Alpenwanderungen.

Geologische Notizen aus den Schweizer Alpen.

Von **M. Lucius.**

Ich möchte die tit. Mitglieder unserer Gesellschaft in einer Reihe von Vorträgen über die geologischen Beobachtungen unterhalten, die ich während einer fünfwöchentlichen Studienfahrt in den schweizer Alpen machen konnte und die Gelegenheit benutzen, um weiter auszugreifen und einige allgemeine Fragen über die Geologie der Alpen zu entwickeln.

Einer der jüngsten und vielverheissendsten Zweige der Geologie ist die Tektonik oder Lehre vom Gebirgsbau; hier haben die geologischen Anschauungen, was speziell den Bau der Alpen betrifft, eine interessante Entwicklungsgeschichte durchgemacht. Ein gewisser Abschluss ist heute festzustellen, so dass es angezeigt erscheint, eine Uebersicht über die heutigen Anschauungen zu geben und das allmähliche Herausarbeiten dieser Theorien darzutun.

Es müßte aber diese Darstellung der tektonischen Probleme der schweizer Alpen vollständig in der Luft schweben, wenn ihr nicht als solide Basis die Geschichte der Entstehung der Schichten der Alpen, der Verteilung von Land und Wasser in diesem Gebiete im Laufe der geologischen Zeiträume und endlich nach Ablagerung dieser Schichten der eigentlichen gebirgebildenden Bewegungen der Erdkruste vorausgingen.

Da diese Darstellungen nicht für Fachleute bestimmt sind, dünkt es mir nicht überflüssig, zum leichtern Verständnis der Ausführungen einige der Grundbegriffe der tektonischen Geologie zu erläutern. Ich kann mich indes hier kurz fassen, da die Tektonik vergangenen Winter Gegenstand eines eigenen Kursus war.

Ich halte es für zweckmäßig, nach folgender Ordnung zu verfahren:

I. Erläuterung einiger Grundbegriffe der alpinen Geologie.
II. Entwickelungsgeschichte der alpinen Schichten.
III. Theorien über die Entstehung der Alpen.
VI. Meine geologischen Beobachtungen im Hochgebirge.

* * *

I.

Die ursprünglich sohlich oder horizontal abgelagerten Schichten erfahren infolge späterer Bewegung der Erdrinde eine Auffaltung, so dass sie als Gebirge aufgestaut werden und aus der normalen Lage in eine mehr oder weniger gestörte

(dislozierte) kommen. Wenn infolge der Abkühlung nämlich der heisse Kern sich zusammenzieht, muss das ganze äussere starre Gewölbe, als Kugelschale betrachtet, eine gewaltige Spannung aufweisen, weil es sich nicht selbst zu tragen vermag, welche Spannung dann an mehr oder weniger schwachen Zonen ausgelöst wird. An diesen schwachen Zonen, die gewöhnlich langgestreckte Gürtel bilden, werden mächtige Schichtkomplexe so aufgefaltet, dass sie zum ragenden Gebirge werden. Man hat aus einem gewissen Gebundensein der Gebirgsbewegungen an bestimmte Linien nicht mit Unrecht geschlossen, dass die erste Anlage zum Aufwölben eines Kettengebirges schon in der gegenseitigen Lage der einzelnen Schollen der ersten Erstarrungskruste gegeben sein muss. Denn bei Bildung dieser ersten Kruste ging die Erstarrung wohl von gewissen Zentren aus; indem von diesen Zentren aus nun die festen Massen immer mehr wuchsen, mussten Schollen in Linsenform entstehen, d. h. Schollen, deren Ränder schwächer waren als die zentraler gelegenen Partien. Diese mit ihren Rändern zusammenstossenden Schollen bildeten die erste Erstarrungskruste; aber an den dünneren Rändern waren doch eben die schwachen Stellen geschaffen, wo die Spannung sich ausgleichen kann. Wenn nun die einzelnen Schollen dem sinkenden Kern folgen, werden die schwächeren Ränder empor gepresst und weichen nach oben, in den Luftraum, aus. Aber auch plutonische Massen dringen, durch die absinkenden Schollen emporgepresst, zwischen die aufgestülpten Ränder und bilden die Achse des Gebirges, wie ja die zentralen Partien der Hochgebirge meistens aus granitischen Massen bestehen. Es sind also diese plutonischen Massen nicht die Ursache des Emporwölbens, wie die Ansicht der Plutonisten war, sondern eine Folge desselben. [1])

Es ist nun klar, dass solch gewaltige Druckkräfte wie sie beim Nachsinken der Schollen ausgelöst werden, bedeutende Aenderungen in der Lage der Schichten und tiefgehende Einwirkungen auf das Material selbst zur Folge haben.

Als einfachste Arten dieser tektonischen Störungen stellen sich die Verwerfungen (failles) und Falten (plis) dar. Allgemein genommen entsprechen beide Störungen den zwei Kräften, welche bei den Dislokationen der Erdkruste in Betracht kommen. Geht eine Scholle zur Tiefe, indem sie dem kontraktilen Kern nachgibt, während eine benachbarte ihre Lage beibehält, so bilden die Bruchränder beider Schollen eine Ver-

[1]) Vgl. Vacek, Ueber Vorarlberger Kreide, Wien 1879.

werfung; hier tritt also eine zentripetale Zugkraft ins Spiel. Werden die Ränder an einer schwachen Zone aufgestülpt und zusammengepresst, so ist eine tangentiale oder Seitendruckkraft im Spiel, und es entsteht eine Faltung. Im Prinzip ist es aber stets die zentripetale Zugkraft, welche sich im letzteren Falle nur in eine Seitenpressung umsetzt.

Bei der Verwerfung tritt also eine Denivellation auf, wodurch Schichten verschiedenen Alters in die nämliche Ebene zu liegen kommen. Da diese Unebenheit jedoch sehr leicht durch die Erosion ausgeglichen werden kann, wird die Verwerfung selten anders als durch plötzliches Aendern der Schichten bemerkbar sein, so dass auf derselben Horizontalen z. B. Schichten verschiedenen Alters oder verschiedener petrographischer Zusammensetzung unvermittelt aneinanderstossen.

Damit es bei intensivem Seitendruck zu Faltungen komme, muss das zu faltende Terrain seitlichen Widerstand finden und durch auflagernde Schichten belastet sein, denn sonst gleiten die Schichten übereinander oder die Falte wird zerrissen.

Ferner muss das Gestein eine gewisse Elastizität besitzen. Wenn Gesteine in einer bedeutenden Tiefe liegen, sind durch die Erdwärme und das in den Schichten zirkulierende heisse Wasser die Bedingungen geschaffen, welche dem Gestein diese Elastizität verleihen. Falten bilden sich deshalb in der Tiefe, und über ihnen liegt eine mächtige Decke ungefalteten Gesteines. Diese Decke muss nach dem Aufwölben erst der Erosion zum Opfer fallen, ehe die Falten des Gebirges ans Tageslicht kommen. Auch muss härteres und weicheres Gestein rasch wechseln, wenn es zu schönen Falten kommen soll. Bei massigem, klotzigem Gestein wird es trotz Seitendruck, Widerlage und Belastung nicht zu Falten kommen, während in Schiefer- und Tongestein sich die Falten am zierlichsten, ja oft kraus durcheinander verschlungen und beinahe unentwirrbar zeigen.

Eine jede Falte setzt sich aus zwei Stücken zusammen: 1) dem konvexen, gewölbeförmigen Teile, dessen Schenkel nach oben konvergieren: der Sattel oder die Antiklinale; 2) dem konkaven, trogförmigen Teile, dessen Schenkel nach unten konvergieren: die Mulde oder Synklinale. (Fig. 1). Oft ist der obere Teil des Sattels durch Erosion weggeführt; man denkt sich diesen Teil nun ergänzt und spricht dann von einem Luftsattel. Das Mittelstück, welches Antiklinale oder Synklinale verbindet, heisst Mittelschenkel. Die Symmetrieebene, welche den Winkel, den die Faltenschenkel

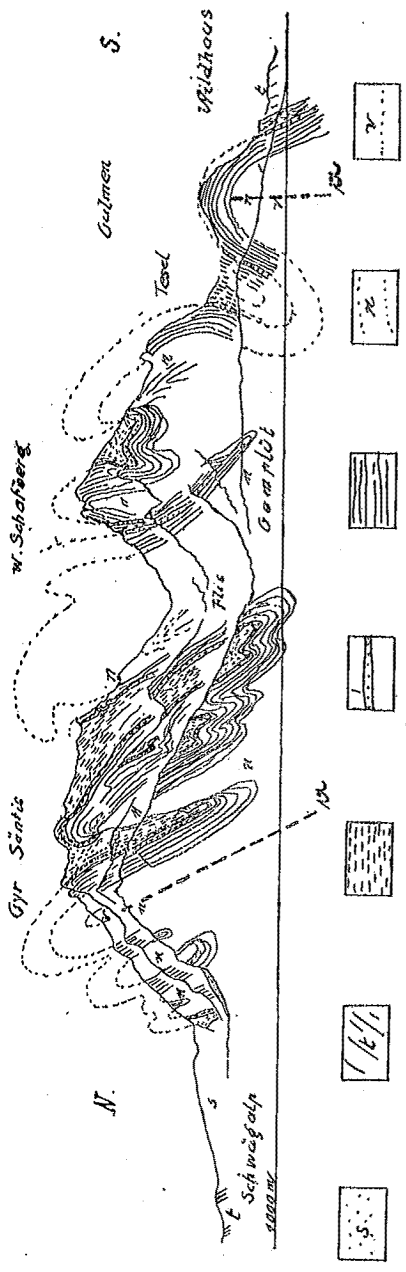


Fig. 1. — Profil durch das Säntisgebirge von Prof. Heim. — Rechts eine stehende Normalfalte; a die Achse. Links schiefe Falten. Die Ergänzungen der Falten durch punktierte Linien stellen Luftsättel dar.

bilden, halbiert, heisst die Achse (Fig. 1 a.). Sie wird auch wohl als eine Linie definiert, welche eben im Sattelscheitel oder Muldentiefsten einer gebogenen Schicht hinzieht. Die Achse ist von besonderer Bedeutung für die Unterscheidung der verschiedenen Arten von Falten, wovon die wichtigsten die nachstehenden sind*):

I. Die Schenkel fallen von der Achse ab resp. ihr zu: Normalfalten (Fig. 1).

II. Die Schenkel laufen in sehr starkem seitlichem Zusammenpressen mit der Achse parallel: Isoklinalfalten. (Siehe Fig. 7).

Normalfalten:

1) Steht die Achse senkrecht, so haben wir eine stehende Falte (Fig. 1).

2) Steht die Achse geneigt, so hat man eine schiefe Falte; bei sehr starker Neigung spricht man von einer überkippten Falte. (Fig. 1).

*) Vergl. auch: E. Kayser Allgemeine Geologie.

3) Liegt die Achse horizontal, so haben wir eine liegende Falte (Fig. 2).

Auch bei den Isoklinalfalten haben wir stehende, schiefe resp. überkippte und liegende Isoklinalfalten.

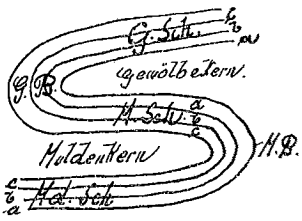


Fig. 2. — Schema einer liegenden Falte G. Sch. Gewölbeschenkel; G.B. Gewölbebiegung oder Faltenstirn; M. Sch. Mittelschenkel. Md. Sch. Muldenschenkel M. B. Muldenbiegung.

In das Schema der liegenden Falte ist auch die Terminologie von Prof. Heim eingetragen; ausserdem ist aus dieser Figur ersichtlich, dass im Mittelschenkel die Reihenfolge der Schichten umgekehrt ist. Während sie im Gewölbe- u. Muldenschenkel in der normalen Lage c, b, a, sind, sind sie im Mittelschenkel in umgekehrter Lage, a, b, c, so dass sich für eine jede vollständige Falte die Reihenfolge ergiebt: c, b, a — a, b, c — c, b, a.

Es ist einleuchtend, dass der Mittelschenkel die grösste Pressung und Zerrung auszuhalten hat. Bei anhaltendem Drucke wird also die Falte sich zuerst auf die Seite legen, wo der geringste Widerstand ist: es kommt zur schiefen resp. liegenden Falte. Dann wird der Mittelschenkel durch die Pressung und Stauchung reduziert, ja manchmal ganz ausgewalzt oder zerrissen, so dass Sattel und Mulde auseinander gerissen erscheinen: es entsteht die geschleppte oder verschobene Faltung (pli-faille) (Fig. 3). Die Fläche auf welcher die Verschiebung statt gefunden hat, heisst Verschiebungs- oder Ueberschiebungsfläche (plan de glissement, chevauchement). Grade wie einzelne Falten, so können indess auch einzelne Schollen übereinander geschoben werden, wenn bei einem Bruchsystem eine Scholle der zu Bruch gehenden Erdkruste über die andere emporgeschoben wird, statt zur Tiefe zu sinken wie das bei den Verwerfungen geschieht. Die Frage also ob eine Ueberschiebung auf ein Falten- oder Bruchsystem zurückzuführen ist, ist eine rein theoretische und meistens kaum zu entscheiden. Bei der Ueberschiebung findet eine Wiederholung der Schichten in der nämlichen Reihenfolge statt: a, b, c, d — a, b, c, d.

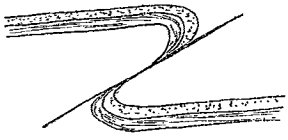


Fig. 3. — Schema einer geschleppten oder verschobenen Falte. Die stark ausgezogenen Grade stellt die Überschiebungsfläche dar.

Wer je sich mit alpiner Geologie beschäftigt hat, weiss dass die Ausdrücke: Doppelfalte und Fächerstruktur eine

gewisse Rolle spielen. Beide entstehen durch das Zusammentreten zweier Falten, welche einem von zwei Seiten wirkenden Druck ausgesetzt sind und sich deshalb auch gegen einander neigen.

Bei der Doppelfalte legen sich die beiden Falten über eine Mulde her, die, um der Pressung nachzugeben, eine intensive Fältelung erleidet (Fig. 4). Die Annahme der bekannten Glaarner Doppelfalte darf indes wohl heute als aufgegeben angesehen werden.

Bei der Fächerfalte werden beide Falten gegen einen Sattel gepresst, so dass derselbe in der Mitte zusammengeschnürt

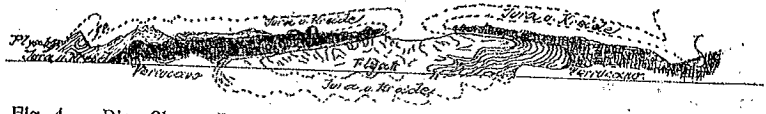


Fig. 4. — Die „Glarner Doppelfalte" nach Heim (aus Machacek, die Alpen) als Beispiel einer Doppelfalte. Die Doppelfalte ist durch die punktierten Linien angedeutet. Die Mulde wird hier, nach Heims Auffassung, von Flysch eingenommen, über welche sich die beiden Falten aus Verrucano, Jura und Kreide bestehend, legen.

erscheint, oben jedoch fächerförmig auseinander weicht. Es ist also genau das umgekehrte Bild wie bei der Doppelfalte; nur existiert der oberste Teil natürlich nur mehr als Luftsattel (Siehe Fig. 6).

Zu unterscheiden wäre dann noch wohl zwischen Ueberschiebungsdecke und Ueberfaltungsdecke *). Während die Ueberschiebungsdecken durch Bruch entstandene und dann fortbewegte Massen darstellen, welche ihre regelrechte Schichtenfolge beibehalten haben, sind die Ueberfaltungsdecken aus gewaltigen liegenden Falten hervorgegangen, welche sich z. B. in der Schweiz aus den innern Alpen über das Vorland gelagert haben (Fig. 5). Bei der Ueberfaltungsdecke haben

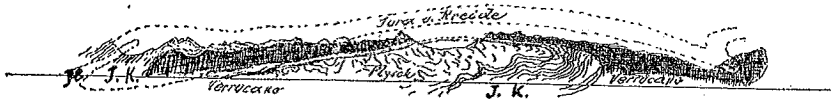


Fig. 5. — Die Glarner Ueberfaltungsdecke (pli-nappe) nach Lugeon. (Aus Machacek, die Alpen). Die „Glarner Doppelfalte" wird heute als Ueberfaltungsdecke gedeutet. Es ist eine gewaltige liegende Falte, die sich über den jüngern Flysch legt und deren Mittelschenkel bedeutend reduziert ist. J. Jura; K. Kreide; Fl. Flysch.

*) Ueberschiebungsdecke: nappe de charriage od. chevauchement, auch lame de charriage.

Ueberfaltungsdecke: lambeau od. nappe de recouvrement, auch pli-faille; bei Gosselet: lambeau de poussée.

Die Ausdrücke Ueberschiebungs- und Ueberfaltungsdecke werden trotz ihrer Unterschiede in der geologischen Litteratur leider nicht reinlich auseinander gehalten.

wir natürlich umgekehrte Schichtenfolge. Es ist klar, dass infolge der Erosion der Zusammenhang der Decke mit ihrem Wurzelgebiet sehr oft nicht mehr besteht, sondern dass Teile der Decke wie exotische Schichten in einem Gebiet angetroffen werden, wo sie ganz fremd sind und dass es oft schwer ist die Wurzel einer solchen Ueberfaltungsdecke festzustellen. Dort wo ein Teil der Ueberfaltungsdecke durch die Erosion gänzlich entfernt ist, tritt das darunter liegende autochtone Gebiet wieder zu Tage und man bezeichnet solche Stellen als Fenster. Weil die Decken auf einer jüngern Schicht auflagern, ohne nach der Tiefe fortzusetzen, sagt man dass sie auf dieser jüngern, autochtonen Schicht schwimmen.

Es sind dies nur einige der hauptsächlichsten Fälle des Schichtenbaues der Alpen und wenn man nun bedenkt, welch zahlreiche Kombinationen sich hier ermöglichen, so mag man eine Vorstellung haben, vor welcher schwierigen Aufgabe die schweizer Geologen standen, um einigermaßen Licht in diese verwickelten Verhältnisse zu bringen; man begreift, wie unklar noch manches sein muss, wie den Hypothesen und Möglichkeiten hier weiter Spielraum gelassen ist und wie manche entgegengesetzte Meinungen in der Entwickelungsgeschichte alpiner Tektonik zum Ausdruck kamen.

Es ist einleuchtend, daß solche Faltungen, Pressungen uud Zerrungen der Schichten nicht vor sich gingen, ohne dass in dem Gesteinsmaterial weitgehende Veränderungen eintraten. Das Gefüge musste gelockert, die Gesteinspartikel gegenseitig verschoben, die Massen manchmal ganz zermalmt und zerklüftet und dann nachträglich wieder verkittet werden, es konnte sogar bis zu einer gänzlichen Umlagerung der Moleküle kommen, wobei das Gestein kristallinisch wurde oder neue Mineralien sich bildeten. Diese Vorgänge bei der Gebirgsbildung fasst man als Metamorphose zusammen und spricht von einer Dynamometamorphose, wenn die Umwandlungen durch blosse mechanische Druck- und Zugkräfte, wahrscheinlich stets bei Vorhandensein von Wärme und Wasser zu stande kamen oder von Kontaktmetamorphose, wenn sedimentäre Gesteine durch das Zusammentreffen mit heissen, gaserfüllten vulkanischen Massen eine tiefgehende Umwandlung erfuhren, wie ja oft vulkanische Phänomene als Begleiterscheinung der Gebirgsbildung auftreten. Die Frage, ob die Faltung der Schicht durch ein Zertrümmern und Durcheinanderschieben des Materials mit nachfolgender Verfestigung erfolgte, oder ob durch blosse molekulare Verschiebung, was einer bruchlosen Plastizität gleich käme, ist

noch ungelöst. Die Plastizität der Gesteine muss jedenfalls eine bedeutende gewesen sein, denn wir sehen nicht bloss die weitausholenden Falten, sondern an Handstücken, zumal am tonigen Schiefer, können wir eine bis ins Feinste gehende Fältelung bemerken. Während sonstige Gesteine, wie z. B. Dolomit, vollständig zertrümmert sind und dann durch den Kalk, der die Sprünge erfüllte, zu einer feinen Breccie verkittet wurden, welche Struktur sich mit blossem Auge oder doch bei schwacher Vergrösserung erkennen lässt, zeigen gefaltete Schiefer selbst u. d. M. keine Zertrümmerung der Teilchen, so dass man hier von einer ohne sichtbaren Bruch erfolgten Verschiebung der Moleküle reden könnte, obwohl der Beweis für die gegenseitige Verschiebung der einzelnen Moleküle insofern nicht einwandfrei ist, als die Moleküle weit unter die Sichtbarkeitsgrenze fallen. Ueberhaupt sind die Akten über den Einfluss von Dynamo- und Kontaktmetamorphose noch lange nicht geschlossen und, während einige Autoren die Umbildung von sedimentärem Gestein in kristallines, ja auch das Auftreten von Einzelkristallen im Gestein der Dynamometamorphose zuschreiben, sprechen andere ihr jede Bedeutung in dieser Richtung ab und nehmen überall Kontaktmetamorphose an, indem sie auch dort, wo Ergussgestein nicht zu Tage tritt, vulkanische Einlagerungen nach der Tiefe zu, annehmen.

Bei der Einwirkung der gebirgsbildenden Kräfte auf Gesteinsmaterial wird dieses aber nicht bloss in Falten gelegt oder bei sprödem Material ganz zertrümmert um nachträglich wieder verkittet zu werden, sondern auch die eingeschlossenen Versteinerungen werden gestreckt, verzerrt oder auch ihre Spur ganz verwischt. Die gestreckten Belemniten, die verzerrten und deformierten Ammonite der schweizer Schichten sind weltbekannt. Gewaltige Massen des Hochgebirges setzen sich aus kristallinen und halbkristallinen Schiefer zusammen, in denen jede Spur von Versteinerung fehlt. Es ist aber sicher, dass sie einst solche enthielten, und einige glückliche Funde haben dies auch zur Evidenz dargetan. Bei den äusserst komplizierten Lagerungsverhältnissen ist es deshalb beim Fehlen von Fossilien unmöglich, diesen Schiefern ein Alter anzuweisen und es ist deshalb erklärlich, wenn manche dieser Schichten durch alle Stufen vom Palaeozoikum bis zum Tertiär gewandert sind.

Dass geschieferte Gesteine im Gebirge eine bedeutende Rolle spielen müssen, ist ja erklärlich, indem die Schieferung ja eine Folge der Druckwirkung ist, welche dadurch zustande

kommt, dass die einzelnen Teile in einer zur Druckrichtung senkrecht gestellten Lage kommen, und also eine weitgehende Spaltbarbeit des Gesteines erreicht wird. Während aber Schiefergestein bei uns gewöhnlich palaeozoisch ist, indem in dieser Zeit gewaltige Gebirgsbewegungen bei uns stattfanden, finden wir in der Schweiz tertiäre tonige Ablagerungen so vollkommen geschiefert, dass sie als feine Dachschiefer Verwendung finden, z. B. die Glarner Schiefer bei Elm im Sernftal.

Selbst auf die Massengesteine der Granite und Gneisse hat der Gebirgsdruck seine Wirkung ausgeübt. Während bei denselben in wenig gestörten Gegenden massige Struktur mit gesetzloser Anordnung der Teile vorherrscht, zeigt in den am meisten gestörten Gegenden der Schweiz, im Mont Blanc- und im Finsteraarhorn-Massiv Gneiss und Granit eine schieferige Struktur; und da das kristallinische Schiefergestein sich anderswo lediglich durch die Struktur von den gewöhnlich massiven plutonischen Gesteinen unterscheidet, während die Gemengteile wesentlich die nämlichen sind, ist also eine Grenze hier kaum zu ziehen, weil auch der Strukturunterschied wegfällt. Da aber auch durch Druck- und Kontaktmetamorphose kristalline Schiefer aus Sedimenten hervorgehen können, so ist die Gneiss-Glimmerschiefer- und Phyllitgruppe ein kaum zu trennendes Ganze, welches mit den Graniten den Grundstock der Alpen ausmacht, und welchen Teil, wo er zu Tage tritt, wir als Zentralmassiv bezeichnen. Das in den Alpen als Protogin bezeichnete Gestein ist ein Granit.

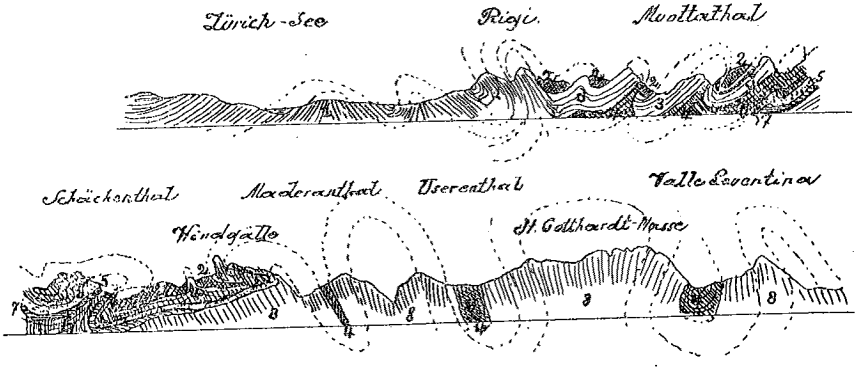


Fig. 6. — Heim's Idealprofil durch die Alpen. (Aus Toula, 1906). Der untere Teil der Figur ist die Fortsetzung des obern. Die St. Gotthardt-Masse als Beispiel einer Fächerfalte. 1. Molassezone; 2. und 3., Flysch- und Kalkzone; 8. Zentralzone.

Den Zentralalpen vorgelagert ist die Kalkzone, und an diese reicht das seengeschmückte, flache Vorland, welches aus tertiären Schichten, dem Flysch und der Molasse, aufgebaut ist, heran. Man unterscheidet deshalb in den Alpen von N nach S fortschreitend in grossen Zügen vier Zonen (vrgl. Fig. 6).

Molassezone (jungtertiär);
Flyschzone (alttertiär);
Kalkzone (mesozoisch);
Zentralzone (z. T. archaïsch).

Doch nicht bloss geologisch, sondern auch landschaftlich fallen diese Zonen gleich auf. Flach und behäbig liegt das weite Vorland da, die Zone der Molasse: Korn und Obst bringt es im Ueberfluss hervor und reicher Wald- und Wiesenschmuck vollendet das Liebliche und Anmutige der Gegend. Wie in flachen Schüsseln liegen die Seen da, und ein engmaschiges Netz von Straßen und Eisenbahnen verbindet die wohlhabenden Dörfer und industriereichen Städte. Unvermittelt türmt sich die Kalkzone auf, ein Bild der Unruhe, bald in kühnen Zinnen aufsteigend, bald wild zerklüftet, steilwandig, unzugänglich, phantastische Formen bildend, wo das Auge ermüdet nach den ruhigen Linien sucht, die es dann im Zentralmassiv findet. Gleichmässig schön geschwungene Linien charakterisieren es, wie schon die dunklere Farbe ruhiger wirkt als die weissen Töne des Kalksteines. Und während in der Kalkzone die Wasser brausend und donnernd zu Tale gehen, schweigt in den höheren Regionen, im Gebiet der Firnfelder und Gletscher dieses Tosen; die erhabene Majestät des Hochgebirges wirkt ernst, feierlich, und selbst die einzelnen Gipfel, die in blendend Weiss gehüllt, sich scharf vom Himmel abheben, sie wirken durch ihre einfachen Striche anders als diejenigen der Kalkalpen. Von den Kalkalpen möchte ich sagen, es ist phantastische, unruhige Romantik, vom Zentralmassiv, es ist die ruhige Formvollendung alter, klassischer Kunst.

II.

Doch wenden wir uns jetzt zur Entwicklungsgeschichte der alpinen Formationen, um uns ein Bild von der Verteilung von Land und Wasser im Laufe der geologischen Zeiträume in diesem Gebiete zu machen. Ich folge hierin hauptsächlich der glänzenden Darstellung „E. Fraas, Scenerie der Alpen" und kann das Werk, das für einen

weiteren Leserkreis berechnet ist, nur angelegentlichst empfehlen. (Leipzig bei T. O. Weigel*).

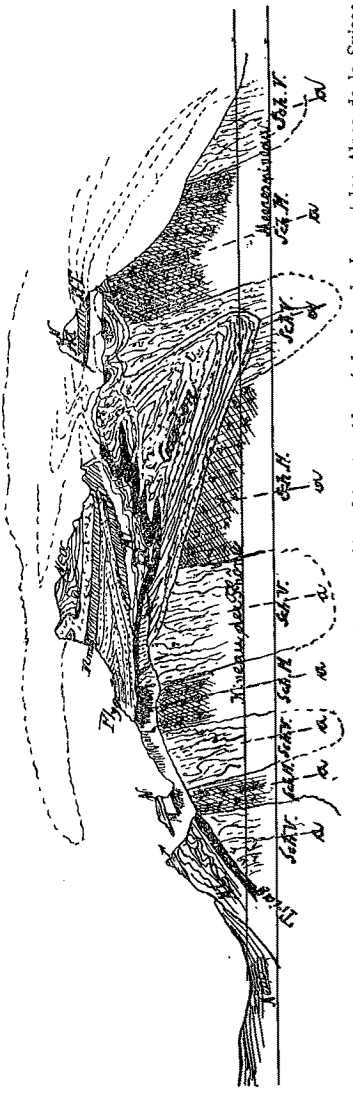


Fig. 7. — Profil der Dents de Moracles nach H. Golliez. (Aus Livret-guide géol. dans le Jura et les Alpes de la Suisse.) a, Achsen der Isoklinalfalten. — Num. = Nummulitenkalk; N. = Neokom; Ml. = Malm; Li. = Lias und Dogger; M. T. = Triadischer Marmor; Sch.-V. = Hornschiefer; Sch. M. = Glanzschiefer. Die kaledonische Faltung umfasst Sch. V. und Sch. M. die variskische das Karbon; die tertiäre die andern Schichtenglie der; eine jede Faltung ruht mit einer Diskordanz auf der ältern auf.

Die Alpen sind vor allem ein Gebiet gewaltiger tektonischer Bewegungen. Wenn auch die heutigen Alpen im Tertiär aufgewölbt wurden, so fanden indes auch die andern tektonischen Bewegungen, welche die älteren Gebirge emportürmten, hier ihren Widerklang, nach den Beobachtungen Sueß' über die sog. posthumen Bewegungen. Die tektonischen Vorgänge, welche im Archaikum im NW Europa's das kaledonische Gebirge schufen, die Vorgänge des Spätkarbons, welche das variskische Gebirge emporwölbten, sie sind auch in den Alpen nachweisbar, wie auch die tertiären Faltungen der Alpen im variskischen und kaledonischen Gebirgsgebiete nachklingen. Betrachtet man im Rhônetal bei Vernayaz das gewaltige Massiv der Dents de Morcles, so fallen schon dem Laien die grundverschiedenen Faltungen auf;

*) Ueber die neuesten Anschauungen alpiner Tektonik giebt das Werk leider keinen Aufschluß; darüber werden später einige allgemein verständliche Schriften angegeben.

hier sehen wir in grossartiger Weise die drei Faltungen, welche die Alpen mitgemacht haben an einem Bergstocke (Fig. 7) die kaledonische, variskische und tertiäre od. alpine Faltung. Ein solches Gebiet fortwährender tektonischer Bewegungen muss auch ein Gebiet intensiver Niveauschwankungen sein, wo bald Land und Wasser, bald Flachsee und Tiefsee mit einander abwechseln mit ihrem Einflusse auf die Sedimentation und auf die Welt der Organismen.

Wir müssen deshalb auf raschen Fazieswechsel in petrographischer und palaeontologischer Hinsicht gefasst sein. Also eine ruhige Entwicklung in vertikaler Richtung, von den ältern zu den jüngern Schichten ist ausgeschlossen. Es stehen in dieser Hinsicht die alpinen Gebiete den ausseralpinen scharf gegenüber, und die alpine Entwicklung in petrographischer und palaeontologischer Richtung stellt sich in einem scharfen Gegensatz zur ausseralpinen. Aber noch mehr; innerhalb einer und derselben Schicht, also in horizontalem Sinne, stellen sich scharfe und unvermittelte Wechsel auf, so dass dieselbe Formation wieder lokale Faziesverschiedenheiten zeigt. Diese Faziesverschiedenheiten im vertikalen Sinne mit den ausseralpinen Formen und der rasche Faziswechsel in horizontalem Sinne innerhalb einer und derselben alpinen Form bietet grosse Schwierigkeiten, alpine und ausseralpine Schichten einerseits zu identifizieren und dieselbe Schicht in den West- Zentral- oder Ostalpen zu verfolgen und als gleichalterig hinzustellen.

(Fortsetzung folgt).

Der Mehltau der Eiche.

Nachdem vor drei Jahren unsere Eichen landauf landab von den Raupen des grünen Wicklers (*Tortrix viridana*) kahlgefressen worden waren, stellte sich in der folgenden Saison ein neues Uebel ein, das selbst den ältesten Leuten völlig neu war, der Eichenmehltau. Auch in diesem Jahre hat die Krankheit sich abermals gezeigt; sie befiel aber nur den Johannistrieb, während das Laub des ersten Ausbruchs, so weit ich beobachten konnte, völlig verschont blieb.

Der Befall ist ein so häufiger und auffälliger, daß er niemanden entgehen kann, und von allen Seiten, besonders aus den Ardennen, wurden mir Fragen betreffs der neuen Krankheit gestellt, teils von Neugierigen, teils von Aufge-