

Zeitschrift: Schweizer Schule
Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz
Band: 42 (1955)
Heft: 8: I. Karstlandschaft ; Bern

Artikel: Karstlandschaft
Autor: Bögli, Alfred
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-531377>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

weil es keinem Katholiken mehr erlaubt ist, will er der Kirche weiter angehören, diesen Glaubenssatz in Frage zu stellen. Aber all das ist nicht Anbetung und nicht Götzendienst, sondern echtes, voll lebendiges Christentum.

Doch ist die Kirche weit davon entfernt, Glaubenssätze grundlos aufzustellen, will sagen, ohne solide Unterlage. Das Hauptargument ist ihr die Tatsache, daß die Annahme, Maria sei mit Leib und Seele in den Himmel aufgenommen worden, seit vielen Jahrhunderten die allgemeine Glaubensüberzeugung der ganzen katholischen Christenheit ist. Eine solche allgemeine Glaubensüberzeugung kann indes nicht ein Irrtum sein. Wie wäre sonst die Kirche noch die »Säule und Grundfeste der Wahrheit« (1 Tim 3, 15)? Die Pforten der Hölle hätten übermögern (Mt 16, 18). Petri Glaube hätte versagt (Lk 22, 32). Und der Herr selber auch in Seinem Versprechen, bei uns zu bleiben bis ans Ende der Welt (Mt 28, 20).

Auch die Schrift verleugnet das Dogma nicht. Maria ist die zweite Eva, wie Christus der zweite Adam. Die ersten beiden haben in der Prüfung versagt, sind unterlegen. Die zweiten haben mitsammen bestanden und die Schlange besiegt. Die Entscheidung lag in beiden Fällen bei Adam. Aber in beiden Fällen war Eva unlöslich mit Adam verbunden. Die andere Braut Christi, die Kirche, hat in Maria das Vor- und Sinnbild, das Idealbild. Was die Kirche erst in der Vollendung wird, »ohne Fleck oder Runzel...«, vielmehr heilig und makellos« (Eph 5, 27) und die unentwegte »Feindin der Schlange« (Gn 3, 15), das ist Maria zu jeder Zeit gewesen. Dazu gehört, daß die Schlange nie, nicht einen Augenblick einen Anspruch auf sie hatte. Darum stand sie nicht einen Augenblick unter der Erbsünde. Ihre Erlösung davon war Bewahrung davor. Und aus dem nämlichen Grunde mußte auch alles von ihr fernbleiben, was als Folge der Erbsünde auf uns überging, ausgenommen einzig, wie beim zweiten Adam, was für die Erlösung benötigt wurde, das Leiden und Sterben. Also hatte auch sie, wie Er, »die Verwesung nicht zu schauen« (Ps 15, 10). – Wie Maria im eminenten Sinne Schlangenfeindin ist, so ist auch jedes Wort des Engelsgrußes im eminenten Sinne gemeint: »Hochbegnadete, der Herr ist mit dir, Gebenedeite unter allen Frauen.« Das alles schließt, gleich wie die erste, so auch die letzte Gnade ein.

Und wie hätte es geschehen dürfen, daß der hochheilige Leib, in dem der göttliche Erlöser Seine erste Wohnung nahm, in dem Ihm der Hl. Geist durch neun Monate aus dem Blute der Jungfrau-Mutter die menschliche Natur und Gestalt wob, »das goldene Haus«, zu dessen würdiger Herrlichkeit die göttliche Allmacht, Weisheit und Güte am Werk gewesen und für dessen ungeschmälerte Schönheit sie und Seine Gnade zeitlebens Sorge getragen, wie hätte diese kostbarste Monstranz zugrunde gehen, ein Fraß der Würmer werden dürfen?

KARSTLANDSCHAFT

Von Prof. Dr. Alfred Bögli, Hitzkirch

Es mag sein, daß der Titel »Karstlandschaft« etwas wissenschaftlich aussieht; was hat denn ein Volksschullehrer schon viel mit Karst oder gar Jugoslawien zu tun!

Und doch braucht es zur Darbietung dieses Stoffes an der Volksschule weder viel Wissenschaft noch irgendeine Umgehung des Lehrplanes. Es geht eigentlich um eine

schweizerische Landschaft, die im Jura und in den Alpen weit verbreitet ist und ihre schönste Ausbildung im Herzen der Zentralschweiz besitzt.

Im Kanton Schwyz gehören weit über 100 km² Fläche der Karstlandschaft an, deren weite, unfruchtbare Karrenfelder, deren fluß- und bachlose, unterirdisch entwässerte Kalkgebiete die wirtschaftlichen Möglichkeiten des Muotatales wesentlich beschränken. Die unterirdische Entwässerung hat aber auch im Jura ein großes Ausmaß erreicht, so daß bis vor kurzem in den Berner Freibergen die Häuser auf Zisternenwasser angewiesen waren. Erst in den letzten Jahrzehnten hat eine großzügige Wasserversorgung, die sozusagen jedes einzelne Gehöft erreicht, Abhilfe geschaffen, ein Millionenwerk des Staates Bern.

Im Herzen der Schweiz, umschlossen von den Talfurchen des Klausenpasses, des Linthtales, des Pragelpasses, des untern Muotalaufes und des Urnersees liegt das größte Karstgebiet der Schweiz, dessen Kern durch die weiten Karrenfelder der Karrenalp, der Silbern, Twärenen und der Bödmeren gebildet wird. Der Karstbegriff stammt aus dem jugoslawischen Karstbergland, wo die Kalklandschaft mit ihren besonderen Formen einprägsam ausgebildet ist.

1. Die Auflösung des Kalkes

Kalk ist in Wasser, im Gegensatz zu den

meisten andern Gesteinen, merklich lösbar. Darin wird er nur noch durch Gips und Steinsalz übertroffen, wobei dieses so löslich ist, daß es nur in Trockenklimaten, also in Steppen und Wüsten, die Oberfläche bilden kann; am Toten Meer heißt eine Salzklippe bezeichnenderweise »Lots Weib«.

Die Lösbarkeit des Kalkes wird durch die Höhlen sichtbar gemacht, durch den Kalkgehalt des Wassers aber bewiesen, der sich im Kesselstein auf unerwünschte Weise zeigt. Die Löslichkeit im Regenwasser beträgt etwa 7 Härtegrade, das sind 7 g in 100 Liter Wasser. Sie steigt mit zunehmendem Kohlensäuregehalt des Wassers. Im Boden zersetzen sich tote Tiere und Pflanzen, wobei viel Kohlensäuregas entsteht. Von der Bodenluft gelangt es ins Wasser und verleiht ihm die Fähigkeit, 20, ja 30 und mehr Härtegrade Kalk aufzunehmen. Es ist nur noch eine Frage der verfügbaren Zeit, ob dieser Kalk dem Boden (Verwitterungsschicht des Gesteins) selbst entnommen werden könne. Versickert das Wasser schnell, so hat es überschüssige Lösungskraft und greift den Kalk im Berginnern an, so die Höhlen schaffend.

Man wäre versucht zu glauben, unsere Kalkalpen hätten das kalkreichste Wasser. Dem ist nicht so! Der Durchschnitt von 50 Messungen an Felsquellen des Muotatales ergab weniger als 10 Härtegrade. Solches Wasser muß als ziemlich »weich« bezeich-

IHRE ADRESS-ÄNDERUNGEN

wollen Sie bitte auch der Administration »Schweizer Schule«, Verlag Otto Walter, Olten, mitteilen, damit die Zusendung der Zeitschrift ja nicht Unterbruch erleide. Sie erweisen aber auch uns einen großen Dienst, für den wir Ihnen herzlich danken.

AUS DEN FERIEEN ZURÜCKGEKEHRT

werden jene Abonnenten, die das Halbjahresabonnement Mai–Oktober 1955 noch nicht bezahlt haben, wenigstens jetzt sofort diese Bezahlung nachholen. Wir bitten Sie freundlich darum. Postcheck: Verlag Otto Walter AG, Olten. V b 92, mit Angabe »Für Schweizer Schule«.

SCHRIFTFÜHRUNG UND ADMINISTRATION »SCHWEIZER SCHULE«

net werden und erreicht bei weitem nicht die Kalkgehalte des Mittellandwassers. Dort sind sie doppelt und dreifach so hoch, was die Werte von Luzern (24 Härtegrade), Hochdorf (34 H.) und der Seminarquelle in Hitzkirch (39 H.) beweisen.

Von den umgesetzten Kalkmengen macht man sich meist keinen richtigen Begriff. Auf den nackten Karrenfeldern der Silbern versickern jährlich im Durchschnitt auf jedem Quadratmeter 2000 Liter Wasser, die etwa 50 Gramm Kalk wegführen. Das ent-

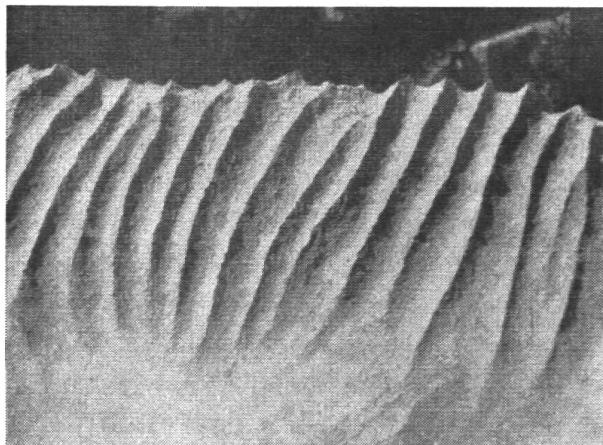


Abb. 1

Rillenkarren auf Karrenalp (Kt. Schwyz). Die Kannellierung des Kalkes bildet sich unter dem Einfluß noch vollständig unverbrauchten Regenwassers. Die zwischen zwei und fünf Zentimeter breiten Rillen hören dort auf, wo das Wasser durch das Herabfließen etwas Kalk aufgenommen hat.

spricht bei einem spezifischen Gewicht von 2,7 einem Volumen von ca. 18 cm³, was einen jährlichen Abtrag von 18 Tausendstel Millimetern ergibt, also 1 Millimeter in 55 Jahren. Leider sind die entsprechenden Messungen bei pflanzenüberwachsenen Karren so schwierig durchzuführen, daß hier bisher keine befriedigenden Resultate gewonnen werden konnten, doch muß der Abtrag mehrfach größer sein und dürfte schon in zwanzig Jahren einen Millimeter betragen. Der Abtransport eines einzigen Meters Gestein verlangt somit zwischen 20 000 und 55 000 Jahren, also die doppelte bis fünffache Zeit, die seit dem Rückzug

der eiszeitlichen Gletscher zur Verfügung stand.

2. Die oberirdische Karstlandschaft

Das Wasser löst Kalk teils von der Erdoberfläche, teils im Erdinnern auf, dabei charakteristische Formen schaffend. Die Oberfläche wird durch das Regenwasser mit rinnenförmigen Gebilden verziert. In der Innerschweiz ist hierfür der Ausdruck Karren gebräuchlich, was in vielen Ortsnamen seinen Ausdruck findet, etwa im Namen Karrenalp. In den meisten andern Gebieten herrscht das Wort Schratten vor, wie die Schrattenfluh im Entlebuch beweist.

Das frische Regenwasser erzeugt feine, daumenbreite Kannellierungen, die sogenannten Rillenkarren. Es ist aber bald so verbraucht, daß diese kleinen Gebilde schon nach wenigen Dezimetern enden müssen. Hier beginnt nun das Reich der viel größeren und breiteren Rinnenkarren, die sich bis zur nächsten Versickerungsstelle hinziehen. Ihre mannigfaltigen, bizarren Formen überziehen die weißen Kalkflächen stellenweise lückenlos (Abb. 1–3).

Von bloßem Auge kaum sichtbare Spalten und Brüche werden im Verlaufe von Äonen durch das einsickernde Wasser ausgeweitet und sichtbar gemacht. Es bilden sich daraus die Kluftkarren, deren Name auf die Kluft, eine offene Spalte im Gestein, hinweist. Stellenweise ist das Gestein davon ganz zerhackt (Abb. 4, 5). Hier verschwindet das Wasser im Bergesinnern. Einzelne Stellen werden allmählich zu bevorzugten Wasserwegen und bilden weit in die Tiefe gehende Röhren, sogenannte Karrenschlote. Sie sind meist schon in wenig Metern Tiefe durch Trümmer verstopft, konnten aber vereinzelt schon bis hundert und mehr Meter ins Gestein hinein verfolgt werden. Sie enden hier nicht, sondern gehen weiter. Solche Schlote können beträchtliche Durchmesser erreichen und

werden damit zu Schachthöhlen. Das tiefste derartige Loch in der Schweiz ist das »Trou du Chevrier« von 504 m Tiefe. Den Tiefenrekord erreicht der »Gouffre Berger« in Savoyen, wo die Höhlenforscher in senkrechten Abstürzen 903 m in die Tiefe vordrangen. Im Gebiete der Silbern wurde im Butzenschacht mit 65 m Tiefe die tiefste Stelle bei weitem nicht erreicht. Es geht noch weiter in unbekannte Abgründe hinunter.

Die karrenbedeckten, nackten Flächen erreichen im Silbernggebiet etwa 20 km² Fläche, gleichviel wie in der benachbarten Karrenalp. Aber auch die 8 km² des Bödmerenwaldes sind nichts anderes als überwachsene Karren von beträchtlicher Wildheit. Das ganz verkarstete, unterirdisch entwässerte Gebiet zwischen Pragelpaß und Klausenpaß, meist helleuchtende, von grünen Streifen Weidelandes unterbrochene Karrenfelder, umfaßt gegen 100 km². Es liegt in der Nadelwald- und Weidezone.

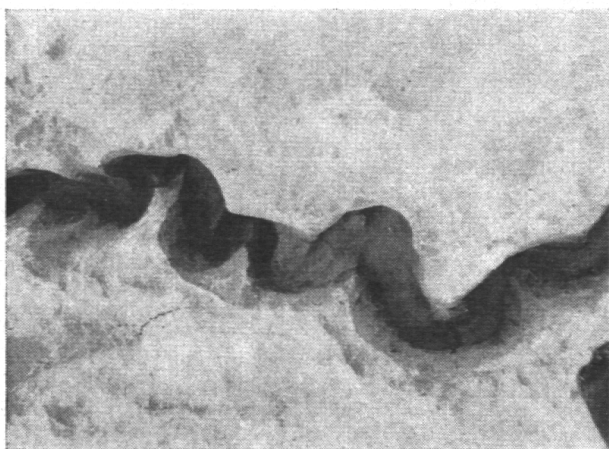


Abb. 2

Rinnenkarren auf einer ebenen Fläche der Karrenalp. Das Wasser windet sich wie ein Bach und hat dabei diese Rinne herausgelöst.

Außer etwas Alpwirtschaft und Holznutzung im herrlichen alten Bergwald der westlichen Bödmeren ist das Gebiet jeglicher Nutzung entzogen und wirtschaftlich sehr wenig abträglich. Es wird leider, ganz zu Unrecht, von den Wanderern gemieden, obschon es eindrucklich fremd-

artige, bizarre Szenerien aufweist, die ohne Gefahr genossen werden können, so recht ein Gebiet für Schulreisen in eine unberührte Natur hinaus.

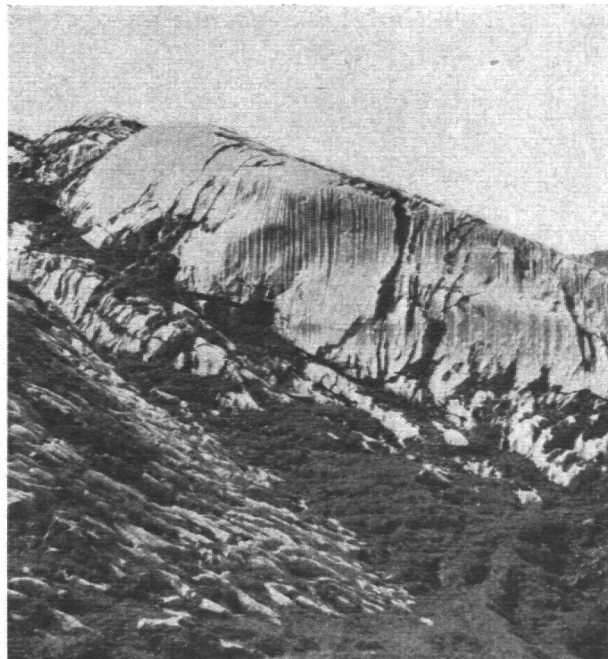


Abb. 3

Rinnenkarren an einer Wand der Kaiserstockkette (Kt. Schwyz). Das Wasser läuft gerade herunter und hinterläßt gestreckte Rinnenkarren, die den Rillenkarren ähnlich sind, jedoch viele Meter lang und mehrere Dezimeter breit werden können.

Karrenfelder sind in den Kalkalpen weit verbreitet. In der Westschweiz gibt es ausgedehnte verkarstete Flächen. Von der Zentral- und Ostschweiz seien aus vielen nur einige wenige erwähnt, so die Schratzenfluh, die Frutt, die Kaiserstockkette, die Churfürsten und der Säntis. Aber alle diese Gebiete werden durch die Muotataler Karrenfelder übertroffen.

Bis auf zwei kleine Ausnahmen fehlen dem Jura die Karrenfelder, teils weil die wenigen vorhandenen Karren von Verwitterungserde zugedeckt sind, teils weil sie sich infolge des hohen Alters in Kalktrümmer aufgelöst haben. Dafür treten die Versickerungstrichter der Dolinen um so mehr in den Vordergrund als die äußeren Kennzeichen der unterirdischen Entwässerung. Sie ordnen sich meist in Reihen an und

sind häufig schon von weitem sichtbar, weil aus ihnen einzelne Tannen herauswachsen, die fremd in Weiden und Heuwiesen aus dem Grunde aufragen.

Dolinen sind auch in den Alpen weit verbreitet, doch findet man sie nur da, wo weiches Gestein oder Schutt die Ausbildung eines Trichters gestatten. In hartem Fels entsprechen ihnen die Karrenschlote. Auch in den Muotataler Alpen gehören sie

treiben. Es erreicht das Tageslicht als Bach oder Fluß und bildet eine Stromquelle. Vor allem sind die Quellen der Orbe und der Birs zu nennen. Die Areuse im Neuenburger Jura entspringt Stromquellen, deren Wasser im Tal von Verrières, teilweise auf französischem Boden, versickert. Kurz vor den Areuseschluchten tritt aus dem Talhang das dunkelbraune Wasser der Noiraigue (Schwarzwasser), das aus den wei-

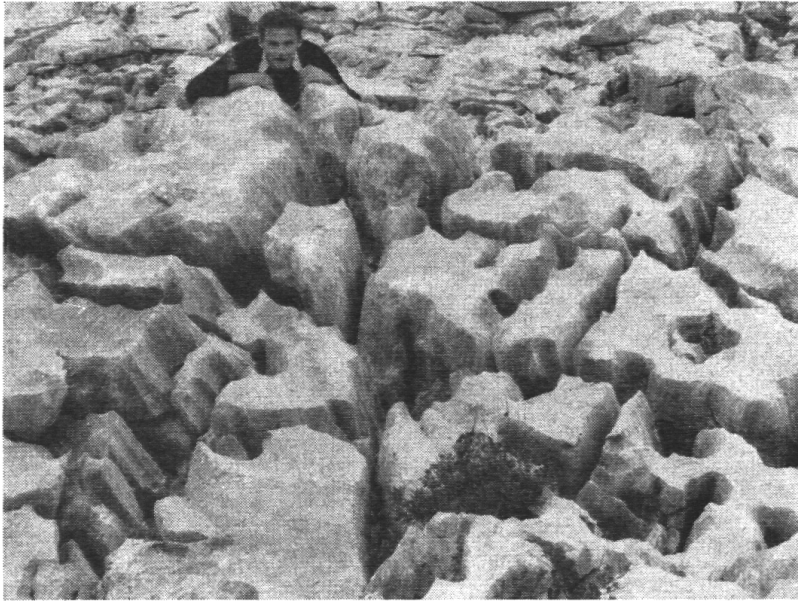


Abb. 4

Flachkarren auf der Schrattenfluh (Kt. Luzern). Die Fläche ist durch Kluftkarren unterbrochen, an deren Wände sich Rinnenkarren angesiedelt haben.

zum Formenschatz der Karrenfelder, wo sie sich gerne am Rande zum undurchlässigen Mergel oder Schutt ansiedeln (Abb. 6).

Poljen sind Großformen der Karstoberfläche, doch in ihren typischen Formen in der Schweiz kaum vertreten. Für unser Land gilt eine unterirdisch entwässerte Karstwanne mit flachem Boden und steilen Wänden, mit Dolinen und Schlucklöchern als Polje. Sie sind besonders schön im Neuenburger Jura zu finden, etwa im Tale von La Brévine oder La Sagne.

Irgendwo muß das eingesickerte Wasser wieder ans Tageslicht treten. Aus Kluftkarren und Klüften, Dolinen und Schlucklöchern strömt es in unzähligen Adern in die Tiefe, vereinigt sich zu größern Gerinnen und tritt dann zutage, bereit, eine Mühle oder die Turbine einer Fabrik zu

ten Moorgebieten von Les Ponts stammt. Das Muotatal besitzt mehrere Stromquellen. Der Schleichende Brunnen ist die Austrittsstelle des Höllochwassers. Er führt bei großem Hochwasser 5 m^3 in der Sekunde weg, wobei gleichzeitig aus dem obern Höhleneingang noch über 10 m^3 zusätzlich abfließen. Ausländische Karstquellen sind wesentlich ergiebiger, führt doch die Reka in Jugoslawien normal 20 m^3 in der Sekunde, bei Hochwasser aber deren 140. Daß die Donau in den Rhein fließt, gehört zu den geographischen Scherzfragen, denn sie versickert während mehr als 100 Tagen im Jahr vollständig in den Jurakalken von Immendingen und kommt 12 km südöstlich davon in der Achquelle wieder zum Vorschein, um als Ache in den Bodensee zu fließen. Die Wassermenge schwankte 1925 zwischen 5 und 22 m^3 in der Sekunde.

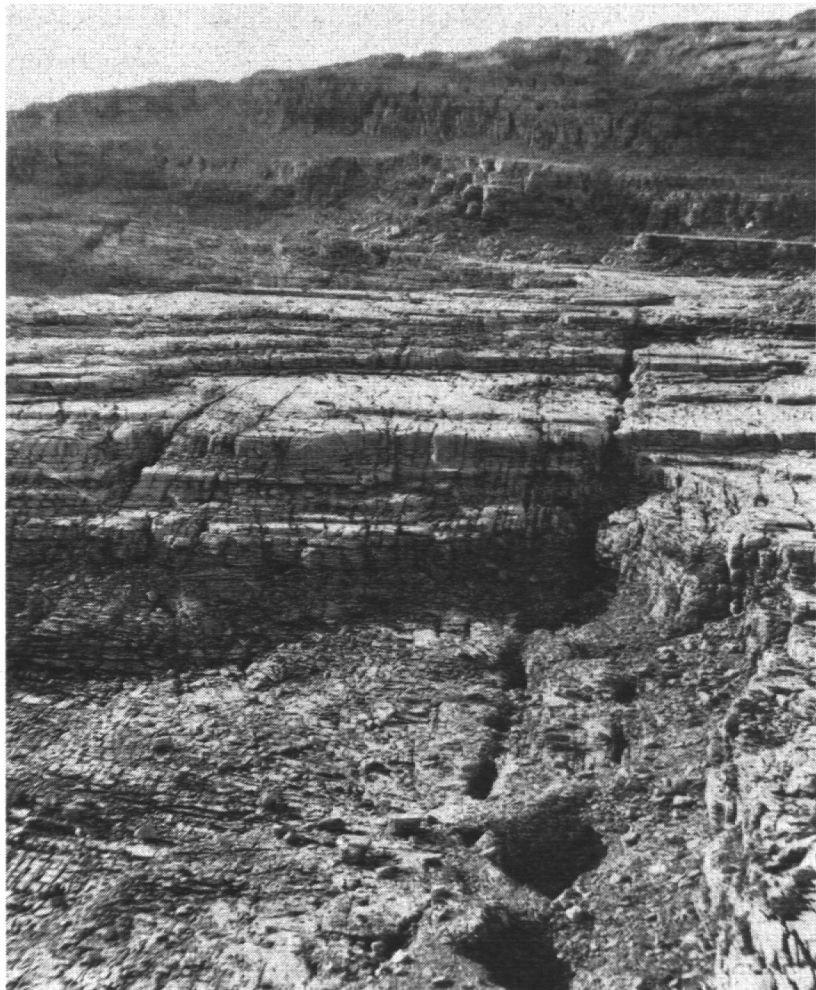
3. Die unterirdische Karstlandschaft

Vermag die oberirdische Karstlandschaft den Besucher zu begeistern, so ist die unterirdische imstande, ihn ganz in ihren Bann

24. August 1952 aus *. Damals wurde auch bekannt, daß schon seit Jahren in aller Stille intensiv an der wissenschaftlichen Erforschung der größten Höhle der Schweiz

Abb. 5

Karrenfeld auf den Märenbergen (Grenze Kt. Schwyz–Uri). Brüche im spröden Kalk werden zu offenen Klüften, in denen das Wasser verschwindet. Das Gestein ist durch Klufikarren zerschnitten. Auf dem Bruch treten senkrechte Karrenschlote und trichterförmige Dolinen auf.



zu schlagen. Es ist von besonderem Reize, in das geheimnisvolle Bergesinnere vorzustoßen, was nicht zuletzt aus dem unbewußten Suchen nach Erkenntnis und dem Entschleiern von Geheimnissen erklärbar ist. Höhlen sind immer wieder auch beliebte Ziele für Schulreisen, nicht zuletzt das Hölloch, das bis zu einer Tiefe von 650 m gut ausgebaut und für Besucher ohne besondere Vorbereitungen leicht zugänglich ist.

Seit einigen Jahren finden Höhlen ein zunehmendes Interesse in der Bevölkerung. Der Anstoß ging von den vielen Meldungen über neue Höhlen im Auslande und von den Ereignissen im Hölloch vom 15. bis

gearbeitet wurde. Von 6 km Länge im Jahre 1948 wuchs das Hölloch bis 1951 auf 15 km an, erreichte 1954 schon 47 km und weist augenblicklich eine Länge von 55 km auf. Sie ist damit die längste vermessene Höhle der Welt geworden, obschon zwei Höhlen in den USA. sie an geschätzter Länge noch

* Wir verweisen auf das Buch von Prof. Bögli: »Im Banne der Höhle«, SVB-Verlag Luzern. Er schildert hier nicht nur interessant und unterhaltsam das Wesen und Werden der Höhlen, sondern berichtet auch spannend von seinen Höhlenfahrten und der Zeit der Gefangenschaft in der Gewalt der Höhlenwasser. Zahlreiche ausgezeichnete Bilder, Skizzen und Karten ergänzen wirksam das geschriebene Wort. Das Buch eignet sich sehr gut für Schulbibliotheken. (Die Schriftleitung.)

übertreffen. Die Carlsbad Caverns sollen 61 km lang sein – nach andern Meldungen jedoch nur 50 km – und die Mammoth Caves, wo mehrere Höhlensysteme durch künstliche Querschläge zu einem Gebilde von schätzungsweise 250 km zusammengeschlossen worden sind.

Bei der Entstehung von Höhlen sind drei Punkte zu berücksichtigen, einmal die Auflösungsfähigkeit des Gesteines, zum andern seine Reinheit und zum dritten die Spalten, auf denen das Wasser durch den Fels wandert. In der Einleitung wurde die Löslichkeit des Kalkes schon erwähnt. Leichter

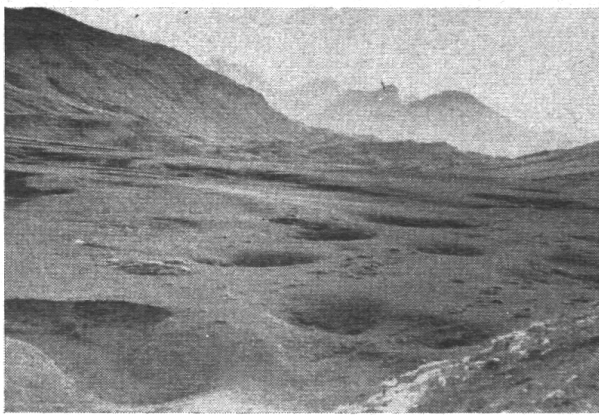


Abb. 6

Karrenalp. Unter dem angeschwemmten Schutt liegt der durchlässige Quintnerkalk, durch den das Wasser im Erdinnern versickert. Das weiche Gestein gestattet die Entstehung von Trichterformen, Dolinen genannt.

lösliche Gesteine, wie Gips und Steinsalz, wären an sich durchaus geeignet, größere Höhlen zu besitzen, doch stürzen die Hohlräume wegen der Weichheit dieser Felsen leicht ein. Ist die Löslichkeit geringer als bei Kalk, dann ist die Bildung von Höhlen erschwert oder ganz verunmöglicht. Kalk bietet somit die besten Voraussetzungen für die Entstehung und Erhaltung von Höhlen.

Das Wasser dringt auf den nackten Karrenfeldern der Silbern mit einem so geringen Kalkgehalt ins Erdinnere ein, daß es etwa 5 Härtegrade herauszulösen vermag. Das sind bei 2000 Litern Wasser, die jährlich auf einem Quadratmeter versickern,

100 g oder $37\frac{1}{2}$ cm³ Kalk. Das Einzugsgebiet des Hölloches umfaßt etwa 20 km² Fläche oder 20 Millionen Quadratmeter. Somit verschwinden aus dem Erdinnern im Gebiete des Hölloches jährlich 750 m³ Kalk! Dies dürfte seit der Eiszeit immer so gewesen sein, also während mindestens 10 000 Jahren. In dieser Zeit vergrößerte sich der Höhlenraum um $7\frac{1}{2}$ Millionen Kubikmeter. Die uns bekannte Höhle ist aber älter, in einzelnen Teilen älter als die Eiszeit, die vor 600 000 Jahren begann. Schätzungsweise macht der uns bekannte Hohlraum des Hölloches noch kein Prozent des gesamten Höhlenvolumens aus. Vom übrigen dürfte nur ein kleiner Teil dem Menschen zugänglich sein. Aber auch so stellen sich der Forschung noch große Aufgaben.

Die Reinheit des Kalkes spielt in den Anfangsstadien der Höhlenbildung eine beträchtliche Rolle. In unreinem Kalk ist der unlösliche Ton enthalten, der zurückbleibt und die feinen Spalten verstopft, so die Bildung von Höhlen schon am Anfang verhin-dernd. Unter besondern Umständen können sich allerdings auch in unreinen Kalken Höhlen entwickeln. Der Reinheitsgrad des Schrattenkalkes, in dem auch das Hölloch liegt, erreicht häufig 95 %, ja kann bis auf 99 % steigen. Daher ist der Schrattenkalk in den Alpen der bevorzugte Träger der Karrenfelder und Höhlen.

Die Wanderwege des Wassers sind durch die feinen Spalten vorgeschrieben, die den Kalk durchziehen, denn er ist an sich undurchlässig. In den Alpen hat die Faltung das ganze Gestein mit Brüchen und Spalten durchsetzt, da es sehr spröde ist. Diese meist haarfeinen Risse gewähren zu Beginn dem Wasser nur tropfenweise Durchgang. Aber jeder Tropfen löst eine Spur Kalk auf, etwa 5 Millionstel Gramm; und steter Tropfen höhlt den Stein. Deren Zahl nimmt zuerst langsam, dann immer schneller zu, es wird ein Rieseln, ein Rinnen daraus, endlich strömt ein Bächlein, ein Bach durch die immer mehr sich öffnenden Röh-

ren, die je nachdem im Querschnitt rundlich-elliptisch oder spaltenförmig sind. Auf gleiche Weise werden Schichtfugen ausgeräumt. Sie bildeten sich schon bei der Ablagerung des Gesteines und wurden durch die Faltung ähnlich wie Brüche aufgerissen. Der größte Teil der bisher bekanntgewordenen Gänge des Hölloches folgt solchen Schichtfugen. Alle diese Fugen und Spalten bilden Flächen, so daß es überrascht, auf ihnen nur einzelne Gänge, also einzelne Linien statt ganzer Flächen, herausgelöst zu sehen. Aber das Wasser folgt schon am Anfang den Stellen bester Durch-



Abb. 7

Hölloch (Muotatal). Auf der Schichtfuge hat das Wasser einen ellipsenförmigen Gang herausgelöst. (Ausgebauter Teil.)

lässigkeit und läßt die andern unberührt. Damit ist deren Schicksal besiegelt: der Rest bleibt unausgeräumt.

Die Ausmaße der Gänge sind sehr verschieden. Enge Röhren, durch die kaum eine Maus hindurchschlüpfen kann, sind recht häufig. Doch bezeichnet man als Höhle nur jene, durch die ein Mensch sich hindurchbewegen kann – und wäre es nur ein Loch von 25 auf 40 cm. Im Hölloch sind Gänge von drei bis vier Meter Breite bei anderthalb bis zwei Meter Höhe häufig. In den Hauptgängen können einzelne Stellen bis fünf und sechs Meter hoch und zehn,



Abb. 8

Hölloch (Muotatal). Der gewaltige SAC-Gang, 14 Stunden vom Eingang entfernt, ist zu Hochwasserzeiten ein gewaltiges Flußbett.



Abb. 9

Hölloch, ausgebauter Teil. Dieser Kolk wurde durch einen Wasserwirbel geschaffen, der Sand und Steine so lange im Kreise herumwirbelte, bis diese Form geschaffen war. In der Mitte die Wirbelachse, wo die Steine die geringste Erosionskraft besaßen.

vereinzelt sogar zwanzig Meter breit sein. Hallen sind breite, nicht sehr hohe Säle, während in den Domen die Decke in die Höhe strebt und zwanzig, ja dreißig und mehr Meter Höhe erreicht. Es gibt aber da-

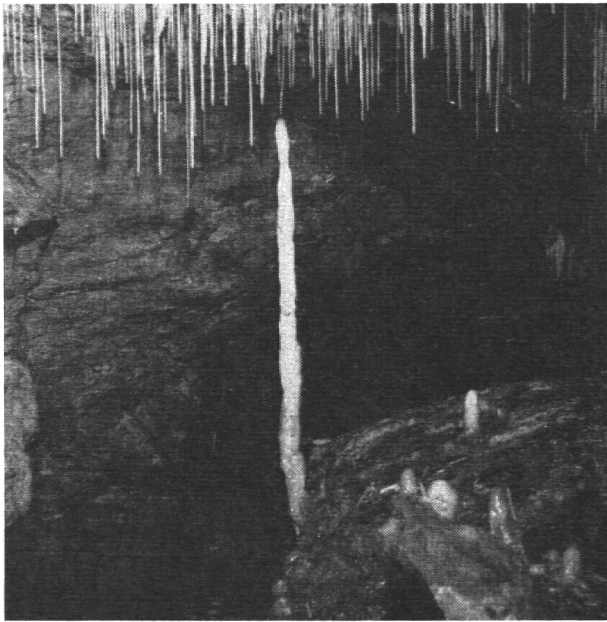


Abb. 10

Windloch (Kt. Glarus). Auf einem Block hat sich durch Kalkausscheidung die zwei Meter hohe »Kerze« entwickelt, ein rein weißer Stalagmit. Von der Decke hängen zahllose Stalaktiten, die sog. Kalkröhrchen oder Makkaronistalaktiten.

neben recht »vergnügliche« Stellen, deren Ausmaße verblüffen, so eine im Himmels-ganggebiet, wo die Höhe 23 cm, die Breite aber 4 m beträgt. Und da mußten wir durch. Wenn ein Gang 12 m breit ist bei nur 35 cm Höhe, wie im Flunderstollen, dann schätzt man es sehr, wenn man nach 100 Metern wieder einen vernünftigen Gang erreicht – und wäre er auch nur einen Meter hoch (Abb. 7, 8).

Alle diese Gänge sind aber nicht nur das Werk der Lösungskraft des Wassers. Sobald es wie in einem Bachbette zu fließen vermag, beginnt es auch zu erodieren, also mechanisch abzutragen. Mitgerissener Sand und Kies reiben und kratzen an den Wänden, und bald werden Formen sichtbar, die uns aus den Schluchten geläufig sind. Es bilden sich Kolke, die man fälschlich als

Gletschermühlen bezeichnet, obschon sie meist mit Gletschern nichts zu tun haben. Im Hölloch erreichen einzelne Kolke bis vier Meter Tiefe bei einem Durchmesser von einem Meter. Gelegentlich sieht man

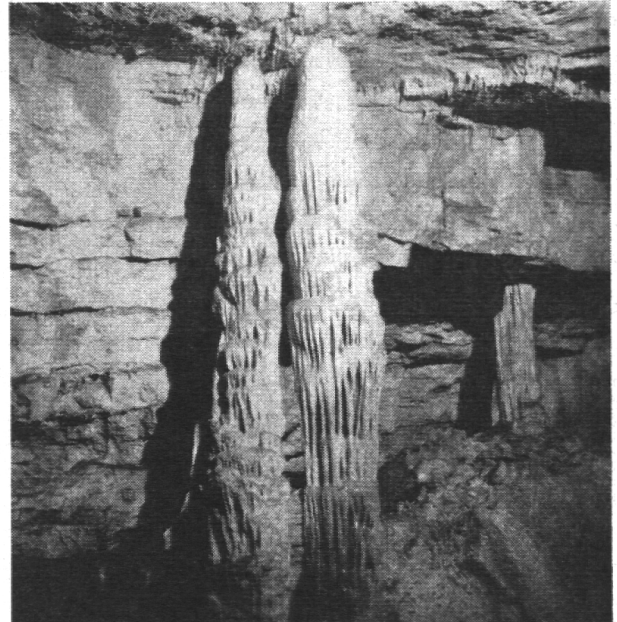


Abb. 11

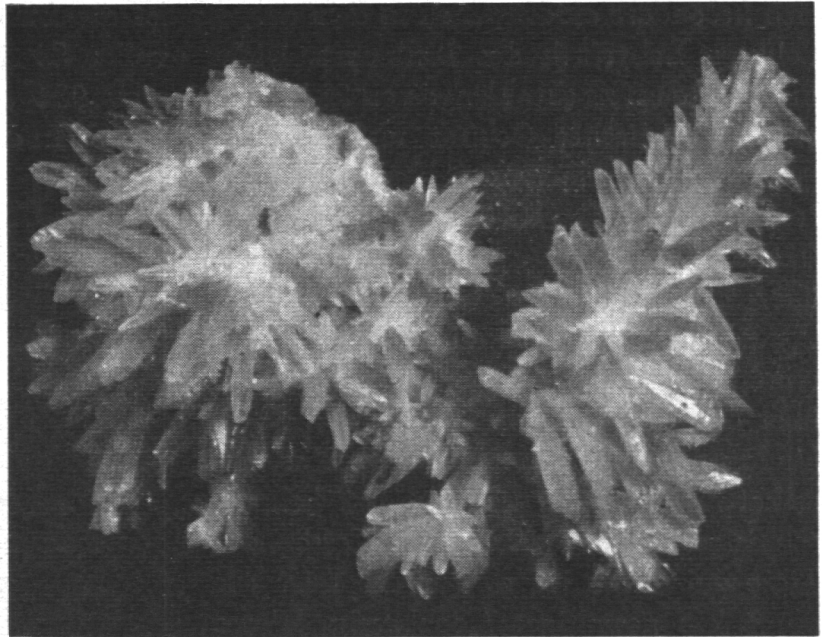
Grotte von Réclère (Jura Bernois, Porrentruy). Medusensäulen, eine schöne Stalagmitenform.

in der Tiefe noch den Rollstein, der, zusammen mit Sand und Kies, durch das Wasser im Kreise herumgewirbelt wurde (Abb. 9). Solche durch Erosion geformte Gänge gleichen in vielen Fällen eher einer Schlucht in mondloser Nacht denn einer Höhle.

In den Höhlen finden wir aber nicht nur die Zeichen der Hohlraumvergrößerung, sondern auch Ausscheidungen, Tropfsteine. Das auf Spalten eindringende Wasser scheidet einen Teil seines Kalkgehaltes aus und erzeugt fremdartige Gebilde, die der Phantasie Tür und Tor öffnen. Ihr Ebenmaß, ihre Eleganz sind gelegentlich unübertrefflich. Von der Decke hängen die Stalaktiten in feinen Kalkröhrchen oder in dickeren Zapfen und Vorhängen herunter. Besonders eindrücklich sind die medusenartigen Formen. Medusensäulen und Medusenvorhänge gehören zum Schönsten, was eine

Ab. 12

Hölloch. Seltene Kalkspatformen, die in einem Höhlensee sich im Verlaufe von Jahrtausenden bildeten. (Foto Burger.)



Tropfsteinhöhle zu bieten vermag. Die Stalagmiten am Boden sind meist viel kürzer und dicker. Sie wachsen aufwärts und vereinigen sich mit den Stalaktiten zu schlanken Säulen oder auch massiven Wänden. So ist schon manche Höhle wieder geschlossen worden (Abb. 10, 11).

In den stillen Höhlenseen, in die sich die

Wassertropfen nur ganz verstohlen hineinschleichen, scheiden sich schöne Kalkkristalle aus, manchmal kleinen Morgensterne gleichend, deren helle Kristallflächen durchs grünschimmernde Wasser blinken, oder auch wie zierlicher Blumenkohl aussehend (Abb. 12).

Die Farbenpracht der Tropfsteine ist außerordentlich. Vom reinsten Weiß über zartestes Gelb und der Farbe frischer Frühlingbutter zu hellem Rot, das eher einer Blumenfarbe gleicht denn einem Gesteine, und zu allen Stufen von Rostrot bis Braun, ja bis Violett führt die Farbenskala. Und diese Farben wirken um so überraschender, als man sie im ewigen Dunkel des Unterirdischen nicht erwartet. Diese ganze Farbensymphonie baut sich auf ein wenig Eisen, etwas lehmigen Verunreinigungen und feinsten schwarzen Teilchen auf, wirklich ein kleiner Aufwand für so viel Schönheit. Die Farbenpracht der Tropfsteine des Hölloches reicht an beste ausländische Beispiele heran. Doch sind alle diese Kleinodien weit in den unendlichen Gängen verzettelt, stundenweit vom Eingang entfernt und daher dem Zugriff gedankenloser Andenkenjäger entzogen (Abb. 13, 14).

Die Höhle ist eine unterirdische Landschaft im geographischen Sinne. Das zeigt

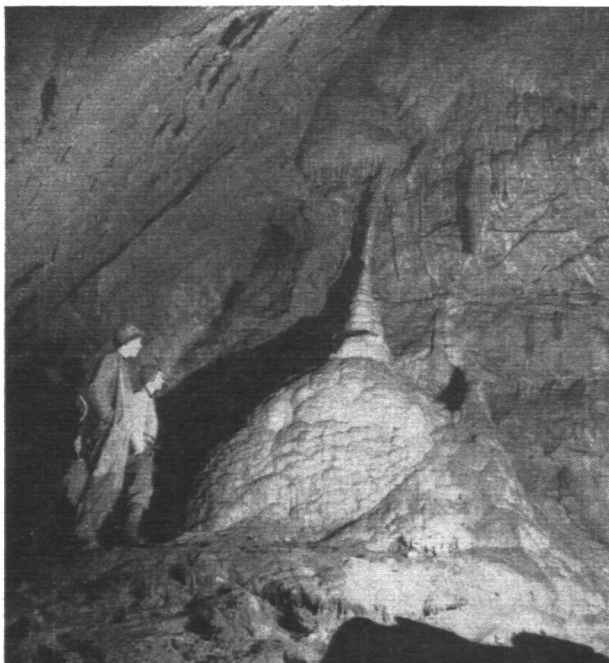


Abb. 13

Hölloch. Die »Große Pagode« im Pagodengang, die große Überraschung des neuen Vorstoßes am Neujahrstage 1955. Sie besteht aus ziegelrotem Tropfstein und ist von einem braunen Baldachin überdacht.

sich besonders eindrücklich in dem ausgedehnten Labyrinth des Hölloches. Nicht nur ist die erforschte Länge von 55 km für ein unterirdisches Gebilde unübersehbar groß – Höhlenkilometer zählen vierfach so schwer wie gleiche 1000 m an der Erdoberfläche –, sondern es erstreckt sich auch über eine Höhendifferenz von 390 m. Trotzdem liegt die Erdoberfläche überall mindestens 300, stellenweise sogar 800 m über den Gängen. Schlote stellen die Verbindungen nach oben her, unbegebar, rätselhaft. Durch sie donnert bei Schneeschmelze und Gewitter das Wasser der Tiefe zu, durch sie strömt die Luft wie durch ein gewaltiges Hochkamin. Dieser Luftzug bestimmt weitgehend das »Wetter« in der Höhle. Durch sie »atmet« der Berg. Im Sommer sind die Gänge mit 6° C Temperatur kalt gegenüber der Umgebung. Die kalte Luft sinkt nach unten und fließt kalt durch den Eingang nach außen. Im Winter aber sind die gleichen 6° C in der



Abb. 14

Hölloch. Tropfsteinvorhang im Altarstollen.

Höhle warm gegenüber der Außenwelt. Die Luft zieht durch die senkrechten Schlote nach oben, und durch den Eingang pfeift ein scharfer, sturmartiger Wind ins Innere des Berges hinein. Trotz dieses Luftzuges

ist die Luftfeuchtigkeit immer sehr nahe voller Sättigung, unterschreitet kaum jemals 93 %, erreicht im Gegenteil häufig 100 %. In den aufsteigenden Gangstrecken

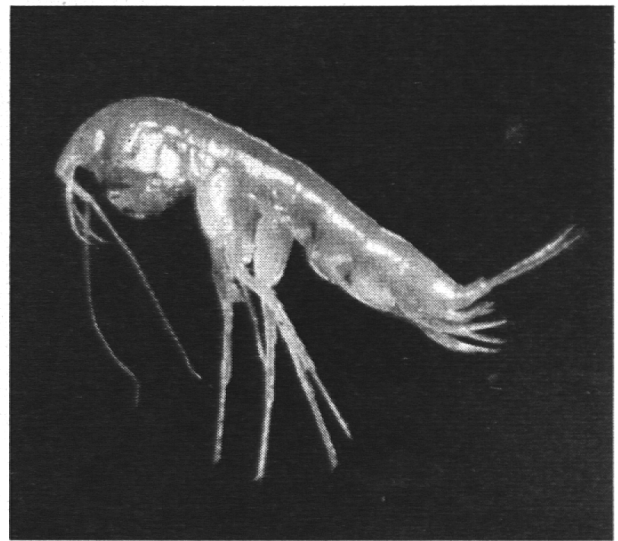


Abb. 15

Hölloch. Weißer, blinder Höhlenkreb aus dem Styx. Der Niphargus ist ein naher Verwandter der überall lebenden Flohkrebse. (Foto Burger)

bilden sich durch den Wind wegen der dabei auftretenden geringfügigen Abkühlung häufig Nebel. Staub fehlt jedoch weitgehend, so daß die Luft in ihrer weitgehenden Reinheit und Frische angenehm zu atmen ist.

Zu jeder Landschaft gehören auch Lebewesen. Aber in keiner Landschaft gibt es so viele Fremdtiere wie in den Höhlen. Viele Tiere werden ganz gegen ihren eigenen Willen durch den Höhlenwind hineingesogen, andere durch das Wasser eingeschwemmt. Ihre Tage sind gezählt, wenn sie nicht für das Leben in der Finsternis eingerichtet sind. Andere suchen die Höhle zum Schutze auf und zu vorübergehendem Aufenthalt, so die Fledermäuse. Sie wurden im Hölloch nie heimisch, weil in der Ausgangsregion regelmäßig die Frühsommer-Hochwasser den Zugang versperren. Im Spätsommer findet man sie als gelegentliche Besucher, die aber wegen des herrschenden Höhlenwindes wohl kaum große Freude am Höll-

loch haben werden. Andere Tiere richten sich in der Höhle ein, so die vielen Regenwürmer, die sich schon in der xten Generation hier befinden und dabei schlank und rosabraun geworden sind. Sie wurden vor langer Zeit so gut wie heute zumeist als Eier eingeschwemmt. Wahrscheinlich gilt dies auch für die unzähligen Mücken, die man in allen vom Hochwasser erreichten Teilen antrifft. Der Niphargus, ein Höhlenflohkrebs, ist ein echter Höhlenbewohner, was durch die weiße Farbe und die Blindheit deutlich bestätigt wird (Abb. 15). In diesem Winter sind uns ein Käfer und eine Höhlenwasserassel sowie viele Höhlenplanarien begegnet.

Die Pflanzenwelt unterscheidet sich nicht von den an der Oberfläche im Dunkeln lebenden Arten. Es fehlt ihnen selbstverständlich das Blattgrün, so daß sie bei der ohnehin herrschenden absoluten Lichtlosigkeit auf die eingeschwemmten Überreste von Pflanzen und Tieren angewiesen sind. Bakterien gibt es örtlich in großer Menge, stellenweise sind die Gänge fast keimfrei; Schimmelpilze haben sich überall da angesiedelt, wo die Menschen ihre Abfälle liegen ließen oder wo tote Mücken

an der Decke hängen. Auch einen höheren Pilz haben wir schon angetroffen.

Zuletzt sei auch der Mensch erwähnt. Er hat nie die tieferen Höhlenteile bewohnt, dazu ist er zu sehr Lichtwesen. Ich verzichte darauf, hier etwas von den Höhlenmenschen zu sagen, da dies von Berufenern schon längst getan wurde. Der heutige Mensch, der als Höhlenforscher oder aus Freude an der Höhle tagelang Aufenthalt in ihr nimmt, vermeint sich diese Welt zu erobern. Dabei erobert sie ihn, ändert ihn. Die absolute Finsternis, die unendlich erscheinende Länge der Gänge, die Totenstille und wiederum das donnernde Dröhnen grollender Wasser, sie alle wirken auf ihn zurück. Dazu sieht sich der Mensch in der großen Einsamkeit der Höhle plötzlich sich selbst gegenüber, hält Zwiesprache mit sich und seinem Herrgott und beginnt die Relativität aller menschlichen Maßstäbe zu erfühlen. Er ist klein im gewaltigen Berge, ein Stäubchen nur – doch ein beseeltes Stäubchen, das im beseelten Anderssein eine Kraft spürt, die nicht dem Berge entgegengesetzt ist, sondern ihn ergänzt. Darum wohl dem, der fühlt: »Der Berg ist mein Freund!«

DER KANTON BERN

Beiträge zum geographischen Unterricht für Zwölf- bis Fünfzehnjährige

Von Th. Hensler, Altdorf

Vorbemerkungen: Die vorliegende Arbeit bringt keine systematische Darstellung des Kantons Bern, denn dies ist den Lehrbüchern überlassen. Ich habe vielmehr nur ein paar typische Erscheinungen herausgegriffen, die das Berner Land charakterisieren und in den Lehrbüchern nur am Rand erwähnt sind. Es ist ja nicht der Sinn und Zweck des Geographieunterrichtes, den Schülern lückenloses Wissen zu vermitteln, sondern vielmehr lebensnahe Probleme zu zeigen und Zusammenhänge aufzudecken.

Entwicklung des Kantons Bern.

Wir denken an das Jahr 1953 zurück und zeigen Bilder. Bern feiert sein großes Jubiläum. Im ganzen Land herum leuchten die Feuer auf den Hügeln, läuten die Kirchenglocken. 600 Jahre sind vergangen, seitdem der heute volkreichste und nach Fläche zweitgrößte Kanton der alten achtörtigen Eidgenossenschaft beitrug. In bunter Reihenfolge rollt sich vor den Augen der spaliertbildenden Zuschauer Berns Geschichte ab, von der Gründung durch die Zähringer Herzöge über die Reformation bis zum