

Brigitte Hilpert, Brigitte Kaulich & Wilfried Rosendahl

Die Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth (Fränkische Alb, Süddeutschland) Forschungsgeschichte, Geologie, Paläontologie und Archäologie

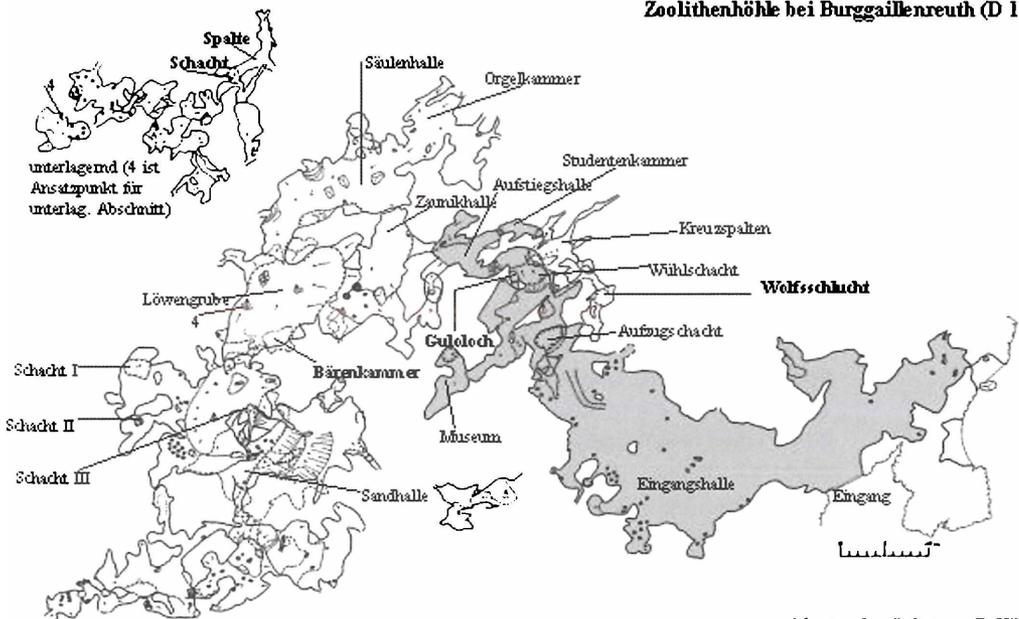
Geographie und Geologie

Die Zoolithenhöhle (HFA D109) ist ein bedeutendes Naturdenkmal, sowohl bezüglich ihrer wissenschaftlichen Bedeutung als auch hinsichtlich ihrer Rolle in der Geschichte der Geologie und Paläontologie. Sie befindet sich 50 km NW von Nürnberg und liegt wenige hundert Meter nordwestlich der Ortschaft Burggailenreuth (Gemeinde Ebermannstadt, Landkreis Forchheim) am nördlichen Abfall des Hohlen Berges. Der Hohle Berg besteht aus Rifffolomit des Malm Delta (Mittl. Kimmeridge). Die Bildung der Höhlensysteme im Hohlen Berg erfolgte durch Stillwasserkorrosion im phreatischen Bereich vor der Entstehung der angrenzenden Täler.

Abb. 1: Höhlenplan der Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth (umgezeichnet von Hilpert, nach DREYER 2000).

Grau: zu Esper's Zeit bekannte Höhlen-
teile.

Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth (D 109)



Grau: Zu Esper's Zeiten bekannte Räume; weiß: ab 1971 neu entdeckte Räume.

umgezeichnet und verändert von B. Hilpert
(nach DREYER 2000)

Das Eingangsportal der Zoolithenhöhle öffnet sich nach Norden und liegt auf einer Höhe von 455 m ü. NN. Der Eingang ist heute vermauert und mit einer Stahltür versehen. Die Höhle besteht aus einem komplexen System von zahlreichen verschieden großen Räumen und Gängen, verteilt auf mehrere Stockwerke (Abb. 1). Die Gesamtlänge aller Höhlenteile beträgt etwa 600 m.

Forschungsgeschichte

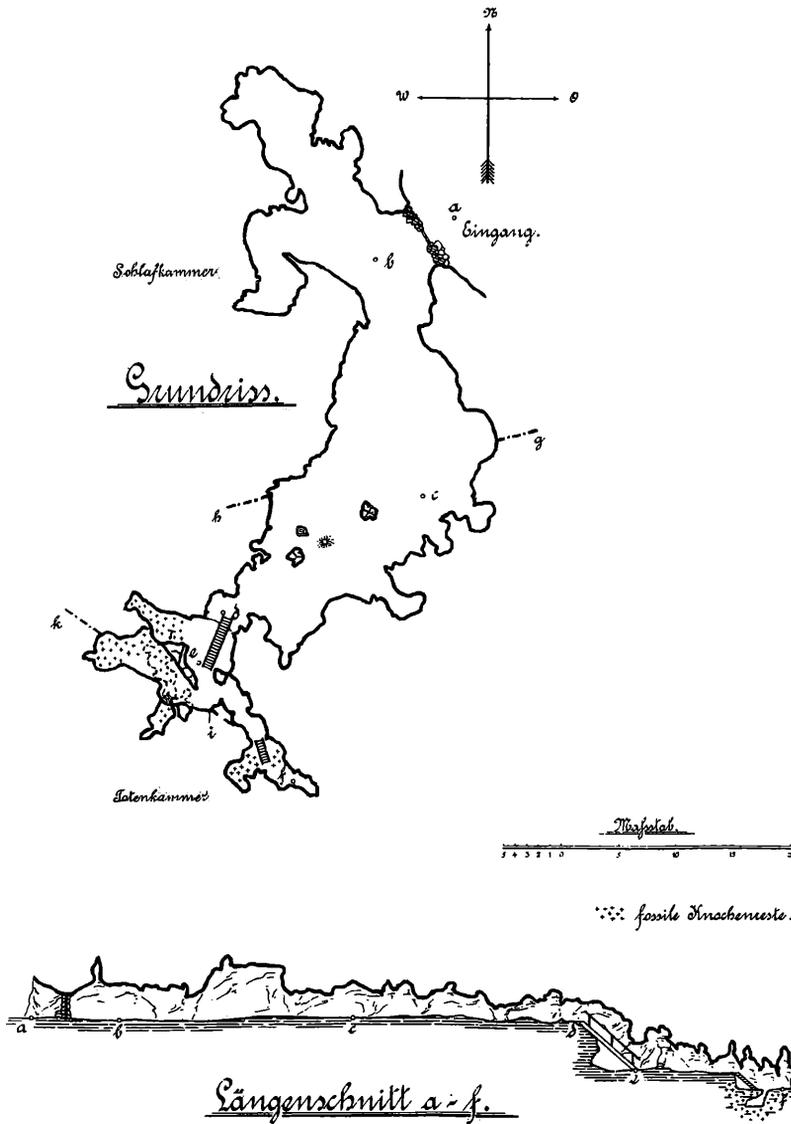
Die Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth (Nördliche Frankenalb) ist eine der weltweit bedeutendsten quartärpaläontologischen Höhlenfundstellen. Ihre Forschungsgeschichte kann nur überblicksweise wiedergegeben werden. Ausführlichere Daten zur Geschichte der Zoolithenhöhle sind in z. B. in HELLER (1972), KAULICH (1992) und ROSENDAHL (2001a) nachzulesen. Eine umfangreiche Beschreibung von Esper's Vita geben unter anderem TAUSENDPFUND & WOLF (1982).

Die Zoolithenhöhle wurde erstmalig 1602 von Joh. Bonius in einer Bamberger Stadtbeschreibung schriftlich erwähnt (HELLER 1972, 7). Der Name 'Zoolithenhöhle' kommt von dem Begriff „Zoolithen“ (übersetzt soviel wie „Tiersteine“), den Esper für die vorgefundenen, teilweise versinterten („steinharten“) Knochen prägte. Ursprünglich war diese Höhle als „Gail(l)enreuther Höle“ bekannt. 1771 begann Pfarrer Johann Friedrich Esper aus Erlangen mit der Erforschung der Höhle. Seine 1774 in einem großen Folioband publizierten Ergebnisse stellen den Beginn der wissenschaftlichen Erforschung von Höhleninhalten in Deutschland dar (HELLER 1972, HILPERT 2005b, ROSENDAHL 2002). In den folgenden Jahrzehnten beschäftigte sich nicht nur ESPER (1784, 1790) intensiv mit den Funden der Zoolithenhöhle, sondern auch GOLDFUSS (1810, 1818, 1821, 1823), CUVIER (z. B. 1805, 1806, 1807) und ROSENMÜLLER (1794). Insbesondere Goldfuss sind die Erstbeschreibungen einiger Arten aus der Zoolithenhöhle zu verdanken, so:

Höhlenlöwe	<i>Felis spelaea</i>	GOLDFUSS 1810	heute: <i>Panthera leo spelaea</i>
Höhlenvielfraß	<i>Gulo spelaeus</i>	GOLDFUSS 1818	heute: <i>Gulo gulo</i>
Höhlenhyäne	<i>Hyaena spelaea</i>	GOLDFUSS 1823	heute: <i>Crocota crocuta spelaea</i>
Höhlenwolf	<i>Canis spelaeus</i>	GOLDFUSS 1823	heute: <i>Canis lupus</i>

Wolf und Vielfraß, ursprünglich wegen ihres häufigen Auffindens in Höhlen *Canis spelaeus* und *Gulo spelaeus* genannt, werden heute zu den schon 1758 von LINNÉ beschriebenen Arten *Canis lupus* und *Gulo gulo* gestellt. Auf J. C. Rosenmüller (ROSENDAHL & KEMPE 2004) geht die Erstbeschreibung des Höhlenbären zurück, *Ursus spelaeus* ROSENMÜLLER 1794. Eine forschungsgeschichtliche Darstellung, wie es zur Artaufstellung des Höhlenbären kam, geben KEMPE et al. (2005). Zu weiteren Forschern zählte unter anderem W. Buckland, der das bei einem Besuch 1816 Gesehene als Beweis seiner Überschwemmungstheorie verwendete (BUCKLAND 1823).

Abb. 2: Plan der 1904 zugänglichen Räume der Zoolithenhöhle (verändert nach NEISCHL 1904).



Einige der letzten umfangreichen Beiträge zum Inhalt der Zoolithenhöhle lieferte J. A. WAGNER (1839, 1842, 1851). In den folgenden Jahrzehnten des 18. und 19. Jahrhunderts wurden in erster Linie Knochen in großer Menge geborgen. Dabei wurde die Höhle regelrecht ausgebeutet, wobei auch Sinter und Tropfsteine entfernt wurden. Kaum ein Museum oder Naturalienkabinett, das nicht Funde aus der Zoolithenhöhle besitzen wollte. Dazu kamen zahlreiche Forscher und Privatleute, so daß Funde aus der Zoolithenhöhle heute über die ganze Welt verteilt sind. Raumbeschreibungen und Lagerungsverhältnisse waren nach dem epochalen Werk von ESPER (1774) nur noch in Kurzversionen bei GOLDFUSS (1810) oder J. HELLER (1829)

zu finden. Die Beschreibung von J. HELLER (1829) zeigt, daß die Höhle bereits zu diesem Zeitpunkt nicht mehr in vollem Umfang zugänglich war, sondern im Bereich des heutigen Wühlschachtes endete. Der Durchgang zu den anderen Räumen war durch die rabiaten Bergungs- und Wühlarbeiten verstopft worden. Daher reicht der allererste Höhlenplan, der von den Räumen der Zoolithenhöhle angefertigt wurde, auch nur bis zu diesem Bereich (NEISCHL 1904, Tafel 15) (Abb. 2).

Aufgrund des Bekanntheitsgrades der Zoolithenhöhle und der Berühmtheit ihres Knocheninhaltes war sie bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts fast völlig leergeräumt. Nach HELLER (1972) sollen Reste von mehr als 1000 Höhlenbären aus der Höhle geschafft worden sein. Zahlreiche von diesen Funden, aber auch Knochen von Höhlenlöwen, Höhlenhyänen und Vielfraßen, finden sich in den Sammlungen vieler europäischer Naturkundemuseen (z. B. Berlin, Frankfurt, Paris und London; ROSENDAHL 2001a).

1971 konnten bis dahin ungestörte, neue Höhlenteile entdeckt werden (NIGGEMEYER & SCHUBERT 1972). Die stark voneinander abweichenden Angaben zu Anzahl und Größe der Räume bei ESPER (1774) und nachfolgenden Arbeiten (NEISCHL 1904) hatten Niggemeyer und Schubert angeregt, die Schuttmassen im Wühlschacht auszuräumen und die bei Esper beschriebenen Räume wiederzufinden. Erst dieses Vorhaben und seine Ausführung ermöglichten die Entdeckung des Durchstieges von der Aufstiegs- in die Zaunikhalle. Einige dieser neuen Höhlenteile waren ebenfalls sehr knochenreich, wie z. B. Schacht und Spalte, die Bärenkammer sowie die Wolfsschlucht. In den Jahren 1971 bis 1974 sowie 1978 und 1979 wurden vor allem in der Bärenkammer und dem System Spalte-Schacht Grabungsaktionen unter der Leitung von J. Th. Groß und F. Heller (Institut für Paläontologie, Erlangen) durchgeführt (GROSS 1972, 1979). Weitere Grabungsaktionen folgten 1980 bis 1982 mit Schwerpunkt in der Wolfsschlucht und im Guloloch.

Neben den Knochenfunden sind heutzutage auch die Sinterbildungen von Interesse. In den neu entdeckten Bereichen gibt es auch sehr massive Versinterungen, zum Teil mit natürlichem Sinterbruch. Die Speläotheme können zum Teil mehreren Wachstumsgenerationen zugeordnet werden, zum Beispiel im Aufzugschacht (KEMPE & ROSENDAHL 2001).

Geologie und Stratigraphie

Sedimente und Stratigraphie der alten Höhlenteile können nur in Ansätzen rekonstruiert werden. Beobachtungen lieferte hierzu in erster Linie ESPER (1774, 1790). Erst für die 1971 neu entdeckten Höhlenteile liegen genauere Daten vor.

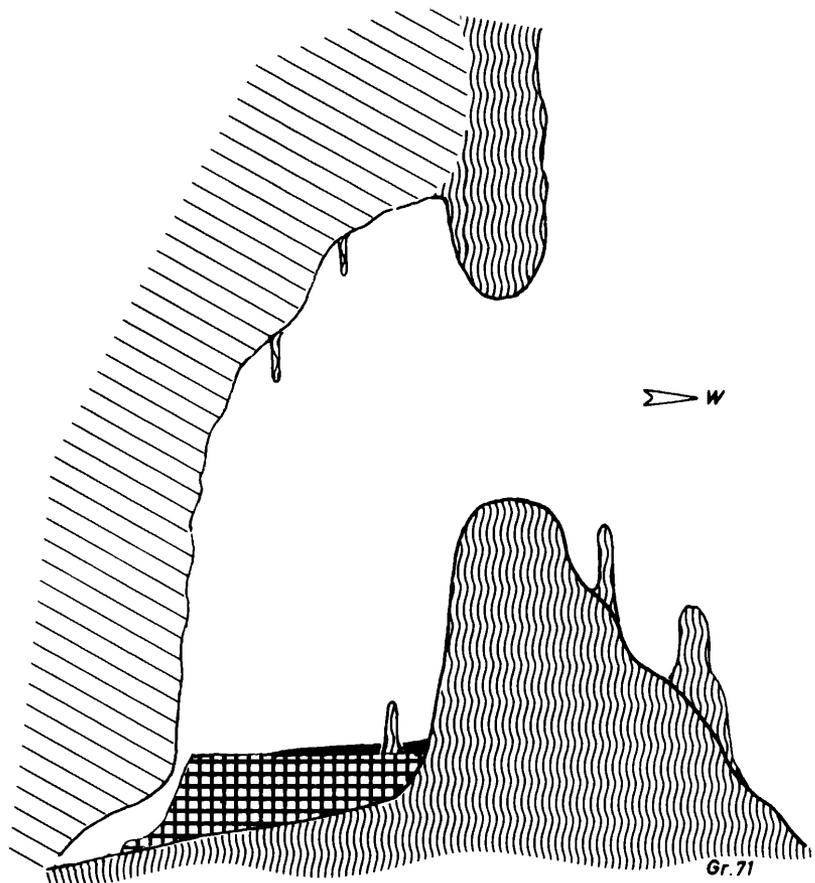
Sedimente und Stratigraphie der „alten Räume“, Angaben von ESPER (1774)

Nach ESPER (1774, s. a. HILPERT 2005b) waren in der Eingangshalle 1771 keine Sedimente zu beobachten. Der Boden bestand aus einer Sinterdecke. Lediglich im Bereich der heutigen Schlafkammer (Vorsaal bei Esper) war

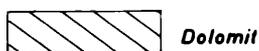
der Boden mit „*schwarzer schlammartiger Erde*“ (ESPER 1774, 11), also vermutlich humushaltiger Erde bedeckt. Im Aufzugschacht dagegen wurde der Boden von Sediment, vermengt mit Knochen, gebildet. An den Wänden waren Knochen festgesintert. Für diesen Raum gibt ESPER (1774) eine relativ genaue Beschreibung der vorgefundenen Situation. Beim Entfernen der oberen Schicht aus Knochen und Sediment tauchten in diesem Gemenge Trümmer von „Urnen“ auf. Sie fanden sich flächendeckend im ganzen Raum. Darunter befand sich eine ca. 15 cm mächtige Schicht aus Kohlenstaub und Kohletrümmern auf einer Fläche von 4,65 m². Unter dieser lagerte im rechten Abschnitt des Raumes zum Felsen hin wahrscheinlich eine Sinterplatte, die mit dem Felsen verwachsen war. Sie bedeckte nur einen Teil des Raumes. Die Schichten darüber konnten insgesamt bis zu 3 m mächtig sein. Unter der Sinterplatte waren Knochen und Sediment, darunter eine Schicht aus weißer Erde, feucht, „*ziemlich vest greifend*“ (ESPER 1774, 25), deren Deutung heutzutage schwierig ist. Wahrscheinlich handelte es sich dabei um Nester oder eine durchgehende Schicht von Montmilch. Die unterste Lage, mindestens 30 cm mächtig, wurde wieder aus Sediment und Knochen gebildet. Anstehender Fels wurde nicht erreicht. Durch diese Grabungsarbeiten konnte ein neuer Eingang in tiefer liegende Räume entdeckt werden, bei dem es sich vermutlich um den mit 1 markierten, den Aufzugschacht unterlagernden Bereich handelt (siehe Abb. 1). Zu der Sinterdecke gibt ESPER 1790 eine genauere Beschreibung. Durch die „Grabungstätigkeiten“ seit 1771 hatten sich die Gegebenheiten im Aufzugschacht deutlich verändert. Die „Stalactitenrinde“ war nun praktisch freigelegt und teils schon untergraben. „*Vor allen Dingen aber verlohnte sich's der Mühe, die über dieses Lager als eine Decke hinlauffende Stalactitenschale zu zerstaffen, welche man bisher nur untergraben und elend darunter hinkriechen mußte*“ (ESPER 1790, 92). ESPER (1790) gibt ihre Mächtigkeit mit knapp 30 cm an. Wie schon 1774 von ESPER beschrieben, fanden sich auch darunter zahlreiche Knochenreste. 1790 drang ESPER auch in Teile im Bereich der Kreuzspalten vor. In einem der Räume konnte Esper wieder eine Schichtenfolge beobachten. Der unterste Bereich wird durch ein „mächtiges Concretenlager“ (ESPER 1790, 104) gebildet, gefolgt von einer Schicht Knochen gemischt mit Sinter/Tropfsteinen. Darüber liegt eine Schicht aus Humus/Erde. Den Abschluß nach oben bildet eine Art Sinterdecke.

Die Sedimente der Eingangshalle, des Aufzugschachtes und den Räumen zum Wühlschacht sind nach Esper einheitlich und praktisch nicht zu unterscheiden gewesen. Sie waren von bräunlich-gelber Farbe. Außer der Schicht aus weißem Sediment (vermutlich Montmilch) im Aufzugschacht gab es noch an weiteren Stellen direkt an den Wänden rund 30 - 90 cm mächtige Partien aus weißem Sediment („animalische Mergel“, ESPER 1774, 32). Sie werden als kompakt, anfangs weich, schnell aushärtend beschrieben. Ob und inwieweit die von Esper beobachtete Stratigraphie im Aufzugschacht mit der Profilaufnahme von ROSENDAHL & KEMPE (2004), siehe „Geologie und Paläontologie des Profils im Aufzugschacht“, korrelierbar ist, kann nur durch zukünftige Forschungen geklärt werden.

Abb. 3: Querschnitt durch die Bärenkammer (Zeichnung J. TH. GROISS).



Zoolithenhöhle / Burggaillenreuth: Querschnitt durch die Bärenkammer



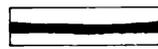
Dolomit



Knochenmaterial



Sinter



Lehmkegel

Sedimente und Stratigraphie der 1971 entdeckten Räume

Bessere Daten liegen aus den 1971 neu entdeckten Räumen vor. Das Sediment im Guloloch ist dunkelbraun bis rotbraun, die Knochen lagen regellos verteilt (siehe GROISS 1983). Schichten wurden nicht beobachtet. Das Vorkommen vollständiger, unbeschädigter Unterkiefer juveniler Höhlenbären bestätigt die Beobachtung, daß es in diesem Raum zu keinen Wühlereien gekommen war, denn dadurch wären die Unterkiefer zerstört

worden. In dem System aus Spalte und Schacht konnte ebenfalls rotbraunes Sediment festgestellt werden. Bedingt durch die Einlagerungen der Knochen über die Spalte konnte im Schacht auch keine Einregelung der Knochen oder eine Stratigraphie beobachtet werden. Auf dem Knochenlager im Schacht ist zum Abschluß ein Stalagmit gewachsen, der rund 11.720 a alt ist (siehe Tab. 2). Anders stellen sich die Verhältnisse in der Bärenkammer

dar. Diese Nische muß außerdem ein anderes Liefergebiet für die Knochen gehabt haben als Guloloch, Spalte und Schacht. In diese drei Räume dürfte das Sediment samt Fauna durch Umlagerungsprozesse aus der Eingangshalle gelangt sein. Die Bärenkammer ist eine Einbuchtung in der Ostwand der Löwengrube, die rund 3m breit und 2m tief ist. Der Boden wird von Sinterablagerungen gebildet, ebenso die „Wand“ zur Löwengrube hin, die aus einer 2,6 m hohen Sinterbarriere besteht (Abb. 3). Die Mächtigkeit der Fossil-schicht beträgt 60 - 90 cm. Im Westen bzw. Südwesten wird der obere Bereich der Fossilablagerung von einer gelb- bis braunroten Lehmschicht gebildet, die vermutlich über eine im Süden an der Wand sich befindende Röhre in die Bärenkammer gelangte (siehe auch GROISS 1972). Darunter befindet sich lehmiges Sediment, dunkelbraun bis braunrot mit regellos verteilten Knochen. Die oberen 20 - 30 cm des Fossil-lagers waren lose gepackt, zum Boden hin jedoch zunehmend mit Sinter verbacken bis hin zu einer regelrechten Sinterbrekzie. Auf der Oberfläche der Fossilablagerung wuchsen teilweise Tropfsteine von 35 - 90 cm Höhe.

Geologie und Paläontologie des Profils im Aufzugschacht

Im Rahmen eines von der DFG geförderten Projektes „Höhlsinter und Paläoklima im Pleistozän Mitteleuropas“ wurde damit begonnen, pleistozäne Sinterabfolgen in der Zoolithenhöhle zu untersuchen und mit der TIMS-U/Th-Methode zu datieren (KEMPE et al. 2002).

Abb. 4: Schematische Zeichnung des Sediment-Profiles aus dem Aufzugschacht (Zeichnung W. Rosendahl).

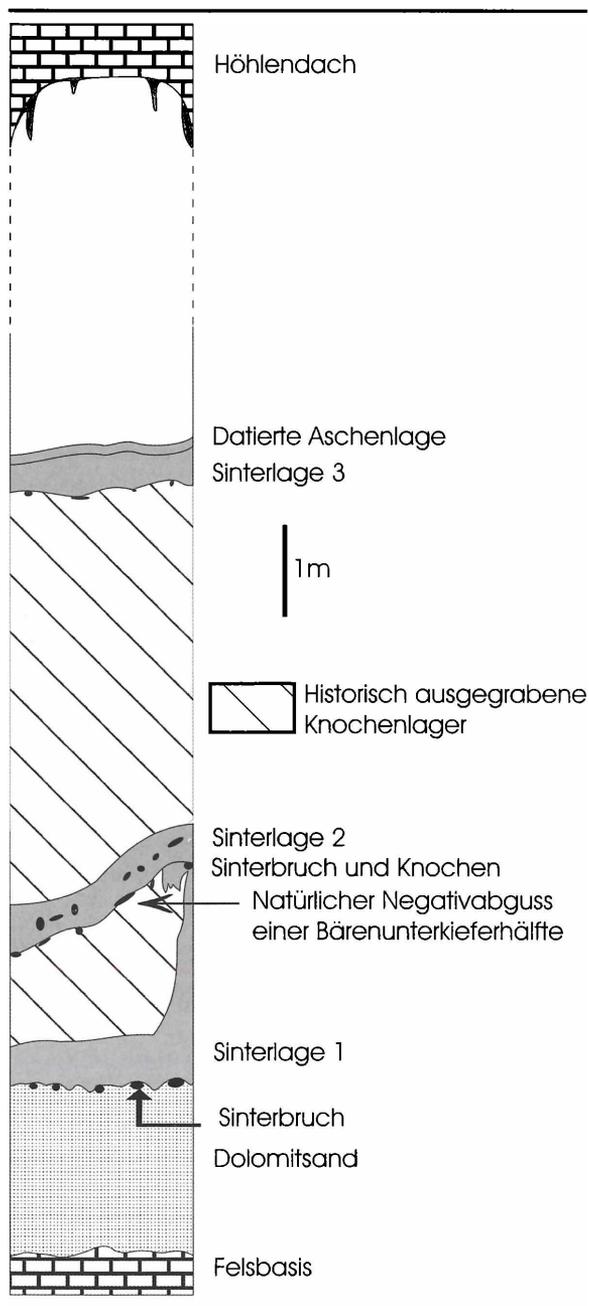
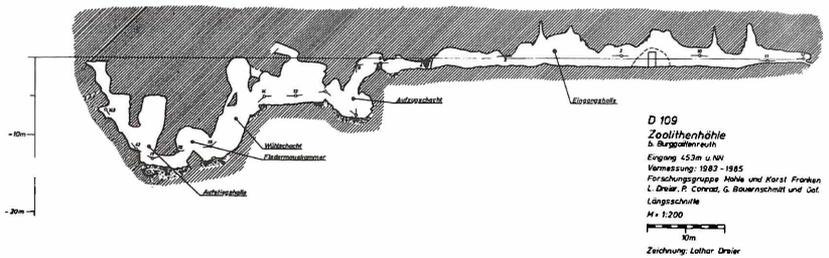


Abb. 5: Querschnitt durch die alten Teile der Zoolithenhöhle. Oben: Historische Ausgrabungen, nach BUCKLAND 1823. Unten: Moderne Planaufnahme, Forschungsgruppe Höhle und Karst Franken.



Längsschnitte mit gestreckten Achsen



Zum untersuchten Bereich gehört auch ein 8 m mächtiges Sedimentprofil im sogenannten Aufzugschacht (Abb. 4). Dieser Schacht enthielt ursprünglich einen Großteil der während des 18. und 19. Jahrhunderts ausgegrabenen knochenhaltigen Ablagerungen (Abb. 5). Ein Teil der alten Ablagerungen sind als Wandanhafungen noch vorhanden.

Die Profilabfolge beginnt im Liegenden, über dem anstehenden Felsboden, mit einer 180 cm mächtigen Abfolge von gelb-grauem, fossilfreien Dolomitsand (ROSENDAHL & KEMPE 2004). Der Sand wird überlagert von einer 50 cm dicken Sinterlage (Sinterlage 1). Über dieser Sinterlage folgt eine 80 bis 160 cm mächtige Zone, welche ursprünglich mit knochenhaltigen Höhlenlehmen gefüllt war. Anschließend folgt eine zweite, 50 cm dicke Sinterlage (Sinterlage 2). Mit einer Mächtigkeit von etwa 4 m setzt sich das Profil mit einer zweiten, ursprünglich mit knochenhaltigen Lehmen gefüllten Zone fort. Darüber folgt eine dritte, 40 bis 60 cm dicke Sinterlage (Sinterlage 3), welche die jüngste Ablagerung im Aufzugschacht darstellt.

Der Sand unter der Sinterlage 1 wurde in der jüngeren Vergangenheit von Höhlenforschern ausgegraben, wodurch es möglich war, die Basis der



Abb. 6: Einige zerbrochene Stalagmiten (in der Mitte die Probenstelle ZooSi2, Länge 20 cm), an der Basis der Sinterlage 1 (Foto W. Rosendahl).



Abb. 7: Natürlicher Abguß einer linken Mandibelhälfte eines Bären (Länge 20,5 cm), an der Basis der Sinterlage 2 (Foto W. Rosendahl).

Sinterlage zu untersuchen. In ihr steckten eingebackene, abgebrochene Stalagmiten und Stalaktiten (Abb. 6). Drei davon wurden zur TIMS-U/Th-Datierung entnommen. Für die Basis der Probe ZooSi2, einem etwa 20 cm langen und 8 cm dicken Stalagmiten, konnte ein Alter von $342 \pm 71,4$ ka ermittelt werden (KEMPE et al. 2002). Die Stalagmitenspitze war auf Grund von sekundärem Uranverlust nicht datierbar.

Der Stalagmit ZooSi2 repräsentiert die älteste bekannte Sintergeneration der Zoolithenhöhle (ROSENDAHL & KEMPE 2004). Das ermittelte Alter belegt ein Sinterwachstum während einer temperierten Klimaphase im Zeitraum der Sauerstoffisotopenstadien 11 - 9 (Oxygen Isotope Stage (OIS) 11 - 9). Die Tatsache, daß das Stück abgebrochen eingebettet wurde, läßt vermuten, daß der Stalagmit durch Höhleneis während der Glaziale der OIS 8 oder

Faunenliste Zoolithenhöhle

CARNIVORA

<i>Ursus spelaeus</i>	erstmals erwähnt für D 109 in: ROSENMÜLLER 1794 (Erstbeschreibung)
<i>Ursus arctos</i>	GOLDFUSS 1818, als <i>Ursus priscus</i>
<i>Cuon cf. priscus</i>	EHRLINGER & ZENGER 1999
<i>Canis lupus</i>	GOLDFUSS 1823, als <i>Canis spelaeus</i>
<i>Vulpes vulpes</i>	v. MÜNSTER 1829, 1833, als <i>Canis vulpinarius</i>
<i>Alopex lagopus</i>	CARLS 1980
<i>Martes martes</i>	GROISS 1972
<i>Mustela putorius</i>	v. MÜNSTER 1833
<i>Mustela erminea</i>	v. MÜNSTER 1833 ?, GROISS 1979
<i>Mustela eversmanni</i>	EBERLEIN 1994
<i>Mustela nivalis</i>	EBERLEIN 1994
<i>Meles meles</i>	J. A. WAGNER 1851, als <i>Meles antediluviana</i>
<i>Lutra lutra</i>	GROISS et al. 1998
<i>Gulo gulo</i>	GOLDFUSS 1818, als <i>Gulo spelaeus</i> als <i>Hyaena spelaea</i> GOLDFUSS 1823 (Erstbeschreibung)
<i>Crocota crocuta spelaea</i>	v. MÜNSTER 1833, als <i>Felis cattus</i>
<i>Felis silvestris</i>	J. A. WAGNER 1851, als <i>Felis lynxina</i>
<i>Lynx lynx</i>	CUVIER 1825, als <i>Felis antiqua</i>
<i>Panthera pardus</i>	als <i>Felis spelaea</i> GOLDFUSS 1810 (Erstbeschreibung)
<i>Panthera leo spelaea</i>	v. MÜNSTER 1833, als <i>Mustela diluviana</i>
<i>Mustela</i> sp.	v. MÜNSTER 1833, als <i>Mustela antiqua</i>
<i>Putorius</i> sp.	

HERBIVORA

<i>Mammuthus</i> sp.	DAWKINS 1876
<i>Cervus</i> sp. (<i>elaphus</i> ?)	GROISS 1979, DAWKINS 1876
<i>Capreolus</i> sp. (<i>capreolus</i> ?)	GROISS 1979
<i>Alces alces</i>	GROISS et al. 1998
<i>Megaloceros</i> sp.	DAWKINS 1876
<i>Rangifer</i> sp.	GROISS et al. 1998, DAWKINS 1876
<i>Bos</i> aut <i>Bison</i>	GROISS 1972
<i>Ovis</i> aut <i>Capra</i>	GROISS 1979
<i>Bovide</i> indet.	GROISS et al. 1998

INSECTIVORA

<i>Talpa europaea</i>	v. MÜNSTER 1833, als <i>Talpa spelaea</i>
<i>Sorex</i> sp.	GROISS 1979

RODENTIA

<i>Sciurus vulgaris</i>	v. MÜNSTER 1833, als <i>Sciurus diluvianus</i>
<i>Castor fiber</i>	v. MÜNSTER 1833, als <i>Castor spelaeus</i>
<i>Glis glis</i>	v. MÜNSTER 1833, als <i>Myoxus diluvianus</i> , <i>Myoxus glis fossilis</i>
? <i>Apodemus sylvaticus</i>	v. MÜNSTER 1833 ?, als <i>Mus diluvianus minor</i>
Muride indet.	v. MÜNSTER 1833 ?, als ? <i>Mus diluvianus major</i>
<i>Cricetus cricetus</i>	GROISS 1979
<i>Lemmus lemmus</i>	GROISS 1979
<i>Dicrostonyx guilielmi</i>	GROISS et al. 1998
<i>Arvicola scherman</i>	v. MÜNSTER 1833, als <i>Arvicola spelaea major</i>
<i>Clethrionomys acrorhiza</i>	GROISS et al. 1998

<i>Clethrionomys hintonianus</i>	GROISS et al. 1998
<i>Clethrionomys</i> sp.	CARLS 1986
<i>Microtus arvalis-agrestis</i>	R. WAGNER 1832, v. MÜNSTER 1833
<i>Microtus gregalis</i>	CARLS 1986
<i>Microtus arvalis</i>	CARLS 1986
<i>Microtus postarvalis</i>	CARLS 1986
<i>Microtus ratticeps</i>	CARLS 1986
<i>Microtus hintoni</i>	CARLS 1986
<i>Microtus agrestis</i>	CARLS 1986
<i>Microtus guentheri</i>	CARLS 1986
<i>Microtus nivalis</i>	CARLS 1986
<i>Microtus oeconomus</i>	CARLS 1986
<i>Microtus multiplex</i>	CARLS 1986
<i>Microtus normalis</i>	CARLS 1986
<i>Microtus malei</i>	CARLS 1986

Tab. 1: Vollständige
Faunenliste der
Zoolithenhöhle
(Zusammenstellung
B. Hilpert).

LAGOMORPHA

<i>Lepus europaeus</i>	GROISS 1979
------------------------	-------------

CHIROPTERA

<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	RUPP 1991
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	RUPP 1991
<i>Myotis myotis</i> (nur Holozän)	RUPP 1991
<i>Myotis blythi</i>	RUPP 1991
<i>Myotis bechsteini</i>	RUPP 1991
<i>Myotis emarginatus</i>	RUPP 1991
<i>Myotis natteri</i> (-Gruppe)	RUPP 1991
<i>Myotis</i> cf. <i>schaubi</i>	RUPP 1991
<i>Myotis dasycneme</i>	RUPP 1991
<i>Myotis</i> cf. <i>helleri</i>	RUPP 1991
<i>Myotis mystacinus</i>	RUPP 1991
<i>Myotis brandti</i>	RUPP 1991
<i>Myotis</i> sp.	RUPP 1991
<i>Plecotus</i> sp.	RUPP 1991
<i>Barbastella barbastella</i>	RUPP 1991
<i>Eptesicus serotinus</i>	RUPP 1991
<i>Eptesicus nilsoni</i>	RUPP 1991
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	RUPP 1991

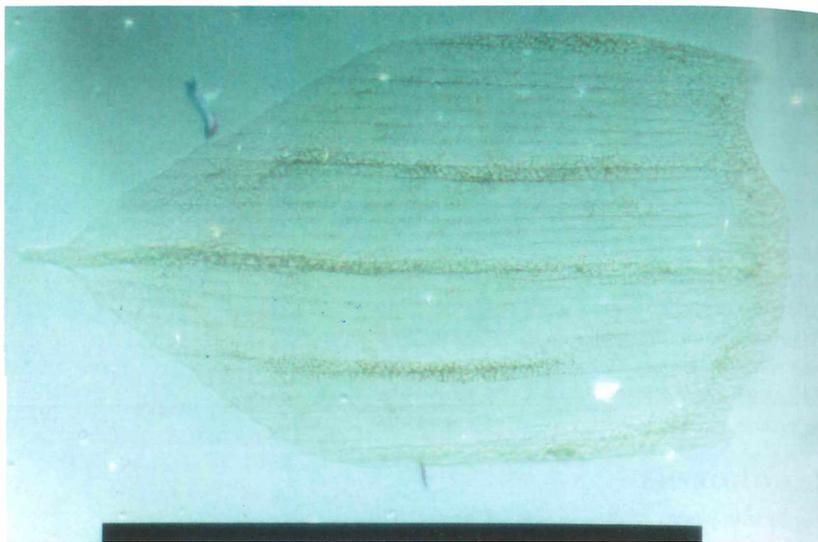
INSECTA

Trichoptera	ROSENDAHL & KEMPE 2002
Lepidoptera	ROSENDAHL & KEMPE 2002

PRIMATES

<i>Homo</i> sp.	ESPER 1774
-----------------	------------

Abb. 8: In der Basis
des Stalagmiten
ZooSi₂ gefundene
Insektenreste
(Lepidoptera). Skala-
Einteilung = 100 µm
(Foto W. Rosendahl).



10 abgebrochen wurde (KEMPE & ROSENDAHL 2003). Er wurde dann während des nächst jüngeren Interglazials/Interstadials von der Sinterlage 1 überwachsen. Das ursprünglich über der Sinterlage 1 vorhandene Knochenlager könnte deshalb in der OIS 6 oder 8, d. h. im jüngeren Mittelpleistozän, abgelagert worden sein (ROSENDAHL & KEMPE 2004). Da dieses Knochenlager zu dem im 18. und 19. Jahrhundert komplett ausgegrabenen Bereich gehört, könnte es möglich sein, daß einige der alten Knochenbeschreibungen, z. B. von Bärenknochen, auch mittelpleistozänes Material erfaßten (ROSENDAHL & KEMPE 2004). Eine weitere Beobachtung untermauert diese Möglichkeit: an der Basis der Sinterlage 2 befindet sich ein natürlicher Abguss der linken Unterkieferhälfte eines Bären (Abb. 7). Die Unterkieferhälfte besitzt einen relativ kurzen und hohen Corpus mandibularis und einen kurzen Ramus ascendens, und erinnert somit an die Morphologie mittelpleistozäner Bären (ROSENDAHL & KEMPE 2004). Die neuen Untersuchungen beinhalteten zum ersten Mal auch palynologische, also auf mikropaläontologische Reste zielende Analysen der Höhlensedimente. Über verschiedene Fraktionierungs- und Filterstufen wurden zwei Streupräparate hergestellt (ROSENDAHL 2001b), in denen insgesamt acht Insektenreste gefunden wurden. Außerdem konnten Pollenkörner (z. B. von *Juglans*, Walnuß), Schwerminerale und Holzkohlepartikel isoliert werden (ROSENDAHL & KEMPE 2002). Die Bestimmung der Insektenreste ergab, daß es sich um Körper- und Flügel-Fragmente von Trichoptera (Köcherfliegen) und Lepidoptera (Schmetterlinge) handelt (Abb. 8). Eine präzisere Artzuweisung war wegen der fragmentarischen Erhaltung nicht möglich. Durch die TIMS-U/Th-Datierung des Stalagmiten, aus dem die Insektenreste stammen, konnten erstmals in Deutschland Insekten in einem mittelpleistozänen Höhlensinter nachgewiesen werden (ROSENDAHL & KEMPE 2002).

Paläontologie

Aus der Zoolithenhöhle sind inzwischen 73 Tierarten bekannt (Tab. 1). Diese Arten beinhalten sowohl fossile als auch subfossile bis rezente Funde. Die bekanntesten fossilen Tierarten aus der Zoolithenhöhle sind der Höhlenbär, *Ursus spelaeus* ROSENMÜLLER 1794, der Höhlenlöwe, *Panthera leo spelaea* (GOLDFUSS 1810), sowie die Höhlenhyäne, *Crocota crocuta spelaea* (GOLDFUSS 1823). Die Menge der geborgenen Funde kann nicht genau beziffert werden, dafür ist das Material über zu viele Sammlungen weltweit verstreut. Schätzungen zu den Mengen aus dem 18. und 19. Jahrhundert belaufen sich auf 860 Individuen von *Ursus spelaeus*, 25 von *Panthera leo spelaea*, 25 von *Crocota crocuta spelaea*, 30 von *Gulo gulo* und 50 von *Canis lupus* (HELLER 1972). Obwohl die ersten Bearbeitungen der meisten Tierarten bereits Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts erfolgten, dauerte es bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts, bis in der Höhle erneut wissenschaftliche Forschungen stattfanden und ihre Ergebnisse zu den Funden dargelegt wurden. Neue Impulse erhielt die Forschung auch durch die Neuentdeckungen von 1971 und die daraufhin folgenden Ausgrabungen, die umfangreiches neues Knochenmaterial erbrachten. Bei den im Folgenden beschriebenen Funden handelt es sich hauptsächlich um das seit 1971 geborgene Material, welches im Institut für Paläontologie in Erlangen aufbewahrt wird.

Carnivora - Raubtiere

Ursus spelaeus (Höhlenbär), *Ursus arctos* (Braunbär)

Die Hauptmenge des Materials aus der Zoolithenhöhle wird von Raubtieren gestellt. Hierbei nimmt der Höhlenbär die mit Abstand führende Position ein. In seinen Hauptmerkmalen handelt es sich um einen typischen *Ursus spelaeus* (siehe HILPERT 2005c) (Abb. 9). Die Altersverteilung der Bären



Abb. 9: Schädel
Ursus spelaeus
(Abb. 9-21
Fotos Hilpert).

Abb. 10:
Ursus spelaeus,
reduzierter P⁴.



ist in den einzelnen Räumen unterschiedlich. Während im System Spalte-Schacht ca. 2/3 adulten Tieren rund 1/3 Jungtiere gegenüberstehen, kommen in der Bärenkammer fast ausschließlich adulte Bären vor. Im Guloloch dagegen sind auffallend viele Jungtiere vertreten (nach B. HILPERT). Von den Bären sind in allen genannten Räumen stets mehr oder weniger alle Skelett-Elemente gefunden worden. Das bedeutet, daß ursprünglich komplette Skelette zur Ablagerung gekommen sein müssen. Die Anzahl der pathologischen Funde ist, gemessen an der Menge des ab 1971 geborgenen Materials, eher gering. Exostosen konnten an 7 Knochen festgestellt werden, Brüche an 12 Funden und Schlagverletzungen an 4 Knochen des Höhlenbären (GROSS 1978). Großes Interesse liegt bei der Forschung auf der Morphologie der Zahnoberflächen. Die Analyse der Morphotypen ergab, daß die Bären aus Guloloch und Bärenkammer einen höheren Index aufweisen als die aus Spalte und Schacht (RABEDER 1983, HILPERT 2005c). Eine Besonderheit ist allerdings am P⁴ zu finden. Rund 8,5 % der P⁴ aus Bärenkammer, Guloloch, Schacht und Spalte haben ein teilweise bis ganz reduziertes Protocon (Abb. 10). Eine ähnliche Erscheinung am P⁴ zeigt nur der Eisbär. Möglicherweise liegt hier eine beginnende Anpassung an eine stärker carnivor betonte Ernährung vor (HILPERT 2005a). Relativ selten sind Funde vom Braunbären, *Ursus arctos*, anzutreffen. Reste eines Skelettes aus dem Bereich vor der Spalte sowie einige weitere Funde, verteilt auf die übrigen Räume, sind im 20. Jahrhundert geborgen worden (GROSS 1972).

***Canis lupus* (Wolf), *Cuon alpinus* (Rothund), *Vulpes vulpes* (Rotfuchs), *Alopex lagopus* (Eisfuchs/Polarfuchs)**

Zahlreich sind auch Wölfe und Füchse vertreten. Sie sind vor allem aus dem Guloloch und der Wolfsschlucht geborgen worden. Die Bearbeitung der cranialen Elemente von *Canis lupus* ergab unter anderem ein relativ ausgeglichenes Verhältnis von Männchen und Weibchen (ZENGER 1997). Außerdem konnte ein Unterkiefer von *Cuon* aus dem Guloloch identifiziert werden, der erst *Cuon alpinus* zugeordnet wurde (ZENGER 1997), jedoch nach detaillierteren Vergleichen als *Cuon cf. priscus* bestimmt wurde (EHLINGER & ZENGER 1999). Dies ist die erste Nennung eines *Cuon* aus der Zoolithenhöhle (Abb. 11). Bei den Füchsen konnte von CARLS (1980) erstmals der Eisfuchs, *Alopex lagopus*, nachgewiesen werden.



Abb. 11: Unterkiefer
Cuon cf. prisus.

***Panthera leo spelaea* (Höhlenlöwe)**

Weniger zahlreich sind Reste von Feliden. Die Hauptmenge stammt dabei vom Höhlenlöwen, *Panthera leo spelaea*. Auch in dem Material aus den Grabungen im 20. Jahrhundert konnten Reste dieser Großkatze identifiziert werden (Abb. 12). Es handelt sich sowohl um craniale als auch postcraniale Skelett-Elemente. An dieser Tierart, die ursprünglich als ‘*Felis spelaea*’ beschrieben wurde, ist in den letzten Jahrzehnten eine lebhafteste Diskussion entstanden, ob es sich um einen Löwen oder einen Tiger handelt. Morphologische Analysen an Gehirnausgüssen einiger Funde aus Bayern wurden dahingehend interpretiert, daß es sich um Tiger handelt (GROISS 1996, 2001). Neue genetische Analysen ergaben jedoch, daß es sich um Löwen handelt (ARNDT et al. 2004, BURGER et al. 2004, ROSENDAHL et al. 2005). Die Analysen zeigen außerdem, inwieweit sich der Höhlenlöwe genetisch von den heutigen Löwen unterscheidet und daß er als Unterart „*Panthera leo spelaea*“ und nicht als eigene Art „*Panthera spelaea*“ zu führen ist.



Abb. 12: Unterkiefer
Panthera leo spelaea.

***Panthera pardus* (Leopard), *Lynx lynx* (Luchs), *Felis silvestris* (Wildkatze)**

Nur wenige Reste konnten bis jetzt von *Panthera pardus*, *Lynx lynx* und *Felis silvestris* nachgewiesen werden. Aus dem Guloloch und der Spalte wurde jeweils eine linke Mandibel von *Panthera pardus* bestimmt (GROISS 2002) (Abb. 13). Außerdem sind einige postcraniale Reste vorhanden. Zahlreicher sind die Fundstücke vom Luchs. Bei den in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts durchgeführten Grabungen konnten fast alle Skelett-Elemente eines Luchses, *Lynx lynx*, aus dem Guloloch geborgen werden (GROISS 1983). Wahrscheinlich stammen sie alle von einem Individuum (Abb. 14). Die Knochen wurden nicht im Verband gefunden, sondern waren

Abb. 13: Unterkiefer
Panthera pardus.



Abb. 14: Skelett-
Teile *Lynx lynx*.



regellos im Sediment verteilt. Es dürfte sich, wie an den anderen Fundstellen, um umgelagertes Material handeln. Erweitert werden konnte auch die Liste der Wildkatzen, *Felis silvestris*. Schon im 19. Jahrhundert aus der Zoolithenhöhle bekannt, wurden bei den neuen Grabungen einige craniale und postcraniale Funde in der Säulenhalle, der Bärenkammer und der Spalte geborgen (GROISS 1985).

***Crocuta crocuta spelaea* (Höhlenhyäne)**

Von Hyänen sind in der Zoolithenhöhle seit Beginn der Grabungen im 18. Jahrhundert relativ häufig Funde gemacht worden. Auch in den neu entdeckten Höhlenräumen konnten Hyänenreste geborgen werden (13 craniale, diverse postcraniale) (AMBROS 1998). Außerdem sind in Erlangen noch 3 Funde aus den alten Grabungen vor 1971 vorhanden (Abb. 15). Die Funde zeigen alle die typischen Merkmale von *Crocuta crocuta spelaea*.

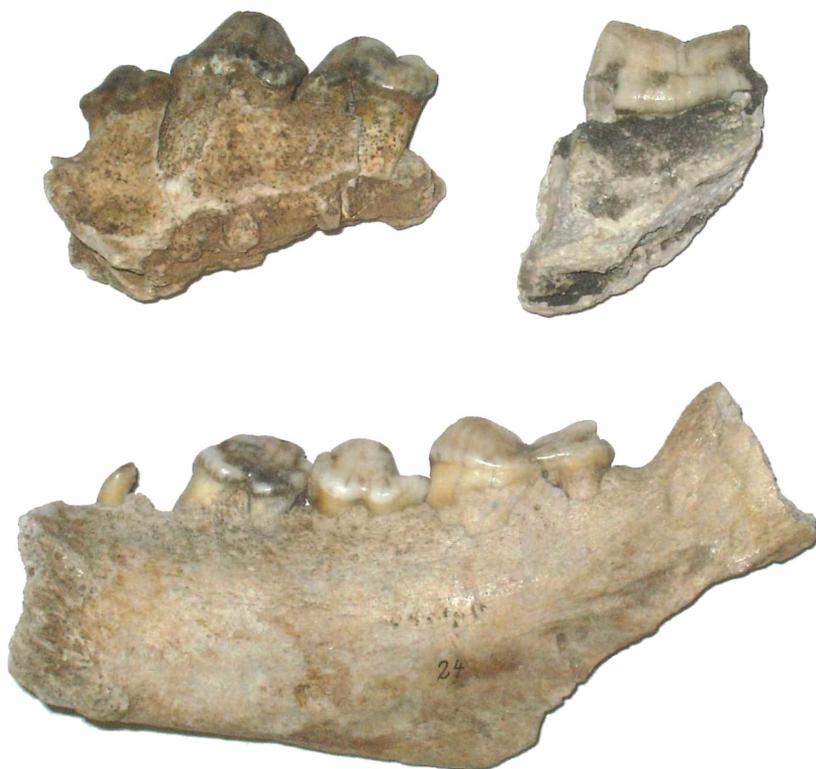


Abb. 15: Kiefer-Fragmente *Crocuta crocuta spelaea*.

***Gulo gulo* (Vielfraß), *Lutra lutra* (Fischotter), *Meles meles* (Dachs)**

Von der Familie der Mustelidae sind in der Zoolithenhöhle insgesamt 8 Arten nachgewiesen. Die größte davon ist *Gulo gulo* (Abb. 16). Von ihm liegen rund 20 Funde vor, die fast ausschließlich im Guloloch gefunden wurden (daher auch der Name dieses Raums). Sie sind, wie auch in anderen wärmzeitlichen Fundstellen Europas zu beobachten, größer als die rezenten

Abb. 16: Skelett-
Teile *Gulo gulo*.



Abb. 17: Phalangen
und Metapodien
Lutra lutra.



Vertreter (DÖPPES 2001, 2005; EBERLEIN 1994). Erst in den letzten Jahren konnten im Material aus den neuen Räumen einige Funde von *Lutra lutra* identifiziert werden (Abb. 17). Es handelt sich bis jetzt um 14 Phalangen I, 9 Phalangen II, 3 miteinander artikulierende Metacarpalia und 3 Metatarsalia, von denen 2 eine Passung aufweisen (AMBROS 2005) sowie 1 Calcaneus und 2 Scapholunare. Vom Dachs, *Meles meles*, sind 2 vollständige Skelette bekannt. Diese beiden Skelette sind allerdings subfossil bis rezent. Laut NIGGEMEYER & SCHUBERT (1972) sind beide Dachse im vom Schacht III wegführenden Gang gefunden worden.

***Martes martes* (Baummarder), *Mustela putorius* (Iltis), *Mustela eversmanni* (Steppeniltis), *Mustela erminea* (Hermelin), *Mustela nivalis* (Mauswiesel)**

Wesentlich umfangreicher sind die Funde der „kleinen“ Musteliden, *Martes martes*, *Mustela putorius*, *Mustela eversmanni*, *Mustela erminea*, und *Mustela nivalis* (Abb. 18). Bis auf *Mustela erminea* stammt das Material fast ausschließlich aus der Wolfsschlucht; vereinzelt wurden auch Reste in der Löwengrube, der Bärenkammer und der Säulenhalle geborgen (AMBROS 2005, EBERLEIN 1994). *Mustela erminea* ist überwiegend im Guloloch und der Wolfsschlucht zu finden. Während EBERLEIN (1994) neben *Martes martes* auch *Martes foina* (Steinmarder) für die Zoolithenhöhle angibt, konnte AMBROS (2005) durch detaillierte morphologische Studien an postcranialen Skelett-Elementen (besonders Metapodien) zeigen, daß nur *Martes martes* nachweisbar ist.

Alle genannten Raubtiere zeigen die für ihre Art typischen metrischen und morphologischen Merkmale. Es gibt bis jetzt von dieser Seite her keinen Hinweis darauf, daß auch älteres, also mittelpleistozänes, Material vorhanden sein könnte. Nun handelt es sich bei diesen Funden um Material aus den 1971 neu entdeckten Räumen, die auf den ersten Blick nicht mit den im 18. und 19. Jahrhundert ausgebeuteten Höhlenteilen in Zusammenhang stehen. Wie bereits erwähnt, war das Guloloch zu dieser Zeit zwar bereits zugänglich, wurde aber offensichtlich nicht angetastet. Spalte und Schacht sind ein den Bereich der Aufstiegshalle unterlagerndes Gang-Schacht-System. Anstehender Fels wurde in der Aufstiegshalle nie erreicht,



Abb. 18: Schädel mit Unterkiefer *Mustela eversmanni*.

so daß hier eine Verbindung denkbar ist, was durch einen Rauchversuch im Schacht-Spalte-System auch bestätigt wurde (mündl. Mitt. Groß). Das Material aus Spalte und Schacht könnte das gleiche Liefergebiet gehabt haben wie die aus dem Aufzugschacht geborgenen Funde. Wenn die Räume das gleiche Liefergebiet gehabt hätten, dann müßte das Material aus Spalte und Schacht, da tiefer liegend, älter sein als das aus dem Aufzugschacht. Dies steht im Widerspruch zu den Datierungen aus dem Aufzugschacht mit $342 \pm 71,4$ ka (KEMPE et al. 2002, ROSENDAHL & KEMPE 2004), denn die Bären zeigen keinerlei Merkmale, die auf mittelpleistozäne Formen hindeuten. Um dieses Problem zu lösen, sind weitere Forschungen nötig. Es ist zu klären, ob die im Profil beobachteten Sinter“böden“ flächendeckend waren und ob das ab dem 18. Jahrhundert geborgene Material wirklich die zur Datierung gehörende Verfüllungsphase darstellt oder ob hier nicht evtl. mehrere Verfüllungs- und Ausräumphasen vorliegen. Wichtig wären in diesem Zusammenhang auch neue Datierungen an „alten“ (18./19. Jahrhundert) Funden sowie neuem Bärenmaterial aus Spalte und Schacht.

Herbivora - Pflanzenfresser

***Cervus* sp. (Rothirsch), *Capreolus* sp. (Reh), Bovide (Rinderartige), *Ovis* (Schaf), *Capra* (Ziege), *Alces alces* (Elch), *Rangifer* sp. (Rentier)**
Funde von Pflanzenfressern wurden im Material aus der Zoolithenhöhle erst 1979 identifiziert. Dabei handelt es sich um den Astragalus eines Hirsches, *Cervus* sp., einen Astragalus aus dem Guloloch von *Capreolus* sp. und einen P_4 eines Boviden aus dem Schacht (Abb. 19). Ein Metacarpus, leider aus dem Schutt und somit ohne Raumzuordnung, stammt von *Ovis* aut *Capra* (Schaf/Ziege). Hier kann die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden, daß es sich um einen holozänen Fund handelt (GROISS 1979). Inzwischen sind noch einige Rest von *Alces alces* und *Rangifer* sp. hinzugekommen (GROISS et al. 1998).

Bei DAWKINS (1876) werden ohne genauere Angabe Mammut, Riesenhirsch, Rentier und Hirsch genannt.

Abb. 19: Funde von Hirschen und Rindern.



Insectivora - Insektenfresser

Talpa europaea (Maulwurf), *Sorex sp.* (Spitzmaus)

Von dieser Tiergruppe sind kaum Funde in der Zoolithenhöhle vorhanden. Bereits 1833 waren Reste von *Talpa europaea* bekannt. 1979 kamen zahlreiche Funde von *Sorex sp.* hinzu, die aus Proben der Wolfsschlucht und dem Guloloch ausgeschlämmt wurden (GROISS 1979).

Rodentia - Nagetiere

Ein Teil der Rodentia ist bereits seit Anfang des 19. Jahrhunderts bekannt, so *Sciurus vulgaris* (Eichhörnchen), *Castor fiber* (Biber), *Glis glis* (Siebenschläfer) (Abb. 20), ? *Apodemus sylvaticus* (Waldmaus), *Arvicola scherman* („Hochgebirgs“-Schermaus) und *Microtus arvalis-agrestis* (Feldmaus-Erdmaus-Formenkreis). Sie wurden schon 1833 bei v. MÜNSTER als *Sciurus diluvianus*, *Castor spelaeus*, *Myoxus diluvianus/Myoxus glis fossilis*, ? *Mus diluvianus minor* und *Arvicola spelaea major* erwähnt. Durch



Abb. 20: Schädel und Unterkiefer *Glis glis*.



Abb. 21: Unterkiefer *Lemmus lemmus*.

die Grabungen im 20. Jahrhundert konnte diese Liste um zahlreiche Arten erweitert werden. Von *Cricetus cricetus* (Feldhamster), *Lemmus lemmus* (Berglemming) (Abb. 21), *Dicrostonyx guilielmi* (fossiler Lemming) sowie den *Clethrionomys*-Arten (Rötelmäuse) liegen jeweils nur wenige Funde vor (GROISS 1979, GROISS et al. 1998). Wesentlich zahlreicher ist das Material der *Microtus*-Arten (Wühlmäuse), die CARLS (1986) eingehend beschrieb. Sie wurden aus Proben des Gulolochs und der Wolfsschlucht ausgeschlämmt.

Lagomorpha - Hasenartige

Von *Lepus europaeus* (Feldhase) konnten aus dem Guloloeh nur ein Mandibel-Ast, ein Maxillar-Fragment sowie einige isolierte Zähne geborgen werden (GROISS 1979).

Von *Dicrostonyx guilielmi* einmal abgesehen, handelt es sich bei den genannten Rodentia und Lagomorpha um typische würmzeitliche Arten. Auch hier gibt es keinen sicheren Hinweis auf ältere, mittelpleistozäne Arten.

Chiroptera - Fledermäuse

Erste Funde werden von GROISS bereits 1979 erwähnt. Eine detaillierte Bestimmung erfolgte von RUPP (1991). Sie konnte insgesamt 17 Arten identifizieren. Der Großteil dieses Materials wurde aus Proben der Bärenkammer, der Wolfsschlucht und des Gulolochs ausgeschlämmt. Hier kann also davon ausgegangen werden, daß es sich überwiegend um fossiles Material handelt. Anders verhält es sich mit den Funden aus der Säulenhalle und der Löwengrube. Diese wurden von der Oberfläche abgesammelt und müssen als subfossil bis rezent betrachtet werden (siehe RUPP 1991). *Myotis myotis* (Großes Mausohr) ist bis jetzt nur aus dem Holozän von Mitteleuropa bekannt. Es ist in der Säulenhalle und der Löwengrube nachgewiesen, allerdings auch mit einigen Funden aus der Wolfsschlucht. Die häufigste Art aus der Zoolithenhöhle ist die Bechsteinfledermaus, *Myotis bechsteini*. Sie ist seit dem Pliozän bekannt. Eindeutig fossil sind auch *Myotis* cf. *schaubi* und *Myotis* cf. *helleri*. Für die übrigen Arten kann keine chronologische Einordnung angegeben werden (RUPP 1991).

Insecta - Insekten

Aufsehen erregend waren die Funde von Körper- und Flügelresten einer nicht näher bestimmbarcn Art von Trichoptera (Köcherfliegen) und einer ebenfalls nicht näher bestimmbarcn Art von Lepidoptera (Schmetterlinge) (Abb. 8), die aus einem Stalagmiten (ZooSi2) aus dem Aufzugschacht isoliert werden konnten (ROSENDAHL & KEMPE 2002). Dieser Stalagmit ist auf $342 \pm 71,4$ ka datiert (siehe Abschnitt Aufzugschacht). Diese Insektenreste sind der erste sichere Nachweis mittelpleistozäner Tierreste aus der Zoolithenhöhle.

Primates - Herrentiere

***Homo* sp. (Mensch)**

Aus der Zoolithenhöhle sind auch menschliche Reste beschrieben worden. Diese Fundstücke gelten als verschollen. Daher ist es nicht möglich zu

klären, ob es sich um *Homo sapiens sapiens* oder *Homo sapiens neanderthalensis* gehandelt hat. Esper hat im Aufzugschacht (unter der von ihm beschriebenen Sinterdecke) 2 Knochen gefunden: „Ganz unerwartet, kam endlich eine Maxilla von einem Menschen, in welcher noch auf der linken Seite, zwey Stockzähne und ein vorderer, stacken, zu einem in der That, ganz schröckhaften Vergnügen hervor. Nicht weit davon, wurde auch ein Schulterblatt, auf das vollständigste, ... gefunden“ (ESPER 1774, 25-26). Für diese beiden Knochen kann ein pleistozänes Alter möglich sein. Dazu kam später noch eine Tibia aus der Nische bei den Kreuzspalten. Hier wurden jedoch auch Humus von der Oberfläche sowie möglicherweise Hundereste gefunden, so daß dieser Menschenrest durchaus rezent gewesen sein könnte. Einen Schädel nennt DAWKINS (1876), den Buckland nebst Scherben aus der Zoolithenhöhle erhalten hat. Dieser Schädel soll sich im Oxforder Museum befinden.

Datierungen

In der Zoolithenhöhle wurden im 20. Jahrhundert zahlreiche Datierungen vorgenommen. Es handelt sich dabei um konventionelle ^{14}C -Datierungen an Knochenkarbonat und Sintermaterial, U/Th- und TIMS-U/Th-Datierungen an Sintern sowie Versuche mit der Aminosäure-Razemat-Methode (siehe Tab. 2). Die konventionellen ^{14}C -Daten am Knochenkarbonat sind heute sehr kritisch zu betrachten, da neue Untersuchungsergebnisse mit der AMS- ^{14}C -Methode teilweise große Differenzen ergaben; die konventionellen ^{14}C -Daten sind daher für eine Altersdiskussion nicht geeignet. Eine Neudatierung des Knochenmaterials aus der Zoolithenhöhle mit der AMS- ^{14}C -Methode wäre daher dringend nötig.

Archäologie

Die Nutzung der Zoolithenhöhle durch den vorgeschichtlichen Menschen ist bislang nicht entsprechend gewürdigt. Dies liegt darin begründet, dass entsprechende Spuren im Zuge der frühen Forschungen nur unzureichend bemerkt und beachtet wurden und heute zerstört sind.

Erstmals erwähnt werden archäologische Funde bei Esper. Auf Seite 22 seiner bedeutenden Abhandlung werden für den Aufzugschacht - „die erste Höle, wo mit der Leiter eingestiegen wird“ - „Todtentöpfe“ sowie „eine Schicht in Trümmern zerschlagener Urnen“ vermerkt (ESPER 1774). Die einzige historische Abbildung eines archäologischen Fundes aus der Zoolithenhöhle in Form eines Keramikgefäßes (Abb. 22) findet sich neben der Erwähnung von Funden bei GOLDFUSS (1810). Da heute keine der Gefäßfunde aus der frühen Forschungsphase der Zoolithenhöhle mehr existieren, war eine relative zeitliche Zuordnung der Keramik hinsichtlich einer heute gültigen Kulturgliederung nur über Scherbenfunde aus dem Abraum vor der



Abb. 22: „Eine Opferschale aus der Gailenreuther Höhle“ (aus GOLDFUSS 1810, Taf. VI, 318).

Konventionelle ^{14}C -Datierung des Labors des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung Hannover, Dr. M. Geyh

(in HELLER 1972)

Knochen, aus zusammengeschwemmtem Haufen = „Massengrab“ (Schacht)	28.905 ± 755 a BP
Stalagmit Knochenschacht	11.720 ± 125 a BP
In GROISS, KAMPHAUSEN & MICHEL (1998) wird für „Massengrab“ die Bärenkammer angegeben!	

Aminosäure-Razemat-Methode (SCHRADER 1980)

1: Höhlenbär, 2 Stk., Länge 17 cm:	16.900 + 12.400 a
2: Wolf, 2 Wirbel, 1 Femur (23 cm):	60.000 + 15.000 a
3: Höhlenbär, 2 Wirbel; Guloloch:	60.000 + 15.000 a
4: Höhlenbär, 2 Femora (34 cm); Wühlspalte:	25.000 + 6.300 a
5: Höhlenbär, 2 Wirbel, 1 Kochen; Guloloch:	103.000 + 18.600 a
6: Höhlenbär, 3 Zähne; Guloloch:	80.000 + 20.000 a
8: Wolf, 1 Röhrenknochen; Guloloch:	60.000 + 15.000 a
9: Höhlenbär, 1 Femur; „Bärengrab“ (am 22.4.1980 geborgen, mit Tropfsteinrest), U/Th-Datum:	

Sinter 1:	16.000 ± 1.000 a
Sinter 2:	10.000 ± 2.000 a
Knochen	60.000 ± 15.000 a
Probe 5 und 6 lagen bereits zermahlen vor; Probe 7 ist ohne Raumzuordnung, wurde daher nicht genannt	

Konventionelle ^{14}C -Datierung, Physikal. Institut der FAU Erlangen-Nürnberg (in GROISS, KAMPHAUSEN & MICHEL 1998)

Rippen von Wolf aus dem Guloloch	24.330 ± 369 a BP
----------------------------------	-------------------

Konventionelle ^{14}C -Datierung (veranlaßt durch Dr. Edwin Pak, 15.09.1988) (in DÖPPES 2001)

Höhlenbärenknochen VRI 1031	> 35.000 a BP
-----------------------------	---------------

Altersabfolge eines Stalagmiten (Stal-Zoo-1) aus der Neuen Halle (TIMS-U/Th- und AMS- ^{14}C -Methode) (WURTH et al. 2000):

57,8 cm über Basis (AMS- ^{14}C)	902 ± 195 a BP
36,0 cm über Basis (TIMS-U/Th)	3.880 ± 660 a
25,9 cm über Basis (AMS- ^{14}C)	8.455 ± 231 a BP
1,4 cm über Basis (AMS- ^{14}C)	11.805 ± 587 a BP

Die TIMS-U/Th-Datierungen wurden an der Forschungsstelle Radiometrie der Heidelberger Akademie der Wissenschaften (Prof. A. Mangini, R. Eichstädter), die AMS- ^{14}C -Datierungen am Leibniz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung, Universität Kiel (Prof. P. Grootes, Dr. F. Bruhn) durchgeführt.

TIMS-U/Th-Datierung an einem Stalagmiten aus dem Aufzugschacht (ZooSi2) (in KEMPE et al. 2002)

Basis Stalagmit ZooSi2	342.000 ± 71.400 a
------------------------	--------------------

Tab. 2: Übersicht über die verschiedenen an Höhleninhalten aus der Zoolithenhöhle durchgeführten Datierungen. Die konventionellen ^{14}C -Daten am Knochenkarbonat sind heute sehr kritisch zu betrachten, da neue Untersuchungsergebnisse mit der AMS- ^{14}C -Methode teilweise große Differenzen ergaben; die konventionellen ^{14}C -Daten sind daher für eine Altersdiskussion nicht geeignet.

Höhle möglich. Auf Grund der Gefäßformen wird eine Nutzung der Höhle durch den Menschen während der Urnenfelderzeit und der Frühlatènezeit angenommen (KAULICH 1992, GEYER 2002a, b). Eine nähere Eingrenzung innerhalb dieses Zeitraumes ist nicht möglich. In Zusammenhang mit einer vorstellbaren möglichen eisenzeitlichen Begehung der Zoolithenhöhle durch den Menschen könnte auch ein auffälliger schwarzer Horizont, bestehend aus Kohleflittern, in der obersten Sinterlage des vorderen Höhlenteiles, gut erkennbar z.B. am oberen Rand des Aufzugschachtes, gebracht werden. Bei einer Sichtung von alten Knochenfunden aus der Zeit des 19. Jahrhunderts aus der Zoolithenhöhle (alte Sammlung Graf Münster) im Magazin des Urwelt-Museums Oberfranken in Bayreuth stieß der Autor (WR) auf Keramikstücke von Tongefäßen, die in der Mitte des 19. Jahrhunderts in der Zoolithenhöhle gefunden wurden (ROSENDAHL 2005). Die Scherben glichen in Stil und Erhaltung den schon aus dem Abraum bekannten Funden. Das Besondere bzw. Interessante an den Bayreuther Stücken ist, dass ein größerer Scherben noch original, d.h. alt anhaftende Holzkohlereste trägt. Mit diesem Material bot sich erstmals die Möglichkeit, die relative Alterseinstufung der Scherbenfunde durch eine numerische Datierung zu überprüfen. Zusammen mit diesem Material wurde auch eine Probe, bestehend aus extrahierten Kohleflittern aus dem schon angesprochenen schwarzen Horizont in den obersten Sinterlagen des vorderen Höhlenteiles, zur Datierung gegeben. Mit der Datierung dieser Lage sollte geklärt werden, ob diese zeitgleich mit der Keramik ist oder einer anderen archäologischen Belegungsphase entspricht.

Für die Holzkohle aus der Keramikscherbe (Probe Erl-6602) wurde ein Alter von 664 ± 100 a cal BC (Probe Erl-6602: 2526 ± 43 a BP) ermittelt, für die Aschenlage aus dem Sinter 5778 ± 43 a cal BC (Probe Erl-6603: 6896 ± 49 a BP) (ROSENDAHL 2005). Die Kalibration der Daten erfolgte mit dem Programm CalPal2004 SFCP (www.calpal.de).

Das Datum für die Holzkohle aus der Keramik bestätigt die Zuweisung eines Teils der Keramikfunde aus der Zoolithenhöhle in die Eisenzeit und spräche sogar für eine Anwesenheit auch während der älteren Hallstattzeit (HaC ca. 750-600 v. Chr. und HaD ca. 600-450 v. Chr.) (ROSENDAHL 2005). In mehrfacher Hinsicht sehr interessant ist der Alterswert für die Kohlelage in der Sinterschicht. Die Lage ist mit 5778 ± 43 a cal BC deutlich älter und datiert in das ausgehende Mesolithikum. Sie steht also nicht im Zusammenhang mit einer eisenzeitlichen Nutzung der Höhle, sondern gibt einen Hinweis auf eine bisher nicht gekannte Phase einer möglichen Begehung der Zoolithenhöhle durch den Menschen, zu der archäologisches Fundgut völlig fehlt (ROSENDAHL 2005). Da mesolithische Artefakte aber in der Regel sehr klein sind, wäre es durchaus vorstellbar, daß sie während der unregelmäßigen Grabungen des 18. und 19. Jahrhunderts einfach nicht erkannt und herausgeschaufelt, und auch beim Absammeln des Schuttkegels nie gesehen wurden.

Dank

Dr. Erich ZIEGLER für die Erlaubnis, in der Zoolithenhöhle forschen zu dürfen sowie Peter CONRAD and Gaëlle ROSENDAHL für ihre Hilfe bei der Tropfsteinprobenentnahme. Das Projekt „Höhlensinter und Paläoklima in Mitteleuropa“ wurde durch die DFG gefördert (Ke 287/17-1, Ei 272/7-1).

Literatur

Ein umfassendes Literaturverzeichnis gibt HUBER 1972.

- AMBROS, D. (1998): Untersuchungen an spätpleistozänen Hyänen aus fränkischen Fundstellen.- Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. Erlangen, III + 65 S., Erlangen.
- AMBROS, D. (2005): Morphologische und metrische Untersuchungen an Phalangen und Metapodien quartärer Musteliden unter besonderer Berücksichtigung der Unterscheidung von Baum- und Steinmarder (*Martes martes* (LINNÉ 1758) und *Martes foina* (ERXLÉBEN 1777)).- Unveröff. Dissertation Univ. Erlangen, 104 S., Erlangen.
- ARNDT, U., HEMMER, H., ROSENDAHL, W., ERIKSSON, T., ALT, K. W., BURGER, J. (2004): Genetic Variation in Southern German Cave Lions.- In: SCHÜSSLER, U., PERNICKA, E. (Hrsg.): Archäometrie und Denkmalpflege - Kurzberichte 2004, 132-133, Mannheim.
- BUCKLAND, W. (1823): Reliquiae Diluvianae; or observations on the organic remains contained in caves, fissures, and diluvial gravel, and on other geological phenomena, attesting the action of an universal deluge.- 303 p., London.
- BURGER, J., ROSENDAHL, W., LOREILLE, O., HEMMER, H., ERIKSSON, T., GÖTHERSTRÖM, A., HILLER, J., COLLINS, M. J., WESS, T., ALT, K. W. (2004): Molecular phylogeny of the extinct cave lion *Panthera leo spelaea*.- Molecular Phylogenetics and Evolution, 30, 841-849, San Diego.
- CARLS, N. (1980): Variationsstatistische Untersuchungen am Cranium und an der Mandibel von *Vulpes vulpes* (Linne) aus dem Jung-Quartär.- Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. Erlangen, 29 S., Erlangen.
- CARLS, N. (1986): Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) aus dem Mittel- und Jungpleistozän Süddeutschlands.- Unveröff. Dissertation, 103 S., Erlangen.
- CUVIER, G. (1805): Sur les ossements fossiles d'Hyènes.- Annales du Muséum d'histoire naturelle, VI, 127-144, Paris.
- CUVIER, G. (1806): Sur les ossements du genre de l'ours, qui se trouvent en grande quantité dans certains cavernes d'Allemagne et de Hongrie.- Ann. Mus. d'hist. nat., VII, 301-372, Paris.
- CUVIER, G. (1807): Sur les espèces des animaux carnassiers dont on trouve les ossements mêlés à ceux d'ours, dans les cavernes d'Allemagne et de Hongrie.- Ann. Mus. d'hist. nat., IX, 428-447, Paris.
- CUVIER, G. (1825): Das Thierreich eingetheilt nach dem Bau der Thiere als Grundlage ihrer Naturgeschichte und der vergleichenden Anatomie von G. CUVIER übersetzt von H. R. SCHINZ.- 4. Bd., 793 S., Stuttgart und Tübingen.
- DAWKINS, W. B. (1876): Die Höhlen und die Ureinwohner Europas.- 360 S., Leipzig und Heidelberg (C. F. Winter'sche Verlagshandlung).
- DÖPPES, D. (2001): *Gulo gulo* (Mustelidae, Mammalia) im Jungpleistozän Mitteleuropas.- Beitr. Paläont., 26, 1-95, Wien.
- DÖPPES, D. (2005): *Gulo gulo* (Mustelidae, Mammalia) im Oberpleistozän Deutschlands.- N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 235 (3), 411-444, Stuttgart.
- DREYER, R. (2000): Die Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth (Fränkische Alb): Revisionskartierung und Ereignisabfolge.- In: RICHTER, D. K., WURTH, G.: Beiträge zur Speläologie I.- Bochumer geol. u. geotechn. Arb., 55, 153-167, Bochum.
- EBERLEIN, C. (1994): Die Musteliden aus drei Höhlen des Frankenjura (Zoolithenhöhle, Geudensteinhöhle und Höhle bei Hartenreuth).- Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. Erlangen, 52 S., Erlangen.
- EHRLINGER, S., ZENGER, K. (1999): Ein *Cuon*-Fund aus der Zoolithenhöhle, morphologische und biostatistische Studien unter Verwendung einer ACCESS-Datenbank.- Quartär, 49/59, 55-85, Saarbrücken.

- ESPER, J. F. (1774): Ausführliche Nachrichten von neuentdeckten Zoolithen unbekannter vierfüßiger Thiere, und denen sie enthaltenen, so wie verschiedenen andern, denkwürdigen Grüften der Obergäuburgischen Lande des Marggrafthums Bayreuth.- 148 S., Nürnberg.
- ESPER, J. F. (1784): Joh. Friedr. ESPER's Reise zu den Gailenreuther Osteolithen-Höhlen aus einem an die Gesellschaft eingeschickten und an das Bayreuthische Ministerium abgestatteten Berichte gezogen.- Schriften der Berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde, 5, 56-106, Berlin.
- ESPER, J. F. (1790): Kurze Beschreibung der in den Osteolithen Grüften bey Gailenreuth ohnweit Muggendorf im Baireutischen neuerlich entdeckten Merkwürdigkeiten. [Fn.:] nach der von dem nunmehr verstorbenen Herrn Superint. ESPER über die ihm aufgetragene neuere Untersuchung, erstatteten Anzeige vom Jahr 1778, bearbeitet.- In: BÜTTNER, v. H. CHR., KEERL, JOH. H., FISCHER, JOH. B.: Fränk. Archiv, 1, 77-105, Ansbach.
- GEYER, M. (2002a): Burggailenreuth.- In: ABELS, B.-U., HABERSTROH, J.: Ausgrabungen und Funde in Oberfranken 12, 1999-2000.- Geschichte am Obermain, Jb Colloquium Historicum Wirsbergense, 23, 2001/2002, 18.
- GEYER, M. (2002b): Burggailenreuth.- In: ABELS, B.-U., HABERSTROH, J.: Ausgrabungen und Funde in Oberfranken 12, 1999-2000.- Geschichte am Obermain, Jb Colloquium Historicum Wirsbergense, 23, 2001/2002, 25.
- GOLDFUSS, G. A. (1810): Die Umgebungen von Muggendorf. Ein Taschenbuch für Freunde der Natur und Alterthumskunde.- 352 S., Erlangen (Johann Jacob Palm).
- GOLDFUSS, G. A. (1818): Beschreibung eines fossilen Vielfraß-Schädels aus der Gailenreuther Höle.-Verhandl. Kaiserl. Leopoldin.-Carolin. Akad. d. Naturforscher, 9, 311-322, Bonn.
- GOLDFUSS, G. A. (1821): Osteologische Beiträge zur Kenntniss verschiedener Säugethiere der Vorwelt.- Verhandl. Kaiserl. Leopoldin.-Carolin. Akad. d. Naturforscher, 10 (2), 453-502, Bonn.
- GOLDFUSS, G. A. (1823): Osteologische Beiträge zur Kenntniß verschiedener Säugethiere der Vorwelt. VII. Bemerkungen über das Vorkommen fossiler Knochen in den Höhlen von Gailenreuth und Sundwig.- Verh. Kais. Leop.-Carol. Akad. Naturf. (= Nova Acta Acad. Nat. Cur. Caes. Leop.-Carol.), 11, Bonn.
- GROISS, J. TH. (1972): Paläontologische Untersuchungen in der Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth. Ein vorläufiger Bericht.- In: HELLER, F.: Die Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth/Ofr. 200 Jahre wissenschaftliche Forschung 1771-1971.- Erlanger Forschungen, B, 5, 79-93, Erlangen.
- GROISS, J. TH. (1978): Über pathologische Bildungen an Skelett-Resten jungquartärer Säugetiere aus der Zoolithen-höhle bei Burggailenreuth.- Geol. Bl. NO-Bayern, 28 (1), 1-21, Erlangen.
- GROISS, J. TH. (1979): Geologische und paläontologische Untersuchungen in der Zoolithen-höhle.- Geol. Bl. NO-Bayern, 29 (1), 26-50, Erlangen.
- GROISS, J. TH. (1983): Ein neuentdeckter Schädel von *Felis (Lynx) lynx* LINNÉ (Mammalia) aus dem Jungquartär der Zoolithenhöhle.- Archaeopteryx, 1, 33-41, Eichstätt.
- GROISS, J. TH. (1985): Neue Funde von Wildkatzen, *Felis (Felis) silvestris* SCHREBER (Carnivora, Mammalia) aus fränkischen Höhlen.- Geol. Bl. NO-Bayern, 34/35, 517-536, Erlangen.
- GROISS, J. TH. (1996): Der Höhlentiger *Panthera tigris spelaea* (GOLDFUSS).- N. Jb. Geol. Paläont. Mh, 1996 (7), 399-414, Stuttgart.
- GROISS, J. TH. (1998): Exkursion in die Zoolithen-höhle bei Burggailenreuth.- In: GROISS, J. TH., KAMPHAUSEN, D., MICHEL, U.: Exkursion E 6. Höhlen der Nördlichen Fränkischen Alb: Entwicklung, Fauna, Karst-Hydrologie.- Erl. Geol. Abh., Sonderband 2, 161-166, Erlangen.
- GROISS, J. TH. (2001): Der Höhlentiger in der Franken Alb.- Geol. Bl. NO-Bayern, 51 (1-2), 107-118, Erlangen.
- GROISS, J. TH. (2002): Großkatzen-Reste aus der Zoolithenhöhle.- Geol. Bl. NO-Bayern, 52, 85-108, Erlangen.
- GROISS, J. TH., KAMPHAUSEN, D., MICHEL, U. (1998): Exkursion E 6. Höhlen der Nördlichen Fränkischen Alb: Entwicklung, Fauna, Karst-Hydrologie.- Erl. Geol. Abh., Sonderband 2, 161-168, Erlangen.
- HELLER, F. (1951): Joh. Friedr. Esper und die Zoolithenhöhle von Burggailenreuth.- Geol. Bl. NO-Bayern, 1, 37-39, Erlangen.

- HELLER, F. (1972): Die Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth/Ofr. 200 Jahre wissenschaftliche Forschung 1771-1971.- Erlanger Forschungen, B, 5, 131 S., Erlangen.
- HELLER, J. (1829): Muggendorf und seine Umgebungen oder die fränkische Schweiz.- Nachdruck der 1. Auflage, 214 S., Bamberg.
- HILPERT, B. (2005a): Ungewöhnliche Reduktionserscheinungen an Zähnen von *Ursus spelaeus* aus der Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth.- Mitt. Komm. Quartärforsch. Österr. Akad. Wiss. (Rabeder Festschrift), 14, Wien (im Druck).
- HILPERT, B. (2005b): Der Beginn wissenschaftlichen Arbeitens in Höhlen. - Die Befahrung der Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth durch Joh. Fr. ESPER (1774).- Natur und Mensch, Jahresmitt. der Naturhist. Gesell., 2004, 35-46, Nürnberg.
- HILPERT, B. (2005c): Die Ursiden aus Hunas - Revision und Neubearbeitung der Bärenfunde aus der Steinberg-Höhlenruine bei Hunas (Gde. Pommelsbrunn, Mittelfranken, Bayern).- Unveröff. Dissertation, 115 S., Erlangen.
- HUBER, F. (1972): Das Schrifttum über die Zoolithenhöhle.- In: HELLER, F.: Die Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth/Ofr. 200 Jahre wissenschaftliche Forschung 1771-1971.- Erlanger Forschungen, B, 5, 94-131, Erlangen.
- KAULICH, B. (1992): II. Das Land der Höhlen.- In: VOIT, G., KAULICH, B., RÜFER, W. (Hrsg.): Vom Land im Gebirg zur Fränkischen Schweiz. Eine Landschaft wird entdeckt.- Schriftenreihe des Fränkische-Schweiz-Vereins, 8, 175-288, Erlangen.
- KEMPE, S., ROSENDAHL, W. (2001): Höhlensinter als Klimaarchive.- Terra Nostra, Schriften der Alfred-Wegener-Stiftung 2001 (7), 128-135, Potsdam.
- KEMPE, S., ROSENDAHL, W. (2003): Speleothem damage in Central European Caves, a result of permafrost processes?.- Climate Changes: the Karst record III, 3rd International Conference, Montpellier/France, 11th to 14th May 2003, Abstract Volume, p. 88-89.
- KEMPE, S., ROSENDAHL, W., DÖPPES, D. (2005): The Making of the Cave Bear - Die wissenschaftliche Entdeckung des „*Ursus spelaeus*“.- Mitt. Komm. Quartärforsch. Österr. Akad. Wiss. (Rabeder Festschrift), 14, 89-106, Wien (im Druck).
- KEMPE, S., ROSENDAHL, W., WIEGAND, B., EISENHAEUER, A. (2002): New Speleotheme Datation from Caves in Germany and their importance for the Middle- and Upper-Pleistocene Climate Reconstruction.- Acta Geologica Polonica, 52 (1), 55-61, Warsaw.
- MÜNSTER, G. v. (1829): Funde aus der Gailenreuther Höhle: Correspondenz des Grafen MÜNSTER.- Zeitung f. Geognosie, Geologie u. innere Naturgeschichte der Erde, IX (1829), 154, Weimar.
- MÜNSTER, G. v. (1833): Verzeichnis der Versteinerungen, welche in der Kreis-Naturalien-Sammlung zu Bayreuth vorhanden sind.- 116 S., Bayreuth.
- NEISCHL, A. (1904): Die Höhlen der Fränkischen Schweiz und ihre Bedeutung für die Entstehung der dortigen Täler.- 96 S., Nürnberg (Verlag von J. L. Schrag).
- NIGGEMEYER, B., SCHUBERT, D. (1972): Neuentdeckungen in der Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth.- In: HELLER, F.: Die Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth/Ofr. 200 Jahre wissenschaftliche Forschung 1771-1971.- Erlanger Forschungen, B, 5, 57-62, Erlangen.
- RABEDER, G. (1983): Neues vom Höhlenbären: Zur Morphogenetik der Backenzähne.- Die Höhle, 34 (2), 67-85, Wien.
- ROSENDAHL, W. (2001a): Die Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth/Fränkische Alb.- In: WEIDERT, W. K. (Hrsg.): Klassische Fundstellen der Paläontologie.- Band 4, 235-244 + 276-277, Korb (Goldschneck-Verlag).
- ROSENDAHL, W. (2001b): Insektenreste aus einem mittelpleistozänen Höhlensinter der Zoolithenhöhle (D109) bei Burggailenreuth/Fränkische Alb.- Natur und Mensch, Jubiläumsausgabe 200 Jahre NHG, 159-168, Nürnberg.
- ROSENDAHL, W. (2002): Höhleninhalte - Spiegelbilder pleistozäner Umweltverhältnisse.- In: ROSENDAHL, W., HOPPE, A. (Hg.): Angewandte Geowissenschaften in Darmstadt.- Schriftenreihe der deutschen Geologischen Gesellschaft, 15, 145-156, Hannover.
- ROSENDAHL, W. (2005): Neue Erkenntnisse zur Vorgeschichte der Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth/Nördliche Frankenalb, Süddeutschland.- Die Höhle, 56 (1-4), 6 S., Wien (im Druck).
- ROSENDAHL, W., DARGA, R., BURGER, J. (2005): Die pleistozäne Großsäugerfauna von Siegsdorf (Süddeutschland) - neue Untersuchungen.- Mitt. Komm. Quartärforsch. Österr. Akad. Wiss. (Rabeder Festschrift), 14, 8 S., Wien (in press).

- ROSENDAHL, W., KEMPE, S. (2002): Erstnachweis von mittelpleistozänen Insektenresten aus einem Höhlensinter in Deutschland.- N. Jb. Geol. Paläont., Mh, 2002 (11), 693-704, Stuttgart.
- ROSENDAHL, W., KEMPE, S. (2004a): Johann Christian Rosenmüller und der Höhlenbär (1794-2004) - „Lebensbilder“ aus 210 Jahren.- Natur und Mensch, 2003, 145-159, Nürnberg.
- ROSENDAHL, W., KEMPE, S. (2004b): New Geological and Palaeontological Investigations in the Zoolithen Cave, Southern Germany.- Cahiers scientifiques du Muséum d'histoire naturelle de Lyon, 2, 69-74, Lyon.
- ROSENMÜLLER, J. CH. (1794): Quaedam de ossibus fossilibus animalis cujusdam, historiam ejus et cognitionem accuratiorem illustrantia, dissertatio, quam d. 22. Octob. 1794. ad disputandum propositum Ioannes Christ. Rosenmüller Heßberga-Francus, LL. AA. M. in Theatro anatomico Lipsiensi Prosector assumto socio Io. Chr. Aug. Heinroth Lips. Med. Stud. Cum tabula aenea.- Leipzig.
- RUPP, H. (1991): Chiroptera (Mammalia) aus dem Jungquartär der Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth (Oberfranken).- Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. Erlangen, 87 S., Erlangen.
- SCHRADER, K.-D. (1980): Datierung von fossilen Knochen aus der Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth mit Hilfe der Aminosäure-Racematisierung.- Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. Hamburg, 98 S., Hamburg.
- TAUSENDPFUND, W., WOLF, G. (1982): Ein fränkischer „Prediger in der Wüste“. Zum 200. Todestag des Theologen und Naturforschers Johann Friedrich Esper (1732-1781) aus Uttenreuth bei Erlangen.- Zeitschrift für bayerische Kirchengeschichte, 51, 131-162, Nürnberg.
- WAGNER, R. (1832): Ueber die fossilen Insectenfresser, Nager und Vögel der Diluvialzeit mit besonderer Berücksichtigung der Knochenbreccien an den Mittelmeerküsten.- Abh. k. bayer. Acad. Wiss., II. Cl., 1, 751-786, München.
- WAGNER, J. A. (1839): Ueber die fossilen Säugethier-Ueberreste der Muggendorfer Höhlen, mit besonderer Berücksichtigung der geognostischen Verhältnisse ihrer Lagerstätten.- (Münchener) Gelehrte Anzeigen, 9, 998-1040, München.
- WAGNER, J. A. (1842): Bemerkungen über die Artsrechte der antediluvianischen Bären.- (Münchener) Gelehrte Anzeigen, 15, 11-32, München.
- WAGNER, J. A. (1851): Charakteristik der in den Höhlen um Muggendorf aufgefundenen urweltlichen Säugethier-Arten.- Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., 6 (I), 193-264, München.
- WURTH, G., NIGGEMANN, S., RICHTER, D. K. (2000): Der hierarchische Aufbau des Laminationsgefüges eines spät/postglazialen Kerzenstalagmiten aus der Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth (Fränkische Schweiz).- In: RICHTER, D. K., WURTH, G. (Hrsg.): Beiträge zur Speläologie I.- Bochumer geol. u. geotechn. Arb., 55, 131-151, Bochum.
- ZENGER, K. (1997): Biometrische Vermessung und EDV-unterstützte, statistische Auswertung des cranialen Skeletts von *Canis lupus* LINNAEUS 1758 aus der Zoolithenhöhle (Burggailenreuth/Fränkische Alb).- Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. Erlangen, 76 S., Erlangen.

Addresses of authors:

Dipl.-Geol. Brigitte Hilpert, Institut für Paläontologie, FAU Erlangen, Loewenichstr. 28, 91054 Erlangen; email: brigitte.hilpert@pal.uni-erlangen.de
Brigitte Kaulich M.A., Institut für Ur- und Frühgeschichte, Kochstr. 4/18, 91054 Erlangen; email: grabung.hunas@gmx.de
Dr. Wilfried Rosendahl, Reiss-Engelhorn-Museen, C 5 Zeughaus, D-68159 Mannheim, Germany; email: wilfried.rosendahl@mannheim.de

Brigitte Hilpert, Brigitte Kaulich & Wilfried Rosendahl

The Zoolithenhöhle near Burggailenreuth (Franconian Jura, Southern Germany) History of Research, Geology, Palaeontology and Archaeology

Geography and Geology

The Zoolithenhöhle (HFA D109) is an important natural monument, both because of its scientific importance and concerning its role in history of geology and palaeontology. The cave site is situated 50 kilometres to the north-west of Nuremberg and is some hundred meters north-west of the village Burggailenreuth (municipality of Ebermannstadt, district of Forchheim) on the northern slope of the mountain Hohler Berg.

The Hohler Berg mountain consists of reef dolomite of Malm Delta (Middle Kimmeridge). Speleogenesis was due to still water corrosion in the phreatic zone before the neighbouring valleys formed. The Zoolithenhöhle opens to the north and is situated at a height of 455 meters above sea level. Today the entrance is walled up and fitted with a steel door.

The cave is a complex system of rooms and passageways of different sizes and on different levels (Fig. 1). All parts of the cave add up to a total length of approximately 600 metres.

Fig. 1: Plan of Zoolithenhöhle near Burggailenreuth (graphic changed by Hilpert, according to DREYER 2000). grey: parts of cave already known in the age of Esper.

History of Research

The Zoolithenhöhle near Burggailenreuth (Northern part of the Franconian Jura) is one of the most important cave sites for quaternary palaeontology in the world. Only an overview of its research history shall be given. For a more detailed account of its history please refer to e.g. HELLER (1972), KAULICH (1992) and ROSENDAHL (2001a). A detailed description of Esper's life can be found in TAUSENDPFUND & WOLF (1982) among others.

The Zoolithenhöhle was first mentioned in 1602 by Joh. Bonius in a document describing the city of Bamberg (HELLER 1972, 7). The name 'Zoolithenhöhle' derives from the term 'Zoolithen' (translated: 'animal stones'), which was first used by Esper for the bones partly covered by flowstone he had found in the cave. Originally the cave was known as 'Gailenreuther Höle'.

In 1771 priest Johann Friedrich Esper from Erlangen began to investigate this cave. His results, which were published as a big folio in 1774, mark the beginning of the scientific exploration of speleothemes in Germany (HELLER 1972, HILPERT 2005b, ROSENDAHL 2002). In the decades to come not only ESPER (1784, 1790) worked intensively on the finds in the Zoolithenhöhle, but also GOLDFUSS (1810, 1818, 1821, 1823), CUVIER (e.g. 1805, 1806, 1807) and ROSENMÜLLER (1794). Especially Goldfuss gave the first descriptions of some species of the Zoolithenhöhle, such as:

cave lion	<i>Felis spelaea</i> GOLDFUSS 1810	today: <i>Panthera leo spelaea</i>
cave wolverine	<i>Gulo spelaeus</i> GOLDFUSS 1818	today: <i>Gulo gulo</i>
cave hyena	<i>Hyaena spelaea</i> GOLDFUSS 1823	today: <i>Crocuta crocuta spelaea</i>
cave wolf	<i>Canis spelaeus</i> GOLDFUSS 1823	today: <i>Canis lupus</i>

Wolf and wolverine, which used to be called *Canis spelaeus* and *Gulo spelaeus* because they were frequently found in caves, are nowadays grouped among the species *Canis lupus* and *Gulo gulo*, which had already been described by LINNÉ as early as 1758. J. C. Rosenmüller (ROSENDAHL & KEMPE 2004) was the first to describe the cave bear *Ursus spelaeus* ROSENMÜLLER 1794. History of research to first description of cave bear are explained in KEMPE et al. (2005). Another scientist was W. Buckland, who used his observations during a visit in 1816 to prove his flooding theory (BUCKLAND 1823).

Some of the last substantial contributions on the speleothemes of the Zoolithenhöhle were made by J. A. WAGNER (1839, 1842, 1851). During the following decades of the 18th and 19th century mainly a great number of bones were recovered. The cave was properly exploited and also flowstone was removed. There was hardly a museum or a natural history collection which didn't want to possess finds from the Zoolithenhöhle. On top of that many explorers and private people added to the exploitation of the cave and finds of the Zoolithenhöhle have been scattered around the world.

In consequence of ESPER's momentous work (1774) descriptions of the cave and off its deposits were only to be found in short versions in GOLDFUSS (1810) or J. HELLER (1829). J. HELLER's description (1829) shows that the cave was - at the time - no longer completely accessible but that it ended with what is known as the 'Wühlschacht' today. The passageway to the other rooms had been blocked up in rough recovery operations and digging. Therefore the first cave map of the Zoolithenhöhle didn't extend beyond this area (NEISCHL 1904, table 15) (Fig. 2).

Being very well known and famous for its bone contents the Zoolithenhöhle was almost completely emptied by the beginning of the 20th century. According to HELLER (1972) the remains of more than 1000 cave bears are supposed to have been removed from the cave. A great number of these finds including bones of cave lions, cave hyenas and cave wolverines are now to be found in the collections of many European museums of natural history (e.g. in Berlin, Frankfurt, Paris, London; ROSENDAHL 2001a).

In 1971 undisturbed new parts of the cave were discovered (NIGGEMEYER & SCHUBERT 1972). The great discrepancy in the size of the cave and the number of rooms in ESPER (1774) and the consequent works (NEISCHL 1904) induced Niggemeyer and Schubert to clear the debris out of the 'Wühlschacht' to rediscover the rooms Esper had described. Only these intentions and their realisations made the discovery of the way from the 'Aufstiegshalle' into

Fig. 2: Plan of rooms of Zoolithenhöhle known since 1904 (graphic changed by Hilpert, according to NEISCHL 1904).

the 'Zaunikhalle' possible. Some of these new parts of the cave also showed an abundance of bones, e.g. 'Schacht' and 'Spalte', 'Bärenkammer' and 'Wolfsschlucht'. During the years 1971 to 1974 and 1978 and 1979, J. Th. Groiß and F. Heller (Institut für Paläontologie, Erlangen) supervised excavations, which were made mainly in the 'Bärenkammer' and the 'Schacht/Spalte'-system (GROISS 1972, 1979). More excavations followed in 1980 to 1982, this time mainly in the rooms 'Wolfsschacht' and 'Guloloch'.

Recently, not only bone finds but also flowstone formations have become of interest, of which there is an extended and massive occurrence in the newly discovered parts. Some of these flowstone formations show signs of natural fracturing. Partly, these speleothemes can be attributed to different generations of formation, e.g. in the 'Aufzugschacht' (KEMPE & ROSENDAHL 2001).

Geology, Sediments and Stratigraphy

Sediments and stratigraphy of the old parts of the cave can only superficially be reconstructed, guided mainly by ESPERS's observations (1774, 1790). More precise data is only available for the parts of the cave discovered from 1971 onwards.

Sediments and Stratigraphy of the „old rooms“ - data from ESPER (1774)

According to ESPER (1774, cf. HILPERT 2005b), there were no sediments in the entrance room in 1771. The floor consisted of flowstone. Only in what is the 'Schlafkammer' today ('Vorsaal' in Esper), was the floor covered with „*schwarzer schlammartiger Erde*“ (black mud-like earth) (ESPER 1774, 11), that is probably soil with humus content. In the 'Aufzugschacht', however, the ground consisted of sediments mixed with bones. There were bones sintered onto the wall. For this room, ESPER (1774) provides a relatively detailed description of the situation he found. On removing the upper layer of bones and sediments, fragments of „urns“ could be made out in this jumble throughout the whole room. Beneath, there was a layer of about 15 centimetres of coal dust and coal fragments in an area of 4.65 square metres. The next layer underneath in the right-hand section of the rooms towards the rock was probably a flowstone slab, which was grown together with the rock and only covered part of the room. The layers above could measure up to 3 metres. Underneath the flowstone slab were bones and sediments, beneath a layer of white humid soil, „*ziemlich vest greifend*“ (fairly sticky and solid) (ESPER 1774, 25). The interpretation of the latter is difficult in hindsight, but it probably was a layer of moonmilk covering the ground either partly or completely. The lowest layer of at least 30 centimetres was again formed by sediments and bones without reaching the natural rock. In the course of these excavations, a new entrance into a lower series of rooms was discovered. This entrance is probably the area underneath the 'Aufzugschacht', marked with „1“ on the map (cf. Fig. 1). In 1790, ESPER gives a more detailed description of the above mentioned flowstone slab.

The area of the 'Aufzugschacht' had been drastically changed in the course of the excavation activities since 1771: The „Stalactitenrinde“ (stalactite crust) was practically bared and already partly undermined. „*Vor allen Dingen aber verlohnte sich's der Mühe, die über dieses Lager als eine Decke hinlaufende Stalactitenschale zu zerstuffen, welche man bisher nur untergraben und elend darunter hinkriechen mußte*“ (In any case, it would be worthwhile to smash the stalactite crust covering this bed as a ceiling, which up to now had to be dug and crawled under) (ESPER 1790, 92). Its thickness was just under 30 centimetres according to ESPER (1790). Beneath it there were - as already described by ESPER in 1774 - numerous bone fragments. 1790 ESPER ventured into parts of the cave in the area of today's 'Kreuzspalten'. In one of these rooms Esper was able to again distinguish a sequence of layers. The lowest level is formed by a „mächtiges Concretenlager“ (huge bed of fossils) (ESPER 1790, 104), followed by a layer of bones mixed with flowstone/stalagmites. Above, there is a layer of humus/soil covered by a kind of flowstone floor.

The sediments of the 'Eingangshalle', of the 'Aufzugschacht' and the rooms leading up to the 'Wühlschacht' were homogenous without a possibility of differentiation according to Esper. Their colour was a brownish yellow. Besides the above mentioned layer of white sediments (probably moonmilk) in the 'Aufzugschacht' there were patches of 30 to 90 centimeters of white sediments („*animalische Mergel*“ (animal marl), ESPER 1774, 32) on the wall around the cave. They are described as compact, initially soft, but hardening quickly.

In how far - or if at all - Esper's stratigraphy in the 'Aufzugschacht' can be related to Rosendahl's profile (ROSENDAHL & KEMPE 2004) - cf. Geology and Palaeontology of the Profile in the 'Aufzugschacht' - remains to be seen.

Sediments and Stratigraphy of the rooms discovered in 1971

Better data is available for the rooms discovered in 1971. The sediments in the 'Guloloch' vary between dark brown and reddish brown. The bones lay dispersed without any system (GROISS 1983). No clear layers were distinguishable. The occurrence of complete, undamaged lower jaws of juvenile cave bears proves that there had been no agitations in this room as this would have destroyed the lower jaws. The 'Spalte und Schacht'-system also showed reddish brown sediments. Due to the sedimentation via the 'Spalte', no logical arrangement or stratigraphy of the bones was to be perceived in the 'Schacht'. On top of the bone bed in the 'Schacht' a stalagmite has grown, which is about 11.720 years old (cf. Tab. 2). The situation in the 'Bärenkammer' is different. Besides, this recess must have had a different source of the bones than 'Guloloch', 'Spalte' and 'Schacht'. Into these three rooms, the sediments including the fauna were probably brought by secondary relocation from the entrance hall (Eingangshalle). The 'Bärenkammer' is a recess in the eastern wall of the 'Löwengrube' with a breadth of about 3 metres and a depth of 2 metres. The floor is formed by flowstone, as is the „wall“ towards the 'Löwengrube', which

Fig. 3: Cross-section through 'Bärenkammer' (graphic J. Th. GROISS).

consists of a flowstone barrier of about 2.6 metres in height (Fig. 3). The thickness of the fossil deposits is about 60 to 90 centimetres. Towards the west and the southwest, the upper layer of the fossil deposits consists of a layer of clay, the colour of which varies between yellow brown and reddish brown; it probably reached its destination via a tube on the southern side of the wall of the 'Bärenkammer' (cf. GROISS 1972). Beneath it, there are clayey sediments of dark brown to brownish red colour with completely dispersed bones. The upper 20 to 30 centimetres of the fossil deposits were loosely packed but more and more firmly welded together by flowstone towards the floor, finally forming a veritable flowstone breccia. On the top of the fossil deposits there were stalagmites of 35 to 90 centimetres of height.

Fig. 4: Schematic drawing of profile in 'Aufzugschacht' (graphic W. Rosendahl).

Geology and Palaeontology of the Profile in the 'Aufzugschacht'

Within the framework of the project „Speleothemes and Palaeoclimate in Central Europe“, we began to date Pleistocene speleotheme sequences from the Zoolithenhöhle by the TIMS-U/Th-method (KEMPE et al. 2002).

Fig. 5: Cross-section of old parts of Zoolithenhöhle. Above see the historical excavations. Nowadays this shaft is called 'Aufzugschacht' (below) (graphic according to BUCKLAND (1823), the cross-section (measured 1983-1985) from 'Eingangshalle' to 'Aufstiegshalle' according to FHKF).

One of the examined sites is the 8 metres thick sediment section, which originally filled the „Aufzugschacht“ (Fig. 4). This pit contained the majority of the historic bone deposits excavated during the 18th and 19th century (Fig. 5). Some remains of these deposits still exist, adhering to the walls of the pit.

Above the bedrock, the profile started with a 1.8 metres thick sequence of yellow-grey fossil-free dolomite sand (ROSENDAHL & KEMPE 2004). The sands were covered by a 50 centimetres thick flowstone layer (layer 1). Above the flowstone layer followed a 80 to 160 centimetres thick layer, which originally contained loamy sediments and bones. It was in turn covered with a second, 50 centimetres thick flowstone layer (layer 2). Above this layer a second bone deposit, containing loamy sediment, followed, roughly 4 metres thick. It was capped by a third 40 - 60 centimetres thick flowstone layer (layer 3) marking the youngest deposit in the „Aufzugschacht“.

Fig. 6: Several broken stalagmites (in the centre sample ZooSi2, length 20 centimetres), embedded in the base of flowstone layer 1 (photo W. Rosendahl).

The sand below flowstone layer 1 was dug out recently by cavers, so that it was possible to examine the lower interface of flowstone layer 1. At its base, several broken stalagmites and stalactites are embedded (Fig. 6). Three of them were sampled for TIMS-U/Th-dating. The base of sample ZooSi2, a 20 centimetres long and 8 centimetres thick stalagmite, yielded a numeric age of 342 ± 71.4 ka (KEMPE et al. 2002). Due to secondary uranium loss, it was not possible to date the top of the sample.

The stalagmite ZooSi2 represents the oldest known speleotheme generation of the cave (ROSENDAHL & KEMPE 2004). Its numeric age indicates that it grew during a temperate climate phase within the time range of Oxygen Isotope Stage (OIS) 11 - 9. The fact that it was embedded broken, suggests that it was overthrown by cave ice during glacials OIS 8 or 10 (KEMPE & ROSENDAHL 2003). It was then overgrown by new floor flowstone during the next younger Interglacial/Interstadial. The bone layer above it could therefore have been deposited during OIS 6 or 8, i.e. in the Middle Pleistocene (ROSENDAHL & KEMPE 2004). Since this layer was excavated

completely during the 18th and 19th century we must conclude that some of the old descriptions, for example of bear bones, may represent Middle Pleistocene material (ROSENDAHL & KEMPE 2004). There is a second observation substantiating this conclusion: At the lower interface of flowstone layer 2 there is a natural cast of a left bear mandible-half in the calcite matrix (Fig. 7). The mandible appears to have a relatively short and high corpus mandibularis and a short ramus mandibularis, reminding therefore of the morphology of Middle Pleistocene bears (ROSENDAHL & KEMPE 2004).

The new investigations include for the first time also palynological/micropalaeontological analyses of cave sediments. From the basis of the stalagmite ZooSi2 calcite material was primed for such analysis (ROSENDAHL 2001b). On two slides eight insect remains were found, apart from pollen grains (i.e., from *Juglans*, walnut), heavy minerals and charcoal particles (ROSENDAHL & KEMPE 2002). The determination of the insect remains by specialists show that these are body and wing fragments of Trichoptera (Caddisflies) and Lepidoptera (Butterflies; Fig. 8). A more precise assignment was not possible, due to the fragmentary preservation. Due to the U/Th determination of the stalagmite these are the first insect fossils described from a Middle Pleistocene speleotheme in Germany (ROSENDAHL & KEMPE 2002).

Palaeontology

73 different animal species have been found in the Zoolithenhöhle (see Tab. 1). These include fossile as well as sub-fossile and recent finds. The most well-known fossile species found in the Zoolithenhöhle are the cave bear *Ursus spelaeus* ROSENMÜLLER 1794, the cave lion *Panthera leo spelaea* (GOLDFUSS 1810) and the cave hyena *Crocota crocota spelaea* (GOLDFUSS 1823). It is impossible to guess the recovered amount as the material has been scattered world-wide and there are too many collections involved. An estimate of the amount retrieved in the 18th and 19th century gives 860 individuals of *Ursus spelaeus*, 25 individuals of *Panthera leo spelaea*, 25 individuals of *Crocota crocota spelaea*, 30 individuals of *Gulo gulo* and 50 individuals of *Canis lupus* (HELLER 1972). Most of the animal species were first scientifically worked on as early as the late 18th and early 19th century, but then it was not until the mid 20th century that the cave was again researched scientifically and the results of the finds were expounded. Research was pushed by the 1971 extensions and the subsequent excavations, resulting in a lot of fresh bone material. The finds described in following mainly consist of the material found since 1971. It is stored in „Institut für Paläontologie, Erlangen“.

Carnivora - Predators

Ursus spelaeus (cave bear), *Ursus arctos* (brown bear)

The major amount of material found in the Zoolithenhöhle is of predator origin. Among those the cave bear is by far the most frequent. It's main

Fig. 7: Natural cast of left branch of bear mandible (length 20.5 centimetres) at the base of flowstone layer 2 (photo W. Rosendahl).

Fig. 8: Insect remains (Lepidoptera) found in the base of the stalagmite ZooSi2. Scal bar = 100mm (photo W. Rosendahl).

Complete list of fauna of Zoolithenhöhle

CARNIVORA

Ursus spelaeus

Ursus arctos

Cuon cf. priscus

Canis lupus

Vulpes vulpes

Alopex lagopus

Martes martes

Mustela putorius

Mustela erminea

Mustela eversmanni

Mustela nivalis

Meles meles

Lutra lutra

Gulo gulo

Crocota crocota spelaea

Felis silvestris

Lynx lynx

Panthera pardus

Panthera leo spelaea

Mustela sp.

Putorius sp.

first mentioned to D 109 in:

ROSENMÜLLER 1794 (first description)

GOLDFUSS 1818, as *Ursus priscus*

EHLINGER & ZENGER 1999

GOLDFUSS 1823, as *Canis spelaeus*

v. MÜNSTER 1829, 1833, as *Canis vulpinarius*

CARLS 1980

GROISS 1972

v. MÜNSTER 1833

v. MÜNSTER 1833 ?, GROISS 1979

EBERLEIN 1994

EBERLEIN 1994

J. A. WAGNER 1851, as *Meles antediluviana*

GROISS et al. 1998

GOLDFUSS 1818, as *Gulo spelaeus*

als *Hyaena spelaea* GOLDFUSS 1823 (first description)

v. MÜNSTER 1833, as *Felis cattus*

J. A. WAGNER 1851, as *Felis lyncina*

CUVIER 1825, as *Felis antiqua*

als *Felis spelaea* GOLDFUSS 1810 (first description)

v. MÜNSTER 1833, as *Mustela diluviana*

v. MÜNSTER 1833, as *Mustela antiqua*

HERBIVORA

Mammuthus sp.

Cervus sp. (elaphus ?)

Capreolus sp. (capreolus ?)

Alces alces

Megaloceros sp.

Rangifer sp.

Bos aut *Bison*

Ovis aut *Capra*

Bovide indet.

DAWKINS 1876

GROISS 1979, DAWKINS 1876

GROISS 1979

GROISS et al. 1998

DAWKINS 1876

GROISS et al. 1998, DAWKINS 1876

GROISS 1972

GROISS 1979

GROISS et al. 1998

INSECTIVORA

Talpa europaea

Sorex sp.

v. MÜNSTER 1833, as *Talpa spelaea*

GROISS 1979

RODENTIA

Sciurus vulgaris

Castor fiber

Glis glis

? *Apodemus sylvaticus*

Muride indet.

Cricetus cricetus

Lemmus lemmus

Dicrostonyx guilielmi

v. MÜNSTER 1833, as *Sciurus diluvianus*

v. MÜNSTER 1833, as *Castor spelaeus*

v. MÜNSTER 1833, as *Myoxus diluvianus*, *Myoxus glis fossilis*

v. MÜNSTER 1833 ?, as *Mus diluvianus minor*

v. MÜNSTER 1833 ?, as ? *Mus diluvianus major*

GROISS 1979

GROISS 1979

GROISS et al. 1998

<i>Arvicola scherman</i> <i>major</i>	v. MÜNSTER 1833, as <i>Arvicola spelaea</i>	Tab. 1: Complete list of fauna of Zoolithenhöhle (compiled by Hilpert).
<i>Clethrionomys acrorhiza</i>	GROISS et al. 1998	
<i>Clethrionomys hintonianus</i>	GROISS et al. 1998	
<i>Clethrionomys</i> sp.	CARLS 1986	
<i>Microtus arvalis-agrestis</i>	R. WAGNER 1832, v. MÜNSTER 1833	
<i>Microtus gregalis</i>	CARLS 1986	
<i>Microtus arvalis</i>	CARLS 1986	
<i>Microtus postarvalis</i>	CARLS 1986	
<i>Microtus ratticeps</i>	CARLS 1986	
<i>Microtus hintoni</i>	CARLS 1986	
<i>Microtus agrestis</i>	CARLS 1986	
<i>Microtus guentheri</i>	CARLS 1986	
<i>Microtus nivalis</i>	CARLS 1986	
<i>Microtus oeconomus</i>	CARLS 1986	
<i>Microtus multiplex</i>	CARLS 1986	
<i>Microtus normalis</i>	CARLS 1986	
<i>Microtus malei</i>	CARLS 1986	
LAGOMORPHA		
<i>Lepus europaeus</i>	GROISS 1979	
CHIROPTERA		
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	RUPP 1991	
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	RUPP 1991	
<i>Myotis myotis</i> (only Holozän)	RUPP 1991	
<i>Myotis blythi</i>	RUPP 1991	
<i>Myotis bechsteini</i>	RUPP 1991	
<i>Myotis emarginatus</i>	RUPP 1991	
<i>Myotis natteri</i> (-group)	RUPP 1991	
<i>Myotis</i> cf. <i>schaubi</i>	RUPP 1991	
<i>Myotis dasycneme</i>	RUPP 1991	
<i>Myotis</i> cf. <i>helleri</i>	RUPP 1991	
<i>Myotis mystacinus</i>	RUPP 1991	
<i>Myotis brandti</i>	RUPP 1991	
<i>Myotis</i> sp.	RUPP 1991	
<i>Plecotus</i> sp.	RUPP 1991	
<i>Barbastella barbastella</i>	RUPP 1991	
<i>Eptesicus serotinus</i>	RUPP 1991	
<i>Eptesicus nilssoni</i>	RUPP 1991	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	RUPP 1991	
INSECTA		
Trichoptera	ROSENDAHL & KEMPE 2002	
Lepidoptera	ROSENDAHL & KEMPE 2002	
PRIMATES		
<i>Homo</i> sp.	ESPER 1774	

Fig. 9: Skull of *Ursus spelaeus* (Fig. 9-21 photos Hilpert).

Fig. 10: *Ursus spelaeus*, reduced P⁴.

features characterize it as a typical specimen of *Ursus spelaeus* (cf. HILPERT 2005c) (Fig. 9). The age distribution of the bears differs depending on the rooms. In the 'Spalte und Schacht'-system approximately two thirds of adult animals and one third of young animals were found while in the 'Bärenkammer' almost only adult bears were discovered. The 'Guloloch' shows an astonishingly great number of young animals (cf. B. Hilpert). Almost all elements of bear skeletons had been recovered in all rooms of the cave. This suggests that complete skeletons were embedded originally. The number of pathological finds is rather small considering the huge amount of material recovered in 1971. Seven bones showed exostoses, twelve pieces showed fractures and four bones impact damages (GROISS 1978). The morphology of the teeth surface is of major interest in research. An analysis of the morphotypes showed that the bears found in 'Guloloch' and 'Bärenkammer' have a higher index than those in 'Spalte' and 'Schacht' (RABEDER 1983, HILPERT 2005c). Looking at P⁴ a peculiarity could be observed: About 8.5% of the P⁴ in the 'Bärenkammer', the 'Guloloch', the 'Schacht' and the 'Spalte' show a partly or completely reduced protocon (Fig. 10). A similar feature at the P⁴ is only renowned from the ice bear. Perhaps this states the beginning of an adaptation towards a more carnivorously based diet (HILPERT 2005a). It is rare to find brown bears, *Ursus arctos*. The remains of one skeleton from the area just in front of the 'Spalte' as well as a few other finds scattered in all the other rooms were recovered in the 20th century (GROISS 1972).

***Canis lupus* (wolf), *Cuon alpinus* (dhole, red dog), *Vulpes vulpes* (fox), *Alopex lagopus* (arctic fox)**

There is also a great number of wolves and foxes. They were mainly found in the 'Guloloch' and the 'Wolfsschlucht'. The study of the cranium elements of *Canis lupus* revealed a relatively equal ratio of male and female individuals (ZENGER 1997). Additionally, a lower jaw of a *Cuon* was identified and originally assigned to *Cuon alpinus* (ZENGER 1997). After a more detailed comparison, however, it was fixed as *Cuon* cf. *priscus* (EHLINGER & ZENGER 1999). This is the first mention of a *Cuon* from the Zoolithenhöhle (Fig. 11). The first proof of foxes was established by CARLS (1980) with the arctic fox *Alopex lagopus*.

Fig. 11: Mandible of *Cuon* cf. *priscus*.

***Panthera leo spelaea* (cave lion)**

There are fewer numbers of felid remains. Most of them are cave lions *Panthera leo spelaea*. Remains of this big cat were also identified in the material of the excavations in the 20th century (Fig. 12). They are cranial elements as well as postcranial elements of the skeletons. This species, originally named as '*Felis spelaea*', has triggered a heated debate in the last few years, discussing if it is a lion or a tiger. Morphological analysis of endocranial casts of some finds from Bavaria showed that this fossil big cat shows more common features with the tiger of today (GROISS 1996, 2001). Recent genetic analysis revealed however that it must have been a lion (ARNOLDI et al. 2004, BURGER et al. 2004, ROSENDAHL et al. 2005). The results of analyses.

Fig. 12: Mandible of *Panthera leo spelaea*.

showing the genetic differences between cave lion and recent lions, pointed out that the cave lion is only a subspecies „*Panthera leo spelaea*“ but not a species of its own „*Panthera spelaea*“.

***Panthera pardus* (leopard), *Lynx lynx* (lynx), *Felis silvestris* (wild cat)**

Hardly any remains of *Panthera pardus*, *Lynx lynx* and *Felis silvestris* have been identified. In ‘Guloloch’ as well as in ‘Spalte’ one left mandible of *Panthera pardus* were ascertained (GROISS 2002) (Fig. 13). Additionally some postcranial remains were discovered. The finds of the lynx were more numerous. The excavations of the 1970s brought almost all elements of a lynx (*Lynx lynx*) skeleton (GROISS 1983), which were recovered from the ‘Guloloch’. Supposedly they all come from one individual (Fig. 14). The bones were not found in one place but were scattered in the sediments. Like at other sites the material has probably been relocated. It was also possible to enlarge the list of the wild cat *Felis silvestris*. It was already known to be there in the 19th century and the recent excavations brought finds of some cranial and postcranial material in the ‘Säulenhalle’, the ‘Bärenkammer’ and the ‘Spalte’ (GROISS 1985).

***Crocota crocuta spelaea* (cave hyena)**

Remains of hyenas have relatively often been found since the beginning of excavations in the 18th century. In the newly discovered rooms hyena remains (13 cranial and diverse post-cranial) were recovered (AMBROS 1998). In addition to that there are three finds from the earlier excavations (Fig. 15) kept in Erlangen. All the finds show the typical signs of *Crocota crocuta spelaea*.

***Gulo gulo* (cave wolverine), *Lutra lutra* (otter), *Meles meles* (badger)**

In the Zoolithenhöhle there were eight species discerned of the mustelidae family, the biggest of which is *Gulo gulo* (Fig. 16). There were about twenty finds which were almost always recovered in the ‘Guloloch’, which gave the room its name. They are, as can be seen at other würmian sites in Europe, bigger than the recent animals (DÖPPES 2001, 2005; EBERLEIN 1994). Only within the last couple of years has it been possible to identify some *Lutra lutra* in the material from the new areas (Fig. 17): up to now 14 phalanges I, 9 phalanges II, 3 connected metacarpals and 3 metatarsals, of which two fit together (AMBROS 2005), as well as one calcaneus and two scapholunares. Two complete skeletons of the badger, *Meles meles*, have been found. These two skeletons are, however, subfossil to recent. According to NIGGEMEYER & SCHUBERT (1972) the two badgers were found in the passage leading away from ‘Schacht’ III.

***Martes martes* (pine marten), *Mustela putorius* (polecat), *Mustela eversmanni* (steppe polecat), *Mustela erminea* (ermine), *Mustela nivalis* (weasel)**

There is a much larger number of finds of „small“ mustelids, *Martes martes*, *Mustela putorius*, *Mustela eversmanni*, *Mustela erminea* and *Mustela nivalis*

Fig. 13: Mandible of *Panthera pardus*.

Fig. 14: Elements of skeleton of *Lynx lynx*.

Fig. 15: Fragments of mandibles and maxillae of *Crocota crocuta spelaea*.

Fig. 16: Elements of skeleton of *Gulo gulo*.

Fig. 17: Phalanges and metapodial bones of *Lutra lutra*.

Fig. 18: Skull with mandible of *Mustela eversmanni*.

Fig. 19: Finds of deers and bovids.

(Fig. 18). Apart from *Mustela erminea* the material is almost exclusively from the ‘Wolfsschlucht’; some remains were recovered from the ‘Löwen-grube’, the ‘Bärenkammer’ and the ‘Säulenhalle’ (AMBROS 2005, EBERLEIN 1994). *Mustela erminea* is for the most part to be found in the ‘Guloloch’ and in the ‘Wolfsschlucht’. While EBERLEIN (1994) mentions not only *Martes martes* but also *Martes foina* (stone marten) for the Zoolithenhöhle, AMBROS (2005) was able to show through detailed morphological examination of postcranial skeleton parts (especially metapodial bones) that the only traceable remains are those of *Martes martes*.

All predators mentioned above show metrical and morphological features which are typical for their species. Thus far there has been no proof of Middle Pleistocene material. At first glance these finds which were recovered from rooms which had been discovered in 1971 do not seem to have any connection to those parts which were opened up in the 18th and 19th century. As mentioned above, the ‘Guloloch’ was already accessible at the time, but was obviously not touched. ‘Spalte’ and ‘Schacht’, a passage-shaft-system, are underlain the area of the ‘Aufstiegshalle’. There has never been found solid rock inside the ‘Aufstiegshalle’, so that there could have been a connection. This has been proven with a smoke test in the ‘Schacht’-‘Spalte’-system (personal communication GROISS). The material from ‘Spalte’ and ‘Schacht’ could have come from the same source as the finds recovered from the ‘Aufzugschacht’. If the rooms had the same source, then the material from ‘Spalte’ and ‘Schacht’, which lies deeper, should be older than the one from the ‘Aufzugschacht’. This contradicts the datings of the ‘Aufzugschacht’ of 342 ± 71.4 ka (KEMPE et al. 2002, ROSENDAHL & KEMPE 2004), because the bears show no features which indicate Middle Pleistocene samples. In order to solve this problem further research will be necessary. We have to find out whether the speleotheme which has been identified through the profile covered the area completely and whether the material recovered in the 18th century is really part of the filling period to which the dating refers or whether there have been several filling and recovery periods. New datings of „old“ finds (18th/19th century) as well as datings of new bear remains from ‘Spalte’ and ‘Schacht’ would be necessary in this respect.

Herbivora - Herbivores, Plant Eaters

***Cervus* sp. (red deer), *Capreolus* sp. (roe deer), Bovids (cattlelikes), *Ovis* (sheep), *Capra* (goat), *Alces alces* (elk, moose), *Rangifer* sp. (reindeer)**

Only in 1979 remains of herbivores were identified in the material from the Zoolithenhöhle. An astragalus of a red deer, *Cervus* sp., an astragalus of *Capreolus* sp. from the ‘Guloloch’ and a P₄ of a bovid from the ‘Schacht’ were found (Fig. 19). A metacarpus, unfortunately from the debris and without location, is from *Ovis* aut *Capra* (sheep/goat). It is possible that this is a Holocene find (GROISS 1979). In the meantime some more remains of *Alces alces* and *Rangifer* sp. have been found (GROISS et al. 1998).

DAWKINS (1876) mentions mammoth, giant deer, reindeer and deer without further explanation.

Insectivora - Insectivores, Insect Eaters

Talpa europaea (mole), *Sorex* sp. (shrew)

There have been hardly any finds in the Zoolithenhöhle. As early as 1833 remains of *Talpa europaea* have been recorded. In 1979 plenty of *Sorex* sp. finds were washed out of samples from the 'Wolfsschlucht' and the 'Guloloch' (GROISS 1979).

Rodentia - Rodents

Some of the rodents have been recorded as early as the beginning of the 19th century, for example *Sciurus vulgaris* (red squirrel), *Castor fiber* (beaver), *Glis glis* (fat dormouse) (Fig. 20), ? *Apodemus sylvaticus* (European wood mouse, long-tailed field mouse), *Arvicola scherman* („high mountains“ water vole) and *Microtus arvalis-agrestis* (common vole-field vole-group). They were mentioned in 1833 by v. MÜNSTER as *Sciurus diluvianus*, *Castor spelaeus*, *Myoxus diluvianus/Myoxus glis fossilis*, ? *Mus diluvianus minor* and *Arvicola spelaea major*. With the excavation in the 20th century many species were added to the list. There have been only few finds of *Cricetus cricetus* (common hamster), *Lemmus lemmus* (Norway lemming) (Fig. 21), *Dicrostonyx guilielmi* (fossil lemming) as well as *Clethrionomys* species (red-backed voles, bank voles) (GROISS 1979, GROISS et al. 1998). More material was found of the *Microtus* species (voles) which was described in great detail by CARLS (1986). They were washed out of samples from the 'Guloloch' and the 'Wolfsschlucht'.

Lagomorpha - Lagomorphs, Harelikes

From *Lepus europaeus* (hare) only a branch of the mandible, a fragment of the maxilla and some isolated teeth from the 'Guloloch' could be recovered (GROISS 1979).

Apart from *Dicrostonyx guilielmi* the above mentioned rodents and lagomorphs all are species from the Würm period. Once more there is no reliable proof of older, Middle Pleistocene species.

Chiroptera - Bats

First finds were already mentioned by GROISS in 1979. RUPP (1991) provided a more detailed analysis. She was able to identify 17 species. The majority of this material was washed out of samples from the 'Bärenkammer', the 'Wolfsschlucht' and the 'Guloloch'. Consequently, one can assume that the material is predominately fossil. The finds from the 'Säulenhalle' and the 'Löwengrube' are a different matter. They were collected from the surface and have to be regarded as subfossil to recent (cf. RUPP 1991). *Myotis myotis* (greater mouse-eared bat) has only been found from the Holocene in Central Europe. It has been found in the 'Säulenhalle' and the 'Löwengrube'. In addition there were some finds in the 'Wolfsschlucht'. The most common species in the Zoolithenhöhle were the Bechstein's bat, *Myotis bechsteini*. It has been known from the Pliocene on. *Myotis* cf. *schaubi* and *Myotis* cf. *helleri* are proven fossils. For all other species no chronological determination was possible (RUPP 1991).

Fig. 20: Skull and mandible of *Glis glis*.

Fig. 21: Mandibles of *Lemmus lemmus*.

Insecta - Insects

The finds of parts of the body and wings of an unidentifiable species of Trichoptera (caddisflies) and a unidentifiable species of Lepidoptera (butterflies) (Fig. 8) caused quite a stir. They were recovered from a stalactite (ZooSi2) from the 'Aufzugschacht' (ROSENDAHL & KEMPE 2002). This stalactite was dated 342 ± 71.4 ka (cf. chapter 'Aufzugschacht'). These insect remains are the first reliable proof of Middle Pleistocene animal remains in the Zoolithenhöhle.

Primates - Primates

***Homo* sp. (human)**

Human remains from the Zoolithenhöhle have been mentioned. These finds have disappeared. Therefore it is not possible whether the remains were of *Homo sapiens sapiens* or *Homo sapiens neanderthalensis*. Esper found two bones below the speleotheme layer described by him in the 'Aufzugschacht': „Ganz unerwartet, kam endlich eine Maxilla von einem Menschen, in welcher noch auf der linken Seite, zwey Stockzähne und ein vorderer, stacken, zu einem in der That, ganz schröckhaften Vergnügen hervor. Nicht weit davon, wurde auch ein Schulterblatt, auf das vollständigste, ... gefunden“ (Quite unexpectedly we found a human maxilla. In its left side two molar teeth and one front tooth stuck out and caused a shocking and delightful surprise. Not far from it we found a complete shoulder blade, ...) (ESPER 1774, 25-26). These two bones could be of Pleistocene origin. In addition a tibia was found later in the niche near the 'Kreuzspalten'. But humus and dog remains were found with it, so that it is possibly a recent find. Finally, a skull is mentioned by DAWKINS (1876) which was given to Buckland together with ceramics from the Zoolithenhöhle. This skull is supposed to be in the Oxford Museum.

Datings

Several datings were carried out in the Zoolithenhöhle in the 20th century. These were conventional ¹⁴C-datings of bone carbonate and of speleotheme material, U/Th- and TIMS-U/Th-datings of speleothemes as well as tests with the amino acid-racemat-method (cf. Tab. 2). The conventional ¹⁴C-dating of bone carbonate need to be questioned, as recent results from the AMS-¹⁴C-test have shown great discrepancies; the conventional ¹⁴C data is therefore not suitable for a determination of the age of the material. Consequently, an additional dating of bone material from the Zoolithenhöhle with the AMS-¹⁴C-method is urgently needed.

Conventional ¹⁴C-dating from labor of „Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung Hannover“, Dr. M. Geyh (in HELLER 1972)

bone, of a washed together pile = „Massengrab“ (‘Schacht’)	28.905 ± 755 a BP
stalagmite ‘Knochenschacht’	11.720 ± 125 a BP

In GROISS, KAMPHAUSEN & MICHEL (1998) is given not „Massengrab“ but ‘Bärenkammer’!

Amino acid-racemat-method (SCHRADER 1980)

1: Cave bear, 2 pieces, length 17 centimetres:	16.900 + 12.400 a
2: Wolf, 2 vertebrae, 1 femur (23 centimetres):	60.000 + 15.000 a
3: Cave bear, 2 vertebrae; ‘Guloloch’:	60.000 + 15.000 a
4: Cave bear, 2 femora (34 centimetres); ‘Wühlspalte’:	25.000 + 6.300 a
5: Cave bear, 2 vertebrae, 1 bone; ‘Guloloch’:	103.000 + 18.600 a
6: Cave bear, 3 teeth; ‘Guloloch’:	80.000 + 20.000 a
8: Wolf, 1 limb bone Röhrenknochen; ‘Guloloch’:	60.000 + 15.000 a
9: Cave bear, 1 femur; „Bärenggrab“ (found at 22.4.1980, with remain of dripstone), U/Th date:	
Flowstone 1:	16.000 ± 1.000 a
Flowstone 2:	10.000 ± 2.000 a
Bone	60.000 ± 15.000 a

Samples 5 and 6 had been already ground; in Sample 7 the room is unknown, so it was disregarded

Conventional ¹⁴C-dating, „Physikal. Institut der FAU Erlangen-Nürnberg“ (in GROISS, KAMPHAUSEN & MICHEL 1998)

Ribs of wolf from ‘Guloloch’	24.330 ± 369 a BP
------------------------------	-------------------

Conventional ¹⁴C-dating (arranged by Dr. Edwin Pak, 15.09.1988) (in DÖPPES 2001)

Cave bear bones VRI 1031	> 35.000 a BP
--------------------------	---------------

Datings of a stalagmite (Stal-Zoo-1) from ‘Neue Halle’ (TIMS-U/Th- und AMS-¹⁴C-method) (WURTH et al. 2000):

57,8 centimetres above base (AMS- ¹⁴ C)	902 ± 195 a BP
36,0 centimetres above base (TIMS-U/Th)	3.880 ± 660 a
25,9 centimetres above base (AMS- ¹⁴ C)	8.455 ± 231 a BP
1,4 centimetres above base (AMS- ¹⁴ C)	11.805 ± 587 a BP

The TIMS-U/Th-datings had been done at the „Forschungsstelle Radiometrie der Heidelberger Akademie der Wissenschaften“ (Prof.

A. Mangini, R. Eichstädter), the AMS-¹⁴C-datings at the „Leibniz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung, Universität Kiel“ (Prof. P. Grootes, Dr. F. Bruhn).

TIMS-U/Th-datings from a stalagmite from ‘Aufzugschacht’ (ZooSi2) (in KEMPE et al. 2002)

Base of stalagmite ZooSi2	342.000 ± 71.400 a
---------------------------	--------------------

Table 2: Overview of the datings of different material from the Zoolithenhöhle. The conventional ¹⁴C-dating of bone carbonate need to be questioned, as recent results from the AMS-¹⁴C-test have shown great discrepancies; the conventional ¹⁴C data is therefore not suitable for a determination of the age of the material.

Archaeology

Little attention has been given to the prehistoric presence of humans in the Zoolithenhöhle. The reason for that is that respective traces have not been sufficiently noticed and been given adequate attention and are lost today.

The first to mention archaeological finds was Esper. On page 22 of his important study he mentions of the 'Aufzugschacht' - „*die erste Höle, wo mit der Leiter eingestiegen wird*“ (the first cave which is accessible by ladder only) - „*Todentöpfe*“ ('death pots') as well as „*eine Schicht in Trümmern zerschlagener Urnen*“ (layer of fragments of urns) (ESPER 1774). The only historical picture of an archaeological find from Zoolithenhöhle is a ceramic vessel (Fig. 22) which is mentioned by GOLDFUSS (1810).

As there are no finds left of vessels from the early excavation period of the Zoolithenhöhle, a relative dating of the ceramics according to a valid cultural categorisation was only possible with ceramics gathered from the surface in front of the cave. The type of ceramics found has led to the conclusion that the cave was used by humans during the Urnfield-Culture and Early-Latène-Period (KAULICH 1992, GEYER 2002a, b). A more exact determination of the period is not possible. The feasible possible occupation of the Zoolithenhöhle by humans in the Iron Age might be connected to a conspicuous charcoal horizon consisting of small coal particles in the topmost speleotheme layer from the front part of the cave which is clearly visible at the topmost rim of the 'Aufzugschacht' for example.

In an examination of old bone finds from the Zoolithenhöhle from the 19th century (alte Sammlung Graf Münster) in the magazine of the Urwelt-Museum in Bayreuth in Upper Franconia the author (WR) came across ceramic fragments from earthenware vessels which had been found in the middle of the 19th century (ROSENDAHL 2005). The ceramics were similar in style and preservation to the ones from the surface mentioned above. The samples from Bayreuth are of special interest as one larger ceramic fragment has original remains of charcoal stuck on it. This material gave us the opportunity to check a relative dating of the ceramic finds against a numeric dating for the first time. Together with this material a sample consisting of extracted small charcoal particles from the black layer mentioned above was dated. The dating of the black layer was meant to clarify whether it is of the same age as the ceramics or from a different time of archaeological occupation.

The charcoal from the ceramic fragment (sample Erl-6602) was dated to be 664 ± 100 a cal BC (sample Erl-6602: 2526 ± 43 a BP). The ash layer from the speleotheme was estimated to be 5778 ± 43 a cal BC (sample Erl-6603: 6896 ± 49 a BP) (ROSENDAHL 2005). The programme CalPal2004 SFCP (www.calpal.de) was used for the calibration of the data.

The date for the charcoal corroborates the claim that a part of the ceramic finds from the Zoolithenhöhle are from the Iron Age and proves the use of the cave by humans in the Early Hallstatt period (HaC about 750-600 BC and HaD about 600-450 BC) (ROSENDAHL 2005).

Fig. 22: „Eine Opferschale aus der Gailenreuther Höhle“ (an offering vessel from Zoolithenhöhle) (cf. GOLDFUSS 1810, Taf. VI, 318).

The estimated age of the charcoal layer in the speleotheme is interesting in several respects. The layer is with 5778 ± 43 a cal BC much older and belongs to the late Mesolithic period. It does not belong to an occupation of the cave in the Iron Age, but indicates a period in which the Zoolithenhöhle was used by humans which was hitherto unknown (ROSENDAHL 2005). Mesolithic artifacts are very small. So it seems possible, that during the chaotic excavations of 18. and 19. century microliths haven't been regarded and thrown away and that they haven't been found at the surface of the debris outside the cave too.

Acknowledgements

We want to thank Dr. Erich Ziegler for the permission to work and do research in the Zoolithenhöhle and Peter Conrad and Gaëlle Rosendahl for their help with the extraction of the dripstone sample. The project „Höhlensinter and Paläoklima in Mitteleuropa“ was supported by the DFG (Ke 287/17-1, Ei 272/7-1).

References (see page 286)

Addresses of authors:

Dipl.-Geol. Brigitte Hilpert, Institut für Paläontologie, FAU Erlangen, Loewenichstr. 28, 91054 Erlangen; email: brigitte.hilpert@pal.uni-erlangen.de
Brigitte Kaulich M.A., Institut für Ur- und Frühgeschichte, Kochstr. 4/18, 91054 Erlangen; email: grabung.hunas@gmx.de
Dr. Wilfried Rosendahl, Reiss-Engelhorn-Museen, C 5 Zeughaus, D-68159 Mannheim, Germany; email: wilfried.rosendahl@mannheim.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg](#)

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: [45](#)

Autor(en)/Author(s): Hilpert Brigitte, Kaulich Brigitte, Rosendahl Wilfried

Artikel/Article: [Die Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth \(Fränkische Alb, Süddeutschland\) Forschungsgeschichte, Geologie, Paläontologie und Archäologie 259-304](#)