Das Fuchslabyrinth – eine kuriose Höhle im Oberen Muschelkalk Südwestdeutschlands

ZUSAMMENFASSUNG

Das 12 km lange Fuchslabyrinth liegt in Südwestdeutschland in der Hohenloher Ebene, westlich der Stadt Rothenburg ob der Tauber. Im Gegensatz zu den traditionellen Karstgebieten des Weißjura (Schwäbische Alb, Fränkische Alb) waren Höhlen in dieser Region bis Mitte der 1970er Jahre kaum bekannt. Die im Oberen Muschelkalk entwickelte Höhle liegt direkt unterhalb des Unterkeupers, einer Gesteinsschicht, die kaum Wasser durchlässt. Sie ist deshalb sehr trocken und arm an Sinterformationen. Im Gegensatz zu dem dichten, entlang von Klüften angeordneten Netz lehmgefüllter Passagen im oberen Teil gibt es darunter einen Wassergang, der in seiner völlig anderen Gestalt einer typischen Wasserhöhle in der Region Hohenlohe entspricht.

Nach einer Darstellung der hydrologischen Umgebung der Höhle, inklusive interessanter benachbarter Karsterscheinungen, gibt der Artikel einen kurzen Abriss der 40-jährigen Forschungsgeschichte. Die zentrale Fragestellung der Höhlenentstehung wird mit einer Beschreibung der Gangprofile und Sedimente eingeleitet. Es wird diskutiert, ob das obere labyrinthische System und der untere Wassergang genetisch zusammengehören oder unabhängig voneinander entstanden. Damit verbunden ist die Frage, ob die Speläogenese hypogen oder epigen war.

ABSTRACT

Fuchslabyrinth – a peculiar cave in the Upper Muschelkalk of SW Germany

Fuchslabyrinth is a maze of 12 km of passages, located near Rothenburg ob der Tauber in southwestern Germany. In contrast to the traditional karst regions of the Upper Jurassic (Swabian Alb, Franconian Alb), caves were largely unknown in this region up to the 1970s. Fuchslabyrinth developed in the Upper Muschelkalk directly underneath impermeable beds of the Lower Keuper. This is why the cave is very dry and almost devoid of speleothems. The passages of its upper level form a dense, fracture-controlled network and are filled by loam, while the lower level (*Wassergang*) is a hydrological active cave characteristic of the Hohenlohe region.

After a brief introduction of the cave's hydrological setting including neighboring karst features, the article summarises 40 years of exploration. Centerpiece of the article is an elaborate description of cave morphologies and sediments, leading to a discussion of the speleogenesis of this unique cave system.

Michael Ross
Geisswiesenstraße 17, 72070 Tübingen
michaelKO.ross@t-online.de
Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Stuttgart

Eingelangt: 10.2.2016
Angenommen: 15.7.2016

EINLEITUNG

Das **Fuchslabyrinth** (6626/3) liegt im Nordosten Baden-Württembergs, nahe der bayerischen Staatsgrenze, nur wenige Kilometer westlich von Rothenburg ob der Tauber – einer für Höhlen wenig bekannten Gegend.

Die 12 km lange Höhle besteht aus zwei grundverschiedenen Teilen: Dem eigentlichen, weitgehend trockenen Labyrinth, das sich bisher auf einer relativ kleinen Grundfläche von 500 x 500 m unterhalb eines Weilers erstreckt. Da auf dieser Fläche nahezu jede Kluft auskorrodiert ist, ergibt sich die für den Karst im Oberen Muschelkalk recht große Gesamtlänge.

Der andere Teil besteht aus einem nahezu unverzweigten aktiven Gerinne unterhalb des Labyrinths. Dieser aktive Teil ist bisher auf ca. 2 km Länge erforscht und endet beiderseits an Siphonen. Die vertikale Erstreckung des Gesamtsystems beträgt inklusive des Eingangs-Schachts nur 30 m.

GEOLOGIE UND HYDROLOGIE

Das die Höhle umgebende Gestein ist der Obere Muschelkalk, davon wiederum die obersten Meter, direkt unterhalb der überlagernden Unterkeuper-Schicht (früher Lettenkeuper). Die Schichten des Oberen Muschelkalks sind im Bereich der Höhle nur minimal geneigt und von wenigen unbedeutenden Störungen durchzogen. Die Klüftung ist sehr gleichmäßig, was vermutlich durch die Aufwölbung in der schwach gewölbten Kuppe bedingt ist, in der die Höhle liegt. Die Abwesenheit naher, tief gelegener Vorfluter ist eine weitere günstige Voraussetzung für die Ausbildung eines Labyrinths, weil sich dadurch keine bevorzugte Abflussrichtung mit entsprechend größeren Passagen bilden kann. Tatsächlich ist im trockenen, oberen Teil des **Fuchslabyrinths** fast jede Kluft auf befahrbare Dimensionen auskorrodiert, allerdings nicht auf ganzer Länge. Die Korrosion hat an vielen Stellen Saurierknochen aus dem Oberen Muschelkalk schön herauspräpariert. Heute sind die Klüfte durchwegs zu etwa zwei Dritteln mit Sediment gefüllt. Insgesamt ergibt sich so eine äußerst gleichmäßige, geradezu lineare Anordnung der Höhlengänge.

Farbstoffeingaben in nahegelegene Bachschwinden ergaben in den 1970er Jahren, dass das Gebiet nach Osten entwässert (Zander, 1973). Die oberirdische Topografie würde einen Abfluss nach Süden nahelegen. Die unterirdische Entwässerung weicht hier von der oberirdischen ab – sie folgt dem sehr flachen Einfallen des Oberen Muschelkalks (Abb. 2).

Das Karstwasser entspringt 8 km östlich als *Schandtauberquelle*. Das Gefälle dorthin ist mit durchschnittlich 0,6 % sehr gering. Der Weg des Karstwassers stromabwärts des **Fuchslabyrinths** lässt sich auch im Gelände gut verfolgen, da der unterirdische Bach zwei-

Abb. 1: Geographische Lage des Fuchslabyrinths.
Fig. 1: Location of the cave.

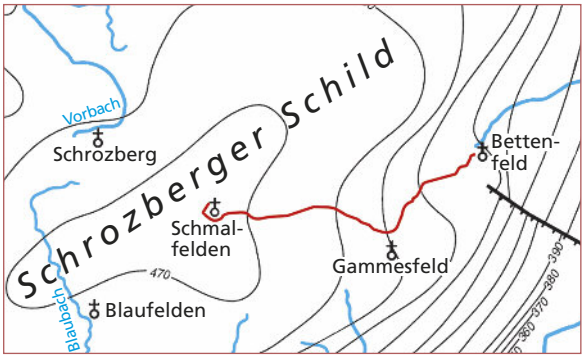


Abb. 2: Höhenkarte der Grenze Oberer Muschelkalk zu Unterkeuper in Meter über Meeresspiegel. Verlauf des Wassergangs in Rot. Verändert nach Zander (1973).
Fig. 2: Topography of the transition between Upper Muschelkalk and the Lower Keuper above it. The active passage of Fuchslabyrinth is shown in red. Modified after Zander (1973).

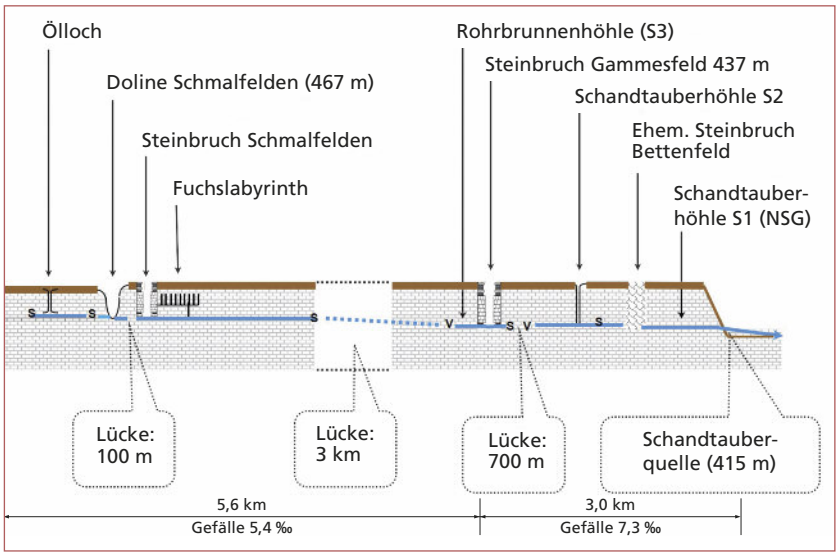


Abb 3: Schematischer Längsschnitt der hydrologischen Verhältnisse vom Fuchslybyrinth und seinen Zu- und Abflüssen (S: Siphon; V: Versturz).
Fig. 3: Schematic longitudinal section of the hydrology of Fuchslabyrinth and its tributaries and drains (S: sump; V: breakdown).

Abb. 4: Teil eines mittelalterlichen Gefäßes, gefunden im Wassergang.
Fig. 4: Medieval pottery found in Wassergang of Fuchslabyrinth.
Foto: Sibylle Mertsch

mal in dazwischenliegenden Steinbrüchen angeschnitten wurde und weitere drei Höhlen durchfließt: Die auf 55 m ertauchte **Rohrbrunnenhöhle** (6626/24), gefolgt von der 3,6 km langen **Schandtauberhöhle 2** (6626/17) und der über 1 km langen **Schandtauberhöhle 1** (6626/01; Pantle & Rathgeber, 2012). Der Längsschnitt in Abbildung 3 veranschaulicht den unterirdischen Wasserlauf.

Der Färbeversuch wurde damals nur einmal bei mittlerem Wasserstand durchgeführt, ohne chemische Analyse der Wässer. Die gute Einsehbarkeit des unterirdischen Wasserlaufs bestätigt jedoch, dass auch bei Hochwasser der Abfluss Richtung Osten erfolgt. Ein interessantes Detail der damaligen Färbeversuche ist, dass nur ca. 1 km südlich des **Fuchslabyrinths** eingegebene Farbe nach Süden abgeführt wurde. Es ist nicht ausgeschlossen, dass z.B. bei Hochwasser das **Fuchslabyrinth** zusätzlich nach Süden entwässert. Entsprechende Gänge wurden aber bisher nicht gefunden. Die wahrscheinlichste Stelle für eine solche Abzweigung liegt allerdings teilweise unter Wasser und wurde vielleicht deshalb noch nicht entdeckt.

Ein weiteres interessantes Detail ist der Fund eines Gefäßrands eines mittelalterlichen Tonkrugs auf einem Sims des *Wassergangs* nur wenig unterhalb der Decke (Abb. 4). Das Gefäß war zum Teil einsedimentiert, was darauf hinweist, dass der *Wassergang* zeitweise nahezu mit Sediment aufgefüllt war. Wie sich das damals auf die Abflüsse ausgewirkt hat, ist nicht bekannt.

KARSTERSCHEINUNGEN NAHE DER HÖHLE

In unmittelbarer Nachbarschaft der Höhle gibt es weitere Karsterscheinungen, die in den letzten Jahren untersucht wurden (Abb. 5). Nicht mehr zugänglich sind drei weitere Spalten mit einer Gesamtlänge von 130 m, die im damaligen, heute aufgefüllten Steinbruch angeschnitten wurden: **Skelettspalte** (6626/3C), **Schmetterlingsspalte** (6626/3D), **Sinterspalte** (6626/3E).

In dem gleichen Steinbruch gibt es noch eine weitere aktive Wasserhöhle, das 1974 entdeckte **Ölloch** (6626/4). Erst 2015 wurde die Höhle vollständig auf ca. 450 m Länge vermessen. Sie endet derzeit beidseitig an Siphonen. Der Gangquerschnitt ähnelt dem *Wassergang* im **Fuchslabyrinth** und entwässert zu diesem. Tatsächlich sind die Endpunkte von beiden Gängen nur ca. 250 m voneinander entfernt.

Unweit der gedachten Verbindungslinie zwischen beiden Höhlen befindet sich eine wassergefüllte Doline, in die vor Jahrzehnten ein Pumpenhaus eingebaut wurde. Diese wird heute nicht mehr für die Trinkwasserversorgung genutzt. Der Erdfall wurde schon 1788 beschrieben als „*Einer der grössten, der am Ende des Dorfes Schmalfelden liegt, hat zu unterst, in einer kalten, felsigen Höle, einen solchen durchstreichenden Bach, der, bey trockner Witterung, ein sehr reines, gesundes Wasser führt, und ein Beweis der wohltätigen Vorsehung ist*“ (A. A., 1788).

Tatsächlich hat eine im Jahr 2015 durchgeführte Grabung und Kamera-Erkundung ergeben, dass sich unter dem Wasserspiegel ein Höhlengang befindet, der leider noch nicht zugänglich ist (Abb. 6).

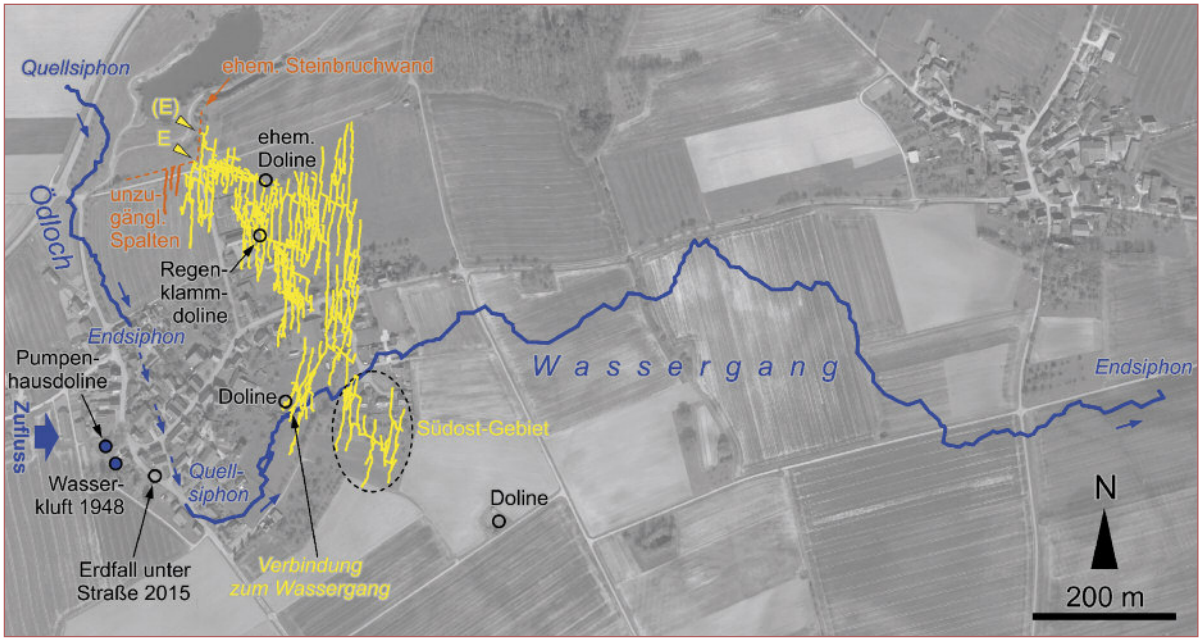
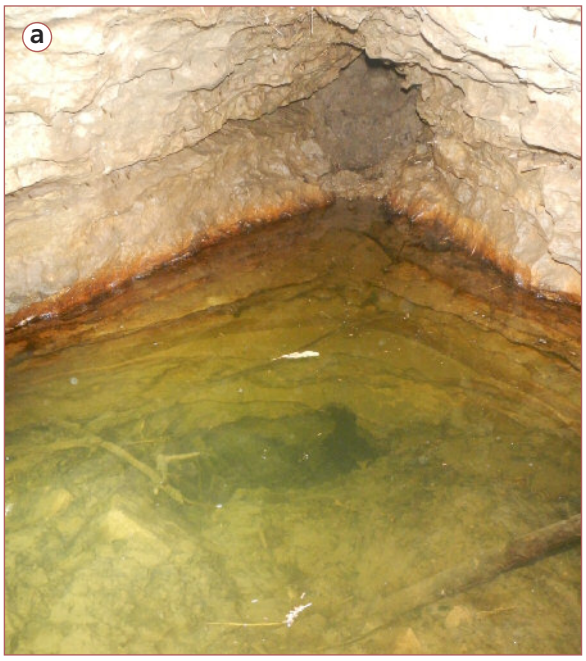


Abb. 5: Das Fuchslabyrinth und benachbarte Karsterscheinungen (Orthofoto: GoogleEarth).
Fig. 5: Fuchslabyrinth and adjacent karst features (source: GoogleEarth).



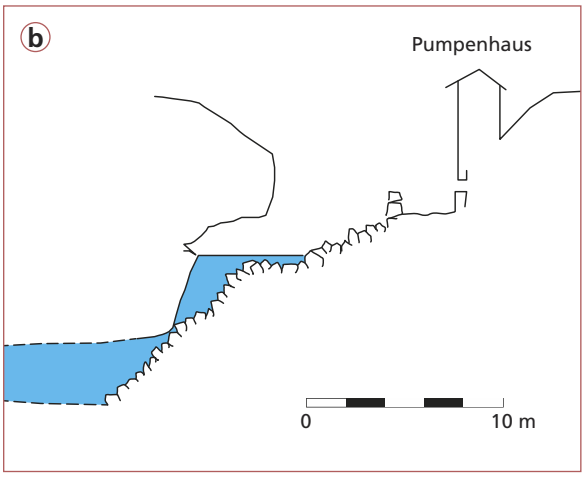


Abb. 6: Pumpenhausdoline. (a) Blick in die noch nicht zugängliche Unterwasserhöhle. (b) Längsschnitt (Zeichnung: Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Stuttgart).
Fig. 6: Pumpenhausdoline. (a) View into the yet unexplored underwater cave. (b) Longitudinal section (drawing: Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Stuttgart).
Foto: Sibylle Mertsch

Eine Verbindung zum 150 m entfernten Ölloch ist wahrscheinlich. Die Erweiterung des Zugangs auf für Taucher befahrbare Dimensionen steht noch aus. Möglicherweise könnte man von hier das nur 100 m entfernte Ende des *Wassergangs* im **Fuchslabyrinth** erreichen.

Zwischen der Pumpenhausdoline und dem erwähnten Ende des *Wassergangs* bildete sich 2015 unter der Straßendecke ein Erdfall (Abb. 7), über den die Presse berichtete (Zigan, 2015).

Mitverursachend für den Erdfall war ein Wasserrohrbruch, der etliche Kubikmeter Material in eine bis dahin unbekannte Karstspalte spülte, die nun mit diesem Material verfüllt ist. Der Schacht selbst ist viel zu klein, um diese Menge Material aufzunehmen; der Großteil muss also in die darunterliegende Höhle eingebracht worden sein. Ein Ausräumen des Schachtes war leider nicht möglich.

Wenige hundert Meter westlich der Doline gibt es einen großen Erdfall, in dem ein Bach mit beträcht-

lichem Einzugsgebiet versinkt. Dessen Wasser fließt unterirdisch dem *Wassergang* im **Fuchslabyrinth** zu.
Etwa 100 m östlich der **Pumpenhausdoline** befindet sich neben dem Pfarrhaus eine Karstspalte, die nach unten führt in das Gebiet zwischen der bisher bekannten Ausdehnung des trockenen oberen Stockwerks des **Fuchslabyrinths** und den erwähnten Wasserläufen. Leider konnten wir für diese Spalte keine Grabungsgenehmigung erhalten.
Schließlich wissen wir aus einem 1948 erstellten Gutachten von W. Carlé von einer weiteren in der Nähe liegenden „starken Wasserkluft“: *„Ein 1/2-stündiger Pumpversuch mit einer 800 l/min fördernden Feuerspritze ergab keine Absenkung des Wasserspiegels“*. Die Kluft ist heute nicht mehr zugänglich.

FORSCHUNGSGESCHICHTE

Schon seit über 40 Jahren wird die Höhle von der Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Stuttgart erforscht, mit unterschiedlicher Intensität und über mehrere Generationen hinweg. Entdeckt wurde der Eingang in einem Steinbruch bei der Ortschaft Schmalfelden im Jahr 1974. Zu jener Zeit waren Höhlen in der betreffenden Region weitgehend unbekannt. Die anfängliche Inspektion durch den Eingangsschluf offenbarte zunächst eine niedrige Verbruchhalle mit einer Gesamtlänge im zweistelligen Meterbereich. Es schien sich um eine unbedeutende Kleinhöhle zu handeln. Allerdings ließ der interessant geformte, zu zwei Dritteln mit Lehm aufgefüllte Zugang mehr vermuten: Das Profil (Abb. 8) ähnelt einem fossilen, ehemals von Wasser durchflossenen Gang. Die Höhle selbst ist äußerst trocken. Noch während der Vermessungsarbeiten wurde der Versturz „geknackt“. Der Verfasser schob sich damals durch breite, aber nur 30 cm hohe Zwischenräume (die von den Forschern als *Sandwiches* bezeichnet werden) in einen Kluftgang, der nach einer weiteren Engstelle schließlich aufrecht begehbar war, mit Abzweigungen in alle möglichen Richtungen. So wurde der labyrinthische Charakter offenbar, und die im Eingangsbereich wohnende Fuchs-Familie war weiters namensgebend für die Höhle.
Eine äußerst intensive Forschungsphase setzte ein. Am aktivsten war damals Familie Nething, die das Labyrinth innerhalb weniger Jahre auf ca. 5 km erforschte und vermaß. Für die Region Baden-Württemberg war die Höhle eine Sensation, nicht nur wegen ihrer Ausdehnung, sondern auch wegen des Charakters: Ein Netzwerk von Nord-Süd verlaufenden Kluftgängen, verbunden durch niedrige Röhren oder flache Schlüfe. Auffällig im Vergleich zu den Höhlen im Schwäbischen oder Fränkischen Jura war die minimale Ausstattung

Abb. 7: Erdfall unter der Dorfstraße Schmalfelden im Jahr 2015.
Fig. 7: Sinkhole formed in 2015 below the street in Schmalfelden. Foto: Sibylle Mertsch

Abb. 8: Der 2 m breite Eingang des Fuchslabyrinths vor Auffüllung des Steinbruchs.
Fig. 8: 2 m-wide entrance of Fuchslabyrinth before refilling of the quarry. Foto: Thomas Rathgeber

Abb. 9: Bau des künstlichen Eingangs.
Fig. 9: Construction of the artificial cave entrance.
Fotos: Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Stuttgart

mit Sinter und die extreme Trockenheit. Nur eine einzige Stelle mit von oben eindringendem Wasser wurde damals gefunden, die *Regenklamm*. Sie liegt direkt unterhalb einer Doline.

Im Laufe der Jahre wurde der Steinbruch aufgefüllt und renaturiert. Um den Zugang zur Höhle zu erhalten, baute unsere Arbeitsgemeinschaft 1978 einen künstlichen Eingang außerhalb des Steinbruchs, also auf städtischem Gelände (Abb. 9).

Wenige Jahre später schien die Höhle fertig erforscht: Im Norden endeten alle Kluftgänge in einer unüberwindlichen Verbruchzone, im Süden verengten sich die Klüfte unbefahrbar schmal. Im Westen war die Höhle durch den Steinbruch begrenzt und im Osten waren keine Fortsetzungen erkennbar – bis auf eine 10 cm hohe Stelle, den *Hungerschluf*. Der Name erklärt sich aus dem Fahrtenbericht vom Dezember 1982: *„Während der Grabung haben wir, außer Herbert, nichts zu essen dabei, da wir alle dachten, dass die Befahrung nicht so lange dauern wird.“* Die Distanz bis zur nächsten Nord-Süd-Kluft war ungewöhnlich lang. Dahinter ging es dann wieder endlos weiter in ein ausgedehntes System trockener Klüfte, das wegen seiner Entfernung vom Eingang *Fernost* genannt wurde. So wuchs die Höhle um weitere Kilometer.

Nicht gefunden wurde in den damaligen Jahren ein Zugang zu dem vermuteten unteren Stockwerk. Nachsackungen der Sedimente und Dolinen-ähnliche Formen im Sediment der Höhle nährten den Verdacht, dass es ein unteres Stockwerk geben müsse. Außerdem wurde bereits im Jahre 1967 im selben Steinbruch, in dem das **Fuchslabyrinth** angeschnitten wurde, eine Wasserhöhle angesprengt und wieder zubetoniert, nachdem sie den Steinbruch flutete (Scharf, 1967).

1989 erreichten wir dann im Labyrinth eine entlegene Region unterhalb eines Erdfalls, die sich durch ungewöhnlichen Sinterreichtum auszeichnete. Dort befand sich eine Kammer, in der das sonst übliche meterdicke Sediment fehlte. Am Boden der Kammer zeugten von feuchtem Lehm überzogene Versturzblöcke von gelegentlicher Überflutung. Zwischen den Blöcken konnte man Steine hinunterwerfen, die deutlich hörbar in einem See oder Bach landeten. Wenig später gelang es, in den *Wassergang* hinunterzusteigen. Er führt 1 m hoch und 3 m breit ca. 2 km nach Osten bis zu einem Endsiphon.

Im *Wassergang*, der in seinem Charakter so gar nicht zu dem trockenen Stockwerk passt, fanden wir Scherben, die ins späte Mittelalter datiert wurden (Gross, 1994; Pantle, 2012). Offensichtlich muss es weiter flussaufwärts eine brunnenähnliche Öffnung gegeben haben, aus der die damalige Bevölkerung Wasser schöpfte. Nach der äußerst mühsamen Erforschung und Vermessung des kilometerlangen *Wassergangs* durch

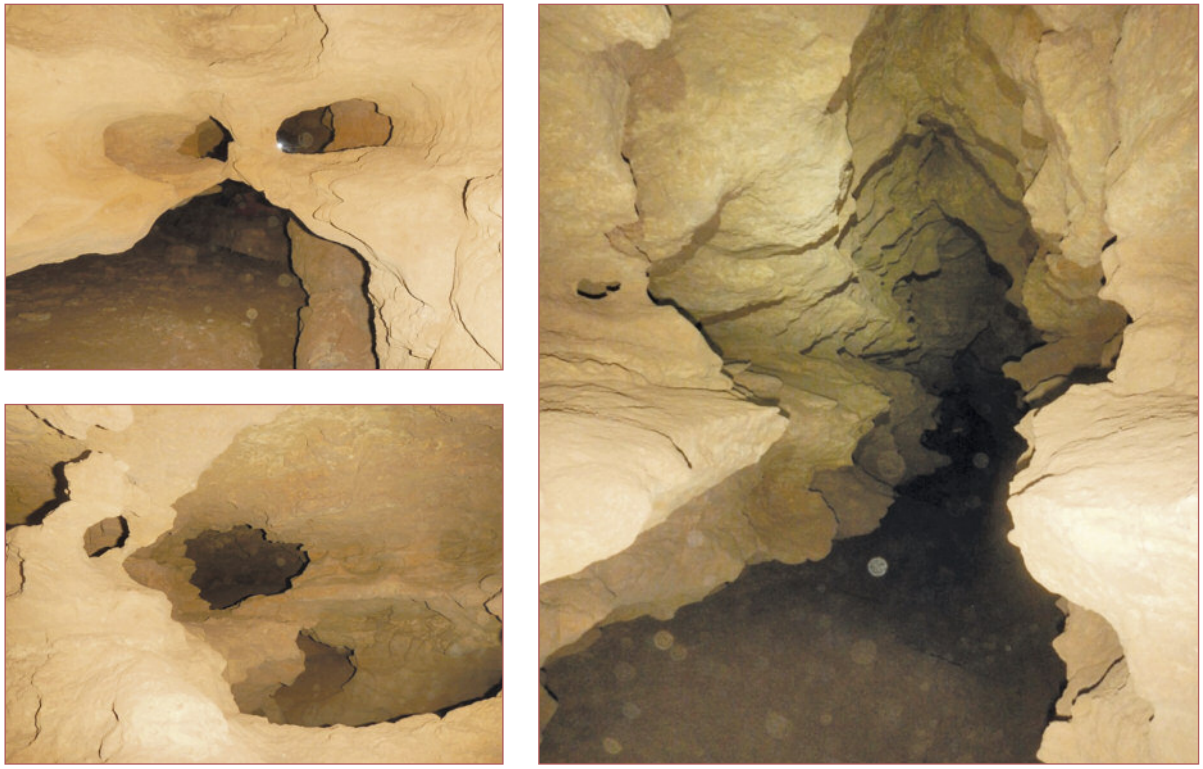


Abb. 10: Typische Raumform im neuentdeckten Südostteil.
Fig. 10: Typical morphology of the recently discovered Südostteil.
Fotos: Sibylle Mertsch

Herbert Jantschke, Andreas Kücha und andere schien die Höhle dann tatsächlich fertig erforscht: Die wenigen nach Osten führenden Röhren im oberen, trockenen Stockwerk waren zusedimentiert, die weitere Erforschung des *Wassergangs* durch Taucher zu aufwändig und unattraktiv, obwohl schon damals bekannt war, dass das Wasser erst etliche Kilometer weiter östlich ans Tageslicht kommt.

1999 wurde nach mehrjähriger Bauzeit ein weiterer, auf privatem Gelände gelegener Eingang am bis dahin östlichsten Ende des Labyrinths fertiggestellt (Carl, 2012). Die so geschaffene Erleichterung der Erforschung war zunächst jedoch geringer als erhofft, weil die wesentlichen Teile der Höhle durch diesen zusätzlichen Eingang nur durch extrem enge Schlüfe und auf großen Umwegen erreichbar waren.

Danach setzte eine langjährige Forschungspause ein, da es an interessiertem Nachwuchs fehlte. Publikationen über die Höhle waren selten (Müller et al., 1994). Ein Dornröschenschlaf setzte ein.

Erst 2012 fanden durch Vorträge auf Tagungen neue Forscher zu uns, die ausdauernd und schlank genug waren, um die Forschung wieder aufzunehmen. Zum selben Zeitpunkt stellte Ralph Müller wichtige Planunterlagen zur Verfügung, die es erlaubten, einen Gesamtplan zu erstellen. Mit enormer Zähigkeit bearbeitete das neue Team um Dirk Schröder und Sibylle Mertsch so manche Engstelle. 2014 wurde die 10-km-Grenze geknackt. Hinter einer der Engstellen öffnete sich Ende 2014 nicht nur der *Kristallgang*, sondern ein ausgedehntes System neuer Gänge im äußersten Südosten des Labyrinths. Die neuen Gänge sind mit ihrer Dreiecksform außergewöhnlich geräumig und in ihrer kulissenartigen Ausgestaltung ungewöhnlich im Vergleich zu den bisher bekannten Regionen des **Fuchslabyrinths** (Abb. 10). Nach Süden hin werden die sonst staubtrockenen Gänge feucht. Das ist der abnehmenden Mächtigkeit des überlagernden Unterkeupers geschuldet. Die Feuchte äußert sich in zunehmendem Sinterschmuck oder in Eintragungen von hellgrauem Sediment. Nach Norden hin haben manche der neuentdeckten Gänge (unbefahrbare) Verbindung zum darunter liegenden *Wassergang*. Eine weitere Besonderheit dieser Gegend, die unter einem Neubaugebiet liegt, ist der Reichtum an Knochen (zum Beispiel ein komplett erhaltenes Hundeskelett) und auch an lebenden Kleintieren (Insekten, Schnekken), was das Vorhandensein einer Tagöffnung nahelegt. Bis heute wurde aber kein weiterer Zugang gefunden.

Das neue *Südost-Gebiet* ist über zwei Stunden vom Eingang entfernt und nur durch extrem enge Schlüfe zu erreichen, was naturgemäß die weitere Erforschung bremst.

RAUMFORMEN

Im **Fuchslabyrinth** gibt es folgende immer wiederkehrende Raumformen:

Nord-Süd verlaufende Kluftgänge

Sie stellen die mit Abstand häufigste, überall vorkommende Raumform dar. Die Kluftgänge laufen oben meist spitz zu und haben durchschnittliche Breiten von 0,5 m und bis ca. 4 m Höhe (Abb. 11). Dabei sind die unteren zwei Drittel in der Regel mit Sediment verfüllt. Der Grad der Auffüllung und die spitz zulaufende Form der Sohle sind an Stellen sichtbar, wo das Sediment ausgespült wurde (*Regenklamm*) oder in ein unzugängliches unteres Stockwerk sackte. An der Decke der Klüfte ist die Initialfuge gut erkennbar. Punktuell wachsen hier Sinter in geringem Ausmaß. Im sichtbaren oberen Teil der Profile gibt es zahlreiche etwa kopfgroße taschenähnliche Ausbeulungen in den Wänden, möglicherweise Zonen besserer Löslichkeit. In diesen Taschen finden sich oft Sedimentreste in Form von groben Krümeln toniger Sedimente. Sie liegen nicht in fallenähnlichen Vertiefungen, sondern auf abschüssigen Rampen. Das ist ein möglicher Hinweis darauf, dass die Kluftgänge früher fast vollständig verfüllt waren. In diesem Fall muss es eine Zeit gegeben haben, in der das fast vollständig zusedimentierte Labyrinth freigespült wurde, bevor es für immer trocken fiel. Es gibt viele Stellen, wo man aufgrund der Vermessung erkennt, dass nur dünne Wände die Klüfte trennen (Abb. 11). Dies zeigt, dass sich die jeweiligen Gänge unabhängig voneinander entwickelt haben.

Gänge mit Dreiecksprofil

Sie sind eine Variante der zuvor beschriebenen Nord-Süd verlaufenden Kluftgänge. Sie kommen besonders

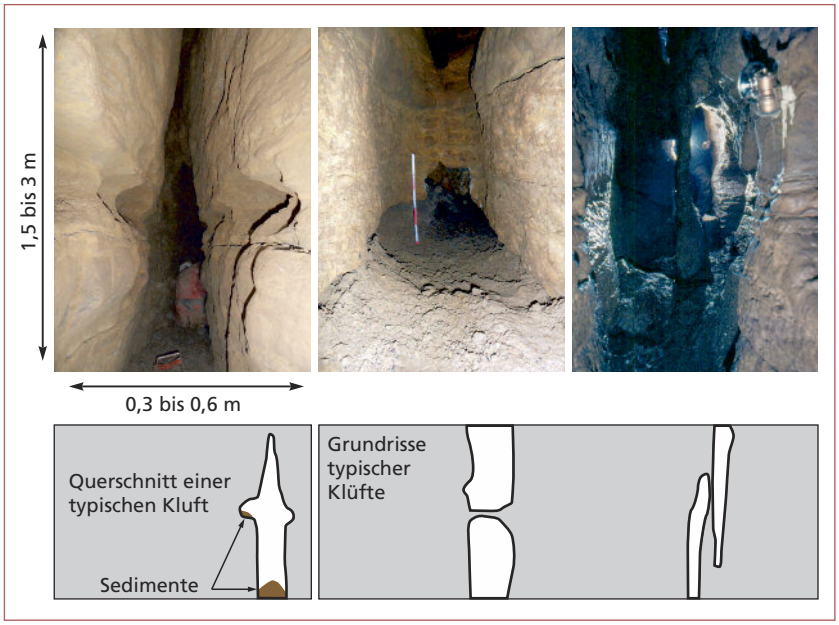


Abb. 11: Typische Raumformen von Nord-Süd-Klüften.
Fig. 11: Typical shape of North-South-striking fractures.
Fotos: Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Stuttgart

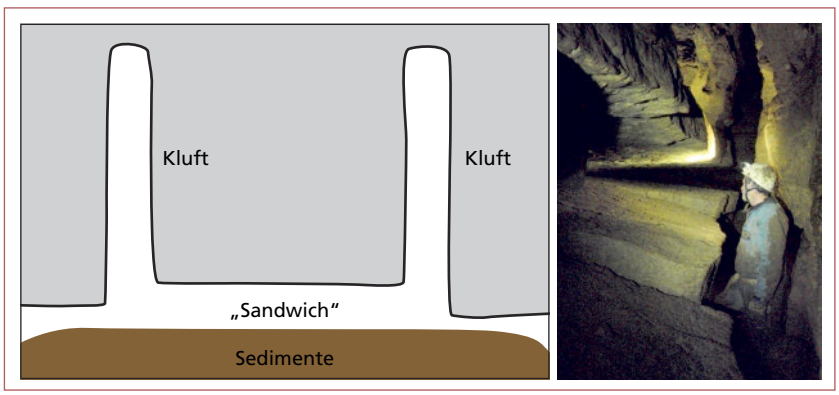


Abb. 12: Links: Typische Verbindung zwischen zwei Nord-Süd-Klüften. Rechts: Heruntergebrochene Zwischenwand.
Fig. 12: Left: Typical connection between North-South-trending fractures. Right: collapsed wall between two such passages.
Foto: Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Stuttgart

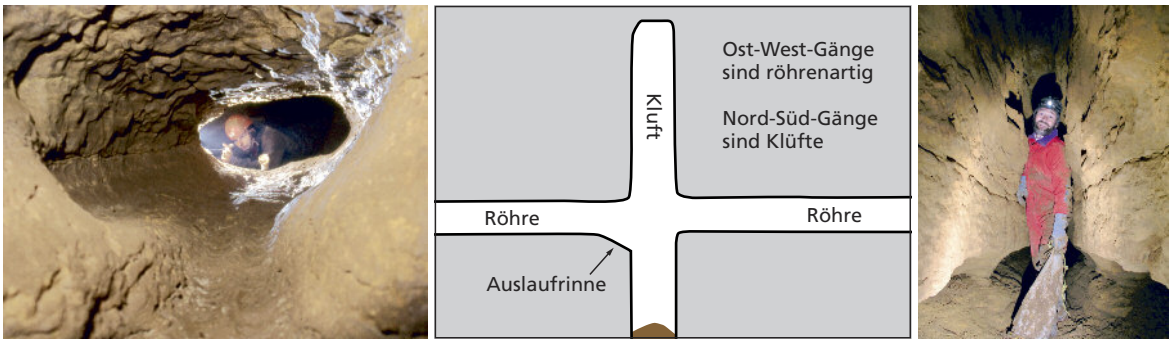


Abb. 13: Röhrenartige Querverbindungen.
Fig. 13: Tube-like passages linking the North-South passages.

im südöstlichsten Teil vor, aber auch im *Niedernauer Gang* im nordöstlichen altbekannten Teil. Diese Gänge kann man gebückt befahren, am Lehm-Boden sind sie etwa 2 m breit. Ob sich der Gang unterhalb des Sedimentes wieder verjüngt, wissen wir nicht. Dass die Dreiecksform durch nach oben abnehmende Löslichkeit der Kalkbänke verursacht wird, ist unwahrscheinlich. Denn direkt nebenan gibt es die „klassischen" schmalen Kluftgänge mit parallelen Wänden. Wahrscheinlicher ist, dass es sich bei den Dreiecksgängen um fossile Haupt-Wasseradern handelt, die aufgrund des massiven Durchflusses besonders intensiv korrodiert wurden. Wenn man die Dreiecksgänge im Höhlenplan verbindet, erhält man annähernd eine von Nordwest nach Südost durchstreichende „Ader". Ob es sich wirklich um eine „Ader" handelt, könnte man durch Vergleich der Sedimente in den dazugehörenden Gangfragmenten herausfinden. Auch die Dreiecksgänge zeigen wellenartige Dellen an den Wänden, die Fließfacetten ähneln, aber keine Fließrichtung erkennen lassen.

Sandwichartige flache Querverbindungen

Etwa auf Höhe des heutigen Lehmbodens befindet sich fast überall eine Zone, in der die Wände unterspült sind bzw. eine deutliche Hohlkehle aufweisen. Diese wurde allerdings nicht durch ein kraftvoll dahinfließendes Wildwasser gebildet, sondern durch weiträumige Korrosion einer bestimmten Ebene im Gangprofil. Ob dies einer besonders leicht löslichen Kalkbank geschuldet ist, ist nicht bekannt. Als Ergebnis der Korrosion hängen die Wände zwischen den Klüften oft in der Luft. Je nach Stabilität des Gesteins fielen sie herunter und landeten nur wenige Zentimeter tiefer auf der Lehmfüllung. Es ergeben sich so regionale Verbruchzonen, die sich jedoch – dank der stabilen überlagernden Unterkeuperschicht – nicht zur Oberfläche durchpausen (Abb. 12).

Röhrenartige Querverbindungen, überwiegend Nordwest-Südost verlaufend

Nicht immer sind die Klüfte durch die weiter unten beschriebenen Sandwich-Gänge verbunden, manchmal auch durch ovale Röhren von gerade noch befahrbaren Dimensionen (Abb. 13). Diese sind besonders häufig im Bereich der *Regenklamm* anzutreffen, die direkt unter einem Erdfall liegt. Die Röhren ähneln auf dem ersten Blick den „Druckröhren", die man z.B. aus alpinen Höhlen kennt. Die Wände sind wellenartig korrodiert, allerdings ohne ausgeprägte Fließfacetten. Nicht völlig auszuschließen ist, dass diese Röhren periodisch von beiden Richtungen durchflutet wurden, so dass sich keine richtungsanzeigende Fließfacetten bilden konnten. Auffällig an den röhrenartigen Querverbindungen ist, dass sie eine Rille am Boden aufweisen, die meist mit Lehm verfüllt ist. Die Rille könnte auf eine Phase mit geringer Wasserführung in den Röhren hindeuten, während der sie unter vadosen Bedingungen entstanden ist.

Der Wassergang

Hier hat man den Eindruck, dass es sich um eine speläogenetisch separate Höhle handelt. Unter einer stabilen Kalkbank bildete sich ein trapezförmiges Gangprofil, oben bis zu 5 und unten bis zu 3 m breit mit durchschnittlich 1,5 m Höhe (Abb. 14). Dies ist der einzige Gang, der heute noch von einem Bach durchflossen ist. Er endet stromauf und -abwärts an bisher nicht betauchten Siphonen. Zivilisationsmüll und Lehm an der Decke zeigen, dass der Gang auch heute noch gelegentlich vollständig geflutet wird. Diese Tatsache, kombiniert mit dem Fakt, dass man fast nirgends stehen kann, und die Länge des Ganges von knapp 2 km machen dessen Befahrung zu einer körperlichen und psychischen Herausforderung. Nur

Abb. 14: Typisches Profil im Wassergang.
Fig. 14: Typical shape of the Wassergang passage.
Foto: Thomas Hanke

eine Handvoll Forscher war hier tätig, Fotos gibt es nur sehr wenige. Von der Form ist der *Wassergang* nahezu identisch mit den Gangprofilen der **Schandtauberhöhlen** flussabwärts. Sinter ist nirgends zu finden, auch nicht an den wenigen Stellen, wo von oben Wasser durch Schlote oder hohe Klüfte eindringt. Eventuell gibt es Ausnahmen, aber die periodische Überflutung tut ein Übriges, um die Bildung von Sinter zu verhindern. Interessanterweise gibt es auf der gesamten Strecke nur einen befahrbaren, bisher unerforschten Zulauf.

Abb. 15: Sedimentaufschluss im trockenen Teil des Fuchslabyrinths, Höhe des Profils ca. 50 cm.
Fig. 15: Sediment outcrop in the dry part of Fuchslabyrinth; approximate height of the profile 50 cm.

HÖHLENSEDIMENTE

Auffallend ist, dass – vom unterlagernden *Wassergang* abgesehen – das gesamte Labyrinth mit Lehm verfüllt ist, zum Teil meterhoch. Untersuchungen von Trappe (2015) haben ergeben, dass es sich um tonige Sedimente handelt, die sich von dem an der Oberfläche dieser Region zu findenden Sedimenten unterscheiden. Tatsächlich gibt es vereinzelt Stellen im **Fuchslabyrinth**, wo Sediment von oben eindringt bzw. eindrang. Letztere Sedimente unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung schon optisch durch ihre hellgraue Farbe von dem sonst allgegenwärtigen braunen Sediment.

Die Sedimente wurden vermutlich eingeschwemmt. Theoretisch könnte es sich auch um Lösungsrückstände handeln. Dagegen sprechen aber Menge und Konsistenz. Die Frage des Ursprungs ist bisher ungeklärt. Weiterhin auffallend ist die aufgewölbte Form der Sedimentkörper in unberührten Gängen. In der Gangmitte ist das Sediment am höchsten, zu den Seiten fällt es mit einer Neigung von etwa 20° ab. Die beschriebene Formgebung bleibt auch in Kurven erhalten. Hypothesen für den Grund der Ablagerungsform reichen von der Annahme eines heterogenen Strömungsprofils in sehr langsam fließendem suspensionsreichem Wasser in den Gängen bis zur Annahme von Trocknungs- bzw. Quell-Vorgängen im Sediment nach dem Trockenfallen der Gänge. Eine schlüssige Erklärung gibt es bisher nicht.

Im Querschnitt betrachtet erscheint das aufgeschlossene Sediment sehr inhomogen. Dies legt eine Abfolge mehrerer Epochen von Sedimentation nahe (Abb. 15).

Aufschlüsse des Sediments zeigen, dass die Schichten stark gekrümmt und unterbrochen sind. Grund dafür könnte Kryoturbation sein: durch oftmaliges Frieren und Wiederauftauen des leicht wasserhaltigen Sediments werden die Schichten durcheinandergemischt. Schwerkraftbedingte Deformation des noch stark wasserhaltigen Sediments kurz nach der Ablagerung ist aufgrund der fast horizontalen Lagerung eher unwahrscheinlich. An verschiedenen Stellen sprießen Gipsnadeln aus dem Sediment (Abb. 16) – ein Hinweis darauf, dass entweder das Sediment gipshaltig ist oder eher dass im Sediment sulfathältige Wässer vorliegen. Für die Herkunft des Sulfats gibt es mehrere Erklärungsmöglichkeiten:

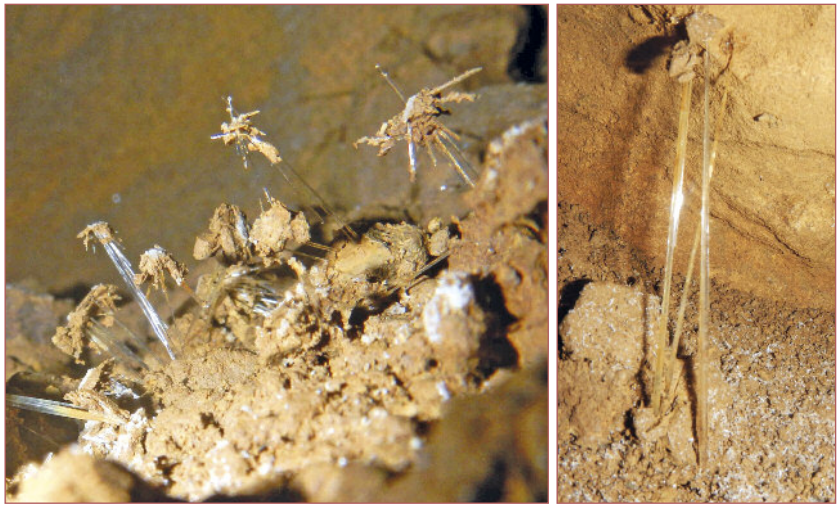


Abb. 16: Gipsnadeln, die aus dem Sediment herauswachsen.
Fig. 16: Gypsum needles growing out of the sediment.
Fotos: Sibylle Mertsch

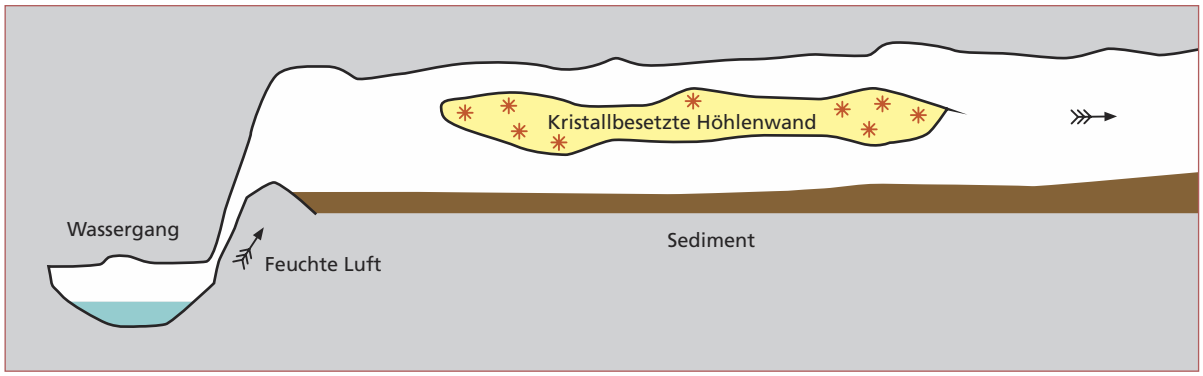


Abb. 17: Schematische Darstellung des Kristallgangs mit Bewetterungsmuster und Vorkommen von Gips.
Fig. 17: Sketch of Kristallgang showing air flow pattern and occurrence of gypsum.

(a) Das Sediment könnte von gipshaltigem Gestein stammen. Das ist im Untersuchungsgebiet entweder der sehr viel tiefer liegende Mittlere Muschelkalk, mit dem bisher kein hydrologischer Zusammenhang festgestellt werden konnte, oder der längst abgetragene Mittelkeuper der stratigraphisch über dem heute noch vorhandenen Unterkeuper lag. Letzteres wäre ein Indikator dafür, dass die Höhle schon sehr alt sein muss, nämlich aus der Zeit, als der Keuper Hohenlohe großflächig bedeckte. Vermutlich waren es aber nicht die feinkörnigen Sedimente selbst, die gipshaltig sind (eine chemische Untersuchung steht aus), sondern die transportierenden Wässer, die damals sulfathaltig waren. Auch dann können diese Wässer nur aus den beiden erwähnten Schichten stammen.

(b) Der Gips könnte aus im Gestein enthaltenen Eisensulfiden gebildet worden sein (Palmer, 2007). Gipskristalle sind an den Wänden der Gänge oft zu sehen, meistens im unteren Drittel. Besonders schön sind die Gipsausblühungen im Kristallgang. In diesem 2014 entdeckten Gang strömt von Süden her feuchte Luft aus dem *Wassergang* ein. Die Luft trocknet während ihrer Reise durch den 60 m langen Gang, so dass dieser am anderen Ende geradezu staubig ist. Ungefähr im mittleren Bereich des Gangs sprießen Kristalle aus den Wänden (Abb. 17).

Ein Zusammenhang zwischen Luftfeuchtigkeit und Kristallwachstum liegt nahe. Dass auch in anderen Bereichen nur der untere Teil des Gangs „kristallisiert“, liegt wohl weniger an einer plötzlich anderen Zusammensetzung des Oberen Muschelkalks, sondern daran, dass die unteren Wandbereiche früher häufiger mit vermutlich sulfathaltigem Wasser in Kontakt kamen als die oberen Bereiche. Solche Annahmen könnten die These einer hypogenen Höhlenentstehung nähren: Sulfathaltige Wässer könnten aus tiefen Schichten aufgestiegen sein. Nur gibt es bisher keine Hinweise darauf, wie die dazwischenliegenden wasserstauenden Schichten überwunden wurden, noch ist es klar, wohin die Wässer in einem solchen Szenario abflossen. Abschließend eine weitere Beobachtung: In den geräumigeren Gängen (jene, die auch durch leichten

Luftzug anzeigen, dass es sich nicht um Sackgassen handelt) sind die Lehmfüllungen in der Regel mächtiger, in davon abzweigenden „toten“ Gängen deutlich geringer. Mit dem Motto „mehr Lösungsrückstände in größeren Gängen“ kann man das nicht erklären; die betrachteten Gänge sind in der Regel am Boden besonders breit, so dass sich Lösungsrückstände dort nicht höher auftürmen würden als in kleinen, schmalen Gängen, eher im Gegenteil. Vieles spricht dafür, dass die größeren Gänge die effizienteren Wasserwege waren, somit dort mehr Sediment eingebracht wurde. Die Voraussetzung dafür wäre eine extrem geringe Fließgeschwindigkeit der Wässer. Sonst hätte sich das feinkörnige Sediment nicht absetzen können.

DISKUSSION ZUR SPELÄOGENESE

Die labyrinthische Struktur der Höhle ist für die Hohenloher Ebene einmalig. Sie wirft die Frage auf, wie hier eine solche Höhle entstehen konnte. Sicher war die kuppenartige Aufwölbung des Muschelkalks an dieser Stelle in Verbindung mit dem Fehlen ausgeprägter Vorfluter bzw. tiefer Täler eine gute Voraussetzung. Beides zusammen vermeidet die Ausbildung eines starken hydraulischen Gefälles, dem der Verkarstungsprozess ansonsten folgt.

Für Klimchouk (2005) ist das **Fuchslabyrinth** ein Idealfall für das Modell einer hypogenen Höhlenentstehung. Neben den Raumformen dokumentierte Klimchouk nach einem Besuch der Höhle etwa ein Dutzend weitere typischer Formen, die die von ihm angenommene Einströmung korrosiver Wässer von unten belegen sollen, insbesondere trichterförmige Vertiefungen (Zufuhrkanäle bzw. *feeders*, Abb. 18) und die häufig blind endenden Passagen. Die Herkunft der Wässer und der umfangreichen Sedimente konnte er jedoch nicht schlüssig beantworten.

Um einer Antwort auf diese Fragen näherzukommen, möchten wir im Folgenden einige besondere Aspekte der Höhle und deren Einfluss auf die Entstehung diskutieren.

Abb. 18: Trichterförmige Vertiefungen in der Gangssohle, die als feeder interpretiert werden können und einen Hinweis für eine hypogene Entstehung darstellen könnten.
Fig. 18: Funnel-shaped depressions in passage floor that can be interpreted as feeders possibly suggesting a hypogen speleogenesis. Foto: Sibylle Mertsch / Dirk Schröder.

Beginn der Verkarstung

Der Obere Muschelkalk ist bedeutend älter als der als Höhlenmuttergestein sonst in Süddeutschland bekannte Jura. Sehr lange war der Obere Muschelkalk von nahezu wasserundurchlässigen Keuper-Schichten überlagert, die überwiegend aus Ton-, Gips und Sandsteinen bestehen. Laut Simon (2003) begann die Verkarstung erst, als die überlagernden Schichten durch Erosion auf wenige Meter Mächtigkeit abgetragen waren, so dass Wasser zumindest punktuell durchdringen konnte.

Rund 10 km weiter südlich gibt es bei der Unterdükerung des Jagst-Flusses eine verkarstete Region, wo die überlagernde Deckschicht gebietsweise massiv ist (Zander, 1973). In diesem Fall versinkt ein oberirdischer Fluss an der Grenze von Oberem Muschelkalk zum überlagernden Unterkeuper, fließt unter der Jagst hindurch, durchquert ein Gebiet mit mächtiger Unterkeuper-Überlagerung und tritt dann ca. 20 km westlich an der Grenze vom Oberen zum Mittleren Muschelkalk aus. Für den Bereich des **Fuchslabyrinths** gibt es aber keine Anhaltspunkte für ähnliche Bedingungen, deshalb gehen wir wie oben ausgeführt von einem Verkarstungsbeginn nach weitgehender Erosion des Mittelkeupers aus.

Einfluss des Wassergangs auf die Entstehung des Fuchslabyrinths

Rein optisch, also bei Betrachtung des Planes, aber auch aus der Sicht des Höhlenbesuchers, scheint der aktive, epiphreatische *Wassergang* eine vom Labyrinth

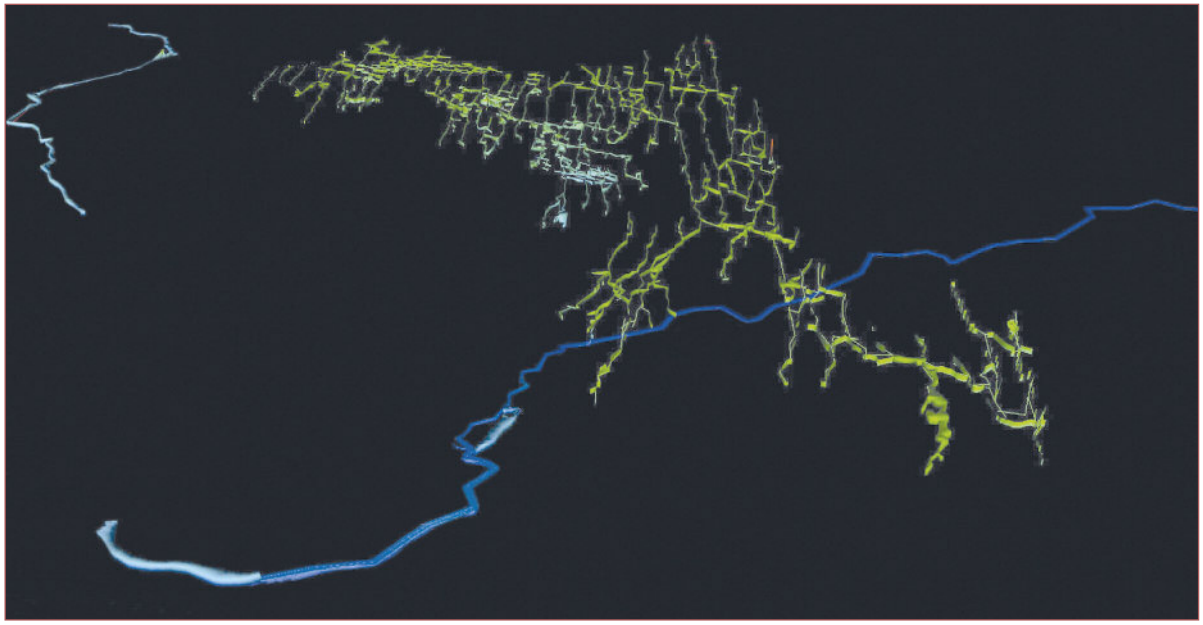


Abb. 19: Darstellung des Fuchslabyrinths. Trockener Teil grün. Tieferliegender Wassergang blau. Blick nach Nord.
Fig. 19: View of the Fuchslabyrinth from the south. The dry maze is depicted in green, low-lying water passage is blue.

getrennte Höhle zu sein, die nur zufällig vom diesem aus erreichbar ist (Abb. 19).

Tatsächlich gibt es in der Muschelkalkregion des östlichen Hohenlohe weitere Wasserhöhlen ganz ähnlicher Ausprägung, allerdings ohne darüber liegendes trockenes labyrinthisches Stockwerk. Trotzdem könnte man anführen, dass der *Wassergang* essentiell für die Bildung des Labyrinths war, indem er einerseits als Vorfluter diente und andererseits das Labyrinth periodisch von unten mit Wasser speiste. Letzteres würde die These einer hypogenen Höhlenbildung unterstützen, wie sie von Klimchouk (2005) beschrieben wurde. Zwei Gesichtspunkte sprechen allerdings für die Unabhängigkeit des *Wassergangs* vom Labyrinth: Erstens ist das Labyrinth nicht entlang des *Wassergangs* angeordnet, sondern hat auch weit davon entfernt verästelte Teile. Zweitens müsste der heute aktive *Wassergang* älter sein, um die Bildung des phreatischen Labyrinths entscheidend beeinflusst zu haben. Der relativ kleine Querschnitt des *Wassergangs* ist jedoch im Einklang mit anderen Wasserhöhlen in Hohenlohe und weist eher auf ein geringes Alter hin. Über dem *Wassergang*, besonders im Südosten des Labyrinths, gibt es trockene Gänge mit ähnlichen Querschnitten. Wenn also der *Wassergang* als Initiator für die Labyrinth-Entstehung ausfällt, stellt sich die Frage, wo sonst während einer früheren Zeitspanne die labyrinthbildenden Wässer herkamen und hinflossen. Es ist nicht klar, ob der überlagernde Unterkeuper durchlässig genug war, um das Labyrinth ausreichend mit korrosivem Wasser zu versorgen. An den Decken der Klüfte gibt es zwar Kolke, die als Mischungskorrosionskolke gedeutet werden könnten; diese sind heute aber trocken. Möglicherweise war in der höhlenbildenden Vorzeit die Deckschicht durchlässiger; von der Landschaftsgeschichte her wäre aber das Umgekehrte zu erwarten, weil die Keuper-Auflage früher noch viel weitflächiger und mächtiger war und erst in geologisch jüngerer Zeit abgetragen wurde.

Existierte ein fossiler Wassergang?

Der ursprünglich im Steinbruch angeschnittene Eingang des **Fuchslabyrinths** (Abb. 8) weist ein typisches phreatisches Profil auf, das weder dem sonst allgegenwärtigen Kluftprofil noch den oben erwähnten „Sandwiches“ entspricht. Dies lässt sich allerdings in der Höhle zunächst nicht verfolgen, da die Sohle in Versturz bzw. Lehm verborgen ist. Weiter drinnen in der Höhle tauchen dann wieder sehr ähnliche Gangpartien auf. Wenn man im Höhlenplan alle Gänge mit ähnlicher Ausdehnung verbindet, erhält man einen immer wieder unterbrochenen mäandrierenden Gang, der von Nordwesten nach Südosten führt (Abb. 20). Diese Richtung passt sowohl mit dem Schichteinfallen des Muschelkalks zusammen als auch mit der ehemaligen Richtung der großen Vorfluter an der Oberfläche, bevor diese in späteren geologischen Zeiten ihre Richtung umkehrten. Möglicherweise ist dieser konstruierte fossile „Hauptgang“ ein wesentliches Element der Höhlenbildung, eventuell auch der Zubringer der umfangreichen Sedimente.

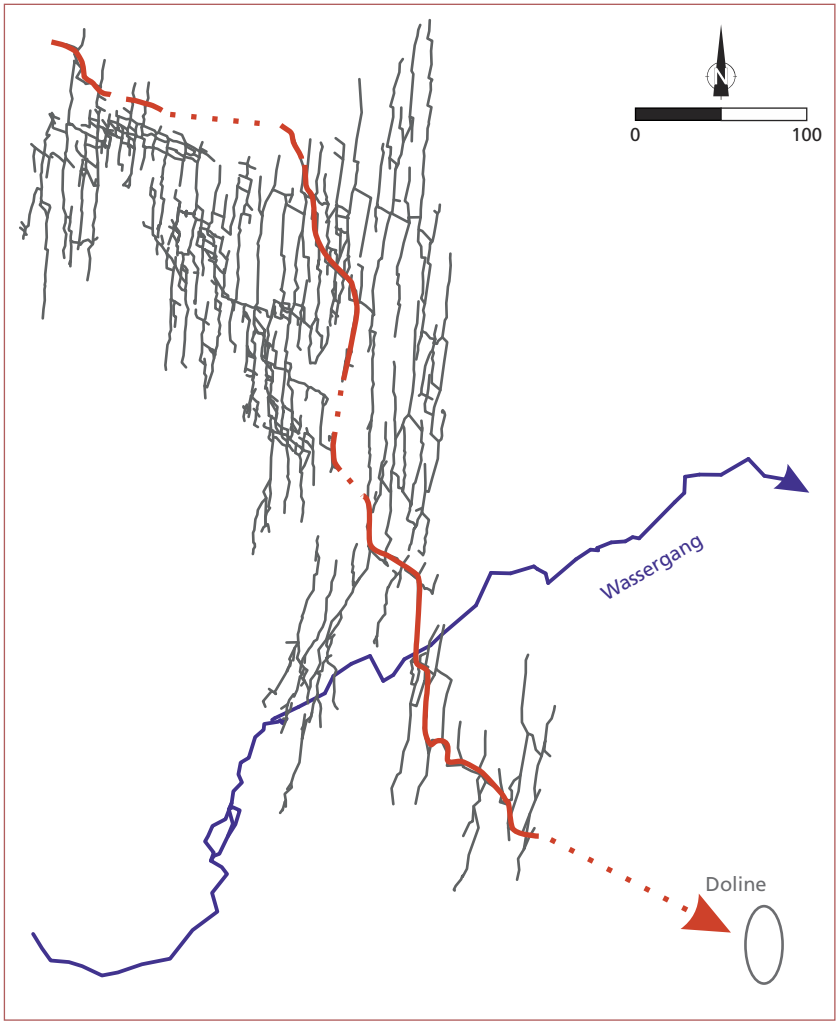


Abb 20: Der hypothetische fossile Hauptgang (rot) im Labyrinth-Teil.
Fig. 20: The assumed fossil main passage (in red) in the maze part.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Das **Fuchslabyrinth** wirft mehr Fragen auf, als es Antworten gibt. Seine regelmäßige Struktur in weitgehend ungestörten Schichten sollte es erleichtern, Antworten auf diese Fragen zu finden, weil es im Vergleich zu anderen komplexeren Höhlensystemen weniger Einflussfaktoren gab, beziehungsweise gibt.

Durch intensivierte wissenschaftliche Analyse hoffen wir in den nächsten Jahren Antworten zu finden. Zum Beispiel suchen wir gezielt nach Fakten und Belegen, die eine hypogene vs. klassische (epigene) Höhlenentstehung belegen bzw. widerlegen können. Dieser Artikel möge dazu dienen, Interesse bei Wissenschaftlern zu erwecken, die zur Klärung der Fragen beitragen möchten.

Unabhängig davon geht die Erforschung und Dokumentation des inzwischen über 12 km langen Labyrinths weiter, an dessen räumliche Grenzen wir bisher nicht vorgestoßen sind. Der ungefähre Verlauf des aktiven Teils ist vorhersehbar, er hat Potential für viele zusätzliche Höhlenkilometer. Interessanter ist die maximale Ausdehnung des Labyrinths und dessen Abhängigkeit von der unterschiedlich mächtigen hangenden Schicht. Die vom restlichen Labyrinth abweichende Ausformung der neuentdeckten Südost-Gebiete lässt Spannendes erwarten.

DANK

Der Autor bedankt sich bei den Eigentümern der Höhleneingänge für den Zugang zur Höhle, den Behörden des Landkreises Schwäbisch Hall für Genehmigungen und Unterstützung bei der Erforschung benachbarter Karsterscheinungen, ebenso beim Pächter des Schmalfeldener Steinbruchs für den

Zugang zu diesem. Das Archiv der Arbeitsgemeinschaft Höhle und Karst Stuttgart hat wichtige historische Informationen beigesteuert, ebenso der Höhlenkataster Südwestdeutschland. Den Gutachtern dieses Artikels sei für ihre wertvollen Kommentare und Anregungen und dem Forschungsteam für die fotografische Dokumentation, Vermessungsdaten und Aufsammlung wichtiger Höhleninhalte. Den Fachleuten gebührt Dank für die Analyse der geborgenen Artefakte und Sedimente.

LITERATUR

Carlé, W. (1948): Geologisches Gutachten über die Beurteilung neuergrabenen Trinkwassers in Schmalfelden, 1.12.1948. – Abschrift in: Katasterunterlagen zu Ölloch (6626/3) und Pumpenhausdoline, Muschelkalkkataster Baden-Württemberg.

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

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

Klimchouk, A. (2005): Conceptualisation of speleogenesis in multi-storey artesian systems: a model of transverse speleogenesis. – Int. J. Speleology, 34 (1–2): 45–64.

Müller, R., Nething, M., Rathgeber, T. & Schüz, H. (1994): Über das Fuchslabyrinth und die benachbarten Spaltenhöhlen bei Schmalfelden (Gemeinde Schrozberg, Landkreis Schwäbisch Hall). – Beitr. zur Höhlen- und Karstk. in Südwestdeutschland, 37: 3–19.

Palmer, A. (2007): Cave Geology. – Dayton (Cave Books).

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

Pantle, M. (2012): Entdeckung und Bergung von Keramikfunden im Fuchslabyrinth (Kat.-Nr. 6626/3) in den Jahren 1989 und 1994. – Beiträge zur Höhlen- und Karstkunde in Südwestdeutschland, 50: 9–16; Stuttgart.

Carl, A. (2012): Immer die Ruhe bewahren. – Rotour – Stadtmagazin für Rothenburg o.d.T. und Umgebung, 6: 80–85.

Scharf, H.W. (1967): 100000 Kubikmeter Wasser im Steinbruch. – Hohenloher Tagblatt, Das Heimat- und Anzeigenblatt für den Kreis Crailsheim, 130(122), 3. Jan.1967.

Simon, T. (2003): Erläuterungen zum Blatt 6625 Schrozberg-West (Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25000). – Freiburg im Breisgau (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg): 66–69.

Trappe, M. & Engelhardt, R. (2015): Klastische Sedimente aus dem Fuchslabyrinth bei Schmalfelden – Beiträge zur Genese eines komplexen Höhlensystems. – Laichinger Höhlenfreund, 50: 99–118.

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

Zigan, H. (2015): Im Untergrund rumort es heftig. – Hohenloher Tagblatt, 17. Juni 2015.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Die Höhle

Jahr/Year: 2016

Band/Volume: 67

Autor(en)/Author(s): Ross Michael

Artikel/Article: Das Fuchslabyrinth – eine kuriose Höhle im Oberen Muschelkalk Südwestdeutschlands 97-111