

# Die Berge als Ruinen.

Von

Hofrath Dr. Josef Ritter von Lorenz-Liburnau.

(Vortrag, gehalten im Wissenschaftlichen Club am 25. November 1886.)

Wie es dem für Naturschönheiten empfänglichen Sänger naheliegt, das Lied zu singen: „Wer hat dich, du schöner *Wald*, aufgebaut so hoch da droben?“ ebenso liegt es auch jedem Naturfreunde nahe — und vielleicht noch näher, die Frage zu stellen: wie die vielgestaltigen *Berge* aufgebaut wurden. Diese Frage beantwortet uns die Geologie; aber ihre Antwort zeigt, dass die Frage nach dem *Aufbau* der Berge in dieser Fassung nur unvollständig wäre, indem gerade dasjenige, was uns an den Höhegebilden der Erde — wenigstens vom allgemein menschlichen Standpunkte aus — am meisten anzieht und interessirt, nämlich die Mannigfaltigkeit ihrer Gestalten, nicht blos das Resultat ihres ursprünglichen *Aufbaues*, sondern ebenso die Folge ihres theilweisen *Zerfalles* ist; dass also die Berge in ihren jetzigen Formen nicht einfach als *Bauten*, sondern als *Ruinen* aufzufassen seien.

Dieses Thema soll nun hier in Kürze durchgeführt werden. Dabei muss man von demjenigen ausgehen, was uns über die hauptsächlichste Zusammensetzung unserer Erdrinde bereits bekannt ist.

Wenn wir von der obersten Culturschichte der Erdoberfläche absehen, so finden wir über dem grössten Theil des gesammten Festlandes bis zu grossen Tiefen hinunter Gesteinslagen verbreitet, welche durch ihre Zusammensetzung, durch ihre mehr oder minder deutliche Schichtung, durch ihre Structur, sowie auch durch Einschlüsse von Pflanzen und Thieren

zeigen, dass sie einst aus dem Wasser abgesetzt wurden. Es sind das theils chemische Niederschläge, wie ein grosser Theil der Kalkgesteine, theils sind es Bauten oder Anhäufungen von Seethieren, wie die Korallenkalke, Muschelkalke, oder es sind auch Massen verkalkter Meeresalgen, wie die sogenannten Nulliporenkalke; zum grossen Theile aber sind es auch mechanische Niederschläge aus gröberen oder feineren Gesteinstrümmern, die aus dem Wasser abgesetzt wurden, wie die Sandsteine und Conglomerate. — Alle diese Gesteine zusammen bezeichnet man als „*Schichtgesteine*“, auch Sedimentgesteine, oder vermöge ihres Ursprunges aus dem Reiche des Neptun als neptunische Gesteine.

Die Existenz der Schichtgesteine bringt aber die weitere Frage mit sich: auf was denn diese Niederschläge erfolgt seien; denn das Wasser, aus dem sie abgesetzt wurden, musste doch irgend einen festen Grund und wohl auch feste Ufer haben; und dieser Grund und diese Ufer müssen daher noch älter sein, als die Sedimentgesteine und eine ganz andere Gruppe von Gesteinen bilden. In dieser Beziehung hat man überall, wo es gelungen ist, noch unter die untersten Schichtgesteine hinabzugelangen, eine Reihe von oft ungeheuer mächtigen Gesteinslagen gefunden, welche eine krystallinische und zugleich schieferige Structur besitzen und daher „*krystallinische Schiefer*“ genannt wurden. Ihre Hauptbestandtheile sind dieselben wie jene des Granites (von dem noch

weiter die Rede sein wird), obgleich der Granit selbst nicht zu den krystallinischen Schiefen gehört; diese Bestandtheile sind namentlich Quarz, Feldspath und Glimmer in verschiedenen Mengungsverhältnissen und Varietäten und theilweise mit anderen Einmengungen, wie Granatkrystallen u. s. w. Die bekanntesten krystallinischen Schiefergesteine sind: Gneis, Glimmerschiefer und kieselreicher Thonschiefer. Ueber ihren Ursprung weiss man gegenwärtig weniger, als man schon vor vierzig Jahren zu wissen glaubte: denn damals hielt man sie für die erste und älteste feste Rinde der Erde, während neuere Forschungen hierüber wieder wesentliche Zweifel erweckt haben, auf die wir hier nicht näher eingehen können; nur so viel kann gesagt werden, dass wir noch ältere Gesteine, welche in noch tieferer Lage eine zusammenhängende Erdrinde bilden würden, bisher nicht kennen, und wahrscheinlich überhaupt noch nicht bis an die älteste oder erste feste Erdrinde gelangt sind.

Eine dritte Gruppe von Gesteinen ist nicht so weithin *zusammenhängend* wie die beiden vorgenannten über die Erde verbreitet, sondern tritt *mehr local* — bald einzeln, bald in grösseren oder kleineren Gruppen — auf und lässt aus Zusammensetzung und Structur schliessen, dass sie von feurigflüssigen oder geschmolzenen Massen herrühren, welche durch Erstarrung festgeworden sind. Hierher gehören Granite, Porphyre, Diorite, Basalte, Trachyte und die noch gegenwärtig sich bildenden Laven.

Das Vorkommen dieser Gesteine ist ein solches, dass man daraus schliessen muss, sie seien zu verschiedenen Zeiten aus dem Innern der Erde durch die krystallinischen Schiefer mehr oder minder weit in die neptunischen Gesteine heraufgedrungen und theils in denselben stecken geblieben (Gesteinsgänge), ohne die Oberfläche zu erreichen, theils aber an die jeweilige Erdoberfläche herausgetreten und als mehr oder minder kegelförmige Anhäufungen erschienen (Vulcane).

Alle diese Gesteine zusammen werden als ‚*Erstarrungsgesteine*‘, auch als Massengesteine bezeichnet und die älteren ‚*plutonische*‘, die jüngeren ‚*vulcanische*‘ Gesteine genannt.

Sehr allgemein bekannt ist auch die geologische Hypothese, welche man aus dem Zusammenhalte der eben kurz skizzirten geologischen Thatsachen und aus anderen physikalischen und astronomischen Betrachtungen über die Bildungsgeschichte unserer Erde abgeleitet hat. Nach dieser Annahme war die Erde einst eine feurigflüssige Kugel, deren geschmolzene Oberfläche, dem kalten Weltraum

gegenüberstehend, durch den Temperatúraustausch mit diesem allmählig erkalten und erstarrten musste. Da nun die geschmolzene Masse aus verschiedenen Substanzen bestand, erfolgte die Erstarrung nicht gleichmässig, sondern so, dass dabei viele Unebenheiten — wie bei vielen Schlacken — vorkamen, zwischen den schon erstarrten Schollen noch hie und da flüssige Massen blieben, Risse und Spalten zahlreich entstanden und auch Explosionen stattfanden, durch welche schon erstarrte Rindentheile durchbrochen wurden.

Es konnte also schon die erste Erdrinde nicht ebenflächig, sondern musste von vielen Erhöhungen und Vertiefungen durchzogen sein.

Als diese Rinde so weit abgekühlt war, dass auf derselben sich Wasser in tropfbarflüssigem Zustande erhalten konnte (was bekanntlich auf einer glühenden Masse nicht der Fall ist), und als zugleich die Abkühlung der damaligen Atmosphäre eine Condensation der darin enthaltenen Wasserdämpfe mit sich brachte, fiel ein grosser Theil des Wassers, welches damals sammt und sonders als Dampf in der Atmosphäre enthalten sein musste, in Gestalt massenhafter Niederschläge auf die Erdrinde und füllte die Vertiefungen derselben an.

Durch Auslaugung der löslichen Bestandtheile der damaligen Erdrinde bildete sich der Salzgehalt des Urmeeres, aus welchem sodann bei seiner weiteren Abkühlung wieder ein Theil der früher gelösten Substanzen sich, wie schon oben angedeutet, chemisch niederschlug, und in welchem auch jene weiteren Bildungen allmählig stattfanden, aus denen später die sedimentären Gesteine hervorgingen.

Das Hervorbrechen plutonischer und vulcanischer Massen hat von den ältesten bis auf die neuesten Zeiten, jedoch allmählig immer spärlicher stattgefunden.

Nach dieser Bildungsgeschichte finden wir hauptsächlich das Auftreten der neptunischen oder Sedimentgesteine, sowie der Erstarrungsgesteine hinreichend erklärt, bleiben aber — wie schon früher gesagt — noch im Unklaren über die Entstehung der krystallinischen Schiefergesteine, die am wahrscheinlichsten als umgewandelte älteste Sedimentgesteine zu betrachten sein dürften und deshalb auch ‚*metamorphische Schiefer*‘ genannt werden.

Die Gesteine jeder Art blieben nicht lange unverändert so, wie sie aus dem Wasser abgesetzt worden oder erstarrt sind, sondern sie erlitten mannigfaltige Umänderungen, von denen uns hauptsächlich zwei interessiren: die *Verrückung* ihrer Lage und die *Verwitterung*.

Eine Verrückung hat stattgefunden theils durch die erwähnten Eruptionen aus dem Innern der Erde, theils aber — und zwar sehr allgemein — durch die allmälige Zusammenziehung, welche eine Folge der fortschreitenden Abkühlung der ganzen Erde sein musste und, wenngleich in weniger auffallendem Grade, auch jetzt noch stattfindet. Diese Zusammenziehung ist zu vergleichen mit dem Einschrumpfen einer saftigen Frucht, wobei eine Abwechslung von mehr eingesunkenen — also tiefer liegenden — und von weniger eingesunkenen — also noch in höherer Lage bleibenden — Stellen vorkommt; die letzteren erscheinen dabei als Höhen gegenüber den Vertiefungen der ersteren, obgleich sie nicht gehoben wurden, sondern nur weniger eingesunken sind. Man braucht daher auch an der Erdoberfläche nicht bei jedem Höhengebilde vorauszusetzen, dass es von unten aus gehoben sein müsse, sondern es kann als eine Erhöhung auch bloß darum erscheinen, weil seine Umgebung tiefer eingesunken ist. Durch die Eruptionen sowohl, als durch die allmälige Schrumpfung sind nun insbesondere die Schichten der *sedimentären* Gesteine vielfach verbogen, theilweise auch gebrochen worden, und die Menge und Mannigfaltigkeit der Unebenheiten auf der Erdoberfläche hat bedeutend zugenommen; es sind dabei gewissermassen — wenigstens scheinbar — viele unserer jetzigen Berge sozusagen „aufgebaut“ worden.

Die *Verwitterung* hat aber dann diese *Bauten* in jene *Ruinen* verwandelt, als welche sie gegenwärtig dastehen.

Die Verwitterung ist theils eine mechanische, theils eine chemische.

Die *mechanische* Verwitterung besteht bekanntlich in dem Zerfalle grösserer Gesteinstücke zu kleineren und immer kleineren und wird hauptsächlich hervorgebracht durch den Wechsel der Temperatur und der Feuchtigkeit. Die verschiedenen Bestandtheile eines gemengten Gesteines und theilweise auch verschiedene Stellen eines anscheinend gleichartigen Gesteines erleiden bei der Erhitzung eine verschiedene Ausdehnung, bei der Abkühlung eine verschiedene Zusammenziehung, ebenso bei der Befeuchtung einen verschiedenen Grad des Aufquellens und bei der Austrocknung ein ungleiches Einschrumpfen. Dadurch entstehen Risse und Spalten, anfangs von nur sehr kleinen Dimensionen, die sich aber bei fortgesetztem Wechsel der Temperatur und Feuchtigkeit vertiefen und erweitern und den Zerfall vorbereiten. In Gegenden, in denen winterlicher Frost vorkommt, trägt das

Gefrieren des in die Spalten eingedrungenen Wassers, indem es die Spaltenwände sprengt, zum Zerfall sehr wesentlich bei.

Die *chemische* Verwitterung besteht in einer solchen Veränderung der festen Gesteine, dass aus ihnen durch das Entstehen neuer chemischer Verbindungen erdartige Massen entstehen, wie z. B. bei der Umwandlung des festen Feldspathes in eine thonige Erdmasse.

So einfach, vom chemischen Standpunkte aus betrachtet, diese Verwitterungsvorgänge sind, können sie doch hier der gebotenen Raumbeschränkung wegen nicht näher ausgeführt werden. Es genügt aber für unsern Zweck vollkommen, sich daran zu erinnern, was ohnehin jedermann bekannt ist, dass der grösste Theil der Gesteine mehr oder minder leicht in pulverige oder erdige Substanzen von verschiedenem Grade der Lockerheit und Bindigkeit sich verwandelt, wie in die verschiedenen Varietäten von Thon, Lehm, Letten, Mergel u. s. w.

Was nun durch das Zusammenwirken von Verrückung und Verwitterung auf der Erdoberfläche zu Stande gekommen ist, soll an einer Reihe besonderer Fälle näher gezeigt werden.

Fig. 1 zeigt die landschaftliche Ansicht einer kleinen Partie im Rekathale, wobei an einer Gesteinsentblössung deutlich zu sehen ist, dass die Schichten, welche abwechselnd aus härterem Sandstein und weicherem Schiefer bestehen, stark gebogen sind. Wenn man nun mit Hilfe einiger künstlicher Entblössungen, wie sie der Geologe bei seinen Forschungen vorzunehmen genöthigt ist, sowie unter Anwendung des Bergcompasses die Lage der Schichten des ganzen hier dargestellten Hügels — auch unter der Vegetations- und Schuttdecke — näher untersucht, zeigt sich die innere Structur (Geotektonik) des Hügels, so wie sie Fig. 2 darstellt. Die wechsellagernden Schichten erscheinen als mehrfach wellig gebogen und mehrere derselben an ihrer oberen Biegung abgebrochen und verschwunden.

Der Geologe versucht nun an Stellen, wo die ursprünglichen Schichten nicht mehr vorhanden sind, aus den noch übrig gebliebenen Resten die frühere Gestalt im Gedanken wieder herzustellen oder gewissermassen das Bild zu „restauriren“.

In dem Falle der Fig. 2 ist die Sache sehr einfach, denn ohne Zweifel hat sich jene Schichte, deren Enden jetzt bei *a* und *b* erscheinen, ursprünglich ebenso verhalten, wie sich jetzt noch die Schichte *c* verhält, welche mit ihrer Biegung vollständig erhalten ist. Man

begeht also kein unerlaubtes Wagniss, wenn man die punktirten Linien zieht, welche das Ende *a* mit dem Ende *b* — so wie es in der

Fig. 1.

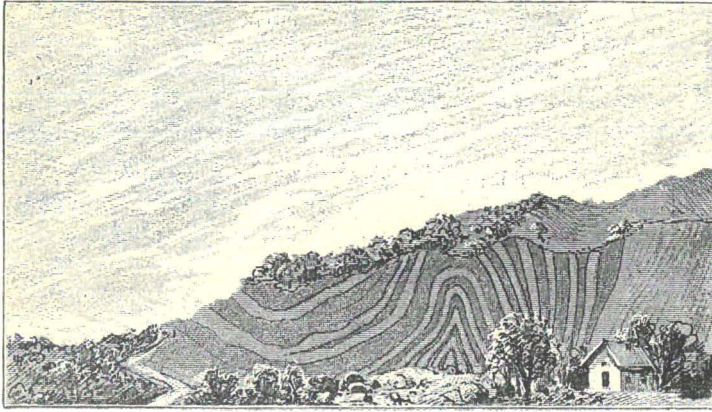


Fig. 2.

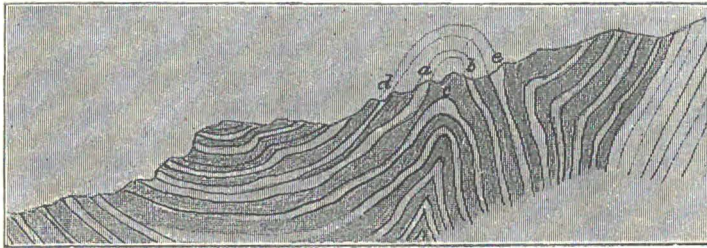


Fig. 3.

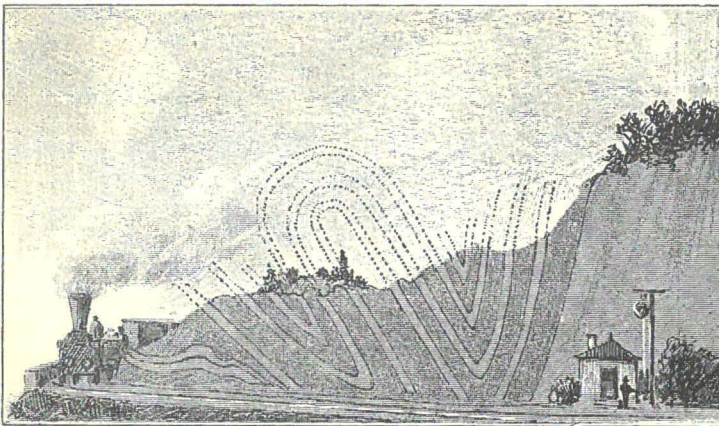


Fig. 2 dargestellt ist — verbindet und dadurch ein Bild der Schichtengestaltung schafft, wie sie früher vorhanden war. — Dasselbe gilt von *d*, *e*.

Ein complicirter Fall ist jener, den Fig. 3 darstellt; dennoch gelingt es, nach denselben Grundsätzen auch hier die frühere Schichten-

lage zu restauriren, wie die punktirten Linien zeigen. So auffallend und ungewöhnlich die hiebei herauskommenden, nach oben gewölbten Gestalten erscheinen mögen, sind doch die hier erscheinenden Ausbiegungen nach oben nicht stärker als die vor unseren Augen liegenden Einbiegungen nach unten, und es ist überdies nicht schwierig zu erklären, warum die ursprünglichen, schiefen, nach obengerichteten Wölbungen verschwunden sind. Gebogene Schichten werden selbstverständlich am leichtesten und bedeutendsten dort zerrissen oder zerbröckelt worden sein, wo ihre Biegung die stärkste war, also in der Gegend der Scheitel solcher Wölbungen; es musste also an den Kuppen die mechanische Zertrümmerung und, dadurch erleichtert, auch die tiefer gehende chemische Verwitterung erfolgreich angreifen und die früheren Erhöhungen nach und nach abflachen, bis ein weniger steiles Gehänge und eine entsprechende Vegetationsdecke zu Stande kam.

Fig. 4 zeigt einen geologischen Durchschnitt aus der Gegend am Westufer des Urnersees in der Schweiz und Fig. 5 die dazu gehörige landschaftliche Ansicht. So anmuthig diese letztere erscheint, ist doch aus ihrem

geologischen Profil, welches uns ihre Geotektonik blosslegt, zu ersehen, dass die ganze Landschaft aus einer Reihe von Schichtenruinen besteht. Offenbar gehörten die Schich-



tenenden, welche in Fig. 4 mit  $a, a', a'' \dots$  bezeichnet sind, ursprünglich zusammen, denn sie bestehen ganz aus dem gleichen Material, haben die gleiche Structur, die gleichen Ein-

schlüsse u. s. w.; ebenso gehörten die Schichten, deren Enden mit  $b, b', b'' \dots$  bezeichnet sind, zusammen, und endlich auch die mit  $c, c', c'' \dots$  bezeichneten u. s. w. Wenn wir nun die

Fig. 4.

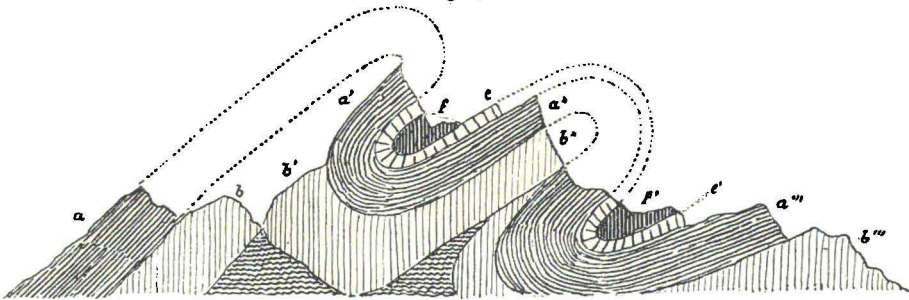


Fig. 5.

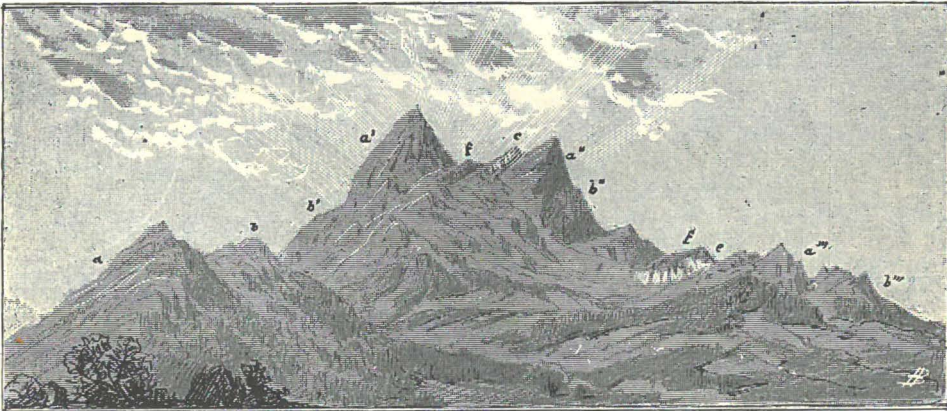


Fig. 6.



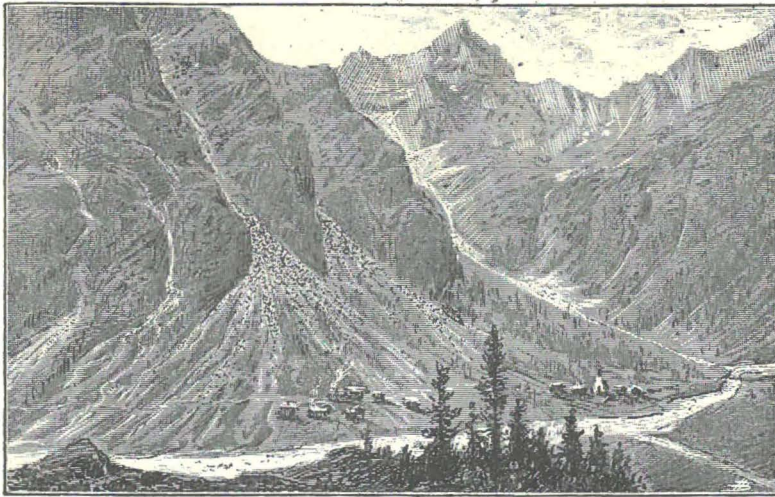
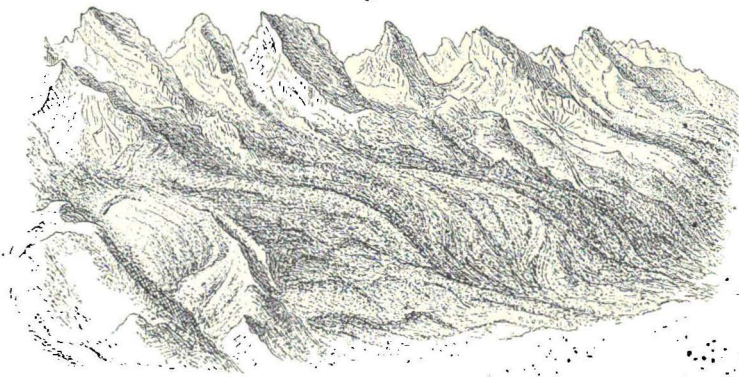
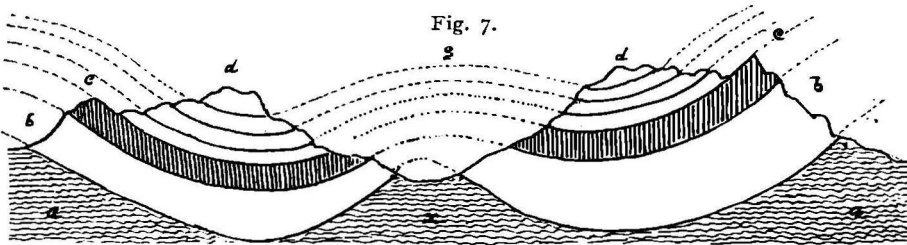
abgebrochenen Enden der Schichten miteinander nach unserer Restaurirmethode in Verbindung bringen, erscheinen die durch die punktierten Linien dargestellten schiefen Kuppen.

Hiernach war die Landschaft ursprünglich aus viel höheren, aber auch viel einförmigeren Bergen zusammengesetzt, und erst der Zerfall in Verbindung mit der Vegetation, welche auf

die Verwitterung folgte, hat das gegenwärtig uns entgegentretende anmuthige Landschaftsbild (Fig. 5) ermöglicht.

Durch die Zerberstung, Verwitterung und Abfuhr gebogener Schichten ist sogar bis-

weilen an die Stelle eines früheren Hügels ein Thal getreten, wie es Fig. 6 und 7 vorstellen. Fig. 6 zeigt uns das landschaftliche Bild einer Hügelerde, wie sie in Südsteiermark häufig vorkommen, und Fig. 7 die Geotektonik, wel-



che dazu gehört. Die Restaurirung der sich gegenseitig entsprechenden Schichtenenden nach der schon bekannten Methode in Fig. 7 zeigt, dass früher an der Stelle der mittleren Einbuchtung ein Hügel *g* stand, der höher war als die beiden jetzt noch vorhandenen seit-

lichen bei *d* und *d*. Der erstere verschwand, deshalb, weil er in der Scheitelgegend seiner Wölbung stark zerbrochen war und das Getrümmer, aus ziemlich weichem Gestein bestehend, leicht verwitterte und weggeführt wurde.



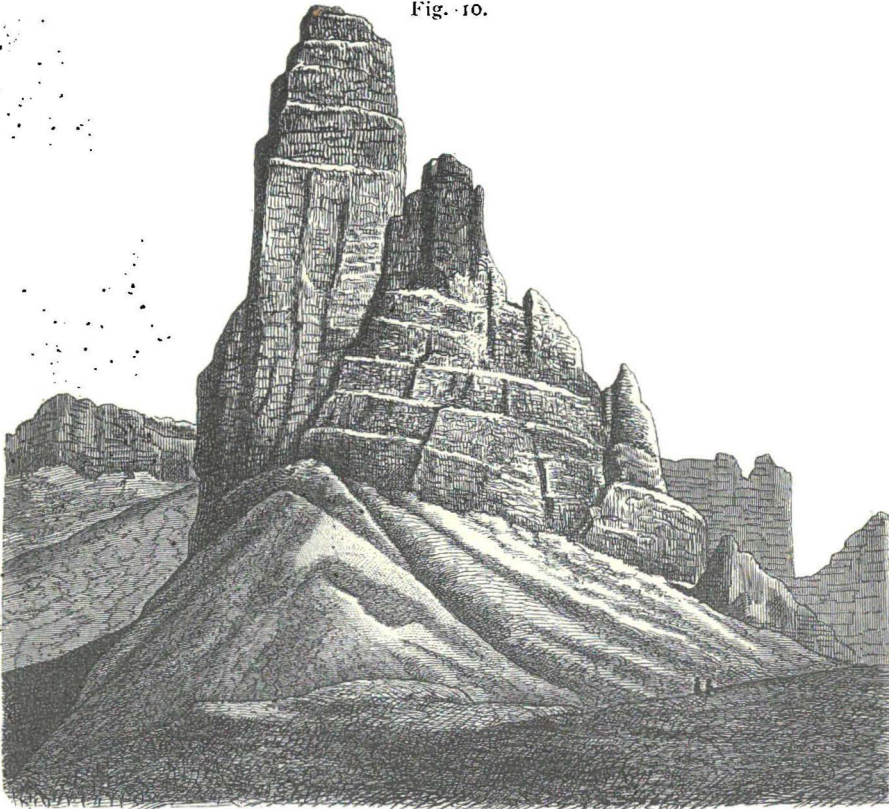
An Fig. 8\*) erblicken wir die Bergreihe der sogenannten Sieben Kurfürsten (eigentlich Sieben Kuhfürsten) in der Schweiz.

Diese Reihe war offenbar ursprünglich ein langer einförmiger Rücken oder Kamm, welcher erst dadurch, dass die leichter verschiebbaren Gesteinspartien ausgewittert und weggeführt worden sind, in die sieben Theile zerschründet wurde, welche die gegenwärtige interessante Berglandschaft zusammensetzen; also auch hier wieder beruht die gegenwärtige Mannigfaltigkeit gegenüber der früheren Ein-

förmigkeit darauf, dass das Gegenwärtige eine Ruine des früher Bestandenen ist.

In ähnlichen Fällen wie der hier dargestellte wird das Material, welches zwischen den stehenbleibenden Bergpfählen an den Gehängen derselben herabstürzt oder herabgeschwemmt wird, durch die entstandenen Thalspalten mit Hilfe des Wassers weiter geführt und dort, wo die Schlucht in ebeneres Land ausmündet, in Gestalt von Schuttkegeln oder Schutthalden wieder abgelagert, wie Fig. 9 darstellt.

Fig. 10.



So lange die Vergrößerung dieser Ablagerungen durch neu herabgeschwemmtes Material noch fort dauert, bieten sie natürlich keinen geeigneten Punkt für Ansiedlungen; wenn aber das verwitterte Material aus den oberen Gehängen bereits erschöpft ist, oder wenigstens für längere Zeit keinen Nachschub liefert, scheinen die zur Ruhe gekommenen alten Schuttkegel der Bevölkerung gewöhn-

lich als besonders geeignet zu Ansiedlungen, weil sie wegen ihrer höheren Lage den Ueberschwemmungen des im Hauptthale laufenden Flusses nicht ausgesetzt sind, anderseits aber keine so steile und unwirthliche Lage haben wie die weiter bergwärts sich erhebenden seitlichen Gehänge.

Wir finden deshalb in solcher Lage in vielen Gebirgsgegenden die Ortschaften häufig auf alten Muhren erbaut; wenn jedoch die Voraussetzung, unter der die Ansiedlung erfolgte, sich später als irrig erweist, wenn in zwischen neue Schuttvorräthe sich oben ge-

\*) Die Figuren, welche mit einem Sternchen \* bezeichnet sind, wurden mit freundlicher Erlaubniss des Herrn Verlegers P. Parey in Berlin aus dem Werke „Die geologischen Verhältnisse von Grund und Boden“ (vom Verfasser dieser Zeilen) unter Benützung der zur Verfügung gestellten Clichés entnommen.

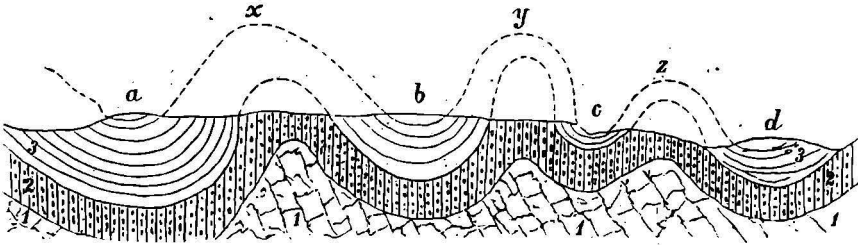
sammelt haben und dann bei ungewöhnlichen Regengüssen plötzlich heruntergeführt werden, sind solche Ortschaften ganz besonders dem Verderben preisgegeben.

In Fig. 10\* sehen wir die sogenannten ‚Drei Zinnen‘ aus dem Dolomitengebiet Südtirols; es sind das die noch stehengebliebenen Reste von früher ausgedehnten dolomitischen Bergen, und an ihrem Fusse ist der Schutt

ausgebreitet, durch dessen Wegfall sie ihre jetzige Gestalt erlangt haben. Der Zerfall wird allmählig weiter schreiten, und nach Jahrtausenden dürften die sämtlichen Drei Zinnen in Gestalt eines ähnlichen, nur grösseren Schutthügels wie der gegenwärtig unter ihnen ausgebreitete daliegen.

Auch in nahezu ebenen Gegenden lässt sich bisweilen nachweisen, dass sie früher von

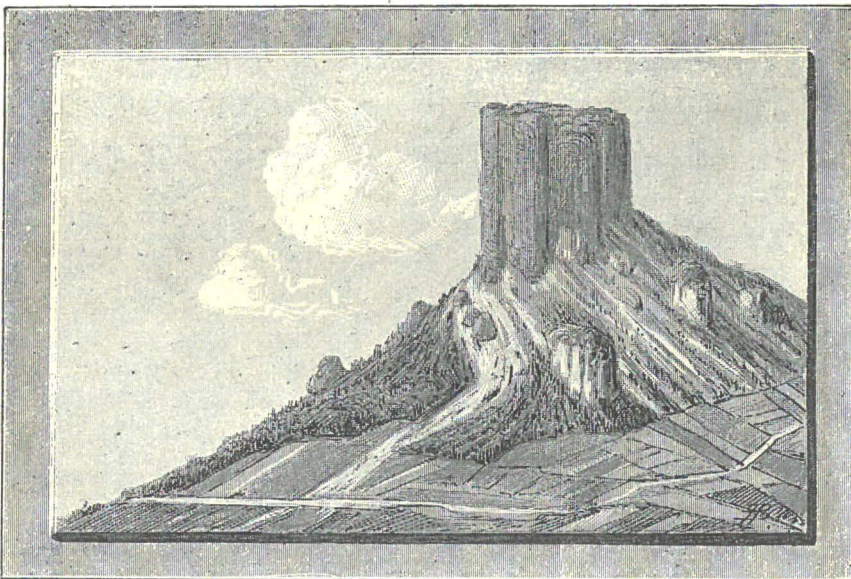
Fig. 11.



Profil aus einer Rheingegend unweit der Eifel.

1, 2, 3 altsedimentäre Schichten; die punktirten Linien zeigen die Restaurirung auf den früheren Zustand.

Fig. 12.



Höhen besetzt waren, die allmählig zerfallen sind. Einen solchen Fall stellt Fig. 11\* vor.

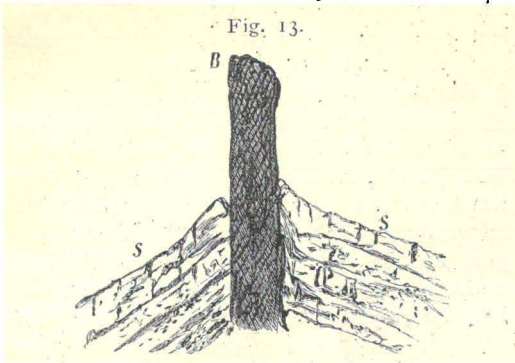
Bisher haben wir nur Fälle aus dem Gebiete sedimentärer Gesteine betrachtet; aber auch im Gebiete von Erstarrungsgesteinen sind die Erscheinungen ganz ähnlich.

Fig. 12 führt eine Ansicht der sogenannten ‚Teufelsmauer‘ im südlichen Böhmen vor. Dort erhebt sich aus einer hügeligen Umgebung eine dunkel gefärbte, senkrecht stehende,

10 Meter hohe und circa 2 Meter dicke Wand. Diese besteht aus Basalt und ist offenbar nichts Anderes als ein Rest eines altvulkanischen Gesteinsanges, dessen Masse von unten her in das umgebende sedimentäre Gestein eingedrungen war. Hiezu stellt Fig. 13\* einen geologischen Durchschnitt und zugleich eine theilweise Restaurirung dar. Die Teufelsmauer steckte nämlich ursprünglich in einer senkrechten Spalte des umgebenden Isersandstei-



nes(*S*); von dem letzteren verwitterten allmählig die oberen Schichten und wurden weggeführt,



während die härtere Masse des basaltischen Gesteinsganges (*B*) stehen blieb und nun als Mauer über die Umgebung hervorragt.

Es ist nun eine Reihe von Höhengebilden der Erdrinde als natürliche Ruinen dargestellt worden; aber zu einer recht-schaffenen Ruine gehören nach der gewöhnlichen Vorstellung auch verschiedene unterirdische Räume, wie: Verliesse, Keller, geheimnisvolle Gänge u. s. w.

An solchen Räumen fehlt es auch in den natürlichen Ruinen der Erdrinde nicht. Es sind das bekanntlich die Höhlen, an denen insbesondere viele Kalkgebirge und vorzüglich unsere Karstgegenden reich sind.

Die Entstehungsgeschichte dieser Höhlenräume ist in vielen Punkten noch streitig und wird erst neuerdings unter manchen Gefahren und Schwierigkeiten studirt. Jedenfalls haben sie nicht sämmtlich die gleiche Entstehungsgeschichte, und auch das kann als gewiss angenommen werden, dass die erste Ursache von Höhlenbildungen nicht in Einstürzen bestehen kann. Wenn im Innern einer Gesteinsmasse ein Einsturz stattfinden soll, so muss bereits ein freier Raum vorhanden sein, in welchen etwas hineinstürzen kann, d. h. es müssten Höhlen bereits vorhanden sein, um die Entstehung von Höhlen durch Einstürze zu erklären. Uebrigens können Höhlen durch nachfolgende Einstürze vielfach in ihrer Gestaltung verändert werden, so dass diese Mo-

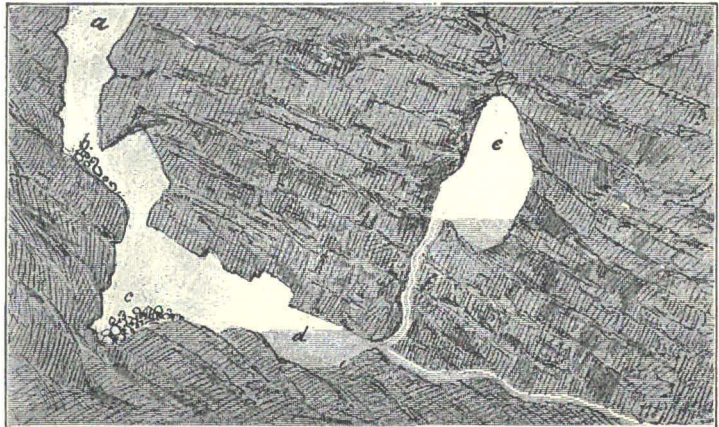
mente — wenn auch nicht bei der Entstehung — doch bei den Veränderungen unterirdischer Höhlen in Betracht gezogen werden müssen. Jedenfalls hat auch der Lauf unterirdischer Gewässer und die Auswaschung durch die letzteren grossen Antheil an der Gestaltung der Höhlen, ihrer Verbindungsgänge und Ausführgänge.

Sehr viele Höhlen unseres Karstgebietes zeigen, besonders wenn man ihren verticalen Durchschnitt betrachtet, den Charakter von Spalten verschiedener Weite, welche durch Zerreissung der Gesteinsschichten entstanden sein können und hinterher durch Auswaschung veränderte Gestalten angenommen haben.

So z. B. Fig. 14, welche einen verticalen Durchschnitt der Höhle Gradišnica darstellt.

Die zusammenhängenden Höhlensysteme

Fig. 14.



*a* Senkrechte Spalte (Einstieg), *b* eine Stufe mit Schutt, *c* Schutthaufen am Grunde, *d* Wasser am Grunde, communicirend mit jenem einer anderen Höhle *e*.

des Karstes bestehen gewöhnlich aus blasenartigen, mehr oder minder hoch gewölbten Räumen, welche durch meist sehr gewundene Spalten oder Gänge von sehr verschiedenen Dimensionen untereinander zusammenhängen, bisweilen aber auch sackartig oder blind endigen.

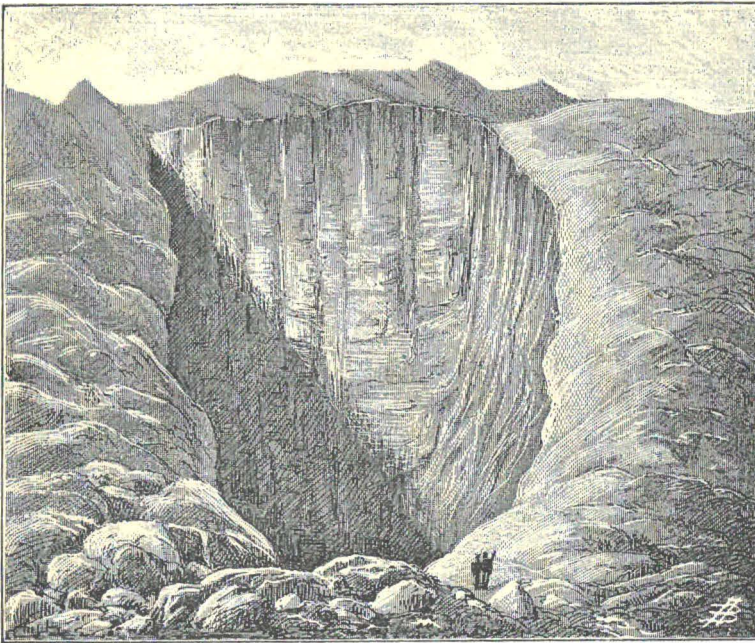
Die gewölbeartige Gestalt der grossen Höhlen ist aber noch nicht ihre letzte; viele Höhlen unterliegen einer nicht bloß untergeordneten, sondern totalen Umwandlung durch den Einsturz entweder ihrer ganzen Decke oder einer ganzen Seitenwand. Im ersten Falle entstehen Dolinen, wie sie im Karstgebiete sehr zahlreich vorkommen; ob sie sämmtlich auf die gleiche Weise entstanden sind, mag eine offene Frage bleiben, aber viele derselben sind nachweisbar dadurch entstanden, dass



die obere Decke eines Höhlengewölbes eingestürzt ist, die anfangs noch stehengebliebenen Ränder der oberen Wölbung allmählig ebenfalls nachstürzten und sich am Grunde der Höhle und an den Vorsprüngen derselben anhäuften, bis nur mehr die Seitenwände der ehemals geschlossenen Höhle und nun eine mehr oder minder trichter- oder schüssel-förmige Vertiefung übrig geblieben ist.

Von dem zweiterwähnten Falle, dass eine dem Tage zugekehrte Seitenwand einer Höhle einstürzte und dann ein halber Trichter oder eine Art von hohem Amphitheater übrig bleibt, gibt die beistehende Fig. 15 ein Beispiel,

Fig. 15.



Der Absturz von Smergo auf der Insel Cherso.

Nun kann man endlich noch weiter fragen, ob denn nicht auch Schätze in den unterirdischen Ruinenräumen verborgen seien, wie man dergleichen in Burg- und Städteruinen zu vermuthen pflegt und hie und da auch gefunden hat? Auch diese Analogie besteht wirklich; nur bestehen die Schätze unserer Höhlen nicht aus Gold, Silber und Edelsteinen, sondern aus Wasser, welches ja auch in vielen Fällen als ein grosser Schatz zu betrachten ist. Damit verhält es sich folgendermassen:

Höhlensysteme kommen gewöhnlich in solchem Gestein vor, welches zugleich vielfach von Spalten und Klüften durchzogen ist;

diese gehen oft bis zu Tage aus, und es dringt durch sie das Wasser von Niederschlägen mehr oder minder reichlich bis zu den Höhlen ein. Hat dann eine Höhle einen Ausführungsgang nach aussen, so tritt das Ueberwasser als Quelle hervor.

Quellen dieser Art (Höhlenquellen) zeichnen sich durch ihre Klarheit und ihre constante, meist niedrige Temperatur aus. Ihre Klarheit rührt daher, dass das in den Höhlen angesammelte Wasser gewöhnlich erst längere Zeit in der Höhle angesammelt bleiben muss, ehe es zum Ueberfliessen kommt, wobei die im Wasser ursprünglich enthalte-

nen trübenden Substanzen oder Sinkstoffe Zeit gewinnen, sich am Grunde der Höhle abzusetzen. Die Ursache der constanten Temperatur ist, dass eben durch das längere Verweilen in den Spalten und Höhlen vor dem Ueberfliessen das Wasser die Temperatur des umgebenden Gesteines annimmt, welche in grösseren Tiefen bekanntlich entweder ganz constant ist, oder doch nur sehr geringen Schwankungen unterliegt und jedenfalls sich niedriger hält als die mittlere Luft- und Bodentemperatur der wärmeren Jahreshälfte an der Erdoberfläche in der betreffenden Gegend.

Diesen trefflichen Eigenschaften solcher Quellen steht eine minder günstige entgegen, nämlich: die geringere Verlässlichkeit in Bezug auf ihre Dauer.

Dies soll nun noch durch einige Beispiele erläutert werden.

Bei allen wasserhältigen Höhlen muss ins Auge gefasst werden: das Vorhandensein eines Höhlenraumes, dessen Boden beckenförmig gestaltet ist, dann die Zuflussseite (nach oben oder innen gekehrt) und die Ausflussöffnung, welche höher gelegen ist als der Boden des Beckens.

Dies vorausgesetzt, sind gemeinsame Gesichtspunkte, welche für alle derartigen Höhlen

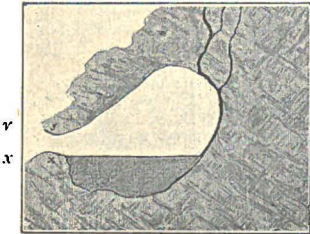


in Betracht kommen (wie deren eine Reihe in den Figuren 16, 17, 18, 19 dargestellt ist), die folgenden:

1. Eine Höhlenquelle kann nur dann fließen, wenn der Wasserstand im Becken den unteren Rand der Ausflussöffnung (in allen vier Figuren mit  $x$  bezeichnet) wenigstens um ein Geringes überschreitet.

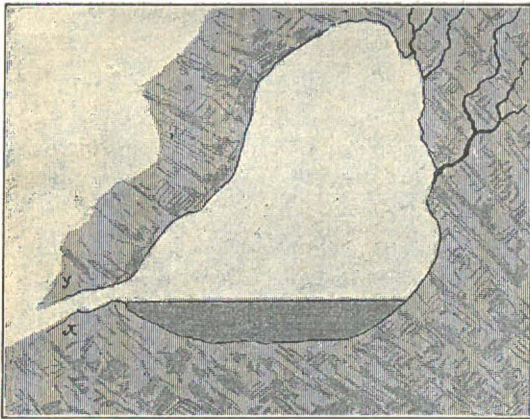
2. Die Höhle kann sich auch über das Niveau der Ausflussöffnung bis nahe an ihre Decke mit Wasser füllen, wenn der Zufluss von innen stärker ist als der Abfluss durch  $x$ . So kann z. B. das Wasser bis zur Linie  $b c$

Fig. 16.



(Fig. 17) oder auch noch höher steigen, soweit es der Gegendruck der hinaufgedrängten Luft gestattet. — Es soll nun näher betrachtet werden, wie sich die Gewässer in den hier schematisch dargestellten vier Typen

Fig. 18.



von Höhlen einerseits bei kleinem, andererseits bei bedeutendem oder lange dauerndem Niederschlage verhalten.

Wir nehmen an, alle Höhlen seien entweder leer oder enthalten Wasser nur bis weit unter den Ausflussrand  $x$ . In diesem Falle wird es möglicherweise in sämtlichen Höhlen zu keinem Ausfluss gelangen, weil eben der Zufluss nicht hinreicht, um die Becken bis über  $x$  zu füllen, oder es wird höchstens bei Fig. 16 ein Ausfluss stattfinden, weil dieses kleine und flache Becken sich leichter füllen lässt als die übrigen grösseren oder tieferen. Ist der Niederschlag

stärker, so wird von den grösseren Becken zunächst jenes der Fig. 18 eine Quelle entsenden, weil hier die Ausflussöffnung am tiefsten liegt, während bei einem tiefen Becken das Wasser viel länger steigen muss, bis es an die Ausflussöffnung gelangt. Erfolgt ein sehr starker und nachhaltiger Niederschlag, so können sämtliche vier Höhlen sich — wie oben erwähnt — bis weit über ihre Ausflussöffnungen mit Wasser füllen und entleeren sich dann allmähig durch die Oeffnungen  $x$ . In dem Falle, welchen Fig. 19 vorstellt, wird beim Steigen des Wassers zunächst eine Quelle bei  $x$  und später eine andere bei  $z$  zu fließen beginnen.

In allen vier Fällen wird jede Quelle so lange fließen, bis beim Fallen des Wassers dieses letztere wieder die untere Kante der Ausflussöffnung (also  $x$  oder  $z$ ) erreicht hat. Dies wird desto

Fig. 17.

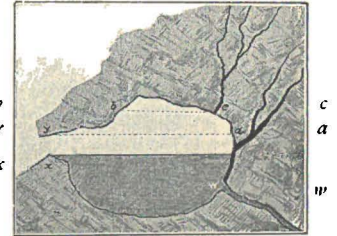
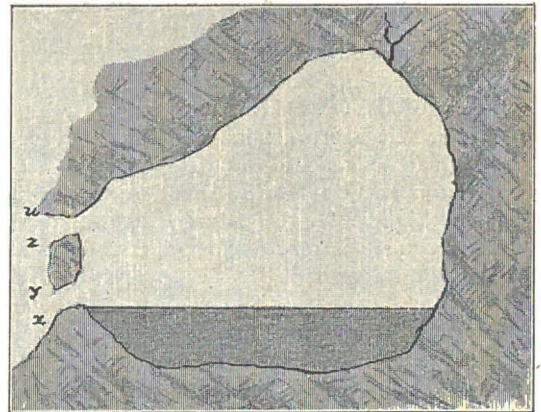


Fig. 19.



später der Fall sein, je tiefer die Ausflussöffnung liegt; daher ist die Gestalt wie Fig. 18 die günstigste, weil dabei am frühesten das Fließen beginnt und am spätesten aufhört. Da nun bei diesem Verlaufe sehr Vieles von jenen Spalten abhängt, durch welche das Wasser in die Höhle gelangt, sowie auch von den Dimensionen, Lagen und der Anzahl der Ausflussöffnungen, hierin aber leicht wesentliche Veränderungen vorgehen können, besteht immer die Gefahr einer gewissen Unstetigkeit.

Wenn z. B. der Zufluss durch einen Einsturz in einer der Zuflussspalten abgeschnitten

wird, oder wenn der obere Theil  $y$  einer Ausflussöffnung einstürzt und diese verschliesst, so ist das Wasser genöthigt, einen andern Weg zu nehmen und findet einen solchen in dem meist spaltenreichen Gestein oft nach einer ganz verschiedenen Richtung, so dass an dem früheren Quellorte das Wasser versiegt und anderswo eine ganz neue Quelle hervorbricht.

Der in Fig. 17 dargestellte Fall, dass neben der grösseren Ausflussöffnung bei  $xy$  noch eine andere kleinere ( $w$ ) nach einer andern Richtung vorhanden ist, oder dass sogar mehrere Abflussspalten nach verschiedenen Richtungen existiren, ist nicht selten. Wird nun der Hauptausfluss verschüttet, so drängt sich das Wasser mit desto grösserer Gewalt durch die secundären Spalten hinaus, dieselben werden dabei erweitert und nach längerer oder kürzerer Zeit bildet eine derselben den Hauptabfluss, dessen Verhalten wieder ein verschiedenes sein wird, je nachdem er höher oder tiefer als der ursprüngliche zu liegen kommt.

Bisweilen kommt auch der Fall vor, dass mehrere Höhlen stufenförmig untereinander liegen und die unteren nur das Ueberwasser der oberen erhalten, wobei erst die letzte oder unterste Höhle einen Quellausfluss hat, der in diesem Falle ein besonders klares Wasser zu pflegt.

Es sind nun die Berge und zum Theil auch ihr Inneres mit Ruinen verglichen worden; aber wie jedes Gleichniss hinkt, so auch dieses.

Mit dem Worte ‚Ruine‘ verbindet sich gewöhnlich die triste Nebenvorstellung von Herabgekommensein, Werthverminderung, Bedeutungslosigkeit für Gegenwart und Zukunft u.s.w. Nun, in dieser Beziehung hinkt mein Vergleich gewaltig; denn gerade umgekehrt bringt derselbe Zerfall, welcher die Gestalten der Berge umwandelt und differenzirt, zugleich die Bedingungen des organischen Lebens, sowie des materiellen und geistigen Fortschrittes der Menschheit mit sich. Schon das Urmeer konnte seinen Salzgehalt und Alles, was es ausser Wasser und Kohlensäure noch enthielt, und wodurch es eben ein Meer und für Meeresbewohner tauglich wurde, nur durch Auslaugung und theilweise Zerstörung seines Grundes und

seiner Ufer erhalten; aber bleiben wir auch nur beim Festlande, so müssen wir sagen, dass auf festem, glattem, unverwittertem Gestein kein Pflanzen- und Thierleben sich hätte entwickeln können. Kahles Gestein trägt heutzutage nur höchstens Flechten; diese sind aber nach neueren Forschungen Symbiosen oder Genossenschaften von Algen und Pilzen. Nun können wohl auf feuchtem Gestein allenfalls Algen vegetiren, keineswegs aber Pilze, die das Vorhandensein organischer Reste schon voraussetzen; also nicht einmal eine Flechtenvegetation hätte sich ansiedeln können ohne Verwitterung. Ohne Vegetation gibt es aber auch kein Thierleben.

Dem Menschengeschlechte bieten die mannigfaltigen Terraingestalten, welche eben aus dem Zerfalle der ursprünglichen Gebäude unserer Erdrinde hervorgegangen sind und noch hervorgehen, die mannigfaltigsten Vortheile. In materieller Beziehung beruht ja jede nutzbare Pflanzenproduction und mittelbar auch die Thierproduction auf dem Resultate der weitestgehenden Gesteinszerstörung, nämlich auf der lockeren Bodenkrume.

Aber auch in geistiger Beziehung verdankt die Menschheit sehr Vieles unseren Ruinen, den vielgestaltigen Bergen und Gebirgen. Ihre Mannigfaltigkeit regt den Verstand zum Forschen nach Ursachen und Zusammenhang, die Phantasie zu künstlerischen Leistungen an; die Schwierigkeiten, welche die Gebirge dem Verkehre entgegenstellen, fordern heraus zum Auffinden von Mitteln, um diesen Schwierigkeiten zu begegnen; die erschwerte Bewegung stählt die körperliche Kraft, Rüstigkeit und Beweglichkeit. Die Gefahr, die oft dabei nicht zu vermeiden ist, stählt den Muth, womit übrigens sinnlosem Muthwillen nicht das Wort geredet werden soll.

Steigen wir endlich in die Kellerräume und Verliesse unserer natürlichen Erdrünen hinab, so lernen wir sie kennen als Sammler und Spender der besten Süsswasserquellen.

Mögen also die Berge und ihr Inneres immerhin mit Ruinen verglichen werden, so bleibt doch auch das Wort des Dichters wahr: ‚und neues Leben blüht aus den Ruinen‘.