© swissfaces
H. Gerber, Basel

GESICHTER DER SCHWEIZ

KARSTFORMEN UND HÖHLEN

EINE GEOGRAFISCHE BILDPRÄSENTATION

© swissfaces, Nov. 2009, aktualisiert Mai 2017 und Mai 2024

Lehrmittel : Schulkarte Schweiz (alle unterstrichenen Namen sind auf der Schulkarte zu finden) / Schweizer Weltatlas
blau S. 8, 9, 29 und 72; violett S. 10, 11, 29 und 66. Schweiz, ilz-Lehrmittel von Klaus Burri, S. 28 / 29 und 203
Berner Lehrbuch «Geographie in der Schweiz» Seite 150. Silva-Buch «Zauber der Höhlen» (vergriffen, antiquarisch erhältlich)

Inhaltsangaben „Karstformen und Höhlen“

A	Kalkstein wird im Wasser abgelagert, durch kohlensaures Wasser wieder aufgelöst und schliesslich in Hohlräumen und im Freien nochmals abgelagert.
B	Die Karstformen im Detail : Risse, Karren, Karstschlote, Schwundlöcher, Dolinen
C, D, E 1, E 2	Schemazeichnungen zum Verstehen, Lernen und Repetieren
F	Mittelhöhlen und eiszeitlich bewohnte Höhlen
G	Das Nidlenloch auf dem Weissenstein
H	Die Höhle von Réclère und die unterirdische Entwässerung der Ajoie
I	Poljen, Schwundlöcher und Stromquellen der Jura-Hochtäler
J	Die Grotte von Vallorbe
K	Die Erdmannshöhle in Hasel und die Beatushöhle über dem Thunersee
L	Das Hölloch im Muotatal, die elftlängste Höhle der Welt
M	Repetition : Entstehung und Auffüllung von Höhlen

Die unterstrichenen Buchstaben sind direkt mit den Kapitelanfängen verlinkt.
Interne Links sind ebenfalls in dieser Türkisfarbe geschrieben, *Links ins Internet sind kursiv.*

Kalk entsteht fast immer im Wasser. Dies hier ist z.B. Korallenkalk; er ist entstanden aus den Kalkskeletten zahlreicher Korallentierchen. Die Stellen, wo diese Tierchen angewachsen waren, sind heute noch deutlich zu erkennnen. Auch in unserer Zeit entsteht noch Korallenkalk in sogenannten Korallenriffen, wenn das Wasser während des ganzen Jahres mindestens 20° warm ist.

Kalk wird aus dem Meerwasser ausgeschieden und zusammen mit den Schalen von Meerestieren abgelagert. Einige dieser Schalen oder wenigstens ihre Abdrücke sind aber erhalten geblieben.

Einige Beispiele :

1 Gryphaea (Auster) 2 Belemniten (Tintenfische)
3 Ammoniten (wurden z.T. so gross wie Wagenräder)

Alle diese Tiere gelten heute als ausgestorben.

In früheren Zeiten wurden Kalkschichten meist am Grund eines flachen Meeres abgelagert. Eine Schicht legte sich über die andere, bis schliesslich Hunderte von Metern Kalk aufeinander getürmt waren. Durch den Druck wurde der Kalk ausgepresst und gehärtet, ähnlich wie der Schnee in den Gletschern zu hartem Eis gepresst wird. Im Tafeljura liegen diese Schichten heute noch waagrecht; sie sind aber durch seitlichen Druck teilweise zerbrochen und gegeneinander verschoben worden. *Bild : Ajoie bei Chevenez.*

Nicht überall wurden die Kalkschichten so gleichförmig abgelagert wie auf dem vorherigen Bild; oft ging es turbulenter zu.
Hier wurden die Ablagerungsphasen immer wieder unterbrochen, so dass zahlreiche dünne Schichten abgelagert wurden.
(Kalk-Kletterfelsen bei Melchsee-Frutt, Obwalden)

Kalkschichten können auch noch feiner abgelagert werden wie hier am Gipfel des Monte Generoso im Südtessin. Hier ist es Liaskalk der Südalpen. Dieser Kalk neigt weniger stark zur Bildung von Karstformen als der Dogger- und Malmkalk und die Kreidekalke, dafür wird er hier viele hundert Meter mächtig. Nördlich der Alpen bringt er es hingegen nur auf eine Dicke von 10 bis 50 Metern.

In weiten Teilen der nördlichen und südlichen Kalkalpen entstanden besonders mächtige Lagen von Kalkschichten. Sie konnten Dicken von über 1‘000 Metern erreichen. Während der Alpenbildung wurden sie nach Norden überschoben und in die Höhe gehoben; grosse Gebiete blieben horizontal, andere Schichten wurden schräg gestellt und wieder andere zerfaltet (nächste Seite). Bild links : Hohe Felswand über Braunwald (Glarus); rechts : Zustollen, einer der sieben Churfirsten-Gipfel, vom Säntis aus.

Bei der Bildung der Alpen und auch des Juras wurden Kalksteinpakete nicht nur in grosse Höhen gehoben, sondern auch gebogen, geknickt, gefaltet und zerrissen. Links sehen wir die spektakulären Falten an der Petite Dent de Morcles und rechts die stark verfalteten Kalkschichten auf der Südseite des Ballenbergs bei Brienz.

Diese Kalkplatte lag unter einer überhängenden Felswand im Jura, von der ständig Wasser herunter tropfte. Jeder Tropfen löste eine winzige Menge Kalk auf.

Kalkstein wurde im Wasser abgelagert und kann durch Wasser auch wieder aufgelöst werden; aber nur dann, wenn das Wasser genügend Säure enthält. Regenwasser nimmt aus der Luft CO_2 (Kohlendioxid) auf und bildet daraus Kohlensäure.

Wasser, das durch Vegetationsschichten gesickert ist, nimmt noch weit mehr Säure auf als reines Regenwasser. So wird es aggressiver und vermag Kalk noch wirksamer aufzulösen. Hier auf dem Bild ist eine Kalktafel oberhalb der Tannalp (OW) zu sehen, die zunehmend von Spalten zerfressen wird. Solche Spalten nennt man Karren.

Am Seekofel in den Südtiroler Dolomiten sind die Dolomitschichten steil schräg gestellt. Hier wächst kaum mehr etwas.
Die zahlreichen Rillen sind durch Regen- und Schmelzwasser entstanden. Dabei bildet sich eine Art Flussnetz.

Am Nordgrat des Ortstocks (bei Braunwald GL) erkennen wir auf diesem Bild, wie das Kalkgestein systematisch zerfressen wird.

Solche Kalkstein-Gebiete, die vom kohlensauren (CO_2-haltigen) Regen- und Schmelzwasser zersetzt werden, nennt man Karstgebiete.

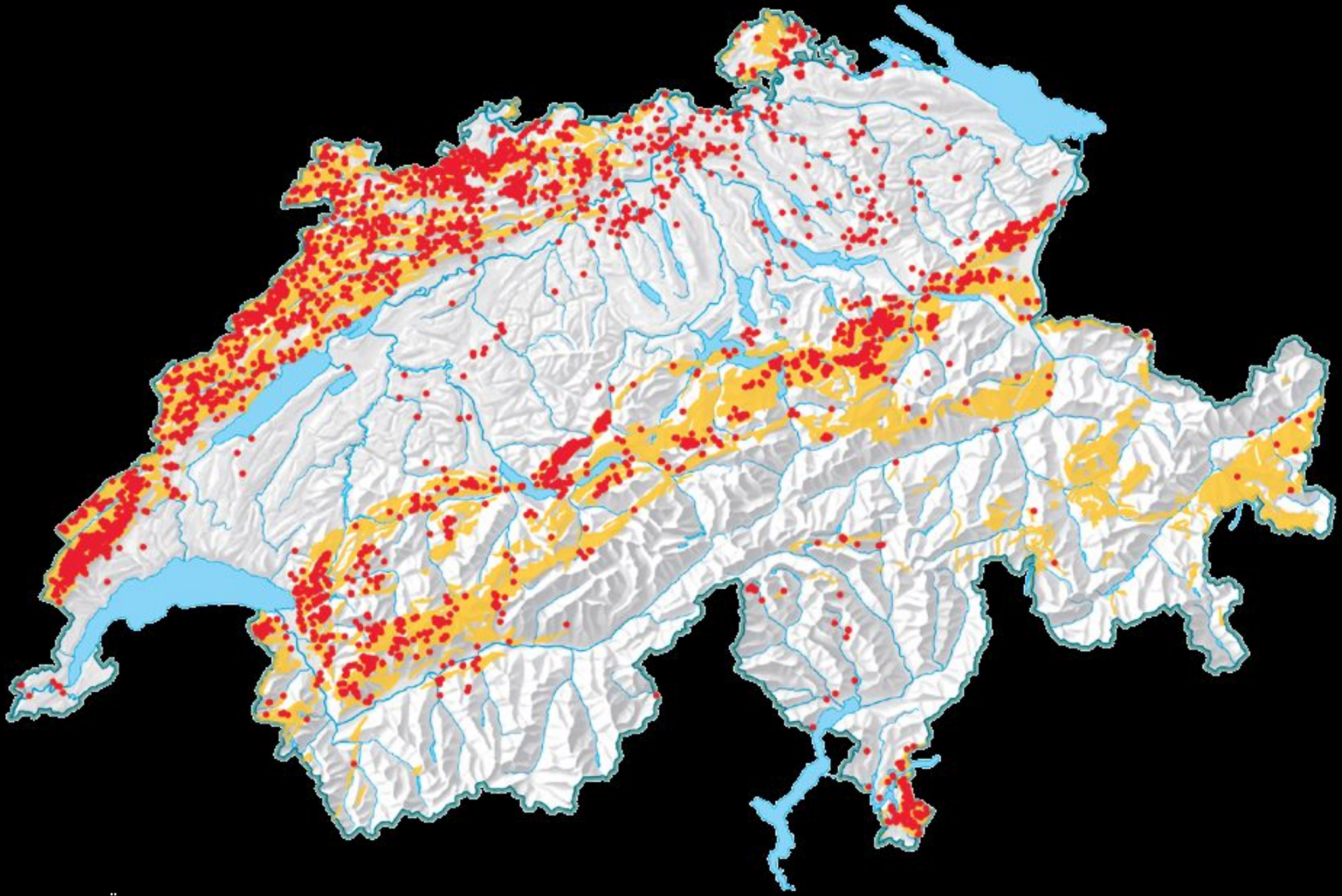
Der Karst ist eine Landschaft im Südwesten von Slowenien (Blauer und violetter Atlas S. 29).

Weil dort praktisch alle ober- und unterirdischen Formen der Kalkzersetzung vorkommen, hat man diese Gegend zur Modellregion erklärt. Deshalb werden alle Landschaften der Erde, welche diesen Formenschatz aufweisen, Karstlandschaften genannt. In Geologischen Karten sind sie hellblau oder hellgrün gefärbt (Blauer Atlas S. 8 / 9, violetter Atlas S. 10 / 11). Detailkarten : Bl. At. S. 72 oben, vi. At. S. 66 oben)

Ein Fünftel der Schweiz sind Karstlandschaften. Die grössten liegen in der Zentralschweiz (Schwyz, Obwalden, Luzern), im angrenzenden Teil des Kantons Bern, im Unterwallis und im Säntisgebiet. Auch das gesamte Juragebirge ist eine Karstlandschaft.

Auf diesen 8‘000 km^2 Karstfläche sind bis jetzt etwa 8‘800 Höhlen bekannt.

Weil im Jura aber nur selten grosse Kalksteinflächen sichtbar sind, spricht man dort von «bedecktem Karst» im Gegensatz zum nackten oder offenen Karst der alpinen Gebiete. Auf den nächsten drei Seiten sind einige der bedeutendsten Karstgebiete der Schweiz zu sehen.



Dies ist ein Überblick über die Karstgebiete der Schweiz (gelb) und die Höhlen (rote Punkte). Die Höhlen ausserhalb der Karstgebiete sind meistens klein, zum Teil sind es ehemalige Bergwerke. Von den gut 8‘800 Höhlen liegen über 3‘000 im Jura.

Quelle : Schweizerisches Institut für Speläologie und Karst-forschung www.isska.ch

Das grösste offene Karstgebiet der Schweiz ist der südöstliche Teil des Kantons Schwyz : Charetalp und Silberen.

Der Hohgant (BE) (ganz links) und die Schrattenflue (LU) sind die südlichsten Ausläufer der Pilatuskette.

Die Sieben Hengste (BE) liegen im Norden des Gemmenalphorns, nördlich des Thunersees.

Auch das gesamte Juragebirge ist ein Karstgebiet. Die Gegend um den Mont Tendre und den Col du Marchairuz (VD) ist besonders reich an Karsterscheinungen und Höhlen. Hier ist auf viele Kilometer kein fliessendes Wasser zu finden.

An dieser Stelle lohnt es sich, im Gg-Buch «Schweiz» die Seiten 14 unten, 28, 29 und 203 (Skizzen) zu studieren.

Die Wendenstöcke (BE) liegen in derselben Gebirgskette wie der Titlis (OW). Hier auf etwa 3000 m Höhe lagen vor einigen Jahren noch kleinere Gletscher; heute sieht man die grossen Karstflächen, die damals noch unter dem Eis lagen. Viel Wasser fliesst ins Innere des Gebirges und kommt weiter unten im Gental wieder zum Vorschein (Nächstes Bild).

Aus einer Schichtfuge, wo das Kalkgestein auf einer wenig durchlässigen Gesteinsschicht aufliegt, tritt Wasser aus den Wendenstöcken heraus, und zwar während des ganzen Jahres etwa gleich stark. Das bedeutet, dass im Berginnern grosse Wasservorkommen gespeichert sein müssen, welche in nassen und trockenen Zeiten für Ausgleich sorgen.

Hier auf der Plaine Morte oberhalb Lenk im Simmental liegt immer noch ein Gletscher auf einer Karstebene. Ein grosser Teil des Schmelzwassers fliesst unter dem Eis in verborgene Spalten ab und formt darunter ein grosses, noch nicht erforschtes Höhlensystem.

Aufnahme im Hitzesommer 1975 vom Wildstrubel aus

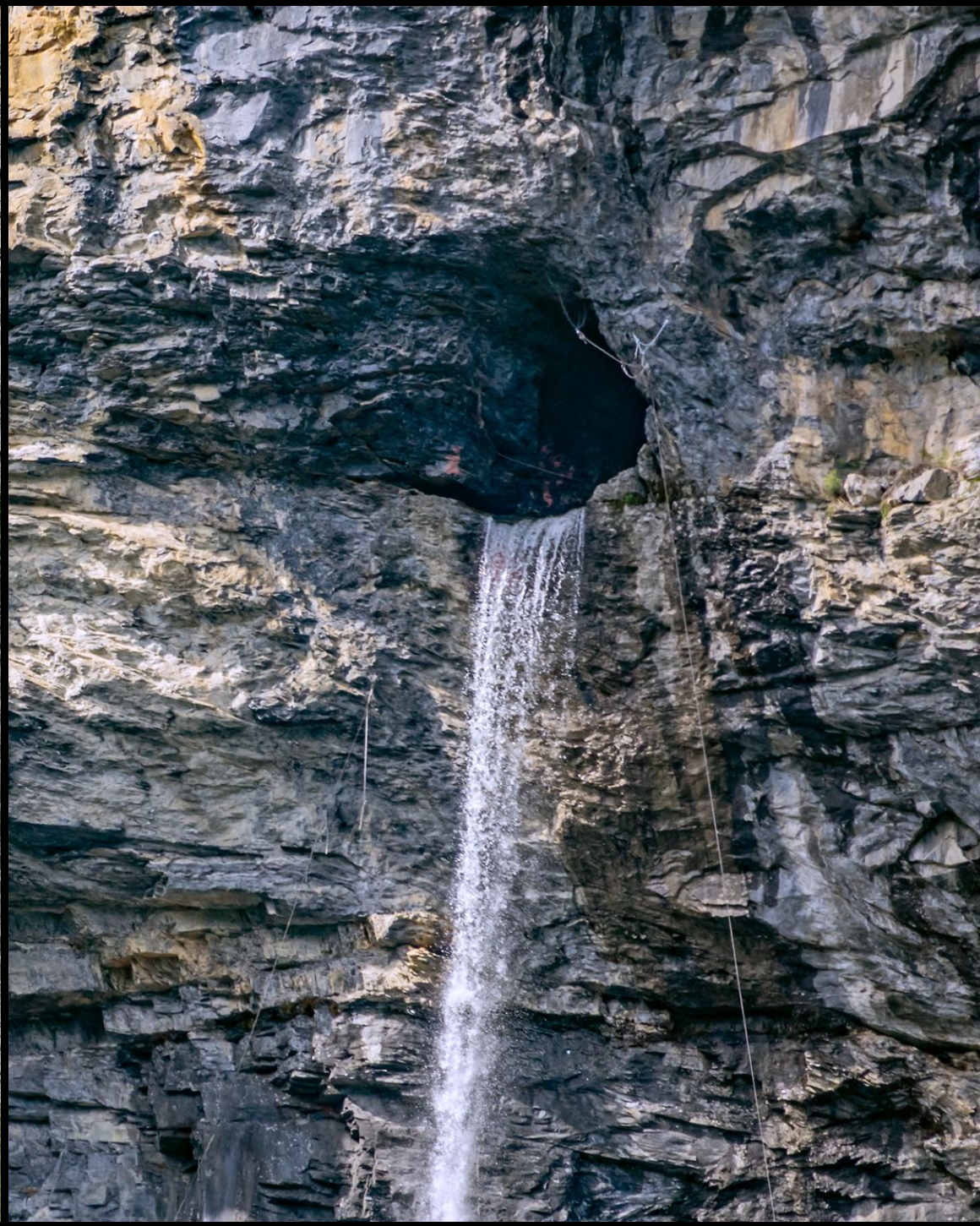
Das vorherige Bild wurde vom Wildstrubel aus aufgenommen.

34 Jahre später ist der Plaine Morte - Gletscher bereits stark geschrumpft, aber immer noch ist der grösste Teil der Karstflächen vom Eis bedeckt. Nur wenig Schmelzwasser fliesst oberirdisch ab, das meiste verschwindet im Karst des Jura- und Kreidekalks. Man kann sich die Ausmasse der Höhlensysteme vorstellen, deren obere Zugänge noch unter dem Eis verborgen sind. Viele Karstquellen sind unter dem Schuttmantel verborgen, doch auf der Alp Rezliberg oberhalb Lenk sind sie sehr schön zu sehen: Die Siebenbrünnen sind die Quelle der Simme.

Der Abfluss dieses verborgenen Höhlensystems ist die grosse Karstquelle Siebenbrünnen auf der Alp Rezliberg oberhalb Lenk. Wieder tritt das Wasser aus einer schrägen Schichtfuge aus. Die Menge des Wassers lässt Schlüsse zu über die Ausmasse des Höhlensystems im Berg drin. Doch ein Eindringen in die Spalte ist nicht möglich, weil sie zu eng ist und das Wasser unter Druck steht. Ein Taucher würde wieder herausgespült. Und von der Oberseite her versperrt das Eis den Zugang.

Aufnahme : 4.4.2016

In den Karstgebieten der Schweiz gibt es zahlreiche Karstquellen. Links sehen wir die Quelle des Torrent westlich von Dombresson im Val de Ruz (Kanton Neuenburg). Sie kommt aus dem Mont d' Amin, der zweiten Jurakette nördlich von Neuchâtel. Rechts ist die *Rinquelle* bei Amden über dem Walensee zu sehen. Sie ist eine der stärksten Karstquellen der Schweiz. Bei Schneeschmelze kann sie bis zu 30'000 Liter pro Sekunde fördern, im tiefsten Winter dagegen fast nichts. Die Höhle wurde im Jahr 1973 bis zu einer Länge von 930 Metern durchtaucht.



Der Geltenbach im Gasterntal (Kandersteg) ist eine der erstaunlichsten Karstquellen der Schweiz. Die Öffnung liegt 60 m senkrecht über einem Felsband in ener 300 m hohen Felswand. In trockenen Zeiten und im Winter versiegt der Bach. Im Winter wird die Höhle erforscht. Bisher sind etwa 3 Kilometer bekannt. *Hier* ist eine ausführliche Dokumentation im Internet zu finden.

Kalksinter im Lorzetobel von Baar ZG

Wenn das Wasser aus dem Innern der Kalkschichten wieder an die Oberfläche tritt, ist es hart, d.h. kalkhaltig geworden. Ein Teil des gelösten Kalks wird wieder ausgeschieden. Solcher ausgeschiedener Kalk wird Sinter genannt. Das Gestein, das dabei entsteht, heisst Kalktuff.

Eines der bedeutendsten Tuff-Vorkommen findet man im Zürcher Tösstal. Hier wurde früher Tuff abgebaut, heute ist dieser Ort streng geschützt. Im Bäntal bei Kollbrunn versickert Wasser in der Oberen Süsswassermolasse, die viel Kalkgestein enthält. Beim Austritt des Wassers wird Kalk ausgeschieden und abgelagert. Dieser besondere Ort trägt den Namen «Tüfelschilen».

Unter den Kalkschichten liegen in den Alpen auch Gesteine, die kaum wasserlöslich sind und dennoch Spalten führen. Wasser, das in diese tieferen Schichten eindringt und sich dort jahre- oder jahrzehntelang aufhält, kann dort schwerlösliche Mineralstoffe aufnehmen und als Mineralwasser wieder austreten. Diese Quelle im obersten Diemtigtal (Grimmi-quelle) führt nur wenig Kalk, dafür aber viel Gips und Eisen. Um Eisenverbindungen zu lösen, muss sich das Wasser lange Zeit unter hohem Druck befinden, also in grosser Tiefe.

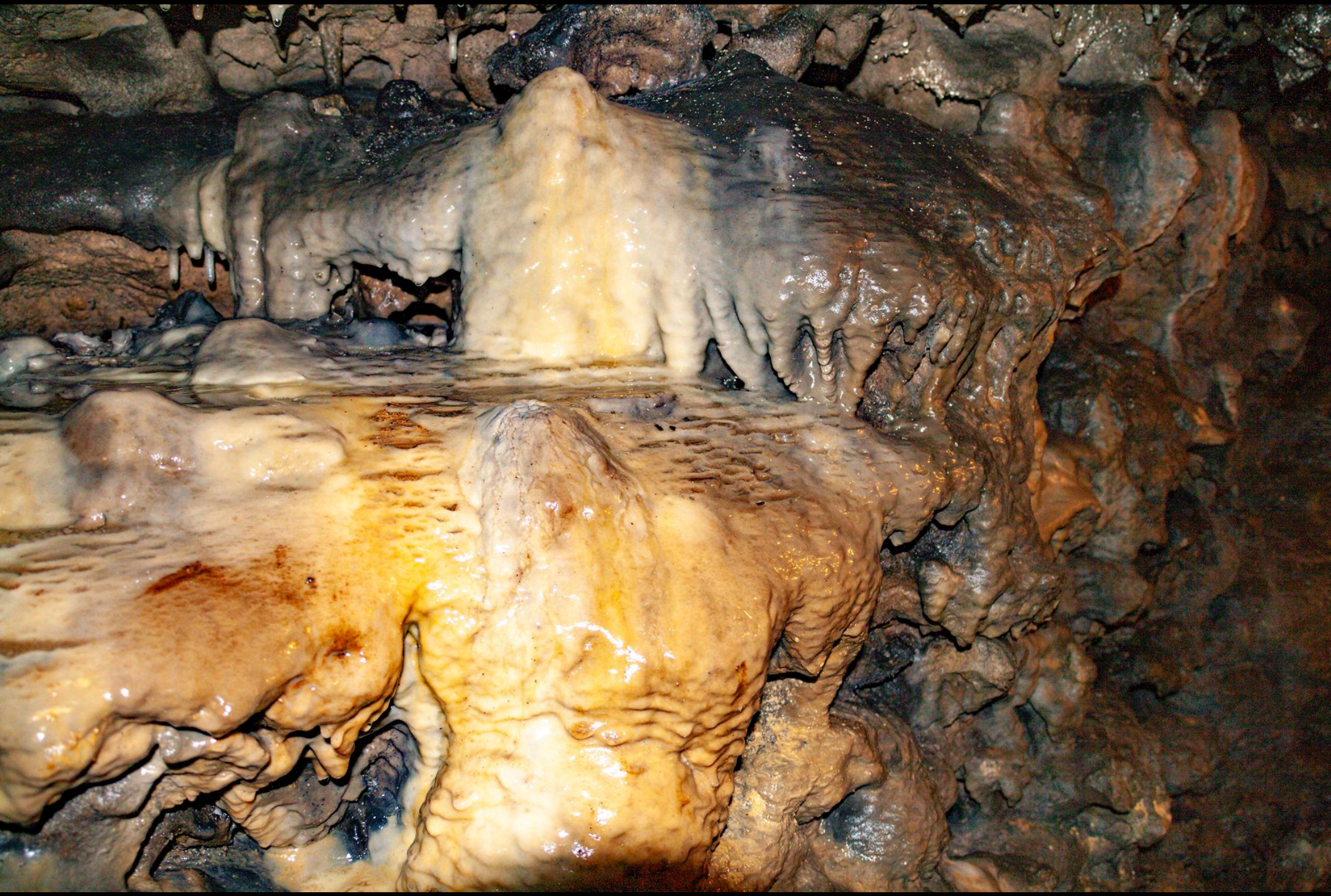
Die stärksten Mineralquellen der Schweiz sind im Unterengadin, bei Scuol und Tarasp. Es gibt in der Gegend 20 Quellen mit unterschiedlicher Zusammensetzung der Mineralien. Das Wasser verweilt 5 - 25 Jahre in grosser Tiefe. Die Bonifaziusquelle links ist nahe am Ufer des Inns. Die Lischanaquelle rechts hat den stärksten Anteil an Magnesium von allen Quellen Europas, sechs mal so viel wie das Eptinger-Mineralwasser, das als besonders stark magnesiumhaltig gilt. Alle diese Quellen enthalten auch viel natürliche Kohlensäure. Es sind keine echten Karstquellen, denn sie fliessen aus Felsspalten, die nicht durch Wasserlösung, sondern durch mechanische Kräfte entstanden sind.

Jerusalem

Natürlich gibt es nicht nur in Europa ausgedehnte Kalkgebiete. Diese Bilder hier stammen aus Israel, wo das ganze Judäische Hochland aus Kalk besteht; hier um Jerusalem ist es Kreidekalk; aus diesem sind auch alle Gebäude der Stadt errichtet, die alten und die neuen.

Das Wasser, das im Gebiet um Jerusalem im Boden verschwindet, kommt weiter unten in Quellen wieder zum Vorschein :

Die starken Quellen von En Gedi nahe beim Toten Meer bringen dieses Wasser wieder ans Tageslicht.
Der Kalk, der dabei abgelagert wird, bildet grosse Tuffkegel, die auch hier teilweise mit Moos bewachsen sind.



Der im Wasser gelöste Kalk wird natürlich nicht nur im Freien, sondern schon vorher in Hohlräumen abgelagert. So entstehen die sogenannten Tropfsteine; auch sie bestehen aus Kalksinter. Wir lernen sie später noch genauer kennen. *(Tschamberhöhle bei Bad. Rheinfelden)*

Die Karstformen der Erdoberfläche

Jetzt kommen wir zu den Einzelheiten. So sieht ein Stück Jurakalk aus. Es ist durchzogen von feinen Rissen und Spalten. In diese kann Wasser eindringen. Zu Beginn dauert es natürlich sehr lange, bis die Risse etwas weiter geworden sind. Je weiter sie sind, desto mehr Wasser kann eindringen. Die Korrosion, so nennt man die Lösung des Kalkes im Wasser, beschleunigt sich immer mehr, weil durch die erweiterten Spalten mehr Wasser fliessen und dieses dadurch mehr Kalk auflösen kann.

Es gibt kein Kalkgestein ohne Risse. An der Erdoberfläche werden diese durch eindringendes Wasser, das in kalten Nächten gefriert, erweitert, so dass das Wasser tiefer eindringen kann. Grosse Risse, die zwischen zwei parallel liegenden Schichten entstanden sind, werden Schichtfugen genannt. Viele von ihnen wurden im Laufe langer Zeiträume zu Schichtfugenhöhlen ausgeweitet.

Schicht auf Schicht liegt hier der Kalk am Brienzer Rothorn. Hier ist es Kieselkalk. Hier oben fliesst das meiste Wasser noch nach aussen ab, aber ein Teil des Wassers fliesst durch die Schichtfugen und durch Klüfte ins Innere und beginnt diese zu erweitern.

Aber das Wasser arbeitet nicht nur im Innern des Gebirges; auch die Oberfläche wird fleissig bearbeitet. Was am Tag als glatte Kalkfläche erscheint, offenbart sich bei Sonnenuntergang fast wie eine Küchenraffel. Millionen von Rillen durchpflügen die Kalktafeln. Die Formen und Grössen dieser Rillen, man nennt sie Karren, sind sehr vielfältig.

Noch viel grösser sind die Karrenfelder im Südosten des Kantons Schwyz, auf der Charetalp (Karrenalp). Bei hohem Sonnenstand sind die Karren nicht so deutlich sichtbar wie am späten Abend. Unter den dahinter liegenden Karrenfeldern liegt das Hochsystem der elftgrössten Höhle der Welt, des Höllochs, dessen Ausgang östlich von Muotathal liegt.

Von weitem scheinen die Karrenfelder völlig leblos zu sein. Aber in den Karren sammeln sich mit der Zeit Humuspölsterchen an, die vom Wasser hergeschwemmt worden sind. Hier verabschiedet sich ein Storchschnabel von der untergehenden Sonne.

Die kleinsten Formen der Karstlandschaften sind die Rillenkarren. Sie weisen sehr scharfe Kanten auf. Eine Wanderung über solche Karrenfelder nützt die Schuhsohlen extrem stark ab, und wer stolpert, hat ein Problem; er wird nämlich fast sicher zu wenige Heftpflaster bei sich haben, um alle Schnitte verpflastern zu können. Also geht man hier am besten sehr vorsichtig.

Die Formen dieser Rillenkarren sind sehr vielfältig; man entdeckt immer wieder neue. Dazwischen befinden sich etwas grössere und tiefere Karren, auf deren Grund meistens Humus oder wenigstens Moos liegt. *Das Handy dient hier zum Grössenvergleich.*

Zur Orientierung : Wir befinden uns hier nicht auf dem Mond, sondern auf der Erde, auf der Glattalp im südlichsten Teil des Kantons Schwyz. Bei Sonnenuntergang erscheinen die Karrenfelder viel plastischer als um die Mittagszeit.

Nicht immer treten so zahlreiche Rillenkarren auf, häufig gibt es komplizierte Spaltenfelder, die einem Gletscherabbruch gleichen. Bei Schnee ist die Sache nicht ganz harmlos, denn es können darunter auch grössere Spalten verborgen sein.
(Zwischen der Tannalp und dem Graustock, Obwalden)

Ausgedehnte Karstflächen gibt es auch bem Chinzigpass (Uri), hier am Geissgrätli aud 2100 m Höhe. Teile des Karstes sind von einer Vegetationsdecke bewachsen.

Diese Karstfläche lag vor über 100 Jahren noch unter dem Eis des Tsanfleuron-Gletschers am Sanetschpass. Auch im Wallis gibt es zwischen Leukerbad und St-Maurice grosse verkarstete Gebiete. Hier ist es Kreidekalk, aber auch im Jurakalk und im Gips kommen Karstformen vor. Der grösste unterirdische See der Schweiz liegt in einer Gipsschicht bei St-Léonard.

Karstgebiete sind nicht ungefährlich. Obwohl hier am Ostende der Charetalp oberhalb Braunwald ein Wanderweg durch diese Spaltenfelder führt, kann man in eine Spalte treten und ein Bein brechen oder sich bei schlechtem Wetter ziemlich hoffnungslos verirren. Bei Nebel kann einen auch kein Helikopter hier heraus holen.

In vielen Karrenfeldern kommen auch Karstschlote vor. Es sind Schächte, die in darunter liegende Höhlen führen. Meist sind sie unten von herab gestürzten Steinen verstopft, so dass man nur selten durch solche Schächte in Höhlen eindringen kann.

Dieses Karrenfeld auf der Charetalp (Schwyz) sieht von weitem ziemlich glatt aus, Man hat den Eindruck, ohne Schwierigkeiten darüber hinweg marschieren zu können. Wir wissen jetzt aber, wie es aus der Nähe aussieht. Der gezeigte Ausschnitt ist mindestens 500 Meter lang. Wenn hier Nebel aufkommt, verliert man sofort jede Orientierung.

Auf der Charetalp ist die Grenze zwischen nacktem Karst und bedecktem Karst markant. Dort, wo eine dünne Humusschicht auf den Karrenfeldern liegt, ist der Fels etwas weniger durchlässig. Bei Schneeschmelze bilden sich Schmelzwasserbäche, von denen viele genau auf der Grenzlinie im Untergrund verschwinden. Ein wenig Wasser ist also vorhanden, deshalb können auch die beiden Charetalphüttli diesen Standort benützen. Im Sommer weiden hier Schafe.

Die Kalkschichten sind unterschiedlich beschaffen; auf sehr wasserdurchlässigem Schrattenkalk liegen oft Schichten, die das Wasser schlechter durchlassen. Hier bilden sich zeitweise Bäche, die dann in Schwundlöchern verschwinden und in den darunter liegenden Schrattenkalk eindringen. Hier sind einige dieser Schwundlöcher zu sehen.

Dies sind zwei Schwundlöcher auf der Glattalp (Schwyz). Weil hier nur während der Schneeschmelze und bei Gewittern Wasser fliesst, sind es temporäre Schwundlöcher. Im Prinzip müsste es möglich sein, an solchen Stellen in darunter liegende Höhlensysteme einzudringen. Dazu müsste man allerdings viele Steine ausräumen, evtl. sprengen und die Stelle so sichern, dass beim Eindringen keine Steine nachstürzen.

Hier verschwindet ein kleiner Fluss durch ein Schwundloch ins Innere der Erde. Es ist der Bied bei Les Ponts-de-Martel im Neuenburger Jura. Das Wasser kommt aus Mooren, deshalb ist es braun gefärbt. Es kommt erst eine Woche später 300 Meter tiefer wieder and Tageslicht, bei Noiraigue im Val de Travers.

Ein prächtiges Karrenfeld auf dem Gotthardpass. – Denkste ! Es handelt sich hier um granitähnliches Gestein, das zu einer Zeit entstanden ist, als die Dinosaurier noch in ferner Zukunft lagen. Die höchsten Tiere waren in jener Zeit die Tintenfische, die Seesterne, Seeigel, Korallen und Trilobiten. Damals gab es die Alpen noch nicht, auch das variszische Vorläufergebirge war noch nicht vorhanden. Ein kambrisches Gebirge war es, zwischen dessen Decken sich Magma aus dem Mantel der Erde ergossen hat, aus dem Granit entstand.

Der Pragelpass zwischen Schwyz und Glarus ist der denkbar beste Ausgangspunkt, um das grösste Karstgebiet der Schweiz zu erkunden. Von hier aus führen Wanderwege kreuz und quer durch gewaltige Karrenfelder, und unterhalb der Passhöhe auf der Schwyzer Seite ist ein grosses Gebiet mit bedecktem Karst, der Bödmerenwald. Schauen wir uns den einmal an.

Bedeckter Karst

In ihrem oberen Teil führt die Pragelpass-Strasse durch den Bödmerenwald, einen Gebirgs-Urwald. Der ganze Wald besteht aus riesigen Karrenfeldern, die fast überall unter der Vegetationsdecke verborgen sind. Es ist gefährlich, diesen Wald zu betreten.

Dass eine Durchquerung des Bödmerenwaldes mühsam ist, sieht man sofort. Es wäre ein idealer Fitness-Parcours, wenn da nicht die verborgenen Karren wären. Man sieht sie nur selten, denn sie sind von Moospolstern und Pflanzendecken überspannt. Tritt man darauf, dann gibt die Decke meistens nach und man bricht mit wenigstens einem Bein irgendwo ein.

Hin und wieder sieht man, was man vor sich hat. Schritt für Schritt, sehr vorsichtig und am besten mit einem Stock versehen, kann man sich vorwagen. Mit Handy und GPS-Gerät ausgerüstet fühlt man sich ein wenig sicherer.

Manchmal stürzt eine Fichte mitsamt dem Wurzelteller um. Jetzt kommen die Karren darunter zum Vorschein. Sie sind nicht scharfkantig wie im Hochgebirge, sondern abgerundet, weil sie rundherum von Humussäuren angefressen werden.

Längs der Strasse ist der Wald nicht so dicht. Hier sieht man schöne abgerundete Rillenkarren, wie sie auch Im Jura zu sehen sind. Der Bödmerenwald ist das Haupteinzugsgebiet des Hölllochs, der elftgrössten Höhle der Welt.

Dieses eindrückliche Karrenfeld befindet sich im Berner Jura, zwischen Magglingen und Lamboing.

Es ist ein halboffenes Karrenfeld in einem Waldstück, umgeben von Landwirtschaftsflächen.

Im grössten Wald der Schweiz, im Grand Risoux auf dem Mont Risoux, finden wir grosse Karstgebiete, die dem Bödmerenwald stark gleichen. Wir sind hier im Waadtländer Jura, unmittelbar an der Grenze zu Frankreich. Um einen bestimmten Grenzstein zu finden, musste ich dieses Waldstück durchqueren. Das brauchte viel Zeit, weil ich allein war und mir einen Unfall nicht leisten konnte.

In der Umgebung des Col du Marchairuz im Waadtländer Jura gibt es ausgedehnte Karrenfelder. Viele liegen nur teilweise offen.
Wenn man einen solchen Karstwald unvorsichtig durchquert, kann man schon einmal ein Stockwerk tiefer landen.

Die grössten Karren des Juras sind auf den höchsten Gipfeln zu finden. Der Crêt de la Neige ist durch bis zu 20 Meter tiefe Karren zerklüftet. Auf dem Grund dieser Spalten, wo kein Sonnenstrahl hinkommt, bleibt der Schnee manchmal bis in den August hinein liegen. Die kalte Luft sinkt in die tiefsten Löcher hinunter und bleibt dort. Unter diesen Karren müssen natürlich Höhlen sein, aber bis jetzt hat noch niemand einen Weg dorthin gefunden.

Ausserhalb der Wälder, auf Weideflächen, sind die Karren gut zu sehen und oft mit Erdreich aufgefüllt. Hier kann man höchstens stolpern. Die Weidemauer im Hintergrund, die das weidende Vieh vor dem Absturz in den Creux du Van bewahren soll, besteht aus Kalksteinblöcken, die aus Karrenfeldern ausgebrochen worden sind. *Kantonsgrenze NE/VD*

Wenn man vom Faulhorn aus gegen den Brienzersee hinunter schaut, sieht man vor sich ein grosses Gebiet mit bedecktem Karst. Es ist die Bättenalp. Auch das Berner Oberland beidseits des Brienzersees und nördlich des Thunersees ist ein grosses Karstgebiet.

Südwestlich von Lenk, ebenfalls im Berner Oberland, liegt das Ski- und Wandergebiet Betelberg. Noch etwas weiter südwestlich kommt man zu einem Gebiet, das aus Kreide besteht. Es ist nicht Kreidekalk, sondern Gips aus dem Trias. Auch dieses Gebiet ist stark verkarstet, aber grosse Höhlen gibt es nicht, dazu ist das Gestein viel zu weich. Auf der Landeskarte steht hier der Name «Gryde».

In diesem Gipsgebiet lernen wir eine neue Karstform kennen : Die Doline. Dolinen sind im Gegensatz zu den Karren Trichter mit Durchmessern von einem bis zu mehreren hundert Metern. Es gibt zwei Arten von Dolinen : 1. Die Lösungsdolinen wie z.B. hier. Sie entstehen durch Auflösung von Kalk oder Gips, der im Wasser gelöst in unterirdische Hohlräume hinunter fliesst. 2. gibt es die Einsturzdolinen. Sie entstehen, wenn ein unterirdischer Hohlraum einbricht. Besonders reich an Dolinen ist das Juragebirge.

So sieht die «Kreide» aus der Nähe aus. Chemisch ist es Gips, also Kalziumsulfat. Gips ist stärker wasserlöslich als Kalk. Er enthält Schwefel. Unten in Lenk gibt es eine Schwefelquelle, die nach faulen Eiern stinkt. Besonders intensiv stinkt es, wenn auch noch Eisen mit im Spiel ist. Schwefelquellen, die für Trinkwasser bestimmt sind, müssen behandelt werden, das Eisen wird gebunden und entfernt. Auch im Basler Jura gibt es viel Gips, dort meist in Form von Anhydrit. Eptinger und Lostorfer Mineralwasser sind starke Gipsqellen.

Gipskreide ist ein sehr weiches Gestein. Entsprechend bilden sich hier Dolinen schneller als im Kalkstein. Wir sind hier in derselben Gipszone wie auf den vorhergehenden Seiten, auf der Wasserscheide des Turbachtales östlich von Lauenen.

Dolinen treten häufig in Reihen auf. Solche markieren eine Gesteinsgrenze und zugleich ein Höhlensystem, das darunter liegt. Hier auf dem Chasseral taucht die weiche, wasserundurchlässige Oxfordmergelschicht nach rechts unter eine darüber liegende Kalkschicht.
Das Wasser fliesst der unteren Schichtfuge dieser Kalkschicht entlang nach rechts hinten unter die Malmkalkschicht.

Direkt unter dem Gipfel des höchsten Schweizer Juragipfels, des Mont Tendre, liegt ein Gebiet mit mehreren Dolinen und Karrenfeldern. An einer Stelle führt ein enger Schacht in die Tiefe. Wenn man genug Zeit hat, kann man nachforschen, ob er in eine Höhle einmündet oder nach einigen Metern endet.

Unter Dolinen befinden sich oft sogenannte Dome. Es sind Hallen, die viel höher als weit sind. Dieser Dom im Nidlenloch auf dem Weissenstein wurde senkrecht nach oben fotografiert. An den Kletterhaken sehen wir, dass Höhlenforscher versucht haben hinaufzuklettern, um zu sehen, ob es oben einen Ausgang gibt. Aber sie konnten keinen finden.

In solchen Dolinen versickert Regen- und Schmelzwasser. Durch feinste Lehmteilchen, die mitgeschwemmt werden, wird der Boden mancher Dolinen abgedichtet. So bleibt das Wasser oft lange stehen, bis es durch feine Risse einen Weg nach unten findet.
Selten bricht der Boden einer Doline durch; dann entsteht eine Einsturzdoline oder ein Schlot, auch Schacht genannt.
Hier sind wir in den Freibergen (Franches Montagnes).

Dolinen können überall auftreten, wo wasserlösliches Gestein vorhanden ist. In den meisten Fällen ist dies Kalk, oft auch Dolomit oder Gips.

Sie sind auf Bildern oft nicht leicht zu erkennen. In der freien Natur hingegen fallen sie sofort auf, weil man dreidimensional sieht.

Dies ist eine Riesen-Doline 1,5 km südwestlich des Creux du Van bei der Kantonsgrenze NE/VD. Sie ist gesamthaft über einen Kilometer lang und hat mehrere Abflusspunkte. Im Winter sinkt die kalte Luft auf den Grund solcher Dolinen, weil sie schwerer ist als die Umgebungsluft; so können ganz zuunterst Temperaturen zwischen -40° und -50°C auftreten. So entsteht oft eine untere Baumgrenze.

Es gab Zeiten, da hielt man Dolinen für ideale Kehrichtdeponien. So wie hier in Les Enfers (Franches Montagnes) wurde an vielen Orten der Abfall entsorgt. Nun wissen wir aber, dass das Wasser, welches in die Dolinen fliesst, in darunter liegende Höhlensysteme eindringt, und dass es irgendwo tiefer unten in einem Tal als Karstquelle wieder ans Licht kommt. Na dann Prost !

Etwa zwanzig Jahre später war diese Doline aufgefüllt. Immer wieder wurde der Kehricht mit Erde und Steinen überdeckt, um die Sache ein wenig zu tarnen. In der Zwischenzeit ist dieser Schandfleck verschwunden. Der Hauskehricht wird jetzt in einer KVA (Kehrichtverbrennungsanlage) entsorgt. Wilde Deponien sind nicht mehr erlaubt.

2007 ist die Doline von Les Enfers wieder leer geräumt. Diese Riesenarbeit hätte man sich sparen können, wenn man schon früher mehr überlegt hätte. Oft handeln Menschen nur dann vernünftig, wenn sie dazu gezwungen werden ...

Tief unten im Doubstal kommt das Wasser, das in den Freibergen (Franches Montagnes) versunken ist, wieder als Quellen zum Vorschein. Die Bewohner der Dörfer am Doubs beziehen ihr Trinkwasser aus Quellen. Woher denn sonst ? *(Bild : Soubey)*

Dies ist im Gegensatz zu den bisherigen Aufnahmen eine Einsturzdoline. Hier ist eindeutig ein Hohlraum eingestürzt, der unter diesen obersten Schichten lag. Er muss recht niedrig gewesen sein; die Absenkung beträgt nur 4 - 5 Meter. Wir sind hier im französischen Jura am Col de Crozet in der Nähe der Colomby de Gex. *Mein Velo dient zum Grössenvergleich.*

Diese Einsturzdoline, das Trou de Fahy, ist wesentlich eindrücklicher. Sie führt fast 20 m tief senkrecht in eine riesige Halle. Es ist der ursprüngliche Eingang zur Grotte de Réclère in der Ajoie. Der Abgrund ist oben mit einem stabilen Geländer eingezäunt, damit niemand ohne Absicht in die Tiefe stürzt. Wir werden diese Höhle später noch kennen lernen.

Im Petit Risoux (Vallée de Joux) befindet sich ein Loch im Wald, ein sogenannter Karstschlot. Es heisst «Baume du Risoux» und ist etwa 120 Meter tief. Ein Stein braucht also rund 5 Sekunden, bis er unten ankommt, falls er nicht unterwegs an der Wand abprallt. Wenn man ganz still ist, hört man in der Tiefe Wasser rauschen.
Zur Veranschaulichung : Es gibt nicht viele Kirchtürme, die 120 m hoch oder höher sind.

Damit niemand unabsichtlich hinunter fällt, hat man das Loch vorsorglich mit einem massiven Hag aus Eisenrohren umgeben.
Früher liess man nämlich im Wald, der damals noch aufgelockerter war, Kühe weiden. Und Kühe sind extrem neugierig.
Heute ist das Waldgebiet durch Stacheldraht vom Weidegebiet abgetrennt. Der Hag ist hinten eingedrückt, weil
ein Baum darauf gestürzt ist. *Die Koordinaten dieses Loches (für neugierige Menschen): 511.850 / 171.450.*

Eine weitere Einsturzdoline befindet sich auf dem Dinkelberg nördlich von Rheinfelden. Das 40 m tiefe Teufelsloch wurde am Ende des zweiten Weltkriegs mit Abfällen, Stacheldraht und Resten von Munition aufgefüllt. Ein Basler Höhlenforscher übernahm zusammen mit andern Forschern die gefährliche Räumung dieser Doline, um den Zugang zum darunter liegenden Höhlensystem freizulegen.

Hohlräume unter der Erdoberfläche

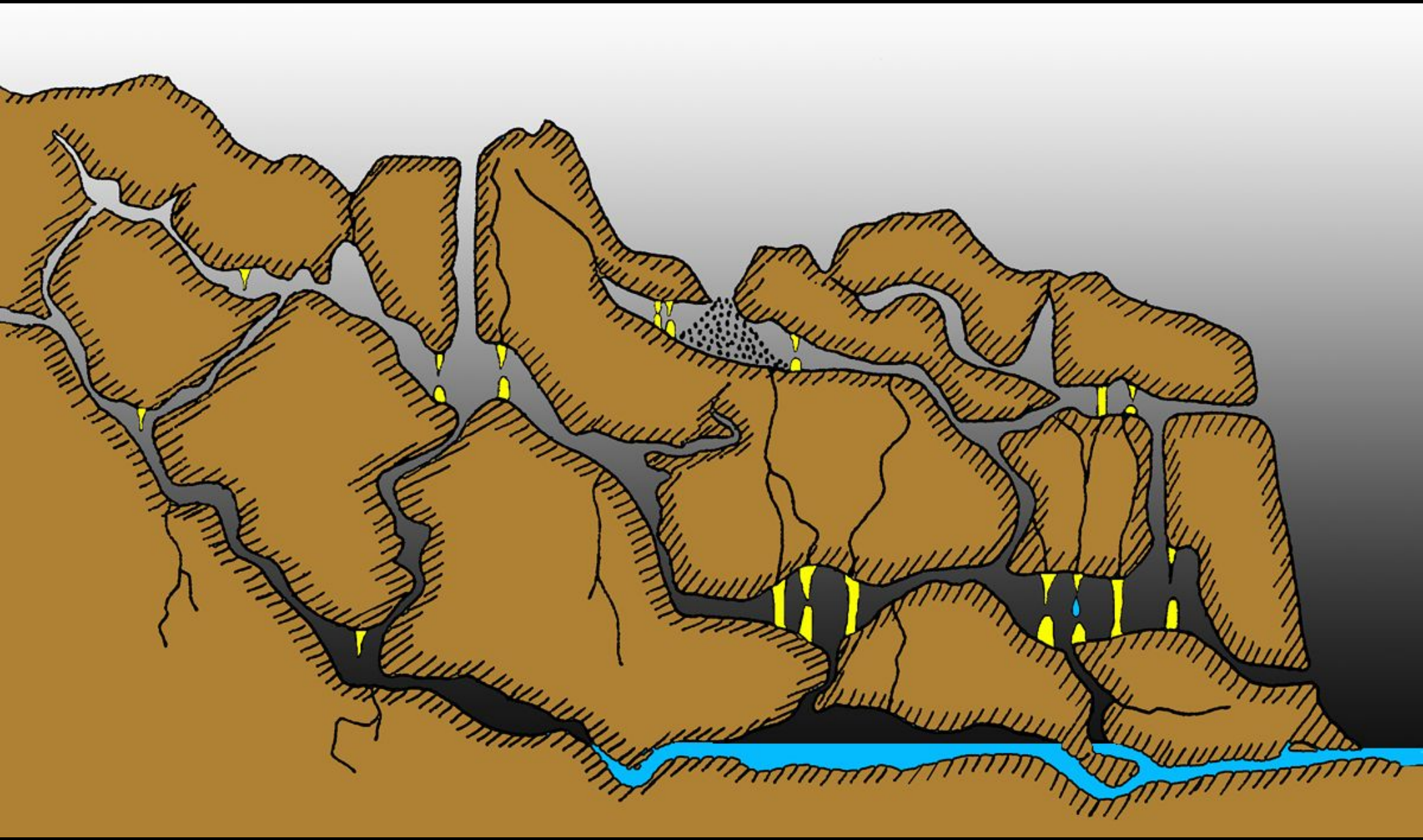
(Höhlen und Grotten)

Wenn die Kalkschichten von einer Strasse oder einem Steinbruch *(hier : Steinbruch Vermes SE von Delémont)* angeschnitten werden, kann man die Risse im Gestein, die Fugen, gut erkennen. Dort, wo sie Wasser führen, tritt dieses aus und verfärbt das Gestein dunkel. Diese Schicht hier befindet sich erst im Anfangsstadium der Verkarstung, die Fugen sind noch sehr schmal und führen wenig Wasser.

Dieses Blockrelief im Ausgangsbereich der Grotte de Vallorbe zeigt das Prinzip der Verkarstung anschaulich. Die Gesteinsfugen haben sich erweitert, Höhlengänge sind entstanden. Hier sehen wir zwei Lösungsdolinen, eine Einsturzdoline und anschliessende Karrenfelder. Darunter befindet sich ein zwei- bis dreistöckiges Höhlensystem. Das unterste System führt Wasser, es ist also das aktive System. Die oberen Gänge waren in früheren Zeiten aktiv, als das Land noch tiefer lag. Wenn sich das Land hebt, frisst sich das Karstwasser immer tiefer ins Erdinnere und bildet immer neue Karstwasserspiegel. Die höher gelegenen Gänge liegen dann meist trocken. Sie werden allmählich wieder zugefüllt durch

a) Deckensturz (Inkasion) b) Kalksinter, der in Form von Tropfsteinen ausgeschieden wird und c) Höhlenlehm.

Schema eines mehrstöckigen Höhlensystems



Höhlen entstehen also fast immer durch Wasser, welches Kalk auflöst und später in Hohlräumen wieder ausscheidet und absetzt. Weil zwischen den wasserdurchlässigen Schichten meist auch undurchlässige oder weniger durchlässige sind, fliesst das Wasser diesen entlang, bis es eine Spalte findet, die weiter in die Tiefe führt. Im untersten System sammelt sich alles Wasser an und sucht einen Ausgang ins Freie. Dieser liegt häufig am Fuss einer Felswand. Solche Ausgänge nennt man Strom- oder Karstquellen.

Nun wird es Zeit, dem Innern der Erde Besuche abzustatten. Dass man dabei meistens schmutzig wird, ist nicht zu vermeiden.

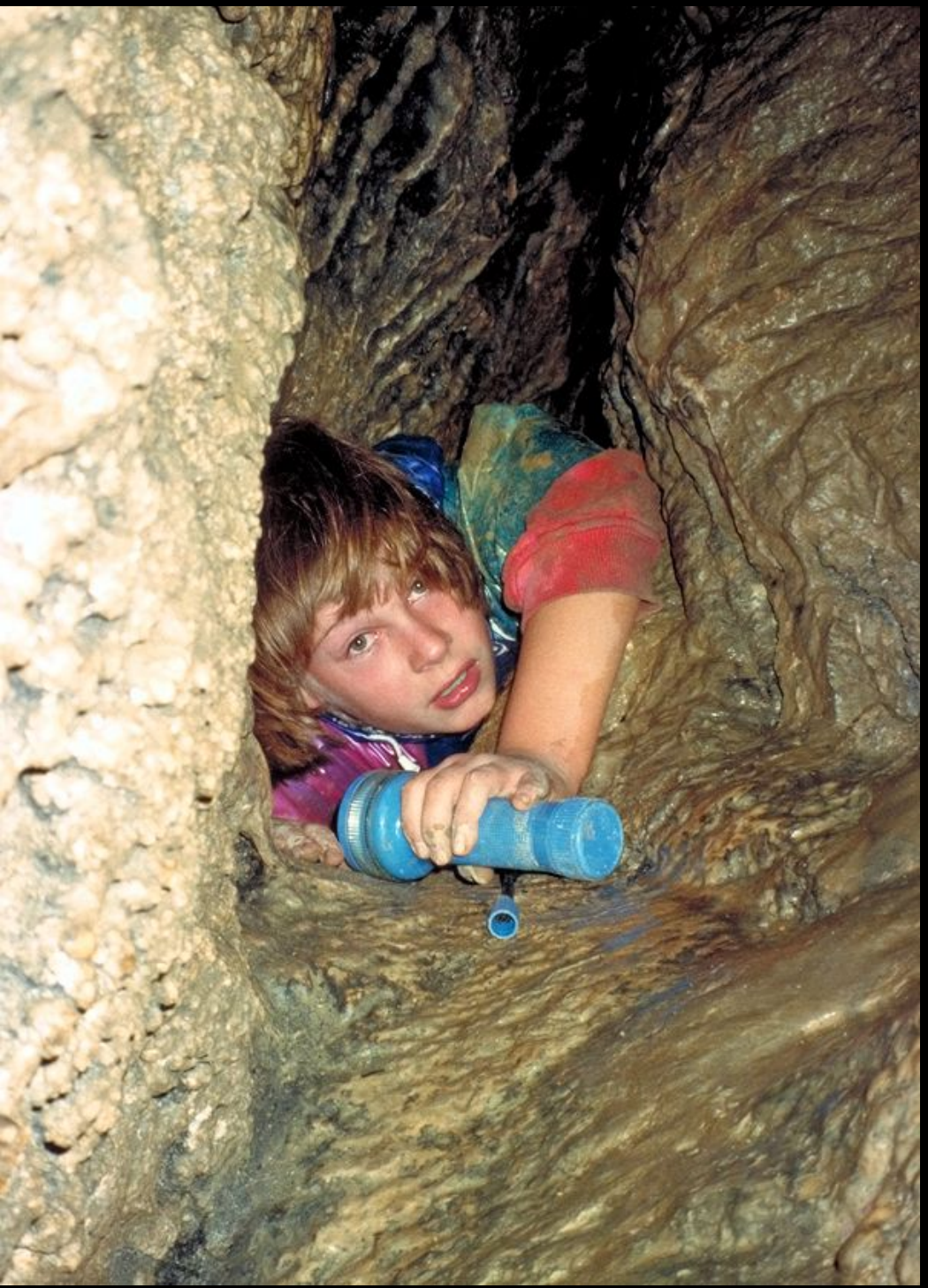
Wir besuchen hier eine der längsten Höhlen des Kantons Baselland, das Bruderloch. Sie ist ungefähr 100 Meter lang.

Die Bruderlochhöhle hat zwei Stockwerke, Das untere, aktive, führt den Höhlenbach und ist nicht begehbar. Der obere Gang, der mit Hilfe einer Leiter erreichbar ist, wird streckenweise sehr eng. Er geht mehrheitlich aufwärts; am Ende ist man nur noch wenig von der Erdoberfläche entfernt; man kann dort die Wurzelspitzen der Bäume sehen, die beim Dorf Wenslingen stehen.

Viele Höhlen haben wie das Bruderloch grosse Eingangshallen. So konnten sie während der letzten Eiszeit und danach als zeitweilige Wohnstätten für Jäger dienen, wenn sie wie hier in eisfreien Gebieten oder über dem Eis lagen.

Etwas länger ist die Glitzersteinhöhle oberhalb Dornach, etwa 15 km von Basel entfernt. Sie ist ungefähr 130 Meter lang, liegt aber im Kanton Solothurn. Leider ist die Glitzersteinhöhle seit einigen Jahren mit einem Gitter verschlossen. Den Schlüssel bekommt man bei der Gemeindeverwaltung in Gempen oberhalb von Dornach.

Am Ende der Glitzersteinhöhle kann man, wenn man schlank und mutig genug ist, durch einen sehr engen Schlupf in eine benachbarte Höhle kriechen. Man sollte aber vorher seine Hosentaschen leeren, einen Arm vor- und den andern zurückstrecken, sonst kann man stecken bleiben. Passieren kann eigentlich nicht viel : Wer stecken bleibt, magert mit der Zeit ab, dann geht es weiter oder auch wieder zurück.



Jetzt sind wir auf der anderen Seite dieser Engstelle. Hier kann man so etwas wie eine zweite Geburt erleben.
Wenn man endlich durch ist, war alles nicht halb so schlimm. Natürlich braucht es jemanden,
der beim Einstieg und beim Ausstieg hilft und genau erklärt, wie man durchkommt.

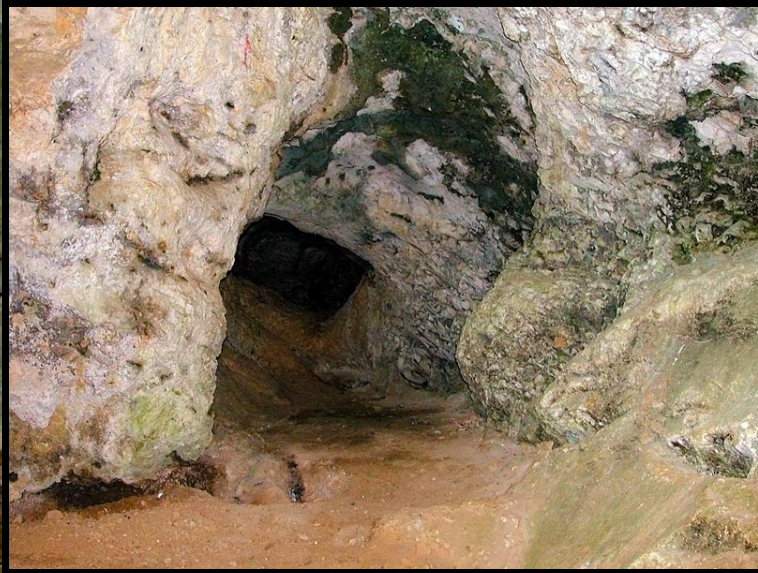
Diese Höhle liegt zwischen Aesch und Grellingen im Birstal.

Nach einem grösseren Vorplatz folgt ein enger Gang horizontal in den Fels. Hier gibt es keine Tropfsteine, aber trotzdem eine Besonderheit: Höhlenlehm. Sie ist die dreckigste Höhle der Region Basel.

Höhlen, die nicht mehr von Wasser durchflossen, also nicht mehr aktiv sind, werden im Laufe der Zeit wieder verschlossen durch

- Höhlenlehm
- Deckensturz (Inkasion)
- Versinterung (Tropfsteine)

Im Augenblick befindet sich eine Gruppe in der Höhle. Wir warten geduldig, bis sie heraus kommt.



Da sind sie schon, die mutigen Höhlenforscher ! Durch diese Höhle kriecht man nur einmal im Leben, das tut sich niemand ein zweites Mal an. Der Lehm wird von oben her durch feine Spalten mit dem Wasser eingeschwemmt. Irgend wann wird dann der Höhlengang endgültig verstopft sein, falls niemand ihn wieder ausgräbt. Hier könnte man wieder sauber werden.

Auch in das Milchlöchli bei Hochwald oberhalb Dornach geht man nur einmal, wenn man erfährt, was es damit auf sich hat. Die steil in die Tiefe verlaufende Höhle ist nicht durch Wasser entstanden, sondern durch langsame Hangrutschungen. Und weil der Hang immer in Bewegung ist, verändert sich die Höhle ständig. Neue Räume öffnen sich, Gänge werden durch nachrutschendes Gestein wieder verschlossen, nach Jahren öffnen sich wieder neue. Bis dann ist ein Eingeschlossener aber längst verhungert ...

Eine Höhle, die auch nicht durch Wasser entstanden ist, befindet sich auf der Kanarischen Insel Teneriffa. Es ist eine Lavahöhle, wie man sie in manchen Vulkangebieten der Welt findet. Diese ist 18 km lang, die längste Europas. Solche Höhlen entstehen, wenn ein dünnflüssiger Lavastrom an der Oberfläche abkühlt und erstarrt, während das Innere immer noch flüssig ist. Wenn die Lava abgeflossen ist, bleibt ein solcher Hohlraum zurück. Weitere Lavaströme fliessen darüber hinweg, aber der Hohlraum darunter bleibt erhalten.

Dies ist eine andere Lavahöhle, diesmal auf der Atlantikinsel Madeira. An der Decke hat die bei der Entstehung noch flüssige Lava beim Abtropfen kleine Tropfsteinchen gebildet.

Solche Lavahöhlen kommen fast überall vor, wo dünnflüssige, basaltische Lava ausströmt – meist auf Hotspot-Inseln im Atlantik und im Pazifik. Diese Lavahöhle ist die Thurston Lava Tube auf der Hauptinsel Big Island von Hawaii. Ebenfalls auf Hawaii befindet sich die mit 65,5 km längste Lavahöhle der Welt. Beide sind im gleichen «Volcanoes National Park» im Südosten der Insel.

Bild aus der Wikipedia, Autor : Frank Schulenburg

Kleine, grosse und riesige Höhlen

Kleinhöhlen sind 5 bis 50 Meter lang. Was unter 5 Meter misst, wird nicht als Höhle bezeichnet.

Mittelhöhlen sind 50 bis 500 Meter lang. Dabei werden auch die Seiten- und Nebengänge mitgezählt.

Grosshöhlen sind 500 Meter bis 5 km lang. Auch hier werden alle Gänge zusammengezählt.

Riesenhöhlen sind insgesamt über 5 Kilometer lang.

Bei diesen Längenangaben werden nur diejenigen Gänge mitgezählt, die vermessen worden sind.
Eine blosse Begehung, „Bekriechung" oder Durchtauchung genügt nicht.

Die längste bekannte Höhle der Welt befindet sich in Kentucky (USA). Sie liegt in einem flach liegenden Kalksteinplateau und weist deshalb keine grossen Höhenunterschiede auf. Ursprünglich waren es zwei Höhlen : Die Flint Ridge-Cave und die Mammoth-Cave. Als es den Forschern 1972 gelang, eine Verbindung zwischen den beiden Riesenhöhlen zu finden bzw. freizuschaufeln, war auf einen Schlag ein Höhlensystem von gesamthaft über 563 Kilometern vorhanden. Durch weitere Vermessungen wuchs sie seither auf mehr als 600 Kilometer an. Die grösste Höhendifferenz im Innern des Höhlensystems beträgt aber nur 116 Meter.

In der Schweiz haben wir die achtgrösste Höhle der Welt, das Hölloch im Muotatal (Kanton Schwyz).
Bis 2014 sind 201 Kilometer Höhlengänge vermessen. Der grösste Höhenunterschied beträgt im Innern 939 Meter.
In den Karrenfeldern hoch über dem Hölloch wird im Silberensystem ein weiteres Riesenhöhlensystem erforscht. Von ihr sind bisher 38,4 km Gänge vermessen, die grösste Höhendifferenz beträgt 888 Meter. Die Forscher haben durch Wasserfärbungen herausgefunden, dass zwischen dem Silberen-System und dem Hölloch eine Verbindung besteht, nur wurde diese bisher noch nicht gefunden.

Ein weiteres Riesenhöhlensystem in der Schweiz ist das Siebenhengste-Hohgant-Höhlensystem. 156 km Gänge sind vermessen, die grösste Höhendifferenz im Höhleninnern beträgt 1340 Meter. Die tiefst gelegene Karstquelle mündet in den Thunersee, und zwar sehr tief unter der Wasseroberfläche. (Berner „Geographie in der Schweiz" S. 150)

Insgesamt weist die Schweiz 17 Riesenhöhlen von über 5 km Länge auf.

Es gibt Höhlen mit gewaltigen Eingangsbereichen, die sich weiter hinten eher bescheiden fortsetzen. Solche „Hochstapler-Grotten“ waren in der Eiszeit fast alle temporär besiedelt. Die Bewohner waren an den inneren Teilen kaum interessiert, im Gegenteil, ihr Interesse galt nur dem geschützten Eingangsbereich. Links ist eine Höhle über dem Doubstal südwestlich Damvant, rechts der Eingang zum Drachenloch oberhalb Vättis im Taminatal (Kanton SG) zu sehen.

Das Drachenloch oberhalb Vättis liegt auf 2450 m Höhe und damit über dem Gletscherniveau der Würm-Kaltzeit. Die Rentierjäger konnten vom Eingang aus fast eben über den Gletscher gehen und die erlegten Tiere direkt in die Höhle schleppen. Heute liegt der Eingang 1500 Meter über dem Talboden. So hoch hinauf würde niemand ein erlegtes Tier tragen.

Auch 50 Meter vom Eingang entfernt ist das Drachenloch immer noch sehr geräumig. Da hätte ein riesiger Drache ohne weiteres Platz gefunden. Hier hinten war es windgeschützt und trotzdem noch nicht stockfinster, also ideal, um im Sommer selbst während der Eiszeit überleben zu können. Im Winter wohnte natürlich nie jemand hier; Rentierjäger waren Nomaden. Weitere Bilder

Die Wildkirchlihöhle oberhalb Wasserauen (Kanton AI) war in der Eiszeit temporär bewohnt. Hier am Rand der Alpen reichten die Gletscher nicht mehr so hoch hinauf; wir sind hier etwa auf 1550 m. Weil Höhlen, Drachen und ähnliches im Mittelalter den finsteren Mächten zugeordnet wurden, baute man eben eine Kapelle davor, um das Böse zu bannen.

Im blauen Schulatlas auf Seite 11 und im violetten auf Seite 13 oben kann man die Höhen der Eisoberfläche abschätzen.

Die Wildkirchlihöhle ist durchgängig; der Wanderweg von der Ebenalp zum Gasthaus Aescher führt durch die Höhle hindurch. Dies ist der obere Höhleneingang.

Das Innere der Wildkirchlihöhle ist beleuchtet; trotzdem ist es empfehlenswert, eine Taschenlampe dabei zu haben, besonders wenn man nicht sehr trittsicher ist. Hier im Innern lebten während der Eiszeit höchstens Höhlenbären.

Hier kommt der Wanderweg wieder aus der Wildkirchlihöhle heraus. Dies war der Teil der Höhle, der während der Eiszeit temporär (zeitweise) bewohnt war. Allerdings nur im Sommer, denn im Winter hielten hier Höhlenbären ihren Winterschlaf. Der ursprüngliche Boden lag natürlich tiefer, er ist während der Jahrtausende durch Deckensturz aufgeschüttet worden.

In der Gegend von Basel gab es überhaupt nie Gletscher, so konnten auch tief gelegene Höhlen zeitweise bewohnt werden.
Diese eher bescheidene Höhle im Kaltbrunnental bei Grellingen im Birstal heisst «Heidenküche», ein Name,
der auch auf eine gewisse Angst vor den unbekannten prähistorischen Menschen schliessen lässt.

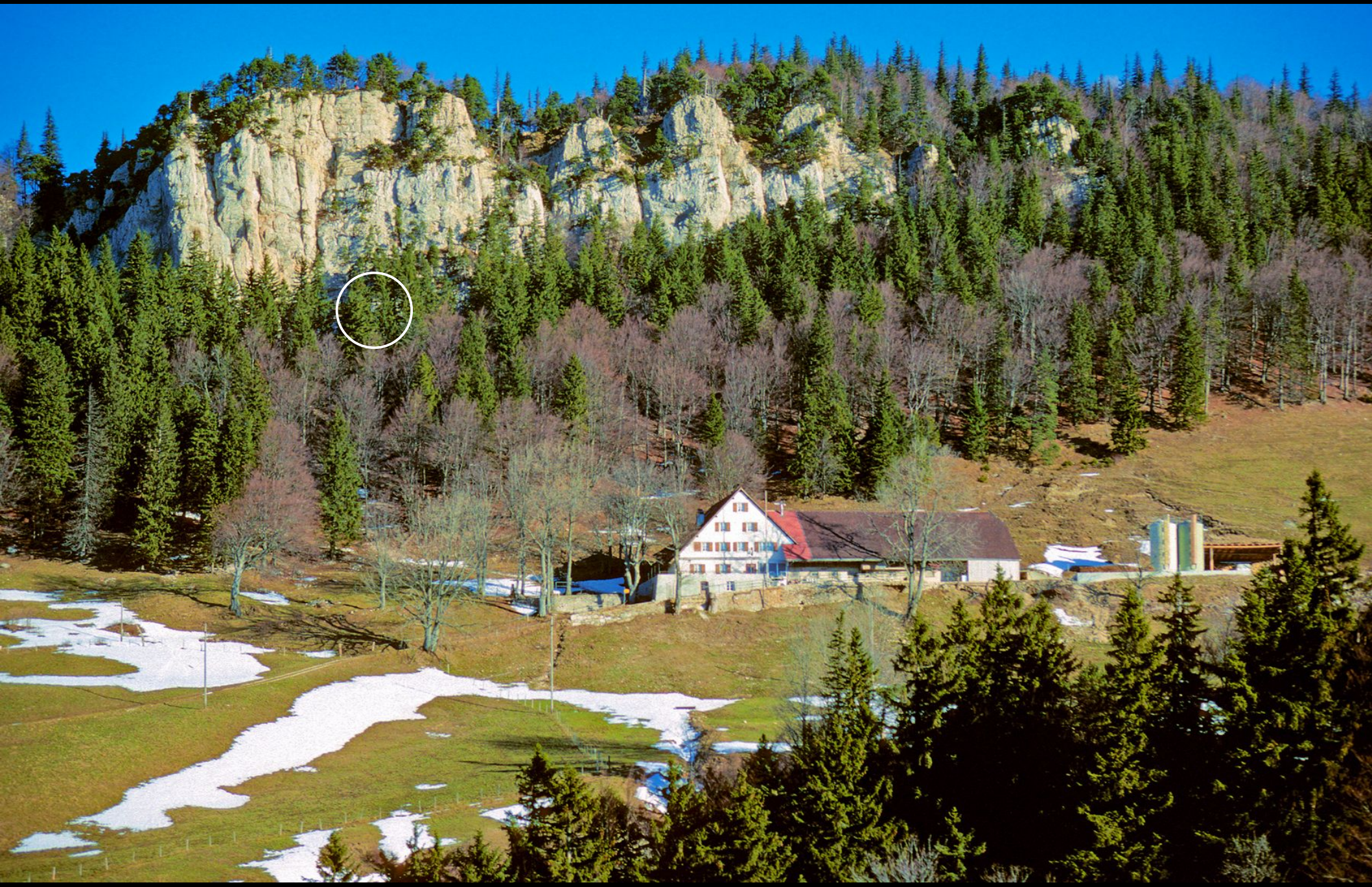
Die Höhlenfrau bereitet dem noch schlafenden Höhlenmann das Frühstück. *(Oberhalb Arlesheim BL, 15. November 2000)*
Das ist keine Inszenierung, hier wohnten immer wieder Gruppen für einige Wochen, bis es die Gemeinde Arlesheim verbot.

Oberhalb von Vitznau, 600 m über dem Vierwaldstättersee, befindet sich die Steigelfadbalm. Eigentliche Höhlen können im Nagelfluhgestein nicht entstehen, es handelt sich um eine Schichtfuge. Sie ist im Verlauf von Jahrtausenden durch Erosion erweitert worden und diente während des letzten Glazials Höhlenbären und Höhlenhyänen als Unterschlupf für den Winterschlaf. Menschliche Spuren wurden bisher nicht gefunden, obwohl eine Wohnung mit Sonnenschein und fliessendem Wasser damals recht angenehm gewesen wäre.

In der Areuse-Schlucht im Val de Travers, Kanton NE, befindet sich dieser riesige überdachte Platz «Baume du Four». Rechts führt eine Höhle weiter in den Berg hinein. Alle paar hundert Jahre donnert ein Felsblock von der Decke herunter. Deckensturz heisst in der «Höhlensprache» Inkasion. Die abgebrochenen Inkasionstrümmer liegen auf dem Boden umher. Hier kann man bei schlechtem Wetter gut geschützt übernachten, wenn man sich nicht gerade unter einen lockeren Deckenblock legt.

Dia-Aufnahme 1964

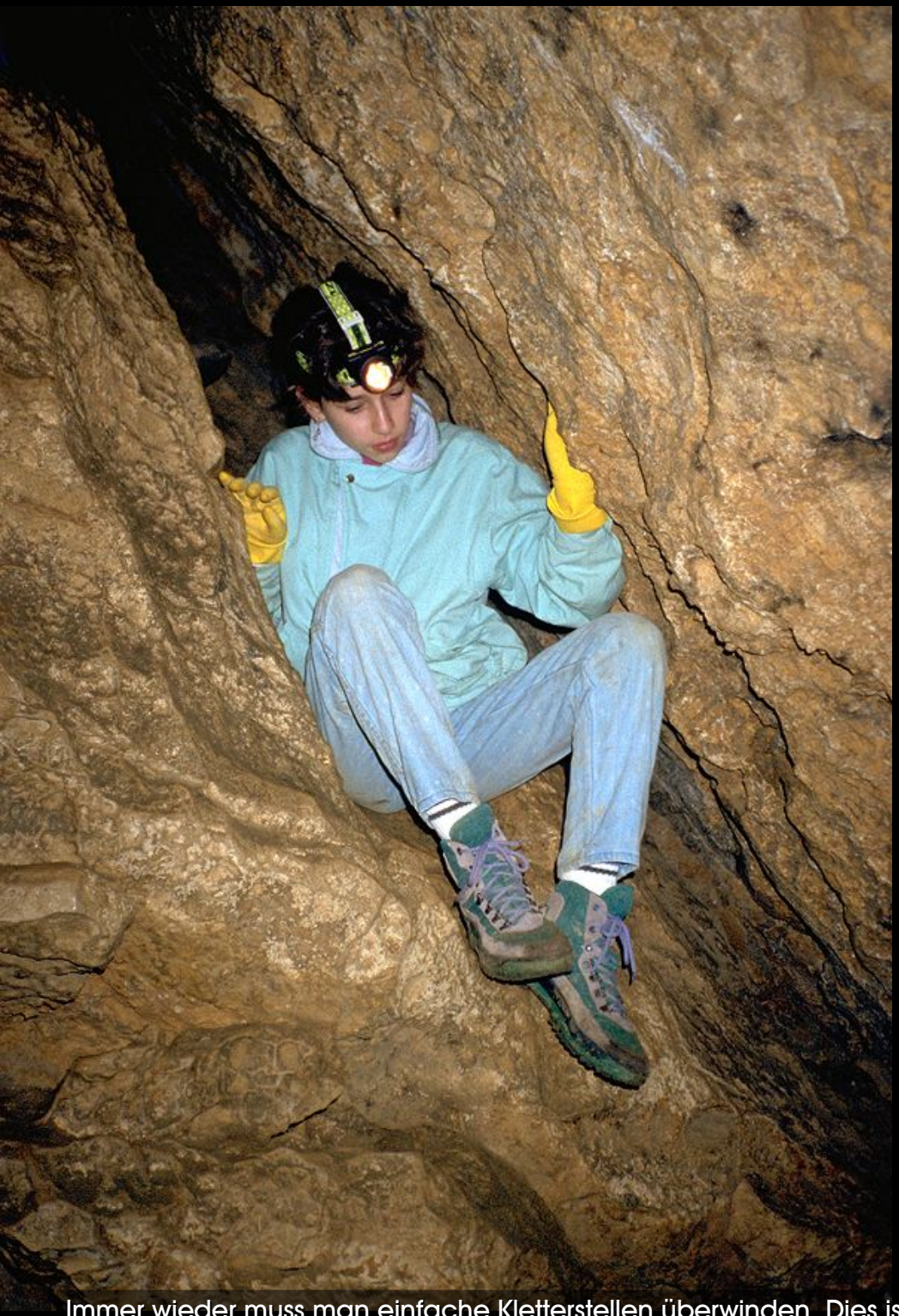
Jetzt wird es aber ernst ! Wir besuchen die Riesenhöhle Nidlenloch auf dem Weissenstein (SO). Sie ist total 7,5 km lang und führt vom Eingang aus 407 Meter in die Tiefe. Die ersten 800 Meter sind mit eingebauten Kletterhilfen versehen, der Rest des 1,7 km langen Hauptganges muss mit eigenem Klettermaterial überwunden werden. Die Bilder stammen von unterschiedlichen Begehungen.

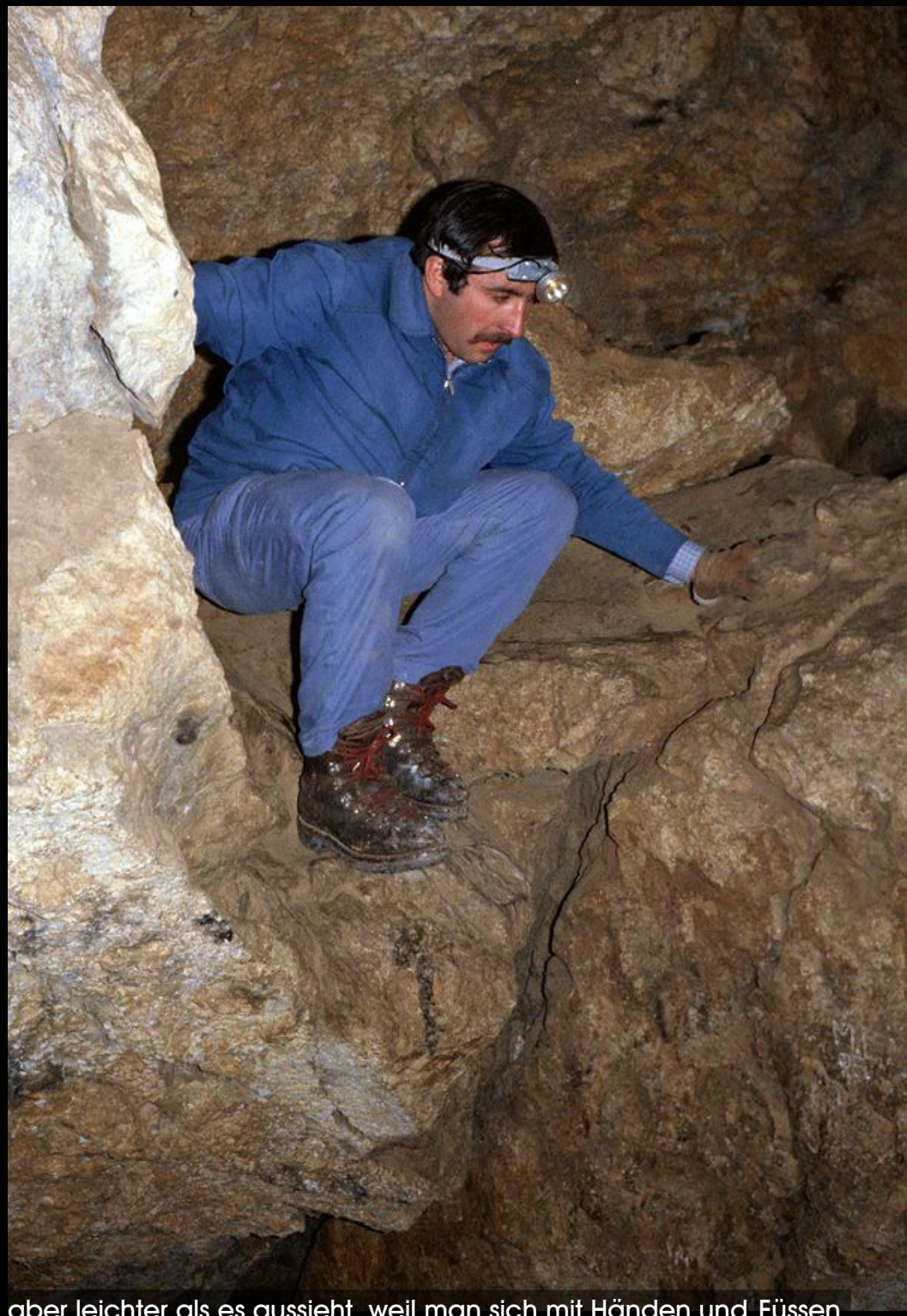


Dies ist der Gasthof Hinter-Weissenstein. Der Eingang zum Nidlenloch befindet sich darüber am Fuss der Felswand (Kreis). Während der letzten Eiszeit (Würm-Glazial) war das Gebiet vergletschert. Das Schmelzwasser suchte sich einen Abfluss durch den Malmkalk und schuf so die Höhle. Sie ist also eine der jüngsten Höhlen der Schweiz. Heute führt sie nur noch selten Wasser, bis auf Pfützen und einer Quelle im untersten Teil des Hauptgangs. Die Höhle endet in der Nähe des Weissenstein-Eisenbahntunnels.

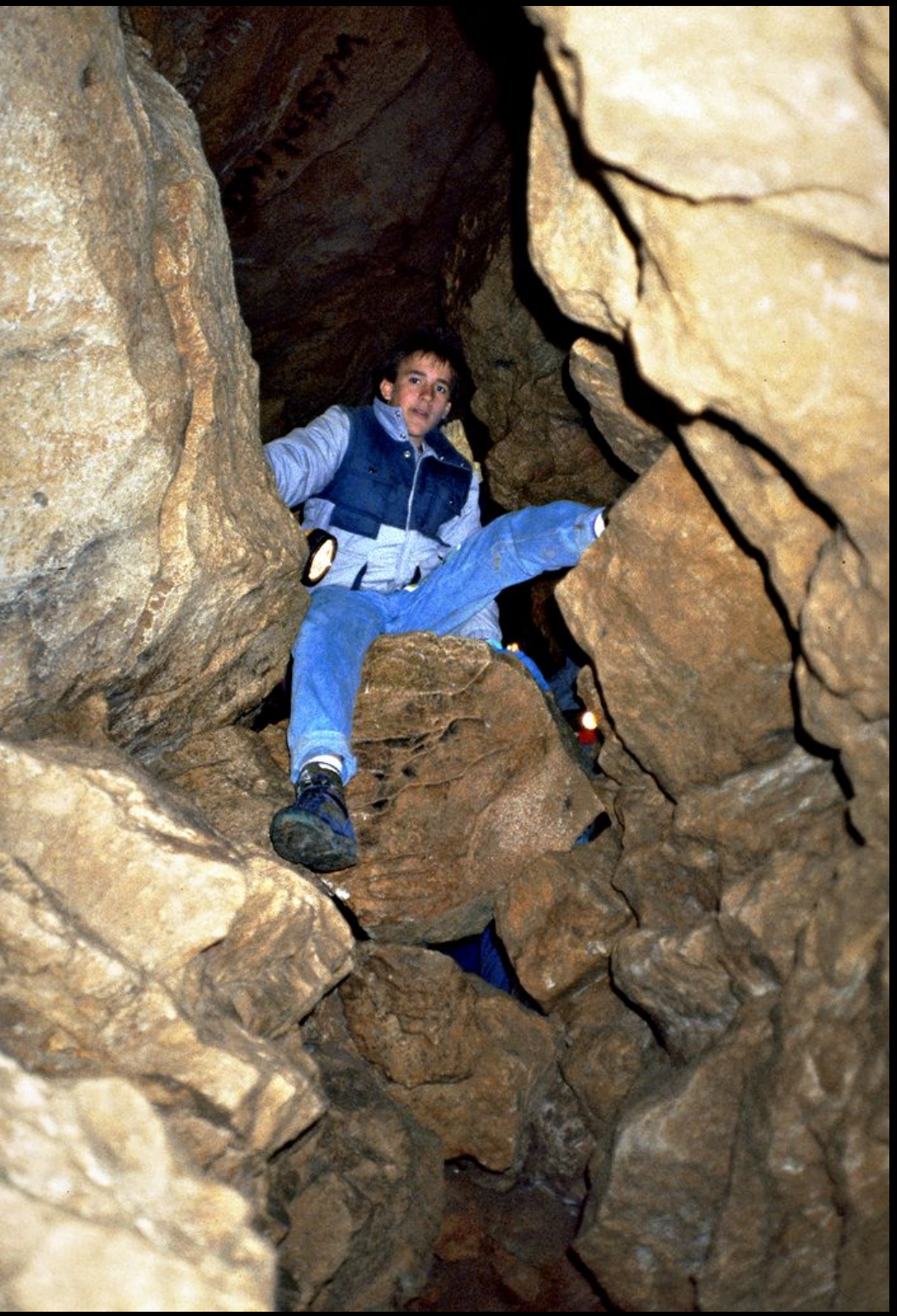
Schon bald nach dem Eingang kommen wir zum Dom, den wir schon früher gesehen haben. Solche Gebilde findet man meistens knapp unter der Erdoberfläche, normalerweise befindet sich eine Doline darüber.

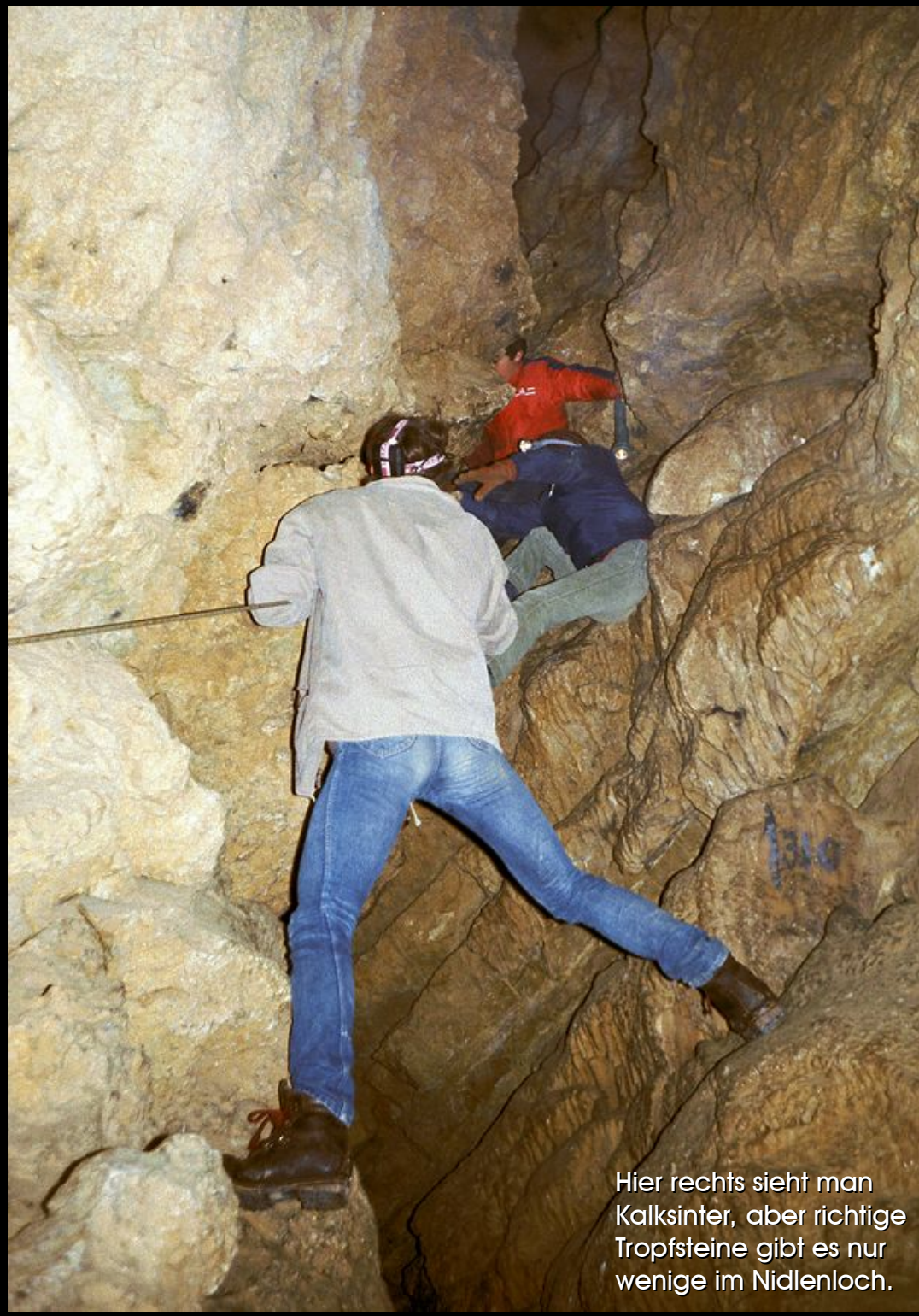
Im oberen Teil des Nidlenlochs liegen grosse Deckensturzblöcke auf dem Boden. Der Gang führt steil abwärts und verengt sich dann zum sogenannten Jungfernschlupf. Dieser ist etwa 6 Meter lang.





Immer wieder muss man einfache Kletterstellen überwinden. Dies ist aber leichter als es aussieht, weil man sich mit Händen und Füssen seitlich verkeilen kann. Im Laufe der Jahre werden die Felsen glatter, weil sie von den vielen Schuhen abgenützt werden.





Hier rechts sieht man Kalksinter, aber richtige Tropfsteine gibt es nur wenige im Nidlenloch.

Die Abstürze werden höher, und beim «Kienzelbachs Fall» ist als erste Steighilfe ein Stahlseil schräg hinunter gespannt.

Der Steinsee ist ein Syphon im Nidlenloch, eine Mulde, die sich bei grossen Niederschlägen oder Schneeschmelze bis zur Decke mit Wasser füllen kann. Dann ist der Syphon geschlossen, der Weg versperrt. Zum Glück sind solche Verschlüsse hier selten und sie dauern nur einige Stunden, nicht mehrere Tage wie z.B. im Hölloch.

Nach einer guten Stunde wird es Zeit für eine kleine Rast. Wir sitzen auf Deckensturzblöcken und geben acht, dass keine Taschenlampe zwischen die Blöcke hinunter fällt. Wir brauchen sie nämlich noch. Echte Höhlenforscher (Speläologen) verwenden allerdings Karbid-Lampen, die das hell brennende Gas Acetylen erzeugen.

Es folgen einige Schächte mit Steighilfen; 1963 waren es noch geklammerte Alu-Doppelseile, 1985 schon Stahlseilleitern.

Der 13,4 m hohe Forsterschacht ist das Ende des ausgebauten Teils. Auch hier wurde innert 20 Jahren eine bequemere Leiter montiert. Unten an der Leiter befindet sich ein Höhlenbuch, in das man sich einschreiben sollte. Die meisten Gruppen kehren hier um.

Wenn das Karbid verbraucht ist, schütten viele Speläologen das stinkende graue Pulver in die Höhle, statt es wieder hinaus zu nehmen.

Unter Höhlenforschern gilt dies als unehrenhaft, aber viele machen es trotzdem.

Von Zeit zu Zeit unternimmt die AGN (Arbeitsgemeinschaft Nidlenlochforschung) eine Putzaktion und schleppt Unmengen von Abfällen wieder nach oben.

In der Schweiz stehen sämtliche Höhlen unter Schutz, d.h. es dürfen keine Steine mitgenommen und keine Abfälle liegen gelassen werden.

Dies ist verbrauchtes Karbidpulver.

Dieses Bild stammt aus dem Jahr 1963. Viele «Besucher», die hier unter dem Forsterschacht wieder umkehrten, liessen einen Teil ihrer Konsumgüter zurück. Links liegt eine Menge verbrauchtes, stinkendes Karbidpulver. Es gab Gruppen, die kamen extra an diesen Ort, um sich zu besaufen. Heute nimmt dazu niemand mehr so viel Mühe auf sich. Hier unten ist es darum jetzt fast sauber.

Es folgen im Nidlenloch noch weitere sechs Schächte kurz nacheinander, dann wird der Hauptgang flacher. Heute befinden sich unterhalb des Forsterschachtes keine Leitern mehr (auch diese hier ist nicht mehr vorhanden). Man kommt also nur noch mittels alpiner Klettertechnik und mit eigenen Seilen und Leitern weiter, die man selber mitnehmen muss.

Bis zum Ende des Hauptgangs braucht man 6 - 12 Stunden und 6 - 10 Stunden für den Rückweg.
Mit der Zeit vergisst man vor Erschöpfung das Fotografieren, deshalb ist das hier mein letztes Bild vom Nidlenloch. Wir waren beim ersten Mal 22 und beim zweiten Mal 18 Stunden unterwegs. Schlafen kann man im Zug auf der Heimreise oder in einem speziell für Höhlengänger eingerichteten Massenlager beim Restaurant.

Abgesehen vom Hauptgang gibt es noch einige schöne, aber meist sehr mühsam begehbare Seitengänge.

Alle bisher vermessenen Gänge sind zusammen 7,5 Kilometer lang, der Hauptgang allein misst 1,7 Kilometer. Die Temperatur beträgt 2° - 6° C.

Wer die Höhle begehen will, muss sich im Restaurant Hinter-Weissenstein einschreiben und die vorgesehene Route und die späteste Zeit der Rückkehr eintragen. Ausserdem muss man eine Depotgebühr für den Höhlenschlüssel hinterlegen, denn der Eingang ist aus Sicherheitsgründen mit einem Gittertor verschlossen.

Wenn eine Gruppe mehrere Stunden nach der vorgesehenen Rückkehrzeit noch nicht zurück ist, wird eine Rettungskolonne aufgeboten. Das wird teuer !

Wenn man von Porrentruy (JU) durch die Ajoie in Richtung WSW fährt, sieht man an mehreren Stellen, dass die Kalkschichten waagrecht oder schwach geneigt sind. Die Ajoie ist zur Hauptsache Tafeljura und deshalb reich an Höhlen. Die grösste Höhle der Ajoie, die Grotte de Milandre, ist 10,5 km lang. Sie ist wegen Einsturzgefahr gesperrt. Kurz vor Damvant kommen wir nach Réclère. Hier zweigen wir südwärts ab. Eine schmale Fahrstrasse führt aufwärts gegen die Landesgrenze. 50 Meter vor dem Zoll halten wir an.

Ein Hotel mitten in der «Wildnis», das hat ja wohl etwas zu bedeuten. Die Grottes de Réclère waren früher, als es den Kanton Jura noch nicht gab, Eigentum des Kantons Bern. Dieser verkaufte Hotel und Höhle einem Privatmann, welcher in jahrzehntelanger Arbeit beides ausbaute und zu einem touristischen Ziel machte, welches bis zum fernen Basel hin die Leute anzieht. Die Grotte ist während des ganzen Jahres täglich geöffnet, es gibt mehrere Führungen pro Tag. Also dann, wollen wir mal ?

Soeben kommt eine Gruppe von Besuchern von einer Führung zurück. Der Besucher-Pavillon ist in der Form eines Dinosauriers gebaut und enthält genügend Ausstellungs- und Verkaufsmaterial, um sogar Kindern das Warten auf die nächste Führung erträglich zu machen. Die Führungen werden zweisprachig gehalten, auf Wunsch sogar ein klein wenig auf Englisch.

Nach einer Führung hat man Hunger. Dazu gibt es Picnicplätze im Freien und unter einem Dach, oder man geht ins Restaurant.

Dies ist der Höhleneingang; da müssen alle Besucher hinunter, allerdings durch einen neu gesprengten Eingang, der sanft in die Tiefe führt. Aber durch dieses Loch wurde die Höhle entdeckt. Sie diente urprünglich zum Entsorgen von Tierkadavern und wurde zum ersten Mal von Zigeunern begangen, die Knochen sammelten, um damit Geld zu verdienen. Da unten gab es damals Tierknochen in Hülle und Fülle. Erst viel später wurde die Grotte ernsthaft erforscht, natürlich ebenfalls durch dieses Loch.

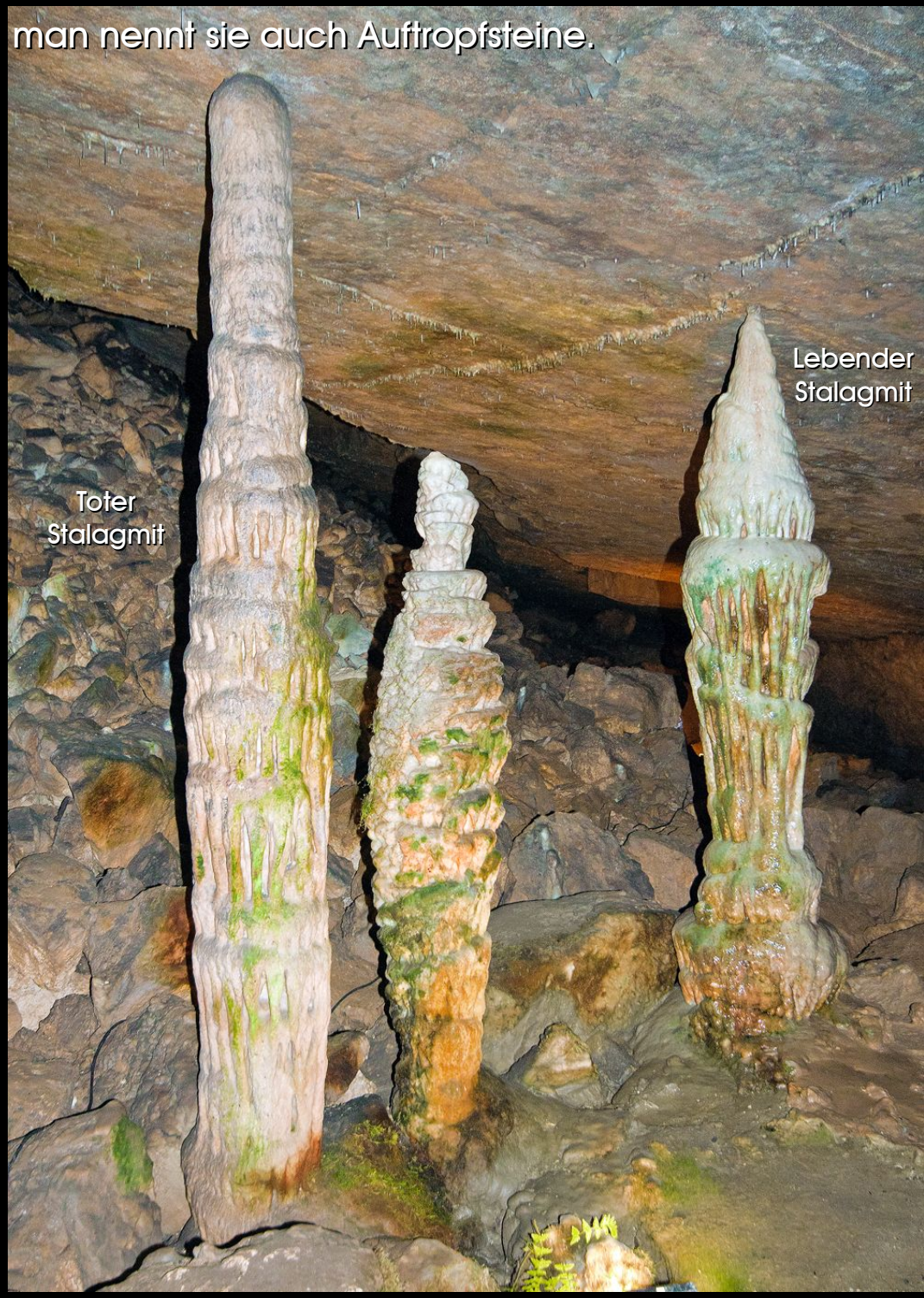
Nach dem Passieren des Eingangstunnels steht man in einer riesigen Halle; hier schauen wir zurück zum Eingang: Beim Pfeil sind wir herein gekommen, das blaue Licht ist das Tageslicht, das durch den ursprünglichen Eingangsschacht ins Innere der Höhle fällt. Wenn wir uns jetzt nach hinten umdrehen, sehen wir die gewaltige Halle, die den grössten Teil der Höhle ausmacht.

Die Grotte de Réclère befindet sich in der Mont Terri-Kette, also im Faltenjura; allerdings ist die Falte hier sehr flach, fast wie im Tafeljura. Vor uns liegt eine riesige Halle, die nach Süden hin steil abfällt und aussieht wie eine Schutthalde im Gebirge. Tatsächlich sind diese Blöcke alle von der Decke herunter gestürzt, also Inkasionstrümmer. Dass dies lange her ist, merkt man daran, dass auf vielen Blöcken Stalagmiten stehen, die zum Wachsen sehr lange Zeit benötigen. Beim Abstieg auf dem Weg kommen wir an ihnen vorbei.

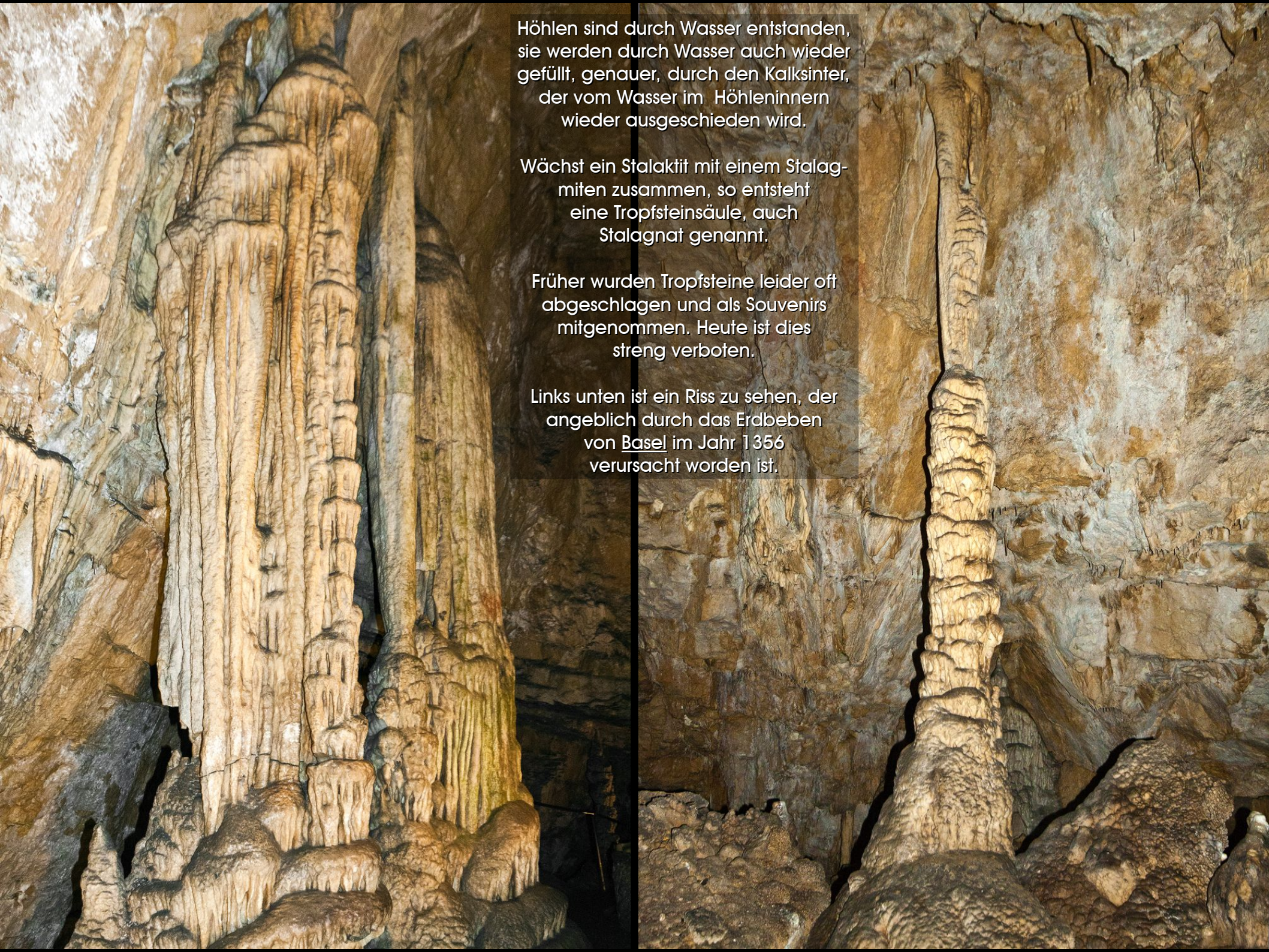
Stalaktiten sind Deckentropfsteine; man nennt sie auch Abtropfsteine.

Die beiden grössten Stalaktiten sind der der «Napoleonsmantel» links und der «Grosse Leuchter» rechts.

Stalagmiten sind Bodentropfsteine; man nennt sie auch Auftropfsteine.



In der Grotte von Réclère sind die Bodentropfsteine (Stalagmiten) wesentlich häufiger und mächtiger gewachsen als die Deckentropfsteine (Stalaktiten). Wenn ein Tropfstein noch wächst, also aktiv ist, «lebt» er, andernfalls gilt er als «tot».



Höhlen sind durch Wasser entstanden, sie werden durch Wasser auch wieder gefüllt, genauer, durch den Kalksinter, der vom Wasser im Höhleninnern wieder ausgeschieden wird.

Wächst ein Stalaktit mit einem Stalagmiten zusammen, so entsteht eine Tropfsteinsäule, auch Stalagnat genannt.

Früher wurden Tropfsteine leider oft abgeschlagen und als Souvenirs mitgenommen. Heute ist dies streng verboten.

Links unten ist ein Riss zu sehen, der angeblich durch das Erdbeben von Basel im Jahr 1356 verursacht worden ist.

Tropfsteine können sehr unterschiedliche Wachstumsgeschwindigkeiten, Formen und auch Farben haben, je nach Temperatur, Kalkgehalt des Wassers und Mineralien, die ausser dem Kalk auch noch im Wasser gelöst sind.

Als wir um 1970 zum ersten Mal die Grotte von Réclère besuchten, erfuhren wir, dass die Stalagmiten in 1‘000 Jahren einen Millimeter wachsen.

Um 1985 herum sagten die Höhlenführer, das Wachstum betrage einen Millimeter in 100 (hundert) Jahren.

Beim letzten Besuch 1999 war es bereits ein Zentimeter in 130 Jahren.

Warten wir noch ein paar Jahre. Schliesslich hat ja auch die Wissenschaft das Recht, ihre Meinung zu ändern ....

Der Stalagmit links ist etwa 3 Meter hoch. Sein Alter gemäss Variante 1 beträgt also 3 Millionen Jahre, nach Variante 2 noch 300'000 Jahre und nach Variante 3 noch 39'000 Jahre.

Viele dieser Stalagmiten wachsen auf Deckensturzblöcken, das Wachstum muss also begonnen haben, *nachdem* diese abgestürzt sind ....

Hier sehen wir das Seelein, das den tiefsten Punkt des ausgebauten Teils der Höhle bildet. Wir sind nun mehr als 100 Meter tiefer als der Eingang. Es gibt zwar Gänge, die noch weiter führen, aber die sind den Speläologen vorbehalten. Für Besucher sind sie gesperrt. An der Decke sehen wir hier «Maccaronis», sie werden auch Sinterröhrchen oder Fisteln (frz. Fistules) genannt. Sie sind nur einige Millimeter dick, innen hohl und können in Ausnahmefällen mehrere Meter lang werden.

Dieses Monstrum mit dem Namen «Dom» gilt als grösster Stalagmit der Schweiz. Er ist immer noch aktiv, aber leider haben übereifrige Leute der ersten Tourismus-Epoche eine Treppe in den untern Teil gehauen. Nun, gewiss war das gut gemeint, aber so etwas würde heute niemand mehr machen. Immerhin kann man daran sehen, wie rasch der Tropfstein wächst. Bereits in einigen Jahrtausenden wird die Treppe nämlich wieder vollständig mit Kalksinter zugedeckt sein. Warten wir es ab.

Wir sind wieder draussen, aber da hat sich inzwischen einiges verändert. So hat die Welt vielleicht ausgesehen, als der Kalkstein abgelagert wurde, in dem die Höhle entstanden ist.

Der Wald wird lebendig. Dies ist aber kein Film, sondern ein Teil der genialen Idee des neuen Hotel-Besitzers, die Grotte von Réclère mit einem prähistorischen Park zu verbinden. Manchmal erschrickt man schon, wenn man plötzlich vor einem solchen Vieh steht. Es trägt den liebenswerten Namen «Tarbosaurus» und stammt aus der Mongolei. Weitere Tiere sind hier zu sehen.

Fast die ganze Ajoie ist eine fossile Landschaft; sie verändert sich kaum mehr, weil praktisch alles Wasser unterirdisch abfliesst. Im Westen und Süden sind alle Täler Trockentäler wie hier bei Réclère. Selbstverständlich flossen hier vor Jahrtausenden Bäche, aber die haben sich inzwischen alle in den Untergrund zurückgezogen.

Zwischen Chevenez und Porrentruy ist eine Einsturzdoline entstanden, in welcher der unterirdische Fluss zu sehen ist. Bei grosser Trockenheit kann der Gang ein Stück weit begangen werden, aber dies ist sehr gefährlich und nicht zu empfehlen. Ein Gewitter wäre das Todesurteil.

Nach längerem Regen steigt der Wasserspiegel so stark an, dass der «Creux Genat», so heisst dieses Loch, überfliesst. Dann strömt von hier aus ein oberirdischer Fluss bis nach Porrentruy, wo er in die Allaine mündet.

Auf den folgenden Seiten ist diese Situation zu sehen, aufgenommen am 17. April 2006 nach einem langen Regen.

Der Kreis gibt eine Stelle an, die auf der folgenden Seite noch knapp über dem Wasserspiegel liegt.

Der Creux Genat ist voll, unten wird das Wasser zurückgestaut, oben fliesst es im «déversoir occasionnel» ab, Porrentruy zu.

Nur an wenigen Tagen im Jahr fliesst das Wasser hier oberirdisch. Vor Jahrtausenden war dies aber immer so.

Am Rand der Altstadt von Porrentruy mündet der unterirdische Fluss (rechts) in einen Kanal, dann fliessen beide zusammen in die Allaine, den Hauptfluss der Ajoie. Das letzte Stück des «déversoir» ist aber immer oberirdisch. Ein weiteres Beispiel eines unterirdisch verlaufenden Flusses ist hier zu sehen. Es gibt übrigens auch unterirdische Seen !

Poljen, Schwundlöcher und Stromquellen

Eine Polje ist eine verkarstete Ebene, deren Boden durch Tonablagerungen abgedichtet ist. Der Name stammt wie fast alle Fachausdrücke der Höhlenkunde aus dem nördlichen Balkan (Slowenien und Kroatien). In einigen Poljen gibt es Seen, deren Abflüsse stets unterirdisch sind, in andern verschwindet ein Fluss einfach in einem Schwundloch. Das Wasser kommt dann tiefer unten in einem Tal wieder zum Vorschein, in Form einer Karstquelle. Hier sind wir im Neuenburger Jura im «Vallée de La Sagne et des Ponts» auf etwa 1000 m Höhe, an deren westlichem Rand das Dorf Les Ponts-de-Martel liegt. Dort verschwindet der Fluss «Le Bied».

Der Bied schlänget sich durch die Ebene bei Les Ponts-de-Martel und sucht verzweifelt sein Schwundloch. Nach langem Suchen hat er es endlich gefunden. Zuerst muss er eine Art Gitter durchfliessen, in dem Äste und Grasbüschel hängen bleiben. Wenn dieses Schwemmgut das Loch verstopfte, würde bei starkem Regen ein Teil der Ebene überflutet.

Dieser Teil wäre nun geschafft. Beim Schwundloch gibt es einen Rückstau, weil es etwas eng ist. Dann beginnt eine abenteuerliche Reise ins Erdinnere, die uns Menschen immer ein Geheimnis bleiben wird. Diese Reise dauert eine Woche, dann kommt das Wasser 250 Meter tiefer am Fusse einer Felswand wieder ans Tageslicht. Der Fluss heisst nun Noiraigue, weil das Wasser zeitweise dunkel ist. Mit Färbversuchen hat man den Zusammenhang zwischen dem Bied und der Noiraigue sowie die Reisedauer heraus gefunden.

Da sind wir also. Was in den letzten sieben Tagen geschehen ist, bleibt streng geheim. Vielleicht hat es unterirdische Seen, in denen das Wasser so lange zurück gehalten wird. Die direkte Entfernung vom dem Schwundloch bis hierhin beträgt nur 3,9 km in genau südlicher Richtung. Sieben Tage für 3,9 Kilometer sind schon etwas lang. Doch nun muss das Flüsschen arbeiten. Fast alle Flüsse aus Stromquellen werden für Mühlen, Sägereien und Eisenhämmer gebraucht. Dabei ist die Noiraige nur 650 m lang, dann mündet sie in die Areuse. Vielleicht ist sie damit der kürzeste Fluss der Schweiz, wenn man den unterirdischen Teil nicht mitrechnet.

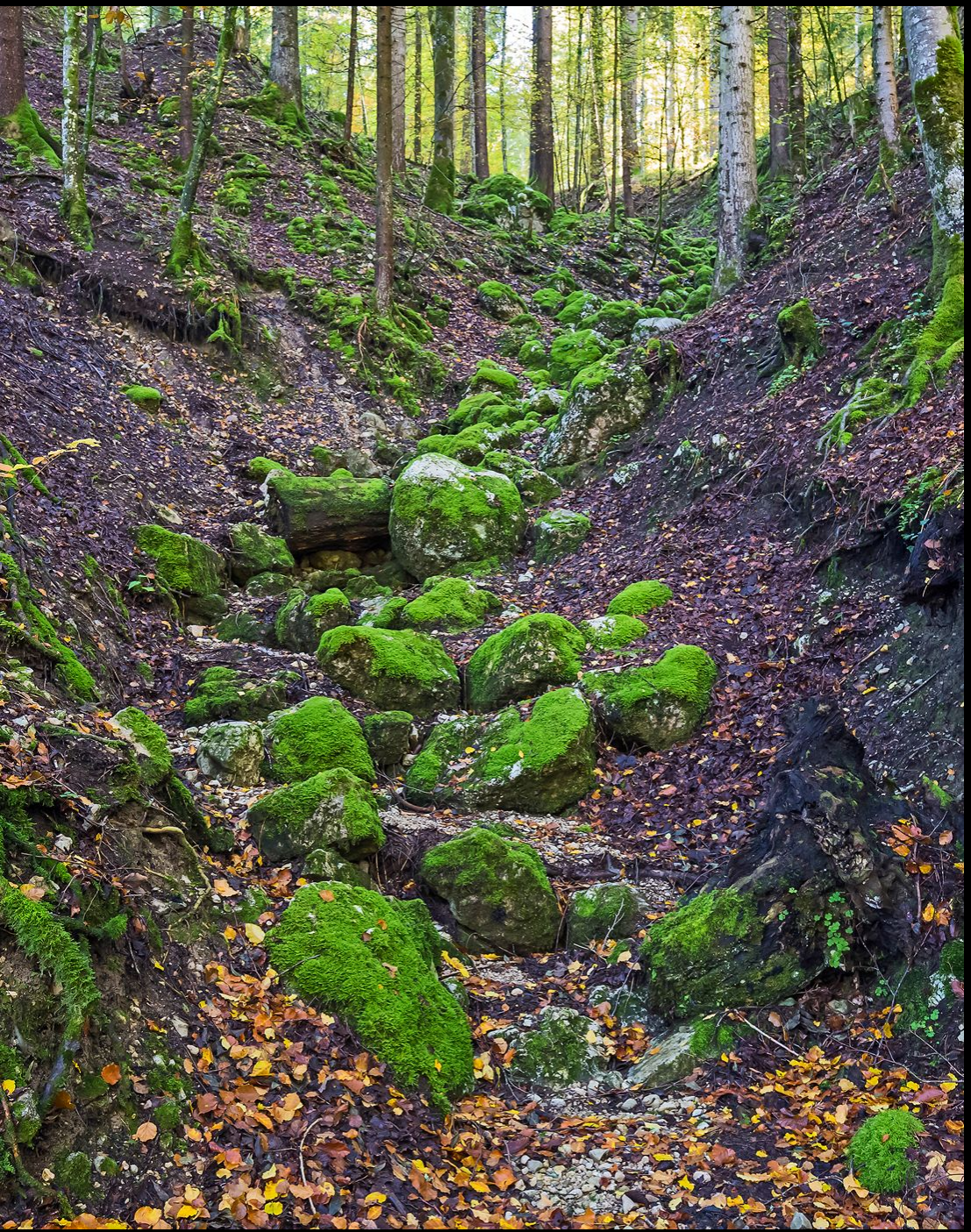
Der Neuenburger und der Waadtländer Jura sind Gebiete mit grossen Poljen. Eine davon ist das Hochtal von La Brévine. Wir sind hier im Zentrum des Dorfes La Brévine. Wenn man genau hinschaut, sieht man eine Art Brücke. Offenbar kann hier Wasser fliessen. An diesem tiefsten Punkt des Dorfes sammelt sich nicht nur Wasser, sondern im Winter auch die kalte Luft, weil sie schwer ist. So wurde schon eine Temperatur von - 41,8° C gemessen. Wir sehen hier die automatische Mess-Station für die wichtigsten Wetterdaten.

Kurz nach dem Dorf La Brévine verschwindet der Flusslauf des Bied (auch hier heisst er so) im Erdinnern.

Im Gegensatz zu Les Ponts-de-Martel führt dieser Bied nur selten Wasser.

Südwestlich von La Brévine hat sich das Wasser zum Lac des Taillères gesammelt. Der Boden ist wie in allen Poljen mit Tonlagen abgedichtet. Trotzdem hat das Wasser an einigen Stellen Abflüsse ins darunter liegende Gestein gefunden. Der See hat also, wie man sagt, einen unterirdischen Abfluss. Auch hier hat man mit Hilfe von Färbeversuchen heraus gefunden, wo dieses Wasser wieder ans Tageslicht kommt. Man schüttet ein ungiftiges, rotes Pulver hinein. Dieses färbt das Wasser leuchtend gelbgrün und behält diese Farbe auch dann, wenn es sehr stark verdünnt wird. Der See ist auf der Schulkarte eingezeichnet, aber nicht angeschrieben.

Dreieinhalb Kilometer südwestlich des Lac des Taillères befindet sich an einem schwach geneigten Hang diese Höhle. Wahrscheinlich ist sie während der Eiszeit als Schmelzwasserabfluss der Eisbedeckung entstanden. Die Eisoberfläche lag auf etwa 1200 m.ü.M.



Das Wasser des Lac des Taillères kommt oberhalb von St. Sulpice 240 m tiefer und 6,5 km entfernt in einer kräftigen Stromquelle wieder zum Vorschein. Es ist die Quelle der Areuse, des Hauptflusses des Val de Travers. Offenbar befindet sich im Innern des Berges ein Höhlensystem mit mehr als einem Stockwerk, denn auf dem linken Bild ist der Abfluss einer früheren Stromquelle zu sehen. Sie gehört zu einem höher gelegenen Stockwerk und ist heute höchstens noch bei sehr extremer Wasserführung aktiv.

Zwölf Tage brauchte das Wasser für die Strecke von sechseinhalb Kilometern Luftlinie. Pro Sekunde kommen 700 Liter, bei Schneeschmelze bis zu 50'000 Liter Wasser aus der Quelle. An diesem Tag sind es etwa 10‘000 Liter pro Sekunde. Das Wasser steht unter hohem Druck; es kommt nicht etwa waagrecht aus dem Felsen, sondern wird von unten her durch zahlreiche Löcher herauf gepresst. Es stammt aus dem Lac des Taillères und einem umgebenden Gebiet von etwa 104 km^2 Fläche.

Je weiter wir uns vom Felsen entfernen, desto mächtiger schwillt der Wasserstrom an. An zahlreichen Stellen stösst Wasser mit grosser Kraft senkrecht nach oben; es bilden sich dadurch kleine Hügel auf der Wasseroberfläche.

Kaum geboren, schon gezähmt. Die junge Areuse musste früher wenige hundert Meter von ihrem Geburtsort entfernt bereits Schwerarbeit leisten : Eine grosse Getreidemühle, eine Sägerei und später sogar eine Steinbrech-maschine zur Zementherstellung musste der Fluss antreiben, und dies alles auf dem ersten Kilometer seines Laufes. Hier war einer der Ursprungsorte der Industrialisierung im Kanton Neuenburg.

Übrigens steht die Areuse keineswegs allein da mit diesem Problem : Viel weiter nördlich muss die Birs bereits bei ihrer Geburt in Tavannes ein Trinkwasserkraftwerk antreiben. Früher trieb sie eine grosse Mühle und eine Sägerei an und legte damit den Grundstein für die Industrialisierung im obersten Birstal im Berner Jura.

Auch das grösste Hochtal im Jura ist über weite Strecken eine Polje; es hat keinen oberirdischen Abfluss. Es ist das Vallée de Joux mit seinen drei Seen Lac des Rousses (in Frankreich), Lac de Joux und Lac Brenet. Das Tal und der Bergrücken des Mont Risoux bilden den nordwestlichen Abschluss des Waadtländer Juras. In diesem Tal und auf den umliegenden Bergketten sammelt sich eine grosse Menge Wasser an, so dass das Gebiet mit seinen unterirdischen Abflüssen zwei sehr starke Stromquellen speist.

Die beiden Seen Lac de Joux und Lac Brenet haben an ihren Westufern unterirdische Abflüsse. Der Verbindungskanal zwischen den Seen hat ein Regulierwehr. So können die Seespiegel auf einem bestimmten Niveau gehalten werden. Das Wasser des Lac Brenet wird zur Stromerzeugung im Kraftwerk Vallorbe genutzt. Auf der französischen, westlichen Seite des Petit Risoux befindet sich die starke Stromquelle des Doubs, der weiter im Norden auch die Schweiz besucht.

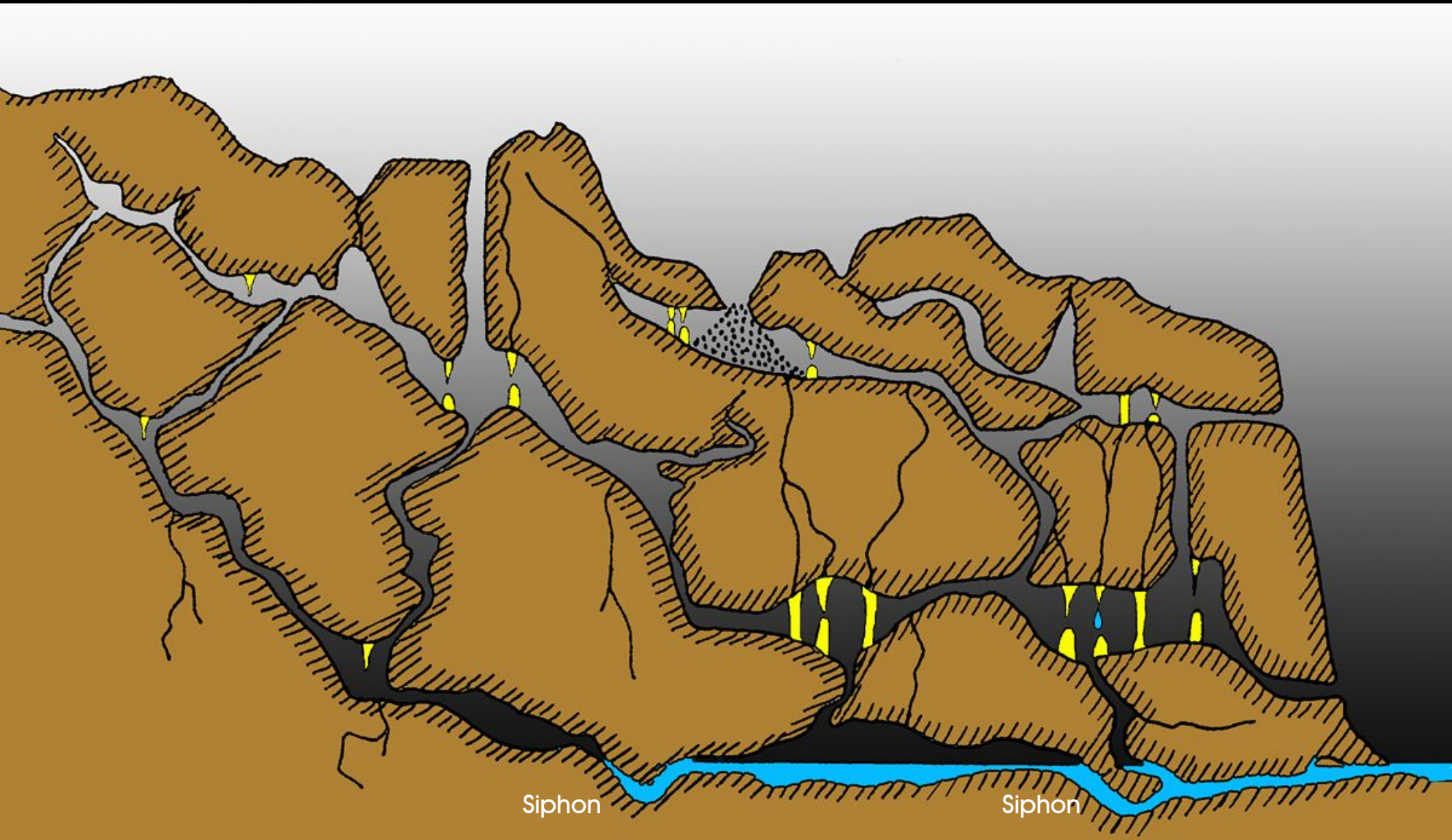
In der Nähe des französischen Ortes Mouthe strömt der Doubs aus einer Felsspalte, frei und ungezähmt. Ein schwacher, aber längerer Nebenfluss (Le Cébriot) mündet in Mouthe in den Doubs. Auf der Schulkarte sieht es so aus, wie wenn er der Hauptfluss wäre; das Gefälle des Doubs in Mouthe ist so gering, dass man nichts damit antreiben kann.

Gute zehn Kilometer weiter östlich und 150 Meter tiefer bildet die Orbe oberhalb Vallorbe die stärkste Stromquelle der Schweiz. Sie hätte noch wesentlich mehr Wasser, wenn nicht ein Teil unterirdisch angezapft und zum Betrieb eines Kraftwerks verwendet würde. Schon lange wusste man, dass dies der unterirdische Abfluss des Lac de Joux und des Lac Brenet ist. Diese alte Aufnahme vom Sommer 1966 zeigt die Stromquelle im ursprünglichen Zustand. In jenem Jahr suchten sechs Taucher durch diese Öffnung den Zugang zu einer Höhle, die man damals nur vermutete. Sie entdeckten dabei die schönste Tropfsteinhöhle der Schweiz, die Grotte von Vallorbe. Leider verlor einer der sechs dabei sein Leben. Reich wurden sie nicht, das übernahmen andere für sie.

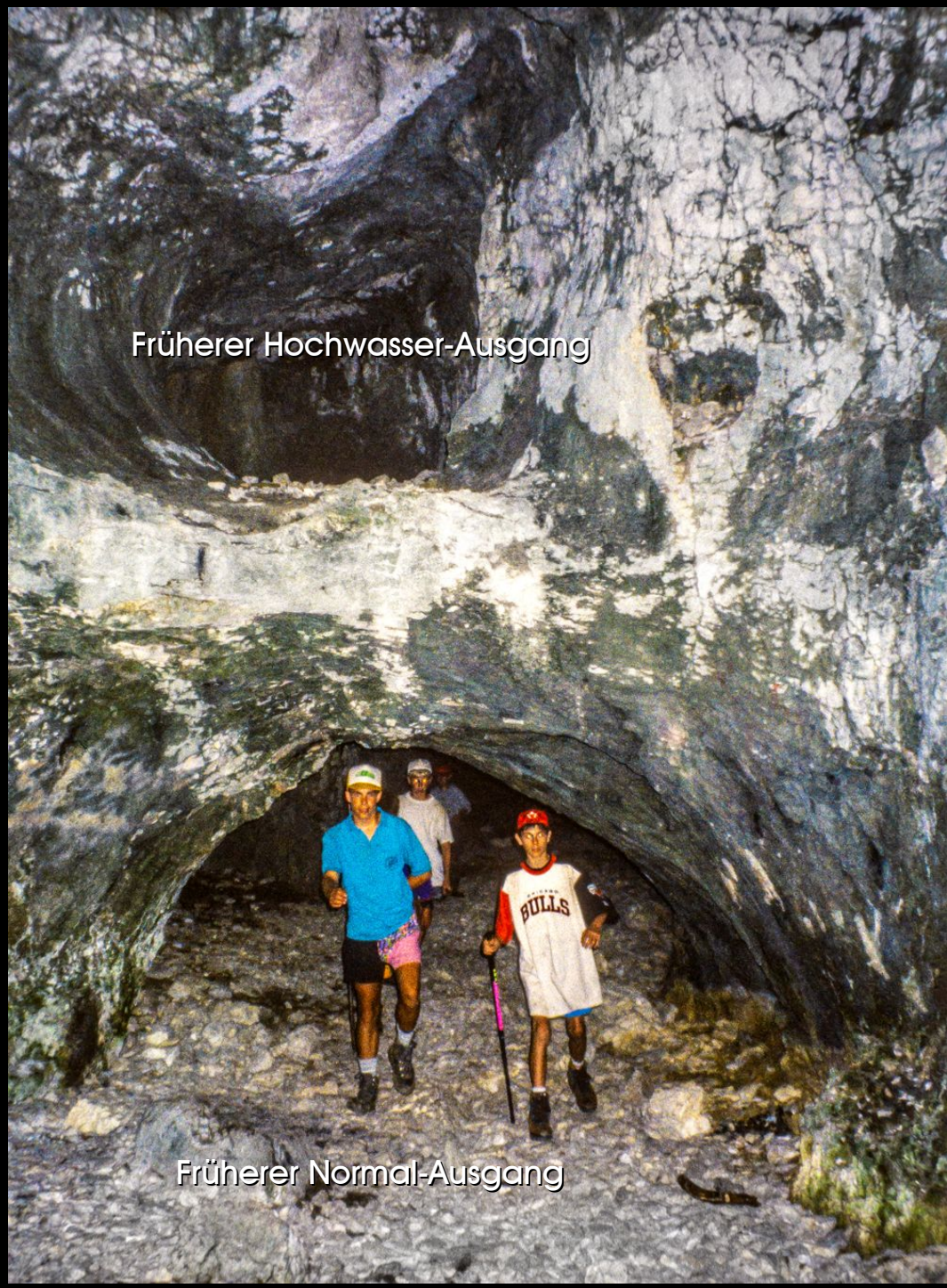
Es muss ein grossartiges Erlebnis sein, wenn man an einem Ort ankommt, an dem noch nie zuvor ein Mensch gewesen ist. So sieht die Orbe im Innern der Höhle aus. Das Wasser ist klar, denn es stammt ja zum grössten Teil aus zwei Seen.

18 Jahre später sah die Stromquelle der Orbe so aus. Man hatte etwas oberhalb einen künstlichen Zugang zur Grotte in den Fels gesprengt; links ausserhalb des Bildes steht ein Kioskgebäude, in dem man Eintrittskarten und Souvenirs kaufen kann. Diese Höhle ist die einzige Schauhöhle der Schweiz, die man auch ohne Führer besichtigen kann, wenn man sich etwas auskennt. Man erhält dann eine Beschreibung auf einigen kopierten Blättern, die man nachher beim Ausgang wieder abgeben muss.

Das unterste, aktive Stockwerk der Höhle von Vallorbe, wird also von der Orbe durchflossen. Es riecht nach Fisch, man merkt, woher das Wasser stammt. Die Hohlräume sind gewaltig; sie werden durch Inkasion ständig erweitert. Das abgestürzte Gestein wird von der Orbe zerkleinert und abtransportiert. Zuletzt landet das Gestein zu Sand zerkleinert bei Yverdon im Neuenburgersee.



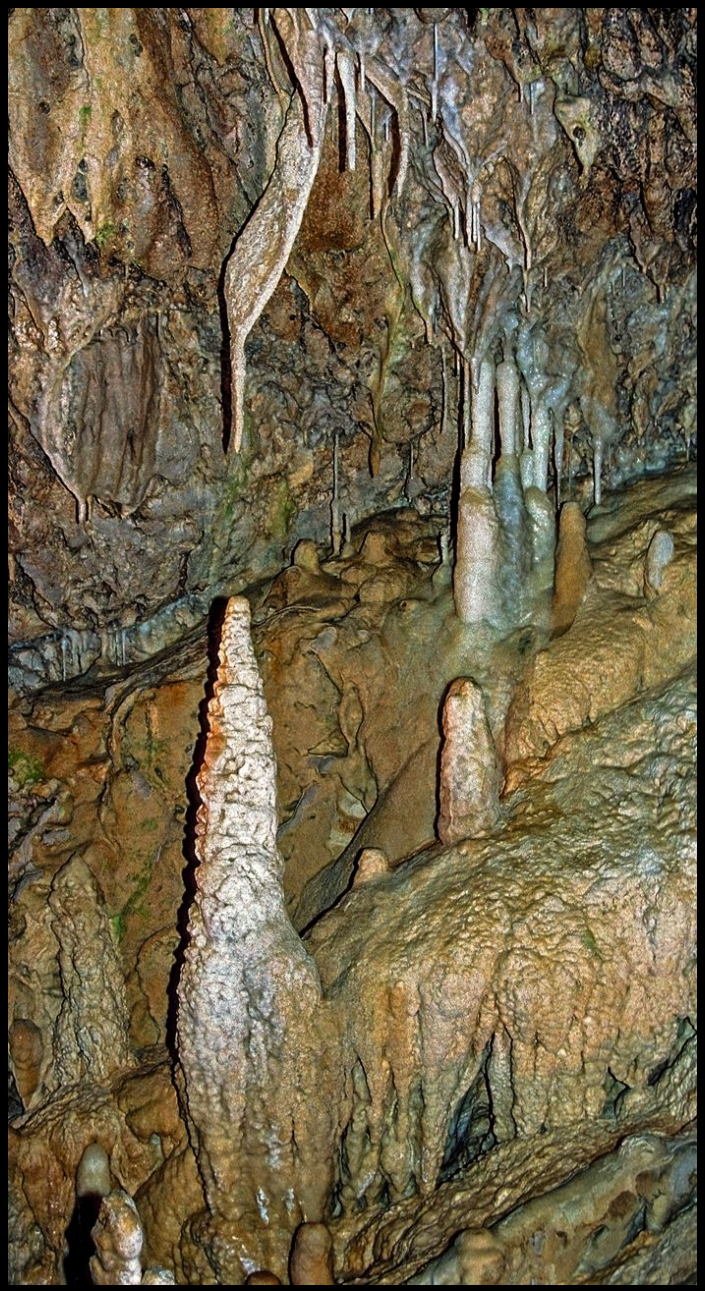
Wir erinnern uns : Bei mehrstöckigen Höhlen ist nur das unterste Stockwerk aktiv; d.h. es führt ständig Wasser. Wo ein Höhlengang unter die Wasseroberfläche taucht, spricht man von einem Siphon. Dort kommen nur Taucher weiter. Bei einigen Höhlen gibt es auch höher gelegene Eingänge. Sie gehören zu einem höheren Stockwerk, das früher einmal aktiv war. Auch bei der Vallorbe-Höhle gibt es einen solchen höheren Eingang, die Grotte aux Fées. Im Innern gibt es heute keine Verbindung mehr zur Haupthöhle. Diese muss verschüttet oder versintert sein.



Die Grotte aux Fées liegt 50 Meter höher als die heutige Stromquelle. Von der Grösse her gesehen muss sie eindeutig eine frühere (zwischeneiszeitliche ?) Stromquelle der Vallorbe-Höhle gewesen sein. Heute liegt sie auch bei extremen Hochwassern trocken.

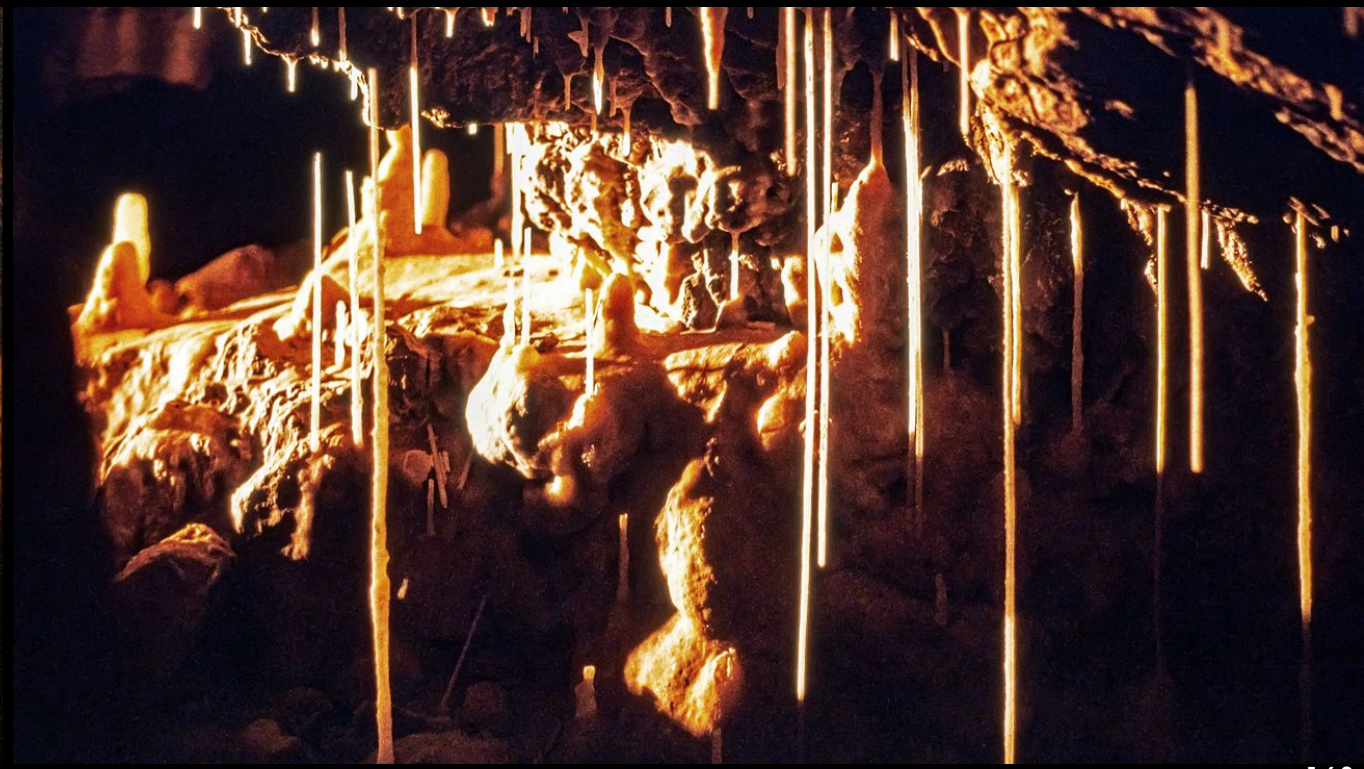
Karren an einer Höhlendecke ? Ja, auch das gibt es, wenn der Gang mit Druckwasser gefüllt ist, welches noch reich an CO_2 ist. Dies nennt man «Decken-Korrosion». Nun ist aber dieser Gang nicht mit Wasser gefüllt. Er wird ständig leer gepumpt, um den Besuchern den Zugang zu den dahinter liegenden Gängen zu ermöglichen. Höhlenbesucher tauchen im Allgemeinen nicht gern.

Hier sind wir nicht mehr im untersten, aktiven Stockwerk, denn dort können sich keine Tropfsteine bilden. Auch in höheren Stockwerken befindet sich gelegentlich Wasser in Form von stillen Weihern. Es tropft oder fliesst ständig aus Spalten von oben her nach.

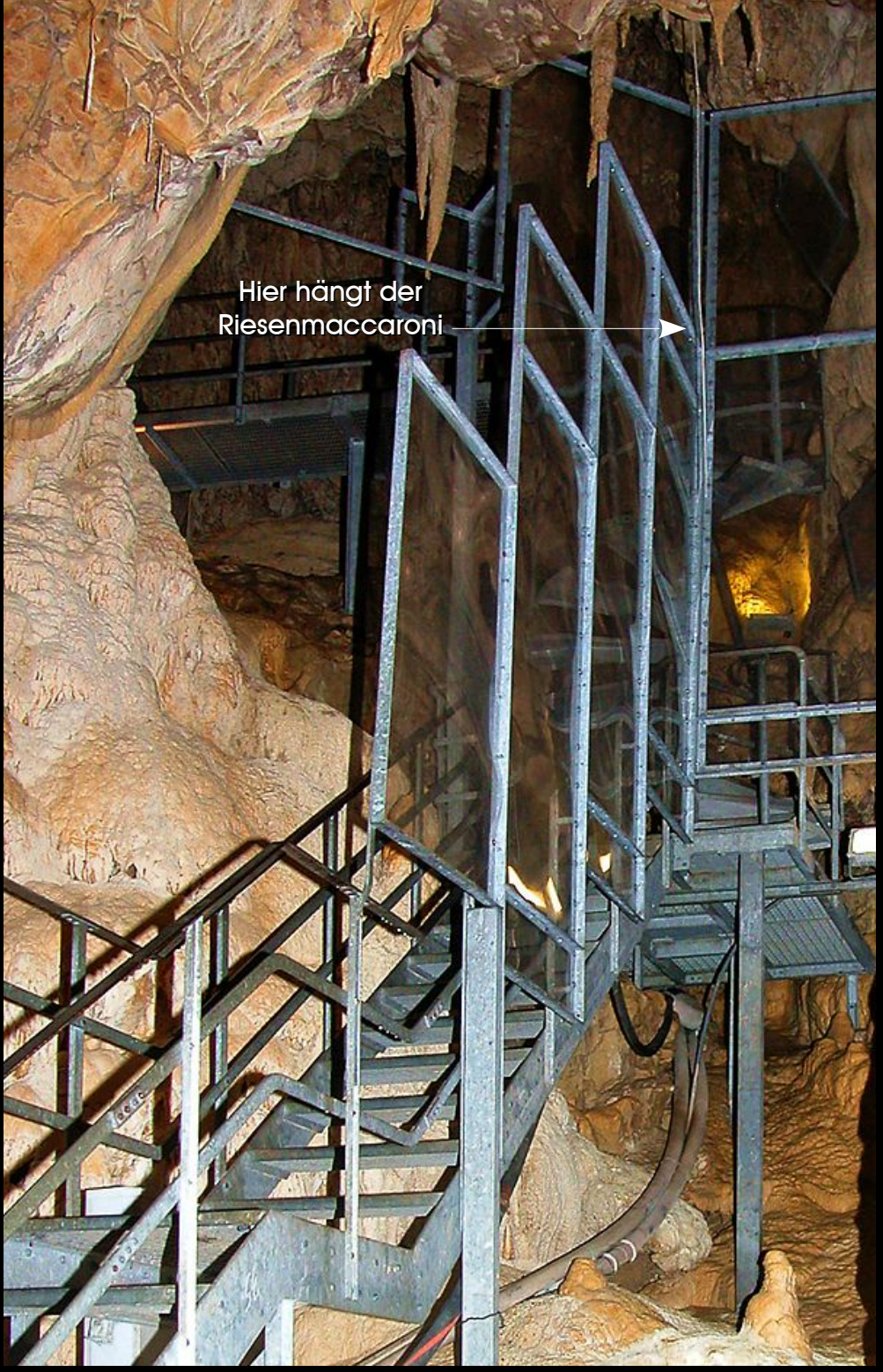


In der Höhle von Vallorbe ist der Reichtum an Tropfsteinen und andern Sinterformen enorm. Links sieht man, wie gerade ein Wassertropfen vom Stalaktiten auf den Stalagmiten gefallen ist. Dabei wird oben und unten je knapp ein Zehntausendstel Gramm Kalk ausgeschieden. Durch diese winzigen Mengen Kalk wachsen die Tropfsteine aufeinander zu. Wenn der Stalaktit und der dazu gehörende Stalagmit zusammen gewachsen sind, ist eine Sintersäule, ein Stalagnat, entstanden (rechtes Bild).

Es gibt viele Übergangsformen zwischen Sintervorhängen, -fahnen und Tropfsteinen. Die Formen werden teilweise auch von den Windströmungen beeinflusst, die in der Höhle vorherrschen. Eine besondere Form sind die hohlen Sinterröhrchen (Maccaronis).



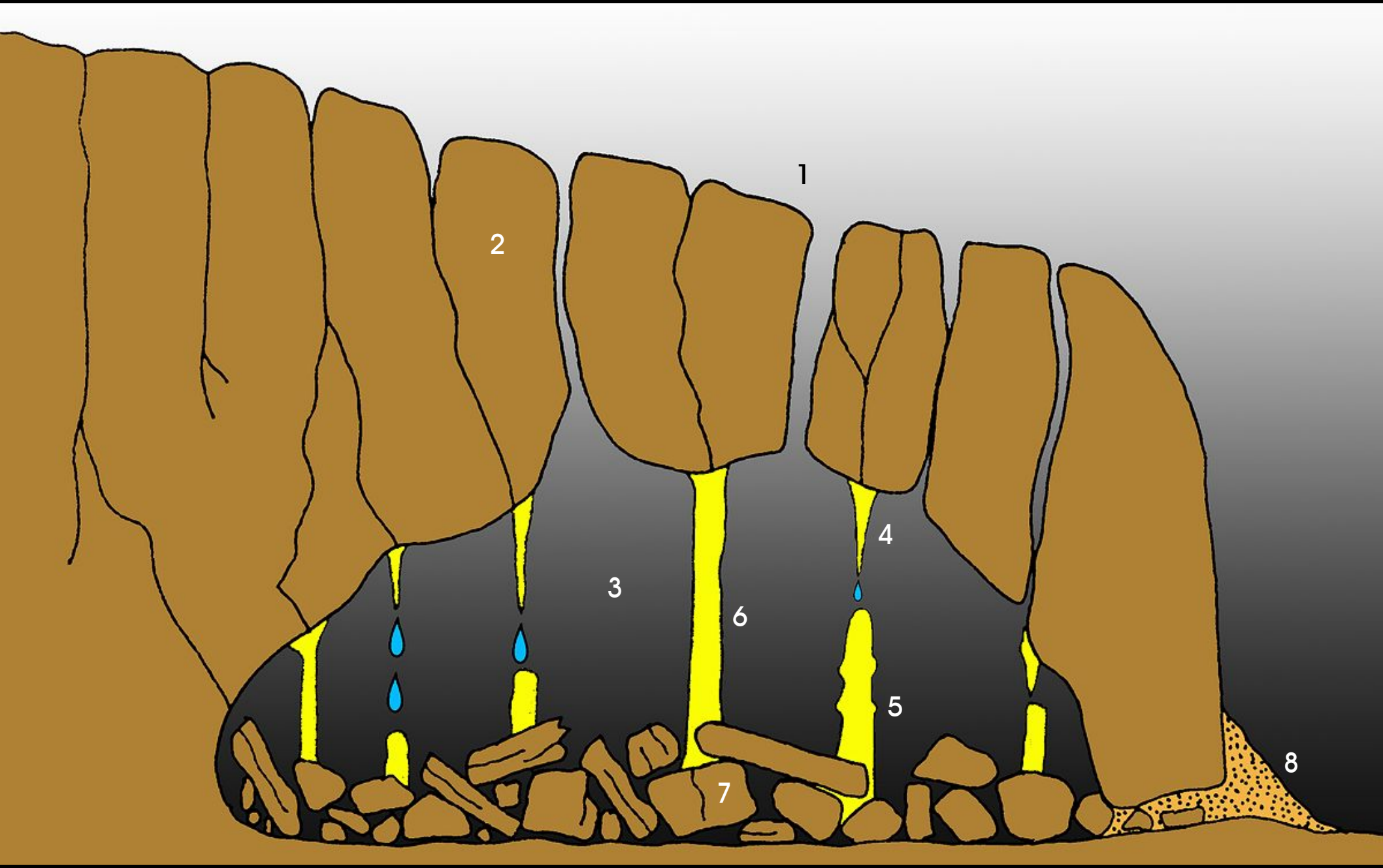
Die Sinterröhrchen sind äusserst zerbrechlich. Wäre diese Höhle nicht von Fachleuten, sondern von Abenteurern erforscht worden, dann wäre kaum mehr etwas davon übrig. Der längste Maccaroni der Höhle von Vallorbe ist etwa 4,8 Meter lang. Er ist durch ein Fenster aus Plexiglas geschützt, denn er hängt direkt neben einer Treppe, von der aus man ihn zerstören könnte.



Die Tintenfische

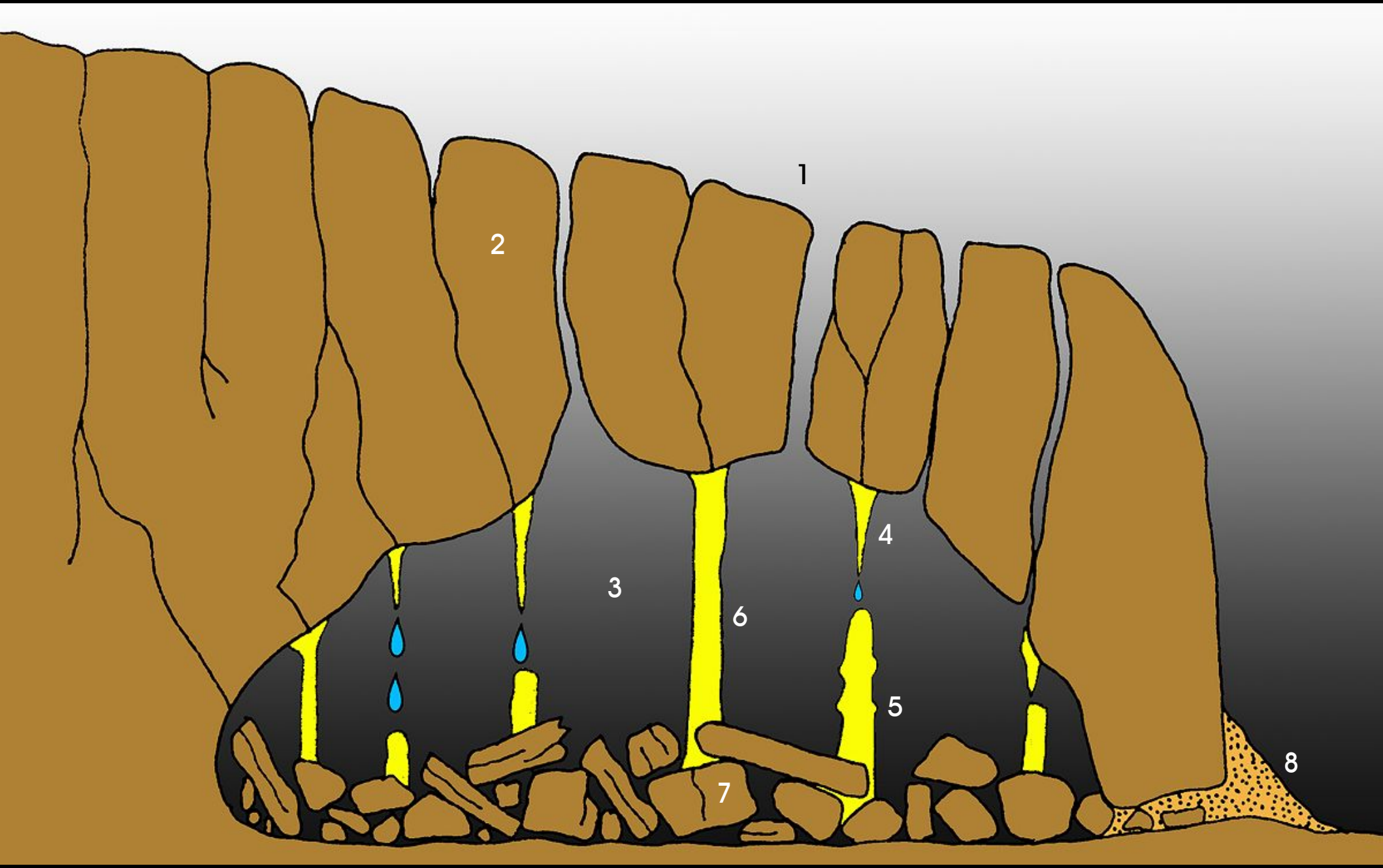
Die Gebilde auf dem linken Bild nennt man Medusentropfsteine, sie sehen ein wenig wie Quallen aus. Rechts sind wir am höchsten Punkt der Besucherroute der Höhle und schauen aufwärts in eine riesige Halle. Damit verlassen wir die Grotte von Vallorbe.

Einige Begriffe zum Repetieren : (Lösungen sind auf der nächsten Seite)



1 2 3 4
5 6 7 8

Hier sind die Lösungen :



1	Karrenfeld	2	Kalkstein	3	Höhle oder Grotte	4	Stalaktit
5	Stalagmit	6	Sintersäule	7	Inkasionsblöcke	8	verschütteter Eingang

Ein mittelgrosses Karstgebiet liegt im Muschelkalk in der Nähe von Basel, knapp ausserhalb der Schweiz. Es ist der Dinkelberg, ein Stück Tafeljura zwischen dem Wiesental und dem Hochrheintal. Die bekannteste Höhle des Dinkelbergs ist die Erdmannshöhle in Hasel, etwa 2 Velostunden von Basel entfernt, zwischen Schopfheim und Wehr. Diese Schauhöhle ist im Sommerhalbjahr täglich geöffnet.

Die Erdmannshöhle ist nicht sehr gross, hat aber zwei bis drei Stockwerke. Das mittlere weist sehr schöne Tropfsteine auf. Im linken Bild ist der grösste Tropfstein Deutschlands abgebildet, eine Sintersäule. Leider wurden in früheren Jahren immer wieder Tropfsteine durch Besucher abgeschlagen. Heute kann man die Höhle deshalb nur noch mit einem Führer besichtigen.

Im unteren, aktiven Stockwerk, nur wenige Meter unter dem Hauptgang, fliesst der Höhlenbach. Er stammt teilweise aus dem benachbarten Granitgebiet des Schwarzwalds; das Wasser ist leicht sauer und deshalb recht aggressiv. Es durchfliesst die Höhle nahe an der Gesteinsgrenze zwischen Granit und Kalk und verlässt sie weiter nördlich wieder.

In den oberen Gängen der Erdmannshöhle finden sich immer wieder aktive Sinterformen, die recht schnell wachsen. Die rötlichen Farben entstehen durch gelöste Mineralien wie Eisen und Mangan oder durch organische Stoffe.

Eine der bekanntesten Schauhöhlen der Schweiz ist die Beatushöhle unterhalb Beatenberg am Thunersee. Der Legende nach soll hier wieder einmal ein Drache besiegt worden sein. Wenn man im Kalk entsprechende Versteinerungen findet, liegt dieser Gedanke natürlich nahe. Der Eingang zur Höhle ist dort, wo der Höhlenbach die Felswand verlässt.

Die Beatushöhle ist eine typische Schauhöhle, die nett eingerichtet, aber wissenschaftlich nicht sehr ergiebig ist. Natürlich ist nur 1 km der bisher erforschten 12 km Gesamtlänge für Besucher mit Wegen und Treppen ausgerüstet. 1980 war Blitzen noch erlaubt.

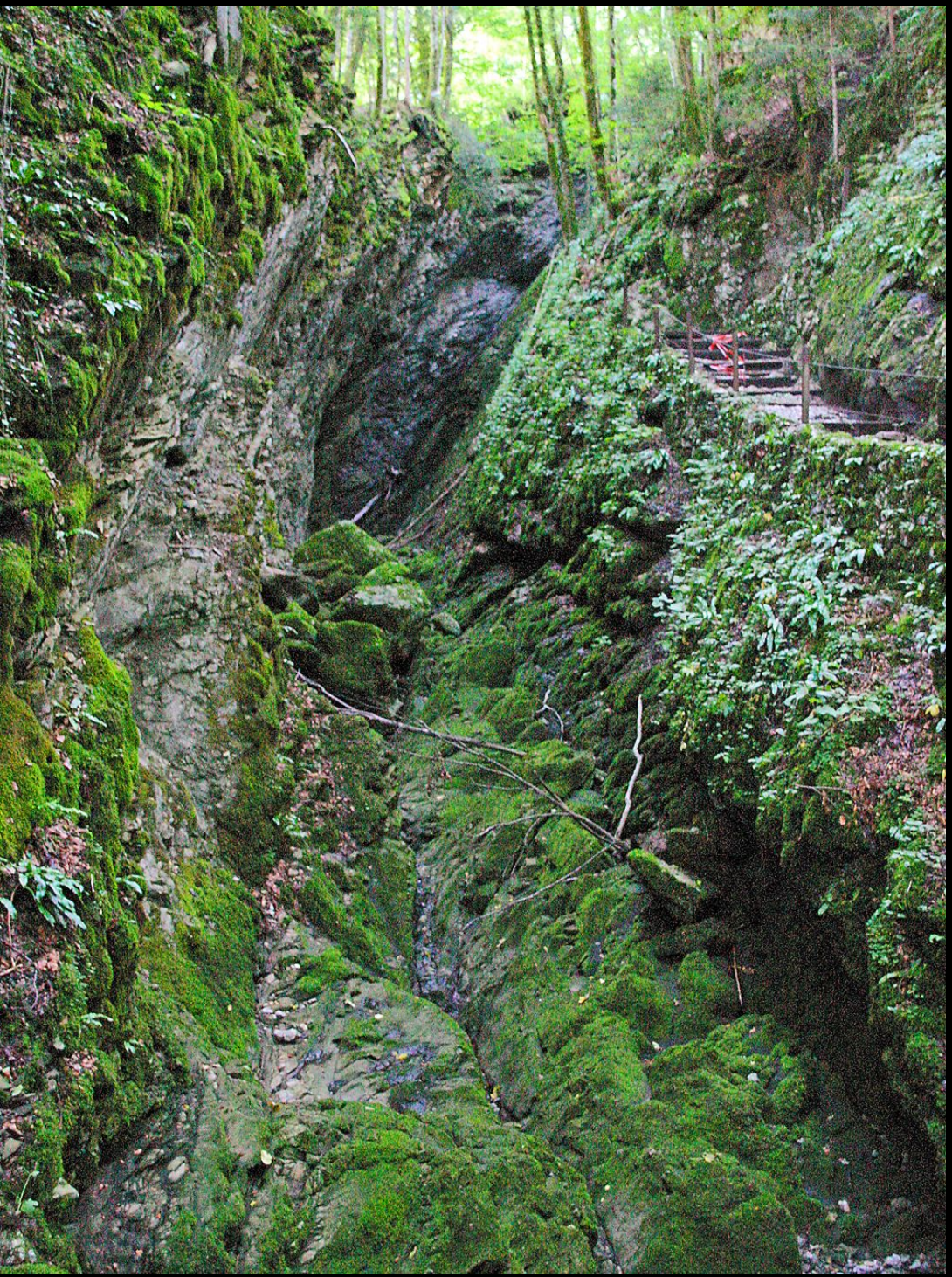
Dies sind typische Bilder aus der Beatushöhle. Blitzen ist neuerdings verboten. So entstehen halt sehr warmfarbige Aufnahmen.

In der gleichen Gegend wie die Beatushöhle befindet sich das Siebenhengste-Hohgant-Höhlensystem mit insgesamt 164,5 km erforschten Gängen und einer Höhendifferenz im Innern von 1340 Metern. Der höchste Punkt liegt in diesen Karrenfeldern der Sieben Hengste, der tiefste etwa 50 Meter unter dem Seespiegel des Thunersees. (Berner Lehrbuch «Geographie in der Schweiz» S. 150) Die Höhle wird immer noch intensiv weiter *erforscht*.

Weit hinten im Muotatal (Schwyz) steht dieses bescheidene Gasthaus.
Es hat einen grossen Teil der Geschichte achtgrössten Höhle der Welt miterlebt. Diese Riesenhöhle ist mit dem Namen des Forschers Alfred Bögli untrennbar verbunden. 1952 war er mit einigen Schülern wegen eines Wassereinbruchs zehn Tage im Hölloch eingeschlossen.

Früher amtete der Wirt, Herr Suter, selber als Höhlenführer im ausgebauten vorderen Teil. Heute führt eine international tätige Adventure-Agentur alle erdenklichen Arten von Führungen von drei Stunden bis zu drei Tagen durch. Billig ist das nicht. Wer unbedingt will, kann auch tief in der Höhle drin heiraten ....

www.trekking.ch ist die Adresse dieser Agentur «Trekking Team».



Der vorderste Teil des Höllochs ist durch Inkasion eingestürzt. So ist die Höllschlucht entstanden, durch die der Weg zum heutigen Höhleneingang führt. Ein Tor verschliesst den Zugang zu dem 210 km langen Höhlensystem, dem elftlängsten der Welt. Der Höhleneingang ist auf der Schulkarte der Schweiz östlich des Dorfes Muotathal eingezeichnet, aber nicht angeschrieben.

Eine belgisch-schweizerische Gesellschaft baute von 1904 bis 1907 die ersten 900 Meter des Höllochs mit Wegen und Treppen aus, richtete eine elektrische Beleuchtung ein, als das Dorf Muotathal noch mit Petrollampen beleuchtet wurde, und hoffte auf das grosse Geld. Statt Geld kam Wasser. Ein einziger Hochwassereinbruch im Juni 1910 genügte, um die Lampen und die elektrischen Leitungen aus der Höhle zu fegen. Es wurde eine Wand aus starken Holzbalken eingezogen, um das Wasser zurück zu halten, aber beim nächsten Hochwasser wurden diese Balken geknickt und heraus gespült. Immer, wenn die Stromquelle des untersten Stockwerks überfordert ist, fliesst Wasser hier durch das Gittertor heraus, bis maximal 12'000 Liter pro Sekunde.

Eine horizontale, sehr lange Felsspalte am Fuss dieser Felswand ist der Ausgang des untersten Höhlensystems des Höllochs. Diese Stromquelle (auch Karstquelle) heisst «Schleichender Brunnen». Sie liegt 110 m tiefer als das Höllochgitter. Normalerweise fliesst das gesamte Wasser eines Gebietes von 22 Quadratkilometern hier heraus. (Das runde Loch ist nur eine kurze Sackgasse).

Zwischen Muotatal und Glärnisch erhebt sich ein 2319 m hoher, riesiger verkarsteter Buckel, die Silberen. Verschiedene Schächte führen in ein darunter liegendes Höhlensystem, das Silberensystem mit total 39,1 km Gängen und einer Höhendifferenz von 895 m. Der grösste Hohlraum, das Mammutmünster, ist so gross, dass das Basler Münster problemlos darin Platz hätte. Das Wasser aus diesem System fliesst durch das Höllloch ebenfalls zum «Schleichenden Brunnen» ab. Die Verbindung beider Höhlensysteme ist noch nicht gefunden worden.

Im Winter 1964, als das Hölloch noch nicht kommerziell ausgebeutet wurde, hatten wir die Gelegenheit, mit einem Forscher drei Kilometer weit in die Höhle einzudringen. So weit kommt man etwa, wenn man acht Stunden Zeit hat. Im Winter hängen Stalaktiten aus Eis vor dem Höhleneingang.

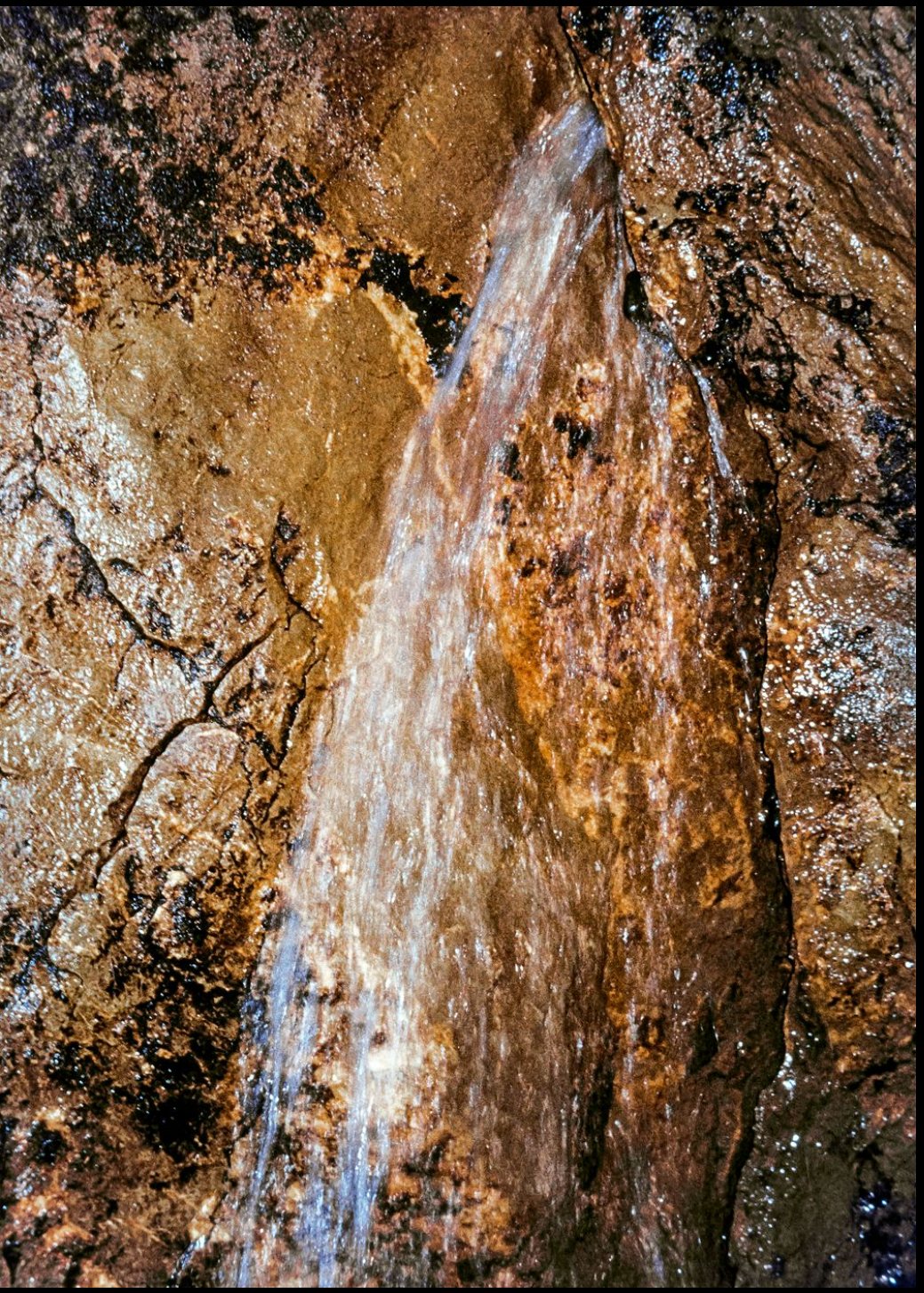
Bald nach dem Eingang stösst man auf Kolke. Sie sind ein Hinweis darauf, dass hier zeitweise Wasser fliesst, und zwar mit viel Sand und Steinchen und mit grosser Geschwindigkeit. Der Hauptgang dient ja dem Wasser als Notausgang, wenn der «Schleichende Brunnen» überfordert ist. Auch unter Gletschern entstehen solche Kolke (Gletschermühlen), dort aber in viel kürzerer Zeit.

In aktiven Höhlen gibt es nur wenige Tropfsteine, denn diese sind ein Zeichen für alternde Höhlen, die durch Sinter, Lehm und Inkasion wieder aufgefüllt werden. Hier fliesst ab und zu Wasser, das ungefähr bis zu den Tropfsteinen reicht. Höhlengänge, die unter hohem Wasserdruck entstanden sind, haben meist einen liegenden Ellipsenquerschnitt.

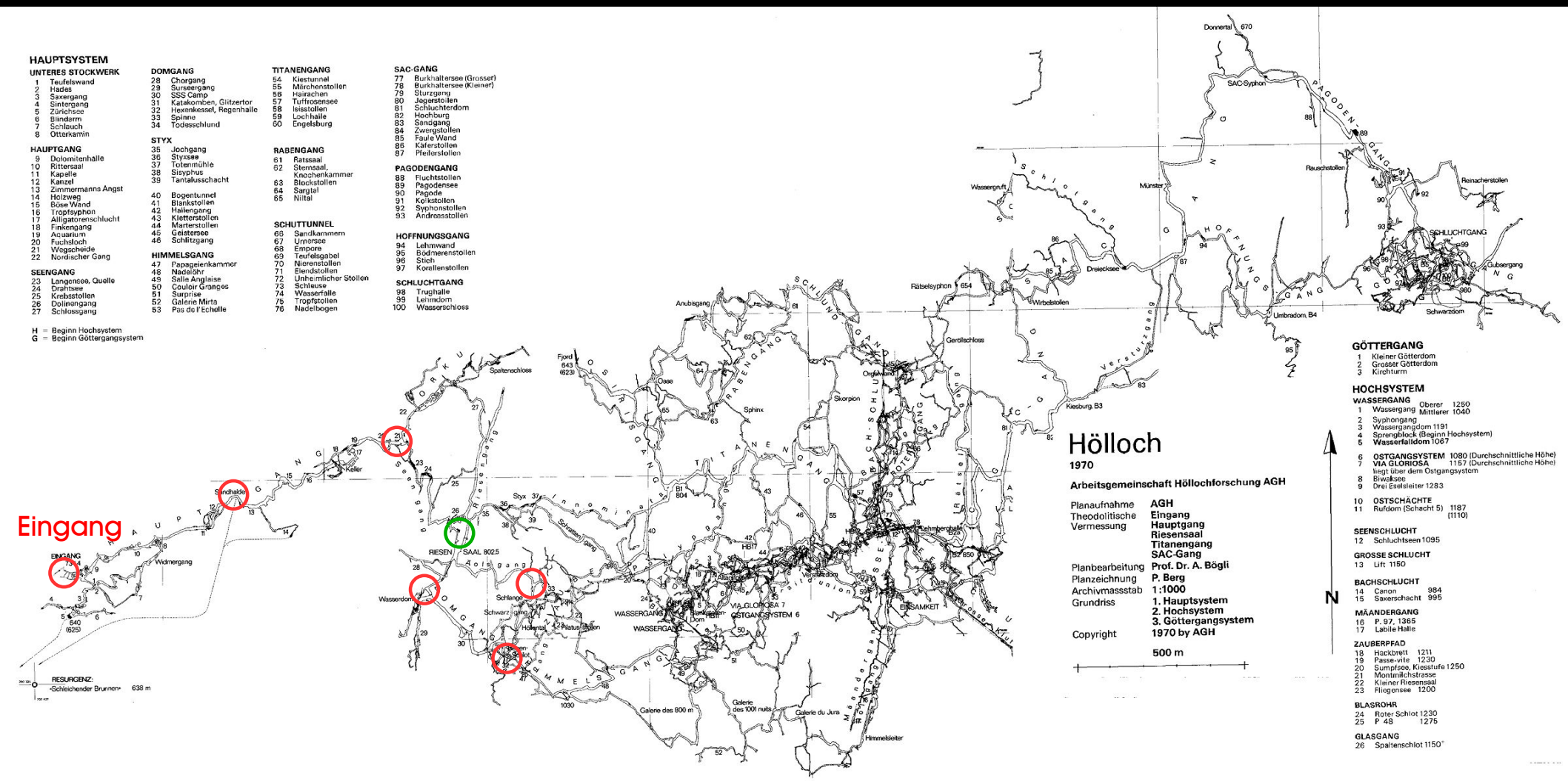
Ein sehr schönes Beispiel eines solchen Schichtfugengangs ist im Geografiebuch «Schweiz» auf der Seite 28 abgebildet.

Bald nach der «Bösen Wand» und der «Todeszone» kommt man zum Seengang. Der Drahtsee heisst so, weil er früher von zwei dicken Drähten überspannt war, über die man robben musste. Mit der Leiter geht es viel besser, aber der Name ist geblieben.
Unter der Leiter ist ein Stück des Drahtes noch zu sehen.

Nachdem im Sommer 1952 Professor Bögli mit einigen Gymnasiasten zehn Tage lang im Hölloch fast ohne Nahrung eingeschlossen gewesen war, wurden hier im Riesensaal und auch weiter hinten Lebensmitteldepots eingerichtet. Allerdings werden sie kaum benötigt, denn später wurden die grossen Expeditionen nur noch im Winter durchgeführt, wenn keine Wassereinbrüche erfolgen. Der schlimmste Wassereinbruch erfolgte im August 2005, doch damals war zum Glück niemand in der Höhle. Jedoch wurden einige Biwaks beschädigt und Biwakschlafsäcke durchnässt, denn das Wasser stand höher als je zuvor.



Die achtstündige Höhlenbegehung im Hölloch endet normalerweise im Wasserdom, wo ein Wasserfall aus der Höhlendecke stürzt. Aus einer Spalte dringt ein starker Wasserstrahl. Bei einem Hochwassereinbruch wird der Wasserfall so laut, dass man einander nicht mehr verstehen kann. Wer dann noch hier ist, flüchtet am besten in den Riesensaal und wartet dort auf besseres Wetter.



Dies ist der Höhlenplan des Höllochs vom Jahr 1970. Damals galt das Hölloch noch als längste Höhle der Welt. Die heutigen Pläne sind mehrfarbig (Jedes Stockwerk hat eine eigene Farbe), sonst kommt niemand mehr draus. Nach Berechnungen von Prof. Bögli wächst das Hölloch jedes Jahr um 370 Kubikmeter, das sind ungefähr zwei Klassenzimmer.

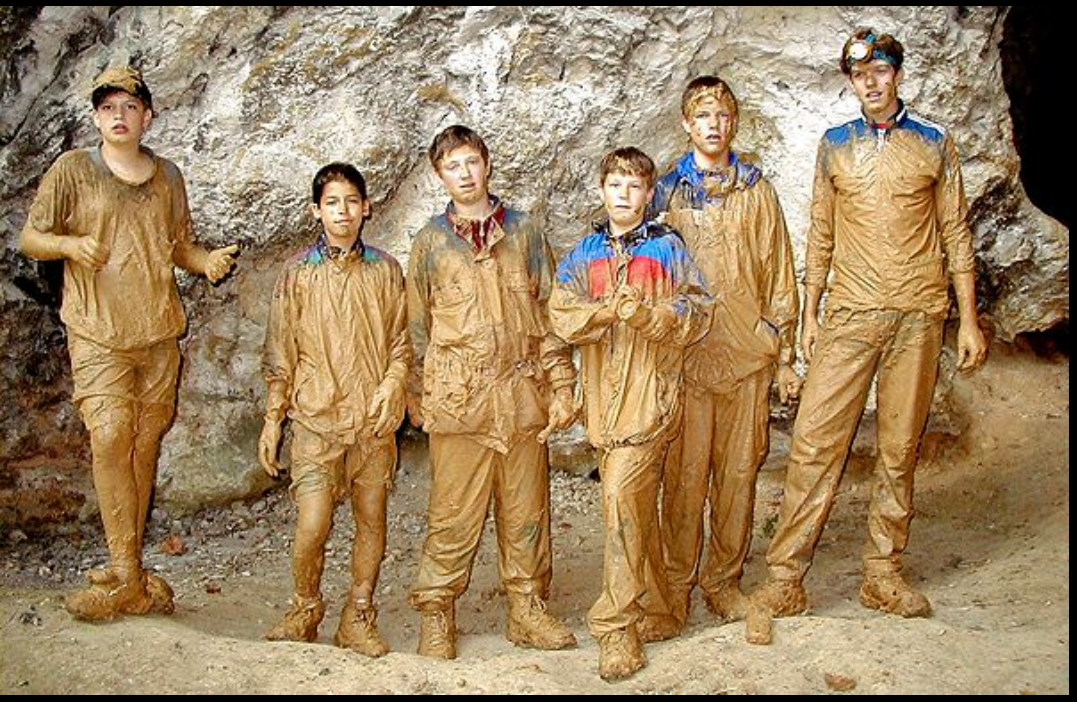
Jeden Winter werden etwa zwei Kilometer Höhlengänge neu vermessen. Aber der Weg in die abgelegensten Teile wird immer länger : Zwei bis drei Tage benötigen die Forscher, um dorthin zu kommen. Vor den Forschungsexpeditionen werden Material- und Lebensmittel-Voraustransporte von Freiwilligen durchgeführt, damit die Forscher rascher voran kommen und am Ziel bereits alles Material vorfinden. Auf dem Rückweg werden dann Abfälle mitgenommen, damit die Höhle nicht im Laufe der Jahre zugemüllt wird. Die achtstündige Tour ist mit Kreisen markiert, der Riesensaal ist grün eingetragen.

Das Fotografieren in Höhlen ist schwierig. Oft beschlagen sich die Linsen und es bilden sich Wolken aus der Atemluft, denn die Feuchtigkeit ist fast immer nahe bei 100%. Wenn man nicht aufpasst, blitzt man seine Atemluftwolke an und sieht auf dem Bild praktisch nichts. Also : Linse kontrollieren, Luft anhalten, zielen, fotografieren, wieder ausatmen.

Höhlen existieren nicht ewig : Sie entstehen durch korrodierendes kohlensaures Wasser, und sie werden aufgefüllt durch ....

1. Kalksinter, Ablagerung von Kalkausscheidungen

2. Inkasion, Einsturz der Höhlendecken



3. Höhlenlehm, der durch Spalten eingeschwemmt wird

4. ... stecken gebliebene Menschen ... ; -)

GESICHTER DER SCHWEIZ

Ende der Präsentation «Karst und Höhlen». Die folgenden 15 Seiten sind der verknüpfte Anhang.

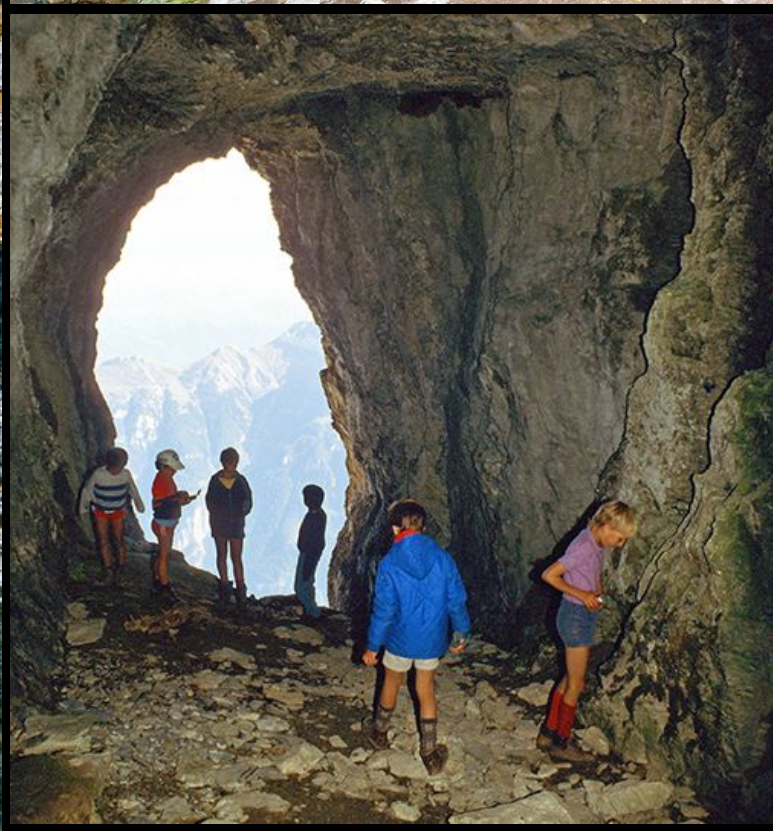
Die Charetalphüttli dienen Wanderern und Hirten zum Übernachten. Weil in der Umgebung ein wenig Wasser vorhanden ist, kann man hier auch kochen und sich waschen. Der hinterste Unterstand ist ein Wetterschutz für die Schafe. Zurück

Diese Bilder vom Gipfelbereich des Crêt de la Neige habe ich am 11. August 1988 aufgenommen. Am Grund der riesigen Karren ist kalte Luft gefangen, die Schnee vom letzten Winter bis tief in den Sommer hinein konserviert.

Ja, da könnte man also wieder sauber werden. Auch Meerwasser kann Höhlen schaffen, wenn eine Kalk- oder Kreide-Steilküste dem stetigen Wellenschlag ausgesetzt ist. Diese Höhle liegt in den Kreidekalkfelsen Nord-Israels am Mittelmeer. Andere gibt es z.B. auf der italienischen Insel Capri und auf beiden Seiten des Ärmelkanals an der Nordsee.

Zurück in den Dreck !

Das Drachenloch oberhalb Vättis



Nach dem Höhlenbesuch kann man sich hier verpflegen und dann auf dem Fussweg nach Wasserauen absteigen.
Gelegentlich stürzt hier auf dem Abstieg jemand tödlich ab, was sehr unerfreulich ist.

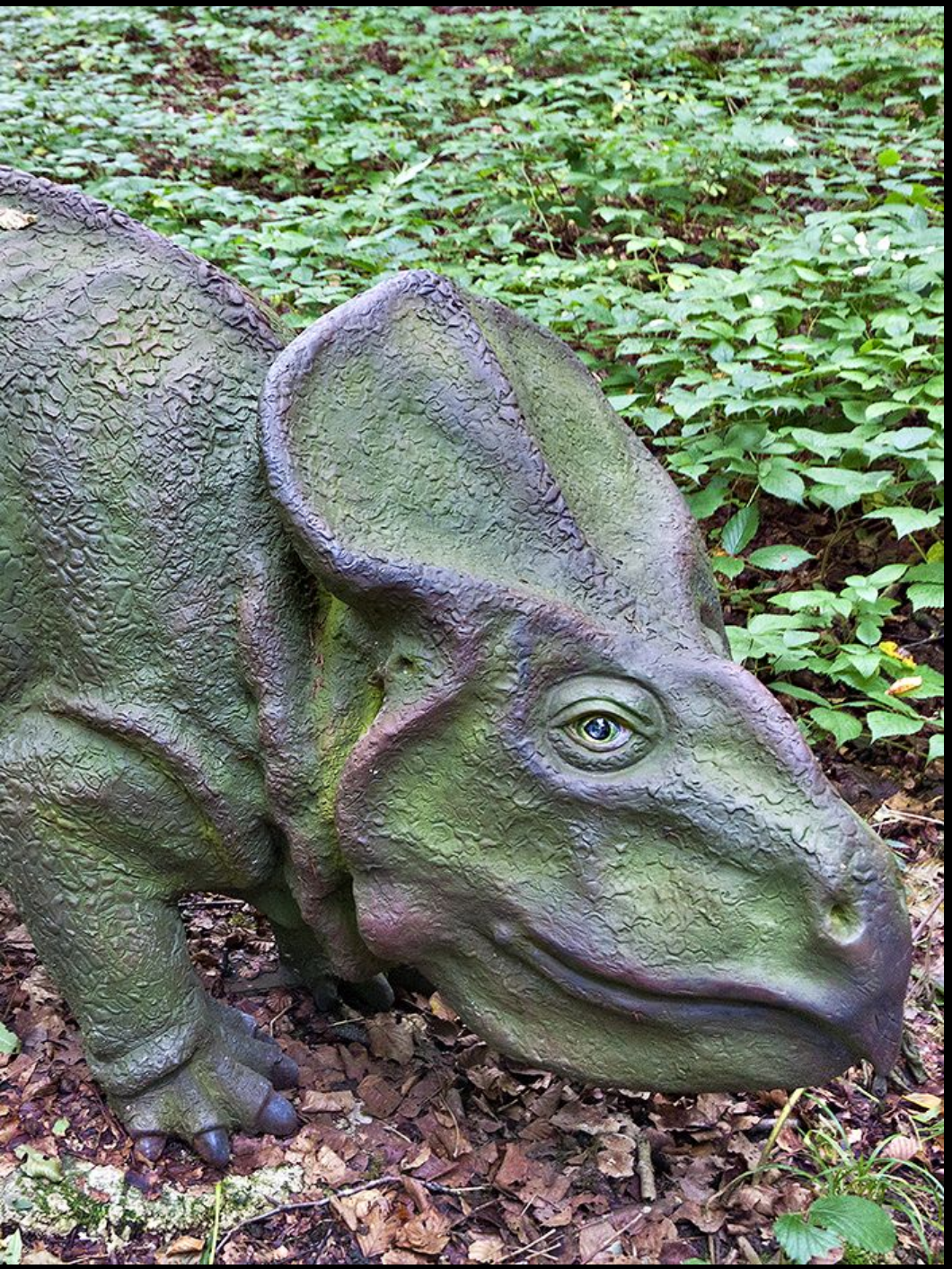
Rekonstruktion eines Höhlenbären im Préhisto-Parc bei Réclère, Jura

Von der Jungsteinzeit bis in die jüngere Eisenzeit haben hier Menschen gewohnt, natürlich nur zeitweise. Der Boden ist sehr staubig, weil es hier seit Tausenden von Jahren nicht geregnet hat. Aber mit Gras oder Zeitungspapier und Blachen oder Schlafmatten ist eine Übernachtung sehr angenehm, besonders wenn «draussen» der Regen rauscht.

So sieht eine Karbidlampe aus.
Der Behälter mit dem Karbid
und dem Wasser wird am
Gürtel getragen.

Inkasion, zu Deutsch : Deckensturz oder Deckenbruch, kann einen Hohlraum auffüllen oder auch vergrössern, wenn die abgestürzten Blöcke zerfallen und vom Wasser abtransportiert oder gelöst werden. Hier im Falle der Grotte von Réclère ist durch Inkasion eine riesige unterirdische Halle entstanden. Die Blöcke sind auf einer Halde in die Tiefe gerutscht.

Links und in der Mitte sehen wir einige Stalagmiten, die auf Felsblöcken stehen. Nach offizieller Berechnung müssten sie also seit ungefähr 100'000 Jahren schon dort stehen. Diese Zeitangaben stimmen nur unter der Voraussetzung, dass sie immer gleich schnell gewachsen sind, was man bisher nicht beweisen kann. Die kleineren Blöcke sind zum Teil später von der Decke gestürzt oder wurden beim Bau der Wege und Treppen auf die Schutthalde geworfen.



Mein Name ist Protoceratops !

Styracosaurus, freut mich sehr !

Der Wald über der Grotte von Réclère wird immer lebendiger ! Noch mehr Viecher ? Bitte sehr !

Man kann hingehen, wo man will, überall stolpert man beinahe über diese urtümlichen Tiere !

Arthropleura, Pteranodon, Stegosaurus, Saichania und viele andere freundliche Kollegen bevölkern den Wald.

zurück

Hier fliesst im Spätsommer
und Herbst überhaupt
kein Wasser mehr.

Die Donau entspringt im Schwarzwald und fliesst .... in die Schweiz. So haben wir das aber nicht gelernt. Solche verrückten Behauptungen müssen begründet werden: Bei Immendingen fliesst die Donau über eine Kalksteintafel, die grosse Spalten enthält. Der grösste Teil des Wassers, in trockenen Zeiten sogar das gesamte Wasser, dringt durch die Spalten in den Untergrund und kommt 12 km weiter südöstlich in der grössten Stromquelle Deutschlands, dem Aachtopf in Aach, wieder zum Vorschein. Von dort aus fliesst es bei Radolfzell in den Untersee und damit in den Rhein. Das Donauwasser fliesst also auch mitten durch Basel !

Wieder zurück

Im Jahr 2000 stürzte ein zwei Tonnen schwerer Block auf ein – zum Glück unbesetztes – Boot. Nach langer und gründlicher Sanierung ist die Höhle wieder für Besucher geöffnet.

Der unterirdische See (Lac souterrain) von St-Léonard bei Sion im Wallis gilt als der grösste Europas; mindestens war bis vor einigen Jahren noch kein grösserer bekannt. Der See liegt in einer Gipszone – Gips ist stark wasserlöslich. Wir sind hier nur wenige Meter über dem Talboden der Rhone. Täglich werden Führungen für Touristen organisiert; zwei Boote stehen gleichzeitig im Einsatz.

Zurück nach Porrentruy.

Diese Gletschertöpfe in Cavaglia am Berninapass sind unter dem Palügletscher der Würm-Eiszeit entstanden. Hier ist das Wasser nicht wie in Höhlen fast horizontal, sondern im Gletscherinnern ungefähr senkrecht mit enormem Druck heruntergefallen und hat in wenigen Jahren mit Sand als Scheuermittel diese Kolke ausgebohrt.

Zurück ins Hölloch