Mitteilungen

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

ISSN 0505-2211
H 20075

Nr. 2/2021

Jahrgang 67
2. Quartal

Mitteilungen

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

ISSN 0505-2211, Jahrgang 67, Nr. 2

Inhalt

Editorial 30

Christian Eckert, Thomas Kempf, Sabine Eckert und Matthias López Correa
Die Brenzhöhle in Königsbronn auf der östlichen Schwäbischen Alb 31

Michael Ross
Der Themenweg „Unterirdische Schandtauber“ zwischen Schrozberg und Rothenburg ob der Tauber 42

Ralf Nielbock
Die Höhlenbärenzähne der Grabungskampagne 2019/20 in der Einhornhöhle (Harz) 49

Gottfried Martin
Gerundete Gerölle in aufsteigendem Karstwasser 63

Berichte 66

Personalia 70

Schriftenschau 71

Titelbild: Brenzhöhle in Königsbronn auf der Schwäbischen Alb, am „Waschbrett“ bei -20 m; Foto A. Kücha

Editorial

Liebe Höhlenfreunde,

willkommen im **Internationalen Jahr für Höhlen und Karst 2021**! Da die offizielle Eröffnungsfeier zum Höhlenjahr nicht stattfinden konnte, wurde am 26. Januar eine Grußbotschaft der UIS online gestellt. Auf http://iyck2021.org finden sich weitere Informationen. Eines der Highlights war das Video zum Internationalen Jahr, das Uwe Krüger für die UIS gefilmt und zusammengestellt hat. Die große Eröffnungsfeier im UNESCO-Hauptquartier in Paris wird zu einem späteren Termin als Festveranstaltung geplant.
Die **VdHK-Jahrestagung** 2021 musste leider auf 2022 verschoben werden, ebenso wie der internationale Kongress. Der Vorstand will im Herbst 2021 auf einer Online-Infoveranstaltung vorab über seine Arbeit berichten.
Durch die Verlängerung des Internationalen Jahres verlängern wir auch die Aktion **Schauhöhle der Woche** bis Ende 2022. Falls ihr **Aktionen zum Internationalen Jahr** melden wollt, können diese auf www.vdhk.de unter „Termine“ eingestellt und in der Rubrik „Internationales Jahr für Höhlen und Karst“ vorgestellt werden.
Höhlenbilder des Monats: Seit diesem Jahr wurden in der Rubrik „Höhlen“ mehrere Bilder als Slider eingestellt. Eure Bilder könnten dabei sein!
Für die neuen Rubriken **Wissenschaft** und **Kinder** wie auch für **Schutzgebiete und Geoparks** könnt ihr eigene Projekte melden. Kontakt bitte über webmaster@vdhk.de (Georg Nebel).
Lasst uns zusammen die Vielfalt unserer Arbeit im Internationalen Jahr für Höhlen und Karst sichtbar machen – vielen Dank für eure Hilfe!

Bärbel Vogel, Vorsitzende

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, Grießbuck 23, 91720 Absberg, 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

Dr. 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	67 (2)	31 - 41	München 2021

Die Brenzhöhle in Königsbronn auf der östlichen Schwäbischen Alb

von

Christian Eckert, Thomas Kempf, Sabine Eckert und Matthias López Correa

Kurzfassung

Der Ursprung der Brenz in Königsbronn auf der östlichen Schwäbischen Alb zählt neben dem Blautopf und Aachtopf zu den stärksten Karstquellen der Schwäbischen Alb, und schon seit langer Zeit wurde hinter dem Brenztopf eine Höhle vermutet. 1889 wurde der Schwäbische Höhlenverein gegründet, der zugleich der erste deutsche Höhlenverein war. Eines seiner Projekte war es, durch einen Stollen hinter dem Brenztopf lufterfüllte Hohlräume zu erreichen. Dieses Ziel scheiterte, jedoch ist es rund 130 Jahre später durch Taucher der HFGOK gelungen, am Grund des Brenztopfs den Einstieg in eine große Unterwasserhöhle freizulegen. Seit 2019 konnten hinter einem labilen Eingangsversturz bislang ca. 300 m großräumige Gänge erkundet werden, die bis in fast 40 m Tiefe reichen, und zugleich konnte eine erste Auftauchstelle gefunden werden. Diese spektakulären Entdeckungen werden hier zusammen mit der Geologie und Karsthydrologie beschrieben und in einem Höhlenplan der Brenzhöhle (7226/63) dargestellt.

Abstract

The spring of the river Brenz in Königsbronn on the eastern Swabian Alb in Southern Germany presents with a medium discharge of 1336 l/s one of the strongest karstic springs of the Swabian Alb. Just like behind the Aachtopf and Blautopf with their extensive cave systems, a similar underwater cave has long been suspected behind the Brenztopf and was the key target of Germany's first speleological society, the „Swabian Speleological Society". Founded in 1889, they built an artificial tunnel to reach the underground lake feeding the Brenz source, but failed. Some 130 years later in 2018, cave divers of the HFGOK could find below a labile entrance an extensive underwater tunnel, with some 300 m explored so far and reaching down to almost 40 m depth below the spring lake. This remarkable cave „Brenzhöhle (7226/63)" is described, along with a first cave map and information on the geological background and karst hydrology.

Résumé

La source vauclusienne de la Brenz à Königsbronn dans le sud d'Allemagne, figure parmi les sources karstiques avec le débit le plus fort dans le Jura souabe et depuis longtemps, on présumait une cavité souterraine derrière cette source. En 1889 est fondée l'association souabe des cavités souterraines, ce qui en fait la première association des cavités souterraines d'Allemagne. Son but était d'atteindre des cavités pleines d'air derrière la source de la Brenz en creusant une galerie. Ce but échoua mais environ 130 ans plus tard, des plongeurs spéléologues de la HFGOK ont réussi à dégager au fond de cette source l'entrée d'une grande cavité subaquatique. Depuis 2019, on a pu explorer environ 300 m de vastes galeries derrière un éboulis instable. Ces galeries mènent presque à 40 m de profondeur et on a également trouvé un passage pour revenir à la surface. Ces découvertes spectaculaires sont décrites dans le article, tout comme la géologie et l'hydrologie karstique. Les découvertes sont présentées à l'aide d'un plan de la cavité de la Brenz.

Einleitung und Historisches

Die Brenzhöhle (7226/63) ist eine neu entdeckte Wasserhöhle, die nach 2-jähriger Unterwassergrabung 2019 im Quelltopf geöffnet und abgesichert werden konnte. Der Eingang der Brenzhöhle liegt in 4 m Wassertiefe im Brenztopf in Königsbronn im Kreis Heidenheim auf der Schwäbischen Ostalb. Der angestaute Quellsee liegt bei 500 m NHN und befindet sich mitten im Königsbronner Ortskern neben dem Rathaus und der historischen Hammerschmiede (Abb. 1). Die Tauchforschung erfolgt als Projekt der Höhlenforschungsgruppe Ostalb Kirchheim e.V. (HFGOK) mit Genehmigung und Unterstützung der Gemeinde Königsbronn. Mit einer durchschnittlichen Schüttung von 1336 l/s zählt die Quelle der Brenz zu den stärksten Karstquellen der Schwäbischen Alb, die weite Teile des nördlichen Albuchs zwischen Königsbronn und Bartholomä entwässert. Eine Höhle war schon seit Langem hinter den malerischen Felsen am Quelltopf vermutet worden und war bereits zu Beginn des letzten Jahrhunderts im Visier des Schwäbischen Höhlenvereins, der hier einen bergmännischen Stollen anlegte (Brenztopfstollen 7226/30; Bronner 1979), um einen erwarteten Höhlensee zu erreichen (Gussmann 1904, 1906). Das Einzugsgebiet wurde durch spätere Färbeversuche bestimmt (Weidenbach 1957, 1960, Groschopf 1972, Schloz 1990) und beinhaltet die stark verkarstete Albuch-Hochfläche mit ihren Karstwannen und Dolinenfeldern z.B. bei Zang.

Die Geschichte von Königsbronn ist stark verwoben mit dem Vorkommen von Eisenerzen in den Karstwannen und Dolinen der umgebenden Hochflächen Albuch und Härtsfeld (Reiff & Simon 1990) und der Wasserkraft des Brenztopfs. Die Wasserkraft wurde an der Quelle bereits seit 1529 für den Antrieb von mehreren Hammerwerken zur Eisenverarbeitung genutzt. Die in den letzten Jahren renovierte Hammerschmiede (Abb. 1) direkt unterhalb des Quelltopfs stammt aus der Zeit der Industriellen Revolution und wurde 1860 errichtet. Zunächst wurden mehrere unterschlächtig betriebene Wasserräder für die Blasebälge und auch Pochhämmer der Schmelzöfen der Königsbronner Schmelzhütte angetrieben. Während des 30-jährigen Kriegs kam es hier zu starken Beschädigungen und Plünderungen, so dass 1652 eine neue Schmiede errichtet wurde. Die Nutzung der Wasserkraft wurde hierbei bereits deutlich effizienter und es wurden 8 Wasserräder mit je eigenem Lauf nun oberschlächtig betrieben. In den Hüttenwerken wurden zu dieser Zeit Stückgussteile gefertigt. Die Hüttenwerke und damit auch die Wasserkraft der Brenzquelle hatten damals einen sehr großen Stellenwert für die Bevölkerung in Königsbronn. Aus dieser Zeit stammt vermutlich auch die Sage „*Wie einmal der Brenzquell ausblieb*". Darin heißt es über einen sehr heißen und trockenen Sommer:

„*Da geschah es, daß der Brenzquell, der noch nie zu Simmerszeiten groß nachgelassen hatte, an einem Augusttage plötzlich zu laufen aufhörte. (…) Die Wasser in den unterirdischen Kammern, die man im Gebirgsstock des Albuchs vermutet, waren so tief gefallen, dass nichts mehr ausfließen konnte. Der Abt des Klosters flehte zu Gott, er möge das Unglück abwenden, während die Sachverständigen vom Eisen-*

Abb. 1: Der Brenztopf (500 m NHN) auf der Ostalb entspringt in Königsbronn neben dem Rathaus am Fuß eines Massenkalkfelsens (Weißjura Delta, ki 2). Die Hammerschmiede unterhalb nutzte die Wasserkraft seit Jahrhunderten für die lokale Eisenverarbeitung. Für die Stromerzeugung mittels einer Turbine wurde 1890 direkt an der Hammerschmiede das Turbinenhaus errichtet (Fiur 2000). Der Brenztopfstollen wurde hinter dem Rathaus begonnen und verläuft etwa parallel zur Achse des Quelltopfs. Foto A. Kücha.

hammer viele Stunden lang an den Felsen klopften und hämmerten, wie man an ein Fass klopfet, um seinen Stand festzustellen. Die Brenz jedoch blieb mehrere Tage lang aus, und erst am fünften Tag fing sie wieder an zu quellen …“ (zitiert in Fiur 2000).

Bereits damals bestand also großes Interesse daran, woher das Wasser kam. Hinter dem Brenzursprung wurde ein See im Felsen vermutet, aus dem die Quelle gespeist wird.

Im 18. Jh. begann, bei anfänglichen Schwierigkeiten durch Schäden am Hochofen und Brennholzmangel, nach und nach ein Aufschwung der Hüttenwerke. Dies wurde vor allem durch die Unterstützung von Georg und Johann Georg Blezinger ermöglicht, einem ortsansässigen Wirt und dessen Sohn. Diese sorgten zunächst (ab 1747) für ausreichende Holzkohlelieferungen, beteiligten sich 1763 an der Pacht der Brenztalwerke und schufen eine Schlackenwäsche zur Rückgewinnung des Abfalleisens. Das nahe dem Hammerwerk stehende Wirtshaus wurde 1775 zu einem Wohnhaus mit Rokoko-Fassade umgebaut und wird bis heute „Blezinger Palais“ genannt. Es ist heute das Königsbronner Rathaus. Besondere Berühmtheit erlangte Johann Georg Blezinger aber 1772 mit dem Bau des „Eisernen Wasserkastens“. Hierbei handelte es sich um einen Kasten aus Gusseisenplatten zur kontrollierten Ableitung des Wassers. Durch diese Konstruktion konnten 9 Wasserräder oberschlächtig betrieben und deren Geschwindigkeit mit Fallen gesteuert werden. Die neuartigen, eisernen Wasserräder waren zudem äußerst effizient und leichtgängig. Die Erfindung bzw. Verbreitung der Dampfmaschine im 19. Jh. brachte einen weiteren Aufschwung der Hüttenwerke, da die Nachfrage nach Eisen und Stahl stieg. Anfang der 1820er Jahre wurde mit der Herstellung von Walzen in Königsbronn begonnen und in den frühen 1860er Jahren wurde eine Dampfmaschine in Betrieb genommen, die die schwankende Schüttung der Brenzquelle ausgleichen konnte. Als sich in den 1860er Jahren die Geschäftslage verschlechterte, spezialisierten sich die Hüttenwerke auf hochwertige Hartgusswalzen, was das weitgehende Ende der Hammerwerke am Brenzursprung bedeutete. Die Wasserkraft wurde aber weiterhin genutzt – nun für eine Walzendreherei ab 1868. 1889 wurden die Hammerwerke am Brenzursprung schließlich ganz außer Betrieb genommen, die Hämmer nach Abtsgemünd verlegt, während die Walzendreherei bereits 1873 an die auf der anderen Talseite gelegene Pfefferquelle verlegt worden war, wo sie bis heute in Betrieb ist. Eines der beiden Gebäude wurde abgebrochen, ebenso der „Eiserne Wasserbau“. Stattdessen wurde 1890 ein Turbinenhäuschen errichtet und darin erstmals eine Turbine zur Stromerzeugung eingesetzt. Mit einer 40 PS Francis-Turbine der Firma Voith in Heidenheim wurde ein Dynamo angetrieben und der Strom wurde durch ein Kabel aus Siliziumbronze über den Dächern von Königsbronn auf die andere Talseite geleitet und an der Pfefferquelle in der Walzendreherei genutzt. Es handelte sich im Lande um die erste elektrische Kraftübertragung über eine größere Strecke. Im Zuge des Turbineneinbaus wurde die einfassende Mauer am Brenzursprung erhöht, um eine Fallhöhe von 3,7 m zu erreichen. Dabei entstand die heutige Fassung des Brenztopfs (Fiur 2000).

Die erste Turbine wurde 1927 durch eine neu entwickelte, bei geringer Fallhöhe effizientere Kaplan-Turbine ersetzt, die bis zu 118 PS liefern konnte, jedoch für eine maximale Schüttung von 2950 l/s ausgelegt war. Bei einer mittleren Schüttung der Quelle von ca. 1200 l/s bedeutete dies einen meist schlechten Wirkungsgrad oder den Stillstand der Turbine. Aufgrund zunehmender Reparaturbedürftigkeit und längeren Phasen des Stillstands in den späten 1950er Jahren wurde die Turbine schließlich 1959 stillgelegt. 1977 wurde die Turbine zu Ausstellungs- und Lehrzwecken wieder hergerichtet und entsprechend genutzt. Das Wasserrecht für den Betrieb der Turbine war jedoch 1963 erloschen. 1994/1995 wurde die Anlage auf Mängel untersucht und ihr größtenteils ein guter Zustand bescheinigt. 1997 wurde daher eine Sanierung durch die Herstellerfirma Voith und eine Wiederaufnahme des Betriebs beschlossen. Hierbei konnten vorwiegend Originalteile genutzt werden und die Hydraulik, die Mechanik zur Regelung sowie die Elektrik/Generator- und die speicherprogrammierbare Steuerung modernisiert werden. Die Laufradschaufeln wurden verkleinert, um das Schluckvermögen der Turbine zu reduzieren und damit auf die Erfordernisse am Brenztopf angepasst. Nach zusätzlichen Bauarbeiten im Auslaufkanal konnte die Turbine am 17.10.2000 wieder in Betrieb genommen werden. Sie kann bei einer Schüt-

tung von 500 l/s (Leistung 10 kW) bis 2100 l/s (66 kW) betrieben werden, der optimale Wirkungsgrad besteht bei 1500 l/s (47 kW) (Fiur 2000).

Bereits im 19. Jh. wurde überlegt, den Brenztopf als Wasserreservoir für den Schleusenbetrieb des geplanten Neckar-Donau-Kanals zu verwenden. Hier verquicken sich Landschaftsgeschichte und die Lage der Brenzquelle in interessanter Weise, da die Europäische Wasserscheide zwischen Donau und Rhein nur wenig nördlich das Ur-Brenztal quert und hier als Talwasserscheide (510 m NHN) vorliegt. Das flussgeschichtlich donauwärts gerichtete Ur-Brenztal stellt den flachsten natürlichen Durchlass durch das Mittelgebirge der Schwäbischen Alb dar, mit dem Brenztopf nahe des Scheitelpunkts der geplanten Schleusen. Auch wenn es schließlich nicht zum Kanalbau kam, wurden doch interessante hydrographische Untersuchungen an der Quelle durchgeführt, um das Wasserfassungsvermögen im Bergesinnern zu ergründen. So wurde hier 1902 das Wasser des Brenztopfs zur Wartung der Turbine abgelassen und durch die Königliche Ministeriale Abteilung für den Straßen- und Wasserbau fachlich begleitet (Gussmann 1904). So wurde durch das Hydrographische Bureau das Wiederanstauen des Quelltopfs am 3. und 4. November 1902 detailliert dokumentiert (Daten in Gugenhan 1903 und Weidenbach 1957; Tab. 1). So wurde ein Volumen von 55.000 m^3 für den vermuteten Höhlensee im Bergesinnern berechnet (Gussmann 1904, 1906). Dies fällt mit den Aktivitäten des Schwäbischen Höhlenvereins zusammen. Dieser von Gugenhan postulierte „Königssee“ mit einer Grundfläche von 360 Ar, der sich unmittelbar im Berge anschließen solle, stellte eine wesentliche Motivation dar, diesen mit einem Stollen zu erschließen. Der 1889 gegründete Schwäbische Höhlenverein begann 1903 mit dem Bau eines bergmännisch vorgetriebenen Stollens (Bronner 1979), der aus privater und staatlicher Hand finanziert wurde und auch in erheblichem Maße vom Schwäbischen Albverein unterstützt wurde (Gussmann 1904, 1906). Da sich mit dem altbekannten Hessenloch (7226/25) in den benachbarten Felsen am Herwartstein ja auch eine größere Tropfsteinhöhle befindet (Jantschke 1993), trug dies sicher zum Grundoptimismus bei. Den Wasserzulauf im Innern des Berges vermutete man aus südwestlicher Richtung und zeichnete diesen auf einer Karte in elegantem Bogen durch zwei benachbarte, heute verfüllte Dolinen auf der Hochfläche ein (Gussmann 1904; Abb. 2A). 1903 war der Stollen bereits 39 m lang, hatte den See noch nicht erreicht und man wähnte sich 10 m vom Durchbruch entfernt (Gussmann 1904). Nach weiteren gut 20 m ging 1905 das Geld aus (Gussmann 1906). Man hatte mehrere lehmverfüllte Klüfte, aber auch eine natürliche Halle hinter dem Brenztopf gefunden, nicht jedoch den Höhlensee oder einen offenen Zulauf. Die einzelnen mit Schutt und Lehm gefüllten Hohlräume waren bis zu 20 m hoch und teils mit Tropfsteinbildungen ausgekleidet. In einer der gefundenen Kammern wurde eine 2,5 m lange Sonde in den Boden gestochen und aufgrund des leichten Eindringens ging man davon aus, dass sich darunter ein wassergefüllter Hohlraum befinden müsse. Prof. Dr. Eberhard Fraas zeichnete 1905 ein Schema (Abb. 2B) des mit Schutt gefüllten Quelltopfs und des unmittelbar dahinter liegenden Höhlensees und der gefundenen Klüfte im Bereich des künstlichen Stollens (Gussmann 1906). Nachdem mehrere hundert Mark ausgegeben waren, wurden die Grabungen nicht wiederaufgenommen. Auf Höhe des Wasserspiegels wurde beim Stollenbau ein Fenster zum Brenztopf geöffnet, das in der Südwestecke des Quelltopfs liegt. Dieses liegt ironischerweise unmittelbar neben dem 2017 gefundenen Unterwassereingang in die Brenzhöhle – der Stollen hatte die Höhle längst gequert. Tatsächlich wurde die Sonde sogar unmittelbar über dem „Foyer“ in den Boden eingebracht. Die Berechnungen der Seedimensionen von Gugenhan (1903) wurden von Weidenbach (1957) in einem lesenswerten Bericht neu aufgerollt. So ergab sich 1955 die Möglichkeit, bei Reparaturarbeiten an der Wehranlage das Ablassen und Wiederaufstauverhalten des Quellsees erneut zu messen. Die Daten aus dem Jahr 1902 bei 800 l/s und von 1955 bei 1650 l/s werden in Weidenbach (1957) detailliert verglichen. Während 1902 das Anstauen 18 Stunden und 22 Minuten dauerte, war 1955 am 27. August bei etwa doppelter Schüttung der Maximalpegel nach 9 Stunden erreicht (Weidenbach 1957). Die Schlussfolgerung war jedoch, dass sich mitnichten ein einziger offener Höhlensee im Berg befinden müsse, sondern sich die Fläche auch auf ein weitverzweigtes Kluftsystem verteilen könne. Mittels eines Färbeversuchs konnte Weidenbach im Dezember 1955 einen Karstwasserzulauf aus dem 9 km entfernten Bartholomä nachweisen. Natrium-Uranin (5 kg), das am 7.12.1955 um 10:30 Uhr in

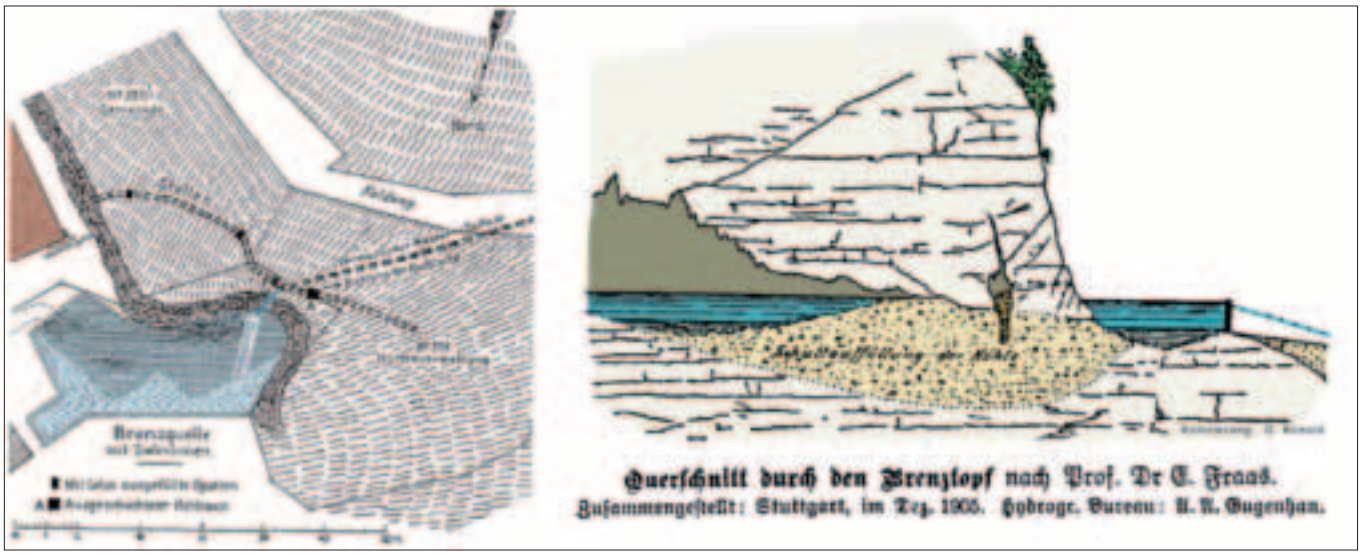


Abb. 2: Karte des Brenztopfs (A) mit dem Verlauf des 1903 bis 1905 gegrabenen Stollens (Gussmann 1904) zur Erforschung des Brenztopfs durch den Schwäbischen Höhlenverein. Ebenso ist der vermutliche Wasserzufluss aus SW eingezeichnet. (B) Querschnitt durch den Brenztopf nach Prof. Dr. E. Fraas in Gussmann (1906); in den Felsen hinter dem Brenztopf wird eine Höhle mit Höhlensee vermutet, der durch einen verschütteten Eingangsbereich unzugänglich ist. Dieser erhoffte „Königssee“ war die Motivation für die Anlage des Brenztopfstollens hinter dem Königsbronner Rathaus.

die Ortskanalisation eingegeben wurde, konnte am 15.12.1955 um 6:00 Uhr erstmals im Brenztopf beobachtet werden. Daraus errechnete sich eine lineare Fließgeschwindigkeit von 48 m/h. Damit ergab sich die Möglichkeit eines kanalisierten Abflusses in einem Höhlensystem und man erkannte, dass eine Kombination aus offener Höhle und kluftgebundener Entwässerung des Gebirgskörpers parallel aktiv sein können (Weidenbach 1957).

Jüngste Erforschungsgeschichte

In den letzten Jahrzehnten wurden immer wieder kleinere Versuche unternommen, den Eingang zur mutmaßlich vorhandenen Höhle hinter dem Brenzursprung freizulegen (Abb. 3). Durch nachrutschendes Gestein erschwert, wurden diese jedoch immer rasch wieder aufgegeben. Eher zufällig, im Rahmen eines Kurzbesuchs am Brenztopf, wurde der aktuelle Projektleiter Christian Eckert auf den Brenztopf aufmerksam und beschloss, sich damit intensiver zu befassen. Nachdem er mit befreundeten Tauchern wiederholt Steine zur Seite geschafft hatte und es vielversprechend aussah, einen Zugang zu finden, wurde letztlich ein Projekt der HFGOK daraus. Nach erneuten, kurzzeitigen Sondierungsgrabungen wurde tatsächlich im März 2017 ein Hohlraum (heute „Mausefalle") angeschnitten, der mit an einer Leine hinabgelassenem Licht und einer Kamera gefilmt werden konnte.

Der Hohlraum wurde nach kurzer Zeit wieder durch Steine verschüttet, die Entdeckung veranlasste aber zum Stellen eines Forschungsantrags im Mai 2017. Hiernach wurden viele Tonnen Gestein aus dem Quelltrichter mobilisiert. Die Gesteinsmassen waren schließlich selbst von außen gut sichtbar, so dass mit Unterstützung des Königsbronner Bauhofs im Oktober 2017 und des Forst BW im November 2017 insgesamt 5 Tonnen Steine und 2 große Felsblöcke geborgen bzw. aus der Gefahrenzone entfernt werden konnten. Es folgten wiederholte Absicherungsmaßnahmen mittels Leitplanken (Abb. 3).

Schließlich konnte das bereits zuvor gefundene Loch bei -4 m wieder freigelegt und im Januar 2018 auch erstbetaucht werden. Aufgrund des hohen Risikos durch nachrutschendes Gestein wurde die Kammer „Mausefalle" genannt. Eine eindeutige Fortsetzung war bei -10 m zunächst nicht ersichtlich. Es folgten weitere Absicherungsmaßnahmen im Eingangsbereich und eine Erweiterung dessen, sodass ein ausreichender Luftvorrat mitgenommen werden konnte, bestehend aus zwei 12-Liter-Flaschen-Rückengerät („backmount"). Auch in der anschließenden tieferen Ebene in der Mausefalle wurden Steine nach außen geschafft und Leitplanken zur Absicherung eingebracht. Im März 2018 wurde eine weitere Spalte freigelegt. Sie konnte so weit erweitert werden, dass die dahinter liegende Kammer bei -13 m am 12.4.2018 durch Hannes Köble erstbetaucht werden konnte, wobei ein kleines Tauchgerät aus zwei 4-Liter-Flaschen zum Einsatz kam, welche in der Hand gehalten wurden („no-mount"). Auch für die Projektleiter Christian Eckert und Thomas Kempf war es nach weiteren zwei Monaten möglich, ins „Foyer" vorzudringen. Leider rutschte eine Felsnase bei den Absicherungsarbeiten in der Mausefalle in die Spalte und verlieh ihr nun den Namen „Nasenspalte" (-10 m). Ein Durchkommen war nicht mehr möglich. Aufgrund der nur sehr geringen Schüttung und der damit verbundenen schlechten Sichtverhältnisse mussten die Grabungsversuche nach kurzer Zeit eingestellt werden. Erst im März 2019 waren wieder Arbeiten an der Engstelle möglich. Mithilfe eines durch die HFGOK neu angeschafften Unterwasser-

Abb. 3: Höhleneingang im Brenztopf in 4 m Wassertiefe vor Beginn der Grabungs- und Sicherungsarbeiten 2017 (A); (B) Sicherung des labilen Unterwasserversturzes mit Leitplanken, der Durchbruch in die Brenzhöhle gelang nach zwei Jahren Grabung und Sicherung im April 2019; (C) Leitplanken und Gestein wurden im Quelltopf mit Hebesäcken transportiert; (D) Entfernung eines großen Blocks mit schwerem Gerät im November 2017. Fotos A/C/D A. Kücha, Foto B T. Kempf.

Bohrhammers konnte schließlich die Felsnase zerkleinert und das „Foyer“ wieder betaucht werden. Anfang April 2019 entdeckten Thomas Kempf und Christian Eckert eine Fortsetzung und damit die eigentliche Höhle hinter dem Brenzursprung. Bereits nach kurzer Zeit war sie auf einer Länge von ca. 150 m ausgeleint, die maximale Wassertiefe betrug 34 m (1.5.2019). Die Vermessung der neuentdeckten Teile der 7226/63 Brenzhöhle erfolgte am 21.5.2019 durch Thomas Kempf und Andreas Kücha. Im Rahmen eines Forschungslagers vom 3. bis 6. Oktober 2019 wurden Erweiterungsarbeiten an der ersten und zweiten („Mauseloch“) Engstelle durchgeführt. Damit war nun ein deutlich sichereres Betauchen der Höhle mit seitlich am Körper getragenen Tauchflaschen möglich („side-mount“), während zuvor eine Passage nur mit abgelegten Flaschen möglich war. Am 6. Oktober 2019 wurde in einem Abschlusstauchgang des Forschungslagers durch Max Fahr und Oliver Steinle eine weitere, sehr geräumige Fortsetzung entdeckt, die aufgrund ihrer beeindruckenden Größe „Albmetro“ getauft wurde und in einer kleinen Auftauchstelle endet. Die Höhle war nun etwa 300 m lang. Die Vermessung bis zum Georg-Elser-Dom (-20 m) und dem anschließenden Schacht (-34 m) wurde am 30.10.2019 durch Thomas Kempf und Andreas Kücha durchgeführt, mit einer Gesamtlänge von 141 m. In einer dritten Vermessungstour am 20.8.2020 konnte die übrige bekannte Strecke bis zur Auftauchstelle „Königspool“ am derzeitigen Höhlenende durch Christian Eckert und Thomas Kempf vermessen werden (Abb. 4). Die aktuelle vermessene Gesamtlänge beträgt 247 m bei 34 m Gesamttiefe. Die tiefste Stelle der Höhle mit -39 m liegt im Bereich des alten Leinenendes (unterhalb des „Blocks“) im Parallelgang, wurde aber noch nicht vermessen.

Höhlenbeschreibung

Der Eingang zur Brenzhöhle (Abb. 4) befindet sich im Brenztopf auf der Südseite unter einer markanten Felsschuppe. Dort wurde von Hand ein Überhang unter dem Felsen (Abb. 3) in einer Tiefe von 3 - 5 m von Steinen und Lehm befreit und der so entstandene Trichter („Dekokammer“) mit Leitplanken terrassenförmig abgesichert (Abb. 3).

Die darauffolgende erste, vertikale Engstelle ist mit Rückengerät (Doppel-12 l) gerade noch betauchbar. Man erreicht nun die „Mausefalle“, den ersten größeren Hohlraum im Eingangsversturz. Der Boden bestand ursprünglich aus einer steilen Lehmhalde, die ebenfalls mit Leitplanken stufenförmig gegen Nachrutschen gesichert wurde.

Die Grundfläche beträgt ungefähr 3 x 4 m und fällt bis auf 10 m Wassertiefe ab. Der Durchgang ins Foyer („Mauseloch“, Engstelle 2) von etwa 2 m Länge vertikal und, nach scharfem 80°-Knick, etwa 3 - 4 m horizontal (leicht abfallend) wurde künstlich erweitert und im senkrechten Abschnitt mit Leitplanken abgesichert, so dass ein Passieren side-mount mit einer Flaschengröße bis 2 x 20 l ohne Ablegen möglich ist. Das nun erreichte „Foyer“, der 2. und deutlich größere Hohlraum im Versturz, hat eine Ausdehnung von 7 x 4 m und erstreckt sich über eine Wassertiefe von 13 - 16 m. In der Mitte befindet sich ein markanter Felsen, der gemäß seiner Form und ursprünglichen Nutzung beim Wiederanlegen der abgelegten Ausrüstung als „Tisch“ bezeichnet wird. Auf der Südseite des Foyers senkt sich der Boden ab und bildet an der Wand eine annähernd senkrechte Spalte, die nur side-mount in Seitenlage betaucht werden kann (Engstelle 3: „Das Tor“; Wassertiefe 15,8 m). Nun fällt man förmlich aus der Decke eines größeren, natürlich gewachsenen Hohlraums mit stark korrosiv zerfressenen Wänden. Man befindet sich auf einem Absatz („Balkon“) im oberen Teil einer kleinen Halle, von dem aus man in die darunter liegenden Höhlenabschnitte schauen kann. Der Raum erstreckt sich bis auf eine Wassertiefe von 26 m und der Boden ist mit großen Felsblöcken labyrinthartig übersät. In Richtung Süden schließt sich eine Lehmhalde an, die von 22 bis 15 m Tiefe ansteigt. Nach diesem Labyrinth erreicht man einen annähernd quaderförmigen, etwa 6 x 5 m großen Felsblock, das „Waschbrett“, an dem man auf der westlichen Seite zunächst in einem kleinen Canyon entlang tauchen und den zweiten Abschnitt im Anschluss in Richtung Südwesten überqueren kann. Über dem Waschbrett ist der Gang nur ca. 1,5 m hoch. Die Oberfläche des Felsens (-19 m) ist relativ eben mit ausgeprägten Fließfacetten. Am Ende des Waschbretts führt der Gang etwas versteckt nach oben bis auf 13 m, anschließend wird die Höhle wieder etwas geräumiger mit Gangdimensionen von etwa 8 x 5 m. Der Gang verläuft nun ungefähr in Richtung Westen. Er fällt langsam weiter bis auf 20 m Wassertiefe und mündet in den imposanten „Georg-Elser-Dom“, der am Boden in einen Schacht übergeht. Der Dom hat einen Durchmesser von ca. 15 m und erstreckt sich von einer Wassertiefe von -3 m (bisher nach oben betauchbarer Bereich) bis auf -30 m (Schacht), wobei der Schacht einen Durchmesser von etwa 2 - 3 m hat. Die Decke läuft trichterförmig zu und endet in mehreren stark verlehmten Kaminen, die möglicherweise bis an die Wasseroberfläche reichen. Nun folgt ein in Richtung Süden führender Gang, der bis auf 34 m Tiefe abfällt und dessen Boden an der tiefsten Stelle mit feinem Kies bedeckt ist. Man taucht auf einen großen, etwa 3 - 4 m hohen Felsblock zu („Der Block“). Auf diesem Block in 30 m Tiefe befindet sich die Abzweigung (Leinen-T) in den Bereich Alb-Metro. Folgt man der Leine nach rechts, taucht man am Felsen bis auf etwa 39 m Tiefe nach unten bis in eine kleine Kammer mit ausgespülten Wänden. Der Boden ist hier vollständig mit feinem Kies bedeckt und lehmfrei. In Richtung 80° kann man am Fuß des Felsens unter diesen schauen, zum Hineintauchen ist diese Spalte jedoch selbst ohne angelegtes Tauchgerät („no-mount“) zu eng. Durch ein Fenster in einer Ecke der Kammer kann man die „Alb-Metro“ erblicken. Zurück am T, kommt man auf der linken Seite durch die Engstelle „Limbospalte“ in 32,7 m Tiefe, die side-mount problemlos passierbar und vom Eingang 149 m entfernt ist. Von nun an folgt man dem kontinuierlich ansteigenden Gang der 101 m langen „Alb-Metro“ mit sehr großen Gangdimensionen von 16 x 13 m (B x H). Der Boden ist vermutlich die Oberseite eines Versturzes und auf der linken Seite stark verlehmt, stellenweise finden sich mittig und rechts viele Löcher im Boden, aus denen zum Teil Wasser strömt. Auf der rechten Seite findet sich in einer Felsnische in 8 m Tiefe eine Ansammlung von bis zu armdicken, 1 - 1,5 m langen, senkrecht hängenden Stalaktiten. Der Gang endet schließlich 247 m vom Eingang entfernt in einer Auftauchstelle in einer kleinen Kammer ca. 4 x 5 m mit Versturzdecke in ca. 4 m Höhe über der Wasseroberfläche, verstürzten Wänden und viel Lehm. Diese Kammer wurde mit dem Namen „Königspool“ benannt, da es die erste Auftauchstelle ist, aber nicht die Größe des im 19./20. Jh. erwarteten Königssees besitzt. Eine Fortsetzung konnte hier bisher nicht gefunden werden.

Während der Tauchgänge konnte fotografiert und gefilmt werden (Abb. 5), jedoch wurden weitere wissenschaftliche Arbeiten durch die Pandemiesituation in den Jahren 2020 und 2021 verhindert. So unterblieben bislang auch eine geplante spezielle Biologietour und die Entnahme geologischer Proben. Im Quelltopf fallen die Groppen (*Cottus gobio* LINNÆUS, 1758) im Eingangsbereich auf, die jedoch im Innern der eigentlichen Höhle bisher nicht angetroffen wurden. Im Höhleninnern wurden Exemplare des Strudelwurms, auch Höhlenplanarie (*Dendrocoelum cavaticum* FRIES, 1874), und des Brunnenkrebses (*Niphargus* sp.) beobachtet.

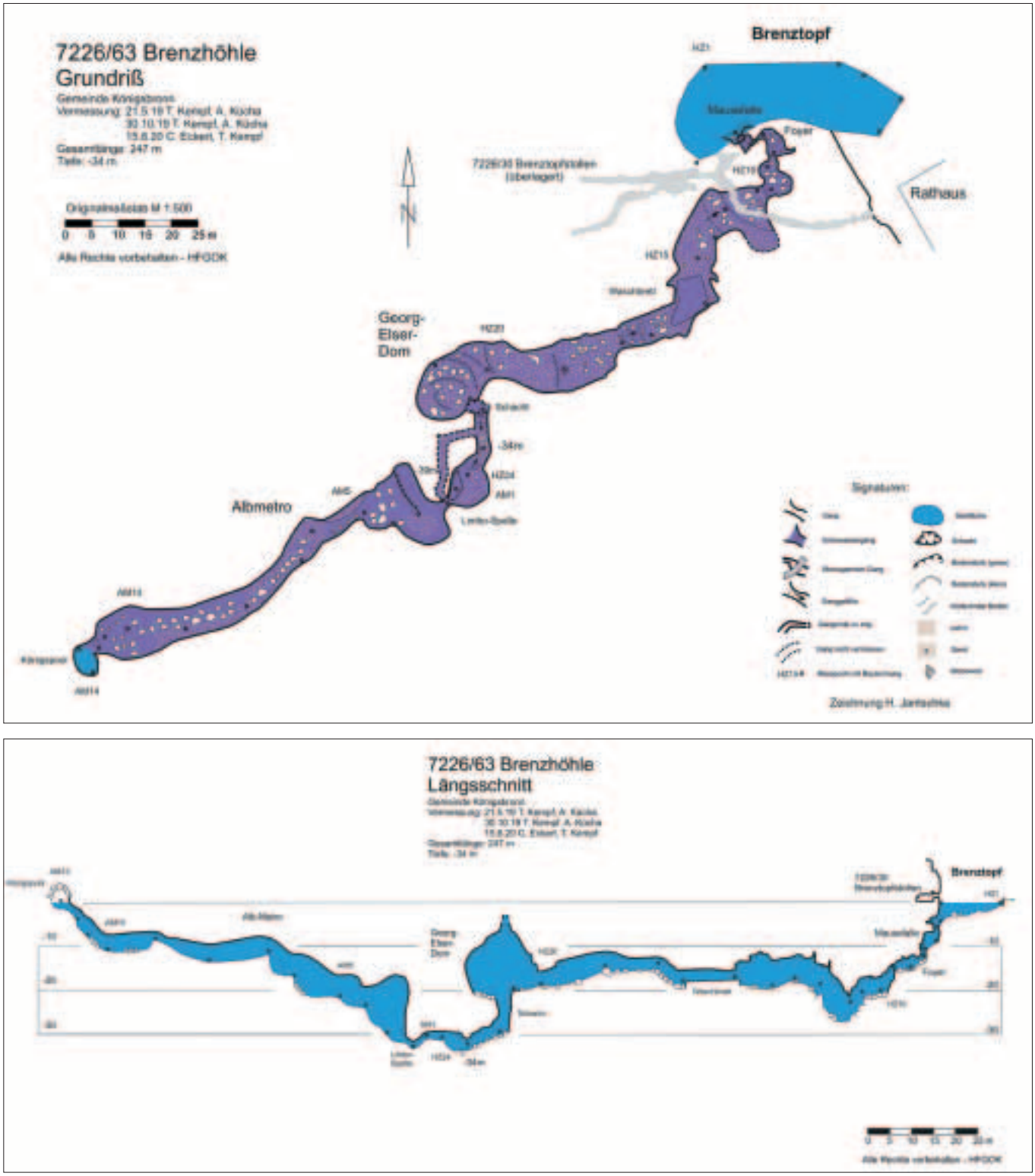


Abb. 4: Grundriss und Längsschnitt der neu entdeckten Brenzhöhle und des Brenztopfstollens. Zeichnung H. Jantschke.

Hydrologie und Geologie

Die Quelle der Brenz entspringt dem Brenztopf, einem Karstquelltopf am Fuße einer steilen Felswand innerhalb der Gemeinde Königsbronn. Der angestaute Quelltopf entspringt auf 500 m NHN an der Westseite des Durchbruchtals von Kocher und Brenz und liegt nur 2,5 km südlich der Europäischen Wasserscheide. Die Grenze von Tiefem zu Seichtem Karst fällt im Durchbruchtal der Ur-Brenz mit der Position der Europäischen Wasserscheide zusammen. So entspringen die rheinisch entwässernden Kocherquellen bei Oberkochen, 4 km vom Brenzursprung entfernt, dem Seichten Karst, während die Quellen von Brenz und Pfeffer klar zum Tiefen Karst gehören und zum Einzugsgebiet der Donau beitragen (Schloz 1990). Durch Färbeversuche konnte für den Brenztopf ein Einzugsgebiet umrissen werden, das gut 10 km weit nach Westen bis Bartholomä reicht (Weidenbach 1957) und Zang, Irmannsweiler und den Amalienhof einschließt (Weidenbach 1960, Groschopf 1972, Reiff & Simon 1990, Schloz 1990, 1993). Es kann davon ausgegangen werden, dass der Großteil des Albuchs nördlich des Wentals in West-Ost Richtung zum Brenztopf und den Quellen am Siebenten Fuß (Brünneleskopf) entwässern. Der Karstwasserspiegel bei Böhmenkirch (Grundwassermessstelle LUBW-0060/713-2; 647,32 m NHN; -150 m GOK) verzeichnete zwischen 1993 und 2020 eine mittlere Höhe von 554,44 m

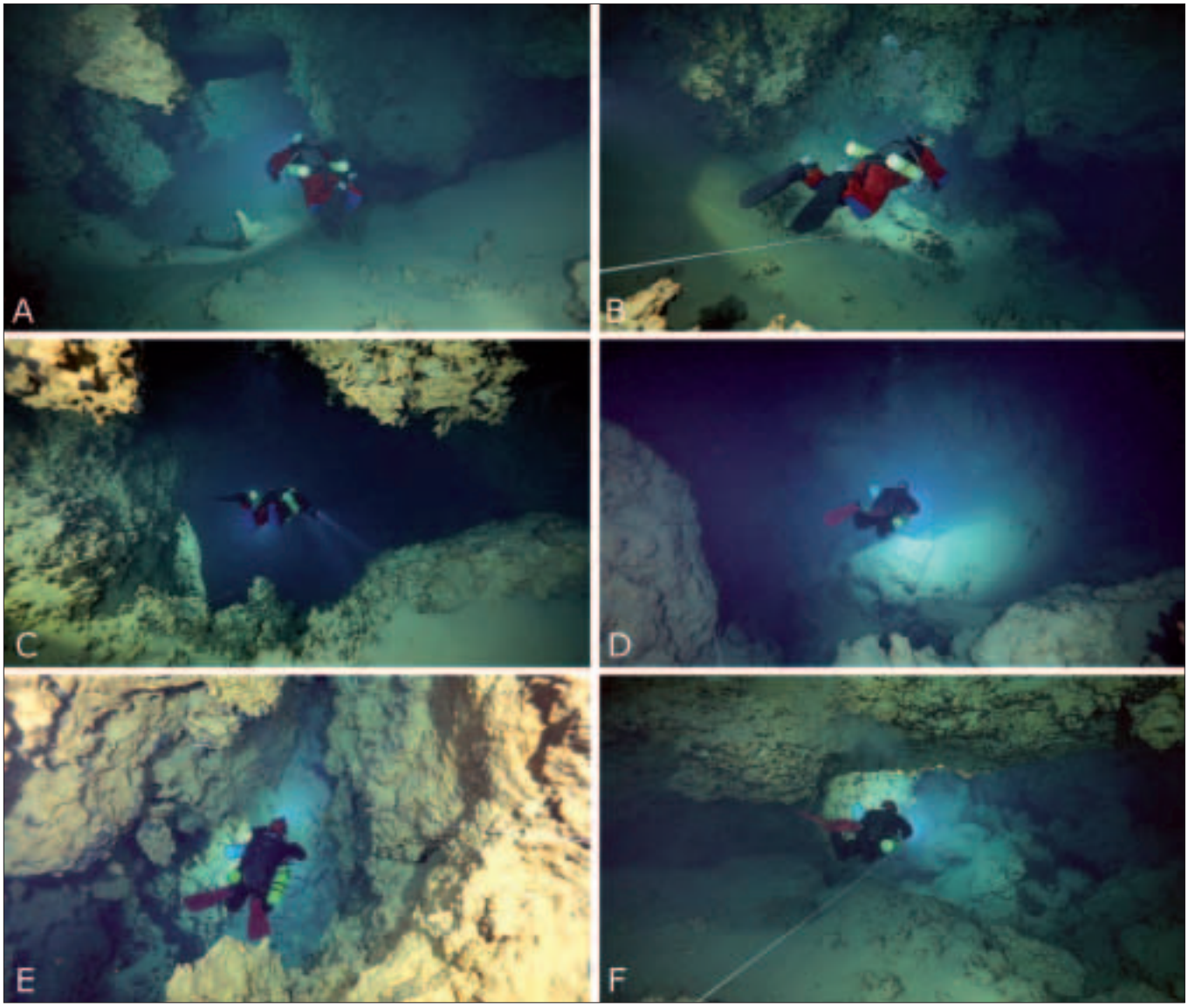


Abb. 5: Impressionen aus den neu entdeckten Unterwasserbereichen der Brenzhöhle: (A) Hauptgang 60 m vom Eingang in 18 m Wassertiefe, im Hintergrund das markante „Waschbrett"; (B) Hauptgang bei 120 m (-18 m) kurz vor dem Georg-Elser-Dom mit stark korrodierten Wandpartien; (C) Eintauchen in den „Georg-Elser-Dom" (GED) bei 120 m (-20 m); (D) der GED ist der bislang größte Raum der Höhle mit 15 m Durchmesser und 20 m Höhe. (E) Blick in den „Schacht" am Grund des GED, der zum tiefsten vermessenen Punkt bei -34 m führt; (F) Die Albmetro stellt einen 100 m langen Gangabschnitt dar mit Dimensionen von bis zu 16 x 13 m. Fotos A. Kücha.

NHN, mit Schwankungen zwischen 545,56 m NHN und 575,33 m NHN. Im selben Zeitraum verzeichnete der Karstwasserspiegel im Wental (Grundwassermessstelle LUBW-0130/762-1; 612,48 m NHN; -118 m GOK) eine mittlere Höhe von 537,74 m NHN, mit Schwankungen zwischen 537,53 m NHN und 538,27 m NHN. Die mittleren Jahresniederschläge auf dem Albuch liegen zwischen 950 und 1000 mm, so dass die mittlere Schüttung von 1,3 m^3/s fast der kompletten zu erwartenden Wassermenge des Einzugsgebietes entspricht (Schloz 1990, 1993). Mit einer mittleren Schüttung von 1336 l/s gehört der Brenztopf zu den stärksten Karstquellen der Schwäbischen Alb, deren Quellposition am Talgrund als Quelle des Tiefen Karstes typischerweise eine sehr konstante Grundschüttung bewirkt. In üblichen Hochwassersituationen sind Schüttungen bis 6400 l/s gemessen worden. Die maximalen 10-Jahres-Hochwasser erreichen 6,43 bis 10,30 m^3/s und Jahrhunderthochwasser bis 14,10 m^3/s Schüttung. Mittlere Niedrigwasser liegen hingegen bei 0,53 m^3/s Schüttung (Daten: Hochwasservorhersagezentrale Baden-Württemberg).

Die wöchentlich aufgelösten Daten zur Quellschüttung am Brenztopf (Grundwassermessstelle LUBW-0024/762-4) sind über die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg verfügbar (Daten: LUBW). Hieraus wurde aus den Jahresmitteln für den Zeitraum von 2000 bis 2018 (min. 687, max. 2622 l/s) die durchschnittliche Schüttung mit 1336 ± 410 l/s berechnet. Zwischen 2000 und 2018 zeigt sich dabei eine deutlich abnehmende Tendenz (Abb. 6A), welche die reduzierte Grundwasserneubildung aufgrund langfristig schwindender Niederschlagsmengen widerspiegelt. Ein Blick auf die Schüttung im Monatsmittel (Abb. 6B) zeigt eine starke Schwankung im Jahresverlauf, mit Hochwässern im Frühjahr zur Schneeschmelze und in einigen wassereichen Sommern. Für eine Quelle des Tiefen Karstes zeigen die relativ starken Schüttungsschwankungen ein größeres offenes Flusshöhlensystem an, das schnell auf Niederschlagsereignisse und Schneeschmelze anspricht. Ein ähnliches Muster ist beispielsweise auch am Blautopf mit seinem ausgedehnten Höhlensystem zu beobachten und lässt auch hinter dem Brenztopf auf größere Neuentdeckungen in Überwasser-Bereichen hoffen. Die asymptotische Abnahme der Schüttung nach Hochwässern zeigt die zusätzliche verzögerte Wasserabgabe aus dem kluftgebundenen Anteil des Grundwasserleiters an (Abb. 6B).

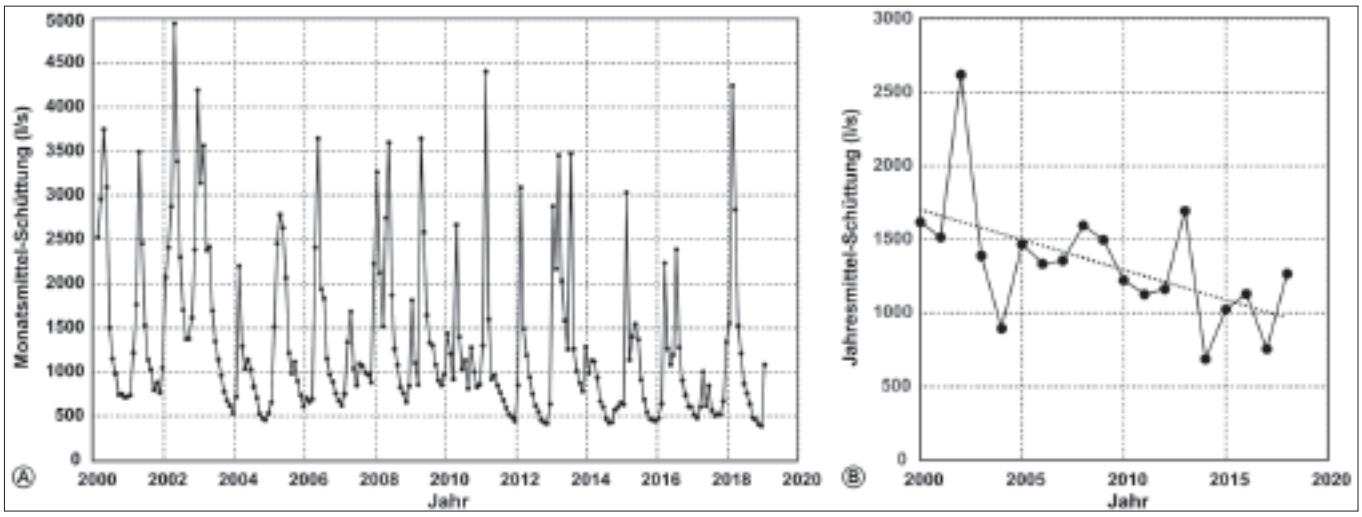


Abb. 6: (A) Die Schüttung der Brenzquelle liegt für den Zeitraum von 2000 bis 2018 im Jahresmittel bei 1336 l/s und zeigt einen kontinuierlichen Rückgang um gut 30% aufgrund rückläufiger Niederschlagsmengen. (B) Im Monatsmittel zeigt eine kontinuierliche Hintergrundschüttung um ca. 500 l/s, deren Gleichmäßigkeit typisch für eine Quelle des Tiefenkarstes ist. Zusätzlich zeigt die Ganglinie der Brenzquelle starke Schwankungen mit Hochwässern nach Schneeschmelze im Frühjahr mit Monatsmitteln von bis zu 5000 l/s. Die starken Schwankungen bei Hochwasserereignissen deuten auf ein größeres offenes Höhlensystem hin, während der asymptotische Rückgang das Verhalten des Kluftgrundwasserleiter widerspiegelt. Daten: LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg; https://guq.lubw.baden-wuerttemberg.de, Grafik M. López Correa.

Hydrogeologie

Der Brenztopf entspringt dem Oberen Weißen Jura und die Höhle ist sowohl in massigen als auch grobbankigen Einheiten des Weißjura delta (ki2) angelegt. Eine exakte stratigraphische Abgrenzung im Gelände ist ohne Leitfossilien meist schwierig, und die Einheiten werden auch als Untere und Obere Felsenkalke zusammengefasst (Abb. 7). In der Höhle selbst ist mit dem „Waschbrett" ein Bereich mit gebankter Gesteinsausprägung vorhanden (Abb. 8), über weite Bereiche herrschen jedoch Massenkalke vor, die korrosiv zerfressen sind und keine Schichtung zeigen.

Im Bereich des Albtraufs ist durch die rückschreitende Erosion der rheinischen Zubringer (z.B. Kocher, Fils, Eyb) ein geologisch tieferliegendes Entwässerungsstockwerk an der Grenze der Mergel des Weißjura alpha (ox 1) zu den Wohlgebankten Kalken des Weißjura beta (ox 2) aktiviert worden (Abb. 7). Die mergeligen Schichten des Weißjura gamma (ki 1), die den Aquifer der Brenzhöhle im Oberen Weißen Jura (ki 2 - ti 1) unterlagern, sind im Bereich des Seichten Karstes wasserstauend, aber durchlässig. Die erdgeschichtlich jüngeren Höhlen auf dem tieferen Stockwerk graben somit von Nordwesten her dem Einzugsgebiet der danubischen Quellen unterirdisch das Wasser ab. Zu diesen Höhlen zählt der 1,2 km lange Teufelsklingenbröller (7225/25) bei Heubach, dessen Einzugsgebiet bis in die Nähe von Bartholomä reichen dürfte und damit potentiell das westlichste Einzugsgebiet des Brenztopfs unterlagert (Abb. 9). Auch das Forellenloch (7225/13) und die Eisrohrhöhle (7325/12) bei Weißenstein sowie das Mordloch (7325/01) im Eybtal (Jantschke 1993) entspringen an der Grenze des Weißjura alpha/beta als Quellen des Seichten Karstes mit charakteristischerweise stark schwankenden Schüttungen. Die Brenzquelle hingegen hat eine vergleichsweise stabile Hintergrundschüttung, die sich aus dem großen Einzugsgebiet (Abb. 7 und 9), vor allem aber aufgrund der hydrologischen Position im Tiefen Karst ergibt. Zu diesem Typus gehören auf der Ostalb z.B. die Brunnenmühlquelle (1500 l/s) bei Heidenheim-Mergelstetten, die Nauquellen bei Langenau und die Buchbrunnenquelle im Egautal bei Dischingen.

Landschaftsentwicklung und Höhlengenese

Die regionale Geomorphologie und Talentwicklung der Ur-Brenz sowie die Landschaftsentwicklung der Ostalb lassen erste Schlüsse auf die zeitliche Stellung der Höhlengenese zu. Die Ostalb war im Miozän nur wenig über den damaligen Meeresspiegel herausgehoben und die Ur-Brenz mündete zwischen Bolheim und Herbrechtingen, etwa 15 km südlich von Königsbronn, ins Molassemeer (López Correa & Rosendahl 2011). Dessen sandige

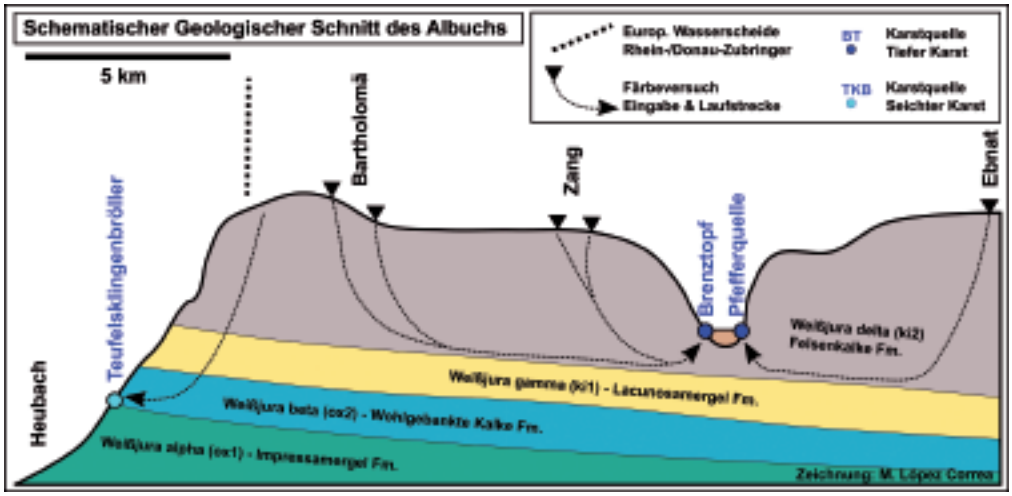


Abb. 7: Stark vereinfachter schematischer geologischer Schnitt für die östliche Schwäbische Alb. Der Brenztopf entspringt aus grobgebankten und massigen Kalken des Weißjura delta (ki2), die auch als Untere Felsenkalke bezeichnet werden. Der Weißjura gamma (ki1), der auch als Lacunosamergel bezeichnet wird, wirkt als Wasserstauer. Die darunterliegenden Wohlgebankten Kalke des Weißjura beta (ox2) bilden einen weiteren Grundwasserleiter, aus dem vorwiegend rheinisch orientierte Höhlensysteme der Ostalb entwässern. Zeichnung M. López Correa.

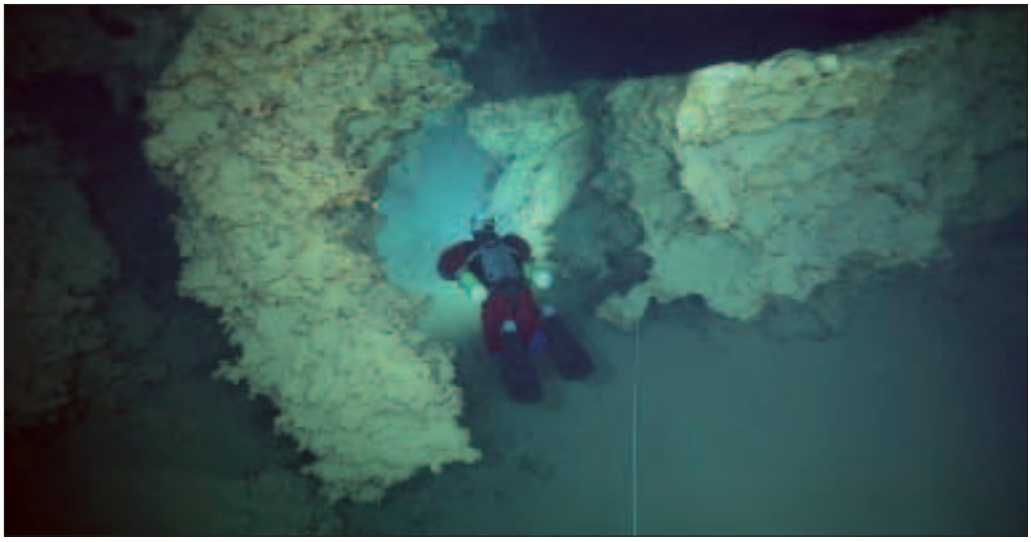


Abb. 8: Das „Waschbrett“ 80 m vom Eingang in 19 m Tiefe zeigt deutlich die grobbankige Ausprägung des Weißjura delta (ki2) zwischen den Massenkalkstotzen. Die Höhlenwände sind meist stark korrodiert. Foto A. Kücha.

Ablagerungen der Oberen Meeresmolasse sind in Sandgruben südlich der damaligen Küste bei Dischingen, Staufen und Altheim gut aufgeschlossen. Die Küste kann als morphologische Geländestufe über weite Bereiche der Schwäbischen Alb verfolgt werden und ist bei Heldenfingen mit der originalen Steilküste und Bohrmuschellöchern bestens zugänglich. Diese sogenannte Klifflinie (Abb. 9) trennt die geomorphologischen Einheiten der Flächenalb im Süden und der Kuppenalb nördlich davon. Morphologisch liegen der Brenztopf und sein heutiges Einzugsgebiet vollständig im Bereich der Kuppenalb (Dongus 1977, López Correa & Rosendahl 2011), deren Anhöhen häufig durch Bohnerzgruben und weitgespannte Karstwannen gekennzeichnet sind. Letztere werden als Poljen aus einem subtropischen Klima gedeutet und zeitlich grob ins Alttertiär oder sogar in die Kreidezeit gestellt (Dongus 1977). Die Karstwannen sind meist mit mächtigen Lehmablagerungen gefüllt und beherbergen häufig Ponordolinen mit langen Zulaufgräben in einer Karstlandschaft, die ansonsten völlig frei von oberflächlichem Abfluss ist. In einer der mächtigen Ponordolinen bei Zang (Abb. 10) wurde in den vergangenen Jahren die Schneiderhöhle (7226/60), ein Wasserschlinger, erkundet, der im

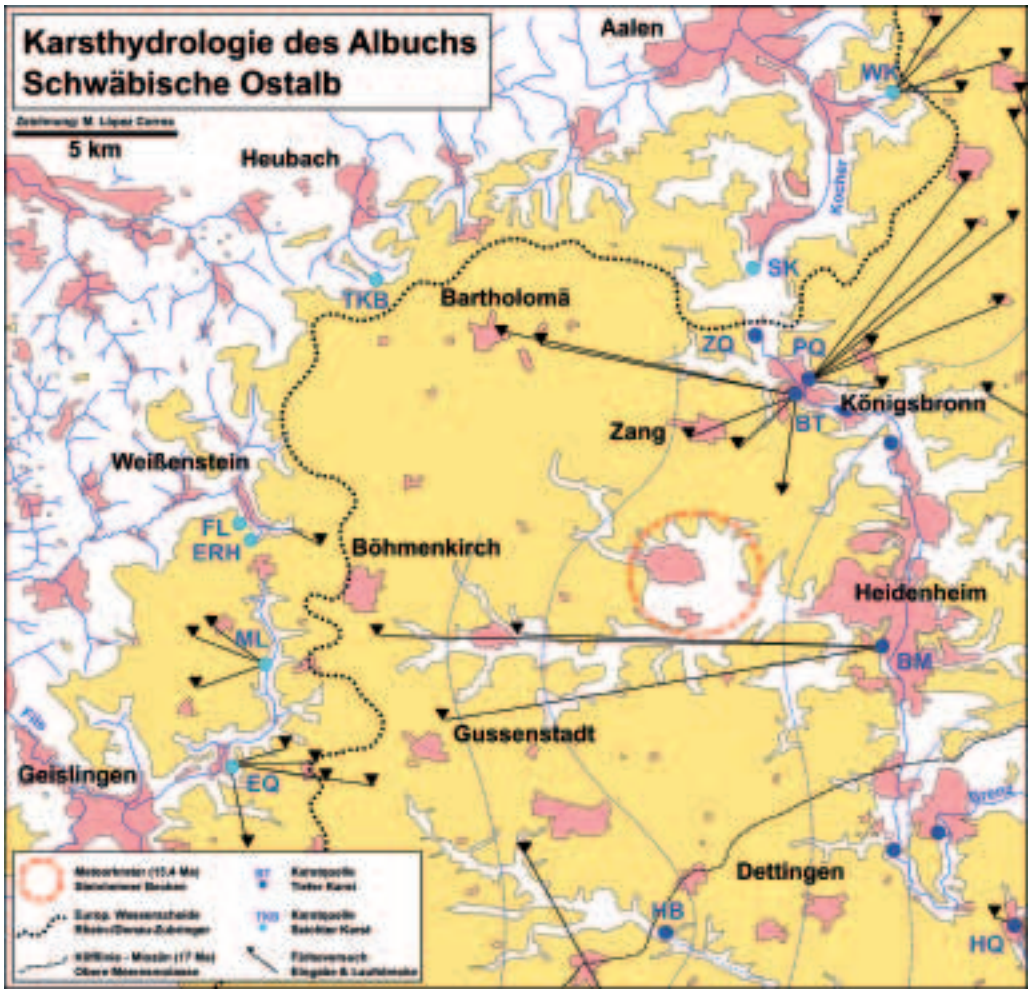


Abb. 9: Karsthydrologische Karte des Albuchs auf der Schwäbischen Ostalb. Deutlich unterscheidet sich das dichte Flussnetz im Albvorland zwischen Geislingen, Heubach und Aalen von der oberirdisch abflusslosen verkarsteten Hochfläche des Weißen Jura. Das tertiäre Durchbruchstal der Ur-Brenz wird heute vom Kocher durchflossen, der nach Norden und damit zum Rhein entwässert, sowie von der Brenz, die nach Süden zur Donau entwässert. Die Europäische Wasserscheide markiert die Grenze der beiden oberirdischen Einzugsgebiete, die hier nahe des Albtraufs verläuft. Als Quellen des Seichten Karstes entspringen an der Grenze von Weißjura alpha (ox1) zu Wj. beta (ox2) der Schwarze Kocher (SK), der Weiße Kocher (WK), der Teufelsklingenbröller (TKB), das Forellenloch (FL) und die Eisrohrhöhle (ERH) sowie das Mordloch (ML) und die Quelle in Eybach (EQ). Als wichtigste Quellen des Tiefen Karstes entspringen die Ziegelbachquelle (ZQ), der Brenztopf (BT), die Pfefferquelle (PQ), die Brunnenmühlquelle (BM) und die Hürbequelle (HQ) im Verlauf des (Ur-)Brenztals sowie der intermittierende Hungerbrunnen (HB) im gleichnamigen Tal. Die wichtigsten Färbeversuche (nach Schloz 1993) zeichnen die bekannten Hauptbahnen der unterirdischen Entwässerung im Karst nach. Zeichnung M. López Correa.

Abb. 10: Ponordolinen auf der Albuch-Hochfläche bei Zang; hier liegt der Eingang zum Wasserschlinger Schneiderhöhle, der im zentralen Einzugsgebiet des Brenztopf liegt. Foto A. Kücha.

zentralen Einzugsgebiet der Brenzhöhle liegt. Aller Wahrscheinlichkeit nach besteht hier eine direkte Verbindung zur Brenzhöhle von der Hochfläche her. Bisherige Grabungen in diesem Dolinenfeld wurden aufgrund von immer wieder nachrutschenden Steinen und Wasser und der damit verbundenen Gefährdung schließlich aufgegeben.

Die Entwicklung der Brenzhöhle in Massenkalken begünstigte aufgrund der spärlichen Trennflächen die Entwicklung von tiefphreatischen Entwässerungsbahnen mit tiefreichenden Siphonen, wie dies beispielsweise bei der Wimsener Höhle (7722/01) (Clemens & Müller 1997) und dem Blauhöhlensystem (7524/30) der Fall ist. Der Eingang des Hessenlochs (7226/01) (Jantschke 1993) liegt nur etwa 300 m südöstlich des Brenztopfs mit der Brenzhöhle, ebenfalls in Massenkalken des Oberen Weißen Jura, und ein entstehungsgeschichtlicher Zusammenhang beider Höhlen darf vermutet werden. Die Höhlen im Kleinen Herwartstein (Jantschke 1993) mit der Figurenspalte (7226/12), dem Bockelloch (7226/01) und der Herwartsteinhöhle (7226/22) stehen wahrscheinlich ebenfalls in genetischem Zusammenhang und dürften zusammen mit dem Hessenloch einem älteren höhergelegenen Entwässerungsniveau entsprechen.

Die synchrone Entstehung der Meteoriten-Impaktkrater des Nördlinger Rieses auf dem Härtsfeld und dem Steinheimer Becken (Abb. 9) auf dem Albuch vor 14,5 Millionen Jahren liefern weitere Zeitmarken der Landschaftsgeschichte für die regionale Höhlenentwicklung (Wisshak & López Correa 2005, López Correa & Rosendahl 2011). In beiden Kratern entstanden im damaligen Grundwasserniveau Seen, die die geringe Heraushebung der Landschaft über den Meeresspiegel anzeigen. Vor diesem geomorphologischen Hintergrund ist wohl auch die Schreiberhöhle (7226/06) knapp unterhalb der heutigen Hochfläche bei Steinheim am Albuch (nahe dem nördlichen Kraterrand) in ihrer Entstehung als dreidimensionale phreatische Netzwerkhöhle in einem kaum bewegten Grundwasserkörper einzuordnen. In dieser frühen flussgeschichtlichen Phase floss die Ur-Brenz bei Königsbronn im Bereich der dortigen Hochfläche – etwa 100 m über dem heutigen breiten Talboden mit dem Brenztopf. Flussablagerungen in Form von Sanden und Geröllen aus Keuper-Gesteinen zeugen von dieser Phase, als das Einzugsgebiet der Ur-Brenz noch weit nach Norden in den Bereich des heutigen Hohenlohe gereicht haben dürfte. Ur-Brenz-Ablagerungen finden sich heute in erosionsgeschützten Positionen, wie beispielsweise in einer verfüllten Doline im ehemaligen Steinbruch Kraft am Moldenberg bei Schnaitheim (Fig. 5 in Reiff & Groschopf 1979).

Das durch Färbeversuche belegte Einzugsgebiet des Brenztopfs (Weidenbach 1957, Schloz 1993) reicht auffällig weit nach Westen bis Bartholomä und zeichnet damit möglicherweise eine landschaftsgeschichtlich „alte“ West-Ost-Entwässerungsrichtung nach (Abb. 9). Die Morphologie des Albuchs zeigt eine Vorzugsrichtung der Trockentäler in West-Ost-Richtung, die eine erste

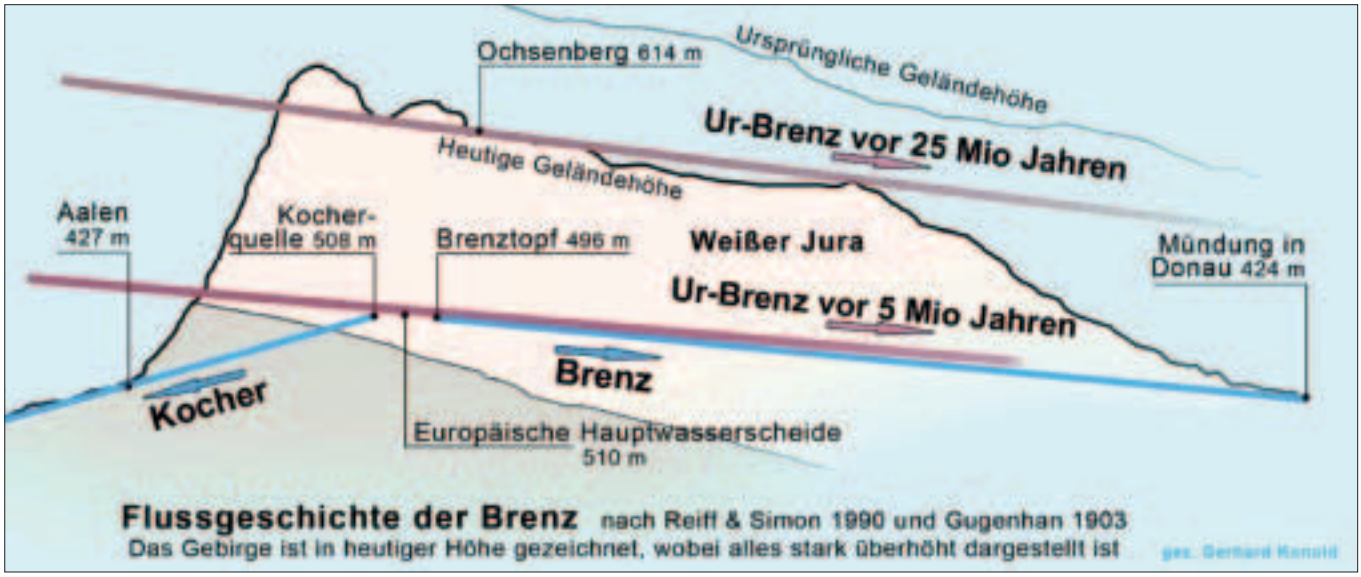


Abb. 11: Flussgeschichte der (Ur-)Brenz mit Eintiefungsstadien und Fließumkehr im Bereich des jüngeren rheinisch entwässernden Kochers. Durch rückschreitende Erosion wird die Europäische Wasserscheide zunehmend nach Süden verlagert und erfolgte bei Aalen vor ca. 1 - 2 Mio. Jahren. Die donauwärtige Entwässerung der letzten Eintiefungsphase der Ur-Brenz ist jünger als die Meteoriteneinschläge im Miozän (15 Mio.) bei Steinheim und wohl im Pliozän (ca. 5 Mio. Jahre) zu verorten. Die Landschaftsgeschichte ist stark vereinfacht nach Reiff & Simon (1990). Zeichnung G. Konold.

Verkippung der Ostalb während der Heraushebung nach dem Rückzug des Molassemeers anzeigt. Diese Trockentalorientierung ist konsequenterweise auch südlich der Klifflinie im Bereich der Flächenalb beispielsweise zwischen Altheim und Beimerstetten gut zu beobachten (Dongus 1977). Die weitere Heraushebung im Pliozän ging mit einer starken Taleintiefung der Ur-Brenz einher (Abb. 11). Durch die rückschreitende Erosion der Rheinzubringer verlor die Ur-Brenz sukzessive ihr nördliches Einzugsgebiet (Reiff & Simon 1990). Die Anzapfung des jüngsten Stadiums der Ur-Brenz (Goldshöfer Sande bei Aalen) wird in einem Zeitraum vor 1 - 2 Millionen Jahren verortet. Die Ausrichtung der Brenzhöhle auf diesen jüngsten Talboden gibt ein mögliches Mindestalter vor. Da im Bereich der Ostalb die Datierung der neogenen (jungtertiären) und quartären Landschaftsgeschichte bisher nur sehr spärlich erfolgt ist, muss dies mit Vorsicht betrachtet werden. Vielmehr darf man sich aus der Brenzhöhle selbst mit ihren Sedimenten und vor allem von den unter Wasser angetroffenen Stalaktiten neue Erkenntnisse für die jüngere Verfüllungsgeschichte des Ur-Brenztals bei Königsbronn erhoffen.

Diskussion und Ausblick

Die Brenzhöhle ist eine klassische Karstquellhöhle auf der Schwäbischen Alb, deren Zugang aufgrund des Versturzes im Quellbereich zumindest über viele Jahrhunderte nicht offen war. Die intensiven Unterwassergrabungs- und -Absicherungsarbeiten bis zum Erreichen der eigentlichen Höhle zogen sich über zwei Jahre hin, bis die eigentliche Höhle erreicht war. Diese erstreckt sich nun über ca. 300 m Länge bis zu einer Wassertiefe von 39 m und endet in einer Auftauchstelle mit Versturz. Die Absicherungen wurden nach und nach verbessert und auch die Engstellen erweitert, was die Sicherheit von Tauchgängen in der Höhle deutlich erhöht hat. Es gibt an mehreren Stellen Hinweise auf mögliche Fortsetzungen – die erfolgversprechendste, aus der das Wasser entgegen strömt, liegt allerdings in 38 m Tiefe und ist zu schmal, um direkt einzutauchen. Die Fortsetzung der Höhle zu finden ist natürlich das erklärte Ziel, jedoch sind Grabungsarbeiten in dieser Tiefe nicht unkritisch. Aufgrund der SARS-CoV-2-Pandemie und der damit verbundenen Sicherheitsvorkehrungen sowie der zeitweise durch die Trockenheit sehr niedrigen Schüttung konnten weitere Sondierungstauchgänge während der letzten 12 Monate kaum durchgeführt werden. Wir hoffen, die Forschungsarbeit im Laufe diesen Jahres wieder aktiv aufnehmen zu können.

Mit der Brenzhöhle hat nicht nur ein höchst spannendes Höhlensystem seine Pforten geöffnet, sondern es ergeben sich auch für die Landschaftsgeschichte neue Forschungsansätze, zum Beispiel über Sinter, die heute gut 7 m unter dem Wasserspiegel des Quelltopfs liegen. Insofern werden wir auch in den bereits bekannten Höhlenabschnitten noch spannende Erkenntnisse gewinnen können.

Dank

Ohne Unterstützung vieler Personen wäre die Forschung im Brenztopf und damit dieser Artikel nicht möglich gewesen. Daher danken wir für die weitreichende Unterstützung. Hier seien insbesondere erwähnt: die Gemeinde Königsbronn mit dem Hauptamtsleiter Joachim Ziller und dem Leiter des Bauhofs Jörg Bielke. Herr Ziller hat von Beginn an in Sachen Organisation, Informationsmaterial und Kontakten unterstützt, Herr Bielke insbesondere in technischen Dingen. Ebenso danken wir dem Landratsamt Heidenheim und den verantwortlichen Ämtern für die Grabungs- und Forschungsgenehmigung. Gerhard Konold lieferte Informationen zur Forschungsgeschichte und das Schema zur Talentwicklung. Andreas Kücha sei herzlich für die Unterwasserfotos gedankt. Herbert Jantschke hat freundlicherweise die Zeichnung des Höhlenplans übernommen und Constanze Medler die französische Kurzfassung verfasst. H. Jantschke, A. Kücha und Rainer Straub haben den Artikel vorab gelesen und gute Anregungen gegeben (CNR-ISMAR Bologna Publication n. 2054).

Daten

Pegelstände: Hochwasservorhersagezentrale Baden-Württemberg https://hvz.lubw.baden-wuerttemberg.de/pegel.html?id=00158)

Schüttungsdaten: Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW)
https://guq.lubw.baden-wuerttemberg.de/

Literatur

Bronner, G. (1979): Der Brenztopfstollen in Königsbronn (7226/30). – Karst und Höhle 1978/1979: 83-85

Clemens, T. & Müller, C. (1997): Die Genese der Wimsener Höhle (Schwäbische Alb). – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 43 (3): 64-69

Dongus, H. (1977): Die Oberflächenformen der Schwäbischen Alb und ihres Vorlandes. – Marburger Geographische Schriften 72: 1-486

Fiur, G. (2000): Die Nutzung der Wasserkraft am Brenzursprung. – Sonderheft der Stadt Königsbronn

Groschopf, P. (1972): Markierungsversuche und karsthydrographische Forschungen auf der östlichen Schwäbischen Alb. – Geol. Jb. C2: 189-197

Gugenhan, M. (1903): Zur Thalgeschichte der Brenz. – Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde 59: 232-238

Gussmann, K. (1904): Zur Erforschung des Brenztopfes. – Blätter des Schwäbischen Albvereins XVI (Nr. 7): 231-234

Gussmann, K. (1906): Zur Erschließung der Hohlräume des Brenztopfs bei Königsbronn. – Blätter des Schwäbischen Albvereins XVIII (Nr. 2): 57-64

Jantschke, H. (1993): Einige Höhlen der Ostalb. – Karst u. Höhle 1993: 135-212

López Correa, M. & Rosendahl, W. (2011): Karstlandschaft südliche Ostalb – Geologie, Speläologie und Urgeschichte (Exkursion H am 29. April 2011). – Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver. N.F. 93: 367-385; doi: 10.1127/jmogv/93/2011/36

Reiff, W. & Groschopf, P. (1979): Geologie und Landschaftsgeschichte. – S. 15-52 in: Würz, R. (Hrsg.): Der Kreis Heidenheim, 393 S., Konrad Theiss Verlag, Stuttgart

Reiff, W. & Simon, T. (1990): Die Flußgeschichte der Urbrenz und ihrer Hauptquellflüsse (Exkursion L am 21. April 1990). – Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver. N.F. 72: 209-225

Schloz, W. (1990): Hydrogeologie des Weißjura-Karsts der östlichen Schwäbischen Alb (Exkursion H am 20. April 1990). – Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver. N.F. 72: 177-190

Schloz, W. (1993): Zur Karsthydrologie der Ostalb. – Karst und Höhle 1993: 119-134

Weidenbach, F. (1957): Altes und Neues vom Brenztopf. – Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver. N.F. 39: 25-36

Weidenbach, F. (1960): Trinkwasserversorgung aus Karstwasser in der östlichen Schwäbischen Alb. – Jh. Karst- u. Höhlenkde. 21: 169-191

Wisshak, M. & López Correa, M. (2005): Authigene Calcitkristallbildung im Höhlenlehm am Beispiel der Steinbruchhöhle Traub (7127/8), Aalen-Waldhausen, Ostalbkreis. – Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver. N.F. 87: 417-430

Autoren: Sabine und Christian Eckert, Viertelstr. 15, 76332 Bad Herrenalb-Neusatz, christian_eckert@gmx.de, sabine_a_eckert@gmx.de; Thomas Kempf, Schirmsteinstr. 12, 75374 Iggingen, thomas.kempf@outlook.de; Matthias López Correa, GeoZentrum Nordbayern, Universität Erlangen-Nürnberg, Loewenichstr. 28, D-91054 Erlangen, sowie Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze Marine, Via Gobetti 101, 40129 Bologna, Italien, matthias.lopez@fau.de

Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher	67 (2)	42 - 48	München 2021

Der Themenweg „Unterirdische Schandtauber“ zwischen Schrozberg und Rothenburg ob der Tauber

von

Michael Ross

Kurzfassung

Im „Internationalen Jahr für Höhlen und Karst 2021“ hat die Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Stuttgart e. V. als jederzeit öffentlich zugängliche Dokumentation von über 40 Jahren Höhlenforschung in der östlichen Hohenloher Ebene einen Themenweg etabliert. Dieser folgt dem unterirdischen Lauf der Schandtauber, die mehrere bekannte Höhlen durchfließt, ehe sie bei Bettenfeld nahe Rothenburg o.T. entspringt. Der Artikel erläutert die Entstehung des Weges und skizziert den Inhalt der acht multimedialen Erzählstationen.

Abstract

During the International Year of Caves and Karst, the Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Stuttgart e.V. has created a theme trail providing the public access to 40+ years of cave research in the eastern Hohenlohe plain. The trail follows the underground course of the Schandtauber river, which flows through several well-known caves and rises to the surface near Rothenburg o.T. The paper explains the concept of the trail and outlines the content of the eight multimedia narrative theme trail stations.

Einleitung

Seit den 1970er Jahren erforscht die Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Stuttgart e.V. die Hohenloher Höhlenwelt im Muschelkalk westlich von Rothenburg ob der Tauber. Die größten und bedeutendsten Höhlen in diesem Gebiet sind das *Fuchslabyrinth* (Müller et al. 1994) und die beiden *Schandtauberhöhlen* (Pantle 1994). In ihnen und in weiteren Höhlen, dem *Ölloch*, der *Rohrbrunnenhöhle* und der *Gammesfelder Höhle*, lässt sich – aufgereiht wie an einer Perlenschnur – ein unterirdischer Fluss verfolgen, der letztlich in der Ortschaft Bettenfeld als Schandtauberquelle zu Tage tritt. Einige dieser Höhlen sind als Naturdenkmale im Managementplan des örtlichen FFH-Gebiets erwähnt (REG 2012).

Es erscheint nur folgerichtig, dieses „Höhlen-Ensemble“ im Zusammenhang zu betrachten und die bisherigen Forschungsergebnisse nicht nur dem Fachpublikum, sondern der breiten Öffentlichkeit zu präsentieren, besonders in diesem Jahr, dem „Internationalen Jahr der Höhlen“. Neben Vorträgen und Presseartikeln erscheint eine Dauerausstellung in Form eines Themenwegs als besonders geeignetes Mittel dafür.

Der Themenweg beginnt am Bahnhof Schrozberg und endet an der Schandtauberquelle in Bettenfeld. An markanten Stellen über oder neben dem unterirdischen Lauf des Flusses sind Tafeln aufgestellt, die nicht nur in Wort und Bild informieren, sondern auch den Abruf von Audioclips erlauben, in denen Spezialthemen erläutert werden und Erlebnisberichte zu hören sind. Aus diesem Grund nennen wir die Tafeln *Erzählstationen*.

Wie es dazu kam

In 2015, Jahre vor dem aktuellen Projekt, gab es einen ersten Anlauf unter dem griffigen Titel: *Von Geocaching zu GeoTourismus – Nicht nur sehen, sondern verstehen. Ein digital unterstützter, innovativer*

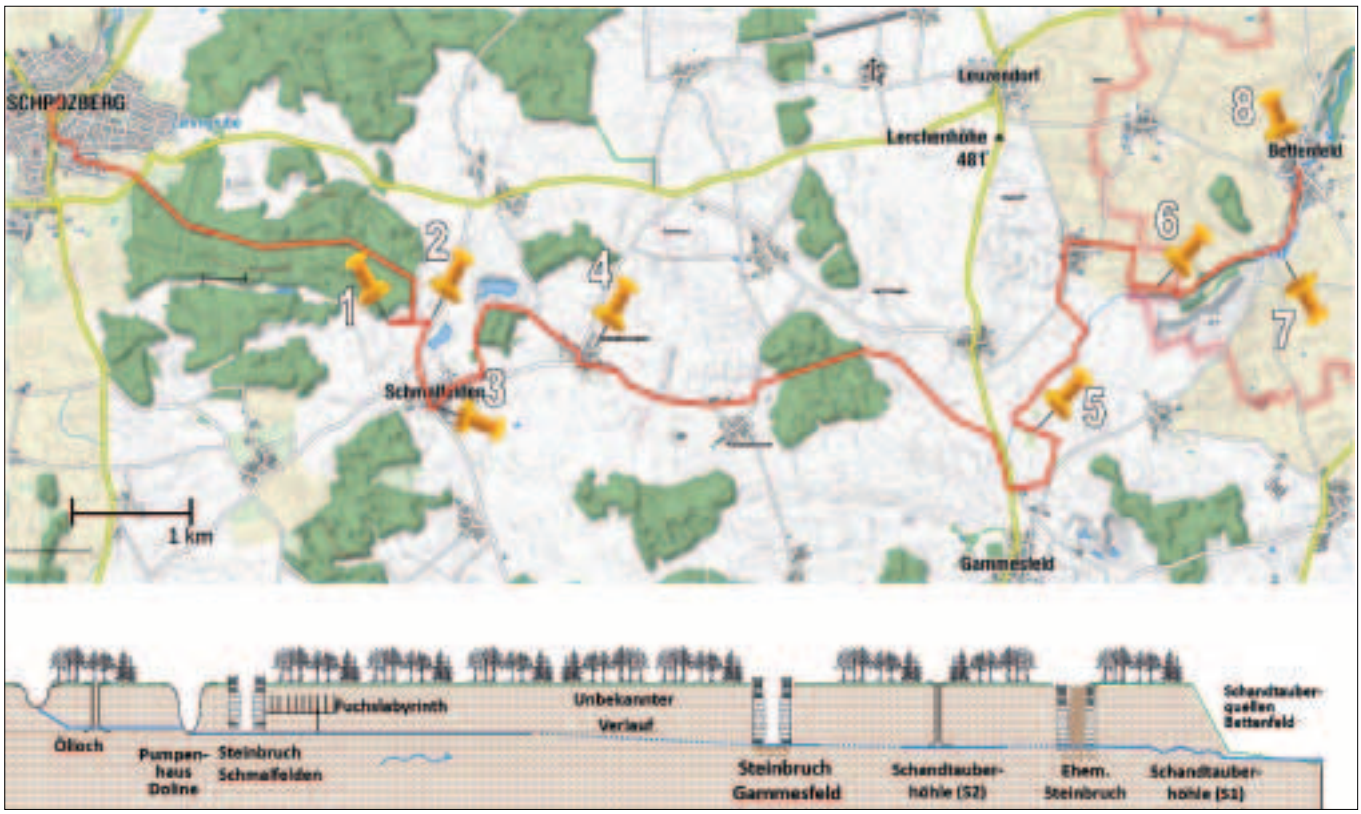


Abb. 1: Verlauf des Themenweges und die Standorte der Erzählstationen, darunter ein Längsschnitt entlang des Flusses.

Abb. 2: Beispiel einer „Erzählstation"; Foto Zeese.

Lehrpfad. Mit „digital unterstützt" waren schon damals QR-Codes gemeint, die den Betrachtern Audio- oder Videoclips vorspielen. Als Nebeneffekt sollten Nutzungs-Daten gesammelt werden.
Im Laufe der Monate wurde daraus ein mehrseitiger Vorschlag. Die Vorteile für die örtlichen Gemeinden wurden herausgestellt, ebenso wie Synergie-Potential mit bestehenden Themenwegen. Dr. Reinhard Zeese vom Geographischen Institut der Universität Köln, der schon mehrere Wege dieser Art realisiert hatte, half beim LEADER-Regionalbüro Interesse zu wecken. LEADER ist ein Förderprogramm aus Mitteln der Europäischen Union und der Länder. Das zuständige Regionalbüro machte klar, dass die volle Unterstützung der beteiligten Gemeinden für ein solches Vorhaben benötigt wird. Die Unterstützung gab es damals noch nicht. So verschwand der Vorschlag 2016 in der Schublade.

Vier Jahre später kam die Corona-Epidemie. Die Höhlenforschung verlagerte sich zum Schreibtisch, so manche Schublade wurde entstaubt. Berichte von diversen LEADER-finanzierten Projekten erinnerten mich an das damalige Vorhaben. Das aktuelle Förderprogramm endete in wenigen Monaten, eine Neuauflage war ungewiss. Den Einsendeschluss für Zuschussanträge vor Augen, wurde in wenigen Tagen ein neuer Vorschlag aus dem Boden gestampft, ohne Geocaching, dafür wesentlich konkreter. Ermutigt durch positive Reaktionen auf das Vorhaben wurde der Vorschlag den Mitgliedern unserer Arbeitsgemeinschaft vorgelegt. Diese stimmten dem Vorhaben zu, setzten aber auch eine Grenze für die finanzielle Beteiligung.
Das Zusammenstellen des Zuschussantrags war enorm aufwändig: Für jeden Standort einer Tafel mussten vorher Genehmigungen eingeholt werden. Die Zustimmung der beteiligten Gemeinden erforderten Gemeinderatssitzungen, auf denen das Vorhaben präsentiert und diskutiert wurde. Die Naturschutzbehörden mussten gefragt werden. Ein Projektplan musste her. Für jedes einzelne „Gewerk" (Design, Druck, Aufstellung, Material, Audioclips) mussten mindestens drei Kostenvoranschläge eingeholt werden. Jede Menge Formulare waren auszufüllen, eine Registriernummer für Subventions-Empfänger zu beantragen und vieles mehr – ein riesiger Aufwand, wie man ihn eigentlich eher bei Großprojekten erwartet.
Der Einsendeschluss August 2020 war nicht zu schaffen. Doch es gab noch einen zweiten Termin. Am Ende entstand ein Aktenordner mit ca. 100 Seiten. Am 29.9.2020 war die erste Hürde genommen: Der 14-köpfige LEADER-Auswahlausschuss, besetzt mit Vertretern relevanter Bevölkerungs- und Interessengruppen, befürwortete das Vorhaben. Auch wenn das noch keine finanzielle Zusage war, kannten nun doch viele wichtige Leute unser Vorhaben.
Am 8.2.2021 kam dann, nach intensiver Prüfung des umfangreichen Antrags durch das zuständige Regierungspräsidium, der Bewilligungsbescheid. Damit war aber nur ein Teil der Finanzierung gesichert. Eine Spenden-Plattform wurde etabliert und potentielle Sponsoren wurden angeschrieben. Letztendlich gelang es, genügend Gelder aufzutreiben. Besonders erwähnenswert ist hier ein großzügiger Zuschuss des VdHK aus dem Forschungsfördermittelfonds – eine nachträgliche Anerkennung unserer langjährigen Forschungstätigkeit in Hohenlohe.

Die Stationen des Themenwegs

Station 1 – Naturdenkmal Zwerchäckerdoline

Station 1 ist eine großvolumige Bachschwinde, die man als Beginn des unterirdischen Flusses ansehen kann. Es gibt hier keinen Höhlenzugang. Der Bach speist jedoch das wenige hundert Meter entfernte Ölloch (Wasmund 2016). Die unbekannte Strecke zwischen Höhle und Bachschwinde wurde von H. Köble angetaucht – nach langer trockener Witterung wäre es lohnend, die Unterwasserstrecke auszupumpen, um die Erforschung zu erleichtern.
Dem Betrachter der Tafel wird die Bachschwinde als „Anfang des unterirdischen Flusses" präsentiert. Eine Grafik und Bilder veranschaulichen, wie eine Bachschwinde im Schnitt aussieht und entsteht. Ein Verweis auf das FFH-Gebiet mit Verhaltensempfehlungen bildet die Brücke zum Naturschutz. Besonders hervorgehoben wird der Unterschied zwischen oberirdischen und unterirdischen Abflussrichtungen und Wasserscheiden und die daraus resultierende „Fluss-Piraterie". Ein Höhlenplan ist unterlegt, der die bekannten Strecken des unterirdischen Flusses zeigt.

Station 2 – Ehemaliger Steinbruch Heilmann

Die Erzählstation befindet sich direkt neben dem bedeutenden ehemaligen Steinbruch, in dem das *Fuchslabyrinth* (Ross 2016) und weitere Höhlen entdeckt wurden. Die Geschichte des Steinbruchs, der nach seiner Renaturierung nun eine Oase darstellt, wird beschrieben. Natürlich darf hier ein Plan des 14 km langen *Fuchslabyrinths* nicht fehlen, überlagert mit einer Schummerungskarte, in der die vom Wasser durchflossenen Passagen deutlich hervorgehoben sind.
Die Entstehung dieses eigenartigen Höhlenlabyrinths begann nach Hoydem et al. (2018) vor über 3 Mio. Jahren, lange bevor die Schandtauber unterirdisch in dieses Gebiet vordringen konnte.
Stärker im Fokus steht hier aber das 660 m lange *Ölloch* als wichtiges Segment des noch jungen unterirdischen Flusses, über dem die Betrachter momentan stehen. Einige Bilder verdeutlichen die

Abb. 3: Übergabe der Förderurkunde, im Hintergrund der erste Druck der Tafel für Station 2; Foto LEADER Regionalmanagement Hohenlohe-Tauber.

Herkunft des Namens und die geringen Dimensionen der Höhle, untermalt von einem vertonten Zeitungsartikel und einem Erlebnisbericht. Die Lage der verschlossenen Höhleneingänge wird bewusst nicht gezeigt, um Manipulationen und Vandalismus vorzubeugen.

Station 3 – Pumpenhausdoline

Wenn man in südlicher Richtung etwa 400 m der Kreisstraße folgt, erreicht man an der tiefstgelegenen Stelle des Orts Schmalfelden die nächste Tafel. Auf dem Weg dorthin bewegt man sich in etwa parallel zum kurvigen Verlauf des Öllochs. Die Station 3 steht am Rande einer wassergefüllten Doline (Abb. 6). Schon 1788 wurde von einem hier „durchstreichenden Bach" berichtet (A. A. 1788).

Heute wissen wir, dass die Doline ziemlich genau auf einer „Nahtstelle" von *Ölloch* und *Fuchslabyrinth* liegt, dem hier sichtbaren unterirdischen Fluss. Höhlengänge zweigen unter Wasser ab nach Südwesten und Norden, sind allerdings wegen eingeschwemmten Schutts derzeit unpassierbar. Neben der Doline steht ein Pumpenhaus, das früher der Wasserversorgung diente. Hinter dem Pumpenhaus verbirgt sich ein alter gemauerter Brunnenschacht, über den praktisch nichts bekannt ist. Die Abwässer des Orts wurden früher in die Doline geleitet, was zu hygienischen Problemen geführt hat. Heute ergießt sich nur noch gelegentlich Abwasser in den unterirdischen Fluss, wenn das benachbarte Abwasserpumpwerk überfordert ist.

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde auf dem Gelände des heutigen Abwasserpumpwerks nach Wasser gesucht und dabei eine Höhle angebohrt. Ein Pumpenhaus wurde auf das Bohrloch gebaut, später abgerissen und durch das Abwasserpumpwerk ersetzt. Das Bohrloch wurde bisher nicht gefunden.

Spätmittelalterliche Tongefäße, die früher zur Wasserentnahme aus der Doline dienten, wurden im aktiven Teil des *Fuchslabyrinths* gefunden – ein Beweis für den Zusammenhang von Doline und Höhle. Einige gut erhaltene Exemplare wurden geborgen (Gross 1995, Pantle 2012b) und sollen in Schmalfelden dauerhaft am Rande einer Feuersteinsammlung ausgestellt werden. Ein aktueller Erdfall unter der Kreisstraße bescherte uns einen weiteren Zugang zum *Fuchslabyrinth*, der allerdings nur für sehr erfahrene Höhlentaucher zugänglich ist (Schröder & Mertsch 2021). Die Gesamtheit dieser hochinteressanten und bisher nur teilweise aufgeklärten Zusammenhänge wird in Wort, Bild und Ton präsentiert.

Im weiteren Verlauf weicht der Themenweg vom Verlauf des unterirdischen Flusses vorübergehend ab, um dem Besucher die Möglichkeit zu geben, einen Blick in den hinteren Teil des ehemaligen Steinbruchs der Firma Heilmann zu ermöglichen. Der Boden des Steinbruchs ist von einem See bedeckt, dessen Wasserspiegel interessanterweise tiefer liegt als der des Höhlenflusses. Tatsächlich wird das Dorf kaum noch überschwemmt, seitdem es den tiefen Steinbruchsee gibt. In der Steinbruchwand über dem See sind mehrere Höhlenöffnungen zu erkennen. Eine davon, die verschlammte „Bootshöhle" (Bitzer 2016), liegt nur knapp über der Wasseroberfläche. Ihre im Vergleich zu *Ölloch* und *Fuchslabyrinth* deutlich tiefere Lage gibt Anlass zu Spekulationen über ein weiteres, etwas tiefer gelegenes Karstwasser-Stockwerk.

Station 4 – Wasser verschwindet auf unbekannten Wegen

Ca. 150 m nördlich des bisher erkundeten Endes des aktiven Teils im *Fuchslabyrinth* steht diese Tafel in der Ortsmitte von Großbärenweiler. Der Standort wurde aus mehreren Gründen gewählt: Zum einen gibt es in und um den Ort mehrere Schächte, die Oberflächenwasser in unbefahrbar enge Spalten abführen (Hoydem 1987, Mertsch & Schröder 2018). Vom *Fuchslabyrinth* aus konnten diese Schächte aber bisher nicht erreicht werden, obwohl ein Abzweig von der Hauptader des unterirdischen Flusses genau in die Richtung des Orts führt (③ in Abb. 7). Die Erforschung dieses sehr engen Abzweigs jenseits der 100 vermessenen Meter steht noch aus. Die Sichtung eines Hygieneartikels in dem Abzweig deutet darauf hin, dass es sich um einen Überlauf bzw. Umlauf des Hauptganges handelt, der vielleicht um den Endsiphon (① in Abb. 7) des *Fuchslabyrinths* herumführt und uns Zugang zu weiteren Kilometern Neuland verschaffen könnte. Interessanterweise verläuft dieser Abzweig genau unter der Sohle eines Trockentals. Sintervorkommen in dem Abzweig zeigen an, dass dieser Gang schon älter ist. Möglicherweise hat er sich gebildet, als die Schandtauber dieses Gebiet noch gar nicht entwässerte, sondern die unterirdische Abflussrichtung noch mit der oberirdischen übereinstimmte – nach Süden statt nach Osten.

Ab dem Endsiphon im Hauptgang setzt sich der unterirdische Fluss ca. 5 km auf unbekannten Wegen Richtung Osten fort, bis er nahe Gammesfeld vorübergehend zu Tage tritt. Unterwegs liegen an der Strecke das *Bodenlose Loch*, der *Reitholzschacht* (Hoydem 1987) und das nur wenig erforschte *Schandloch*, das Hoydem (2014) als Teil des unterirdischen Flusses interpretiert. Die Erforschung wurde damals behindert durch Faulschlamm aus dem nahen Klärwerk. Inzwischen werden dessen Abwässer nach Schrozberg gepumpt, so dass ein erneuter Blick in das *Schandloch* lohnen könnte.

Wenige hundert Meter nördlich des *Schandlochs* erscheint die unterirdische Schandtauber in der entgegen der Fließrichtung 50 m weit von S. Busche und H. Köble betauchten *Rohrbrunnenhöhle* (Pantle 2012a), die sich im Naturdenkmal „Ehemaliger Steinbruch Schneider" bei Gammesfeld öffnet. Der Fluss, 3 m aufgestaut durch den Schutt des Steinbruchs, quillt aus der Höhle und fließt ca. 100 m oberirdisch, um dann in der leider verstopften *Gammesfelder Höhle* abzufließen. Für dieses einzigartige *Fenster in die Tiefe* wurde hier Station 5 aufgestellt.

Station 5 – Naturdenkmal „Ehemaliger Steinbruch Schneider"

Die Station zeigt die Pläne der beiden im Steinbruch angeschnittenen Höhlen und dazu eine hydrogeologische Karte früherer

Abb. 4: Ober- und unterirdische Wasserscheiden.

Markierungsversuche (Zander 1973). Das bisher einzige Bild aus der Rohrbrunnenhöhle wurde mit einer Unterwasserdrohne (Ross 2020) aufgenommen. Ein historisches Schwarzweiß-Foto zeigt die beachtliche Dimension der *Gammesfelder Höhle*, bevor diese weiter abgebaut und dann durch Abraum verstopft wurde (Abb. 8).

Direkt über dem Abfluss, dem noch sichtbaren Rest der *Gammesfelder Höhle*, bildet sich auf einer Wiese zur Zeit ein Erdfall. Verkarstung ist dort sozusagen live zu sehen. Abb. 9 veranschaulicht in einem Querschnitt, wie man sich das Geschehen vorstellen kann.
Nur wenige Schritte von hier endet der langgestreckte Steinbruch der SHF Steinbruchbetriebe GmbH & Co. KG Bettenfeld, der dem unterirdischen Fluss sehr nahe kommt, ohne ihn anzuschneiden. Bei sehr starkem Hochwasser staut sich der Bach im ehemaligen Steinbruch Schneider zu einem See auf, der dann in das benachbarte Trockental, den „Notgang“, überläuft. Über dessen karstmorphologische Eigenheiten hat Pantle (2015) ausführlich berichtet.

700 m von Station 5 beginnt der bekannte Teil der *Schandtauberhöhle 2* (Pantle 2012a). Sie verläuft zunächst etwa parallel zum Trockental und unterquert dieses dann in der Nähe der Landesgrenze, wo Station 6 steht.

Station 6 „Die Schandtauber unterquert das Tal“
Die *Schandtauberhöhle 2*, zweitlängste Höhle Hohenlohes, ist mit Plan, Fotos und akustischer Information auf der Tafel ausführlich dokumentiert. Der unterirdische Fluss verschwindet in einem verschlammten Siphon und kommt wenige hundert Meter nordwestlich in der *Schandtauberhöhle 1* wieder zum Vorschein. Diese wurde in den 1970er Jahren in einem inzwischen aufgefüllten Steinbruch angeschnitten. Deshalb ist sie Thema der nächsten Station.

Station 7 – Die Schandtauberhöhle 1 – „Ohne Steinbruch niemals entdeckt“
Die Station steht neben dem Bürogebäude der SHF Steinbruchbetriebe bei Bettenfeld, unweit des ehemaligen Eingangs der *Schandtauberhöhle 1*. Die Entdeckung einer großräumigen Wasserhöhle in Hohenlohe erregte in den 1970er Jahren einiges Aufsehen (Pantle & Rathgeber 2012c). Der ursprüngliche Zugang wurde leider unsachgemäß verrohrt und dann aufgefüllt, so dass seitdem eingeschwemmte Sedimente die Höhle langsam von innen auffüllen (Abb. 12). Die Höhle steht unter Naturschutz und ist nur für Befugte durch einen verschlossenen Eingang in Bettenfeld zugänglich. Zwischen *Schandtauberhöhle 1* und *Schandtauberhöhle 2* wurde in einem Seitental auf der Suche nach Wasser vor dem Zweiten Weltkrieg eine weitere Höhle angebohrt, wahrscheinlich ein Seitenast der bisher unbekannten Verbindung beider Höhlen. Das Bohrloch wurde damals wieder aufgefüllt, eine erneute Ausgrabung scheiterte bisher an technischen und bürokratischen Hürden.
Dass Höhlenforschung viel mit Wissenschaft zu tun hat, wird durch die abgebildeten Unterlagen von Forschungsprojekten zur Kalklösung (Ackermann et al. 1988) und zur Speläobiologie gezeigt.

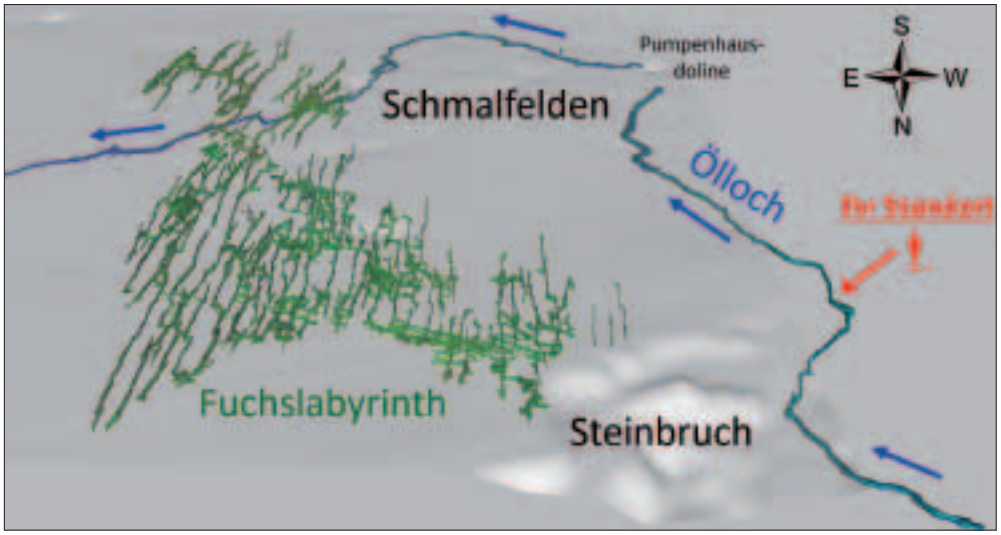


Abb. 5: Geländemodell mit Höhlenplan, Blick von Norden.

Abb. 6: Drohnenerkundung der wassergefüllten Doline als Fenster zum unterirdischen Fluss; Foto Salomon.

Abb. 7: Vermuteter Verlauf der unterirdischen Schandtauber jenseits der erforschten Passage.

Abb. 8: Historisches Foto der angeschnittenen unterirdischen Schandtauber im ehemaligen Steinbruch Schneider; Foto Archiv Arge Höhle und Karst Stuttgart.

Station 8 – Ende der Reise durch die Unterwelt

Die letzte Station des Themenwegs steht direkt bei den Schandtauberquellen in Bettenfeld. Hier werden die Zusammenhänge von Quellen und Höhle durch eine 3D-Darstellung der Höhle unter einem Höhenrelief erläutert, ergänzt durch Fotos und Karten. Markant sind in der Höhle U-förmige Gangquerschnitte, zahlreiche Umläufe und die Flussdelta-ähnliche Anlage. Noch nicht vollständig erforscht sind die mehrere hundert Meter langen, zum Teil bewetterten „Nordgänge“, die bei Hochwasser große Mengen Wasser schlucken, ohne dass bekannt ist, wo es wieder herauskommt. Die Darstellung wird angereichert durch eine „Sage vom unterirdischen See“ und einen Erlebnisbericht. Um den Besuchern auch den nun folgenden oberirdischen Lauf der Schandtauber nahezubringen, verweist die Tafel auf weiterführende Themenwege, die sich mit Wasserwirtschaft und Mühlen befassen.

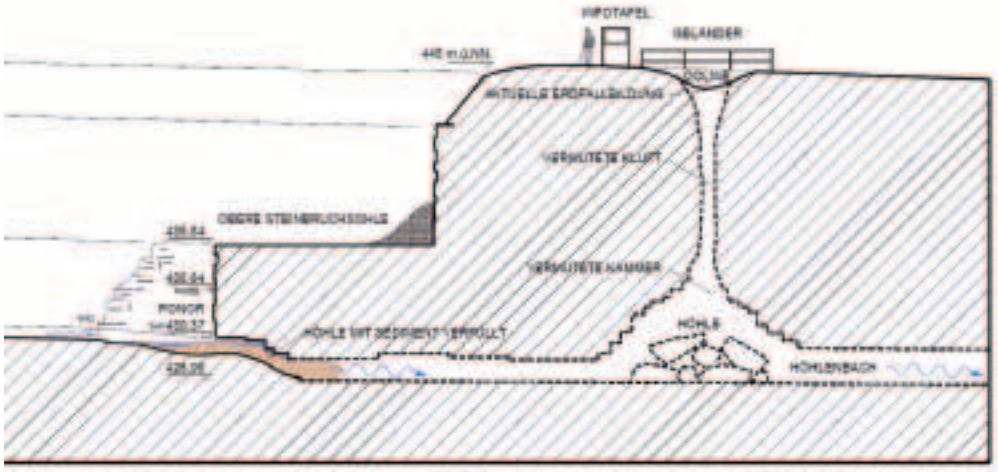


Abb. 9: Längsschnitt durch die gedachte Fortsetzung der Gammesfelder Höhle; Grafik M. Pantle.

Abb. 10: GoogleEarth-Darstellung der Lage der erwähnten Höhlen, türkis: Schandtauberhöhle 2, rot: Themenweg «Unterirdische Schandtauber».

Bisherige Erfahrungen

Wegen coronabedingter Kontaktbeschränkungen fand eine publikumswirksame formelle Eröffnung bisher nicht statt. Die Naturschutzbehörden sind darüber nicht unglücklich, weil eine Beeinträchtigung der Biotope bei starkem Besucherandrang befürchtet wird. Andererseits hofft die strukturschwache Region, insbesondere die kaum noch vorhandene Gastronomie, auf eine Belebung durch Anzapfen des Rothenburger Touristen-Potentials – ein klassischer Konflikt. Das Interesse am Themenweg ist groß: Für eine den Weg erläuternde Videokonferenz meldeten sich rund 50 Touristenführer aus Rothenburg ob der Tauber, die geradezu enthusiastische Kommentare hinterließen.

Ausblick

Neben Werbung für das Projekt ist die Verflechtung mit benachbarten Vorhaben wichtig. Gemeinsam lässt sich der Bekanntheitsgrad leichter steigern, als wenn jedes Projekt dies auf eigene Faust tut. Dies trifft zum Beispiel auf die geplante Dauerausstellung von Feuersteinen im alten Schulhaus Schmalfelden zu, an dem der Themenweg vorbeiführt. Im Rahmen der Ausstellung sollen auch Höhleninhalte aus dem *Fuchslabyrinth* ausgestellt werden – von mittelalterlichen Gefäßen über Knochen bis hin zu mineralischen Bildungen.

Insgesamt können wir zurückblicken auf ein abgerundetes, lokalspezifisches, interdisziplinäres Projekt mit vielen Besonderheiten, die es anderswo nicht gibt und die der Region ein Alleinstellungsmerkmal verleihen. Die Absicht ist, es nicht dabei zu belassen, sondern die Tafeln zu aktualisieren, wenn es neue Forschungsergebnisse oder wichtige Anregungen aus der Bevölkerung gibt.

Dank

Ein Projekt dieser Art ist nur möglich durch die Unterstützung von vielen Seiten. Bei der Beantragung öffentlicher Zuschüsse unterstützte uns das LEADER-Regionalbüro Hohenlohe-Tauber. Zusätzlich zu den Mitteln des VdHK kam finanzielle Unterstützung vom Land Baden-Württemberg, dem Europäischen Landwirtschaftsfond für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER), der Sparkassenstiftung des Landkreises Schwäbisch Hall, der Stadt Schrozberg, dem Landesverband für Höhlen- und Karstforschung Baden-Württemberg e.V., der Gemeinde Blaufelden und vielen Spendern über die Spendenplattform betterplace.org. Die Eigenmittel der Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Stuttgart e. V. wurden aufgestockt durch sehr großzügige projektbezogene Spenden einzelner Mitglieder. Mit wohlwollenden Genehmigungen für die Aufstellung der Erzählstationen haben uns die Stadt Schrozberg, die Untere Naturschutzbehörde des Landkreises Schwäbisch

Abb. 11: Markierung der Landesgrenze in der Schandtauberhöhle 2; Foto R. Konopac.

Abb. 12: Verrohrung der unterirdischen Schandtauber vor Auffüllung des Steinbruchs; Foto Archiv Arge Höhle und Karst Stuttgart.

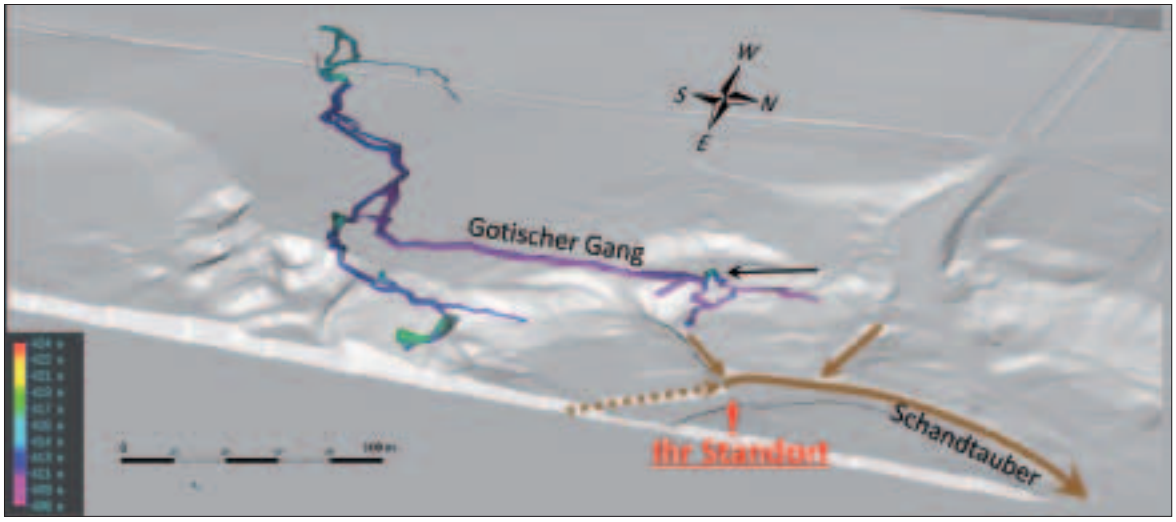


Abb. 13: Darstellung der Schandtauberhöhle 1 unter einem Höhenrelief.

Hall, das Immobilienmanagement des Landesbetriebes Vermögen und Bau Baden-Württemberg, die SHF Steinbruchbetriebe GmbH & Co. KG Bettenfeld, Familie Humpfer in Schrozberg-Standorf, der Ortsvorsteher von Schmalfelden Robert Kraft und die Stadt Rothenburg unterstützt. Mit Beratung und hilfreichen Hinweisen zum Inhalt der Erzählstationen haben uns unterstützt: Frau Dr. Bonn von der Oberen Naturschutzbehörde im Regierungspräsidium Stuttgart, der Ortssprecher für Bettenfeld, Herr Gerhard Rohn, und in etlichen Beurteilungsrunden unsere Vorstandsmitglieder Thomas Rathgeber und Markus Pantle. Das Design der Druckvorlagen wurde angefertigt von Christopher Ross. Markus Pantle erstellte zahlreiche Grafiken, z.T. basierend auf Material von J. Zander. Der Management-Plan für das FFH-Gebiet 6726-341 wurde gezeichnet von A. Löhri. Grafiken zum „Forschungsprojekt Ho 502/5“ der Universität Karlsruhe stammen von Professor Hötzl und seinem Team. Fotos wurden freundlicherweise bereitgestellt von Sibylle Mertsch, Klaus Sontheimer, Otto Schwabe, Matthias Leyk, Hans-Michael Salomon, Christa Lang, Thomas Rathgeber, Thomas Holder, Robin Wolff, Christoph Gruner, Ralph Müller und Martin Harder. Weitere Fotos stammen aus dem Nachlass von Wolfgang Morlock. An der Produktion des akustischen Materials, das überwiegend auf historischen Aufzeichnungen basiert, haben mitgewirkt: Christian K. Schütze, Astrid Schulz, Heinz Illich, Christopher Ross und Matthias Leyk. Allen hier Genannten und allen weiteren hier nicht genannten Beteiligten gebührt Dank für ihren Beitrag zu diesem einmaligen Projekt.

Literatur

A. A. (1788): Von Erdfällen. – Journal von und für Deutschland 5 (Teil 2, 10. Stück): 288-290, Ellrich

Ackermann, G., Hötzl, H. & Wohnlich, A. (1988): Forschungsprojekt Ho 502/5 „Kalklösung in Karstsystemen“. Abschlußbericht. – 34 S., Lehrstuhl für Angewandte Geologie, Universität Karlsruhe

Bitzer, K. (2016): Erforschung der Bootshöhle bei Schmalfelden. – Beiträge zur Höhlen- und Karstkunde in Südwestdeutschland 52: 13-17

Gross, U. (1995): Spätmittelalterliche Gefäßfunde aus dem Fuchslabyrinth in Schrozberg-Schmalfelden, Kreis Schwäbisch Hall. – Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg Jg. 1994: 289-291

Hoydem, A. (1987): Karst und Höhlen im Einzugsgebiet des Schandtauber-Höhlensystems. – Beiträge zur Höhlen- und Karstkunde in Südwestdeutschland 31: 16-21

Hoydem, A. (2014): Das Schandloch (6626/20) bei Gammesfeld. – Jahresband der Arbeitsgemeinschaft Muschelkalkkarst Jg. 2014: 5-6

Hoydem, A. Pantle, M., Rathgeber, T. & Simon, T. (2018): Speläogenese des Fuchslabyrinths bei Schmalfelden (Stadt Schrozberg, Kreis Schwäbisch Hall). – Laichinger Höhlenfreund 53: 15-40

Mertsch, S. & Schröder, D. (2018): Der Lindenbaumschacht in Großbärenweiler, Stadt Schrozberg. – Beiträge zur Höhlen- und Karstkunde in Südwestdeutschland 54: 36-39

Müller, R., Nething, M., Rathgeber, T. & Schüz, H. (1994): Über das Fuchslabyrinth und die benachbarten Spaltenhöhlen bei Schmalfelden (Gemeinde Schrozberg, Landkreis Schwäbisch Hall). – Beiträge zur Höhlen- und Karstkunde in Südwestdeutschland 37: 1-19

Pantle, M. (1994): Erforschung des Schandtauber-Höhlensystems. – Beiträge zur Höhlen- und Karstkunde in Südwestdeutschland 37: 23-29

Pantle, M. (2012a): Die Schandtauberhöhle 2 (6626/17) bei Bettenfeld (Stadt Rothenburg ob der Tauber, Kreis Ansbach; Muschelkalkgebiet 2) und ihr Einzugsgebiet. – Beiträge zur Höhlen- und Karstkunde in Südwestdeutschland 50: 28-55

Pantle, M. (2012b): Entdeckung und Bergung von Keramikfunden im Fuchslabyrinth in den Jahren 1989 und 1994. – Beiträge zur Höhlen- und Karstkunde in Südwestdeutschland 50: 9-16

Pantle, M. & Rathgeber, T. (2012c): Zur Erforschungsgeschichte des „Schandtauber-Höhlensystems“. – Beiträge zur Höhlen- und Karstkunde in Südwestdeutschland 49: 2

Pantle, M. (2015): Zur Wasserführung im „Notgang“, einem Trockental im Bereich des Schandtauber-Höhlensystems zwischen Gammesfeld, Landkreis Schwäbisch Hall (Baden-Württemberg), und Bettenfeld, Landkreis Ansbach (Bayern). – Beiträge zur Höhlen- und Karstkunde in Südwestdeutschland 51: 13-36

REG (2012): Managementplan für das FFH-Gebiet 6726-341 „Nordöstliche Hohenloher Ebene“. – Bearbeitet von der ARGE FFH-Management, Tier- und Landschaftsökologie Dr. Jürgen Deuschle & Institut für Umweltplanung Prof. Dr. Konrad Reidl. 138 S., Regierungspräsidium Stuttgart

Ross, M. (2016): Das Fuchslabyrinth – eine kuriose Höhle im Oberen Muschelkalk Südwestdeutschlands. – Die Höhle 67: 97-111

Ross, M. (2020): Minimal-invasive Tauchforschung in Höhlen mittels Drohnen. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 66 (3): 47-51

Schröder, D. & Mertsch, S. (2021): Abgrund unter Schmalfelden: der Straßenschacht – Chronologie der Entstehung eines neuen Zugangs zum Fuchslabyrinth. – Beiträge zur Höhlen- und Karstkunde in Südwestdeutschland 57: 35-46

Wasmund, M. (2016): Das Ölloch bei Schmalfelden. – Beiträge zur Höhlen- und Karstkunde in Südwestdeutschland 52: 3-12

Zander, J. (1973): Hydrogeologische Untersuchungen im Muschelkalkkarst von Nord-Württemberg (östliche Hohenloher Ebene). – Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart N.F. 70: 87-182

Autor: Michael Ross, Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Stuttgart e. V., Geißwiesenstr. 17, 72070 Tübingen, arge-hoehle-stuttgart@t-online.de; www.arge-hoehle-stuttgart.de

Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher	67 (2)	49 - 62	München 2021

Die Höhlenbärenzähne der Grabungskampagne 2019/20 in der Einhornhöhle (Harz)

von

Ralf Nielbock

Kurzfassung

Wie bereits in allen früheren Grabungen in der Einhornhöhle bildeten auch bei der Grabungskampagne 2019/20 im Bereich des Jacob-Friesen-Gangs Höhlenbären das Gros der Fossilfunde. In dieser Arbeit wird über die geborgenen Höhlenbärenzähne berichtet. Auch die Zahnfunde aus dem ergrabenen Portalbereich des Gangs wurden erfasst und einbezogen. Soweit vollständig erhalten, wurden sie metrisch ausgewertet und auch mit Funden früherer Grabungen in der Einhornhöhle und den Angaben aus anderen Höhlenfundstellen verglichen. Ein zusätzliches Augenmerk lag auf den Abnutzungserscheinungen und möglichen anthropogenen Einwirkungen auf diese Zähne. Ein Vergleich der Gebiss-Evolution speziell der Molaren und Prämolaren dieser und aller bisherigen Funde aus der Einhornhöhle soll in einer weiteren Studie erfolgen. Über die im Jacob-Friesen-Gang in großer Anzahl gefundenen Milchzähne von Höhlenbären wird gesondert berichtet. Andere Faunenelemente werden von anderen Autoren in separaten Abhandlungen behandelt.

Abstract

As in all previous excavations in the Unicorn Cave, cave bears formed the majority of the fossil finds during the 2019/20 excavation campaign in the Jacob-Friesen Gallery area. In this work the recovered cave bear teeth are described. The tooth finds from the excavated portal area were also recorded. As far as they were completely preserved, they were evaluated metrically and also compared with finds from earlier excavations in the Unicorn Cave and the information from other cave sites. Additional attention was given to the signs of wear and tear and possible anthropogenic effects on these teeth. A comparison of the evolution of the teeth, especially the molars and premolars, of this and all previous finds from the Unicorn Cave will be carried out in a further study. The milk teeth of cave bears found in large numbers in the Jacob-Friesen Gallery are reported separately. Other elements of the fauna are dealt with in separate papers from other authors.

Einführung

Nach vielen Jahren Pause der archäologisch-paläontologischen Grabungen in der Einhornhöhle begann 2015 eine neue Phase der weiteren Erforschung. Nach Voruntersuchungen bis 2017 lief 2019/20 eine in zwei Etappen aufgeteilte Grabungskampagne (Kotula et al. 2019). Durchgeführt wurde sie vom Niedersächsischen Landesamt für Denkmalpflege (NLD) in Kooperation mit dem Betreiber- und Forschungsverein der Höhle, der Gesellschaft Unicornu fossile e.V., in die auch der Landkreis Göttingen einbezogen wurde. Das Land Niedersachsen stellte über zwei Jahre Gelder für die Förderung dieses Projekts zur Verfügung. Im Vordergrund der andauernden Untersuchungen steht dabei, das Wissen über die Jahrtausende andauernde Anwesenheit des Neandertalers am Südharzrand zu vertiefen, sein natürliches Umfeld mit Fauna, Landschaft und den durchlaufenen Klimaphasen besser kennen zu lernen und die Genese der Höhle und ihrer riesigen Sedimentpakete genauer zu verstehen (Kaufmann et al. 2020). Aufbauend auf den vorliegenden Erkenntnissen wurde an den Ausgrabungsstellen der 1980er Jahre sowohl im Jacob-Friesen-Gang als auch im zugehörigen spät- und nacheiszeitlich vollständig mit Sediment verfüllten Gangportal direkt anschließend weiter gegraben.

Jacob-Friesen-Gang

Dieser Seitenzweig der Einhornhöhle wurde erst 1925 von Karl Hermann Jacob-Friesen, dem damaligen Leiter des Provinzial-

Abb. 1: Lage der Grabungsstellen im Jacob-Friesen-Gang und im ehemaligen zugehörigen Portal mit: 1 = Grabungsstelle 1 Jacob-Friesen-Gang, P = Grabungsbereich Portal, W = Grabungen Weißer Saal 1984/85. Kartengrundlage Vladi 1979/84, umgezeichnet Nielbock 2021.

Zahn	Summe	Pp/Y	A (B)	C/C1	D (D1-2)	D5 (3-5)	D6/7	E/E1	E2a	F3-4 (F)	G	Ha (H)	Hb	i
M^2	10					1		1	1		1	3		3
M^1	7		1						2	1		3		
P^4	9	1				1			1			4	2	
$C^{sup.}$	9				1	1		2				1	2	2
I^3	9	1		1	1			1		2	1	2		
I^2	16	1			1	1		4	3	4	1			1
I^1	4								2	1		1		
I_1	11	1				2			2	3		3		
I_2	8						2	1	1			2	1	1
I_3	9				1	2			1		1	1	2	1
$C_{inf.}$	9				1	1				3		2		2
P_4	9				1		1		1	2		2	2	
M_1	15		1				1		3	4		5	1	
M_2	9			1				1	1	4		2		
M_3	5								2	1		1		1
Summe	139	4	2	2	6	9	4	10	20	25	4	32	10	11

Tab. 1: ***Ursus spelaeus*****, Auflistung der Dauerzähne mit Schicht-Zuordnung der Zahnposition; Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Grabungsstelle 1, Kampagne 2019/20.**

museums Hannover, „entdeckt" und später nach ihm benannt. Er suchte nach Fortsetzungen der Höhle, entdeckte in einer Nische der Leibnizhalle einen ostwärts verlaufenden Spalt und ließ dem Verlauf der Deckenwölbung folgend das darunter liegende Sediment auf über 30 m Länge ausgraben, wurde aber kaum fündig („*Ein karges Ergebnis für so viel Arbeit und Kosten*") und stellte deshalb die Grabung Ende August 1926 ein (Jacob-Friesen 1926). Der Autor fand 1985 beim Anlegen eines kleinen Suchschnitts im Jacob-Friesen-Gang eher zufällig die ersten Neandertaler-Artefakte der Einhornhöhle. Daraufhin wurden gemeinsam mit Archäologen an dieser heutigen Stelle 1 und weiteren Stellen im Gangverlauf Grabungsschnitte angelegt. Die bis 1988 phasenweise durchgeführten Grabungen wiesen hier eine eem- bis spätweichselzeitliche Großfauna mit Höhlenbären und erstmals auch Kleinsäugern nach (Nielbock 1989) und brachten weitere Artefakte zu Tage (Scheer 1987, Veil 1989). Durch Peilstangenbohrungen konnte zugleich nachgewiesen werden, dass die Sedimente hier eine Mächtigkeit von über 15 m haben.

In dem Areal der Grabungsstelle 1 wurden jetzt die Sedimente auf etwa 4 m² Fläche in die Schichtabfolgen G, H und I (Abb. 2) weiter abgeteuft. Erwartungsgemäß kamen auch in dieser Grabungskampagne Faunenreste von Groß- und Kleinsäugetieren zu Tage. Wie bei allen bisherigen Ausgrabungen innerhalb der Einhornhöhle dominieren auch im Jacob-Friesen-Gang bei den Großsäugerfunden die Höhlenbären mit einem Anteil von weit über 90 % des Fundguts. Neben 500 Milchzähnen wurden vom Dauergebiss 139 bestimmbare Zähne und Zahnfragmente inventarisiert.

Rechnet man die veröffentlichten registrierten Funde von Bärenzähnen früherer Grabungen mit ein, so vergrößert sich die Summe aus dem Jacob-Friesen-Gang auf fast 300 Exemplare. In den bislang ergrabenen Schichten ergeben sich Maxima in den Schichten D (2-6), E2a und H (mit Ha/H1/Hb). Ins Hangende werden die Funde über dem Komplex D weniger. In A, B und C gibt es nur noch vereinzelte Funde. Der Höhlengang war seinerzeit über das Portal und auch aus der Haupthöhle für größere Tiere nicht mehr zugänglich. Die lichte Höhe zwischen Höhlendecke und Sedimentoberfläche betrug maximal 0,5 m und wurde mit der Zeit immer geringer.

Die Funde aus der Grabungskampagne 1984 - 1988 schlüsseln sich für den Jacob-Friesen-Gang wie in Tab. 2 angegeben auf (Nielbock 1987, 1989, Ilgner & Nielbock 2006). Die Schichten G und H wurden in der ersten Grabungskampagne nur „angekratzt".

Grabung:	n	Incisiven	Caninen	Prämolaren	Molaren
TUC/Tüb.:					
Schicht D	71	33	12	6	20
Schicht E	43	6	2	4	31
Schicht F	6	1	2	2	1
Schicht G	1				1
Schicht H	1	1			
LMH:					
Schicht D	55	25	7	10	13
Kompl. E-H	146	68	33	19	26
Raub/TUC:					
Y / gestört	8	1	1	4	2

Tab. 2: ***Ursus spelaeus*****, Dauergebiss-Funde früherer Grabungen; Einhornhöhle, alle Grabungsstellen Jacob-Friesen-Gang. TUC = Technische Universität Clausthal, Tüb = Universität Tübingen, LMH = Landesmuseum Hannover, Raub = Raubgrabung.**

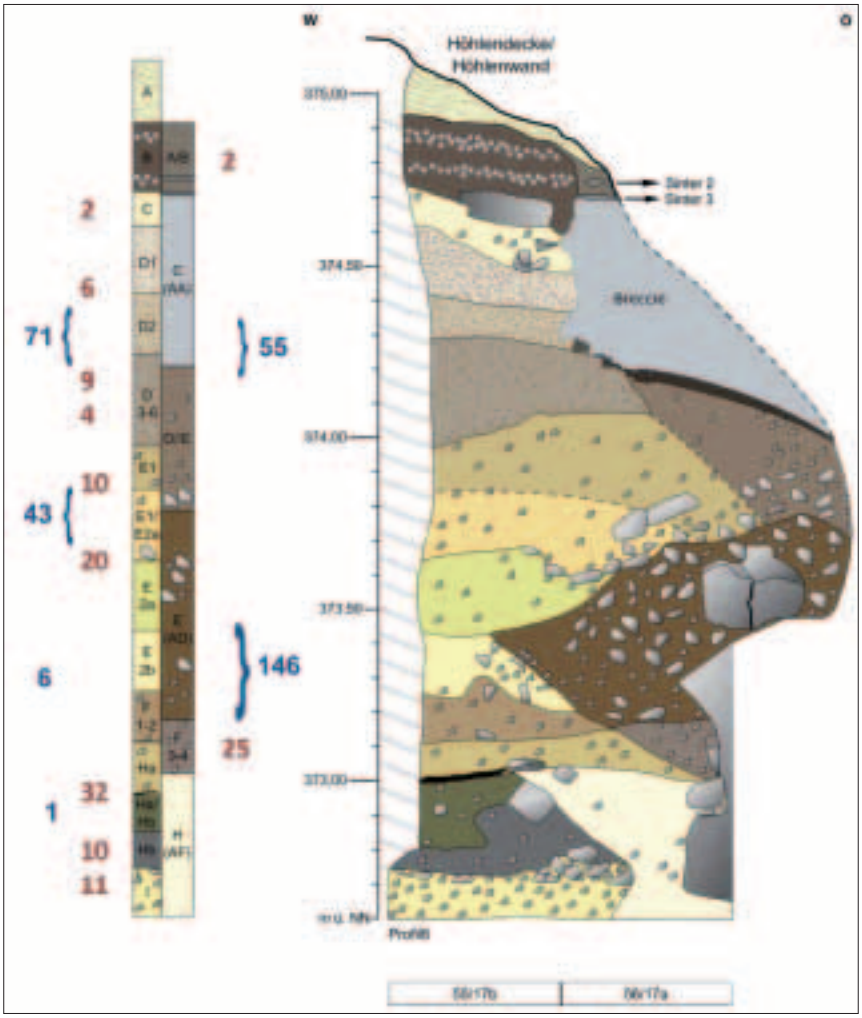


Abb. 2: Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang: Zahnhäufigkeit in den Schichten nach Auflistung in Tab. 1 (rot); in diesem Querprofil nicht enthalten sind die nicht einer Schicht zugeordneten Zähne aus Y = Profilputz etc. (n = 4) und aus der nicht im Profil erscheinenden Schicht G (n = 4). Zusätzlich aufgenommen wurden die registrierten Zähne der früheren Kampagnen (blau, s. Tab. 2). Profil-Zeichnung: Leder, NLD; Grundlage TUC/LM Hannover.

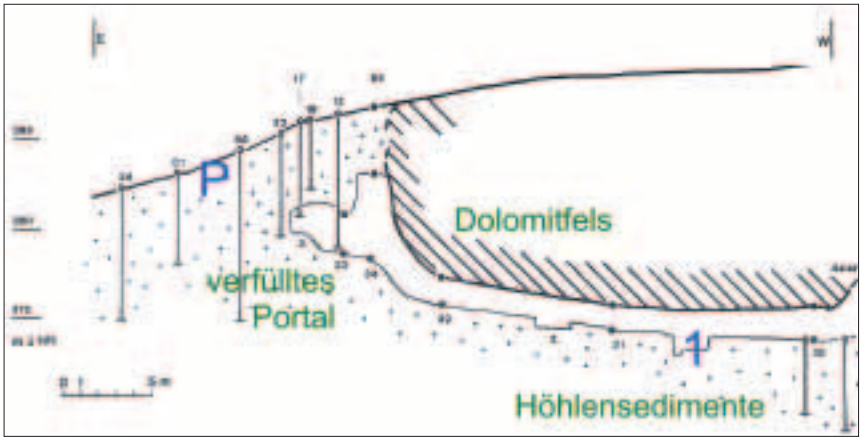


Abb. 3: Die geologische Situation am Ostende des Jacob-Friesen-Gangs mit Lage der Grabungsstellen 1 und P im Portalbereich; Grafikgrundlage Nielbock 1988.

Bei der Grabung des LMH wurden die Schichten mit Artefakt-Funden (E-H) als ein Schichtkomplex zusammengefasst.

Außengrabung Portal

Bereits zu Beginn der 1980er Grabungsinitiative in der Einhornhöhle wurden erste Außenbohrungen über einer Bodensenke am Ende des Jacob-Friesen-Gangs niedergebracht (Nielbock 1987). Sie gingen noch nicht bis in die Höhle hinein, gaben aber bereits den Hinweis, dass diese Stelle einen Versturzbereich darstellt. Nachfolgende Rasterbohrungen zeigten eindeutig ein bislang unentdecktes verfülltes Höhlenportal an (Nielbock 1990).

Schon bei der ersten Sondage 1988 wurden im Außenbereich wie erwartet Höhlensedimente ergraben und erste Fossilien geborgen, dabei auch einige Funde von *Ursus spelaeus*. Bei den Grabungsaktivitäten ab 2015 kam umfangreiches eiszeitliches Faunenmaterial zutage. Die Höhlenbärenzähne aus diesem Inventar werden hier vorgestellt.

Im Gesamtfaunenmaterial, auch in Relation zu der im Vergleich zur Grabungsstelle 1 bewältigten Sedimentmenge, ist eine Anzahl von 23 Zähnen nicht sehr viel. Der Nachweis von *Ursus spelaeus* zeigt aber auch ein Mindestalter von mehr als 25.000 Jahren der Schichtabfolgen ab Schicht 4 ins Liegende an. Andererseits war Höhlenbären auf dem Laufniveau dieser Schichten der Zugang zur Höhle an dieser Stelle bereits versperrt.

Die Caninen

Eckzähne von Höhlenbären stechen schon aufgrund ihrer Form und Größe aus dem Fundgut des Zahnmaterials heraus und geben zugleich auch einen Eindruck der Mächtigkeit von Bärenschädeln. In allen Bereichen der Einhornhöhle kamen bei Ausgrabungen

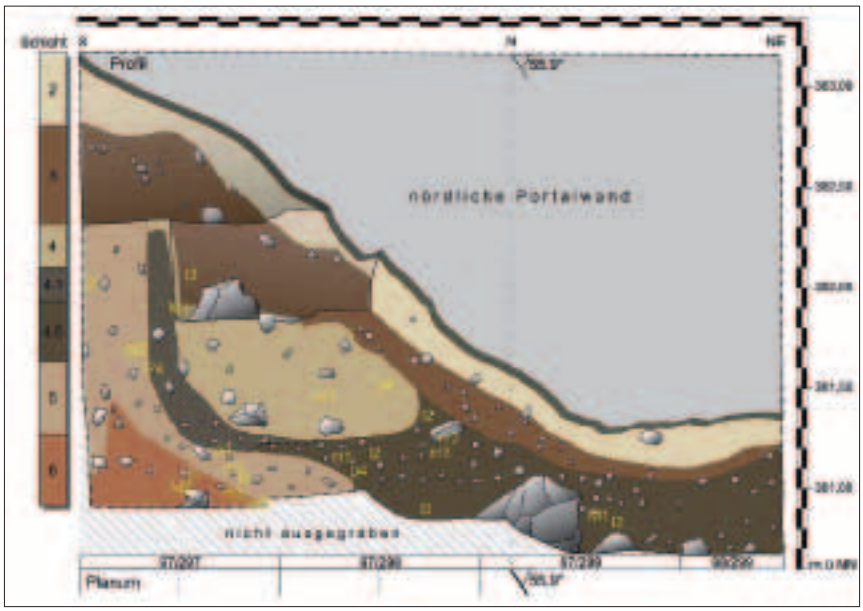


Abb. 4: Einhornhöhle, Außengrabung Portal: Funde Einzelzähne von *Ursus spelaeus*. Profil-Zeichnung: Leder, NLD.

Canini zutage, auch jetzt wieder im Jacob-Friesen-Gang und erstmals auch in der Außengrabungsstelle, hier auch noch im Oberkiefer eines sehr großen Schädels, der allerdings aufgrund einer aufwändigen Restaurierung noch nicht zur Bearbeitung zur Verfügung steht.

Insgesamt 14 der 18 in 2019/20 geborgenen Canini konnten in eine metrische Erfassung einbezogen werden, wobei sowohl die Breiten als auch die Längen der Kronen gemessen werden konnten. Bei 9 Exemplaren war es möglich, auch die Wurzel- und die Gesamtlänge (Maximalwert bei 110 mm) zu erfassen. Die Kronenmaße haben eine sehr große Streuung in der Breite von unter 14 mm bis über 20 mm und der Länge zwischen 19 mm und über 25 mm. Die Längen-Breiten-Maße der Dauer-Caninen bilden dabei im Diagramm zwei „Wolken" (Abb. 6), wobei hier ein Geschlechtsdimorphismus gut erkennbar ist, der exakt den weiteren Bestimmungsmerkmalen entspricht.

Die Mittelwerte sind ähnlich der Auswertung der 1980er Grabung. Sie liegen bei L = 21,21 mm und B = 16,57 mm für die Funde aus dem Jacob-Friesen-Gang und zusammen damit deutlich über den Funden aus dem Weißen Saal und der Haupthöhle (Nielbock 1987). Die Maße der Caninen aus der Einhornhöhle liegen deutlich über den Werten des *deningeri*-Bären der Repolusthöhle und der Ramesch-Daten, aber unter den Werten anderer jungpleistozäner Bärenfaunen.

Die Incisiven

Im Dauergebiss sind bei Höhlenbären im Ober- und Unterkiefer jeweils 3 linke und 3 rechte Schneidezähne vorhanden. Sie werden bei Auswertungen von Bärenfaunen manchmal nur aufgelistet, so auch in früheren Berichten über die Einhornhöhle, einzig Schütt (1968) gibt unter Einbeziehung von Vergleichswerten einen tabellarischen Überblick. Rabeder (1999) belegt aber auch, dass auch die Schneidezähne Unterschiede und Entwicklungen in ihrer Kronenausbildung zeigen und somit in evolutionsmorphologische Auswertungen einbezogen werden können. Hier erfolgt nach den Zahnpositionen getrennt eine metrische Erfassung und, soweit dies möglich ist, auch ein Vergleich mit anderen Fundstellen. Die Grabungsstelle 1 im Jacob-Friesen-Gang gab 2019/20 insgesamt 57 Zähne frei, in der Außengrabung wurden 7 gefunden.

Der erste untere Schneidezahn

Von den wenigen Funden von I_1 aus dem Jacob-Friesen-Gang konnten acht Incisiven in eine metrische Auswertung einbezogen werden.

Die Werte der I_1 aus dem Jacob-Friesen-Gang liegen deutlich über denen der mittelpleistozänen und frühweichselzeitlichen Bären, erreichen aber nicht ganz die Maße der etwas jüngeren Faunen. Der Mittelwert der I_1 aus der österreichischen Salzofenhöhle (Kneifel 2019) liegt sehr nahe bei dem Wert aus dem Gang. Auch frühere Streufunde aus der Haupthöhle zeigen fast identische Werte zu den Funden aus dem Jacob-Friesen-Gang.

Der zweite untere Schneidezahn

Von dieser Zahnposition liegen nur zehn Exemplare vor, davon einer aus der Grabung im Portalbereich. Nur sechs der I_2 aus dem Jacob-Friesen-Gang konnten metrisch erfasst werden.

Von ihrem Evolutionsstand her entsprechen sie dem höheren Niveau der jungpleistozänen Höhlenbären, einige sind in ihrer Entwicklung

Schicht:	n	Incisiven	Caninen	Prämolaren	Molaren
3.7	1	1			
4	8	1	1		6
4.5	9	3		2	4
4.7	3	1		1	1
5	1	1			
8	1				1
Summe	23	7	1	3	12

Tab. 3: *Ursus spelaeus*, Auflistung der Schicht-Zuordnung der Dauerzähne; Einhornhöhle, Außengrabung Portal, Kampagne 2019/20.

Abb. 5: *Ursus spelaeus*, Eckzahn C inf. sin. ♀, vollständig mit Wurzel. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht I; Nr. EHH2019-1283-6.561, Lingualansicht (Maßstab in mm).

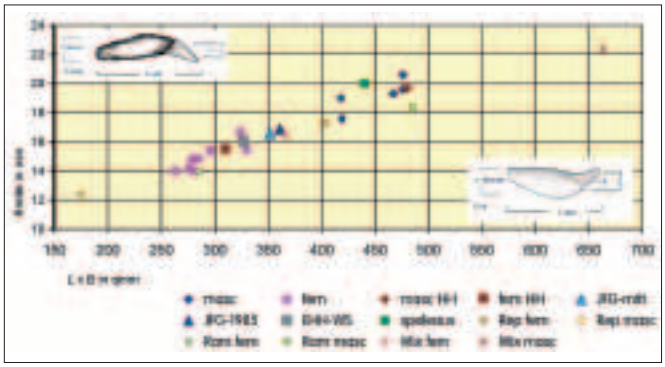


Abb. 6: *Ursus spelaeus*, Längen-Breiten-Diagramm der Canini; Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Grabungsstelle 1, Kampagne 2019/20. EHH-WS = Grabung198/85 Weißer Saal; HH = x̄ Haupthöhle Altfunde; JFG-1985 = x̄ Grabung 1985; spelaeus = x̄ nach Rode (1935); zum Vergleich: x̄ Repolust (*deningeri*), Mixnitz, Ramesch nach Rabeder (1983) und Rabeder et al. (2014), Zeiteinstufung s. Molare.

Abb. 7: *Ursus spelaeus*, Eckzahn C inf. sin. ♀, vollständig mit Wurzel. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht Ha; Nr. EHH2020-2034-6.753, Labialansicht (Maßstab in mm).

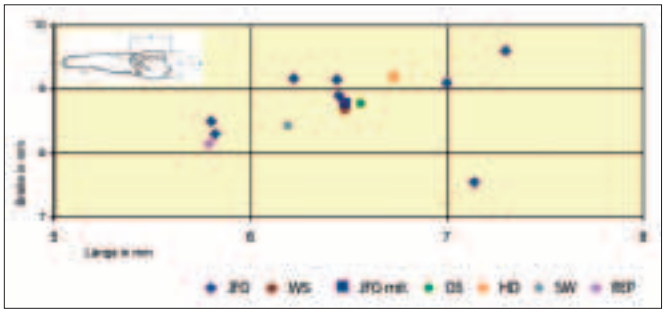


Abb. 8: *Ursus spelaeus*, Längen-Breiten-Diagramm der Incisivi I_1; Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Grabungsstelle 1, Kampagne 2019/20. JFG-mit. = x̄ Jacob-Friesen-Gang, WS = Altfunde Haupthöhle (Schütt 1968); Vergleichsmittelwerte (nach Rabeder 1999): GS = Gamssulzenhöhle/Spätwürm (= -weichsel); HD = Herdengelhöhle (4-6)/Mittelwürm; SW = Schwabenreithhöhle/Frühwürm; REP = Repulusthöhle/Mittelpleistozän.

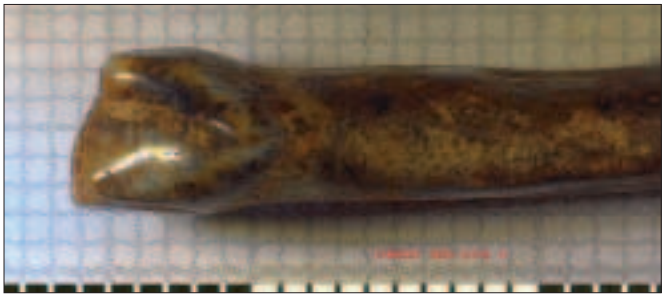


Abb. 9: *Ursus spelaeus*, Schneidezahn I_1 dex., Wurzel vollständig. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht Y, gestört; Nr. EHH2020-3030-6.618, Lingualansicht (Maßstab in mm).

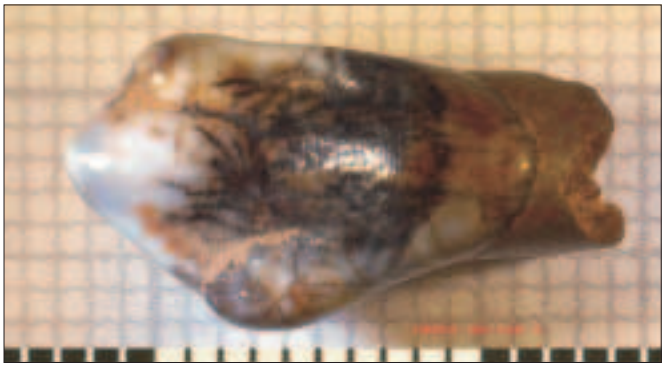


Abb. 10: *Ursus spelaeus*, Schneidezahn I_2 sin., Wurzel abgebrochen. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht E2a; Nr. EHH2019-1893-6.645, Lingualansicht, Orientierung: Protoconid mittig, Distoconid unten, Mesioconid oben (Maßstab in mm).

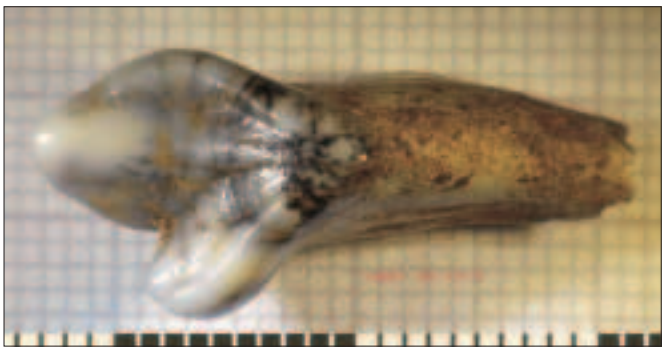


Abb. 11: *Ursus spelaeus*, Schneidezahn I_3 sin., Wurzelende abgebrochen. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht D5; Nr. EHH2019-1073-6.579, Lingualansicht mit Distoconid unten (Maßstab in mm).

neben Protoconid mit deutlich ausgebildetem distalem Distoconid- und Mesioconid-Höcker (Abb. 10) durchaus vergleichbar mit I_2 aus Spätwürm-Faunen (Rabeder 1999). Mit Durchschnittswerten vom L = 8.63 mm und B = 9.79 mm sind sie aber etwas kleiner als Funde aus alpinen Höhlen und tendieren eher zum *deningeri*-Niveau. Dies ist aber ggf. auch den wenigen Messdaten geschuldet. Schütt (1968) gibt für I_2 -Funde aus anderen Bereichen der Einhornhöhle wie auch bei dem I_1 fast identische Werte an.

Der dritte untere Schneidezahn

Der I_3 der Höhlenbären bildet einen deutlichen distalen als Distoconid bezeichneten Nebenhöcker neben dem Haupthöcker Protoconid. Beide sind durch eine Kerbe geteilt. Diese spezielle Ausbildung der Höcker macht diesen Vordergebisszahn leicht erkennbar. Bei sieben der insgesamt auch nur zehn in dieser Kampagne gefundenen I_3 konnten Messungen vorgenommen werden.

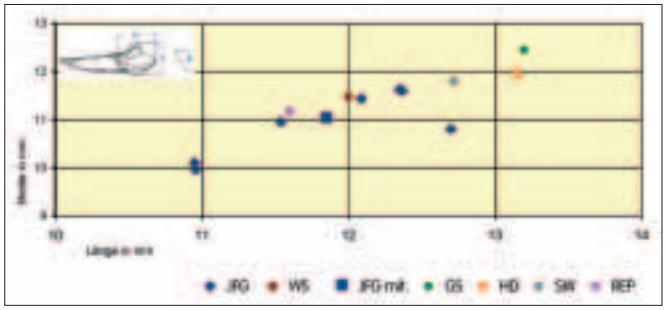


Abb. 12: *Ursus spelaeus*, Längen-Breiten-Diagramm der Incisivi I_3; Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Grabungsstelle 1, Kampagne 2019/20. JFG-mit. = $\bar{x}$ Jacob-Friesen-Gang, WS = Altfunde Haupthöhle (Schütt 1968); Vergleichsmittelwerte nach Rabeder (1999): GS = Gamssulzenhöhle/Spätwürm (= -weichsel); HD = Herdengelhöhle (4-6)/Mittelwürm; SW = Schwabenreithhöhle/Frühwürm; REP = Repulusthöhle/Mittelpleistozän.

Die Mittelwerte der I_3 aus dem Jacob-Friesen-Gang liegen mit L = 11,85 mm und B = 11,04 mm zwar über denen der mittelpleistozänen Vergleichsfauna, erreichen aber nicht die Maße der anderen jungpleistozänen Faunen, in deren Bereich auch die $\bar{x}$ aus der Salzofenhöhle fallen (Kneifel 2019). Frühere Streufunde aus der Haupthöhle zeigen fast identische Werte zu den Funden aus dem Jacob-Friesen-Gang. Auch hier sind, wie bei den anderen Incisiven, aufgrund der geringen Fundmenge und der Streuung der Werte keine Schlussfolgerungen möglich.

Der erste obere Schneidezahn

Von diesem Zahntyp wurden nur wenige Exemplare gefunden, von den fünf inventarisierten konnten vier vermessen werden. Sie werden im I^2-Diagramm mit aufgenommen. Dies ist auch bei anderen Autoren so üblich, da sie aufgrund ihres ähnlichen Bauplanes und auch gerade bei an der Korne beschädigten Exemplaren mitunter einer der beiden Zahnpositionen nicht eindeutig zugeordnet werden können (Rabeder et al. 2014).

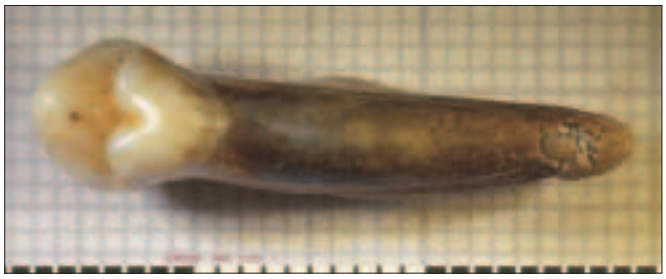


Abb. 13: *Ursus spelaeus*, Schneidezahn I^1 sin., Wurzel vollständig. Einhornhöhle, Portal, Schicht 5; Nr. EHH2019-0386-6.225, Lingualansicht (Maßstab in mm).

Der zweite obere Schneidezahn

Der Incisiv I^2 ist etwas häufiger im Fundgut nachweisbar. Aus dem Jacob-Friesen-Gang stammen 17 Exemplare und in der Portal-Grabung konnten auch immerhin vier gefunden werden. Es war möglich, 19 der Incisivi in die metrische Auswertung einzubeziehen.

In der Auswertung kristallisieren sich die als I^1 angesprochenen Zähne als etwas kleiner ausgebildet gut heraus, allerdings überlappen sie sich auch mit Zähnen, die unter I^2 aufgeführt sind. In den Vergleich sind nur diese einbezogen. Mit einem $\bar{x}$ von L = 8,89 mm und B = 10,78 mm liegen sie zwar etwas über den mittelpleistozänen Werten, allerdings gerade in der Länge unter den Vergleichsfaunen von Rabeder und auch unter den Werten der Funde aus

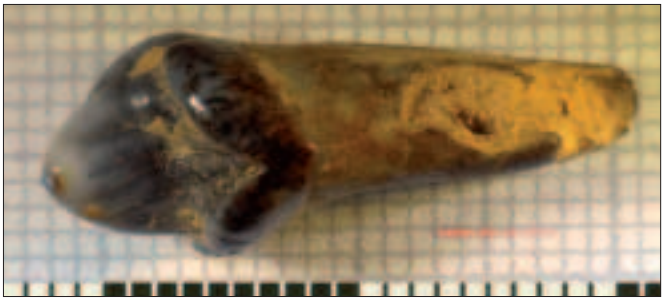


Abb. 14: *Ursus spelaeus*, Schneidezahn I^2 sin., Wurzel unvollständig. Einhornhöhle, Portal, Schicht 4.5; Nr. EHH2019-0327-6.211, Lingualansicht (Maßstab in mm).

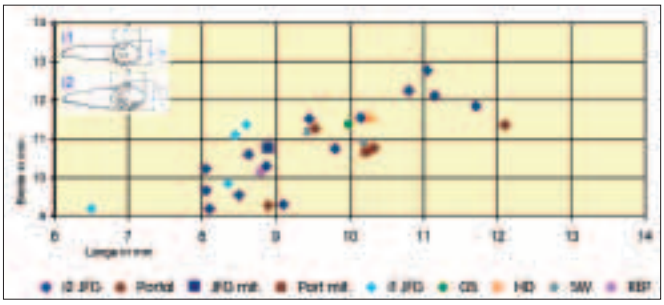


Abb. 15: *Ursus spelaeus*, Längen-Breiten-Diagramm der Incisivi I^1 und I^2; Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang und Portal, Kampagne 2019/20. Legende: JFG-mit. = $\bar{x}$ Jacob-Friesen-Gang, Port.mit. = Mittelwert Portal, x = Altfunde Haupthöhle (Schütt 1968); Vergleichsmittelwerte (nach Rabeder 1999): GS = Gamssulzenhöhle/Spätwürm (= -weichsel); HD = Herdengelhöhle (4-6)/Mittelwürm; SW = Schwabenreithhöhle/Frühwürm; REP = Repulusthöhle/Mittelpleistozän.

der Haupthöhle. Die Mittelwerte aus der Salzofenhöhle (Kneifel 2019) hingegen sind mit L = 9,56 mm und B = 10,60 mm ähnlich. Die wenigen Exemplare aus der Außengrabung streuen sehr, sind im Schnitt ($\bar{x}$ L = 10,22 mm) allerdings etwas länger als die erdgeschichtlich etwas älteren I^2 aus dem Jacob-Friesen-Gang.

Der dritte obere Schneidezahn

Der I^3 der Höhlenbären ähnelt in seiner Kronenausprägung mehr einem kleinen Eckzahn als den spatel- bis schaufelförmigen vorderen Schneidezähnen. Im Gegensatz zu den eher einfach geformten Kronen der I^3 der Braunbären ist die der Höhlenbären mit kleinen Nebenhöckern – von Rabeder (1999) als Kalyx = Knospe angesprochen – und Kanten etwas differenzierter aufgebaut.
Insgesamt wurden nur zwölf obere dritte Schneidezähne gefunden, davon drei im Portalbereich und neun in Stelle 1. An acht konnten L/B-Messungen vorgenommen werden. Ähnlich wie bei

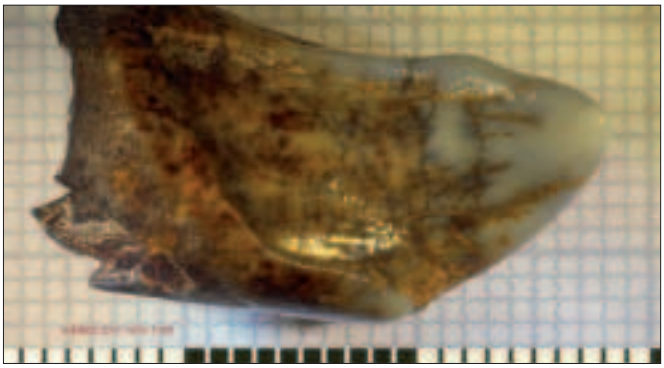


Abb. 16: *Ursus spelaeus*, Schneidezahn I^3 dex., Wurzel fehlt. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht Ha; Nr. EHH2020-0377-6.569, Ansicht Krone von lingual (Maßstab in mm).

den unteren Incisiven ist auch diese Menge für eine vergleichende Fundinterpretation zu gering.

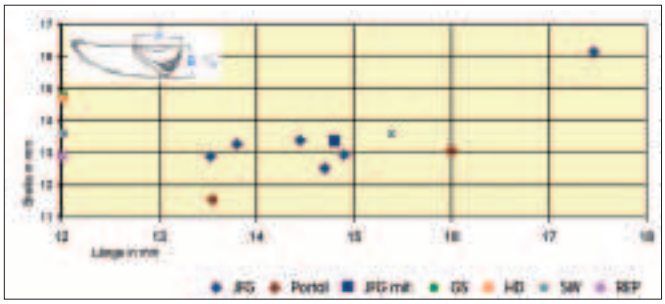


Abb. 17: *Ursus spelaeus*, Längen-Breiten-Diagramm der Incisivi I^3; Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang und Portal, Kampagne 2019/20. JFG-mit. = $\bar{x}$ Jacob-Friesen-Gang, x = Altfunde Haupthöhle (Schütt 1968); Vergleichsmittelwerte (nach Rabeder 1999): GS = Gamssulzenhöhle/Spätwürm (= -weichsel); HD = Herdengelhöhle (4-6)/Mittelwürm; SW = Schwabenreithhöhle/Frühwürm; REP = Repulusthöhle/Mittelpleistozän.

Die wenigen vermessenen I^3 aus dem Jacob-Friesen-Gang zeigen bis auf einen Ausreißer ähnliche Ausmaße, liegen mit $\bar{x}$ L = 14,80 mm und B = 13,38 mm in den Breitenwerten unter den Vergleichswerten und auch wie die I^2 unter den Messdaten aus der Haupthöhle. Sie passen aber gut zu den $\bar{x}$-Daten L =15,0 mm und B = 13,16 mm der mittel-jungpleistozänen I^3-Funde aus der Salzofenhöhle (Kneifel 2019). Zu den beiden Funden aus der Außengrabung ist keine weitere Aussage möglich.

Die Prämolaren

Die vierten Vorbackenzähne werden aufgrund ihrer kontinuierlichen Veränderung der Kauflächenelemente bereits seit langem für die Interpretation der Evolution des Höhlenbärengebisses herangezogen. Im Laufe der Entwicklung der Bären werden allmählich immer mehr Höcker und Grate/Kanten gebildet und eingebaut. Wie auch bei den Backenzähnen erfolgt eine Abgrenzung voneinander nach einem Schema zugeordneter Morphotypen (Rabeder 1983).

Bären der Art *Ursus spelaeus* haben neben dem P_4 und dem P^4 äußerst selten weitere Vorbackenzähne. Die alt- und mittelpleistozänen Vorläufer des Höhlenbären, *Ursus etruscus* und *Ursus deningeri*, bilden im Oberkiefer sehr häufig weitere Prämolaren ähnlich dem *Ursus arctos* aus. Überwiegend ist die Position des P^3 besetzt (Zapfe 1948). Laughlan (2012) spricht von einer kontinuierlichen Abnahme der Frequenz des dritten Oberkieferprämolaren im Laufe der Evolution. Die unteren Prämolaren sind bei den verschiedenen Bären-Arten in unterschiedlicher Häufigkeit und Besetzung der Positionen vorhanden. Frühere Untersuchungen von Zapfe (1948), Rode (1935) und Schütt (l968) zeigten, dass *Ursus deningeri* überwiegend den P_3 ausbildet, während bei *Ursus spelaeus* – wenn überhaupt – der P_1 häufiger vorkommt als andere Prämolaren. Vergleicht man umfassend Angaben über die verschiedenen pleistozänen Bärenpopulationen, so scheint eine Reduktion der weiteren Prämolaren neben einem Artentwicklungsmerkmal auch eine Frage des lokalen Vorkommens zu sein.

Im jetzigen Fundgut tauchen keine vorderen Prämolaren auf. Bei den früheren Grabungen im Jacob-Friesen-Gang wurde eine P_1-Alveole in einem Unterkiefer gefunden (Nielbock 1987), was einer Quote von 2,5 % von Funden mit diesem Gebissmerkmal entspricht. Schütt gibt für die Altfunde aus der Haupthöhle eine etwas höhere Häufigkeit an, was vielleicht auch am höheren geologischen Alter einiger dieser Funde liegen kann.

Der untere vierte Prämolar

Den in seiner Krone fast oval geformten P_4 trennt ein Diastem von mehreren cm Breite von den Zähnen des Vordergebisses. Er ist mehrwurzelig ausgebildet, wobei die Wurzeln oft zusammengewachsen sind. In seinem Kronenausmaß ist er wesentlich kleiner als die distal folgenden Backenzähne.

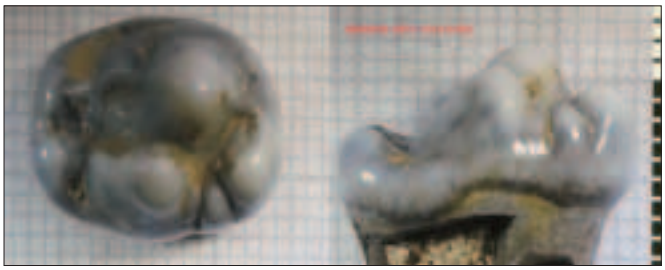


Abb. 18: *Ursus spelaeus*, Vorbackenzahn P_4 sin., Wurzel fehlt. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht D1-2; Nr. EHH2019-1012-6.502, Aufsicht und Seitenansicht Krone, Orientierung: Protoconid oben/hinten (Maßstab in mm).

Alle 13 Funde, davon drei aus der Außengrabung, von unteren vierten Prämolaren konnten in die Auswertung einbezogen werden. Auch diese Anzahl ist für vergleichende Fundinterpretationen zu wenig und kann nur Richtungen aufzeigen. Eine umfassende Einstufung nach Morphotypen wurde deshalb wie auch nachfolgend bei dem P^4 in Rahmen dieser Arbeit nicht durchgeführt, auch wenn Tendenzen einer Zuordnung bei den meisten der Zähne zu den Typenreihen C und D erkennbar sind.

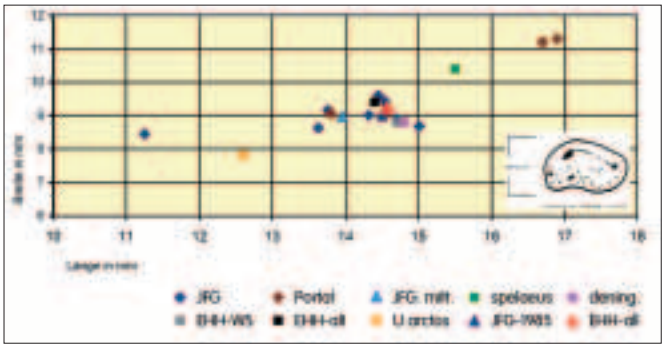


Abb. 19: *Ursus spelaeus*, Längen-Breiten-Diagramm der unteren Prämolaren P_4; Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang und Portal, Kampagne 2019/20. JFG-mit. = $\bar{x}$ Jacob-Friesen-Gang; JFG-1985 = $\bar{x}$ frühere Grabungen Jacob-Friesen-Gang; EHH-WS = Grabung Weißer Saal 1985 (Nielbock 1987); EHH-alt = Altfunde Haupthöhle, Vergleichs-Mittelwerte *Ursus arctos*, *spelaeus* und *deningeri* (Schütt 1968); EHH-all = $\bar{x}$ aller bisherigen Funde der Einhornhöhle.

Die Werte der Zähne aus dem Jacob-Friesen-Gang liegen bis auf eine Ausnahme untereinander und auch mit den anderen Daten aus der Höhle sehr eng beieinander, allerdings auch mit dem *deningeri*-Vergleichswert. Zwei der P_4 aus der Portalgrabung sind größer als der *spelaeus*-$\bar{x}$, was eine erste Tendenz auf eine jüngere Zeitstellung dieser Funde zeigt.

Der obere vierte Prämolar

Auch der P^4 des Oberkiefers wird durch ein Diastem von mehreren cm Breite von den Zähnen des Vordergebisses getrennt. Ebenso ist er wesentlich kleiner als die distal folgenden Backenzähne, sticht aber in der Krone durch einen relativ großen und hohen Paracon hervor.

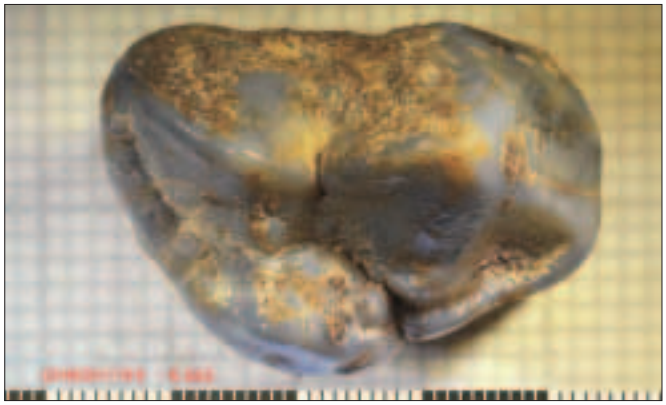


Abb. 20: *Ursus spelaeus*, Vorbackenzahn P^4 dex., Wurzel fehlt. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Y – gestört. Sediment; Nr. EHH2019-/-6.542 (ohne Fund-Nr.), Aufsicht Krone, Orientierung: Paracon rechts oben, Metaconus links (Maßstab in mm).

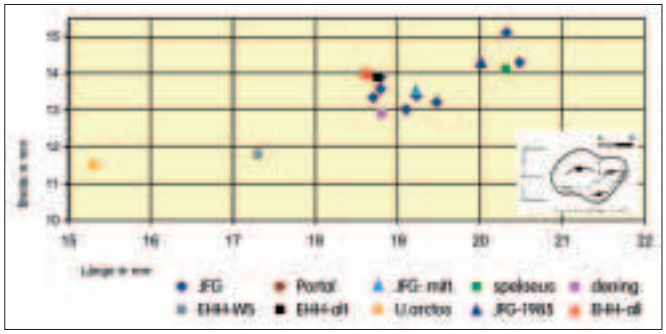


Abb. 21: *Ursus spelaeus*, Längen-Breiten-Diagramm der oberen Prämolaren P^4; Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Kampagne 2019/20, Legende s. Abb. 19.

Nur einige P^4 konnten in dieser Kampagne im Jacob-Friesen-Gang geborgen werden. Im Bereich der Außengrabung wurden keine gefunden. Die acht messbaren Zähne liegen im Diagramm eng beieinander bei einem $\bar{x}$ von L = 19,36 mm und B = 13,71 mm und befinden sich zwischen den $\bar{x}$-Werten von *deningeri* und der *spelaeus*-Normform. Der Wert aus der früheren Grabung Weißer Saal fällt dabei „auf dem Weg zum Braunbären" stark aus dem Gesamtbild.

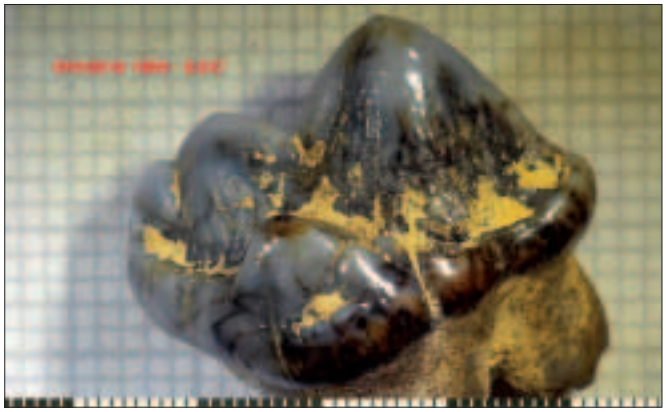


Abb. 22: *Ursus spelaeus*, Vorbackenzahn P^4 dex., Wurzel fehlt. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht Ha; Nr. EHH2019-1900-6.547, Innenansicht Krone, Orientierung: Paracon rechts hinten (Maßstab in mm).

Rabeder (1983) ordnet die oberen 4. Prämolaren des *Ursus spelaeus* fünf verschiedenen unterscheidbaren Kronentypen A-E zu, hervorgegangen aus der Ursprungsform des *Ursus etruscus*. Die Reihe zeigt eine immer komplizierter werdende Kronenmorphologie mit Bildung von Sekundärhöckern und Verbindungskanten (Abb. 22). Bei der Bearbeitung der früheren Funde beschrieb Schütt (1968) bereits die Höckerausbildung des P^4 und grenzte die Krone des Einhornhöhlen-Bären von der des *Ursus deningeri* ab. Wie auch schon bei den unteren Prämolaren wurde jetzt eine morphogenetische Interpretation der P^4 aus dem neuen Material noch nicht versucht. In einem ersten Überblick zeigt sich eine Neigung zu Typ B und C. Die Menge ist zu gering für präzisere Einstufungen.

Die Molaren

Die Höhlenbären verfügen im Dauergebiss wie alle ihre Verwandten im Unterkiefer über drei und im Oberkiefer über zwei Backenzähe, wobei der M_3 und der M^2 von ihrer Kronenoberfläche ähnlich Mahlzähnen ausgebildet sind. Die anderen haben noch ausgeprägtere Höcker. Sie sind zwei- bis mehrwurzelig.

Der erste untere Molar

Schmal, langgestreckt und mit relativ spitzen Höckern versehen zeigt der M_1 des Höhlenbären noch am deutlichsten seine Herkunft von einem ursprünglichen Raubtiergebiss. In seiner Krone dominiert noch der carnivore Bauplan. Typisch sind auch die Aus-

Abb. 23: *Ursus spelaeus*, linker erster unterer Molar M_1, Wurzel nicht vollständig. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht Ha; Nr. EHH2019-1529-6.515, Innen-/Außenansicht, Kronenaufsicht mit Paraconid oben und Hypoconid unten rechts (Maßstab in mm).

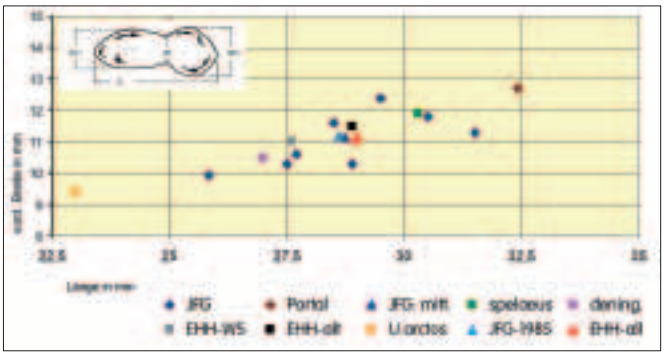


Abb. 24: *Ursus spelaeus*, Längen-Breiten-Diagramm (vordere Breite) der unteren Molaren M_1; Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang und Portal, Kampagne 2019/20. Legende: JFG-mit. = $\bar{x}$ Jacob-Friesen-Gang; JFG-1985 = $\bar{x}$ frühere Grabungen Jacob-Friesen-Gang; EHH-WS = Grabung Weißer Saal 1985 (Nielbock 1987); EHH-alt = Altfunde Haupthöhle, Vergleichs-Mittelwerte *Ursus arctos, spelaeus* und *deningeri* (Schütt 1968); EHH-all = $\bar{x}$ aller bisherigen Funde der Einhornhöhle.

bildung einer deutlichen Einschnürung und seine zwei trapezförmig mit einer schmalen Brücke angeordneten Wurzeln.
Der M_1 ist mit 15 Exemplaren der in dieser Grabung am häufigsten gefundene Molar. Da aber etliche unvollständig sind, können nur neun in die metrische Analyse einbezogen werden, davon nur einer aus der Portalgrabung. Bei den M_1 und auch den anderen Molaren werden eine vordere und eine hintere Breite und auch die Einschnürung gemessen. In die vorliegende Arbeit sind die vorderen Breiten im jeweiligen Diagramm aufgeführt.
Die für die Auswertung verfügbaren Zähne aus dem Jacob-Friesen-Gang streuen über das Diagramm bei einem $\bar{x}$ von L = 28,73 mm und B = 11,16 mm. Der Mittelwert aller bisherigen Funde liegt eng dabei. Nahezu alle befinden sich zwischen den $\bar{x}$-Werten von *deningeri* und der *spelaeus*-Normform. Der Wert aus der Grabung Weißer Saal tendiert wie auch bei vielen der anderen Zähne Richtung *deningeri*, während der Einzelfund aus der Außengrabung eher zu Werten von spätpleistozänen Bären passt.

Der zweite untere Molar

Der M_2 ähnelt in Höckerausprägung und Wurzelanordnung noch etwas dem ersten unteren Molaren, ist in seinem Erscheinungsbild aber klobiger und hat im Kronenaufbau mehr Höcker und Felder. Auch er weist wie der M_1 eine, wenn auch nicht so deutliche, mediane Einschnürung auf.
Neun Funde aus der Grabungsstelle 1 liegen vor, zudem zwei M_2 aus der Außengrabung. Außer einem Zahn werden sie in die Auswertung einbezogen. Auch diese Mengen sind einzeln betrachtet zu gering für weiterreichende Vergleiche.

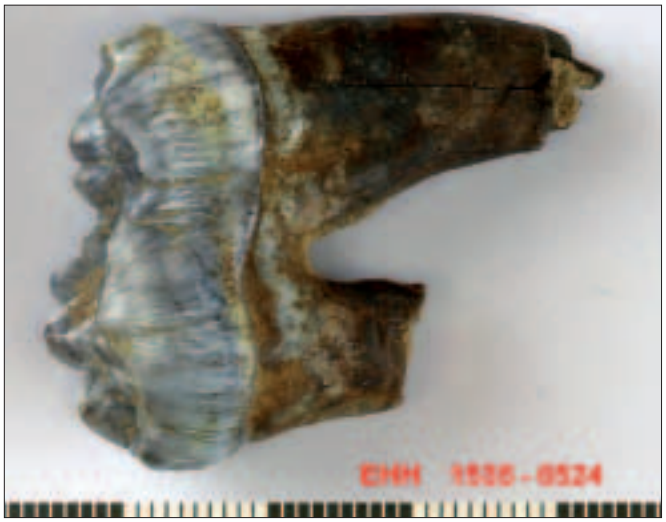


Abb. 25: *Ursus spelaeus*, linker zweiter unterer Molar M_2, Wurzel nicht vollständig. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht E; Nr. EHH2019-1535-6.524, Labialansicht, Orientierung: Metaconid hinten links (Maßstab in mm).

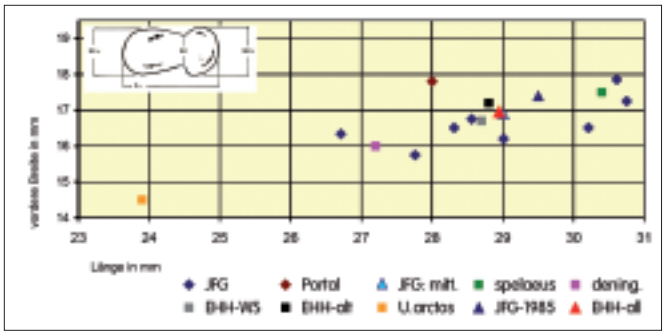


Abb. 26: *Ursus spelaeus*, Längen-Breiten-Diagramm (vordere Breite) der unteren Molaren M_2; Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang und Portal, Kampagne 2019/20. Legende s. Abb. 24.

Die Auswertung des Diagramms zeigt ähnliche Ergebnisse wie beim M_1: Das Gros der M_2 aus dem Jacob-Friesen-Gang liegt zwischen den *deningeri*- und *spelaeus*-Mittelwerten und eng bei den weiteren Daten der Einhornhöhle. Die Metrik eines M^2 aus der Außengrabung sprengt mit L = 35,5 mm und B = 20,5 mm die Diagrammgröße. Aus einem derartigen Einzelfund können aber keine weiteren Rückschlüsse gezogen werden, sind doch Höhlenbärenzähne aus allen Fundorten grundsätzlich sehr individuell ausgeprägt. Laughlan (2012) zeigt dazu in ihrer Arbeit über die Medvedia-Höhle neben dem M^2 gerade auch sehr eindrucksvolle Beispiele des M_2.

Der dritte untere Molar

Bei den Höhlenbären ist der dritte untere Backenzahn M_3 in seiner Kronenausbildung sehr variabel. Er hat allgemein einen nierenförmigen Umriss mit einem vorderen breiteren Teil ausgebildet und weist zusätzlich eine Ausdehnung des sog. Talonids auf. Die Krone des M_3 weist oft seitliche Einbuchtungen auf mit unterschiedlicher Häufigkeit der einzelnen Erscheinungsformen.

Abb. 27: *Ursus spelaeus*, linker dritter unterer Molar M_3, Wurzeln verwachsen. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht E2 a/b; Nr. EHH2019-1322-6.519, Seitenansicht (Maßstab in mm).

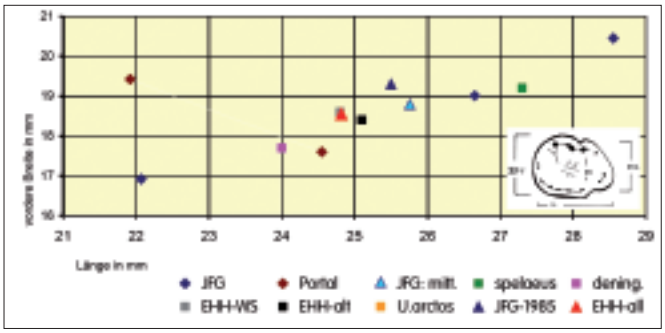


Abb. 28: *Ursus spelaeus*, Längen-Breiten-Diagramm (vordere Breite) der unteren Molaren M_3; Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang und Portal, Kampagne 2019/20. Legende s. Abb. 24.

Da hier labiale Einbuchtungen deutlich überwiegen, weist dieses Merkmal in Richtung auf eine voll-speläoide Ausbildung dieser Zähne hin.

Von insgesamt acht isolierten M_3-Funden konnten jeweils nur drei aus Grabungsstelle 1 und Grabungsstelle Portal metrisch ausgewertet werden. Die Werte streuen über das ganze Diagramm und sind für Vergleiche deshalb nicht sehr aussagekräftig. Ein Molar aus der Portalgrabung, der mit dem o.g. großen M_2 in einem Unterkieferfragment sitzt, hat mit L = 30 mm und B = 22 mm ebenfalls erstaunlich hohe Werte und damit eine große Kaufläche.

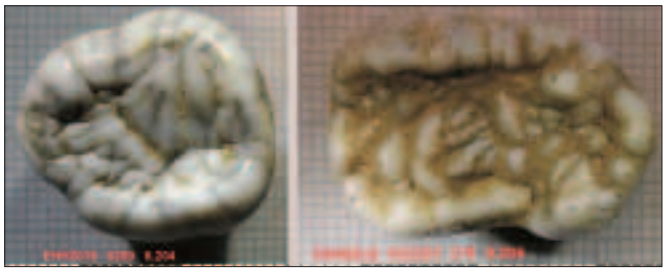


Abb. 29: *Ursus spelaeus*, dritte untere Molaren M_3, unterschiedliche Ausbildung der Krone. Einhornhöhle, Portal, Schicht 4; Nr. EHH2019-0209-6.204 und -0278-6.205, Aufsicht (Maßstab in mm).

Der erste obere Molar

Die beiden im Oberkiefer der Höhlenbären ausgebildeten Molaren überragen in ihrer Länge und Breite die unteren Backenzähne. Der erste obere Molar M^1 hat einen gedrungenen, abgerundet quaderförmigen Kronenumriss. An der Labialseite weist er zwischen Paracon und Metacon eine meist nur schwach ausgebildete Eindellung auf. Es werden deshalb wie auch bei anderen Backenzähnen eine vordere und eine hintere Breite gemessen. Die Kauflächen haben in ihrer Ausbildung eine geringere Variabilität als die des M^2 mit alt angelegtem Muster des Bauplans von *Ursus etruscus* (Rabeder 1999). Die Zahnkronen lassen sich auch, soweit durch Abnutzung erkennbar, vom Evolutionsgrad zu den Morphotypen C und D zuordnen.

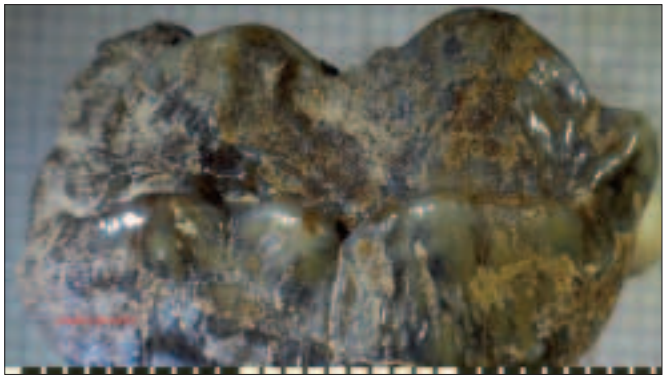


Abb. 30: *Ursus spelaeus*, rechter erster oberer Molar M^1. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Y - gestörtes Sediment; Nr. EHH2015-0014-6.551, Palatialansicht Krone, Orientierung: Paracon hinten rechts, Metacon hinten mittig (Maßstab in mm).

Auch von der Zahnposition M^1 sind nur wenige Exemplare gefunden worden. Von insgesamt zwölf inventarisierten Zähnen waren nur vier aus dem Jacob-Friesen-Gang und drei aus dem Portalbereich für die metrische Auswertung brauchbar, bei allen anderen handelt es sich nur um Kronenbruchstücke.
Die wenigen Funde, über die keine statistischen Aussagen möglich sind, gruppieren sich um die $\bar{x}$-Werte der früheren Grabungen und liegen zwischen den Werten von *deningeri* und der *spelaeus*-Normform, nähern sich hier allerdings den mittelpleistozänen Maßen. Betrachtet man dagegen die absoluten Messwerte der früheren Grabungen, ergibt sich ein anderes Bild: Viele M^1 sind wesentlich größer als die Normform.

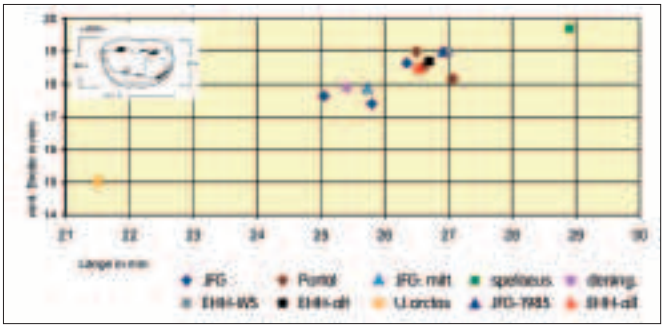


Abb. 31: *Ursus spelaeus*, Längen-Breiten-Diagramm (vordere Breite) der ersten oberen Molaren M^1; Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang und Portal, Kampagne 2019/20. Legende s. Abb. 24.

Der zweite obere Molar

Der Backenzahn M^2 fällt durch seine übermäßige Länge und somit seine große Kaufläche auf. Von der Normalform des *Ursus spelaeus* sind Längen von 55 mm bekannt (Rode 1935). In früheren Untersuchungen konnte bei immerhin einem der M^2 aus der Einhornhöhle eine Länge von über 50 mm gemessen werden (Nielbock 1987). Bei der Auswertung dieser Molaren wird nur die vordere Breite auf der Höhe des Paracons angegeben. Der rückwärtige Teil des M^2 der Höhlenbären läuft keilförmig zum lateralen Ende fast spitz zusammen. Der Bauplan der Zahnkrone ist sehr komplex und über verschiedene Evolutionsstufen auch sehr variabel. In einer Erstansprache herrschen bei den jetzigen Funden die Typen B2 und C vor. Laughlan (2012) bildet in ihrer Arbeit über die Medvedia-Höhle viele völlig unterschiedlich ausgeprägte M^2 ab, kann aber auch auf eine Auswahl von über 70 Exemplaren zurückgreifen.

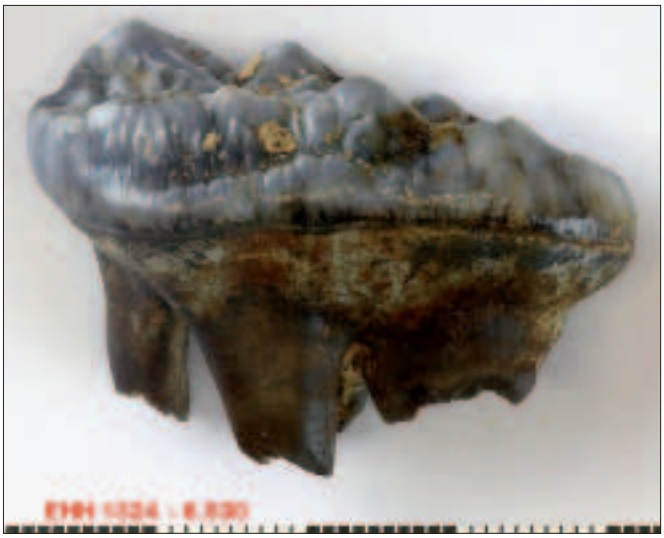


Abb. 32: *Ursus spelaeus*, linker zweiter oberer Molar M^2, Wurzeln abgebrochen. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht I; Nr. EHH2015-1324-6.530, Palatialansicht Krone, Orientierung: Paracon links und Metacon hinten mittig (Maßstab in mm).

Dreizehn M^2 konnten aus dieser Grabung bestimmt werden, davon wurden acht aus dem Jacob-Friesen-Gang und zwei aus der Außengrabung vermessen. Wie bei den anderen Zähnen handelt es sich bei den weiteren Funden um Kronenfragmente.

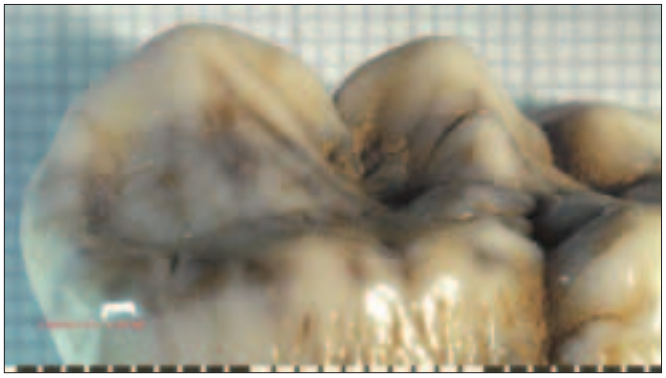


Abb. 33: *Ursus spelaeus*, linker zweiter oberer Molar M². Einhornhöhle, Portal, Schicht 4-7; Nr. EHH2020-0253-6.220, Detailansicht Krone mit Paracon links und Metacon (Maßstab in mm).

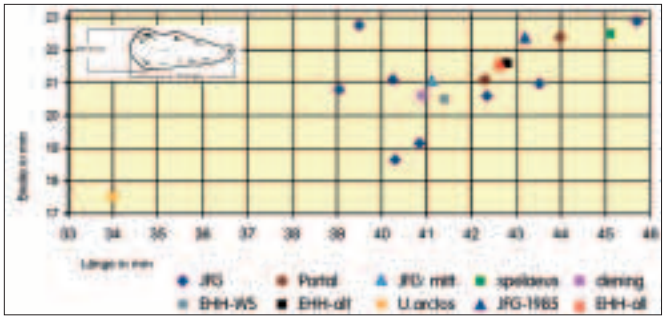


Abb. 34: *Ursus spelaeus*, Längen-Breiten-Diagramm der zweiten oberen Molaren M²; Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang und Portal, Kampagne 2019/20. Legende s. Abb. 24.

Die x̄ der neu gefundenen M² aus dem Jacob-Friesen-Gang liegen bei L = 41,11 mm und B = 21,08 mm und somit deutlich unter dem Mittelwert für die früheren Funde und auch aus der Höhle insgesamt. Dies zeigt allerdings auch, wie trügerisch ein Mittelwert-Ergebnis einzelner Teilmengen aus einem Schichtfundus ist und wie sich die Statistik mit jedem Neufund ändert.

„Zahnabnutzung“

Nicht mehr mit spitzen Hökern und scharfen Kanten frisch ausgeprägte Zahnkronen sind allgemein das Resultat von Abnutzung und Abkauen. Die Kronenmorphologie von Zähnen erlaubt eine Aussage über die Essgewohnheiten des Gebissträgers und somit die Kautätigkeit. Bei den Höhlenbären kam es im Lauf ihrer Evolutionsgeschichte zur vermehrten Höckerbildung der Kronen der Vorbacken- und Backenzähne. Grund dafür war die Umstellung ihrer Ernährungsgewohnheiten auf eine vegetarische Lebensweise. Dies wurde ihnen dann in Bezug auf ihre Zähne zum Verhängnis: Während der Glazialphasen und auch im Flachland waren fast nur noch kieselsäurehaltige Gräser im Nahrungsangebot. In höheren Lagen standen auch Kräuter und Laub (Heteren et al. 2013) zur Verfügung. Dies war für „echte“ Vegetarier wie Mammut, Bison und Schneehase kein Hindernis. Ihre Zähne wuchsen trotz Abrieb immer nach. Beim Höhlenbären mit seinem Gebiss aus Fleischfresser-Zeiten war dies anders. Die Zähne waren schnell abgekaut und abgeschliffen bis auf das Zahnfleisch (Abb. 40) – die Nahrungsaufnahme wurde dadurch immer schwieriger.

Dieses Phänomen der im Gegensatz zum Gebiss von Braun- und Eisbären eigenartig beschädigten Zähne wurde früher mitunter eigenartig ausgelegt. Von krankhaften Veränderungen und chemischen Zerstörungen ist die Rede. „Keilförmige Defekte“ tauchen oft auf und werden falsch gedeutet, Verengungen am Zahnhals auch als Indiz für einen Zahnschmuck angesehen. Auch gibt es viele Beschreibungen unterschiedlichster Nutzung als Werkzeug (Abel et al. 1931).

Abb. 35: Beispiele für Abnutzung oder „Gebrauch“ von Höhlenbären-Eckzähnen aus der Drachenhöhle Mixnitz, aus Abel et al. (1931) zusammengestellt. Originaltexte: 1. u. 2: *„Abnutzung des oberen Caninus durch den unteren Caninus“; 3: „Stellung der Ober- und Unterkiefers gegeneinander bei starker Abnutzung“; 4 und 8: „Als Werkzeug verwendete Zähne …. vollständig eben geschliffen bzw. an beiden Seiten tief ausgeschliffen.“; 5: „Einwirkung des Incessivus auf den Caninus …“; 6: „Abnutzung …von der Spitze beginnend“; 7: „Abnutzung des unteren Caninus … bei Beginn des Angriffs an tief gelegener Stelle“.*

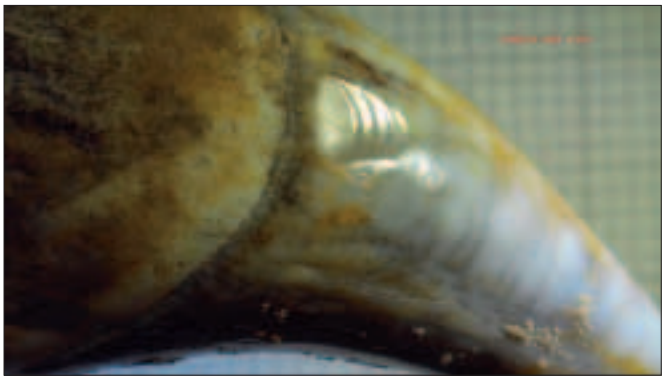


Abb. 36: *Ursus spelaeus*, Canine C sup. sin. ♀, leichte Schabspuren durch unteren Eckzahn. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht I; Nr. EHH2019-1299-6.560, Detailansicht Krone (Maßstab in mm).

Es muss generell unterschieden werden zwischen dem Abschliff der Vordergebiss- und Eckzähne und der Abnutzung der (Prä-) Molaren. Hütter (1955) beschreibt in seiner Abhandlung über die Höhlenbären von Merkenstein die Erscheinungsformen von

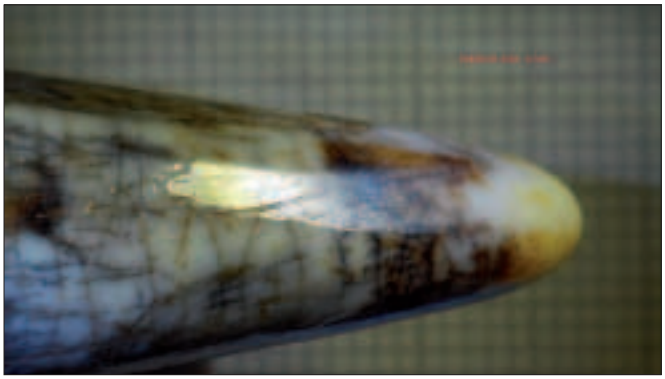


Abb. 37: *Ursus spelaeus*, Canine C sup. dex. ♂, Abriebspur, Schliffmarken. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht I; Nr. EHH2019-1304-6.559, Detailansicht Krone (Maßstab in mm).

senilen Abkau-Prozessen bei den Backenzähnen. Ausführlich auf den Abschliff geht Gockert (2015) in ihrer Arbeit ein. Sie beschreibt auch den vor 100 Jahren geprägten Begriff der ‚Kiskevélyer Klingen', wonach Steinzeitmenschen aus den Bärenzähnen Klingen hergestellt haben sollen. Es handelt sich aber einzig um den schmirgelpapier-artigen Abschliff der Zähne beim Abreißen von Grasgewächsen, die dabei durch die Zahnzwischenräume gezogen werden.

Gräser und auch grasartige Pflanzen enthalten Kieselsäurekristalle und diese wirken beim Abreißen schleifend auf die Zähne ein. Frischauf et al. (2016) beschreiben diese mechanische Einwirkung durch silikatreiche Gräser mit Phytolithen ebenfalls. Eine Untersuchung auf Phytolithen der Höhlensedimente der Einhornhöhle mit Bärenfauna würde einen weiteren Einblick geben in die Ernährung der Tiere und die Umgebungsflora.

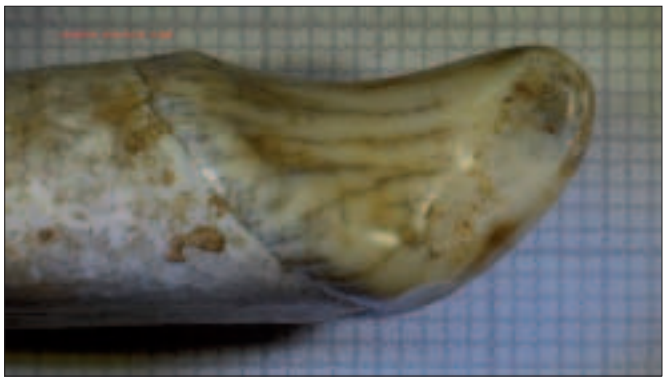


Abb. 38: *Ursus spelaeus*, Oberer Schneidezahn I^3, Abrieb mit unteren Caninen als Gegenpart. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht G; Nr. EHH2019-1018-6.568, Detailansicht Krone (Maßstab in mm).

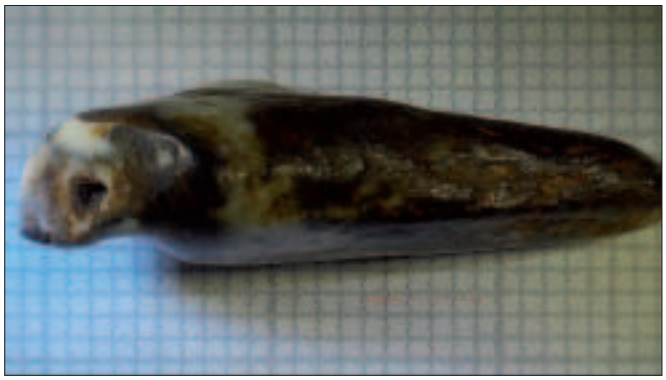


Abb. 39: *Ursus spelaeus*, Oberer Schneidezahn I^2 dex., stark abgekaut, Nervenkanal sichtbar, keilförmige Schliffmarke. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht E2a; Nr. EHH2019-1557-6.571, seitl. Ansicht (Maßstab in mm).

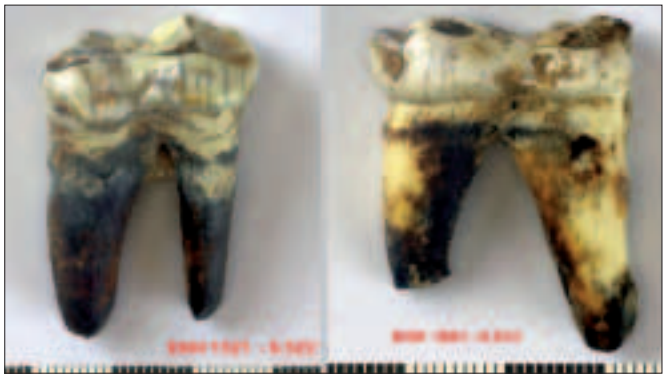


Abb. 40: *Ursus spelaeus*, untere Backenzähne, stark abgekaut. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht F, M_2 dex., Nr. EHH2019-1021-6.522; Schicht F3-4, M_1 sin., Nr. EHH2019-1637-6.514, Labialansicht (Maßstab in mm).

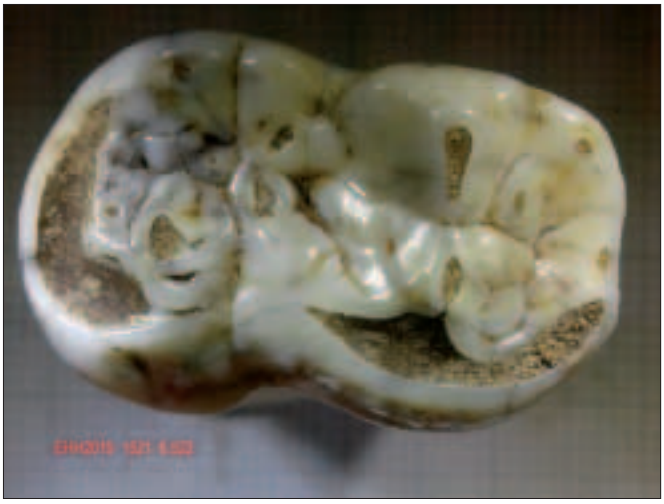


Abb. 41: *Ursus spelaeus*, unterer Backenzahn M_2 dex., Kronen und Grate leicht bis sehr stark abgekaut. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht F; Nr. EHH2019-1521-6.522, Detailansicht Krone (Maßstab in mm).

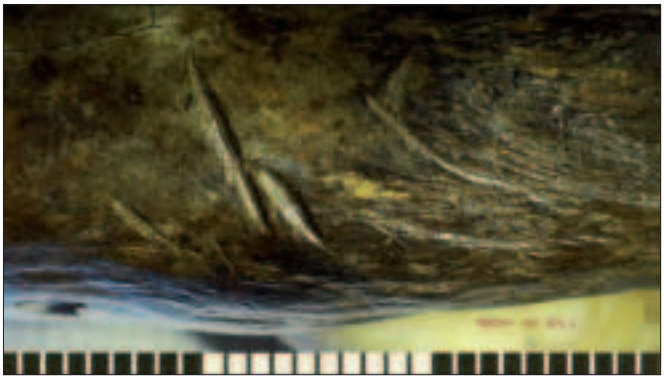


Abb. 42: *Ursus spelaeus*, Canine C inf. dex. ♂, Schnittspuren. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht D3; Nr. EHH2019-1595-6.572, Detailansicht Krone (Maßstab in mm).

Neben den natürlichen Spuren auf den Bärenzähnen durch Abschliff oder durch Abkauen gibt es bei den Funden im Jacob-Friesen-Gang zwei auffällige Caninen, die evtl. anthropogene Spuren aufweisen. Dies sind mutmaßliche Schnittspuren auf der Wurzel eines Eckzahns (Abb. 42) sowie eine „rundgeschliffene" Krone eines anderen Eckzahns (Abb. 43). Diese Art der Abnutzung ist untypisch für eine natürliche Entstehung und passt nicht in das Muster der üblichen seitlichen Abschleifspuren durch Phytolithen. Beide Zähne unterliegen momentan einer eingehenden Untersuchung durch Archäologen des NLD.

Diskussion

Nachdem die Neufunde aus 2019/20 von Zähnen des Einhornhöhlen-Bären metrisch sowie auch in einer Erstansprache morphologisch untersucht und mit anderen Bären verglichen wurden, erfolgt ein systematischer Vergleich der Backenzahnreihen, um eine Gesamtinterpretation der Funde zu versuchen. Es werden die jeweiligen Mittelwerte der Zahnlängen von *Ursus spelaeus* aus der Einhornhöhle untereinander und mit anderen Bärenpopulationen verglichen.

Obwohl das in den jetzigen Grabungen gefundene Material für exakte statistische Aussagen nicht ausreicht, ergeben sich doch genügend Hinweise auf das Evolutionsniveau der Bären aus der

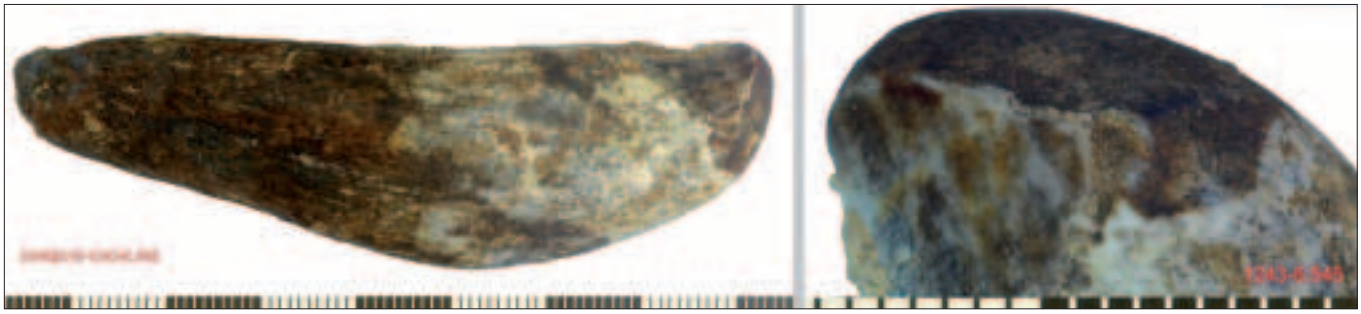


Abb. 43: ***Ursus spelaeus*****, Canine C sup. dex., evtl. Nutzungsspuren. Einhornhöhle, Jacob-Friesen-Gang, Schicht Ha; Nr. EHH2019-1243-6.545, seitl. Ansicht und Detailansicht Krone (Maßstab in mm).**

Einhornhöhle. Die von Rode (1935) festgesetzten Größen für die „Tiefland-Normalform" des *Ursus spelaeus* werden als Bezugswerte mit einer l00 %-Angabe für beide Diagramme benutzt. Diese Skala dient allgemein als Grundlage zum Vergleich von Bärenfaunen unterschiedlicher Herkunft. Die Längen-Angaben werden in Prozentwerte der Rode-Normalform umgerechnet.

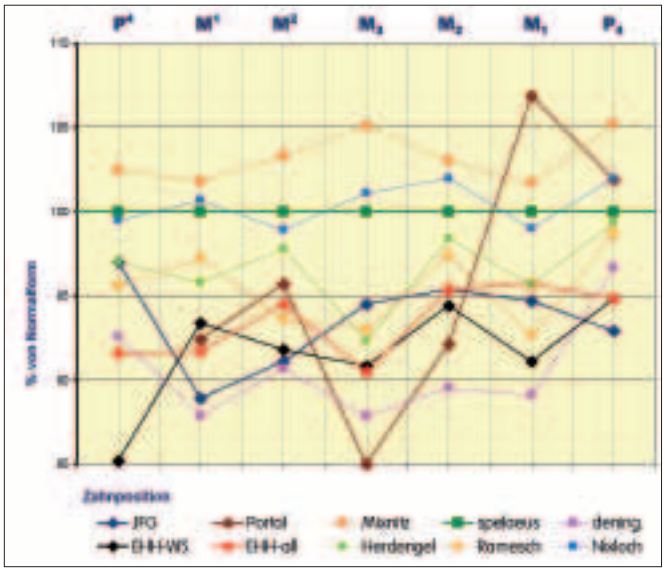


Abb. 44: ***Ursus spelaeus*****, Diagramm der Zahnlängen von Molaren und Prämolaren aus der Einhornhöhle Grabung 2019/20 Jacob-Friesen-Gang und Portal im Vergleich zu früheren Grabungen und anderen Fundstellen. EHH-WS = Grabung 198/85 Weißer Saal; EHH-all = alle bisher erfassten Werte.** ***U. spelaeus/deningeri*** **= Mittelwerte nach Rabeder et al. (2014), Rode (1935) und Schütt (1968):** ***U. deningeri*** **(Mosbach) = Cromer;** ***U. spel.*** **Ramesch = -55.000 a;** ***U. spel.*** **Mixnitz = -35.000 a;** ***U. spel.*** **Nixloch = -20.000 a;** ***U. spel.*** **Herdengel = -120.000 a.**

Alle bisherigen Funde aus den Schichten des Jacob-Friesen-Gangs und auch erstmals die aus den erdgeschichtlich jüngsten Sedimenten mit Bärenfauna der Außengrabung werden mit dem Material der früheren aus dem „Bärenlehm" im Weißen Saal verglichen. Zusätzlich werden alle früheren (Schütt 1968) und die jetzigen Funde zu einem neuen vorläufigen Standardwert für die Einhornhöhle zusammengefasst.

Die Prozentwerte für die Funde aus dem Jacob-Friesen-Gang liegen für die P_4/P^4 und die Oberkiefermolaren wesentlich näher am *Ursus spelaeus*-Normalwert als die der Funde aus dem „Bärenlehm". Am auffälligsten ist die Divergenz beim P^4 mit einem Unterschied von 12 %, bezogen auf den Wert von Rode. Die Backenzähne der Bären aus dem Jacob-Friesen-Gang scheinen speläoider ausgebildet zu sein als die von Bären aus dem Weißen Saal. Auch die morphogenetische Interpretation unter Einbeziehung der früheren Funde aus dem Jacob-Friesen-Gang vor allem der P_4/P^4 zeigt auf ein höheres Evolutionsniveau hin. Die nur wenigen Funde der Außengrabung springen im Zickzack hin und her. Neben dem M_1 und dem entscheidenden P_4 mit sehr hohen Werten fehlen bislang Funde des P^4.

Die $\bar{x}$ der Einhornhöhle werden zusätzlich mit den Angaben über jung- und mittelpleistozäne Höhlenbären-Faunen verglichen. Es ist gut zu erkennen, dass die Werte der Einhornhöhle und insbesondere die aus dem Jacob-Friesen-Gang allgemein zwar über den Angaben für den *deningeri*-Bären liegen und nahe der Ramesch-Knochenhöhle liegen, aber nicht die Werte der alpinen jungpleistozänen Höhlenbären erreichen.

Die relativen Größen der Kauflächen als Produkt Länge mal Breite der Zahnkronen werden in Abb. 45 dargestellt. Die Fundstellen Jacob-Friesen-Gang und Außengrabung werden wie die Zahnlängen mit den weiteren Funden der Höhle und Vergleichsfaunen verglichen.

Die Werte für die Bärenzähne aus der Höhle selbst liegen alle eng beieinander, wobei die Funde aus dem Jacob-Friesen-Gang näher am Normalform-Wert sind, auch hier Ausnahme der M^1. Sehr auffällig ist die Divergenz der relativen Kauflächengrößen der P^4. Der Wert aus dem Bärenlehm liegt wie bei den reinen Zahnlängen erneut unter denen der *deningeri*-Typen. Die Vergleichswerte für die primitiveren Bären aus Mosbach und Hundsheim wurden nach Messwertangaben aus Schütt (1968) und Zapfe (1948) berechnet.

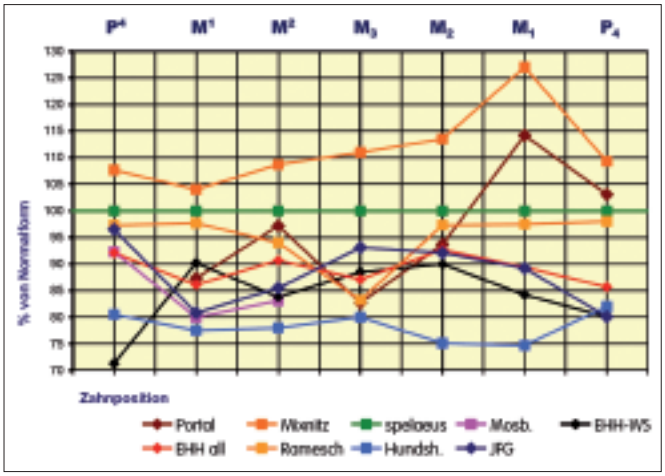


Abb. 45: ***Ursus spelaeus*****, Diagramm der relativen Größe der Kauflächen von Molaren und Prämolaren aus der Einhornhöhle Grabung 2019/20 Jacob-Friesen-Gang und Portal (Zahnpositionen z.T. nicht belegt) im Vergleich zu früheren Grabungen und anderen Fundstellen. EHH-WS = Grabung 198/85 Weißer Saal; EHH-all = alle bisher erfassten Werte;** ***U. spelaeus/deningeri*** **(Mosbach und Hundesheim) = $\bar{x}$ nach Rode (1935), Zapfe (1948) und Schütt (1968). Weitere Angaben siehe Abb. 44.**

Die Angaben zu den einzelnen Bärenzahnpositionen und die Auswertung zeigen die generelle Schwierigkeit bei der Einordung pleistozäner Bärenpopulationen nur anhand von Messwerten auf. Die Streuung der Backenzahnlängen und -breiten ist sehr hoch und bereits wenige neue Funde aus einem Schichtkomplex geben ein neues Bild der vergleichenden Zuordnung. Die Höhlenbären zeigen auch hier große individuelle Unterschiede. Bei der Gesamtdarstellung von *Ursus spelaeus* aus der Einhornhöhle (vgl. Athen 2007) zeichnet sich aber immer mehr ab, dass zu verschiedenen Phasen des Eiszeitalters Höhlenbären mit differenzierten Evolutionsstufen unter Benutzung auch unterschiedlicher Zuwegungen die Höhle aufgesucht haben:

1: Eine ältere Form, noch dem *deningeri*-Typus nahe stehend, in den mit ca. -200.000 a datierten (Kaufmann et al. 2020) Schichten im Weißen Saal.
2: In den bislang aufgeschlossenen unteren Schichten des Jacob-Friesen-Gangs, die auf etwa -100.000 a datieren, ein noch nicht vollspeläoid ausgeprägter Bär.
3: Im Portalbereich eine erdgeschichtlich jüngere großwüchsige Bärenpopulation in Sedimenten, die sich vor etwa 50.000 a bildeten.

Dass es in der Endphase der Höhlenbärenentwicklung auch im weit nördlich gelegenen Harz große Bären gab, zeigen auch Funde vom nahen Kranichstein (Nielbock 1991) mit dem größten jemals in Niedersachen gefundenen Bärenunterkiefer und Bärenfunde in der Rübeländer Hermannshöhle im Ostharz, die Diedrich (2013) als *Ursus ingressus* anspricht.
Weitere Forschungen in der Höhle, hier vor allem eine größere Erschließung des Portalbereiches, das Freilegen tieferer Schichten des Jacob-Friesen-Gangs und Suche nach anstehenden Sedimenten im Weißen Saal, werden bei der Eingrenzung der Stellung der Bärenfauna der Einhornhöhle im weit gefächerten System der pleistozänen Ursiden helfen.

Literatur

Abel, O. & Kyrle, G. (Hrsg., 1931): Die Drachenhöhle bei Mixnitz. – Speläologische Monographien 7- 9, 953 S.

Athen, K. (2007): Biometrische Untersuchungen des Stylopodiums, Zygopodiums und Metapodiums pleistozäner Ursiden im Hinblick auf die Evolution des Höhlenbären und die Klassifizierung des Fundmaterials Einhornhöhle/Harz. – Dissertation, Universität Tübingen, 358 S.

Diedrich, C. (2013): Evolution, Horste, Taphonomie und Prädatoren der Rübeländer Höhlenbären, Harz (Sachsen-Anhalt). – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 59 (1): 4-29

Frischauf, C., Gockert, R., Kavcik-Graumann, N. & Rabeder, G. (2016). "Kiskevély knives" indicate the menu of Alpine cave bears. Comparative studies on wedge shaped defects of canines and incisors. – Cranium 33 (1): 14-17

Gockert, R. (2015): ‚Kiskevélyer Klingen' und ‚keilförmige Defekte' an Höhlenbärenzähnen als Indikatoren des genutzten Nahrungsangebots. – Diplomarbeit, Universität Wien, 53 S.

Heteren, A. H. van, MacLarnona, A., Soligob, C. & Rae, T. C. (2013): Functional morphology of the cave bear (*Ursus spelaeus*) cranium: A three-dimensional geometric morphometric analysis. – Quaternary International 339-340: 209-216

Hütter, E. (1955): Der Höhlenbär von Merkenstein. – Ann. Naturhist. Mus. Wien 60: 122-168

Ilgner, J.-M. & Nielbock, R. (2006): Neue Neandertaler-Artefakte und Faunenreste in der Einhornhöhle bei Scharzfeld. – Clausthaler Geowissenschaften 5: 157-158

Jacob-Friesen, K. H. (1926): Die Einhornhöhle bei Scharzfeld. – Führer zu urgesch. Fundstätten Nieders. 2, Hannover

Kaufmann, G., Romanov, D., Nielbock, R. & Lundberg, J. (2020): The sediment record of the Unicorn Cave, southern Harz Mountains, Germany. – Geomorphology 367, article id. 107295: 34 S.

Kneifel, C. (2019): Die Höhlenbärenreste der Grabung Ehrenberg 1950 - 1964 aus der Salzofenhöhle im Toten Gebirge (Stmk). Teil 1: Metapodien und vordere Bezahnung. – Diplomarbeit, Universität Wien, 55 S.

Kotula, A., Leder, D., Lehmann, J., Hillgruber, F., Nielbock, R. & Terberger, T. (2019): Eiszeitliche Besiedlung in Niedersachsens Höhlen – neue Forschungen an der Einhornhöhle im Harz, Ldkr. Göttingen. – Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 88: 213-231

Laughlan, L. (2012): Metrik und Evolutionsniveau der Höhlenbärenzähne aus der Medvedia-Höhle im Slovenský raj (Slowakei). – Diplomarbeit, Universität Wien, 95 S.

Nielbock, R. (1987): Holozäne und jungpleistozäne Wirbeltierfaunen der Einhornhöhle/Harz – Paläontologisch-biostratigraphische Untersuchungsergebnisse der Höhlengrabungen 1985/87. – Dissertation, TU Clausthal, 194 S.

Nielbock, R. (1989): Die Tierknochenfunde der Ausgrabungen 1987/88 in der Einhornhöhle bei Scharzfeld. – Archäologisches Korrespondenzblatt 19: 217-230

Nielbock, R. (1990): Grabungskampagne Einhornhöhle. – Ausgrabungen & Funde im Ldkr. Osterode am Harz 1988/89: 36-41

Nielbock, R. (1991): Der Kranichstein bei Bad Sachsa – Fundort pleistozäner Tierknochen. – Mitt. ArGe Karstkunde Harz 2/1991: 3-7

Rabeder, G. (1983): Neues vom Höhlenbären: Zur Morphogenetik der Backenzähne. – Die Höhle 34 (2): 67-85

Rabeder, G. (1999): Die Evolution des Höhlenbärgebisses. – Mitt. Komm. Quartärforsch. Österr. Akademie Wiss. 11: 1-102

Rabeder, G., Frischauf, C. & Liedl, P. M. (2014): Revision der fossilen Bären der Drachenhöhle (Mixnitz, Stmk). – Die Höhle 65: 47-55

Rode, K. (1935): Untersuchungen über das Gebiß der Bären. – Monogr. Geol. & Paläont. Ser. II, H. 7, 162 S.

Scheer, A. (1987): Mittelpaläolithische Funde in der Einhornhöhle bei Scharzfeld (Stadt Herzberg am Harz, Ldkr. Osterode am Harz) – Vorbericht über die Grabungen 1986. – Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 55: 1-39

Schütt, G. (1968): Die cromerzeitlichen Bären aus der Einhornhöhle bei Scharzfeld. – Mitt. Geol. Inst. TH Hannover 7, 127 S.

Veil, S. (1989): Die archäologisch-geowissenschaftlichen Ausgrabungen 1987/88 in der Einhornhöhle bei Scharzfeld. – Archäol. Korrespondenzbl. 19: 203-215

Zapfe, K. (1948): Die altpleistozänen Bären von Hundsheim in Niederösterreich. – Jb. Geol. Bundesanst. 46 (3/4): 95-164

Fotos vom Autor; Abb. 5, 23, 25, 27, 32, 40, 43: Grundlage Aufnahmen © NLD

Autor: Dr. Ralf Nielbock, Gesellschaft Unicornu fossile e.V., Im Strange 12, 37520 Osterode am Harz, mail@einhornhoehle.de

Weitere Informationen: www.einhornhoehle.de

Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher	67 (2)	63 - 65	München 2021

Gerundete Gerölle in aufsteigendem Karstwasser

von

Gottfried Martin

Kurzfassung

Lokalisierte Vorkommen von gerundeten, hellen Geröllen befinden sich in Höhlen an Stellen, wo eine Engstelle nach oben in eine Erweiterung führt. Sie deuten auf stark aufwärts strömendes Fließwasser. Die Steine werden durch wiederholtes Aufsteigen und Niedersinken in der Strömung gerundet.

Abstract

Localized areas with rounded, lightish gravel (pebbles or cobbles) are found in caves at sites where a narrowing enlarges in ascending direction. They indicate strong phreatic uphill current of water. Stones are rounded by repeatedly moving up and falling back due to the changing strength of the current.

Kantengerundete Gerölle in Wasserhöhlen

In manchen Höhlen trifft man an einzelnen Stellen Gerölle an, die viel stärker gerundet sind als die in der näheren Umgebung. Ihr Durchmesser liegt im Bereich zwischen 1 cm und 20 cm. Gerundet sind Gerölle bis zu einer bestimmten Größe; Gerölle, die diese Größe überschreiten, zeigen diese Rundung weniger bis gar nicht. Von den Geröllen der Umgebung unterscheidet sich ihre Größe jedoch nicht. Häufig sind sie etwas heller gefärbt. Wenn man sich die Lage solcher Geröllvorkommen anschaut, so fällt auf, dass sie oft dort vorkommen, wo eine Engstelle in eine Raumerweiterung mündet, und typischerweise liegt die Raumerweiterung oberhalb der Engstelle, vgl. Abb. 1 - 6.

Trotz intensiver Literaturrecherche fanden sich kaum Hinweise oder Erwähnungen zu diesem Erosionsphänomen, das mit der Erosion an Küsten vergleichbar ist. Daher werden nachfolgend einige Beobachtungen dokumentiert.

In allen Höhlen liegen diese Vorkommen von gerundeten Geröllen in Bereichen, die bei Hochwasser mit einer starken Strömung durchflossen werden. Die Strömung führt an dieser Stelle aufwärts, was impliziert, dass die Engstelle und die darüber liegende

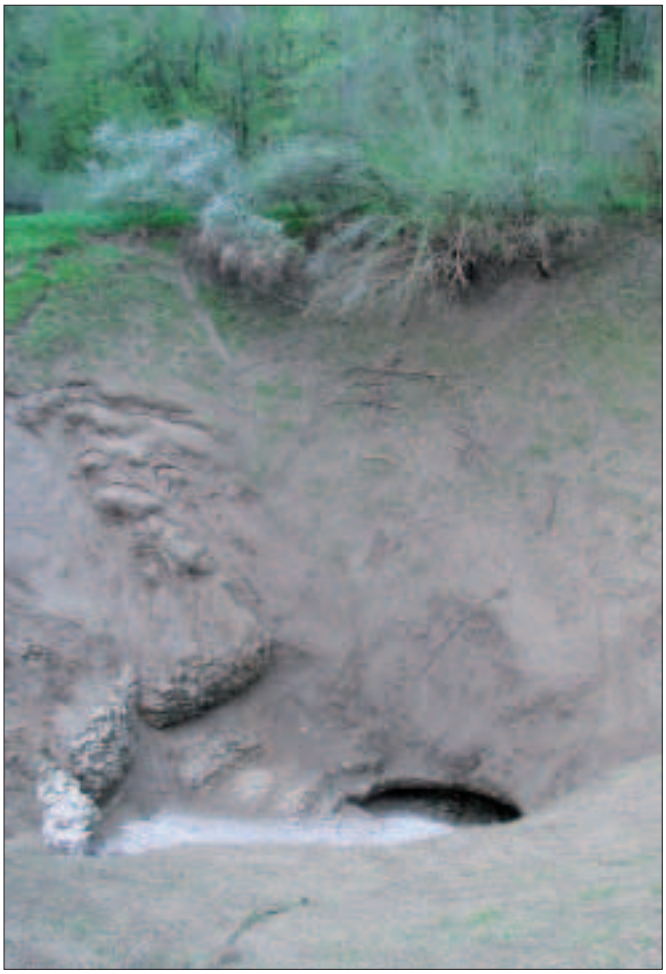


Abb. 2: In diesem Lehmtrichter dringt Wasser bei Hochwasser empor und fließt oben über den Rand in den Wald. Die hellen Steine am Eingang werden dabei hochgewirbelt und gerundet. Creux des Alloz bei Vellevans, Französischer Jura.

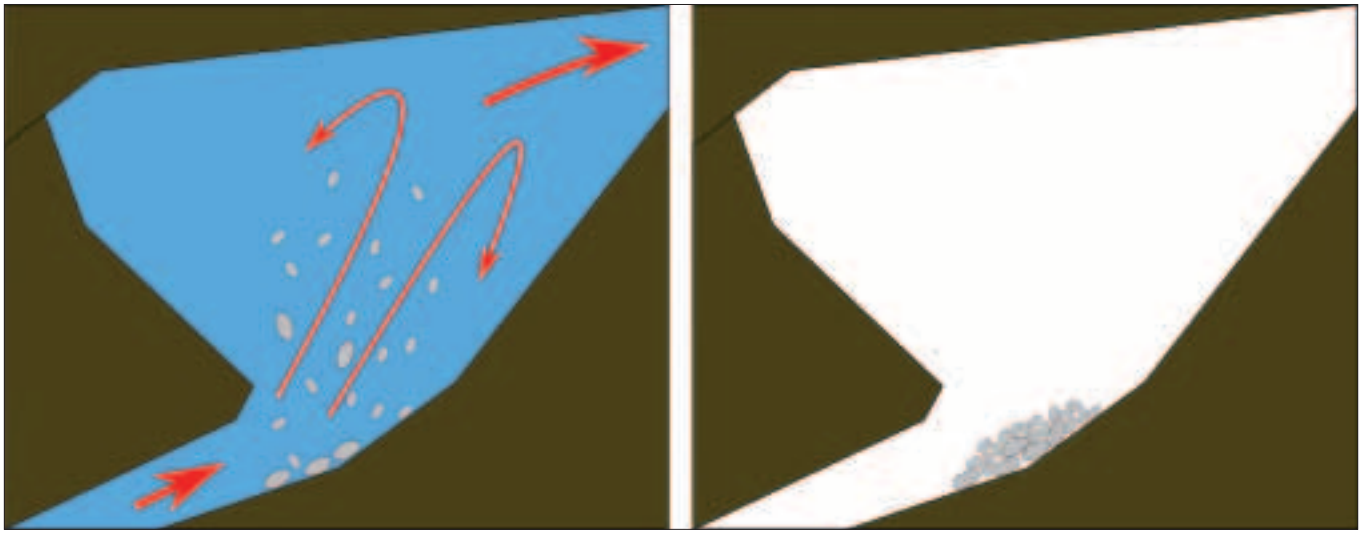


Abb. 1: Schemazeichnung, wie die Gerölle im aufsteigenden Wasserwirbel gerundet werden und sich am Ende der Engstelle ansammeln; rechts bei Niedrigwasser. Das Prinzip funktioniert auch bei offener Wasseroberfläche.

Erweiterung komplett mit Wasser gefüllt sind. Da die Strömungsgeschwindigkeit vom Querschnitt abhängt, ist sie in der Engstelle deutlich größer als in der Raumerweiterung. Steine, die eine bestimmte Größe nicht überschreiten, werden also von der Strömung erfasst und mitgeführt. In der Engstelle werden sie nach oben geführt und in der Raumerweiterung, wo die Strömung nachlässt, sinken sie wieder herab. Dabei sinken sie zur Engstelle zurück, werden dort von der stärkeren Strömung erneut erfasst und steigen wieder empor, womit sich das Spiel wiederholt. Die Folge ist, dass die Steine an dieser

Abb. 3: Blick in den Eingang, der stehend passiert werden kann. Die hellen, gerundeten Steine befinden sich ausserhalb der Höhle. Creux des Alloz bei Vellevans, Französischer Jura.

Abb. 4: Hier fließt das Wasser aus einem horizontalen Gang (links vorn) über eine 2 m hohe senkrechte Schachtstufe in einen weiteren horizontalen Gang, der direkt oberhalb des oberen Bildrandes ansetzt und nach rechts direkt zum Eingang führt. Deutlich ist zu sehen, dass die kleineren Steine besser gerundet sind. Grotte des Blanches Fontaines bei Underviller, Schweizer Jura.

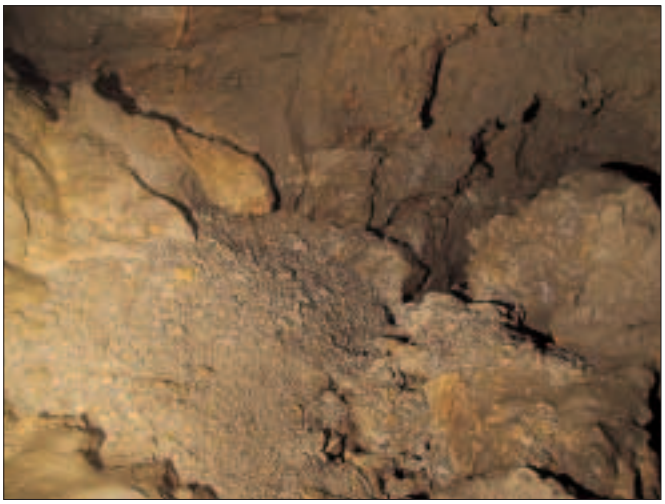


Abb. 5: Aus der dunklen Spalte in der Bildmitte rechts fliesst bei Hochwasser Wasser empor und rundet die Gerölle, die links vorn abgelagert sind. Blick schräg nach unten. Die Stelle befindet sich in der kleinen Halle, wo es nach dem ersten Anstieg und der folgenden Engstelle wieder abwärts geht. Grotte des Moulins bei Septmoncel, Französischer Jura.

Abb. 6: Gleiche Stelle wie Abb. 5. Während die kleineren Gerölle gerundet sind, sind die größeren oder die einsedimentierten Gerölle weniger gerundet. Grotte des Moulins bei Septmoncel, Französischer Jura.

Abb. 7: Gerundete Gerölle an einem Wasserfall. Bei Hochwasser stürzt ein großer Bach aus einer Spalte über dem Felsen am oberen Bildrand in das Kiesbecken. Die hellen, weißlichen Gerölle links sind gerundet. Hier fließt das Wasser nach links weiter. Eingangsbereich der Grotte du Lançot bei Consolation Maisonnette, Französischer Jura.

Stelle bleiben und nicht mit der Strömung weggeführt werden, wie das bei abwärts führender Strömung beispielsweise in einem Bach der Fall wäre. Gerundet werden die Steine dadurch, dass sie sich immer wieder berühren und dabei ihre Ecken und Kanten abstoßen, wie in einem Strudeltopf oder einer Kugelmühle (siehe auch https://www.pro-physik.de/physik-journal/physik-am-meer-0).

Vorkommen in Wasserfällen

Ein ähnliches, viel bekannteres und von dem vorigen zu unterscheidendes Phänomen gibt es in Wasserfällen, wo das Wasser in ein tiefes Kiesbecken herabfällt und dort durch die Strömung wieder nach oben gedrückt wird (Abb. 7 - 9). Auch hier kann die kreisende Bewegung des Wassers Steine nach oben und wieder nach unten führen und dabei abrunden, ohne sie fortzuspülen. Voraussetzung ist hier ein offen fließendes (fallendes) Gewässer, das nicht einen Gang vollständig erfüllt, so dass dieses Phänomen oberirdisch beobachtet werden kann.

In folgenden Höhlen im Jura, die alle bei Hochwasser aktiv sind, wurden solche gerundeten Gerölle an einer Stelle mit aufsteigendem Fließwasser gefunden: Creux des Alloz bei Vellevans (Eingang), Grotte des Moulins bei Septmoncel (erste Halle im ersten absteigenden Gang sowie eine weitere Stelle in den Lehmgängen vor dem See), Grotte des Blanches Fontaines bei Underviller (2 m-Stufe nach dem Eingang), Grotte des Ravières bei Saules (kleine Stufe unmittelbar nach dem Eingang), Grotte de la Baume Archée bei Mouthier Hautepierre (rechte Seite in der Spalte nach der Eingangshalle), Perte de la Baume bei Boujailles (kleine Stufe mit Verengung vor der Engstelle, die von der Galerie d'entrée weiter in die Höhle führt).

Die Beispiele ließen sich fortsetzen. Sicher können beim Tauchen in Höhlen solche gerundeten Gerölle auch unter Wasser gefunden werden, und an passenden Stellen lässt sich vielleicht das Spiel der auf- und absteigenden Kieselsteine direkt beobachten – so wie in diesem kleinen Video, das ein Taucher in einem Quelltopf aufgenommen hat: https://www.youtube.com/watch?v=75OSNdsxXCw.

Alle Fotos und die Grafik vom Autor.

Autor: Gottfried Martin, Matthias-Erzberger-Str. 68 (ehem. Gallwitzstr.), 79100 Freiburg, Tel. 0761/489 41 82, go.martin@ggmartin.de; https://ggmartin.de

Abb. 8: Gleiche Stelle wie Abb. 7. Deutlich ist zu sehen, dass nur die kleineren, losen Steine gerundet sind. Grotte du Lançot bei Consolation Maisonnette, Französischer Jura.

Abb. 9: Gleiche Stelle wie Abb. 7. Bei Hochwasser ist das ganze Becken mit turbulent bewegtem Wasser gefüllt. Grotte du Lançot bei Consolation Maisonnette, Französischer Jura.

Schriftenschau

Mitteilungen des Rheinisch-Westfälischen Höhlenforschungsvereins in Elberfeld 1910 - 1914. Herausgegeben von Dr. Benno Wolf. Rekonstruiert von Detlef Wegener. – Abhandlungen zur Karst- und Höhlenkunde 39, 128 S., München 2021, ISSN 0179-3969, 12,- € (Mitgliederpreis 10,- €), innerhalb Deutschlands versandkostenfrei, Bezug: https://akkh.de/buchshop/

Als im Dezember 1909 der Rheinisch-Westfälische Höhlenforschungsverein in Elberfeld (heute ein Stadtteil Wuppertals) unter der Leitung von Dr. Benno Wolf gegründet wurde, war es der erste Verein dieser Art von Bedeutung in Westdeutschland und einer der ersten in Deutschland überhaupt. Waren im Rheinland und in Westfalen bis dahin vorwiegend paläontologische Untersuchungen oder eine mögliche Erschließung als Besucherhöhle Gründe für die Beschäftigung mit Höhlen, so ging es Benno Wolf zunächst um eine Erfassung und Vermessung als die für jede weitere Arbeit unentbehrliche Grundlage. Unermüdlich war er tätig, um eine planmäßige Höhlenerfassung zu erstellen. Es sollte übrigens noch gut sechs Jahrzehnte dauern, bis in Nordrhein-Westfalen erste Ansätze einer katastermäßigen Erfassung des Höhlenbestandes in Angriff genommen wurden. Von 1910 bis 1914 erschienen sechs Hefte der „Mitteilungen des Rheinisch-Westfälischen Höhlenforschungsvereins". Diese waren über Jahrzehnte eine wichtige, wenn nicht oft sogar die einzige Informationsquelle zu Höhlen in Nordrhein-Westfalen für die dort tätigen Höhlenforscher. Leider sind diese Hefte zum größten Teil kaum noch zugänglich und z.T. verschollen. Um die historisch wertvollen Dokumente nicht gänzlich verloren gehen zu lassen, hat sich der Wuppertaler Höhlenforscher Detlef Wegener der Mühe unterzogen, sie für die Nachwelt zu erhalten. Auch die längst verschollen geglaubten Beihefte, in denen Benno Wolf über seine Forschungstätigkeit in Montenegro berichtet, konnten wiedergefunden werden und sind als Faksimile im Buch enthalten. fk

Berichte

Jahresbericht 2020 der Speläogruppe Letmathe – Verein für Höhlenkunde in Westfalen e. V.

Corona-bedingt fiel unsere Jahreshauptversammlung im März 2020 aus. Der Bericht umfasst daher den Zeitraum seit der letzten Mitgliederversammlung im März 2019.

Im Mai 2019 wurde beim Geologischen Dienst NRW ein Höhlenkolloquium veranstaltet. Der Verein hat sich mit einem Vortrag über die Höhlen des Frettertals daran beteiligt. Beim Heimatbund Finnentrop gab es im Oktober 2019 einen weiteren Vortrag über die Höhlen des Frettertals, den ich zusammen mit Daniel Brandes gehalten habe. Eine Teilnahme beim Ehrenamtsforum im Dezember 2019 mussten wir leider absagen. Das Buch ‚Höhlensagen' von Hans Morlo ist inzwischen vergriffen. Seit September 2019 hat der Verein eine neu gestaltete Homepage. Leider konnten wir die alte Adresse nicht mehr nutzen, wir sind jetzt über www.hoehle.info im Internet erreichbar.
Im Januar 2020 war der Verein auf Einladung von Wolfgang Heuschen zu Besuch im Neanderthal-Museum. Im März und im September 2020 gab es Probennahmen für Dr. Richter (RUB) in der Bunkerhöhle. Im Januar 2020 wurden in Zusammenarbeit mit dem Naturschutzzentrum MK in mehreren Höhleneingängen des Grüner Tals kurzzeitig Fledermausdetektoren aufgehängt.
Die Forschungsschwerpunkte der Speläogruppe Letmathe liegen weiterhin im Frettertal bei Finnentrop und im Biggetal bei Attendorn. Bei der Frettermühler Wasserhöhle konnte der obere, trockene Eingang weiter ausgebaut und gesichert werden. Derzeit läuft eine Detailvermessung der großen Halle und der angrenzenden Bereiche.
Am Ortseingang von Fretter befindet sich ein kleiner Steinbruch, Hümmeler's Legge genannt. Dieser wurde vermutlich zu Straßenbauarbeiten genutzt und später überwiegend mit Schutt, Hausmüll und Autoschrott verfüllt. Mit logistischer Unterstützung des Grundeigentümers konnten wir mehrere Bauschuttcontainer Schutt und Unrat entfernen und entsorgen. Ebenfalls in Fretter befindet sich ein ehemaliges Steinbruchgelände, das heute von einem Sägewerk genutzt wird. Dort wurde 1920 bei Steinbrucharbeiten eine Höhle entdeckt, die den Namen „Höhle im Kalkwerk Fretter" und später „Klärschlammhöhle" erhielt. Sie wurde 1968 verschlossen und anschließend systematisch mit Klärschlamm verfüllt. Die alten Zugänge zur Höhle verschwanden bei späteren Planierungsarbeiten auf dem Gelände und waren nicht mehr bekannt. Der heutige Eigentümer des Grundstücks sprach mich nach einem Vortrag in Serkenrode im Oktober 2019 an, dass er diese Höhle wieder freigraben wolle. Dieses Vorhaben setzte er dann auch wenige Wochen später um, indem er mit schwerem Gerät am Rande des Geländes eine hinter aufgeschüttetem Steinbruchschutt sichtbare Spalte frei grub. Diese war zwar schwach bewettert, aber nicht befahrbar. Wenige Meter davon entfernt konnte allerdings bei frostigen Temperaturen im Schutt mittels Wärmebildkamera eine Wärmequelle geortet werden. Wenige Tage später legte der Eigentümer auch diese Stelle frei. Wir wurden dazu gerufen und konnten dann nach kurzen Sicherungsarbeiten am 1.12.2019 die Höhle nach über 50 Jahren wieder betreten. Wir fanden eine größere Halle vor, in der auch teilweise Spuren der Klärschlammverfüllung zu finden waren, allerdings nicht so ausgeprägt wie nach alten Berichten zu erwarten war.

Henry Kamps bei Grabungsarbeiten im NSG Rützenberg bei Attendorn/Sauerland im Sommer 2020; Foto Alexander Platte.

Dafür fanden sich aber einige Hinweise auf illegale Entsorgung von Chemietoiletten- und Altölresten im früheren Steinbruchgelände. Die Chemietoilettenreste wurden vom Eigentümer der Höhle entsorgt. Die Altölreste sind auf ewig im Sinter gebunden. Bei der Erkundung der Höhle konnten weitere Fortsetzungen gefunden werden. Es gibt mehrere Hinweise darauf, dass es sich bei der Höhle auch tatsächlich um die langjährig vermisste Höhle handelte. Eine Vermessung und eine weitere Erkundung sind 2021 geplant.
Circa 80 m vom neuen Eingang der Klärschlammhöhle entfernt, mitten auf dem Steinbruchgelände, befindet sich eine weitere Spalte. Sie ist gegen unbefugtes Betreten gesichert. Diese Spalte ist zwar seit vielen Jahren bekannt, aber nach Aussagen des Eigentümers wohl nie befahren worden. Sie wurde von uns bis in eine Tiefe von 12 m erkundet. Am unteren Ende befindet sich ein kleiner Raum, der penetrant nach Chemierückständen riecht. Hierzu berichtete der Eigentümer des Geländes, dass der frühere Betreiber des Sägewerkes laut Aussage eines damaligen Mitarbeiters in der Spalte die Rückstände von der Beizanlage entsorgt habe.
Am Ortseingang von Ostentrop, unterhalb des Kehlberges, wurde uns eine weitere Höhle bekannt. Sie liegt hinter einer Garage und ist durch diese zugänglich. Die Höhle ist durch Hausbauarbeiten verschüttet worden. Im Auftrage des LWL wird dort seit November 2020 der eingetragene Schutt aus der Höhle geborgen. Im Biggetal bei Attendorn laufen zur Zeit Ar-

beiten im NSG Stürzenberg. Dort versuchen wir, den Zugang zu einer bewetterten Spalte freizulegen. Die Arbeiten gestalten sich schwierig und werden uns noch den ganzen Sommer 2021 beschäftigen. Die Arbeiten ruhten bis zum Frühling 2021 aufgrund des Fledermausschutzes.
Im Grüner Tal gab es durch unsere Vereinsarchäologen mehrere Prospektierungen im Bereich der Sonderhorst und im Schleddetal. Der Vorplatz der Lehmhöhle wurde archäologisch aufgenommen, die Nachuntersuchungen dazu laufen noch. Nach Ende der Fledermausschutzzeit wurde der Zugang zur Granatenhöhle im Schleddesteinbruch wieder freigelegt. Es gab auch verschiedene Oberflächenbegehungen mit Vereinsmitgliedern, unter anderem entlang der Bahnstrecke im Grüner Tal während einer zweiwöchigen Sperrung der Strecke, sowie bei Plettenberg und Finnentrop. Aktuell arbeiten keine Mitglieder mehr am Projekt Bakenponor mit. Aufgrund überzogener behördlicher Auflagen wurde die Mitarbeit unsererseits aufgegeben.
Im Auftrag der Stadt Iserlohn wurde im Herbst 2020 zweimal die Wermingser Bachhöhle befahren. In unmittelbarer Nähe der Höhle wurde ein alter Bergbauschacht verkehrssicher verfüllt. Unsere Aufgabe war es, zu kontrollieren, ob es zu Einträgen in die Höhle bzw. zu einer Störung des unterirdischen Bachlaufs kommt. Aufgrund des Verhaltens eines Vereinsmitgliedes wurde uns die Betretungsgenehmigung für die Friedrichshöhle im Hönnetal entzogen. Zwischenzeitlich gab es Gespräche mit dem Eigentümer der Höhle und dem Märkischen Kreis, die positiv verliefen – inzwischen liegt uns auch wieder eine Betretungsgenehmigung des Kreises vor. Die Betretungsgenehmigungen für die NSG Sonderhorst und Emst wurden aktualisiert. Im Grüner Tal gab es wieder zwei Aufbrüche von Höhlentoren. Zum einen wurde der alte Zugang zum Hüttenbläser zum wiederholten Mal aufgebrochen. Außerdem wurde das Tor zu der vom AHKS betreuten Kreuzhöhle aufgebrochen. Beide Zugänge sind inzwischen wieder verschlossen.

Alexander Platte, Vorsitzender

Bitte unterschreiben! www.bund-niedersachsen.de/harzer-gipskarst-retten

Wertvolle Rohstoffe schützen und einmalige Gipskarstlandschaft erhalten: Ausstieg aus Naturgipsabbau bis 2045 möglich

2020 stellte der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) sein Gutachten zum Ausstieg aus dem Naturgipsabbau bis 2045 vor. Anlass sind die verstärkten Bemühungen der Gipsindustrie, den Wegfall von REA-Gips aus der Kohleverstromung durch neue Naturgips-Abbauflächen zu kompensieren. Der BUND fordert strengere Regelungen für Gips-Recycling und den verstärkten Einsatz alternativer Baustoffe. Nur so kann der Naturgipsverbrauch nachhaltig reduziert und die einzigartigen Landschaften können geschont werden.
„Der Ausstieg aus der Kohleverstromung wird kurzerhand als Argument für die Steigerung des Naturgipsabbaus genutzt. Das ist eine Milchmädchenrechnung“, erklärt BUND-Vorsitzender Olaf Bandt. „Naturgipsförderung in Deutschland zerstört unwiederbringlich Lebensräume, die in Europa einzigartig sind. Die angedachte Ausdehnung der Abbaugebiete in von der Europäischen Union ausgewiesene FFH-Gebiete oder andere streng geschützte Naturschutzgebiete ist seitens der Landesregierungen zu stoppen. Um zu vermeiden, dass unsere letzten Naturgipsvorräte als Gipskartonplatten auf der Mülldeponie landen, ist jetzt ein guter Zeitpunkt, auf zukunftsweisende Alternativen umzustellen.“
Laut des vom BUND in Auftrag gegebenen Gutachtens werden in Deutschland bisher weniger als ein Prozent der Gipsprodukte recycelt, der überwiegende Teil landet als Sondermüll auf der Deponie. Dabei handelt es sich vor allem um Gipswandbauplatten aus REA-Gips aus Rauchgas-Entschwefelungs-Anlagen. Naturgipse werden bisher vor allem als Füllgipse und in geringem Umfang für Spezialgipse verwendet.
„Wir brauchen dringend strengere Regelungen für das Recycling von Chemiegipsen und Gipsprodukten“, so Bandt. „Die Bundesregierung muss sich für ein Kreislaufwirtschaftsgesetz starkmachen, das den Ressourcenverbrauch deutlich reduziert und unsere Naturgipsvorräte schützt.“
Parallel dazu müssen laut BUND-Gutachten alternative Baustoffe wie Lehm, Holz und andere nachwachsende Rohstoffe gefördert werden, um den Gipsverbrauch generell zu reduzieren. Bandt: „Nachwachsende Rohstoffe speichern CO_2, schonen die Natur und bieten uns die Möglichkeit, nachhaltig zu bauen.“
„Vor diesem Hintergrund fordern wir die Politik auf, standhaft zu bleiben und keine neuen Naturgips-Abbaugebiete zu genehmigen“, erklärt Ron Hoffmann, Landesvorsitzender des BUND Thüringen. „Denn gerade im Südharz steht mit der Gipskarstlandschaft ein einzigartiger Hotspot der Artenvielfalt auf dem Spiel, der schon jetzt bis zur absoluten Belastungsgrenze ausgebeutet wird. In Zeiten des akuten Artensterbens ist ein solches Vorgehen nicht mehr tragbar.“

Hintergrund
In Deutschland liegt der aktuelle Gipsbedarf bei circa zehn Millionen Tonnen pro Jahr, davon stammen sechs Millionen aus REA-Gips aus Rauchgas-Entschwefelungs-Anlagen aus der Kohle- oder Öl-Verbrennung. Die restlichen vier Millionen Tonnen machen Naturgips aus. Davon werden mehr als eine Million Tonnen pro Jahr exportiert. Mit dem Wegfall von REA-Gips aus der Kohleverstromung würde eine Gips-Lücke von zirka vier Millionen Tonnen entstehen. Der Wegfall von REA-Gips erhöht den Druck vor allem im Südharz. Dort findet mit knapp zwei Millionen Tonnen pro Jahr der größte Naturgips- und Naturverbrauch statt.
Knapp 85 Prozent des aktuellen REA-Gips-Aufkommens wird bisher für die Produktion von Gipswandbauplatten eingesetzt. Naturgips findet dagegen vor allem bei Produkten aus gebranntem Gips wie Füllgipsen (Putze, Spachtel, usw.) oder Spezialgipsen Anwendung. Naturgips kann durch Gipsrecycling und Chemiegipse nahezu vollständig ersetzt werden. Der Bedarf an Gipswandbauplatten reduziert sich erheblich durch den Einsatz von Platten aus Lehm, Holz und anderen nachwachsenden Rohstoffen.
Hier steht das vom BUND in Auftrag gegebene Gutachten online: www.bund.net/gipsgutachten

BUND/fk

Citizen Science im Karst – Mitmachen bei Grundwasserbeobachtungen im Südharz

Grundwasser, also das Wasser im Erdreich beobachten – wie soll das ohne Brunnen geschehen? Im vorliegenden Fall ist es ganz einfach: Im Naturschutzgebiet Hainholz bei Osterode am Harz stehen wasserlösliche Gesteine, nämlich Gips, an der Erdoberfläche an. Dieser löst sich im Grundwasser und gelegentlich kommt es zu Erdfällen. Auf der Sohle eines solchen Erdfalls liegt nun die Grundwasseroberfläche frei und kann vom Rand beobachtet werden, wie die beiden Fotos des Pferdeteichs zeigen. Heute erfolgt dies durch moderne elektronische Datenlogger. Aber aus früheren Jahren und Jahrzehnten fehlen viele Daten. Dr. Rainer Hartmann und Firouz Vladi von der Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde Harz versuchen derzeit, die früheren Füllstände des größten Erdfalles im Naturschutzgebiet Hainholz, des Pferdeteichs, zu rekonstruieren. In den vergangenen Jahren gab es nur auffällig kurze Phasen, in denen das Grundwasser auf der Sohle dieses 15 m tiefen Erdfalls stand. Dies kann mit klimabedingten Veränderungen der Grundwasserstände in Zusammenhang stehen oder mit Änderungen im unterirdischen Abflussgeschehen. Das Grundwasser aus dem Gipskarstgebiet Hainholz tritt vermutlich erst in 11 km Entfernung in der Rhumequelle wieder zu Tage.

Um genauere Erkenntnisse aus den Füllständen des Erdfalls in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten zu erhalten, werden daher alle Interessierten zum Mitmachen aufgerufen. Wer Fotos (digital oder analog) vom Pferdeteicherdfall im NSG Hainholz mit oder ohne Wasserfüllung aus früheren Jahren oder Jahrzehnten hat, kann diese per Email an pferdeteich@sv-hartmann.de senden. Ein seit vielen Jahren vorhandener Aussichtspunkt oberhalb der Steilwand des Erdfalls bot hierzu einen interessanten Blick in den Erdfall und schöne Fotomotive.

Digitalfotos haben in der Regel bereits das Datum der Aufnahme intern abgespeichert. Anderenfalls sollte das Aufnahmedatum in der Mail angegeben werden. Bei analogen Fotos reicht die Übermittlung eines Scans oder einer Fotokopie als PDF-Datei mit Angabe des Aufnahmedatums. Die Qualität der Fotos ist dabei unerheblich, wichtig ist lediglich, dass die Sohle des Erdfalls erkannt werden kann.

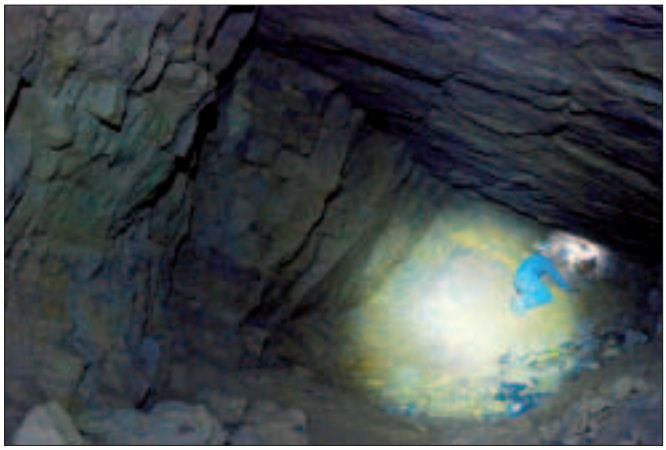
Rainer Hartmann

Der Pferdeteicherdfall mit unterschiedlichen Füllständen; Fotos Rainer Hartmann.

Tätigkeitsbericht der Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Lippe 2020

Trotz der Corona-Pandemie wurden 2020 insgesamt 34 Aktionen dokumentiert. Alle fanden unter Berücksichtigung der Corona-Auflagen statt.

Im Frühjahr konnte in der Dachsbauhöhle 1 eine Materialtransportbahn von gleicher Bauart, wie sie bereits im Lipper Gang der Schillathöhle vorhanden ist, eingebaut werden. Vier Arbeitsein-



Blick in den Biwakstollen; Foto B. Thesing.

Der Paulinenschacht; Foto B. Thesing.

sätze waren dazu notwendig. Da die Materialtransportbahnen es in beiden Höhlen ermöglichen, mit nur drei Personen zu graben, konnten sowohl im Lipper Gang (bis zur Schließung der Schillathöhle) als auch in der Dachsbauhöhle 1 einige Grabungsaktionen durchgeführt werden.
Auch im Bakenponor konnte noch gegraben werden. Hier ist die Situation derzeit so, dass in ca. 16 m Tiefe die normalerweise völlig verfüllte Kluft unter der Decke etwa 30 cm Freiraum hat. Bleibt zu hoffen, dass sich der Freibereich vergrößert und vielleicht schon in 2021 die Kluft frei begehbar ist.
Im Wiehengebirge wurde eine bisher noch nicht im Kataster erfasste Höhle, der Biwakstollen, vermessen und dokumentiert. Die Höhle ist knapp 20 m lang und wurde mit Sicherheit künstlich erweitert, wie in der Wand befindliche Aushauungen als Balkenauflage zeigen.
Am Wilmeröder Berg wurde ein bislang unbekannter Höhlenaufschluss entdeckt. Vermessung und Dokumentation stehen noch aus. Gegen Ende des Jahres fand noch eine geführte Befahrung im Schaubergwerk Röhrigschacht bei Sangerhausen statt.
Kurz vor Jahreswechsel wurde ein Schacht im Bereich Gauseköte im Teutoburger Wald gemeldet. Er ist kreisrund und ca. 9 m tief. Der Boden ist mit Laub und Holz bedeckt. Der Schacht wurde befahren und untersucht. Er liegt in einem Pingenfeld. Der kreisrunde Querschnitt und künstliche Aussparungen in der Wand am Boden lassen vermuten, dass es sich um Altbergbau handelt.

Bernd Thesing, www.aghkl.de

ISAAK-Aktivitäten 2020

Die Internationale Speläologische Arbeitsgruppe Alpiner Karst (ISAAK) nutzte die zeitweilige Entspannung während der Covid-19-Pandemie und führte im Juli und August 2020 zwei Forschungslager im Berner Oberland (Schweiz) durch.
Am Forschungslager auf Harzisboden/Gstepf vom 25. Juli bis 1. August 2020 nahmen bis zu 13 Personen teil. In diesem Jahr lag das hauptsächliche Untersuchungsgebiet im näheren Umkreis auf der Bättenalp im Bereich Litschgiburg und Bättenalpburg. Ziele waren die Abarbeitung von Hinweisen auf Höhlen aus den Drohnenaufnahmen vom letzten Jahr, weitere Erkundungen in der Zwergenhöhle, Befahrung des Heimbalmschachts und des Vermeintlichen Eiszwerglis, das jetzt in Loch unter der Wand umbenannt wurde. Erstmalig wurden Gebiete südlich unterhalb des Kammes Bättenalpburg-Litschgiburg erkundet. Das Loch unter der Wand konnte in diesem Jahr durch wenig vorhandenes Eis bis zu einem Schachtboden auf -15 m befahren und vermessen werden. Im Bereich der Bättenalpburg wurden zwei weitere vielversprechende Objekte erkundet (u.a. Burgspalte). Im Zwergenloch wurde deutlicher Luftzug festgestellt, der eine Grabung sinnvoll erscheinen lässt. Eine weitere Prospektion fand an der Nordseite des Hilfenen durch das Marchbachtal hinab bis zum Giessbach und unter den Eingang des Hilfenenbrunnen statt, wo einige kleine Objekte untersucht wurden.
Das traditionelle Sägistal-Lager fand vom 8. bis 15. August 2020 mit insgesamt 19 Höhlenforschern aus Deutschland, Schweiz, England und Mexiko statt (Anzahl über die Woche verteilt). Ein Schwerpunkt war die Erforschung noch offener Objekte in den Sektoren der Südflanke des Sägistales (N, O, P, Q) sowie auf der Schrännie. In den Sektoren der Südflanke konnten mehrere kleine Objekte abgeschlossen und weitere interessante Höhleneingänge, die durch den abschmelzenden Schnee freigelegt wurden, ins Kataster aufgenommen werden. Die Höhle O1 wurde erneut befahren, um die Endpunkte genauer nach Räumbarkeit zu untersuchen (leider erfolglos) und die Fotodokumentation nach über 30 Jahren auf den aktuellen Stand zu bringen. Die Touren auf die Schränni waren sehr erfolgreich, da wir hier zahlreiche Objekte in den Sektoren C und D abschließend bearbeiten konnten (z.B. C35, C36) und auch neue interessante Kleinhöhlen entdeckt haben (z.B. D75). Das D1 (Corona-Schacht) wurde erkundet und vermessen (vermessene Tiefe knapp 43 m). Im Schacht des Bauländers wurde sehr wenig Schnee angetroffen und ein Licht- und Temperatur-Logger im Eingangsbereich installiert, um etwas über die Dynamik des Schneestands zu erfahren. Im L1 wurde das Potential im Idioteneinsatz geklärt und dabei noch eine, wenn auch sehr enge Fortsetzung identifiziert. Die im Neuland ‘94 des Oberländers vorhandenen Fragezeichen wurden durch Abklettern des Schachtes zur Gruft und des Namenlosen Schachts abgeklärt. Die Engstellen im Blumenkohlmäander wurden bezwungen und es konnten überraschend 45 m Neuland erkundet und vermessen werden. Da sich der Eingangsbereich des Oberländers durch die Erwärmung stark verändert hat (Eisblock komplett abgeschmolzen, schrumpfender Schneekegel), haben wir hier ebenfalls einen Licht-und Temperatur-Logger installiert.

Norbert Marwan und Henning Harzer

Fotosession im O1; Foto Norbert Marwan.

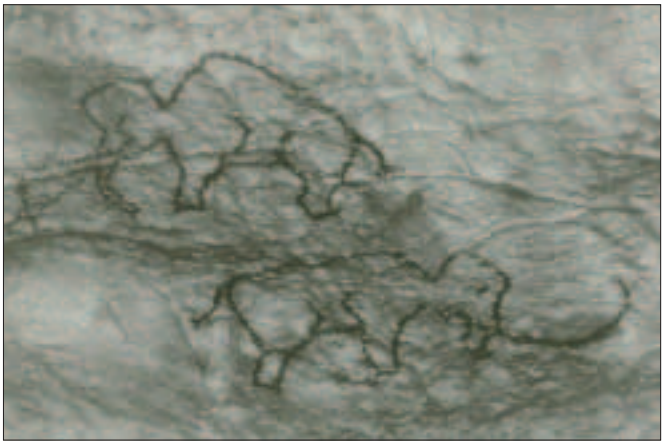
Personalia

Zum Gedenken an Dr. Carsten Hinze 1935 – 2020

Am 20.3.2020 starb der ehemalige Abteilungsleiter der Geologischen Landesaufnahme im seinerzeitigen Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (NLfB), Dr. Carsten Hinze, im Alter von 84 Jahren. Er war einer der profiliertesten niedersächsischen Geologen und hatte in Göttingen studiert. Dort lernte er auch Dieter Meischner kennen, dem die Harzer Höhlenforschung viel zu verdanken hat. Als guter Harzkenner war Hinze in einer baugeologischen Kooperation mit den Harzwasserwerken aktiv und dabei u.a. in die geologische Aufnahme des Oker-Grane-Stollens, des Radau-Oker-Stollens, der Erhöhung der Söse-Talsperre und der Planung des Wieter-Stollens eingebunden. In der Rohstoffgeologie lagen seine Schwerpunkte u. a. in der Gipsprospektion im Oberen Buntsandstein (Schwarz 2020).

Der Harzer Karst fesselte Meischner schon früh. 1956 und 1958 führte er Grabungen in der Einhornhöhle bei Scharzfeld durch, deren Entstehung und Inventar ihn stets beschäftigten, und Carsten Hinze war im studentischen Grabungsteam dabei (Meischner 2001). Kurz nach einer der Grabungskampagnen entdeckte der damalige Höhlenführer Wilhelm Rögener die erste norddeutsche Höhlenmalerei. Dargestellt fand er in Kohle gezeichnet zwei Mammute, deren einem ein in Rötel ausgeführter Jäger von hinten einen Speer hineinstößt. Welch‘ Sensation! Sie wurde sofort in der Lokalpresse verkündet. Alsbald hieß es aber, da die Fachwelt skeptisch war, es handele sich um einen modernen Ulk.

Jahre später, etwa um 1990, kamen wir im Gespräch mit Prof. Meischner auf das Thema zu sprechen, und er löste das Rätsel: „Das war doch Carsten Hinze, der hatte sich die Grabungsleiter geschnappt und da was gemalt!“ Carsten Hinze hatte nie mehr was von seinem Mammut gehört. Auf Rückfragen brach er am Telefon in schallendes Gelächter aus, vor allem darüber, dass man vor Ort den Ulk für ernst nahm, und sandte uns Fotos der Aktion zu.



Literatur

Meischner, D. (2001): Bericht über Grabungen in der Einhornhöhle bei Scharzfeld im Harz. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 47 (1/2): 4-7

Schwarz, C. (2020): Carsten Hinze 1935 – 2020. – GMIT Geowissenschaftliche Mitteilungen 80: 91

Friedhart Knolle und Firouz Vladi

Der neue Solidaritätsfonds – Mitmachen für die Sicherheit!

Selbst bei maximaler Vorsicht passieren Höhlenunfälle. Grundlegend wichtig ist stets die private Unfallversicherung – sie sollte zur üblichen Lebensvorsorge gehören. Doch alle heute bestehenden Versicherungen haben Lücken, was die Abdeckung der Bergungskosten betrifft. Der Verband hatte daher 1995 beschlossen, einen selbstverwalteten Bergungskosten-Solidaritätsfonds zu gründen. 2017 wurde er von der Hauptversammlung neu gestaltet. Unser Dank geht an Udo Kaiser und seine Arbeitsgruppe für die Ausarbeitung der Richtlinien. Aus den Erfahrungen der letzten Jahre wurden Unfälle im Ausland bekannt, bei denen der Rettungs- bzw. Bergungsaufwand sowie der Transport ins Tal im Gegensatz zum deutschen Abrechnungssystem der Pauschalierung gemäß dem tatsächlich angefallenen Aufwand abgerechnet wurden. Bei einem Fall in Österreich werden Stundensätze von 300 Euro pro Einsatzkraft und Stunde ohne Zuschläge eingefordert. Da Bergrettung und Höhlenrettung in Österreich zwei getrennt agierende Organisationen sind, können im Schadensfall schnell hohe Forderungsbeträge im fünf- und sechsstelligen Bereich entstehen. Vor diesem Hintergrund können wir allen Mitgliedern nur dringend raten, ihre Absicherung zu überprüfen und anzupassen. Der alte Solifonds bleibt bestehen, es kann aber nicht weiter eingezahlt werden. Mitglied im neuen Fonds wird man, wenn man die ausgefüllte Einverständniserklärung einsendet und ein Betrag von mindestens 60 EUR auf dem Konto des Fonds eingegangen ist (Volksbank Laichingen, IBAN: DE12 6309 1300 0001 4920 12, BIC: GENODES1LAI). Weitere Details siehe www.vdhk.de.

Andreas Wolf, 2. Vorsitzender

Schriftenschau

Hildegard Rupp: Chiroptera (Mammalia) der archäologischen Fundstelle der Lichtensteinhöhle im südwestlichen Harzvorland – Diversität und Paläoökologie. – Abhandlungen zur Karst- und Höhlenkunde, Heft 38, 146 S., herausgegeben vom Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher, München 2020. ISSN 9179-3969, 20,- €, Bezug bei der Autorin unter hilderupp@posteo.de

Die Dissertation von Hildegard Rupp, verfasst an der TU Braunschweig, widmet sich den subfossilen Fledermausknochen aus den archäologischen Schichten der Lichtensteinhöhle. Zuvor hatte diese Höhle bei Osterode am Harz durch ihre archäologischen Funde aus der späten Bronzezeit überregionale Bekanntheit erlangt. In Grablegungen der Kulturstufen des Hallstatt B1 bis Hallstatt B2/3 konnte mittels DNA-Studien die Verwandtschaft der Bestatteten über mindestens fünf Generationen hinweg festgestellt werden. Kurioserweise konnte zudem über DNA-Massentests der alteingesessenen Familien umliegender Orte ein verwandtschaftlicher Bezug zu den rund 3.000 Jahre zuvor in der Höhle bestatteten Personen nachgewiesen werden. Der Ablagerungszeitraum der Schichten umfasst einen Zeitraum von über 100 Jahren, in denen der Mensch bereits einen starken Einfluss auf seine Umwelt genommen hat.

Die aktuelle Arbeit widmet sich im Kern der Diversität der Fledermausfauna und der Rekonstruktion der Umwelt im Umfeld der Höhle basierend auf deren Artenzusammensetzung. Da alle Arten, die hier für die späte Bronzezeit nachgewiesen werden konnten, auch heute noch in der Höhle und im Umland vorkommen beziehungsweise erst im späten 20. Jh. ausgestorben sind, ergeben sich hier konkrete Ansätze für moderne Artenschutzkonzepte. Anhand von 187 Schädeln, 410 Unterkiefern und 696 Oberarmknochen konnten folgende 12 Arten nachgewiesen werden: Kleine Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*), Mausohr (*Myotis myotis*), Bechsteinfledermaus (*M. bechsteinii*), Teichfledermaus (*M. dasycneme*), Wasserfledermaus (*M. daubentonii*), Fransenfledermaus (*M. nattereri*), Brandtfledermaus (*M. brandtii*), Nymphenfledermaus (*M. alcathoe*), Bartfledermaus (*M. mystacinus*), Braunes Langohr (*Plecotus auritus*), Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) und Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*). Zusätzlich wurde die Bestimmung der kryptischen Arten Brandt-, Nymphen- und Bartfledermaus durch genetische Untersuchungen verifiziert. Die Unterscheidung der Arten erfolgt ansonsten über morphometrische Merkmale und liefert einen umfangreichen Datensatz, der als Referenz für künftige Arbeiten von Wert sein wird. Interessanterweise konnte so das Vorkommen der Nymphenfledermaus in der späten Bronzezeit klar belegt werden. Während sie in der heutigen Vergesellschaftung zu den seltensten Vertretern zählt, war sie in der Vergangenheit offensichtlich wesentlich häufiger.

Da hierzulande heute praktisch alle Fledermausarten auf der Roten Liste der bedrohten Arten stehen, gilt dieser Bedrohungsstatus zwangsläufig auch für die kryptischen Arten, die erst seit kurzem bekannt und nachgewiesen sind. Zugleich ist sehr wenig über ihre ökologischen Ansprüche bekannt, so dass unklar ist, welche Habitate bei der Renaturierung und Waldumbaumaßnahmen für diese Arten förderlich wären. Hier schafft die Arbeit einen interessanten Brückenschlag zu modernen Artenschutzkonzepten und gibt damit eine klare Empfehlung, die beispielsweise im Harz bei Waldumbaumaßnahmen mit Blick auf den voranschreitenden Klimawandel konkret umsetzbar ist.

Matthias López Correa,
GZN Universität Erlangen-Nürnberg & CNR-ISMAR, Bologna

Fritz Reinboth: Der Kohnstein. Nachruf auf einen geschändeten Berg. – Schriftenreihe des Vereins für Heimatgeschichte Walkenried/Bad Sachsa und Umgebung e.V. Nr. 50, Papierflieger, Clausthal-Zellerfeld 2020

Der Verein für Heimatgeschichte Walkenried/Bad Sachsa und Umgebung hat sich inzwischen einige Bekanntheit durch die Herausgabe von Schriften zu Themen der Heimatgeschichte erworben. Dabei lösen sich „dicke Wälzer“ und kleinere Hefte, je nach Thema, in bunter Folge ab. Die Nummer 50 der Schriftenreihe wurde für den langjährigen Vorsitzenden und seitherigen Ehrenvorsitzenden Fritz Reinboth reserviert. Nun hat er geliefert und seine Schrift dem Kohnstein bei Nordhausen gewidmet.

Der Geschichtsverein ist auch bekannt dafür, dass er sich um eine objektive, also vom Sponsoring durch die Gipsindustrie und der Propaganda ihrer politischen Unterstützer nicht beeinflusste Darstellung des Südharzer Gipskarstes und seiner jüngeren Geschichte bemüht. Zu den bisherigen vier Heften dieser Reihe gesellt sich nun als Abschluss das Heft über den Kohnstein. „Nachruf auf einen geschändeten Berg“ lautet der von Fritz Reinboth bewusst gewählte Untertitel, denn in wohl kaum einem anderen Höhenzug des Gipskarstes bündeln sich wie in einem Brennglas bemerkenswerte, nun aber den Steinbrüchen und Abraumhalden zum Opfer gefallene Karsterscheinungen und eine ebenfalls weitgehend verschwundene wunderbare Landschaft einerseits und vor nichts zurückschreckendes Profitstreben andererseits, hier noch in trauriger Weise ergänzt durch die Verbrechen des Naziregimes im und rund um das KZ Mittelbau-Dora. Dem Gedenken an diese unmenschlichen Geschehnisse verdanken wir, dass am Ende überhaupt noch ein Stück dieses einst ausgedehnten Wandergebietes übrigbleiben wird…

Die Gipsindustrie schickt sich an, der schon geschundenen Südharzlandschaft in Niedersachsen und Thüringen den Rest zu geben – „Ersatz für REA-Gips“ muss schließlich her, obwohl es Alternativen gibt. Dass am Ende nicht viel mehr als Trümmerfelder zurück bleiben, wo früher Karsterscheinungen das Interesse der Besucher weckten, spielt in diesen Überlegungen keine Rolle. Die Generationen nach uns werden einst fragen, warum wir diese einmalige Natur für kurzfristige Gewinne preisgegeben haben. Die Naturschutzbemühungen sind zwar aktiv, aber die gipsabbauenden Firmen werden nicht aufgeben.

Reinboths Schrift wird die Entwicklung wohl nicht aufhalten – zu sehr sind die Interessen von Industrie und Politik miteinander ver-

woben. Aber er zeigt, was alles verloren gegangen ist: Aussichtspunkte, Höhlen, Schwinden, markante Bäume… Um die gipsabbauende Industrie nicht zu Unrecht schlimmer Taten zu verdächtigen, stieg der nicht mehr ganz junge Autor sogar noch durch schwer zugängliches Gelände, um am Ende doch festzustellen: Auch die Kunzenhöhle wurde rücksichtslos preisgegeben. Und wer durch die heutige Mondlandschaft des Kohnsteins streift, der merkt, dass alles Gerede von Renaturierung oder gar „schöner als vorher" nur Blendwerk ist.
Für den Wanderer (noch lassen sich bestimmte Wege ja begehen) und den Geschichtsfreund bietet die 30 Seiten starke Schrift viele Anregungen. Dass man sie nach dem Lesen doch etwas betroffen aus der Hand legt, liegt nicht am Verfasser. Doch ob anderen Bergen ringsum wie Himmelberg, Mühlberg, Himmelreich, Höllstein oder Sachsenstein das Schicksal des Kohnsteins erspart bleibt, hängt am seidenen Faden. So gesehen, sollte der „Nachruf" zugleich auch ein „Weckruf" sein, um der weiteren Zerstörung unserer einmaligen Landschaft Einhalt zu gebieten.
Das Heft kostet 5 € und kann beim Verein für Heimatgeschichte Walkenried/Bad Sachsa und Umgebung e.V. erworben werden – in dessen Ausstellung (https://st.museum-digital.de/index.php?t=institution&instnr=129&navlang=de) oder über Michael Reinboth, Klettenberger Weg 15, 37445 Walkenried, Michael.Reinboth@gmx.de, Tel. 05525/1550, dann zzgl. 2 € Porto und Verpackung. Je nach Corona-Lage und entsprechenden Lockerungen wird es auch im örtlichen Buchhandel angeboten werden. Es ist im Papierflieger-Verlag Clausthal-Zellerfeld erschienen und kann auch über den Verlag bezogen werden (www.papierflieger-verlag.de).

Michael Reinboth

Werner Käss: Das Donau-Aach-System. Die Versickerung der Oberen Donau zwischen Immendingen und Fridingen (Südwestdeutscher Jurakarst). – Geologisches Jahrbuch A 165, 272 S., 138 Abb., 14 Tab., 7 Taf., 21 x 28 cm, Hardcover, Schweizerbart Verlag, Stuttgart 2020, 39,80 EUR, ISBN 978-3-510-96862, Bezug www.schweizerbart.de/9783510968626

Im Südwesten Deutschlands spielt sich der ungleiche Kampf um die Europäische Wasserscheide ab, der zwischen der Donau und dem Rhein ausgetragen wird. Stück für Stück gräbt der erdgeschichtlich jüngere Rhein der Donau mehr und mehr von ihrem Einzugsgebiet ab. Zwischen Immendingen und Fridingen versickert die Donau teilweise vollständig. Durch die verkarsteten Schichten des Weißen Jura fließt sie dann nicht mehr in das Schwarze Meer, sondern über Aachtopf, Bodensee und Rhein in die Nordsee.
Der Verein Freunde der Aachhöhle e.V. erforscht seit Jahrzehnten den unterirdischen Karst und steht dabei in engem Kontakt mit Werner Käss. In schwierigen Tauchgängen und mit aufwendigen Grabungsaktionen ist es dabei gelungen, einem Teil des Höhlensystems einige Geheimnisse zu entlocken. Mehrere offene Fortsetzungen lassen auf große Neuentdeckungen hoffen. Die Erforschung des Rätsels um die verschwundene Donau reicht jedoch fast 200 Jahre zurück. Lange bevor den ersten Tauchern der Zutritt in dieses unterirdische Entwässerungssystem gelang, wurde mit Färbeversuchen die hydrologische Verbindung zwischen den Versickerungsstellen und der Karstquelle belegt.
Das umfangreiche Buch von Werner Käss dokumentiert detailliert die Färbeversuche, die Geologie, die Hydrologie und den Wasserchemismus im Donau-Aach-System. Die Höhlen werden hier nur relativ knapp behandelt. Vielmehr liegt ein weiterer Schwerpunkt des Werks auf der historischen Aufarbeitung des wasserwirtschaftlichen Konflikts. Durch die Lage der Donauversickerung im Grenzbereich zwischen den damals eigenständigen Bundesländern Baden und Württemberg kam es hier im Zuge der Industrialisierung zu veritablem Streit um die Wasserrechte. Dieser hatte bereits früh den Boden für die Forschung bereitet und Färbeversuche reichen bis in das Jahr 1869 zurück.
Werner Käss ist Autor des Standardwerks „Geohydraulische Markierungstechnik", zählt zu den besten Kennern der hydrologischen Verhältnisse des Donau-Aach-Systems und war selbst an vielen der Färbeversuche unmittelbar und federführend beteiligt. In den letzten knapp 150 Jahren wurden 41 Färbeversuche durchgeführt, die jeweils einzeln beschrieben werden. Man kann wirklich erstaunt sein ob der Kreativität und Vielfalt an Markierungsstoffen, die hier zum Einsatz kamen: Anilinrot 1869, Schieferöl 1877, Steinsalz 1877, Uranin 1904, Duftstoff Dipenten 1969, Bärlappsporen 1978, Eosin 1996, fluoreszierende Kügelchen 2001 – um eine Auswahl zu nennen. Neben den jeweiligen Eingabepunkten und Laufzeiten werden auch viele hydrologische Daten in Form von Tabellen und Grafiken dargestellt, die den Band zu einer wichtigen Quelle auch mit Blick auf künftige Forschungen machen. Die Messergebnisse werden zum Teil neu analysiert und ausgewertet. Ein gutes Drittel des Buchs stellt darüber hinaus das Donau-Aach-Karstsystem vor und ist reich bebildert. Auch die Leistungen der ehrenamtlichen Höhlenforschung werden gewürdigt. Für viele Höhlenforscher ist der Band eine Einladung, sich an den wissenschaftlichen Forschungen weiter zu beteiligen.

Rafael Grimm und Matthias López Correa

Herbert Jantschke, Anke und Hans-Martin Luz, Werner Simon & Rainer Straub: Höhlen im Oberen Donautal – Teil 2 (Kartenblätter 7920 Leibertingen und 7921 Sigmaringen). – Materialhefte zur Karst- und Höhlenkunde (MKH) 24, Hrsg. Höhlenforschungsgruppe Ostalb-Kirchheim e. V., 2021, Hardcover, 23 € zzgl. 5 € Versand, Bezug: Norbert Neuser, www.hfgok.de, norbert.neuser@karstforschung.de

Auf 182 Seiten mit 144 Farbfotos und 226 Höhlenplänen werden in diesem umfangreichen Atlas die Höhlen der beiden Kartenblätter 7920 Leibertingen und 7921 Sigmaringen vorgestellt.
Wie bereits in dem 2018 erschienenen ersten Band (MKH 23, Höhlen im Donautal – Teil 1, Vorstellung in den VdHK-Mitt. 3+4/2019), der die Kartenblätter 7918 Spaichingen und 7919 Mühlheim a.d.D. behandelt, werden hier weitere Höhlen im Oberen Donautal, einem der höhlenreichsten Gebiete Süddeutschlands, eingehend dokumentiert.
Neben den Zugangsinformationen zu den meisten Höhlen enthält das Buch Raumbeschreibungen sowie viele Randinformationen zur Historie, Geologie, Archäologie und Forschungsgeschichte.

HFGOK/fk

Josef Paul & Heiner Heggemann (Koord.): Stratigraphie von Deutschland XII: Zechstein. Hrsg.: Deutsche Stratigraphische Kommission. – Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften 89, Stuttgart 2020, 648 S., zr. Farb. Abb. u. Tab., 21 x 30 cm, brosch., ISBN 978-3-510-49241-1, 109 €

Der Band enthält 62 Beiträge von 37 Autoren und stellt ein eindrucksvolles Nachschlagewerk für alle Fragen dar, die mit dem Zechstein zusammenhängen. Er fasst das gesamte Wissen zum Thema bis zum Jahr 2018 in einem umfangreichen Werk zusammen.

Die permische Zechstein-Gruppe wird vor allem durch mächtige Salzablagerungen geprägt. Daneben treten in den zyklischen Ablagerungen Ton-, Karbonat- und Sulfatgesteine auf. Letztere bilden dort, wo sie entlang der Mittelgebirgsränder an der Oberfläche auftreten, ausgeprägte Sulfatkarstlandschaften. Exemplarisch und an vorderster Stelle sei der Gipskarst des Südharzes genannt. Vergleichbare Landschaften treten in kleinerem Maßstab in den Umrandungen des Thüringer Waldes und des Kyffhäusers, grundsätzlich aber entlang aller Grundgebirgsaufragungen im Ablagerungsraum des Norddeutschen Zechstein-Beckens auf.

Der Kalkberg von Bad Segeberg repräsentiert einen weiteren Karsttyp, der auf primär zechsteinzeitlich abgelagerte Salzgesteine zurückgeht. Tektonisch bedingt, wurden Salzlager kissen- oder pilzartig bis zur Oberfläche gepresst, gerieten dort unter Grundwassereinfluss und werden am Top der Strukturen flächig abgelaugt, d.h. subrodiert. Die gegenüber den Salzmineralen, die das Salzgestein mehrheitlich aufbauen, weniger löslichen Anhydritbestandteile bleiben als Lösungsrückstand „hut- oder kappenartig“ zurück und bilden einen sprichwörtlichen Caprock oder „Gipshut“. Da der Salzaufstieg ununterbrochen weiter geht, unterliegt diese aus Sulfatgesteinen bestehende Deckelstruktur ebenfalls der Verkarstung, die unter anderem zur bekannten Segeberger Kalkberghöhle führte („Kalk“ steht dabei historisch synonym für Gips als schwefelsaurem Kalk).

Als dritte Gruppe an zechsteinzeitlichen Ausgangsgesteinen, welche die Grundlage der Karstphänomene bilden, sind die karbonatischen Sedimentgesteine zu nennen. Sie kommen meist in dolomitischer Ausbildung vor. Geologisch bilden die Karbonatgesteine jeweils die Basis der einzelnen, vor allem der ältesten Zechstein-Sedimentationszyklen: Werra-Karbonat (Z1), lokal als Zechsteinkalk (Südharz) oder als Riff-Fazies (Thüringer Becken) beschrieben; Staßfurt-Karbonat (Z2), lokal als Stinkschiefer (Harz) oder Hauptdolomit; schließlich das Leine-Karbonat (Z3) mit dem im hessisch-thüringischen Raum weitverbreiteten Plattendolomit. Bekannte Höhlen in diesen Karbonathorizonten sind die Einhornhöhle im westlichen Südharz und die Höhlen am Südrand des Thüringer Beckens (Döbritzer Schweiz, Wartburgkreis).

Schwerpunkt des Bandes ist die Lithostratigraphie. Es werden die Grundlagen der stratigraphischen Gliederung des Zechsteins, die angewandten Methoden, ihr Fossilinhalt (Makro- und Mikro-Flora, Vertebraten und Invertebraten), Magnetostratigraphie, Zyklo- und Sequenzstratigraphie, das Klima und die Klima-Zyklen sowie die Paläogeographie des Zechsteins vorgestellt.

Einen breiten Raum nehmen die für den Zechstein typischen Salinarstrukturen des Norddeutschen Beckens ein. Ihre Entstehung und ihre verschiedenen Formen, ihr Internbau und schließlich die Subrosion der Salze werden ausführlich beschrieben und diskutiert.

Das Werk enthält als wertvolle Handreichung für die Leser und Anwender abschließend eine vollständige Liste aller aktuellen lithostratigraphischen Begriffe des Zechsteins sowie Verzeichnisse mariner und kontinentaler Evaporitminerale und -gesteine.

Für die Höhlen- und Karstforscher, die sich mit Karstphänomenen in zechsteinzeitlichen Muttergesteinen beschäftigen, stellt der Band ein wertvolles Kompendium dar. Die Literatur, die sich mit der lithostratigrafischen Einordnung der verkarsteten Sulfat- und Karbonatgesteine des Zechstein befasst, ist zum Großteil Jahrzehnte alt und teils schwer zugänglich. Sedimentologisch-mikrofazielle Arbeiten, gerade zu den Sulfatgesteinen, sind spärlich und fachlich meist sehr speziell. Die Spezifik der Sulfatgesteinsgeologie, beginnend von ihrer primären Ablagerung in differenzierten marinen Sedimentationsräumen, ihrer weiteren diagenetischen Umwandlung, meist in Anhydritgestein, sowie ihrer Rückumwandlung in Gips, wenn diese Anhydritgesteine wieder in Oberflächennähe und in den Einflussbereich der Verkarstung und allgemeinen Verwitterung gelangen, macht eine Diagnose der Sulfatgesteinstexturen und ihre schlussendliche Zuordnung zu stratigraphischen Einheiten häufig nicht einfach. Infolge der vergleichsweise raschen Löslichkeit der Gipse weisen Sulfatkarstlandschaften eine enorme Dynamik auf. Gute natürliche Oberflächenaufschlüsse sind eher selten. Untertägige Aufschlüsse beispielsweise in den Kupferschieferbergwerken des Südharzes und vorhandene Erkundungsbohrungen bilden eine Ausnahme.

Die mit den Zechstein-Gesteinen verbundenen Karst- und Subrosionserscheinungen werden nur gestreift. Der klassische Gipskarst wird am Beispiel des Südharzes mit dem Kapitel „Karstphänomene“ abgehandelt: einspaltig, 34 Zeilen. Als Beispielhöhlen werden Barbarossa- und Einhornhöhle benannt. Tiefer Karst wird mit dem Hinweis auf erbohrte, weiter unbekannte Höhlen bei Herzberg, die Rhumequelle bei Göttingen „mit nur näherungsweise bekanntem Einzugsgebiet“ und dem Verweis auf die Salzauslaugung und daran gebundene Erdfallbildung beschrieben.

Die erdgeschichtlich multipel wirkende, flächige und landschaftsbildende Ablaugung von Salz- und Sulfatgesteinen im tieferen Untergrund wird in der Geologie als Subrosion bezeichnet. Eine klare Definition in begrifflicher Abgrenzung zum Karst findet in der Regel und auch in den Beiträgen des rezensierten Bandes nicht statt. Das ist dann bedauerlich, wenn einerseits die Bedeutung der Subrosion bei praktischen Fragestellungen in den stark verkarstungsfähigen Salz- und Sulfatgesteinen hervorzuheben ist, gleichzeitig aber die Prozesse der Subrosion nicht adäquat als Verkarstungsprozesse verstanden werden. Lösungsbedingte Gesteinsumwandlungen, einhergehende Verunreinigungen oder Vertaubungen rohstoffrelevanter Minerale, relevante Anreicherungen von Sekundärprodukten, Lösungszutritte in Kaligruben, Wassereinbrüche in Kupferschieferbergwerken – das alles sind Beispiele für Verkarstung. Bedeutung erlangen können solche Subrosions- bzw. Verkarstungsphänomene bei der Rohstoffgewinnung (Gips und Anhydrit als Steine- und Erden-Rohstoff, Steinsalz- und Kalipro-

duktion, Kupferschiefer, Erdöl und Erdgas), bei der Nutzung von Salzlagern als Speicher (Kavernenspeicherung von flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffen und Kohlenstoffdioxid), bei Errichtung und Betrieb von Untertagedeponien im Salz und nicht zuletzt bei der Suche nach Endlagern für hochthermische radioaktive Abfälle.

Die Feststellungen spiegeln den subjektiven Eindruck eines im Sulfatkarst tätigen Höhlenforschers und Geologen wider. Nichtsdestotrotz verdient der über Jahrzehnte fertiggestellte Band die Dankbarkeit eines jeden mit dem Zechstein Befassten. Der zweifellos als Hauptautor zu erkennende, emeritierte Geologie-Professor Josef Paul aus Göttingen schreibt in einem Beiwort, dass zwischen erstem Entwurf und der vorliegenden Fassung mehr als 35 Jahre vergangen seien und das für geowissenschaftliche Literatur wohl einen Rekord darstelle. Gratulation an alle, denen dieser Wurf gelungen ist! Auch für Gipskarstforscher unverzichtbar und sicher die Literaturbasis für Jahrzehnte.

Sven Bauer

Jan Röhnert: Vom Gehen im Karst. – 181 Seiten, Hardcover, geb. Leinenband, Naturkunden 73, hrsg. von Judith Schalansky bei Matthes & Seitz, Berlin 2021, ISBN 978-3-7518-0203-1, 28,- €

Während seine Mitschüler sich in der Kleinstadt treffen, verbringt Jan Röhnert die Nachmittage seiner Kindheit im hauseigenen Steinbruch in Thüringen, bahnt sich dort Pfade durch die Holunderbüsche und erkundet den vom Urgroßvater in den Sandstein hineingetriebenen Luftschutzbunker. Dieses Gestein, das in einst mit Wasser gefüllten Höhlen, Senken und Gruben viel Platz zum Denken, Fühlen und Erleben bereithält, zieht den Jungen magisch an.

Und auch als Erwachsener lässt er davon nicht ab – in Frankreich, Italien und immer wieder, beinahe manisch, im Südharzer Gipskarst und der Thüringer Landschaft macht sich Jan Röhnert auf, um die geheimnisvollen Steinformationen im Karst Schritt für Schritt zu erkunden. Seine Wege protokolliert er akribisch als Lokalkunde, deren Zauber in der Benennung aufblitzt. Als an der Literatur geschulter Leser praktiziert er ein Close Reading der Landschaft, die er wortgewandt inventarisiert in einer poetischen Liste einer Landschaft im Übergang. Wie aber die Faszination erklären, die von diesem löslichen Gestein ausgeht, das mehr Rand als Zentrum ist, wie kann man vom Karst sprechen, der doch eigentlich durch Lücken, Löcher und Leerstellen besticht? Antworten findet Jan Röhnert in der Literatur. Mit Rilke, Handke und Julien Gracq befragt er diese Landschaft seines Herzens, trifft Menschen, die ebenso wie er von ihr fasziniert sind, und entwirft eine Ode an das Gehen in dieser unwegsamsten aller Landschaften.

Prof. Dr. Jan Röhnert arbeitet und lehrt heute am Institut für Germanistik, Abteilung Neuere deutsche Literatur, der TU Braunschweig und arbeitet mit den Harzer Höhlenforschern im Südharzer Karst zusammen.

Verlag/fk

Nadja Zupan Hajna: Karst, Caves and People. – ZRC SAZU Karst Research Institute, 173 S., Postojna/Ljubljana 2021, 29 €

Ein Buch? Nein, es ist das Buch für das UIS-Höhlen und Karst-Jahr 2021. Prof. Dr. Nadja Zupan Hajna, eine der wichtigsten Säulen des Karst-Instituts in Postojna, hat uns dieses Buch geschenkt. Es verspricht schon vom Format her viel Landschaft. Auf dem Cover oben ein Panorama der gefluteten Planinsko Polje mit den Julischen Alpen im Hintergrund und darunter ein Panorama des Stalagmitenwaldes in der Križna jama. Oben Karst, darunter Höhle – das Programm des Buches. Ein Bilderbuch, das uns die Welt des Karstes in der Welt über- und untertage vorführt. Es ist einfach verführerisch, das Buch irgendwo aufzuschlagen und sich in die Bilder hineinzudenken. Viele Fotos sind offenbar Drohnen-Aufnahmen und bieten auch für bekannte Objekte überraschende Perspektiven, wie zum Beispiel der Vertikalblick in die Cetina-Quelle, Kroatien (S. 35), oder der Blick über den Eingang von Surts Hellir auf Island hinweg (S. 44). Die Bilder sind nicht nummeriert, aber ich schätze, es sind an die 400. Es sind Fotos hoher Qualität von international bekannten Autoren. Auch die Autorin hat viele der Bilder beigesteuert. Dabei haben die Untertagebilder – durch die Möglichkeit des Licht-Malens mit multiplen Blitzen und des Einsatzes von Gegenlicht – die größere ästhetische Intensität und befriedigen die Sichtsucht nachhaltiger als die Übertagebilder. Erst der rote Höhlenforscher als Maßstab, platziert in optischer Tiefe mit in die Hüften gestemmten Armen oder mit gelbem Schleifsack, lässt die Dimensionen der teils riesigen Räume wirklich erahnen.

Das Kapitel „Explore“ (Kap. 8, S. 138) zeigt drei Höhlenforscher in dramatischer Gegenlicht-Silhouette in heroischer Pose, metaphorisch das Dunkel betretend. In Zeiten der Gender-Diskussion hätte ich wohl Höhlenforscher*innen schreiben müssen, aber ich finde nur wenige „*innen“ im Buch. Ist es Absicht der Autorin, uns nicht von den geologischen Objekten abzulenken? Was würde ein Soziologe dazu sagen oder ist die geringe Zahl von Höhlenforscherinnen als Foto- und Maßstabs-Modells doch nur Zufall? Was würde uns der Historiker Johannes Mattes über diese Selbstheroisierung der Speläologen erzählen? Immerhin finden wir die Modell*innen auf den Seiten 106 - 108 viermal bei exotischen Speläothemen und in drei, vier anderen Szenen.

Die geographische Breite der Bilder ist auf jeden Fall enorm und der UIS und dem Zweck als Flaggschiffbuch für das Karstjahr 2021 angemessen. Natürlich gibt es eine Vielzahl von Aufnahmen aus dem klassischen Karst und dem Balkan – verständlich, aber eben vor allem aus aller Welt. Je nach Thematik befinden wir uns in Kanada, der Karibik, Brasilien, Frankreich, Tschechien, Ukraine, Libanon, Israel, UAE, Indonesien, Malaysia, China, Japan oder Australien, um nur einige zu nennen. Vor allem sind die Bilder aus den großen Höhlen Asiens bemerkenswert. Deren Riesenräume waren mit herkömmlicher Silberfotografie kaum zu bannen, nun aber sind sie digital eingefangen. Höhlen aus unseren Verbandsgebieten spielen kaum eine Rolle. Ich habe kaum zehn Bilder aus österreichischen und deutschen Höhlen gezählt. Aber auch Bilder aus den klassischen Höhlen der USA sind rar, außer im Kapitel über hypogene Höhlen mit

Aufnahmen aus Lechuguilla, Carlsbad Cavern und Cotton Wood Cave (ganz am Ende des Buches mit dem „Goliath“, dem „größten Stalagmiten der Welt“, jedenfalls dem größten in der Welt in den USA).

Erst in zweiter Linie fällt auf, dass das Buch auch Text und Gliederung hat. Diese Gliederung entspricht dem Titel: Karst (Kap. 1 - 5, 68 Seiten), Höhlen (Kap. 6, 52 Seiten) und Menschen (Kap. 7 - 11, 47 Seiten). Dazu gibt es ein Vorwort von Derek Ford und Paul Williams vorn und eine einseitige Liste mit wichtigen Büchern zum Thema hinten. Der Text ist den Lücken zwischen den Bildern angepasst, nicht umgekehrt, wie bei herkömmlichen Lehrbüchern. Trotzdem versucht die Autorin, eine Übersicht über die wichtigsten Karstprozesse zu geben. Dies ist begleitet durch Schnittgraphiken, unterstützt durch Karten (S. 16 - 17, 22, 129, 149) und beeindruckende Lidar-Scans von Karst- und Dolinenlandschaften (S. 49, 61, 67, 104) sowie eine (zu klein gedruckte) 3D-Punktwolke der gesamten Škocjanske jame (S. 145). Ich hätte diese Geländemodelle gern für meinen Höhle- und Karstkurs gehabt, denn zum ersten Mal erkennt man die wirkliche Dichte von Dolinen, die man in Slowenien vor lauter Bäumen im Gelände nicht mehr ahnen kann. Manchmal habe ich allerdings als Leser den Eindruck, dass der Text nicht durchgehend zu lesen gemeint ist – es gibt Wiederholungen, am liebsten in Klammern und als Liste. Auf S. 150 erreicht eine solche Aufzählung der für die Speläologie relevanten Wissenschaften 13 Glieder.

Gibt es Kritik? Ja, auch die gibt es. Auf S. 9 vermerken Ford und Williams, dass die Fläche der verkarstbaren Karbonate und Evaporite global 15 % der eisfreien Landfläche beträgt. Auf S. 14 sind es dann 20 % und auf S. 24 wieder 15 %. Tatsächlich sind es 15,2 % nach dem bisher genauesten globalen Flächenmodell von Goldscheider et al. (2020). Europa liegt mit 21,8 % der Fläche in Führung der Kontinente. Auf S. 26 wird Gips eine dreifache Löslichkeit gegenüber Kalk bescheinigt. Das ist irreführend, denn die Löslichkeit von Kalk ist, wie bekannt, hauptsächlich eine Funktion des CO_2-Drucks (pCO_2) – ein fixes Verhältnis der Löslichkeiten von Kalk und Gips, ohne die Randbedingungen zu nennen, kann nicht angegeben werden. Die beste Arbeit zum System $CaSO_4$-$CaCO_3$-CO_2-H_2O ist nach wie vor die von Wigley (1973). Auf S. 40 wird von „atmosphärischem CO_2“ als Quelle der Kohlensäure gesprochen, obwohl in allen Graphiken des Bandes klar ist, dass es der pCO_2 der Bodenluft ist, der für Verkarstung zuständig ist. Auf S. 94 wird bei Salzpräzipitation von „supersaturated waters“ gesprochen. Salz (gemeint ist NaCl) fällt bei Sättigung aus, es braucht keine „Supersaturation“ anders als bei den Karbonaten, die eine sehr deutliche Supersaturation vom Sechs- bis Zehnfachem (oder mehr) für die Fällung benötigen. Ferner fällt mir das Wort „tube“ unangenehm auf: Es wird zur Beschreibung von Gängen in epigenen (S. 83), hypogenen (Lechuguilla, S. 90) und Höhlen in Lava (S. 98) verwendet. Überhaupt ist die Einordnung von Lavahöhlen unter Pseudokarst unsinnig, denn sie entstehen nicht langsam sekundär (anders als Höhlen im Sandstein oder im Eis, die traditionellen „Pseudokarst-Höhlen“). Der Term „Pseudokarst“ ist meines Erachtens historisch und sollte nicht mehr benutzt werden. Auch die Beschreibung: „*As lava cools, the surface of the lava hardens and forms a roof …..When the volcanic eruption stops, the molten lava flows out of the channel, which then remains as an empty tube*“ trifft nicht die tatsächlichen Prozesse bei der Genese langer Lavahöhlen: Lava erodiert bereits während der Aktivität und bildet eine canyonartige, gasgefüllte Höhle, die nicht am Ende der Eruption „entleert“ wird. Erosive Erweiterung durch rückschreitende Lavafälle ist deutlich auf dem Bild rechts auf S. 98 zu sehen. Der Begriff „tubes“ (Röhren) wurde erst in den 1940er Jahren eingeführt und impliziert Konnotationen von unter Druck stehenden, prall-gefüllten, zylindrischen Leitungen, die oben vom Vulkan befüllt werden und unten auslaufen. „Tube“ sollte durch den bereits 1842 geprägten Begriff „Pyroduct“ mit weniger geometrischer Konnotation ersetzt werden (Lockwood & Hazlett 2010).

Dieses Buch ist vor allem bildmächtig. Es ist daher mehr als visueller Ausschnitt des Unterirdischen zu verstehen, weniger als eine „Höhlenkunde“ im akademischen Sinn. Dazu fehlen wichtige Elemente, wie die Diskussion des Trennflächengefüges, die Thermodynamik und Kinetik der Verkarstung und der Karbonatlösung und die Unterschiede zwischen turbulentem Fluss unter Druck und dichtegetriebener Konvektion und der dadurch erzeugten Morphologie. Die zeitliche Dimension der Höhlenwelten wird lediglich anhand von Sinterdatierung kurz gestreift, das Alter der Höhlen selbst bleibt im Dunkeln.

Viele der Bilder wünschte ich mir größer, um tiefer in die Raumformen einzutauchen, etwa so groß wie die Blätter in den Speläo-Kalendern. Ein Großfolio-Band wäre fantastisch, allerdings jenseits von Aufwand und Preis. Aber es gibt die Zukunft, und so wie dieser Band einen Maßstab für weltweite Fotoausbeute setzt, so könnte uns die Digitalisierung helfen. Während wir 2017 auf dem UIS-Kongress in Sydney waren, besichtigten wir die Sydney Opera und konnten uns mit einer 3D-Brille auf ihre Dachspitze versetzen lassen. Nichts für schwache Nerven, dreidimensionale Abgründe allseits. 2018, bei der EGU-Tagung in Wien, besuchten wir ein 3D-Labor, das Mars-Rover-Daten verarbeitet, und durften auf dem Mars spazieren gehen. Könnte so der nächste Schritt aussehen? Ein Buch mit eingebauter Festplatte, von der man reale 3D-Aufnahmen in eine 3D-Brille laden kann? Ein Drohnenflug durch den Pont d'Arc (S. 12), Besuch der Sarawak Chamber als 3D-Erlebnis (S. 70) oder Abseilen in den Salzschächten auf dem Mont Sedom (S. 94) als reale 3D-Animation?? Technisch kein Problem mehr, die räumlichen 3D-Daten gibt es teils bereits und man kann durch solche Punktwolken-Modelle fliegen. Man könnte auch empfindliche Gebilde wie die Chandeliers der Lechuguilla (S. 91), die blauen Aragonite in der Grotte de l'Asperge (S. 107), die Gipsblumen aus Kentucky (S. 109) oder empfindliche Makkaroni-Vorkommen (S. 111) in 3D aufnehmen und so erlebbar machen, ohne sie real zu besuchen. Das wäre gut auch für den Schutz dieser Objekte. Auch könnte man Höhlen verschiedener Genese befahren, wie zum Beispiel die Colibri-Höhle im Sandstein der Tepuis (S. 96), Škocjanske Jame (S. 144) oder Teile der längsten Lavahöhle Kazumura, und sie so für jeden Höhlenforscher und die Lehre erlebbar machen. Fantasien? Man wird sehen. Vielleicht wird Nadja Zupan Hajna dann solch Buch auch herausgeben. Und, vielleicht ist doch der dritte Mann auf S. 138 eine Frau. In jedem Fall werde ich von nun an immer „Höhlenforscher*innen“ schreiben.

Goldscheider, N., Chen, Z., Auler, A. S. et al. (2020): Global distribution of carbonate rocks and karst water resources. – Hydrogeol. J. 28: 1661–1677. https://doi.org/10.1007/s10040-020-02139-5

Lockwood, J. P. & R. W. Hazlett (2010): Volcanoes, a Global Perspective. – John Wiley/Blackwell, 624 S., Chichester

Wigley, T. M. L. (1973): Chemical solution of the system calcite-gypsum-water. – Canad. J. Earth Sci. 10: 306-315

Stephan Kempe, Darmstadt, kempe@geo.tu-darmstadt.de

Der „Salamanderfresser“

Batrachochytrium salamandrivorans (kurz: *Bsal*)

Schützt den Feuersalamander...

Dieser in Mitteleuropa neu eingeschleppte aggressive Hautpilz hat das Potenzial, ganze Populationen von Salamandern auszurotten!

Nähere informationen unter http://bsaleurope.com
https://www.fledermausschutz.de/2018/02/06/gefaehrdung-von-amphibien-durch-winterquartierkontrollen/

...reinigt und desinfiziert eure Ausrüstung!