

Die Erdmannshöhle bei Hasel, Südbaden

von

Karsten Piepjohn, Frank Lacher, Ralf Hermann, Ulrich Siegener & Kurt Zimmermann

1. Zusammenfassung

Abseits der großen und klassischen Karstgebiete Süddeutschlands und jenseits des Schwarzwaldes befindet sich im äußersten Südwesten der Bundesrepublik Deutschland ein kleines, etwa 20 km langes und 10 km breites Gebiet, der Dinkelberg, in dem triassische Kalksteine des Muschelkalks intensiv verkarstet sind. Neben den Dolinen und Trockentälern an der Erdoberfläche, deren morphologische Gestaltung noch von der Subsidenz der Anhydrite des Mittleren Muschelkalks überprägt und verstärkt wird, sind im Untergrund des Dinkelbergs heutzutage vier größere Höhlen zugänglich: die Dossenbacher Höhle (ca. 55 m Länge), das Teufelsloch bei Nordschwaben (245 m Länge, 75 m Tiefe), die Tschamberhöhle bei Rheinfelden (derzeit ca. 1.500 m) und die Erdmannshöhle bei Hasel (2.315 m).

Die Erdmannshöhle ist eine typische Schichtfugen- und Kluftganghöhle, deren Hohlraumanlage durch die nahezu söhlig liegenden Schichten des Oberen Muschelkalks und die steil stehenden vorherrschenden Kluftsysteme bestimmt wird. Die Höhle zeichnet sich durch drei klar abgegrenzte Höhlenevolutionsniveaus aus, von denen das untere rezent aktiv ist. Überreste von Höhlenbachsedimenten in den beiden höheren Niveaus zeigen jedoch, dass auch die beiden oberen Niveaus in der Vergangenheit aktiv gewesen sind. Die Rekonstruktion der Höhenlagen der Höhlenniveaus im Verhältnis zu den oberirdisch aufgeschlossenen Terrassenschottern der Riß- und Würm-Kaltzeiten lassen vermuten, dass das höchste Niveau der Erdmannshöhle, der Steffisgang, am Ende der Mindel-Kaltzeit bereits trocken gefallen ist. Das bedeutet, dass die Erdmannshöhle bei Hasel auf jeden Fall älter als die Mindel-Kaltzeit und damit weit älter als 500.000 Jahre ist.

Im Jahr 2005 wurden zwei Jubiläen in Hasel gefeiert: das erste Jubiläum ist der 250. Jahrestag der ersten Erwähnung der Erdmannshöhle, und das zweite Jubiläum war das 50-jährige Bestehen des Verbandes der deutschen Höhlen- und Karstforscher vom 26. - 29.05.2005 in Hasel. Diese beiden Ereignisse möchten wir zum Anlass nehmen, die Erdmannshöhle und ihr Umfeld im vorliegenden Beitrag näher zu beschreiben.

Abstract

This article presents the Erdmannshöhle near the village of Hasel in the Dinkelberg massif of the southern Black Forest (Baden-Württemberg). It describes in detail the morphology and speleogenesis of the 2.315 m long cave that is developed in 75 m thick Triassic limestones of the Muschelkalk. The cave is characterised by the development of an active lower cave level and two fossil upper cave levels. It exemplarily demonstrates the dependency of the cave evolution from the climatic changes through the glacial and interglacial intervals of the younger Quaternary during the last 500.000 years.

The Erdmannshöhle is accessible for tourists.

Résumé

A l'écart des grands paysages karstiques classiques d'Allemagne du Sud et au-delà de la Forêt Noire le Dinkelberg constitue une région karstique d'environ 200 km² de surface dans le calcaire triassique du Muschelkalk bien karstifié dans l'extrême sud-ouest.

La grotte Erdmannshöhle est un exemple typique d'une cavité développé aux dépens d'interstrates et de diaclases et déterminé par des couches subhorizontales et des systèmes de diaclases verticales. Il y a trois niveaux d'évolution marqués. Le plus bas était encore actif jusqu'à une époque récente. Des traces de sédiments d'une rivière dans les étages supérieurs témoignent de leur activité dans le passé. Une reconstitution des niveaux des galeries par rapport aux terrasses fluvio-glaciaires du Riß et du Würm laisse présumer que le niveau le plus haut de la cavité, la galerie Steffisgang était déjà abandonné par l'eau à la fin du Riß. De ce fait la grotte est plus vieille que le Riß et compte plus de 500.000 ans.

La grotte est aménagée et accessible pour des touristes.

2. Einleitung

Die Erdmannshöhle liegt im Haseler Karstgebiet (Siegener 1994) im Nordosten der Schopfheimer Bucht südlich der Ortschaft Hasel (Abb. 1a). Die verkarstungsfähigen Gesteine in diesem Gebiet sind die Kalksteine des Oberen Muschelkalks, wobei die oberste Schichteinheit, der Trigonodus-Dolomit (mo3), aufgrund seiner hohen Ton- und Dolomitgehalte nicht so intensiv verkarstet ist. Die Erdmannshöhle selbst ist in den plattigen bis bankigen Kalken des Trochitenkalks (mo1) und des Plattenkalks (mo2) angelegt (Piepjohn 1987, 1995a). Nach unten hin wird der Karstkörper von den Tonen und Mergeln des Mittleren Muschelkalks begrenzt, die die undurchlässige Sohlschicht des Systems bilden (Abb. 1b). Überlagert wird der Karstkörper von den ebenfalls undurchlässigen Mergeln und Tonen des Keupers, so dass die Verkarstung auf dem nordöstlichen Dinkelberg auf das 75 m mächtige Schichtpaket des Oberen Muschelkalks beschränkt ist.

Zwischen dem Plateau des Dinkelbergs im W und dem Anstieg zum Schwarzwald im E ist ein kleines Tiefkarstgebiet entwickelt (Piepjohn 1987, 1995b), dessen Existenz unmittelbar mit der Anhebung von Schwarzwald und Vogesen und dem gleichzeitigen Einbruch des Oberrheingrabens zusammenhängt. Während der Hebung des Grundgebirges wurde die nahezu rechteckige Scholle der Schopfheimer Bucht wahrscheinlich schon im Oligozän/Miozän abgesenkt (Geyer et al. 2003). Dabei entstand parallel zur Hauptstörung zum Schwarzwald-Kristallin zwischen dem Dinkelberg im W und dem Schollenfeld von Hasel (Lutz 1955, 1958, 1964) im E eine Grabenstruktur (Abb. 1b), in der der Mittlere Muschelkalk und damit die Sohlschicht tektonisch relativ versenkt wurden. Die Sohlschicht liegt hier tiefer als auf dem Dinkelberg, und da die Erosion die Sohlschicht noch nicht erreicht hat, ist in dem Graben noch eine phreatische Zone ausgebildet (Abb. 1b) (Piepjohn 1987, 1995b; Siegener 1994). Die Erdmannshöhle befindet sich im Zentrum dieses kleinen Tiefkarstgebiets und bildet die Durchflusshöhle des Systems (Abb. 1a).

3. Die Erdmannshöhle

Aus Höhlenbeschreibungen der beiden Haseler Pfarrer Ludwig (1928) und Weidner (1933) geht hervor, dass die Erdmannshöhle erstmalig im Jahr 1755 als „Erdmännleins Grub“ auf einer heute verschollenen Gemarkungskarte des französischen Geometers Fresson erwähnt wird (Siegener 1994). Im Jahr 1773

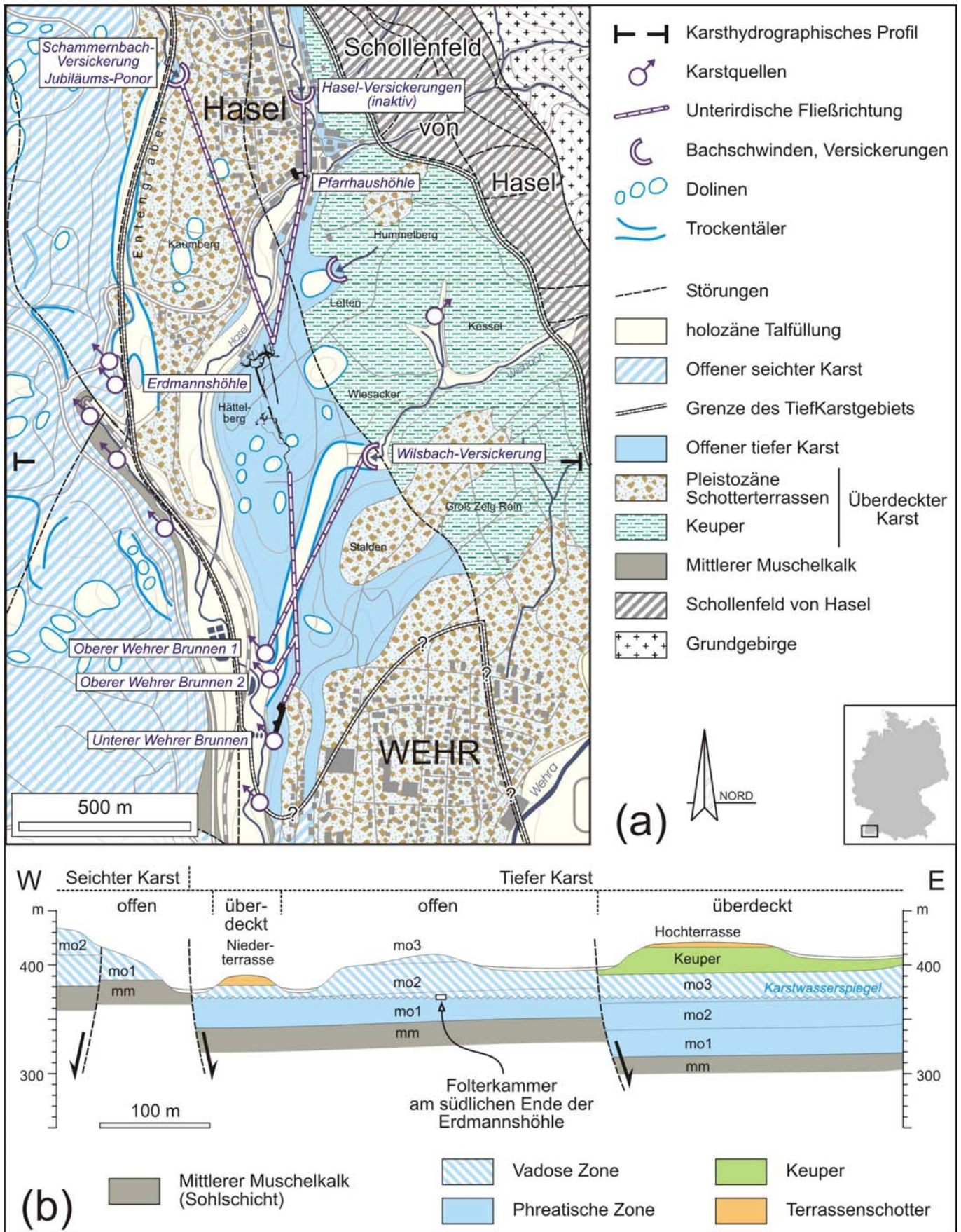


Abb. 1: (a) Karsthydrographische Karte des Karstgebiets im Bereich der Ortschaft Hasel mit Lage der Erdmannshöhle und Darstellung der unterirdischen Entwässerung, umgezeichnet nach Piepjohn (1987, 1995a, b).
 (b) E-W-Profil durch das Haseler Tiefkarst-Gebiet. Das Profil ist zweifach überhöht, zur Lage des Profils siehe Abb. 1a.

besuchte der Markgraf Karl Friedrich mit seiner Familie und Gefolge die Höhle, die eigens dafür mit einem verbauten Eingang, Treppen, Brücken und Geländern ausgestattet wurde. Nach diesem Besuch wurde die Erdmannshöhle auf Befehl des Markgrafen verschlossen und stand fortan nur noch „denen Fremden und Reisenden“ offen, womit die Erdmannshöhle wohl zur zweitältesten Schauhöhle Deutschlands avancierte. Nachdem mit Hans Jürgen Becker bereits im April 1668 in der Baumannshöhle der weltweit erste bekannt gewordene autorisierte Höhlenführer eingesetzt wurde (Stolberg 1958), ist der damalige Haseler Vogt Hans Jörg Greiner wahrscheinlich als zweiter offizieller Höhlenführer Deutschlands anzusehen (Siegener 1994). Im Jahr 1774 verfertigte der Geometer Johann Dietrich Haeckher den ersten Höhlenplan, und nach einer Befahrung am 21.09.1781 publizierte der Naturforscher Sander (1782) die erste wissenschaftliche Beschreibung der Erdmannshöhle und des Haseler Karstgebietes (Siegener 1994).

Nach der Häufung von Erdeinbrüchen außerhalb und innerhalb des Dorfes im Jahr 1799 wurde der Berginspektor Johann Christian Paul mit der Untersuchung dieser Vorgänge beauftragt. Neben geologischen Untersuchungen an der Erdoberfläche produzierte Paul den ersten umfangreichen Plan der Erdmannshöhle (Abb. 2b), der später von Lembke (1803) publiziert wurde (Siegener 1994). Auf Pauls Plan sind bereits die wichtigsten Höhlenteile eingezeichnet: der Eingangsbereich, der Tempel, der Lange Gang, der Verbindungsgang, die Fürstengruft, die Kapelle und der (damals noch nicht unterbrochene) Bachgang vom Hoffnungslos bis hinunter zur Folterkammer (vergl. Abb. 2a, 2b). Der einzige heute mögliche Zugang zu den südlichen Höhlenteilen führt durch den Rittersaal, der erst im Jahre 1867, also 66 Jahre nach Pauls Befahrung der Erdmannshöhle, durch einen Durchbruch von der Kapelle aus gefunden wurde (Siegener 1994).

Die Grundlage für den aktuellen Höhlenplan (Abb. 2a) basiert auf Vermessungen von Frank Lacher, Ralf Hermann, Ulrich Siegener und Kurt Zimmermann von der Forschungs Gemeinschaft Dinkelberger Karst, die um 1990 abgeschlossen wurden. Derzeit besitzt die Erdmannshöhle eine einmessbare Gesamtpolygonzuglänge von etwa 2.315 m (Siegener 1994). Die Erstreckung der Höhle beträgt in der N-S-Richtung etwa 370 m und in der E-W-Richtung 130 m (Siegener 1994). Der höchste Punkt der Höhle, bezogen auf die Eingangstürschwelle in 386,176 m ü.NN, befindet sich an der Decke vom Steffisgang im nördlichen Teil der Höhle mit +11,14 m, während der tiefste Punkt am Süden der Erdmannshöhle in der Folterkammer -15,10 m unter der Eingangstürschwelle liegt. Die maximale Höhendifferenz beträgt also etwa 26 m.

3.1. Speläomorphologie der Erdmannshöhle

Die Erdmannshöhle ist eine ausgesprochen typische Schichtfugen- und Kluftganghöhle. Auffallend und beispielhaft ist die ausgeprägte Orientierung der Gang- und Raumnetze der Erdmannshöhle nach den vorherrschenden Kluftsystemen. Infolge der Abschiebungstektonik bei der Hebung des Schwarzwaldes entwickelte sich ein Kluftsystem, in dem die Hauptkluftrichtung parallel zu den Hauptstörungen angelegt wurde (vergl. Abb. 1a, 2b, c). Diese vor Beginn der Verkarstung angelegte NNW-SSE-Richtung dominiert die Orientierung der meisten Gänge der Höhle, aber auch die untergeordneten NE-SW- und E-W-Kluftrichtungen finden sich vor allem in den labyrinthförmigen und verzweigten Abschnitten der Höhle wieder (Abb. 2a,c) (Piepjohn 1987).

Am häufigsten treten in der Erdmannshöhle Rechteckgänge in allen Größen auf, die charakteristisch für Höhlen in geringer Tiefe und bei horizontaler Lagerung der Schichten sind. Dieser Gangtyp bildet den Unteren und Oberen Bachgang, den Langen Gang, das Labyrinth, den Rittersaal, den Tempel, die „Höhle mit der flachen Decke“ und den Konferenzsaal (Abb. 2a).

Der zweite vorherrschende Gangtyp sind die Kluftgänge. Sie werden in der Erdmannshöhle durch den Eingang, den Verbindungsgang, den Gruftgang und die Kapelle vertreten. Einige Kluftgänge wie der Verbindungsgang und die Kapelle sind zweiphasig entstanden: während einer phreatischen Entwicklungsphase bildeten sich kleinere Ellipsengänge, an deren Grunde sich nach dem Wechsel zu vadosen Bedingungen ein Höhlenbach erosiv einschnitt und einen Canyon bildete, so dass Gänge mit einem Schlüssellochprofil entstanden. Neben den horizontalen Gängen sind mehrere Schlote und Schächte entwickelt, die teilweise die Höhlenniveaus vertikal miteinander verbinden wie der Schacht über dem Tempel zum Steffisgang, der Brutale Schacht zwischen Fürstengruft und Lehmhöhle (8 m) und der Schacht zwischen Wigwam und Hinterem Westbachgang (ca. 10 m). Schlote gibt es in der Grausamkeit (8 m Höhe), im Regenwald (9 m Höhe), im Konferenzsaal (11 m Höhe) und über dem Kreuzgang (7 m Höhe) (Abb. 2a, 3b).

3.2. Höhlen- bzw. Karstniveaus der Erdmannshöhle

In der Erdmannshöhle haben sich drei zugängliche Höhlenniveaus ausgebildet (Abb. 3a) (Piepjohn 1987, 1995a). Das höchste und in seiner horizontalen Ausdehnung kleinste Niveau (I) liegt über der Höhe des Talgrundes des Haselbachs und tritt eher punktförmig auf. Den größten Teil dieses Niveaus bildet der Steffisgang über dem Tempel (Abb. 3a). Im südlichen Teil der Höhle reichen zwei Schlote an das Obere Niveau heran: der Regenwald über den Lehmlöchern und der Schlot im Konferenzsaal (Abb. 3a).

Das Mittlere Höhlenniveau (II) ist sehr viel ausgedehnter. Gebildet wird es vom Eingangsbereich, Teilen des Irrgartens, dem Tempel, dem Langen Gang, dem Labyrinth, der Fürstengruft, den Lehmlöchern, dem Rittersaal, dem Konferenzsaal und dem Höhlenteil Dreikönig (Abb. 2a, 3a). In diesem Niveau befindet sich überwiegend der Schauteil der Höhle (Abb. 3b).

Das Untere Niveau (III) enthält den Höhlenbach, liegt damit schon im Bereich der Hochwasserzone und zeigt die Nähe zur permanenten Karstwasserfläche an (Abb. 2a, 3a). Von allen drei Niveaus besitzt es die größte horizontale Ausdehnung. Gebildet wird es vom Oberen Bachgang, der Bachhöhle, Troja, dem Verbindungsgang, der Lehmhöhle, dem Unteren Bachgang sowie vom Westbach und der Grausamkeit. Im Niveau (III) wird der Höhlenbachgang heute von einem 43 m langen Siphon unterbrochen (Abb. 2a, 3a). Tauchtiefen von 5 m im Siphon sowie Sondierungen von Bachsedimenten in der Bachhöhle von über 3 m (Siegener 1994) zeigen an, dass die Gänge im Niveau (III) tief zugeschottert sind und noch weit unter die rezenten Karstwasseroberfläche reichen. Wie schnell und dynamisch sich die Sedimentationsvorgänge im Bereich des Höhlenbachs verändert haben, zeigt die Tatsache, dass Johann Christian Paul im Jahr 1801 berichtete, dass der Höhlenbach „wiewohl mit Beschwerlichkeit“ noch von der Bachhöhle bis zum südlichsten Teil der Höhle, der Folterkammer, befahren werden konnte (Siegener 1994) (vergl. Abb. 2a, 2b).

3.3. Die rezenten und fossilen Bachablagerungen der Erdmannshöhle

Neben den in der Erdmannshöhle weit verbreiteten Inkasions-trümmern und dem Höhlenlehm besonders im Unteren Niveau (III) gibt es eine Gruppe klastischer Sedimente, die für die Inter-

Rechte Seite:

Abb. 2: (a) Höhlenplan der Erdmannshöhle, umgezeichnet nach Vermessungen von F. Lacher, R. Hermann, U. Siegener und K. Zimmermann (Forschungs Gemeinschaft Dinkelberger Karst).

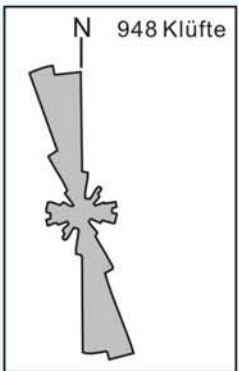
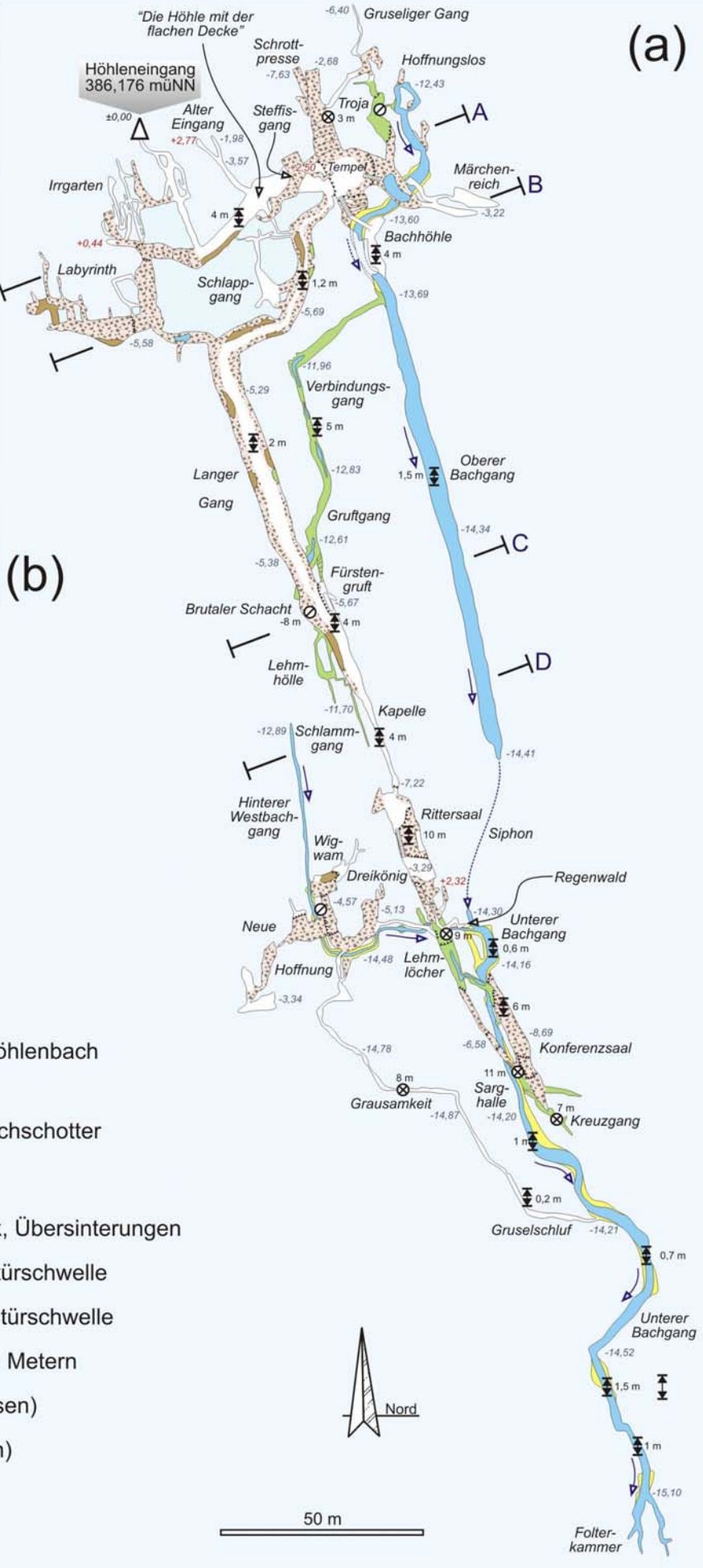
(b) Höhlenplan von Johann Christian Paul aus dem Jahr 1801 (Lembke 1803).

(c) Kluftrose zur statistischen Darstellung der Abhängigkeit der Orientierung des Gangnetzes der Erdmannshöhle von den Hauptkluftsystemen im Oberen Muschelkalk (Piepjohn 1987).

(a)

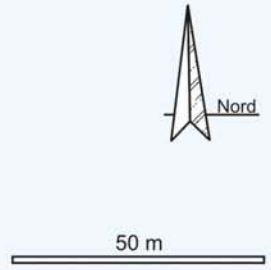


(b)



(c)

- Höhlenbach
- Höhlensee
- rezente Sandbänke im Höhlenbach
- Höhlenlehm
- ?Eem-zeitliche Höhlenbachsotter im Niveau (II)
- Blockschutt
- anstehender Muschelkalk, Übersinterungen
- +2,32 Meter über der Eingangstürschwelle
- 14,30 Meter unter der Eingangstürschwelle
- 10 m Gang- oder Raumhöhe in Metern
- 4 m Schacht (unten geschlossen)
- 9 m Schlot (oben geschlossen)
- Treppen
- Stufen / Steilkanten



pretation des Alters der Höhle und deren Speläogenese von Bedeutung sind: die rezenten Bachschotter des heutigen Höhlen- und Westbachs im Niveau (III) sowie älterer, fossiler Bachläufe in den Niveaus (II) und (I) (Piepjohn 1987, 1995a).

Die Schotter in den Bachbetten der rezenten Höhlenbäche im Unteren Höhlenniveau (III) bestehen aus autochthonen Kalkgeröllen aus der Höhle selbst und aus allochthonen Geröllen aus dem Einzugsgebiet von Schammernbach und Hasel. Es handelt sich hierbei um Ganggesteine, Granite, Granodiorite und Rotsedimente des Unteren Oberrotliegend (Piepjohn 1987, 1995a). Der Anteil und die Größe der allochthonen Komponenten nehmen mit zunehmender Entfernung von der Eintrittsstelle des Höhlenbachs in die Erdmannshöhle stark ab. Das letzte nicht aus der Höhle stammende Geröll von Mittelkiesgröße fand sich im Bereich der Sarghalle im Unteren Bachgang 250 m unterhalb der Eintrittsstelle des Höhlenbachs in die Erdmannshöhle. Die Untersuchungen von Sedimentmächtigkeiten verliefen überraschend: Im Gegensatz zu den Vermutungen, dass die Bachschotter nur geringmächtig sind, zeigten Sondierungen (Siegener 1994), dass sie in der Bachhöhle mehr als 3 m mächtig sind. Das heißt, dass die Gänge mindestens 3 m tief unter die Wasseroberfläche des Höhlenbachs reichen.

Neben den rezenten Bachschottern im Niveau (III) sind im Mittleren Höhlenniveau (II) fossile Bachsedimente aufgeschlossen (Piepjohn 1987, 1995a), die ausnahmslos aus Mittel- und Grobsanden bestehen, in die Gerölle von bis zu 2 cm Durchmesser eingebettet sind. Diese unverfestigten Ablagerungen kommen im Labyrinth, in der „Höhle mit der flachen Decke“, im Langen Gang, im Wigwam und unter dem 11 m-Schlot im Konferenzsaal vor (Abb. 2a) und sind oft übersintert und teilweise mit Tropfsteinen besetzt. Vereinzelt liegen die übersinterten Schotter im Langen Gang Inkasionstrümmern auf und sind mit diesen durch Sinter verbacken. Die Schotter im Niveau (II) stellen die Überreste eines Systems dar, das wahrscheinlich in der Eem-Warmzeit von den damaligen Höhlenbächen benutzt wurde, als die permanente Karstwasseroberfläche entsprechend höher lag (Piepjohn 1995a) (Abb. 4).

Im Steffisgang sind an einigen Stellen des sonst durch Inkasion nahezu völlig zerstörten Oberen Niveaus (I) die Reste alter Bachablagerungen erhalten, die aus Mittel- bis Grobsanden aus Quarz und Feldspat bestehen. Eingelagert sind einige wenige, gerundete Granodiorit-Gerölle von bis zu 2 cm Größe, die wie das Matrix-Material aus dem nördlich und östlich der Höhle aufgeschlossenen kristallinen Hinterland stammen (Piepjohn 1995a). Auch wenn diese Vorkommen nur punktförmig erhalten sind, weisen sie nach, dass ein Höhlenbach das Niveau (I) wahrscheinlich in der Holstein-Warmzeit durchflossen hat (Piepjohn 1987, 1995a) (Abb. 4).

3.4. Die Beziehungen der Höhlenevolutionsniveaus zu den oberirdischen kaltzeitlichen Terrassenschottern

Bei der Erdmannshöhle handelt es sich um eine Höhle des Flussbett-Typs, die durch den unterirdischen Anteil eines oberirdischen Talflusses entsteht (Bögli 1978). Wichtigste Merkmale dieses Höhlentyps sind (a) die Ausbildung eventuell mehrerer Höhlenevolutionsniveaus und (b) das konsequent einseitige Gefälle der Gänge. Beide Merkmale sind in der Erdmannshöhle exemplarisch entwickelt (Abb. 3a) (Piepjohn 1987, 1995a).

Voraussetzung für die Ausbildung eines Höhlenniveaus ist ein längeres Andauern der Haltephase der Taleintiefung, so dass bei gleichbleibender Lage des Vorfluters auch die Höhe des Karstwasserspiegels unverändert bleibt. Ändert sich jedoch, wie im Falle der Erdmannshöhle, die Lage des Vorfluters durch eine plötzliche Taleintiefung, wird ein neues, tiefer gelegenes Karstwasserniveau bzw. Evolutionsniveau angelegt (Sawicki 1909). Durch eine kurze Phase der Taleintiefung entsteht also bei der folgenden Haltephase ein neues Vorfluterniveau, dem sich die Karstwasseroberfläche durch Absenken anpasst: Ehemals im

phreatischen bzw. Hochwasserbereich befindliche Höhlenbereiche verlieren Wasser an tiefer gelegene Gangsysteme, fallen trocken und werden inaktiv. Die Hohlraumbildung in diesem ehemals aktiven Bereich hört auf, und Veränderungen finden nur noch durch Inkasion und Sinterbildung statt. Im Bereich des tiefer gelegten Hochwasserbereichs bzw. der obersten seichtphreatischen Zone kommt es zur Ausbildung eines weiteren Höhlenevolutionsniveaus. Bei späteren Taleintiefungen wiederholen sich diese Prozesse. In der Erdmannshöhle lassen sich, belegt durch die Bachsedimente in den drei Niveaus, mindestens drei Haltephasen der Taleintiefung und drei vorangegangene Absenkungen der Karstwasseroberfläche ablesen (Piepjohn 1987, 1995a).

Nach Deike (1967), Miotke & Palmer (1972) und Bögli (1978) sind die Evolutionsniveaus einer Höhle mit oberirdischen Terrassensystemen korrelierbar bzw. homolog zu ihnen. Da das Alter der Terrassenschotter bekannt ist, kann man bei Vergleichen der Höhenlagen der unterirdischen Niveaus mit den oberirdischen Terrassenauflagerungsflächen Rückschlüsse auf die aktiven Phasen der einzelnen Höhlenniveaus ziehen. Dabei müssen zwei Aspekte berücksichtigt werden: Erstens werden (die zeitlich einstuftbaren) Terrassenschotter immer auf dem Grunde eines Tals abgelagert, das in der vorangegangenen Warmzeit entstanden ist. Es sind also nicht die Terrassenschotter selbst, die mit einem Höhlenniveau korrelierbar sind, sondern die Talböden der vorausgegangenen Warmzeit (Piepjohn 1995a). Zweitens muss die jeweilige Auflagerungsfläche oder Basis einer Terrasse (= Talboden der vorausgegangenen Warmzeit) räumlich immer **über** dem zu diesem System gehörigen Höhlenniveau liegen.

Im Umkreis der Erdmannshöhle sind an der Erdoberfläche die Niederterrassenschotter der Würm-Kaltzeit und die Hochterrassenschotter der Riß-Kaltzeit aufgeschlossen (Abb. 1). Ausgehend von den aktuellen Verhältnissen und den Vergleichen der räumlichen Höhen der Höhlenniveaus und der Auflagerungsflächen der Terrassensysteme, können die folgenden unter- und oberirdischen Systeme miteinander korreliert werden:

(i) der rezente Höhlenbach ist mit der heutigen holozänen Talau der Hasel korrelierbar, die den Zubringer für das aktive Untere Niveau (I) bildet.

(ii) die Niederterrasse der Würm-Kaltzeit lagerte sich auf dem Talboden der Eem-Warmzeit ab. Das Mittlere Niveau (II) liegt mit seinen Bachsedimenten räumlich darunter und kann mit dem eem-zeitlichen Talboden korreliert werden. Das obere Höhlenniveau (III) kommt dafür nicht in Frage, weil es räumlich über dem eem-zeitlichen Talboden liegt.

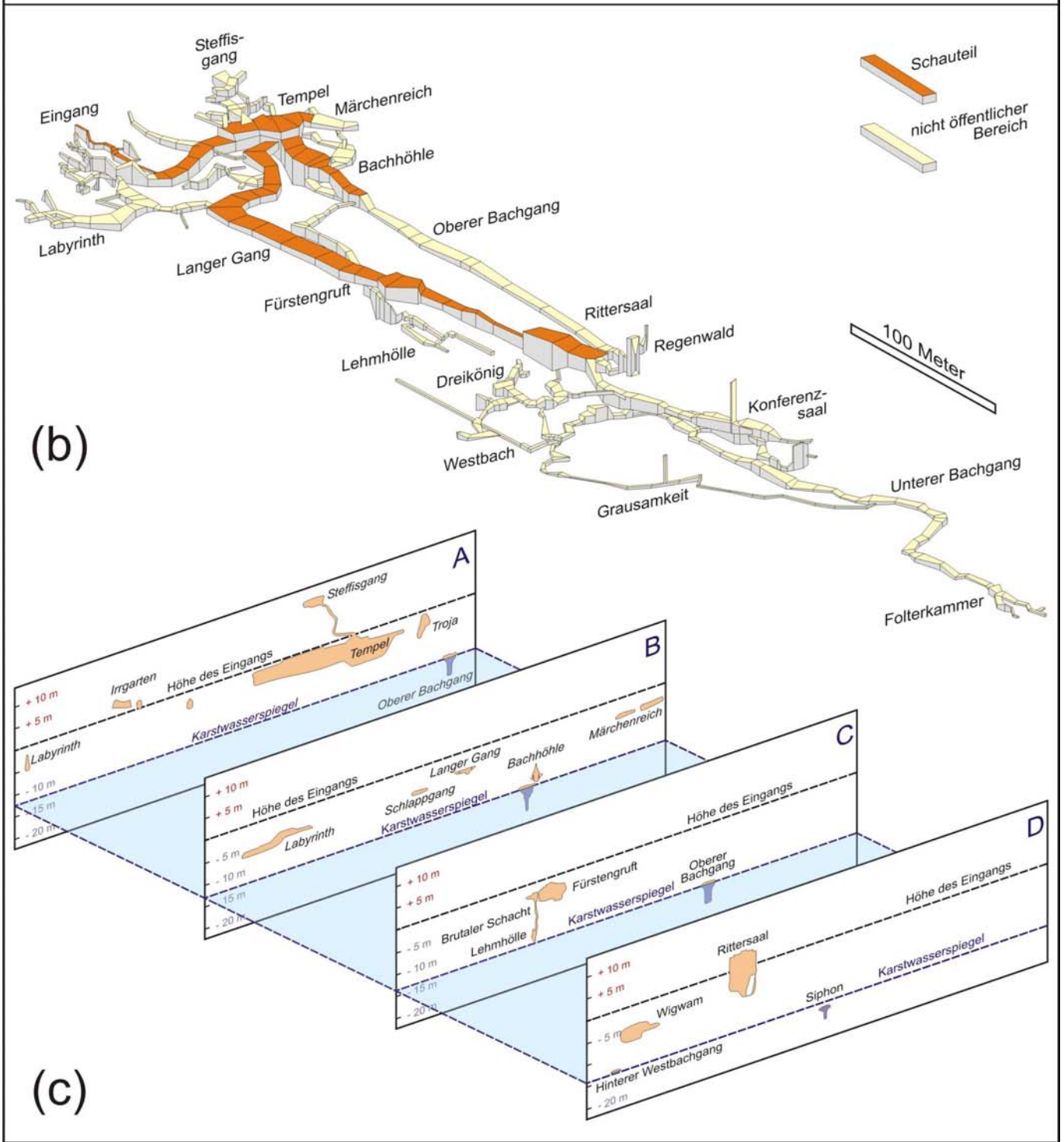
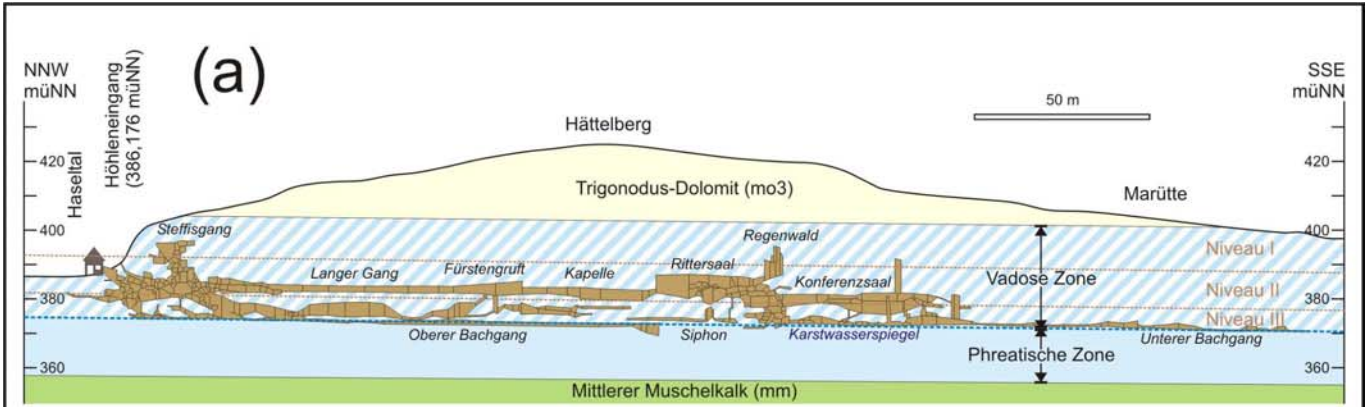
(iii) dementsprechend können das obere Niveau (III) und die darin abgelagerten Bachsedimente mit dem Talboden der Holstein-Warmzeit korreliert werden. Während dieser Zeit befanden sich alle Hohlräume unter den holstein-warmzeitlichen Bachschottern im phreatischen Bereich, während die Hohlräume darüber während der Holstein-Warmzeit bereits in der vadosen Zone lagen.

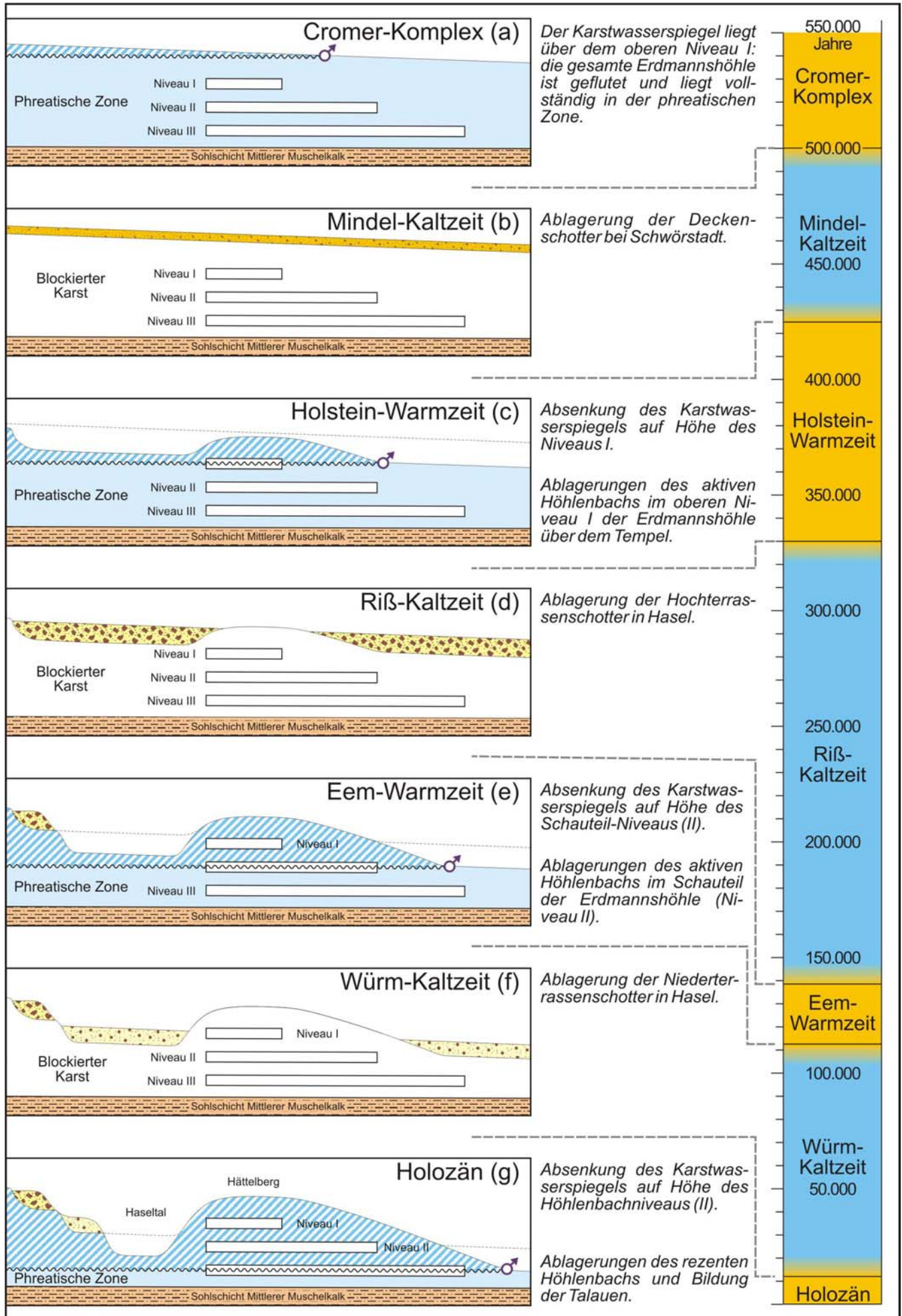
Rechte Seite:

Abb. 3: (a) Seitenriss der Erdmannshöhle und Lage der Höhle im Oberen Muschelkalk (Trochitenkalk mo1, Plattenkalk mo2) sowie Lage der Karstwasseroberfläche und der phreatischen und vadosen Zonen.

(b) Dreidimensionale Darstellung der Erdmannshöhle mit Blickrichtung aus Südwesten. Die Verarbeitung und Optimierung der speläometrischen Daten sowie Erstellen der Parallelperspektive erfolgte mit dem Programm TOPOROBOT durch K. Zimmermann (Siegener 1994).

(c) Dreidimensionale Querschnitte durch die Erdmannshöhle zur Darstellung der Lage der Karstwasseroberfläche im Verhältnis zu den Hohlräumen in den drei Höhlenniveaus (Piepjohn 1987); zur Lage der Profile siehe Abb. 2a.





3.5. Speläogenese der Erdmannshöhle

Ausgehend von den oben beschriebenen Beziehungen der unterirdischen Höhlenniveaus zu den oberirdischen Terrassenkörpern lässt sich das folgende, stark vereinfachte, Szenario der Höhlenentwicklung der Erdmannshöhle rekonstruieren (Piepjohn 1987, 1995a):

Der genaue Zeitraum, an dem die Initialphase der Erdmannshöhle einsetzte, ist unbekannt. Ausschlaggebend für die karsthydrographischen Bedingungen, die für aktive Verkarstungsprozesse notwendig sind, war jedoch die zumindest teilweise Freilegung des oberen Muschelkalks durch Erosion und die Beseitigung seiner Deckschichten, besonders des Keupers. Es ist möglich, dass die Grundvoraussetzungen dafür bereits im Laufe des Oligozän/Miozän mit den verschiedenen Hebungsphasen des Schwarzwaldes eingeleitet wurden, als die Dinkelberg-Scholle gegenüber dem Schwarzwald-Kristallin abgesenkt wurde (Geyer et al. 2003). Die Orientierung der bei den tektonischen Hebungen des Schwarzwaldes entstandenen, überwiegend NNW-SSE-streichenden Klufsysteme und der nahezu horizontalen Schichtfugen war die Ursache dafür, dass die speläogenetischen Prozesse schon im Ansatz das heutige Bild der dreidimensionalen Raumverteilung der Erdmannshöhle bestimmten.

Während der verhältnismäßig langen Initialphase spielte sich die Hohlrumentwicklung im phreatischen Bereich ab. Für das weitere Schicksal der Erdmannshöhle wurde nunmehr das Verhalten der Karstwasseroberfläche infolge der zahlreichen Klimawechsel im jüngeren Quartär bestimmend, wobei davon ausgegangen wird, dass sich die Phasen intensiver Verkarstung in den Warmzeiten abspielten:

Während des Cromer-Komplexes lagen alle drei heute zugänglichen Höhlenniveaus (I - III) noch vollständig im phreatischen Bereich des Karstkörpers (Abb. 4a). Höchstwahrscheinlich befand sich die Entwicklung der Erdmannshöhle bereits im Jugend- oder Reifestadium. Nachdem während der Mindel-Kaltzeit am Südrand des Dinkelbergs die Deckenschotter bei Schwörstadt abgelagert worden waren (Abb. 4b), schnitten sich mit dem Beginn der Holstein-Warmzeit die vom Schwarzwald kommenden Flüsse in den Karstkörper des oberen Muschelkalk ein. Infolge der Tieferlegung des Vorfluters wurde der Karstwasserspiegel erstmalig abgesenkt, so dass die obersten Hohlräume der Erdmannshöhle trocken fielen (Abb. 4c). Im Bereich der abgesenkten Karstwasseroberfläche wurden die Bachschotter des Niveaus (I) abgelagert. Während der Riß-Kaltzeit wurden die Verkarstungsprozesse erneut blockiert oder zumindest behindert. An der Oberfläche über der Erdmannshöhle wurden die riß-kaltzeitlichen Hochterrassenschotter in den Tälern abgelagert, die am Beginn der Holstein-Warmzeit ausgeräumt worden waren (Abb. 4d). Ein zweites Mal wurde der Karstwasserspiegel am Beginn der Eem-Warmzeit abgesenkt. Die Flüsse beseitigten die meisten Hochterrassenschotter und schnitten sich durch die Hochterrassen in den darunter liegenden oberen Muschelkalk ein (Abb. 4e). Die phreatische Zone wurde auf Kosten der vadosen Zone schmaler, und in Höhe des heutigen Schautelniveaus (II) lagerten sich die Bachschotter des eem-zeitlichen Höhlenbachs ab. Damit waren die Höhlenteile zwischen dem eem-zeitlichen und dem holstein-zeitlichen Karstwasserspiegel trocken gelegt. In der letzten Kaltzeit, der Würm-Kaltzeit, lagerten sich in den Urtälern von Hasel und Schwabenboden die Schotter der Niederterrassen ab (Abb. 4f). Am Beginn des Holozän wiederholten sich die Prozesse der Tieferlegung der Karstwasseroberfläche ein bislang letztes Mal: Die Höhlenteile zwischen den eem-zeitlichen Bachschottern im

Niveau (II) und der heutigen Oberfläche des Höhlenbachs fielen trocken, womit die phreatische Zone über der Sohlschicht des Mittleren Muschelkalk nur noch etwa 15 m mächtig sein dürfte (Abb. 4g). In den Gängen des Unteren Niveaus (III) wurden mehr als 3 m mächtige Sedimente aufgeschüttet, und der heutige Zustand der Erdmannshöhle wurde erreicht.

4. Zusammenfassung

In mehrfacher Hinsicht ist die Erdmannshöhle, obwohl sie sicherlich nicht die schönste Tropfsteinhöhle in Deutschland ist, einmalig und lehrbuchhaft:

1) Herausragend ist die Orientierung ihrer Gangsysteme in Abhängigkeit von der Anlage des durch die tektonischen Prozesse initiierten Klufnetzes infolge der Hebungen des Schwarzwald-Vogesen-Doms und des Einbruchs des Oberrheingrabens. Deutlich ist hierbei die Übereinstimmung der NNW-SSE-Anlage der Hauptgangsysteme mit der außerhalb der Höhle durch Messungen statistisch ermittelten Hauptkluftrichtung parallel zu den Hauptstörungen zum Kristallin (Abb. 2a, c).

2) Die Erdmannshöhle bildet exemplarisch eine Höhle des Flussbetttyps ab, wobei alle Charakteristika beispielhaft entwickelt sind: (i) die Entwicklung der Höhlenniveaus, deren horizontale Ausdehnung in Richtung auf die jeweils zeitlich zuzuordnenden Vorfluter hin um so länger ist, je tiefer das Niveau liegt (Abb. 3a). (ii) das einseitige Gefälle der Niveaus in Richtung auf den jeweiligen Vorfluter, und (iii) die Ablagerungen eines aktiven und zweier fossiler Höhlenbachsysteme in den drei Niveaus, die die längeren Phasen stabiler karsthydrographischer Bedingungen nachweisen.

3) Beispielhaft sind mit den unterirdischen Höhlenniveaus und den oberirdisch aufgeschlossenen Terrassensystemen ebenfalls die Wechselwirkungen und die Abhängigkeit der Höhlenentwicklung zu den klimatischen Veränderungen während der Wechsel von Warm- und Kaltzeiten und den schrittweisen Tieferlegungen der Karstwasseroberfläche zu beobachten.

Damit ist jedoch die Entwicklung der Erdmannshöhle nicht abgeschlossen: Nach wie vor befinden wir uns in einem Eiszeitalter, und eine kommende Kaltzeit würde erneut Terrassenschotter ablagern, und zwar diesmal in den heutigen holozänen Tälern. Die Prozesse würden sich wie in der Vergangenheit wiederholen, bis der Karstwasserspiegel soweit abgesenkt wäre, dass die Sohlschicht des Mittleren Muschelkalks erreicht wird. Dann wäre die Entwicklungsgeschichte der Erdmannshöhle beendet, und fortschreitende Inkasion würde aus der Höhle im Altersstadium eine Höhlenruine machen – vielleicht schon in der kommenden Warmzeit?

5. Literatur

- Bögli, A. (1978): Karsthydrographie und physische Speläologie. – Berlin, Heidelberg, New York
- Deike, G.H. (1967): The development of caverns of the Mammoth Cave region. – Thesis, PA State Univ.
- Geyer, O.F.; Schober, T. & Geyer, M. (2003): Der Hochrhein-Region zwischen Bodensee und Basel. – Sammlung Geologischer Führer, **94**: 1-526, Gebrüder Borntraeger Berlin Stuttgart
- Lembke, C.A. (1803): Die Erdmanns-Höhle bey Hasel. – Basel
- Ludwig, A.A. (1928): Die Erdmannshöhle bei Hasel. – 3. Auflage, Emmendingen
- Lutz, M. (1955): Geologie des Deckgebirges zwischen Hausen und Hasel. – Diplom-Arbeit Geol. Inst. Univ. Freiburg, S. 1-133
- Lutz, M. (1958): Stratigraphische und tektonische Untersuchungen am südwestlichen Schwarzwaldrand. – Diss. Geol. Inst. Univ. Freiburg, S. 1-126

Linke Seite:

Abb. 4: Schematische und stark vereinfachte Profile zur Darstellung der wichtigsten Entwicklungsschritte der Höhlenevolution der Erdmannshöhle im Laufe des Quartärs.

- Lutz, M. (1964): Stratigraphische und tektonische Untersuchungen am südwestlichen Schwarzwaldrand zwischen Wiesental und Hochrhein. – Oberrhein. Geol. Abh., **13**: 75-122, Karlsruhe
- Miotke, F.D. & Palmer, A.N. (1972): Genetic relationship between caves and landforms in the Mammoth Cave National Park area. – Veröff. Geogr. Inst. TH Hannover
- Piepjoh, K. (1987): Geologische Neukartierung im südwestlichen Schwarzwald nördlich von Wehr (Dinkelberg/Hotzenwald, Baden-Württemberg). – Diplom-Arbeit Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg
- Piepjoh, K. (1995a): Die Erdmannshöhle bei Hasel (Südbaden) und die Abhängigkeit ihrer Entwicklung von den quartären Klima-Ereignissen. – Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie, **77**: 155-171
- Piepjoh, K. (1995b): Karsthydrographie im Bereich der Ortschaft Hasel nördlich von Wehr (Südbaden). – Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie, **77**: 173-184
- Sander, H. (1782): Beschreibung einer Tropfstein-Höle in der Landgrafschaft Sausenberg. – in: Der Naturforscher, 18. Stück, S. 167-181, Halle
- Sawicki, L.R.von (1909): Ein Beitrag zum geographischen Zyklus im Karst. – Geogr. Z., **15**: 185-204 und 259-281
- Siegener, U. (1994): Die Erdmanns Höhle bei Hasel. Ein Beitrag zur Speläologie (Höhlenkunde) des Haseler Karstes. – in: Geschichtsverein Markgräfler Land e.V. (Hrsg.), 550 Jahre Markgräflerland – Jubiläumsband, Das Markgräflerland, **2**: 345-372
- Stolberg, F. (1958): Die alten Abbildungen der Baumannshöhle bis 1750. – in: Harz-Zeitschrift, **10**: 65-90, Bad Harzburg
- Weidner, H. (1933): Geschichte von Hasel und Glashütten. – Wehr

Anschrift der Autoren:

Karsten Piepjoh: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Stilleweg 2, D-30655 Hannover, K.Piepjoh@bgr.de.

Frank Lacher: Glashüttenstraße 3, D-79686 Hasel, frank.lacher@roche.com.

Ralf Herrmann: Oberfeldstraße 19, 79639 Grenzach-Wyhlen. Ulrich Siegenger: Auf dem Bühl 10, D-79736 Rickenbach, u.siegenger@gmx.de.

Kurt Zimmermann: Schaffhauserstraße 87, D-79761 Tiengen, kurt@spelunx.de.



Auszug aus den
„Mitteilungen des Verbandes der deutschen Höhlen- und Karstforscher e.V.“

www.vdhk.de