

Das
naturwissenschaftliche Element
in der Landschaft.

III. Die Schriftzeichen der Erdgeschichte im Alpengebäude.

Von

PROFESSOR DR. FRIEDRICH SIMONY.

Vortrag, gehalten am 21. November 1877.



Wenn wir von irgend einem entlegeneren Aussichtspunkte des nördlichen oder südlichen Vorlandes, wie etwa vom Plöckenstein im Böhmerwalde, vom Weissenstein im Schweizer Jura, oder vom Kuppelthurme des Mailänder Domes die vielgliederige Kette der Alpen überblicken, so stellt sich uns dieselbe als ein scheinbar völlig geschlossener, mächtiger Wall dar, dessen allgemeine Kammlinie in ihrem mittleren Theile nahezu horizontal verläuft, von da an aber nach beiden Seiten, der wachsenden Entfernung gemäss, sich tiefer und tiefer zum Horizont herabsenkt. Wohl tauchen aus dem Kamme in mehr oder minder markirten Formen zahlreiche Gipfel auf, indess bleibt die relative Erhebung derselben über den Hauptumriss im Vergleiche zur Gesamthöhe des Gebirgswalles dennoch nur eine geringe, und es mag dem Vergleiche seines Anblickes mit jenem einer hohen crenelirten Mauer wenigstens einige Berechtigung nicht abgesprochen werden. Lässt auch immerhin eine günstige Beleuchtung Manches von der dem Gebirge eigenen Gliederung wahrnehmen, so vermag doch nicht entfernt jene ins fast Unübersehbare reiche Verzweigung der tief eingeschnittenen Thäler, Schluchten und Rinnen auch

nur geahnt werden, welche dieses Gebirgssystem durchziehen und es in eine Unzahl der vielgestaltigsten Ketten, Kämme, Stöcke und Gipfel zerlegen. Erst, wenn wir die Alpen selbst durchwandern, wenn wir hinlänglich viele höhere Aussichtspunkte derselben erklommen haben, vermögen wir uns eine annähernde Vorstellung von dem höchst verwickelten Gerüste des ganzen Baues und der unbegrenzten Formenmannigfaltigkeit seiner Theile zu machen.

Es gibt nur wenige Hochgebirgssysteme auf der Erde, welche in Bezug auf Reichthum und Tiefe der Gliederung unsere Alpen übertreffen, ja ihnen selbst nur gleichkommen. Hoch und Niedrig treten hier in den grossartigsten Contrasten einander gegenüber. Thalflächen, welche von den angrenzenden Gebirgsmassen um 3000 M. und mehr überragt werden, kommen namentlich in den West- und Mittelalpen vielfach vor, und Höhenunterschiede von 1500 bis über 2000 M. sind selbst noch in den niedrigeren Theilen der Ostalpen oft genug anzutreffen. Ich will hier nur auf das Chamounythal hinweisen, über dessen Sohle der Montblanc sich 3600 M. hoch erhebt, auf das Rhônethal, welches von den Culminationspunkten der es begleitenden Berner und Walliser Alpen um 3000—3500 M. an absoluter Höhe übertroffen wird; auf das Circusthal von Macugnaga, über dessen Grund die Abstürze des Monte Rosa-Stockes gegen 3000 M., und auf das Malenkerthal, über welches die südlichen Wände der Bernina in ähnlicher relativer Höhe sich aufthürmen; endlich, um auch noch ein Beispiel aus einem uns näheren

Gebiete anzuführen, sei der hohe Dachstein genannt, dessen Gipfel 2500 M. über den Spiegel des nahen Hallstätter Sees aufragt. Es mag nebenbei bemerkt werden, dass auch im Himâlaya nicht viel grössere Höhendifferenzen zwischen Thal und Berg, als die erstangeführten, vorkommen, indem selbst der höchste bisher bekannt gewordene Gipfel der Erde, der 8800 M. hohe Gaurisankar oder Mount Everest sich über die nächstliegenden Thäler nur um wenig mehr, als 4000 M. erhebt.

Wie die Strassen und Gassen einer Weltstadt, durchtheilen ungezählte Längen- und Querthäler den 120 Meilen langen und 20 bis 40 Meilen breiten Zug der Alpen in ein Heer von grösseren und kleineren Gruppen; dieselben mitunter in so entschiedener Weise von einander trennend, dass jede für sich wieder als ein mehr oder weniger selbstständiges Ganzes aus den umliegenden Gruppen hervortritt.

Auf dieser ungewöhnlich reichen und tiefgreifenden Gliederung, auf diesem Gegenüberstehen von niedrig gelegenen, meist dicht bevölkerten, mit reicher Cultur geschmückten Thalgründen und hoch zu den Wolken emporstrebenden Burghäuptern beruht ein grosser Theil des mächtigen Eindrucks, welchen der Anblick alpiner Landschaften in uns hervorruft.

Ungleich grösser ist aber noch der landschaftliche Reiz, welcher in der unbegrenzten Mannigfaltigkeit der Bergformen liegt; abgesehen von der wechselvollen Färbung, welche die verschiedenen Abstufungen der Pflanzendecke und die über die höchsten Theile des Ge-

birges gebreiteten Schnee- und Eisfelder dem Gemälde verleihen.

Von den beiden letzteren war hier schon in früheren Vorträgen die Rede, diesmal will ich vor allem über die mannigfachen Gestaltungen sprechen, welche die verschiedenen Massen der Alpen im Laufe der Zeiten angenommen haben.

Ehe ich jedoch darauf eingehe, eine Charakteristik der hervorragendsten alpinen Bergformen zu versuchen, scheint es mir angemessen, gleich im Vorhinein wenigstens ganz kurz anzudeuten, worauf diese fast ins Unbegrenzte gehende Vielgestaltigkeit des Alpengebäudes beruht. Der Grund derselben liegt zunächst in der ausserordentlichen Verschiedenartigkeit der Felsmassen, welche das Gebirge zusammensetzen.

In der langen Reihenfolge von Gesteinsformationen, welche der Geologe von den allerältesten, auf der Erdoberfläche zu Tage tretenden Felsmassen an bis zu den jüngsten noch in der Gegenwart entstehenden Gebilden unterscheidet, gibt es nur wenige Glieder, welche innerhalb der Alpen nicht ihre Vertretung fänden. Da sind zunächst die krystallinischen Massengesteine zu erwähnen, welche man auch Eruptivgesteine zu nennen pflegt, weil nicht nur ihre Zusammensetzung und innere Structur auf einen feurig-flüssigen Zustand in der Zeit ihres Hervortretens, sondern auch die Art des letzteren selbst auf ein Durchbrechen oder Emporquellen der Massen zwischen anderen bereits vorhandenen Felsgebilden schliessen lässt. — Von diesen Eruptiv-

gesteinen, deren man mehr als dreissig Arten zählt, und unter welchen als älteste Gebilde gewisse Granite, als jüngste die Laven der jetzt noch thätigen Vulkane zu bezeichnen sind, will ich nur die eben genannten, in sehr zahlreichen Varietäten auftretenden Granite erwähnen, welche hie und da mächtige Stöcke im Bereiche der Alpen bilden, ferner die Porphyre, die ihre bedeutendste Verbreitung in Südtirol haben.

Dann kommen die krystallinischen Schiefergesteine in ihren mannigfachen Arten und deren noch mannigfacheren Uebergängen, deren ganzer Complex mit Einschluss der ältesten Eruptivgebilde unter dem landläufigen Namen „Urgebirge“ zusammengefasst wird.

Lässt hier einerseits der mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Schichtenbau schon auf eine Entstehung durch allmäligen Absatz schliessen, ja deutet das Vorkommen von Graphitmassen, von Bitumen, von zwischengelagerten Kalkflötzen und endlich von vereinzelt aufgefundenen Gebilden organischer Form, wie das *Eozoon canadense*, auf Verhältnisse während der Ablagerung dieser mächtigen Schichtensysteme hin, unter denen die Existenz organischen Lebens — sei es vielleicht auch nur örtlich und vorübergehend — ermöglicht war, so zwingt anderseits die krystallinische Beschaffenheit der mineralogisch oft sehr verschiedenen Gemengtheile der hieher gehörigen Felsarten zu der Annahme, dass zur Zeit der Bildung der krystallinischen Schiefergesteine mehrfache Factoren von ausserordentlicher Wirksamkeit thätig waren, welche den Sedimenten die erwähnte

krystallinische Structur verliehen. Dabei muss vorläufig noch dahingestellt bleiben, ob die erwähnte krystallinische Structur, wenigstens für die ältesten Schichtenreihen, schon unmittelbar während des Absatzes eintrat, oder erst nach und nach auf dem Wege einer allmählig fortschreitenden Metamorphose erfolgte.

Die krystallinischen Schiefergesteine, von welchen zunächst als häufigst vorkommende der Gneiss, der Glimmerschiefer, der Hornblende- und der Chloritschiefer, endlich der Urthonschiefer und Urkalk zu nennen sind, zeigen in den Alpen eine ungleich weitere Verbreitung, als die vorerwähnten Massengesteine; ihnen gehören nicht nur der ganze Hauptkamm mit seinen unmittelbaren Verzweigungen, sondern westwärts der vom Comer See zum Bodensee laufenden Splügenfurche überhaupt der grössere Theil, östlich der letzteren aber die ganze 8 bis 12 Meilen breite Mittelzone der Alpen an.

Den krystallinischen Schiefergesteinen folgen endlich die zahlreichen Formationen jener Sedimentgebilde, deren Entstehung durch Absatz aus Meeren, theilweise aber auch aus Landwässern schon deshalb ausser allem Zweifel steht, weil sie alle mehr oder weniger zahlreiche Reste von theils ursprünglich im Meer- oder im Süswasser lebenden, theils in dasselbe geschwemmten Thieren und Pflanzen umschliessen. Hieher zählen zunächst die den krystallinischen Schiefem unmittelbar auflagernden Thonschiefer und Grauwaackengesteine, dann mannigfache Kalkgesteine, Dolomite, Conglomerate und Sandsteine, endlich verschiedene, bereits

den jüngsten Perioden angehörige Reihen von Geröll-, Sand- und erdigen Schichten.

Von diesen Sedimentgebilden kommt den verschiedenen kalkigen und den ihnen chemisch nahestehenden dolomitischen Gesteinen die hervorragendste Rolle zu, denn aus ihnen ist nicht nur der allergrösste Theil der 6 bis 8 Meilen breiten Aussenzone des 120 Meilen langen Alpenbogens aufgebaut, sondern sie constituiren auch in der Hauptsache die den centralen Urgebirgsgürtel vom Langensee an bis zum pannonischen Tiefland südlich begleitende innere Nebenzone. Dem Thonschiefer gehören gewisse, zwischen dem Urschiefergürtel und den Kalkalpen sich erhebende Mittelgebirge, den jüngeren Sandsteinen und Conglomeraten die Voralpen, endlich den losen Geröll-, Sand- und erdigen Schichten die Thalterrassen und Thalgründe, so wie fast alles Terrain des alpinen Vorlandes an.

Ist schon durch die verschiedene Entstehungs- und Zusammensetzungweise der erwähnten Felsgebilde eine bedeutende Mannigfaltigkeit der äusseren Gestaltung deshalb bedingt, weil dieselben je nach der Beschaffenheit ihrer Bestandtheile, dann nach ihrer grösseren oder geringeren Dichte, den zerstörenden Einflüssen der Luft- und Wassererosion, damit aber auch der umstaltenden Wirkung beider in sehr verschiedenem Grade unterworfen sind; so tritt noch ein zweites, nicht minder bedeutungsvolles Moment hinzu, welches an der äusseren Gestaltung der Gebirgsmassen in hohem Grade Theil hat. Es ist dies die innere Architektonik der letzteren. Unter

der inneren Architektonik ist vor allem der grössere oder geringere Zusammenhang der Felsmassen im Grossen, die mehr oder minder entwickelte Bildung von deutlich gesonderten Schichten, deren schwächere oder stärkere Aufrichtung, convexe oder concave Krümmung, Faltung oder gänzliche Verschiebung, endlich das häufigere oder spärlichere Auftreten von die Masse durchsetzenden Absonderungs- und Rutschflächen, von Rissen und Spalten, von zellen- und höhlenartigen Räumen zu verstehen.

Es würde mich zu weit führen und auch Sie, hochgeehrte Anwesende, allzusehr ermüden, wollte ich selbst nur in flüchtigen Umrissen die verschiedenen Wirkungen aller eben erwähnten Verhältnisse der inneren Structur der Bergmassen auf deren äussere Plastik darzulegen versuchen; für meine heutige Aufgabe genügt es, einige wenige der hervorragendsten Gestaltungstypen einzelner Hauptformationen herauszugreifen und an denselben die formgebenden Factoren nachzuweisen.

Gestatten Sie mir zunächst, Ihren Blick auf eine, nicht nur in den Alpen, sondern auch in den Karpathen weit verbreitete Formation hinzulenken, welche ihre gebräuchlichste Benennung den Hauptstätten ihres Vorkommens zu danken hat. Es ist dies der Wiener- oder Karpathen-Sandstein, ein der ältesten Tertiär-, theilweise wohl auch schon der Kreideperiode angehöriges, viele hundert Meter mächtiges, aus einem vielfach sich wiederholenden Wechsel von Sandstein- und festen Mergelschichten bestehendes Gebilde, dessen Entstehung aus marinen Absätzen schon durch die örtlich in ungeheurer Menge vor-

kommenden Reste verschiedener Seetange, mitunter auch einzelner Meereskonchylien, genügend gekennzeichnet ist.

Von den näher gelegenen Verbreitungsbezirken des Wiener Sandsteins will ich nur erwähnen, dass derselbe den grössten Theil der Bergmassen des Wiener Waldes zusammensetzt, dann in weiterer Folge als ein $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meilen breiter Zug von 800 bis 1100 M. hohen Vorbergen die nördlichen Kalkalpen weithin nach Westen begleitet.

Trotz der mannigfachsten und durchgreifendsten Störungen des ausserordentlich deutlichen Schichtenbaues, bei welchem nicht selten innerhalb ganz kurzer Strecken öfter sich wiederholende, dicht zusammengedrückte Faltungen neben vollständigen Ueberschiebungen vorkommen, macht sich hier der sonst so massgebende Einfluss der Schichtenstellung auf die äussere Gestaltung der Bergmassen nur in sehr geringem Grade geltend, während dagegen die atmosphärische Erosion und die Wasserspülung an dem leicht verwitterbaren Gesteine ihre zerstörende Wirkung in um so ausgiebigerer Weise äussern, und den ersteren einen Charakter von Einförmigkeit aufprägen, wie er annähernd nur noch in den viel älteren Thonschiefergebirgen sich wiederfindet.

Bei allen der Formation des Wiener Sandsteins angehörigen Höhen gewahren wir fast immer einen und denselben mässig steilen Abfallswinkel der Gehänge und eine stets gleichbleibende Anordnung und Vertheilung der Einfurchungen in den letzteren, wie nicht minder eine constante Abrundung der Rücken und Kuppen.

Diese Gleichförmigkeit der Plastik tritt um so auffälliger hervor, ein je weiteres Gebiet dieser Formation wir zu überschauen vermögen. Der Ausblick vom nahen Hermannskogel bei Wien, die nördliche Aussicht vom Schafberg bei St. Wolfgang, vom Kranabitsattel im Höllengebirge, überhaupt von den meisten gegen das Vorland hinaus gerückten Kalkalpengipfeln Ober- und Niederösterreichs geben reichliche Gelegenheit, sich von der stets gleichbleibenden Gestaltung der Sandsteinberge zu überzeugen.

Im grellsten Contraste zu der eben geschilderten Einförmigkeit der Sandsteinberge, steht die in's Unbegrenzte gehende Mannigfaltigkeit der Gestaltungen der alpinen Kalke und Dolomite. Da taucht an einer Stelle ein gewaltiges Massiv mit nach allen Seiten steil abfallenden Gehängen und Wänden auf. Riesigen Wogen gleich, bedeckt seine plateauartige Oberfläche ein unentwirrbares Chaos von mehr oder weniger abgerundeten Rücken und Kuppen, zwischen welchen zahllose Kessel, Mulden und langgestreckte Furchen von wechselnder Tiefe sich hinziehen, — ein steinernes Meer im vollsten Sinne des Wortes, — in seinen höheren Theilen jenen Charakter einer völlig öden, abschreckenden Felsenwüste annehmend, welche der Alpenbewohner treffend als todtes Gebirge bezeichnet. Aus den wirt durch einander geschobenen Felsenwellen des Plateaus ragen zerstreut höhere Felsmassen gleich aufgesetzten Bergen empor, die einen als abgewölbte Rücken, andere als riesige Bastionen, als langgestreckte Wände, als schroffe Kegel,

Pyramiden, Hörner oder Thürme. Dabei erscheinen die in den niedrigeren Stufen aufsteigenden Erhebungen regelmässig mehr oder weniger abgerundet, während mit steigender Höhenlage die Gipfel sich immer kantiger, schroffer, spitzer gestalten. Am entschiedensten tritt der letztere Charakter von Gipfelbildung in jenen Erhebungen auf, welche die höchsten Theile der Plateauränder umrahmen.

Den eben geschilderten Charakter von Kalkalpenformen sehen wir typisch ausgeprägt in dem Dachsteinmassiv, aus dessen verschiedenen Höhenregionen Ihnen, hochgeehrte Anwesende, hier eine Reihe photographischer Aufnahmen zur Ansicht gebracht ist.

Als grellster Gegensatz zu der massigen Gestaltung des letztgenannten Stockes steigt in dessen nächster Nähe und mit ihm durch einen mehrfach gescharteten Grat verbunden, der $1\frac{1}{2}$ Meter lange Gosauer Kamm auf. Während uns dort ein geschlossenes, auf seinem Rücken mehrere Stunden breites Massiv entgegentrat, sehen wir hier ein schmales, in's Endlose zerklüftetes gigantisches Felsriff zu einer absoluten Höhe von 2100 bis über 2400 Meter sich aufthürmen. Alles trägt das Gepräge einer gewaltigen, unaufhaltsam fortschreitenden Zerstörung an sich. Hunderte phantastisch geformter Zacken, Zinnen und Nadeln ragen aus dem First des Kammes, gleich den zerklüfteten Mauerkronen einer jeden Augenblick zum Zusammenbruch bereiten, kolossalen Ruine dräuend empor; zahllose tiefe Einrisse gliedern den 300 bis 700 Meter hohen Absturz, in eine Reihe wild ge-

zählter Felscoulisten, zwischen welchen lange, mit ihren oberen Ausläufen unter alten Schneelagern sich bergende Schutthalden steil niedersteigen.

Es wäre vergeblich, den Eindruck des furchtbarsten Zerfalles, welchen der Anblick dieses wüsten Gebirges auf den Beschauer an Ort und Stelle ausübt, durch Worte wiedergeben zu wollen; nach drei hier gleichfalls ausgestellten, von verschiedenen hoch gelegenen Aussichtspunkten aufgenommenen Photogrammen, werden Sie sich wenigstens eine annähernde Vorstellung davon zu bilden vermögen.

Einem ähnlichen Formentypus, wie er durch den Gosauer Kamm repräsentirt wird, begegnen wir in den sogenannten Dolomiten Südtirols. Ich sage „sogenannten“, weil die meisten der hierher gezählten Berge nach ihrer Hauptmasse ebenso mit Unrecht als „Dolomite“ bezeichnet werden, wie diess bei dem Gosauer Kamm von Laien schon oft genug geschehen ist.

Die letztbeschriebene Gestaltung findet sich überall dort, wo die Berge in schmale Kämme auslaufen und dadurch den zerstörenden Elementen eine verhältnissmässig grössere Angriffsfläche darbieten, als diess bei den stockförmigen Massen der Fall ist. Die letzteren behaupten auch hier, ähnlich dem Dachsteinmassiv, mehr compacte, geschlossene Formen, wie sie beispielweise der Schlern zeigt, im Gegensatze zu dem sich ihm südlich anreihenden Rosengarten, dessen Zackengrat den malerischen Hintergrund Bozen's nach Osten hin bildet.

Zwischen den zwei vorerwähnten Formen der alpinen Kalke, welche ich als Grenzformen bezeichnen möchte, gibt es noch eine lange Reihe von Gestaltungen, deren jede einen besonderen Typus repräsentirt. So sehen wir beispielsweise in der Zimitz, und ebenso in der hohen Schrott bei Ischl, einen langgestreckten, dachähnlichen Kamm sich hinziehen, in welchem keinerlei schärfere Einschnitte, sondern nur sanfte Einsattlungen vorkommen. Hier hat die petrographische Beschaffenheit und Schichtenlage der Felsmassen, namentlich aber der Mangel an inneren Zerklüftungen das Entstehen einer tiefer greifenden Schartung verhindert.

Noch will ich auf den Loser bei Alt-Aussee hinweisen, einer mit mässig steilen Gehängen sich erhebenden Bergmasse, welche auf ihrem Rücken einen mauerartig abfallenden Aufsatz trägt, welche einer riesigen Ruine nicht unähnlich ist. Hier ist es der Unterschied in der petrographischen Beschaffenheit und in den Schichtungsverhältnissen zwischen dem Rumpfe des Berges und dem denselben krönenden Aufsätze, welche den letzteren in so auffälliger Weise hervortreten machen.

Ueberhaupt will ich hier bemerken, dass die den alpinen Kalken zuzuzählenden Gesteine, von den ältesten bis zu den jüngsten, wenn auch ihr Hauptbestandtheil Kalkerde ist, daneben noch quantitativ sehr wechselnde Mengen von Kiesel-, Thon- und Bittererde, endlich Eisen in verschiedenen Oxidationsstufen enthalten, und dass in Folge dieser verschiedenen Zusammensetzung ihnen sehr verschiedene Grade von Verwitterbarkeit

verliehen sind, die bei einem Wechsel petrographisch verschiedener Massen auch alsogleich einen Wechsel der äusseren Gestaltung bedingen.

Nun wollen wir noch einen ganz flüchtigen Blick auf die krystallinischen Massen- und Schiefergesteine werfen.

Die in der Regel nicht bloss dem Namen nach, sondern auch in Wirklichkeit massige Structur, sowie die Art des ursprünglichen Hervortretens an die Erdoberfläche, bedingen schon an sich bei den meisten Graniten und granitähnlichen Eruptivgesteinen, selbst dort, wo sie zu mächtigen Erhebungen ansteigen, wie z. B. in dem an der Westgrenze Südtirols sich erhebenden 3500 Meter hohen Adamello-Massiv, die Bildung wenig gegliederter stockförmiger Massen, in welchen selbst die höher und steiler aufragenden Gipfel in der Regel bei weitem nicht jenen dominirenden Charakter gewinnen, wie diess in den grossen Kalkstöcken so häufig der Fall ist. Die Erklärung für diese Erscheinung darf hauptsächlich darin gesucht werden, dass bei den hochalpinen Kalkmassen das Vorhandensein einer scharf ausgeprägten Schichtung, dazu die oft sehr steile Aufrichtung derselben, endlich das häufige Vorkommen bedeutender Verwerfungen — lauter Momente, die den eruptiven Gesteinen in häufigen Fällen gänzlich mangeln — vielfache Veranlassung zu den erwähnten mächtigen Gipfelbildungen geben.

Anders verhält es sich bei jenen Eruptivgesteinen, in denen während des von einer ruckweisen Contraction

begleiteten Erstarrungsprocesses solche regelmässig aufeinander folgende Zerklüftungen entstanden, dass die Felsmassen dadurch eine platten-, säulen- oder auch quaderförmige Structur erhielten. In solchem Falle ist den zerstörenden Kräften ein grosser, und zwar ein um so grösserer Spielraum geboten, zu je grösseren Höhen bei relativ geringem Breitendurchmesser sich derartige Formationen aufgebaut haben. Die zwischen dem Fleimser- und Sukanathal mit einer Höhe bis zu 2800 Meter sich erhebenden Granit-, Gneiss- und Porphyrgebirge der Cima d'Asta-Gruppe zeigen in ihren tief durchfurchten, scharfen, reichgipfeligen Kämmen den Zustand eines tiefgreifenden Zerfalles, während als Gegensatz davon im Norden und Osten von Botzen ausgedehnte, aber um 600—1000 Meter niedrigere Porphyrmassen uns entgegengetreten, welche bei ihrer während des Hervorbruches mehr in's Breite gehenden Ergiessung die ursprüngliche Plateaubildung beibehalten haben, so sehr auch die plattenförmige Structur des Gesteines und die tiefen Thalspalten den Zerfall begünstigen.

Viel grösseren Gestaltenreichthum, als die eben erwähnten alten Eruptivgebilde, zeigen die ungleich weiter verbreiteten Formationen der krystallinischen Schiefer, wenn sie auch nur selten die fast in's Unbegrenzte gehende Verschiedenartigkeit des Typus der Kalkalpen zu erreichen vermögen.

Gegenüber den letzteren macht sich hier selbst dann, wenn die Kamm- und Gipfelbildungen zu sehr prononcirtten Formen entwickelt sind, noch immer eine

gewisse Gleichförmigkeit geltend. Aus grösserer Ferne betrachtet, kehrt bei den einzelnen Kämmen stets mehr oder weniger eine der Dachform ähnliche Gestaltung wieder, während die Gipfel eine ständige Hinneigung zu dem Typus von ungleich drei- oder vierseitigen, abgestutzten oder spitzen Pyramiden erkennen lassen, die sich mitunter einseitig zu einer länger gestreckten Wand mit geradlinigem, oder geschartetem First ausdehnen. Jene wildgezackten Grate, wie sie in manchen der früher besprochenen, schmalen Kalkkämme anzutreffen sind, finden sich im krystallinischen Schiefergebirge besonders dort, wo die Längsaxe eines beiderseitig schroff aufsteigenden, schneidig auslaufenden Gebirgsastes quer über die steil aufgerichteten Schichten einer rasch und oft sich wiederholenden Wechselfolge verschiedenartiger, theils leicht, theils schwer verwitterbarer Schiefermassen hinläuft. Es tritt dann hier dieselbe Wirkung der Erosion im Grossen ein, die wir an Bruchstücken von aus Gemengtheilen verschiedener Verwitterbarkeit zusammengesetzten Felsarten wahrnehmen können. Es ist dieselbe Wirkung, welche z. B. die Hornsteineinschlüsse aus mergeligen Kalken in verhältnissmässig kurzer Zeit hervortreten macht, und welche in einem Gesteine nach und nach die eingeschlossenen organischen Reste mit mehr oder weniger Details ihrer äusseren Form blosslegt, die in der frischen Bruchfläche gar nicht, oder nur höchst undeutlich zu erkennen sind.

Uebrigens tauchen auch dort, wo ein Gebirgskamm mit den, wie schon gesagt wurde, fast regelmässig steil

aufgerichteten Schichten der krystallinischen Schiefer die gleiche Richtung des Streichens verfolgt, in der bald vorspringenden, bald zurücktretenden Kammlinie verschieden tief liegende Complexe ungleich zerstörbarer Felsgebilde auf, wodurch ein steter Wechsel von verschieden gestalteten Gipfeln und Einschnitten bedingt wird.

Unter den aus Urgebirgsmassen aufgebauten Theilen der Alpen, lässt wohl keiner die verschiedenen Abstufungen von massiger Gestaltung bis zur äussersten Zerrissenheit in solchen Gegensätzen wahrnehmen, wie der gewaltige Stock des Montblanc. Von der üppig begrüntem Gletscherinsel des „Jardin“ aus, überblickt man eine Reihe von gletscherumstarrten Kämmen und Zackengraten, darunter als extremsten Typus der letzteren die Aiguille du Charmoz, während der Hauptgipfel des ganzen Massivs, der eigentliche Montblanc, als ein gewaltiger Dom in ruhiger Majestät über seine mehr oder minder zerklüftete Umgegend emporragt.

In dem Vorhergehenden habe ich versucht, den herrschenden Landschaftscharakter einzelner alpiner Hauptformationen nach den allgemeinsten Zügen flüchtig zu skizziren. Noch ungleich mehr wäre zu erwähnen gewesen, wenn auch auf eine Charakteristik der Physiognomie einzelner Formationsglieder hätte eingegangen werden können. Die Lösung meiner Aufgabe drängt jedoch, von der Schilderung dessen, was jetzt ist, nun darauf überzugehen, wie das Bestehende geworden ist. Auch hier werde ich mich beschränken müssen, nur

einzelne Streiflichter aufzugreifen, welche geeignet sind, das über der Urgeschichte unseres Hochgebirges lagernde Dunkel wenigstens in etwas aufzuhellen.

Wenn wir noch einmal im Fluge das Alpengebäude durchheilen und all' die Bergmassen mit ihren schroffen Wänden und tief durchfurchten Gehängen, mit ihren himmelanstrebenden Gipfeln und zahllosen Zacken überblicken, wenn wir daneben die Tausende von Thälern betrachten, die hier als kolossale Rinnen Berg von Berg, Kette von Kette scheiden, dort als finster gähnende Spalten bis zum tiefsten Grunde des Alpengerüstes eingerissen scheinen, so mögen wir uns wohl fragen, ob all' diese in's Endlose mannigfachen Gestaltungen von Anfang bestanden haben oder nicht, und wenn das letztere, ob in dem, was wir gegenwärtig sehen, wenigstens die Hauptumrisse des ursprünglichen Baues bewahrt geblieben sind, oder ob wir darin nur Ueberreste einst vorhandener, ungleich gewaltigerer, zusammenhängender Erhebungen zu erkennen haben. Ebenso mögen wir uns fragen, ob diese in's Unbegrenzte vielgestaltigen Gebilde alle nur als etwas ganz Zufälliges, oder ob sie vielmehr als das Ergebniss ihrer inneren Constitution und gewisser nach bestimmten Gesetzen wirkender Einflüsse angesehen werden müssen.

Wenn wir nach einer Lösung dieser eben aufgeworfenen Fragen suchen, können wir nicht umhin, bis zur Entstehung unseres Planeten zurückzugreifen, also mit einer Hypothese zu beginnen. Jedenfalls ist es eine Hypothese, welche namentlich während der letzten Decennien

insofern eine sichere Grundlage gewonnen hat, als wir Dank den astronomischen und spectroscopischen Beobachtungen an der Sonne höchst lehrreiche Aufschlüsse über die physische Constitution des Centrakörpers unseres Planetensystems, und so mittelbar auch über den primitiven Zustand der Planeten selbst gewonnen haben.

Durch die eben erwähnten Untersuchungen wurde constatirt, dass die Oberfläche der Sonne aus einer glühenden, mit vielen auf unserer Erde eigenthümlichen Elementen geschwängerten Wasserstoffgasatmosphäre bestehe, welche in Folge ihrer ungeheuren Mächtigkeit mit einem Druck von 184.000 Atmosphären auf der bereits zum feurigen Fluss condensirten Masse des Sonnenkörpers laste. Ferner wurde gefunden, dass die Temperatur dieser glühenden Sonnenatmosphäre beiläufig 27.000° C., also einen Hitzegrad besitze, bei welchem Eisen sich noch in einem gasförmigen Zustand erhalten kann. Die schon oft beobachteten sogenannten Protuberanzen der Sonne wurden als temporäre Eruptionen von gleichfalls glühendem Wasserstoffgas erkannt, welches in Folge der ungeheuren Spannung aus dem Sonneninnern bis zu einer Höhe von 10—20.000 Meilen emporgeschleudert wird. Endlich ist man auch noch dahin gelangt, die Sonnenflecken als schlackenartige Abkühlungsproducte auf der glühendflüssigen Oberfläche, und die sogenannte Penumbra als Condensationswolken, welche in einer gewissen Höhe die Küsten jener Schlackeninseln umkränzen, zu erklären.

Nach dieser eben angedeuteten Beschaffenheit des Sonnenkörpers, sind wir immerhin genügend berechtigt, einen ähnlichen Urzustand für unsere Erde anzunehmen, die ja gleich den übrigen Planeten als ein losgetrennter Theil des ursprünglichen Sonnenballes betrachtet wird. Dass aber dieser anfängliche feurig-flüssige Zustand der Erde in Folge der stetigen Wärmeabgabe an den Welt-raum längst aufgehört hat, während er in der Sonne noch fortbesteht, kann uns nicht befremden, wenn wir bedenken, dass die letztere unseren Erdball anderthalb Millionen Mal an Volumen übertrifft, hier also der jedenfalls auch ununterbrochen fortdauernde Wärmeverlust, gegenüber der dem Sonnenkörper derzeit innewohnenden Wärmesumme, vorläufig noch ein verhältnissmässig kleiner sein mag.

Einen feurig-flüssigen Zustand der ganzen Erde als einstens bestehend vorausgesetzt, wollen wir uns nun zunächst jene Phase der fortschreitenden Abkühlung vergegenwärtigen, wo sich unter der noch heissen, mit allerlei Dämpfen schwer belasteten Atmosphäre die erste feste Erstarrungskruste, höchst wahrscheinlich aus kry- stallinischen Massengesteinen bestehend, bildete, Massengesteine von denen gegenwärtig wohl nur wenig oder nichts mehr auf der Erdoberfläche anzutreffen ist, da sie längst durch Erosion zerstört, als Baumaterial für spätere Formationen verwendet, und von nachfolgenden Fels- gebilden überdeckt worden sind.

Dass diese erste Erstarrungskruste schon ursprüng- lich sehr viele und relativ bedeutende Unebenheiten

enthalten musste, können wir aus der Oberflächengestaltung erstarrender Lavaströme wie auch in kleinem Maassstabe an verschiedenen geschmolzenen Körpern nach deren Erkalten sehen, wo ihre Oberfläche Rillen und Blasen erhält, welche nicht selten ein Fünfzigstel und mehr von der Gesammthöhe der geschmolzenen Masse erreichen.

Prüfen wir nun auf unserer Erde den Höhenunterschied zwischen den gegenwärtig bestehenden mächtigsten Erhebungen im Himälaya und den denkbar tiefsten Stellen des Oceans, so beträgt derselbe höchstens $3\frac{1}{2}$ Meilen, was $\frac{1}{245}$ des Erdhalbmessers entspricht. Wollten wir diesen Höhenunterschied auf einem Globus von einem Meter Durchmesser im richtigen Grössenverhältnisse ersichtlich machen, so würde der schon einmal genannte Culminationspunkt des Himälaya eine Höhe von $\frac{2}{3}$ Millimeter, d. i. also beiläufig die Höhe eines kleinen Hirsekornes über der Kugelfläche des Globus erhalten, während die tiefste Stelle des Oceans durch eine Aushöhlung von $\frac{4}{3}$ Millimeter Tiefe jedenfalls nicht zu seicht angegeben wäre.

Nach dem eben Gesagten werden wir gewiss nicht fehlgreifen, anzunehmen, dass die Niveaudifferenzen in der Oberfläche der ersten Erstarrungskruste ungleich bedeutender, ausserdem aber auch die Erhebungen und Vertiefungen noch viel zahlreicher, als gegenwärtig, gewesen sein mögen.

Bei einer so gearteten Oberfläche der Erdrinde war selbstverständlich dem sich aus der dämpfebelasteten

Atmosphäre niederschlagenden Wasser, wie den sich entwickelnden Bächen, Flüssen und Strömen ein weites Feld für deren erodirende Thätigkeit erschlossen, welche um so energischer wirken musste, als sich bei der zweifellos noch sehr hohen Temperatur aller Gewässer mit der mechanischen auch die chemisch auflösende Wirkung verband.

In den verschiedenen bedeutenden Einsenkungen der damaligen Erdkruste waren aber auch schon die Stätten für die Ansammlung der ablaufenden Gewässer zu verschieden tiefen Meeren geboten, wo, wie bereits früher angedeutet wurde, die mannigfachen Erosionsproducte unter der Zusammenwirkung der hohen Temperatur und des grossen Druckes nicht nur der auflagernden Wassermassen, sondern auch der gewiss oft viele hunderte, ja tausende von Metern mächtigen Sedimente auf einander in jene Gesteinsbildungen übergehen konnten, welche unter dem Gesamtnamen krystalinische Schiefer zusammengefasst werden.

Wir haben uns hier gegenwärtig zu halten, dass in jener Periode die Atmosphäre wegen der mancherlei in ihr noch vertheilten Elemente, die erst später zur Verdichtung und zum Niederschlag gelangten, mit ungleich grösserer Schwere auf der Erdoberfläche lastete, und dass dieser grosse Atmosphärendruck nicht nur das Vorhandensein flüssigen Wassers von einer den normalen Siedepunkt weit übertreffenden Temperatur ermöglichte, sondern auch mancherlei Prozesse bei der Gesteinsbildung in den der Erdoberfläche nahe gelegenen Schichten ver-

anlasste, welche unter den jetzt bestehenden Verhältnissen gar nicht mehr vorkommen, oder doch jedenfalls in viel grössere Tiefen der Erdrinde verwiesen sind.

Uebrigens darf nicht übersehen werden, dass jene hohe Temperatur des Wassers schon während der langen Periode der Bildung der krystallinischen Schiefer sich allgemach auf jenen Grad ermässigt haben musste, der ein erstes Auftreten von organischen Wesen ermöglichte, von Wesen, für deren Existenz das Vorkommen von Graphit, Bitumen, Kalk und endlich das Eozoon canadense als genügend sichere Zeugen angesehen werden.

Den Alpen uns zuwendend, treffen wir die erwähnten krystallinischen Schiefer in einer Gesamtmächtigkeit von mindestens 10.000 M. entwickelt, eine Mächtigkeit, für deren Zustandekommen — möge der in jener Periode thätigen Erosion ein auch noch so hoher Grad von Energie zudedacht werden — jedenfalls ein nach Millionen von Jahren zählender Zeitraum in Anspruch genommen werden muss.

Ausser der mehr oder minder deutlich ausgeprägten Schichtenbildung, welche auf eine Ablagerung im Wasser hinweist, dann dem krystallinischen Zustande, welcher sich nur schwer anders, als unter der Mitwirkung einer entsprechenden Wärme und eines grossen Druckes während und wohl selbst noch nach der Ablagerung der Schichten entstanden denken lässt, ist auch der oft innerhalb verhältnissmässig enger Grenzen mehrfach sich wiederholende Wechsel verschiedenartiger Gesteine in den alpinen Schichtencomplexen der krystallinischen

Schiefer zu beachten. Derselbe zeigt uns klar, dass die erodirende Thätigkeit es während ihres Verlaufes schon mit Massen von verschiedener petrographischer Beschaffenheit zu thun hatte, und dass demzufolge auch die aufeinanderfolgenden Sedimente in ihren Gemengtheilen mehr oder weniger wechseln mussten.

Wir stossen hier sonach schon bei den allerältesten Absatzbildungen auf ganz ähnliche Vorgänge, wie sie auch jetzt noch gleichsam unter unseren Augen sich vollziehen. An der Ausmündung jedes grösseren Stromes, dessen Zuflüsse aus weiter von einander abliegenden, in der petrographischen Beschaffenheit ihres der Erosion zugänglichen Terrains verschiedenen Quellgebieten herkommen, müssen, je nachdem bald aus diesem, bald aus jenem Zuflussbezirke in Folge stärkerer Niederschläge eine vermehrte Schlammzufuhr erfolgt, an jener Stelle des Seegrundes, wo der durch den Strom fortgeführte Detritus zur Ablagerung gelangt, alternirende feine Schichten von mehr oder weniger verschiedenem Sand- und Schlammmaterial sich übereinander lagern. So wird beispielweise eine durch die Schwellung der alpinen Gewässer hervorgerufene Hochfluth der Donau dem schwarzen Meere einen anders gemengten Schlamm zuführen, als ein aus den Karpathen kommendes Hochwasser, und wieder verschieden mögen jene Sedimente sein, welche bei Schwellungen der Balkanflüsse an den Donaumündungen entstehen.

Ich sollte nun von jenen Schichtencomplexen sprechen, welche der sogenannten paläozoischen Periode,

d. i. jener Periode angehören, innerhalb welcher der Bestand eines reicheren organischen Lebens zum ersten Mal in vollkommen zweifellosen Ueberresten sich kundgibt, ja wo dasselbe, namentlich auf ausseralpinen Gebieten, in der Silur- und Kohlenformation sogar einen ganz ausserordentlichen Reichthum an Thierformen, und was das Pflanzenleben betrifft, eine Productivität entwickelt, welche selbst jene der vegetationsreichsten Tropenlandschaften der Gegenwart weit überflügelt. Sind ja aus der Silurformation allein schon über 10.000 Arten von Meeresthieren verschiedener Ordnungen bekannt geworden, während in den Steinkohlenlagern ein Pflanzenmaterial aufgespeichert liegt, wie es nur in einer Reihe von Jahrhunderttausenden sich zu entwickeln vermochte.

Mit weiteren Anführungen über die Gebilde der paläozoischen Zeit sollen Sie, hochgeehrte Anwesende, schon deshalb nicht behelligt werden, weil die hierher gehörigen Schichtenreihen, so mächtig sie auch hie und da in dem Baue der Alpen auftreten, hier dennoch keine hervorragende Rolle spielen, indem ihr Vorkommen meist auf die Fussgestelle der Berge, überhaupt auf die tieferen Theile der grossen Längsthalfurchen beschränkt bleibt. Nur so viel sei noch erwähnt, dass, während einerseits manche petrefactenführenden Schichtenreihen in ihren Gesteinen eine ähnliche krystallinische Textur zeigen, wie die obersten Gebilde der Primärformation, also eine Textur, welche die Massen hier nur in Folge hohen Druckes allgemach angenommen haben konnten, anderer-

seits sich wieder mächtige Sandstein- und Conglomeratlager vorfinden, welche, von der festen Gesteinsform abgesehen, die grösste Analogie mit den Sand- und Geröllablagerungen der jetzigen Stromgerinne zeigen.

Mehrfache Formationsglieder, mit welchen die dem paläozoischen System folgende mesozoische Formationsgruppe beginnt, überspringend, gehe ich gleich zu den Kalkgebilden der letztgenannten Periode über, die in den Alpen eine so imposante Entwicklung erreicht haben, wie kaum in einem zweiten Gebirgssysteme der Erde.

Die hier aufgehangene Reihe von Bildern aus dem Dachsteingebiete, dann aus den Südtiroler Kalk- und Dolomitalpen zeigt Ihnen die Form des Auftretens von hochalpinen Kalken und Dolomiten, der triasischen und rhätischen Formation, welche beide Hauptglieder des mesozoischen Systemes bilden.

Sie erhalten in diesen Bildern einen wenigstens annähernden Begriff von der Mächtigkeit eines Schichtencomplexes, welcher ganz und gar als das Product von Ablagerungen in einem mehr oder weniger tiefen Meere, denen sich keinerlei bemerkbarer Absatz von Landgewässern beimengte, angesehen werden darf. So zeigt beispielweise der Südabsturz der drei Hauptgipfel des Dachsteinmassivs eine Wand von nahezu 800 M. Höhe, deren steil aufgerichtete Schichten durch ihr vollkommen gleichartiges Aussehen auf den ersten Blick als einem und demselben Formationsgliede der rhätischen Formation, dem sogenannten Dachsteinkalke an-

gehörig, sich kennzeichnen. Derselbe Dachsteinkalk lässt sich über das ganze Dachsteinplateau hin verfolgen, und hier in seiner Beschaffenheit um so eingehender studieren, als in Folge der einseitigen Hebung der Schichten, und ebenso der kärglichen, ja auf weite Strecken hin sogar völlig mangelnden Pflanzendecke ein grosser Theil des ganzen Complexes gut überblickt werden kann. Da sieht man denn bald in dieser, bald in jener der übereinander lagernden Schichten, hier vereinzelt, dort in grosser Zahl mehr oder minder deutliche Reste verschiedener Conchylien eingeschlossen, unter denen die sogenannte Dachsteinbivalve, eine im grössten Durchmesser 10—25 Cm. grosse Meeresmuschel, am häufigsten vertreten ist. Durchschnitte dieses Conchyls finden sich auf manchen Felsplatten so dicht gesäet, dass sie durch ihre Grösse und ihre mehr oder minder herzförmige Form selbst dem Laien auffallen müssen. Ausserdem zeigt sich bei gut geführten Schnitten und künstlichen Anschliffen an Gesteinshandstücken, öfter auch in stark abgewitterten Fragmenten, dass grosse Partien dieses Dachsteinkalkes derart mit organischen Formen erfüllt sind, dass man annehmen muss, die weitaus grössere Masse des Gesteines habe ursprünglich aus den kalkigen Körpertheilen kleiner und kleinster Seethiere bestanden.

Eine Art thierischer Organismen muss ich hier besonders erwähnen, die in eminenten Weise bei dem Aufbau nicht nur mancher mächtiger, dem Dachsteinkalke zuzuzählender Massen, sondern auch anderer theils noch älterer, theils verschiedener jüngerer Kalkgebilde

der Alpen mitgewirkt haben; es sind diess Organismen, die auch noch gegenwärtig in den unter Wasser liegenden Riffen der tropischen und subtropischen Meere eine grossartige aufbauende Thätigkeit bekunden, nämlich die Korallen, welche in mannigfachen Formen bald nur ganz vereinzelt, bald häufig in einer Reihe von Schichten auftreten, bald ganze mächtige Complexe derselben fast ausschliesslich erfüllen.

Als eines der gewaltigsten Korallenriffe der mesozoischen Periode, ist der schon wiederholt erwähnte Gosauer Kamm, welchem auch die Donnerkögel angehören, zu bezeichnen. Von welchem Punkte immer der Wanderer sich dem nordostwärts gekehrten Absturze dieses so furchtbar zerklüfteten Zackengrates nähert, oder über die weniger schroffe Südwestabdachung einen der erreichbaren Gipfel besteigt, überall erscheint die durchaus stark abgewitterte Oberfläche sowohl der zahllosen Schuttstücke, wie auch des anstehenden Gesteins ganz überdeckt von den erhöhten Zeichnungen der mannigfachen, die Masse erfüllenden kleinen und grossen Korallenreste. Dazwischen gewahrt man wohl auch hie und da die Spuren einer kleinen Meeresconchylië. Hier muss man wohl staunend fragen, welche riesige Summe von thierischer Thätigkeit, und welche ungeheuren Zeiträume mochten wohl erforderlich gewesen sein, dieses 600—800 M. mächtige Korallenriff, welches überdiess, nach der ganzen Gestaltung zu schliessen, nur ein relativ kleiner Rest des ursprünglich vorhandenen Baues sein dürfte, aus dem Schoosse des Meeres aufzuthürmen!

Ohne die noch nachfolgende Reihe von Formationen, die an dem Aufbaue der Alpen ebenfalls einen mehr oder minder hervorragenden Antheil genommen haben, weiter zu erwähnen, will ich nun ganz kurz die Frage berühren, inwieweit die unser Hochgebirge constituirenden Felsmassen im Laufe der Zeiten aus ihrer ursprünglichen Lage wohl gebracht worden sein mögen.

Betrachten wir zunächst die Schichtensysteme des sogenannten Urgebirges, so sehen wir hier, wie schon früher bemerkt wurde, die Schichten fast regelmässig sehr steil, ja oft derart senkrecht aufgerichtet, mitunter sogar derart umgelegt, dass jüngere Schichten unten, ältere oben zu liegen kommen. Aehnliches lässt sich auch in den Kalkalpenmassen beobachten, wo innerhalb kleiner Strecken, nicht nur in horizontaler, sondern auch in vertikaler Richtung, sowohl das Streichen als auch das Fallen der Schichten einen wiederholten Wechsel zeigen.

Dass in dem Wiener Sandstein die grossartigsten Verschiebungen und Faltungen der Schichten vorkommen, wurde ebenfalls schon angedeutet. Selbst noch jüngere Gebilde der Tertiärperiode, wie z. B. die Schweizer Nagelfluh, lassen mitunter Schichtenneigungen wahrnehmen, aus denen auf eine mehr oder minder bedeutende Dislocation der Massen geschlossen werden muss.

Besonders kennzeichnend sind die Niveauverhältnisse, unter welchen Reste von Meeresbewohnern früherer Perioden vorkommen. Wir finden z. B. in den

obersten Schichten des hohen Dachsteins, also in einer Höhe von fast 3000 M. über dem jetzigen Meeresspiegel, einzelne Versteinerungen von Seeconchylien der rhätischen Formation; ja noch auffälliger mag das Auftreten von Numuliten auf den 3200 M. hohen Diablerets im oberen Rhonethale erscheinen, wo ein ziemlich mächtiges System von ganz mit den genannten marinen Foraminiferen erfüllten Kalkschichten den obersten Theil des Kammes einnimmt.

Wenn wir die höchst wechselvollen Verhältnisse der Schichtenlagerung innerhalb der Alpen in ein Gesamtbild zusammenzufassen versuchen, so ergibt sich, dass innerhalb des Alpenbaues Hebungen und Senkungen in vertikaler Richtung, in Verbindung mit seitlichen Verschiebungen von bald grösserer, bald geringerer Intensität zu öfteren Malen stattgefunden haben, dass dieselben möglicher Weise schon während der Bildung des Urgebirges begannen und sich bis in die Tertiärzeit fortsetzten, ja damals sogar örtlich mit ungeheurer Intensität sich geltend machten, wie diess wenigstens aus dem Vorkommen des tertiären Numulitenkalkes auf den Diablerets geschlossen werden muss.

Neben den die ganze Masse eines weiteren Raumes erfassenden Dislocationen lassen sich aber auch innerhalb der einzelnen Theile eines Gebirges an den oft zahllos vorkommenden localen Verwerfungen, Spalten-, Höhlen- und Rutschflächenbildungen, vom Grossen bis in's Kleinste gehende Verschiebungen der Massen erkennen. Viele der erwähnten Höhlungen und Klüfte sind durch spätere

Bildungen verschiedener krystallisirter Mineralien oder Erze theilweise oder ganz ausgefüllt, ältere derartige Spaltenbildungen mit ihren Einschlüssen häufig von jüngeren, ebenfalls wieder ausgefüllten Spalten gekreuzt worden. Die für den Bergmann so wichtigen Erzgänge beruhen auf derartigen Vorkommnissen.

Was an den Gängen im Grossen, zeigt sich an unzähligen Handstücken der Gesteine verschiedener Formationen im Kleinen. Viele Marmore verdanken den Reichthum ihrer Zeichnung dem nach den verschiedensten Richtungen sie durchsetzenden, auf Verschiebung, Zerklüftung und Wiederausfüllung durch Neubildungen beruhenden Geäder, eben so sind an grösseren Versteinerungen, namentlich an Ammoniten mehrfache Brüche und nachträgliche Kittungen durch Kalkspath häufig genug wahrzunehmen; mit einem Worte, die ganze Masse der Alpen, vom Grössten bis zum Kleinsten, trägt die unverkennbaren Anzeichen von oft wiederholten Bewegungen und Raumveränderungen in verschiedenen Perioden an sich, Bewegungen und Raumveränderungen, welche selbst jetzt noch nicht vollständig abgeschlossen sind, wenn es auch sicher ist, dass dieselben im Laufe der Zeiten immer mehr an Intensität verloren haben.

In welchem Verhältnisse stehen nun aber jene mannigfachen Dislocationen, die nicht nur in verticalen Erhebungen ganzer mächtiger Schichtencomplexe aus tiefem Meeresgrunde zu Höhen von mehreren tausend Meter, sondern auch in theilweise nach noch bedeutend

grösseren Dimensionen stattgehabten seitlichen Verschiebungen und mannigfachen Faltungen zum Ausdruck gelangt sind, zu jenen Factoren, denen sie zunächst zugeschrieben werden können? Welche Kraft, oder welche Kräfte haben wir uns wohl zu denken, die ausreichen mochten, so gigantische Massen, wie sie uns in den Alpen vor Augen treten, aus dem Schoosse des Meeres bis in die Region der Wolken emporzudrängen?

Wir wollen hier nochmals den Weg der Uebertragung auf ein für uns leicht übersehbares Maass einschlagen. Stellen Sie sich vor, es bestünde die Aufgabe, einen Globus anzufertigen, auf welchem die Alpen in richtigem, d. h. in nicht überhöhtem Maassstabe derart auszuführen wären, dass unser Grossglockner mit einer Höhe von $1\frac{1}{2}$ Zoll oder $3\frac{3}{4}$ Cm. über die den Meeresspiegel repräsentirende Kugelfläche des Globus aufzuragen hätte. Wie gross müsste dann wohl der Durchmesser dieses Globus sein, und welche Breite würden die Alpen auf demselben einnehmen? Nun, dieser Globus würde schon ziemlich gross ausfallen, so gross, dass man in Verlegenheit käme, ihn unter Dach zu bringen; denn sein Durchmesser müsste genau der Höhe unseres Stefansthurmes entsprechen, während die Breite des Alpenzuges $1\frac{1}{2}$ bis 3 Meter zu erhalten hätte. Wie klein erscheinen nun da die grössten Erhebungen des Alpengerüstes im Ver gleiche zur Breite des ganzen Zuges, und wie flach abgewölbt und niedrig der ganze Gebirgswall, wenn wir uns alle Vertiefungen desselben bis zur Höhe der Gipfel mit den gleichen Felsgebilden ausgefüllt denken!

Wenn wir die eben angeführten räumlichen Verhältnisse uns gegenwärtig halten, so wird es nicht mehr schwer fallen, solche schon durch die fortschreitende Abkühlung und Zusammenziehung des Erdinnern allein bedingte Vorgänge uns zu denken, welche im Stande waren, selbst noch viel bedeutendere Ortsveränderungen der Massen, wie sie sich in dem Alpengebäude kundgeben, zu bewirken, Ortsveränderungen, die sich, wie schon gesagt wurde, eben sowohl in seitlichen Verschiebungen, Pressungen und Faltungen, als in verticalen Hebungen und Senkungen äussern mussten.

Es liegt aber auch der Schluss nahe, dass die angedeuteten Vorgänge, da ja die Abkühlung des Erdinnern noch fort dauert, keineswegs schon vollständig abgeschlossen sind, wenn sie auch bei der schon bedeutenden Consolidirung der starren Erdkruste in Zukunft nur durch weniger energische Dislocationen und Erschütterungen sich kundgeben mögen.

Und nun noch die Frage, wie viel ist von dem ursprünglichen Baue der Alpen wohl noch vorhanden?

Wenn wir die jetzigen Gestaltungen der Bergmassen und ihre innere Structur, die Beziehungen ihrer Schichten zu einander, ferner die Zahl und die Dimensionen aller grossen und kleinen Thäler, welche das ganze System nach allen Richtungen durchfurchen, genauer überblicken, so muss sich uns wohl die Ueberzeugung aufdrängen, dass das, was wir gegenwärtig von den Alpen sehen, nur Ruinen eines gewaltigen Baues sind, an

dessen Zustandekommen die verschiedensten Kräfte durch Millionen und Millionen von Jahren betheiligte waren, an welchem aber ebenso die Mächte der Zerstörung ihre Thätigkeit schon durch undenkliche Zeiten geübt haben.

Wie der kundige Architekt im Stande ist, aus wüst durcheinander geworfenen Trümmern eines einst bestandenen Baues den letzteren selbst zu reconstruiren, so vermag auch der Geologe aus den Verhältnissen der Schichtung und der die verschiedenen Gesteinslagen erfüllenden organischen Reste, nebenbei aber auch noch aus mancherlei anderen ihn sicher leitenden Anzeichen den ursprünglichen Alpenbau, wenigstens nach dessen Hauptumrissen, sich zu vergegenwärtigen. Wenn er auf den Kämmen des Urgebirges hie und da vereinzelte Massen sedimentärer Kalke gleich riesigen Schollen aufsteigen sieht, deren deutliche Schichtung nach ihrem Streichen und Fallen in keinerlei Art mit den unterlagernden Urschieferstraten übereinstimmt, so wird er nothwendig annehmen müssen, dass diese Kalkschollen, welche mitunter sehr ansehnliche Gipfel bilden, als die letzten Ueberreste einer die Urgebirgsmassen vordem in weiter Ausdehnung zusammenhängend bedeckenden Kalkformation zu betrachten sind. Oder wenn er aus dem Rücken eines grossen Kalkstockes, wie etwa dem Dachsteingebirge noch 300—700 M. hohe Spitzen und Wände schroff emporwachsen sieht, in denen trotz des bedeutenden gegenseitigen Abstandes sich der ursprüngliche Zusammenhang aus der Beschaffenheit der Schichten ganz

sicher nachweisen lässt; ja noch mehr, wenn er in den unscheinbaren nesterförmigen Ansammlungen kleiner Urgesteinsgerölle, wie man sie sonst als Bestandtheile mancher grobkörniger Sandsteine aus der obersten Reihe der mesozoischen Gebilde kennt, die einstige Anwesenheit einer derartigen Formation hoch über den noch jetzt vorhandenen Kalkmassen angedeutet sieht, dann wird er kaum mehr zweifeln, dass derartige Kalkstöcke im Laufe der Zeiten einen durchschnittlichen Abtrag von vielen hundert Metern Höhe durch die Thätigkeit der erodirenden Kräfte erlitten haben mussten.

Zum Schlusse wollen wir aber auch noch die Frage nicht unberührt lassen, welche Zeit wohl erforderlich gewesen sein mochte, um unseren Planeten von seinem ersten selbstständigen Auftreten im Weltraum an, allgemach zu dem zu machen, was er gegenwärtig ist, zu einem für Wesen unserer Art bewohnbaren Heim.

Nun in Bezug auf diese Frage müssen wir uns leider vorläufig noch mit höchst schwankenden hypothetischen Daten begnügen. Von dem kindlichen Glauben an die bewussten sechs Jahrtausende ist man nach der ersten Kenntnissnahme der verschiedenen Schichten der Erdrinde auf eben so viele Jahrhunderttausende übergegangen. Mit diesem geologischen Minimal-Zeitmaasse mochte man sich im Nothfall so lange behelfen, als für die Erklärung der Verschiedenheit der übereinander lagernden Formationen und ihrer organischen Einschlüsse zeitweilig eintretende, gewaltige Katastrophen in's Treffen geführt werden konnten. Als jedoch von Seite der Geologen und

Paläontologen ein immer eingehenderes Studium der Vorkommnisse in den verschiedenen Formationsgliedern Platz griff, als auch den Wirkungen der mannigfachen physischen Thätigkeiten auf die Oberflächengestaltung des Terrains und seiner einzelnen Theile bis in's Kleinste eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt wurde, da kam die Erkenntniss immer mehr zum Durchbruche, dass jene von Zeit zu Zeit urplötzlich, gleich Erdbeben eintretenden, vehementen Katastrophen unhaltbar seien, und dass man für die Entstehung all' der zahllos mannigfaltigen Gebilde, welche an der Constatuirung der zahllosen Schichten der Erdrinde Theil haben, und ebenso für die verschiedenartigen Dislocationen der Schichtencomplexe nach horizontaler und verticaler Richtung, endlich auch für die grossartigen Wirkungen der Erosion keine anderen, als die zum grossen Theile selbst noch unter unseren Augen thätigen Factoren heranziehen dürfe, wenn auch die Intensität ihrer Leistungsfähigkeit, wie die Intensität jeder fortgesetzt thätigen Kraft überhaupt, im Laufe der Zeiten sich allgemach mehr und mehr abgeschwächt hat.

Damit parallel musste auch die Ansicht von dem Untergehen ganzer Faunen und Floren bei jeder grösseren Katastrophe und die Schöpfung neuer Formenkreise nach derselben endgiltig aufgegeben werden, und an ihre Stelle die Idee einer schrittweisen, ununterbrochenen Entwicklung von niedrigeren zu höheren, von numerisch beschränkten zu immer zahl- und formenreicheren Thier- und Pflanzengestaltungen treten.

Diess konnte jedoch nicht geschehen, ohne dass man für einen derart ruhig fortschreitenden Entwicklungsprocess der unorganischen und organischen Gestaltungen immer grössere Zeiträume in Anspruch nahm. Die ursprünglichen wenigen Jahrtausende wuchsen allgemach zu hunderten, ja tausenden von Millionen Jahren an, so dass es fast den Anschein gewann, als wäre der Begriff dessen, was eine Million Jahre eigentlich bedeutet, in dem Vorstellungsvermögen der Menschen allgemach unter das richtige Maass zusammengeschrumpft.

Uebrigens zeigt die sehr geringe Uebereinstimmung in den Ansichten über die Dauer der geologischen Perioden am besten, dass man sich hier noch auf einem äusserst unsicheren Boden befinde. Während beispielweise in einer populären Schöpfungsgeschichte der Erde des Versuches von Dr. Klein gedacht wird, das Alter der Erde aus der Verlangsamung der Rotationsgeschwindigkeit zu bestimmen, und das nach dieser Methode gefundene Resultat von nicht weniger als 2000 Millionen Jahren für die Zeit seit Bildung der festen Erdkruste dem Verfasser des angedeuteten Werkes mit Rücksicht auf die Mächtigkeit der geschichteten Ablagerungen nicht zu hoch gegriffen erscheint, hat William Thomson die Lösung derselben Frage auf einem dreifachen Wege durch Rechnung zu finden sich bemüht, indem er zunächst die Verhältnisse der inneren Wärme unseres Planeten, dann die Verzögerung der Rotation durch die Fluth, und endlich die Temperatur der Sonne in den mathematischen Calcul einbezog. Merkwürdig ist, dass der genannte

Gelehrte auf diesen drei verschiedenen Wegen zu einem fast gleichen Resultate gelangte, aber zu einem Resultate, welches von dem ersterwähnten um mehr als das Hundertfache abweicht. Thomson hat nämlich gefunden, dass für die sämmtlichen Veränderungen, welche auf der Erdoberfläche seit dem ersten Auftreten organischer Wesen überhaupt, also seit dem Beginn der paläozoischen Periode stattgefunden haben, ein grösserer Zeitraum als der von 10, höchstens 15 Millionen Jahren nicht eingeräumt werden kann.

Wenn wir nun die Resultate der beiden Gelehrten — hier 10—15 Millionen, dort 2000 Millionen Jahre — einander entgegenstellen, so werden wir nicht umhin können, überhaupt Alles, was die geologische Chronologie betrifft, mit Bedacht und Vorsicht aufzunehmen.

Es darf nicht übersehen werden, dass die gesammte Summe solcher wissenschaftlich gewissenhafter Detailbeobachtungen in der Natur, auf welche sich halbwegs sichere Schlüsse über das Maass geologischer Wirkungen innerhalb einer gegebenen Zeit ziehen lassen, noch eine viel zu geringe ist, um bei den Schätzungen über die Dauer vergangener Perioden mit genügender Verlässlichkeit verwerthet werden zu können. Noch haben wir lange nicht all' die mannigfachen Schriftzeichen der Erdgeschichte richtig deuten gelernt, welche die Natur in die zahllosen Felsblätter der Erdrinde und auf die Oberfläche der letzteren verzeichnet hat.

Zur richtigen Erkenntniss der Erscheinungen auf geologischem Gebiete, führen theilweise nur sehr weite

Umwege, die manchen naturforschenden Heisssporn viel zu ermüdend scheinen mögen, als dass er es nicht vorzöge, auf das fern liegende Ziel geradeaus loszustürmen, unbekümmert, ob der eingeschlagene Pfad nicht zuletzt in Sumpf oder Sand verläuft.

Nur stetes, geduldiges Forschen und Beobachten wird das Gebiet voreiliger Schlüsse und schwankender Hypothesen mehr und mehr einengen, und das Dunkel lichten, welches derzeit noch über weiten Gebieten der Erdgeschichte lagert.

So viel aber müssen wir schon jetzt dankbar anerkennen, dass durch die Errungenschaften der geologischen Forschungen dem menschlichen Geiste der Ausblick in die Unendlichkeit der Zeit ebenso erschlossen worden ist, wie ihm durch die Astronomie der Begriff der Unendlichkeit des Raumes zugänglich wurde.

Mag es auch immerhin dem Laien schwer fallen, sich mit dem Gedanken vertraut zu machen, dass der im schrankenlosen Weltall zum Punkte zusammenschrumpfende Körper, den man Erde nennt, eine nach Reihen von Millionen Jahren zählende Geschichte seiner Entwicklung zu verzeichnen hat, so wird sich bei demselben die Fähigkeit des Erfassens in dem Grade steigern, je mehr und öfter er es versucht, die tausend und tausend Hieroglyphen im grossen Buche der Natur, das überall vor seinen Augen aufgeschlagen ist, zu entziffern; wenn er es sich angelegen sein lässt, in den heiteren Landschaften des Thales, wie in den Fels- und Schneewüsten des Hochgebirges nicht bloss dem ästhe-

tischen Genüsse und dem Marschsport nachzugehen, sondern auch den Blick stets offen zu halten für all' das Detail jener Erscheinungen, die einen sichtbaren Ausdruck der mannigfachen Kräfte und Thätigkeiten im grossen Erdorganismus bilden.
