download unter www.zobodat.at

Das Schönstein-Höhlengebiet (Fränkische Schweiz).

Von **Helmuth Cramer** (Bayreuth).
Planaufnahmen von Dr. **Robert Oedl** (Salzburg).

Geschichtliches.

Das nördliche Gebiet der verkarsteten fränkischen Alb, die sogenannte fränkische Schweiz, ist der höhlenreichste Teil des Juragebirges. Schon am Rande der von zahlreichen Durchbruchtälern zerlappten Karsthochfläche finden sich hier viele Höhlen.

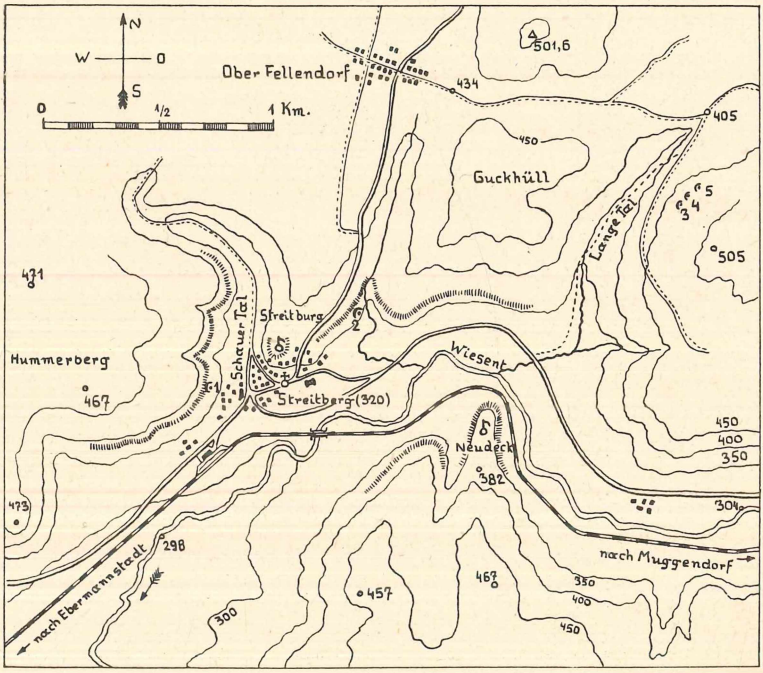

Fig. 3. Skizze des Streitberger Höhlengebietes (R. Oedl). Die Steilwände des anstehenden Werkkalkes sind durch Schraffur hervorgehoben. 1. Binghöhle. 2. Zeugengrotte, Quellgrotte und Muschelquelle. 3. Brunnsteinhöhle. 4. Schönsteinhöhle. 5. Schwingbogen und Höhle unter dem Schwingbogen.

An der Ausmündung der Wiesent in das Vorland der Alb sind bereits die Werkkalke des unteren Weißjura reich an speläologischen Erscheinungen. So befinden sich im Streitberger Höhlengebiet (Fig, 3, 4) zwei Höhlengruppen, in ihrer geologischen Lage, in der hydrologischen Funktion und im Raumbild voneinander abweichend. Die zur Schauhöhle er-

download unter www.zobodat.at

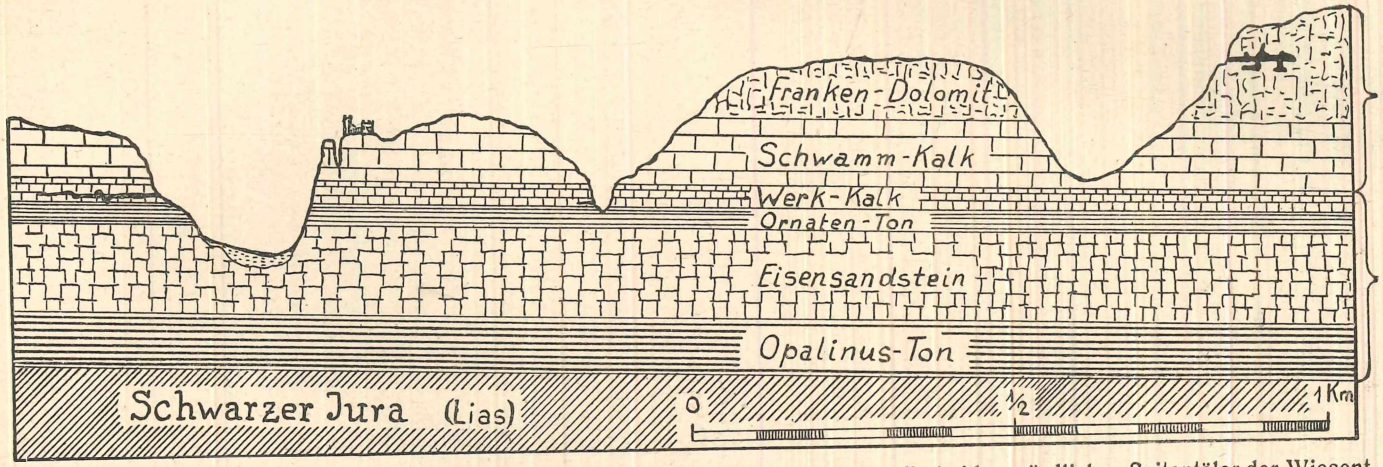

Fig. 4. Geologisches Profil durch das Streitberger Höhlengebiet. Das Profil quert die beiden nördlichen Seitentäler der Wiesent. Schichtenfallen gegen O zur großen Randverwerfung (R. Oedl).

download unter www.zobodat.at

schlossene Binghöhle ist eine ehemalige Talzuflußhöhle im verschwammten Werkkalk. Im gleichen Gestein befinden sich die noch unerforschten Höhlen der Muschelquelle. Die Zeugengrotte, ein trocken liegendes Gerinne in steiler Felswand, einige Meter tiefer die Quellgrotte, periodisch wasserführend, noch tiefer die Muschelquelle, das aktive Gerinne.

Hoch oben am Plateaurand erstreckt sich das zweite Höhlengebiet im massigen, klotzigen Frankendolomit. Vielverzweigte Kluftfugengänge durchziehen das von Urwald bedeckte Felsenlabyrinth der Höhe 505, östlich vom Langen Tal. Die größte der drei Höhlen ist die Schönsteinhöhle, bisher in einer Gesamt-Ganglänge von 600 *m* erforscht. Mit ihr hydrologisch und tektonisch in Zusammenhang steht die Brunnsteinhöhle, während die kleine Höhle unter dem Schwingbogen einer morphologisch älteren Verkarstungsperiode angehört. Hiezu gehört wohl auch der Schwingbogen, ein hochgewölbtes, zweifaches Felstor. Schönstein- und Brunnsteinhöhle sind seit langer Zeit bekannt, beide waren schon im 18. Jahrhundert, wie zahlreiche Inschriften im alten Teil der Schönsteinhöhle bezeugen, ein vielbesuchtes Schauobjekt. Die großen Namen der klassischen Periode fränkischer Höhlenforschung, Esper, Rosenmüller, Goldfuß, Wunder u. a. sind unter den Besuchern vertreten. Besonders von 1790—1800, dann um 1800—1840, schließlich aus der Zeit um 1890 finden sich Hunderte von alten Inschriften. Der erste Vertreter moderner wissenschaftlicher Beobachtung, der über die Höhle 1891 ausführlich berichtete, war wohl Bayerns großer Geologe Gümbel (1891, S. 35, 489, 492, 499). Die erste Vermessung beider Höhlen haben im Jahre 1902 Josef Reger und A. Neischl durchgeführt. Neischl (1904, S. 59) beschreibt die Schönsteinhöhle 1904 als schönstes Beispiel fränkischer Spaltenhöhlen. 1905 hat E. Enslin zoologische Aufsammlungen vorgenommen und im gleichen Jahre besuchte auch W. v. Knebel die Höhle.

Angeregt durch Zeitungsberichte über touristische Neuentdeckungen, haben die Salzburger Forscher Robert und Fritz Oedl im September 1922 systematisch Neuforschungen in der Schönsteinhöhle durchgeführt. Teilnehmer an dieser Forschungsfahrt waren R. und F. Oedl, Poldi Fuhrich (tödlich verunglückt in der Lurhöhle 1926), Martha Biebl und Elliot Barton (verschollen in China). Herr Dr. Robert Oedl hat die Bild- und Planvorlagen für vorliegenden Bericht zur Verfügung gestellt. Auch an dieser Stelle sei hiefür herzlichst gedankt.

Im Jahre 1923 nahm der Fränkische Schweiz-Verein die Schönsteinhöhle in Pacht, um sie für den Fremdenverkehr zu erschließen. Nach einem von der Sektion Heimatforschung der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg erstatteten negativen Gutachten wurde hievon Abstand genommen. Die Sektion Heimatforschung führte in den folgenden Jahren zahlreiche Exkursionen unter Leitung des Verfassers durch, einige Ergebnisse dieser Fahrten sind nachfolgend ausgewertet. Der Rostocker Geologe H. Klähn besuchte im März 1926 die Brunnsteinhöhle zu hydrologisch-geologischen Forschungen. Die letzte hier ausgewertete Exkursion führte den Verf. Ostern 1932 in das Höhlengebiet, hiebei wurde abschließend auch die Höhle unter dem Schwingbogen vermessen.

Die Höhlenräume.

Als bestes Beispiel einer Spaltenhöhle zeigt die Schönsteinhöhle (Fig. 5—8) zumeist hohe, schmale Querprofile, während größere Raumausweitungen, sogar schon tunnelförmige Höhlengänge zu den Seltenheiten gehören. Die an Kluftfugen verlaufenden Gänge keilen oft in einer vom Lichte der Grubenlampe nicht mehr erreichten Höhe aus, die Sohle der Spaltenräume ist unregelmäßig gestaltet, oft führen schachtförmige Fortsetzungen der Spalte

download unter www.zobodat.at

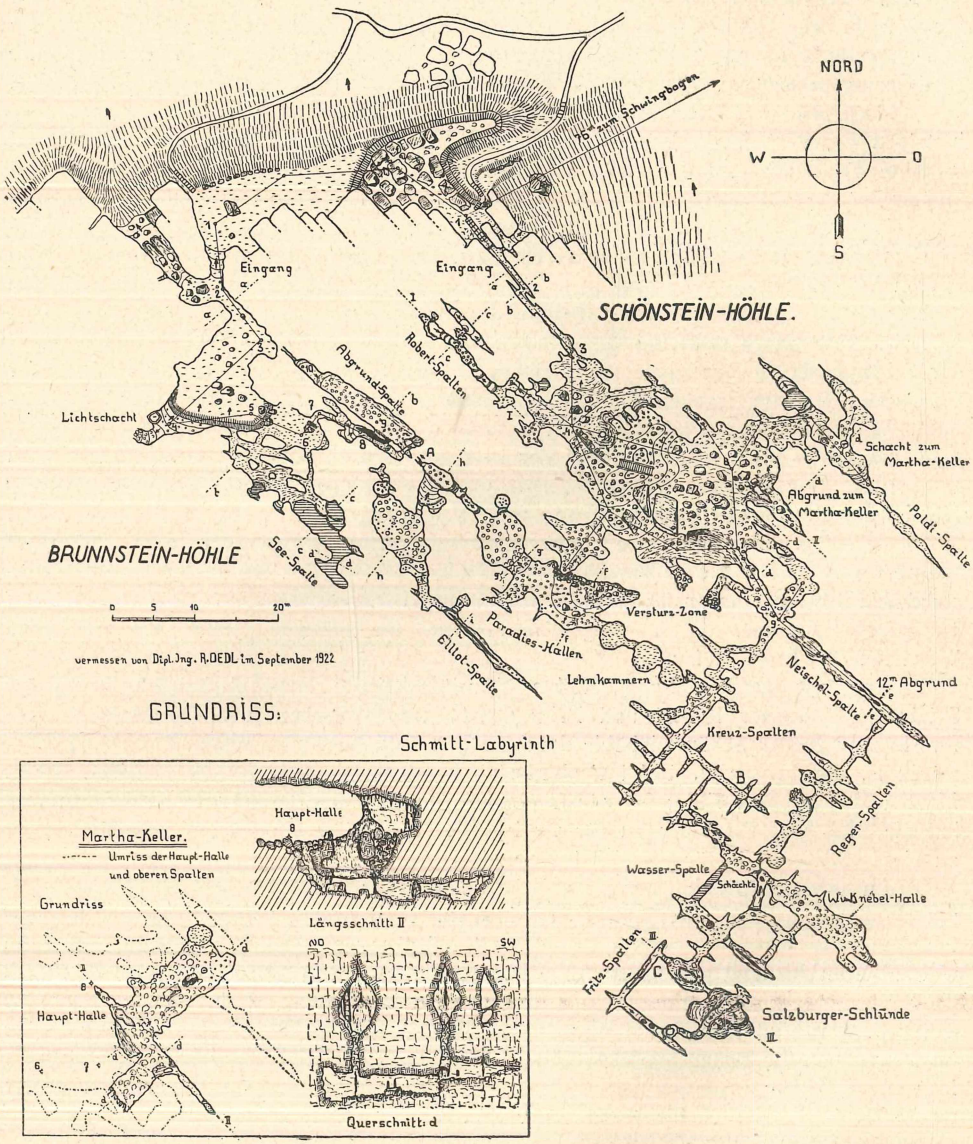

Fig. 5—8. Schönsteinhöhle, Brunnsteinhöhle, Grundriß; Marthakeller, Schmitt-Labyrinth, Grundriß und Schnitt.

abwärts, um schließlich auch dort wieder durch Auskeilung zu enden. Fig. 11 zeigt den Verlauf solcher Gangstrecken im Längsschnitt. Benachbarte Klüfte gleicher Richtung führen zur Bildung seitlicher Raumerweiterungen und seitlicher Raumverbindungen, wobei vielgestaltete Querprofile zustande kommen,

download unter www.zobodat.at

wie solche in Fig. 12—17 in verschiedenster Ausbildung dargestellt sind. Auf den Schnitten h und i kommt gleichzeitig auch die Bildung ebener Decken zur Wiedergabe, die an Bankungsfugen angelegt sind. (Man vergleiche hiezu auch die Fig. 18, 19.) Obwohl, wie später noch besonders behandelt werden soll, fast nur Gesteinsauflösung an der Ausweitung der Kluftfugen gearbeitet hat, ist das Raumbild der Schönsteinhöhle außerordentlich abwechslungsreich gestaltet. Zahlreiche enge Seitengänge, teilweise niedere Strecken und enge Spalten wechseln ab mit langgestreckten Gangsystemen von großer Höhe. An Kluftkreuzungen reichen nicht nur Deckenerweiterungen hoch empor, sondern auch

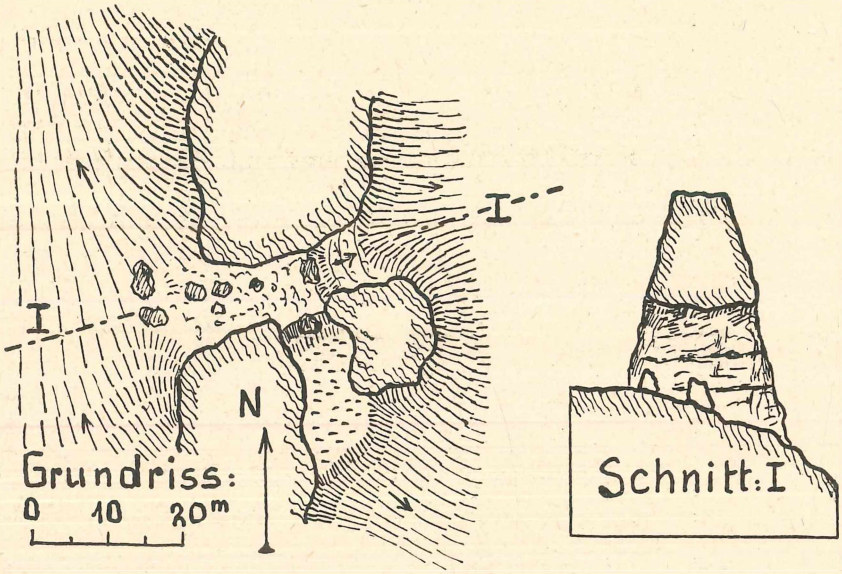

Fig. 9—10. Planskizze des Schwingbogens (R. Oedl).

Schächte tiefen sich hier in die Gangsohle ein, wenn auch regelmäßig blind endigend. Besonders die 1922 entdeckten, 18 m tiefen Salzburger Schlünde sind ein schönes Beispiel solcher tief abwärts reichender Klufterweiterungen (Fig. 28).

Auch in der Brunnsteinhöhle herrscht das gleiche Raumbild vor (Fig. 23), ist die Höhle doch, wie der Grundriß zeigt, zweifellos ein Bestandteil des Schönsteinhöhlensystems. Lediglich in der Seespalte ist durch starke Versinterung ein gewölbeartiges Querprofil entstanden (Fig. 24—27, Schnitt c). Auch in dieser Höhle finden sich die erwähnten Spaltenprofile, die engen Verbindungen benachbarter Kluftsysteme und auch die schachtförmige Vertiefung eines Spaltenganges fehlt nicht (Fig. 24—27, Schnitt b). Nur in der Höhle unter dem Schwingbogen tritt der Kluftcharakter stark zurück, obwohl auch

download unter www.zobodat.at

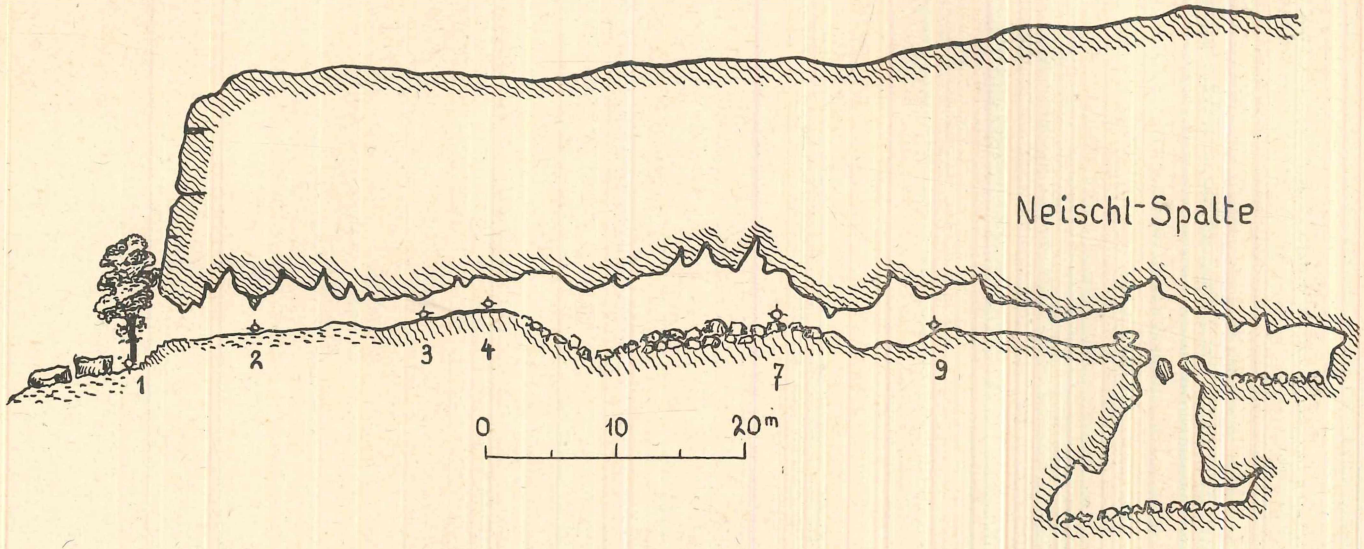

Fig. 11. Längsschnitt durch die Schönsteinhöhle (teilweise nach Neischl).

download unter www.zobodat.at

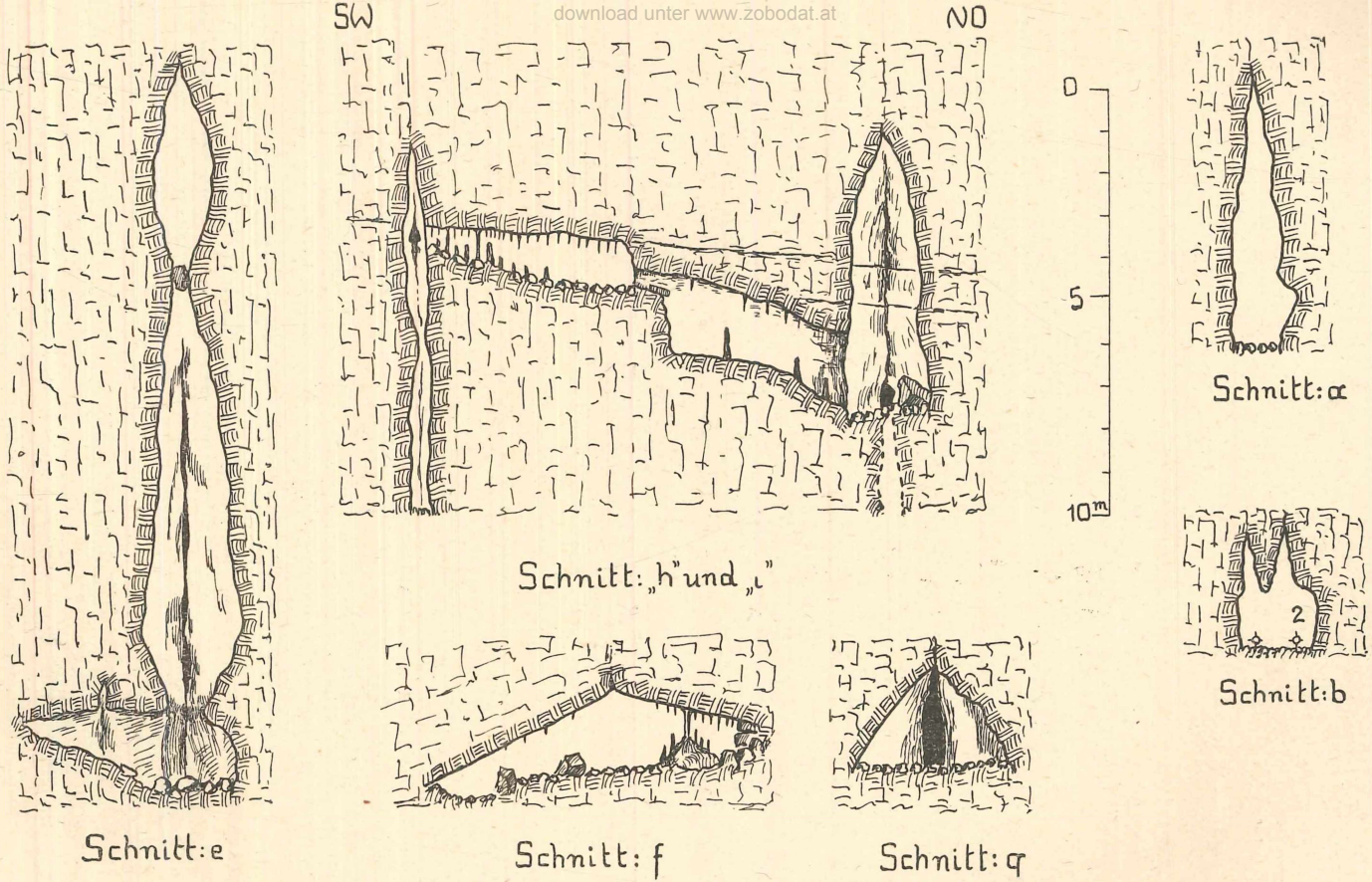

Fig. 12—17. Querschnitte durch die Schönsteinhöhle (R. Oedl).

download unter www.zobodat.at

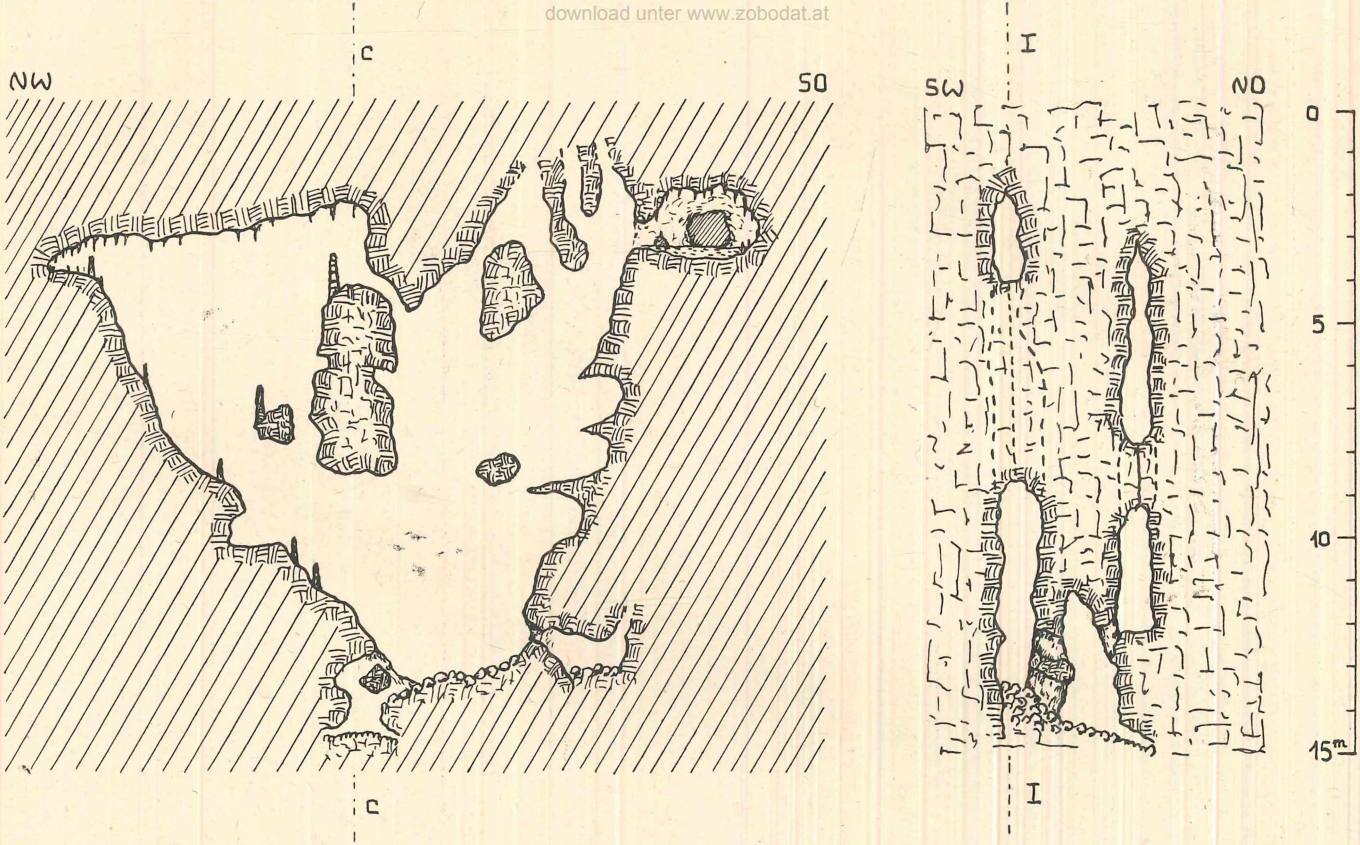

Fig. 18, 19. Robertspalten. Längsschnitt I und Querschnitt c.

download unter www.zobodat.at

diese Höhle an Kluftfugen verläuft (Fig. 20—22). Mehr als in den großen Höhlen kommt ein gewölbeartiges Querprofil zur Geltung, wenn auch die geringe Ausdehnung dieses Höhlenfragmentes zu weitgehenden Vergleichen

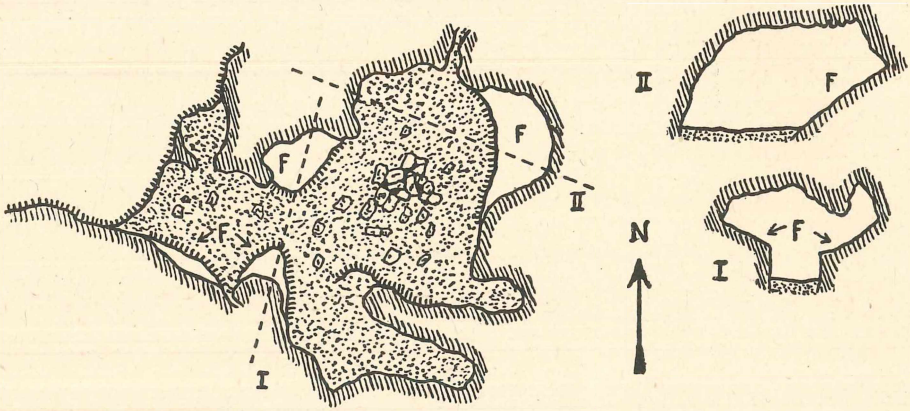

Fig. 20—22. Höhle unter dem Schwingbogen, Grundriß und Querschnitt 1 : 200 (H. Cramer.

nicht geeignet ist. Der Einfluß nachträglicher Verwitterungsvorgänge hat hier ebenso wie im Schwingbogen das Querschnittprofil der ursprünglichen Klufthöhle schon stark verändert.

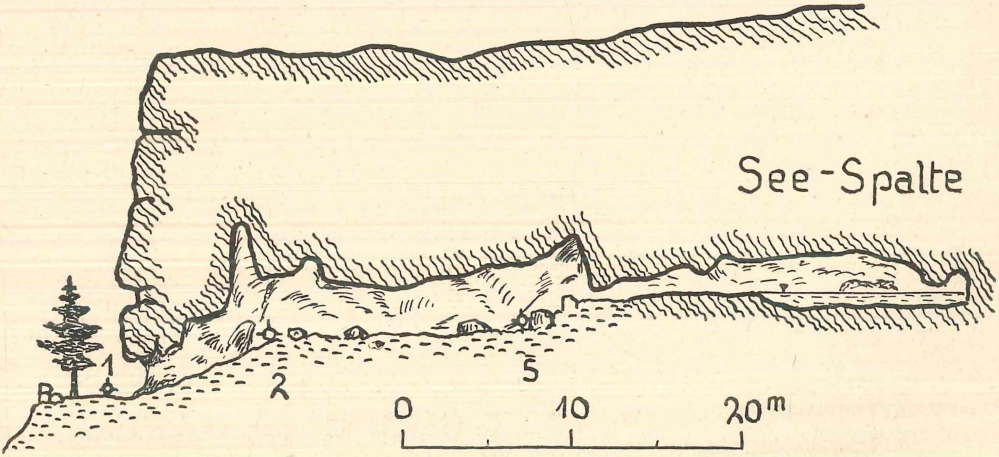

Fig. 23. Längsschnitt durch die Brunnsteinhöhle (teilweise nach Neischl).

Tektonische Anlage.

Ein Blick auf den Grundriß der Schönsteinhöhle zeigt, von welcher Bedeutung für den Höhlenverlauf im behandelten Gebiete die tektonische Anlage ist. Wir erkennen ein gesetzmäßig ziehendes Lithoklasensystem in der Haupt-

download unter www.zobodat.at

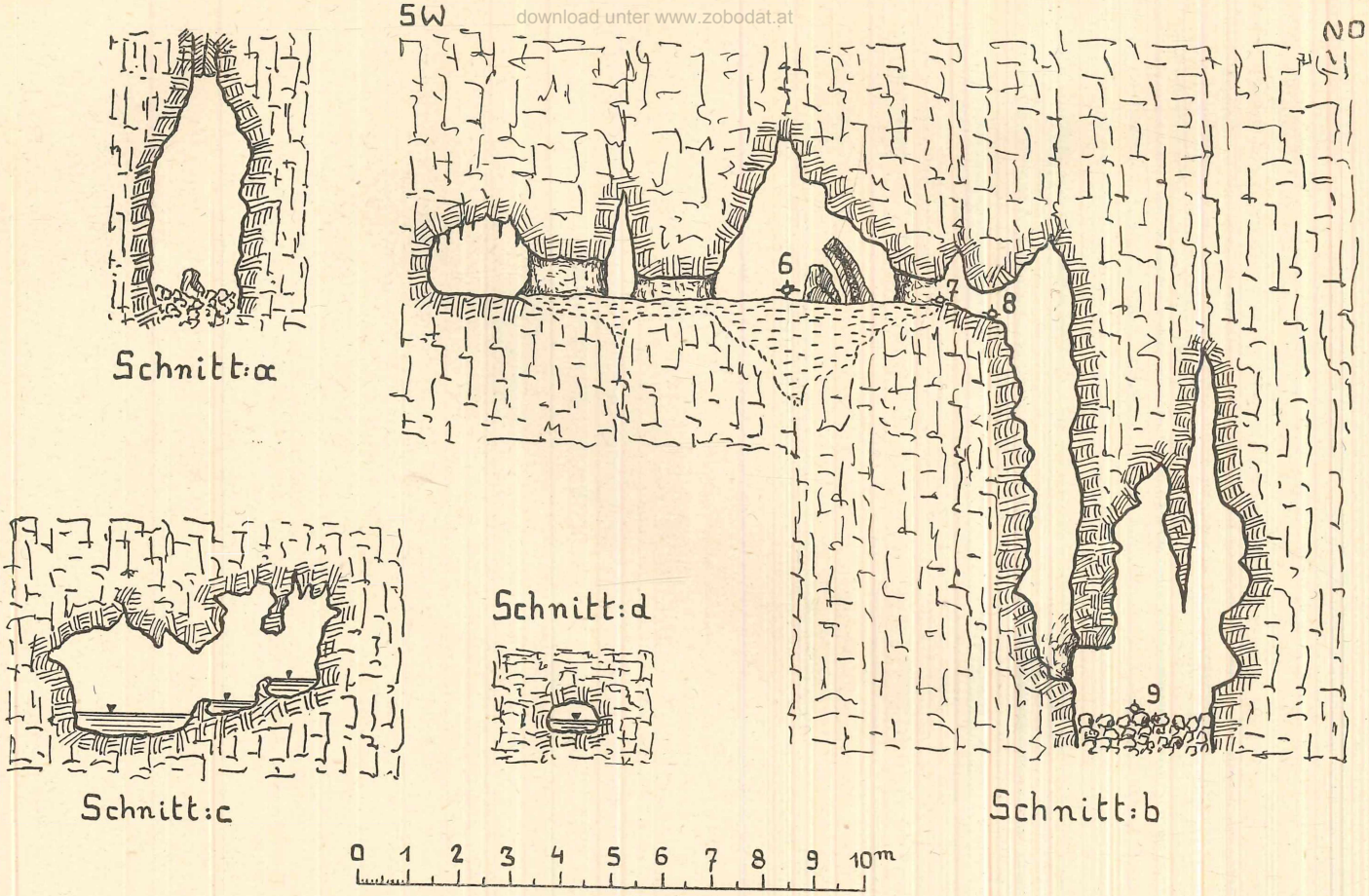

Fig. 24—27. Querschnitte der Brunnsteinhöhle (R. Oedl).

download unter www.zobodat.at

richtung NW-SO und entsprechende Querspalten in strengem NO-SW-Verlauf. Die Hauptrichtung der Höhlenspalten entspricht genau dem Verlaufe der großen Verwerfungslinien am Ostrande der fränkischen Alb, damit dem Verlaufe der großen erzgebirgisch-herzynischen Kluftsysteme Frankens. Vergleichen wir die in der Schönsteinhöhle vorkommenden Kluftrichtungen mit den durch Messungen ermittelten Hauptrichtungen des Frankendolomites bei Wellhöfer (1929), so zeigt sich, daß mehr noch als im offenen Gelände in den Karsthöhlen die Hauptrichtungen der Störungslinien zum Ausdruck

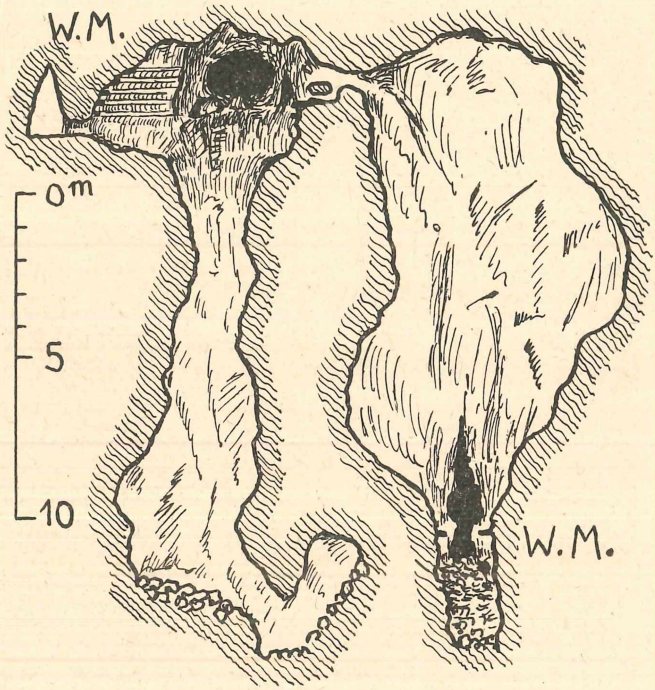

Fig. 28. Schnitt III durch die Salzburger Schlünde. W. M. = Wassermarken (R. Oedl).

kommen. Das geologische Alter dieser Bruchfugen läßt sich noch immer nicht befriedigend ermitteln, doch darf angenommen werden, daß das Kluftnetz der Schönsteinhöhlen im Zusammenhang mit der Ostrandverwerfung der präcenomanen jungkimmerischen oder austrischen Gebirgsbildungsperiode angehört.

Für die hydrologische Bildungsgeschichte des Höhlensystems ist das Kluftnetz von größter Bedeutung. Seitdem Terzaghi (1913) gezeigt hat, daß lokale Zerrüttungszonen das ungleiche Ausmaß und die ungleiche Entwicklung der Verkarstung bedingen, sind wir immer mehr geneigt, auch in den Höhlengebieten Regionen hoher Kluftdichte zu erkennen. Nur in diesen

download unter www.zobodat.at

führte die Verkarstung zur Bildung ausgedehnter Auslaugungshohlräume, deren Erstreckung bedingt und streng abhängig ist von der Ausdehnung lokaler Kluftanhäufungen. So bilden die Spaltenhöhlen Frankens nicht nur wertvolle, leider bisher unbeachtet gebliebene Aufschlüsse für die Tektonik des Gebietes. Sie führen insbesondere auch zum Verständnis der Ursachen für die räumliche Beschränkung intensiver Verkarstung und damit der Höhlenbildung bei gleichartiger Gesteinsbeschaffenheit auf begrenzte Gebiete.

Eine genaue Festlegung des Alters der Klüfte läßt nur nach unten hin das Alter der Höhlenbildung begrenzen. So sind schon seit der unteren Kreide die tektonischen Voraussetzungen zur Höhlenbildung im Bereiche erzgebirgisch-herzynischer Zerklüftung gegeben. Aber erst im älteren Tertiär waren wohl die morphologischen Voraussetzungen zu den Auslaugungsvorgängen vorhanden, die zur Höhlenbildung führten. Neben den in 90 Grad gekreuzten Lithoklasensystemen sind lokale Zonen stärkster Gesteinszerrüttung von großer Bedeutung für die Hohlraumbildung. Hierauf hat schon Neischl hingewiesen. Im Schönsteinhöhlensystem werden alle größeren Raumausweitungen, so besonders die Haupthalle der Schönsteinhöhle und die Vorhalle der Brunnsteinhöhle, aus solchem feinzerklüfteten Gestein aufgebaut. Gesteinsauflösung und Verbruch werden in gleicher Weise durch diese Zerrüttung gefördert.

Lösungsformen.

Die morphologische Untersuchung der Höhlenformen hat keine Anhaltspunkte dafür ergeben, daß Erosion des fließenden Wassers in irgendeiner Weise an der Höhlenbildung beteiligt war. Durch starken Versturz, insbesondere aber durch überreiche Versinterung, sind die ursprünglichen Höhlenflächen zum Teil zerstört oder verdeckt. Unveränderte Oberflächen sind nur an steilen Wandflächen noch häufig zu finden, insbesondere im Bereiche der Spaltensysteme der Schönsteinhöhle und besonders überall dort, wo nicht durch brekziöse Gesteinszerklüftung Versinterung oder Verbruch besonders gefördert wurde. In diesen steilen Wandflächen, so in der südwestlichen Seitenkammer der Haupthalle, dann oberhalb des Schachtes zum Marthakeller oder am Beginn der Neischlspalte finden sich rundliche Näpfe von 2 bis 3 cm Durchmesser und 1 bis 2 cm Tiefe in großer Häufigkeit. Sie überziehen manchmal dicht nebeneinander große Flächen und bevorzugen wenig zerklüftete, massige und feinkristallinische Partien des Dolomites. Im System der Kreuzspalten und Regerspalten, doch auch in anderen Teilen der Höhle, sind die genannten Lösungsnäpfe vergesellschaftet mit größeren flachen Kolken bis zu mehreren Metern Weite. Diese Kolke, zum Teil in steile Wandflächen, zum Teil auch in die Höhlendecke eingetieft, verschneiden, teilweise kulissenartig hintereinander angeordnet, in scharfen Graten zueinander. Auch die Lösungsnäpfe sind durch solche scharfgratige Firste voneinander getrennt. Auf dem

download unter www.zobodat.at

Längsschnitt durch die Robertspalten kommen übereinander angeordnete Wandkolke sehr gut zur Darstellung (Fig. 18). Wir erkennen in beiden Formen die Wirkung chemischer Auslaugung bei vollkommener Wassererfüllung. Auf Grund der allgemeinen Verbreitung dieser Lösungsformen in Schönstein- und Brunnsteinhöhle, aber auch nach dem Mangel aller auf die Arbeit des fließenden Wassers hinweisenden Anzeichen sehen wir im gesamten Höhlengebiet eine durch Gesteinsauflösung längs Kluftfugen zustande gekommene Hohlraumbildung. Den von uns an anderer Stelle entwickelten Auffassungen über Art und Form der Wasserzirkulation im Karste entsprechend (Cramer 1932), mag auch das Schönsteinhöhlensystem einen ehemaligen, vielgegliederten Karstwasserkörper dargestellt haben. Zur Zeit der Höhlenbildungsperiode im Niveau der inzwischen durch Talvertiefung um etwa 180 m gesenkten Vorflut gelegen, haben sich insbesondere im Bereich stark zerklüfteter Gesteinspartien größere Wasserspeicher gebildet, so die Vorhalle der Brunnsteinhöhle, die Haupthalle, Paradieshalle, Knebelhalle und der südöstliche der Salzburger Schlünde. Das ganze System der sich kreuzenden Kluftfugen diente der sicher äußerst trägen Wasserbewegung, deren Richtung allerdings in keiner Weise mehr feststellbar ist. Rückstaubildungen an Querschnittsveränderungen führten ebenfalls zu lokalen Raumausweitungen, insbesondere aber zur Auslösung träger Wirbelbewegungen und Wasserwalzen, welche die oben genannten Lösungskolke hervorbrachten. Seit Vertiefung der Vorflut und Trockenlegung der Höhle scheint wesentliche Raumausweitung durch Auslaugung nicht mehr stattgefunden zu haben. Auch Kluftkarren fehlen im Bereich der beiden großen Höhlen.

In der kleinen Höhle unter dem Schwingbogen lassen sich dagegen Lösungsfazetten feststellen, die trotz fortgeschrittener exochthoner Verwitterung noch prächtig erhalten sind. Es sind jene zur Höhlenmitte hin geneigten schrägen Flächen, die im Jahre 1912 zum erstenmal aus einer Gipshöhle beschrieben worden sind und erst in den letzten Jahren wieder besondere Beachtung gefunden haben (Biese 1931, Cramer 1931). Diese Lösungsfazetten, in zahlreichen Höhlen des fränkischen Karstes bereits vorgefunden, sind nach Gripp und Biese durch Auslaugung in nahezu stagnierendem Wasser entstanden. Wie experimentelle Untersuchungen bestätigt haben, schichtet sich bei nahezu Stagnation das Wasser nach seiner Schwere. Die untersten (schwersten) Wasserschichten sind am meisten an gelöstem Material gesättigt. So ist hier weiterhin die Lösungskraft am geringsten, während die oberen Schichten am wenigsten Gelöstes enthalten, hier somit die Gesteinsauflösung am wirksamsten ist. Die Ablaugung der Wandflächen spiegelt schließlich im ungleichen Ausmaß der Arbeitsleistung die nach der Tiefe zu abnehmende Lösungskraft des Wassers.

Nach dem Vorhandensein der Lösungsfazetten in der Höhle unter dem

download unter www.zobodat.at

Schwingbogen dürfte zur Zeit der Höhlenbildung die Wasserbewegung hier noch weitaus geringer als im benachbarten Schönsteinhöhlensystem gewesen sein. Die sonst im Zusammenhang mit den Fazetten beobachteten ebenen Laugdecken sind in der Höhle unter dem Schwingbogen durch exochthone Verwitterung zerstört.

In dieser kleinen Höhle finden sich an der Decke auch sekundäre Lösungsformen in prächtiger Weise. Es sind durch Sickerwasser ausgelaugte Kluftkarren, die erst nach der Trockenlegung der Höhle zustande kamen. Gewissermaßen ein nach unten hängendes Karrenfeld im kleinen. Nur im Eingangsteil der Brunnsteinhöhle finden sich noch Kluftkarren vereinzelt.

Verbruchformen.

Die Formen exochthoner Gesteinsverwitterung sind in der Schönsteinhöhle nur wenig ausgeprägt, da hier der enge Eingangsspalt die Einflüsse extremer winterlicher Temperaturschwankungen stark dämpft. Aber im Schwingbogen und im Vorraum der Brunnsteinhöhle sind Decke und Wände durch Frostblätterung sehr umgestaltet, einzelne flache Gesteinsscherben lassen sich mühelos mit dem Hammer ablösen. Auch alte Sinterbildungen fallen in der Brunnsteinhöhle, ganz wie dies Kyrle (1931) von anderer Stelle schildert, der Frostverwitterung zum Opfer. An Stellen starker Sickerwasserführung bilden sich durch Frostbruch seichte Deckenkolke, schließlich kommen wohlgerundete Deckenprofile wie im Schwingbogen zustande, die mit Druckleitungsprofilen jedoch nur die Form gemeinsam haben.

Im Höhleninnern hat ganz besonders das Ausmaß der Zerklüftung Einfluß auf die Versturzvorgänge. Die wenig zerklüfteten Spaltenzonen im Höhlensystem sind auch durch Verbruch weniger verändert. Einzelne größere Blöcke lösen sich gelegentlich aus dem Verbande. Im Gebiet starker, zum Teil schon brekziöser Gesteinszerklüftung aber, in allen größeren Raumausweitungen also haben ständig Verbruchvorgänge stattgefunden, die in der Haupthalle der Schönsteinhöhle ihr größtes Ausmaß erreichten. Gewaltige Blockmassen türmen sich hier aufeinander, vermengt mit mächtigem Gesteinsschutt. Die Formen der Gesteinsauflösung sind vollkommen zerstört. Schließlich kommen kirchenschiffartige Deckenprofile zustande, wie auf den Querschnitten f und g der Fig. 12—17 dargestellt.

Auch die Tropfsteinbildungen sind durch Versturzvorgänge teilweise stark beansprucht. Mächtige Stalaktiten liegen auf dem Boden, Stalagmiten sind umgestürzt, schiefgestellt oder verschoben, wie dies Tafel IV, Fig. 1, zeigt.

Erwähnung verdienen auch die gewaltigen Versturzmassen, die in dem Felsengebiet vor den Höhlen an Spaltenflächen niedergebrochen sind (siehe Grundriß!). Ich habe an anderer Stelle solche Verstürze als Wirkung der periglazialen Verwitterung im Diluvium bezeichnet (Cramer, 1928, S. 302) und

download unter www.zobodat.at

setze in diese Zeit auch die Freilegung der Klufthöhlen selbst durch Verbruch ihrer nunmehrigen Eingangsteile. Durch solchen Verbruch ist auch die Brunnsteinhöhle dreimal zum Tage geöffnet.

Über das Alter der Versturzvorgänge im Höhleninnern lassen sich genaue Angaben nicht machen. Wohl erfolgen auch in der Gegenwart gelegentlich Niederbrüche, doch die großen Versturzkegel sind, wie die teilweise mächtige Übersinterung zeigt, älteren Datums. So mag in der Haupthalle wohl auch noch der Einfluß diluvialer Frostsprengung bei den tieferen Jahrestemperaturen der Eiszeiten von Geltung gewesen sein.

Sinterbildungen.

Im allgemeinen weichen die Sinterbildungen von Schönstein- und Brunnsteinhöhle nicht von den Erscheinungen des Höhlensinters anderer fränkischer Dolomithöhlen ab. Besonders die Schönsteinhöhle ist reich an prächtigen Tropfsteinformen, sie verdankt dem ihren Namen. Die Tafel IV, Fig. 1, 2, geben einiges von dieser Formenwelt wieder. Mächtige Ablagerungen von Kalksinter überziehen teilweise das Gestein, massige Bodenzapfen bauen sich auf und vereinigen sich mit schlanken, von der Decke herabhängenden Zapfen. Teilweise finden sich schräge Deckenzapfen (Paradieshallen), teilweise stark verzerrte Formen, häufig feinste, durchschimmernde Röhren.

In den Salzburger Schächten fand ich eine vom Normalen abweichende Sinterbildung. Traubige, kleinste Deckenzapfen sind durch feine Sintergirlanden und zierliches, durchbrochenes Filigranwerk verbunden. Bisher sind ähnliche Formen lediglich aus einer Höhle auf Sizilien näher beschrieben worden (Perrone 1910). Es ist nicht unmöglich, daß die Bildungen in den Salzburger Schächten unter Wasserbedeckung zustande kamen. Horizontale Sinterbänke geben, wie Fig. 28 zeigt, den Spiegel ehemaliger Wasseransammlungen an, der nach der Mächtigkeit dieser Kalkabsätze lange Zeiten in nahezu konstanter Höhe verharrte. Nur unter diesen Niveaus finden sich in den Wänden der Salzburger Schächte neben unvollkommen ausgebildeten Kalkspatkristallen auch die Sintergirlanden.

Nach den Untersuchungen von Klähn (1926, S. 390) enthält das zur Abscheidung von Kalksinter führende Sickerwasser der Brunnsteinhöhle beträchtliche Mengen von Magnesiumkarbonat. So konnten in 1000 ccm Wasser 0·135 g $CaCO_3$ und 0·178 g $MgCO_3$ ermittelt werden. Das gibt Verhältniszahlen von 43·13 : 56·87. Es überwiegt also im Sickerwasser bereits gelöster Dolomit. Dieses für die Gesteinsauflösung durch Sickerwasser beachtenswerte Mengenverhältnis kommt in der chemischen Zusammensetzung des Kalksinters nicht zum Ausdruck. Der plattige Sinter der Brunnsteinhöhle enthält 95·53 Teile $CaCO_3$, aber nur 1·79 Teile $MgCO_3$. Es gelangt also nur der gelöste Kalk aus dem Sickerwasser wieder zum Absatz, während die

download unter www.zobodat.at

in Lösung gegangenen Magnesiumkarbonatmengen fast vollkommen abtransportiert werden. Eisen und Mangan, beides in geringen Mengen im Sickerwasser enthalten, kommen ebenfalls nur unbedeutend in der Höhle wieder zur Ausscheidung. Gelegentlich finden sich auf der Oberseite von Dolomit- und Kalksinterplatten krustenartige Überzüge. Besonders in der Schönsteinhöhle sind Stalaktiten und Sinterplatten oft nur auf einer Seite durch Eisen oder Mangan gefärbt. Manganüberzüge bilden sich häufig auch auf den durch Gesteinsauflösung herauspräparierten Hornsteinknollen des Frankendolomites, diese mehr oder minder schwarz färbend.

Sedimente.

Obwohl ein großer Teil der Höhlenausfüllungsprodukte im Schönstein-Brunnsteingebiet aus Sinter oder Versturzmaterial besteht, finden sich doch auch lockere Ablagerungen fast überall in den Höhlen vor. Typische Höhlenlehme fehlen, die lehmigen Ablagerungen, besonders häufig in den Lehmkammern und in einzelnen Spaltengängen, dann in der Vorhalle, sind sandige Bildungen, sogenannte Dolomitasche. Es sind Anhäufungen stark verlehmter, feinster Dolomitspatindividuen mit verhältnismäßig hohem Kalkgehalt. Dieselben verdanken ihre Entstehung der für den Frankendolomit eigenartigen Gesteinsstruktur. Das Karstgestein, ein dolomitischer Kalk von 55·52% $CaCO_3$ und 42·39% $MgCO_3$ (Kläh n, 1926, S. 393), wird aufgebaut aus einzelnen Dolomitspatkriställchen, die unverzahnt aneinandergrenzen und in eine Grundmasse von Kalziumkarbonat eingebettet sind. Auf die Bedeutung dieser Gesteinsstruktur für die Auflösungsvorgänge bin ich an anderer Stelle ausführlich eingegangen (Kolb-Cramer, 1927). Es hat sich inzwischen ergeben, daß die auf der Höhlensohle lagernden Dolomitbrocken, Versturzmaterial, durch die Einwirkung des Sickerwassers allmählich so weit ausgelaugt werden, daß das Gestein zu Dolomitasche zerfällt. Das Kalkbindemittel des Dolomites wird durch Auflösung entfernt, während die Mikrokristalle, zwar angeätzt, der Auflösung widerstehen. Es entstehen so autochthone Anhäufungen lockerer Massen, die im Laufe der Zeit durch weitere Auflösung mehr und mehr verlehmen. Ebenso wie für die Frage nach der Bildung des Höhlenlabyrinthes selbst ist also auch für die Deutung beträchtlicher Anhäufungen lockerer Massen die Mitwirkung von fließendem Wasser bedeutungslos.

Nordöstlich der Holzbrücke in der Haupthalle fand ich eine Ablagerung vor, die als Karstroterde bezeichnet werden kann. Auch dieser lebhaft rot gefärbte Ton enthält noch zahlreich kleinste verwitterte Dolomitspatindividuen und gibt damit einen Hinweis auf seine Entstehung. Es muß die Frage offen bleiben, ob es sich hier um das lokale Verwitterungsprodukt eines Karstgesteins handelt, das bereits primär reich an Eisenhydroxyverbindungen ist

download unter www.zobodat.at

oder ob es sich um Einschwemmungen tertiärer Karstböden handelt, die auf den Hochflächen der Alb vielerorts noch in Form fossiler Roterden vorkommen. In dem roten Lehm finden sich feinste Quarzkörnchen. Obwohl auch im Frankendolomit primär Quarz in Form winziger Kriställchen auftritt, muß doch angenommen werden, daß diese gerundeten Quarzkörner der aufbereiteten Kreideüberdeckung der Albhochfläche entstammen. Ihr Vorkommen im Rotlehm spricht also für eine nachträgliche Einschwemmung dieser Lehme in die Höhle.

Meteorologisches.

Von Juni bis Dezember 1928 hat Verfasser in einer Nische der Haupthalle am Eingang zur Poldispalte eine kleine meteorologische Station unterhalten. Diese war beschickt mit 1 Thermographen, 1 Barographen, 2 Extremthermometern und 1 Kontrollthermometer. Über die Ergebnisse der Messungen soll in anderem Zusammenhang berichtet werden.

Aus den im Laufe zahlreicher Befahrungen gesammelten Temperaturdaten errechnen sich folgende Durchschnittswerte für die außerhalb des Einflußbereiches täglicher Temperaturschwankungen liegenden Höhlenräume:

Brunnsteinhöhle, Seespalte, Luft: 6·5° C.
Brunnsteinhöhle, Seespalte, Wasser: 6·0° C.
Brunnsteinhöhle, Schachtsohle, Luft: 7·0° C.
Schönsteinhöhle, Mitte der Haupthalle, Luft: 7·1° C.
Schönsteinhöhle, Station, Luft: 6·9° C.

Auf Station Haupthalle wurde als tiefste Temperatur des Halbjahres 4·9° C ermittelt, die registrierte Höchsttemperatur beträgt 10·5° C. Höher als die im Verlauf eines Monates gering schwankenden Temperaturwerte sind die Schwankungen des Luftdruckes im gleichen Zeitraum. Die Schwankungen bewegen sich für das Beobachtungshalbjahr im Bereiche von 15 mm und sind im Vergleiche zu den über Tage gemessenen Druckschwankungen ausgeglichener und verspätet. Der enge, schlauchförmige Zugang zur Schönsteinhöhle mag den Ablauf von Temperatur und Luftdruck wesentlich beeinflußt haben.

Luftbewegung konnte nicht beobachtet werden. Ein am 28. März 1932 in der Brunnsteinhöhle vorgenommener Rauchversuch nach Anweisung Kyrles (1931) verlief ergebnislos. Die auf Grund der Vermessung zwischen dem Schacht in der Brunnsteinhöhle und den Paradieshallen bestehende Verbindung scheint vollkommen versintert zu sein, so daß eine Luftbewegung durch beide Höhlen nicht erfolgen kann. Lediglich durch Klopfzeichen konnten wir eine Verständigung von Höhle zu Höhle erreichen.

Die Luft ist in allen Teilen der inneren Höhlen an Feuchtigkeit gesättigt. Der Kohlensäuregehalt des Sickerwassers ist gleich Null.

download unter www.zobodat.at

Zoologisches.

Eduard Enslin (1906) hat über die Fauna der Schönstein- und Brunnsteinhöhle den ersten zusammenfassenden Bericht gegeben. Aus der Schönsteinhöhle führt Enslin drei Arten Collembolen an, und zwar *Onychiurus armatus* Tullb., *Achorutes armatus* Nic. und *Heteromurus nitidus* Templ., außerdem noch die echte Höhlenspinne *Porrhomma egeria* E. Simon. In der Brunnsteinhöhle fand Enslin außer diesen Tieren noch die Varietät *Achorutes armatus var. inermis* Axelson. In den letzten Jahren konnte diese Liste durch die Aufsammlungen der Sektion Heimatforschung wesentlich ergänzt werden. Aus den drei Höhlen sind nunmehr bekannt:

1. Diptera, Zweiflügler:
   Bolitophila cinerea, Meig.
   Polylepta leptogaster, Winn.
   Rhymosia fenestralis, Meig.
   Culex pipiens, L.
   Blepharoptera serrata, L.
   Scoliocentra villosa, Meig.
2. Lepidoptera, Schmetterlinge:
   Scoliopterix libatrix, L.
   Triphosa dubitata, L.
   Vanessa io, L.
3. Collembola, Springschwänze:
   Onychiurus armatus, Tullb.
   Achorutes armatus, Nic. (leg. Enslin).
   Achorutes armatus var. inermis Axelson (leg. Enslin).
   Heteromurus nitidus, Templ.
   Hypogastrura spec.
   Sminthurinus spec.
4. Araneida, echte Spinnen:
   Porrhomma rosenhaueri, Koch.
   Porrhomma egeria, E. Simon (leg. Enslin).
   Meta menardi, Latr.
   Meta merinae, Scop.
   Amaurobius fenestralis, Stroem.
   Tegenaria silvestris, L. Koch.

Somit ist die Artenzahl von 4 auf 20 gewachsen; dabei ist als sicher anzunehmen, daß sie durch weitere Nachforschungen noch wesentlich gesteigert werden kann.

„Sehr erfreulich ist, daß es gelang, die von Koch (1872) als *Linyphia rosenhaueri* n. spec. beschriebene *Porrhomma rosenhaueri* L. Koch in den Lehmkammern in typischen Stücken wieder zu finden [1].“ Diese echte Höhlenspinne baut zwischen kleinen Tropfsteinen winzige Netze, hinter denen sie den Dipteren auflauert. In den Lehmkammern fanden sich Ostern 1932 auch Dipterenlarven, nach Rühm wahrscheinlich der Art *Polylepta leptogaster* Winn. zugehörig. Damit ist wahrscheinlich, daß auch die Dipteren ein vollkommen in den Höhlen ablaufendes Leben verbringen.

In der lockeren Ausfüllung der Höhle unter dem Schwingbogen sammelten wir einige Knochenreste, vermutlich von einem nahen Dachsbau herrührend. Bestimmt wurden: *Meles meles* L., *Mustela putorius* L., *Arvicola*

---

[1] Briefliche Mitteilung des Herrn Konservator J. Rühm an den Verf. Herrn Oberverwaltungsrat Rühm sei auch an dieser Stelle für die Vermittlung bzw. Durchführung der Bestimmungen herzlichst gedankt. Zur allgemeinen Orientierung über die jüngsten Aufsammlungen vergleiche man: J. Rühm (1931).

download unter www.zobodat.at

shermann Shaw und *Microtus arvalis-agrestis*. Auffallend ist hier, weitab von jedem Gewässer, das Vorkommen der Wasserratte. Von Molluskenschalen fanden sich solche der Arten *Chilotrema lapicida* Leach., *Polita glabra* Fér. *Laciniaria biplicata Mont.* und *Clausilia paroula* Studer.

Literatur.

Biese W., Entstehung der Gipshöhlen am südlichen Harzrand und am Kyffhäuser. Abhandl. d. preuß. geol. Landesanstalt, Heft 137, Berlin 1931.

Cramer H., Untersuchungen über die morphologische Entwicklung des fränkischen Karstgebirges. Abhandlungen d. Naturhist. Ges. Nürnberg, 22. Bd., 7. Heft, 1928.

Cramer H., Die „Höllern", eine Gipshöhle im fränkischen Gäu. Die fränkische Alb 1931, Nr. 8, S. 118—122.

Cramer H., Beitrag zur Kenntnis der Höhlenbildung im Karste. Petermanns Mitteilungen, erscheint 1933.

Enslin E., Die Höhlenfauna des fränkischen Jura. Abhandl. d. Naturhist. Ges. Nürnberg, 16. Bd., 1906.

Gümbel W. v., Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb. Kassel 1891.

Klähn H., Über Kalkmagnesiawässer der Umgegend von Streitberg und Muggendorf (Fränkischer Jura) und ihre Ausscheidungsprodukte. Zentralblatt f. Min. etc., Abt. B., 1926.

Koch, Apterologisches aus dem fränkischen Jura. Abhandlungen der Naturhist. Ges. Nürnberg, VI. Bd., 1872.

Kolb H., Cramer H., Höhlenentwicklung und Eisenerzbildung in der Bismarckgrotte, Oberpfalz. Arbeiten der Sektion Heimatforschung der Naturhist. Ges. Nürnberg, 2. Heft, 1927.

Kyrle G., Ein Rauch- und Heizversuch in der Dachstein-Rieseneishöhle. Speläologisches Jahrbuch 1929—1931, S. 66—70.

Kyrle G., Frostsprengungen im Höhlensinter. Speläologisches Jahrbuch 1929—1931, S. 134—136.

Neischl A., Die Höhlen der fränkischen Schweiz... Nürnberg 1904.

Perrone, Fenomeni carsici nei gessi dei dintorni di Calatafimi. Mondo sotterraneo anno VII, no. 1/2, 1910, S. 16—20.

Rühm J., Das Tierleben in den Höhlen des fränkischen Jura, „Die fränkische Alb" 1931, Nr. 8, S. 123.

Terzaghi K. v., Beitrag zur Hydrographie und Morphologie des kroatischen Karstes. Mitt. a. d. Jahrb. d. ung. geol. R. A., 20. Bd., 6. Heft, 1913.

Wellhöfer B., Klufttektonische Untersuchungen in der nördlichen Frankenalb. Abhandl. d. Naturhist. Ges. Nürnberg, 23. Bd., 1. Heft, 1929.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Speläologisches Jahrbuch

Jahr/Year: 1933

Band/Volume: 13-14_1933

Autor(en)/Author(s): Cramer Helmuth, Oedl Robert

Artikel/Article: Das Schönstein-Höhlengebiet (Fränkische Schweiz) 29-47