Mitteilungen

des Verbandes der deutschen Höhlen- und Karstforscher e.V.

ISSN 0505-2211
H 20075

Nr. 4/2020

Jahrgang 66
4. Quartal

Mitteilungen

des Verbandes der deutschen Höhlen- und Karstforscher e. V.

ISSN 0505-2211, Jahrgang 66, Nr. 4

Inhalt

Editorial 86

Andreas Kücha
Forschungsaktivitäten der HFGOK/Arge Blautopf in der Blauhöhle bis 2020..... 87

Klaus Schöllhorn
Erinnerungen an die Arbeit der Fachgruppe Höhlen- und Karstforschung Kittelsthal 1973 - 1990 93

Peter Danner
Der Geologe und Höhlenforscher Walter Biese im Exil..... 98

Detlef K. Richter, Ingo Dorsten, Rolf D. Neuser und Denis Scholz
Kryogene Calcitperlen der Weichselkaltzeit im Wappensaal des Herbstlabyrinth-Adventhöhle-Systems bei Breitscheid, NW-Hessen..... 102

Detlev K. Richter, Rolf D. Neuser und Sebastian F. M. Breitenbach
Spiegelt die Lamination der Höhlenperlen der Kleinen Teufelshöhle bei Pottenstein (Fränkische Schweiz) saisonales Wachstum wider? 110

Stefan Meyer
Der Salamanderfresser im Karst – ein aggressiver Hautpilz erfordert Verhaltensänderungen bei Höhlenforschern 119

Einladung 60. Jahrestagung 125

Einladung JHV..... 126

Berichte 127

Personalia 129

Schriftenschau..... 131

Titelbild: Im Mittelschiff der Blauhöhle; Foto Andreas Kücha, Assistenz Manfred Walter, Jochen Malmann, Denise Kücha und Max Fahr

Editorial

Liebe Vereinsmitglieder,

leider muss die Hauptversammlung 2020 Corona-bedingt verschoben werden. Da eine Neuwahl des Vorstands auf der Tagesordnung gestanden hätte, greift hier das Gesetz zur Abmilderung der Folgen der COVID-19-Pandemie im Zivil-, Insolvenz- und Strafverfahrensrecht vom 27. März 2020. Dort ist geregelt, dass Vereinsvertreter auch nach Ablauf ihrer Amtszeit im Amt bleiben können, wenn die jährliche Mitgliederversammlung nicht stattfinden kann.

Die Aktion „Saubere Unterwelt“ lief 2020 lokal erfolgreich. Fragen und Anregungen an Dominik Fröhlich unter saubereunterwelt@vdhk.de. Internationales Jahr für Höhlen und Karst IYCK 2021: Vorträge und andere Aktivitäten können wie angekündigt für 2021 unter dem IYCK-Logo stattfinden. Logo und Flyer sind hier abrufbar: http://iyck2021.org.

Das Höhlentier 2021 ist bereits auf der Homepage eingestellt. Zum Internationalen Jahr gibt es das Höhlentier erstmals international – siehe https://hoehlentier.de.

Höhlenverein und Schauhöhle der Woche: Der VdHK möchte das ganze Jahr auf Höhlen und insbesondere Schauhöhlen aufmerksam machen und für 2021 jede Woche einen Höhlenverein und eine Schauhöhle auf der Website vorstellen. Bitte macht mit und sprecht auch Schauhöhlen in eurer Gegend an. Weitere Infos: leona.lober@web.de.

Symposium Wissenschaft im Untergrund – Höhlenforschung im Dialog: Es soll am 12.5.2021 vor der Jahrestagung stattfinden. Wenn ihr mit Universitäten oder freien Forschern zusammenarbeitet, ist das der ideale Rahmen für eine Präsentation: www.vdhk.de/fileadmin/pdf/veranstaltung/2020/Flyer_1stZirkular_WiU.pdf.

Bärbel Vogel

Redaktionsschlüsse der Mitteilungen – bitte beachten
Heft 1: **1. Januar**, Heft 2: **1. April**, Heft 3: **1. Juli**, Heft 4: **1. Oktober**.

Der Verband im Internet

www.vdhk.de
Bitte lesen Sie regelmäßig die dort bekanntgegebenen Veranstaltungstermine.

Abo der Verbandsmitteilungen

Abonnements der Verbandsmitteilungen – auch als Geschenk! – für 20 Euro/Jahr (inkl. Porto/Verpackung) über: Leonhard Mährlein, Idealweg 11, 90530 Wendelstein, Tel. 09129/8428, schatzmeister@vdkh.de. Das Abonnement gilt jeweils für Heft 1 - 4 eines jeden Jahrgangs.

Copyright
Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher e. V., München (VdHK)

Schriftleitung
Dr. Friedhart Knolle, Grummetwiese 16, 38640 Goslar, Telefon 0170 / 22 09 174, fknolle@t-online.de

Sven Bauer, Frankenhäuser Str. 28, 99706 Sondershausen, Telefon 0176 / 2426 6080, geocrax@web.de

Mathias Beck, Münchner Str. 4, 82229 Seefeld, Telefon 0177 / 509 3734, MathiasHW.Beck@web.de

Dipl.-Biol. Hildegard Rupp, Zum Thingplatz 10, 29229 Celle, hilderupp@posteo.de

Satz, Druck und Versand
Oberharzer Druckerei, Fischer & Thielbar GmbH
Alte Fuhrherrenstraße 5, 38678 Clausthal-Zellerfeld / Buntenbock

Der Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher e. V. ist als gemeinnützig anerkannt.

Bankkonto (auch für Spenden)
Volksbank Laichingen, IBAN: DE34 6309 1300 0001 4920 04
BIC: GENODES1LAI

Nachdruck oder Veröffentlichung und Verbreitung in elektronischen Medien, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung der Schriftleitung.

Erscheinungsweise: 4 x jährlich

Bezugspreis: im Mitgliedsbeitrag inbegriffen; Abo: 20 Euro/Jahr

Zugelassen zum Postzustellungsdienst für die Versendung als Streifbandzeitung (Vertriebskennzeichen H 20075 F).

Die Redaktion behält sich Kürzung und Bearbeitung von Beiträgen vor. Durch Einsendung von Fotografien und Grafiken stellen die Autoren den VdHK von Ansprüchen Dritter frei.

Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher	66 (4)	87 - 92	München 2020

Forschungsaktivitäten der HFGOK/Arge Blautopf in der Blauhöhle bis 2020

von

Andreas Kücha

Zusammenfassung
Mit Beginn des Jahres 2020 hat das Blauhöhlensystem einen Vermessungsstand von 15.472 m erreicht und damit eine weitere magische Längenmarke hinter sich gelassen. Grund genug, die aktuellen Forschungen in dieser vielseitigen und fesselnden Höhle zusammenfassend darzustellen, zumal der letzte Überblick in vorliegender Zeitschrift lange zurück liegt. Seit der Entdeckung der weitgehend trockenen Höhlenteile hinter dem Mörikedom durch die Arge Blautopf 2004 und mehr noch seit der Eröffnung eines trockenen Forscherzustiegs 2010 durch die Stadt Blaubeuren ist die Erforschung der Höhle enorm vorangeschritten. Basierend auf einer Vereinbarung mit der Stadt Blaubeuren sind alle drei derzeit im Umfeld tätigen Forschergruppen unter der Federführung der Arge Blautopf an Touren in die Blauhöhle beteiligt. Auch wenn sich der Längenzuwachs durch die Entdeckung zahlreicher Seitengänge neuerdings verlangsamt hat, bietet die Blauhöhle nach wie vor zahlreiche interessante Forschungsansätze.

Abstract
At the beginning of 2020 the Blauhöhle System has reached a measurement level of 15,472 m, thus leaving behind another magical length mark. This is reason enough to summarize the current research in this versatile and fascinating cave, especially since the last overview in this journal dates back a long time. Since the discovery of the largely dry cave parts behind the Mörikedom by the Blautopf consortium in 2004 and even more so since the opening of a dry explorer's entrance by the city of Blaubeuren in 2010, exploration of the cave has progressed enormously. Based on an agreement with the city of Blaubeuren, all three research groups currently working in the area are involved in tours into the Blauhöhle cave under the leadership of Arge Blautopf. Even though the sheer increase in length has recently slowed down due to the discovery of numerous side passages, the Blauhöhle cave still offers numerous interesting research approaches.

Resume
Début 2020, le système des grottes bleues a atteint un niveau de mesure de 15 472 m, laissant ainsi derrière lui une autre marque de longueur magique. C'est une raison suffisante pour résumer ici les recherches actuelles dans cette grotte polyvalente et fascinante, d'autant plus que le dernier aperçu de cette journal date de longtemps. Depuis la découverte par le consortium Blautopf, en 2004, des parties de la grotte en grande partie à sec derrière le Mörikedom, et plus encore depuis l'ouverture d'une entrée d'explorateur à sec par la ville de Blaubeuren en 2010, l'exploration de la grotte a énormément progressé. Sur la base d'un accord avec la ville de Blaubeuren, les trois groupes de recherche travaillant actuellement dans la région participent à des visites guidées de la Blauhöhle sous la direction d'Arge Blautopf. Même si l'augmentation de la longueur a récemment ralenti grâce à la découverte de nombreux passages latéraux, la Blauhöhle offre encore de nombreuses pistes de recherche intéressantes.

Jüngere Forschungsgeschichte
1997 startete die Arbeitsgemeinschaft Blautopf, eine Abteilung der Höhlenforschungsgruppe Ostalb-Kirchheim (HFGOK), mit der Vermessung der Unterwassergänge vom Rand des Blautopfes. Damit rückte die große Quelle am Südrand der Schwäbischen Alb und ihr zu erwartendes riesiges Höhlensystem mehr und mehr in den Fokus der regionalen Forschung. Die Erfolge des hartnäckigen Ringens blieben nicht aus. 2006 wurde in der heute vom Höhlenverein Blaubeuren betreuten Vetterhöhle eine Verbindung zur Siphonzone hinter dem Blautopf gefunden und durch diesen Zusammenschluss das Blauhöhlensystem gebildet (Wieczorek & Mammel 2008). Die Vetterhöhle trägt Stand 2019 immerhin 2.746 m zur Gesamtlänge des Systems bei.
2006 begannen die Grabungen der Arbeitsgemeinschaft Blaukarst, eines Zusammenschlusses von Höhlenforschern aus verschiedenen regionalen Gruppen, in der Hessenhau-Doline südlich von Berghülen. Nach 5 Jahren hat sich die Gruppe ca. 140 m in die Tiefe gegraben. Am 26.3.2011 konnte schließlich der Durchbruch in ein großes Flusshöhlensystem erreicht werden. Aufgrund seiner Lage und der Wasserschüttung wurde vermutet, dass die Hessenhauhöhle ein Ast der Blauhöhle ist. Dies konnte am 21.4.2012 im Rahmen eines Markierungsversuchs mit Uranin bestätigt werden (Lauber et al. 2013a, b). Seit der Entdeckung des Flusssystems hat die Hessenhauhöhle 2019 die Länge von 8.000 m überschritten. Das Wasser hat eine mögliche Verbindung bereits nachgewiesen und seither arbeiten die Gruppen an einem Zusammenschluss.

Die letzten Jahre lagen im Zeichen der Entdeckungen
Nachdem die mit der Bohrung und Eröffnung eines künstlichen Zustiegs im Stairway to Heaven verbundenen Aufgaben für die Arbeitsgemeinschaft Blautopf 2010 erledigt waren, standen die darauffolgenden Jahre ganz im Zeichen der Forschung und weiterer Entdeckungen. Durch den trockenen Zugang und die nun regelmäßigen Termine erhielten die Forschungsaktivitäten einen starken Impuls.
Nachfolgend werden die Forschungsbereiche und Entdeckungen der letzten Jahre anhand des Höhlenplans vom Eingang bis zum Versturz 3 beschrieben.

Fakirgang mit der Elmar Hammerschmidt-Kluft
Kurz vor der Apokalypse konnte auf halber Höhe ein Ganganansatz vermutet werden. Nachdem 10 Höhenmeter klettertechnisch überwunden wurden, befand man sich in einem wunderschön versinterten Gang, der 400 m in Richtung Osten zieht. Im Bereich der „Geisterbahn" befindet sich Mondmilch an den Wänden und wirkt im Licht der Stirnlampe sehr gespenstisch. Den Namen „Fakirgang" hat der Gang durch seine vielen Baumkristalle bekommen, die beim vorsichtigen Passieren die eine oder andere Blessur hinterlassen. Man müsste ein Fakir sein…
Nach ca. 100 m gibt es eine kleine Seitenkluft, die nach dem 2016 verstorbenen Höhlenforscher Elmar Hammerschmidt aus dem

Sauerland benannt wurde. Nachdem man die Elmar Hammerschmidt-Kluft 2016 mit einer offenen Fortsetzung in Form eines Schlots nach oben verlassen hatte, konnte man im Dezember 2019 den Schlot erklettern und in einen wunderschönen Parallelschacht absteigen.

Tauchgang im Niphargensiphon (Halle des verlorenen Flusses – flussaufwärts)

Große und tiefe Tauchgänge in der Halle des verlorenen Flusses (ca. 1,5 km in der Höhle), verlangen viel Vorbereitung und einige Materialtouren, um das notwenige Tauchequipment an Ort und

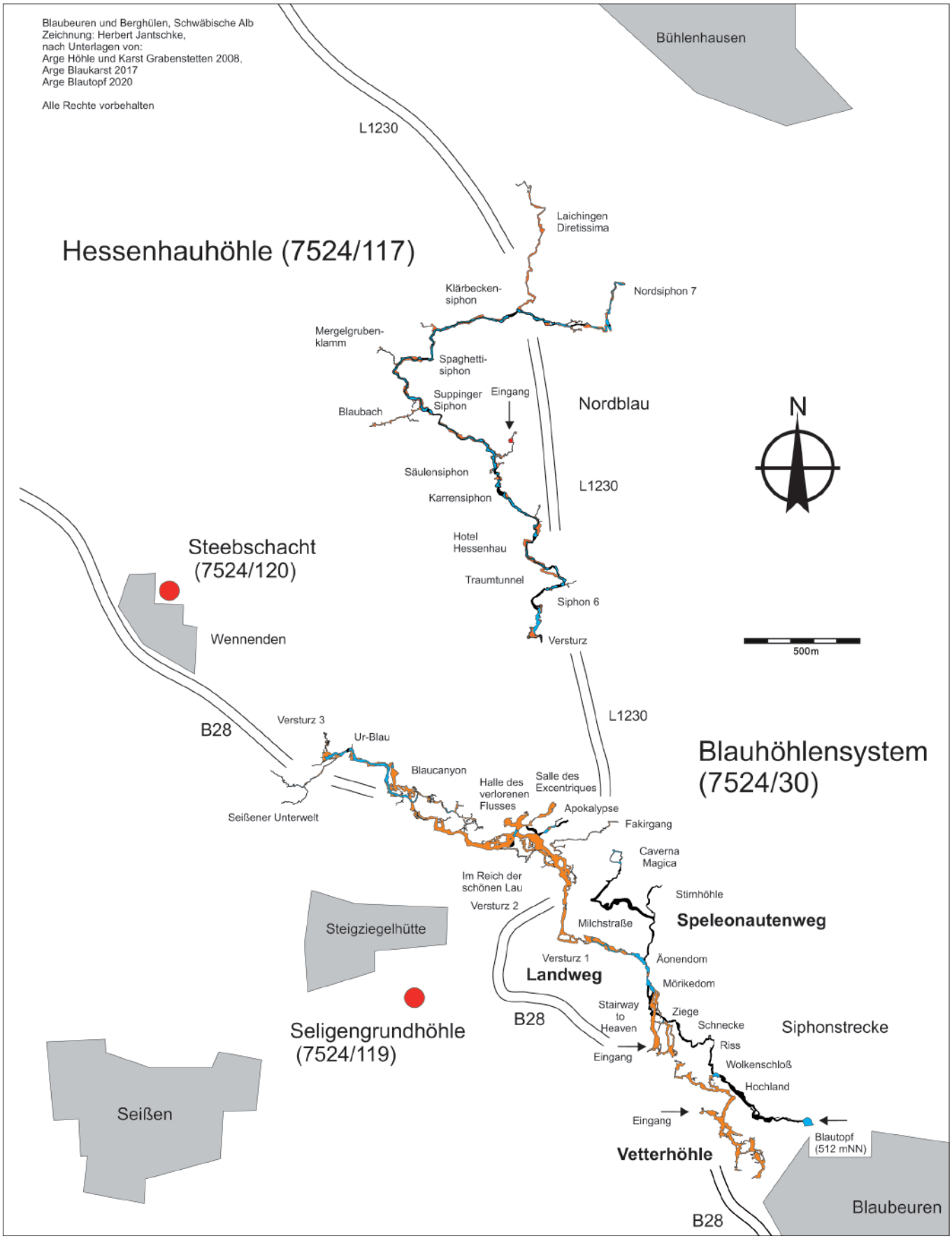


Abb. 1: Übersichtsplan der Blauhöhle

Abb. 2: Elmar Hammerschmidt-Kluft; Foto A. Kücha

Stelle zu transportieren. 2016 war es soweit und der Niphargensiphon konnte bei einem zweistündigen Tauchgang bis zu einem Unterwasserversturz in 40 m Wassertiefe betaucht werden. Durch die schwierige Logistik und die für das Material anspruchsvolle Lagerung in der Höhle stellt sich eine kontinuierliche Erforschung des Unterwasserversturzes als schwierig dar.

Tauchgang Joggl-Connection (Halle des verlorenen Flusses – flussabwärts)

Ebenfalls anspruchsvoll sind Tauchgänge flussabwärts in der Halle des verlorenen Flusses in der sogenannten Joggl-Connection. Der erste Siphon konnte mit 115 m Länge und einer Tiefe von 14 m bereits durchtaucht werden und mündet in eine Überwasserpassage von 60 m Länge bis zum zweiten Siphon. Dieser konnte bisher ca. 200 m angetaucht werden. Basierend auf den Färbeversuchen im Jahr 2012 ist eine Verbindung zum Äonendom und auch zu der Hessenhauhöhle nachgewiesen. Die unbekannte Verbindung zwischen den Höhlen herstellen und vermessen zu können ist hoffentlich nur eine Frage der Zeit.

Abb. 3: Fakirgang; Foto A. Kücha

Blaucanyon

Bedingt durch den extrem niedrigen Wasserstand 2018 wurde im untersten und tiefsten Bereich des Blaucanyons nochmals eine Sondierungstour durchgeführt. Bei Normal- und Hochwasser ist der Bereich nicht erreichbar bzw. passierbar. Das Ende des Blaucanyons mündet – wie bereits vermutet – in einen Siphon, der nicht passierbar ist. Daher sind weitere Forschungen in diesem Bereich sehr schwierig. Weiterhin gibt es vom Blaucanyon einen

Abb. 4: Blaucanyon; Foto A. Kücha

Verbindungsgang zum Hauptgang, der „Raumwunder“ genannt worden ist.

Seißener Unterwelt

Wer hätte gedacht, dass der Vergessene Mäander noch eine Überraschung für uns übrig hatte! Die Seißener Unterwelt befindet sich fast am momentanen Ende des Blauhöhlensystems – kurz vor dem Versturz 3 und somit ca. 3,7 km vom Blautopf entfernt. Der 2017 entdeckte Gang des Vergessenen Mäanders zweigt kurz vor dem Versturz 3 anfangs in einen sehr engen Mäander ab, der zunehmend größer wird. Die Hauptschwierigkeit ist es, die notwendige Tauchausrüstung durch einige Engstellen durchzureichen, was nur dank guter Teamarbeit funktioniert. Nach Überwinden des 20 m langen Paniersiphons wurde 2018 die Seißener Unterwelt entdeckt. Der Name des Siphons ist nach der Erstbetauchung entstanden, da der Taucher aussah wie ein paniertes Schnitzel.

Der von einem aktiven Bachlauf durchflossene Hauptgang zieht nach Nordwesten. Die Gangdimensionen des wasserführenden Gangs betragen am Anfang zwischen 2 - 4 m Breite bei einer Höhe von 5 m. Nach 100 m geht der Hauptgang in einen 1 - 2 m breiten und 5 m hohen Mäander über. Im Bachlauf findet man vereinzelt sehr schöne wasserdurchlaufene Sinterbecken. Auch Tropfsteine sowie Excentriques sind an einigen Stellen vorhanden. Die Seißener Unterwelt erweist sich als zukünftiger Forschungsschwerpunkt, weil sich über eine der offenen Fortsetzungen eine Umgehung des Versturzes 3 ergeben könnte. Mit der Vermessung der bisher erforschten Teile der Seißener Unterwelt kamen 600 m Ganglänge hinzu. Aktuell gibt es drei offene Fortsetzungen, die schwierig zu erreichen sind.

Abb. 5: Seißener Unterwelt; Foto A. Kücha

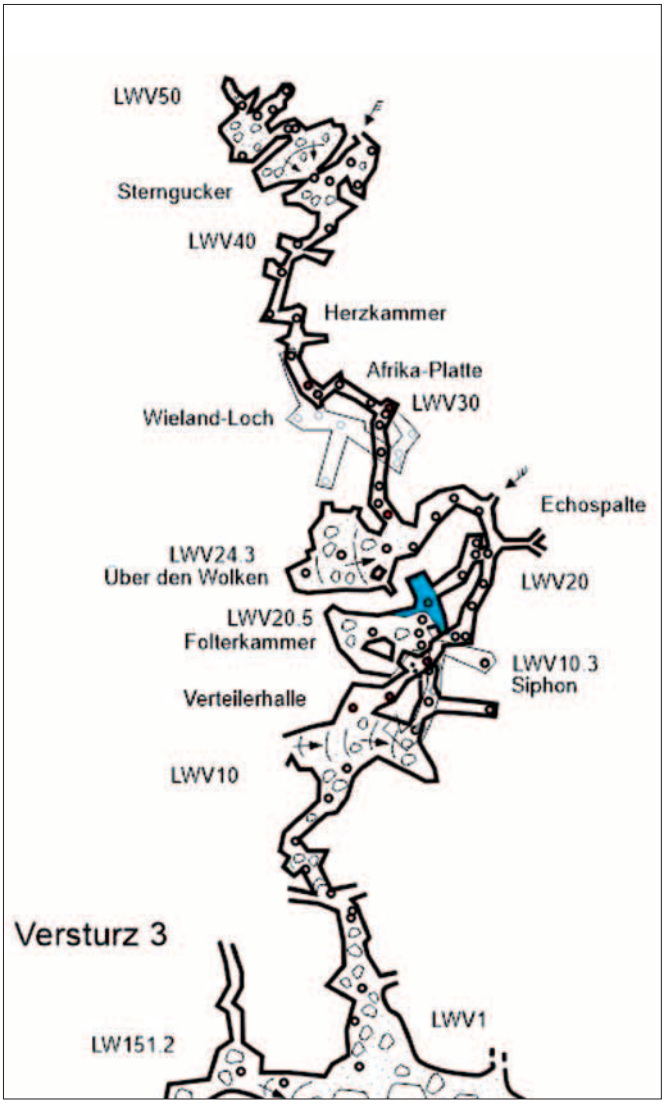


Abb. 6: Detailplan des Versturzes 3

Versturz 3

Der Versturz 3 ist seit 2006 bekannt. Der Hauptgang der Blauhöhle mündet in der Siggi Geiger-Halle in einen Versturz. Der Versturz 3 wurde in der kontinuierlichen Bearbeitung zum Mythos und ist mit über 130 m Versturzstrecke zu einer echten körperlichen und psychischen Herausforderung geworden. Jede kleinste Spalte wurde in den letzten Jahren mehrmals angeschaut und das Team folgt kontinuierlich dem Luftzug durch den Versturz 3.

Chronologie der Fortsetzungen

2006: Entdeckung der Siggi Geiger-Halle und Erstbegehung des vorderen Bereiches im Versturz 3.

2012: Erster Tauchgang im Versturz – es wird eine Kammer nach der Tauchstrecke entdeckt, die später „Folterkammer“ genannt wird.

2013: Arbeiten an der Echospalte.

2014: Trockener Zustieg in die Folterkammer mit dem aktiven Flusslauf und Färbeversuch, um zu erkennen, wo das Wasser im vorderen Versturz 3 herauskommt.

2015: Grabung in der Folterkammer und der Y-Spalte (Wasserspiegel). Ein Biwak am Versturz 3 wird eingerichtet und erstmalig genutzt.

2016: Entdeckung Folterhimmel (oberhalb der Folterkammer) sowie ein Tauchvorstoß am Gumpensiphon, der sich in der Siggi Geiger-Halle nach Westen fortsetzt. Der Gumpensiphon ist ein

kleiner Seitenzulauf und am Ende unter Wasser zu eng, um weiter vorzudringen.
2017: Entdeckung „Über den Wolken“ und des dortigen Grabungsansatzes, den man „Damoklesschwert“ genannt hat.
2018: Entdeckung „Under Pressure“.
2019: Entdeckung von Afrika-Platte, Sternengucker und Herzkammer. Die Afrika-Platte ist eine Schlüsselstelle für die weiteren Entdeckungen, da sie sich sehr eng und verwinkelt darstellt. Der Sternengucker sowie die Herzkammer sind die ersten größeren Räume seit langem, in denen man sich wieder aufrecht hinstellen kann.
2020: Nach den ersten größeren Räumen mit dem Sternengucker und der Herzkammer setzt sich dieses System mit den Entdeckungen der größeren Räume „Kammerflimmern“ und „Kühlschrank“ weiter fort. Ansatzpunkte wie im „Relegationsschacht“ und am „Kühlschrank“ lassen mit einem starken, sehr kalten und von unten kommenden Luftzug weiter hoffen. Die Motivation am Versturz 3 ist, selbst nach 14 Jahren anstrengendster Grabungsarbeiten, ungebrochen.

Weitere Seitengänge
Neben den Hauptforschungsansätzen konnten während der Detailvermessung der Blauhöhle weitere kleinere Seitengänge gefunden werden, die zur Gesamtlänge der Blauhöhle beigetragen haben. Am trockenen Zustieg unter dem Bohrloch an der B 28 wurden erste Sondierungsgrabungen im „Versturz 0“ durchgeführt. Im Eingangsbereich vom Stairway to Heaven konnte ein Parallelgang zum Stairway to Heaven entdeckt werden. Er wurde „Oben bleiben“ genannt. Hier befindet sich auch die Wabenhalle, ein Parallelgang zum Stairway to Heaven.
Der Bereich „Raumwunder“, der in den Blaucanyon mündet, der Seitengang „Tu-es-nicht“, ein Teilbereich im „Friedhof der Kuscheltiere“ sowie der „Riffmäander“ haben alle einen Beitrag zur vermessenen Gesamtlänge geleistet und sind neben dem Hauptgang spannende Seitengänge mit interessantem Höhleninventar und Speläothemen.

Tauchforschung – Schwarzer Kamin – Traumsee
2017 wurde im Unterwasserbereich der Blauhöhle die Fortsetzung im Schwarzen Kamin gefunden. Die Vermessung dieser Passagen ergab 400 m Neuland. Der Durchmesser hinter dem Schwarzen Kamin beträgt im Durchschnitt ca. 5 m. Der Boden ist meist

Abb. 8: Traumsee; Foto M. Farr

Abb. 7: Wabenhalle; Foto R. Straub

mit einer metertiefen feinen Lehmschicht bedeckt. Die Tauchgänge waren nicht immer einfach, da häufig schlechte Sichtverhältnisse unter Wasser angetroffen wurden, die ein Erkennen des weiteren Weges erschwerten oder sogar unmöglich machten. Der Unterwassergang setzt sich aber weiter fort und wurde Ende 2019/Anfang 2020 erfolgreich betaucht. Nach der „Caverna Magica" konnte im „Traumsee" aufgetaucht und weitere Flussgangpassagen entdeckt werden. Aktuell sind hier 200 m vermessen. Die Verbindung zur „Halle des verlorenen Flusses" bzw. zur Joggl-Connection wird immer wahrscheinlicher. Die Unterwasserforschung wird sicherlich einen zukünftigen Schwerpunkt in diesen Bereich legen, weil wir dort ebenfalls eine Verbindung zur Hessenhauhöhle vermuten.

Sonstige Forschungsthemen

Batlogger

Seit 2016 haben wir in der Blauhöhle ein automatisches Aufnahmesystem für Fledermausrufe installiert. Die Ultraschalllaute der Fledermäuse werden vom Logger in Echtzeit mit weiteren Umgebungsdaten auf einer SD-Karte aufgezeichnet. Eine spezielle Software hilft später bei der Artbestimmung und der weiteren Verarbeitung der gewonnenen Daten. Das Gerät kann mit Zusatzakkus über mehrere Wochen autark arbeiten. Bisher konnte aber in den installierten Bereichen „Wirbelkluft" und „Stairway to Heaven" keine Fledermausaktivität nachgewiesen und aufgezeichnet werden.

Rettungsübung

Alle Forschungsaktivitäten stehen unter dem Aspekt der Sicherheit. Aus diesem Grund haben wir uns sehr stark mit dem Thema „Höhlenrettung" in der Blauhöhle auseinandergesetzt. 2018 wurde eine zweitägige Rettungsübung geplant und mit der Höhlenrettung Baden-Württemberg durchgeführt. Insgesamt nahmen über 40 Höhlenretter und Höhlenforscher aus ganz Süddeutschland teil. Neben der praktischen Rettungsübung in der Höhle wurden einige fachspezifische Workshops gehalten, wie z.B. der Umgang mit dem CaveLink (Kommunikation aus der Höhle nach außen) oder dem theoretischen Teil der Erstversorgung bei einem Höhlenunfall.

Die eigentliche Höhlenrettungsübung am zweiten Tag hatte folgendes Szenario: Eine Person verletzt sich hinter Versturz 1 und ist nicht mehr in der Lage, eigenständig die Höhle zu verlassen. Ziel war es, den Ernstfall zu proben und für alle beteiligten Personen eine Lernkurve zu durchlaufen. Die Schwerpunkte der Rettungsübungen lagen bei der Überwindung der Engstellen sowie dem Transport der verletzten Person in einem Schlauchboot über die drei großen Seen. Die Erkenntnisse aus der Übung wurden aufgearbeitet und Maßnahmen für den Ernstfall konnten definiert werden.

Dank

Wir blicken auf einige Jahre ohne Höhlenrettungseinsätze zurück und bedanken uns bei allen, die uns unterstützt haben – sei es ideell, durch ihren persönlichen Einsatz oder durch finanzielle Förderung wissenschaftlicher Projekte. Besonderer Dank gilt den Mitgliedern der Arge Blaukarst, des Höhlenvereins Blaubeuren, der Höhlenrettung Baden-Württemberg, unseren Familien sowie der Stadt Blaubeuren.

Literatur (Auswahl)

Arbeitsgemeinschaft Blaukarst (2014): Expedition Hessenhau. Vorstoß in die Höhle ohne Ende. – Berghülen

Arbeitsgemeinschaft Blautopf (Hrsg.) (2011): Faszination Blautopf. Vorstoß in unbekannte Höhlenwelten. – 2. erw. Aufl., Thorbecke, Ostfildern

Arbeitsgemeinschaft Grabenstetten (2007): Die Vetterhöhle. Forschungsbericht aus dem Blauhöhlensystem. – Grabenstetter höhlenkundliche Hefte 12

Bohnert, J. & Bölzle, M. (2016): Raumcharakterisierung, Gangverlauf und Höhenlage der Hessenhauhöhle (7524/117, Schwäbische Alb). – Laichinger Höhlenfreund 51: 61-70

Boldt, M., Boldt, T. & Brenndörder, K. (2010): Höhlenklimamessungen in der Vetterhöhle. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 56 (3): 78-83

Boldt, Markus, Boldt, Martina & Filomena, C. (2009): Die Vetterhöhle (7524/30a) im Blauhöhlensystem. – Laichinger Höhlenfreund 44: 23-30

Dauer, T. & Kücha, A. (2014): Expedition ins Blaue. – National Geographic, April 2014: 38-64

Hinderer, E. & Kücha, A. (2012): Forschungsaktivitäten der Arge Blautopf in der Blauhöhle 2011/2012. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 58 (3): 79-81

Kücha, A., Ufrecht, W. & Jantschke, H. (2009): Derzeitiger Forschungsstand der Arbeitsgemeinschaft Blautopf im Blauhöhlensystem (Kat.-Nr. 7524/30). – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 55 (4): 112-117

Kücha, A. (2018): Zum Stand der speläologischen Forschungen in der Blauhöhle (7524/30, Schwäbische Alb). – Laichinger Höhlenfreund 53: 75-78

Kücha, A. & Jantschke, H. (2019): Aktueller Forschungsstand in der Blauhöhle (7524/30, Schwäbische Alb). – Laichinger Höhlenfreund 54: 60-63

Lauber, U., Ufrecht, W. & Goldscheider, N. (2013a): Neue Erkenntnisse zur Struktur der Karstentwässerung im aktiven Höhlensystem des Blautopfs. – Grundwasser 18 (4): 247-257

Lauber, U., Ufrecht, W. & Goldscheider, N. (2013b): Bericht zur Markierung von Ur-Blau und Nord-Blau – Neue Ergebnisse zur Karsthydrologie und Karsthydrographie im Einzugsgebiet des Blautopfs (Mittlere Schwäbische Alb). – Laichinger Höhlenfreund 48: 3-38

Meyer, S. (2017): Pool-Finger und Snottiten – zum Stand der Erforschung biogener Sinter. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 63 (4): 132-141

Oertel, A. & Straub, R. (2009): Biologische Unterwasserforschungen der Arbeitsgemeinschaft Blautopf in der Blautopfhöhle (Kat.-Nr. 7524/30b) von 1997-2009. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 55 (4): 112-117

Schopper, M. (2012): Minerale und Speläotheme im Blauhöhlensystem (Kat.-Nr. 7524/30, Schwäbische Alb). – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 58 (4): 102-109

Selg, M. (2009): Am Puls der schönen Lau – Zur Hydrogeologie des Blautopf-Einzugsgebietes. – Laichinger Höhlenfreund 44: 45-72

Straub, R. (2019): „Waben-Korrosion" – Beschreibung einer bislang unbekannten Lösungsform in Höhlen. – Laichinger Höhlenfreund 54: 49-55

Straub, R., Meyer, S. & Melim, L. A. (2018): Vom Bakterienfilament zum versinterten Pool-Finger. Erste Untersuchungsergebnisse an Pool-Fingers aus der Blautopfhöhle (Schwäbische Alb). – Laichinger Höhlenfreund 53: 3-14

Ufrecht, W. (2009): Schichtlagerung und Bruchtektonik im Einzugsgebiet des Blautopfs und dessen Umfeld (Mittlere Schwäbische Alb). – Laichinger Höhlenfreund 44: 107-148

Ufrecht, W., Bohnert, J. & Jantschke, H. (2016): Ein konzeptionelles Modell der Verkarstungsgeschichte für das Einzugsgebiet des Blautopfs. – Laichinger Höhlenfreund 51: 3-42

Wieczorek, U. & Mammel, F. (2008): Beschreibung und Plandarstellung der Vetterhöhle. – Jahresheft Arge Höhle und Karst Grabenstetten 2008: 7-32

Autor: Andreas Kücha, HFGOK/Arge Blautopf, Kapfweg 28, 88433 Schemmerhofen, andreas.kuecha@karstforschung.de

Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher	66 (4)	93 - 97	München 2020

Erinnerungen an die Arbeit der Fachgruppe Höhlen- und Karstforschung Kittelsthal 1973 - 1990

von

Klaus Schöllhorn

Kurzfassung
Die Geschichte der Arbeit der Fachgruppe Höhlen- und Karstforschung Kittelsthal von 1972 bis 1990 wird dargestellt, nachdem dieses Stück der speläologischen Erforschungsgeschichte des Landes Thüringen im bisherigen Schrifttum kaum dokumentiert war.

Abstract
The history of the work of the Kittelsthal caving group from 1972 to 1990 is presented, as this piece of the speleological history of exploration in the state of Thuringia has hardly been documented in previous literature.

Höhlenforschung in Thüringen

Höhlenforschung hat in Thüringen eine lange Geschichte (Göbel & Fohlert 2014). Da in der Abhandlung dieser beiden Autoren die Geschichte der Fachgruppe Höhlen- und Karstforschung Kittelsthal unverständlicherweise fehlt, sei dieser Teil der speläologischen Erforschungsgeschichte des Landes Thüringen hiermit nachgetragen.
Die FG HKF Kittelsthal bestand von 1973 bis 1990 unter dem Dach des Kulturbunds der DDR im Kreis Eisenach. Sie ging danach in den Thüringer Höhlenverein e.V. (THV) über und war eines der Gründungsmitglieder. Nach kurzer Zeit kam es jedoch zum Zerwürfnis, und die Gruppe trat wieder aus dem THV aus, da wir Wert auf unsere Selbständigkeit legten. Wir waren mit diesem Schritt über die Jahre nicht allein. Diese Tatsache ist sicherlich auch der Grund dafür, dass unsere Geschichte bisher nicht berücksichtigt wurde.
Die Gruppe besteht als lose Vereinigung noch heute. Wir sind vier Personen, die sich regelmäßig treffen und ihre Archivalien digitalisieren. So schlossen wir erst 2013 unsere Archivarbeit zum Archiv des vormaligen Karstmuseums Uftrungen (Standort heute Roßla, Verwaltung des Biosphärenreservats Karstlandschaft Südharz) ab. Dies war uns wichtig, denn die Dokumentation ist die Voraussetzung einer ordentlichen Geschichtsschreibung. 2019 verbrachten wir zehn Tage im Harz, unter anderem, um diese Sammlung auszuwerten. 2020 werden wir erneut den Harz aufsuchen und dabei auch in der Karstbibliothek Roßla arbeiten.

Vorgeschichte

Die Tropfsteinhöhle Kittelsthal, auch kurz Kittelsthaler Höhle genannt (Kat.-Nr. 5028/01), befand sich im Privatbesitz der Familie Raimund aus Kittelsthal. 1966 wurde sie an die Gemeinde Kittelsthal verkauft und von dieser bis 1968 als Schauhöhle betrieben. 1968 kam es im Schauhöhlenbereich bei den „Drei Gleichen“ zu einem Bruch aus dem Hangenden. Daraufhin wurde die Höhle für die Öffentlichkeit geschlossen, blieb aber der Forschung offen.

Gründung und Forschungsarbeiten

1973 wurde in der Kulturbund-Fachgruppe Geologie/Mineralogie Erfurt durch Josef Löffler die Untergruppe Höhlenforschung ins Leben gerufen. Diese fand ihr Betätigungsfeld im damaligen Kreis Eisenach, dem klassischen Höhlengebiet am Rande des Thüringer Waldes. Ich plante, im Kreis Eisenach eine selbständige Fachgruppe HKF Thal zu gründen, aus der dann auch 1978 die FG HKF Kittelsthal wurde. Der Grund dafür war einfach – wir bekamen das ehemalige Kassenhäuschen der Tropfsteinhöhle Kittelsthal und eine sehr gute Unterstützung von der Gemeinde Kittelsthal.
Zu dieser Zeit kam auch allgemeine Bewegung in die Höhlenforschung der DDR und ihre Leitungsstrukturen – das brachte einen Wandel mit sich. Unser Ziel bestand mit der Gründung dieser FG HKF darin, die Höhlenforschung im Raum Thüringen zu unterstützen und den Einzugsbereich des Kreises Eisenach in unsere Forschung einzubeziehen. Hier war diesbezüglich nur sehr wenig geschehen. Über mangelnde Unterstützung konnten wir uns nicht beklagen und das Interesse war groß.
Von der Interessengemeinschaft Speläologie in Nordhausen, insbesondere Wolfgang Graf, erhielten wir eine Abhandlung, die sich auf die Ritterhöhle im Alten Keller bezog. Eine weitere Reihe Unterlagen wie das Höhlenkataster des Bezirkes Suhl von 1968 haben wir von der Bezirksfachgruppe Suhl aus den Händen von Dr. Ulrich Brunzel erhalten. Wir hatten somit eine unschätzbare Arbeitsgrundlage für unsere Gruppe. Schon zu dieser Zeit verbanden uns gute Kontakte in den Südharz und nach Suhl.

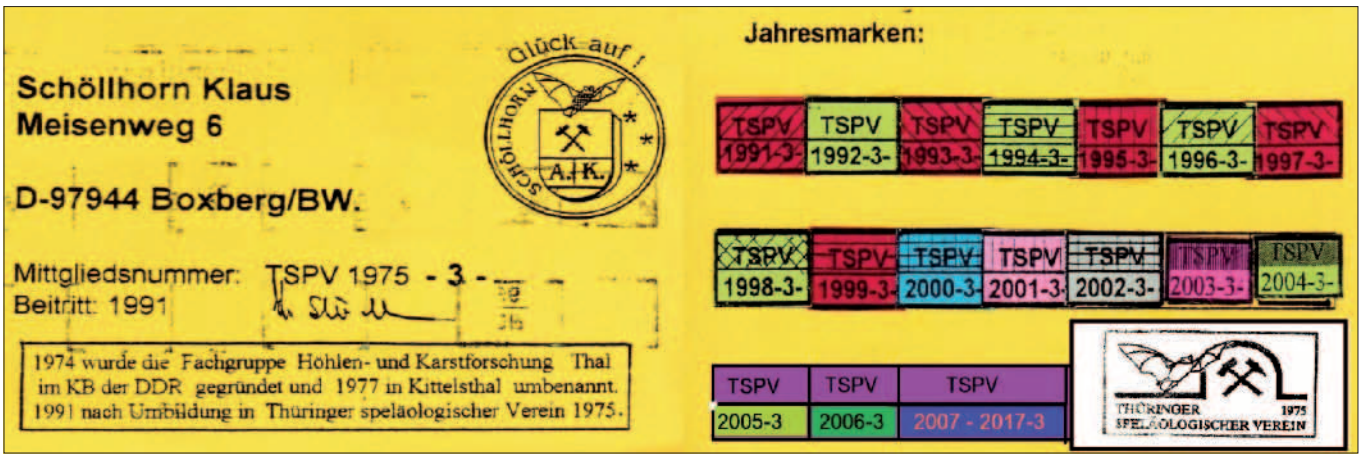


Abb. 1: Mitgliedsausweis des TSPV als Nachfolger der FG HKF Kittelsthal ab 1991

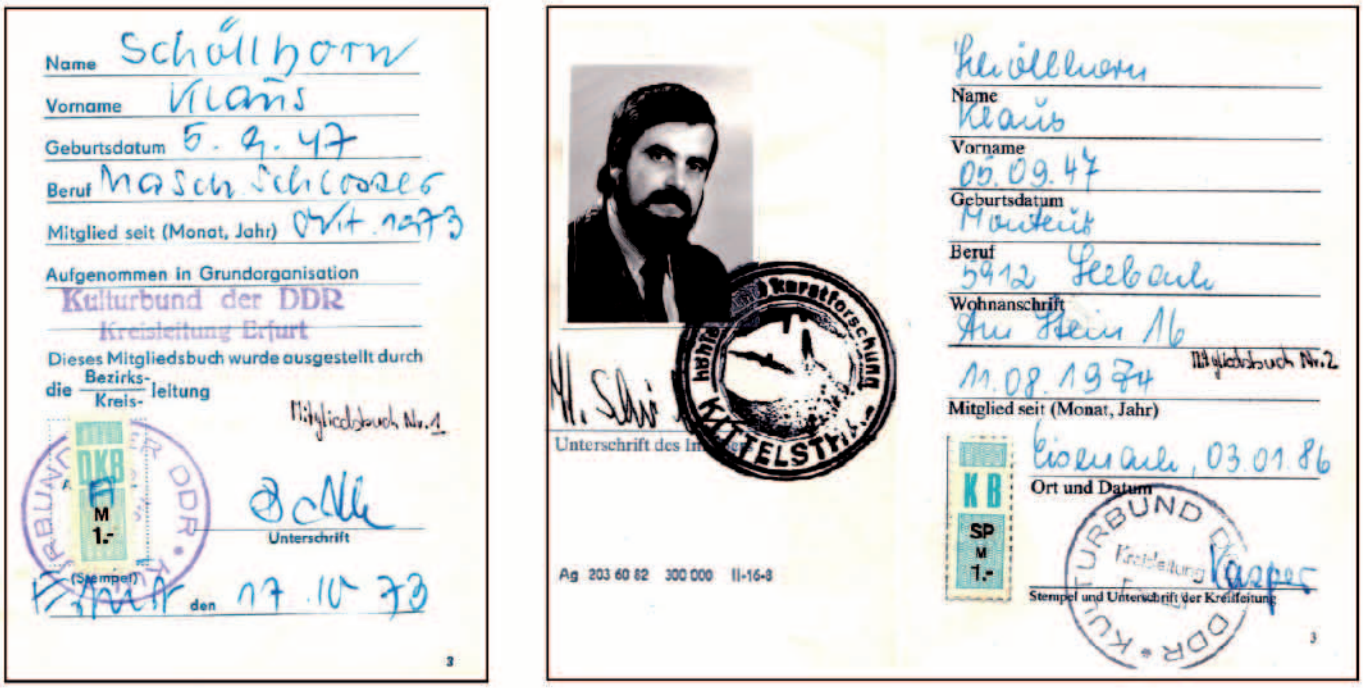


Abb. 2: Der erste Kulturbundausweis meiner Anmeldung 1973 bei der KB KL Erfurt und der Ausweis nach meiner Ummeldung zur KB KL Eisenach 1974 als FG HKF Kittelsthal

Erste Vermessungen in Form von Polygonzügen waren der Anfang, unsere Höhlen aufzunehmen. Überaus glücklich fühlten wir uns 1975, denn Dr. Kurt Brendel, der damalige Leiter des Zentralen Arbeitskreises Höhlen- und Karstforschung der DDR (ZAHK), ermöglichte uns den Kauf eines neuen Freiberger Hängezeugs mit Zulegeplatte. Ich kaufte es für 50,00 DDR-Mark.

Bereits 1977 begann die Gruppe, das Kataster Wutha-Schönau aufzunehmen sowie erste umfangreiche Fotodokumentationen zu erstellen. Von der Bezirksfachgruppe Suhl lernten wir das gründliche 1 x 1 der praktischen Höhlenforschung. Gemeinsame Treffen auf regionaler und nationaler Ebene sowie Schulungen zur Vermessung und Kartierung brachten ein besseres Niveau der Arbeit. Dann bekamen wir die Möglichkeit, weitere Freiberger Hängezeuge von der Abteilung Geologie des Rates des Bezirkes Halle/Saale zu erwerben.

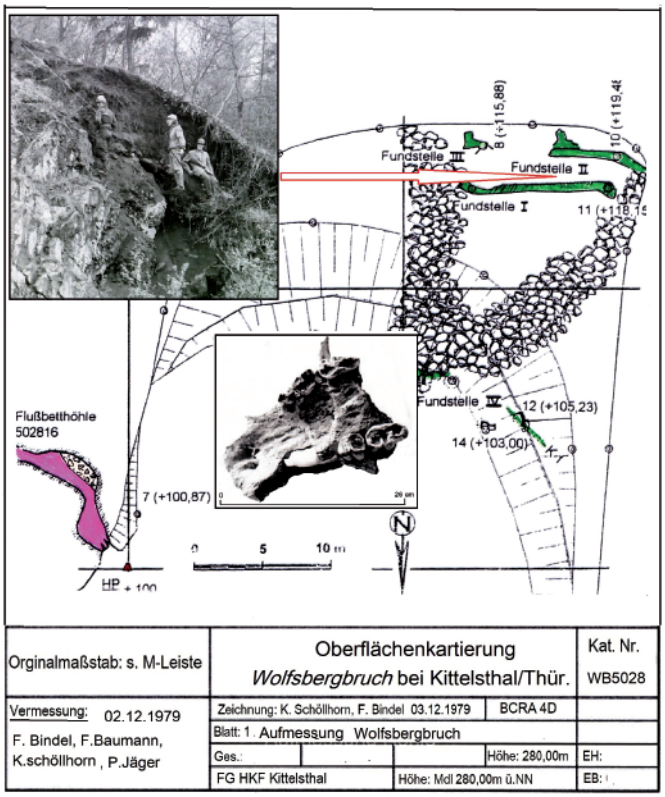


Abb. 3: Bereits 1979 führte die FG HKF Kittelsthal umfangreiche Oberflächenkartierungen durch – hier der Wolfsbergbruch bei Kittelsthal mit Flussbetthöhle und die Fundstellen von Höhlenbärenknochen wie u.a. der Unterteil eines Schädels

Die ersten Arbeiten im Südharz zur Erdfallkartierung erfolgten mit Dieter Fantasny, Wolfgang Graf und Friedrich Schuster. Ich erinnere mich gut – an Hand der Tabellentafel erfolgten die Umrechnungen der Polygonzüge.

Um 1974 gab es bereits eine Gruppe mit bis zu 15 Mitgliedern. Die ersten Vermessungen von Höhlen fanden am Krumsberg bei Farnroda im Kreis Eisenach statt. So entstand der erste Riss, damals noch als FG HKF Thal, im Januar 1974 durch S. Jessulat, Norbert Bilsky, Dieter Kleffel und Klaus Schöllhorn. Unsere erste Veröffentlichung brachten Dieter Kleffel und Klaus Schöllhorn in der Zeitschrift „Der Höhlenforscher" der DWBO Dresden (Roland Winkelhöfer) heraus (Kleffel & Schöllhorn 1974). Weitere Veröffentlichungen folgten in späteren Jahrgängen. Zu diesem Zeitpunkt war „Der Höhlenforscher" das einzige Journal der DDR, in dem wir unser Thema bringen konnten. Später wurde es auf Betreiben von Höhlenforscher-Funktionären im Kulturbund der DDR verboten, erschien danach aber in anderer Form weiter.

1978 war ich im Einsatz zur Erforschung der Wimmelburger Schlotten in der Befahrungsgruppe Reinhard Völker, Jürgen Marr, Dieter Mucke, Dieter Fantasny, Reiner Lobst, Erhardt Schröder u.a. – es war eine spannende Zeit und wir haben viele neue Eindrücke gesammelt. Auch wuchs hier der Bezug zum Bergbau. So habe ich auch die Kirche in Eisleben besucht und meine erste Schallplatte mit Liedern des Bergbaus gekauft. Erst 2013 wurde mir der Ergebnisbericht über Erkundungs-, Vermessungs- und geologische Kartierungsarbeiten in den Wimmelburger Schlotten von 1978 bekannt – die Geheimhaltung hatte es verhindert, dass wir diesen Text früher lesen durften.

In der Zwischenzeit hatten wir bereits begonnen, unsere von der Straßenmeisterei Erfurt erhaltene Holzbaracke neben dem ehemaligen Kassenhäuschen der Kittelthaler Höhle aufzubauen. Der Ausbau musste noch etwas warten. Es sollte die Höhlenforscher-

stelle für unsere Gruppe und angereiste Gastgruppen, aber auch Teilnehmer im Besuch des sog. Kleinen Grenzverkehrs aus Hessen, dem Sauerland und Bayern werden.
Inzwischen ging es zügig mit der Erforschung und Vermessung der Ritterhöhle (Kat.-Nr. 5028/02) weiter. Dieter Funke aus Dresden mit einigen Höhlenforschern, unter ihnen auch Regina Hösselbarth aus Leipzig, befuhren die Höhle an sechs Tagen und überzogen sie regelrecht mit einem ausgearbeiteten Forschungsprogramm.

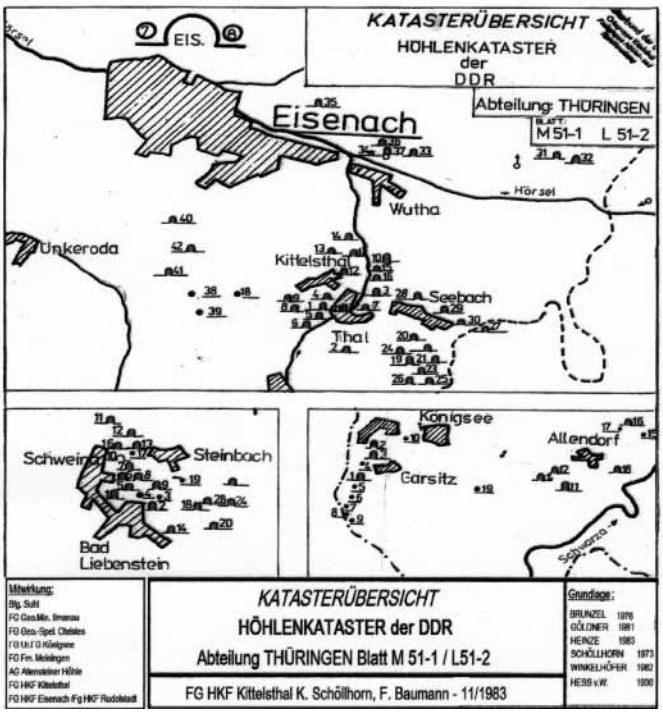


Abb. 4: Die erste Katasterübersicht zum Kreis Eisenach im Auszug

Unterstützung beim Materialtransport erhielten sie von uns. Es entstanden ein Ringpolygon und Raumaufmessungen. Während seiner angetretenen Grundwehrdienstzeit in Eisenach zeichnete Dieter Funke den Höhlenplan der Dresdener Vermessung.
Am 6. August 1979 fand die erste Großbefahrung der FG HKF Kittelsthal in den hinteren Teilen der Ritterhöhle statt – die Aktion dauerte zehn Tage. Auf dem Programm standen Anschlussmessungen mit weiteren Polygonzügen in der Höhle, aufbauend auf Funke 1979. Zudem entstand die zweite Fotodokumentation der Höhle. Mit dieser Dia-Serie bauten wir einen mit viel Beifall aufgenommenen Vortrag zusammen. Die Uraufführung fand 1979 im Kino von Thal vor ausverkauftem Saal statt.
1980 stiegen wir dann in eine Vortragsreihe zur Betreuung der damaligen FDGB-Urlauber ein – alle 14 Tage hatten wir einen Vortrag. 1989 war dann Schluss mit den Vorträgen, da die Ferienbetreuung ausgelaufen war.
1983 war das Geburtsjahr eines ersten Thüringer Höhlenkatasters der zu dieser Zeit wirkenden Höhlenforschergruppen. Das wird aber allzu gerne vergessen – warum? Inzwischen hatten wir zum ehemaligen Kreis Eisenach und angrenzenden Gebieten 92 Höhlen in das Thüringer Höhlenkataster übertragen. Von 1990 an waren die ersten Ausgaben der Serien zur Luftbildbefliegung im Handel erhältlich. Wir setzten für unsere Höhleneintragungen zum Kataster die Ausgaben der Befliegung „Roter Geopunkt" aus einem Geraer Unternehmen ein, später dann „Geoproxy" des Thüringer Landesvermessungsamts Erfurt, noch heute eine ideale Voraussetzung für die Übersichten. Diese Unterlagen erhielten auch die Archive unserer Partner.
1980 hatte ich die Voraussetzung für das erste Heft der neuen Höhlenforscherzeitschrift „Die Grotte" mit Genehmigung des Rates des Bezirks Erfurt geschaffen, die Druckgenehmigung erlangt und die „Papierfragen" zum Druck geklärt. Ich fand damals

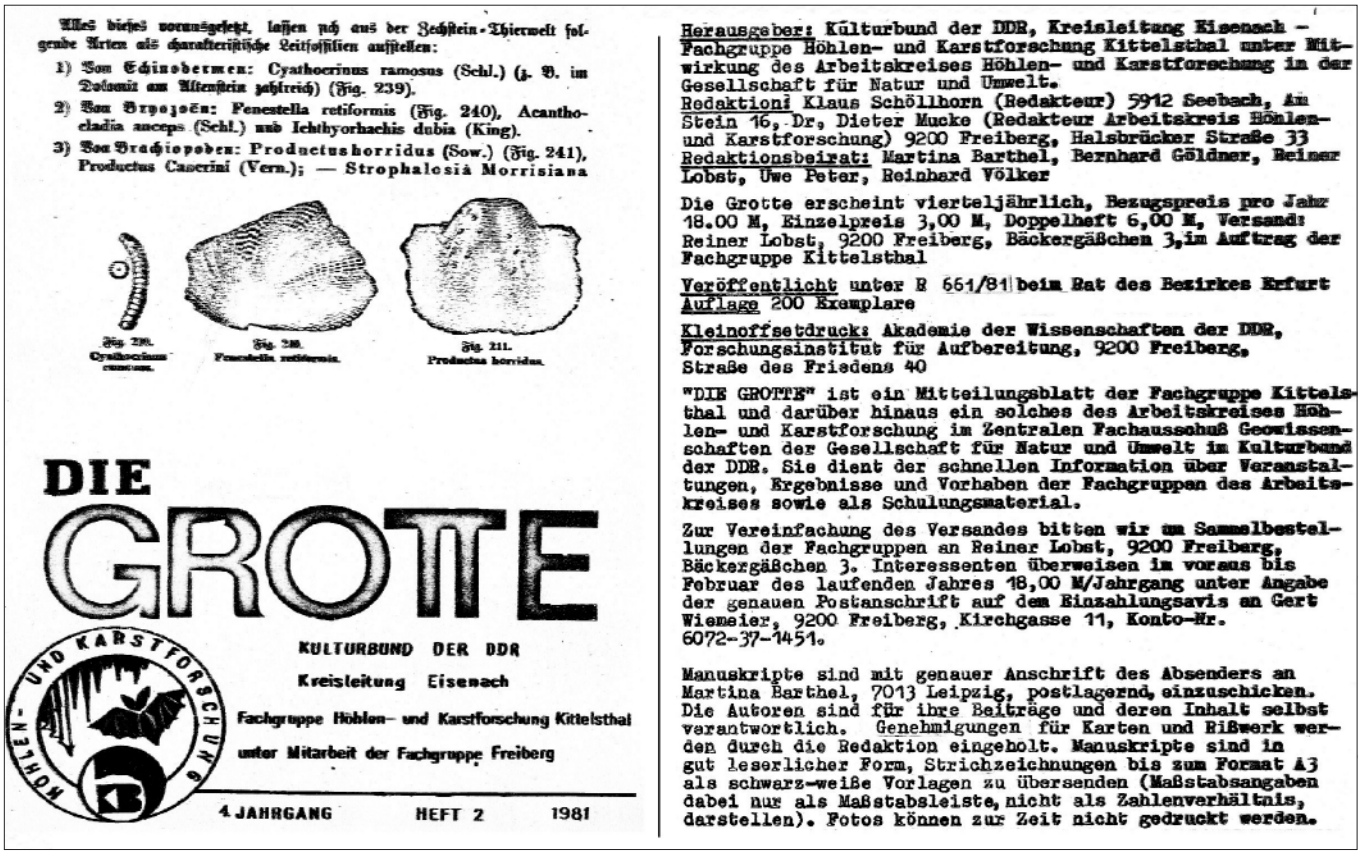

Alles dieses vorausgesetzt, lassen sich aus der Zechstein-Thierwelt folgende Arten als charakteristische Leitfossilien aufstellen:
1) Von Echinodermen: Cyathocrinus ramosus (Schl.) (z. B. im Dolomit am Altenstein zahlreich) (Fig. 239).
2) Von Bryozoen: Fenestella retiformis (Fig. 240), Acanthocladia anceps (Schl.) und Ichthyorhachis dubia (King).
3) Von Brachiopoden: Productus horridus (Sow.) (Fig. 241), Productus Cancrini (Vern.); — Strophalosia Morrisiana

Fig. 239. Cyathocrinus ramosus.
Fig. 240. Fenestella retiformis.
Fig. 241. Productus horridus.

DIE GROTTE
KULTURBUND DER DDR
Kreisleitung Eisenach
Fachgruppe Höhlen- und Karstforschung Kittelsthal
unter Mitarbeit der Fachgruppe Freiberg
4. JAHRGANG HEFT 2 1981

Herausgeber: Kulturbund der DDR, Kreisleitung Eisenach – Fachgruppe Höhlen- und Karstforschung Kittelsthal unter Mitwirkung des Arbeitskreises Höhlen- und Karstforschung in der Gesellschaft für Natur und Umwelt.
Redaktion: Klaus Schöllhorn (Redakteur) 5912 Seebach, Am Stein 16, Dr. Dieter Mucke (Redakteur Arbeitskreis Höhlen- und Karstforschung) 9200 Freiberg, Halsbrücker Straße 33
Redaktionsbeirat: Martina Barthel, Bernhard Göldner, Reiner Lobst, Uwe Peter, Reinhard Völker

Die Grotte erscheint vierteljährlich, Bezugspreis pro Jahr 18.00 M, Einzelpreis 3,00 M, Doppelheft 6,00 M, Versand: Reiner Lobst, 9200 Freiberg, Bäckergäßchen 3, im Auftrag der Fachgruppe Kittelsthal

Veröffentlicht unter R 661/81 beim Rat des Bezirkes Erfurt
Auflage 200 Exemplare

Kleinoffsetdruck: Akademie der Wissenschaften der DDR, Forschungsinstitut für Aufbereitung, 9200 Freiberg, Straße des Friedens 40

"DIE GROTTE" ist ein Mitteilungsblatt der Fachgruppe Kittelsthal und darüber hinaus ein solches des Arbeitskreises Höhlen- und Karstforschung im Zentralen Fachausschuß Geowissenschaften der Gesellschaft für Natur und Umwelt im Kulturbund der DDR. Sie dient der schnellen Information über Veranstaltungen, Ergebnisse und Vorhaben der Fachgruppen des Arbeitskreises sowie als Schulungsmaterial.

Zur Vereinfachung des Versandes bitten wir um Sammelbestellungen der Fachgruppen an Reiner Lobst, 9200 Freiberg, Bäckergäßchen 3. Interessenten überweisen im voraus bis Februar des laufenden Jahres 18,00 M/Jahrgang unter Angabe der genauen Postanschrift auf dem Einzahlungsavis an Gert Wiemeier, 9200 Freiberg, Kirchgasse 11, Konto-Nr. 6072-37-1451.

Manuskripte sind mit genauer Anschrift des Absenders an Martina Barthel, 7013 Leipzig, postlagernd, einzuschicken. Die Autoren sind für ihre Beiträge und deren Inhalt selbst verantwortlich. Genehmigungen für Karten und Rißwerk werden durch die Redaktion eingeholt. Manuskripte sind in gut leserlicher Form, Strichzeichnungen bis zum Format A3 als schwarz-weiße Vorlagen zu übersenden (Maßstabsangaben dabei nur als Maßstabsleiste, nicht als Zahlenverhältnis, darstellen). Fotos können zur Zeit nicht gedruckt werden.

Abb. 5: Umschlagseite „Die Grotte", 4. Jg., Heft 2 aus 1981 mit Impressum; die Hefte wurden in der Zeit zwischen 1980 und 1984 herausgegeben

auch eine pragmatische Voraussetzung unter Einbeziehung der Fachgruppe Freiberg. Vorläufer dieser Zeitschrift war die interne Heftreihe „Die Grotte“ 1/1977 bis 4/1979 als reine Gruppeninformation und für einen befreundeten kleinen Verteilerkreis. 1990 gaben wir nochmals sechs Hefte im Zusammenhang mit unseren Kittelsthaler Forschungen heraus, siehe unten.

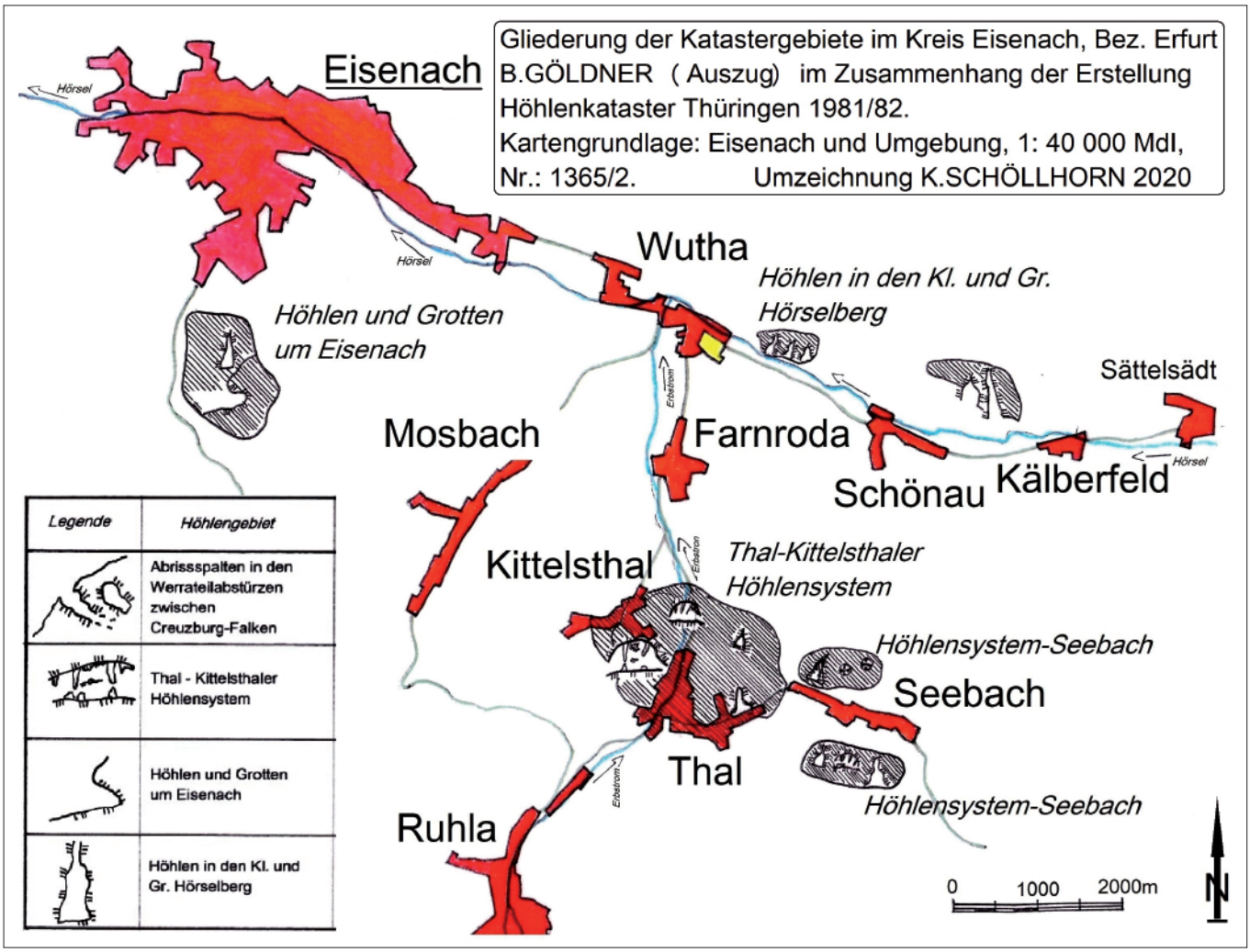


Abb. 6: Gliederung der Höhlengebiete im Kreis Eisenach im Auszug

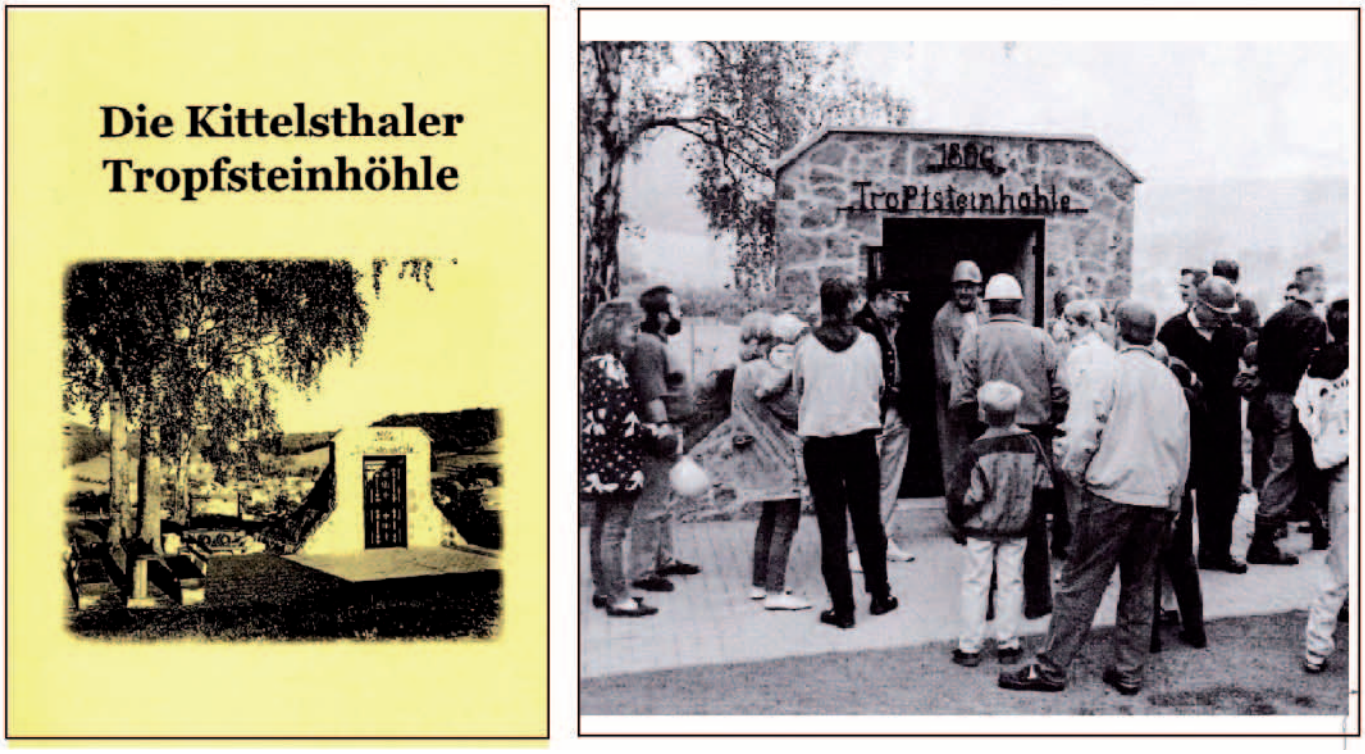


Abb. 7: Das Heft zur Kittelsthaler Höhle erschien aus Anlass der Neueröffnung 1992

Auf Vorschlag von Dieter Fantasny und Erhardt Schröder (beide Halle) setzten wir den Vorschlag der Herausgabe eines eigenen Mitteilungsblattes aus Kittelsthal 1980 um. Das neue Heft im A 5-Format aus Kittelsthal wurde damit national aufgewertet und erreichte auch viele Höhlenforscher der damaligen BRD. Es war ein begehrtes Tauschobjekt. Schon in der Vorbereitung der neuen Ausgabe 1980 meldete sich Werner Kockert (Freiberg) und fragte an, ob Interesse an einer umfangreichen Bibliographie bestehe. Sofort sagten wir zu und es entstanden zwei Sonderhefte – die Bibliographie Teil I und II „Speläologische Literatur der DDR 1945 - 1975", später ergänzt durch einen dritten Teil (1975 - 1989), der durch Jens Kardel zusammengestellt worden ist.

1981 konnte dann unsere „Höhlenforscherstelle" auf dem Wolfsberg fertig ausgebaut und zünftig eingeweiht werden. Wir hatten zu diesem Zeitpunkt bereits 18 eingetragene Mitglieder in Kittelsthal. Die Gruppe beteiligte sich gleichfalls am öffentlichen Leben der Gemeinde Kittelsthal. Eine ganze Reihe von Kleinhöhlen im Kreis Eisenach mit Einzugsgebiet nahmen wir in das Höhlenkataster der DDR auf. Es wurde vom Karstmuseum Heimkehle Uftrungen übernommen. Reinhard Völker sagte dazu: „Die FGH KFF Kittelsthal erarbeitete für das Karstmuseum zwei Dokumentationen zu Kleinhöhlen der näheren Umgebung. Die Arbeiten zeigen, dass man auch über Kleinhöhlen viel Interessantes zusammentragen kann".

1979 bis 1990 fertigten wir für die Bergsicherung Erfurt (BSE) mit Sitz in Ilfeld große Fotodokumentationen über Sicherungs- und Verwahrungsarbeiten um Kittelsthal. Die BSE übernahm nach ihrer Gründung von uns das Vermessungsmaterial der Altbergbauanlagen, die bereits vor 1975 bis 1983 gefertigt wurden. Diese wurden im Quellennachweis der Abschlussdokumentation 1990 aufgeführt. 1990 stellten wir nach mehrjähriger Forschung umfangreiche Dokumente zur Kittelsthaler Tropfsteinhöhle als Forschungsband zusammen. Zu diesem Zeitpunkt begannen intensive Bemühungen der Gemeinde Kittelsthal, diese Höhle erneut der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Darauf hatten die Kittelsthaler Höhlenforscher zielstrebig über Jahre hingearbeitet. Auf der Basis der Sanierungsarbeiten durch die BSE Erfurt, Sitz Ilfeld, die 1990 den Sanierungsbericht und den Dokumentationsband der FG HKF Kittelsthal vorlegte, führten ABM-Kräfte vom 2.5.1991 bis 8.9.1992 die notwendigen Rekonstruktionsarbeiten zur Herrichtung der Höhle durch. Am 13.9.1992 erfolgte die feierliche Neueröffnung. Pünktlich dazu war das Höhlenheft von Klaus & Anita Schöllhorn sowie Gunter Malcher erstellt worden: „Die Kittelsthaler Tropfsteinhöhle, Sonderheft anlässlich der 700-Jahrfeier des Ortes Kittelsthal und der Rekonstruktion der Schauhöhle". Es ist inzwischen in 6. Auflage erschienen.

Auf der Basis der Kittelsthaler Vermessung wurde als Anschlussvermessung des ZAHK 1979 eine Bohrung auf die Schlammgrotte von der Oberfläche niedergebracht, die den Hohlraum planmäßig traf. Sie war als Rettungsbohrung konzipiert.

Rückblick

Im Rückblick ist festzustellen, dass es über unsere Arbeit große Wissenslücken gibt. Nur wenige Höhlenforscher nutzen die jeweiligen Archive, z.B. das in Roßla, und schaffen sich zunächst eine Grundlage für angedachte Veröffentlichungen. In die heutige Karstbibliothek wurden alle Unterlagen aus dem Karstmuseum Heimkehle Uftrungen übernommen und archiviert. Die Listen mit den Titeln sind sogar online abrufbar. Zur FG HKF Kittelsthal liegen über 115 Titel vor. 100 Titel tragen meine Handschrift und belegen besonders den frühen Katasteraufbau von 1974 (Höhlenkataster Thüringen-Thüringer Wald, Kreis Eisenach), 1977 („Kataster Wutha-Farnroda") und 1981 (Höhlenkataster Eisenach). Dazu kommen noch weitere Erläuterungen und Karstverbreitungskarten.

Abb. 8: Mitglieder der FG HKF während eines Gruppenabends in unserer Vereinshütte, rechts Höhlenforscher aus Hessen (Frankfurt am Main) nach der Befahrung

Die FG HKF organisierte in Kittelsthal und in angrenzenden Gebieten sechs regionale und nationale Treffen für Höhlenforscher der DDR. So entstanden auch fünf umfangreiche Exkursionsführer zu den besuchten Objekten. Risswerke und Fotodokumentationen belegen auf vielfältige Art unsere Tätigkeit.

Diese Unterlagen wurden 1990 zur Bildung des Höhlenkatasters des Thüringer Höhlenvereins e.V. mit herangezogen. Rund 153 Höhlenobjekte unterschiedlichen Bearbeitungsstandes konnten von der Fachgruppe Höhlen- und Karstforschung Kittelsthal dem Thüringer Höhlenkataster des THV beigesteuert werden. Unter anderen bildeten diese 153 Höhlen 1990 den Grundstock des neuen „zentralen Katasters Thüringen".

Der Platz reicht hier nicht aus, um inhaltlich alle Themen aufzugreifen. Es bleibt zum Schluss der Hinweis, dass das Archiv der FG HKF Kittelsthal in den letzten vier Jahren auf Datenträger gebracht wurde. Noch sieben Dokumentationsbände stehen aus. Das Risswerk wie auch die Fotos entstammen der Zeit 1973 bis 1990 und entsprechen dem Stand der damaligen Möglichkeiten und vorhandenen Techniken. Übersichten und einzelne Dokumente wurden nachgebessert.

Wir haben die Materialien auf drei Archive verteilt (Harz: Friedhart Knolle; Kyffhäuser: Michael Brust; Hessen: Stefan Zaenker). Warum nicht nach Thüringen? Dafür gab es bisher keine Voraussetzungen.

Dank

Mein Dank geht an alle genannten und ungenannten Mitarbeiter dieses Stücks der Thüringer Höhlenforscher, die unserer Sache gewogen waren. Für redaktionelle Unterstützung bei der Abfassung dieses Beitrags danke ich Dr. Friedhart Knolle und Michael K. Brust.

Literatur

Göbel, E. & Fohlert, R. (2014): Historischer Abriss der Höhlenforschung in Thüringen. – In: Thüringen. Karst und Höhle 2011 - 2014: 25-45

Kleffel, D. & Schöllhorn, K. (1974): Die Ritterhöhle – Ein Teil des Thal-Kittelsthaler Höhlenzuges. – Der Höhlenforscher 6: 43-44, Dresden

Schöllhorn, K. (1977): Die Katasternumerierung der Thaler Höhlen/Thür. – Der Höhlenforscher 9: 11-12, Dresden

Autor: Klaus Schöllhorn, Wischkamp 54, 24211 Preetz, kl-schoellhorn-graf@t-online.de

Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher	66 (4)	98 - 101	München 2020

Der Geologe und Höhlenforscher Walter Biese im Exil

von

Peter Danner

Zusammenfassung

Nachdem in den letzten Jahren mehrere Studien über die speläologischen Forschungen des deutschen Geologen Walter Biese (1895 - 1960) erschienen sind, wird hier die bisher wenig bekannte Aktivität Bieses im Exil in der Schweiz (1934 - 1937) und in Chile (1937 - 1960) behandelt. Während Biese in der Schweiz einen Höhlenkataster erstellte und zoologische Forschungen durchführte, waren die Jahre in Chile, wo er zunächst im Dienst eines Bergbauunternehmens und dann als selbständiger Geologe sowie im Auftrag der Regierung arbeitete, vor allem der Geologie und Lagerstättenkunde, aber auch der Paläontologie und Malakologie gewidmet.

Abstract

After the publication of several studies on the speleological work of the German geologist Walter Biese (1895 - 1960), now the less known activities of Biese in his exile in Switzerland (1934 - 1937) and Chile (1937 - 1960) are treated. In Switzerland Biese established a cave registry and undertook zoological research. The years in Chile, where he worked first in the service of a mining company and later as independent geologist and in the service of the government, were dedicated mainly to geology and mining geology, but also to palaeontology and malacology.

Höhlenforschungen in Deutschland und Österreich

Der in Berlin geborene Geologe, Paläontologe, Speläologe und Malakologe (Molluskenforscher) Walter Biese (1895 - 1960) promovierte 1925 an der Universität Berlin und trat 1929 in die Preußische Geologische Landesanstalt in Berlin ein. Nach dem Studium befasste er sich intensiv mit Paläontologie und Höhlenkunde (Knolle 2014). Er trat 1926 dem Verein für Höhlenkunde in Salzburg bei (Biese 1955, Trimmel 1959/60) und forschte u.a. in der Eisriesenwelt und in der Steiermark (Biese 1932). In seinen Studien über die Höhlenentstehung widerlegte er die von Hermann Bock vertretene Höhlenflusstheorie (Trimmel 2012). 1932 gründete er in der Hermannshöhle in Rübeland eine wissenschaftliche Beobachtungsstation zur Untersuchung von Grottenolmen (Knolle 2016: 47).

Am 1. September 1933 wurde Biese aus dem preußischen Staatsdienst entlassen (Friebe 1999: 202). Aus politischen Gründen – er war Sozialist (Schmidt 1958: 171, 538), nach einer anderen, aber offenbar nicht richtigen Angabe Mitglied der Kommunistischen Partei Deutschlands (Mucke 1981: 23) – wanderte er 1934 in die Schweiz aus.

Abb. 1a, b: Aspekte der Eisriesenwelt; Fotos Danner

Schweiz

Über den Aufenthalt in der Schweiz berichtete Biese: „Im Dezember 1934 mussten wir, meine Frau und ich, aus Deutschland flüchten und sind nach Zürich gegangen. In Zürich haben wir bis 1937 gelebt, wie, wird immer ein Rätsel bleiben. Wir haben hier unsere Kriegsjahre vorweg genommen. Die Schweizer Naturwissenschaftler haben uns geholfen, vorweg unser alter Freund Otto Lehmann, der seinerzeit Ordinarius des Geographischen Institutes der ETH war. Dort habe ich auch meine letzte grössere Höhlenarbeit gemacht, ein General-Kataster der Schweizer Höhlen, das dann beim Schweizer Generalstab landete und Geheimnis geblieben ist. 1935 wurde unser Sohn Peter geboren [...]." (Biese 1955).

Otto Lehmann (1884 - 1941), ein gebürtiger Wiener, der ab 1920 Privatdozent, ab 1925 außerordentlicher und ab 1928 ordentlicher Professor für Geographie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich war (Winkler 1939/40, 1972), hatte wie Biese in der Eisriesenwelt geforscht und sich mit der Höhlenentstehung befasst.

Im ausschließlich auf der Grundlage von Literaturrecherchen erstellten Kataster (Biese o. J.), dessen Verfasser im Manuskript nicht genannt ist, sind mehr als 450 Höhlen erfasst (Deriaz 2009: 51). In der erhaltenen Kopie findet sich der Hinweis, dass der Kataster am Geographischen Institut von einem jüdischen deutschen Flüchtling namens Biese angefertigt wurde, wahrscheinlich 1942 oder 1943 (Biese o. J.). Die Datierung ist sicher falsch. Als Entstehungszeit kommen die Jahre von 1935 bis 1937 in Frage. Als Motiv der Auswanderung wurden in der bisherigen Literatur ausschließlich politische (Schuster 1955, Spöcker 1961) und nicht rassische Gründe genannt. Es gibt keinen Hinweis, dass Biese Jude war.

Neben den Arbeiten am Höhlenkataster führte Biese 1935 und 1936 in der Schweiz auch Forschungen über Mollusken durch (Steiner & Turner 1998). Biese war während seines Exils in der Schweiz in der Widerstandsbewegung gegen das nationalsozialistische Regime in Deutschland tätig und verhandelte mit Kommunisten über eine Zusammenarbeit (Schmidt 1958: 171, 538).

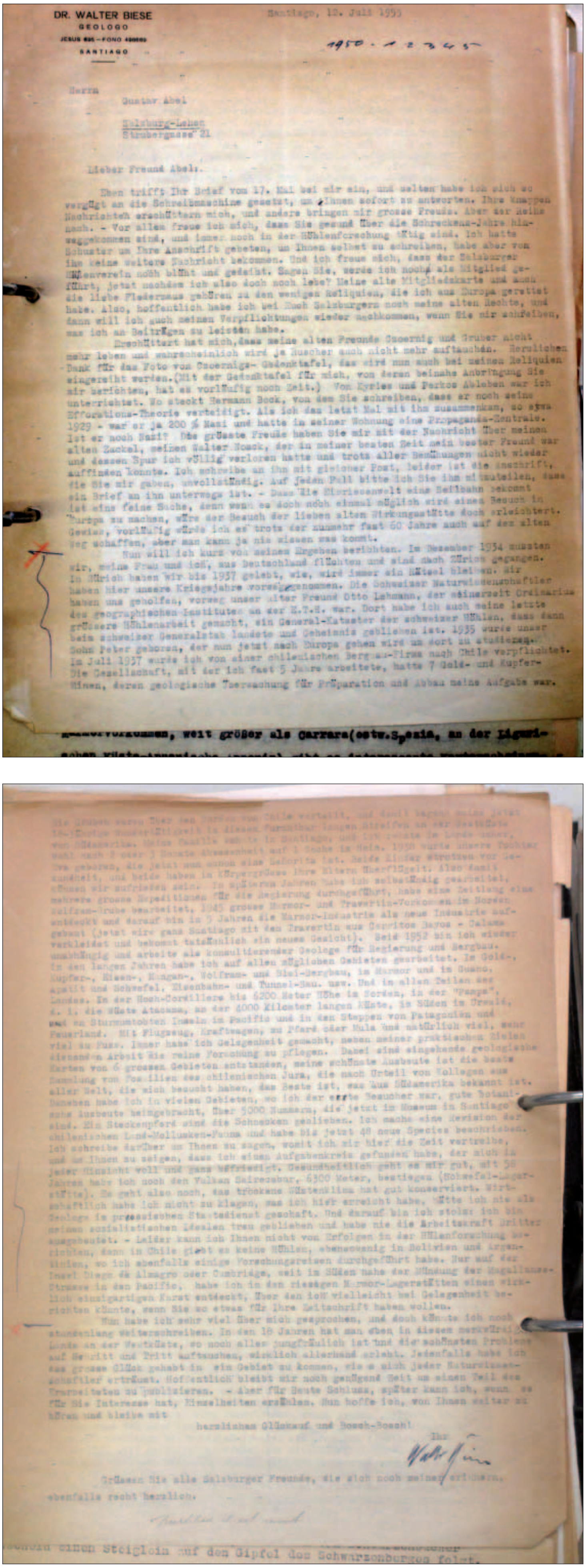
Chile

Ausführlich schilderte Biese seine Jahre in Chile. Unmittelbar davor hielt er sich 1937 kurz in Brasilien auf (Leonardos 1973: 216, Miller 1992: 271): „Im Juli 1937 wurde ich von einer chilenischen Bergbau-Firma nach Chile verpflichtet. Die Gesellschaft, mit der ich fast 5 Jahre arbeitete, hatte 7 Gold- und Kupfer-Minen, deren geologische Überwachung für Präparation und Abbau meine Aufgabe war. Die Gruben waren über den Norden von Chile verteilt, und damit begann meine jetzt 18-jährige Wandertätigkeit in diesem furchtbar langen Streifen an der Westküste von Südamerika. Meine Familie wohnte in Santiago, und ich reiste im Lande umher, wohl nach 2 oder 3 Monate[n] Abwesenheit auf 1 Woche im Heim. 1938 wurde unsere Tochter Eva geboren [...]. In späteren Jahren habe ich selbständig gearbeitet, mehrere grosse Expeditionen für die Regierung durchgeführt, habe eine Zeitlang eine Wolfram-Grube bearbeitet, 1945 grosse Marmor- und Travertin-Vorkommen im Norden entdeckt und darauf hin in 5 Jahren die Marmor-Industrie als neue Industrie aufgebaut (Jetzt wird ganz Santiago mit dem Travertin aus Cerritos Bayos – Calama verkleidet und bekommt tatsächlich ein neues Gesicht). Seit 1952 bin ich wieder unabhängig und arbeite als konsultierender Geologe für Regierung und Bergbau. In den langen Jahren habe ich auf allen möglichen Gebieten gearbeitet. Im Gold-, Kupfer-, Eisen-, Mangan-, Wolfram- und Blei-Bergbau, im Marmor und im Guano, Apatit und Schwefel, Eisenbahn- und Tunnel-Bau usw. und in allen Teilen des Landes. In der Hoch-Cordelliere bis 6200 Meter im Norden, in der ‚Pampa' , d. i. die Wüste Atacama, an der 4000 Kilometer langen Küste, im Süden im Urwald und an sturmumtobten Inseln im Pacific und in den Steppen von Patagonien und Feuerland. Mit Flugzeug, Kraftwagen, zu Pferd oder Mula und natürlich viel, sehr viel zu Fuss. Immer habe ich Gelegenheit gemacht [!], neben meiner praktischen Zielen dienenden Arbeit die reine Forschung zu pflegen. Dabei sind eingehende geologische Karten von 6 grossen Gebieten entstanden, meine schönste Ausbeute ist die beste Sammlung von Fossilien des chilenischen Jura, die nach Urteil von Kollegen aus aller Welt, die mich besucht haben, das Beste ist, was aus Südamerika bekannt ist. Daneben habe ich in vielen Gebieten, wo ich der erste Besucher war, gute botanische Ausbeute heimgebracht, über 5000 Nummern, die jetzt im Museum in Santiago sind. Ein Steckenpferd sind die Schnecken geblieben. Ich mache eine Revision der chilenischen Land-Mollusken-Fauna und habe bis jetzt 48 neue Species beschrieben. Ich schreibe darüber[,] um Ihnen zu sagen, womit ich mir hier die Zeit vertreibe, und um Ihnen zu zeigen, dass ich einen Aufgabenkreis gefunden habe, der mich in jeder Hinsicht voll und ganz befriedigt. Gesundheitlich geht es mir gut, mit 58 Jahren habe ich noch den Vulkan Sairecabur, 6300 Meter, bestiegen (Schwefel-Lagerstätte). Es geht also noch, das trockene Wüstenklima hat gut konserviert. Wirtschaftlich habe ich nicht zu klagen, was ich hier erreicht habe, hätte ich nie als Geologe im preussischen Staatsdienst geschafft. Und darauf bin ich stolz: ich bin meinen sozialistischen Idealen treu geblieben und habe nie die Arbeitskraft Dritter ausgebeutet. – Leider kann ich Ihnen nicht von Erfolgen in der Hö[h]lenforschung berichten, denn in Chile gibt es keine Höhlen, ebensowenig in Bolivien und Argentinien, wo ich ebenfalls einige Forschungsreisen durchgeführt habe. Nur auf der Insel Diego de Almagro oder Cambridge, weit im Süden nahe der Mündung der Magallanes-Strasse in den Pacific, habe ich in den riesigen Marmor-Lagerstätten einen wirklich einzigartigen Karst entdeckt, über den ich vielleicht bei Gelegenheit berichten könnte, wenn Sie so etwas für Ihre Zeitschrift haben wollen.

[...] In den 18 Jahren hat man eben in diesem merkwürdigen Lande an der Westküste, wo noch alles jungfräulich ist und die schönsten Probleme auf Schritt und Tritt auftauchen, wirklich allerhand erlebt. Jedenfalls habe ich das grosse Glück gehabt in ein Gebiet zu kommen, wie es sich jeder Naturwissenschaftler erträumt. Hoffentlich bleibt mir noch genügend Zeit um einen Teil des Erarbeiteten zu publizieren." (Biese 1955).

An einer anderen Stelle bemerkte Biese über seine Tätigkeit als Höhlenforscher, „daß Höhlenluft und Höhlenschlaz – in jungen Jahren reichlich genossen – ein ausgezeichnetes Konservierungsmittel" sind (Schuster 1960: 4).

Neben den von ihm selbst angeführten Aufgaben war Biese auch Lektor an der Universität von Chile in Santiago de Chile (Leonardos 1973: 279). In den 1940er Jahren publizierte Biese unter dem Namen Biese-Nickel oder Biese N. – Nickel war der Mädchenname seiner Frau (Coan & Kabat 2015: 131). Als Ergebnis von Bieses wissenschaftlicher Aktivität in Südamerika erschienen zunächst ausschließlich in spanischer Sprache Arbeiten über Lagerstätten, Geologie, Paläontologie und Zoologie. Er arbeitete auch beim „Lexique Stratigraphique International" mit (Hoffstetter et al. 1957). In den letzten Jahren vor seinem Tod widmete er mehrere Schriften dem Karst in Chile (Biese 1950a, 1956a, 1957b). Ab 1953 erschienen einige Aufsätze auch in deutscher Sprache. Bieses Fotoarchiv umfasste mehr als 16.000 Negative (Schuster 1960: 4). Mehrere unpublizierte Berichte und Karten sind in der Bibliothek des Servicio Nacional de Geologia y Minería in Providencia



DR. WALTER BIESE
GEOLOGO
SANTIAGO

Santiago, 12. Juli 1955

1950 - 1 2 3 4 5

Herrn
Gustav Abel
Salzburg-Lehen
Strubergasse 21

Lieber Freund Abel!

Eben trifft Ihr Brief vom 17. Mai bei mir ein, und selten habe ich mich so vergnügt an die Schreibmaschine gesetzt, um Ihnen sofort zu antworten. Ihre knappen Nachrichten erschüttern mich, und andere bringen mir grosse Freude. Aber der Reihe nach. - Vor allem freue ich mich, dass Sie gesund über die Schreckens-Jahre hinweggekommen sind, und immer noch in der Höhlenforschung tätig sind. Ich hatte Schuster um Ihre Anschrift gebeten, um Ihnen selbst zu schreiben, habe aber von ihm keine weitere Nachricht bekommen. Und ich freue mich, dass der Salzburger Höhlenverein noch blüht und gedeiht. Sagen Sie, werde ich noch als Mitglied geführt, jetzt nachdem ich also doch noch lebe? Meine alte Mitgliedskarte und auch die liebe Fledermaus gehören zu den wenigen Reliquien, die ich aus Europa gerettet habe. Also, hoffentlich habe ich bei Euch Salzburgern noch meine alten Rechte, und dann will ich auch meinen Verpflichtungen wieder nachkommen, wenn Sie mir schreiben, was ich an Beiträgen zu leisten habe.

Erschüttert hat mich, dass meine alten Freunde Czoernig und Gruber nicht mehr leben und wahrscheinlich wird ja Kuscher auch nicht mehr auftauchen. Herzlichen Dank für das Foto von Czoernigs- Gedenktafel, das wird nun auch bei meinen Reliquien eingereiht werden. (Mit der Gedenktafel für mich, von deren beinahe Anbringung Sie mir berichten, hat es vorläufig noch Zeit.) Von Kyrles und Perkos Ableben war ich unterrichtet. Wo steckt Hermann Bock, von dem Sie schreiben, dass er noch seine Efforations-Theorie verteidigt. Als ich das letzt Mal mit ihm zusammenkam, so etwa 1929 - war er ja 200 % Nazi und hatte in seiner Wohnung eine Propaganda-Zentrale. Ist er noch Nazi? Die grösste Freude haben Sie mir mit der Nachricht über meinen alten Zackel, meinen Walter Noack, der in meiner besten Zeit mein bester Freund war und dessen Spur ich völlig verloren hatte und trotz aller Bemühungen nicht wieder auffinden konnte. Ich schreibe an ihn mit gleicher Post, leider ist die Anschrift, die Sie mir gaben, unvollständig. Auf jeden Fall bitte ich Sie ihm mitzuteilen, dass ein Brief an ihn unterwegs ist. - Dass die Eisriesenwelt eine Seilbahn bekommt ist eine feine Sache, denn wenn es doch noch einmal möglich wird einen Besuch in Europa zu machen, wäre der Besuch der lieben alten Wirkungsstätte doch erleichtert. Gewiss, vorläufig würde ich es trotz der nunmehr fast 60 Jahre auch auf dem alten Weg schaffen, aber man kann ja nie wissen was kommt.

Nun will ich kurz von meinem Ergehen berichten. Im Dezember 1934 mussten wir, meine Frau und ich, aus Deutschland flüchten und sind nach Zürich gegangen. In Zürich haben wir bis 1937 gelebt, wie, wird immer ein Rätsel bleiben. Wir haben hier unsere Kriegsjahre vorweggenommen. Die Schweizer Naturwissenschaftler haben uns geholfen, vorweg unser alter Freund Otto Lehmann, der seinerzeit Ordinarius des geographischen Institutes an der E.T.H. war. Dort habe ich auch meine letzte grössere Höhlenarbeit gemacht, ein General-Kataster der schweizer Höhlen, dass dann beim schweizer Generalstab landete und Geheimnis geblieben ist. 1935 wurde unser Sohn Peter geboren, der nun jetzt nach Europa gehen wird um dort zu studieren. Im Juli 1937 wurde ich von einer chilenischen Bergbau-Firma nach Chile verpflichtet. Die Gesellschaft, mit der ich fast 5 Jahre arbeitete, hatte 7 Gold- und Kupfer-Minen, deren geologische Untersuchung für Präparation und Abbau meine Aufgabe war.

Die Gruben waren über den Norden von Chile verteilt, und damit begann meine jetzt 18-jährige Wandertätigkeit in diesem furchtbar langen Streifen an der Westküste von Südamerika. Meine Familie wohnte in Santiago, und ich reiste im Lande umher, meist nach 2 oder 3 Monate Abwesenheit auf 1 Woche im Heim. 1938 wurde unsere Tochter Eva geboren, die jetzt nun schon eine Señorita ist. Beide Kinder strotzen vor Gesundheit, und beide haben in Körpergrösse ihre Eltern überflügelt. Also damit können wir zufrieden sein. In späteren Jahren habe ich selbständig gearbeitet, mehrere grosse Expeditionen für die Regierung durchgeführt, habe eine Zeitlang eine Wolfram-Grube bearbeitet, 1945 grosse Marmor- und Travertin-Vorkommen im Norden entdeckt und darauf hin in 5 Jahren die Marmor-Industrie als neue Industrie aufgebaut (jetzt wird ganz Santiago mit dem Travertin aus Cerritos Bayos - Calama verkleidet und bekommt tatsächlich ein neues Gesicht). Seit 1952 bin ich wieder unabhängig und arbeite als konsultierender Geologe für Regierung und Bergbau. In den langen Jahren habe ich auf allen möglichen Gebieten gearbeitet. Im Gold-, Kupfer-, Eisen-, Mangan-, Wolfram- und Blei-Bergbau, im Marmor und im Guano, Apatit und Schwefel, Eisenbahn- und Tunnel-Bau. usw. Und in allen Teilen des Landes. In der Hoch-Cordillere bis 6200 Meter Höhe im Norden, in der "Pampa", d. i. die Wüste Atacama, an der 4000 Kilometer langen Küste, im Süden im Urwald, und an sturmumtobten Inseln im Pacific und in den Steppen von Patagonien und Feuerland. Mit Flugzeug, Kraftwagen, zu Pferd oder Mula und natürlich viel, sehr viel zu Fuss. Immer habe ich Gelegenheit gemacht, neben meiner praktischen Zielen dienenden Arbeit die reine Forschung zu pflegen. Dabei sind eingehende geologische Karten von 6 grossen Gebieten entstanden, meine schönste Ausbeute ist die beste Sammlung von Fossilien des chilenischen Jura, die nach Urteil von Kollegen aus aller Welt, die mich besucht haben, das Beste ist, was aus Südamerika bekannt ist. Daneben habe ich in vielen Gebieten, wo ich der erste Besucher war, gute botanische Ausbeute heimgebracht, über 5000 Nummern, die jetzt im Museum in Santiago sind. Ein Steckenpferd sind die Schnecken geblieben. Ich mache eine Revision der chilenischen Land-Mollusken-Fauna und habe bis jetzt 48 neue Species beschrieben. Ich schreibe darüber um Ihnen zu sagen, womit ich mir hier die Zeit vertreibe, und um Ihnen zu zeigen, dass ich einen Aufgabenkreis gefunden habe, der mich in jeder Hinsicht voll und ganz befriedigt. Gesundheitlich geht es mir gut, mit 58 Jahren habe ich noch den Vulkan Sairecabur, 6300 Meter, bestiegen (Schwefel-Lagerstätte). Es geht also noch, das trockene Wüstenklima hat gut konserviert. Wirtschaftlich habe ich nicht zu klagen, was ich hier erreicht habe, hätte ich nie als Geologe im preussischen Staatsdienst geschafft. Und darauf bin ich stolz: ich bin meinen sozialistischen Idealen treu geblieben und habe nie die Arbeitskraft Dritter ausgebeutet. - Leider kann ich Ihnen nicht von Erfolgen in der Höhlenforschung berichten, denn in Chile giebt es keine Höhlen, ebensowenig in Bolivien und Argentinien, wo ich ebenfalls einige Forschungsreisen durchgeführt habe. Nur auf der Insel Diego de Almagro oder Cambridge, weit im Süden nahe der Mündung der Magallanes-Strasse in den Pacific, habe ich in den riesigen Marmor-Lagerstätten einen wirklich einzigartigen Karst entdeckt, über den ich vielleicht bei Gelegenheit berichten könnte, wenn Sie so etwas für Ihre Zeitschrift haben wollen.

Nun habe ich sehr viel über mich gesprochen, und doch könnte ich noch stundenlang weiterschreiben. In den 18 Jahren hat man eben in diesem merkwürdigen Lande an der Westküste, wo noch alles jungfräulich ist und die schönsten Probleme auf Schritt und Tritt auftauchen, wirklich allerhand erlebt. Jedenfalls habe ich das grosse Glück gehabt in ein Gebiet zu kommen, wie es sich jeder Naturwissenschaftler erträumt. Hoffentlich bleibt mir noch genügend Zeit um einen Teil des Erarbeiteten zu publizieren. - Aber für heute Schluss, später kann ich, wenn es für Sie Interesse hat, Einzelheiten erzählen. Nun hoffe ich, von Ihnen weiter zu hören und bleibe mit

herzlichem Glückauf und Bosch-Bosch!

Ihr

Grüssen Sie alle Salzburger Freunde, die sich noch meiner erinnern, ebenfalls recht herzlich.

Abb. 2a, b: Bieses Brief an Abel vom 12. Juli 1955 (Biese 1955)

(Chile) aufbewahrt. Walter Biese starb 1960 in Santiago de Chile.

Wiederaufnahme der Kontakte mit Höhlenforschern in Deutschland und Österreich

Während des Aufenthaltes in der Schweiz hatte Biese noch Kontakte mit Salzburger Höhlenforschern. 1936 bat er den Verein für Höhlenkunde in Salzburg um Zusendung der „Mitteilungen über Höhlen- und Karstforschung", der Zeitschrift des Hauptverbandes Deutscher Höhlenforscher. Im Frühjahr 1937 traf Walther Freiherr von Czoernig-Czernhausen (1883 - 1945), der Obmann des Landesvereins für Höhlenkunde in Salzburg, auf einer Vortragsreise durch die Schweiz in Luzern Biese und Lehmann. Dort erfuhr er von den Katasterarbeiten Bieses (Landesverein für Höhlenkunde in Salzburg 1930-1940: 5.6.1936, 20.4.1937, 7.5.1937).

Nach der Übersiedlung Bieses nach Südamerika kam der Kontakt mit deutschen und österreichischen Höhlenforschern mehrere Jahre zum Erliegen. Erst 1953 setzte sein Briefwechsel mit dem Höhlenforscher Friedrich Schuster († 1975) aus Nordhausen und 1955 mit dem Salzburger Höhlenforscher Gustave Abel (1901 - 1988) wieder ein. Ihnen gewährte Biese einen umfassenden Einblick in seine Tätigkeit im Exil. Der Bericht, den Schuster 1955 über Bieses Aktivitäten in Chile veröffentlichte (Schuster 1955), und Schusters Gedenkrede (Schuster 1960) unterscheiden sich in Details, z.B. durch einige genauere Orts- und Zeitangaben, vom Brief Bieses an Abel (Biese 1955), aus dem hier ausführlich zitiert wird.

Biese fragte Abel zunächst, ob seine Mitgliedschaft beim Verein für Höhlenkunde noch aufrecht sei, und teilte mit, dass sein alter Mitgliedsausweis und „die liebe Fledermaus", das Vereinssymbol, zu den wenigen „Reliquien" gehörten, die er aus Europa gerettet hatte. Dann erkundigte er sich nach dem steirischen Höhlenforscher Hermann Bock (1882 - 1969), der im Hinblick auf die Höhlenentstehung eine andere Theorie als Biese vertreten hatte: „Wo steckt Hermann Bock, von dem Sie schreiben, dass er noch seine Efforations-Theorie verteidigt. Als ich das letzte Mal mit ihm zusammenkam, so etwa 1929 – war er ja 200 % Nazi und hatte in seiner Wohnung eine Propaganda-Zentrale. Ist er noch Nazi?" (Biese 1955).

Gegenüber Schuster äußerte Biese den Wunsch, dass der Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher und der Verband Österreichischer Höhlenforscher dem verdienten Höhlenforscher Benno Wolf (1871 - 1943), der im KZ Theresienstadt gestorben war, „eine entsprechende Ehrung und öffentliche Anerkennung zuteil werden lassen" solle (Schuster 1955).

In den späteren 1950er Jahren besuchte Biese zwei Mal Österreich und Süddeutschland, 1959 im Zuge einer acht Monate währenden Weltreise, und nahm Kontakt mit Höhlenforschern auf (Spöcker 1961, Knolle 2012). Er besuchte seine Höhlenfreunde Gustave Abel in Salzburg und Walter Noack in Reichenhall und hielt in Wien, Salzburg und Reichenhall Lichtbildervorträge (Schuster 1960). 1959 ernannte ihn der Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher zum Ehrenmitglied (Spöcker 1961).

Nach seinem Tod hielt die Fachgruppe Höhlen- und Karstforschung Nordhausen am 30. Oktober 1960 unter der Leitung von Friedrich Schuster in der mit Kerzen beleuchteten

Kameruner Höhle (ehemals Schmiedeknecht-Höhle) in Rübeland (Harz) eine Gedenkfeier für Biese ab. Schuster hielt eine Rede, in der er Biese als Vorbild auch für die Zukunft bezeichnete und meinte: „Der Name Biese wird immer mit einer deutschen Höhlen- und Karstforschung verbunden bleiben." Ihm zu Ehren nannte er die ehemalige „Trümmerhalle", in der sich die Höhlenforscher zur Feier versammelt hatten, in „Biesehalle" um (Schuster 1960).

Dank

Der Verfasser dankt Rudolf Pavuza für die Ermöglichung der Untersuchung des Nachlasses von Gustave Abel im Naturhistorischen Museum in Wien, Gerhard Zehentner für die Genehmigung der Arbeit im Archiv des Landesvereins für Höhlenkunde in Salzburg und Friedhart Knolle (Goslar) sowie Steffi Hoyer (Harzbücherei Wernigerode) für Hinweise und Unterlagen.

Literatur

Für die höhlenkundlichen Schriften von Biese und frühere Arbeiten über Biese wird auf das Literaturverzeichnis bei Knolle 2014 verwiesen.

Biese, W. (1937): Höhlenforschungen in der Steiermark. Anläßlich der Tagung des Hauptverbandes deutscher Höhlenforscher in Bad Aussee. – Tagblatt, 9.9.1932: 5; Reichspost, 10.9.1932: 8

Biese, W. (1937): Beiträge zur Kenntnis der gehäusetragenden Mollusken von Zürich und Umgebung. – 52 S., unveröff. Typoskript, Archiv des Zoologischen Museums der Universität Zürich

Biese, W. (1950a): Travertino y mármol, una nueva industria en Chile. – Bol. Minero 62 (598): 89-99

Biese, W. (1950b): Estudios geomorfológicos de los yacimientos de guano situados entre Arica y Antofagasta. – 110 S., Imprenta Universo, Santiago de Chile

Biese, W. (1953): Chile. – Zentralbl. Geol. Pal. 1: 555-563

Biese, W. (1955): Brief an Gustave Abel vom 12. Juli 1955. – Nachlass Gustave Abel, Archiv der Karst- und höhlenkundlichen Arbeitsgruppe, Naturhistorisches Museum Wien

Biese, W. (1956a): Über Karstvorkommen in Chile. – Die Höhle 7: 91-96

Biese, W. (1956b): Los yacimentos de manganeso de Chile. – In: Reyna, J. G. (Hrsg.), Symposium sobre Yacimientos de Manganeso. Tomo III. America. Congreso Geológico Internacional: 377-416, México

Biese, W. (1956c): Sobre la distribución del ándico marino en la parte chilena del geosinclinal andino. – Resúmenes de los Trabajos Presentados. XX Congreso Geológico Internacional 25, México

Biese, W. A. (1957): Zur Verbreitung des Marinen Jura im chilenischen Raum der Andinen Geosynklinale. – Geol. Rdsch. 45 (3): 877-919

Biese, W. (1957a): Der Jura von Cerritos Bayos – Calama, República de Chile, Provincia Antofagasta. – Geol. Jb. 72: 439-494

Biese, W. (1957b): Auf der Marmor-Insel Diego de Almagro (Chile). – Natur u. Volk 87 (4): 123-132

Biese, W. (1958): Microdon del Aptiano de Copiapó. – In: Seccion VII. Paleontología, Taxonomía y Evolución. Congreso Geológico Internacional. XXª Sesión – Ciudad de México 1956: 235-238, México

Biese, W. (1960): Revision der Land- und Süßwassermollusken von Chile. Land-Mollusken I. – Archiv Molluskenkd. 89: 133-139

Biese, W. (1961): El Jurasico de Cerritos Bayos. – Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas. Instituto de Geologia. Publicación 19, 61 S., Instituto Geografico Militar, Santiago de Chile

[Biese, W.] (o. J.): Kataster der Schweizer Höhlen. – 558 S., unveröff. Typoskript, Schweizerische Gesellschaft für Höhlenforschung (http://www.sslib.ch/download/inv_biese_1943.pdf, abrufbar unter http://www.ssslib.ch/fr/cadastre.htm [4. 8. 2016])

Biese N., W. A. (1944): Revisión de los moluscos terrestres y de agua dulce provistos de concha de Chile. I parte. – Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Santiago de Chile, 22: 169-190

Biese N., W. A. (1946/47): Revisión de los moluscos terrestres y de agua dulce provistos de concha de Chile. II parte. – Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Santiago de Chile, 23 : 63-77

Biese N., W. A. (1948/49): Revisión de los moluscos terrestres y de agua dulce provistos de concha de Chile. Familia Ancylidae. – Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Santiago de Chile 24: 217-239

Biese N., W. A. (1950/51): Revisión de los moluscos terrestres y de agua dulce provistos de concha de Chile. Familia Planorbidae. – Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Santiago de Chile 25: 115-137

Biese-Nickel, W. A. (1942): La distribución del cretáceo inferior al Sur de Copiapó. – Anales del Primer Congreso Panamericano de Ingeniería de Minas y Geologia 2: 429-466, Santiago de Chile

Biese-Nickel, W. A. (1944): Geología y Génesis de algunos Yacimientos de Cobre en Chile. – Decimo Congreso Cientifico General Chileno. Santiago de Chile 1944. Boletín de la Comisión de Actas 1: 51

Coan, E. V. & Kabat A. R. (2015): 2,400 Years of Malacology. – 1.166 S., 12. Aufl., American Malacological Society, o. O. (http://www.malacological.org/epubs.html [28. 10. 2020])

Deriaz, P. (2009): Les publications de spéléologie en Suisse – Die höhlenkundlichen Veröffentlichungen in der Schweiz. – Stalactite 59 (1): 43-52

Friebe, J. G. (1999): Zur paläontologischen Erforschung Vorarlbergs: Die wissenschaftlichen (Auslands-) Kontakte Siegfried Fusseneggers zwischen 1924 und 1939. – Vorarlberger Naturschau 7: 189-206

F[uenzalida]. H. (1960): El Dr. Walter Biese. – Noticiario Mensual Mus. Nac. Hist. Nat. (Santiago de Chile) 48: 1-2

Hoffstetter, R., Fuenzalida, H. & Cecioni G. (1957): Lexique Stratigraphique International. Amérique Latine. Vol. 5. Nr. 7. Chile. – 444 S., Centre national de la Recherche Scientifique, Paris

Knolle, F. (2014): Walter Biese, die deutsch-österreichische Höhlenforschung und die Stillwasserfacetten. – Die Höhle 65 (1-4): 56-62

Knolle, F. (2016): 85 Jahre Grottenolme in der Hermannshöhle in Rübeland – Geschichte und Ausblick. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 62 (2): 47-54

Leonardos, O. H. (1973): Geociências no Brasil. Contribuicao germânica. – 354 S., Forum, Rio de Janeiro

Mattes, J. (2019): Wissenskulturen des Subterranen. Vermittler im Spannungsfeld zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit. Ein biografisches Lexikon. – 572 S., Böhlau, Wien

Miller, H. (1992): Geologie. – In: Werz, N. (Hrsg.), Handbuch der deutschsprachigen Lateinamerikakunde. Freiburger Beiträge zur Entwicklung und Politik 11: 257-295, Arnold Bergstraesser Institut, Freiburg i. Br.

Mucke, D. (1981): Drei Jahrzehnte Höhlen- und Karstforschung im Kulturbund der DDR. – Die Grotte 4 (4): 22-30

Schmidt, W. A. (1958): Damit Deutschland lebe. Ein Quellenwerk über den deutschen antifaschistischen Widerstand 1933-1945. – 759 S., Kongress-Verlag, Berlin

Schuster, F. (1955): Dr. Walter Biese – ein Bericht aus Chile. – Verbandsnachrichten. Mittbl. Verb. Österr. Höhlenforscher 6(4): 37-38

Schuster, F. (1960): Gedenkrede für Dr. Walter Biese. – 5 S., Fachgruppe Höhlen- u. Karstforschung, Nordhausen, Hektographiertes Typoskript, Harzbücherei Wernigerode

Spöcker, R. (1961): Walter Biese zum Gedächtnis. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 7: 1-2

Steiner, P. & Turner, H. (1998): Die Mollusken des Greifensees: Inventar und Häufigkeit der Arten in Abhängigkeit von Standortfaktoren. – Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. Zürich 143 (3): 85-96

Trimmel, H. (1959/60): Walter Biese †. – Verbandsnachrichten. Mittbl. Verb. Österr. Höhlenforscher 11 (6): 49

Trimmel, H. (2012): Zur Erforschungsgeschichte der Paläotraun (Dachstein). – Die Höhle 63 (1-4): 43-62

Verein für Höhlenkunde in Salzburg (1930-1940): Monatsversammlungen. Protokolle. 1930-1940. – Archiv des Landesvereins für Höhlenkunde in Salzburg

Winkler, E. (1939/40): Prof. Dr. Otto Lehmann, E. T. H. (1884-1941). – Mitt. Geogr.-Ethnogr. Ges. Zürich 40: V-XIV

Winkler (1972): Lehmann Otto. – Österreichisches Biographisches Lexikon, Bd. 5, Wien: 96

Autor: Dr. Peter Danner, Fürstallergasse 33, A-5020 Salzburg, Österreich, pdanner100@gmail.com

Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher	66 (4)	102 - 109	München 2020

Kryogene Calcitperlen der Weichselkaltzeit im Wappensaal des Herbstlabyrinth-Adventhöhle-Systems bei Breitscheid, NW-Hessen

von

Detlef K. Richter, Ingo Dorsten, Rolf D. Neuser und Denis Scholz

Kurzfassung

Erstmals werden Calcitperlen vom Typ grobkörniger Kryocalcite mit $\delta^{18}O$-Werten bis -22,59 ‰ aus einem jungweichselzeitlichen Ausfrierstadium (Th/U-Alter: 28,8 ka) vorgestellt. Fundort ist der Wappensaal des Herbstlabyrinth-Adventhöhle-Systems (Breitscheid/NW-Hessen). Diese Höhle ist mit inzwischen sechs bekannten Kryocalcitvorkommen die reichhaltigste Höhle Zentraleuropas mit weichselzeitlichen Mineralbildungen von Ausfrierstadien. Die radialcalcitischen Perlen und Perlenaggregate haben als Vorläufergeneration eine metastabile Mineralisation (wasserhaltige $CaCO_3$-Minerale wie Ikait?), was auf eine akkretionäre Genese in einem matschartigen Material (Gemenge aus Eis und wasserhaltigen $CaCO_3$-Mineralen) hinsichtlich der radialcalcitischen Ausbildung der Perlen hinweist. Weiterhin belegen Kathodolumineszenz-Untersuchungen eine mindestens zweifache Mineralisation bei der Perlenbildung. Insgesamt erfordert die typ- und zeitmäßig polygene Partikelzusammensetzung der Kristallsande allerdings noch weiterführende zeitaufwändige Spezial-Untersuchungen.

Abstract

For the first time calcitic pearls of the type of coarse grain cryocalcites with $\delta^{18}O$-values up to -22,59 ‰ are presented. Determinations for the Th/U age has proved 28,8 ka for an Upper Weichselian genesis of the pearls. Finding place of the pearls is the location "Wappensaal" of the Herbstlabyrinth-Advent Cave System near Breitscheid (NW Hesse) which contains six locations of cryocalcites up to now. This documents the richest cave with localities of cryogenic mineralisations in central Europe. The radialcalcitic pearls and aggregates of pearls have had metastable precursers like watercontent $CaCO_3$ minerals (?Ikait). A slushy environment – rich in ice and $CaCO_3$ minerals with crystal water – seems to be most probable precursor material in regard to an accretionary genesis of the pearls. The crystal sands of the Wappensaal contain particles of different genesis. Investigations with cathodoluminescence microscopy combined with spectrometry documents two generations of mineralisations within the pearls. The whole decodation of the spectrum of the crystal sands would be with a great deal of time and remains for the future.

Einführung

Lagig aufgebaute Kalkrundkörper von Sandkorngröße sind aus oberhalb des Gefrierpunkts gelegenen Tropfsteinhöhlen im Bereich von Tropfstellen seit dem Mittelalter immer wieder beschrieben worden. Derartige Höhlenperlen werden von Hill & Forti (1997) wie folgt definiert: „A cave pearl is a concentrically banded concretion that forms in shallow cave pools. Cave pearls can be spherical, cylindric irregular, cubical or even hexagonal in shape." Der Lagenbau setzt sich nach Jones (2009) aus annähernd gleichmäßig ausgebildeten (ooidischen) oder/und unregelmäßig strukturierten (onkoidischen) Laminae zusammen. Da diese unterschiedliche Cortexausbildung nach Homann (1969) auch bei nebeneinander gebildeten Perlen desselben „Nests" (5 - 15 cm Ø) zu beobachten ist, schlug er zur Benennung von Höhlenperlen (Bergwerksstollen eingeschlossen) den Begriff „Speläooide" vor, was sich aber international nicht durchgesetzt hat (Hill & Forti 1997).

Die Bildung von Höhlenperlen gibt es aber auch in Höhlen von Karbonatgebieten mit Temperaturen um den Gefrierpunkt, wodurch sich insbesondere Probleme bei der Genese allseitig ausgebildeter Hüllen in den Perlencortices ergeben. Derartige Perlen wurden zunächst aus der Scaricoara-Eishöhle der Karpaten in Rumänien von Viehmann (u.a. 1963, 1993) mehrmals beschrieben und genetisch als Akkretionsbildung von kryogenem Calcitpulver auf Eis gedeutet. Žak et al. (2013, 2018) interpretierten die Genese dieser überwiegend radialcalcitischen Perlen zusammen mit Perlen aus slowakischen Eishöhlen der Tatra-Region aufgrund der C/O-Isotopenzusammensetzung ($\delta^{18}C$ = -8 bis + 4 ‰, $\delta^{18}O$ = -6 bis -5 ‰) als kryogene Calcitbildungen nahe dem Gefrierpunkt. Dies entspricht der sogenannten schnellen Kryogenese, die für feinkristalline Calcite in Eishöhlen typisch ist (CCC fine = cryogenic cave calcite fine). Die allseitige Hüllenbildung der kryogenen Calcitperlen wird von den genannten Autoren auf Rotationen der Perlen aufgrund wiederholter Gefrier-/Auftauprozesse nahe dem Gefrierpunkt zurückgeführt.

In der vorliegenden Studie werden nun weichselzeitliche Calcitperlen aus einem Kristallsandvorkommen mit grobkörnigen Kryocalciten mit sehr leichter (negativer) O-Isotopenzusammensetzung vorgestellt, was bezüglich der Genese dieser Höhlenperlen in ausfrierenden Pools auf Eis im Hinblick allseitig ausgebildeter Laminae schwierig zu erklären ist.

Geologischer Überblick

Das Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System ist auf hessischer Seite nahe dem Ländereck Hessen - Rheinland-Pfalz - Nordrhein-Westfalen positioniert (Abb. 1). Dieses 5 km südsüdwestlich von Dillenburg und direkt nordöstlich des tertiären Westerwald-Vulkanit-Komplexes gelegene Kalkvorkommen wird als Breitscheider Massenkalk bezeichnet und ist nach Krebs (1966) Teil des oberdevonischen Riffkomplexes von Breitscheid/Langenaubach, der ein isoliertes Kalkvorkommen auf einem Diabasvulkan im rhenoherzynischen Becken darstellt. Faziell handelt es sich bei Breitscheid um den Übergang von einem Stromatoporen-Korallen-Riff zur mikritbetonten Lagunenfazies im Zentralbereich eines Atolls.

Das Breitscheider Kalkgebiet ist schon lange wegen seiner Karsterscheinungen bekannt (u.a. Stengel-Rutkowski 1968), aber das zwischen Breitscheid und Erdbach gelegene Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System (Kat.-Nr. 5315/51) wurde erst 1993 entdeckt (Grubert 1996) und seitdem ständig weiter erforscht (10.865 m Länge nach Dorsten et al. 2016, inzwischen 12.861 m). Genetisch ist das Höhlensystem nach Dorsten et al. (2005) flachphreatisch zum östlich gelegenen Vorfluter Dill ausgebildet worden. Kaiser et al. (1998) konnten vier Karstniveaus nachvollziehen, die während des Quartärs diskontinuierlich aufgrund der bekannten großklimatischen Schwankungen in Verbindung mit der Hebung des Rheinischen Schiefergebirges bei gleichzeitiger Tieferlegung der Flusssysteme entstanden.

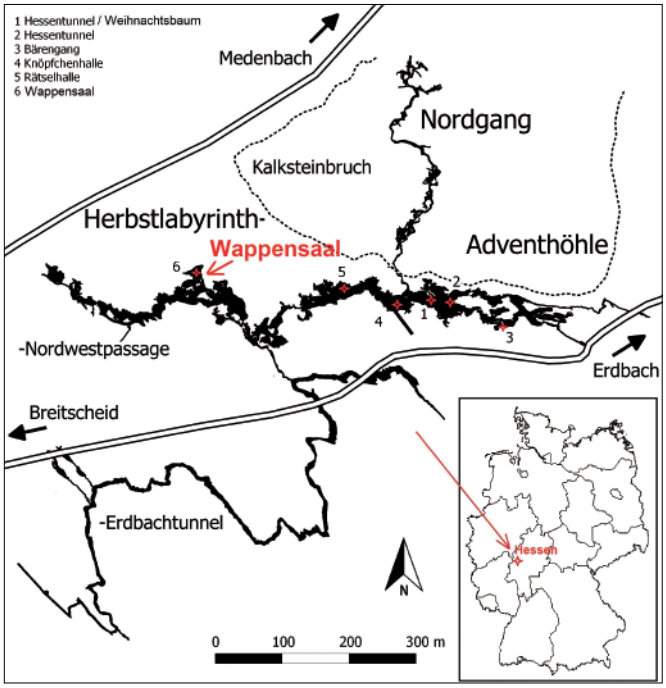


Abb. 1: Plan des Herbstlabyrinth-Adventhöhle-Systems mit Positionierung der sechs bislang bekannten Kryocalcitvorkommen

Von den bislang nachvollziehbaren mindestens drei warmzeitlichen Sintergenerationen ließ sich bislang nur die jüngste Generation über ^{230}Th/U-Datierungen an Stalagmiten einordnen (Dorsten et al. 2016), aber für präzise Aussagen zur Gesamtabfolge fehlen noch genauere Untersuchungen.

Für kaltzeitliche Karbonatbildungen liegen bislang ebenfalls nur wenige Daten vor. So wurden weichselzeitliche Kryocalcite aus der Rätselhalle des Herbstlabyrinths mit 28 - 29 ka (Richter et al. 2010) und aus der Weihnachtsbaumhalle der Adventhöhle mit 23 - 24 ka (Richter et al. 2011) datiert (Abb. 1). Die Ausfrierzeiten spiegeln nach den genannten Autoren im Fall der Rätselhalle eine Situation auf Eis und im Fall der Weihnachtsbaumhalle eine Situation unter Eis wieder (siehe Genesecartoons in den zuvor genannten Arbeiten).

Lokalität und Fundsituation

Im inzwischen über 12 km langen Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System gehört die Fundlokalität „Wappensaal" zum Herbstlabyrinth (Abb. 1). Für die bislang 6 bekannten Kryocalcit-Fundlokalitäten des Höhlensystems liegen allerdings nur wenige ^{230}Th/U-Altersdaten vor, so dass die kartenmäßige Erfassung in Abb. 1 eine Komplettierung von bisher untersuchten mit hier neu bearbeiteten Kryocalcitvorkommen darstellt. Die Spezialkartierung des Wappensaals hat eine große Verbreitung von Felssturzblock-Feldern ergeben (Abb. 2), in denen lokal gehäuft weiße bis beigefarbene Kristallsande auftreten. Von drei Lokalitäten mit lupenmäßig runden weißbeigen Partikeln wurden Proben für laborbezogene Untersuchungen entnommen.

Methodik

Das überwiegend mittelkörnige, nicht verfestigte Probenmaterial wurde vor den petrographisch/geochemischen Untersuchungen im Ultraschallbad von äußerlichen Verunreinigungen befreit. Bei einem Teil des gereinigten Materials fand eine Partikelselektion unter einer Stereolupe statt, wobei der Schwerpunkt auf potentiellen Kryocalciten lag. Die Partikeltypen wurden zur genaueren Diagnose von Formausbildungen mit einem hochauflösenden Feldemissions-Rasterelektronenmikroskop (HR-FEM) vom Typ LEO/Zeiss

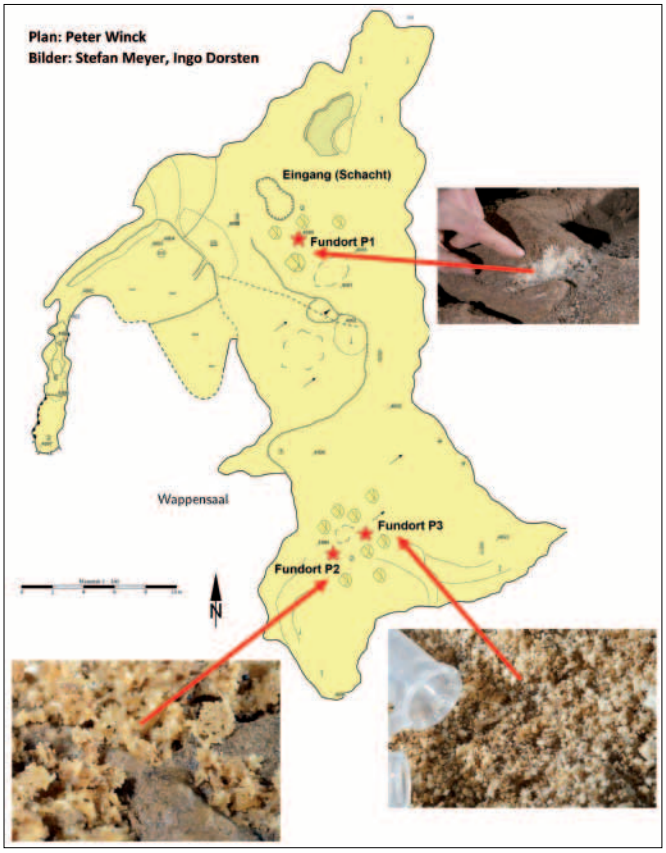


Abb. 2: Speläologische Detailkarte des Wappensaals (Entwurf Peter Winck) mit Fotos zu den drei beprobten Kryocalcitsanden

1530 Gemini genauer betrachtet und dokumentiert. Ein weiterer Teil des Materials wurde in Epoxidharz eingegossen, um Dünnschliffe für durchlichtmikroskopische Bearbeitung herzustellen.

Das Lumineszenzverhalten der ausschließlich calcitischen Kleinsinter wurde an polierten, mit Gold bedampften Dünnschliffen unter Einsatz eines Heißkathoden-Lumineszenzmikroskops vom Typ Lumic HC1-LM getestet, wobei ein angeschlossenes hochauflösendes Spektroskop zur genaueren Charakterisierung der einzelnen Calcitphasen Zusatzinformationen liefern sollte (Neuser et al. 1996, Richter et al. 2003).

Von den potentiell kryogenen Partikeln wurden Analysen zur C/O-Isotopenzusammensetzung mit Hilfe einer Thermo-Finnigan Gasbench gekoppelt an ein Thermo-Finnigan Delta S-Massenspektrometer durchgeführt. Die „online" gemessenen δ^{13}C- und δ^{18}O-Werte sind gegen einen VPDB-Standard geeicht worden. Die Standardabweichung wurde durch Mehrfachmessung ermittelt und liegt bei maximal 0,05 ‰ für δ^{13}C und 0,1 ‰ für δ^{18}O. Die ^{230}Th/U-Datierungen wurden mit einem Multi-Kollektor-Massenspektrometer mit induktiv gekoppeltem Plasma (MC-ICP-M) am Max-Planck-Institut in Mainz durchgeführt (Scholz & Hoffmann 2008).

Kristallsande

Die Kristallsande (Abb. 2) setzen sich mesoskopisch aus weißen bis beigefarbenen Partikeltypen zusammen, wobei lediglich die Probe P3 weiße Kugeln in wesentlicher Menge (etwa 10 %) enthält, sodass sich die nachfolgende Perlenbeschreibung besonders auf P3 bezieht. Bei den beigefarbenen Partikeln – dominierend in P2 – fallen neben einigen Kugeln viele glasige Aggregate aus langgestreckten Calcitkristallen auf, wie sie bereits von Richter et al. (2010) aus der Rätselhalle und von Richter et al. (2013) aus der Riesenberghöhle (Süntel) beschrieben und aufgrund ihrer O-Isotopenzusammensetzung von -6 ‰ bis -10 ‰ als Kaltwasserprodukte interpretiert

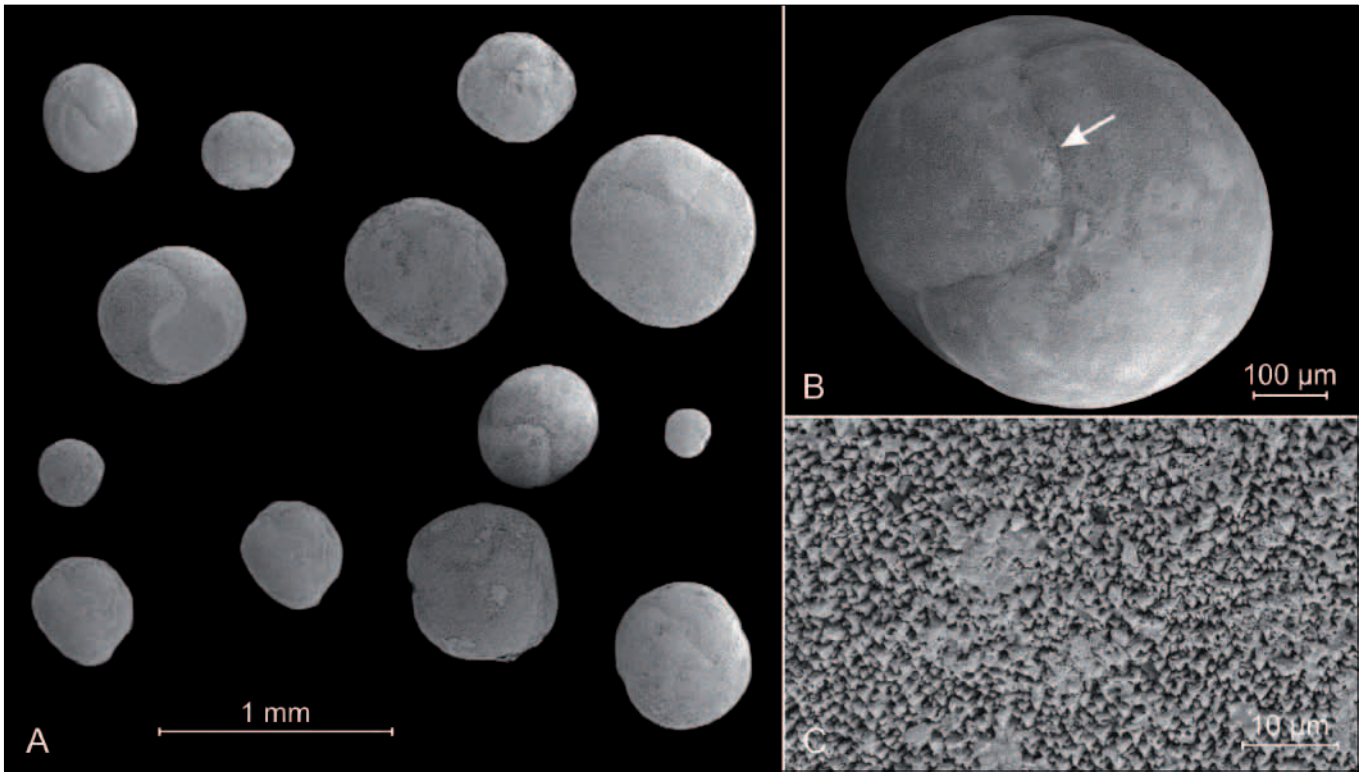


Abb. 3: REM-Aufnahmen der Kryocalcitpartikel der Probe P1: A - Perlen < 1 mm Ø, B - Perle mit „Naht" (Pfeil), C - Perlenoberfläche mit steilen Rhomboedern

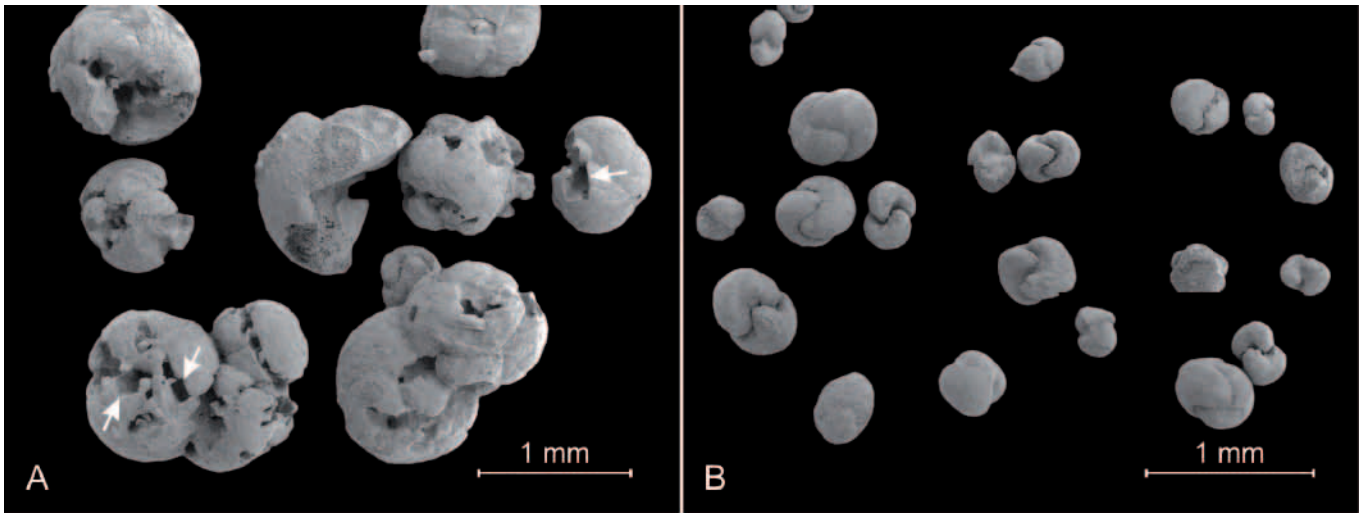


Abb. 4: REM-Aufnahmen von Perlen mit Hohlformen (Pfeile - herausgelöstes wasserhaltiges $CaCO_3$-Mineral?) (A) und von Übergangsformen von Perlen zu Hanteln (B)

wurden. Die übrigen Partikeltypen sind in den letzten Jahren mehrfach von Kryocalcitvorkommen Mitteleuropas in Verbindung mit ihrer negativen O-Isotopenzusammensetzung (bis < -20 ‰ VPDB) beschrieben worden (u.a. Richter et al. 2008, 2013, 2014), sodass hier nur eine Kurzform der Beschreibung erfolgen soll.

Grundsätzlich wird bei Vergesellschaftungen grobkörniger Kryocalcite der verschiedenen Vorkommen zwischen Typen der Rhomboeder- und der Sphärolith-Formengruppe unterschieden. Die genetische Beziehung dieser Typen zu den Perlen wird im Kapitel Partikelvermischung diskutiert.

Auf eine prozentuale Auszählung der Partikeltypen in den Proben wurde verzichtet, da die von Probe zu Probe sowie Dünnschliff zu Dünnschliff recht unterschiedliche Spektrenzusammensetzung bereits Umlagerungseffekte anzeigen. Eine stärkere Umlagerung liegt jedoch nicht vor, da selbst filigrane Kryocalcittypen wie Perlen mit hoher Mikroporosität sowie Hantelketten unbeansprucht vorliegen.

Beschreibung der Kleinsintertypen

Calcitperlen

Die Durchmesser der aufgrund von Fluiden und/oder Gasbläschen mikroeinschlussreichen weißen sowie der einschlussarmen beigefarbenen Perlen der drei beprobten Lokalitäten (Abb. 2, gehäuft bei P1 und P3) betragen 30 µm bis 2 mm (meist 0,1 bis 1 mm; Abb. 3). Neben Vollformen (Abb. 3 A/B) gibt es auffällig viele Perlen mit hoher Mikroporosität (Abb. 4 A) sowie solche mit Übergängen zur Hantelausbildung (Abb. 4 B). Nach Dünnschliffuntersuchungen sind die dunkleren, aber mesoskopisch weißen und die transparenten, aber mesoskopisch beigefarbenen Perlen feinst radialcalcitisch ausgebildet (Abb. 5 u. 6), weshalb diese Calcitperlen auch als Typ der Sphärolith-Formengruppe (s.u.) angesehen werden können.

Die zuvor beschriebenen Perlen kommen nicht nur als Einzelformen vor, sondern sind häufig im Verlauf der Perlenbildung miteinander verwachsen. Diese ketten- bis traubenartigen Verwach-

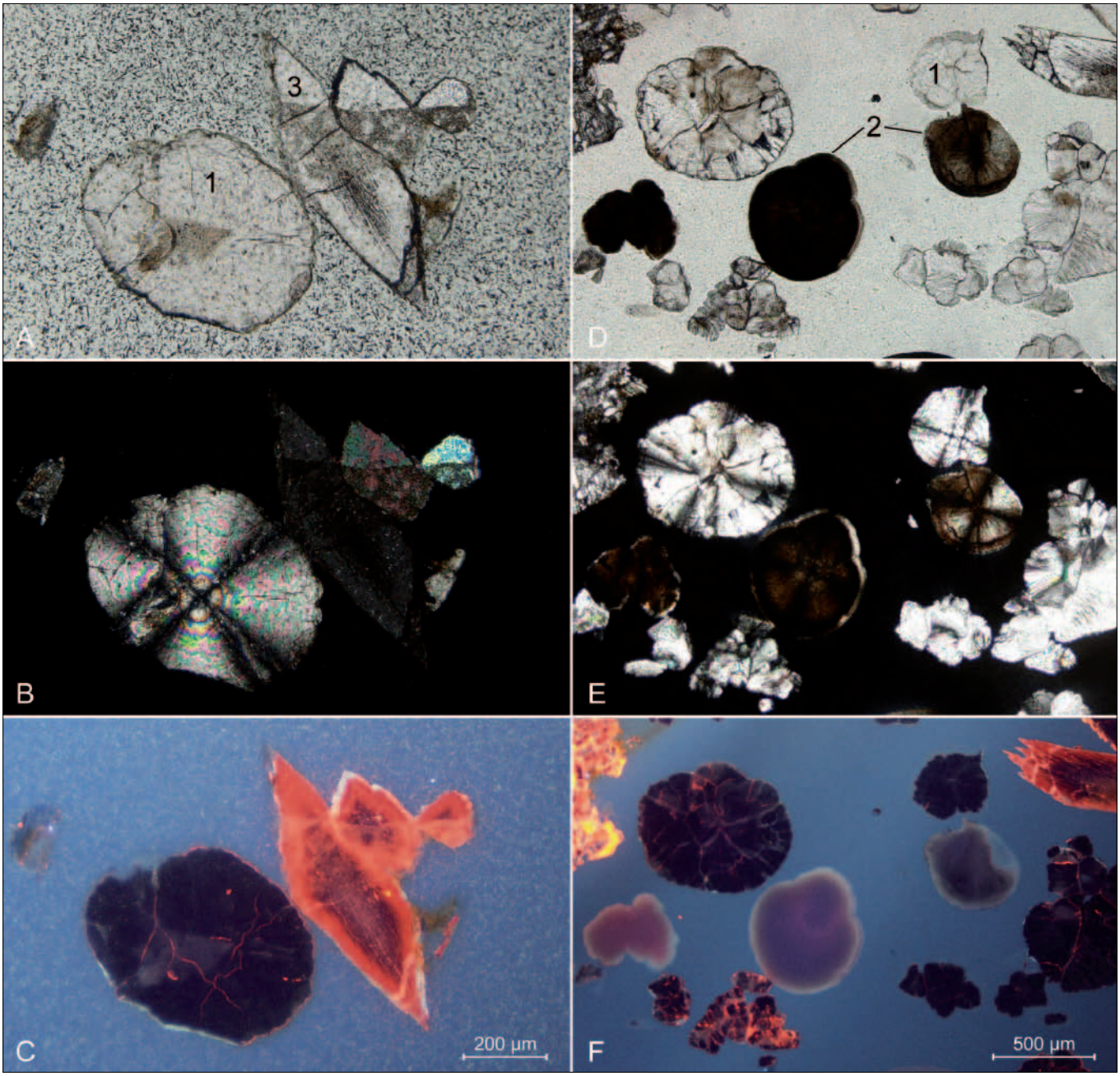


Abb. 5: Dünnschliffbilder des Kryocalcitsands von P1 (A und D - Durchlicht; B und E - gekreuzte Nicols; C und F - Kathodolumineszenz): 1 - überwiegend glasige Perlen, 2 - überwiegend pigmentierte Perlen, 3 - Rhomboederpartikel

sungen (Abb. 7 B; vgl. Abb. 5 D - E und Abb. 6 A - I) sind nicht mit einer Genese der Perlen in Mikrobecken unter Tropfstellen – wie bei klassischen Höhlenperlen (Hill & Forti 1997) – zurückzuführen und bedürfen einer besonderen Diskussion (siehe Kapitel Genese der Calcitperlen).

Zwei weitere Besonderheiten fallen bei den Perlen des Wappensaals auf:

1. Die zuvor erwähnten Mikroporen (s.o.) können unverfüllt vorliegen oder mit mikrokristallinem glasigem Calcit mehr oder weniger zementiert sein. Häufig konzentriert sich die Mikroporosität nur auf den inneren Perlenbereich, während an der Peripherie eine durchgehende Lage ausgebildet ist. Neben der zumeist unregelmäßigen Begrenzung der Mikroporenräume kann mitunter eine quadratische bis rechteckige Formung beobachtet werden (Abb. 4 A, Abb. 6 D - I). Die Ausbildung weist auf eine ehemals vorhandene, aber metastabile Mineralbildung (?wasserhaltige $CaCO_3$-Modifikationen) vor bis während der Calcitperlengenese hin.

2. Ein weiteres besonderes Merkmal der weißen Calcitperlen des Wappensaals ist das interne Bruchmuster. Zunächst haben wir in dem Bruchmuster einen Präparationseffekt bei der Dünnschliffherstellung gesehen. Aber die KL-Untersuchungen belegen eine natürliche Ursache, denn die ansonsten intrinsisch (blau) lumineszierenden Calcitperlen weisen teilweise einen Zement mit orangem KL-Verhalten nach Bruchentstehung auf (vgl. KL-Muster). Zudem lässt das filigrane Muster mit hoher Anpassung der Bruchteile der Perlen keine wesentliche Umlagerung zu (Internbreccierung nach Richter & Füchtbauer 1981).

Übrige Kryocalcittypen

Außer den kryogenen Calcitperlen (vgl. O-Isotopenzusammensetzung) setzen sich die drei Oberflächenproben aus den bekannten Typen der Rhomboeder (1)- und der Sphärolith (2)-Formengruppe zusammen:

Grundelemente der Rhomboeder-Formengruppe sind transparente bis weiße, meist längliche Rhomboeder mit gewölbten Kristall-

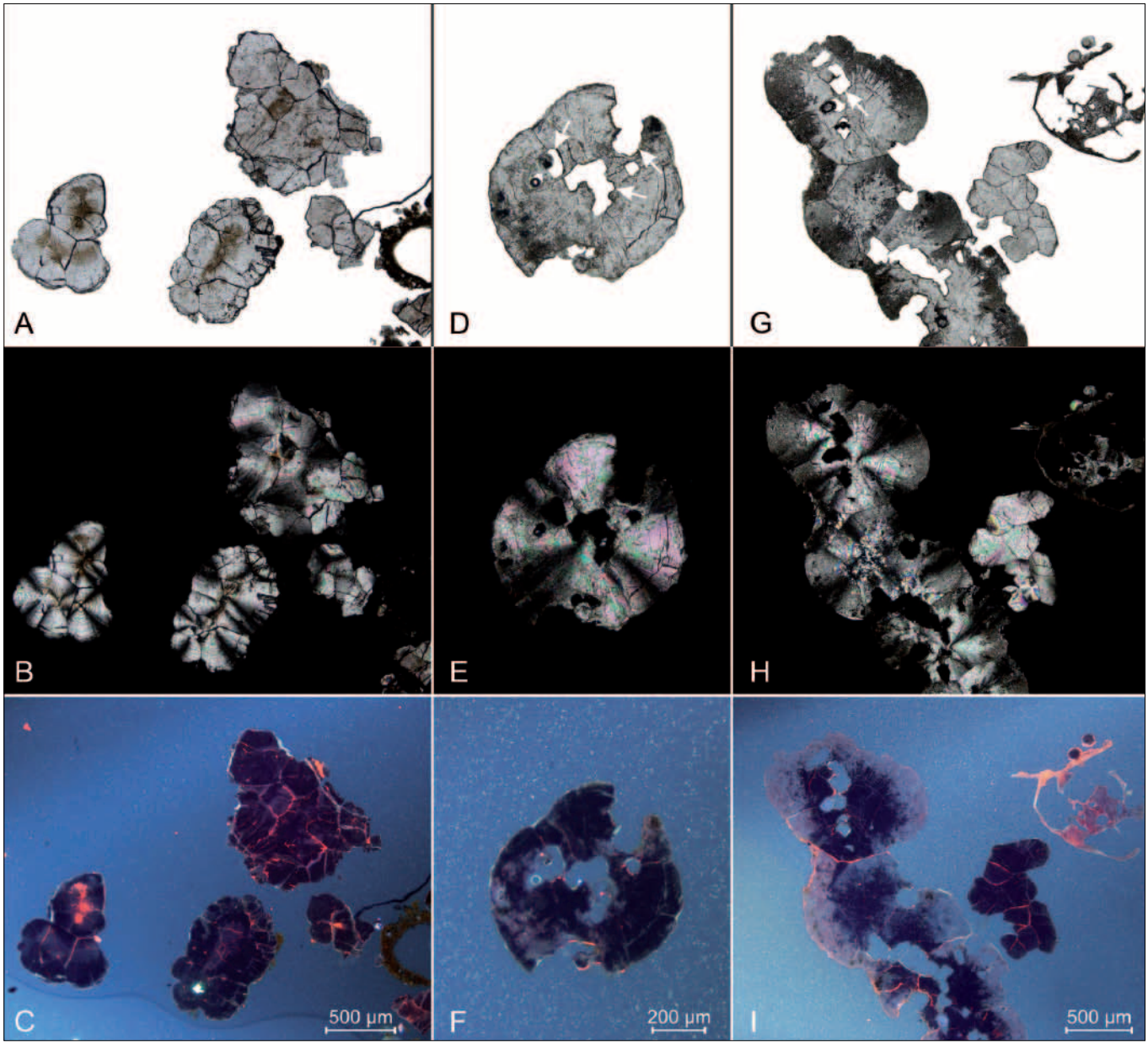


Abb. 6: Dünnschliffbilder radialcalcitischer Perlen sowie Perlenaggregate mit teilweise starker Mikroporosität (Pfeile) - Lokalität P3 (A, D und G - Durchlicht; B, E und H - gekreuzte Nicols; C, F und I – Kathodolumineszenz)

flächen (Abb. 7 A). Die überwiegend 50 - 500 µm langen Kristalle können auch miteinander verwachsen in bis zu zwei Millimeter langen Rhomboederketten vorliegen.

Bei den Partikeln der Sphärolith-Formengruppe kommen transparente bis weiße calcitsphärolithisch zusammengesetzte Hanteln als Grundelemente vor. Die Hantelstiele zwischen den Sphärolithenden sind im Vergleich zu anderen Kryocalcitvorkommen ausgesprochen kurz. Vereinzelt lassen sich Übergangsformen von Hantel- zur Perlenausbildung beobachten (Abb. 4 B). Weiterhin sind die Hanteln mitunter zu Ketten- bis Trauben verwachsen, wie es für Zopfsinter bekannt ist (Abb. 7 B). Neben den zuvor beschriebenen Kryocalcitformentypen lassen sich vereinzelt Aggregate aus verschiedenen Einzeltypen beobachten (Abb. 7 C), was wiederum auf Umlagerungseffekte der Kristallsande hinweist.

Kathodolumineszenz (KL)-Muster

Beim Kathodolumineszenz (KL)-Verhalten calcitischer Speläotheme muss wie bei Calciten anderer Genese zwischen intrinsischer

Abb. 7: Kryocalcitsonderformen: A - Rhomboeder mit gewölbten Flächen; B - Sphärolithtrauben; C - Aggregate

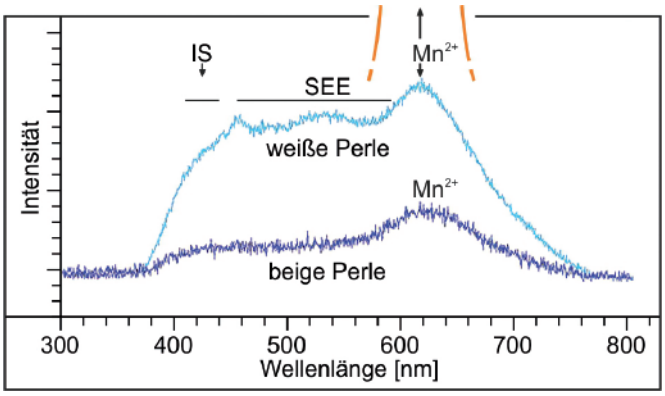


Abb. 8: KL-Spektren von Calciten einer weißen (hellblau) und einer beigefarbenen Perle (dunkelblau) sowie eines Rhomboeders (orange); IS - intrinsischer Peak für reinen Calcit, Mn^{2+} - extrinsischer Peak aufgrund von Mn^{2+}-Einbau in Calcit, SEE - kleine extrinsische Peaks aufgrund von Seltenerd-Elementeneinbau in Calcit (nicht genauer anzugeben)

(nur gitterbezogener) und durch Aktivatoren verursachter extrinsischer KL unterschieden werden, was über die Erfassung elementbezogener Spektren präzisiert werden kann (Richter et al. 2002, 2003).

Bei der sphärolithischen Zusammensetzung der mesoskopisch weißen bis beigen Perlen sowie der Hanteln dominiert das intrinsische (dunkelblaue) KL-Verhalten (Abb. 4, 5), während die Rhomboeder lediglich im Zentrum dunkler lumineszieren, um in den äußeren Zonen die Mn^{2+}-aktivierte orange KL-Farbe zu zeigen (Abb. 5 C). Die Perlen mit Mikroporosität weisen dünne orange Säume an der Peripherie der Perlen sowie im Randbereich der Mikroporen und in Mikrorissen der Perlen auf (Abb. 5 F, Abb. 6 C). Diese Muster belegen einerseits eine Zementation mit Mn^{2+} aktiviertem Calcit nach einem Aufbrechen der Perlen und könnten andererseits ein Hinweis für eine Perlengenese vor dem Hauptteil der Rhomboeder sein.

Zudem gibt die KL-Verteilung einen Hinweis zur Entwicklungsgeschichte der Mikroporen in den Perlen. Es muss sich initial ein nichtcalcitisches Mineral metastabil gebildet haben, das jedoch im Verlauf der Calcitmineralisation nach Perlenbildung wieder gelöst worden ist.

Eine Besonderheit ergeben KL-Spektren von pigmentreichen Perlen sowie pigmentreichen Perlenbereichen, in denen bei Erhöhung der KL-Intensität das hellblaue bis fahl-violette KL-Verhalten aufgrund eines Peakplateaus zwischen 450 und 650 nm mit nicht genauer verifizierbaren Peakspitzen (Abb. 8) auf den Einbau von Seltenerd-Elementen hinweist (vgl. Richter et al. 2003).

Da die beiden KL-Eigenschaften (dunkelblau versus hellblau bis fahl-violett) fleckig verteilt im selben Korn auftreten, spiegeln die aufgrund von Fluids und/oder Gaseinschlüssen pigmentreicheren Perlen (mesoskopisch weiß) offensichtlich die Primärzusammensetzung wider, während die einschlussärmeren transparenten Perlen bzw. Perlenbereiche (mesoskopisch beige) umkristallisierte Sphärolithe darstellen.

C/O-Isotopenergebnisse

Die C/O-Isotopenbestimmungen der Calcitperlen haben $\delta^{13}C$-Werte zwischen +1.18 und -0.80 ‰ und $\delta^{18}O$-Werte zwischen -16,98 und -22,59 ‰ ergeben, wobei die C/O-Datenpaare einen Trend von zunehmender C- mit abnehmender O-Isotopenzusammensetzung aufgezeigt haben (Abb. 9). Dieser Sachverhalt ist charakteristisch für grobkörnige Kryocalcite, wobei mit zunehmendem sehr langsamem Ausfrierprozess der Einbau von positiven (schweren) O-Isotopen in das sich bildende Eis die wesentliche Veränderung für die Isotopenzusammensetzung im Calcit ausmacht (Žak et al. 2012, 2018). Ein signifikanter Unterschied zwischen den mesoskopisch weißen und beige-braunen Perlen kann nicht nachgewiesen werden (Abb. 9).

Die C/O-Isotopenzusammensetzung der Calcitperlen weicht deutlich von der anderer calcitsphärolithischen Perlen nichtmariner Environments ab (Abb. 9). So weisen rezente Höhlenperlen der Kleinen Teufelshöhle bei Pottenstein (Fränkische Schweiz) $\delta^{13}C$-Werte zwischen -10,11 und -10,60 ‰ und $\delta^{18}O$-Werte zwischen -6,68 und -7,35 ‰ auf, während Calcitperlen aus niederrheinischen Wasserwerkssilos zur Dekarbonisierung $\delta^{13}C$-Werte zwischen -10,66 und -15,25 ‰ und $\delta^{18}O$-Werte zwischen -4.34 und -7,46 ‰ ergaben. Dabei spiegeln die O-Isotopenwerte in etwa die Wassertemperatur wider (9 °C im Fall der Kleinen Teufelshöhle und 11 °C im Fall der Wasserwerke).

Von der zuvor mitgeteilten C/O-Isotopie von Calcitperlen weichen die von Žak et al. (2013) publizierten Daten für Perlen aus slowakischen und rumänischen Eishöhlen der Karpaten besonders aufgrund positiverer O-Isotopenwerte ab (vgl. Abb. 9). Die Autoren sehen in dieser Zusammensetzung ein Ergebnis der Calcitbildung aus schnell gefrierendem Wasser, was zu feinkörnigen Kryocalciten führt (CCC_{fine} – cryogenic cave calcite fine – nach Žak et al. 2012).

Th/U-Datierungen

Eine $^{230}Th/U$-Datierung an weißen Perlen von P3 hat ein korrigiertes Alter von 28,80 ± 0,11 ka ergeben (Nr. 1 in Tab. 1). Diese Altersdatierung korreliert mit einem TIMS-Th/U-Alter von 28,7 ± 0,15 ka an Rhomboederkristallsintern aus der Rätselhalle (Richter et al. 2010), was ein zeitgleiches Ausfrierstadium um die Interstadiale 3 und 4 (vgl. Wolff et al. 2010) belegt. Ein etwa 5 ka jüngeres Ausfrieralter um das Interstadial 2 haben zwei $^{230}Th/U$-Datierungen von kryogenen Rhomboeder-Kristallsintern aus der Weihnachtsbaumhalle mit 23,59 ± 0,50 ka und 23,96 ± 0,18 ka ergeben (Richter et al. 2011). Zu den letztgenannten Ausfrierzeiten passen auch zwei weitere neue $^{230}Th/U$-Datierungen: Diskusartige Sphärolithe der Knöpfchenhalle (Nr. 2 in Tab. 1) ergaben ein Alter von 23,72 ± 0,33 ka, während Rhomboederkristallsinter des Bärengangs (Nr. 3 in Tab. 1) mit 22,89 ± 0,40 ka datiert werden konnten (Tab. 1).

Weitere Studien der Kryocalcitvorkommen des Herbstlabyrinth-Adventhöhle-Systems – möglichst auch unter der Oberflächenschicht – sind natürlich in Verbindung mit mehr Th/U- Datierungen notwendig, um ein vollständiges Bild der weichselzeitlichen Ausfrierzeiten zu erlangen.

Genese der Calcitperlen

Die O-Isotopenzusammensetzung von -16,98 bis -22,59 ‰ belegt eine Bildung der radialcalcitischen Perlen während des langsamen Ausfrierens von karbonathaltigen Wässern, wie es für die Genese grobkörniger Kryocalcite typisch ist (u.a. Žak et al. 2012). Diese Bedingungen waren mit einem $^{230}Th/U$-Alter der Perlen von 28,80 ka in der Weichselkaltzeit um die Interstadiale 3 und 4 durchaus gegeben.

Innerhalb von Einzelperlen sowie Perlenaggregaten nachvollziehbare Hohlräume und Pseudomorphosen nach einem metastabil gebildeten Mineral deuten auf ein Sediment hin, in dem sich die Calcitperlen gebildet haben. Wahrscheinlich hat es sich bei diesem Material um eine nahe dem Gefrierpunkt gebildete wasserhaltige $CaCO_3$-Modifikation wie Ikait ($CaCO_3 * 6\ H_2O$) gehandelt, wie es von Žak et al. (2018) aus slowakischen und rumänischen Eishöhlen der Karpaten beschrieben wurde. Beim nachfolgenden Ausfrierprozess des Gemischs aus Wasser, Eis und metastabilen Karbonaten haben sich die kryogenen Einzelperlen und Perlen-

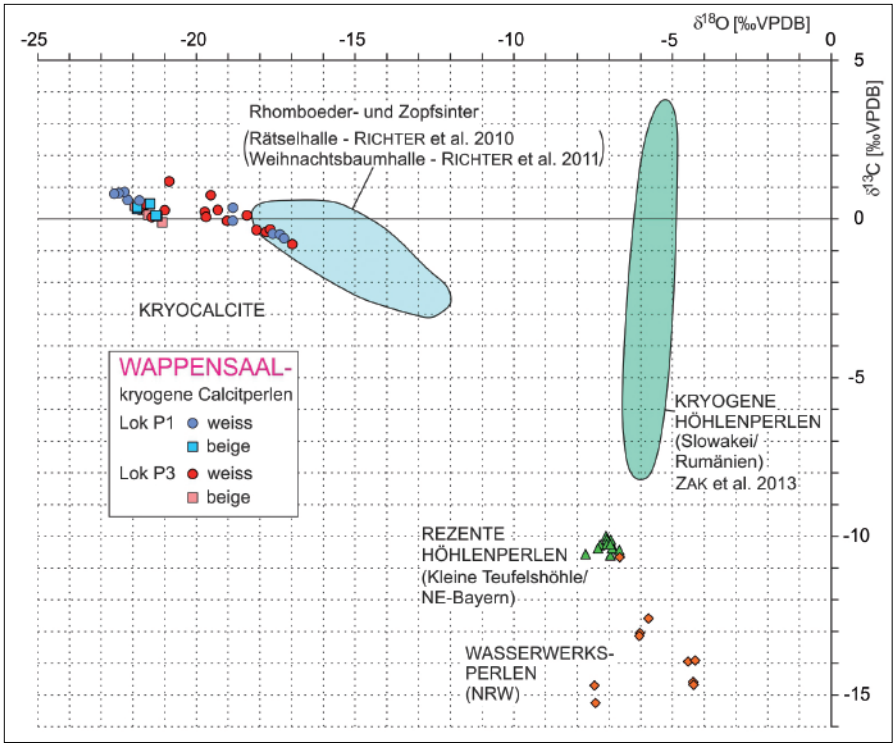


Abb. 9: C/O-Isotopenzusammensetzung von radialcalcitischen Perlen unterschiedlicher Genese; zum Vergleich sind die Literaturdaten anderer Kryocalcittypen sowie vom Wirtsgestein und von „normalen" (warmzeitlichen) Speläothemen des Herbstlabyrinth-Adventhöhle-Systems eingetragen

aggregate akkretionär gebildet. Diese Interpretation vermag die allseitige, im äußeren Bereich auch lagige Ausbildung der radialcalcitischen Perlen zu erklären.

Das finale Ausfrieren hat aufgrund anzunehmender Volumenänderungen bei der Umwandlung des wasserhaltigen Minerals zur teilweisen Sprengung der Perlen geführt. Im Verlauf des finalen Ausfrierens muss es auch zu einer geringfügigen Rekristallisation der weißen einschlussreichen Perlen zu einem klaren Calcitfasergefüge gekommen sein, da eine spätere Rekristallisation sicherlich zu einer etwas schwereren (positiven) Verschiebung der O-Isotopenzusammensetzung geführt hätte.

Die Daten und Beobachtungen an den Calcitperlen des Wappensaals belegen eine Genese grobkörniger Kryocalcite, sodass nach den von ŽAK et al. (2018) beschriebenen kryogenen Perlen mit C/O-Isotopenwerten zwischen den Werten normaler Speläotheme (u.a. Stalagmiten) und solchen kryogener Höhlencalcite vom feinkörnigen Typ nun auch kryogene Perlen vom grobkörnigen Typ mit sehr negativer O-Isotopenzusammensetzung zu stellen sind. Im Sinne der Nomenklatur von ŽAK et al. (2013) ist bei CCP (cryogenic cave pearls) zwischen CCP_{fine} und CCP_{coarse} zu unterscheiden.

Übergangsformen von den Calcitperlen zu den besonders von RICHTER et al. (2013, 2014) beschriebenen Hanteln der Sphärolithformengruppe grobkörniger Kryocalcite mögen weiterhin ein Hinweis für die wiederholt beschriebene allseitige Ausbildung grobkörniger Kryocalcite sein. Wahrscheinlich sind die meisten Kryocalcite der Sphärolith- und der Rhomboeder-Formengruppe in einem „matschartigen" Gemenge aus Wasser, Eis und wasserhaltigen Karbonaten (zumeist in Pools auf Eis) mineralisiert. Nur Kryocalcite mit ebenen Begrenzungen auf der einen Seite sowie Kristallflächenbegrenzung auf der anderen Seite sind auf Mineralisationen auf einem Substrat (z.B. Eis) zurückzuführen.

Partikelvermischung

Die bereits mesoskopisch zu beobachtende Vermengung genetisch verschiedener Partikeltypen im Kristallsand wird über die Laboruntersuchungen weiter untermauert. So weisen die weißen und die beige-braunen Perlen unterschiedliche KL-Muster auf, was auf verschiedene Generationen der Perlenbildung hinweisen könnte. Auch die kryogenen Rhomboeder unterscheiden sich im KL-Verhalten von den Perlen (siehe intrinsische versus extrinsische KL). Zudem weisen die Rhomboeder eine positivere O-Isotopenzusammensetzung gegenüber den Perlen auf, was wiederum auf unterschiedliche Generationen hindeutet, denn beim normalen Ausfrierprozess eines Pools markieren die sphärolithischen Typen das finale Stadium und weisen somit eine negativere O-Isotopenzusammensetzung auf (u.a. RICHTER et al. 2011). Auch die übrigen beobachteten Partikeltypen (u.a. Aggregate) aus langgestreckten transparenten Calcitkristallen sowie Zopfsintern belegen eine Vermengung der Kristallsande im Wappensaal.

Für eine genaue Entschlüsselung des Partikelspektrums wäre einerseits eine Grabung mit lagebezogener Beprobung sowie eine umfassende Laborbearbeitung aller Partikeltypen notwendig.

Dank

Für technische Unterstützung bezüglich der Dünnschliffherstellung danken wir M. Born. Aufbereitung und Messungen für die C/O-Isotopenzusammensetzung verdanken wir B. Gehnen und Dr. S. Riechelmann. R. Dreyer und C. Hoff-Niggemann haben uns dankenswerterweise bei der Manuskriptherstellung geholfen.

	Probe	^{238}U [µg/g]	^{232}Th [ng/g]	^{234}U / ^{238}U	^{230}Th / ^{238}Th	Alter [ka]
1	Wappensaal P3 Calcitperlen	2,62 ± 0,02	21,8 ± 0,1	1,2561 ± 0,0005	0,2936 ± 0,001	28,80 ± 0,11
2	Knöpfchenhalle Hemisphärolithe	0,823 ± 0,005	3,65 ± 0,03	1,4478 ± 0,0006	0,2856 ± 0,0036	23,72 ± 0,33
3	Bärengang Rhomboeder	0,414 ± 0,003	13,22 ± 0,09	1,3161 ± 0,0015	0,2508 ± 0,0039	22,89 ± 0,40

Tab. 1: Neue $^{230}Th/U$-Datierungen (MC-ICP-M) an kryogenen Calciten des Wappensaals, der Knöpfchenhalle und des Bärengangs

Literatur

Clark, I. & Fritz, P. (1997): Environmental Isotopes in Hydrogeology. – Lewis Publisher, New York, 328 S.

Dorsten, A., Dorsten, I., Finke, M., Meyer, S., Mischel, S. & Zaenker, S. (2016): Das Herbstlabyrinth und der Karst in Breitscheid im Westerwald. – Speläologische Arbeitsgemeinschaft Hessen e.V. (SAH), Breitscheid 2016, 2. Aufl., 49 S.

Dorsten, I., Hülsmann, T. & Hüser, A. (2005): Das Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System – die erste Riesenhöhle Hessens. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 51: 4-10

Erlemeyer, M., Hasenmayer, B. & Schudelski, A. (1992): Das Höhlensystem Kreiselhalle-Malachitdom – Ein bemerkenswerter Aufschluss für Höhlenminerale. – In: Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Der Malachitdom: Ein Beispiel interdisziplinärer Höhlenforschung im Sauerland: 69-89

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Der Malachitdom: Ein Beispiel interdisziplinärer Höhlenforschung im Sauerland. – Krefeld

Grubert, C. (1996): Zum Alter und zur Genese des Herbstlabyrinth-Adventhöhle-Systems (5315/51). – Speleogruppe `86 und Speläologische Arbeitsgemeinschaft Hessen e.V., Jahresbericht 1996, Hannover und Wiesbaden: 25-28

Hill, C. & Forti, P. (1997): Cave minerals of the world. – 2nd edition, National Speleological Society, Huntsville, 463 S.

Homann, W. (1969): Experimentelle Ergebnisse zum Wachstum rezenter Höhlenperlen. – Proc. 5th Int. Congress Speleology, Stuttgart 2: 5/1 - 5/19

Jones, B. (2009): Cave pearls – the integrated product of abiogenic and biogenic processes. – J. Sed. Research 79: 689-710

Kaiser, T. M., Keller, T. & Tanke, W. (1998): Ein neues pleistozänes Wirbeltiervorkommen im Paläokarst Mittelhessens (Breitscheid-Erdbach, Lahn-Dill-Kreis). – Geol. Jb. Hessen 126: 71-79

Krebs, W. (1966): Der Bau des oberdevonischen Langenaubach-Breitscheider Riffes und seine weitere Entwicklung im Unterkarbon (Rheinisches Schiefergebirge). – Abh. Senckenbergischen naturforschenden Ges. 511: 1-105

Neuser, R. D., Bruhn, F., Götze, J., Habermann, D. & Richter, D. K. (1996): Kathodolumineszenz: Methodik und Anwendung. – Zbl. Geol. Pal. Teil 1, 1995: 287-306

Onac, B. (1997): Crystallography of speleothems. – In: Hill, C. & Forti, P. (1997): Cave minerals of the world, 2nd edition, National Speleological Society, Huntsville: 230-236

Richter, D. K. & Füchtbauer, H. (1981): Merkmale und Genese von Breccien und ihre Bedeutung im Mesozoikum von Hydra (Griechenland). – Z. Dt. Geol. Gesellsch. 132: 451-501

Richter, D. K. & Niggemann, S. (2005): Kryogene Calcite in Höhlen des Rheinischen Schiefergebirges. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 51: 129-132

Richter, D. K. & Riechelmann, D. F. C. (2008): Late Pleistocene cryogenic calcite spherolites from Malachitdom Cave (NE Rhenish Slate Mountains, Germany): origin, unusual internal structure and stable C-O isotope composition. – Int. J. Speleology 37: 119-129

Richter, D. K., Gebelein, D., Harder, M., Huber, S., Kluge, T. & Neuser, R. D. (2017b): ^{230}Th/U-datierte Kryocalcitpartikel aus Höhlen der südlichen Frankenalb. – Laichinger Höhlenfreund 52: 3-12

Richter, D. K., Götte, T., Niggemann, S. & Wurth, G. (2002): Cathodoluminescence of carbonate speleothems: state of the art. – In: Carrasco, F., Duran, J. J. & Andreo, B. (eds): Karst and Environment: 381-387, Nerja, Malaga

Richter, D. K., Götte, T., Götze, J. & Neuser, R. D. (2003): Progress in application of cathodoluminescence (CL) in sedimentary petrology. – Mineralogy and Petrology 79: 127-166

Richter, D. K., Goll, K., Grebe, W., Niedermayr, A. & Scholz, D. (2015): Weichselzeitliche Kryocalcite als Hinweise für Eisseen in der Hüttenbläserschachthöhle (Iserlohn/NRW). – E & G Quaternary Science Journal 64: 67-81

Richter, D. K., Harder, M., Niedermayr, A. & Scholz, D. (2014): Zopfsinter in der Zoolithenhöhle: Erstfund kryogener Calcite in der Fränkischen Alb. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 60: 36-41

Richter, D. K., Jöns, N. & Neuser, R. (2018b): Kryogener Opal – Erstnachweis in der Zoolithenhöhle (Fränkische Schweiz, NE-Bayern). – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 64: 84-90

Richter, D. K., Knolle, F., Meyer, S. & Scholz, D. (2017a): Erste weichselzeitliche Kryocalcit-Vorkommen in Höhlen des Iberg/Winterberg-Riffkomplexes (Harz). – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 63: 52-57

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). – Cryosphere 4: 501-509

Richter, D. K., Meyer, S., Scholz, D. & Immenhauser, A. (2013): Multiphase formation of Weichselian cryogenic calcites, Riesenberg Cave (Süntel, NW-Germany). – Z. Dt. Ges. Geowiss. 164 (2): 353-367

Richter, D. K., Mischel, S., Dorsten, I, Mangini, A., Neuser, R. D. & Immenhauser, A. (2011): Zerbrochene Höhlensinter und Kryocalcite als Indikatoren für eiszeitlichen Permafrost im Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System bei Breitscheid-Erdbach (N-Hessen). – Die Höhle 62: 31-45

Richter, D. K., Mueller, M., Platte, A. & Scholz, D. (2020): Erste weichselzeitliche Kryocalcite im Attendorn-Elsper Riffkomplex (Frettermühler Wasserhöhle, Südwestfalen). – Geol. Paläont. Westf. (im Druck)

Richter, D. K., Neuser, R. D. & Voigt, S. (2008): Kryogene Calcitpartikel aus der Heilenbecker Höhle in Ennepetal (NE Bergisches Land/ Nordrhein-Westfalen). – Die Höhle 59: 37-47

Richter, D. K., Neuser, R. D., Harder, M., Schabdach, H. & Scholz, D. (2018a): Weichselzeitliche „Megacalcite“ mit ungewöhnlicher Internstruktur aus der Zinnbergschacht-Höhle. – Der Fränkische Höhlenspiegel 62: 18-34

Schmidt, F. X. (1992): Mineralogische Besonderheiten aus dem Höhlensystem Kreiselhalle-Malachitdom. – In: Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Der Malachitdom: Ein Beispiel interdisziplinärer Höhlenforschung im Sauerland: 91-104

Scholz, D. & Hoffmann, D. (2008): ^{230}Th/U- dating of fossil corals and speleothems. – Eiszeitalter und Gegenwart 57: 52-76

Souchez, R. & Jouzel, J. (1984): On the isotopic composition in δD d^{18}O of water and ice during freezings. – J. Glaciology 30: 369-372

Stengel-Rutkowski, W. (1968): Karsterscheinungen im oberdevonischen Riffkalkstein (Iberger Kalk) von Erdbach und Breitscheid (Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge). – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 14: 75-84

Vandenberghe, J. & Pissart, A. (1993): Permafrost changes in Europe during the last glacial. – Permafrost and Periglacial Processes 4: 121-135

Viehmann, I. (1963): Un nu proces de geneza a perlelor de caverna. – Lucr. Inst. Speleol. „E. Racovita“ I - II (1962 - 1963), 295-303 (Rumänisch mit russ. und franz. Kurzfassung)

Viehmann, I. (1993): Note sur des perles de caverne particulières. – Bull. Soc. Géogr. Liège 29: 105-107

Wolff, E. W., Chapellaz, J., Blunier, T., Rasmussen, S. O. & Svensson, A. (2010): Millenial-scale variability during the last glacial: The ice core record. – Quaternary Sci. Rev. 29: 2828-2838

Žàk, K., Onac, B. P., Kadebskaya, O. I., Filippi, M., Dublyansky, Y. & Luetscher, M. (2018): Cryogenic mineral Formation in Caves. – In: Persoiu, A. & Lauritzen, M. (Hrsg.): Ice Caves: 123-162

Žàk, K., Orvosova, M., Filippi, M., Vlcek, L., Onac, B. P., Persoiu, A., Rohovec, J. & Svetlik, I. (2013): Cryogenic cave pearls in the periglacial zone of ice caves. – J. Sed. Res. 83: 207-220

Žàk, K., Richter, D. K., Filippi, M., Zivor, R., Deininger, M., Mangini, A. & Scholz, D. (2012): Coarsely crystalline cryogenic cave carbonate – a new archive to estimate the last glacial minimum depth in Central Europe. – Climate Past 8: 1821-1837

Autoren: Richter, Detlev K. und Neuser, Rolf D.,
Institut für Geologie, Mineralogie, und Geophysik,
Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 150, 44801 Bochum;
Dorsten, Ingo, Auf der Bitz 8; Scholz, Denis, Institut für
Geowissenschaften, Johannes Gutenberg-Universität Mainz,
J.-J.-Becher-Weg 21, 55128 Mainz

Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher	66 (4)	110 - 118	München 2020

Spiegelt die Lamination der Höhlenperlen der Kleinen Teufelshöhle bei Pottenstein (Fränkische Schweiz) saisonales Wachstum wider?

von

Detlev K. Richter, Rolf D. Neuser und Sebastian F. M. Breitenbach

Zusammenfassung

Petrographische, mikroklimatische und geochemische Untersuchungen zur Ultrastruktur und Isotopenzusammensetzung von Höhlenperlen eines rezent noch aktiven Perlennestes in der Kleinen Teufelshöhle belegen eine Jahreslamination. Die Mineralbildung der Perlen fand bei temporär wechselnder Aktivität von Biofilmen bei nur geringer Wasserbewegung statt, was zu schlechter Sortierung der Partikel führte. Die Wachstumslagen spiegeln Umweltveränderungen oberhalb der Höhle über einen Zeitraum von etwa 58 Jahren wider. Die Höhlenperlen wurden unter sehr kinetikarmen Bedingungen ausgefällt und die Sauerstoffisotopenzusammensetzung der Höhlenperlen folgt dem Isotopensignal des Tropfwassers ohne signifikanten Einfluss kinetischer Prozesse. Das Laminationsgefüge und die Isotopenzusammensetzung von Höhlenperlen erweisen sich somit als sensitive Umweltindikatoren. Höhlenperlen stellen somit, ähnlich Stalagmiten, wertvolle Karbonatarchive dar, die zur Rekonstruktion lokaler Umweltveränderungen herangezogen werden können.

Abstract

Petrographical, microclimatical and geochemical analyses on the structure and isotopic composition of cave pearls from a recently active cave pearl nest in Kleine Teufelshöhle Cave, Franconia, Germany, reveals annual lamination. The mineral composition of the studied cave pearls was influenced by temporally variable microbial activity with limited disturbance of the water body, which led to poor particle sorting. The growth layers reflect environmental conditions above the cave over the last ca. 58 years. The cave pearls formed under stable conditions and the oxygen isotope signal of the cave pearls follows that of the infiltrating water, with negligible kinetic influence on stable isotopes. Our study highlights the value of petrographic and isotopic information preserved in cave pearls, which can be used to reconstruct past local environmental changes.

Einführung

Höhlenperlen stellen eine Sonderform subterraner sekundärer Karbonatausfällungen (Speläotheme) dar. Verglichen mit den hervorragend als Paläoklima- und Umweltarchiv geeigneten Stalagmiten (Fairchild & Baker 2012) wurden Höhlenperlen bislang nur auf ihre petrographische, kristallographische und geochemische Zusammensetzung sowie mikrobiellen Einfluss auf ihre Bildung hin untersucht (Homann 1969, Nader 2007, Melim & Spilde 2018). Eine mögliche Nutzung von Höhlenperlen als (Paläo-)Umweltarchive wurde unseres Wissens bislang nicht in Betracht gezogen.

Nach der umfassenden Literaturzusammenfassung von Hill & Forti (1997) sind mm-große, lagig aufgebaute Kalkrundkörper in Tropfsteinhöhlen seit dem Mittelalter immer wieder beschrieben worden. Höhlenperlen bilden sich zumeist in kleinen Tümpeln unter Tropfstellen und werden von denselben Autoren wie folgt definiert: „A cave pearl is a concentrically banded concretion that forms in shallow cave pools. Cave pearls can be spherical, cylindrical, irregular, cubical, or even hexagonal in shape."

Höhlenperlen werden aufgrund ihrer sehr ähnlichen Internstruktur vielfach mit den in warmen Breiten flachmarin gebildeten Ooiden verglichen (u.a. Hess 1929, Hahne et al. 1968), sodass für Höhlenperlen auch die allgemeingültige Ooid-Definition zuzutreffen scheint (Flügel 2010): „Ooids are spherical and egg-shaped carbonate or non-carbonate coated grains exhibiting a nucleus surrounded by an external cortex, the outer part of which is concentrically smoothy laminated." In älteren Darstellungen (u.a. Cayeux 1935) wird die Bildung sedimentärer Ooide ausschließlich anorganisch angenommen. Zunehmend jedoch wird für die Genese mariner und salinar-limnischer Ooide eine Beteiligung organischer Substanzen und Mikroorganismen (u.a. Bakterien, Cyanophyceen) als wahrscheinlich angenommen (Mitterer 1972, Folk & Lynch 2001, Reitner et al. 1997, Summons et al. 2013). In einer neueren Arbeit über Höhlenperlen aus Höhlentümpeln unterschiedlich schnell fließenden Wassers hat Jones (2009) zumeist Perlen mit unregelmäßigem Cortex und einer Vielzahl von Mikrobenstrukturen beschrieben. Somit weitet er die zuvor gegebene Definition für Höhlenperlen sensu Donahue (1969) aus. Melim & Spilde (2018) beobachten sowohl anorganische als auch biogen beeinflusste Höhlenperlenbildungen. Die Höhlenperlen aus der Kanaan Cave in Israel sind laut Nader (2007) an anorganische Karbonatausfällung gebunden.

Basierend auf der deskriptiven Trennung von Ooiden und Onkoiden durch Tucker & Wright (1990), vgl. auch Flügel (2010), fasst Jones (2009) mit dem Begriff Höhlenperlen umkrustete Körner mit ooidischem und onkoidischem Cortex zusammen. Bei Angaben zur Cortexausbildung sollte generell eine Trennung zwischen ooidischen und onkoidischen Cortices erfolgen, zumal mitunter eine entsprechende Wechsellagerung im Cortex umkrusteter Karbonatkörner zu beobachten ist. Nachfolgend wird auf ooidische Höhlenperlen an Tropfstellen Bezug genommen, was nach Literaturdurchsicht als Normalfall anzusehen ist („typical splash cup occurence" sensu Donahue 1969). Unter Tropfstellen positionierte Perlennester haben meist Durchmesser von 5 bis 15 cm, die einzelne bis mehrere Hundert Höhlenperlen beherbergen können. Auch bei Tropfstellen mehrjährig beobachteter eng begrenzter Höhlennester entstehen nach Homann (1969) bevorzugt umkrustete Partikel mit ooidischem Cortex (Typen 1 bis 3 von 9 Perlentypen). Da nach Homann (1969) Perlen mit ooidischem und onkoidischem Cortex sogar in demselben Nest vorkommen, schlägt er zur Benennung von Höhlenperlen (Bergwerksstollen eingeschlossen) den Begriff „Speläooide" vor, was sich aber international nicht durchgesetzt hat (Hill & Forti 1997). Wir nutzen hier den international akzeptierten Begriff „Höhlenperle", um bei allen Ähnlichkeiten zu marinen Ooiden/Onkoiden den wichtigen Fakt der Bildung in Süßwasser in einem hochspeziellen terrestrischen und subterranen Milieu nicht verlorengehen zu lassen.

Die vorliegende Studie befasst sich mit dem Internaufbau, speziell der Lamination, von Höhlenperlen, um zu prüfen, ob möglicherweise Informationen zu saisonalen Schwankungen der Höhlenhydrologie und/oder Atmosphäre in Höhlenperlen gespeichert werden können. Wir zeigen, dass bei Bildung von Wachstumsringen auf-

grund jahreszeitlicher Veränderungen in der Höhlenumgebung eine Nutzung von Höhlenperlen als hochsensitive Klima- bzw. Umweltarchive möglich ist.
Für die vorliegende Studie nutzten wir Proben aus der oberfränkischen Kleinen Teufelshöhle, da hier die Höhlenperlenbildung an aktive Tropfstellen gebunden und das geowissenschaftliche Umfeld seit Bildungsbeginn der Perlen nach 1951 sehr gut bekannt ist. Der Fokus der Untersuchung liegt auf der Entschlüsselung der Lamination mittels mikroskopischer und geochemischer Methoden (Durchlicht-, Kathodolumineszenz-, Fluoreszenz- und Rasterelektronen-Mikroskopie, Graustufenanalytik und Massenspektrometrie für die Isotopenzusammensetzung).

Die Kleine Teufelshöhle

Das Höhlensystem der Teufelshöhle liegt am NW-Hang des Weiherbachtals südsüdöstlich Pottenstein bei Nürnberg, Oberfranken (Abb. 1) und wurde in der Pottenstein-Formation des oberjurassischen Frankendolomits angelegt (Meyer 1972, Niebuhr & Pürner 2014). Die Kleine Teufelshöhle (Abb. 2, Kat.-Nr. D 148, erste Übersicht: Brunner 1951) stellt einen Nebenbereich der Großen Teufelshöhle (Kat.-Nr. D 95) dar, welche die bekannteste und meistbesuchte Schauhöhle der Frankenalb ist. Sie wird von etwa 10 m Fels überlagert, der wiederum von einem Buchen-Fichten-Mischwald bedeckt ist. Die 1923 eröffnete und 1931 erweiterte Schauhöhle umfasst lediglich die Große Teufelshöhle, da der Bereich der Kleinen Teufelshöhle stärker sandverfüllt war. Chronologisch werden die unlithifizierten Siliziklastika der Kleinen Teufelshöhle der Kreide und/oder dem Tertiär zugeordnet (Reither et al. 1988).

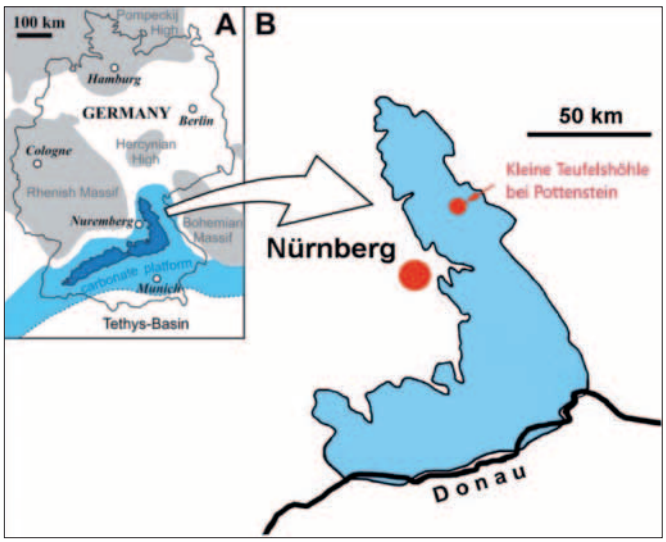


Abb. 1: Lage der Kleinen Teufelshöhle bei Pottenstein. A: Paläogeographische Übersicht (nach Meyer & Schmidt-Kaler 1990, vereinfacht), B: Heutige Situation mit dem Malm der Frankenalb (blau)

Der Eintrag dieser Sande könnte mit dem tertiären Flusssystem des Moenodanavius zusammenhängen (Schirmer 2008, 2013), bei dem Siliziklastika vom nordöstlich gelegenen Grundgebirge nach Südwesten transportiert wurden. Der jüngste Abschnitt der siliziklastischen Verfüllung der Kleinen Teufelshöhle ist sicherlich quartären Alters, denn Brunner (1951) beschreibt aus dem damals zugänglichen SE-Bereich der heutigen Kleinen Teufelshöhle eine umfangreiche, vorwiegend terrestrische Faunenvergesellschaftung, die er dem „Diluvialabschnitt vom Mindel-Riß-Interglazial bis zum letzten Würm-Interstadial" zuordnet. Eigene Beprobungen grauschwarzer, maximal dm-mächtiger Feinklastiklagen/-linsen im NW-Gang der Kleinen Teufelshöhle ergaben nach palynologischen Untersuchungen durch Dr. Stritzke (Krefeld) neben wenigen neogenen Pollen eine „offenbar parautochthone Pollenflora eindeutig quartären Alters". Insgesamt ist die Höhlengenese und -verfüllung offenbar noch keineswegs geklärt.
Die anthropogene Ausräumung der Sandverfüllung – besonders in der Kleinen Teufelshöhle – erfolgte nach Kamphausen (1998) vorrangig in den 1920er bis frühen 1930er Jahren, aber Grabungsaktivitäten sind bis 1951 belegt (mdl. Mitt. Dieter Preu). Im Zuge von Erweiterungen der Schauhöhle in den 1970er Jahren wurde der Bereich der Kleinen Teufelshöhle vom Gesamtsystem abgetrennt und der Forschungsgruppe Höhle und Karst Franken (FHKF) für Forschungszwecke zur Verfügung gestellt (Michel 1998).
In der Kleinen Teufelshöhle konnte 1977/78 ein Höhlenlabor eingerichtet werden, das seither zu mikroklimatischen Untersuchungen verschiedener Arbeitsgruppen genutzt wird (Reither et al. 1988, Tietz 1988, Riechelmann et al. 2014, Meyer 2014).

Fundsituation

Das untersuchte Höhlenperlennest mit etwa 10 cm Durchmesser befindet sich im NW-Gang der Kleinen Teufelshöhle (Abb. 2) auf einem Sandeinbruch (Abb. 3), der sich nach frdl. Mitt. von Dieter Preu wahrscheinlich 1951 ereignete. Diese Tropfstelle entspricht der Lokalität 5 von Tietz (1988) und Reither et al. (1988). Auf dem Sandeinbruch hat sich eine Reihe von Höhlenperlennestern ausgebildet (Abb. 3), die bereits von Reither et al. (1988) dokumentiert und auf ihre wasserchemische Zusammensetzung untersucht wurden. Zunächst bildeten sich unter den Tropfstellen durch Ausspülung des Feinanteils der Siliziklastika Tropftrichter. Im Zuge der anschließenden Calcitausfällung wurden die Trichterwände und -ränder versintert und einzelne Sand-/Kiespartikel erhielten allseitig Calcitlagen. Somit konnten sich „Negativstalagmiten" oder besser „Stalagmitenwurzeln" mit Höhenperlennestern bilden. Diese Sinterbecken können sich unter günstigen Umständen zu Stalagmiten weiterentwickeln. Die hier diskutierten Höhlenperlen wurden zwischen 2010 und 2013 während mehrerer Besuche gesammelt. Die Beprobung für diese Studie war nicht nur auf das nach 1951 gebildete Perlennest an Tropfstelle 5 beschränkt, sondern es wurden auch weitere Nester im Umkreis von 1 m beprobt, sodass auch Perlen mit etwas älterem Bildungsbeginn vorliegen sollten. Die Höhlenperlen verschiedener Nester weisen häufig ähnliche Durchmesser von wenigen mm auf (Abb. 4). Es gibt aber auch Nester mit Perlen sehr unterschiedlichen Durchmessers (von 1 mm bis über 20 mm). Die letztgenannten großen Perlen sind meist unregelmäßig geformt und wurden von Tietz (1988) als Barockperlen bezeichnet.

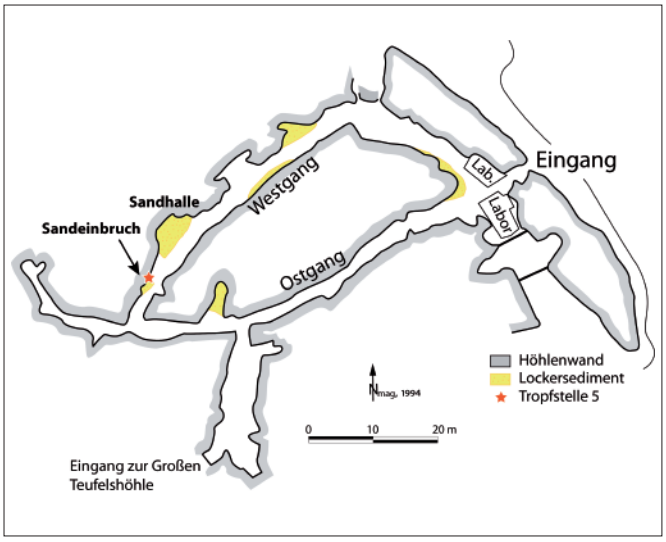


Abb. 2: Höhlenplan der Kleinen Teufelshöhle, umgezeichnet nach FHKF 1994

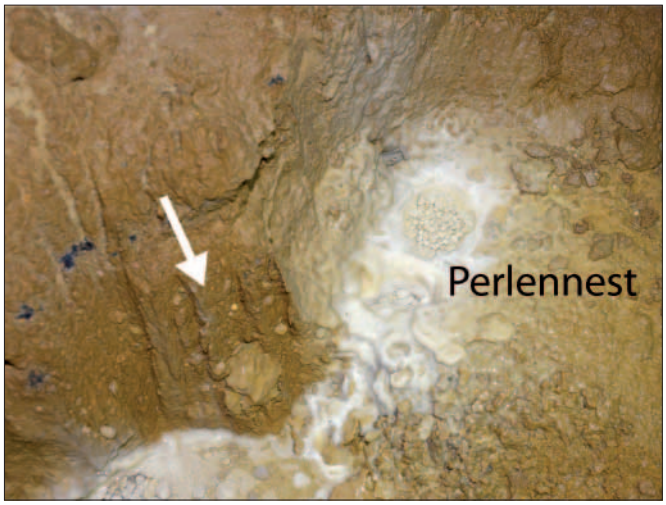


Abb. 3: Fundsituation des Perlennestes, Nestdurchmesser ca. 10 cm, der Pfeil markiert die Abbruchkante des Sandeinbruchs

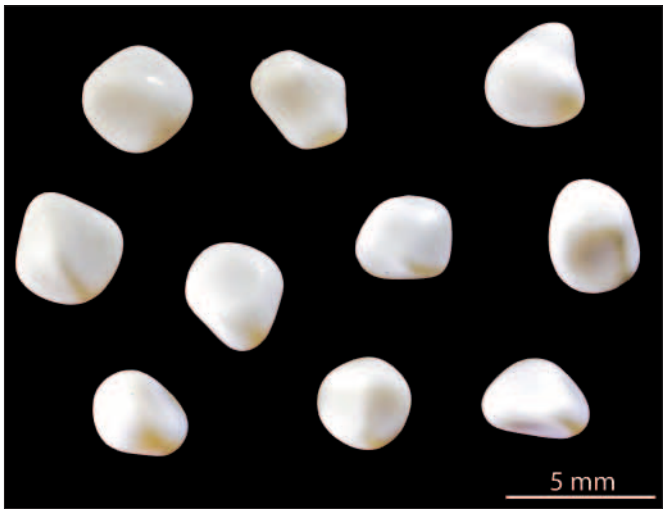


Abb. 4: Typische Höhlenperlen des untersuchten Nests; die unregelmäßigen Formen resultieren aus Platzkonkurrenz während des Wachstums

An derselben Stelle wurde zwischen 2010 und 2013 ein Monitoring im Abstand von jeweils drei Monaten durchgeführt, wobei Temperatur, Luftfeuchtigkeit, CO_2-Gehalt, Tropfwassermenge, Isotopenzusammensetzung des Wassers ($\delta^{18}O$ und δD) sowie Mg- und Ca-Gehalte von Wasser und Karbonatausfällungen von Meyer (2014) und Riechelmann et al. (2014) bestimmt und ausgewertet wurden. An derselben Tropfstelle wird zurzeit ein Langzeitmonitoring von Philip Holz (Universität Karlsruhe) durchgeführt. Die mikroklimatischen Daten, die im Rahmen einer Masterarbeit über ein Jahr erhoben wurden (Meyer 2014), helfen, die Isotopendaten aus den Höhlenperlen zu interpretieren. Zwischen Oktober 2010 und Oktober 2013 lag die Höhlentemperatur bei 9,1 ± 0,2 °C, die relative Luftfeuchtigkeit bei 95 ± 3 % und der CO_2-Gehalt der Höhlenluft bei 729 ppm (mit einem Minimum von 490 ppm im Januar und einem Maximum von 1039 ppm im Juli). Die Tropfrate an Tropfstelle 5 variierte im gleichen Zeitraum von 0,35 mL/min im Juli bis 0,86 mL/min im Oktober, während die Elemente Ca^{2+} und Mg^{2+} Konzentrationen im Tropfwasser von jeweils 79,8 und 33,8 mg/L zeigten. Die Isotopenwerte des Tropfwassers und des darin gelösten anorganischen Kohlenstoffs (DIC) betrugen $\delta^{18}O$ = -9,77 ‰ VSMOW, δD = -70,0 ‰ VSMOW und $\delta^{13}C_{DIC}$ = -12,24 ‰ VPDB (VPDB und VSMOW beziehen sich auf die internationalen Standards Vienna Pee Dee Belemnite - VPDB, und Vienna Standard Mean Ocean Water - VSMOW). Zudem wurden auch die Isotopenwerte an auf Uhrgläsern ausgefälltem Karbonat bestimmt: $\delta^{13}C$ = -12.89 ‰ VPDB und $\delta^{18}O$ = -8.29 ‰ VPDB. Die mittlere Wachstumsrate dieses rezent gefällten Karbonates betrug 56,9 µm/a.

Methodik

Für die Bestimmung der mineralogischen Zusammensetzung stand ein Pananalytical MPD Bragg-Brentano-Diffraktometer unter Verwendung von CuKα-Strahlung zur Verfügung. Für die Analysen wurde Quarzpulver als interner Standard zugemischt, um Aussagen zur Ca/Mg-Verteilung in den Calciten zu erhalten (Füchtbauer & Richter 1988). Da in der vorliegenden Studie das Laminationsgefüge von Höhlenperlen im Vordergrund stand, wurden polierte Dünnschliffe durch die Zentren mehrerer Perlen erstellt: 1) 5 Perlen von 3 - 5 mm Ø, 2) 4 Perlen von 5 - 6 mm Ø, 3) 1 Barockperle von 11 mm Ø.

Die Basisuntersuchungen zur Lamination der Perlen erfolgten im Durchlichtmikroskop bei nicht gekreuzten Nicol'schen Prismen. Zur Quantifizierung des Dunkel-Hell-Wechsels wurden Graustufenwerte mit dem Computerprogramm ImageJ (Rasband 1997 - 2018) in Profilen senkrecht zum Lagenbau der Perlencortices erstellt. Neben einem üblichen Polarisationsmikroskop wurden spezielle Kathodolumineszenz- und Fluoreszenzmikroskope eingesetzt. Die Kathodolumineszenzeigenschaften der Karbonate wurden mit einem Heißkathodengerät Lumic HC1-LM ermittelt. Die Wellenlängen der Kathodolumineszenz (KL)-Farben wurden mit einem Princeton Instruments Spektrographen mit hochempfindlichem PIXIS CCD-Detektor erfasst (Neuser et al. 1996, Richter et al. 2003). Die Visualisierung des Organikanteils erfolgte mit einem Leica DM 4500 P-Mikroskop, ausgestattet mit einer Mercury short-arc-Lichtquelle (Hoffmann et al. 2016).

Die Mikrostrukturen von Ober- und Bruchflächen der Höhlenperlen wurden mit einem hochauflösenden Feldemissions-Rasterelektronenmikroskop (HR-FE-SEM) vom Typ LEO/Zeiss 1530 Gemini mit energiedispersivem Analysezusatz (EDX) von Oxford Instruments untersucht. Die EDX-Angaben konnten nur relativ erfolgen (z.B. C-reich, C-arm), da präzise Punktanalysen bei den kleinen bzw. dünnen Objekten methodisch nicht möglich sind.

An zwei Höhlenperlen (Proben KT1, KT3) wurde die Isotopenzusammensetzung ($\delta^{13}C$ und $\delta^{18}O$) entlang der Wachstumsachse bestimmt, um die Isotopenfraktionierung während der Karbonatfällung genauer zu untersuchen und die Eignung der Perlen als Klimaarchiv zu testen. Die Höhlenperlen wurden in Epoxidharz eingegossen und Pulverproben mit einer computergesteuerten CAM100 CNC-Fräse gefräst. Bei 1,3 mm Profillänge betrug die räumliche Auflösung 100 µm. Um genügend Probenmaterial zu erhalten, wurde die Tiefe des Frässchnitts mehrfach angepasst. Insgesamt wurden aus Höhlenperle KT1 12 Proben und aus Höhlenperle KT3 11 Proben entnommen. Die Isotopenzusammensetzung wurde entsprechend der Methodik von Spötl & Vennemann (2003) und Breitenbach & Bernasconi (2011) mit einer Gasbench II, gekoppelt an ein ThermoScientific MAT253-Massenspektrometer, bestimmt. Die Rohdaten wurden mit den Standards IAEA-603, CO-1 und CO-8 gegen den VPDB-Standard geeicht. Die Reproduzierbarkeit der Messwerte basiert auf wiederholten Standardmessungen und liegt für $\delta^{13}C$ bei 0,06 ‰ VPDB und für $\delta^{18}O$ bei 0,08 ‰ VPDB (1σ).

Die Isotopenzusammensetzung des Tropfwassers wurde an drei Proben bestimmt, um diese mit der Isotopensignatur des Niederschlags vergleichen zu können. Die $\delta^{2}H$ und $\delta^{18}O$-Werte wurden mittels Laserabsorptionsspektroskopie am Alfred-Wegener-Institut Potsdam ermittelt.

Mikrostrukturelle Ausbildung

Die Höhlenperlen sind zumeist als Körner mit einem mehr oder weniger gerundeten Kern und einer Karbonatumhüllung (Cortex) geformt. Die makroskopisch hell erscheinenden Perlencortices weisen bereits bei Lupenbetrachtung dünnste dunkle Lagen auf, die durchlichtmikroskopisch klar erkennbar sind. Beim Aufbau der Cortices wird die irreguläre Form der Kerne (Quarz-, Quarzit-, sowie Feinsandpartikel) im Zuge der Hüllenanlagerung zunehmend in Richtung Kugelform (d.h. höherer Sphärizität) ausgeglichen (Abb. 5 A).
Die Perlencortices erreichen eine Dicke von 900 - 1800 µm und zeigen charakteristische beige-transparente Kristalle. Dieses beige Erscheinungsbild ist auch für Stalagmiten in Höhlen des Frankendolomits typisch, was laut Wurth (2002) auf organische Substanzen zurückzuführen ist. Im beige-transparenten Farbmuster können zwei unterschiedlich mächtige Lagentypen beobachtet werden, die normalerweise im Basisbereich dunkler (pigmentreicher) und im Topbereich heller (pigmentärmer) ausgebildet sind. Die Feinrhythmik (ähnlich Varven in lakustrinen Systemen) zeigt Lagenpaare von 15 - 30 µm Dicke, während mitunter eine Feinstrhythmik angedeutet wird und eine deutlich unregelmäßigere Grobrhythmik durch Lagenpaare von meist 30 - 80 µm Dicke ausgebildet ist. Häufig kann auch eine Pigmentanreicherung zwischen den radial orientierten Calcitkristallen beobachtet werden.
Die Perlencortices sind vorwiegend radialcalcitisch strukturiert; dies ist polarisationsmikroskopisch am deutlichsten sichtbar (Abb. 5 B). Durchlichtmikroskopisch dunkel erscheinende Lagen sind mikritisch, wobei dort opake Partikel mit Durchmessern bis zu 20 µm angereichert sind. Im mittleren Bereich zwischen Perlenkern und Randbereich, sowie mitunter als Abschluss der Cortices, sind auffallend klare radialcalcitische Lagen ausgebildet (Pfeile in Abb. 5 A), die zunächst zur Korrelation von Perle zu Perle geeignet erschienen. Allerdings zeigt ein Vergleich aller diesbezüglich untersuchten neun Perlen, dass diese Interkorrelation im Einzelfall kaum möglich ist. Die oben skizzierte Ausbildung kann als Grundmuster angesehen werden, auf das nachfolgend Bezug genommen werden soll.

Rasterelektronenmikroskopie

Unter dem Rasterelektronenmikroskop lassen sich grundsätzlich zwei Calcittypen unterscheiden. Die durchlichtmikroskopisch helleren Lagen weisen eine radialcalcitische Struktur auf (Pfeil 1 in Abb. 6 A), während die dunkleren Lagen vorwiegend von isometrischen Calcitkristallen (Pfeil 2 in Abb. 6 A) aufgebaut werden. Auf den Perlenoberflächen sind häufig die dreieckigen Endbereiche der Calcitfasern zu beobachten (Pfeil 1 in Abb. 6 B). Häufig werden die Cortices aber auch von dünneren „Häuten" überzogen (Kreis in Abb. 6 B), die mitunter gerissen erscheinen. Diese Häute zeichnen sich beim Einsatz des EDX-Systems durch deutlich erhöhte Kohlenstoffanteile aus, was darauf schließen lässt, dass es sich um organische Überzüge (vermutlich extrazelluläre polymerische Substanz, EPS; Pacton et al. 2013) handelt. Reste von EPS treten auch im Inneren der Cortices auf. Bei stärkster REM-Vergrößerung können in den Bereichen der organischen Häute coccoidale Strukturen beobachtet werden (Abb. 6 C), wobei die Rundkörper Durchmesser von 30 - 50 nm aufweisen. Hierbei könnte es sich um Mikrobenstrukturen handeln, was aber mit der zur Verfügung stehenden Methodik nicht nachgewiesen werden konnte.

Kathodolumineszenz

Die durchlichtmikroskopische Ausbildung (Abb. 7 A) wird durch Aufnahmen der Kathodolumineszenz- (KL) (Abb. 7 B) und Fluoreszenz-Mikroskopie (Abb. 7 C) ergänzt. In den KL-Bildern dominiert die intrinsische blaue KL-Farbe, die auf reine Calcitzusammensetzung hinweist. Fahlviolette Lagen können nur vereinzelt als geringfügig Mn^{2+}-aktivierte Calcitlagen (mit Mn-Gehalten von deutlich < 10 ppm, Habermann et al. 1998) beobachtet werden. Nur zwei Perlen weisen eine orange, etwas Mn-reichere Initiallage direkt am Kontakt zum Perlenkern auf (roter Rahmen in Abb. 7). Der Vergleich der KL-Bilder mit den Durchlichtbildern zeigt eine klare Beziehung zwischen pigmentarmen und pigmentreichen Lagen. Die unter KL-Anregung dunkelblauen Lagen korrespondieren mit den hellen, pigmentärmeren Lagen im Durchlichtbild, während hellblaue KL-Lagen mit dunkleren, pigmentreicheren Mikritlagen übereinstimmen. Die durchlichtmikroskopisch auffallend hellen Sonderlagen weisen unter KL-Anregung eine markante blauschwarze Lumineszenz auf (Pfeil zwischen A und B in Abb. 7), was auf ein Fehlen von KL-Aktivatoren sowie Gitterdefekte durch submikroskopische Pigmentierung hinweist (Richter et al. 2003).

Fluoreszenz

Die Fluoreszenzmikroskopie enthüllt eine gelbgrüne Musterung unterschiedlicher Helligkeit in den Höhlenperlen, die wechselnde Organikanteile widerspiegelt (Wanamaker et al. 2009, Fairchild & Baker 2012). In den Perlencortices korrespondieren hellgrün fluoreszierende Lagen mit hellblau KL-lumineszierenden Lagen sowie mit durchlichtmikroskopisch dunkleren (mikritischen) Laminae (Abb. 7). Die zuvor erwähnten Sonderlagen mit heller Ausbildung im Durchlicht und blauschwarzem KL-Verhalten fallen bei Fluoreszenzbetrachtung durch auffallend dunkle Ausbildung auf (Pfeil in

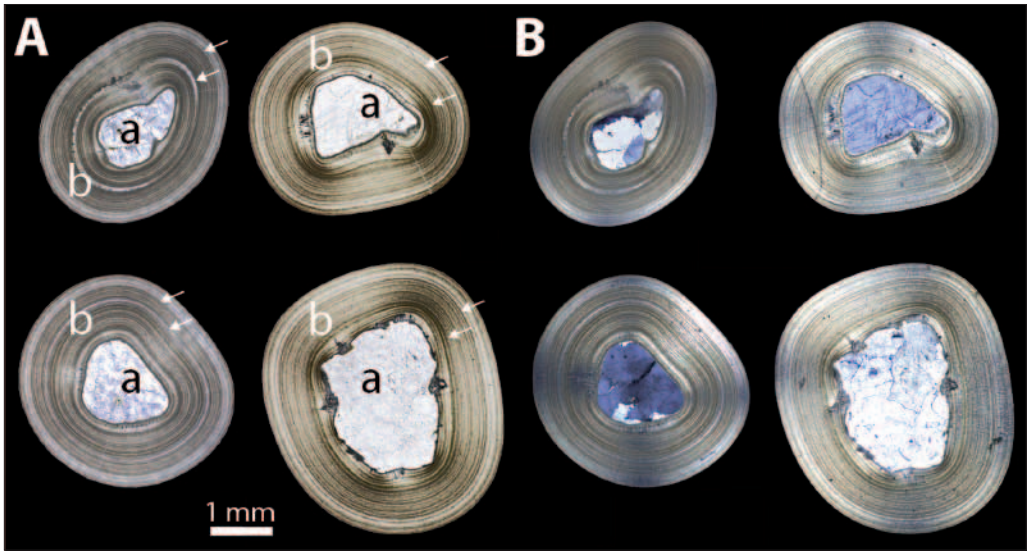


Abb. 5: Beispiele von Dünnschliffen an vier Höhlenperlen (A: Durchlicht, a: Perlenkerne, b: äußere Cortices, die weißen Pfeile zeigen markante Sonderlagen und Helligkeitswechsel an; B: wie A, nur mit polarisiertem Licht mit gekreuzten Nicols); Auslöschungsbereiche – oben/unten und links/rechts – deuten die statistisch signifikante Orientierung der Calcitfasern an.

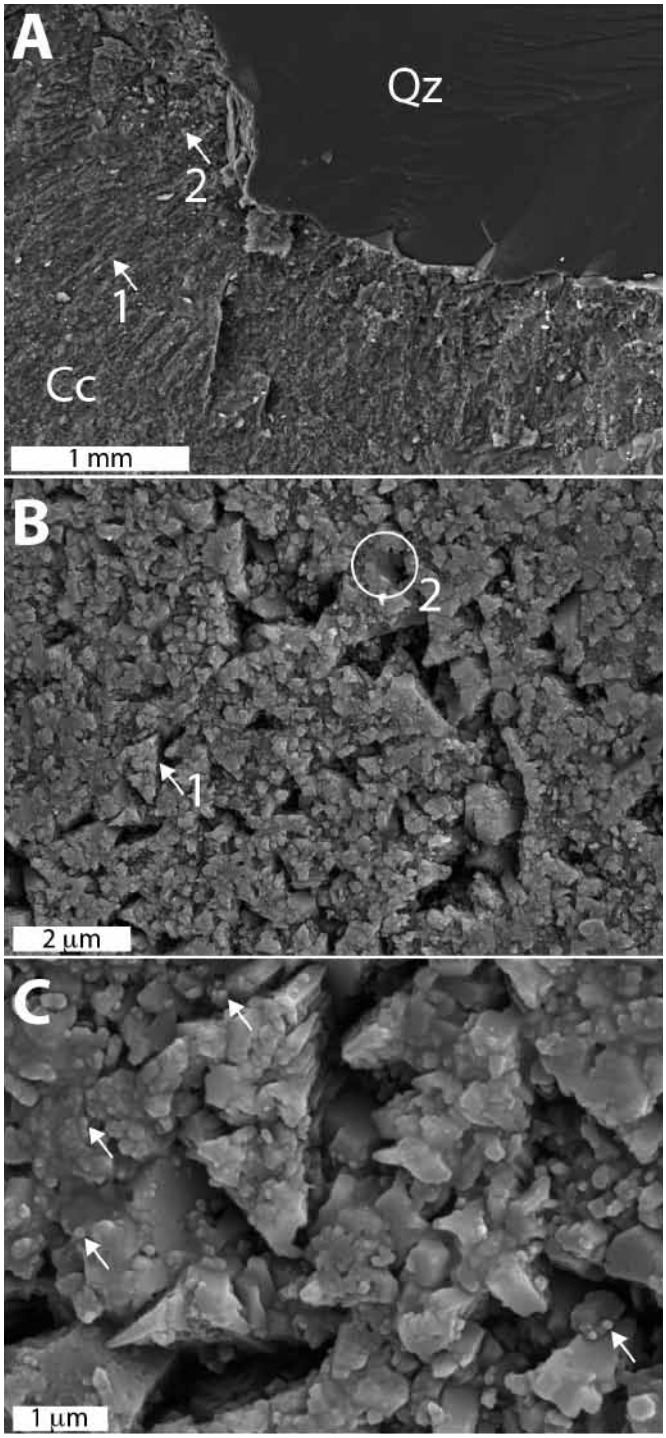


Abb. 6: Rastermikroskopieaufnahmen der Cortexstrukturen: A) Radiale (1) und ungeregelte (2) Calcitstrukturen im Calcitcortex (Cc) um einen Quarzkern (Qz); B) Trianguläre Endbereiche der Calcitfasern auf einer Perlenoberfläche (1) und EPS-Häute (2); C) Coccoidale Strukturen, die feinste mikrobielle Strukturen andeuten (Pfeile).

Abb. 7 C), was auf insgesamt geringe Organikanteile hinweist. Nach Wurth (2002) sind diese Fluoreszenzeigenschaften auch für holozäne Stalagmiten der nahegelegenen und ebenfalls in Frankendolomit gebildeten Zoolithenhöhle typisch. Auffallend sind hell fluoreszierende Flecken, die mit durchlichtmikroskopisch dunklen Partikeln korrespondieren; offensichtlich handelt es sich hierbei um aus dem Boden eingebrachte größere Organikpartikel oder Kolloide.

Grauwerte aus Durchlichtmikroskopbildern

Digital gewonnene Grauwerte können Hinweise auf Änderungen der Kristallisation und Verunreinigungen geben. Niedrigere Grauwerte (dunkleres Erscheinungsbild) deuten auf höhere Pigmentein-

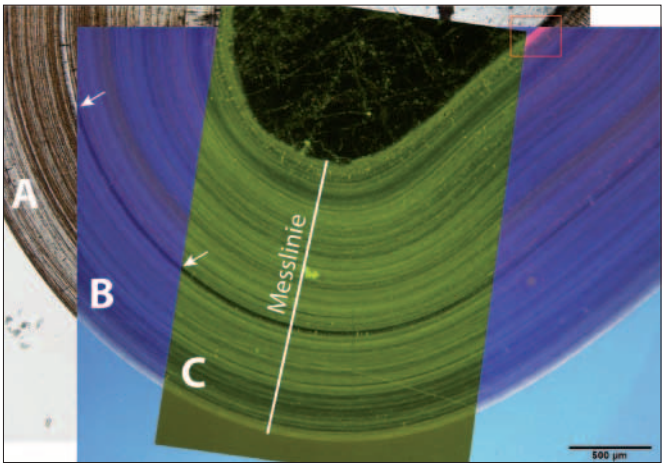


Abb. 7: Überlagerung von Durchlicht- (A), Kathodolumineszenz- (B) und Fluoreszenz- (C) Aufnahmen; Pfeile verweisen auf eine pigment- und organikarme Calcitlage. Die weiße Messlinie in C bezieht sich auf die Grauwertanalyse, die zur Lagenzählung und Lagendickenmessung herangezogen wurde.

lagerung und/oder Verunreinigungen durch Tonpartikeleintrag hin. Auch Kristallwachstumsstörungen, z.B. durch schnelleres Kristallwachstum, führen zu erhöhter Refraktion und niedrigeren Grauwerten. Hohe Grauwerte dagegen deuten auf dichten, transparenten Calcit hin (Vanghi et al. 2017). Weiter deutet fehlende UV-Fluoreszenz auf fehlenden Eintrag organischen Materials (Borsato et al. 2007, Vanghi et al. 2017). Bei saisonal variierendem Wachstum und/oder Pigmenteintrag kann also eine Jahresschichtung ausgebildet werden. Eine Jahresschichtung ist in den untersuchten Perlen makro- wie mikroskopisch gut zu erkennen, wie im Pseudo-3D-Blockbild in Abb. 8 verdeutlicht. Die Farbskala basiert auf Grauwerten, die mittels Flachbettscanner erhoben wurden.

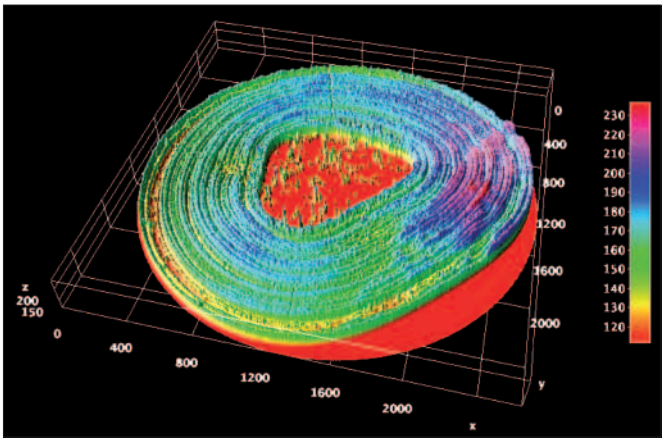


Abb. 8: Blockbild eines hochauflösenden Grauwertescans einer Höhlenperle. Die Lagenbildungen um einen dunklen Konkretionskern sind gut erkennbar. Dieses Bild wurde mithilfe von ImageJ (https://imagej.nih.gov/ij/index.html) erstellt.

Grauwerte können dann zur Lagenzählung und Konstruktion einer Chronologie (ähnlich Baumringmessungen) genutzt werden, sofern saisonale Schwankungen in der Wachstumsrate der Höhlenperlen auftreten. In diesem Falle würde man erwarten, dass schnelleres Wachstum zu längeren Kristallen mit häufigeren Defekten führt, was sich dank erhöhter Lichtbrechung in höheren Grauwerten ausdrücken sollte. Langsameres Wachstum dagegen sollte zu kleineren Kristallen und damit durchsichtigerem Erscheinungsbild führen, was sich in niedrigeren Grauwerten widerspiegeln würde. Diese Interpretation wird allerdings durch den Einbau organischen Materials und damit einhergehender Pigmentierung erschwert. In erster Näherung kann aber die Lagendicke anhand stärkerer Helligkeits-

wechsel gemessen werden, da die Pigmentierung durch Organik von zweitrangiger Bedeutung ist.
Ob die Lagen tatsächlich als Jahreslagen anzusprechen sind, kann nur durch unabhängige Datierungen, wie z.B. U/Th, abschließend bewiesen werden. Die zeitliche (d.h. von innen nach außen jüngere) Variabilität der Grauwerte wurde anhand einer Messlinie (Abb. 7 C, 8) auf dem Durchlichtbild untersucht. In Perle 1 reichen die Grauwerte von 20 (relativ dunkel) bis 210 (hell). Die Distanz des Profils in Abb. 9 deckt den gesamten ca. 1 mm breiten Querschnitt durch den Cortex ab. Zur Bestimmung der Jahreslagen wurden nur deutlich erkennbare Lagen gezählt. Bei kleineren Peaks, die makroskopisch in der Grafik kaum zu erkennen sind oder auch innerhalb einer Lage fortgehend minimale Schwankungen anzeigen, könnte es sich um subannuelle Lagen handeln, da sich der klimatische Jahresgang nicht nur aus je einer kalten und warmen Periode zusammensetzt, sondern auch Niederschlags- und Temperaturschwankungen innerhalb eines Jahres kleinere Schwankungen verursachen, die sich in Wachstumsänderungen widerspiegeln können.
Nach der Lagenzählung erhält man 58 Wachstumslagen für Höhlenperle 1, was bei Rückwärtszählung seit 2012 einem Wachstumsbeginn im Jahr 1954 entspricht.

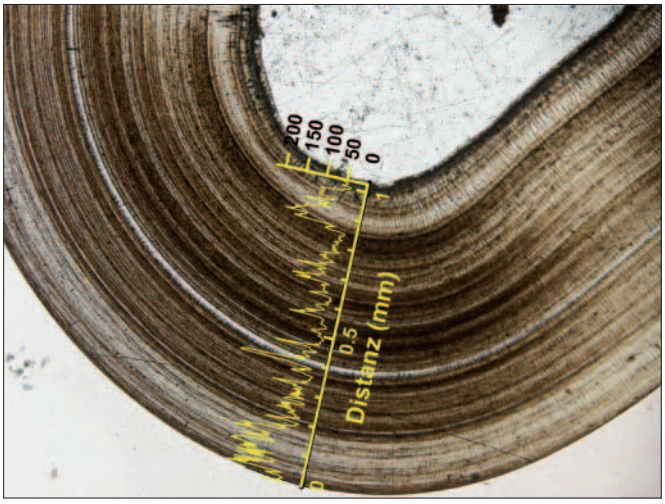


Abb. 9: Durchlichtfoto mit Grauwertprofil; das ca. 1 mm lange Profil reicht vom Außenrand des Cortex bis zum Quarzkern

Isotopenzusammensetzung des Tropfwassers und der Höhlenperlen

Die bei zwei Besuchen der Kleinen Teufelshöhle im Mai 2018 und April 2019 genommenen Tropfwasserproben zeigen $\delta^{18}O$-Werte zwischen -9,24 und -9,62 ‰ sowie -62 ‰ und -66 ‰ (Tab. 1). Die insgesamt 8 Pulverproben aus zwei Höhlenperlen zeigen $\delta^{18}O$-Werte zwischen -6,9 und -7,4 ‰ VPDB und $\delta^{13}C$-Werte zwischen -10,1 und -10,6 ‰ VPDB (Tab. 1). Eine gleichmäßig hohe räumliche Beprobung war aufgrund der geringen Größe und der brüchigen Eigenschaften der Höhlenperlen nicht möglich.

Synthese des Laminationsgefüges

Während das Laminationsgefüge von Stalagmiten in den letzten Jahren zunehmend in den Forschungsfokus gerückt ist (Baker et al. 2008, 2015; Hardt et al. 2010, Orland et al. 2012, Myers et al. 2015, Ronay et al. 2019) wurden Höhlenperlen bislang weitestgehend ignoriert. Beispielhaft sei auf die Studie von Nader (2007) verwiesen, in der petrographische und auch erste Isotopendaten diskutiert wurden. Dass die petrographische Ausprägung von Höhlenperlen ähnlich Stalagmiten Rückschlüsse auf klimatische und andere Umweltfaktoren zulässt, ist bisher nur unzureichend untersucht. Zum Vergleich mit den hier behandelten Höhlenperlen können die Studien von Wurth (2002) und Riechelmann et al. (2019) zur Lamination in Stalagmiten aus der Zoolithenhöhle herangezogen werden. In der erstgenannten Arbeit wurden zwei Stalagmiten aus Höhlenbereichen mit 20 - 30 m Felsüberdeckung hochauflösend analysiert und eine annuelle Lamination mit pigmentreicherer Basis (Spätsommer bis Herbst) sowie pigmentärmerem Topbereich (Winter bis Sommer) von 50 - 90 µm (gemittelt 68 µm) beobachtet. Im Eingangsbereich derselben Höhle ermittelten Riechelmann et al. (2019) Lagenpaardicken von 140 - 200 µm in einem über historische Zeit gewachsenen Stalagmiten. Die Lamination dieser Probe ist wahrscheinlich aufgrund geringerer Felsüberdeckung (ca. 10 m) und damit schnellerer Reaktion auf Änderungen des Wasserhaushalts sowie verstärkter Ventilation direkter vom Lösungs-/Fällungsgeschehen abhängig. Verglichen mit der Probe von Wurth (2002) führt dies zu einem weitständigeren Gefüge und höheren Wachstumsraten. Diese Dimensionierung und Interpretation lässt sich nicht direkt auf die Perlencortices übertragen, da die Laminae

Tab. 1: Isotopendaten der Wasserproben und Höhlenperlenkarbonate. Die Wasserproben werden gegen den VSMOW-Standard referenziert, während die Karbonate gegen VPDB normiert sind.

Sample ID	Datum/Distanz (mm)	$\delta^{18}O$ (‰ VSMOW)	δD (‰ VSMOW)	δexcess (‰)	$\delta^{18}O$ (‰ VPDB)	$\delta^{13}C$ (‰ VPDB)
Tropfwasserproben						
P-342	6.5.2018	-9,24	-62,7	11,2	-	-
P-512	5.4.2019	-9,60	-66,0	10,8	-	-
P-513	5.4.2019	-9,62	-66,0	10,9	-	-
Mittelwert (S.D.)		**-9,49 (0,21)**	**-64,9 (1,9)**	**10,97 (0,21)**		
Höhlenperlenkarbonat						
KT1-1-07	0,8 - 0,9				-7,35	-10,38
KT1-1-08	0,9 - 1,0				-7,08	-10,26
KT1-1-11	1,2 - 1,3				-6,91	-10,37
KT3-3-03	0,4 - 0,5				-7,29	-10,28
KT3-3-06	0,7 - 0,8				-6,95	-10,11
KT3-3-07	0,8 - 0,9				-6,96	-10,25
KT3-3-09	1,0 - 1,1				-6,96	-10,6
KT3-3-10	1,1 - 1,2				-6,98	-10,43
KT3-3-11	1,2 - 1,3				-6,86	-10,39
Mittelwert (S.D.)					**-7,04 (0,17)**	**-10,34 (0,14)**

enger ausgebildet sind und zwei Hierarchiestufen von Lagenpaaren beobachtet werden können. Die mächtigere Lamination (15 - 30 µm dicke Lagenpaare) entspricht nach Kalibration von Lagen- und Cortexdicke mit der Zeitdauer von 1951 bis 2010 der Jahresrhythmik. Die Feinstrhythmik mit Lagenpaaren < 3 - 10 µm gibt subjährliche Wechsel von regenreicheren und regenärmeren Zeitabschnitten wieder. Bei bislang nicht gemessenen Perlen tiefer gelegener Höhlen sollte sich der subjährliche Wechsel geringer auswirken, so dass eine geringere Ausbildung bzw. ein Fehlen der Feinstrhythmik zu erwarten ist.

Zu Höhlenperlen sind solche Arbeiten unseres Wissens bisher nicht durchgeführt worden. Kamp (2018) zeigte jüngst, dass auch Höhlenperlen als Umwelt- und Klimaarchiv durchaus geeignet sein können und diskutiert eine erste Zeitreihe von hochauflösend beprobten Isotopendaten.

Auch wenn die Lamination von Höhlenperlen nur mit Einschränkungen auf Stalagmiten übertragen werden kann, lassen sich doch Ähnlichkeiten finden. Bei den gemessenen Cortexdicken von 900 - 1800 µm und einer bekannten Bildungszeit für die Perlen von etwa 60 Jahren (seit 1951) ergibt sich eine Wachstumsgeschwindigkeit zwischen 15 und 30 µm/Jahr (Abb. 10). Die beobachtete Großrhythmik mit 30 - 80 µm dicken Lagenpaaren spiegelt eine größere Rhythmik wider. Aufgrund der oberflächennahen Tropfstelle ist die Ausbildung der Jahreslagen variabel. So fiel die Tropfstelle des Perlennests im trockenen Sommer/Frühherbst 2018 nach Beobachtungen lokaler Höhlenforscher über Wochen trocken, was zu einem Mikrohiatus in aktuell wachsenden Höhlenperlen geführt haben sollte. Auch das 2010 - 2013 durchgeführte Umweltmonitoring ergab uneinheitliche und stärkere Schwankungen in den Jahresgängen für Tropf- und Karbonatausfällmengen (Meyer 2014). Demgegenüber steht die vereinzelt beobachtete Feinstrhythmik von < 3 - 10 µm für Lagenpaare nicht im Einklang mit der Jahresschichtung und ist offenbar an subannuelle Wachstumsveränderungen gebunden. Um diese Dynamik zu charakterisieren, ist weitere Forschung notwendig. Die Lagendicke zeigt eine Abhängigkeit von der mittleren Temperatur im Hochsommer (Juli - August, Abb. 10), wobei höhere Temperaturen zu dünneren Lagenbildungen führen.

Die ausgebildete Jahreslagenmächtigkeit von 15 - 30 µm ist auffallend geringer als die von Riechelmann et al. (2019) ermittelten Jahrespaare von 140 - 200 µm Dicke an Stalagmiten der Zoolithenhöhle mit gleicher Felsüberdeckung. Zwei Prozesse können als mögliche Erklärungsansätze für diese unterschiedlichen Wachstumsraten herangezogen werden: Einerseits versickert bei dem beprobten Höhlenperlennest ein großer Teil des Tropfwassers im unterlagernden Sand, so dass dieser zumindest oberflächennah zementiert wird, und andererseits ist es sehr wahrscheinlich, dass die Stalagmiten im Eingangsbereich der Zoolithenhöhle deutlich stärker durch Ventilation betroffen sind. Dies erlaubt schnelleres Entgasen von CO_2 aus dem Tropfwasser und damit erhöhte Ausfällraten (Breitenbach et al. 2015). Aufgrund der längeren Verfügbarkeit von Wasser und langsamerem CO_2-Entgasen aus dem Perlennest ist es somit kaum verwunderlich, dass die Höhlenperlen langsamer wachsen. Diese Beobachtungen sprechen für eine durch jahreszeitliche Änderungen der Höhlenatmosphäre hervorgerufene Großrhythmik, die als Jahreslaminationsgefüge (im Sinne von Varven in Seesedimenten) angesprochen werden kann. Die Feinstrhythmik hingegen spiegelt subannuelle Witterungswechsel mit regenreicheren und regenärmeren Zeitabschnitten wider, wie es andernorts von Brook et al. (1999) und Hardt et al. (2010) beobachtet wurde.

Interpretation der Isotopenverhältnisse

Die Isotopenzusammensetzung der Tropfwasserproben aus der Teufelshöhle entspricht denen einer früheren Studie (Meyer 2014) und ist zudem statistisch den Werten im Niederschlag und Flusswässern dieser Region sehr ähnlich (van Geldern et al. 2015). Sekundäre Verdunstung der die Höhle erreichenden Wässer kann somit ausgeschlossen werden und die Tropfwässer bringen das Isotopensignal des Niederschlags in die Höhle. Mithilfe der Höhlenlufttemperatur (9,1 °C), der mittleren Sauerstoffisotopenzusammensetzung des Tropfwassers (-9,49 ‰ VSMOW) und des Höhlenperlenkarbonats (-7,04 ‰ VPDB) können wir testen, ob und inwieweit die Karbonatausfällung von kinetischen Prozessen beeinflusst wird (Demeny et al. 2010). Der mittels dieses Tests gewonnene modellierte Wert liegt innerhalb der Fehlerspanne der gemessenen Isotopenwerte. Die Umweltbedingungen innerhalb der Höhle sind offensichtlich so stabil und die Entgasung von CO_2 aus dem Tropfwasser so langsam, dass sich Gleichgewichtsbedingungen während der Bildung der Höhlenperlen einstellen können. Damit ist deren Isotopenzusammensetzung nur von der Bildungstemperatur und dem Isotopensignal des Tropfwassers abhängig. Höhlenperlen stellen somit ein bisher unterschätztes Paläoumweltarchiv dar. Die Beprobung dickerer Höhlenperlen mittels computergesteuerter Fräsen eröffnet uns die Möglichkeit, Isotopenzeitreihen zu gewinnen, die wertvolle Informationen zur Temperatur und Wasserzusammensetzung erlauben. Dieser Ansatz und mögliche Komplikationen wurden vor kurzem im Detail evaluiert (Kamp 2018).

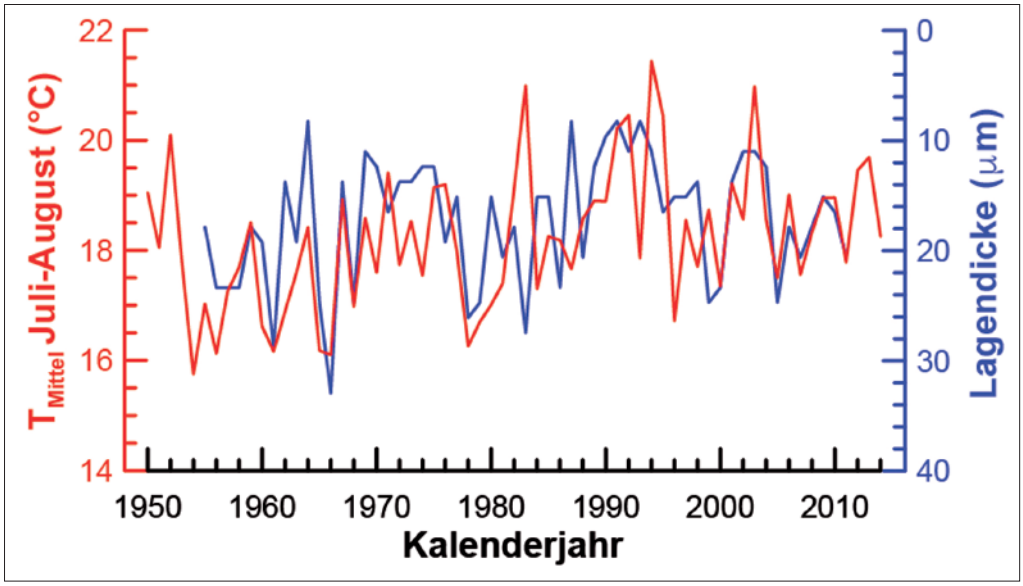


Abb. 10: Vergleich des Lagendickenprofils mit der mittleren Sommertemperatur (Juli - August) an der meteorologischen Station Nürnberg. Dünnere Lagen treten häufig während wärmerer Sommer auf.

Diskussion und Zusammenfassung

Die petrographischen und geochemischen Untersuchungen an seit den 1950er Jahren gebildeten Höhlenperlen belegen einen ausgeprägten Lagenbau, wobei mit zunehmendem Alter die Kugelform angestrebt wird. Für die gute Rundung der Höhlenperlen kann aber schon aufgrund der geringen Größe der Perlennester (Ø ca. 15 cm) die Strömungsenergie als Ursache der allseitigen Cortexausbildung und guter Rundung ausgeschlossen werden. Wir nehmen eine stetige Anwesenheit von Biofilmen bei der Bildung der Perlen an, so dass selbst bei lediglich tropfendem Wasser die Perlen leicht bewegt werden können.

Ein Lagenaufbau mit vorwiegend mikritischer Basis und radialcalcitischem Topbereich charakterisiert die Cortexausbildung. Diese Bildung folgt klimatischen Wechseln oberhalb der Höhle. Die Grauwerteanalytik zeigt einige deutliche, aber auch kleinere Veränderungen, die mit jahreszeitlichen Schwankungen der Wasserzusammensetzung und Wachstumsgeschwindigkeit zusammenhängen. Detaillierte Lagenzählungen deuten auf ein Alter von 58 Jahren, was in etwa mit dem Jahr des Sandeinbruchs übereinstimmt.

Der Organikanteil ist in den Perlencortices mittels Fluoreszenz belegt. Der Aufbau der Perlencortices wird vermutlich durch ganzjährig vorhandene, aber saisonal variierende Organikanteile unterstützt, möglicherweise durch eine Beteiligung von Biofilmen. Ein konstruktiver Einfluss von Biofilmen bei der Bildung von Speläothemen wurde mehrfach nachgewiesen (Barton & Northrup 2007, Dinguid et al. 2010, Jones 2010, Fairchild & Baker 2012), auch wenn der direkte Vorgang der Biomineralisation bei Speläothemen nicht abschließend geklärt ist. Im vorliegenden Fall unterstützt ein erhöhter Nährstoffeintrag aus dem Boden im Spätsommer/Herbst die Bakterienentwicklung in der Höhle. Auch die fehlende Zementation der Partikel in den Tropftrichtern deutet auf einen Einfluss von Biofilmen auf die Bildung der Perlen, die ansonsten relativ schnell überzementiert würden. Die Anwesenheit organogener Hüllen (Biofilme) erlaubt eine leichtere Rotation der Partikel in den Perlennestern. Für diese Interpretation spricht auch die häufig beobachtete mäßige Sortierung in den Höhlenperlennestern.

Die gegenüber dem Hauptteil der Perlencortices pigmentfreien Sonderlagen können genetisch nur unzureichend interpretiert werden. Möglicherweise war das Mikromilieu bei der Entstehung der Basislage noch anorganisch dominiert. Dagegen könnte die Abschlusslage schon einem stärkeren anthropogenen Einfluss seit Beginn des Monitorings im Jahr 2010 ausgesetzt gewesen sein. Dies erklärt allerdings nicht die Sonderlagen im Inneren der Cortices, die einerseits in vielen Perlen zu finden sind, aber auch vollständig fehlen können. Möglicherweise sind diese Lagen auf temporäre anthropogen induzierte Ereignisse, wie den Laboreinbau 1977/78 oder einen Wassereinbruch aufgrund einer Bohrung im Jahr 1997, zurückzuführen.

Die Isotopenergebnisse zeigen, dass die Höhlenperlen das originale Niederschlagssignal und die Bildungstemperatur widerspiegeln und nicht signifikant durch sekundäre kinetische Prozesse beeinflusst sind. Zusammenfassend zeigen die hier vorgestellten Ergebnisse, dass Höhlenperlen, ähnlich wie Stalagmiten, wichtige Umweltarchive darstellen, deren Petrographie und Isotopenzusammensetzung wichtige Informationen zur lokalen Umwelt- und Klimaentwicklung liefern können.

Dank

Die Wasserisotopenanalysen wurden freundlicherweise von Dr. Hanno Meyer (AWI Potsdam) durchgeführt. Für detaillierte Informationen und uneigennützige Betreuung der Feldarbeit in der Kleinen Teufelshöhle sind wir Annette und Dieter Preu (FHKF Nürnberg) zu Dank verpflichtet. Technische Unterstützung erhielten wir auch von G. Grittner, Dr. R. Hoffmann und F. T. Meyer.

Literatur

Baker, A., Hellstrom, J., Kelly, B. F. J., Mariethol, G. & Trouet, V. (2015): A composite annual – resolution stalagmite record of North Atlantic climate over the last three millennia. – Sci. Rep. 5: 10307

Baker, A., Smith, C. L., Jex, C., Fairchild, I. J., Genty, D. & Fuller, I. (2008): Annually laminated speleothems: a review. – Int. J. Spel. 37: 193-206

Barton, H. A. & Northrup, D. E. (2007): Geomicrobiology in cave environments: past, current and future perspectives. – J. Cave Karst Studies 69: 163-178

Borsato, A., Frisia, S., Fairchild, I. J., Somogyi, A. & Susini, J. (2007): Trace element distribution in annual stalagmite laminae mapped by micrometer-resolution X-ray fluorescence: Implications for incorporation of environmentally significant species. – Geochim. Cosmochim. Acta 71: 1494-1512

Breitenbach, S. F. M., Lechleitner, F. A., Meyer, H., Diengdoh, G., Mattey, D. & Marwan, N. (2015): Cave ventilation and rainfall signals in dripwater in a monsoonal setting – a monitoring study from NE India. – Chem. Geol. 402: 111-124

Brook, G. A., Rafter, M. A., Railsback, L. B., Sheen, S.-W. & Lundberg, J. (1999): A high-resolution proxy record of rainfall and ENSO since AD 1550 from layering in stalagmites from Anjohibe Cave, Madagascar. – Holocene 9: 695-705

Brunner, G. (1951): Die „Kleine Teufelshöhle" bei Pottenstein (Oberfranken). – Abh. Bayer. Akad. Wissensch., Math.-naturwiss. Kl., N. F. 60: 46 S., München

Cayeux, L. (1935): Les roches sédimentaires de France. Roches carbonatées. – Masson, Paris, 447 S.

Demeny, A., Kele, S. & Siklosy, Z. (2010): Empirical equations for the temperature dependence of Calcite-water oxygen isotope fractionation from 10 to 70°C. – Rapid Commun. Mass Spectrom. 24: 3521-3526

Dinguid, S. M. A., Kyser, T. K., James, N. P. & Rankey, E. C. (2010): Microbes and ooides. – J. Sediment. Res. 80: 236-251

Donahue, J. (1969): Genesis of oolite and pisolite grains. – J. Sedim. Petrol. 39: 360-377

Fairchild, I. J. & Baker, A. (2012): Speleothem Science – From Progress to Past Environment. – 432 S., Wiley-Blackwell, Chichester

Flügel, E. (2010): Microfacies of Carbonate Rocks. – 984 S., Springer, Berlin Heidelberg

Folk, R. L. & Lynch, L. F. (2001): Organic matter, putative nanobacteria and the formation of ooids and hardgrounds. – Sedimentol. 48: 215-229

Füchtbauer, H. & Richter, D. K. (1988): Karbonatgesteine. – In: Füchtbauer, H. (Hrsg.): Sedimente und Sedimentgesteine, S. 233-434, Schweizerbart'sche, Stuttgart

Habermann, D., Neuser, R. D. & Richter, D. K. (1998): Low limit of Mn^{2+}-activated cathodoluminescence of calcite: state of the art. – Sediment. Geol. 116: 13-24

Hahne, C., Kirchmayer, M. & Ottemann, J. (1968): Höhlenperlen (Cave Pearls), besonders aus Bergwerken des Ruhrgebietes. Modellfälle zum Studium diagenetischer Vorgänge an Einzelooiden. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 130: 1-46

Hardt, B. Rowe, H. D., Springer, G. S., Cheng, H. & Edwards, R. L. (2010): The seasonality of east central North American precipitation based on three coeval Holocene speleothems from southern West Virginia – Earth Planet. Sci. Lett. 295: 342-348

Hess, F. L. (1929): Oolites or cave pearls in the Carlsbad cavern. – Proc. US Natl. Mus. 76: 1-5

Hill, C. & Forti, P. (1997): Cave Minerals of the World. – 2nd ed., National Speleological Society, Huntsville, 463 S.

Homann, W. (1969) Experimentelle Ergebnisse zum Wachstum rezenter Höhlenperlen (Spelaeoide). – Proc. 5th Int. Congr. Spel.. Stuttgart, paper S5, 19 S.

Hoffmann, R., Richter, D. K., Neuser, R. D., Jöns, N., Linzmeier, D. J., Lemanis, R. E., Fusseis, F., Xiao, X. & Immenhauser, A. (2016): Evidence for a composite organic – inorganic fabric of belemnite rostra: Implications for palaeoceanography and palaeoecology. – Sediment. Geol. 341: 203-215

Jones, B. (2009): Cave pearls – the integrated product of abiogenic and biogenic processes. – J. Sediment. Res. 79: 689-710.

Jones, B. (2010): Microbes and Calcite speleothems. – In: Pedley, H.M. & Rogerson, M. (eds.): Tufas and Speleothems: Unravelling the Microbial and Physical Controls. – Geological Society London, Spec. Publ. 336: 7-30

Kamp, J. (2018) Cave pearls – a novel archive of paleoenvironmental conditions on the continents? – Master Thesis, Ruhr-Univ. Bochum

Kamphausen, D. (1998): Exkursion in die Teufelshöhle bei Pottenstein. – Erlanger geol. Abh., Sonderbd. 2: 166-167, Erlangen

Melim, L. & Spilde, M. N. (2018): A new unified model for cave pearls: insights from cave pearls in Carlsbad cavern, New Mexico, U.S.A. – J. Sediment. Res. 88: 344-364

Merlet, C. (1994): An accurate computer correction program for quantitative electron probe microanalysis. – Microchim. Acta 114-115: 363-376

Meyer, F. T. (2014): Three year monitoring in caves of the Northern Franconian Alb – Data, Analysis and Discussion. – Master Thesis, Ruhr-Univ. Bochum

Meyer, R. K. F. (1972): Stratigraphie und Fazies des Frankendolomits (Malm), Teil 1: Nördliche Frankenalb. – Erlanger geol. Abh. 91: 28 S.

Meyer, R. K. F. & Schmidt-Kaler, H. (1990): Paläogeographie und Schwammriffentwicklung des süddeutschen Malm – ein Überblick. – Facies 23: 175-184

Myers, C. G., Oster, J. L., Sharp, W. D., Bennartz, R., Kelley, N. P., Covey, A. K. & Breitenbach, S. F. M. (2015): Northeast Indian stalagmite records Pacific decadal climate change: implications for moisture transport and drought in India. – Geophys. Res. Lett. 42: 4124-4132

Michel, U. (1998): Höhlenlabor Kleine Teufelshöhle. – Erlanger geol. Abh., Sonderbd. 2: 168 S., Erlangen

Mitterer, R. M. (1972): Biogeochemistry of aragonite mud and oolites. – Geochim. Cosmochim. Acta 36: 1407-1412

Nader, F. H. (2007): Petrographic and geochemical study on cave pearls from Kanaan Cave (Lebanon). – Int. J. Spel. 36: 39-50

Neuser, R. D., Bruhn, F., Götze, J., Habermann, D. & Richter, D. K. (1996): Kathodolumineszenz: Methodik und Anwendung. – Zbl. Geol. Paläont. Teil I 1995: 287-306

Niebuhr, B. & Pürner, T. (2014): Plattenkalk und Frankendolomit – Lithostratigraphie der Weißjura – Gruppe der Frankenalb (außeralpiner Oberjura, Bayern). – In: Niebuhr, B. (Hrsg.): Lithostratigraphie der Weißjura-Gruppe der Frankenalb und der mittel- bis oberjurassischen Reliktvorkommen zwischen Straubing und Passau (Bayern). – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss. 83: 5-71

Orland, I. J., Miryam Bar-Matthews, M., Ayalon, A, Matthews, A., Kozdon, R., Ushikubo, T. & Valley, J. W. (2012): Seasonal resolution of Eastern Mediterranean climate change since 34 ka from a Soreq Cave speleothem. – Geochim. Cosmochim. Acta 89: 240-255

Pacton, M., Breitenbach, S. F. M., Lechleitner, F. A., Vaks, A., Rollion-Bard, C., Gutareva, O. S., Osinzev, A. V. & Vasconcelos, C. (2013): The role of microorganisms on the formation of a stalactite in Botovskaya Cave, Siberia palaeoenvironmental implications. – Biogeosci. 10: 6115-6130

Rasband, W. S. (1997-2018): ImageJ. – U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, https://imagej.nih.gov/ij/

Reither, L., Tietz, G. F. & Tröger, B. (1988): Die Beeinflussung dolomitischer Karstwässer durch klastische Höhlensedimente am Beispiel der Kleinen Teufelshöhle/Pottenstein (Fränkische Alb). – Karst und Höhle 1988: 81-91

Reitner, J., Arp, G., Thiel, V., Gautret, P., Galling, U. & Michaelis, W. (1997): Organic matter in Great Salt Lake ooids (Utah/US). First approach to a formation via organic matrices. – Facies 36: 210-219, Erlangen

Richter, D. K. (1983): Calcareous ooids: A synopsis. – In: Peryt, T. M. (ed.) (1983): Coated grains: 71-99, Springer, Berlin

Richter, D. K., Götte, T. H., Götze J. & Neuser, R. D. (2003): Progress in application of cathodoluminescence (CL) in sedimentary petrology. – Mineral. Petrol. 79: 127-166

Riding, R. (2000): Microbial carbonates: the geological record of calcified bacterial-algal mats and biofilms. – Sedimentol. 47: 179-214

Riechelmann, D. F. C., Fohlmeister, J., Kluge, T., Jochum, K. P., Richter, D. K., Deininger, M., Friedrich, R., Frank, N. & Scholz, D. (2019): Evaluating the potential of tree-ring methodology for cross-dating of three annually laminated stalagmites from Zoolithencave (SE Germany). – Quatern. Geochron. 52: 37-50

Riechelmann, S., Schröder–Ritzau, A., Wassenburg, J. A., Schreuer, J., Richter, D. K., Riechelmann, D. F. C., Terente, M., Constantin, S., Mangini, A. & Immenhauser, A. (2014): Physicochemical characteristics of drip waters: Influence on mineralogy and crystal morphology of recent cave carbonate precipitates. – Geochim. Cosmochim. Acta 145: 13-29

Ronay, E., Breitenbach, S. F. M. & Oster, J. (2019): Sensitivity of speleothem records in the Indian Summer Monsoon region to dry season infiltration. – Sci. Rep. 9: 5091

Schirmer, W. (2008): 140 Millionen Jahre alte Geschichte der Fränkischen Schweiz. – In: Riffe, Wüsten und Vulkane: Was die Steine verraten, S. 26-45 (Begleitbuch zur Sonderausstellung im Fränkische-Schweiz-Museum Tüchersfeld)

Schirmer, W. (2013): Moenodanuvius – Flussweg quer durch Franken. – Natur und Mensch: 89-146

Summons, R. E., Bird, L. R., Gillespie, A. L., Pruss, S. B., Roberts, M. & Sessions, A. L. (2013): Lipid biomarkers in ooids from different locations and ages: evidence for a common bacterical flora. – Geobiol. 11: 420-436

Tietz, G. F. (1988): Zur Genese rezenter Karbonatbildungen in Dolomithöhlen Frankens. – Karst und Höhle 1988: 7-79

Tucker, M. E. & Wright, V. P. (1990): Carbonate Sedimentology. – Blackwell, 482 S.

Van Beynen, P., Bourbonniere, R., Ford, D. & Schwarcz, H. (2001): Causes of colour and fluorescence in speleothems. – Chem. Geol. 175: 319-341

Van Geldern, R., Schulte, P., Mader, M., Baier, A. & Barth, J. A. C. (2015): Spatial and temporal variations of pCO_2, dissolved inorganic carbon and stable isotopes along a temperate karstic watercourse. – Hydrol. Process. 29: 3423-3440

Vanghi, V., Frisia, S. & Borsato, A. (2017): Genesis and microstratigraphy of calcite coralloids analysed by high resolution imaging and petrography. – Sediment. Geol. 359: 16-28

Wanamaker, A. D., Baker, A., Butler, P. G., Richardson, C. A., Scourse, J. D., Ridgway, I. & Reynolds, D. J. (2009): A novel method for imaging internal growth patterns in marine molluscs: a fluorescence case study on aragonite shell of the marine bivalve Arctica islandica (Linnaeus). – Limnol. Oceanogr. Meth. 7: 673-681

Wurth, G., Niggemann, S. & Richter, D. K. (2000): Der hierarchische Aufbau des Laminationsgefüges eines spät-/postglazialen Kerzenstalagmiten aus der Zoolithenhöhle bei Burggaillenreuth (Fränkischer Schweiz). – Bochumer geol. u. geotechn. Arb. 55: 131-151

Wurth, G. (2002): Klimagesteuerte Rhythmik in spät- bis postglazialen Stalagmiten des Sauerlandes, der Fränkischen Alb und der Bayerischen Alpen. – Diss. Fak. Geowiss. Ruhr-Univ. Bochum, 123 S.

Autoren: Richter, Detlev K. und Neuser, Rolf D.,
Institut für Geologie, Mineralogie, und Geophysik,
Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 150; Breitenbach,
Sebastian F.M., Department of Geography and Environmental
Sciences, Northumbria University, Newcastle upon Tyne, UK,
sebastian.breitenbach@northumbria.ac.uk

Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher	66 (4)	119 - 124	München 2020

Der Salamanderfresser im Karst – ein aggressiver Hautpilz erfordert Verhaltensänderungen bei Höhlenforschern

von

Stefan Meyer

Zusammenfassung

Der höchstwahrscheinlich aus Ostasien stammende Hautpilz *Batrachochytrium salamandrivorans* (kurz *Bsal*) breitet sich seit 2013 in Mitteleuropa aus und löscht dabei ganze Salamander-Populationen aus (Niederlande, Belgien). Dieses betrifft mittlerweile auch Deutschland (Nordrhein-Westfalen und Bayern). Insgesamt stellt *Bsal* eine sehr ernst zu nehmende Bedrohung für den Feuersalamander und andere Schwanzlurche (Caudata) dar. Dieses Problem betrifft auch die aktive Höhlen- und Karstforschung. Vielfach sind die Karstgebiete die Hauptverbreitungsgebiete der Feuer- und Alpensalamander. *Bsal* könnte bei einer weiteren Ausbreitung auch katastrophale Auswirkungen auf den Grottenolm (*Proteus anguinus*), den Höhlensalamander (*Speleomantes* spec.) und weitere lokal verbreitete Caudata-Arten Europas haben. Die Eindämmung dieses aggressiven Hautpilzes kann nur durch eine Verbreitungsverhinderung erfolgen. Dieses sollte durch Reinigungs- und Hygienemaßnahmen der Ausrüstungsgegenstände erfolgen und auch in der Höhlen- und Karstforschung konsequent praktiziert werden. Die Verbreitungswege und Mechanismen sowie die Biologie von *Bsal* werden kurz beschrieben.

Summary

The skin fungus *Batrachochytrium salamandrivorans* (short *Bsal*), most probably originating from East Asia, has been spreading in Central Europe since 2013, wiping out entire salamander populations (Netherlands, Belgium). Meanwhile this also affects Germany (North Rhine-Westphalia and Bavaria). All in all, *Bsal* poses a very serious threat to the fire salamander and other caudal lurks (Caudata). This problem also affects active caving and karst research. In many cases the karst areas are the main distribution ranges of the fire and alpine salamanders. *Bsal* could have catastrophic effects on the olm (*Proteus anguinus*), the cave salamanders (*Speleomantes* spec.) and other locally distributed Caudata species of Europe if it continues to spread. The containment of this aggressive skin fungus can only be achieved by preventing its spread. This should be done by cleaning and hygiene measures of the equipment that must also be practiced consistently in cave and karst research. The distribution paths and mechanisms as well as the biology of *Bsal* are briefly described.

Einleitung

Das Auftreten von zuvor unbekannten Pilzerkrankungen (Mykose) bei Tieren, aber auch bei Pflanzen hat in den letzten 30 Jahren extrem zugenommen. Ursache ist die Globalisierung mit ihren enormen Warenumsätzen und einer fast grenzenlosen Zunahme der Reiseaktivitäten der Menschen.

Auf einer herpetologischen Fachtagung, dem First World Congress of Herpetology in Canterbury, wurde 1989 erstmals von einem rätselhaften Amphibiensterben in unterschiedlichen Teilen der Welt berichtet. Vor allem Frösche (Anura) verschwanden auch in entlegensten Winkeln der Welt (Kwet & Lötters 2008). Die Ursachen dieses Artensterbens waren zunächst rätselhaft. Es dauerte einige Zeit, bis *Batrachochytrium dendrobatidis* (*Bd*) als Verursacher identifiziert wurde. Dieser aus dem asiatischen Raum stammende Hautpilz wurde über Menschen verbreitet. Das Immunsystem der Anuren außerhalb des asiatischen Raumes konnte sich evolutionär nur unzureichend an diese Infektion anpassen, was wiederum zu den beobachteten schnellen und massiven Massensterben führte. Ein bekanntes Beispiel ist die ausgestorbene Goldkröte (*Incilius periglenes*) aus Costa Rica (Herrmann 1997).

Abb. 1: Ein mit dem „Weißnasen-Syndrom" infiziertes Großes Mausohr im Winterquartier; Foto Stefan Meyer

Eine weitere Mykose, die zu Massensterben bei Fledermäusen führt, ist bei Höhlenforschern besser bekannt: das „Weißnasen-Syndrom" (Breitenbach & Marwan 2010). 2006 wurde der Pilz *Pseudogymnoascus destructans*, der im direkten Zusammenhang mit der Mykose mehrerer Arten nordamerikanischer Fledermäuse steht, entdeckt. Obwohl er in den folgenden Jahren auch in Europa an Fledermäusen nachgewiesen wurde, blieben die europäischen Fledermaus-Populationen von einem Massensterben verschont. Vermutlich ist *P. destructans* in Europa heimisch. Einzelne Fledermäuse zeigen zwar die typischen Krankheits-Symptome (Abb. 1), sterben aber wesentlich seltener daran als amerikanische Fledermäuse. Es wird vermutet, dass *P. destructans* aus Europa nach Nordamerika verschleppt wurde und die dortigen Fledermaus-Arten bisher keinen entsprechenden Immunschutz ausbilden konnten.

Ähnlich erging es auch den Ureinwohnern Süd- und Nordamerikas nach der Entdeckung dieser Kontinente 1492 mit den „neuen" Krankheiten, die von den Europäern eingeschleppt wurden. Für Europäer eher ungefährliche Krankheiten führten bei der Urbevölkerung zu Massensterben.

20 Jahre nach der Entdeckung von *Batrachochytrium dendrobatidis* findet wieder ein Pilz einen ihm zuvor nicht zugänglichen Lebensraum. Wieder ist es der Mensch, der durch seine globale Reisetätigkeit die evolutionären Schranken durchbricht und Lebewesen in Systeme einführt, die auf diese nicht vorbereitet sind: *Batrachochytrium salamandrivorans*, mittlerweile aufgrund seiner Gefährlichkeit auch „Salamanderfresser" oder „Salamanderpest" genannt.

Was ist „*Bsal*“

Bei der „Salamanderpest“ handelt es sich um einen Cytridpilz mit dem unaussprechlichen wissenschaftlichen Namen *Batrachochytrium salamandrivorans.* Übersetzt bedeutet dieses so viel wie Salamanderfresser. Oftmals wird nur die Abkürzung *Bsal* verwendet. Es handelt sich um einen hoch infektiösen Hautpilz, der Schwanzlurche innerhalb weniger Tage durch Ersticken tötet (Martel et al. 2013). Der Jahrzehnte zuvor aufgetauchte froschtötende Hautpilz *B. dendrobatidis* (*Bd*) hatte diese Wirkung auf Schwanzlurche nicht. Laborversuche zeigten, dass dagegen Frösche und Schleichenlurche auf *Bsal* weniger empfindlich reagieren (Bachhausen 2018).

Erkrankte Feuersalamander sind für den Laien nicht immer als solche zu erkennen. Verstobene Tiere sehen selten so verpilzt (Mehrfachinfektionen) aus wie das Tier in Abb. 2. *Bsal* befällt die Haut der Tiere, die sehr häufig (jedoch nicht immer!) oberflächliche Läsionen aufweist. Dieses können kleine braune Ringe in den gelben Hautbereichen sein (Abb. 3, Krankheitsbild). Weitere äußere Anzeichen sind schwarze Beläge an Maul, Körperunterseite und Fußsohlen. An *Bsal* erkrankte Salamander haben oft massive Häutungsschwierigkeiten. Dadurch kommt es zu einer starken Beeinträchtigung der biologischen Funktionen der Haut, die eine fundamentale Rolle nicht nur für die Atmung der Amphibien spielt. Larven sind zunächst nicht betroffen, da der Pilz keratinisierte Bereiche befällt, die erst nach der Metamorphose flächig ausgebildet werden.

Abb. 2: Stark unter Pilzinfektionen leidender Feuersalamander (Erscheinungsbild *Bsal*-untypisch); Foto Stefan Meyer

Die Infektionswege und Biologie von *Bsal* werden seit einigen Jahren intensiv im Gelände, aber auch im Labor erforscht. Das Fortschreiten einer Infektion ist temperaturabhängig. Die optimale Temperatur für den Pilz beträgt zwar 15 °C, aber bei z.B. 4 °C oder geringer Infektionsdosis dauert es einfach nur länger, bis die Infektion ausbricht. Zudem verfügen infizierte Feuersalamander über keinerlei schützende Immunreaktionen. Bei Bergmolchen (*Ichthyosaura alpestris,* Abb. 4) sind die Verhältnisse hingegen andere. Gering belastete Molche können mit dem Erreger über mehrere Monate überleben – mit der Möglichkeit einer klinischen Heilung. Da der Bergmolch mit dem Feuersalamander (Abb. 5, 6) oftmals im gleichen Habitat vorkommt, bildet er ein ständiges Reservoir für Neuinfektionen. Nach Stegen et al. (2017) verfügt *Bsal* zudem über eine doppelte Ausbreitungsstrategie. Neben den beweglichen Sporen wird eine zweite Art von umweltresistenten Sporen gebildet, die im Wasser mindestens 31 Tage für Feuersalamander infektiös bleiben. Diese resistenten Sporen schwimmen an der Wasseroberfläche und können somit leicht durch Wasservögel

Abb. 3: Farbtafel mit typischen Krankheitssymptomen an Feuersalamandern, verursacht durch *Bsal*; Fotos Miguel Vences (oben, unten, Mitte 2.v.l.) und Niklas Banowski (Mitte l. und r.), Zoologisches Institut der TU Braunschweig

Abb. 4: Bergmolch ♂ in Wassertracht, Überträger von *Bsal;* Foto Stefan Meyer

über große Distanzen transportiert werden. Auch Geburtshelferkröten (*Alytes obstetricans*, Abb. 7), die selbst keine klinischen Befunde zeigen, werden als mögliche Überträger genannt.
Eine Übertragung durch von infizierten Salamandern kontaminierte Waldböden wurde noch nach 48 Stunden nachgewiesen – die Pilz-DNA war sogar noch nach 200 Tagen nachweisbar. Dieses umfangreiche Potential möglicher Sporenreservoire behindert jegliche Bemühungen, *Bsal* aus dem Ökosystem zu beseitigen, und macht eine schnelle weitere Verbreitung der Krankheit, ohne die Möglichkeit sie stoppen zu können, wahrscheinlich.
Neben Feuersalamandern (*Salamandra salamandra*) führt eine Infektion mit *Bsal* bei vielen weiteren Caudata-Arten zum schnellen Absterben. Besonders gefährdet sind auch Arten aus Karst- und Höhlengebieten in Südeuropa, wie zum Beispiel die Höhlensalamander (Abb. 8) der Gattung *Speleomantes* (Italien, vor allem Sardinien, SE-Frankreich), der Brillensalamander (*Salamandrina perspicillata,* Abb. 9 in Italien, u.a. Apuanische Alpen) oder der Sardische Gebirgsmolch (*Euproctus platycephalus*). Über den Alpensalamander (*Salamandra atra,* Abb. 10) und seine sehr begrenzt vorkommenden Unterarten liegen noch keine Informationen vor. Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass diese Art ähnlich auf *Bsal* reagiert wie der Feuersalamander. Auch die Auswirkungen von *Bsal* auf den Grottenolm (*Proteus anguinus,* Abb. 11) sind noch völlig unbekannt. Für Infektionsversuche unter Laborbedingungen liegen noch keine Ergebnisse vor. Es ist aber mit dem Schlimmsten zu rechnen, sollte der Cytridpilz in diese unterirdischen Lebensräume gelangen.

Chronologie der Verbreitung

Der natürliche tierische Lebensraum von *Batrachochytrium salamandrivorans* könnten Schwanzlurche aus Ostasien sein. Für einige der dort verbreiteten Arten (Vietnamesischer Warzenmolch, Schwertschwanzmolch, Feuerbauchmolch) stellt dieser Pilz scheinbar kein Problem dar. Andererseits zeigen auch einige wenige europäische Molche (Abb. 12, Fadenmolch *Lissotriton helveticus,* Bergmolch) und amerikanische Arten wie der Kleine Armmolch (*Siren intermedia*) Resistenzen (Tiere werden nicht infiziert) bzw. Toleranzen (Tiere werden vorübergehend infiziert, aber sterben nicht), vgl. Martel et al. (2014). Es gibt aber auch erste Beobachtungen, dass nach dem vernichtenden Auftreten von *Bsal* in Feuersalamander-Populationen vereinzelt noch lebende Tiere gefunden wurden (Bochum, Lottental). Warum die Tiere überlebt haben, ist noch unbekannt, die Forschung hierzu steht noch am Anfang (mdl. Mitt. R. Stawikowski).
Vor 10 Jahren wurden die ersten Massensterben in den Niederlanden beobachtet. 2013 wurde bei tot gefundenen Feuersalamandern (*Salamandra salamandra*) im Bunderbos-Wald *Bsal* nachgewiesen. Der Wald liegt im südlichsten Zipfel der Niederlande (Süd-Limburg) nördlich von Maastricht. Nachweise in einem kleinen Feuersalamander-Vorkommen in Belgien folgten kurz danach. Die ersten Opfer der Salamanderpest wurden aber 2004 bei Rott in der Eifel gefunden, ohne dass man damals von der Existenz des Pilzes wusste. Weil ein ortsansässiger Naturschützer zwei der toten Tiere in Formalin aufbewahrte, konnten Forscher kürzlich, nach fast 14 Jahren, die „Salamanderpest" als Todesursache dieser Tiere bestätigen (Willinger 2020).
Nach dem besorgniserregenden Aussterben der Feuersalamander in den Niederlanden und Belgien wurde ab 2015 durch die Biologischen Stationen in Düren und Aachen in Kooperation mit den Universitäten Trier und Braunschweig nach infizierten Tieren in der Eifel gezielt gesucht. Dies geschieht inzwischen im Rahmen eines vom Bundesamt für Naturschutz geförderten Programms.

Abb. 5: Gestreifter Feuersalamander (*Salamandra salamandra terrestris*); Foto Stefan Meyer

Abb. 6: Gefleckter Feuersalamander (*Salamandra salamandra salamandra*); Foto Stefan Meyer

Abb. 7: Geburtshelferkröte ♂ mit Gelege, resistent gegenüber *Bsal*, aber potentielle Überträgerin; Foto Stefan Meyer

Abb. 8: Italienischer Höhlensalamander *Speleomantes italicus*; Foto Stefan Meyer

Abb. 9: Brillensalamander in den Apuanischen Alpen; Foto Stefan Meyer

Abb. 10: Alpensalamander ♀ mit Jungtieren – derzeit sind noch keine *Bsal*-Infektionen dokumentiert worden; Foto Stefan Meyer

Abb. 11: Grottenolm – es besteht ein hohes Risiko, wenn *Bsal* in die unterirdischen Lebensräume gelangt; Foto Stefan Meyer

Abb. 12: Fadenmolch ♀ + ♂, teilweise resistent gegen *Bsal*, aber potentieller Überträger; Foto Stefan Meyer

Von 2015 bis 2017 wurden positive Nachweise von *Bsal* in zehn Gewässern der Nordeifel erbracht. Befallen waren dabei neben Feuersalamandern auch Kamm- (*Triturus cristatus,* Abb. 13), Berg- (*Ichthyosaura alpestris*), Teich- (*Lissotriton vulgaris,* Abb. 14) und Fadenmolche (*L. helveticus*). Parallel zu diesen Ergebnissen gab es positive Befunde in privaten Haltungen von Feuersalamandern, etwa in Großbritannien und in Deutschland (Ziemeck 2019).

Weitere infizierte Salamander wurden im Juli 2017 im Stadtwald von Essen gefunden. Im Herbst und Winter 2017/2018 kam es zu Massensterben von Feuersalamandern und Bergmolchen an mehreren Standorten der Ruhrgebietsstadt. Auch im Gebiet der Stadt Bochum fanden sich infizierte Tiere. Da es sich im Ruhrgebiet um ein flächendeckendes Vorkommen des Feuersalamanders handelt, ist eine noch umfangreichere, bisher nicht entdeckte Verbreitung der Infektion zu befürchten. In den benachbarten Bundesländern Hessen und Rheinland-Pfalz ist mit dem zeitnahen Auftreten von infizierten Feuersalamandern zu rechnen!

400 km vom Massensterben im Ruhrgebiet entfernt wurde im Mai 2020 ein toter Feuersalamander im Steigerwald gefunden, der nach Untersuchungen der Universitäten Trier und Braunschweig an einer Infektion mit *Bsal* verstorben ist. Für Bayern ist dies der erste Nachweis! Zeitgleich wurde *Bsal* auch im Allgäu an 15 toten Bergmolchen (!) dokumentiert.

Am 18.10.2020 bekam der Verfasser eine Nachricht von positiv getesteten Tieren aus Hessen (mdl. Dr. Ziemek). Verdächtige Totfunde aus dem niedersächsischen Leinebergland wurden Ende Oktober zur Untersuchung eingesandt.

Diese neuen Nachweise bestätigen die enorme Ausbreitungsdynamik von *Bsal*. Eine weitere Verbreitung der Krankheit ohne die Möglichkeit, sie effektiv zu stoppen, wird immer wahrscheinlicher. Mit dem Wissen über die Gefahr, die vom Salamanderfresser ausgeht, und dem konsequenten Einhalten hygienischer Standards kann seine Verbreitung etwas verzögert und wertvolle Zeit für weitere Forschungen gewonnen werden.

Handlungsempfehlungen

Aus den genannten Beobachtungen und Forschungsergebnissen ergibt sich nur eine Schlussfolgerung: Die Verbreitung von *Bsal* ist so effektiv wie möglich einzudämmen. Hier sind nicht nur Wissenschaftler und im Naturschutz arbeitende Personenkreise aufgerufen, sondern wir alle, die sich in die Lebensräume der Salamander begeben. Auch wir Höhlenforscher tragen hier eine hohe Verantwortung. Das Wissen um *Bsal* und der Verbreitungsgebiete der Amphibien in unseren Karstgebieten sollte zum Grundwissen werden.

Höhlen sind wichtige Überwinterungslebensräume der Feuersalamander. Durch unsere Bergschuhe, Stiefel und über die gesamte Ausrüstung können Sporen des Salamanderfressers verbreitet werden. Zudem kann natürlich auch der direkte Kontakt mit Feuersalamandern zu einer Infektion der Tiere führen. Deshalb sollte auch jeder einzelne seine Ausrüstungspflege und Hygienestandards überdenken und entsprechend anpassen. Die Universität Trier hat zur Eindämmung des Pilzes folgende Handlungsempfehlungen herausgegeben, die hier – in einigen Punkten in Bezug auf die Höhlen- und Karstforschung modifiziert – wiedergegeben werden.

Bsal entwickelt widerstandsfähige Dauerstadien, so dass ein Durchtrocknen der Schlaze und Abklopfen der Stiefel **nicht** ausreicht. **Die Ausrüstung sollte nach einer Befahrung stets gründlich mit Wasser gereinigt werden. Anhaftende Bodenreste und Schlamm entfernen. Schlaze in der Waschmaschine**

waschen. Eine sichere Maßnahme ist die Behandlung mit einem Pilzmittel wie Virkon S. Dieses Desinfektionsmittel wirkt gegen ein breites Spektrum pathogener Bakterien, Viren und Pilze. Es bieten sich auch andere Desinfektionsmittel wie Brennspiritus oder 70%iges Ethanol an, die in Zeiten von „Corona" aber bedeutend teurer sind.
Die von Höhlenforschern gelegentlich praktizierte „Sedimentrückführung", also das Abwaschen von schlammverschmutzten Schlazen in Bächen, ist zu überdenken – vor allem wenn dieses nicht im Umkreis der befahrenen Höhle bzw. im gleichen Karstgebiet erfolgt oder naturschutzrechtliche Einschränkungen bestehen. Denn sowohl durch trockene Bodenreste (z.B. im Profil von Schuhen) als auch durch Wasser/Feuchtigkeit an Geräten, Schuhen u.a. kann der Pilz verbreitet werden. Hier sollte eine separate Wanne eingerichtet werden, in die das Desinfektionsmittel gegeben wird und die zuvor mit Wasser gereinigten Berg- und Gummistiefel hineingestellt werden (Abb. 15). Diese Maßnahmen sollten unbedingt vor jedem Wechsel in andere Höhlensysteme oder gar Karstgebiete erfolgen.
Noch ist *Bsal* nicht in die klassischen Höhlengebiete vorgedrungen. Deshalb haben wir hier eine besondere Verantwortung und sollten auch nicht vergessen, dass nicht nur der Feuersalamander, sondern auch andere Caudata wie zum Beispiel der Alpensalamander oder der Grottenolm gefährdet sind! Dieses ist auch unbedingt bei Reisen in andere Länder zu beachten.

Bitte verdächtige Totfunde melden! Nicht nur auf Höhlentouren, auch bei einem Waldspaziergang die Augen nach Feuersalamandern aufhalten und „verdächtig aussehende" oder gar tote Tiere, die keine Verkehrsopfer sind, schnellstmöglich melden:
- Fotos machen, insbesondere von verdächtigen Hautstellen, z.B. „Läsionen", Tiere dabei **nicht** anfassen (Abb. 3 beachten)!
- Wenn möglich, tote Tiere für weitere Untersuchungen mitnehmen. Dabei geht man folgendermaßen vor: Das Tier mit einem Einweg-Handschuh oder einem umgedrehten Plastikbeutel aufnehmen, den Beutel sicher verschließen. Beutel und den gebrauchten Einweg-Handschuh in einen zweiten Beutel einpacken und möglichst bald einfrieren. Hat man nur einen Beutel dabei, die Tiere liegen lassen, um nicht unabsichtlich *Bsal* zu verschleppen. Die Mitnahme der toten Tiere ist nach § 45 Abs. 4 Bundesnaturschutzgesetz zulässig, allerdings nur unter Einhaltung dieser Hygiene-Maßnahmen und bei Übergabe an die zuständige Behörde (Untere Naturschutzbehörde). Den genauen Fundort (bestenfalls Koordinaten) sowie das Datum notieren und Meldung schnellstmöglich an die Untere Naturschutzbehörde.
- Auch die Mitnahme toter Salamander in Alkohol (96 % Ethanol, unvergällt) ist möglich, wenn dieser mitgeführt wird, wie z.B. auf biospeläologischen Exkursionen üblich. Die oben genannten hygienischen Vorgaben sind zu beachten.
- Positiv auf *Batrachochytrium salamandrivorans* getestete Tiere aus Höhlen oder Karstgebieten umgehend dem Vorstand des VdHK melden zur Bekanntgabe an seine Mitglieder.
- In Hessen hat das Hessische Landesamt für Umwelt (HLNUG) schon 2015 ein Meldenetz für Feuersalamander eingerichtet. Ähnlich wird in Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Bayern verfahren, für weitere Bundesländer ist es geplant.
- Informiert euch auf der Homepage des entsprechenden jeweiligen Landesamtes für Umwelt (siehe auch Info-Kasten)!

Worst case – der schlimmste Fall
Batrachochytrium salamandrivorans ist in Mitteleuropa und auch in Deutschland angekommen. Seine Verbreitung nimmt ständig zu. Seine todbringende Wirkung auf Caudata ist unumstritten. Die Hoffnung der Pessimisten und Optimisten gleichermaßen liegt in der Ausbildung einer Immunisierung. Dieses ist ein äußerst langwieriger evolutionärer Prozess. Zeit ist hier der ausschlaggebende Faktor! Diese Zeit soll durch die Unterbindung einer allzu schnellen Verbreitung gewonnen werden. Jeder sollte sich seiner Verantwortung bewusst sein und die oben aufgeführten Handlungsempfehlungen umsetzen.
Was ist, wenn die Zeit nicht reicht und die Salamander-Populationen zusammenbrechen, wenn eine Unterart des Feuersalamanders nach der anderen aus der Landschaft verschwindet?

Abb. 13: Nördlicher Kammmolch (♂ in Wassertracht), reagiert empfindlich auf *Bsal,* in Südeuropa finden sich weitere Arten; Foto Stefan Meyer

Abb. 14: Der Teichmolch (♂ in Wassertracht), die häufigste Molchart in Deutschland; Foto Stefan Meyer

Abb. 15: Gute Reinigung und Desinfektion unserer Ausrüstung und Kleidung wird immer wichtiger; Foto Stefan Meyer

Hier versucht das ehrgeizige Projekt Frogs & Friends/ Citizen Conservation, an dem unter anderem Mitglieder der AG Urodela (Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde, DGHT) beteiligt sind, Feuersalamander-Unterarten und Populationen professionell für eine mögliche Wiederansiedlung zu züchten – ein Mammutprojekt, denn allein vom Feuersalamander sind in Europa 2 Arten und 14 Unterarten bekannt (Gerhardt & Seidel 2019). Des Weiteren wird von der AG Urodela das Wissen über möglichst viele gefährdete Schwanzlurche zusammengetragen und in Haltungsrichtlinien zusammengefasst (Schultschik & Große 2013, Große 2018) mit dem Ziel, in Gefangenschaft gesunde, resistente Tiere zu züchten, um Populationen mit Nachzuchttieren zu stützen oder neu aufbauen zu können. Hätte es so etwas schon beim Auftauchen von *Batrachochytrium dendrobatidis* gegeben, es hätten vermutlich viele Anuren-Arten zumindest vorläufig gerettet werden können und die Goldkröte würde heute wieder im immer noch intakten Nebelwald von Monteverde rufen…

Literatur

Bachhausen, P. (2018): *Batrachochytrium salamandrivorans* – die neue Gefahr für Schwanzlurche. – In: Große (2018)

Breitenbach, S. & Marwan, N. (2010): Das Weißnasensyndrom (White-Nose Syndrome) bei Fledermäusen. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 56 (2): 36-38

Gerhardt, P. & Seidel, U. (2019): Neue Wege in der Salamanderhaltung. – elaphe 2/2019: 32-38

Große, W.-R. (2018): Gefährdete Molch- und Salamanderarten – Richtlinien für Erhaltungszuchten Band 2, DGHT Mertensiella, Supplement zu Salamandra, Edition Chimaira, Frankfurt a.M.

Herrmann, H.-J. (1997): Ausgestorbene Froschlurche. Über das Phänomen des Artensterbens bei Anuren. – TI Magazin 137, Tetra-Verlag, Melle

Kwet, A. & Lötters, S. (2008): Die weltweite Amphibienkrise. – In: Die globale Amphibienkrise. Terraristik-Themenheft, Draco 34: 4-17

Martel, A., Spitzen-van der Sluijs, A., Blooi, M., Bert, W., Ducatelle, R., Fisher, M. C., Woeltjes, A., Bosman, W., Chiers, K., Bossuyt, F. & Pasmans, F. (2013): *Batrachochytrium salamandrivorans* sp. nov. causes lethal chytridiomycosis in amphibians. – PNAS 110 (38): 15325-15329

Martel, A., Blooi, C., Adriaensen, P., van Rooij, P., Beukema, W., Fisher, M. C., Farrer, R. A., Schmidt, B. R., Tobler, U., Goka, K., Lips, K. R., Muletz, C., Zamudio, K., Bosch, J., Lötters, S., Wombwell, E., Garner, T. W. J., Cunningham, A. A., Spitzen-van der Sluijs, A., Salvidio, S., Ducatelle, R., Nishikawa, K., Nguyen, T. T., Kolby, J. E., van Bocxlaer, I., Bossuyt, F. & Pasmans, F. (2014): Recent introduction of a chytrid fungus endangers Western Palearctic salamanders. – Science 346 (6209): 630-631

Schultschik, G. & Große, W.-R. (2013): Gefährdete Molch- und Salamanderarten der Welt – Richtlinien für Erhaltungszuchten. – DGHT Mertensiella 20d, Supplement zu Salamandra, Mannheim

Seidel, U. & Gerhardt, P. (2016): Die Gattung *Salamandra* – Geschichte · Biologie · Systematik · Zucht. – Edition Chimaira, Frankfurt a.M., 543 S.

Stegen, G., Pasmans, F., Schmidt, B. R., Rouffaer, L. O., van Praet, S., Schaub, M., Canessa, S., Laudelout, A., Kinet, T., Adriaensen, C., Haesebrouck, F., Bert, W., Boussuyt, F. & Martel, A. (2017): Drivers of salamander extirpation mediated by *Batrachochytrium salamandrivorans*. – Nature 544: 353-356

Willinger, G. (2020): Salamanderpest: Der Salamanderfresser breitet sich aus. https://www.spektrum.de/news/der-salamanderfresser-breitet-sich-aus/1726668

Ziemek, H.-P. (2019): *Batrachochytrium salamandrivorans*: Der „Salamanderfresser“ breitet sich aus! – DATZ 3/2019: 18-21

Internet-Adressen für weitergehende Informationen

Bundesamt für Naturschutz (Bonn): www.bfn.de/infothek/datenfakten/zustand-der-natur/tiere-pflanzen-und-pilze/ii-11-3-verbreitungfeuersalamanders-in-dl.html

Situation in Europa: http://bsaleurope.com

Feuersalamander-Meldenetz in Hessen, Hans-Peter Ziemek: www.hlnug.de/themen/naturschutz/tiere-und-pflanzen/artenmelden/feuersalamander.html

Virkon S-Desinfektionsmittel, Produktdatenblatt: www.rowa-melle.shop › doc00364620180313100329

Citizen Conservation – Artensterben stoppen: https://citizen-conservation.org

Salamandra – German Journal of Herpetology, aktuelle Forschungen: www.salamandra-journal.com/index.php/2-uncategorised/10-contents#Volume56-3

Salamanderseiten: www.salamanderseiten.de/Salamandraseiten/Chytridiomykose_in_der_Gattung_Salamandra.pdf

Einreichen von Fotos/Fotoauswertung von evtl. mit *Bsal* befallenen Feuersalamandern: www.uni-trier.de/index.php?id=65305

BUND/NABU, Empfehlungen zur Fledermauswinterquartierkontrolle: www.fledermausschutz.de/2018/02/06/gefaehrdung-von-amphibien-durch-winterquartierkontrollen/

Der Thüringer Höhlenverein e. V. – Landesverband der Höhlenforscher Thüringens – lädt zur 60. Jahrestagung ein

Der Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher e.V. lädt vom 13. - 16. Mai 2021 (Christi Himmelfahrt) zu seiner 60. Jahrestagung herzlich nach Südthüringen ein. Der Thüringer Höhlenverein e.V. freut sich als gastgebender Verein, viele Teilnehmer aus dem In- und Ausland im Ortsteil Truckenthal der Stadt Schalkau (Landkreis Sonneberg) begrüßen zu können.
Im unmittelbaren Vorfeld der Tagung ist am 12.5.2021 ein Symposium unter dem Titel „Wissenschaft unter Tage – Höhlenforschung im Dialog“ geplant. Die Veranstaltung setzt sich im Rahmen des Internationalen Jahres für Höhlen und Karst der UIS zum Ziel, die Verknüpfung zwischen akademischer Forschung und ehrenamtlicher Höhlenforschung vorzustellen. Für das Symposium wird es noch separate Informationen geben; Interessenten melden sich bitte bei Sven Bauer (geocrax@web.de).

Vorläufiges Tagungsprogramm

Mittwoch, 12.5.2021
- Symposium „Wissenschaft unter Tage – Höhlenforschung im Dialog“
- Tagungsbüro ab 18 Uhr

Donnerstag, 13.5.2021
- Tagungsbüro ab 8 Uhr
- Exkursionen, Vorträge

Freitag, 14.5.2021
- Exkursionen, Vorträge, Workshops
- Spezialtour für junge Höhlenforscher (Rauensteiner Höhle)
- Abends: Beratender Ausschuss des VdHK

Samstag, 15.5.2021
- Morgens: Jahreshauptversammlung des VdHK
- Etwa ab 15 Uhr: Vorträge
- Abends: Öffentlicher Festabend mit Vorträgen

Sonntag, 16.5.2021
- Exkursionen

Tagungsort

Die Veranstaltung findet im Ferienpark Thüringer Wald (www.ferienpark-thueringer-wald.de) statt. Auf dem Gelände besteht die Möglichkeit, in einfachen Holzhütten zu übernachten. Des Weiteren sind ausreichend Stellplätze für Wohnmobile und Zelte vorhanden. In begrenztem Umfang stehen auch 2- und 3-Bett-Zimmer mit Zwei- bis Drei-Sterne-Standard zu Verfügung, die jedoch mit der Anmeldung separat gebucht werden müssen.

Verpflegung

Die Versorgung mit Speisen und Getränken wird durch den Vermieter des Tagungsgeländes abgesichert. Es wird ein Angebot für jeweils Frühstück, Mittag und Abendbrot geben, das auf Gutscheinbasis im Vorfeld gebucht werden muss. Für Getränke besteht Schankrecht des Vermieters; die Gaststätte steht uns abends zur Verfügung.

Vorträge

Alle Vorträge, die Abendveranstaltungen sowie das Symposium am 12.5. finden auf dem Gelände im großen Veranstaltungssaal statt, der auch unter Corona-Bedingungen ausreichend Platz für alle Teilnehmer bietet. Für kleinere Sitzungen (Arbeitskreise etc.) und Workshops stehen ein Vereinszimmer sowie tagsüber eine Gaststätte zur Verfügung. Anmeldungen für Vorträge sind ausdrücklich gewünscht – diese bitte an Sven Bauer (geocrax@web.de) senden. Es ist vorgesehen, anstatt eines gedruckten Tagungsbandes diesen online bereitzustellen.

Exkursionen

Es wird ein umfangreiches Exkursionsangebot sowohl in die unmittelbare Umgebung (z.B. Bleßberghöhle, Rauensteiner Höhle) als auch zu weiter entfernten Objekten in Thüringen und im südlichen Sachsen-Anhalt (z.B. Wimmelburger Schlotten, Bergwerk Merkers mit Kristallgrotte) geben. Anmeldungen hierzu sowie für die Tagung werden ab Anfang 2021 sowohl online als auch schriftlich möglich sein. Die entsprechenden Daten werden auf der Homepage des VdHK veröffentlicht.

Tagungsgebühr und T-Shirt

Auch die Höhe der Tagungsgebühr wird Anfang 2021 über die Homepage bekanntgegeben. Die Gebühr wird die Teilnahme an den Vorträgen und Abendveranstaltungen sowie die Übernachtung in Hütten, Zelt und Auto/Wohnmobil beinhalten. Auch die Teilnahme an den meisten Exkursionen ist hierin eingeschlossen. Übernachtungen in 2- und 3-Bettzimmern sind ebenfalls möglich, kosten jedoch extra. Für einige Exkursionen müssen wegen notwendiger Eintrittsgelder gesonderte Gebühren erhoben werden – dies wird im Exkursionsprogramm bei der Anmeldung erläutert. Für alle Teilnehmer sowie sonstige Interessenten wird es ein Tagungs-T-Shirt geben. Bestellungen sind mit der Anmeldung zur Tagung möglich und erbeten; der Preis wird mit der Anmeldung veröffentlicht.

Verband der deutschen
Höhlen- und Karstforscher e.V.

Sitz in München

Pettstadt, 3.10.2020

An alle Mitglieder des Verbandes

der deutschen Höhlen- und Karstforscher e.V.

Einladung

zur 65. Jahreshauptversammlung 2020/2021

Liebe Mitglieder,

der Vorstand des Verbandes der deutschen Höhlen- und Karstforscher e.V. hat auf Grund der Corona-Pandemie beschlossen, die Hauptversammlung 2020 zu verschieben. Der VdHK lädt deshalb herzlich zur 65. ordentlichen Jahreshauptversammlung im Rahmen der 60. Jahrestagung 2021 in Schalkau ein. Die Jahreshauptversammlung findet am Samstag, den **15. Mai 2021** von 9 bis ca. 13:30 Uhr im **Ferienpark Thüringer Wald** in **96528 Schalkau-Truckenthal, Im Waldgrund 1** statt. Die Ausgabe der Stimmzettel erfolgt ab 8:30 Uhr.

Tagesordnung

1. Eröffnung der Mitgliederversammlung; Feststellung von ordnungsgemäßer Einladung und Beschlussfähigkeit; Wahl von Versammlungsleitung und Protokollführung, Organisation der Stimmenzählung; Genehmigung des Protokolls der HV 2019
2. Jahresberichte der Vorstandsmitglieder
3. Bericht des Verwalters der Bergungskosten-Solidaritätsfonds I und II
4. Jahresrechnung 2019 und 2020 des Schatzmeisters und Vorausschau 2021
5. Bericht der Rechnungsprüfer
6. Entlastung des Vorstands
7. Berichte der Referenten und der Landesverbände
8. Wahl des Vorstands
9. Wahl der Referenten
10. Wahl der Rechnungsprüfer
11. Anträge an die HV:
    1. Antrag des Vorstandes auf Umwandlung des Karstinstituts in eine GmbH[1]
    2. Weitere fristgerecht eingegangene Anträge
12. Beratung über die Jahreshauptversammlung 2022 und folgende
13. Sonstiges (auch Mitteilungen, Vorschläge, Kritik)

Die Hauptversammlung findet auf Einladung des Thüringer Höhlenvereins statt. Am Freitag, den **14. Mai 2021** trifft sich der **Beratende Ausschuss,** Ort und Uhrzeit werden am Tagungsbüro bekannt gegeben. Es sind laut § 18 der Satzung die Vorstandsmitglieder und deren Stellvertreter, alle Referenten, je ein Mitglied der Landesverbände und der Vertreter der Einzelmitglieder eingeladen. Zu dieser Sitzung sind auch interessierte Zuhörer (ohne Rederecht) willkommen.

Mit freundlichen Grüßen

B. Vogel

Bärbel Vogel
Vorsitzende

L. Lober

Leona Lober
Geschäftsführerin

[1] Erläuterungen hierzu erfolgen in den Verbandsmitteilungen 1/2021

Berichte

Juni 2020: Freudige Überraschung bei den Grottenolmen

Die Grottenolme aus der Hermannshöhle in Rübeland waren mal wieder für eine Überraschung gut. Die im Minimum 85 Jahre alten Tiere, die seit über 60 Jahren im Olmensee zuhause sind, könnten sich doch noch fortpflanzen.

Zum Auftakt eines durch die Europäische Union über das Programm LEADER+ geförderten Projekts, das der Strategieentwicklung zur langfristigen Sicherung des Bestandes der Olme in der Hermannshöhle und zur Entwicklung von pädagogischen Angeboten dienen soll, staunten die Wissenschaftler nicht schlecht. Prof. Dr. Thomas Hildebrandt und Dr. Susanne Holtze, Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung Berlin, und Projektleiterin Dr. Anne Ipsen, Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung Kiel, hatten am 3. Juni ein tragbares Ultraschallgerät dabei, um drei der Grottenolmweibchen zu untersuchen. Ziel der Untersuchungen am Olmensee war die Beantwortung der Frage, ob die Grottenolme theoretisch auch heute noch in der Lage sind, sich fortzupflanzen.

Alle drei Weibchen scheinen sich im Ergebnis dieser Untersuchung bester Gesundheit zu erfreuen, und zwei der Tiere haben vor kurzem Eier gelegt, so die Einschätzung des erfahrenen Veterinärmediziners Prof. Dr. Hildebrandt, der sich auf die Reproduktion von vom Aussterben bedrohten Tierarten spezialisiert hat. Das dritte Grottenolmweibchen erfreute das Projektteam in ganz besonderem Maße, waren doch tatsächlich noch Eier im Innern des Tieres zu sehen. In ihnen war eine Struktur zu erkennen, die die Experten dahingehend deuteten, dass die Eier befruchtet wurden und bereits eine Zellteilung begonnen hat, also ein Olmenembryo in Entstehung zu sehen ist.

Neu war für alle der Nachweis, dass die Befruchtung im Eileiter stattfindet und die Zellteilung bereits hier beginnt. Bisher war in der Wissenschaft über diese Tatsache zwar spekuliert worden, ein Nachweis stand jedoch aus. Die Olme wurden unmittelbar nach ihrem kurzen Ausflug für die Untersuchung wieder in den Olmensee gesetzt und schienen von all dem Medientrubel, der in den nächsten Tagen außerhalb der Höhle folgen sollte, unbeeindruckt.

Nun will das Projektteam dafür sorgen, dass die Eier, die sehr wahrscheinlich im See auf der Unterseite von Steinen angeheftet wurden, sich in Ruhe und ohne Störung durch Licht und Lärm entwickeln können. Anders als in früheren Versuchen in 2015 und 2017 im Rahmen zweier Vorläuferprojekte, die mit Unterstützung der Harzer Höhlenforscher initiiert und umgesetzt wurden, ist geplant, die Eier im See zu belassen und vor dem Zugriff durch die Alttiere zu schützen. Aktuell wird ein Prototyp einer Art Edelstahlnetz-Haube entworfen, der dann über die Steine im See gestülpt werden soll. Diese Schutzmaßnahmen sollen es wahrscheinlicher machen, dass sich Babyolme in Rübeland entwickeln können.

Bis es soweit ist, wird es aber noch lange dauern, denn die Eientwicklung wird über 100 Tage in Anspruch nehmen, und bis ein Babyolm erwachsen ist, sind wie bei einem Menschenkind 15 - 20 Jahre vergangen. Alle Beteiligten werden also noch lange mit dem Thema beschäftigt sein.

Anne Ipsen

Bericht von der Sitzung der CIS-Arbeitsgruppe Grundwasser 2020

Am 30.9. und 1.10.2020 wurde vom Umweltbundesamt Dessau im Rahmen der Deutschen EU-Ratspräsidentschaft das jüngste Treffen der CIS-Arbeitsgruppe Grundwasser durchgeführt. CIS steht für Common Implementation Strategy – diese „gemeinsame Umsetzungsstrategie“ wurde von den Wasserdirektorinnen und -direktoren und der Europäischen Kommission eingerichtet, um die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie zu unterstützen. Der VdHK wurde vom Grundwasserforscher Andreas Hartmann, Universität Freiburg, vertreten.

Nach einer offiziellen Eröffnung und Einführung zum Treffen wurden in den zwei Tagen die grundwasserrelevanten Aktivitäten der Europäischen Kommission vorgestellt, die Aktivitäten der Arbeitsgruppe diskutiert und die nächsten Schritte geplant. Es wurde berichtet, dass die Europäische Umweltbehörde Informationen über Grundwasserkörper in Bezug auf Wassermengen und Wasserqualität zur Verfügung stellt. Zudem arbeitet das Europäische Joint Research Center gerade daran, sein europäisches Hochwasserwarnmodell zur Berechnung und Vorhersage von Grundwasserständen zu optimieren. Auch wurde von einem interessanten Gerichtsurteil berichtet, in dem Grundwassernutzern, die durch den Bau einer Autobahn und deren Sickerwasser verschlechterte Grundwasserqualität erfahren mussten, rechtliche Zugeständnisse eingeräumt wurden.

Darüber hinaus wurden aktuelle Informationen zum Stand des Fragebogens über Grundwasser und Klimawandel bereitgestellt. Aufgrund des hohen Interesses, jedoch geringen Rücklaufs, wurde die Abgabefrist um einen Monat bis zum 30.10.2020 verlängert. Mitglieder der Arbeitsgruppe arbeiten an einem Leitfaden zum Einsatz künstlicher Grundwasserneubildung (managed aquifer recharge); hierfür wurde um Unterstützung gebeten. Bezüglich der freiwilligen Grundwasser-Beobachtungsliste (groundwater watch list) wurde der Stand eines Berichts über PFAS (per- and polyfluoroalkyl substances) vorgestellt und ein entsprechender Aufruf zu Datenakquise angekündigt. In einem weiteren Unterpunkt wurde das Thema der Grundwasserqualitäts-Grenzwerte angesprochen. Derzeitige Aktivitäten zu diesem Thema fokussieren auf Methoden, sinnvolle Grenzwerte festzulegen, die mit vorhandenen Daten erfasst und kontrolliert werden können. Hierbei sollen auch Informationen zur Grenzwertpraxis in den Ländern der Arbeitsgruppenmitglieder gesammelt werden.

Abschließend ging es darum, wie die neue Trinkwasserrichtlinie (Drinking Water Directive) der EU mit der bereits bestehenden Wasserrahmenrichtlinie (Water Framework Directive) am besten verbunden werden kann.

Das nächste Treffen wurde auf den 22./23.4.2021 festgesetzt. Es wird in hybrider Form (digital und Präsenz) in Lissabon stattfinden. Neben der Abgabe des Fragebogens über Grundwasser und Klimawandel plant der Verband, Unterstützung bei der Erstellung des Leitfadens zum Einsatz künstlicher Grundwasserneubildung anzubieten und der CIS-Arbeitsgruppe zu raten, auch Quellmonitoring bei der Erfassung und Kontrolle der Grundwasserqualitäts-Grenzwerte zu berücksichtigen, was speziell bei Karst-Grundwasserleitern sinnvollere Ergebnisse liefern kann als Wasserproben aus Messbrunnen.

Andreas Hartmann

Ungewöhnlicher Höhlenunfall: Blitzeinschlag bei Grabung

Bei einem heftigen Gewitter Anfang Juni 2020 kam es zum Blitzeinschlag in einen hohen Nadelbaum wenige Meter neben dem Eingang zu einer aktiven Bachschwinde im Wald auf der Schwäbischen Alb. Spitze Holzstücke mit über einem Meter Länge flogen durch den Energieimpuls gefährlich weit durch die Luft. Wegen des Gewitters stand hier zum Glück niemand mehr an der Grabungsoberfläche. Bedingt durch die Trockenheit versickerte der Bach schon vor dem Schluckloch.

Ca. 30 m vom Einschlagsort des Blitzes entfernt arbeitete in über 10 m Tiefe unter der Erdoberfläche ein Höhlenforscher. Er lag mit den Beinen im Wasser am Grabungsende im Schluf auf einem Kabel, neben sich eine Elektropumpe. Er bekam einen sehr starken Stromschlag, krampfte und hatte anhaltende Schmerzen an der Hand und leichte Strommarken an der Austrittsstelle des Stroms am Bein. Vollgepumpt mit Adrenalin konnte er die Höhle selbstständig verlassen. Er berichtete von einem blauen Lichtschein über dem Stromkabel beim Blitzeinschlag.

Höhlenforscherkollegen, die sich nicht direkt im Höhlenbach aufhielten, kamen mit dem Schrecken davon und konnten den Lichtschein bestätigen. Am Ende der stählernen Eimertransportschiene war es zu einem knallenden Lichtbogenüberschlag zur Höhlenwand gekommen. Zum Einsatz kam ein gut gewarteter und geerdeter Generator, mit einem zugelassenen FI betrieben, der auch sicher ausgelöst hat – was hier aber keine Rolle spielt.

Vorsorglich ließ sich der Leichtverletzte in der Klinik mit einem EKG untersuchen. Die Beschwerden an der Hand dauerten mehrere Tage an.

Die Blitzhäufigkeit pro Quadratkilometer und Jahr liegt in Deutschland zwischen 0,5 und zehn Einschlägen mit einer Häufung im Schwarzwald. Ein mittleres Blitzereignis liefert eine Stoßspannung von rund 600 - 800.000 V, teilweise auch deutlich mehr, bei einem Strompeak von mindestens 50 kA.

Jährlich gibt es ca. 5 - 8 Tote und ca. 250 Verletzte, häufig mit inneren Verbrennungen durch den Strom, aber auch mit äußeren Verletzungen und Frakturen durch die Druckwelle am Einschlagsort. Noch Monate nach einem überlebten Blitzunfall können neurologische Folgeschäden auftreten.

Als im 19. Jahrhundert noch viele Menschen in der Landwirtschaft auf freiem Feld arbeiteten, gab es in Deutschland ca. 300 Blitztote jährlich (teilweise nach https://de.wikipedia.org/wiki/Blitz).

Wenn bei Höhlenforscheraktivitäten ein Telefondraht von der Oberfläche in die Höhle verlegt wird, muss auch an die Gefahr der Blitz-Weiterleitung in die Höhle gedacht werden – ebenfalls bei Einbauten wie Rohrbahnen, Kabeln, Drahtseilen und bei Schachtbefahrungen mit nassen Seilen.

Blitzunfälle in Höhlen gab es z.B. 1975 in Voragine Sa Lapia, Sardinien, leichte Verletzungen; 1996 in der Eisriesenwelt/Werfen, Salzburger Land, sieben Personen, z.T. mit Verletzungen; Ungarn: tödlicher Absturz im Schacht nach Einschlag in nasses Seil im Bükk-Gebirge – der aufsteigende Forscher am Seil ist wohl nicht direkt wegen des Blitzes ums Leben gekommen, sondern durch den nach Schmelzung erfolgten Seilriss; in Rumänien kam es zu einem Blitzeinschlag, bei dem die Mannschaft an der Oberfläche nichts abbekam, aber ein deutscher Höhlenforscher wurde 30 m unter der Oberfläche stark durchgeschüttelt.

Es ist sehr wichtig, bei Gewitter einen sicheren Ort aufzusuchen – dabei aber bitte nicht in einen nassen Blitzableiter hineinkriechen!

Matthias Leyk, Höhlenrettung Baden-Württemberg e.V.,
M_Leyk_Hoehlenrettung_BW@gmx.de

Protest gegen neuen Gipsabbau in Nordthüringen

Im Himmelsberg-Mühlberg-Massiv bei Niedersachswerfen will die Firma Saint Gobain-Formula ihren Gips-Steinbruch gleich in zwei Richtungen erweitern. Die dafür gestellten Anträge stehen im Widerspruch zur eindeutigen Formulierung im Regierungsvertrag von Rot-Rot-Grün, keine neuen Abbauflächen mehr zu genehmigen. Der BUND Thüringen fordert die Landesregierung auf, sich an ihr Versprechen zu halten und die Anträge abzulehnen.

Die Thüringer Landesregierung muss jetzt Rückgrat beweisen", fordert Dr. Burkhard Vogel, Landesgeschäftsführer des BUND Thüringen. „Es dürfen keine neuen Abbauflächen mehr genehmigt werden. Alles andere käme einem Wortbruch gleich."

Eines der geplanten Abbaugebiete läge außerhalb der bergbaulichen Berechtigungsfläche. Vogel: „Die Erschließung dieses Abbaugebietes kommt einer Neuverritzung gleich, welche die Thüringer Landesregierung bei Amtsantritt ausdrücklich abgelehnt hat." Das Unternehmen plane die Genehmigung dafür nach Immissionsschutzrecht zu erwirken. „Damit kann Saint Gobain eine Öffentlichkeitsbeteiligung umgehen und die Naturschutzverbände werden gar nicht erst angehört", so Vogel weiter.

Auch die zweite Erweiterungsfläche sei laut Verband „tabu" – im wahrsten Sinne des Wortes. „Mit Anerkennung dieser ‚Tabufläche' durfte das Unternehmen eine damalige FFH-Verträglichkeitsprüfung aussetzen", erklärt Vogel. „Jetzt stellt Saint Gobain das komplette Planfeststellungsverfahren von 2013 in Frage – und das, obwohl der aktuelle Hauptbetriebsplan noch bis zum 31.12.2021 läuft. Eine behördliche Genehmigung des Gipsabbaus auf der ‚Tabufläche' würde das ganze Verfahren von damals ad absurdum führen."

Die sogenannte „Tabufläche" sollte nach Angabe des BUND Thüringen die Verbindung der beiden Wald-Naturschutzgebiete „Himmelsberg" und „Mühlberg" dauerhaft sicherstellen. Vogel: „Die geplante Rodung durch Saint-Gobain würde den Wald-Korridor auf 40 m reduzieren – viel zu schmal für einen intakten Waldlebensraum." Um dies zu verhindern, hatte die Thüringer Landesregierung den Ausweisungsprozess für das Naturschutzgebiet „Bromberg" gestartet. Dieser sei aber mittlerweile ins Stocken geraten. Die Folgen seien fatal.

Vogel: „Wenn wir noch länger warten, ist bald nichts mehr zu schützen da. Auch CASEA plant mittlerweile, seine Abbaufläche im selben Gebiet zu erweitern und bemüht sich um angrenzende Grundstücke. Die Landesregierung muss unbedingt den Buchenwald von 50 bis 100 m Breite nördlich des Abbaugebietes ‚Himmelsberg' in das geplante Naturschutzgebiet ‚Bromberg' integrieren."

Kritik übt der Verband auch an der „Salami-Strategie" von Saint-Gobain. Anträge auf Abbaugenehmigen würden immer wieder „scheibchenweise" gestellt, um Verfahren möglichst einfach zu halten. So würden nur die zuständigen Behörden als Träger öffentlicher Belange beteiligt und nicht die anerkannten Naturschutzverbände oder die Öffentlichkeit. Vogel: „Auch wenn das rechtlich einwandfrei sein mag, ist das Unternehmen scheinbar zu feige, sich der öffentlichen Debatte zu stellen."

„Dieser Raubbau auf Raten muss endlich ein Ende haben", fordert Vogel. „Wenn die Gipsindustrie weiterhin nur an ihren eigenen Gewinnen interessiert ist, setzt sie die Zukunft der ganzen Region Südharz aufs Spiel. Das darf die Thüringer Landesregierung nicht zulassen!"

BUND Thüringen

Personalia

Nachruf auf Manfred Walter (1958 – 2019)

Am 20. September 2019 verstarb der fränkische Höhlenforscher Manfred Walter im Alter von 61 Jahren. Damit endete eine bemerkenswerte höhlenforscherische Karriere im Altmühltal.
Manfred Walter war seit den 1980er Jahren als Höhlenforscher aktiv. Im August 1990 stieß er zu einigen Forschungsprojekten im Altmühltal hinzu, die durch Mitglieder der später gegründeten Karstgruppe Mühlbach (KGM) durchgeführt wurden. Dabei gelangen einige Neulandentdeckungen in Höhlen rund um Mühlbach im Altmühltal. 1992 war Manfred Gründungsmitglied der KGM und übernahm einige Zeit später Verantwortung als stellvertretender Vorsitzender. Von 1998 bis 2001 arbeitete er federführend bei den Grabungen zur Erschließung der Mühlbachquellhöhle mit und hatte maßgeblichen Anteil an der Entdeckung dieser heute über 10 km langen wasseraktiven Höhle.

Manfred Walter 2000 bei Ausbauarbeiten im Zugangsstollen der Mühlbachquellhöhle; Archiv Karstgruppe Mühlbach

Ab 2001 begann er mit dem Höhlentauchen, getrieben durch die Entdeckungen in der Mühlbachquellhöhle. Manfred bearbeitete auch Projekte im Altmühltal außerhalb des unmittelbaren KGM-Arbeitsgebiets. Auf Grund unterschiedlicher Auffassungen hinsichtlich der Veröffentlichungspraxis innerhalb der Gruppe trat er 2002 als stellvertretender Vorsitzender der KGM zurück. Manfred unterstützte jedoch noch eine Zeitlang die Bearbeitung der KGM-Objekte als Forschungsleiter. Später entschloss er sich, eigene Wege zu gehen und trat im Mai 2007 aus der Karstgruppe Mühlbach aus.
Teils mit wechselnder Unterstützung, teils allein forschte er in verschiedenen, mitunter sehr herausfordernden Objekten im Altmühltal weiter. Dabei gelangen ihm immer wieder bemerkenswerte Durchbrüche, so etwa in der Petrusquellhöhle bei Deising, im Wolfsblutschacht bei Wolfsbuch sowie auch in der Mühlbachquellhöhle und vielen weiteren Wasserhöhlen. So erhält er auf Basis seiner Recherchen im Juni 2003 die behördliche Genehmigung, den alten Hochwasseraustritt der Petrusquellhöhle bei Deising aufzugraben. Er setzt einen Bagger ein und in nur zwei Tagen gelingt es ihm, die Höhle zu öffnen und den Eingang zu sichern. Bis in den Oktober 2005 durchtaucht er sieben Siphone und entdeckt großräumige Gänge mit einer beachtlichen vermessenen Ganglänge von rund 700 m. Schwierigkeiten mit dem Grundstückseigentümer bzgl. der Hochwassergefahr führen leider zur Beendigung der Forschungsaktivitäten und der Höhleneingang wird wieder zugeschüttet. Damit hat Manfred sicher eine der spannendsten und vielversprechendsten Wasserhöhlen entdeckt.

Manfred Walter 2004 vor einem Vorstoß-Tauchgang in den 5. Nordost-Siphon (Menschenfresser-Siphon) in der Mühlbachquellhöhle; Foto Rainer Straub

2004 erfährt er von einer Oberflächenentwässerung bei Wolfsbuch. Manfred vermutet, den oberen Zustieg in das Wasserhöhlensystem der Petrusquellhöhle gefunden zu haben. Er erhält die Erlaubnis, den engen Spalt genauer zu untersuchen. Intensive Grabungen folgen. Der Wolfsblutschacht ist entdeckt. Bis 2007 vermisst er mit Freunden die Höhle auf einer Länge von 1.053 m und dringt bis auf eine Tiefe von 85 m vor. Er findet enge Tauchstellen wie den „Froschpopper-Siphon“, den er auf 35 m betaucht. Leider findet er den engen Weiterweg nicht.
Im Winter 2003/2004 nimmt Manfred Kontakt zu Rainer Straub, Höhlentauchreferent im VdHK und Mitglied der Höhlenforschungsgruppe Ostalb-Kirchheim e.V. (HFGOK), auf. Seine Tauchgänge werden komplexer und er benötigt Training und Unterstützung. Es erfolgen einige Trainingstauchgänge in der Wulfbachquellhöhle und anderen schwäbischen Wasserhöhlen. 2004 und 2005 erforschen er und Rainer Straub in rund 30 Tauchgängen die Nordost-Siphonkette in der Mühlbachquellhöhle. Im Herbst 2005 gelingt es den beiden, eine schwierige Engstelle im „Menschenfresser-Siphon“ (NO-Siphon 5) zu bezwingen, dem mit 122 m längsten Siphon Frankens. Mit der Entdeckung des „Dolinenaufzugs“, einer Halle und einem engen, unbefahrbaren 7. Siphon endet ihre Forschung in der Nordost-Siphonkette.
Im Mai 2005 unterstützt er bei einer mehrtägigen Biwaktour die HFGOK bei Grabungen am Endversturz der Wulfbachquellhöhle, 4.210 m vom Eingang entfernt. In den Folgejahren nimmt Manfred mit seiner Lebensgefährtin Renate Mehringer an vielen Forschungslagern und Projekten der HFGOK teil, die sie z.B. in den Harz, Slowenien und nach Südfrankreich führen.

Manfred Walter 2013 in der Grotte Asperge; Foto Rainer Straub

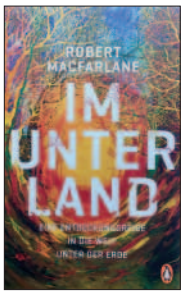
2015/2016 werden er und Renate Mitglied bei den Schwaben (HFGOK).
Mit Unterstützung von Salvatore Busche (HFGOK) greift Manfred, der als „Solist“ noch immer in der Mühlbachquellhöhle aktiv ist, im flachen NW-Siphon 3 der Mühlbachquellhöhle an. Nach erfolgreicher Unterwassergrabung überwindet er den Siphon und die beiden entdecken über 1,5 km neue Höhlenteile („Wunderland“) – ein sensationeller Erfolg.
Manfred war ein echter Franke, der viele Lebensjahre seiner Passion als „hauptberuflicher Wasserhöhlenforscher“ im Altmühltal gewidmet hat. Seine Projekte und Aktionen waren akribisch vorbereitet. Er hatte einen unglaublichen Riecher für Potential und neue Höhlen. Immer wieder konnte er Grabungs- und Tauchkollegen für seine utopisch anmutenden Projekte begeistern.
Was bleibt ist daher, neben der schönen Erinnerung an einen guten Höhlenforscher und verlässlichen Höhlenkameraden, sein speläologisches Vermächtnis im Altmühltal. Sicher werden noch viele Generationen fränkischer Höhlenforscher auf Grabungen, Einbauten und Höhlenprojekte stoßen, die mit dem Namen Manfred Walter und seiner Arbeit eng verbunden sind. Manfred, deine Freunde werden dich vermissen.
Rainer Straub (HFGOK) und Dieter Gebelein (KGM)

Benno Wolf-Preis 2019 für Jochen Duckeck – Laudatio von Michael K. Brust in Nesselwang

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Kameradinnen und Kameraden!
Der erweiterte Vorstand unseres Verbandes hat auf seiner Sitzung am 30. März 2019 in Nesselwang mit ganz überwiegender Mehrheit beschlossen, den diesjährigen Benno-Wolf-Preis an Jochen Duckeck zu vergeben. Einwände dagegen hatte nur er selbst…
Da der Vorschlag von mir eingebracht worden war, kam die Initiativstrafe prompt und mir wurde die Ehre zuteil, Jochen Duckeck hier im Rahmen einer Laudatio zu würdigen. Das tue ich ausgesprochen gern, weil ich Jochen schon sehr lange kenne und mir sein Arbeitsstil stets imponiert hat. Ich kenne Jochen als einen immer bescheiden auftretenden, eher etwas zurückhaltenden Vereinskameraden, der sich mit ganz enormem Fleiß und beeindruckender Kompetenz seit Jahrzehnten der Höhlen- und Karstforschung widmet.
Sein ganz besonderes Verdienst ist es, die Internetseite www.showcaves.com entwickelt zu haben und sie fortlaufend zu pflegen. Dahinter verbirgt sich ein umfänglich annotiertes Verzeichnis der weltweiten Schauhöhlen in englischer und parallel dazu auch deutscher Sprache. Keine andere Internetressource vermag das auch nur annähernd zu leisten, und es gibt auch keine gedruckten Übersichtsdarstellungen. Jochen hat sich die Informationen dazu in zeitaufwendigen Recherchen selbst beschafft und sie dann in mühevoller Arbeit verdichtet. Er zitiert seine Quellen in vorbildlich ausführlicher Art und Weise, und inzwischen verweisen die einschlägigen Suchmaschinen fast alle auf seine Seiten, wenn man mehr von einer bestimmten Schauhöhle wissen will.
Jochen Duckeck wurde am 21. April 1965 in Geislingen an der Steige geboren, besuchte von 1971 bis 1975 die Grundschule in Laichingen und von 1975 bis 1984 das Albert Schweitzer-Gymnasium ebenda. Nach dem Grundwehrdienst nahm er ein Studium der Informatik an der TU Braunschweig auf (1984 bis 1993) und ist seither in dieser Branche beruflich sehr erfolgreich unterwegs. Im Nebenfach studierte er Geologie, was recht bemerkenswert ist. Jürgen wohnt und arbeitet heute in Nürnberg, hat aber den Kontakt zu seiner Heimat nie verloren.
Jochen hat als Schüler nebenbei als Höhlenführer in der Laichinger Tiefenhöhle gearbeitet, ist 1979 dem dortigen Höhlen- und Heimatverein beigetreten und hat dann dort von 2000 bis 2002 am Aufbau des neuen höhlenkundlichen Museums mitgewirkt. Im Rahmen des LHK Baden Württemberg hat er später mehrere Seminare und Schulungen geleitet.
Die Entstehung seiner – oben schon erwähnten – Internetpräsentation geht auf das Jahr 1990 zurück. Damals (nach der Grenzöffnung) hatte er die Idee zu einem gedruckten „Schauhöhlenführer“ für das nun wiedervereinigte Deutschland, und er bereiste die Schauhöhlen der vormaligen DDR. Doch kam ihm dabei die von Hans-Martin Lutz bearbeitete Neuauflage des Binder’schen Schauhöhlenführers zuvor.
Ab 1993 wandelte er seine erhobenen Daten in eine einfache HTML-basierte Website um und stellte sie damals bei seinem Arbeitgeber online, weil es noch keine privaten Internetanschlüsse in Deutschland gab. 1995 erfolgte die Umstellung auf Zweisprachigkeit (Deutsch/Englisch), um mehr Leser zu erreichen. Schrittweise hat er dann damit begonnen, die Schauhöhlen weiterer Länder zu erfassen und in seine Internetpräsentation einzupflegen. Die eigene Domain www.showcaves.com hat er 2000 registrieren lassen. Die weitere Geschichte dieser „Erfolgsstory“ erschließt sich jedem von uns, der seine Seiten besucht hat.
Nicht zuletzt sei erwähnt, dass Jochen (soweit mir bekannt ist wohl auf Anregung von Michael Laumanns) den VdHK seit Jahren als Delegierter in der UIS Informatics Commission vertritt. Das kostet auch viel Zeit und Nerven.
Fragt man Jochen, wie er das alles schaffen kann, antwortet er meist mit einer Karikatur von Walter Moers aus dem Jahr 1986: „Wie man es soweit bringt? Nun: spät ins Bett, spät raus, fettige ballaststoffarme Kost und reichlich Alkohol…“. Humor hat er also auch!
Lieber Jochen, du hast Dir den Benno Wolf-Preis wirklich verdient. Wir alle ziehen den Hut vor Dir und gratulieren recht herzlich. Glück auf!

Preisübergabe in Nesselwang 2019; Foto Stefan Meyer

Schriftenschau



Robert Macfarlane (2019) – Im Unterland: Eine Entdeckungsreise in die Welt unter der Erde. – 560 S., 14 s/w-Abb., Penguin-Verlag, Übersetzung aus dem Englischen von Andreas Jandl und Frank Sievers, ISBN-13: 978-3328601135; Originalausgabe: Robert Macfarlane (2019): Underland: A Deep Time Journey. 1st Edition, Hamish Hamilton 2019, 496 S., ISBN-13: 978-0241143803

Robert Macfarlane, geboren 1976 in Nottinghamshire, gilt als einer der bedeutendsten Naturschriftsteller der Gegenwart. Er ist Fellow der britischen Royal Society of Literature und Gründungsmitglied der Naturschutzorganisation Action for Conservation. Sein im Frühjahr 2019 erschienenes und kurz darauf auch in deutscher Übersetzung vorgelegtes „Underland" wurde im Feuilleton hochgelobt und vielfach ausgezeichnet. So erhielt der Autor für das Werk unter anderem den NDR Kultur-Sachbuchpreis 2019.

„Im Unterland" lädt ein zu Reisen in unterschiedlichste Welten unter Tage. Karstlandschaften und Karsthöhlen, unter anderem die Mendip Hills in Südostengland und der klassische Karst in Italien und Slowenien, bilden einen Teil dieser essayistischen Reisebeschreibungen. Daneben werden vom Autor auch Reisen in ganz andere Unterwelten unternommen, in ein astrophysikalisches Labor in einem Kalisalz-Bergwerk in Ostengland, in die Mykorrhiza-Welt der Bäume, das sog. „Wood Wide Web", in die Katakomben von Paris, zu Bilderhöhlen auf den Lofoten, auf den Atlantik vor Norwegens Küste, in die Gletscher Grönlands und ein untertägiges Endlager für atomaren Restmüll in Finnland.

Macfarlane wechselt konsequent zwischen essayistischen und erzählerischen Kapiteln. Zum einen werden unzählige Informationen anekdotisch aneinandergereiht. Das ist hochspannend und erlaubt unerwartete Perspektiven auf die abgehandelten Themen. Durchdrungen werden diese Abschnitte von häufig frei assoziierten Überlegungen des Autors, geschmückt mit unzähligen Einzelzitaten unterschiedlichster Autoritäten aus Philosophie, Literatur, Kulturgeschichte und einzelnen Fachwissenschaften. Das verarbeitete Sekundärwissen des Autors ergibt immerhin eine achtzehnseitige Zusammenstellung „ausgewählter Literatur".

Gleichwohl ist „Im Unterland" kein Höhlen-Buch. Und schon gar kein Buch explizit über Höhlenforschung. Macfarlane wählt zwar die erzählerischen Zwischenkapitel (oder sind es die Hauptkapitel?), um auf Fahrten in die Unterwelten seine Begeisterung für die Untertageobjekte mitzuteilen. Das geschieht aber extrem subjektiv und die persönlichen Intentionen des Autors – seine Suche nach dem, was Menschen in den Untergrund drängt, die Beziehungen, die er zu seinen Expeditionsführern aufbaut – vermischen sich stark mit verallgemeinernden Schilderungen. Das ist das gute Recht eines jeden Schriftstellers und es bleibt den Lesern anheimgestellt, sich in häufig ausschweifend epischen Beschreibungen wiederzufinden.

Schwerer erträglich ist es aus Sicht des Rezensenten, dass das hochgelobte „naturwissenschaftliche Sachbuch" offensichtlich keine Fachübersetzung speläologischer und geowissenschaftlicher Fachbegriffe erfahren hat. Sind wörtliche Übertragungen wie beispielsweise Sinkhöhlen (sinkholes) oder die Verwendung des Wortes Minen (mines) statt Bergwerken vielleicht kosmetischer Natur, so dürfte die stringente Übersetzung von Caver und Caving als Höhlenkletterer und Höhlenkletterei symptomatisch sein. Dabei besitzt doch das wunderbare Wort „Höhlenforscher" so viel poetische Kraft und beschreibt genau das weite Feld, in dem sich die Speläologie weltweit bewegt. Für Macfarlane existiert das, was wir als organisierte Höhlen- und Karstforschung kennen, nur als Abenteuer oder professionelle Forschung. Das Kapitel über die Forschung am Timavo-/Reka-System im Istrischen Karst kommt nicht ohne ausschweifende Berichte über Tauchunfälle aus. Sein Besuch der Höhlen in den Mendip Hills muss mit einem tödlichen Unfall dramatisiert werden. Die Wanderungen durch den slowenischen Karst werden vom Missbrauch der Landschaft in beiden Weltkriegen gerahmt – offenbar Tribut an die Dramaturgie seiner Erzählungen.

Macfarlanes „Im Unterland" – eine für Höhlenforscher durchaus inspirierende, aber auch herausfordernde Lektüre. Sven Bauer

Max Wisshak & Stefanie Wisshak (2020) – New Zealand Karst – A voyage across limestone landscapes into the subterranean realm of caves. – 256 S., 235 Abb., edition speleo-photo (www.speleo-photo.de/edition), ISBN 978-3-9821714-0-1, 49,90 € (Standardausgabe) bzw. ISBN 978-3-9821714-1-8, 69,90 € (Sonderausgabe im Schuber)

Dieses Buch ist ein wahrer Augenschmaus und kann nur jedem wärmstens empfohlen werden, der den Blick gern schweifen lässt, Landschaften erkundet, sich Farnwedel im Gegenlicht betrachtend in faszinierenden Details verliert und, von der Neugierde gepackt, sich von skurrilen Felsenformen tiefer und tiefer in den Dschungel hineinlocken lässt. Den Flüssen folgend, steht man unvermittelt vor Felsbögen, unter denen das Wasser hindurchfließt und sich unaufhaltsam seinen Weg in den Untergrund bahnt. So bleibt denn auch das Unvermeidliche nicht lange aus und der Bach verschwindet in geräumigen Höhlenportalen, in denen ganze Wälder wachsen, und man kann nicht anders – Lampe an und hinterher! Das Spiel des Lichts im Eingangsbereich erlaubt nochmal einen Blick zurück in die urweltgleichen Farnwälder, die man eben noch durchschritten hat, und dann geht es weiter auf die Reise tiefer in den Berg hinein. Man folgt dem schäumenden Höhlenbach und taucht ein in die Ästhetik der neuseeländischen Höhlen. Verwinkelte Gänge münden in Hallen mit Wasserfällen und großen Tageslichtschächten, in denen der Höhlenforscher am Seil winzig wirkt. Mit viel Liebe zum Detail werden hier die Tropfsteinlandschaften und Minerale der Unterwelt beleuchtet, die auch Kenner Seite um Seite aufs Neue erstaunen lassen. Neuseeland ist an sich schon spektakulär, aber die eigenwilligen ästhetischen Formen der Karstlandschaften und unterirdischen Welten gewinnen in den sensationell guten Fotografien noch einmal hinzu. Während dreier langer Reisen ist ein Werk entstanden, das nicht nur Geologen und Höhlenforscher begeistert. Der Band besticht gerade auch durch die Komposition der Bilder, deren Ästhetik und Formenspiel einander ergänzen, sich erweitern, Assoziationen wecken und immer wieder Überraschungen mit sich bringen. Gepaart mit launigen Bildunterschriften und kompakten wissenschaftlichen und doch allgemeinverständlichen Texten für jedes Kapitel, wird man auf die Begegnung mit merkwürdigen Höhlenlebewesen vorbereitet. Aus sicherem Abstand kann man hier haarige Höhlenspinnen in all ihren faszinierenden Details betrachten oder den Blick über eine gesamte Querseite des Buches gleiten lassen, um der unglaublich langen Antenne einer seltenen Höhlengrille zu folgen. Tief im Inneren des Berges zaubern fluoreszierende Glowworms einen Sternenhimmel an die Höhlendecke – ein einzigartiges Detail, das in dieser Pracht nur in Neuseeland zu finden ist. Das Buch schließt mit einem Kapitel, das zurück an die Oberfläche führt und sich der Felskunst der Maori und ihren mythischen Wesen widmet.

Als vor gut 30 Jahren das legendäre Buch „Lechuguilla – Jewel of the Underground" aus der Feder von Urs Widmer erschien, wurden damit Maßstäbe gesetzt – es zählt zu den besten Werken der Höhlenfotografie. Urs' Verlag „Speleo Projects" war bis zu seinem Tod 2012 eine konstante Quelle hervorragender Höhlenbücher und -kalender. In diesem qualitativ hochwertigen Segment der speläologischen Bücherlandschaft verblieb bis dato für Genießer eine schmerzliche Lücke. Man wagt zu hoffen, dass Max und Steffi Wisshak mit ihrem Verlag *speleo-photo editions* diese Lücke füllen werden. In diesem Sinne ist ihr Debütwerk *New Zealand Karst* ein in meinen Augen äußerst gelungener Einstand und man darf sich auf weitere qualitativ und ästhetisch hochwertige Bücher aus der Unterwelt freuen. Matthias López Correa, CNR-ISMAR, Bologna

HÖHLENTIER DES JAHRES 2020

Die Mauerassel
Oniscus asellus

Oniscus asellus | Foto: Klaus Bogon, Sontra | www.bogon-naturfoto.de

www.hoehlentier.de

VERBAND DER DEUTSCHEN HÖHLEN- UND KARSTFORSCHER E.V.