

Beitrag zur Kenntnis der Höhlen in der Schweiz.

Von

Paul Egli.

Hiezu Tafel IX—XI.

Einleitung.

I. Stand der Forschung in andern Ländern.

Die Höhlen sind von jeher, wie die zahlreichen Artefakten, welche in ihrem Boden gefunden werden, beweisen, im Leben der Menschen primitiver Kultur von grosser Bedeutung gewesen, sowohl als Schutz gegen die Unbilden der Witterung und der feindlichen Menschen, wie auch als Grabstätte.

In dem Masse, wie der Kulturbesitz des Menschen sich mehrte, verloren die Höhlen an Bedeutung; sie wurden allmählich verlassen und erregten die Aufmerksamkeit nur noch insoweit, als Sagen mit ihnen verknüpft waren.

Erst mit dem Ausbau der Naturwissenschaften, mit dem Aufschwung der Geologie und physikalischen Geographie, als man anfang, sich mit geotektonischen Problemen zu befassen, sich um die Morphologie der Erdoberfläche näher zu kümmern, erwachte auch das Interesse an den Höhlen, diesen eigenartigen Defekten der Erdrinde. Zunächst waren es die Paläontologen und Prähistoriker, welche sich um die Ausbeute, die solche Hohlräume für ihre speziellen Zwecke liefern mochten, interessierten: die Höhle als ganzes, als geographisches Individuum, ihre Formen und deren Entstehung fesselten ihre Aufmerksamkeit nicht. Indessen wurden manche Höhlen mit schönen und merkwürdigen Sinterbildungen entdeckt und damit erwachte das Interesse an ihrer Gestaltung überhaupt, an ihren mannigfachen Formen und deren Genesis. Es bildeten sich in Gebieten, in welchen grosse, schöne und leicht zugängliche Höhlen vorkommen, also vor allem in

Oesterreich, Süddeutschland und Frankreich, Vereine zu ihrer systematischen Erforschung. Die Ergebnisse wurden in zahlreichen wissenschaftlichen Abhandlungen publiziert.¹⁾

Unter der grossen Zahl von Forschern, die in dieser Richtung tätig gewesen sind, ist besonders der k. k. Regierungsrat Franz Kraus in Wien zu nennen, und neben ihm Prof. E. A. Martel, der an der Sorbonne in Paris Vorlesungen über dieses Spezialthema hält. Letzterer hat während mehr als 20 Jahren einen grossen Teil seiner Zeit — unter Aufwendung bedeutender finanzieller Opfer — sich der Erforschung einer grossen Zahl von Höhlen in allen Teilen Europas hingegeben, wobei er sich im Laufe der Jahre einen Stab geschulter Assistenten heranzog. Manche dieser Untersuchungen wurden im Auftrage der französischen Regierung und mit ihrer Unterstützung durchgeführt. Dass solche Forschungen von Bedeutung werden können, ergibt sich aus der Aufzählung der Gesichtspunkte, unter welchen sie vorgenommen werden müssen.²⁾

II. Höhlenforschungen in der Schweiz.

Auch in der Schweiz waren schon frühe eine Anzahl von Höhlen bekannt. Doch wurden die wenigsten genauer erforscht und Berichte darüber veröffentlicht. Wir finden in Tagesblättern und Zeitschriften, in den Jahrbüchern des Alpenklubs und ähnlichen Publikationen allerlei Mitteilungen über verschiedene Höhlen; sie sind jedoch vorwiegend deskriptiver Natur.³⁾ Mein hochverehrter Lehrer, Herr Prof. Dr. Stoll, gab mir daher die Anregung, in der systematischen, genaueren Durchforschung der Höhlen unseres Vaterlandes einen Anfang zu machen.

Auffindung der Höhlen.

Ich musste in erster Linie darnach trachten, eine Uebersicht über das Vorkommen grösserer, natürlicher Hohlräume in der Schweiz zu bekommen. Manche Angaben fand ich in den am

¹⁾ Siehe eine Liste solcher in der „Höhlenkunde“ von Franz Kraus, k. k. Regierungsrat, Wien 1894. Ebenso bei E. A. Martel: La spéléologie, Paris 1900.

²⁾ Martel, Spéléologie, pag. 12 u. 13.

³⁾ Siehe Verzeichnis der Höhlen und Zusammenstellung der Literatur am Schlusse dieser Arbeit.

Schlusse der Arbeit erwähnten Werken; im Fernern war ich auf die gütige Mitwirkung von den in den verschiedenen Gauen lebenden Leuten, welche sich für diese Dinge interessierten, angewiesen. Daher erliess ich eine diesbezügliche Bitte um Mitteilungen in der Schweizerischen Lehrerzeitung, im Educateur, im Educateur und in der Alpina. Der Erfolg war sehr verschieden. Aus einzelnen Gegenden erhielt ich weitgehende und wertvolle Unterstützung, aus andern, in denen auch Höhlen liegen, traf keine Notiz ein¹⁾.

Auf den Reisen nach den verschiedenen Arbeitsplätzen wurden mir zuweilen von den Bewohnern der betreffenden Gegend noch andere Höhlen jenes Gebietes genannt. Ich notierte sie vorläufig in der Hoffnung, sie später auch besuchen zu können. Es ist aber wohl möglich, dass hie und da dieselbe Höhle von verschiedenen Leuten unter verschiedenen Namen genannt wurde, so dass vielleicht einige im Verzeichnis am Schlusse identisch sind.

Meine Höhlenreisen begann ich im Winter 1899/1900. Der Hauptteil fällt auf die grossen Ferien des Jahres 1900. Die Untersuchungen wurden jeweilen in den Schulferien, namentlich den Weihnachtsvakanzen und an einzelnen Wintersonntagen fortgesetzt. Die Streifzüge mussten natürlich so eingerichtet werden, dass die hoch gelegenen Höhlen in der guten Jahreszeit, die tieferen dagegen im Winter besucht wurden. Selbstverständlich musste ich jeweilen darnach trachten, mehrere Begleiter, bezahlte und freiwillige, zu bekommen, denn die Höhlenforschungen sind sehr mühsam, zeitraubend, oft geradezu gefährlich. Kraus sagt z. B. darüber:

Es muss als ein Vorurteil betrachtet werden, dass die Wissenschaft des Laien-Publikums gänzlich entraten und als Selbstzweck betrieben werden kann. Dazu wären die Höhlenforschungen schon wegen ihrer Kostspieligkeit ungeeignet und blieben ein Privilegium der Begüterten, von denen nur einzelne das nötige Wissen besitzen, aber vielleicht nicht die Lust, ein solches Studium

¹⁾ Ausser der gütigen Förderung meiner Absichten durch meine hochverehrten Lehrer, Herren Prof. Dr. Stoll und Prof. Dr. Heim, gedenke ich namentlich dankbar der Hilfe durch die Herren Dr. Bienz in Basel, Dr. Nägeli in Ried (Rheintal) und F. Isabel, Instituteur in Villars sur Ollon, die mir manche wertvolle Mitteilung machten und z. T. aktiven Anteil an meinen Forschungen nahmen.

auch praktisch zu betreiben, welches ausserdem auch Anforderungen an die Körperkraft, Gewandtheit und an den persönlichen Mut stellt, denen nur wenige gewachsen sind.

Friedrich Müller, einer der Hauptforscher im Karstgebiet, äussert sich so:

Hundertfach unlauert tückisch das Verderben den Forscher, welcher auf glatter, nasser Sinterfläche über Abgründe weiter in die unbekanntten Schlünde strebt. . . . Die Arbeit dieser Forscher ist bei weitem mühseliger und gefährlicher als diejenige unserer Bergführer und Gipfelbezwinger, denen doch immer das Licht des Tages und eine ungefähre Kenntnis des einzuschlagenden Weges zu Gebote steht.

III. Zahl der Höhlen in der Schweiz.

Die Zahl der Höhlen in der Schweiz, deren Existenz mir bekannt geworden ist, und die ich zum Teil durchforscht habe, beläuft sich auf über 200 (siehe Anhang). Allerdings ist es sehr fraglich, ob alle der angeführten den Namen „Höhle“ verdienen. Es ist mehr als einmal vorgekommen, dass ich von einer „grotte aux fées“ oder ähnlichen Bezeichnungen hörte, daraufhin eine zweitägige Reise machte und schliesslich nur ein wenige Meter langes Loch fand. Allein es mag ja auch von Wert sein, zu konstatieren, dass in einem bestimmten Gebiet keine grösseren Höhlen liegen.

Was die Verteilung der Höhlen anbelangt, so mag hier nur so viel gesagt werden, dass — den petrographischen Verhältnissen entsprechend — die Mehrzahl, namentlich alle grösseren, in den Kalkzonen liegen, also im Jura und den Voralpen, sehr wenige dagegen im Urgebirge, in Sandstein und Nagelfluh.

Die Ausdehnung der Höhlen in der Schweiz variiert naturgemäss sehr stark, von den niedrigen, nur wenige Meter langen Gängen, oder der Balm¹⁾, bis zum mehrere Kilometer langen Höll-Loch. Ausgedehnte Höhlen sind bis jetzt wenige bekannt; nach dem Höll-Loch folgt das Lauiloch mit 460 m Länge, dann das Fykenloch mit 402 m, das Nidleloch mit 335 m, die Beaten-

¹⁾ So nennt man in der Schweiz die grösseren Nischen am Fusse steiler Felswände.

höhle auf zirka 150 m bekannt, die Überhöhle im Muotatale 110 m. Die übrigen messen, so weit mir bekannt ist, unter 100 m.

Die nachfolgende Arbeit befasst sich nur mit der grössten und interessantesten Höhle der Schweiz, dem Höll-Loch. An ihm können wohl alle Probleme der Spelaeologie studiert werden, mit Ausnahme derjenigen, welche uns in eigentlichen Eishöhlen entgegnetreten, und solchen, in denen sich irrespirable Gase ansammeln.

Die übrigen Höhlen, welche bedeutend weniger Interesse besitzen, und nur einzelne charakteristische Phaenome aufweisen, behalte ich mir vor, später zusammenfassend zu bearbeiten.

IV. Hilfsmittel bei den Forschungen.

Das Gepäck eines Höhlenforschers ist ziemlich umfangreich. Ausser den Dingen, die jede Gebirgstour verlangt, müssen an technischen Hilfsmitteln mitgenommen werden: Seile, Mauerhaken, Acetylen-Laterne, Carbid, gewöhnliche Kerzen, Hammer, Meissel, Steinsack, Photographenapparat, Magnesium, Blitzpulver, Fluoresceïn, Blechflasche mit Farbe zum Anmalen der Distanzen, Plankton-Netz, Gläschen mit Spiritus, Dosen für Schlamm, Sand, Insekten.

Aneroid-Barometer, Thermometer, Kompass, Messband¹⁾.

Wünschenswert wäre auch ein Hygrometer, und in Höhlen, wo Luftzug herrscht, ein Anemometer.

* * *

Das Höll-Loch.

Historisches.

Weder in älteren, noch in neueren Werken geographischen und naturhistorischen Inhaltes habe ich eine Erwähnung dieser Höhle gefunden.

Die erste Publikation, vorwiegend touristischer Natur, brachte Herr R. Kummer aus Basel, in Nummer 115 der Basler-Nationalzeitung vom Jahre 1894. In den Jahren 1901 und 1902 sind in

¹⁾ Im Höll-Loch verwendete ich später, als die grosse Ausdehnung der Höhle erkannt wurde, eine durch bezeichnete Zinktäfelchen abgetheilte Mess-Schnur, die auf Rollen gewunden war. Sie leistete uns zugleich gute Dienste als Ariadnefaden.

verschiedenen Zeitschriften Artikel über diese Höhle erschienen, zuerst von einigen Zürcher Besuchern, und daraufhin notgedrungen auch von mir, um die Priorität der Erforschung zu wahren.

Dass wir aus früherer Zeit keine Nachrichten über das Höll-Loch besitzen, während doch andere Höhlen schon im 17. Jahrhundert in geographischen Werken über die Schweiz erwähnt werden, erklärt sich aus folgenden Gründen:

Einmal liegt die Höhle hinten in einem Alpentale, das früher von Reisenden selten besucht wurde; mit dem Glarner-Land und dem Kanton Uri steht es nur durch stundenlange, mühsame Saumpfade in Verbindung.

Sodann liegt der Eingang der Höhle ganz versteckt im Grunde einer schmalen Schlucht, welche selbst durch einen ihre Ränder begleitenden Waldstreifen vollständig maskiert wird; auch ist der Zugang beschwerlich, und das erste Stück der Höhle sehr mühsam, weil man sich darin nur auf allen Vieren fortbewegen kann. Bedenkt man ausserdem, dass vor der Einführung des Petroleums die Beleuchtungsmittel sehr ungenügend waren, für ein Gebiet, das voll schwieriger Kletterpartien ist, und in welchem der fast stets herrschende Luftzug offene Lichter ausbläst; zieht man endlich die abergläubische Furcht der einfachen Leute solcher Gegenden in Betracht, so begreift man, dass diese Höhle so lange nicht besucht wurde und auch in neuerer Zeit nur in ihren vorderen Teilen.

Erst in den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts wagten es einige Männer des Tales, die vielleicht durch Nachrichten über ähnliche Unternehmungen in andern Ländern aufgeklärt waren, tiefer ins Höll-Loch vorzudringen.

Der Initiant der ganzen Bewegung scheint der verstorbene Gemeinbeschreiber Bürgler von Brunnen gewesen zu sein, der mit einigen herzhaften jungen Männern in verschiedenen Vorstössen bis zur bösen Wand drang. Dort wurde in halber Höhe eine eiserne Röhre eingekittet, welche fortan einen höchst willkommenen Stützpunkt in der Überwindung dieses grössten Hindernisses abgab.

Diesen Pionieren folgten einige Leute aus dem Muotatale, unter denen besonders J. L. Betschard mit seinen Söhnen und

Melchior Suter erwähnt werden müssen. Diese führten mehrmals Touristen ein Stück weit in die Höhle hinein.

So standen die Dinge, als ich durch gütige Vermittlung von Herrn Prof. Heim Kenntnis von der Existenz der Höhle erhielt.

Ich lasse nun eine Übersicht meiner Expeditionen folgen.

Datum	Eintritt	Austritt	Stund. Dauer	Teilnehmer	Erreichter Punkt
14. I. 1900	9 Uhr M.	3 Uhr A.	6	Stud. Dinklage, J. L. Betschard in 2 Söhn.	Böse Wand. — Mangelh. Ausrüstung.
13. II. 1900	9 Uhr M.	5 ³⁰ Uhr Abend	8 ^{1/2}	Stud. Dinklage, Betschard mit 1 Sohn, Melch. Suter	1440 m, Begleiter drängen z. Umkehr.
15. III. 1901	8 Uhr M.	10 Uhr Abend	14	Stud. Dierig, Ing. Nickelsen, Suter, Betschard (Sohn).	Windpfeife, 1620 m, erste Verwendung der Messchnur.
3. I. 1902	9 Uhr M.	12 U. M.	3	Otter, Saxer, Hartmann, Zimmermann, Widmer.	Böse Ecke. Dort gr. Wassermassen.
18. I. 1902	Mitt. 12 Uhr	19. I. 3 ³⁰ U. A.	27 ^{1/2}	Otter, Saxer, Zimmermann, Widmer.	Nordische Kammer, Riesensaal.
15. II. 1902	9 Uhr M.	16. II. 3 Uhr A.	30	Otter, Lüßy, Gwerder.	Ende d. Riesenganges. Aeolsmund, Fauler Dom.
24. VIII.	9 Uhr A.	25. VIII. 12 U. M.	15	Otter.	Seitengänge, Otterkamin.
25. VIII.					Umgebung d. Höhle
13. X.					Umgebung d. Höhle
14. III. 03.	10 Uhr Morg.	15. III. 5 ³⁰ Uhr Morg.	19 ^{1/2}	Saxer, Wehrli, Widmer.	Widmerg., Schlauch, Saxerg., Zürichsee.

Auch andere Interessenten unternahmen Reisen ins Höll-Loch und schilderten sie in der Tagespresse.

Ich will nun versuchen, die Ergebnisse meiner Forschungen im folgenden darzulegen.

Doch muss ich noch einige Bemerkungen vorausschicken.

Über Mittel und Art der Erforschung verweise ich auf den allgemeinen Teil. Wenn die Ergebnisse lückenhaft sind, zum Teil

vielleicht durch spätere Forschungen korrigiert werden müssen, so mag die Schwierigkeit des Terrains als Entschuldigung dienen.

Martel sagt in seiner Broschüre: *Les levés topographiques sommaires dans les Explorations des cavernes* (1893):

Au milieu des difficultés souvent presque insurmontables que présente l'investigation des grandes cavernes (puits verticaux, couloirs étroits, routes barrées, parois abruptes et glissantes, nappes et courants d'eau etc.) le premier visiteur ne peut songer à se servir d'instruments de précision pour les levés topographiques. Le matériel de gymnastique, les cordages, les outils, les appareils lumineux, les bateaux même qu'il lui faut traîner derrière soi pour descendre, grimper, ramper, naviguer dans l'obscurité pesante et humide sont suffisamment encombrants déjà par eux-mêmes, et quand il s'agit de faire plusieurs km et de passer jusqu'à 24 heures de suite sous terre, on ne tarde pas à reconnaître que tout l'attirail doit être aussi simplifié que possible, réduit au stricte nécessaire et que tout impédimentum non indispensable doit être rigoureusement proscrit. — De plus, les précautions minutieuses qu'il faut prendre lorsqu'on va à la découverte dans les cavernes pour éviter les chutes et accidents rendent absolument impossibles les opérations précises qui ne sauraient être tentées que dans les cavités faciles d'accès ou déjà parcourues et où l'on est affranchi des risques et préoccupations du noir inconnu.

Wie schon erwähnt, wurden die Höhenbestimmungen mit dem Aneroidbarometer ausgeführt. Dass diese aber nur bedingt zuverlässig sind, ergibt sich aus folgenden Betrachtungen:

Die Expeditionen dauerten 20—30 Stunden, während welcher Zeit der Barometerstand sich änderte. Aus der Differenz der Ablesungen beim Betreten und beim Verlassen der Höhle ergab sich die Variation im Luftdruck. Es blieb nichts anderes übrig, als ein gleichmässiges Anschwellen oder Abnehmen zu supponieren, den Betrag der Schwankung durch die Zahl der verflossenen Stunden zu dividieren, so die Korrektur pro Stunde zu bestimmen und darnach die im Verlaufe der Expedition gemachten Ablesungen zu korrigieren.

In letzter Zeit hatte ein Mann im Orte Muotatal die Güte, an einem gewöhnlichen Barometer die Veränderungen in Intervallen von 2 Stunden tagsüber zu kontrollieren. Aber solche Ab-

lesungen sind natürlich nur approximativ richtig, auch wurden sie während der Nacht ausgesetzt, wodurch die Unzuverlässigkeit der Höhenberechnungen noch vermehrt wird. Die besten Resultate gäbe natürlich ein am Eingang der Höhle aufgestellter Barograph.

Topographie des Höll-Lochs.

Allgemeiner Charakter.

Das Höll-Loch muss als ein langer, enger Gang bezeichnet werden. Bis zu 2000 m kann man deutlich einen Hauptgang unterscheiden, die Seitengänge verlieren sich in unpassierbare Spalten oder sie kehren zum Hauptgange zurück. An sieben Stellen erweitert sich der Gang zu Kammern, die sich oft nach oben in enger werdende Spalten fortsetzen.

Wie die Horizontal-Projektion zeigt, herrschen im ganzen zwei Hauptrichtungen vor, eine ostnordöstliche vom Eingang bis zu 2 Dritteln der Länge, von da streicht der Gang im ganzen südsüdöstlich bis zur Riesenhalle.

Die Länge des Hauptganges bis zur Riesenhalle beträgt 2000 m. Der höchste erreichte Punkt der Höhle liegt 110 m über dem Eingang, der tiefste dagegen 115 m darunter, so dass die Maximal-Höhen-Differenz 225 m beträgt.

Über die Gefälls-Verhältnisse lässt sich folgendes sagen:

Man kann zwei grosse Hauptzüge unterscheiden: vom Eingang bis zum Fuss der „bösen Wand“, also auf 900 m, herrscht das Gefäll gegen das Innere des Berges vor: von da an steigt die Höhle im allgemeinen stetig. Allerdings treten auf kleinere Strecken vielfache Abweichungen zu diesen Hauptrichtungen auf. Vollkommen horizontale Stücke sind nur ganz wenige und kurze vorhanden.

Um die Erfassung der Topographie der ganzen Höhle zu erleichtern, soll sie in natürliche Abschnitte gegliedert werden, die einzeln zu behandeln sind:

- | | |
|---|-------|
| 1. Das Höll-Tobel | |
| 2. Vom Eingang der Höhle bis zum Kreuzweg | 40 m |
| 3. Kreuzweg bis „böse Ecke“ | 90 „ |
| 4. Böse Ecke bis Rittersaal | 150 „ |

Übertrag 280 „

	Übertrag	280 m
5.	Rittersaal bis Bürgler-Kamin	80 "
6.	Bürgler-Kamin bis Kapelle	170 "
7.	Kapelle bis zum grossen Sandhaufen	170 "
	Nebengänge dazu	130 "
8.	Grosser Sandhaufen bis böse Wand	220 "
9.	Böse Wand bis Keller	180 "
10.	Keller bis Aquarium	160 "
11.	Aquarium bis Scheideweg	170 "
12.	Scheideweg bis Nordische Kammer	190 "
13.	Scheideweg bis zur grossen Quelle	170 "
14.	Grosse Quelle bis Riesenspargeln	210 "
15.	Riesenspargeln bis Riesenhalle	190 "
16.	Riesenhalle bis Ende Riesengang	550 "
17.	Riesenhalle bis Fauler Dom	130 "
18.	Riesenhalle bis Aeolsmund	330 "
19.	Kreuzweg bis Hades	110 "
20.	Hades bis Otterkamin	360 "
	Dazu der Schlauch	290 "
21.	Hades bis Zürichsee	220 "
	<u>Total zirka</u>	<u>4280 m</u>

Das sind die von mir bis jetzt besuchten Gänge. Andere werden sich im Laufe der Jahre daran reihen. Grosse Höhlen können nur ganz allmählich vollständig durchforscht werden. Die Adelsbergergrotte war schon 30 Jahre lang viel besucht, als Martel es unternahm, die schwierigen Seitengänge zu entschleiern; es gelang ihm dies auf eine Strecke von mehreren hundert Metern.

Beschreibung der einzelnen Abschnitte.

1. Das Höll-Tobel¹⁾.

Das Profil des Höll-Tobels misst vom Starzlenbach, wo es mündet, bis zum Eingang der Höhle ungefähr 300 m. Man kann dabei zwei deutlich getrennte Talstufen unterscheiden. (Siehe Plan.) Vom Starzlenbach an steigt es theils allmählich theils in kleinen

¹⁾ Auf dem topographischen Atlas, Blatt 399, ist es nur schematisch dargestellt, feinere Details können natürlich im Masstabe 1:50 000 nicht wiedergegeben werden.

Stufen, auf zirka 240 m Länge um rund 50 m. Anfänglich streicht das Tobel von E nach W, biegt dann aber nördlich um, so dass es schliesslich NE—SW verläuft: es hört ganz unvermittelt in einem sehr steil zu den Wiesen emporsteigenden Couloir auf. Das ist die untere Talstufe. In der SE-Flanke steigen am Ende dieses Abschnittes Platten mit nur wenig vortretenden Köpfen auf: sie fallen mit 45—50° nach N ein. Die vertikale Erhebung dieser Wand beträgt etwa 12 m. Oben beginnt ein neues Bachbett, eine obere Talstufe, die ziemlich im rechten Winkel zum letzten Stück der untern verläuft, also SSE—NNW. Diese misst bis zum Höhleneingang etwa 40 m und steigt um 8 m.

Im untersten Teil des Tobels ist das Bachbett ganz glatt gewachsen, teilweise ausgekolkt, nur in geschützten Nischen haben sich Moose angesiedelt. Die wenigen Blöcke sind von geringer Grösse und gut gerundet. Es ist unverkennbar, dass hier zeitweilig Wasser, das Geschiebe mit sich führt, durchfliessen muss. Je höher wir im Bachbett steigen, um so dichter wird der Vegetationsteppich auf den Steinen, diese selbst werden immer grösser: einer erreicht gegen 3 m³ Inhalt. Im hintersten Teil der untern Stufe fällt einem die Spärlichkeit des Pflanzenwuchses in der Sohle auf. Diese Erscheinung hat wohl ihren Grund darin, dass die nördliche Flanke, welche hier etwa 12 m hoch ansteigt, und mehrere Meter überhängt, das Bachbett gegen ausgiebige Befeuchtung schützt; zudem besteht diese Flanke aus scharfkantig begrenzten Brecciestücken, welche reichlich abbröckeln und den Boden mit Schutt übersäen.

Auf der obern Stufe sind Blöcke viel zahlreicher, alle tragen ein kräftiges Flechten- und Moospolster. Auch in diesem Teil fliesst offenbar nie mehr eine reichliche Wasserader, es ist ebenfalls ein Taltorso.

Die sogenannte Naturbrücke ist ein unregelmässiges Prisma aus anstehendem Gestein (Schrattenkalk), welches etwas schräg über das Höll-Tobel liegt. Dieser Klotz mag etwa 4 m lang und ebenso dick sein. Er trägt auf der Oberfläche ein Moospolster und eine Anzahl kleiner Bäume. Es ist dies offenbar ein stehengebliebener Rest der einstigen Überdachung der ausgewaschenen Schlucht; oberhalb und unterhalb dieser Stelle ist das Dach eingestürzt.

2. Eingang bis Kreuzweg.

Der gewöhnlich benutzte Eingang öffnet sich im hintersten Teil des Höll-Tobels, welches dort mit einer senkrechten Wand aufhört. Ein anderer Eingang befindet sich in der nach N schräg ansteigenden Flanke des Tobels, etwa 6 m über dem untern. Beide Gänge vereinigen sich 30 m im Innern des Berges. Der ganze Kessel zwischen Naturbrücke und den Höhleneingängen war wohl früher eine grosse Kammer mit verschiedenen Ausgängen, ähnlich wie es heute noch Rittersaal und Riesenhalle sind. Der untere Eingang liegt bei zirka 740 m absolut (Mittel aus sieben Beobachtungen). Er hat zunächst die Form einer tiefen Balm. Rechts ist eine Nische im Seewerkalk ausgewittert, die NW-Wand besteht aus stark durchlüftetem Schrattenkalk. Wir stehen hier offenbar vor einer Dislokationsspalte, welche, wie ähnliches an vielen Höhlen beobachtet worden ist, die Richtung des ihr folgenden Teiles der Höhle bestimmt hat.

Links liegt etwas tiefer ein Kessel, der mit 1—2 m³ Wasser, im Winter mit Eis, gefüllt ist. Der Boden steigt langsam bergwärts an und führt zur Eintrittsspalte, die sich schräg in der Wand öffnet. Sie ist 3—4 m breit, doch kaum 1 m hoch. Von ihrem tiefer gelegenen N-Ende zieht sich eine Rinne in den Berg hinein, nach Norden sich langsam senkend und erweiternd. Im tiefsten Teile liegt grobes Geröll; der Boden längs der Rinne ist voll kleiner Becken und Töpfe, welche meist Wasser und immer gut gerundete Steine enthielten. Weiter bergewärts wird das Geröll feiner und häufiger, bis sich schliesslich ein eigentliches Delta bildet, das stets mit Wasser überdeckt war; die Spalte ist dort so enge, dass man nicht mehr durchkriechen kann. Die Decke ist wenig erodiert.

Es mag an dieser Stelle schon darauf hingedeutet werden, dass das am Boden fliessende Wasser das Hauptagens bei der Bildung der Höhle war. Die weiteren Ausführungen¹⁾ sollen die Richtigkeit dieser Annahme zeigen.

Von der genannten Rinne führen drei flache Röhren mit 20—30° Neigung aufwärts zu einer Kammer, dem sogenannten „Kreuzweg“¹⁾.

¹⁾ Die Namen stammen zum grossen Teil von den Leuten des Tales, welche die vordern Teile der Höhle besuchten, ehe wir hinkamen.

Diese Röhren sind in der Mitte leicht ausgetieft, doch zeigt nur die östliche eine eigentliche Rinne. Das Wasser floss also in den beiden andern in breitem Bande, ohne Geröll, zur tiefern Rinne hinab. Es arbeitete nur kleine, seichte Mulden aus, zwischen denen flache Rippen stehen blieben. An wenigen Stellen stehen noch Stümpfe von Stalagmiten, im Durchmesser bis 1 dm messend: auch sie sind ein Beweis, dass seit langer Zeit kein mechanisch arbeitendes Wasser mehr durchgeflossen ist.

Die drei genannten Gänge, welche zum Kreuzweg konvergieren, hören bei 30 m plötzlich auf; ein Absturz von 1,5 m Höhe öffnet sich; die Decke wölbt sich 3—4 m empor, so dass eine Kammer entsteht, der schon genannte Kreuzweg.

Die äussere (bergauswärts gelegene) Wand ist unterhöhlt, die Vertiefung ist voll feinen Gerölls: wir stehen hier vor einer Erosionsnische, welche durch wirbelndes Wasser ausgeschliffen worden ist. Auf dem Boden liegen mehrere grosse Blöcke; einer davon misst wohl 2 m³. Es sind die Reste eines Decken-Nachsturzes.

Von den drei genannten Gängen, welche zum Kreuzweg konvergieren, setzt sich der östliche nach oben in hohe Spalten, die sich verzweigen, fort. Von dort her ist wohl das Wasser gestürzt, welches die Kammer und die von ihr ausstrahlenden Gänge erodiert hat.

3. Kreuzweg bis böse Ecke.

Der Hauptzug der Höhle verläuft vom Kreuzweg aus nach NE. Der Boden ist zunächst mit Sand und Geröll bedeckt. Bei 60 m¹⁾ erreichen wir die „Dolomitenhalle“, eine Kammer von bedeutenden Dimensionen. Die rechte Wand steigt mit 45° an. Sie ist durch eine grosse Zahl wenig tiefer Rinnen in eine Menge unregelmässiger Felskämme aufgelöst, zwischen denen öfters eingeklemmte, gerundete Steine und Häufchen Kies liegen. Die linke Wand ist überhängend. Der Boden der Halle ist mit Steinen, Sand und Schlamm überdeckt. Die genannte rechte ausgekolkte Wand wird von einer scharf in die Flanke einschneidenden, kurzen

¹⁾ Alle Distanzangaben beziehen sich auf die Entfernung von der Eingangsspalte.

Schlucht begrenzt. In dieser steht eine riesige Steinplatte. Gegenüber, auf der linken Seite, ist die Wand von zwei mächtigen, senkrechten Spalten durchrissen; das von ihnen abgegrenzte Stück ist am Fusse in Blöcke aufgelöst und zum Teile ausgewittert. Aus der entstandenen Nische bricht eine kleine Quelle hervor, deren von uns beobachtetes Maximum etwa 200 Minutenliter erreicht; meist aber lieferte sie nur einen dünnen Wasserfaden. Das Wasser fliesst am Boden des aus der Dolomitenhalle führenden Ganges in dessen nordwestlicher Rinne abwärts bis zur „bösen Ecke“ (130 m). Am Boden häufen sich die wohlgerundeten Kiesel immer mehr und nehmen an Grösse stets zu, bis sie Kopfgrösse und darüber erreichen. Die Höhe des Ganges beträgt im Mittel 1,5—2 m; die Breite nicht viel mehr. Bei 130 m, an der bösen Ecke, wendet sich das Profil scharf umbiegend nach links. Auf 7 m Länge bedeckt den Grund ein Tümpel, der 1—1,5 m breit und in der Mitte 0,5 m tief ist. Auf der Sohle liegt eine dünne Schicht feinen Schlammes, sie wird von einigen grösseren, von der Decke gestürzten Blöcken unterbrochen. Im SE-Knie des Ganges liegt ein Haufen zusammengespülten, feinen Gerölls.

Die Hauptmasse des hier arbeitenden Wassers kommt aus dem Innern des Berges und fliesst gegen den Ausgang hin. Bei der bösen Ecke nun, dem tiefsten Punkt zwischen den beiden Gangstücken, die ungleichsinniges Gefälle haben, staut es sich; das schwerere Geschiebe bleibt in der Ecke liegen, und bildet den genannten Haufen. Das feinere Geröll wird aufwärts gespült, wohl bis in die Dolomitenhalle, deren Boden tief mit feinem Sand bedeckt ist.

4. Böse Ecke bis Rittersaal.

Am hintern Ende des Tümpels wendet sich der Gang scharf in die alte Richtung zurück und steigt steil an. Der Boden ist zu wilden Rippen und Zacken erodiert. Bald darauf fällt der Gang wieder ebenso stark auf eine kurze Strecke und verläuft dann ziemlich horizontal. Bei 150 m zweigt eine schräg liegende enge Spalte ab, vereinigt sich aber bald wieder mit dem Hauptgange. Bei 250 m spaltet sich die Höhle neuerdings: der eine Arm führt in der alten Richtung weiter, leicht ansteigend, zum „Rittersaal“. Er ist aber fast ganz gesperrt durch ein wirres Chaos von

grossen Blöcken. Der andere Arm steigt als breite, niedrige Spalte mit etwa 30° Neigung, fast rechtwinklig zum Hauptgang abbiegend, auf etwa 10 m Länge, in die Höhe. Dann kehrt er in scharfem Winkel in die alte Richtung zurück und trifft sich im Rittersaal mit dem andern. Es verlaufen also hier zwei Gangstücke in verschiedenem Niveau parallel zu einander, so dass das eine mehrere Meter schräg über dem andern liegt. Dieser morphologische Typus kehrt mehrmals in der Höhle wieder, wobei allerdings die Dimensionen meist bedeutendere sind.

Von 200—250 m, da wo der Gang sich spaltet, wie beschrieben worden ist, liegt am Boden viel Schutt; es sind z. T. scharfkantige Stücke. Darunter sind viele Grünsand-Blöcke¹⁾. Diese stammen wohl aus der Decke des zweiten der erwähnten Arme, während der Boden Schrattenkalk ist. Dieses Teilstück könnte vielleicht durch Herauswitterung eines Grünsandstückes entstanden sein. Die Schichten würden demnach hier in gleicher Weise streichen und fallen, wie dies in der Dolomitenhalle zu beobachten ist, das Streichen nämlich SW-NE, das Fallen NW $30\text{—}45^\circ$.

Der „Rittersaal“ ist eine der grössten Kammern der Höhle, er ist etwa 15 m lang. Der Querschnitt ist roh ellipsoid. Die Höhe beträgt 10 m. Das anstehende Gestein besteht, so weit man es untersuchen konnte, aus Schrattenkalk. Doch finden sich unter den Blöcken der Trümmerhalde, welche den Grund bedeckt, auch zahlreiche Grünsandstücke, die wohl vom obern Teil der SW-Wand stammen. Erst am innern Ende des Saales, wo er sich wieder zum Gang verengert, wird auf der S-Seite, nahe am Boden, ein nur 18 cm breites Grünsandband sichtbar, das sich aber nicht weiter verfolgen lässt.

5. Rittersaal bis Bürgler-Kamin.

Vom Rittersaal verläuft der Gang in normaler Grösse, d. h. also 2—3 m hoch und ungefähr ebenso breit, nach NE weiter. Schon nach wenigen Metern öffnet sich rechts eine eigentliche Kammer, deren Querschnitt mit einem Winkelhaken zu vergleichen ist. Südwand und Decke bestehen aus Grünsand und sind feucht, mergelig, schieferig, ganz in Auflösung begriffen; der Boden ist ein Leinthaufen.

¹⁾ Siehe Fussnote Seite 336.

Bei 330 m erfolgt wiederum eine Spaltung des Ganges, so allerdings, dass der südliche (rechte) Arm viel enger ist und etwa 8—10 m höher liegt, als der nördliche Hauptarm, wobei er zugleich mehrere Meter nach S verschoben ist. Beide verlaufen ungefähr parallel zu einander und treffen sich etwa nach 30 m wieder auf folgende Weise: Der untere Hauptarm hört bei 360 m plötzlich in einer sehr steil zur Decke ansteigenden Stirnwand auf. In der rechten Seitenwand aber öffnet sich eine schmale, klaffende Spalte, das „Bürgerlkamin“ genannt. Eine enge Rinne führt steil etwa 8 m hinauf zum eben genannten oberen Arm. Diese Stelle bildet also ein Analogon zu derjenigen unmittelbar vor dem Rittersaal.

Im untern Gang, am Fuss des Kamins, liegt im Boden ein schöner, regelmässiger Erosionstopf von 1 m Durchmesser und 2 bis 3 dm Tiefe. Darum herum liegen ähnliche, kleinere Mulden. In allen findet sich Geröll und Sand.

Am oberen Ende des Kamins stehen wir im Konvergenzpunkt mehrerer Spalten. Nach NW schauend sehen wir zu unseren Füßen das abfallende Kamin, das in den Hauptgang hinunterführt. Rechts senkt sich eine Wand, die ebenfalls dorthin zieht, während darüber eine mächtige Spalte in die Höhe steigt und sich im Dunkeln verliert. Links zieht sich der erwähnte obere Gang hin, während im Rücken der Hauptgang weiter setzt.

Gerade vor uns ragt aus der jenseitigen Wand eine mächtige, sich nach vorn zuspitzende Steinplatte heraus und bildet eine Art Dach über dem Kamin, zugleich ist sie der Boden einer über ihr aus der Wand ausgehöhlten Nische.

Die beiden genannten parallelen Arme hängen aber nicht bloss mit ihren Enden zusammen, sondern sie sind noch durch einen röhrenartigen Kanal von bloss 1 m Durchmesser, nahe beim Kamin, direkt mit einander verbunden. Ferner öffnet sich ungefähr in der Mitte des oberen Armes im Boden eine breite Spalte, die mit einer mittleren Neigung von 60—70° in die Tiefe zieht, so dass sie den Hauptgang nur wenige Meter unter seiner Sohle, im rechten Winkel kreuzt. Dieser Absturz, „Otterkamin“¹⁾ ge-

¹⁾ So getauft zu Ehren von Hptm. J. Otter, der sich, von mir an Seilen gehalten, als erster in diesen schauerlichen Schlund hinab wagte.

nannt, beträgt etwa 35 m. Er führt zum Widmergang, der mit dem Hades in Verbindung steht; beide werden später ausführlicher geschildert.

6. Bürgler-Kamin bis Kapelle.

Vom obern Ende des Kamins zieht der Gang in normalen Dimensionen in östlicher Richtung weiter. In der Sohle liegen, gleich am Anfang, hintereinander in der Achse des Stollens, mehrere Erosionstöpfe, die bis 1 m Durchmesser bei 1,5—2 m Tiefe zeigen. Ihre bergewärts liegende Wand ist leicht unterhöhlt, ein Beweis dafür, dass das Wasser vom Kamin herkam. Auch zeigen sich Ansätze zu spiraligen Vertiefungen, ähnlich wie in den Gletschertöpfen von Luzern. Der Boden der Kessel ist mit Geröll, das Kopfgrösse erreichen kann, etwa 1 dm tief überdeckt; in einigen liegt Wasser. Zwei der grössten Töpfe sind so nahe bei aneinander angelegt worden, dass die trennende Wand nach unten immer dünner ausgeschliffen wurde, bis schliesslich unten ein Durchbruch stattfand, so dass die beiden Hohlräume kommunizieren.

Es mag hier der Platz sein, ein Wort über die Genesis der ganzen Gruppe von Erscheinungen rings um das Kamin zu sagen. Offenbar kreuzen sich hier zwei oder mehr Spalten in lotrechten Schnittliniën, die vielleicht schon primär durch horizontale Transversalverschiebung zu Schloten erweitert wurden. Diese, von den oben hereinbrechenden Wassern gefüllt, wurden zu Expansionzentren. Die hohe Wassersäule, einen mächtigen hydrostatischen Druck erzeugend, arbeitete mit grosser Kraft nach allen Seiten. So wurde das Kamin und die Balme darüber ausgewaschen, so entstanden die Seitengänge und die Töpfe vor und nach dem Kamin.

Der Gang zieht mit geringen Gefällsvoränderungen bis zur Kapelle (530 m). Bei 410 m treten neuerdings Töpfe auf, doch sind sie kleiner als die früheren. Sie liegen in einer Reihe quer zum Gang, in Staffeln übereinander, und sind durch eine Rinne verbunden, die oben in die Wand läuft und in einem Riss in der Decke ihre Fortsetzung findet. Diese Kessel wurden offenbar ebenfalls durch Sturzwasser erodiert. In der Nähe liegen grosse, eckige Blöcke herum, die von der Decke gestürzt sind. Die rechte Wand ist in rauhe, unregelmässige Gesimse aufgelöst. Alles das

weist darauf hin, dass der Berg hier stark zerklüftet sein muss. Bei 500 m liegt ein riesiges Quader am Boden, darüber ragt ein Teil der Decke als mächtige Platte frei in den Gang hinaus. Die Sohle ist in eine Unzahl von Mulden aufgelöst, die durch scharfe Gräte und Zacken getrennt sind. Durch die Mitte des Bodens zieht sich in der Längsrichtung eine Rinne: sie ist wahrscheinlich der Abzugskanal für die Wasser dieses Teiles der Höhle. Bei 530 m wird das Lumen des Ganges etwas weiter — hier ist die „Kapelle“ — aber eine senkrechte Stirnwand schliesst den Gang scheinbar ab. Diese Wand bildet die eine Seite einer in unergründliche Nacht aufstrebenden Spalte, die quer zum Hauptgang steht. Rechts hört sie in einer senkrechten Rinne auf, durchbricht dagegen die linke Seite und zieht sich in nördlicher Richtung weit ins Innere des Berges. Diese Stirnwand ist in einer Höhe von etwa 6 m über der Sohle des bisher verfolgten Ganges von zwei grossen Öffnungen durchbrochen. Es sind das die Anfänge zweier neuer Höhlenarme, welche auf einem höheren Niveau nach NE ziehen.

7. Kapelle bis Sandhalde.

Von der eben erwähnten, nördlich verlaufenden Spalte aus strahlen, auf einem zirka 6 m höher als der vorhin beschriebene Gang gelegenen Niveau, vier deutlich getrennte Arme in nordöstlicher Richtung aus, sie liegen nahe beisammen und verlaufen ungefähr parallel. Die beiden nördlichen sind niedrig und vereinigen sich bald mit dem Hauptgang. Alle stehen durch Quergänge miteinander in Verbindung. Der nördlichste ist eigentlich bloss eine horizontale Spalte, voll Geröll, Sand, Schlamm und Wasser. Im zweiten finden sich im Boden zwei kleinere, mit Wasser gefüllte Töpfe. Das südlichste Stück ist eine langgestreckte Mulde: sie liegt einige Meter tiefer als der Hauptgang. In ihrem tiefsten Teil ruht ein Tümpel, der 7 m lang, bis 2 m breit und 1 m tief ist.

Verfolgen wir den Hauptgang. Bei 560 m ragt aus der N-Wand in Kopfhöhe eine mächtige Felsenplatte heraus; sie ist 2—3 dm dick und hängt in einer Breite von 3—4 m frei in der Luft. Gegenüber treffen wir nur schwache Ansätze zu einem ähnlichen Gebilde. Wir haben hier ein Analogon zum Deckel

über dem Bürgler-Kamin. Diese Formen mögen auf folgende Art entstanden sein. Zunächst wurden vom Wasser zwei über einander liegende, flache, horizontale Hohlräume erodiert, sei es, dass das Gestein dort leichter löslich war, sei es, dass sich primär grössere Spalten durch dynamische Vorgänge gebildet hatten. Die trennende Schicht wurde allmählich — hauptsächlich in der Mitte — immer mehr abgetragen, bis schliesslich ein Durchbruch stattfand.

Weiterhin spaltet sich der Gang wiederum in vier Arme: die seitlichen sind aber durchgehends niedrig und flach; sie verlaufen in verschiedenen Abständen ungefähr parallel zum Hauptgang und vereinigen sich nach etwa 100 m wieder mit diesem. Alle sinken gleichmässig gegen das Berginnere mit 15—20° Gefäll. Die drei nördlichen liegen im gleichen Niveau und stehen durch Quergänge mit einander in Verbindung. Der südliche liegt etwa 4 m tiefer.

Die Gesteinspfeiler, welche zwischen den Armen stehen geblieben sind, werden etwas oberhalb ihrer Mitte von einer horizontalen Spalte quer durchrissen; diese Spalte erscheint auch im anstehenden Gestein in der N-Wand. Von dieser Spalte aus gingen Corrosion und Erosion nach oben und unten vor sich; darum bildet die Decke einen flachen Bogen, der Boden aber eine stark konkave Rinne. In der Decke erscheinen eine Menge lotrechter, paralleler Spalten, welche quer zum Hauptgang verlaufen. Aus ihren unten erweiterten Mündungen strömte das Wasser, welches im Verein mit dem seitlich eindringenden die wilden Rippen und Zacken des Bodens modellierte.

Verfolgen wir zunächst den Hauptarm:

Er streicht im Ganzen nordöstlich weiter. An mehreren Stellen treten am Boden eigentliche Karrenfelder auf. Bei 660 m bedecken eckige Trümmer die Sohle, die Neigung wird nun bedeutender, der Boden ist glatt geschauert, stellenweise mit einer dünnen Sandschicht bedeckt. Diese Schicht wird immer mächtiger und geht schliesslich in einen eigentlichen Schuttkegel über, der bis 710 m reicht, so dass er etwa 15 m lang, unten 4 m breit und wohl 2 m tief sein mag. Das ist die „Sandhalde“. Ungefähr halbwegs auf diesem Schuttkegel liegt ein mächtiges Schrattenquader, das von der Decke gestürzt ist.

Das Geschiebe ist klein, meist linsenförmig und scheint alles dem anstehenden Schrätkalk zu entstammen. Die Decke ist vom obern Teil der Sandhalde an ziemlich horizontal geblieben, so dass sie am untern Ende wohl 10 m über der Sohle liegt. So entsteht auch hier wieder eine beträchtliche Kammer.

Kehren wir zu der Stelle zurück, wo der Hauptarm sich in mehrere Nebenarme aufgelöst hat und verfolgen wir nun den südlichsten, der, wie schon bemerkt, etwa 4 m tiefer liegt. Am Fusse der gestuften Wand, die vom Hauptgang in diesen Nebenarm hinunterführt, liegt ein mächtiger Erosionstopf, der grösste in der Höhle. Er füllt die ganze Breite des Ganges, misst also in die Quere nahezu 2 m, während die Länge 4—5 m beträgt. Die grösste Tiefe liegt zwischen 2 und 3 m. Dieser Höhlenarm führt stetig abwärts, der Boden, der stellenweise scharf erodierte Rippen zeigt, ist mit feinem Lehm überzogen, der gegen das Ende 1—2 dm tief wird.

Schliesslich mündet dieser Abschnitt mit enger Öffnung am Fusse der Sandhalde in den Hauptgang.

So ist auch dieses Stück der Höhle, zwischen Kapelle und Sandhalde ein Gebiet intensivster Erosionsvorgänge gewesen. Die Menge der hier auftretenden und sich kreuzenden Spalten weist darauf hin, dass sie die Ursache der ganzen Höhlenbildung sind.

8. Sandhalde bis böse Wand.

Am Fuss der Sandhalde nähert sich die Decke wieder bis auf 2 m dem Boden, so dass der von hier aufsteigende Gang normale Höhe besitzt. Die Breite dagegen erreicht das 2—3fache. Dieses Teilstück steigt zunächst steil an und erreicht stellenweise bis 50° Neigung. Die Sohle ist mächtig erodiert, zu tiefen Rinnen ausgekolkt, in welchen da und dort noch Geröllstücke stecken. Es ist klar, dass von W und von E her bedeutende Wassermassen gegen den Fuss der Sandhalde hin geflossen sein müssen, wobei die von E her überwogen haben, weil der ganze Haufen Sand und Geröll auf der nach W ansteigenden Böschung liegt; er ist durch die von E stürzenden Gewässer dorthin geworfen worden. Eine fernere Stütze für diese Annahme ist der Umstand, dass die grösseren Kiesel unten liegen, während der

feinere Sand höher oben sich ausbreitet. Er ist durch die aufbrandenden Wirbel dorthin getragen worden.

Diese scharfwinklige Mulde am Fusse der Sandhalde muss zeitweise ganz mit Wasser erfüllt sein, so dass die Decke, die hier einen stumpfen, herabhängenden Keil darstellt, einen Syphon bildet und unter starkem hydrostatischem Druck steht. Ein Beweis hiefür ist das Aussehen der untern Kante dieses Keils, die in eine Unzahl scharfer Rippen, Zacken und Hörnchen aufgelöst ist.

Der Gang steigt bis 790 m, dann sinkt er allmählich wieder. Bei 810 m liegen in der Sohle zwei kleine, flache Mulden voll klaren Wassers. Aus der linken Wand springt ein breiter Sims vor; daran lehnt sich ein grosser Block. Auf seinem Gipfel hat Tropfwasser einen eimergrossen Hohlraum ausgespült, auf dessen Grunde feiner Sand liegt.

Von 850 m an wird das Gefälle bedeutender: Karren treten auf und das Geröll nimmt an Masse und Grösse zu. Bei 920 m steigt plötzlich — in scharfem Winkel ansetzend — eine Stirnwand jäh empor: es ist die „böse Wand“. Ihre mittlere Neigung beträgt 60°. Die Breite variiert zwischen 6—10 m. Die Höhe des Ganges, senkrecht zur Achse gemessen, beträgt 2—3 m. Die Höhendifferenz zwischen Fuss und oberem Ende beläuft sich auf 33 m. Der Arm erweitert sich allmählich von unten nach oben. Am Fusse liegen grosse, plattige Blöcke. Darüber beginnt die in ihrer ganzen Breite glatte, steile Wand. Erst etwa 2 m über der tiefsten Stelle fängt in der Mitte eine Rinne an, die sich rasch aufwärts auf 1 m Tiefe in die Wand einschneidet, dabei aber nur 4 dm breit ist. Diese Rinne läuft die ganze Wand hinauf bis zu oberst, wobei sie sich allmählich der rechten Seite nähert. Weiter oben setzen noch zwei kleinere Rinnen ein und begleiten die erste. Im obern Teil ist keine über 2 dm breit und 3 dm tief. An mehreren Stellen sind gerundete Steine in die Spalten eingeklemmt, andere liegen locker darauf. Die übrige Wand ist im ganzen glatt; da und dort sind Ansätze zu Gesimsen und Mulden zu sehen.

Zu oberst, wo der Gang allmählich wieder horizontale Richtung annimmt, liegt ein riesiger Grünsandblock von etwa 3 m³ Inhalt. Er ist so leicht an der abschüssigen Wand zwischen Decke und Boden eingeklemmt, dass man nicht begreift, wie er

sich an Ort erhalten kann. Er ist überall gut gerundet. An den Seiten zeigen sich glatte, glänzende, schwärzliche Flächen; es sind wohl bituminöse Häutchen. Abgeschlagene Stücke zerfallen in kleine Brocken; der ganze Block scheint mürbe zu sein. Hinter ihm steht eine helle Platte aus Schrättkalk aufrecht, in der Achse des Ganges!

Der eben beschriebene, steil ansteigende Hohlraum keilt in beide Flanken spitzwinklig aus; erst oben treten wieder senkrechte Wände als Grenzflächen auf; in der N-Wand, in der Höhe des erwähnten Grünsandblockes, erscheint ein nach E auskeilendes Grünsandband; darüber liegt Seewerkalk, darunter Schrättkalk. Das Grünsandband misst an der dicksten Stelle 4—5 dm; nach beiden Seiten verschwindet es hinter dem Kalk. Es ist auffällig, dass der helle Schrättkalk unter dem Grünsandband mit vielen Fetzen des dunkleren Gesteins überkleidet ist, jedoch nur an erhöhten Stellen, während die dazwischen liegenden Vertiefungen frei davon sind. Es sieht aus, als ob diese Kappen den Kalk gegen Corrosion geschützt hätten, während sich das Gestein darum herum löste. Diese Kappen enthalten vielleicht organische Substanzen, welche vom Wasser nicht gelöst werden. Auffällig ist ferner, dass der mit dem Band auf gleicher Höhe liegende Grünsandblock in seiner kleinsten Dimension die Mächtigkeit der erwähnten Schicht um mindestens das Dreifache übertrifft. Dabei liegt er nur 2 m davon entfernt.

Die Deutung dieser Erscheinung bereitet erhebliche Schwierigkeiten. Der Block muss entweder durch das Wasser hertransportiert worden sein, oder aber er ist der Rest einer anstehenden Gesteinsschicht.

Für die erste Annahme sprechen die Umstände, dass in der Nähe nirgends eine Grünsandschicht von solcher Mächtigkeit ansteht; dass der Block zwischen Decke und Boden eingeklemmt ist; dass ihm scharfe Kanten fehlen; endlich, dass vor ihm, gegen das anströmende Wasser, eine helle Kalkplatte aufrecht steht.

Gegen die Annahme eines Transportes spricht das Gewicht des Steines und der Umstand, dass der Boden gegen das Berginnere zu langsam sinkt. Der Stein hätte also eine schiefe Ebene emporgestossen werden müssen. Es ist ja allerdings bekannt, dass grosse Wassermassen, die in rascher Bewegung sind, selbst

beträchtlichere Felsstücke zu schieben vermögen: aber hier ist wohl nie ein rasch strömender Fluss durchgezogen, weil die Zuflussöffnungen, wenn auch zahlreich, doch viel zu wenig weit sind. Eine andere Möglichkeit wäre die, dass der Block einst weiter hinten im Berg von der Decke in den Gang gestürzt sei, als dieser noch enger war. So entstand eine Art Pfropf: Schlamm und Kies häuften sich, das Wasser wurde gestaut und der Druck immer grösser, bis schliesslich das Hindernis mit Gewalt fortgeschoben wurde, an jene Stelle, wo der Block sich im zu niedrigen Gange festkeilen musste. Von da an begannen die Wasser seitlich zu arbeiten, und so würde es sich erklären, dass die Breite der bösen Wand bis ungefähr in die halbe Höhe von oben an zunimmt und sich unten wieder verringert.

Die zweite Annahme, dass der Klotz der Rest einer dort anstehenden Gesteinsschicht sei, ist noch schwieriger zu rechtfertigen. Diese Voraussetzung kann nur dann richtig sein, wenn man an dieser Stelle Verwerfungen annimmt, weil ringsum nirgends eine so mächtige Schicht desselben Gesteins zu sehen ist. Diese Verwerfung müsste natürlich vor der Entstehung der Höhle eingetreten sein. Für das Absinken einzelner Teile spricht auch das Profil des neben dem Block an der Höhlenwand zu Tage tretenden Grünsandbandes, das aussieht, als ob es lotrecht abgeschert worden wäre. Da aber weiter keine Anzeichen von Verwerfungen vorhanden sind, wie Spalten, Rutschstreifen, so erscheint diese Annahme erkünstelt.

Die Frage nach der Entstehung der Hohlräume drängt sich einem an solchen Orten besonders lebhaft auf, und es ist daher wohl richtig, wenn man jeweilen gleich an jenen Stellen das Problem zu lösen sucht. Versuchen wir also, die Genesis dieses steilen Schlauches, dessen Basis die böse Wand bildet, zu enthüllen. Man ist versucht, anzunehmen, wir hätten den Raum einer aufgelösten Grünsandschicht vor uns. — Das ist kaum denkbar, weil der Querschnitt ein Zweieck ist, und das Gestein ringsum, soweit es untersucht werden konnte, aus Kalk besteht. Also auch hier muss man als Entstehungsursache Erosion, die von Spalten ausging, annehmen. Doch fällt es auf, dass sich keine Geröllhaufen am Fuss der bösen Wand finden. Die Zufahrtsstrassen sind von beiden Seiten her kurz, es stürzten also nur

wenige Stücke, die das nötige Rohmaterial für Geröll geliefert hätten, von der Decke. Sodann ist die Gewalt der aus einer Höhe von 30 m herabrasenden Wasser so gross, dass unten alles zu Schlamm zerrieben und in die tieferen Abzugsspalten, die sich am Fusse zeigen, fortgeschwemmt wurde. Es fällt dem Beobachter auch der Mangel an Mühlen auf, aber solche bilden sich erfahrungsgemäss nur da, wo sich dem Abzug der Wasser Hindernisse entgegenstellen, was aber für den Fuss der bösen Wand nicht zutrifft.

9. Böse Wand bis Keller.

Am Kopf der bösen Wand erreicht der Gang eine Breite bis zu 10 m, bei 3—4 m Höhe. Er sinkt dann langsam und wendet sich mehr südlich. Von 1000 bis 1050 m wird das Gefälle stärker, die Richtung mehr östlich; im Boden sind bedeutende Karren entwickelt. Sodann steigt der Gang wieder in südlicher Richtung; so entsteht eine flache Mulde, die einige Wassertümpel enthält. Die Breite des Ganges wächst auf 9 m an, die Höhe auf 4—5 m. Die SSE-Wand ist senkrecht, aber von zackigen Leisten durchzogen. Bald zeigt sich eine tiefe Rinne im Boden in der Achse des Ganges: sie hat 25—30° Gefälle. In ihr und zur Seite treten mächtige Erosionstöpfe auf.

Bei 1100 m stürzt der Boden lotrecht um etwa 4 m ab, auch die Decke ist um denselben Betrag gefallen, der ganze Gang ist gleichsam abgesunken. — Das ist der „Keller“. Wir stehen also wohl vor einer Bruchstufe. In der Decke öffnet sich quer eine mächtige, oben sich schliessende Spalte: sie ist unten gegen 1 m breit und strebt völlig lotrecht empor. In der rechten Wand liegen grössere Nischen, welche mit kleinem Geröll vollgestopft sind. Der Boden ist am Fuss der Wand zur Mulde ausgetieft. Also stehen wir auch hier vor Zeugen der Arbeit mächtiger Sturzwasser. Diese fallen aus einer Spalte, welche augenscheinlich durch einen Schichtenbruch, durch Absinken des einen Teils, entstanden ist.

10. Keller bis Aquarium.

Von 1100—1210 m streicht der Gang wieder mehr östlich, wobei er sich zweimal teilt, so dass er mächtige Felspfeiler von

10—15 m Durchmesser umschliesst. Bei 1150 m ist die Höhle auffällig regelmässig, Decke und Boden sind horizontal, erstere glatt, letzterer mit kleinen Blöcken übersät. Die Wände sind senkrecht, etwas erodiert, der ganze Querschnitt ist ein ziemlich reguläres Rechteck. Aber schon bei 1210 m ist das Bild ein ganz anderes. Der Boden sinkt von S nach N, der Gang ist 15—20 m breit, dabei niedrig; nördlich verliert er sich in eine Spalte. Mit einem Schlage ändert sich darauf das Aussehen. Die Höhle biegt scharf nach NE und N um und steigt mit 35—40°. Der Querschnitt wird ein stehendes Zweieck von 4 m Höhe und 3 m Breite. Das ist die „Alligatorenschlucht“.

Deutlich zeigt sich in der Decke die Spalte, von welcher aus die Erosion nach links und rechts gearbeitet hat. Im Boden ist sie zu einer tiefen Rinne von $\frac{1}{2}$ —1 m Breite erweitert. Darin liegen eckige Blöcke. Auffallend sind die senkrecht aufstrebenden Felsrippen, die den Gang gürten. (Sie haben wohl den ersten Besuchern den Namen „Alligatoren-Schlucht“ eingegeben.)

Ihre Modellierung darf man wohl der auflösenden Wirkung von Wassern zuschreiben, welche aus den lotrechten Spalten, die senkrecht zum Hauptgang stehen, hervorbrechen.

Die Alligatorenschlucht hört an ihrem obern Ende mit einer 3—4 m hohen Stufe, welche auf eine kleine Terrasse führt, auf. Über diese wölbt sich eine mächtige Kammer, die 11 m breit und 8 m hoch ist. Es ist das „Aquarium“. Der Boden ist mit grossen eckigen Blöcken übersät. An der N-Wand, direkt über der Öffnung der Alligatorenschlucht, ist deutlich zu erkennen, wie der dunkle Grünsand in einer gebrochenen, scharfen Fuge an den helleren Kalk stösst. Der nordöstliche Teil des Grünsandsteins ist um zirka 1,5 m abgesunken. Die Verwerfungsspalte gab die Achse der Alligatorenschlucht. An der W-Wand tritt ein Grünsandstreifen hervor, der vom Kalk unregelmässig begrenzt wird; es ist daher unmöglich, Streichen und Fallen anzugeben.

Aus dem Aquarium führt der Gang in normalen Dimensionen weiter ins Berginnere. Aber die Fortsetzung liegt etwa 8 m über der Terrasse; er ist von ihr durch eine senkrechte Stufe getrennt. Somit liegt die Terrasse nicht ganz auf halber Höhe der Niveaudifferenz, welche die beiden Gangstücke vor und nach dem Aquarium aufweisen. Endlich muss erwähnt werden, dass ein senkrechter

Schnitt, der die beiden Zentren der Gangmündungen ins Aquarium verbindet, diese Kammer in zwei Räume von sehr ungleichem Volumen zerlegen würde, indem der nördliche Raum mehrmals grösser ist, als der südliche. An der Erodierung des ersten halfen die Wasser, welche von einer kleinen Seitenspalte herzu strömten; eine solche fehlt auf der gegenüberliegenden Seite.

11. Aquarium bis Scheideweg.

Die Höhle streicht in diesem Stück im ganzen südöstlich und steigt langsam; sie bietet nichts besonders bemerkenswertes. Bei 1360 m zweigt ein Arm südlich ab, bei 1420 m ein anderer westlich, beide treffen sich und streichen vereint nach Süden. Bei 1430 m findet abermals eine Gabelung des Hauptganges statt. Diese Stelle ist „Scheideweg“ getauft worden. Ein Arm setzt sich in der Haupttrichtung, also SE fort; der andere streicht ziemlich genau südlich.

12. Scheideweg bis Nordische Kammer.

Verfolgen wir zunächst den ersteren, den nordischen Gang. Rasch wird er enger und fällt mit 20—25° Neigung. Sand bedeckt den Boden, der immer glatter wird. Plötzlich bricht er ab in einer den Gang schräg durchziehenden, senkrechten Stufe von 1 m Höhe. Ihre Wand ist an der Basis tief unterwaschen. Die so entstehende Hohlkehle wird auch beim trockensten Wetter von einem Bach durchflossen, von dem man weder Anfang noch Ende sehen kann. Hier ist man Zeuge davon, wie die Höhle erweitert werden kann. Der Boden des oberen Teiles des nordischen Ganges ist unterwaschen, er wird einst einstürzen; die Blöcke werden zerrieben und so vergrössert sich das Lumen. Der untere Teil des Ganges hat offenbar schon diesen Prozess durchgemacht. Man könnte daraus auch den Schluss ziehen, dass die Erweiterung in abfallenden Gängen von unten nach oben fortschreitet, wie bei der Talbildung. Dieses Argument scheint durchaus annehmbar, indem der grösste Wasserdruck, die am energischsten korrodierende Kraft sich in der Tiefe geltend macht.

Bei 1590 m, wo dieser Arm der Höhle seinen tiefsten Punkt erreicht, wird der Gang, wie schon öfters vorher, plötzlich durch

eine lotrechte, senkrecht zur Achse stehende Wand abgeschlossen. Wir sind in der „nordischen Kammer“¹⁾.

Auch hier zeigt sich die typische hohe Spalte, die auf der einen Seite die eben erwähnte Wand als Grenzfläche hat. Am Fusse liegt ein mächtiger Haufen roher Blöcke. Rechts ist der Raum ganz abgeschlossen, links zieht sich ein ganz enges, fast senkrechtes Couloir in die Höhe. An seinem Fusse öffnet sich ein Loch, gerade gross genug zum Durchkriechen. Dieses führt zu einer sehr steilen, ganz mit Lehm dick überkleisterten Rinne. 6—7 m höher treffen wir rechts eine 1,5 m hohe, senkrechte Stufe, die zu einem Gang von normaler Grösse führt. Er streicht NS und steigt von N nach S. Dieser Arm liegt also direkt senkrecht über der nordischen Kammer. In südlicher Richtung ist er noch nicht verfolgt worden, wohl aber in nördlicher. Er wird immer enger und niedriger. Bald öffnet sich im Boden auf der W-Seite eine breite Spalte, die aus unerforschter Tiefe steigt. Einige Meter weiterhin gähnt in der W-Wand ein fast vollkommen rundes Loch von 3—4 dm Durchmesser; ein förmlicher Schlauch führt von dort schräg in die Tiefe. Bei 1610 m streicht ein 1,5 m hoher Haufen feinen Schlammes, wie ein Höhenzug, der oben durch eine scharfe Kante begrenzt wird, quer über den Gang, derart, dass nur oben eine Querlücke offen bleibt. Wenige Meter weiterhin treten Decke und Boden so nahe zusammen, dass nur eine horizontale Spalte offen bleibt, 3 m breit, aber nur 0,2 m hoch. Das ist die „Windpfeife“. Brausend rauscht die Luft hindurch, gegen das Berginnere. Den Kopf auf die Erde gelegt, kann man erkennen, dass jenseits die Spalte viel breiter, aber nur wenig höher wird. Der Boden ist ganz mit ausgetrocknetem, rissigem Lehm überzogen.

Der erwähnte Schlammhügel ist wohl so entstanden: Bei grossem Wasserandrang quillt die Flut durch die erwähnte Spalte empor, wobei das Geröll unten bleibt, während feiner Schlamm mitgerissen wird. Weil die Abzugsöffnung klein ist, entsteht eine Stauung; gerade vor dem Loch bildet sich ein Wirbel, der die Kammlinie des Lehmrückens modelliert. Ein Teil des Wassers fliesst

¹⁾ So genannt zur Erinnerung an Ing. Wilh. Nickelsen aus Christiania, der mich auf unserer ersten Expedition dorthin begleitete.

dann auch das erwähnte Couloir hinab und überzieht es mit Schlamm.

13. Scheideweg bis grosse Quelle.

Verfolgen wir nun von Punkt 1430 m an den andern Gang, der nach S zieht. Bei 1450 m baucht sich nach N eine Nische in die Wand, dort liegt ein seichter Tümpel, der vom Bach, dem wir gleich folgen werden, gespeist wird. Das Wasser rauscht durch feine Spalten im Boden nach N: es ist offenbar dasselbe, das den Nordischen Gang hinabfliesst, wie oben erwähnt worden ist.

Von 1450 m bis 1600 m folgen wir nun einem Bach, und steigen dabei stetig in südlicher Richtung. Die Schlucht ist anfänglich 4—5 m hoch und 2—3 m breit, zu wilden Zacken erodiert; der Bach fliesst in einer schmalen, tiefen Rinne.

Bei 1490 m betreten wir eine flachere Terrasse; mächtige Blöcke liegen umher. Dahinter wird der Gang enger. Ein Tümpel füllt seine ganze Breite aus. Dieser erstreckt sich bei wechselnder Breite etwa 18 m weit nach hinten. Die Tiefe übersteigt nirgends 0,6 m.

Bei Punkt 1600 scheint der Gang durch eine 1,5 m hohe Stufe, die zu einer kleinen Terrasse führt, abgeschlossen. Die Decke senkt sich auf diese herab, so dass hinten nur eine ganz enge, breite Spalte offen bleibt. Aus dieser bricht eine Quelle, läuft breit zerteilt über die Terrasse und stürzt sich in Strahlen in den Gang hinunter. Hier also ist der Ursprung des Baches und der Tümpel, welchen wir entlang gewandert sind.

14. Grosse Quelle bis Riesenspargeln.

Die Fortsetzung der Höhle liegt etwa 2 m über dem Ende des letztgenannten Teilstückes. Der obere Gang wird vom untern durch eine steil abfallende, gestufte Wand getrennt. Die Höhle biegt nach der Quelle scharf nach NE um und bildet mit der vorangehenden Richtung einen Winkel von kaum 50°. Aber schon nach 20 m dreht sie ebenso scharf in die alte Richtung, nach S, zurück. Wir treffen wieder auf einige Tümpel. Ein Zu- oder Abfluss ist nicht zu sehen. Es sind wohl Reste von Überschwemmungszeiten her.

Bis 1800 m läuft die Höhle ziemlich geradlinig fort, 4—5 m breit, 3—4 m hoch; dabei steigt sie langsam. Die Decke ist fast horizontal und ziemlich glatt. Wände und Boden dagegen sind stark erodiert und zeigen oft vorspringende Leisten und Gesimse. Bei 1800 m biegt der Gang abermals auf einige m scharf östlich um; in der S-Wand gähnt eine Nische, die sich nach hinten zuspitzt. Dort stehen die ersten grösseren Tropfsteingebilde, fünf Stalagmiten, von denen zwei vom Boden zur Decke reichen. Der grösste ist 7 dm lang und 1 dm dick. Das sind die „Riesenspargeln“. Ihre Farbe ist ein schmutziges Graubraun. Es ist bemerkenswert, dass diese Stalagmiten sich nach oben nur wenig zuspitzen, während diese Art der Sinterablagerung oft die Form eines sehr stumpfen Kegels zeigt.

15. Riesenspargeln bis Riesenhalle.

Von hier an wendet sich der Gang, in auffälliger Analogie zur Stelle bei der grossen Quelle (1600 m) scharf, in spitzem Winkel nach NE, doch nur auf wenige m Länge. Dann biegt er rasch wieder über SE nach S um und behält diese Richtung bei bis zur Riesenhalle. Anfänglich fällt er etwas, steigt dann aber stetig an, wobei er sich bis auf 2 m Breite verengert; die Höhe beträgt durchschnittlich ebenso viel.

Bei 1930 m zeigt sich eine überhängende Stufe von 1 m Höhe im Boden, während die Decke ungebrochen fortläuft. Bald weichen die Wände rasch auseinander und bei 2000 m stehen wir am Eingang zur „Riesenhalle“.

Diesen Hohlraum kann man wohl am ehesten mit einer schräg liegenden, durch Quetschung etwas deformierten Linse vergleichen. In der Richtung EW misst er ungefähr 60 m, NS etwa 50 m. Doch erhebt sich die Decke nur 2—3 m über den Boden und bildet so ein mächtiges, sehr flaches Gewölbe. Das Maximalgefälle liegt ungefähr NS, erreicht aber nur etwa 15°. Der Boden ist wenig erodiert, und mit einer Schicht feinsten Sandes, die bis 1 dm tief wird, bedeckt. Er besteht aber nicht aus gerundeten Körnchen, ist also wohl nicht weither transportiert worden, sondern er ist mehr staubförmig, muss also eher als ein Niederschlag aus schlammigem Wasser angesprochen werden, oder vielleicht als direktes Verwitterungsprodukt von Boden

und Decke. Der Detritus befände sich also noch auf primärer Lagerstätte. Gegen diese letzte Annahme spricht aber der Umstand, dass die Blöcke am Boden frei sind von solchem Überzuge. Offenbar ist hier schon lange kein Wasser mehr heruntergeflossen, denn es sind keine Rinnen im Sande sichtbar, auch fehlen Sandbänke auf der Luvseite der grösseren Blöcke.

Von der Riesenhalle zweigen drei Hauptgänge ab, nach E, SSW, WSW. Verfolgen wir zunächst den ersteren, den „Riesengang“.

16. Riesenhalle bis Ende des Riesenganges.

Verlauf und Form sind auffallend regelmässig. Er streicht zunächst 100 m weit östlich, dann bis zum Schluss NE. Auch das Gefälle ist überraschend gleichförmig. Grössere Störungen darin finden sich nur bei 2030 m, wo sich ein senkrechter Bruch zeigt, derart, dass die Fortsetzung 1 m tiefer liegt, ferner bei 2200 m, wo uns ein gestufter Steilabsturz von etwa 2 m Höhe entgegentritt, endlich bei 2400 m, wo das Gefälle fast unvermittelt ein bedeutend grösseres wird. Bei 2030 m, also kurz nach der Riesenhalle, zweigt ein niedriger Gang nach NE ab, er ist ganz mit Trümmern erfüllt, zwischen denen heraus ein kalter Luftstrom dringt. Gleich danach öffnet sich in der Decke eine hohe, spitze Kuppel; der Gang hat hier 12 m Breite. In den Seitenwänden zeigen sich beiderseits mächtige Spalten, die fast genau NS laufen, sich aber bald schliessen. Aus der südlichen, mehr nischenförmigen, rieselt ein Bächlein. Auf dem Grenzgebiet zwischen Riesenhalle und diesem Gange liegen auf dem hier steil abfallenden Boden mächtige, eckige Blöcke. In der Nähe stehen einige Stalagmiten.

Das erste Stück des Ganges zeigt bei 4—6 m Breite eine Höhe von 3—4 m. Bei 2100 m, an der Umbiegungsstelle, zweigt im Knie ESE ein niedriger Tunnel ab. Der Boden ist fortan erstaunlich eben und glatt, an mehreren Stellen liegen mitten im Wege seichte Mulden mit kristallhellem Wasser, ohne irgendwelchen Absatz am Grunde. Die Wände neigen sich in symmetrischem Bogen zusammen; in der Mitte der Decke, wo sie sich treffen, ist eine feine Ritze sichtbar. Weitere Seitenspalten zweigen ab: in der N-Wand bei 2320 m und 2400 m, in der S-Wand bei 2370 m. Sie sind einstweilen nicht untersucht worden, scheinen

auch unpassierbar zu sein, denn sie sind sehr eng und mit Trümmern angefüllt.

Die beiden letztgenannten zeigen noch besondere Phänomene. Die erstere weitet sich in etwa 4 m über dem Boden zu einem grossen Loch, aus welchem ein Strom kalter Luft herabsinkt. Es mag hier gleich bemerkt werden, dass die Luft in diesem Teile des Ganges etwas trüb ist. Der erwähnte einfallende kalte Luftstrom erniedrigt offenbar die Temperatur soweit, dass der Taupunkt überschritten wird.

Von der letzterwähnten Seitenspalte aus streicht längs der SE-Wand ein mächtiger Sandhaufen. In dieser Wand springen auch mehrere schmale Gesimse hervor, welche alle mit feinstem Schlamm überlagert sind. Der Sandhaufen ist mit Wurmexkrementen überdeckt. Ferner entdecken wir dort ausgelaugte Holzsplitterchen, neben Nadeln und Kapseln von Haidekraut (*Calluna vulgaris*).

Von hier an werden die Wände wilder, während der Boden glatt und mit einer dünnen Schicht feinsten Schlammes überzogen ist. Die Neigung erreicht stellenweise 40°. Die Decke aber bleibt ziemlich horizontal: so nimmt der Gang grossartige Dimensionen an. Er ist 10—12 m breit und erreicht wohl 15 m Höhe. Nirgends ist ein Bruch zu sehen. Die Decke scheint ein vollkommen harmonisches Gewölbe zu sein. Aber schon nach 40 m sinkt sie jäh ab, ebenso der Boden, doch letzterer in Stufen. Hier beginnt ein gewaltiger Haufen losen Kieses, dessen Stücke gut gerundet sind und bis Eigrösse erreichen. Meist sind es Kalkstücke, doch zeigt sich auch Grünsandstein. Der Gang wird nun immer niedriger, das Geschiebe feiner und zuletzt mit Schlamm vermischt.

Wie ich — durch Analogieschluss — vermutet hatte, zeigte der aufgetürmte Kieshaufen das Ende des Ganges an. Wir erreichen es bei 2554 m. Es ist ein vollkommener Sack, 1,3 m hoch, 4,5 m breit. Das Ende ist regelmässig abgerundet. Genau in der Mitte hinten zeigt sich eine 3 cm breite Spalte, die aufwärts steigt und über unsere Köpfe wegzieht. Sie ist aber ganz verstopft. Das Ende des Ganges wird von einem Tümpel eingenommen, der 4,5 m lang, ebenso breit und 1 m tief ist. Feiner Kies reicht bis an den Rand des Wassers hinab.

Wir wollen gleich hier versuchen, uns ein Bild von der Entstehung dieses riesigen Ganges, der in eine niedrige Sackgasse ausläuft, zu machen.

In erster Linie denkt man an Erosion von einem durchziehenden Bach, der sich in einer jetzt verschütteten Ecke verlor. Allein diese Annahme ist wohl unzutreffend, weil sich im Boden keine Rinne zeigt. Eine solche müsste selbst dann vorhanden sein, wenn das fließende Wasser von Geschiebe frei gewesen wäre. Es bleibt allerdings noch die Möglichkeit der Annahme, dass der Gang sich einst viel weiter erstreckte, dass dann aber das fernere Stück bei einer tektonischen Verschiebung absank. Das alte Bachbett wäre dann durch Auswitterung allmählich verschwunden. Aber ein solcher Bruch von über 15 m Vertikal-distanz ist wohl kaum anzunehmen: seine Spuren müssten in der Konfiguration des Gangendes sichtbar sein. Namentlich wäre das plötzliche Zusammenschrumpfen des Ganges kaum zu verstehen.

Es bleibt also nur die Annahme übrig, dass dieser mächtige Hohlraum vor allem durch Korrosion entstanden sei, welche in ihrer Arbeit durch die bohrende Wirkung des von der Riesenhalle her strömenden Wassers unterstützt wurde. Die Korrosion arbeitete wohl von der Spalte aus, die stellenweise jetzt noch in der Mitte der Decke sichtbar ist. Alles deutet darauf hin, dass dort die Schichten NW—SE streichen mit Gefälle nach NE. In dieser Richtung arbeitete dann auch die Auslaugung. Daher ist auch der Boden quer zur Achse horizontal.

Von der Riesenhalle und von den Seiten her strömte Wasser den Gang hinunter: es füllte ihn allmählich, setzte Schlamm ab und geriet am Schluss in eine strudelnde Bewegung. Dort wurde das Geschiebe gerundet und zugleich eine Nische in die Stirnwand gebohrt. Der feinste Schlamm wurde durch End- und Seitenspalten abgeführt.

17. Riesenhalle bis fauler Dom.

Wenden wir uns zu dem Gange, der von der Riesenhalle aus zum faulen Dom leitet. Der Weg dorthin führt, stetig steigend, an einem kleinen, engen, schwer passierbaren Tunnel vorbei, der vorläufig nur auf eine kurze Strecke durchkrochen worden ist. An der Peripherie der Halle öffnet sich ein wahres

Riesentor, durch welches man in den Gang tritt. Der Boden wird auf einige Meter hin eben; mächtige Blöcke liegen umher. Links öffnet sich eine grosse, hohe Nische; auf einem Felsvorsprung ragt ein breiter Stalaktitenrumpf. Auch hier ist die Luft trüb, wohl aus demselben Grunde, wie an der erwähnten Stelle im Riesengang. Bald sinkt die Decke so tief herunter, dass man sich nur mit Mühe zwischen den zahlreichen Blöcken durchwinden kann. Der Boden ist glatt, er wird von gerundeten Kieselsteinen gebildet, die durch Schlamm und Sinter zu einer Nagelfluh von bedeutender Festigkeit verkittet sind.

Bei zirka 2100 m öffnet sich plötzlich in der Decke eine hohe Kuppel, oben scheint ein Gang rückwärts weiter zu führen. Am Boden liegt ein mächtiger Haufen Trümmergestein. Alles ist mürbe, faul, schwärzlich. Das ist der „faule Dom“. Das Gestein ist hier offenbar Grünsandstein. Von hieraus drang ich noch etwa 50 m kriechend weiter vor, kehrte dann aber um, weil niemand folgte.

Einer andern Expedition ist es gelungen, mit vereinten Kräften etwa 500 m weiter zu kommen; in einem Hohlraume fanden sie eine Menge Gipskristalle.

18. Riesenhalle bis Aeolismund.

Der mittlere der drei von der Riesenhalle ausstrahlenden Gänge, der „Aeolsgang“, ist der unregelmässigste. Wie der Plan zeigt, wechselt er mehrmals seine Richtung durch scharfe Umbiegungen, so dass die neue Richtung mit der alten Winkel bis zu 120° bildet. Zunächst steigt der Boden mit $15\text{--}20^\circ$ auf eine Länge von etwa 100 m. Dann bildet er eine lang gestreckte Mulde; das letzte Stück endlich senkt sich stetig zur Tiefe bis ans Ende bei 2300 m.

Das erste Teilstück, bis zu 2130 m, mag als Fortsetzung des Hauptganges gelten, der in die Riesenhalle führt. Es ist meist enge, 1,5—2 m breit und wenig höher. Der Querschnitt ist anfangs ein stehendes Oval, wird aber stellenweise zur 4—6 m breiten Querspalte mit nach E sinkendem Boden. Von 2070 m an werden die Tropfsteinbildungen häufiger. Bald hängt eine grosse Menge feiner Röhrchen, bis 3 dm lang und 1 cm dick, von der Decke; hie und da treffen wir mitten unter ihnen Ge-

bilde, ähnlich Schulterblättern, in der Richtung der Gangachse sich dehnend. Öfters steigen vom Boden Stalagmiten auf, einige davon werden bis 8 dm hoch und 1 dm dick. Manche sind durch Eisenoxydhydrat rötlichbraun gefärbt.

Weiterhin verliert sich die Decke in einer wohl 15 m hohen Spalte, die in der Richtung des Ganges weiter zieht, also SE, die aber unten ganz mit Sintermassen verstopft ist. Am Fuss der NE-Wand ist hier eine tiefe Querspalte ausgewaschen. Der Boden ist mit feinem, hellem Sande bedeckt, das Gestein ringsum scheint Schrattenkalk zu sein.

Bei 2210 m setzt sich das vorangehende Teilstück des Ganges abermals in eine sich schliessende Spalte fort, während der Hauptgang scharf umbiegt und von hier an bis zu seinem Ende ziemlich geradlinig verläuft.

Bei 2200 m treffen wir auf eine grössere Gruppe von unregelmässigen Sinterbildungen. Weiterhin wird der Boden auf eine Strecke von 20 m aus verkittetem Geröll gebildet, ähnlich wie wir dies bei dem Domgange gesehen haben. Doch sind hier die Kiesel nicht so vollkommen gerundet. Auch hier hat der Schleifprozess unzweifelhaft an Ort und Stelle stattgefunden; es ist nicht denkbar, dass das Geröll aus grösserer Entfernung hierher geschwemmt worden sei. Allmählich wird der Gang niedriger; feiner, trockener Sand, der schliesslich in trockenen Lehm übergeht, bedeckt den Boden. Endlich nähern sich Boden und Decke bis auf 4 dm; das Loch ist 2 m breit. Hier war ein weiteres Vordringen einstweilen unmöglich. Auf der Erde liegend, kann man sehen, wie jenseits dieses Hindernisses die Spalte sich zur zehnfachen Breite ausdehnt, aber der Raum wird noch niedriger; so weit der Blick reicht, ist nichts als borkiger Lehm zu sehen. Durch die Spalte, bei der wir liegen, saust die Luft rauschend hindurch in den Berg hinein und täuscht den Unerfahrenen das Gebraus ferner Wasserfälle vor.

Ich möchte dieser Stelle den Namen „Aeolsmund“ geben.

Damit ist die topographische Beschreibung des Hauptzuges der Höhle erledigt. Es erübrigt noch, einige Nebengänge und tiefer gelegene Räume, welche erst in den jüngsten Expeditionen erobert wurden, zu schildern¹⁾.

¹⁾ Touristische Schilderung, siehe N. Z. Z. 1903, Nr. 117, Beilage.

19. Kreuzweg bis Hades.

Vom Kreuzweg aus zieht in spitzem Winkel zum Hauptgang ziemlich genau östlich eine enge Spalte, die oft kaum einen halben Meter breit, dagegen etwa 60 m lang ist. Der Querschnitt ist ein Zweieck, dessen Achse mit dem Lot einen Winkel von etwa 20° bildet. Diese Spalte steigt in ihrem Verlaufe um einige Meter. Sie hört ganz plötzlich auf. Der untere Teil aber erweitert sich immer mehr, und geht in ein sehr breites, flaches Kamin über, dessen glatter Boden mit einer durchschnittlichen Neigung von $60\text{--}70^\circ$ in eine Tiefe von etwa 30 m abstürzt. Das ist die „Teufelswand“. Dieses Kamin weitet sich unten zu einer Kammer, dem „Hades“. Von diesem aus strahlen wieder zwei Gänge. Der eine verläuft ungefähr parallel zum obern, dem Hauptgange und endet beim Otterkamin. Das ist der „Widmergang“¹⁾. Der andere verläuft zunächst ziemlich senkrecht zum Hauptgang und führt mit zirka 20° Gefälle abwärts. Das ist der „Saxergang“.

20. Hades bis Otterkamin.

Verfolgen wir den Widmergang. Er ist vom Hades durch eine 1,5 m breite und ebenso tiefe Spalte getrennt. Sie verläuft in der Richtung der Teufelswand, oder also in der Richtung des oben liegenden Teilstückes Nr. 3 des Hauptganges.

Der Zug des Widmerganges ist im ganzen sehr einfach. Er macht wenig Krümmungen, auch die Niveaudifferenzen sind unbedeutend. Nur einmal wird das gleichmässige Gefälle gegen NE von einer schärferen Steigung unterbrochen. Im ganzen sinkt der Gang zwischen Hades und Otterkamin um zirka 20 m. Höhe und Breite wechseln zwischen 1,5 und 3 m. Gegen das Otterkamin hin wird der Gang immer mehr zur engen, hohen Spalte. Sein Aussehen verändert sich. Vom Hades weg ist der Boden auf eine grosse Strecke hin völlig glatt gewaschen und ohne irgend welche Ablagerungen, gegen das östliche Ende hin treten aber Sand, Geröll und schliesslich grosse Blöcke und Platten auf.

¹⁾ So genannt nach Herrn Widmer aus Zürich, der ihn zuerst in der N. Z. Z. erwähnt hat. Eine Aufnahme des Ganges konnte damals nicht gemacht werden: er ist nur schematisch im Plane eingetragen worden.

Ungefähr auf einem Drittel der ganzen Länge, vom Hades weg, liegt in der Tiefe des Ganges, dessen Querschnitt hier ein schiefes Zweieck ist, enge an die Wand geschmiegt, ein etwa 8 bis 9 m langer und 2 m breiter Tümpel.

Vom Widmergang zweigen verschiedene Seitenarme ab, merkwürdigerweise alle nach der SE-Seite, keiner nach NW. Auch ist die Verteilung auf die Länge keine gleichmässige; ein Tunnel zweigt ganz nahe beim Hades ab; die übrigen liegen nahe beim Otterkamin beisammen. Nur der erste ist ganz durchforscht worden. Die anderen scheinen nur Verbindungsgänge zwischen ihm und dem Widmergang zu sein. Der erste Tunnel, den wir seines geringen Lumens wegen „Schlauch“ getauft haben, zweigt, etwa 10 m vom Hades entfernt, vom Widmergang nach SE ab. Das erste Stück ist breit und hoch, kammerartig. Der Boden steigt steil an und bildet ein glattes Couloir, dessen Mitte von einer tiefen, mit Schutt erfüllten Rinne durchrissen wird. Bald aber verengert sich der Querschnitt und wird rundlich. Die Dimensionen sind so gering, dass man sich nur rutschend vorwärts bewegen kann. Der „Schlauch“ steigt anfänglich, an einer Stelle ist sogar eine kurze Steilwand zu überwinden. Die zweite Hälfte aber senkt sich stetig und mündet etwa 80 m vom Otterkamin entfernt, in den Widmergang. Die ganze Länge beträgt etwa 290 m.

Im ersten Teil des Schlauches hängt von der Decke ein ganzer Wald feiner Kalksinterröhrchen herunter; weiterhin treten keine solche Bildungen mehr auf.

Der Boden ist sehr rauh, meist ganz nackt; stellenweise treffen wir eine dünne Schicht feinen Sandes.

Etwa 70 m vor der Mündung des Schlauches in den Widmergang fanden wir Mitte März 1903 eine Zeitung, die im August vorher am Fuss des Otterkamins, also mehrere Meter tiefer, deponiert worden war, halb mit Sand bedeckt.

21. Hades bis Zürichsee.

Verfolgen wir noch das letzte, erst im vergangenen Winter erforschte Stück der Höhle, den Saxergang¹⁾. Auch bei diesem

¹⁾ So genannt, weil Herr A. Saxer aus Zürich in diesem Stücke als Pionier voraus kletterte.

können wir die beiden schon erwähnten Hauptrichtungen im Höhlenzuge, NS und NE—SW konstatieren. Doch unterscheidet er sich von den bisher beschriebenen Gängen dadurch, dass die Hohlräume durchwegs steil abfallen, im Mittel mit etwa 35°. Es treten nur wenige, kurze, horizontale Absätze auf. Die Totallänge vom Hades bis zum Ende beträgt 220 m, die Höhendifferenz zwischen diesen beiden Punkten ungefähr 90 m.

Der Saxergang zieht zunächst als grosse Röhre in steilem Abfall ziemlich genau südlich bis etwa 170 m. Von 150 m an aber erweitert er sich rasch zu einem vielfach gegen 10 m breiten, steilen Schacht von mehr dreieckigem Querschnitt. Die Sohle ist in viele Stufen gegliedert. Der Raum — man kann ihn kaum eine Kammer nennen — ist unten auf ein Drittel der Breite abgeschlossen, indem Decke und Boden zusammentreffen. In der so entstehenden, ungefähr horizontalen Rinne ist am W-Ende ein grosser Kessel von 1,5 m Durchmesser ausgewaschen worden; er ist mit Wasser gefüllt, der Boden mit Geröll bedeckt. Östlich davon stehen in einer Nische eine Anzahl unregelmässiger Tropfsteinsäulen, welche Boden und Decke verbinden. In diesem Raume hängen auch von der Decke mächtige Sinterbildungen herunter, die grössten, die wir in der Höhle gefunden haben. Es sind schwartenförmige Gebilde, von denen das mächtigste reichlich 1 m lang und halb so breit ist, bei 2 dm Dicke. Doch sehen sie schmutzig gelblich aus. Als weitere Eigentümlichkeit muss erwähnt werden, dass die Decke an mehreren Stellen wunderbar schöne Schriffe zeigt, bis zu 5 dm² Fläche. Das Gestein an diesen ist völlig eben und spiegelnd, die Farbe ist rotbraun, auf der ganzen Fläche sind zackig umränderte, seichte Vertiefungen ausgebrochen, deren Ränder die helle Farbe des Kalkes zeigen, während der Grund schwärzlich glänzend erscheint.

Diese glänzenden Schriffe müssen wohl als Rutschstreifen angesehen werden.

An einer andern, genau ungrenzten Stelle des Bodens finden wir das Gestein ganz durchspickt mit *Orbitulina lenticularis*¹⁾; es gehört also zum Aptien. Diese Fundstelle ist jedoch nur etwa 0,5 m² gross.

¹⁾ Gütige Bestimmung des Herrn Dr. Rollier, Dozent am Polytechnikum in Zürich.

Bei 170 m endet dieser breite Gang in einer Kammer voll grosser Blöcke, die nur wenig gerundet sind. In der östlichen Ecke, in einer kleinen Nische über dem Boden, entdeckte der Verfasser ein Loch, gerade gross genug, dass ein Mann ohne Rucksack durchschlüpfen kann. Zwei Meter tiefer finden wir einen Gang, der an dieser Stelle nach oben geschlossen ist, sich dagegen abwärts fortsetzt. Die Richtung ist fast parallel derjenigen des obern Teilstückes, doch etwas mehr nach W gedreht. Die Dimensionen sind normale. Bis 220 m bietet sich nichts bemerkenswertes. Dort weitet sich der Tunnel in die Breite; dafür wird die Höhe bedeutend geringer. Der Boden steigt steil an. Wir stehen wieder vor einer plötzlichen Gefällsknickung, die zirka 3 m hoch ist. Es ist auffällig, dass an dieser Stelle im Knie kein Geschiebe liegt. Der Grund dieser Erscheinung darf wohl darin zu suchen sein, dass dieses Teilstück der Höhle nur kurz ist, und mit dem vorangehenden nur durch die erwähnte, enge, in der Höhe liegende Öffnung verbunden ist, so dass keine Blöcke hinab geschwemmt werden können. Der feinere Schutt, und die Stücke, die von der Decke fallen, werden offenbar zerrieben und der Detritus durch die Ritzen fortgeschwemmt.

Von der eben besprochenen Stelle an macht der Gang eine scharfe Wendung nach Osten, biegt aber schon nach 10 m ebenso plötzlich nach WSW um, wobei er stetig fällt, so dass diese beiden Stücke der Höhle etwa so zu einander stehen, wie Ober- und Unterschenkel in halbtiefer Kniebeuge bei auswärts gedrehten Fersen. Das „Unterschenkelstück“ spaltet sich in zwei Röhren, die um einen lang gestreckten, stehengebliebenen Pfeiler herumführen. So fällt der Gang ohne bemerkenswerte Erscheinungen stetig gegen SW ab bis zu 270 m. Dort treffen wir wieder auf eine Stufe von etwa 3 m Höhe, die in kleinen Absätzen aus dem Boden steigt, so dass sich ein breiter Kessel, der „Schlachtplatz“, gebildet hat. Er ist mit einem Haufen von Kies und Sand zum Teil gefüllt. Das gröbere Geröll liegt in der Mitte, der feinere Sand in den Ecken.

Über die erwähnten Absätze emporkletternd, steigen wir auf ein kleines Plateau von etwa 15 m² Fläche. Hier gabelt sich die Höhle. Der grössere Arm zieht sich, stetig abfallend, nach SW;

der kleinere „Sintergang“ getauft, streicht langsam ansteigend, mehr westlich.

Das letzte Stück des Saxerganges bietet kein besonderes Interesse mehr. Er endet bei 340 m in einem mächtigen Sacke. Auch hier wird das Ende durch einen bedeutenden Kies- und Schlammhaufen angezeigt, auch hier wird die tiefste Stelle von einem Tümpel eingenommen, — das ist der „Zürichsee“. Dieser ist etwa 6 m lang, 4 m breit und hat wohl 1,5 m Maximaltiefe an der abschliessenden Wand. Hinten ragt aus dem Wasser ein mächtiger Felsklotz, der ganz mit Schlamm überkleistert ist. Die Wände ringsum sind bis auf eine Höhe von 4 m über dem Niveau des Tümpels mit Lehm überzogen; ein Zeichen, dass das Wasser oft bedeutend höher steht, als wir es trafen.

Im Wasser treibt sich eine grosse Zahl kleiner Krebse herum. Es ist *Niphargus puteanus*.

Der „Sintergang“ steigt von dem erwähnten Plateau an auf etwa 12 m Länge um vielleicht 3 m; er ist nicht viel über mannshoch. Der Boden ist mit einer weissen Kalksinterkruste überzogen. Im obern Teile stossen wir auf einige nebeneinander liegende Becken, die mit klarem Wasser gefüllt sind. Dann zeigt sich eine senkrecht gerippte Mauer aus blendend weissem Kalksinter. Etwas höher staut ein Damm aus demselben Stoffe, der aber noch wenig erhärtet ist, einen kleinen, dahinter liegenden See. Um diesen leichter passierbar zu machen, wurde ein Abzugskanal in den Wall gegraben, so dass das Niveau um 3 dm sank. Das Wasser floss über das Plateau zum Teil gegen den Zürichsee, zum Teil gegen den Schlachtplatz.

Das Seelein ist etwa 8 m lang und 2 m breit. Dahinter öffnet sich der schönste Teil der ganzen Höhle: Becken reiht sich an Becken, jedes hintere etwas höher gelegen, als das vordere. Die Umwallungen bestehen aus Kalksinter und schimmern in makellosem Weiss. Die Ränder sind aufs feinste modelliert und ziseliert. Alle Vertiefungen sind mit kristallklarem, grünlich leuchtendem Wasser angefüllt. Dieser Gang endigt in einer kleinen Nische.

Die ganze Herrlichkeit ist leider kaum 20 m lang und daher nicht zu vergleichen mit den viel grossartigeren ähnlichen Gebilden, die Kraus aus österreichischen und Martel aus französischen Höhlen melden.

In der Schweiz habe ich ähnliches nur in Baar und in der Grotte du four bei Môtiers gefunden, aber viel unvollkommener ausgebildet, als hier.

Damit schliessen wir die topographische Beschreibung der Höhle, so weit sie bis jetzt bekannt ist und gehen über zu einer

Zusammenstellung der morphologischen Erscheinungen.

Ich gliedere diese Übersicht in drei Abschnitte:

A. Die Form der Hohlräume und ihre Beziehungen zu einander.

B. Formen der Sohle und der Wände in den Gängen.

C. Fremdkörper in der Höhle.

A. Form der Hohlräume und ihre Beziehungen zu einander.

Wie Plan und Beschreibung zeigen, ist das Höll-Loch im ganzen eine sehr lange, enge Röhre, die Gänge überwiegen bei weitem alle andern Formen des Hohlraumes. Sie sind meist mehr oder weniger geneigt: es finden sich nur wenige und kurze horizontale Stücke. Nur durch ein solches Verhältnis ist die Entstehung dieses langen Schlauches überhaupt möglich gewesen; die korrodierenden Lösungen mussten abfliessen können, und die erodierenden Wasser konnten nur auf geneigter Fläche eine beträchtlichere Wirksamkeit entwickeln.

Die Gänge brechen an mehreren Orten plötzlich in einer Stirnwand ab; ihre Fortsetzung liegt in einem um mehrere Meter höhern oder tiefern Niveau. Man darf also hier von eigentlichen Talstufen reden. An der Erdoberfläche erklärt man sich diese Erscheinungen auf verschiedene Weise. Es liegt z. B. der untere Teil eines Wasserlaufes in weicherem Gestein und wird daher rascher erodiert, als der obere, dessen Sohle aus härterem Fels besteht.

Oder der Hauptfluss schneidet sich rascher ein, als der schwächere Nebenfluss, so dass dessen Tal in der Höhe zurückbleibt.

Selten liegt der Grund in einer Grabenversenkung. Es fragt sich nun, welche Erklärung für das Höll-Loch zutreffend sei. Die erste ist es wohl kaum, denn das Gestein ist an solchen Orten homogen; man müsste denn annehmen, dass es streckenweise durch ungleichen Druck viel stärker durchklüftet wäre, als an benachbarten Stellen.

Die zweite Annahme ist vielleicht zutreffender. Aus einer senkrechten Spalte stürzen Wassermassen herunter, welche natürlich da, wo sie auftreffen, und von da abwärts, viel intensiver arbeiten als aufwärts. So kann an jener Stelle wohl eine Stufe entstehen.

Aber auch die dritte Annahme trifft vielleicht stellenweise zu, denn dass Verwerfungen vorkommen, zeigt sich unwiderlegbar an der S-Wand des Aquariums.

Nicht bloss in vertikaler, sondern auch in horizontaler Richtung kommen plötzliche und bedeutende Störungen der Hauptrichtung vor. Es sind das diejenigen Stellen, wo der Gang unvermittelt in eine andere Richtung abbiegt, wobei das neue Stück einen spitzen Winkel mit den vorangehenden bilden kann.

Solche Umbiegungsstellen finden sich z. B. typisch bei 1600 m und 1800 m. Wir müssen uns denken, dass dort grössere Spalten sich in spitzem Winkel kreuzten und zum Ausgangspunkt der Erosion wurden.

An mehreren Stellen finden wir Gänge, die parallel verlaufen und dabei sich auf ungefähr gleichem Niveau halten. Wir müssen annehmen, dass sich an diesen Stellen mehrere grosse, parallele Spalten mit einem ausgedehnten, horizontalen Riss kreuzen, wie dies tatsächlich deutlich zu sehen ist beim Doppelgang (650 m).

Mehrmals kommt es vor, dass Teilstücke der Höhle parallel verlaufen, aber auf verschiedenem Niveau, so z. B. vor dem Rittersaal, vor dem Otterkamin. Der Querschnitt dieser Gänge ist dann fast stets ein schräges Zweieck, so dass man annehmen darf, die Auslaugung sei von einer schräg verlaufenden Spalte ausgegangen, wobei dann härtere oder weniger zerklüftete Gesteinsmassen als trennende Mauern stehen blieben. Entweder liegen die geraden Flächen, welche man durch die Ecken der Zweiecke legen kann, in einer einzigen schiefen Ebene, oder aber in verschiedenen Ebenen, die parallel zu einander verlaufen.

Zwei auf einander folgende Teilstücke der Höhle, die gleichsinniges oder ungleichsinniges Gefälle haben, oder in verschiedenem Niveau liegen, werden mehrmals durch kleine Plateaus getrennt. Beispiele hiefür sind das Aquarium und die Stelle beim Schlachtplatz. Wir haben es hier wohl mit besonders kompakten Gesteins-

massen zu tun, während die Stücke zu beiden Seiten der Zerstörung leichter zugänglich waren.

Den Gefällsknickungen in der Sohle der Gänge entsprechend, finden wir öfters ebensolche in der Decke, so dass an solchen Stellen in der ganzen Breite des Höhlenarms mächtige Gesteinskeile herunter hängen. Füllt sich die darunter liegende Mulde mit Wasser, so tauchen diese Keile ein und trennen die vorliegenden und nachfolgenden Arme der Höhle vollständig. Derartige Stellen werden Siphons geheissen. Solche finden sich z. B. bei der bösen Ecke und am Fusse der grossen Sandhalde.

Während einzelne Gänge sich in Spalten verlieren, endigen andere ganz plötzlich als Sackgassen mit einer rundlichen Nische oder in einem Kessel. Sie sind mit Wasser und Geröll zum Teil angefüllt. Natürlich liegen sie stets am Ende von abfallenden Höhlenarmen. Es ist jedoch nicht denkbar, dass diese in ihrer ganzen Länge in das Gestein gebohrt worden seien durch rotierende Gesteinsmassen. Der eigentliche Gang ist durch Wasser, das aus stehenden und liegenden Spalten quoll, ausgelaugt worden. Dieses verzog sich allmählich durch die Ritzen in tiefere Teile des Gesteins. Den verlassenen Gang hinunter strömte dann zeitweise ein Wasserschwall, riss die am Boden liegenden Trümmer mit sich, bildete am Ende einen Strudel und rieb so dort, wo das Wasser sich staute, eine Nische aus, wobei die Trümmer selbst gerundet wurden. Sobald der Gang sich mit Wasser füllte, hörte natürlich diese Arbeit auf. Wenn dann der Zufluss versiegte, entleerte sich der Arm allmählich durch die Ritzen, und der feinste Schlamm wanderte mit. Dieser Prozess wiederholte sich öfters, aber im Laufe der Zeit immer seltener, weil die Wasser später auf andern Wegen mehr in die Tiefe flossen. Die Spalten verstopften sich, so dass schliesslich in der Nische ein Tümpel liegen blieb.

Eine andere Form des Gangabschlusses — für den Menschen wenigstens ein Abschluss — sind die „Windpfeifen“¹⁾. Im Höllloch sind vorläufig zwei solche gefunden worden, das „Gehläse“ und der „Aeolsmund“. Bei beiden ist charakteristisch, dass sie am Ende von abfallenden Gängen liegen, horizontal und quer zur

¹⁾ Siehe Seite 312 und 319.

Gangachse stehen und sehr breit aber wenig hoch sind. Bei beiden lagern Kiesmassen vor dem Loch und Schlamm-Massen hinter ihm. Die Höhe des Raumes nach der Öffnung nimmt ganz unbedeutend zu, die Breite dagegen wächst auf das Vielfache. Der Boden jenseits ist flach, nach allen Richtungen so ziemlich horizontal. Der Luftstrom zieht gegen das Berginnere. Die Grundlage der ganzen Erscheinung ist offenbar eine mächtige horizontale Spalte, die aber durch verschieden festes und ungleich zerklüftetes Gestein läuft. So musste die horizontale Ausdehnung des ausgeaugten Hohlraumes verschieden ausfallen. Die gegen diese engen Öffnungen anströmenden Wassermassen stauten sich davor, es entstanden Wirbel, die Trümmer wurden rund geschliffen und blieben vor dem Loche liegen. Der feinere Schlamm wurde mitgerissen und schlug sich jenseits nieder, weil der Strom bei der grossen Ausdehnung, die er nach dem Loche einnahm, seine Stosskraft verlor. Beim Aufhören des Wasserzuflusses verzog sich die ganze trübe Flüssigkeitsmasse und ein weiterer Schlammabsatz erfolgte auf beiden Seiten des Loches.

Es wäre indes auch denkbar, dass solche Gebilde dadurch entstehen, dass zwei Hohlräume von entgegengesetzten Seiten her auf einander los wachsen, bis schliesslich die trennende Wand durchbrochen wird. Dann strömen die Wassermassen gegen einander, es entsteht eine Stauung, Wirbel bilden sich im Gange mit dem grösseren Gefälle, daher tritt hier ein Schleifprozess ein, dort ein Niederschlag von Schlamm aus stagnierenden, trüben Fluten.

Ob diese letztere Annahme zutreffend ist, kann erst entschieden werden, wenn es möglich sein wird, über die Stellen hinaus vorzudringen.

Der „normale“ Gang, dessen Durchmesser sich nach allen Seiten zwischen 2—4 m bewegt, wird öfters durch grössere Hohlräume, Kammern, unterbrochen. Ihre Form ist ganz verschieden. Bald sind sie langgestreckt, schräg in die Tiefe sinkend, von der Form eines breiten Fisches, wie z. B. der Rittersaal, bald wieder mehr nach der Seite bauchig aufgetrieben, wie das Aquarium, bald mehr von geraden Wänden begrenzt, wie der Keller, oder endlich ganz unregelmässig, wie der faule Dom. Stets liegen am Boden grössere, eckige oder teilweise gerundete Blöcke umher.

Fast überall habe ich an einer Stelle dieser Räume den dunkeln Grünsandstein konstatieren können; also dürfen wir wohl annehmen, dass die Kammern dort entstanden sind, wo ein weiches Gestein der Verwitterung und Ausspülung leicht anheim fiel. Von der Decke und den Wänden stürzten stets Blöcke nach und wurden im Laufe der Zeit vom Sickerwasser aufgelöst oder vom durchziehenden Bache zerrieben und fortgespült.

Einer besondern Beachtung ist auch die Verschiedenheit des Querschnittes der Hohlräume wert. Sehr häufig ist das Zweieck, liegend oder stehend oder schräg. In beiden Ecken ist stets die Spalte, von der die Korrosion oder Erosion ausging, deutlich erkennbar. Der Lage entsprechend ist auch die Form etwas verschieden. Beim horizontalen und schrägen Zweieck ist stets die untere Seite stärker gekrümmt als die obere; die Decke bildet meist nur einen flachen Bogen. Beim stehenden Zweieck dagegen sind die beiden Seiten ziemlich gleichmässig konkav: besonders deutlich ist dies bei der Alligatorenschlucht zu sehen.

Zuweilen ist der Querschnitt ein unregelmässiges Dreieck, wobei der spitzeste Winkel nach verschiedenen Seiten zeigen kann. Oder er ist eine sehr breite oder flache, dabei meist nahezu horizontale Spalte. Selten sind regelmässig rechteckige Querschnitte; Boden und Decke sind dann meist glatt, während die Seitenwände viele scharf vorspringende Platten zeigen. Einige Male hat er auch die Form eines Steigbügels. Der Boden ist dann meist leicht konvex gewölbt. Endlich kann er auch ganz unregelmässig, wild zackig und zerrissen sein, wie z. B. beim Übergang der Alligatorenschlucht zum Aquarium.

Es kann wohl kaum zweifelhaft sein, dass diese verschiedenen Formen gänzlich abhängig sind vom Verlauf der Schichtfugen und der Clivage-Spalten, von deren Richtung, Weite und den Abständen von einander.

Kamine sind steile, enge, ringsum geschlossene Spalten. Sie verbinden Gänge mit einander, die in verschiedenem Niveau liegen. Im Höll-Loch haben wir keine gefunden, die blind endigen, man müsste denn die mächtigen Deckenspalten als solche ansprechen.

Das grösste ist das Otterkamin. Bei diesem sind die Wände glatt; am Fusse liegen eckige Blöcke. Das Bürgler-

Kamin wird von einer Rinne durchzogen, unten sind Töpfe ausgespült worden.

Eine andere typische Erscheinung sind die mächtigen Deckenspalten, die an ihrer Basis bis zu 2 m klaffen können, sich aber nach oben allmählich schliessen. Wir finden sie sowohl in der Achse der Gänge verlaufend, als auch quer dazu. Ihnen gegenüber finden wir stets im Boden des Ganges Rinnen, Karren, Mulden, Töpfe, dagegen nur ausnahmsweise Kieshaufen. Diese Spalten sind wohl die Hauptwege für die zuströmenden Gewässer. Die Erweiterung schreitet von unten nach oben fort, durch allmähliches Abbröckeln, infolge der sich unten eher geltend machenden Temperaturdifferenzen und der abwechselnden Trockenheit oder Nässe.

Auf gleiche Weise darf man wohl die Entstehung der konischen, nach oben zugespitzten Löcher in der Decke erklären. Der untere Durchmesser erreicht zuweilen 3 dm. Die Achse, die oft schief steht, kann 1 m lang werden.

B. Formen der Sohle und der Wände in den Gängen.

In einigen kurzen, flachen Gangstücken ist der Boden in lauter handgrosse, ganz seichte Mulden aufgelöst, so dass sein Aussehen an ein pockennarbiges Gesicht erinnert oder an eine Wasserfläche, in der zwei Wellensysteme sich in schiefem Winkel kreuzen. Die trennenden Kanten sind ganz scharf.

Beträchtlich tiefer sind die Mulden z. B. bei 500 m, aber auch viel unregelmässiger. Beide Variationen sind hauptsächlich durch hydrostatischen Druck aus dem Felsen modelliert worden. Tropfwasser hätte bloss Löcher ausgespült, wie dies mehrfach zu sehen ist. Man könnte sich auch versucht fühlen, diese Formen als Deflationserscheinungen zu erklären, wie sie im Freien als Resultate eines natürlichen Sandgebläses vorkommen. Doch wäre diese Annahme hier wohl unzutreffend, weil der Luftzug nur selten so stark wird, dass er Sand zu transportieren vermöchte. Auch zeigen sich an den Formen keine Luv- und Leeseiten.

Mehrfach wird der Boden der Gänge von Karren durchfurcht. Sie treten aber erst dann auf, wenn der Untergrund eine gewisse Minimalböschung zeigt; man darf sogar behaupten, dass ihre Tiefe ungefähr proportional sei der Steilheit des Hanges. Aus diesem Grund sollte man sie vielleicht eher Kolke nennen.

Die tiefste solcher Rinnen findet sich im untersten Teil der bösen Wand, also an der Stelle in der ganzen Höhle, wo das Wasser eine Maximalgeschwindigkeit erreichte.

Diese Bildungen unterscheiden sich von den Karren an der Erdoberfläche, welche sich ja auch oft auf flachem Boden finden. Da sind sie vielfach gewunden, bizarr verzweigt, ohne Verbindung unter einander; im Grunde liegen sandige und tonige Auslaugungsrückstände. In der Höhle dagegen finden wir parallel verlaufende, meist geradlinige Furchen; oft liegen darin runde Steine eingeklemmt. Im Freien ist die Korrosion der Hauptfaktor; in der Höhle spielt die Erosion die wichtigere Rolle. In den flacheren Teilen der Höhle können sich keine Karren entwickeln, weil sie zu wenig oft und zu wenig lang unter Wasser stehen; zudem liegt dann meist eine schützende Schlammdecke auf dem Boden.

Erosionstöpfe der verschiedensten Ausdehnung sind in den vordern Teilen der Höhle nicht gerade selten. Sie liegen am Fusse von abfallenden Gangstücken, aber nur an solchen Orten, wo eine entgegenstehende Felswand oder Gesteinsrippe das Wasser staut, so dass es in kreisende Bewegung gerät. Fast stets sind dann auch deutliche Zuflussrinnen im Boden zu sehen, und bei einigen ist die der Mündung gegenüberliegende Wand des Topfes spiralig ausgetieft, ähnlich wie dies in grossem Masstab im Gletschergarten in Luzern zu sehen ist.

Oder die Töpfe liegen direkt unter grösseren Öffnungen in der Decke. Auch hier können die Sturzwasser in wirbelnde Bewegung geraten und Steine in Rotation versetzen. Daher findet sich stets am Grund der Töpfe ein Haufen Geröllsteine der verschiedensten Grösse.

Auffällig sind die in die Mitte des Ganges horizontal vorspringenden Platten. Sie müssen einer Schicht angehören, die schwerer löslich ist als die darüber und darunter liegenden. Diese letzteren wurden vielleicht von der Seite her allmählich aufgelöst: oder es bestanden ursprünglich zwei über einander liegende Gänge, welche durch die kompaktere Schicht getrennt waren. Diese wurde schliesslich an der schwächsten Stelle durchragt.

C. Fremdkörper in der Höhle.

Geröllhaufen sind teils in offenen Gangstrecken, teils am Ende von Sackgassen zu finden. Im ersteren Falle liegen sie da,

wo zwei Arme mit ungleichsinnigem Gefälle zusammenstossen, so dass eine spitze Mulde entsteht. Wasser und Geröll stürzen dann von beiden Seiten herunter. Sind die Kräfte ungleich, so wird der Hauptteil der Masse nach der schwächeren Seite hinübergeworfen, wie dies an der Sandhalde sehr schön zu sehen ist. Dabei tritt eine Sichtung des Gerölles nach seiner Grösse ein. Die grössten Stücke liegen nicht zu unterst, ausgenommen, wenn die Böschung sehr steil ist, sondern etwas oberhalb der tiefsten Stelle. Während der Bildung dieser Geröllhalden ist der Grund mit Wasser angefüllt; sobald der Bach in dieses mündet, hört seine Stosskraft auf und die grösseren Stücke bleiben bald liegen, während feineres Kies von der schwachen Strömung noch weiter abwärts geführt wird. Tritt Ruhe ein, so lagert sich der feine im bewegten Wasser suspendierte Sand über dem Ganzen ab. Dieselbe Erscheinung ist in den Sackgassen zu beobachten; die grösseren Kiesel reichen nur wenig unter die Strandlinie des fast konstanten Tümpels hinab, auch hier finden wir unterhalb den feineren Detritus.

Das Geröll entstammt durchwegs den in der Höhle anstehenden Schichten; es finden sich keine fremden Gesteine darin, wie dies z. B. von einer Höhle in der Sulzfluh gemeldet worden ist, wo sich Serpentin-geschiebe vorgefunden haben soll. Also sind von den die „Bödmeren“ einst bedeckenden Gletschern keine erratischen Gesteine ins Höll-Loch gelangt, oder dann sind sie vom Wasser wieder forttransportiert oder zerrieben worden oder endlich unter neuerem Geschiebe begraben.

An zwei Stellen wurde Geröll entdeckt, das durch Kalksinter zu einer festen Nagelfluh verkittet ist. Aus der Lage muss man schliessen, dass dieser Kies nicht hergeschwemmt, sondern an Ort und Stelle geschliffen worden ist. An beiden Orten ist die ganze Umgebung reich an Sinterbildungen, während solche an den übrigen Stellen, wo Geröllhaufen vorkommen, fehlen. Ähnliches habe ich in der Beatenhöhle gesehen; dort war sogar der Boden unter der verkitteten Masse nachträglich aufgelöst worden, so dass die Nagelfluh als flaches Gewölbe eine Mulde überspannt.

Sinterbildungen sind im Höll-Loch nicht zahlreich. Sie finden sich über die ganze Höhle zerstreut, so dass es nicht möglich ist, Beziehungen zwischen ihren Bildungsbedingungen und der

Dicke der darüber lagernden Gesteinsschichten herauszufinden, wie dies Schmidl hat tun wollen. Er schreibt¹⁾: „Es hat übrigens beinahe den Anschein, als ob die Anzahl der Tropfsteinbildungen mit der Mächtigkeit der Grottendecke im umgekehrten Verhältnis stehe. Die Adelsberger Grotte ist von keiner so gewaltigen Bergmasse überlagert, wie die Lueger z. B., und ist doch weit reicher an Tropfsteinen.“

Im Höll-Loch kommen die stärksten Sinterbildungen einerseits im Saxergange und Sintergange vor, anderseits in der Umgebung der Riesenhalle. Hier ist aber die überliegende Gesteinsdecke mehrmals mächtiger als dort. Die Dicke der überlagernden Masse ist nur ein Faktor bei der Sinterbildung; daneben kommen noch in Betracht: die Löslichkeit des Gesteins, der Gehalt des Wassers an Kohlensäure, der Sättigungsgrad der Luft in den Hohlräumen, in welche das Wasser sickert, die Grösse und Zahl der Ritzen.

Der Form nach können wir bei den Sinterbildungen drei Typen unterscheiden: Krustenüberzüge, Stalagmiten, Stalaktiten und Säulen, welche Boden und Decke verbinden. Die Krustenüberzüge sind nicht immer glatt, sondern zeigen oft stark hervortretende Leisten und Wülste.

Die Stalaktiten haben die Form 1. von feinen, weissen Röhrchen, oder 2. von dickeren, massiven Zapfen, oder 3. von breiten Schwarten, ähnlich Schulterblättern. Die Stalaktiten sind fast alle auffällig isodiametral; selten sieht man solche mit verbreiteter Basis.

Vergleicht man die geringe Zahl der hier vorkommenden Sinterbildungen mit der Masse und dem Volumen derjenigen z. B. in der Grotte de Réclère im Berner Jura, oder gar in französischen Höhlen, so muss man gestehen, dass das Höll-Loch recht ärmlich damit ausgestattet ist. Dieser Mangel mag zwei Ursachen haben.

Einmal ist das ganze Gebirge, in welchem unsere Höhle liegt, wild zerklüftet; die Wassermassen durchheilen die Hohlräume rasch und versiegen bald wieder; nur an wenigen Stellen

¹⁾ Die Grotten und Höhlen von Adelsberg. 1854, pag. 197.

sind die Bedingungen für die Entwicklung von andauerndem Sickerwasser günstig.

Sodann werden die Kalkschichten, wie eingangs gesagt worden ist, mehrfach von wenig durchlässigen, mehr mergeligen Grünsandsteinschichten durchsetzt und getrennt.

Endlich sind die Gipskristalle, die in einer Kammer — in Lehm eingebettet — gefunden worden sind, zu erwähnen. Meist sind sie schlecht ausgebildet, doch fanden sich auch einige Zwillinge vor.

Genesis der Höhle als Ganzes.

Aus der ganzen Reihe der angestellten Betrachtungen ergibt sich, nun wohl ohne Zweifel, dass das Höll-Loch seine Entstehung in erster Linie den Dislokationsspalten verdankt, welche den Gebirgsstock in regellosem Gewirr nach allen Richtungen durchziehen und sich vielfach kreuzen. Immerhin scheinen dabei gewisse Richtungen zu dominieren, wie sich aus dem Plane ergibt, so die Richtung WE: nordischer Gang, Anfang des Riesenganges, Endstück des Aeolsganges. Dazu kommt die senkrechte NS: Gänge von 1440 m bis 2000 m und manche Stücke der vordern Hälfte der Höhle.

Einzelne Risse mögen von vornherein durch Gebirgsdruck zu klaffenden Spalten erweitert worden sein. Durch diese Spalten drang das Wasser ein, löste das Gestein auf und drang immer weiter vor. Der hydrostatische Druck in der Tiefe wurde immer grösser. So lange genügende seitliche Ausflussöffnungen fehlten, betrug er viele Atmosphären; so wurde die Korrosion in der Tiefe immer energischer, bis schliesslich die Hohlräume gross genug waren, um lebhaft fliessenden und energisch erodierenden Bächen Zutritt zu gewähren.

Es ist aber nicht anzunehmen, dass die Höhle in ihrer ganzen Länge zugleich angelegt worden sei, sondern es entstanden wohl die verschiedenen Abschnitte zu verschiedenen Zeiten und getrennt von einander, sie wurden erst allmählich durch neu gebildete Verbindungsstücke in Kommunikation gesetzt. So können sich vielleicht im Laufe der Zeit noch neue Glieder anreihen.

Einzelne Kammern und kurze Seitenarme sind wohl auch durch Auflösung einer weicheren Schicht entstanden, so z. B. die Seitennische gleich nach dem Rittersaal.

Es soll aber hier deutlich hervorgehoben werden, dass nach meinen Beobachtungen in den Höhlen der Schweiz der Fall nur selten eintritt, wo ein Hohlraum sich an den Verlauf der Schichten hält, also die Stelle einer aufgelösten Gesteinsbank einnimmt.

Es mag noch erwähnt werden, dass auch die ausländischen Forscher, so weit ich ihre Werke konsultieren konnte, zu den gleichen Ergebnissen gekommen sind¹⁾.

Theorie der drei Etagen.

An dieser Stelle mag auch ein Wort gesagt werden über die Theorie der drei Etagen, welche Prof. Martel aus Paris, eine anerkannte Autorität auf dem Gebiete der Spelaeologie, anlässlich eines kurzen Besuches der ersten 250 m des Höll-Loches aufstellte: er wurde wohl durch die Aussagen seiner Begleiter dazu geführt. Prof. Martel glaubte, in Anlehnung an die Formation einer von ihm erforschten Höhle in den Alpen des Dauphiné, auch für das Höll-Loch die Existenz von drei übereinander liegenden Etagen voraussagen zu können. Allein diese Prophezeiung hat sich als unrichtig erwiesen. Wenigstens konnten bis jetzt trotz genauen Suchens keine Gänge gefunden werden, die zu tieferen Stockwerken geführt hätten. Es ist sogar fraglich, ob man den Widmergang als untere „Etage“ gelten lassen soll. Nach meinem Dafürhalten sollten solche Etagen ungefähr dieselbe Länge haben; nun ist aber der Widmergang kaum ein Sechstel so lang, als der obere Hauptzug der Höhle. Es ist allerdings nicht ausgeschlossen, dass noch tiefer gelegene zum Hauptzug parallele Gänge entdeckt werden. Etwa 30 m tiefer, als der Eingang des Höll-Loches liegt, quillt aus einem unpassierbaren Loch im Bette des Höll-Baches nach langem Regenwetter ein Wassersprudel hervor, und in der Nähe des Starzlenbaches wiederholt sich, nach Aussage der Leute aus der Gegend — dasselbe Schauspiel. Ob aber diese Öffnungen die Mündungen von Etagen seien, muss einstweilen dahingestellt bleiben. Mir scheint diese Annahme unwahrscheinlich.

¹⁾ Siehe z. B. Prof. Dr. J. H. Kloos in Kraus, Höhlenkunde, pag. 31.

Allgemeiner geologischer Charakter der Umgebung der Höhle.

Blatt XIV der geologischen Karte der Schweiz, in welchem das Muotatal die NW-Ecke einnimmt, ist von Herrn Prof. Heim bearbeitet worden; der Text dazu findet sich in Band 25 der Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. In meinen folgenden Ausführungen muss ich mich fast ganz an diese halten, sowie an die Originalaufnahme auf Blatt 399 des topographischen Atlases, welche mir der Herr Bearbeiter gütigst zur Verfügung stellte. Mir selbst fehlte es leider an Zeit und an genügender Fachkenntnis, um das Gebiet, welches zudem stark überwachsen ist, eingehend zu untersuchen.

Gesteinsschichten. Das ganze Gebiet, unter welchem das Höll-Loch liegt, gehört der Kreide an, die hier durch Neocom, Schrattenkalk, Grünsandstein¹⁾ und Seewerkalk vertreten ist. Am Fuss der nördlichen Abdachung tritt Eocæn zu Tage. Schratten- und Seewerkalk herrschen weitaus vor und bilden mächtige Komplexe. Grünsandstein tritt in langen, schmalen, unregelmässig verlaufenden Streifen an die Oberfläche. Neocom tritt ganz zurück und ist schwierig zu erkennen.

Der Schrattenkalk ist im allgemeinen sehr spätig und kompakt; doch treten in regelmässigen Abständen eingelagert, weichere, mergelige Schichten auf. Diese Anordnung ist namentlich deutlich zu erkennen an der senkrechten Felswand über dem schleichenden Brunnen. Dort sind die horizontalen Bänke festen Kalkes 1—1,5 m dick; die dazwischen liegenden, mehr mergeligen, vielfach schiefrigen, weicheren Bänke dagegen nur 0,2—0,3 m dick. In den durch ihre Auswitterung entstandenen Kehlen liegt an manchen Stellen ein weisses Pulver ausgestreut: offenbar ist es ein Auslaugungsrückstand aus dem verwitterten Gestein. Die chemische Untersuchung hat ergeben, dass dieses Pulver zum kleinen Teil aus Calcit, zum grösseren aus Mag-

¹⁾ Früher wurde der gesamte Komplex von oberem und unterem Grünsandstein mit dem dazwischen liegenden Inoceramenschiefer, dem eigentlichen Gault, kurzweg Gault genannt.

nesiumkarbonat besteht. Das Gestein enthält also etwas Gips und Dolomit¹⁾.

Bei der Verwitterung entsteht aus Calciumsulfat und Calcium-Magnesium-Karbonat etwas Bittersalz.

An den genannten Bänken festen Kalksteins lösen sich bei einsetzender Verwitterung grosse, schalige Stücke los. Man erkennt solche Stellen schon durch den dumpfen Ton, welchen sie bei Hammerschlägen geben.

Auch der Verlauf der Gesteinsschichten muss uns hier interessieren, weil später die Frage zu erledigen ist, ob ein kausaler Zusammenhang besteht zwischen dem Streichen der Schichten und dem Höhlenzuge.

Das Höll-Loch liegt im westlichen Schrattenkalkausläufer des Silbermassivs, dessen Fuss nördlich durch den vom Prager kommenden Starzlenbach, südlich durch die Bisi-Muota umspült wird. Jenes ganze Gebiet wird im Tale kurzweg als die „Bödmeren“ bezeichnet. Auf dieser Fläche treffen wir abwechselnd Wald und Weide, so dass genügende Aufschlüsse, welche den Aufbau des Massivs sicher erkennen liessen, selten sind. Das Bödmerenmassiv liegt mitten in der „ausserordentlich komplizierten Kreidekette, welche die Axenkette, Wasserberg, Silberen und den Glärnisch bildet“²⁾.

Gaultschichten kehren z. B. an der Silberen 9 mal wieder, 1—6 m mächtig, flach über einander liegend, bald durch Seewerkalk, bald durch Schrattenkalk getrennt. Am westlichen Absturz des Silber Plateaus (Bödmeren) kommen ebenfalls liegende Wiederholungen der Kreidestufen vor. Auf dem breiten Rücken der Bödmeren wechseln Schrattenkalk, Gault, Seewerkalk und hie und da Neocom bunt miteinander ab. Auch sieht man an manchen Stellen normale, an anderen verkehrte Schichtenfolge, auch hier vorherrschend flache, hie und da steilere Stellung der Schichten. Auch hier treten stellenweise kleinere Brüche mit Verschiebungen von untergeordneter Bedeutung auf³⁾.

¹⁾ Es sind auch im hintersten Teile der Höhle eine Menge Gipskristalle gefunden worden.

²⁾ Beitrag zur geologischen Karte, Band 25, pag. 51 und 57.

³⁾ Beiträge, Bd. 25, Profile Nr. 4 und 5. Prof. Heim sagt selbst über letzteres: es ist ganz unzureichend, indem es jedenfalls viel zu einfach ist.

Nun taucht die Frage auf, ob der Verlauf der Schichten im Innern, soweit ihn der Höhlenzug enthüllen kann, etwas beitragen könnte zur Aufklärung der tektonischen Verhältnisse der Bödmeren. Wie sich aus den späteren Ausführungen ergibt, muss diese Frage hier schon verneint werden. Wohl zeigen sich die verschiedenen Gesteinsschichten mehrfach angeschnitten, allein meist nur auf kurze Strecken; ihre Fortsetzung verliert sich in den Wänden der Höhle und unter Trümmermassen oder wird von Lehm und Staub überdeckt. Zudem muss man bedenken, dass, wie aus dem Plane hervorgeht, über der Höhle das Gestein bis 500 m mächtig liegt. So ist uns jede Möglichkeit genommen, eine Schicht, die im Innern des Berges an einer gewissen Stelle auftritt, mit einer andern an der Oberfläche zu identifizieren. Ganz falsch wäre auch die Annahme, dass die Höhle einfach die Stelle einer ausgewaschenen Gesteinsschicht einnehme, dass sich also ihr Verlauf streng an die Flexuren der Schichten halte¹⁾.

Weitere eingehende Spezialuntersuchungen vermögen vielleicht mehr Klarheit in diese Beziehungen zu bringen²⁾.

Verhältnisse im Höll-Tobel.

Das Tobel durchläuft vom Starzlenbach her zuerst den Schrattenkalk, dann quert es ein Grünsandsteinband von etwa

¹⁾ Es ist daher unwahrscheinlich, dass Prof. Martel dies andeuten wollte, wenn er im *Compte-rendu de la séance de l'Académie des Sciences* vom 4. VIII. 1902 schreibt: *Il m'a paru bien curieux de retrouver sur la falaise même qui domine la schleichende Brunnen, et dont la direction est parallèle à celle de la grotte, la coupe verticale naturelle de tout un jeu de plis et de petites failles, dont le profil équivalait exactement à celui de la coupe longitudinale du Höll-Loch.*

²⁾ Solche langwierige Untersuchungen müssen mit bezahlter Hilfe gemacht werden, da Freunde, welche eben nur aus Neugier mitkommen, sich nicht dazu hergeben, längere Zeit am gleichen Ort zu verweilen, wie dies bei Untersuchungen und Eintragung der Ergebnisse nötig ist. Übrigens ist die Höhle seit August 1902 durch zwei mächtige Eisengitter für Jedermann abgeschlossen. Es geschah dies deswegen, weil ich die übertriebenen Schilderungen interessierter Touristen öffentlich richtigstellte. Man wollte mir die Möglichkeit künftiger Kritik rauben. Sieben Monate lang habe ich unter Mithilfe eines Freundes kämpfen müssen, um wieder Zutritt zu erlangen. — Dabei verging aber der Winter, die einzige Zeit, in der man ohne Gefahr grössere Expeditionen wagen kann.

Ein Zürcher Konsortium steht seit jener Zeit mit den Besitzern der Höhle in Unterhandlung, um das Höll-Loch touristisch auszubeuten.

Nachtrag. Über den Winter 1903—04 wurde mir der Zutritt zur Höhle unter einem nichtigen Vorwande wiederum verweigert!

1 m Mächtigkeit, das fast lotrecht steht. Endlich folgt es dem Streichen der Seewerschichten, welche ebenfalls steil gestellt sind. In der obern Stufe ist das Anstehende durchwegs von Blöcken verdeckt. Diese stammen von allen drei Gesteinsarten, an einem Block sind sogar Schrattenskalk und Grünsand zugleich zu sehen.

Geologische Verhältnisse der Höhle.

Von den geologischen Verhältnissen der Höhle konnte bis jetzt kein klares Bild gewonnen werden; es ist fraglich, ob dies überhaupt je möglich sein wird. Einmal ist es äusserst unsicher, zu entscheiden, ob dieser oder jener Riss eine Schichtfuge sei oder eine Clivagespalte. Diese sind streckenweise ganz unsichtbar unter dem darüber lagernden Lehm und Staub. An den wenigen Stellen, wo zwei Formationen deutlich getrennt erscheinen, wird die eine nur auf wenige Meter sichtbar und verschwindet dann wieder beidseitig hinter dem andern Gestein. Es ist also nur eine Schichte angeschnitten worden durch eine Einkerbung, aber ihren weiteren Verlauf können wir nicht verfolgen.

Sicher ist nur soviel, dass der ganze, bis heute bekannte Teil des Höll-Loches im Schrattenskalk, Grünsandstein und Seewerkalk liegt.

Der grösste Teil der Höhlenarme ist in ersterem Gestein zu finden. Schratten- und Seewerkalk sind bei dem für grössere Räume gänzlich ungenügenden Licht der Lampen nur unsicher von einander zu unterscheiden. Viel leichter ist es, den Grünsandstein zu erkennen, weil er in Folge seiner dunkleren Farbe sich deutlich vom hellen Kalke abhebt. Man muss sich aber hüten, nassen Schrattenskalk, der bei künstlichem Licht auf einige Entfernung auch dunkel erscheint, für Grünsand anzusehen.

Grünsand ist an folgenden Stellen sicher als anstehend erkannt worden:

1. Im Rittersaal erscheint am östlichen Ende, nahe am Boden, auf einige Meter weit ein fast horizontales Grünsandband, das aber nur 18 cm breit ist.
2. Einige Meter weiter liegt südlich vom Hauptgang eine Nische, die ganz in diesem Gestein herausgewittert ist.
3. Über dem Eingangstor zum Aquarium, also über der Alligatorenschlucht, erscheint in der Decke ein entzwei geschertes

Grünsandband von etwa 1,5 m Mächtigkeit; der südöstliche Teil ist um zirka 3 dm abgesunken.

4. Im Riesengang, bei 2200 m, ist der flache Boden auf etwa 100 m weit mit zackig umränderten Mulden übersät. Helle und dunkle Flecken wechseln ab, wie in einer Landschaft zur Zeit der Schneeschmelze. Auf der einen Seite des Ganges, die etwas höher liegt, tritt deutlich ein horizontales Grünsandband zwischen den Kalkstufen hervor. Es ist aber nur 1 dm dick. Diese Schicht zog sich offenbar quer über den ganzen Gang. Sie wurde an einer Reihe von Stellen erodiert, so dass der hellere Kalkstein darunter erschien. Der Untergrund scheint aus Schrattenkalk zu bestehen, darüber liegt Seewerkalk.
5. Der faule Dom scheint ganz in weichem Grünsand ausgehöhlt zu sein.

Grünsandblöcke finden sich häufig und an den verschiedensten Stellen der Höhle, vom Anfang an bis zu den fernsten Gängen; ihr Ursprung kann aber nicht bestimmt werden.

Hydrographie des Höll-Loches.

Mehrmals sind Gewässer in der Höhle erwähnt worden, ruhende Tümpel oder Bäche. Es möge hier nochmals eine Zusammenstellung folgen.

A. Wasserläufe in der Höhle selbst.

Es muss zum voraus erwähnt werden, dass nicht alle der aufgezählten Bäche und Quellen auf jeder Expedition angetroffen wurden. Mehrere waren zeitweise versiegt und werden daher als temporär bezeichnet. Die Wassermenge richtete sich natürlich nach den Witterungsverhältnissen im Freien. Bei starkem Frost war der Zufluss ein sehr spärlicher, bei Tau- oder Regenwetter dagegen sehr ausgiebig.

Es mag hier schon bemerkt werden, dass das Anschwellen und Abnehmen der Gewässer in der Höhle sich innerhalb weniger Stunden deutlich bemerkbar macht, hinten langsamer, als vorn. Es ist dies daraus erklärlich, dass grosse Flächen des Einzugsgebietes kahl sind, des aufspeichernden Humuspolsters entbehren; auch können die Wasser durch die zahlreichen Spalten im Gestein rasch und ungehindert vordringen.

Es möge nun eine Aufzählung der einzelnen Wasseradern folgen:

1. Gleich beim Eingang liegt ein grosser Kessel, der stets mit Wasser gefüllt war. Er wird von einem temporären Zufluss aus dem Innern der Höhle gespeist.
2. In der vom Eingang nach N abzweigenden Rinne wurde stets ein Tümpel angetroffen, ohne sichtbaren Zufluss. Das Wasser kommt vermutlich von den Deckenspalten.
3. Bei 90 m bricht aus der Wand (NW-Wand) aus einer Spalte eine Quelle, 1 m über der Sohle des Ganges. Das Wasser stammt vielleicht aus dem unter 2 erwähnten Tümpel. Diese Quelle scheint konstant zu sein, aber die Menge wechselt sehr, vom blossen Sickern bis zu etwa 200 Minutenliter. Das Wasser fliesst den Gang hinunter zur
4. bösen Ecke, wo der erwähnte lange Tümpel den Weg versperrt. Unter normalen Verhältnissen ist dieser etwa 0,5 m tief, doch wurde zweimal beobachtet, dass bei Regenwetter das Wasser stark stieg, bis auf etwa 2 m Tiefe, so dass es fast zur Decke reichte. Dann aber blieb es stationär, trotz reichlichen Zuflusses. Einmal im Januar, als das Thermometer im Freien längere Zeit auf -10° stand, fand sich an Stelle der Wasseroberfläche eine dünne, schwebende Eisdecke, darunter war der Raum leer. Daraus geht hervor, dass an dieser Stelle Abflussöffnungen in verschiedener Höhe in den Wänden vorkommen müssen.
5. Den nun folgenden Gang hinunter floss bei starkem Regenwetter eine beträchtliche Wassermasse, wie eine an jener Stelle eingeschlossene Expedition konstatieren konnte. Die vorher dort liegende Sandmasse war verschwunden, ein schweres Brett in die Tiefe getragen worden.

Es folgen nun zahlreiche Tümpel und Erosionstöpfe, die ganz oder teilweise mit klarem oder trübem Wasser gefüllt angetroffen wurden. Sie sollen hier nicht nochmals aufgezählt werden, weil die sie speisenden Gewässer nicht direkt beobachtet werden konnten. Sicherlich kommen sie zum grossen Teil aus den Deckenspalten.

6. Das nächste Bächlein wurde bei 1240 m beobachtet, jedoch nur auf zwei Expeditionen. Es entsprang einer Spalte im Aquarium, floss durch die Trümmer des dortigen Plateaus und stürzte über

die erwähnte Stufe in die Alligatorenschlucht hinunter, wo es sich zwischen den Blöcken verlor.

7. Bei 1600 m bricht wohl die grösste konstante Quelle der ganzen Höhle aus einer Nische hervor. Minimum und Maximum, die beobachtet wurden, verhalten sich etwa wie 1 : 2. Allerdings muss bemerkt werden, dass noch niemand bei Regenwetter so weit vordringen konnte, da sich der Keller dann weit hinauf mit Wasser gefüllt hatte.

Der erwähnte Bach, dessen Ergiebigkeit im Mittel auf etwa 150 Minutenliter geschätzt wurde, fliesst den Gang nach N hinunter, also zunächst höhlenauswärts und bildet die früher genannten länglichen Tümpel. Dann rauscht er weiter durch eine enge Rinne, füllt eine weite, flache Mulde in einer Nische und verliert sich dort in einer Spalte. Wahrscheinlich erscheint er wieder im nordischen Gang, zieht unter einer vorspringenden Leiste in der Sohle des Ganges nach Osten, also bergewärts und verliert sich an unbekannter Stelle.

8. Im Sintergang fanden wir eine kleine Wasserader von geringer Mächtigkeit, die — breit zerteilt — in kaum merklicher Bewegung über die Stufen hinunter schlich. Sie wird wohl bloss durch Sickerwasser gespeist, das in der hintersten, obersten Nische den feinen Spalten entquillt. Die fein modellierten, weissen Sinterabsätze beweisen uns, dass hier niemals ein starker Bach durchzieht.

Aus dieser Aufzählung ergibt sich, dass die konstant fließenden Gewässer in dem bisher begangenen Teil der Höhle nur spärlich vorkommen und keinen grossen Einfluss mehr haben auf die Gestaltung der Gänge. Grössere konstante Wasseradern mögen wohl verborgen in einem tieferen Niveau fließen und auf verschiedener Höhe, an verschiedenen Stellen des Bödmeren-Massivs ins Tal münden. Wahrscheinlich tritt ein Teil des Wassers im schleichenden Brunnen zu Tage, ob aber alle Bäche, die in der Höhle angetroffen werden, sich dorthin ziehen, ist einstweilen ganz ungewiss und bloss Hypothese. Versuche mit Fluorescein mögen hierüber Aufklärung bringen.

Es ist aber sicher erwiesen, dass zeitweise mächtige Wassermassen in die verschiedenen Gänge stürzen, wahrscheinlich werden grosse Strecken ganz angefüllt. Daraus resultiert die Gefahr der

sommerlichen Besuche und das Risiko, das diejenigen laufen, welche die Höhle durch Anbringung von künstlichen Hilfsmitteln zugänglich machen wollen. Es könnte leicht geschehen, dass solche Kunstbauten stark beschädigt oder vernichtet würden.

Dass das Wasser in der Höhle oft beträchtlich steigt, beweisen folgende Beobachtungen:

1. Die Niederschläge von feuchtem Schlamm, die sich an verschiedenen, z. T. hoch gelegenen Gängen der Höhle an den Seitenwänden, zuweilen bis fast an die Decke auf Leisten und Vorsprüngen finden, so z. B. im Riesengang, am Zürichsee.
2. Im Schlauch wurde im Februar eine Zeitung, die im August des vorhergehenden Jahres am Fusse des Otterkamins deponiert worden war, halb in Sand begraben vorgefunden. Sie ist also etwa 5 m höher getragen worden und dies kann nur durch das steigende Wasser geschehen sein.
3. Bei 140 m war der Gang anfänglich, wie früher gemeldet, mit einer mehrere cm tiefen Sandschicht überdeckt; bei einem späteren Besuch trafen wir dort nur die nackte Sohle.

Auffällig ist es, dass stets der Kreuzweg vollkommen trocken gefunden wurde, und dass Speisereste, Papierfetzen etc., die bei einem Biwak bei 1050 m zurückgelassen worden waren, sich bei allen folgenden Expeditionen in unveränderter Lage wiederfanden.

Daraus können wir schliessen, dass das Höll-Loch kein einheitliches System von Wasseradern besitzt, sondern hydrographisch in mehrere von einander unabhängige Gebiete zerfällt.

Es ist die Vermutung ausgesprochen worden, dass das Wasser von unten aufsteigen und die untern Partien zum gleichen Niveau füllen könnte. Allein eine solche Annahme scheint mir ganz unzutreffend, denn die obere Grenze der Schlammabsätze liegt in verschiedenen Gängen verschieden hoch. Zudem hätte das aufsteigende Grundwasser sich um 50 m und mehr über das Niveau des Tales erheben müssen, hätte also sicherlich Abzüge gefunden, ehe es so hoch gestaut worden wäre, wie dies bei artesischen Brunnen der Fall ist.

Ob die Spalte, durch welche man die Höhle betritt, auch als Ausflussöffnung dient, soll später erörtert werden. Sicher ist, dass das früher der Fall gewesen sein muss.

Es ist gesagt worden, dass vom Kreuzweg aus zwei Arme ins Freie führen, wovon der eine etwa 6—7 m höher liegt, als der untere. So taucht die Vermutung auf, dass der obere der ältere sei und später, als der untere gebohrt worden war, immer noch als Überlauf diene, wie ähnliches ja bei vielen Höhlen unzweifelhaft konstatiert ist. Allein hier darf man dies nicht ohne weiteres annehmen. Es ist zu beachten, dass der obere Gang vom Kreuzweg an steigt und dass sich Deckenspalten in ihm öffnen. Er kann also ganz gut selbständig entstanden sein, und einer von der untern getrennten Wasserader als Ausfluss gedient haben. Erst später wäre dann eine Verbindung zwischen den beiden in verschiedenem Niveau liegenden Gängen heraus erodiert worden.

Über die Temperatur des Wassers im Höll-Loch.

Bis jetzt konnten aus verschiedenen Gründen keine systematischen Messungen in den verschiedenen Abschnitten vorgenommen werden. Ich gebe eine kleine Übersicht der bisher erhaltenen Ergebnisse.

Luft am Eingang	Ort d. Messung	Monat	Temperatur d. Wassers.
—4 °C	1100 m Keller	II.	3,8 ° ¹⁾
—4 °	1500 m Tümpel	II.	5 °
+2 °	1500 m Tümpel	III.	7 °
—4 °	2500 m Ende Rieseng.	II.	6 °
+2,3 °	Zürichsee	III.	7,3 °

Die Temperatur des Wassers in den Erosionstöpfen schwankte zwischen 5 ° und 7 °.

Das hier in Betracht kommende Wasser entstand durch Schmelzen der Schneedecke auf der Bödmeren; es hatte also ursprünglich eine Temperatur von 0 °. Auf seinem Wege durch die Spalten des Gebirgsstockes nahm es die Temperatur des umgebenden Gesteins an. Daraus erklärt sich die ziemlich weit gehende Übereinstimmung der Temperatur in den verschiedenen Teilen der Höhle. Die Differenzen können etwa dadurch erklärt werden, dass das Wasser nicht immer gleich rasch in die Tiefe gelangte; schmilzt oben viel Schnee, so eilt die grössere Menge der Flüssig-

¹⁾ Von einem Freunde wurde auf einer Expedition, an der ich nicht teilnehmen konnte, die Temperatur zu 3 ° bestimmt; und doch war damals Regenwetter im Freien.

keit rascher zur Tiefe, hat also weniger Zeit, sich zu erwärmen. Bei den stagnierenden Gewässern hat aber auch der Luftzug einen Einfluss auf die Temperatur durch Einwirkung der Verdunstungskälte. Je niedriger das Thermometer im Freien steht, um so lebhafter ist der Luftzug, um so mehr sinkt die Temperatur.

Eine weitere lokale Abkühlung kann durch seitlich oder von oben einfallende kalte Luftströme bewirkt werden.

Expeditionen in kommenden Wintern sollen diesen Verhältnissen ihre besondere Aufmerksamkeit schenken. Es werden aber auch einige Züge im Sommer gewagt werden dürfen, so dass sich dann interessante Vergleiche der Temperaturen in den verschiedenen Jahreszeiten ergeben dürften.

Beziehungen der Gewässer des Höll-Loches zu den darüber liegenden Bächen auf der Erdoberfläche.

Es ist schon darauf hingewiesen worden, dass auf dem Bödmerenstock, wie auf dem ganzen Silbermassiv fast alle atmosphärischen Niederschläge sich in den Höhlungen des Bodens verlieren. Man darf nicht annehmen, dass das Höll-Loch der Hauptabzugskanal oder gar der einzige für alle diese Wassermassen sei, sonst müsste es selbst im Winter, wo ja der Schmelzprozess an der Berührungsstelle von Gestein und Schnee beständig anhält, die Höhle von ganz beträchtlichen Wassermassen durchzogen werden. Es gibt sicherlich noch eine Menge anderer Abzugskanäle, die der Mensch einstweilen noch nicht betreten hat. Vielleicht fließen unter dem Höll-Loch Wassermassen, welche aus demselben unbeschriebenen Gebiet kommen, wie diejenigen, welche die bis jetzt bekannte Höhle geschaffen haben. Indessen haben direkte Verbindungsarme zwischen diesen beiden Kanälen bis jetzt nicht gefunden werden können.

Es ist übrigens anzunehmen, dass früher, in den Zeiten der Vergletscherung, die eindringenden Mengen von Schmelzwasser beträchtlich grösser waren als heute, falls die Spalten damals schon ein bedeutendes Lumen besaßen. Man weiss eben nichts über die Schnelligkeit, mit der sie sich erweitern, über die Zeit, welche zur Erodierung oder zur Auflösung einer bestimmten Gesteinsmenge nötig ist. Die Faktoren sind allzu mannigfach.

Noch taucht die Frage auf, ob die Bildung der Höhle irgendwie abhängig sei von der Arbeit der beiden seitlichen Bäche, der Muota und des Starzlenbaches. Falls die Höhlenarme stets in kürzester Verbindung mit dem Tale waren, so ist es klar, dass die Höhle höchstens bis zum Niveau des aussen vorbeifliessenden Baches erodiert werden konnte, weil dann das Wasser sich in den Bach ergoss.

Bestand aber eine solche direkte Verbindung nicht, so konnte sich das Wasser in der Höhle wohl selbständig tiefer einschneiden, als der Bach im Freien; die Beispiele, wo Gewässer in verschiedenem Niveau neben einander her laufen, sind ja zahlreich.

Die Höhlenwasser konnten sich dann erst viel weiter talabwärts in den Fluss ergiessen. Das Aufsteigen von Quellen am Boden von fliessenden und stehenden Gewässern wird vielfach beobachtet.

Die Bemerkung von Dr. O. Fraas: „Die Existenz einer Höhle vor dem Tal ist ein Kind vor dem Vater“¹⁾ ist daher nur bedingt zutreffend.

B. Der Höll-Bach.

Das Höll-Tobel ist früher beschrieben worden. Meist ist es ganz trocken, nur an zwei Stellen liegen Tümpel, der eine ungefähr in der Mitte des Tobels, etwa 45 m unter dem Eingang der Höhle, der andere nahe am Starzlenbach, nur etwa 2 m darüber, also gegen 70 m unter dem Eingang.

Ich selbst habe nur einmal Wasser im Höll-Tobel fliessen sehen. Um ein Bild der Wasserverhältnisse in dieser Schlucht zu bekommen, muss man sich auf die Aussagen der Umwohner verlassen. Diese lauten allerdings sehr verschieden und widersprechend. Während einige behaupten, dass nach langen Regengüssen ein Bach aus dem Höhleneingang hervorbreche, bestreiten andere dies entschieden und sagen aus, das Wasser dringe an einer tieferen Stelle aus der Sohle des Bachbettes selbst. Wenn es im „Glarnerland“ stark geregnet habe, komme der Bach drei Tage nachher: er fiesse aber nicht alle Jahre. Ein alter Mann erzählte mir auch, dass einst aus einem grossen Loch von etwa einem Fuss Durchmesser, das sich in der Sohle des Bachbettes

¹⁾ Kraus, Höhlenkunde, pag. 21.

öffnet, ein grosser Stein geworfen worden sei, worauf ein mächtiger Wasserstrahl nachdrang. Den Stein habe man nicht mehr ins Loch hinein zwingen können.

Ich selbst habe im Sommer, nachdem es beinahe 20 Stunden geregnet hatte, folgendes beobachtet:

Es floss in der Tat ein Bach das Höll-Tobel hinunter: allein das Wasser stammte fast alles aus oberirdischer Quelle. Von dem überhängenden Felsen, der den Höhlen-Eingang überdacht, stürzte sich ein kleiner Wasserfall ins Bett hinunter. Das Wasser kam vom Walde her, der den Boden oberhalb des Höhleneinganges bedeckt. Es verschwand bald zwischen den Steinen im Boden und erschien erst wieder unterhalb der Steilwand, welche die beiden Abschnitte des Tobels trennt. Wie früher bemerkt wurde, ist dieser plattige Absturz ganz mit Kryptogamen überwachsen, wird also offenbar nie mehr von schlammigem Bachwasser übergossen.

Etwa in der Mitte des Tobels vereinigte sich mit dem Höll-Bach ein anderes Bächlein, das aus den südlich gelegenen Wiesen kam, eine Zeitlang im Strassengraben dahinfloss und sich dann über den Abhang der Schlucht hinunterwarf, um sich in den ersten Bach zu stürzen. Das Wasser verschwindet ebenso rasch wieder, wie es kommt. Am 12. X. 1902 abends ging der Bach ziemlich stark, am nächsten Morgen früh, nachdem der Regen aufgehört hatte, war das Bett schon wieder fast trocken. Aus der Höhle selbst aber floss kein Tropfen. Es ist allerdings möglich, sogar wahrscheinlich, dass aus den beiden erwähnten Öffnungen in der Sohle des Höll-Tobels noch zeitweilig Wassermassen hervorquellen. Aber es darf doch gesagt werden, dass das Höll-Tobel nicht mehr als Abzugskanal eines grossen Teils der Höhlengewässer diene, wie dies wohl früher der Fall war.

Nachtrag. Herr Saxer, einer der eifrigsten Höll-Loch-Besucher, berichtet mir folgendes: Am 17. V. 1904 sah er morgens um 8 Uhr aus verschiedenen Spalten unter der Naturbrücke eine bedeutende Wassermasse hervorbrechen. Das Wasser floss das Tobel hinunter und überspülte auch den Steilabsturz zwischen den beiden Talstufen. Nachmittags 2 Uhr hatte der Zufluss vollständig aufgehört! Es ist unentschieden, ob das Wasser von einem Gewitter, oder von einer vorübergehend besonders intensiven Schneeschmelze stammt.

C. Der Schleichende Brunnen.

Der Schleichende Brunnen ist eine mächtige Quelle, die am Fusse einer senkrechten Wand aus Schrottenkalk hervorbricht. Er liegt am Südsturz des Bödmerenmassivs, nur wenige Meter über der Talsohle. Seine absolute Höhe beträgt, nach der Siegfriedkarte 635 m. Folglich befindet er sich rund 100 m unter dem Eingang des Höll-Lochs, oder 10 m unter der tiefsten Stelle des zunächst gelegenen Teiles der Höhle, dem Zürichsee. Er ist ungefähr 400 m in horizontaler Richtung vom nächsten Punkt der Höhle entfernt. Diese Quelle bildet zusammen mit einem Quellbach, der aus einer benachbarten Schutthalde quillt, vorerst einen kleinen Teich von etwa 50 m² Oberfläche und gegen 2 m Tiefe. Die vereinigten Wassermassen ergiessen sich in die Muota, nachdem sie auf ihrem Wege die Maschinerie einer Säge in Bewegung gesetzt haben.

Die Wassermasse der vereinigten Quellen wird von Prof. Heim auf 1—3 m³ pro Sekunde geschätzt. Nach Aussage des Besitzers der Säge scheinen die Mengenunterschiede in verschiedenen Jahreszeiten nicht gerade gross zu sein. Allerdings lässt sich eine „Strandlinie“ etwa 2 dm über dem gewöhnlichen, von mir beobachteten Niveau erkennen, aber aus dieser Erscheinung kann man keine sicheren Schlüsse auf das Wachsen oder Abnehmen der Wassermasse ziehen.

Die Temperatur des Wassers wurde bei den wenigen Messungen im Mittel zu 6° gefunden¹⁾.

¹⁾ Ich werde den Besitzer der Säge zu veranlassen suchen, während eines Jahres oder mehrerer Jahre regelmässige Temperaturmessungen der beiden Quellen vorzunehmen. Aus einer Vergleichung mit den äusseren Witterungsverhältnissen und mit den gelegentlich vorgenommenen Messungen der Gewässer in der Höhle werden sich vielleicht interessante Schlüsse ziehen lassen.

Nachtrag. Die Messungen sind seit 15. I. 1904 im Gange.

Nachtrag vom 2. Juni. Soeben vernehme ich, dass am 18. V. 1904 ein Färbungsversuch mit Fluoresceïn gemacht wurde. An jenem Tage stürzte, laut Aussage von Herrn Widmer, eine bedeutende Wassermasse aus einer Spalte des „Saxerganges“ in den „Zürichsee“. Herr Widmer schüttete 5 kg Fluoresceïn ins Wasser; 10 Minuten später erschien beim „Schleichenden Brunnen“, wo Herr Rahr, Geologe aus Brüssel, die Beobachtung ausführte, die charakteristische grüne Färbung.

Vergleichen wir diese Temperatur mit derjenigen der Gewässer im Innern der Höhle, so ergibt sich, dass sie ungefähr in der Mitte der dort abgelesenen steht. Daraus darf man wohl schliessen, dass im Schleichenden Brunnen die verschiedenen Gewässer des Höll-Loches vereinigt sind. Allein ein zwingender Beweis ist dies durchaus nicht, denn die Wasser können ebenso gut aus andern Hohlräumen des Massivs kommen, die mit dem Höll-Loch in keiner Verbindung stehen.

Hygienisches.

Über die Zuträglichkeit oder Schädlichkeit des Wassers im Höll-Loch und im Schleichenden Brunnen ist folgendes zu sagen:

Wir haben auf unsern Expeditionen — allerdings nur im Winter — ungekochtes Wasser in allen Teilen der Höhle getrunken, fliessendes und solches aus den Töpfen, ohne dass je ein Teilnehmer irgend welche übeln Folgen gespürt hätte.

Aus dem Schleichenden Brunnen wird regelmässig für den Hausbedarf der Anwohner geschöpft. Bis jetzt ist aber nie ein Typhusfall aufgetreten, wie mir die Leute des Ortes mitteilten.

Es scheint also, dass die genannten Quellen hygienisch unanfechtbar seien. Die Oberfläche, wo das Wasser sich sammelt, ist zum Teil mit Wald überdeckt, zum Teil ödes Karrenfeld, und nur zum Teil Weide, so dass im Vergleich zum ganzen Einzugsgebiet die mit den Excrementen der weidenden Tiere bedeckte Fläche klein ist. Es werden auch keine Kadaver in die Schlote geworfen, wie dies nach den Schilderungen von Prof. Martel in manchen Höhlen-Gegenden Frankreichs der Fall ist¹⁾. In unserem Gebiet müssen die Wasser eine mehrere hundert Meter hohe Schicht durchsickern und durchfliessen, ehe sie wieder zu Tage treten. Auf diesem Wege werden offenbar alle eventuell vorkommenden schädlichen Stoffe zersetzt.

Die Durchlüftung des Höll-Loches.

1. Existenz einer Strömung. Während die Luft in den meisten Höhlen stagniert, und daher unangenehm muffig und

¹⁾ Führer Mettler erzählte mir, dass einst eine Kuh in ein solches Loch gefallen und erstickt sei, man habe sie aber herausgezogen und den Kadaver verwertet.

drückend ist, trifft dies für den grössten Teil des Höll-Loches nicht zu. In ihm herrscht, mit Ausnahme einiger Sackgassen, beständig ein Luftzug, dessen Energie allerdings sehr wechselvoll ist.

2. Richtung und Intensität. Auch die Richtung des Stromes ist ungleich, bald bergewärts, bald auswärts. Er ist, so viel bis jetzt beobachtet werden konnte, in der ganzen Höhle gleich gerichtet: es wurden keine Gegenströmungen beobachtet. Nur an zwei Stellen wurde ein Einfallen von kalter Luft aus Spalten in der Decke bemerkt; daher rührte die Trübung der dort stagnierenden Luft.

Es hat sich gezeigt, dass die Intensität der Strömung ungefähr in direktem Verhältnis steht zur Temperatur der Aussenluft¹⁾. Am schwächsten war sie, wenn das Thermometer im Freien wenige Grade über Null stand. Sie wurde um so stärker, je mehr die Aussentemperatur unter diesen Betrag sank oder sich über ihn erhob. Doch spielen auch die Winde eine Rolle, ihre Richtung und Kraft, indem sie bald unten oder in der Höhe aspirierend oder stauend wirken.

Ist der Zug in der Höhle kräftig, so ist der Unterschied in der Intensität zwischen Tag und Nacht nur gering, ist er dagegen schwach, so kann es vorkommen, dass allmählich, im Laufe von Stunden, eine Umkehrung eintritt, indem, falls der Berg schneefrei ist, am Tag die Luft einwärts, bei Nacht auswärts strömt.

Die Energie des Luftzuges wechselt mit dem Querschnitt der Höhle, sie ist, wie leicht begreiflich, viel bedeutender an engen Stellen, als in weiten Kammern. Am beftigsten ist die Strömung im Eintrittsgang, ferner beim Aeolsmund und bei der Windpfeife.

Daneben gibt es Stellen, wo die Luft fast gänzlich stagniert, wie am Ende des Riesenganges und vor allem im Saxergang. Auch für den Nordischen Gang und die Nordische Kammer trifft dies zu, wie uns einst der erstickende Qualm eines Feuers drastisch

¹⁾ Bis jetzt sind keine Messungen gemacht worden, doch hoffe ich, in Zukunft ein transportables Anemometer mitnehmen zu können. Einen Begriff von der Intensität der Strömung mag die Tatsache geben, dass das Gebläse im Eingangstunnel eine Petroleumfackel von 4 cm Durchmesser ausblies.

belehrte. Und doch führt von der Nordischen Kammer ein Arm zur Windpfeife. Aber Verbindungsloch und Spalte sind eng; die Luft, welche so scharf durch die Windpfeife bläst, scheint allein aus dem Gang zu kommen, der hoch über der Nordischen Kammer nach S zieht.

3. Ursache der Strömung. Aus dem Umstand, dass überhaupt eine Strömung existiert, muss geschlossen werden, dass die Höhle an beiden Enden offen ist. Aber wir wissen nichts über die Zahl und Grösse der Öffnungen. Es können wenig grosse sein. Viel wahrscheinlicher ist es aber, dass sich das Höll-Loch im hintern Teil in eine grosse Menge feiner Spalten und Schlote nach oben öffnet, welche so eng sind, dass der Mensch nicht durchdringen kann.

Sicherlich liegen aber diese Öffnungen am andern Ende höher, als das Eingangsloch. Die meisten finden sich wohl oben auf der Bödmeren, wenn auch einzelne Spalten in den Felswänden des Bisitales oder auf der Pragelseite endigen mögen.

Fassen wir alle Öffnungen auf der Bödmeren als Ganzes zusammen, so kann also gesagt werden, dass Anfang und Ende des Luftkanals um rund 500 m in der Höhe differieren.

Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, hat die Luft zu allen Zeiten im grössten Teil der Höhle eine mittlere Temperatur von 6° — 7° C. Ihre Temperatur liegt also im allgemeinen im Winter über derjenigen der Aussenluft, im Sommer aber darunter. Im ersteren Falle steigt sie — weil spezifisch leichter — durch die Öffnungen an die Oberfläche und saugt die in den vorderen Teilen der Höhle liegenden Luftmassen an; so entsteht eine Strömung bergewärts. Die eindringende Luft erwärmt sich an den Wänden der Höhle, so dass die Strömung zu einer kontinuierlichen wird. Das Höll-Loch kann also in diesem Fall mit einem ungeheueren Kamin verglichen werden.

Im zweiten Falle sinkt die kühlere, spezifisch schwerere Höhlenluft vom höheren Innern nach dem tieferen Eingang; es macht sich eine Strömung auswärts bemerkbar. In der Höhe wird die Aussenluft aspiriert und im Innern des Berges abgekühlt.

Das Höll-Loch ist demnach eine Windröhre von riesigen Dimensionen. Solche Windlöcher sind in allen Kalkgebirgen bekannt. Die Professoren Crammer und Sieger haben ähnliche

Verhältnisse in den Ötscherhöhlen der österreichischen Alpen untersucht.

4. Folgen der Strömung. Die Folgen dieser Zirkulation machen sich zunächst in wohltätiger Weise dadurch bemerkbar, dass in den meisten Gängen des Höll-Lochs die Luft stets frisch ist, so dass das Atmen ganz unbelästigt vor sich geht. Daher birgt die Höhle auch nur an wenigen Stellen die Gefahr einer Vergiftung durch irrespirable Gase, z. B. durch Kohlensäure, welche bei geschlossenen Höhlen stets zu fürchten ist¹⁾.

Eine weitere Folge der lebhaften Strömung ist die Trockenheit der von ihr durchzogenen Hohlräume im Winter. Im Sommer sind sie allerdings sehr feucht und schmutzig, weil der schwächere Luftstrom nicht im Stande ist, das eindringende Wasser vorweg zu verdunsten.

So sind die Gänge abwechselnd trocken und feucht und dieser Wechsel ruft einer langsamen Verwitterung der Wände, wie die abgestürzten Blöcke deutlich dokumentieren. Die äussersten Schichten blättern und zerbröckeln langsam zu Staub. In der Tat sind Wände und Decke fast überall mit einer Staubschicht überzogen.

Eisbildungen.

Dem Luftzug sind endlich die Eisbildungen zuzuschreiben, die sich bis auf 130 m im Innern vorgefunden haben. Sie treten nur im Winter auf und verschwinden vollständig im Frühling, verdanken also ihre Existenz nur der kalten Aussenluft und nicht der Verdunstungskälte.

Es sind folgende zu erwähnen:

Über der Eingangsnische hängt im Winter eine ganze Garnitur Eiszapfen von der Decke herunter, die bis 2 m lang werden.

Der Tümpel vor der Eingangsspalte ist im Winter fast stets mit einer dicken Eisschicht überzogen.

¹⁾ Ein empfindlicher Übelstand ist dagegen die Gefahr einer Erkältung der Teilnehmer an den Expeditionen. Die grossen Anstrengungen rufen selbst bei der niedrigen Temperatur der Höhle eine reichlichen Perspiration. In der bewegten Luft ist die Verdunstung lebhaft und der daraus resultierende Wärmeentzug bedeutend.

Auf einer Expedition wurde beobachtet, dass beim Kreuzweg eine Reihe von Eisstalaktiten und langen Stalagmiten den Gang zur Teufelswand abspernte.

Die Quelle bei 90 m ist auch schon vereist angetroffen worden.

Der Boden des Ganges, der zur bösen Ecke hinunter führt, ist oft ebenfalls mit einer trügerischen Eiskruste überzogen.

Der Tümpel bei der bösen Ecke ist im Winter mit einer mehr oder weniger dicken Eisrinde bedeckt. Einmal traf es sich, dass das Wasser darunter abgelaufen war.

Weiter einwärts finden sich keine Eisbildungen mehr, einmal, weil der folgende Teil der Höhle im Winter meist ganz trocken ist, sodann, weil weiter hinten, wo wieder Wasser auftritt, die Temperatur der Luft bereits über 0° gestiegen ist.

Zum Schlusse dieses Abschnittes über die Luftzirkulation folgt die Tabelle der Temperaturablesungen, soweit sie bis jetzt ausgeführt werden konnten.

Datum	Ein- gang	30 m	Meter								Richtung d. Luft- zuges		
			300 m	540 m	790 m	920 m	1240 m	1360 m	1600 m	2000 m		2550 m	
13. I. 1900	-8°			-0,5	0°	+0,5							einwärts sehr stark
14. II. 1900	-0,5					+5				+6 ¹⁾			einwärts
15. III. 1901	+2					+5,4	+5						einwärts schwach
18. I. 1902	-1,5	+0,2	+2	+3,5				+5					einwärts
14. II. 1902	-4					+4,4				+6	+5,1 ²⁾	+7	einwärts
23. VIII. 1903	+8,1		5,5										auswärts
14. III. 1903	+2,3		+8 ³⁾										einwärts schwach

Biologisches aus der Höhle.

Bekanntlich ist in österreichischen, französischen und amerikanischen Höhlen eine eigentümliche Fauna und Flora gefunden wor-

¹⁾ Nordische Kammer.

²⁾ Tiefere Temperatur infolge des Einfallens kalter Luft im Riesengang und im Domgang.

³⁾ Im Saxergang.

den. Die Tiere zeigen als hervorstechendste charakteristische Eigenschaften eine weisse Färbung und Mangel des Sehvermögens.

Auch im Höll-Loch habe ich nach solchen autochthonen Lebewesen gesucht, freilich bis jetzt mit geringem Erfolge, wie dies übrigens vorausszusehen war. Die Tiere wurden ursprünglich in die Höhlen eingeschwemmt. Die folgenden Generationen bedurften zur gedeihlichen Weiterentwicklung grösserer, ruhiger Gewässer und einer regelmässigen Nahrungszufuhr. Das Höll-Loch erfüllt diese Bedingungen nur ungenügend. Die Tümpel sind klein und werden von Zeit zu Zeit durch ungestüm hereinbrechende, trübe Wassermassen beunruhigt oder ausgefegt.

An verschiedenen Stellen in den vorderen Teilen der Höhle entdeckten wir zeitweilig Wurmexcremente, von den Tieren selbst aber war keine Spur zu finden. Erst weit hinten, nahe am Ende des Riesenganges, stiessen wir auf solche. Zunächst fanden wir einen offenbar verirrtten Wurm auf dem nackten Fels, dann eine ganze Menge solcher in dem erwähnten Sandhaufen an der E-Wand; bei 2370 m.

Nach den Bestimmungen von Dr. K. Bretscher sind es *Allolobophora*-Arten. Der Sandhaufen war ganz mit ihren Excrementen überdeckt.

Überall zerstreut fanden wir auch feine, halbfaule Holzsplitterchen und Nadeln von *Calluna vulgaris*.

Diese Organismen und organischen Reste sind offenbar vor nicht zu langer Zeit eingeschwemmt worden und zwar nicht vom Riesensaal her, sondern direkt von oben durch die Deckenspalten. Die Würmer werden jedenfalls bald zu Grunde gehen, sei es aus Mangel an Nahrung, der sie zur Wanderung zwingt, so dass sie aus der Umgebung des Sandhaufens verschwinden, wie das oben angedeutet worden ist, sei es, dass sie im eindringenden Wasser ertrinken.

Im Tümpel bei 1500 m fand ich ein weisses, Egelähnliches Tier, das aber auf dem Transport im Rucksack infolge Bruches des Glases so sehr zu Schaden kam, dass es nur vermutungsweise als *Platode* anzusprechen ist.

Im Zürichsee endlich wurden eine Menge weisser Krebschen entdeckt. Es ist *Gammarus puteanus* Koch (*Niphargus*

puteanus Schiödte). Diese Exemplare unterscheiden sich nicht von denjenigen, welche in der Schweiz aus andern lichtlosen Orten, z. B. aus den Tiefen des Genfersees, aus Sodbrunnen, gezogen worden sind¹⁾. Sie sind ebenfalls vollständig blind. Indessen scheint die Grösse das Mittelmass zu übersteigen, indem das grösste dieser Tiere in gerader Linie von der Stirne bis zum Ende des Abdomens, ohne Anhang, 1,6 cm mass, während in den unten angeführten Werken die Länge des Körpers zu 0,7 bis 1,05 cm angegeben wird.

Ob die bedeutende Grösse unseres Höhlentieres als Artenmerkmal konstant, oder nur einzelnen Individuen eigentümlich ist, konnte einstweilen nicht festgestellt werden.

Es kann wohl kein Zweifel darüber herrschen, dass diese Tiere die Nachkommen von Gammariden sind, welche vor langer Zeit, als die Verteilung der Wasseradern im Höll-Loch eine andere als heute war, aus den Gewässern der Erdoberfläche eingeschwemmt wurden. Da in der ewigen Nacht der Höhle die Sehorgane ausser Gebrauch fielen, so trat eine Rückbildung ein, die zur völligen Atrophie der Augen führte.

Am 1. XI. 1903 wurde kein einziges Exemplar vom *Niphargus* im Zürichsee gefunden, weder lebend noch tot. Das Wasser stand um zirka 3 dm höher als am 14. III. 1903. Es ist nicht anzunehmen, dass die Tiere irgendwohin auswandern konnten: sie werden wohl wie ihre verwandten Arten auf der Oberfläche der Erde vor dem Verenden Eier gelegt haben, und zwar müssen sie sich zu diesem Behufe an die tieferen Stellen zurückgezogen haben, denn weder im Schlamm des Grundes, noch an den Steinen im Wasser, soweit sie erreichbar waren, konnten irgend welche Spuren dieser Krebse entdeckt werden.

Die interessante Frage, ob die einzelnen Phasen in der Entwicklung dieser Tiere im Höll-Loch zeitlich mit den Stadien der Metamorphose ihrer im Freien lebenden verwandten Arten

¹⁾ Siehe darüber: Ph. de Rougemont, *Etude de la faune des eaux privées de lumière*. Neuchâtel 1876.

Alois Humbert: *Description du Niphargus puteanus*. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. XIV.

Carl Miethe: *Asellus cavaticus*, in *Revue suisse de Zoologie*. Genf 1899.

coincidiert oder nicht, kann wegen Mangel an Vergleichsmaterial einstweilen nicht entschieden werden¹⁾.

Noch spärlicher ist die Ausbeute an Pflanzen ausgefallen. Am auffälligsten sind die üppigen Mycelien von *Mucor* auf zurückgelassenen Speiseresten und auf Fäkalien. Im Saxergange wurde an der Decke eine Flechtenkolonie gefunden. Da jedoch die Apothecien vollständig fehlten, konnte keine Bestimmung vorgenommen werden. Aus dem Habitus schliesst Prof. Dr. Schinz, Direktor des botanischen Gartens in Zürich, dass es *Lecanora* sei.

Prähistorisches.

Manche Höhlen, auch in der Schweiz, haben Überreste von diluvialen Tieren und Spuren des prähistorischen Menschen geliefert. Auch daraufhin ist das Höll-Loch untersucht worden, leider gänzlich erfolglos. Es sind nicht einmal Knochen recenter Tiere gefunden worden. Das hat seinen Grund darin, dass die kahlen Gänge der Höhle, in denen stets Luftzug herrscht, nicht zum Bau eines Lagers einladen, ferner darin, dass die nächste Nische, die mit ihrem sandigen Boden allenfalls eine Zufluchtsstätte bieten könnte, 30 m vom Eingang weg liegt, und nur durch einen Sprung über eine Felswand hinunter zu erreichen ist. Selbst wenn je ein Wild sich dorthin zurück zog, um zu verenden, so wären seine Reste vom Wasser vernichtet, und unter Detritus begraben worden.

Lokalsagen.

So sehr Höhlen mit ihrem geheimnisvollen Dunkel der menschlichen Phantasie scheinbar reichen Spielraum geben, sie mächtig zur Erfindung von Sagen anregen sollten, so ist es doch eine Tatsache, dass die Höhlen bei weitem nicht so befruchtend auf die menschliche Lust, zu fabulieren, gewirkt haben, als z. B.

¹⁾ Von den übrigen von mir besuchten Höhlen lieferte nur das „Drachenloch“ im Giswylerstock eine nennenswerte zoologische Ausbeute. Dort wurden nämlich bei einer Ausgrabung mehrere Backenzähne, ein Rückenwirbel, einige Fussknochen und ein Schädelfragment gefunden. Letzteres war von einem kleinen Loch durchbohrt, welches offenbar von einem „Rehposten“ herrührt. Diese Knochen wurden von Prof. Dr. O. Stoll als die Überreste eines Bären (*Ursus arctos* L., nicht etwa *Ursus spelaeus*) erkannt. Mit ihnen gemischt fanden sich einzelne Knochen der Beute des Raubtieres, namentlich waren die Rippen von Schafen und Ziegen zahlreich.

Ruinen, dunkle Wälder, sonderbare Bergformen. Letztere standen in vielfachen Beziehungen zum Leben der Umwohner: heute noch treten sie häufig in ihren Gesichtskreis und halten die Überlieferung lebendig. Um die Löcher im Boden dagegen kümmern sich auch heute noch die Leute im allgemeinen sehr wenig.

So habe ich denn auch trotz eifriger Umfrage bei den „ältesten Leuten“ des Tales keine eigentliche Sage über das Höll-Loch in Erfahrung bringen können. Nur der nächste Anwohner wusste zu berichten, dass in früherer Zeit „Herdmannli“ aus dem Loche gekommen seien, um den Leuten bei ihren Arbeiten zu helfen. Diese Angabe ist ganz allgemein in Höhlendistrikten verbreitet; meist wird dann von irgend einer Missetat der Menschen berichtet, welche die hülfbereiten Gnomen vertrieb, so z. B. beim Laui-Loch, welches ebenfalls im Muotatale gelegen ist. Auffallenderweise weiss man hier von den sonst ubiquitären „Venedigern“ nichts. Offenbar ist im Tale nie auf Erz geschürft worden.

Interessant ist auch, dass die Sage von einer Benutzung des Höll-Loches durch die russischen Truppen, welche im Oktober 1799 mehrere Tage lang im hintern Muotatale lagen, nichts zu melden weiss.

Eigentumsverhältnisse.

Interessant ist endlich die Frage, wem die Höhle gehöre, das heisst, wer das Recht hat, den Zutritt zum Ganzen oder zu einzelnen Teilen zu verwehren, bauliche Veränderungen darin vorzunehmen, sie auszubeuten.

Gegenwärtig liegen die Verhältnisse so¹⁾:

Einige Zürcher Herren haben einen schmalen Streifen Landes rings um den Eingang angekauft. Daraus leiten sie das Recht ab, und haben es sich amtlich bestätigen lassen, über den Zutritt zur Höhle nach Gutdünken zu verfügen. Nun aber liegen die einzelnen Stücke der Höhle unter Laud, das mindestens drei verschiedenen Eigentümern gehört. Nach Aussage eines Rechtsgelehrten existiert im Kanton Schwyz²⁾ ein Gesetz, laut welchem

¹⁾ Ende 1903.

²⁾ In solchen Fragen scheint der Kanton die höchste Instanz zu sein.

alles, was lotrecht unter einem Stück Land liegt, in unbegrenzte Tiefe dem Besitzer dieses Landes gehört. Folglich erheben mindestens drei Eigentümer Anspruch auf Stücke des Höll-Loches. Nun aber existiert vorläufig nur ein Zugang und obige Besitzer könnten sich also wohl vom Gerichte ein Wegrecht durch das Land um den Eingang herum zusprechen lassen, wenn sie es nicht versäumt hätten, bei Zeiten sich dafür zu verwenden.

Die ganze Eigentumsfrage ist deswegen aufgetaucht, weil die Absicht bestand, das Höll-Loch touristisch auszubeuten, das heisst, die Wanderungen darin zu erleichtern und weniger gefährlich zu machen. Zur Verzinsung und Amortisation des aufgewendeten Kapitals hätte dann ein Eintrittsgeld verlangt werden sollen.

In der Schweiz kenne ich noch fünf Höhlen, bei welchen ein Eintrittsgeld erhoben wird: Die Grotte aux fées bei St. Maurice, die Höhlen von Réclère, Milandre, Baar, Rochers de Naye.

Bei diesen lagen die Verhältnisse offenbar viel einfacher als beim Höll-Loch und scheinen zu keinen Streitigkeiten Anlass gegeben zu haben.

Es ist mir nicht bekannt, ob in andern Ländern solche Fragen zu Prozessen geführt haben. In Frankreich sind diese Verhältnisse Gegenstand einer juristischen Untersuchung geworden¹⁾. Vielleicht wird sich auch bei uns ein Rechtskundiger finden, der die einschlägigen Bestimmungen in der Schweiz bearbeitet.

Alter der Höhle.

Das Alter der Höhle, ihre Entstehungszeit, in absoluten Zahlen anzugeben, ist natürlich ein Ding der Unmöglichkeit. Gehen ja doch die Meinungen verschiedener geologischer Autoritäten über die Dauer der einzelnen Zeitalter der Erde weit auseinander.

Sicher ist nur soviel, dass die Bildung des Höll-Loches erst mit der Emporfaltung der Alpen eingesetzt haben kann. Dabei spielte natürlich auch die Richtung und Neigung der Abdachung der Gesteinsschichten über der jetzigen Höhle, sowie die Menge der Nie-

¹⁾ H. Cord: De la propriété spéléologique. Thèse pour le doctorat. Paris, Arthur Rousseau. 1899.

derschläge eine ausschlaggebende Rolle. Immerhin darf wohl angenommen werden, dass die Haupterosion in den verschiedenen Eiszeiten stattfand. Es wäre ein fesselndes Problem, allfälligen Anzeichen dieser Eiszeiten, also einem durch grössere Trockenzeiten getrennten Anschwellen der Wassermassen nachzuspüren. Bis jetzt habe ich keine positiven Anhaltspunkte hiefür finden können, es wäre denn, dass man den grossen obern Gang einer ersten, den Widmergang einer zweiten und den Saxergang einer dritten Eiszeit zuschreiben wollte. Aber das sind einstweilen ganz unbegründete Vermutungen.

Zudem ist es wahrscheinlich, dass die Höhle nicht immer dieselbe Form hatte. Die dynamischen Vorgänge dauern fort¹⁾, die Schichten werden verschoben. Es ist wohl möglich, dass einzelne Hohlräume sich schlossen, dafür neue anderswo entstanden.

Schicksal des Höll-Loches.

Somit ist das Höll-Loch kein unveränderliches, totes Gebilde, sondern es ist in beständiger Umgestaltung begriffen. Künftige Expeditionen können vielfach wesentlich andere, als die hier geschilderten Verhältnisse antreffen. Einesteils erfährt die Höhle in einzelnen Gebieten, vor allem in der Tiefe, wo die Wasser sich sammeln, eine andauernde Erweiterung, anderseits stürzen von der Decke und den Wänden allmählich einzelne Blöcke herunter, welche die Gänge aufzufüllen drohen. Wohl werden diese Stücke zum Teil oder ganz wieder zerkleinert und fortgeschwemmt, aber wie weit dies der Fall ist, kann man nicht beurteilen.

So arbeiten Erosion und Korrosion einerseits, und die Einstürze anderseits einander entgegen. Ob dieser oder jener Vorgang die Oberhand behält, davon hängt das Schicksal der Höhle ab. Einzelne Arme scheinen schon definitiv angefüllt zu sein, einstweilen nur mit klastischem Gestein, das aber allmählich durch Sintermassen zu einem festen Pfropf verkittet werden kann.

Andere Hohlräume können durch blosse Ablagerungen von Kalksinter angefüllt werden.

¹⁾ Nach Ansicht von Prof. Heim sind solche Vorgänge in diesem Gebiete längst zur Ruhe gekommen.

Zum Schlusse möge ein Wort von Prof. Torquato Taramelli angeführt werden, der sich über Alter und Schicksal der Höhlen also äussert¹⁾:

. . . noi siamo portati a pensare, che di tali cavernosità, praticate in epoca così antica, il numero non sia grande e che la più parte sieno state riempite col posteriore lavoro di stalagmitazione, della cui grandiosità difficilmente si può formare una conveniente idea chi non abbia contemplato quelle meraviglie sotterranee.

Anhang.

Verzeichnis

der in der Schweiz vorkommenden Höhlen,
soweit deren Existenz durch persönliche Mitteilungen
und aus der Literatur mir bekannt geworden ist²⁾.

Um eine rasche Orientierung zu ermöglichen, werden die Höhlen nicht nach Landschaften, Gebirgszügen oder geologischen Formationen gruppiert aufgeführt, sondern alphabetisch geordnet.

Manche der Grotten haben längst bekannte Eigennamen, die auch im topographischen Atlas aufgeführt sind; die unbenannten Hohlräume erscheinen unter dem Namen der ihnen zunächst liegenden grösseren Ortschaft, oder des Gebirgsstockes, in welchem sie vorkommen; öfters kehren dieselben Höhlen unter verschiedenen Bezeichnungen wieder, wobei dann jeweilen auf den Namen verwiesen wird, unter welchem sich die Literaturangaben befinden.

¹⁾ Alcune osservazioni geologiche sul Carso di Trieste. (Rendiconti del R. Istituto Lombardo. Serie II, vol. XI fasc. VI. Milano 1878.)

²⁾ Dieses Verzeichnis erhebt keineswegs den Anspruch auf Vollständigkeit, weder in Bezug auf die Zahl der Höhlen, noch in Hinsicht auf die angeführten Werke.

53 der genannten Höhlen habe ich persönlich, z. T. mehrmals besucht, und behalte mir deren Bearbeitung, sowie eine allmähliche Erforschung der übrigen vor.

Da mehrere Werke sehr oft genannt werden müssen, habe ich, um Raum und Zeit zu sparen, Abkürzungen angewendet; ihre Deutung findet sich, alphabetisch geordnet, am Schlusse.

Endlich muss bemerkt werden, dass nur ganz wenige der von den Autoren genannten Höhlen von ihnen selbst besucht worden sind; sie schöpften ihre Angaben teils in den Aussagen der Umwohner, teils aus älteren Werken, wobei sich natürlich auch die Irrtümer von einem Buch zum andern fortpflanzten. So wird heute noch im Reisehandbuch von Tschudi die Länge des Lauiloches zu mehreren km angegeben, während bis jetzt noch niemand über 450 m hinaus vorgedrungen ist, indem dort der ganze Gang ins Wasser taucht.

- Abläntschen, Gemeinde Gessenay, Bezirk Saanen: Höhlen in der Nähe.
- Agiez, Grotte d'Agiez, bei Orbe. Ebel: bloss erwähnt. Gem. Schw. Bd. II, 2. Teil, p. 125. Levade pag. 6 und 199. M. v. K., Bd. II, pag. 228.
- Albinen: Alpenrosen 1818, pag. 100.
- Amsoldingen, „Traufhöhle“ am Glütschbach. Alpenrosen 1815 M. v. K., Bd. I, pag. 206.
- Areuse, siehe Cottencher, Four, Prépunel, Rochefort.
- Arlesheim, Bridel: Reise von Basel nach Biel, 1789, pag. 28—33. Merian pag. 62.
- Arnialp am Brienzerglat: eine Höhle. Mitteilg. v. Maurer Abächerli, Giswyl.
- Arniloch auf Hasliberg bei Innertkirchen. Gruner I 13.
- Assa, Fontana Ghistaina: intermittierende Quelle, dabei eine Höhle. Im Val d'Assa bei Remüs. Campel, pag. 216. Walser 87. Ebel IV 87. Gem. Schw. XV 199. Tschudi: Tourist in der Schweiz. 1895 pag. 442. Geogr. Lexikon der Schweiz, pag. 98.
- Auern: Alp am Wiggis. Gem. Schw. VII.
- Avenaïre, Grotte de l'Avenaïre, an der Tour d'Al. Gem. XIX 1, 119.
- Barma, Höhle bei Monthey. Geogr. Lex. der Schw. 520.
- Barmaz im Val d'Illicz.
- Barme, Grotte bei Ormont. Renevier 24.
- Baume bei St. Sulpice. M. v. K. II 263.
- Baume de Bêtre bei Champéry. Lutz, Dictionnaire 1826. M. v. K. II 348. Le Valais Romand vom 1. März 1898.
- Beatenhöhlen am Thunersee. Gruner I. 3. S. W. 44. Ebel, Anleitung etc. II. pag. 79, 93, 298. M. v. K. I 226. Jahn, pag. 111. Wyss. Berner Tagblatt 1901, Nro. 162. Geogr. Lex. d. Schw. Wandern und Reisen 1904, Heft 7. Globus 1903, Nro. 18.
- Bettlerloch bei Gundeldingen (Basel) Merian 132.
- Bière, s. Glacières.
- Blanc de poule bei Lajoux (Berner Jura).
- Blanches fontaines, caverne, bei Undervelier.

- Bodenwald bei Mollis. Gem. der Schw. VII. 20.
 Bonaudon bei Rossinière.
 Boncourt, plateau de Bure. Illustrierte Schweiz 1873.
 Bourrignon, s. Côte-Pertuis.
 Brandt, caverne chez Br. Verrières. M. v. K. II 358. Girod 140.
 Brenets, s. Toffière.
 Bruderbalm bei Vitznau. Cysat 230.
 Bruderloch bei Hagenwyl, Thurgau. Anzeiger f. Schw. Altertumskunde 1877 pag. 771. Anzeiger f. Schw. Altertumskunde 1900 Nro. 1. Sagen darüber: G. Schwab und J. J. Hottinger: Die Schweiz in ihren Ritterburgen und Bergschlössern, 1839, Band 3, pag 160. Dr. Joh. Meyer: Puppikofer, Thurgauische Beiträge zur vaterländischen Geschichte. XXXVII p. 122. J. R. Rahn und Dr. E. Haffler: Die mittelalterlichen Architektur- und Kunstdenkmäler des Kantons Thurgau. 1899.
 Bruderloch bei Oltigen (Baselland). M. v. K. I 495.
 Bruderloch bei Wenslingen. Merian 53.
 Brügglerloch bei Näfels. Gem. der Schw. VII 21. Jos. Müller in Näfels: Neue Glärner Zeitung.
 Burgloch ob Grindelwald. Jahrbuch XXII 327 des S. A. C.
 Calabri, trou de C. bei Pruntrut.
 Calanda. M. v. K. II 94.
 Casa del Mago bei Mendrisio. Der Hausfreund, Kalender 1903, p. 68.
 Chamossaire, Cornaz, guide de Vevey.
 Champéry, s. Baume de Bêtère.
 Chaudaune bei Rossinière. Levade 71. Geogr. Lex. 464.
 Chaudière d'enfer. Dent de Vaulion. Bridel: Versuch über die Art und Weise, wie Schweizerjünglinge ihr Vaterland bereisen sollen, 1796, pag. 8. Ebel III 222. Levade 5. M. v. K. II 287.
 Ghaume, s. Prépuncl.
 Chemin de fer, s. Rochefort.
 Chorbalm bei Lauterbrunnen. Andreae 174. Wytttenbach, Reise pag. 32. Besson II 24. Wyss 472. M. v. K. I 234.
 Corbeyriez bei Aigle. Gem. der Schw. XIX 2. 47.
 Corjon, tanne de C. bei Rossinière. Bridel 1815, tome 7, p. 15. M. v. K. II 266. Levade 91. Gem. der Schw. XIX 2. 48. Geogr. Lex. 539.
 Côte Pertuis bei Bourrignon (Berner Jura).
 Cottencher, Gorges de l'Arcuse. Bibl. Mus. neuch. 1872 pag. 130. Bull. de la soc. des Sc. nat. de Neuch. VII 540. Rameau, VIII, 72.
 Creux-Génat bei Pruntrut. M. v. K. I 167. Thiessing: Mit Wanderstock 26.
 Däfiloch, Laubergrat. Wyss 628.
 Diethelm im Sihltal. Ebel II 485, IV 459.
 Dôle, s. Grevet.
 Dominikloch, Pilatus. Ebel IV 39. M. v. K. I 282. Gem. der Schw. III 1, 45.
 Döneloch auf dem Gruppen. Scheuchzer 16.
 Dorchaux caverne, Col des mosses.

- Dornacherhöhle, Basel.
 Drachenloch, Giswylerstock.
 Drachenloch bei Stans. Cysat 168. M. v. K. I 361. Tschudi, Reisebegleiter I 146.
 Drachenloch bei Vättis. M. v. K. II 29.
 Dzéman, s. Glacières.
 Eisee, Schwanderalp ob Brienz.
 Eishöhle, Hohfluh bei Meiringen. Jahrbuch S. A. C. XXVIII.
 Eislöcher bei Ollingen, Basel. Verhandlung der nat.forsch. Ges. Basel 1835 I 54.
 Ennetbürgen periodische Quelle aus einer Höhle.
 Enziloch. Gem. der Schw. III 244.
 Erswyl, Kt. Solothurn. Zwei Höhlen bei E.
 Fahy trou de F., s. Réclère.
 Faulhorn, Höhle auf Pättenalp.
 Fées grotte ou temple aux f. Côte aux fées bei Buttis. Bridel, Versuch pag. 8 Ebel IV 417. M. v. K. II 363.
 Fées grotte aux f. bei Hérémeuce. Jahrbuch S. A. C. XIX 153.
 Fées grotte aux f. bei St. Maurice. Gielly. La Géographie 1903, Nro. 5, pag. 350.
 Fées grotte aux f. bei Orbe. Ebel III 588. M. v. K. II 288.
 Fées chambre aux f. Alp Marneux bei Ormont.
 Fées grotte aux f. bei Vallorbe. H. B. de Saussure I 261. Levade 320. Bridel 255. M. v. K. II 288. Gem. d. Schw. XIX 2, 2, 199. Fournier et Magnin: Mémoires, tome III Nro. 21. tome IV Nro. 24.
 Fées taune aux f. bei Villars sur Ollon.
 Fettan, Höhle am Cuol Sanct, Valpuzza. Ebel II 536.
 Fläschloch bei Maienfeld. Ebel III 451.
 Fledermaushöhle im Tobel bei Küssnacht (Zürich).
 Four grotte du F. Gorges de l'Arcuse. Bibl. Musée Neuch. 1871 pag. 49.
 Fricktal, s. Sulz.
 Fuchsloch bei Stein. Appenzell. M. v. K. I 522.
 Fykenloch bei Melchseefrutt. Gem. der Schw. VI 34.
 Galmilöcher bei Kandersteg. J. Bachmann: Die Kander, 66.
 Gambarogno am Verbano. Kleine Höhlen.
 Gemmipass, Höhle am G. M. v. K. II 332.
 Gemsiloch, Sigriswyler Rothorn. „Berner Heim“ 1901, No. 30—32.
 Géronde bei Sierre. Mehrere Höhlen.
 Giebenach, Höhle am Violenbach. Merian 132.
 Glacière bei Bière, am Chasseron.
 Glacière de Dzéman, Mont-de-Betzatay, Vaud. Renevier 81.
 Glacière de Genollier (Dôle). Mém. de la soc. de spé. tome III No. 21, tome IV No. 24.
 Glacière, Mayens de Sion.
 Glacière de Monlési, bei Fleurier. Ebel III 506. Mém. soc. spé. IV, No. 24 pag. 39 (Angabe weiterer Literatur).

- Glacière de Prè de St. Livres, bei Marchairu. Levade 185. Mém. soc. spé. VI, No. 24, pag. 39.
- Glacière de St. Georges. Levade 392. M. v. K. II 281. Mém. soc. spé. IV, No. 24, pag. 40. Bibl. universelle 1822.
- Goldloch auf Arnialp am Juchlipass.
- Goldloch am Grossen Anbrig. Scheuchzer 19.
- Goldloch im Schnebelhorn.
- Gondo, Höhle in Gips (alte Goldgruben).
- Goumois am Doubs. M. v. K. I 167.
- Grevet caverne sur le plateau du Mont Grevet près de St. Cergues. Eclog. geol. helv. VI. 3. pag. 228.
- Grotte des images, s. Ver.
- Grotte des plaintes. Val de Travers. Rameau VII.
- Gundeldingen, s. Bettlerloch.
- Guppen, s. Döneloch.
- Hagenwyl, s. Bruderloch.
- Haghereloch bei Bauma.
- Heidenhöhlen bei Goldbach am Bodensee. Illustr. Schweiz 1873.
- Heidenloch bei Glarus. Gem. der Schw. VII 21 und 315.
- Heidenloch bei Grindelwald.
- Heidenlöcher bei Zermatt. Le Valais Romand 1898, No. 51.
- Heidenstuben bei Glattfelden. Gem. der Schw. I. 1. 1. 121.
- Heidenstübchen bei Stammheim. Gem. der Schw. I. 1. 1. 121.
- Heidenstube, Wyl bei Rafz.
- Herdmännlioch bei Weiach. Gem. der Schw. I. 1. 1. 121.
- Herrnenloch auf dem Weissenstein. J. Meyer 13.
- Höchstockerhöhle, Sternenberg. Gem. der Schw. I. 1. 1. 121.
- Hohenfläschen am Kamor. Scheuchzer 108. Gruner II 181. Ebel II 125.
- Hohlenstein bei Bärentswyl. Gem. der Schw. I. 1. 1. 120. M. v. K. I. 131.
- Hohlenstein bei Bischofszell.
- Höll-Loch, Muotatal. Basler Nationalzeitung, 1894, Nro. 114—116. La Géographie, 1903, No. 5.
- Hunnenfluh, Lauterbrunnental. Wyss 437.
- Illiez, Val d'I., s. Barmaz.
- Kalthrunnental bei Grellingen, Birstal.
- Kamor mehrere Höhlen.
- Kastenwiesloch beim Hohenkastenwirtschaus.
- Kessiloch, Burgfluh am Faulhorn.
- Kessibödenloch, Rigi. M. v. K. I. 41.
- Kesslerloch bei Thayngen (Schaffhausen). Merk und Heim: Mitteilg. der antiquar. Ges. zu Zürich, 1875. Anzeiger für Schweizer. Altertumskunde, 1900, Nro. 1.
- Klungerikasten, Gemeinde Hirzel (Zürich). Gem. der Schw. I. 1. 1. 121.
- Kristallhöhle bei Kobelwies, Rheintal. Gruner II 178, Walser 90. Ebel III 239. Heidegger II 83. M. v. K. II 33.

- Kristallhöhle, s. Pfaffensprung.
 Kristallhöhle, s. Zinkenstock.
 Kucheli am Irchel (Zürich). Gem. der Schw. I. 1. 1. 120.
 Kunkelspass, Alpina, 1902, No. 13.
 Künsnacht, s. Fledermanshöhle.
 Lägern, Teufelsloch, hinter der Hochwacht.
 Lauiloch, Muotatal.
 Liesberghöhle, Birstal. Dr. Thiessing: Mit Wanderstock, 38.
 Lindental am Bantiger. Alpenrosen 1812, pag. 200. M. v. K. I. 190.
 Lipplisbühl, Höhle bei L. Muotatal.
 Losone, s. Pagani.
 Mariastein am Blauen. M. v. K. I. 471. Gem. der Schw. X. 37.
 Marchissy auf Mont Grevet. Eclog. geol. helv. VI, No. 3.
 Marmorhöhle, Taminaschlucht. Ebel IV. 20.
 Mavaloz, trou de M. bei Pruntrut.
 Milandre bei Delle. Dr. Thiessing: Grottes de Milandre. Dr. Thiessing: Mit Wanderstock, 33—37.
 Mollis, s. Bodenwald.
 Mondlöcher, Betlis, Wallensee. M. v. K. II. 20.
 Mondmilchgubel bei Wald (Zürich). Gem. der Schw. I. 1. 1. 121.
 Mondmilchloch, Pilatus. Scheuchzer 185. Andreae 92. Ebel IV 40. M. v. K. I 284. Gem. der Schw. III. 1. 45.
 Montchérand bei Orbe. Levade 199. Gem. d. Schw. XIX. 2. 2. 125.
 Mont Tendre, Höhle. Levade 203.
 Morisaz, grotte de la M. bei Ollon.
 Mötter, grotte de M. Ebel III 505. M. v. K. II 362. Rameau 1879, No. 1.
 Münnenberg, Höhle, bei Summiswald.
 Muttenz, Höhle am Fröschenbach bei M. Merian 132.
 Muveran, cavernes du M. 94^{me} Bull. soc. vaud. sciences nat.
 Naye, grottes dans les Rochers de N. Levade 216. M. v. K. II 266. Gem. der Schw. XIX 119. La Géographie 1903, No. 5, pag. 350. Martel, Spéléologie 94.
 Nidleloch auf dem Weissenstein. M. v. K. I 458. Gem. der Schw. X 28. J. Meyer 23. Alpina 1896, pag. 55.
 Niederbauenalp, Höhlen. Gysat 242.
 Nufenen bei Vals, Höhle. Gruner II 76.
 Oltschi bei Brienz. Zwei Höhlen beim Hinterburgseeli.
 Orbe, s. Agiez und Féés.
 Ormont, s. Barme, Féés, Truchaud.
 Pagani, caverna dei p., bei Losone (Locarno).
 Petchus de Renaf bei Charmoille (Berner Jura).
 Pfaffensprung bei Wassen. Kristallhöhle. Andreae 140. Ebel, Anleitung II 79.
 Pfaffenloch bei Laupen. M. v. K. I. 196.
 Pfeffingerhöhle bei Grellingen, Birstal.
 Pierre à Voir, grotte, bei Saxon.
 Pilatus, s. Dominikloch, Mondmilchloch, Wind- u. Wetterloch.

Poeta Raisse bei Môtier.

Ponète manche, caverne, Val de Ruz. Désor 13.

Pont de Pennes bei Roches. Alpenrosen 1818, pag. 298. M. v. K. I 171.

Bridel: Reise von Basel nach Biel, 1789, pag. 124.

Pont du roc bei Charmey (Jaun). M. v. K. I 435.

Prépunel, grotte. Gorges de l'Areuse.

Rauchloch bei Wildhaus. Ebel IV 497.

Réchy bei Sion. M. v. K. II 335.

Réclère bei Damvant, Berner Jura.

Reichensteinerhöhle bei Arlesheim.

Risoux, Baume de la grande Combe. Eclog. geol. helv. VI, No. 3, 228.

Roches, Col des R. Rameau, 1882, No. 2 und 5.

Rochefort, grotte, oder grotte du chemin de fer. Val de Travers. Rameau 1896 pag. 11. Bull. soc. sc. nat. Neuch. V, 8.

Rossinière, s. Gorjon, Chaudanne.

Rütsteinhöhle am Drusberg.

Ruz, val de R., oberhalb Martin. Ebel IV, 145.

St. Georges, s. Glacières.

St. Gingolphe, Felshöhle. M. v. K. II 349.

St. Livres, s. Glacières.

St. Martin, grotte de, St. Maurice.

Salève, Höhlen im S. La Suisse, 1901, No. 243. H. B. de Saussure: I, 140, 145—147.

Sandbalm, Kristallhöhle bei Gestinen (Uri). Walser 90. Ebel, Anleitung II. 79, de Saussure IV, 52—55.

Säntis, s. Ziegerloch und Wildkirchli.

Scé, grotte du S., bei Vevey. Abhandlung von Henri de Saussure, 1870.

Schafloch, Sigriswyler Rothorn. Gruner III 85—88. Ebel IV 345. S. W. 38.

Alpina 1808, pag. 121. Alpenrosen 1815. Dufour: Bibl. Univ. de Genève, 1^{re} série, XXI, 113. M. v. K. I 225. Blätter der nat.forsch. Ges. Zürich. 1839. Jahrbuch S. A. C. XX. Browne: Ice caves.

Scheibenloch im Entlebuch. M. v. K. I 279. Gem. der Schw. III 243.

Schweinbachhöhle bei Oberriet (Rheintal).

Secfeld oberhalb Beatenberg. Tropfsteinhöhle.

Seeloch bei Seeben (Basel). Merian 63.

Selun, s. Wildemannshöhle.

Sequepliau bei Vevey. Ebel IV 428.

Sex-Mouëri bei Ormont.

Sigriswyler Rothorn, mehrere Höhlen. Zürcher Post 24. III. 1901. Berner Heim, 1901, Nro. 30—32.

Stäfelhöhle, Briener-Rothorn. „Der Briener“ 1901, Nro. 67.

Steigelfatthalm, s. Vitznau.

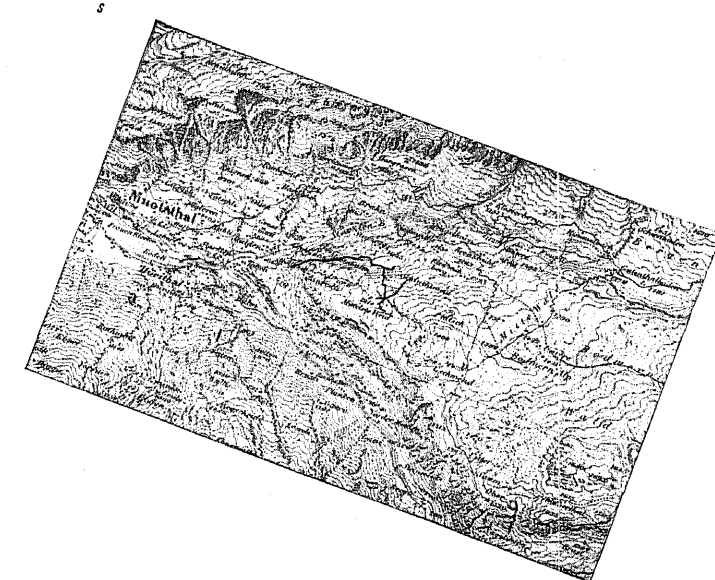
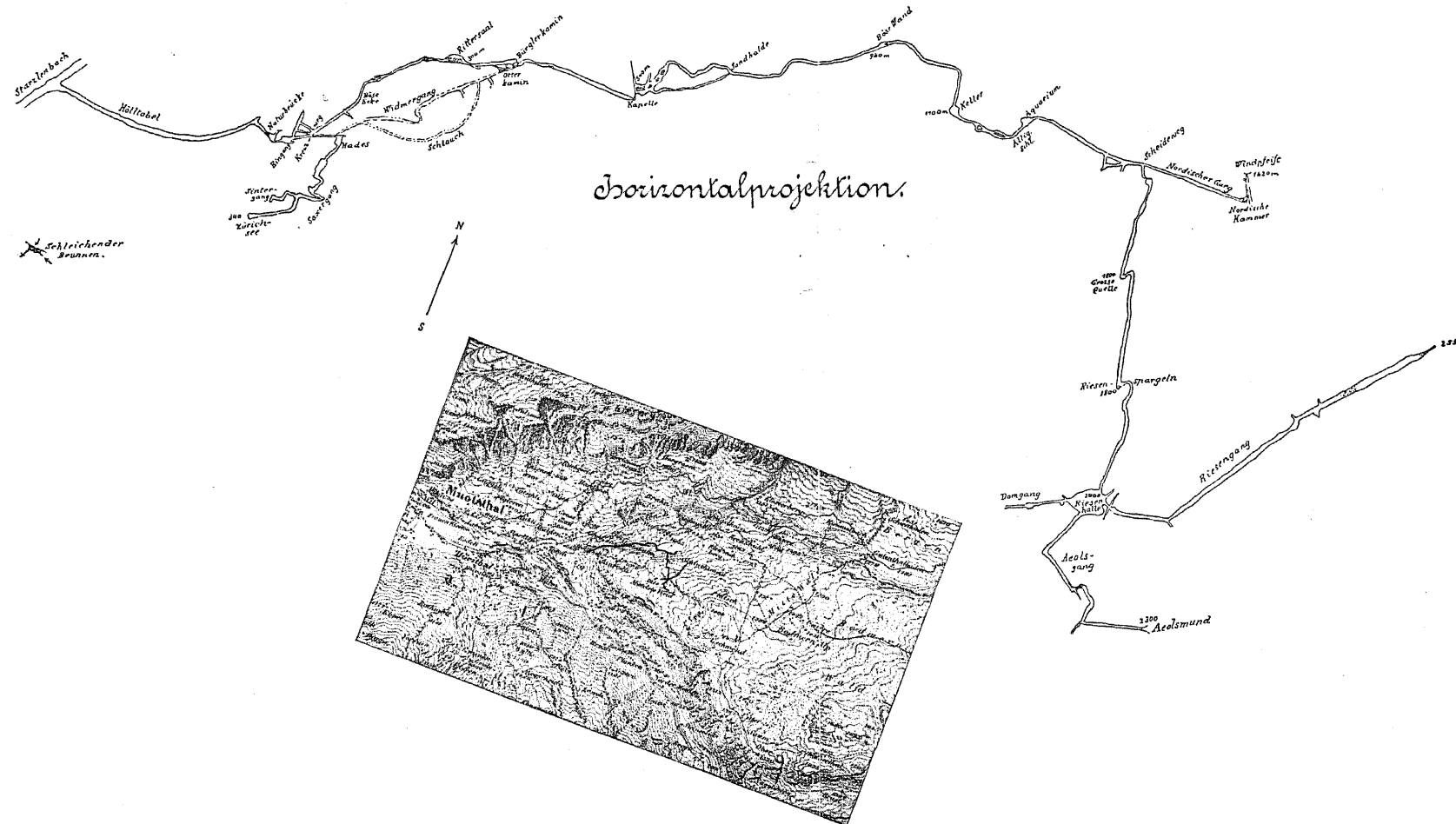
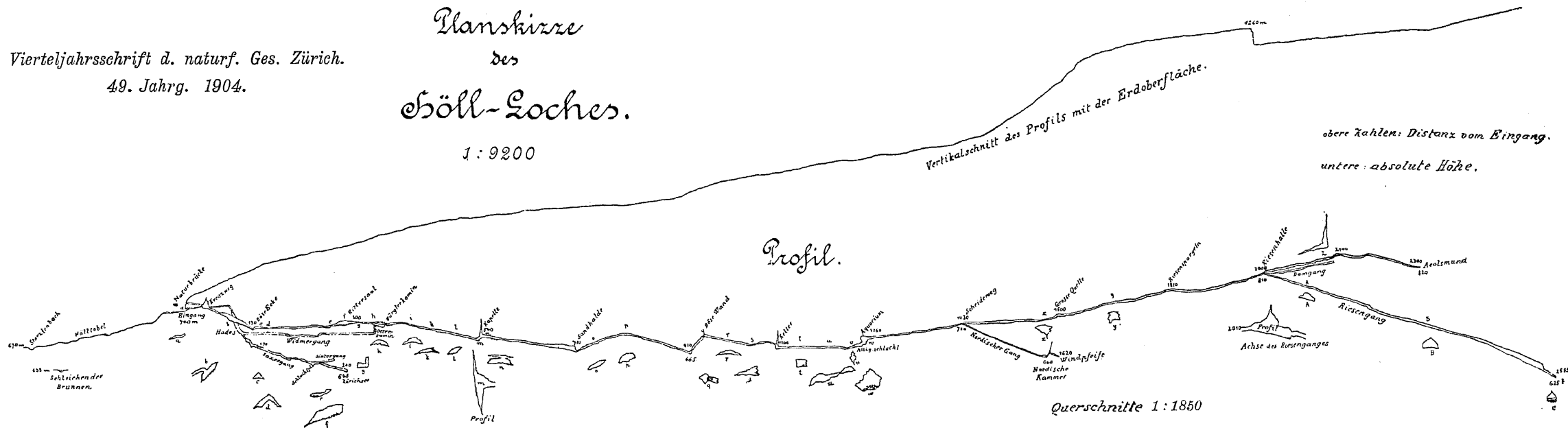
Sulz, Fricktal. M. v. K. II, 192.

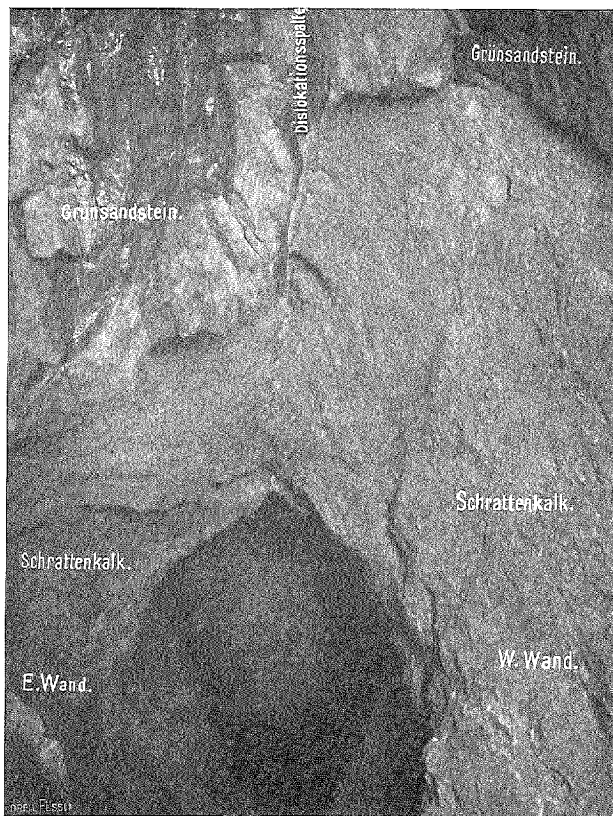
Sulzfluh, mehrere Höhlen. Ebel II, 93. M. v. K. II 82. Gem. der Schw. XV 142. Exkursion der Sekt. Rhätia auf die Sulzfluh 1865. Itinerarium, S. A. C. 1890—91, pag. 34.

Vierteljahrsschrift d. naturf. Ges. Zürich.
49. Jahrg. 1904.

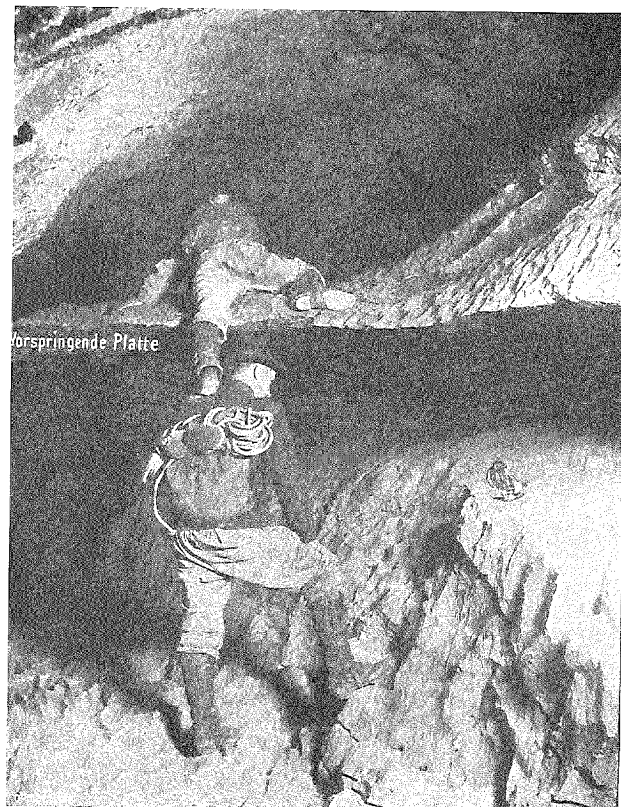
Planskizze des Höll-Loches.

1:9200

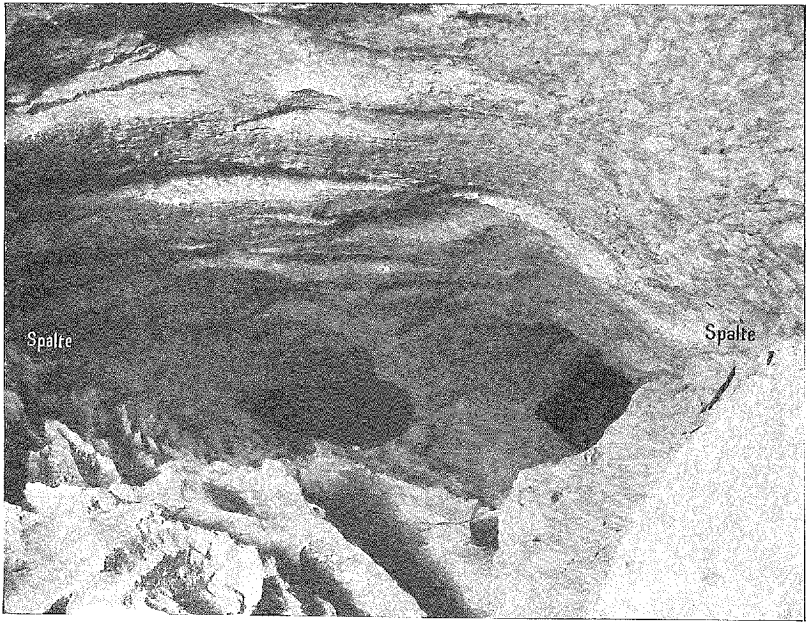




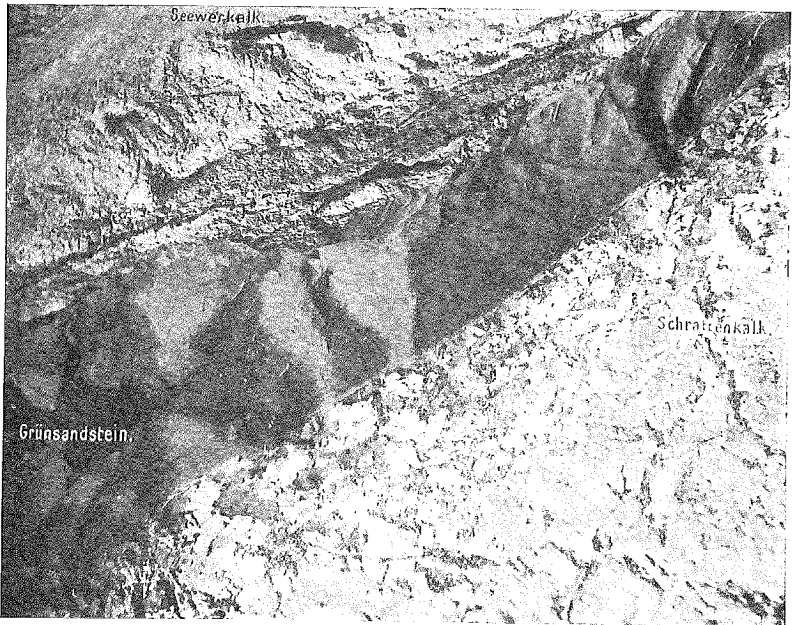
1235 m. Blick vom Aquarium in die Alligatorenschlucht.



Bei 560 m.



Doppelgang bei 565 m.



950 m. Am Kopf der Bögen Wand

- Summiswald, s. Münnenberg.
Tanay, Höhle beim Lac de T., Wallis.
Tanna da te Larzè am Col de Pillon.
Täuferhöhle, s. Hohlenstein.
Teufelskirche bei Zell (Zürich). Gem. der Schw. I. 1. 1. 121.
Teufelsküche bei Grellingen, Birstal.
Teufelsloch bei Dietikon (Zürich). Gem. der Schw. I. 1. 1. 120.
Tierstein bei Büsserach, Verhdlg. d. nat.-forsch. Ges. Basel, Bd. IX, Heft 2. pag. 422.
Tiefengletscher, Kristallhöhle. Jahrbuch S. A. C. V, 180.
Toffièrre bei Les Brenets. Ebel II 298. M. v. K. II 371. Mém. soc. spé. IV, No. 24.
Tourne im Sagnetal. Ebel IV, 153.
Traufhöhle, s. Amsoldingen.
Truchaud bei Ormont. Revue du dimanche, Lausanne 1893.
Vallorbe, s. Fées.
Vättis, Calcithöhle bei V.
Ver, grotte de V. Gorges de l'Areuse. Rameau II, 74, 1876 No. 10 und 12 1879 No. 5 u. 6, 1883 Nro. 6.
Verrière, s. Brandt.
Vevey, s. Scé, Sequepliau.
Vipénaire, s. Dzéman.
Vitznau. Drei Höhlen: Waldsbalm, Steigelfattbalm, Bruderbalm. Cysat 230. M. v. K. I 295.
Vuiteboeuf, Waadt. Levade 355.
Wasnergrube, s. Pfaffensprung.
Wasserberg, Muotatal. Ein Schlot.
Weissengubelhöhle oberhalb Gibswyl (Zürich).
Wetterloch am Kamor. Gruner II 179. Ebel II 125.
Wichenstein bei Oberriet (Rheintal). Naef.
Wiggis, s. Auern.
Wildenstein, Basel. M. v. K. I 493.
Wildkirchli am Säntis. Gruner II, 180. Ebel II, 117. M. v. K. I, 531.
Wind- und Wetterloch, Pilatus. Ebel IV, 43.
Ziegerloch, Säntis. Walser 92. Gruner II, 181. Alpina, 1807, p. 340.
Zinkenstock, Kristallhöhlen. Walser 90. Gruner I, 54. Ebel III, 170, de Saussure III, 468. M. v. K. I 163. Neue Zürcher Zeitung 1901, Nro. 196. Jahrbuch S. A. C. XXV, 380 (dort Angabe weiterer Literatur).

Verzeichnis der wichtigeren im vorangehenden Höhlenregister angeführten Quellen.

- Alpenrosen 1811—30.
 Alpina: Organ des S. A. G.
 Andreae: Briefe aus der Schweiz, 1763.
 Anzeiger für Schweizerische Altertumskunde (Zürich, seit 1868).
 Bachmann, Isidor: Die Kander, Bern 1870.
 Besson, Manuel pour les savans Bern 1786.
 Bibl. universelle de Genève (seit 1816).
 Blätter der Naturforschenden Gesellschaft Zürich.
 Bridel, doyen: Conservateur suisse. Lausanne 1814 (réimprimé 1855).
 Bridel: Versuch über die Art und Weise, wie Schweizerjünglinge ihr Vaterland
 bereisen sollen. 1796.
 Bridel: Reise von Basel nach Biel 1789.
 Browne: Ice caves in France and Switzerland. (London 1865.)
 Bulletin de la société de sciences naturelles de Neuchâtel (seit 1843).
 Bulletin de la société vandoise de sciences naturelles (Lausanne, seit 1841).
 Campell: Raetiae alpestr. topographica descriptio 1562. Herausgegeben von
 C. J. Kind, Basel 1884.
 Cornaz, J.: Guide de Vevey 1878.
 Cysat, J. L.: Beschreibung des berühmten Luzerner Sees. Luzern 1661.
 Désor: Essai d'une classification des cavernes du Jura. 1871.
 Ebel, J. G.: Anleitung in der Schweiz zu reisen. Zürich 1810.
 Eclogae geol. helv. (seit 1888).
 Egli, J. J.: Die Höhlen des Ebenalpstockes. St. Gallen 1865.
 Gemälde der Schweiz: 16 Bände 1835—1846.
 La Géographie, Zeitschrift.
 Geographisches Lexikon der Schweiz (erscheint seit 1901).
 Gessner, Conrad: De omni rerum fossilium genere. Zürich 1565.
 Gielly, G. A.: Les grottes de St. Maurice. 1865.
 Girod, E.: Par mouts et par vaux. 1858.
 Gruner: Beschreibung der schweizerischen Eisgebirge. Bern 1760.
 Heidegger: Handbuch für Reisende durch die Schweiz. 1799.
 Jahn, Alb.: Chronik des Kantons Bern. 1857.
 Levade, L.: Dict. géogr., statist., et historique du Canton de Vand. 1824.
 Lutz, Marcus: Vollständige Beschreibung des Schweizerlandes. Aarau, 1827.
 Lutz, Marcus: Vollständiges geographisches statistisches Handlexikon der schweizerischen Eidgenossenschaft. Aarau 1856.
 Mémoires de la société de spéléologie. Paris.
 Merian, Peter: Übersicht der Beschaffenheit der Gebirgsbildungen in den Umgebungen von Basel. Basel, 1821.
 Meyer von Knonau, Gerold: Erdkunde der schweizerischen Eidgenossenschaft. 1838.

- Meyer, J., Solothurn: Beschreibung des Weissensteins auf dem Juragebirge.
Näf: Chronik von St. Gallen. 1850.
Rameau de sapin: Organe du Club jurassien.
Renevier: Les hautes alpes vaudoises. 1880.
Rhätia: Exkursionen der Sektion Rhätia. 1865.
Saussure, H. B. de: Voyages dans les Alpes. 1803.
Scheuchzer, J. J.: Naturgeschichte des Schweizerlandes. 1706—08.
Spélunca. (Mémoires de la société de spéléologie).
S. W., Reise von Bern nach Interlaken. Bern 1805.
Thiessing, Dr.: Les grottes de Milandre. 1891.
Thiessing, Dr.: Mit Wanderstock und Feder. Bern 1889.
Iv. v. Tschudi: Der Tourist in der Schweiz, 1895.
Tschudi, Tierleben der Alpenwelt. 1865. (7. Auflage.)
Valais romand, 1e. Zeitschrift.
Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel.
Walser, Gabriel: Schweizer Geographie. Zürich 1770.
Wytttenbach, J. S.: Historische, geogr. und physik. Beschreibung des Schweizerlandes. Bern, 1782.
Wytttenbach, J. S.: Reise durch die merkwürdigsten Alpen des Schweizerlandes. Bern 1783.
Wyss. R.: Reise ins Berner Oberland. 1816.
-