenvortrieb fand man Reste des alten Badstollens, nicht aber einen Ther-



Legende

- 58 Dachsteinkalk gebankt (Megalodonten-fazies; Norium bis ? Rhätium)
- 60 Dachsteinkalk dolomitisiert, mit Loforit („Plattenkalk“; ? Norium)
- 61 Hauptdolomit (? Karnium bis Norium)
- 62 Raibler Schichten (Sandsteine und Tonmergel) mit Pflanzenhäcksel; Karnium)
- 63 Wettersteindolomit (Anisium bis ? Cordovolium)

Thermalquelle

Abb. 7. (oben)  
Lage des Thermalwasservorkommens „Warmes Wasser“ am Hallstätter See und Geologie (SCHÄFFER, 1982).



Abb. 8.  
Im Vordergrund befindet sich der im Jänner 1969 errichtete und mit Betonringen ausgekleidete Schachtbrunnen, dahinter ist das Mundloch des Suchstollens zu sehen. Brunnen und Mundloch befinden sich in einer Nische unter der Hallstättersee Landesstraße. Es sei darauf hingewiesen, dass der Stollen einsturzgefährdet ist. Bei seiner Errichtung wurde nur im Winter gearbeitet, wann das durchhörtere Lockermaterial durchgefroren war.

malwasserzutritt. Am 28. März 1970 wurden die Grabarbeiten bei einer Gesamtstollenlänge von 161,20 m eingestellt. Im Zuge der Arbeiten hatte man aber im Jänner 1969 im Bereich des Mundlochs einen 2 m tiefen Senkbrunnen mit 1,5 m Durchmesser abgeteuft und mit Betonringen ausgebaut, um Temperatur- und Schüttungsmessungen sowie Beprobungen durchführen zu können. Beim im Winter abgesenkten Seespiegel wurde am 29. Jänner 1969 im Brunnen ein Pumpversuch durchgeführt. SCHAUBERGER (1979) konnte dabei am Schachtboden eine Temperatur von 22,5° C bestimmen. Die Schüttung der im Brunnen zu sehenden beiden Thermalwasserzutritte schätzte er auf einige Liter pro Sekunde. Eine genaue Messung war nicht möglich, da beim Pumpversuch von der Seeseite auch Seewasser zudrang.

Bei der Exkursion wird dieser sich direkt vor dem Mundloch des Suchstollens befindliche Senkbrunnen besichtigt (Abb. 8). Am 2. Juli 2013 wurden hier von den Autoren hydrochemische und isotopenhydrologische Proben gezogen. Der geringe Tritiumgehalt (Tab. 1) zeigt auf, dass es sich beim beprobten Wasser vorwiegend um Wasser handelt, dass vor den Atombombenversuchen versickert sein muss. Der Schwefel-34-Wert entspricht dem Sulfat einer Reichenhaller Rauwacke, also aus dem Liegenden des Wettersteindolomits (Tab. 2).

| „Warmes Wasser“, Hallstättersee |          |
|---------------------------------|----------|
| Datum der Probenahme            | 2.7.2013 |
| Temperatur (°C)                 | 18,9     |
| El. Leitfähigkeit [µS/cm]       | 696      |
| pH-Wert                         | 8,06     |
| Calcium [mg/l]                  | 39,2     |
| Magnesium [mg/l]                | 11       |
| Strontium [mg/l]                | 0,46     |
| Natrium [mg/l]                  | 83       |
| Kalium [mg/l]                   | 2        |
| Hydrogenkarbonat [mg/l]         | 106,43   |
| Chlorid [mg/l]                  | 127,78   |
| Fluorid [mg/l]                  | 0,26     |
| Sulfat                          | 53       |
| δ <sup>2</sup> H [‰]            | -88,4    |
| <sup>3</sup> H [TU]             | 2,2      |
| δ <sup>18</sup> O [‰]           | -12,96   |
| δ <sup>34</sup> S [‰ CDT]       | 23,2     |

Tab. 1. Hydrochemie und Isotopenhydrologie des „Warmen Wassers“ nach ELSTER et al. (2016: 188, 192).

## Literatur

- BEHM, M. (2011): Verbindung des Unfallschachts mit der Dachstein-Mammuthöhle (1547/9). – Die Höhle, **62**/1–4, 58–62, Wien.
- BEHM, M., PLAN, L., SEEBACHER, R. & BUCHEGGER, G. (2016): Dachstein. – In: SPÖTL, C., PLAN, L. & CHRISTIAN, E. (Ed.): Höhlen und Karst in Österreich, 569–588, Linz (OÖ-Landesmuseum).
- CLAYPOOL, G.E., HOLSER, W.T., KAPLAN, I.R., SAKAI, H. & ZAK, I. (1980): The Age Curves of Sulfur and Oxygen Isotopes in Marine Sulfate and Their Mutual Interpretation. – Chemical Geology, **28**, 199–260, Amsterdam.
- ELSTER, D., GOLDBRUNNER, J., WESSELY, G., NIEDERBACHER, P., SCHUBERT, G., BERKA, R., PHILIPPITSCH, R. & HÖRHAN, T. (2016): Erläuterungen zur geologischen Themenkarte Thermalwässer in Österreich 1:500.000. – 296 S., Wien.
- GÖTZINGER, M.A., LEIN, R. & PAK, E. (2001): Geologie, Mineralogie und Schwefelisotopie ostalpiner „Keuper“-Gipse: Vorbericht und Diskussion neuer Daten. – Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft, **146**, 95–96, Wien.
- LEUTNER, N. (1983): Kessel und Hirschbrunn-Quellbezirk am Nordfuß des Dachsteinstockes. – Die Höhle, **34**, 100–105, Wien.
- MEYBERG, M. & RINNE, B. (1998): Tauchen in der Hirlatzhöhle. – In: BUCHEGGER, G. & GREGER, W.: Die Hirlatzhöhle im Dachstein. – Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift „Die Höhle“, **52**, 223–240, Wien.
- PLAN, L. & HERRMANN, E. (2010): Paläotraun? Der Wissenschaftsdisput um die Entstehung der Dachstein-Mammuthöhle. – Die Höhle, **61**, 3–17, Wien.

| Schwefel-34 in marine Sulfaten global<br>nach CLAYPOOL et al. (1980) |                      | Schwefel-34 in marinen Sulfaten<br>der Nördlichen Kalkalpen (Auswahl) |                                    |
|--|----------------------|---|------------------------------------|
| Globale Gliederung   | $\delta$ 34S (‰ CDT) | Formation   | $\delta$ 34S (‰ CDT)               |
| Mitteltrias bis später Jura  | +16 ± 1,5            | Nordalpine Raibler<br>Schichten und<br>Opponitzer<br>Schichten        | 15,85 ± 0,40*                      |
| Mitteltrias  | +15 bis +22          | Reichenhaller<br>Rauwacke   | +23,3, +24,2**                     |
| Mittlere bis obere<br>Untertrias                                     | +24 bis +28          |   |                                    |
| Untere und mittlere<br>Untertrias                                    | + 10 bis +13         |   |                                    |
| Oberperm   | 10,5 ± 1,0           | Oberpermisches<br>Haselgebirge  | hauptsächlich<br>+9,8 bis +13,8*** |

Tab. 2.  
Globale Schwefel-34-Werte mariner Sulfate nach CLAYPOOL et al. (1980) und eine Auswahl vergleichbarer Messwerte zu Salinaren der nördlichen Kalkalpen (\*GÖTZINGER et al., 2001, \*\*SPÖTL, 1988, \*\*\*SPÖTL & PAK, 1996).

PLAN, L. & XAVER, A. (2010): Geomorphologische Untersuchung und genetische Interpretation der Dachstein-Mammuthöhle (Österreich). – Die Höhle, **61**, 18–38, Wien.

SCHAUBERGER, O. (1979): Die Mineral- und Thermalquellen im Bereich des ostalpinen Salinars zwischen Salzach und Enns. – Schriftenreihe des Oberösterreichischen Musealvereins, **9**, 120 S., Linz.

SCHÄFFER, G. (1982): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 96 Bad Ischl. – Geologische Bundesanstalt, Wien.

SEEBACHER, R. (2016): Höhlentauchen. – In: SPÖTL, C., PLAN, L. & CHRISTIAN, E. (Ed.): Höhlen und Karst in Österreich, 427–438, Linz (OÖ-Landesmuseum).

SEEMANN, R. (1973): Die Genese der Pyrite der Karstgebiete der Nördlichen Kalkalpen. – Dissertation, Universität Wien, 185 S., Wien.

SPÖTL, C. (1988): Zur Altersstellung permoskythischer Gipse im Raum des östlichen Karwendelgebirges (Tirol). – Geologisch Paläontologische Mitteilungen Innsbruck, **14**, 197–212, Innsbruck.

SPÖTL, C. & PAK, E. (1996): A strontium and sulfur isotopic study of Permo-Triassic evaporites in the Northern Calcareous Alps, Austria. – Chemical Geology, **131**, 219–234, Amsterdam.