

Speläologie im Breitscheider Karst – Forschungsstand und Erkenntnisse aus dem größten Höhlensystem Hessens

INGO DORSTEN, DIETER KRAUS & ARNDT KARGER

Hessen, Westerwald, Kalkstein, Karst, Höhlensystem, Entdeckung, Genese, Erkenntnisse

K u r z f a s s u n g : Der Herbstlabyrinth-Adventhöhlensystem wird seit nunmehr 30 Jahren intensiv durch Höhlenforscher der Speläologischen Arbeitsgemeinschaft Hessen e.V. erkundet und dokumentiert. Mit 13.128 m (Stand 2024) ist das Höhlensystem das längste in Hessen und zählt zu den vier größten Höhlen in Deutschland. Dieser Beitrag bezieht sich auf die Erforschung des Herbstlabyrinth-Adventhöhlensystems in Breitscheid (Hessen) ab 2009 und erläutert die wichtigsten wissenschaftlichen Erkenntnisse. Außerdem gibt er eine kurze Übersicht über die Organisation der Höhlenforschung in Deutschland und Hessen und beschreibt das Karstgebiet Breitscheid-Erdbach.

Speleology in the Breitscheid Karst - state of research and findings from the largest cave system in Hesse

Hesse, Westerwald, limestones, karst landscape, cave system, discovery, genesis, findings

A b s t r a c t : The Herbstlabyrinth Advent cave system has been intensively explored and documented by speleologists from the Speläologische Arbeitsgemeinschaft Hessen e.V. for 30 years now. At 13,128 m (as of 2024), the cave system is the longest in Hesse and is one of the four largest caves in Germany. This article refers to the exploration of the Herbstlabyrinth-Advent cave system in Breitscheid (Hesse) from 2009 onwards and explains the most important scientific findings. It also gives a brief overview of the organization of cave research in Germany and Hesse and describes the Breitscheid-Erdbach karst area.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	202
2	Höhlenforschung als interdisziplinäre Wissenschaft	202
3	Das Breitscheider Karstgebiet	203
3.1	Bachschwinden und Dolinen	204
3.2	Quellen	206
4	Das Herbstlabyrinth-Adventhöhlensystem	206
4.1	Entdeckungsgeschichte und Beschreibung wesentlicher Höhlenteile	207
4.1.1	Das Windige Ende und der Durchbruch in die Nordwestpassage	208
4.1.2	Die Sonntagshalle	210

5	Der Südgang und die Entdeckung des Erdbachtunnels	212
5.1	Beschreibung des Erdbachtunnels	212
5.2	Das bisherige Ende – Siphone im Erdbachtunnel	214
6	Besondere wissenschaftliche Erkenntnisse	215
6.1	Eisschäden an Tropfsteinen	215
6.2	Kryogene Kalzite	216
6.3	Altersdatierung an Tropfsteinen	217
6.4	Laacher-See-Bims	219
6.5	Biospeläologie – Lebensräume in den Breitscheider Höhlen	221
6.6	Mikroorganismen („Pool-Fingers“)	224
7	Paläontologische Funde und Unterschützstellung der Höhle	225
8	Aussichten und weitere Forschungsansätze	228
9	Literatur	229

1 Einleitung

Das Breitscheider Karstgebiet im hessischen Teil des Westerwaldes wird seit 1965 systematisch erforscht und durch Höhlenforscher intensiv erkundet. Der Schwerpunkt liegt dabei auf zwei großen Höhlensystemen: dem Erdbachhöhlensystem und dem Herbstlabyrinth-Adventhöhlensystem. Beide Höhlensysteme bilden eine hydrologische Einheit und weisen zusammen eine Gesamtganglänge von über 15 km auf. Das Höhlensystem gilt als eines der interessantesten und bedeutendsten in Deutschland.

Nachfolgend wird zunächst kurze über die wichtigsten Aktivitäten im Zusammenhang mit der Erforschung von Höhlen informiert. Anschließend werden die wesentlichen Teile der beiden Breitscheider Höhlensysteme und die Umstände ihrer Entdeckung beschrieben und dargelegt, wie insbesondere im Hinblick auf die Erforschung noch unbekannter Höhlenstrecken ein vertrauensvoll zusammenarbeitendes Team unerlässlich und warum eine interdisziplinäre Zusammenarbeit speziell im Hinblick auf die Gewinnung neuer Erkenntnisse unverzichtbar ist.

2 Höhlenforschung als interdisziplinäre Wissenschaft

Höhlenforschung (Speläologie) ist in Deutschland eine sehr breit aufgestellte und organisierte Spezialwissenschaft, die fast ausschließlich ehrenamtlich wahrgenommen wird. Die Organisationsstruktur in Deutschland basiert auf derzeit 88 einzelne Gruppierungen und Vereinen, die in sieben Landesverbänden unter dem Dach des Verbandes der deutschen Höhlen- und Karstforscher e. V. organisiert sind. Sehr häufig arbeiten die einzelnen Vereine mit Kommunen und Fachbehörden eng zusammen, um neben der systematischen Erforschung auch den Höhlen-

schutz zu gewährleisten. Dabei liegt die Stärke der Höhlenforschung in der interdisziplinären Arbeitsweise, die es oft erst ermöglicht komplexe Fragestellungen aufzuwerfen und daraus einzelne Forschungsansätze zu definieren. Zudem arbeiten die einzelnen Vereine oft mit einer Vielzahl von Universitäten und einzelnen Wissenschaftlern weltweit zusammen.

Die Speläologische Arbeitsgemeinschaft Hessen e. V. (SAH) ist der in Breitscheid tätige Verein und hat derzeit (Stand 2024) ca. 80 Mitglieder. Der Verein befasst sich seit 1984 mit der Erforschung und Betreuung der Höhlen und Karsterscheinungen in den zwischen den Orten Breitscheid und Erdbach am Rande des Westerwaldes ausstreichenden oberdevonischen Kalksteinen. Vor allem seit 1993 wurden viele Kilometer Höhlengänge entdeckt und dokumentiert. Neben der systematischen Erfassung des Karstformenschatzes gehören weitere Schwerpunkte zu den Aufgaben des Vereins:

- Vermessung und Kartierung aller Höhlen und Erstellung von detaillierten Karten,
- Begleitung von Forschungen zur Klimadatenerfassung und Speläothemenforschung,
- Biospeläologische Untersuchungen und Betreuung von Forschungen zur Mikrobiologie,
- Fotodokumentation und Öffentlichkeitsarbeit,
- Beratung von Behörden und Rohstoffunternehmen,
- Durchführung und Überwachung von Höhlenschutzmaßnahmen,
- Unterstützung der Gemeinde Breitscheid im Rahmen der allgemeinen Sicherungspflicht,
- Fachliche Betreuung der Schauhöhle in Breitscheid.

3 Das Breitscheider Karstgebiet

Der Begriff „Karst“ ist ursprünglich der Eigenname einer Landschaft östlich von Triest im Bereich des heutigen Sloweniens bis weit herunter nach Kroatien. Diese Landschaftsform zeichnet sich durch weitgehend fehlende oberirdische Gewässer aus, sie hat ihre Ursache in der Klüftigkeit und Löslichkeit des Gesteins. Kompakte Karbonatgesteine (Kalkstein und Dolomit) sind für Wasser praktisch undurchlässig. Da sie spröde sind, führen selbst kleine tektonische Beanspruchungen zur Bildung von Klüften. Da Niederschlagswasser oder das Wasser oberirdischer Gewässer durch die Aufnahme von atmosphärischem und aus der Atmung der Pflanzen resultierendem biogenem Kohlendioxid zu Kohlensäure wird, kommt es zu einer Erweiterung der Klüfte durch Auflösung speziell des Kalksteins (Korrosion), er wird daher wasserdurchlässig. Die Durchlässigkeit nimmt mit der Zeit noch zu.

Das weitgehende Fehlen oberirdischer Gewässer wie Bäche und Rinnsale und auch die Tatsache, dass Niederschlagswasser selbst bei Starkregenereignissen

rasch in den Untergrund absickert, beeinflusst nicht nur das Aussehen der Landschaft, sondern auch die Pflanzenwelt und die Böden, so dass insgesamt ein eigenes Landschaftsbild entsteht.

Durch die lösende Wirkung des Wassers verfügen Karstlandschaften über einen spezifischen Formenschatz, so auch zwischen den Ortschaften Breitscheid und Erdbach. Hier findet man z. B. Karrenfelder, Dolinen, Trockentäler, Bachschwinden (Ponore), Karstquellen und Höhlen auf sehr engem Raum. Der oberflächliche Austritt des verkarsteten Kalksteins umfasst eine Fläche von ca. 2,5 km² (siehe Abb. 1), es handelt sich somit um eines der kleinsten Karstgebiete in Deutschland, das aber im Vergleich zu andern Karstgebieten (z. B. Schwäbische und Fränkische Alb) auf kleinsten Raum einen exemplarischen Karst-Formenschatz aufweist. Durch den großen Höhenunterschied von über 140 m zwischen den freiliegenden Kalksteinschichten und dem Vorfluter ist eine tiefreichende Verkarstung möglich geworden. Derzeit sind 35 Höhlen zwischen Breitscheid und Erdbach erfasst. Darunter stehen das Erdbachhöhle-System und das Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System mit über 2 km und 13 km Ganglängen hervor.

In Deutschland gibt es aktuell (Stand 2024) noch drei weitere Höhlensysteme mit einer Gesamtganglänge zwischen 14 und 25 km. Eine fortlaufend aktualisierte Übersicht aller großen Höhlen über 1 km Länge in Deutschland findet sich auf der Seite des Verbandes deutscher Höhlen- und Karstforscher (www.vdhk.de)

3.1 Bachschwinden und Dolinen

Am Ortsrand von Breitscheid verschwindet der gesamte Erdbach in einem Schwindenbereich, dem so genannten Kleingrubenloch, und erscheint erst ca. 1,3 km entfernt und 112 m tiefer bei der Ortschaft Erdbach wieder an der Oberfläche. Sein unterirdischer Weg verläuft dabei durch das 100 m tiefe Erdbachhöhle-System und danach durch das Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System. Auf dem Weg durch das Kalkgestein verdoppelt sich seine Wassermenge durch unterirdische Zuflüsse von durchschnittlich 40 l/s auf 80 l/s am Wiederaustritt.

Weitere Bachschwinden gibt es je nach Jahreszeit und Niederschlag an den Dolinen im südlichen Bereich der Kalkgrenze (Naturdenkmale *Maibaumdoline* und *Butterfassdoline*), aber auch in einigen anderen noch offenen und überbauten Dolinen an der nördlichen Kalkgrenze (Naturdenkmale *Bahndammdoline* und *Fischweiherdoline*). Diese trichterförmigen Vertiefungen an der Erdoberfläche entstehen zumeist dort, wo sich Klufscharen kreuzen und daher das Gestein lokal besonders tektonisch zerrüttet ist. Weil in diesem Bereich die Kontaktfläche Wasser/Gestein besonders groß ist, wird hier der Kalkstein stärker und schneller gelöst als in der Umgebung. Dolinenähnliche Gebilde gibt es auch dort, wo die Decke einer oberflächennahen Höhle eingestürzt ist oder im Bereich verstürzter Karstschächte. Oft gibt es Entwässerungseinleitungen in heute nicht mehr sichtbare Dolinen, wie z. B. am Sportplatz in Breitscheid. Bachschwinden treten allgemein dort auf,

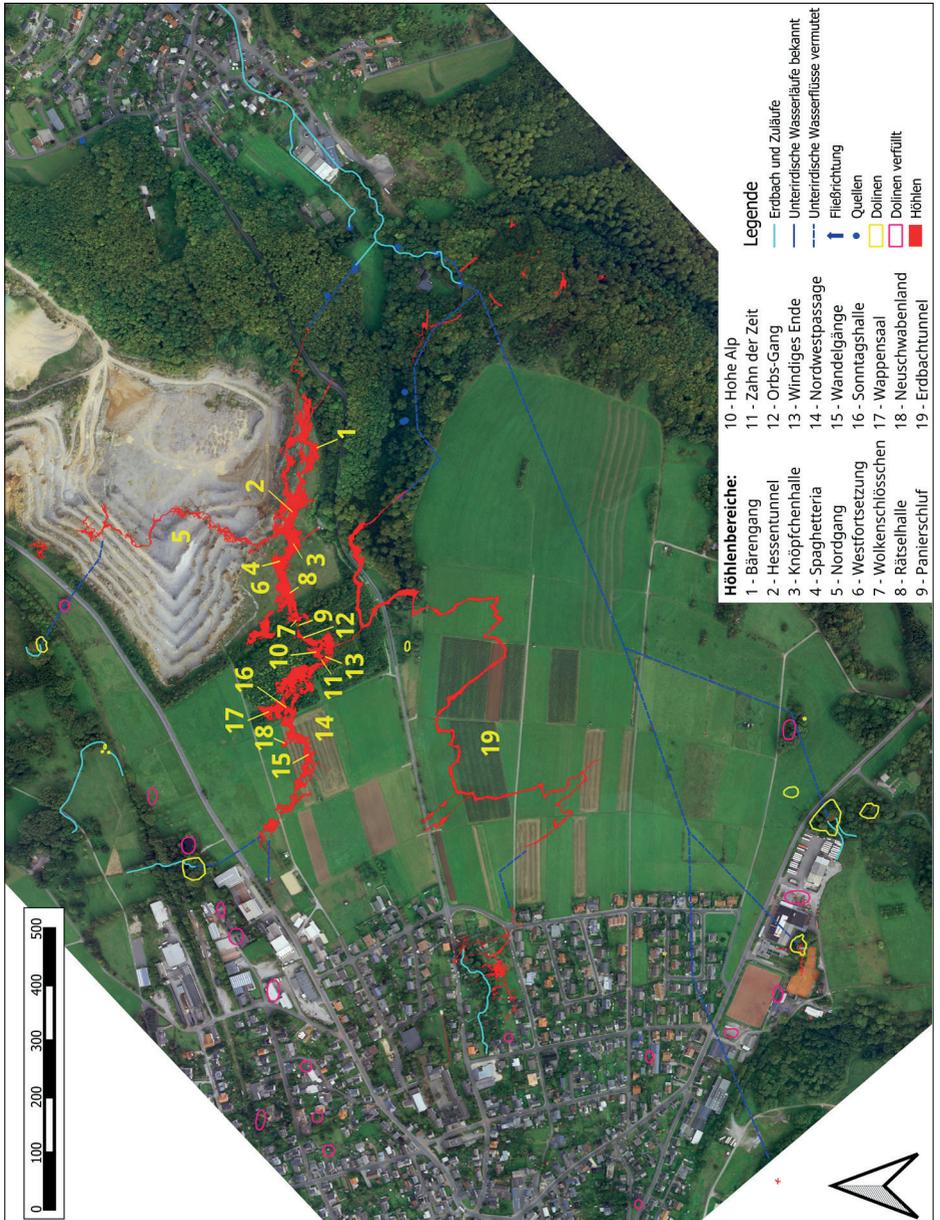


Abbildung 1: Übersicht Breitscheider Karst. Die ober- und unterirdischen Karstformen wurden in ein Luftbild übertragen.

Figure: Overview of the Breitscheid Karst. The karst forms above and below ground were transferred to an aerial image.

wo Bäche und Rinsale an der Grenze von wasserstauenden tonigen Gesteinen auf verkarsteten Kalkstein treffen, hier versickert das Wasser in den Untergrund.

Abgesehen von den vorstehend genannten Dolinen, die auch als Bachschwinden fungieren können, gibt es in Breitscheid weitere Dolinen, die als Band um das offenliegende Karstgebiet aufgereiht sind. Allerdings sind nur noch wenige weitgehend naturbelassen. Dazu zählen als größten die Maibaum- und die Fischweiherdoline und ca. zehn kleinere im weiteren Umkreis. Die meisten anderen Dolinen, die in Breitscheid existierten, sind entweder durch die intensive Bewirtschaftung der Weide- und Ackerflächen eingeebnet, als Müllkippen missbraucht und verfüllt oder mit Industrie- und Wohngebäuden überbaut worden. Nach einer Auswertung von Luftbildern im Rahmen einer Diplomarbeit befanden sich in dem Gebiet in der Nachkriegszeit noch etwa 15 weitere Dolinen.

3.2 Quellen

Im Breitscheid-Erdbacher Karst gibt es insgesamt sechs Quellen, die allesamt am Ortsrand von Erdbach hervortreten. Die größte von ihnen ist die *Erdbachquelle*. Zu ihr gehört der „Überlauf“, ein nur bei starken Niederschlägen oder Schneeschmelze aktiver Hochwasserüberlauf. Der *Wallbrunnen* ist eine weitere Quelle, die zur Trinkwasserversorgung des Ortes Erdbach genutzt wird. Diese bzgl. Chemismus typische Karstquelle bezieht ihr Wasser aber nicht aus den Bachschwinden um Breitscheid, sondern aus größerer Tiefe. Hierfür spricht ihre konstant höhere Temperatur, die mit 13–14 °C deutlich über den für hiesige Quellen üblichen 9 °C liegt. Weitere Quellen sind die *Hoffmannsquellen* unterhalb der Erdbachquelle, der *Waldborn* und die *Weilsteinquelle*, die nur noch als Brauchwasserversorgung des Kalkwerkes dient.

Dies sind jedoch nur die sichtbaren hydrologischen Elemente des Karstes. Gerade im unterirdischen Verlauf des Erdbachs, welcher durch einen großen, luftgefüllten Tunnelgang (*Erdbachtunnel*) fließt, gibt es noch weitere Quellen und Zuflüsse. Weitgehend unbekannt ist bisher der genaue Ort des Wasserzutritts in den unterirdischen Verlauf des Erdbachs. In den bekannten und gut dokumentierten Bereichen des Erdbachtunnels kann der Zutritt des Wassers aus den Dolinen Butterfassdoline, Maibaumdoline und anderen Schwinden aus dem südlichen Bereich des Karstes nicht lokalisiert werden. Hier können nur systematische Färbeversuche nähere Erkenntnisse bringen.

4 Das Herbstlabyrinth-Adventhöhlensystem

Die Erforschung des Herbstlabyrinth-Adventhöhlensystems begann 1993 und dauert bis heute an. Die nachfolgenden Kapitel beschreiben die wesentlichen Entdeckungen ab 2009. Die Beschreibung der Höhlenteile, die zwischen 1993 und

2003 entdeckt und dokumentiert wurden, erfolgte bereits ausführlich u. a. in Beiträgen im Jahrbuch des Nassauischen Vereins für Naturkunde (GRUBERT & HÜLSMANN 1998; DORSTEN & HARRIES 2006; DORSTEN, HÜLSMANN & HÜSER 2006).

Die Jahre 2003–2009 wurden dominiert von der Entdeckung und Dokumentation des Nordgangs und einer engen Zusammenarbeit mit Forschenden aus Höhlenvereinen und Instituten aus ganz Deutschland.

Eine bedeutende Erkenntnis konnte im Jahr 2003 gewonnen werden: Bei einer Befahrung fiel aufgrund des heißen Sommers eine wassergefüllte Spalte trocken und wies starken Luftzug auf. Dieser Luftzug war ein Hinweis auf weitere unbekannte Höhlenteile, daher wurde noch im selben Jahr eine Grabungskampagne eingeleitet. Diese systematische Grabung entlang der festen Höhlendecke, immer dem Luftzug folgend, wurde von vielen Höhlenforschern anderer Vereine unterstützt und führte erst nach sechs Jahren Arbeit in das erhoffte Neuland. Der daraus entstandene Verbindungsgang wurde *Panierschluf* genannt

4.1 Forschungen und Neue Entdeckungen ab 2009

Der entscheidende Durchbruch am Ende des Panierschlufs erfolgte am 03.08.2009. Der Erste Höhlenteil, der betreten wurde, war der **Orbsgang**, ein 70 m langer Gang-



Abbildung 2: Dieser wunderschöne Bereich im Orbs-Gang bot sich am Tag des Durchbruchs nach fünf Jahren Grabung. Deutlich ausgeprägt ist die Hohlkehle, die typisch für das Herbstlabyrinth ist und ein auf natürliche Weise entstandener Deich entlang des Bachlaufs; Foto: Georg Taffet.

Figure 2: This beautiful area in the Orbs passage was revealed on the day of the breakthrough after five years of excavation. The hollow groove, which is typical of the Herbstlabyrinth, and a naturally formed dyke along the course of the stream are clearly pronounced; photo: Georg Taffet.

stück mit sehr schönen Versinterungen (Abb. 2). Bei einer durchschnittlichen Gangbreite von 5 m wird der Boden durch ein ebenes Sedimentbett, meist aus verfestigtem Lehm, gebildet. Hier fließt auch in den Wintermonaten ein kleines Gerinne, welches aus einem Zulauf im Panierschluf gespeist wird. Bemerkenswert ist dieses kleine Gerinne deshalb, weil es eine gänzlich andere Abflussrichtung als alle anderen bisher bekannten Wasserabflüsse des Herbstlabyrinths aufweist. Die Tatsache, dass dieses Wasser Richtung Westen „verschwindet“, gab schon früh Anlass zu der Vermutung, dass das Herbstlabyrinth vielleicht doch eine Verbindung zum unterirdischen Erdbach aufweist. Nach den weiteren Entdeckungen im Jahr 2012 wurde diese Vermutung bestätigt. Das Herbstlabyrinth hat somit eine eigene Wasserscheide. Bemerkenswert ist noch, dass der Bach im Orbsgang einen natürlichen Deich mit einer Höhe von 10 cm geschaffen hat.

Bis zum Jahr 2012 konnten in diesen Bereichen der Höhle (*Hohe Alp, Orbsgang*) ca. 600 m neue Teile vermessen werden. Trotz des extrem heftigen Luftzugs im Panierschluf und einigen anderen Bereichen war die Suche nach weiteren Fortsetzungen schwierig. Aufgrund von Beobachtungen von Kluftsystemen und Störungen bestand die Hoffnung, dass ein Weiterkommen in westlicher Richtung möglich ist.

4.1.1 Das Windige Ende und der Durchbruch in die Nordwestpassage

Besonders schwierig gestaltete sich jedoch die Suche nach der Hauptfortsetzung. Nachdem alle Möglichkeiten in die Höhe (Kamine) und im Bereich des Verbruchs erkundet und vermessen wurden, blieb als letzte Möglichkeit die Erweiterung einer engen, schwach bewetterten Kluft im *Windigen Ende*. Und tatsächlich: Nachdem ein etwa 2 m langer Spalt erweitert war, öffnete sich eine nach unten führende Kluft. Diese führt etwa 25 m tief bis in eine Verbruchzone mit großen, sicher verkeilten Blöcken. Zunächst gestaltete sich die Suche nach weiteren Fortsetzungen schwierig, aber den entscheidenden Hinweis gab die Höhle selbst, und zwar im Rahmen der Vermessung am 31.10.2012: Während einer Pause konnte von den Vermessern ein leises Bachrauschen vernommen werden. Der Bericht des Messtrupps schlug ein „wie eine Bombe“. Allen war sofort klar, dass dieser Bach ein Zubringer in den unterirdisch verlaufenden Erdbach sein muss. Schon eine Woche später wurde ein Forschungsteam zur Erkundung eines möglichen Zustiegs zusammengestellt. Nach kurzem Suchen gelang der Abstieg in einen kleinen Canyonang. Bachaufwärts konnte dieser etwa 50 m weit durch z. T. wildes Blockwerk verfolgt werden, bevor nach zwei kleinen Wasserfallstufen unvermittelt der Blick in eine große Halle frei wurde. Die Ausdehnung dieser Halle, die selbst mit den hellen Scurion-Lampen nicht gänzlich erfasst werden konnte, sind für devonische Höhlen sehenswert: Eine Länge von 80 m bei einer durchschnittlichen Breite und max. Höhe von 25 m. Damit hatte keiner der Anwesenden gerechnet! Umso überraschender war dann, dass der die Halle unterquerende Bach



Abbildung 3: Die Wandelgänge in der Nordwestpassage weisen über weite Abschnitte beeindruckende Gangdimensionen auf. Nicht selten „wandelt“ man durch 10–20 m breite Passagen, die oft von schönen Versinterungen begleitet sind; Foto: Georg Taffet.

Figure 3: The passages in the Northwest Passage have impressive dimensions over large sections. It is not uncommon to “walk” through 10–20 m wide passages, which are often accompanied by beautiful sintering; photo: Georg Taffet.



Abbildung 4: Sinter und Lehm wechseln sich häufig ab. Die im Bachbett der Nordwestpassage abgelagerten Basaltgerölle zeugen von einem oberflächlichen Zufluss in das Höhlensystem; Foto: Ingo Dorsten.

Figure 4: Sinter and clay frequently alternate. The basalt pebbles deposited in the stream bed of the Northwest Passage bear witness to a superficial inflow into the cave system; photo: Ingo Dorsten.

noch weitere 400 m verfolgt werden konnte. Hierbei wechseln sich teils engere Passagen mit großräumigen Gängen ab. Die beeindruckenden *Wandelgänge* mit über 10 m Deckenhöhe und beinahe 15 m Breite sind dabei besonders beeindruckend (Abb. 3).

Wegen der vielen Fortsetzungen, die teils über 30 m hohe, runde Kamine einbeziehen, wurde der gesamte Höhlenteil *Nordwestpassage* genannt (Abb. 4). Dieser Höhlenbereich wurde bis 2024 systematisch erkundet und es wurden einige Teilbereiche entdeckt, die z.T. interessante Aspekte aufweisen.

4.1.2 Die Sonntagshalle

Die *Sonntagshalle* wurde während der Vermessung des Bachlaufs in der Nordwestpassage entdeckt. Ein eher unscheinbarer Durchschlupf führte in eine Reihe kleinere Räume und Klüfte. Nachdem eine weitere Engstelle erweitert war, konnte unerwartet eine Halle von etwa $20 \times 10 \times 5$ m betreten werden (Abb. 5). Von dieser Halle zweigen einige Fortsetzungen ab, die weiter in die Höhe ziehen und zahlreiche Erkundungen nach sich führten.



Abbildung 5: Die Sonntagshalle zeichnet sich durch sehr ausgeprägten Sinterschmuck im nördlichen Teil aus; Foto: Rainer Straub.

Figure 5: The Sunday Hall is characterized by very pronounced sintered decoration in the northern part; photo: Rainer Straub.

Im Rahmen der systematischen weiteren Erkundung wurde der Zustieg zum *Wappensaal* (Abb. 6) entdeckt, nachdem systematisch dem Luftzug nachgegangen wurde. Den Wappensaal erreicht man über einen Canyonengang und ein anschließender Aufstieg von etwa 10 m führt in den Zustieg am Boden dieser großen Halle. Die Maße des Wappensaals betragen in etwa 30×10 m Grundfläche

bei einer maximalen Deckenhöhe von im Schnitt 2–5 m. Als Besonderheit sind die vielfältigen Ablagerungen von Sedimenten zu nennen und vor allem das Vorhandensein von Kryogenen Kalziten.



Abbildung 6: Der Wappensaal ist Fundort von Kryogenen Kalziten, die hier über weite Flächen auf dem Boden verteilt liegen; Foto: Ingo Dorsten.

Figure 6: The Wappensaal is the site of cryogenic calcites, which are distributed over large areas on the floor; photo: Ingo Dorsten.

Wie komplex die Nordwestpassage ist, zeigte sich auch bei einer weiteren Entdeckung, nachdem der Zulauf eines kleinen Gerinnes erweitert wurde. Auch hier war es der Luftzug, der den Hinweis darauf gab, dass es eine Fortsetzung geben muss. Die Federführung der anschließenden Grabung hatten schwäbische Höhlenforscher. Nach etwa 8 m Grabung gelangten sie in eine geräumige Halle von etwa 10 × 5 m Grundfläche.

Dieser Bereich wurde *Neuschwabenland* getauft. Als Besonderheit sind die auffälligen und gut ausgeprägten Hohlkehlen als Zeugen eines Wasserlaufs zu nennen. Vor allem aber sind es die vielen und großen Basaltgerölle, die in einem Bereich der Halle zu finden sind und ein Hinweis darauf geben, dass dieser Höhlenteil sich weiter in die Höhe ziehen muss, aber bisher nicht befahrbar ist.

Das bisherige Ende der Westpassage bildet die *Schwebebahn*, die nach Aufweitung einer Engstelle im Jahr 2019 befahrbar gemacht wurde. Dieser Höhlenbereich bildet den bisherigen Endpunkt der Nordwestpassage. Dabei handelt es sich um einen durchweg engen Höhlenbereich, der durch etliche sehr locker verteilte Blöcke gekennzeichnet ist, was ihm auch den Namen verliehen hat.

Ein Weiterkommen am Ende der Schwebebahn ist derzeit nicht absehbar, weil die Klüfte bis auf wenige Zentimeter zu eng werden.

5 Der Südgang und die Entdeckung des Erdbachtunnels

Der kleine Bach der Nordwestpassage (Schüttungsmenge im Mittel 1–2 l/s) verläuft bachabwärts direkt nach Süden. Bei einer ersten Befahrung Ende 2012 konnte dieser etwa 100 m weit verfolgt werden, bevor er an einer Engstelle 5 m in die Tiefe verschwand. Nach den Berechnungen aus den Vermessungsdaten lag der Fuß des Wasserfalls nur noch ca. 5–8 m über dem Niveau der Erdbachquelle. Da auch zudem kein Luftzug spürbar war, wurde die Stelle bei der weiteren Erforschung zunächst nicht mit höchster Priorität versehen. Ganz im Gegenteil: Aufgrund der in höheren Bereichen des **Südgangs** beobachteten Humuspartikel an den Wänden, ging man bei der Fortsetzung eher von unter Wasser stehenden Bereichen aus. Diese Engstelle wurde jedoch dann im Herbst 2013 gezielt technisch erweitert, so dass der Abstieg in die weitere Fortsetzung des Südgangs gelang. Zunächst schien alles auf einen vermuteten Siphon hinzudeuten: Der ca. 1 m breite und bis zu 5 m

hohe Canyon war überall mit mächtigen Lehmsedimenten ausgekleidet und zog sich noch weitere 50 m weiter nach Süden. Ein dann etwa 3 m hoher Lehmberg ließ zunächst an das Ende des Ganges glauben, jedoch öffnete sich dieser unvermittelt und gab den Blick in eine hallenartige Erweiterung frei. Als die hellen Helmlampen erstmals den vollen Querschnitt erfassen konnten, erkannte man einen weiteren, viel größeren Bach in einem mächtigen Tunnelgang. Den anwesenden Erstbefahrern war sofort klar, dass dieser Bach der lange gesuchte unterirdische Erdbach sein musste. Ungläubig über die Gangdimensionen und überwältigt von der Ausprägung dieses unterirdischen Bachlaufs, den keiner in dieser Form erwartet hatte, wurde an dem Tag eine Strecke von über 1000 m begangen. Der Begriff „begangen“ muss allerdings wörtlich genommen werden, da es auf der ganzen Strecke nur zwei kleinere Hindernisse gibt, die überklettert bzw. gebückt „überwunden“ werden müssen.

5.1 Beschreibung des Erdbachtunnels

Der **Erdbachtunnel** (Abb. 7) ist ein typisch vadoser (vados = durch fließendes Wasser im luftgefüllten Bereich entstanden) Bachgang von fast 1500 m Länge, der in seinen Dimensionen von West nach Ost zunimmt. Die Raumdimensionen schwanken zwischen 2 m Deckenhöhe im Bereich des Westsiphons und 15 m im östlichen Teil. Das jeweils westliche und östliche Ende wird durch einen Siphon begrenzt. Auffällig ist, dass der Bach nur an sehr wenigen Stellen direkten Kontakt zum umgebenden Gestein hat, sondern meist in einem Bett aus verfestigten Sedimenten und Basaltgeröllen fließt. An den Wänden türmen sich abwechselnd hohe Berge ausweichen und ebenfalls befestigten Sedimenten.

Von der Höhlendecke hängen an einigen Stellen z. T. meterlange Sintergebilde, die aber aufgrund des oftmals lehmigen Überzugs oft nicht sofort erkennbar sind.



Abbildung 7: Der Erdbachtunnel im östlichen Abschnitt; Foto: Georg Taffet.

Figure 7: The Erdbach tunnel in the eastern section; photo: Georg Taffet.

Da der Erdbachtunnel von einem versinkenden Oberflächengewässer gespeist wird, sind an vielen Stellen Spuren der Zivilisation zu erkennen. Auffälligstes Merkmal ist der eingespülte Müll. So finden sich z. T. in über 10 m Höhe Plastikgegenstände eingeklemmt unter der Decke, die auf eine Überflutung des kompletten Tunnels schließen lassen. An einigen Gegenständen lassen die eingestanzten Mindesthaltbarkeitsdaten eine ungefähre Datierung einzelner Hochwasserereignisse zu. Um die genauen Wasserspiegelschwankungen zu ermitteln, betreut die SAH ein Messnetz von drei Pegeln, um eine Aussage über die Dynamik der Hochwasserereignisse geben zu können.

Der Erdbachtunnel selbst weist nur wenige Abzweigungen oder Deckenspalten auf. Zwei besonders interessante Spalten führen in die sogenannten Rampengänge. Diese sind zwei parallel verlaufende Gänge, die in einem Winkel von 30° gleichmäßig in die Höhe führen. Auf einer Länge von jeweils ca. 100 m verlaufen sie innerhalb eines Tonsteinbandes, das im Bereich von senkrechten Klüften ausgeräumt wurde. Bei diesem Tonsteinband handelt es sich wahrscheinlich um eine „bedding plane“, ein während der Entstehung dieses oberdevonischen Riffs abgelagertes toniges Sediment. Diese Rampen führen bis 25 m unter die Erdoberfläche und weisen am Ende Luftzug auf, der auf mögliche Fortsetzungen hindeutet. Diese Bereiche konnten aber wegen instabiler Zonen bisher nicht gänzlich erkundet werden.

5.2 Das bisherige Ende – Siphone im Erdbachtunnel

Ab 2015 wurden verschiedene Tauchversuche im *Westisiphon* durchgeführt. Bereits nach dem 2. Versuch konnte eine Luftglocke erreicht werden. Beim 3. Versuch gelang nach 7 m Tauchstrecke ein Auftauchen in luftegefüllte Passagen. Dabei konnte ein 80 m langer Gangabschnitt erkundet werden, bevor ein weiterer Siphon erreicht war. Ende September 2015 folgte die Vermessung. Dabei wurden weitere Teile entdeckt, darunter ein ca. 20 m hoher Dom.

Nach einer ca. 50 m langen, luftegefüllten Wasserstrecke endet der Gang und es folgt der nächste Siphon. Dieser Siphon wurde nach mehreren Tauchversuchen (zuletzt im Mai 2024) intensiv erkundet. Leider ist die Fortsetzung unter Wasser durch eingespültes Sediment so verengt, dass dort bis auf Weiteres kein Weiterkommen mehr möglich ist. Somit bleibt eine für Menschen durchgängige Verbindung zur Erdbachhöhle für die letzten 70 m versperrt. Bei einer Tauchexpedition im September 2024 konnte eine neue Unterwasserstrecke auf 15 m erkundet werden, die möglicherweise den Zugang in unbekannte Höhlengänge im Bereich der südlichen Entwässerung des Faulfeldes darstellt. Die Forschungen werden zukünftig hier fortgesetzt.

Am Ende des Erdbachtunnels befindet sich der Ostsiphon. Er bildet in Richtung Erdbach den derzeitigen Endpunkt der Höhle. Ein Tauchversuch zeigte keine weitere Fortsetzung auf, die befahrbar sind. Der Höhlengang taucht ab dort in einen stark sedimentierten und verschlammten Bereich ab, der vor allem bei Hochwasser eine Rückstauzone bildet. Die aufgestauten Wassermassen können große Teile des Erdbachtunnels komplett fluten. Eingespülter und unter der Höhlendecke eingeklemmter Kunststoffmüll weist auf Stauhöhen von bis zu 20 m hin. Dadurch bildet das Höhlensystem einen großen, natürlichen Hochwasserrückhalt.

Die Beobachtungen an dem bekannten Verlauf des Erdbachs stützen gleichfalls die Erkenntnisse aus den Färbeversuchen aus der Vergangenheit. Alle frei fließenden unterirdischen Bachbereiche weisen hohe Fließgeschwindigkeiten auf. So durchfließt das Wasser zwischen dem West- und Ostsiphon die Strecke von etwa 1,5 km in etwa einer Stunde. Die deutlich längeren Durchflusszeiten, die in verschiedensten Färbeversuchen bemessen wurden, weisen auf noch unbekannte Rückstauzonen in den unbekanntenen Höhlenteilen hin.

So wurden am 09.05.1966 5 kg Uranin AP in die Erdbachschwinde eingegeben (MATTHESS & STENGEL-RUTKOWSKI 1967: 181). Zu diesem Zeitpunkt schüttete der Erdbach vor der Versinkung 70 l/s. Nach 9 Stunden wurden am Erdbachaustritt die ersten Farbspuren nachgewiesen, sichtbare Farbe trat nach knapp 14 Stunden aus.

6 Besondere wissenschaftliche Erkenntnisse

Auch wenn das Herbstlabyrinth-Adventhöhlensystem besonders reich an schönen Tropfsteinformen ist und zudem ungewöhnlich große Gangformen aufweist, so sind es vor allem die vielen, teils ganz neuen Erkenntnisse und Beobachtungen aus wissenschaftlicher Sicht, die dieses Höhlensystem zu den bedeutendsten in Deutschland machen. Nachfolgend werden einige davon beschrieben.

6.1 Eisschäden an Tropfsteinen

Eine Besonderheit sind die in dem Höhlensystem vorkommenden Sinterschäden. Dabei handelt es sich meist um zerstörte Tropfsteine jeder Größe und Form, die teilweise „wild“ verstreut auf dem Höhlenboden liegen, oder um gerissene und leicht versetzt wieder zusammengewachsene Stalagmiten. An mehreren Stellen der Höhle finden sich auch abgebrochene Stalaktiten, die an senkrechten Wänden fest anhaften. Dies ist besonders eindrucksvoll in der Rätselhalle zu sehen, wodurch diese Halle ihren Namen erhielt. Aber auch an vielen anderen Stellen des Höhlensystems finden sich auffällige Sinterschäden, die weder durch den nahen Steinbruch, noch durch den Menschen verursacht sein können.



Abbildung 8: Ein mächtiger Stalagmit in einem Seitenteil des Hessentunnels ist durch die Kraft des gefrierenden Wassers aufgerissen; Foto: Ingo Dorsten.

Figure 8: A huge stalagmite in a side section of the Hessentunnel has been torn open by the force of the freezing water; photo: Ingo Dorsten.

Während die Wissenschaft in den vergangenen Jahrzehnten oft die Ursache bei Erdbeben suchte und diskutierte, deuten die Funde im Herbstlabyrinth deutlich auf die zerstörerische Kraft von Vereisungen während der letzten Eiszeiten hin (KEMPE 2008; Abb. 8).

Der Vereisungsprozess in Höhlen verläuft jedoch nicht wie ein durch die Höhle ziehender „Gletscher“, sondern vielmehr mit einzelnen flächenhaften und raumausfüllenden Vereisungen.

Dieser Prozess konnte oft erst in den Zwischenwarmzeiten einsetzen, als der Permafrost zwar sehr tief reichte, aber die Erwärmung nach und nach von der Oberfläche beginnend immer tiefer in den Untergrund eindringen konnte. Erreichte so die 0 °C-Isotherme die höheren Höhlenteile, konnte wieder Wasser (Tropfwasser, Rinnsale) in die Höhle eindringen. Da der Permafrost aber im Westerwald in eine Tiefe von mind. 50 m reichte, war noch genügend Kälte vorhanden, um auch dieses Wasser punktuell oder großflächig gefrieren zu lassen. Da dies aber nicht überall gleichmäßig und zur selben Zeit geschah, konnte das Eis aufgrund seiner plastisch fließenden Eigenschaften Druck- und Scherkräfte ausüben, die selbst massive Sintergebilde zum Abscheren brachten.

Ein direkter Nachweis des Vorhandenseins von Höhleneis konnte über sogenannte „kryogene Kalzite“ erbracht werden.

6.2 Kryogene Kalzite

Bei kryogenen Kalziten handelt es sich um kleine Partikel, deren Entstehung an kaltes Klima geknüpft ist.

Man geht davon aus, dass beim Gefrieren von Wasser immer Pfützen unter oder auf dem Eis zurückbleiben. Diese sind meist an Karbonat übersättigt, und so können Kalzitpartikel ausfallen. Da dies bei Temperaturen um den Gefrierpunkt abläuft, ist die Kristallstruktur dieser Partikel deutlich anders als bei „normalen“ Tropfsteinen (RICHTER, MISCHEL, MANGINI, IMMENHAUSER, NEUSER & DORSTEN, I. 2011)

Auch geochemisch unterscheiden sich kryogene Kalzite von Tropfsteinen. Im Gegensatz zu den Tropfsteinen, deren Altersdatierungen auf eine Bildung während der Warmzeiten hindeuten, fällt die Entstehung der im Herbstlabyrinth datierten kryogenen Kalzite in die Kaltphase vor 22.000–23.000 Jahren. Zu dieser Zeit herrschte in Breitscheid Permafrostboden vor und die Gletscher im Norden und Süden, die allerdings nicht bis nach Hessen reichten, hatten ihre größte Ausdehnung. Man spricht auch vom Maximum der letzten Eiszeit.

Im Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System gibt es verschiedene Fundstellen dieser kryogenen Partikel (Abb. 9). Sie reichen in Tiefen von bis zu 55 m unter der heutigen Geländeoberfläche.



Abbildung 9: Kryogene Kalzite sind zunächst nicht besonders auffällig. Oft finden sich diese 1–2 mm großen Partikel auf Lehm und Blöcken, aber auch unter Sinter- und Lehmschichten. Erst bei einer Betrachtung unter dem Mikroskop lassen sie sich aufgrund ihrer Struktur von anderen ähnlichen Partikeln unterscheiden; Fundstätte unter einer Sinterschicht im Bärengang; Foto: Stefan Meyer.

Figure 9: Cryogenic calcites are not particularly conspicuous at first. These 1–2 mm particles are often found on clay and boulders, but also under layers of sinter and clay. Only when viewed under a microscope can they be distinguished from other similar particles due to their structure; site under a sinter layer in the *Bärengang*; photo: Stefan Meyer.

6.3 Altersdatierung an Tropfsteinen

Die Untersuchung von Tropfsteinen verrät viel über das Alter und die Entwicklung bestimmter Höhlenteile sowie über das Klima vergangener Zeiten in dieser Region. Im Rahmen mehrerer Arbeiten wurden Tropfsteine aus dem Herbstlabyrinth genau auf ihr Alter und ihre chemische Zusammensetzung untersucht.

Die Altersdatierung von Tropfsteinen macht sich den radioaktiven Zerfall von Uran zu Thorium zunutze. Uran ist im Gegensatz zu Thorium wasserlöslich. Somit wird mit dem Tropfwasser immer etwas Uran aus dem umliegenden Gestein mit in die Höhle transportiert. Dieses Tropfwasser baut im Laufe der Zeit den Tropfstein auf, und somit gelangen auch Spuren von Uran in den Tropfstein. Zur Bildungszeit liegt im besten Falle nur Uran im Karbonat des Tropfsteins vor. Dieses Uran zerfällt dann an Ort und Stelle im Laufe der Zeit zu Thorium. Es gilt: Je älter der Tropfstein, desto mehr Uran ist zu Thorium zerfallen.

Mit Massenspektrometern kann an einer kleinen Probe des Tropfsteins das Verhältnis von Uran und Thorium gemessen werden. Ist dies bestimmt, wird mit Hilfe einer mathematischen Formel das Alter der Probe berechnet. Mit dieser Me-

thode kann meist eine Genauigkeit in der Datierung von 70–200 Jahren erreicht werden.

Ein untersuchter Tropfstein (HLK2) wurde in einer kleinen Kammer nahe dem Schauhöhlenbereich (*Knöpfchenhalle*) gefunden (MISCHEL 2010). Nach der Entnahme wurde eine 1 cm dicke Scheibe des Stalagmiten für weitere geochemische Untersuchungen gesägt. Dazu wurden kleine Proben mit einem Gewicht von ca. 0,4–0,5 g für die Datierung entnommen (Abb. 10).

Als Ergebnis wurde ermittelt, dass der untere, bräunlich erscheinende Teil des Stalagmiten ca. 65.000 Jahre alt ist. Dann sieht man eine deutliche braune Schicht, welche aus Lehm besteht. Das Alter direkt oberhalb dieser Lehmschicht ist mit 14.000 Jahren erheblich jünger.

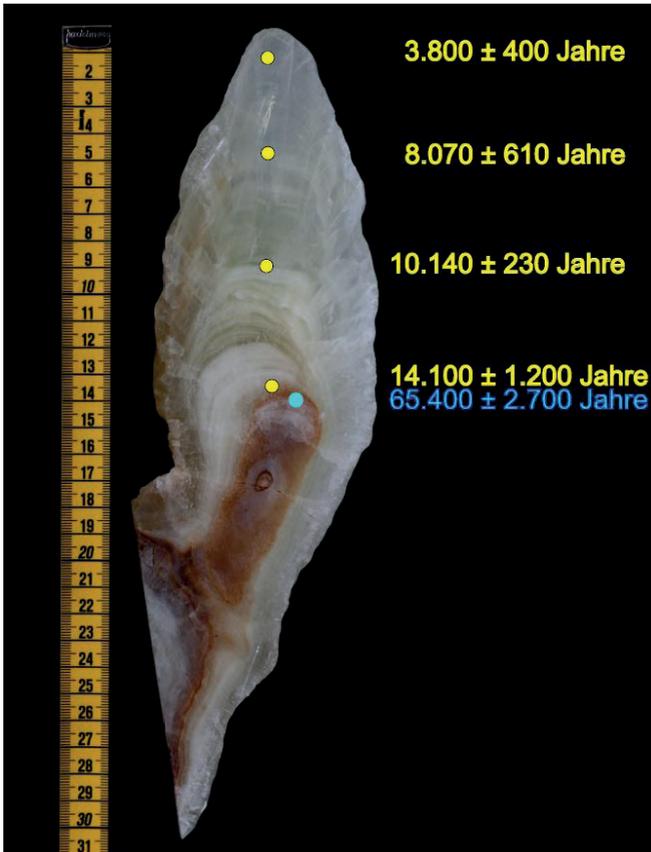


Abbildung 10: Der gesägte Stalagmit. Hier erkennt man deutlich die unterschiedlichen Wachstumsphasen; Foto: Simon Mischel.

Figure 10: The sawn stalagmite. Here you can clearly see the different growth phases; photo: Simon Mischel.

Daraus wird geschlossen, dass es im Laufe der Zeit eine Wachstumsunterbrechung des Stalagmiten gab, die ca. 50.000 Jahre dauerte. Dies entspricht der Zeit der letzten großen Vereisung. Die Gletscherausdehnung war auf ihrem Höhepunkt und die Temperaturen sehr niedrig. Der Boden war dauerhaft gefroren, sodass kein Wasser in den Boden eindringen konnte. Dadurch war ein Tropfsteinwachstum nicht möglich.

Die Untersuchungen zeigen allerdings auch, dass pauschale Altersangaben von Tropfsteinen kaum möglich sind. Anhang der gewonnenen Altersangaben dieses untersuchten Tropfsteins kann lediglich für die letzten 14.000 Jahre eine annähernde „Wachstumsgeschwindigkeit“ von 1 cm in 1000 Jahren abgeleitet werden. Das Wachstum von Tropfsteinen ist von verschiedenen Faktoren abhängig (CO₂-Sättigung der Höhlenluft, Tropfrate, Kalklösung usw.).

Der Tropfstein HLK2 wurde im Jahr 2023/2024 nochmals einer Untersuchung unterzogen. Dabei wurde analysiert, wie hoch der Schwefelgehalt in den unterschiedlichen Wachstumszonen des Tropfsteins ist. Ziel war es, ein neues, unabhängiges und möglichst präzises Alter für den Ausbruch des Laacher-See-Vulkans in der Eifel zu bestimmen und herauszufinden, welche klimatischen Folgen die Eruption hatte – nicht nur auf die Region, sondern ebenso auf das europäische und globale Klima der anschließenden Jahrzehnte und Jahrhunderte. Aufgrund seines ermittelten Alters war der Tropfstein HLK2 ein Zeitzeuge des Ausbruchs. Die Ergebnisse konkretisierten die Einordnung des Zeitpunktes des Ausbruchs und konnte über zusätzlich gemessene Sauerstoffisotope zeigen, dass sich die Umwelt und die Vegetation erst nach Jahrzehnten von dem Ausbruch erholt hatten. Sie gaben aber auch Hinweise darauf, dass der Laacher-See-Vulkan wahrscheinlich nicht an der abrupten Abkühlung der Jüngeren Dryas Kaltphase beteiligt war.

6.4 Laacher-See-Bims

Über Schlucklöcher und Spalten wurden an einigen Stellen der Höhle Gerölle von der Oberfläche eingespült. In diesen Bereichen lagern heute verschiedene Gesteinsarten wie Basalt in Form von meist abgerundeten Steinen verschiedener Größen.

Darüber hinaus findet man im Herbstlabyrinth aber auch die Überreste einer der größten Naturkatastrophen Mitteleuropas der letzten 100.000 Jahre. Vor ca. 12.900 Jahren, kurz nach der letzten großen Eiszeit, brach in der Eifel der Laacher-See-Vulkan aus. Während der vermutlich nur wenige Tage dauernden gewaltigen Eruption schleuderte der Vulkan riesige Mengen Bims und Asche aus dem Krater, die teils über 20 km in die Höhe getragen wurden. Der Wind transportierte die Asche über 500 km bis nach Südschweden, Osteuropa und Norditalien. Über weiten Teilen Deutschlands regnete es tagelang Asche und Bims, so dass in unserer Region eine bis zu 10 cm dicke Schicht niederging. Heute findet man direkt an der Oberfläche in Hessen nichts mehr davon (Ausnahme in Bodenbildungen),



Abbildung 11: Lagerungssituation von Bims und Aschen in der Hohen Alp. Deutlich sind die Bims- und Ascheschichten unter einer Sinterdecke zu erkennen; Foto: Ingo Dorsten.

Figure 11: Depositional situation of pumice and ash in the Hohe Alp. The pumice and ash layers are clearly visible under a sinter cover; photo: Ingo Dorsten.

aber in einigen Teilen der Höhlen zwischen Breitscheid und Erdbach sind große Mengen Bims und Asche eingeschwemmt und abgelagert worden (DORSTEN & HARRIES 2006). Für die Höhlenforschung ist dies ein Glücksfall, denn darüber können einige sehr bedeutende Aussagen gemacht werden:

- Einordnungen zum Alter von darüberliegenden Höhlensedimenten und Tropfsteinen: Jeder Tropfstein, der zum Beispiel auf dem Bims wächst, kann nicht älter als 12.900 Jahre sein, ebenso der Zeitpunkt der Ablagerung des über dem Bims liegenden Sediments.
- Gestalt und Entwicklungen einzelner Höhlenteile seit der Eruption: Anlagerungen an Höhlenwänden und im Bodenbereich weisen darauf hin, dass es hier kaum noch Veränderungen gegeben hat.
- Zutrittsbereiche von Wasser in die Höhle über heute nicht mehr sichtbare Bachschwinden: Es müssen zu der Zeit noch mehr aktive Wasserläufe in und durch das Höhlensystem gegeben haben als heute. So finden sich in der **Knöpfchenhalle** an vielen Stellen regelrechte Bimsbänke, wo sich der eingeschwemmte leichte Bims abgelagert hat. Weitere Fundstellen befinden sich im **Hessentunnel**, in der **Spaghetteria**, im Verbruch des **Westends** sowie im Bereich der **Hohen Alp** (Abb. 11), in den **Rampengängen** und auch im Erdbachhöhlensystem.
- Wasserrückstauhöhen: Es lassen sich auch Rückschlüsse auf die Stauniveaus des Wassers zur Zeit der Einspülung durch anhaftende Bims-Partikel an den Höhlenwänden ziehen.

- Die beiden Höhlensysteme (Herbstlabyrinth-Adventhöhlesystem und Erdbachhöhlesystem) im Breitscheider Karst sind bisher die einzigen bekannten Höhlen in Europa, in denen Bims vom Laacher-See-Vulkan nachgewiesen wurde.

6.5 Biospeläologie – Lebensräume in den Breitscheider Höhlen

Höhlen stellen in vielerlei Hinsicht ein lebensfeindliches Habitat dar. Durch die völlige Abwesenheit von Licht können Pflanzen, die allesamt auf Photosynthese angewiesen sind, in unterirdischen Lebensräumen nicht gedeihen. Daraus erklärt sich die extreme Nährstoffarmut der Höhle, welche auch der Tierwelt eine starke Anpassung abverlangt.

Die ökologische Klassifizierung der Höhlentiere lässt sich unterteilen in Eutrogloxe („Zufallsgäste“), die nur zufällig in die Höhle geraten und sich in diesem Lebensraum nicht behaupten können, Subtroglophile oder Höhlengäste, welche die Höhlen zu bestimmten Jahreszeiten aufsuchen wie etwa einige Fledermaus- und Schmetterlingsarten, sowie Eutroglophile, welche zwar ebenfalls an der Erdoberfläche vorkommen, jedoch auch dauerhaft unterirdische Populationen bilden können.

Im Weiteren werden hier jedoch nur die „echten“ Höhlentieren oder Eutroglobionten vorgestellt.

Diese haben sich komplett an das Leben untertage angepasst und können außerhalb ihres unterirdischen Habitats nicht überleben. Diese Arten haben meist oberirdische Verwandte und einige sind im Laufe ihrer Entwicklung in die Höhlen eingewandert, wo sie sich an die veränderten Lebensbedingungen im Verlauf der Evolution perfekt angepasst haben. Trotz der extremen Lebensbedingungen (Lichtlosigkeit, Nahrungsknappheit etc.) bietet die Höhle den eingewanderten Arten auch Schutz, z. B. vor Fressfeinden, Kälte und Austrocknung und gewährt darüber hinaus eine gleichbleibende Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Besondere Merkmale echter Höhlentiere sind das Fehlen der Hautpigmentierung (die Arten erscheinen weiß bis durchscheinend), fehlende oder zurückgebildete Augen sowie verlängerte Tastorgane. Bedingt durch die Nährstoffarmut haben Höhlentiere einen bis zu zehnmal längeren Lebenszyklus als ihre oberirdischen Verwandten und können oft jahrelang ohne Nahrung auskommen. In Deutschland sind derzeit rund 750 cavernicole Tierarten bekannt, von denen etwa 150 als eutroglobiont eingestuft werden.

Im Herbstlabyrinth sind bisher 97 Tierarten nachgewiesen, von denen jedoch nur einige eutroglobiont sind. Viele der echten Höhlentiere sind grundwasserbewohnend und exemplarisch sollen drei Arten näher vorgestellt werden.

Die Höhlenwasserassel (*Proasellus cavaticus*)

Die bis zu 8 mm lange Art lebt in stehenden und fließenden Höhlengewässern und ernährt sich von organischem Material, das mit dem Wasser in die Höhle eingespült wird. Da das Herbstlabyrinth auf rund 1500 m Länge vom unterirdischen Erdbach durchflossen wird, findet die Art hier eine weite Verbreitung. Die Höhlenwasserassel dient ihrerseits wiederum als Nahrungsgrundlage für räuberische Arten wie den Höhlenflohkrebs *Niphargus*, der ebenfalls im Breitscheider Karstgebiet vorkommt. In der 2024 erschienenen Roten Liste der Binnenasseln in Deutschland wird die Höhlenwasserassel als vom Aussterben bedroht geführt.



Abbildung 12: Die Höhlenwasserassel (*Proasellus cavaticus*); Foto: Klaus Bogon.

Figure 12: The cave water isopod (*Proasellus cavaticus*); photo: Klaus Bogon.

Der Höhlen-Zwergflohkrebs (*Crangonyx subterraneus*)

Diese räuberisch lebende Art ist nur ca. 3 mm groß. *Crangonyx subterraneus* ähnelt morphologisch dem verbreitet vorkommenden *Niphargus*, bewegt sich jedoch im Gegensatz zu diesem nicht seitlich, sondern mit dem Rücken nach oben schwimmend fort. Im Herbstlabyrinth wurde er bisher nur in einem kleinen seitlichen Zufluss des Erdbachs mit unbekannter Herkunft nachgewiesen.

Der Höhlen-Süßwasserpolyp (*Hydra spec.*)

Der bisher aufsehenerregendste Tierfund aus dem Herbstlabyrinth ist ein Höhlen-Süßwasserpolyp (*Hydra spec.*). Diese bis zu 10 mm große, ebenfalls räuberische Art wurde erstmals im Jahr 1878 im Höhlensee der Hilgershäuser Höhle in Nordhessen nachgewiesen und galt dann lange Zeit als verschollen. In den Jahren 2001 und 2004 konnte die Art in einigen Exemplaren in der Hilgershäuser Höhle wiedergefunden werden, die Höhle stellte bisher den einzigen Fundort dieser Art dar. Im Jahr 2023 gelang der Nachweis in einem Wasserbecken, welches ebenfalls

einen kleinen Zufluss unbekannter Herkunft zum unterirdischen Erdbach darstellt (Abb. 13).

Vielleicht wird es künftig gelingen, diese Art auch in weiteren Höhlen der Region nachzuweisen. Die Biospeläologie ist eine junge Wissenschaft, die sich erst seit einigen Jahrzehnten im Aufbau befindet und folglich dürften auch in der Zukunft noch einige spektakuläre Entdeckungen zu erwarten sein.



Abbildung 13: Höhlen-Süßwasserpolyp (*Hydra soligactis f. subterraneus*); Foto: Klaus Bogon.

Figure 13: Cave freshwater polyp (*Hydra soligactis f. subterraneus*); photo: Klaus Bogon.

Nur sehr wenig ist bisher über die in Höhlen vorkommenden Arten bekannt. Es scheint jedoch so, dass gerade in abgelegenen Höhlenteilen noch Überraschungen zu erwarten sind.

6.6 Mikroorganismen („Pool-Fingers“)

Mikroskopisch kleine Lebewesen – vor allem Pilze und Bakterien – besiedeln in enormer Artenvielfalt die unterirdischen Lebensräume. Die Erforschung dieser Mikroben steckt noch in den Anfängen.

Nur sehr wenig ist bisher über die in Höhlen vorkommenden Arten bekannt. Es scheint jedoch so, dass gerade in abgelegenen Höhlenteilen noch Überraschungen zu erwarten sind.

Im Jahr 2009 wurden in einem Wasserbecken der **Rätselhalle** des Herbstlabyrinth-Adventhöhlensystems sog. Pool-Fingers entdeckt. Dabei handelt es sich um mit Kalk überkrustete Fäden aus Bakterienschleim, so genannte biogene Sinter (MEYER 2014). Diese fingerartigen „Tropfsteine“ bilden sich an den Rändern von wassergefüllten Sinterbecken und können mehrere Dezimeter lang werden (z. B. in einer Höhle in New Mexiko, USA). Neben der bekannten, oben beschriebenen Form wurden in der Rätselhalle erstmals noch weiche, lebende Pool-Fingers ohne Kalkverkrustungen entdeckt (Terra Typica). Diese waren bis 2014 die einzigen dokumentierten Vorkommen, die in den Zusammenhang mit der Entstehung von Pool-Fingers gebracht wurden.

Das Besondere im Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System ist die Formenvielfalt, die die Pool-Fingers hier ausgebildet haben. Es sind mittlerweile viele Vorkommen in den unterschiedlichen Ausprägungen dokumentiert, die eine Theorie zur Genese biogener Sinter ermöglichen. Eine Pool-Finger-Form ist besonders

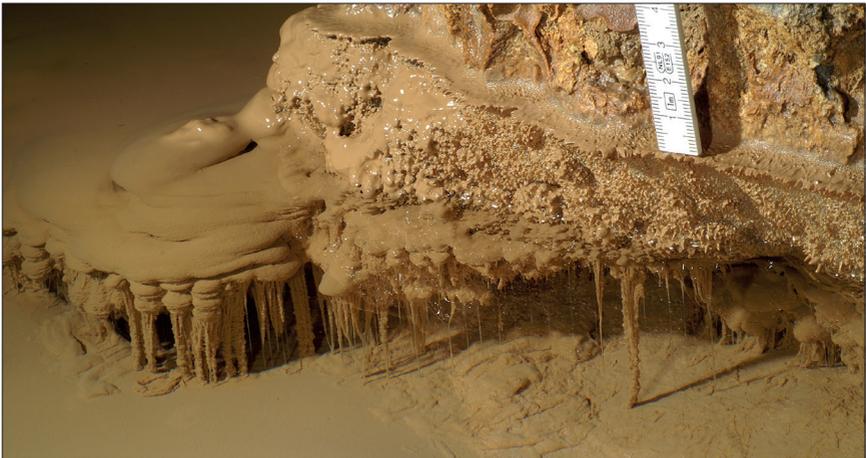


Abbildung 14: Diese Pool-Fingers sind besonders seltene lebende Exemplare. Die Fäden aus Bakterienschleim hängen unter Wasser vom Rand eines Kristallbeckens in der *Rätselhalle*; Foto: Stefan Meyer.

Figure 14: These pool fingers are particularly rare living specimens. The threads of bacterial slime hang down underwater from the edge of a crystal pool in the *Rätselhalle*; photo: Stefan Meyer.

interessant. Denn hier haben sich die Mikroorganismen mit organischem und mineralischem Material zu zentimeterlangen, zähen Fäden verbunden, auf deren Oberfläche sich erste Mineralien ablagern (Abb. 14). Eine weitere Form aus der Adventhöhle hat sich hier schon weiterentwickelt, indem die Fäden komplett mit Kalzitablagerungen ummantelt sind. Bei klassischen fossilen Pool-Fingers lassen sich diese biogenen Strukturen im Inneren nicht mehr nachweisen. Sie wurden vermutlich durch das weitere Kristallwachstum verdrängt.

Bei einer gemeinsamen Untersuchung mit zwei US-Wissenschaftlerinnen wurden die Funde im Herbstlabyrinth genauer dokumentiert und Proben entnommen. Die ersten Untersuchungen ergaben, dass mindestens 15 Bakterienklassen an der Bildung der lebenden Pool-Fingers beteiligt sind (MELIM, NORTHUP, SPILDE & BOSTON 2015). Eine komplexe Lebensgemeinschaft – Ursprung biogener Sinter.

7 Paläontologische Funde und Unterschutzstellung der Höhle

Das Höhlensystem umfasst u. a. eine hessenweit einmalige Fossillagerstätte mit zahlreichen hervorragend erhaltenen Zeugnissen tierischen Lebens (u. a. ca. 30.000 Jahre alte Höhlenbärenknochen aus dem Jungpleistozän (Abb. 15 und 16), welche als Oberflächen-Grabgemeinschaft auf einem ungestörten und daher höchst sensiblen Paläoboden der Höhle liegen. Dieser bis 1997 bekannte Teilbereich des Höhlensystems wurde als ortsfestes paläontologisches Bodendenkmal unter Schutz gestellt, da es bei der Entdeckung der Höhle 1993 akut von Zerstörung durch den Kalksteinabbau bedroht war.

Durch erfolgreiche Verhandlungen zwischen Gemeinde, Steinbruchbetreiber, SAH, Landesamt für Denkmalpflege Hessen (LfDH) und Naturschutz gelang es, im Jahr 1998 einen Kompromiss zu erzielen, der die Ausgrenzung der damals bekannten, noch unberührten fossilführenden Höhlenareale aus den Erweiterungsflächen des Steinbruchbetriebes gewährleistete und somit das ortsfeste paläontologische Bodendenkmal „Bärengang“ substantziell sicherte.

Naturschutzrechtlich erfolgte 1999 die Ausweisung des Höhlenkomplexes als Naturdenkmal.

Die gemeinschaftlichen Bemühungen um Schutz und Erhalt des Höhlenkomplexes wurden 2004 mit dem Hessischen Denkmalschutzpreis gewürdigt.

Zur Zeit der Denkmalfeststellung war lediglich ein aus heutiger Sicht kleinräumiger Teil des Höhlensystems bekannt.

Bei der behutsam und systematisch durchgeführten Erforschung des Höhlensystems wurden zahlreiche weitere Fossillagerstätten innerhalb des Systems erkannt. Dazu zählen vor allem die Knochen von fossilen Fledermäusen sowie von unterschiedlichen Klein- und Großsäugern (darunter Wollnashörner), welche sich außerhalb des bislang kleinräumig als paläontologisches Bodendenkmal



Abbildung 15: Versinterte und mit Lehm eingeschwemmte Knochen des Höhlenbären *Ursus spelaeus*; Foto: Stefan Meyer.

Figure 15: Sintered and clay-washed bones of the cave bear *Ursus spelaeus*; photo: Stefan Meyer.



Abbildung 16: Eingesinterter Bärenschädel von *Ursus spelaeus*; Foto: Stefan Meyer.

Figure 16: Sintered bear skull of *Ursus spelaeus*; photo: Stefan Meyer.

ausgewiesenen Arealen befinden. Auch diese Fossilien liegen eingebettet in ungestörten Paläoböden. Deshalb war es erforderlich, die Denkmalausweisung des „Breitscheid-Erdbacher Höhlensystems“ um diese weiteren Areale zu ergänzen.

Seit dem 15. Oktober 2018 steht das „Breitscheid-Erdbacher Höhlensystem“ als unbewegliches Bodendenkmal (Gesamtanlage) nach § 2 Abs. 2 des Hessischen Denkmalschutzgesetzes in der Fassung vom 28. November 2016 unter Schutz.

Die bisher bekannten Fossilagerstätten im größten Höhlensystem Hessens und in einem der bedeutendsten Systeme Deutschlands beinhalten einmalige und ungestörte Ansammlungen hervorragend erhaltener Makrofossilien und Makro-fossilassoziationen im unberührten und konservierten Zustand. Zusammen mit den sie einbettenden ungestörten Paläoböden stellt das „Breitscheid-Erdbacher Höhlensystem“ eine Fossilagerstätte von überregionaler wissenschaftlicher Bedeutung dar, die bereits in zahlreichen Publikationen dokumentiert ist.

Der ungestörte Zustand dieser Fossilagerstätten ist u. a. dadurch begründet, dass die ehemaligen Zugänge des Höhlensystems verstürzt und somit versiegelt sind. Dies verspricht eine wissenschaftliche „state of the art-Forschung“. Im Rahmen interdisziplinärer Forschungsansätze sollen z. B. DNA-basierte Erfassungen der Lebensgemeinschaften erfolgen – nur eine der Untersuchungsmethoden, die aufgrund des hervorragenden Erhaltungszustandes der Fossilien möglich ist.

Es sind aber weiterhin noch einige Fragen offen, die einer tiefergehenden Analyse bedürfen:

- Wo befand sich innerhalb des „Bärengangs“ der ehemalige Ein- und Ausgang, den die Höhlenbären nutzten, um in den Gang zu gelangen?
- Welche Geschehnisse sind für die starke Disartikulation der Höhlenbärskelette und für die „wilden Ablagerungsmuster“ der Knochenlager – oder gar für den Bruch einiger Knochen – verantwortlich?
- Wie mächtig sind die fossilienführenden Sedimentfüllungen der Höhlenböden - und welche Individuenanzahl lässt sich hieraus ableiten?
- Wie lange dauerte der Nutzungszeitraum des von den Höhlenbären genutzten Arealen?
- Weshalb liegen isolierte, „helle“ und „saubere“ Knochen auf den zahlenmäßig deutlich dominierenden, stark sedimentverschmutzten Knochenlagern?
- Welche rezent-biologischen (mikrobiologischen) Faktoren sind aus konservatorischen Gründen bei der insitu-Erhaltung der Knochenlager zu berücksichtigen?
- Wie wirkte sich das Vorhandensein von Höhleneis auf die Knochenlager aus? Welche Ablagerungsprozesse wurden von Frost- und Tauphasen beeinflusst und welche Rolle nehmen mögliche eingedrungene Fließerdene oder Flutungsphasen auf die Fossilierung und Ablagerung ein? Ein kristal-

lographischer Schlüssel zum Verständnis dieser klimatologisch geprägten Fragestellungen könnten die innerhalb des „Bärengangs“ nachgewiesenen kryogenen Kalzite liefern.

8 Aussichten und weitere Forschungsansätze

Der Beitrag kann in seinem Umfang längst nicht auf alle spannenden Erkenntnisse aus der Erforschung des Höhlensystems eingehen. Es ist in erster Linie ein Einblick in die Arbeitsweise der hessischen Höhlenforschung und eine Beschreibung der bedeutendsten Höhlenteile sowie der wichtigsten wissenschaftlichen Erkenntnisse. Sicher werden auch in den kommenden Jahren neue Erkenntnisse gewonnen und die eine oder andere Fragestellung beantwortet. Viele Ansätze werden die Forschung jedoch auch in den kommenden Jahrzehnten noch beschäftigen.

In den letzten Jahren wurden viele bedeutende Neuentdeckungen in den Breitscheider Höhlen und vor allem im Herbstlabyrinth-Adventhöhlensystem gemacht. Insbesondere die Jahre 2009–2017 waren geprägt durch immer wieder neue, teils spektakuläre Funde von großen Höhlengängen, so dass das Höhlensystem dadurch einen Längenzuwachs von 5.500 m bis auf über 13.000 m erfuhr und heute zu den bedeutendsten Höhlen in Deutschland zählt. Neben den Gangformen sind es vor allem aber die Details in vielen Höhlenbereichen, die zu neuen Überlegungen hinsichtlich Genese des Höhlensystems und dessen Alter anregen.



QR Code: Die Erforschung und wesentliche Erkenntnisse sind in einem Film zusammengefasst, der von der Speläologischen Arbeitsgemeinschaft Hessen e.V. erstellt wurde.

QR code: The research and key findings are summarized in a film produced by the Speläologische Arbeitsgemeinschaft Hessen e.V.

9 Literatur

- AL-MALABEH, A. & KEMPE, S. (2005): Origin of iron ore nuggets (“Bohnerze”) through weathering of basalt as documented by pebbles from the Herbstlabyrinth, Breitscheid-Germany. – *Acta Carsologica*, **34** (2): 459-470.
- BOHATÝ, J. (2017): Paläontologische Reise in die eiszeitliche Unterwelt von Breitscheid-Erdbach. – *Denkmalpflege & Kulturgeschichte*, **2017** (3): 37-38.
- BÖHM, R. (1985): Karst und Höhlen in der Dillmulde. – *Karst und Höhle*, **1984/85**: 101-114.
- DORSTEN, I. (2005): Erforderliche Maßnahmen für eine nachhaltige Erschließung des Herbstlabyrinth-Adventhöhlensystems zur Schauhöhle; unveröff. Stellungnahme der Speläologischen Arbeitsgemeinschaft Hessen.
- DORSTEN, I. (2007): Bewertung zur Karsthydrologie und Meteorologie der Breitscheider Höhlensysteme hinsichtlich eines geplanten Tagebaus auf dem Faulfeld; unveröff. Bewertungsstudie der Speläologischen Arbeitsgemeinschaft Hessen.

- DORSTEN, I. (2009a): Neue Wege beim Ausbau einer Schauhöhle. – Der fränkische Höhlenspiegel, **56**: 42-47.
- DORSTEN, I. (2009b): Neuland im Herbstlabyrinth-Adventhöhlensystem. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- und Karstforsch., **55** (4): 81.
- DORSTEN, I. (2010): Eine neue Schauhöhle in Deutschland – das Herbstlabyrinth in Hessen setzt in Wegebau und Lichttechnik weltweit Maßstäbe. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- und Karstforsch., **56** (1): 4-10.
- DORSTEN, I. (2016): Neue Forschungen im Herbstlabyrinth. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- und Karstforsch., **62** (1): Seite von bis; München.
- DORSTEN, I. & HARRIES, D. (2006): Fund von Laacher-See Bims im Herbstlabyrinth-Adventhöhlen-System. – Jb. Nass. Ver. Naturkde., **127**: 131-136.
- DORSTEN, I. & HÜSER, A. (2004): Seltene Calcitbildungen im Herbstlabyrinth. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- und Karstforsch., **50** (4): IV / 127; München.
- DORSTEN, I. & HÜLSMAN, T. (2008): Das Herbstlabyrinth-Adventhöhlensystem. – Stalactite, **58** (1): 3-12.
- DORSTEN, I. & ORGIS, T. (2009): Höhlenschutz und Kalksteinabbau. – Fachzeitschrift für mineralische Rohstoffe (MIRO), **45**: 31-33.
- DORSTEN, I., HÜLSMANN, T. & HÜSER, A. (2005): Das Herbstlabyrinth-Adventhöhlensystem – die erste Riesenhöhle Hessens. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- und Karstforsch., **51** (1): 4-10.
- DORSTEN, I., HÜLSMANN, T. & HÜSER, A. (2006): Das Herbstlabyrinth-Adventhöhlensystem – Neue Forschungsergebnisse aus der größten hessischen Höhle. – Jb. Nass. Ver. Naturkde., **127**: 103-130.
- FINKE, M. (2006): Das Karstgebiet von Erdbach/Breitscheid im Westerwald unter besonderer Berücksichtigung anthropogener Einflussfaktoren. – 72 S.; Gießen (Institut für Geographie, Justus-Liebig-Universität Gießen).
- FLICK, H. (2010): Lahn-Dill-Gebiet. Riffe, Erze und edle Marmor. – 116 S.; Wiebelsheim (Quelle & Meyer Verlag).
- GRUBERT, C. (1996): Zum Alter und zur Genese des Herbstlabyrinth-Adventhöhle-Systems (5315/51). – Speleogruppe'86 und Speläologische Arbeitsgemeinschaft Hessen e.V., Jahresbericht **1996**: 25-28; Wiesbaden.
- GRUBERT, C. (1999): Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System zum Naturdenkmal erklärt. – Speleogruppe'86 und Speläologische Arbeitsgemeinschaft Hessen e.V., Jahresbericht **1999**: 51.
- GRUBERT, C. & HÜLSMANN, T. (1998): Das Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System bei Breitscheid (Lahn-Dill-Kreis / Rheinisches Schiefergebirge. – Jb. Nass. Ver. Naturkde., **119**: 39-54.
- HAFERKORN, J., ALLSPACH, A. & VON KNORRE, D. (2024): Rote Liste und Gesamtartenliste der Landasseln und Wasserasseln (Isopoda: Oniscidea et Asellota p. p.) Deutschlands. – Naturschutz und Biologische Vielfalt: **170** (8): 42 S.
- HENRICH, R. (2017): Riffe, Vulkane, Eisenerz und Karst – im Herzen des Geoparks Westerwald-Lahn-Taunus. – Wanderungen in die Erdgeschichte, **33**: 208 S.; München (Verlag Dr. Friedrich Pfeil).
- HERRMANN, F.R. (1987): Steinkammer-Höhlen und Wildweiberhäuschen. Führungsblatt zu den Höhlen bei Breitscheid-Erdbach und Haiger-Langenaubach. – Archäologische Denkmäler in Hessen, **68**: 11 S.; Dillenburg (Buchdruckerei E. Weidenbach KG).
- HÜSER, A. (2001): Das Karstgebiet von Erdbach im Westerwald. Speläologie, Hydrologie und aktuelle Probleme. – Wissenschaftliche Hausarbeit, Institut für didaktische Geographie, Justus-Liebig-Universität Gießen; Gießen.
- KREBS, W. (1966): Der Bau des oberdevonischen Langenaubach-Breitscheider Riffes und seine weitere Entwicklung im Unterkarbon (Rheinisches Schiefergebirge). – Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, **511**: 105 S.
- KAISER, T. & KELLER, T. (1999): Der eiszeitliche Höhlenboden von Breitscheid-Erdbach, ein paläontologisches Denkmal. – Denkmalpflege und Kulturgeschichte, **1/1999**: 15-20.

- KAISER, T., KELLER, T. & TANKE, W. (1998): Ein neues pleistozänes Wirbeltiervorkommen im Paläokarst Mittelhessens (Breitscheid-Erdbach, Lahn-Dill-Kreis). – *Geologisches Jahrbuch Hessen*, **126**: 71-79.
- KEMPE, S. (2005): Bemerkungen von Prof. Dr. Stephan Kempe zum Herbstlabyrinth nach einer Befahrung im Nov. 2004. – *Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforsch.*, **51** (1): 12.
- KEMPE, S. (2008): Natürliche Sinterschäden, Indikatoren für glaziales Höhleneis in Mitteleuropa. – *Stalactite*, **58** (1): 38-42.
- MATTHESS, G. & STENDEL-RUTKOWSKI, W. (1967): Färbeversuche mit Uranin AP im oberdevonischen Riffkalkstein (Iberger Kalk) von Erdbach und Breitscheid (Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge). – *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **95**: 181-189; Wiesbaden.
- MELIM, L. (2011): Preliminary Report on Pool fingers from Herbstlabyrinth and Adventhöhle, Germany. Samples collected July 2011 by Leslie Melim and Diana Northup with help from Ingo Dorsten, Stefan Meyer, and Simon Mischel. Sem-work November, 2011 by Leslie Melim, Michael Spilde, Diana Northup and Jordan Moroni, unveröff. – 11 S., 6 Fotos und 15 SEM-Aufnahmen.
- MELIM, L.A., NORTHUP, D.E., SPILDE, M.N. & BOSTON, P.J. (2015): Update: Living reticulated filaments from Herbstlabyrinth-Adventhöhle Cave System, Germany. – *Journal of Cave and Karst Studies*, **77** (2): 87-90; doi: 10.4311/2015MB0112.
- MEYER, St. (2013): Bericht zum Forschungswochenende „Pool-Fingers“ im Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System bei Breitscheid, Hessen, 8.–10. Juli 2011. – *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde Harz e.V.*, **2013** (1, 2): 9-29.
- MEYER, St. (2014): Neues zu den Pool-Finger-Vorkommen im Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System, Hessen. – *Mitt. Verb. dt. Höhlen- und Karstforscher*, **60** (2): 42-49.
- MEYER, St. (2015): Befahrungsbericht Erdbach-Tunnel und Nordwest-Passage (Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System) vom 9./10. August 2014. – *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde Harz e.V.*, **2015** (1, 2): 31-39.
- MEYER, S. & PLAN, L. (2010): Pool-Fingers – eine kaum bekannte Sinterform biogenen Ursprungs. – *Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher*, **56** (4): 104-108.
- MISCHEL, S. (2010): Petrographische Untersuchungen, ²³⁰Th/U-Altersdatierungen und Spurenelementanalysen an Speläothemen aus dem Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System bei Breitscheid-Erdbach, Hessen. – Unveröff. Diplomarbeit Universität Marburg.
- NIGGEMANN, S. (2003): Bewertungsstudie für die touristische Nutzung des Herbstlabyrinth-Adventhöhle-Systems in Breitscheid/Lahn-Dill-Kreis; unveröff. Manuskript.
- RICHTER, D.K., MEISSNER, P., IMMENHAUSER, A., SCHULTE, U. & DORSTEN, I. (2010): Cryogenic and non-cryogenic pool calcites indicating permafrost and non-permafrost periods: a case study from the Herbstlabyrinth-Advent cave system (Breitscheid-Erdbach Cave, Germany). – *The Cryosphere*, **4**: 501-509.
- RICHTER, D.K., MISCHEL, S., MANGINI, A., IMMENHAUSER, A., NEUSER, R.D. & DORSTEN, I. (2011): Zerbrochene Höhlensinter und Kryokalcite als Indikatoren für eiszeitlichen Permafrost im Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System bei Breitscheid-Erdbach (N-Hessen). – *Die Höhle*, **62** (1-4): 31-45.
- Speläologische Arbeitsgemeinschaft Hessen e.V. (2016): *Das Herbstlabyrinth und der Karst in der Gemeinde Breitscheid im Westerwald*, 2. Ausgabe. – 49 S.; Breitscheid.
- STEIN, G. (1985): Die vorgeschichtlichen Funde aus den Steinkammern bei Erdbach. – *Karst und Höhle*, **1984/85**: 265-271.
- STENDEL-RUTKOWSKI, W. (1968): Karsterscheinungen im oberdevonischen Riffkalkstein (Iberger Kalk) von Erdbach und Breitscheid (Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge). – *Mitt. Verb. dt. Höhlen- und Karstforsch.*, **14** (1): 75-84.
- ZAENKER, S., BOGON, K. & WEIGAND, A. (2020): *Die Höhlentiere Deutschlands*. – 448 S.; Wiebelsheim (Quelle & Meyer Verlag).

Ingo Dorsten
Dieter Kraus
Arndt Karger
Speläologische Arbeitsgemeinschaft Hessen e. V.
E-Mail: Vorstand@sah-breitscheid.de
E-Mail: dorsten-ingo@web.de
Tel.: 0175-7045180

Manuskripteingang: 16. September 2024

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde](#)

Jahr/Year: 2024

Band/Volume: [145](#)

Autor(en)/Author(s): Dorsten Ingo, Kraus Dieter, Karger Arndt

Artikel/Article: [Speläologie im Breitscheider Karst – Forschungsstand und Erkenntnisse aus dem größten Höhlensystem Hessens 201-231](#)