E-lib.ch
Elektronische Bibliothek Schweiz
Bibliothèque électronique suisse
Swiss electronic library

e-rara.ch

Was ist und will Geologie, ihr Ziel, ihre Forschungsart und ihre Resultate

Heim, Albert

Zürich, 1872

Zentralbibliothek Zürich

Signatur: A 8'o 1872/4

Persistenter Link: http://dx.doi.org/10.3931/e-rara-27336

e-rara.ch
Das Projekt e-rara.ch wird im Rahmen des Innovations- und Kooperationsprojektes „E-lib.ch: Elektronische Bibliothek Schweiz“ durchgeführt. Es wird von der Schweizerischen Universitätskonferenz (SUK) und vom ETH-Rat gefördert.

e-rara.ch is a national collaborative project forming part of the Swiss innovation and cooperation programme E-lib.ch: Swiss Electronic library. It is sponsored by the Swiss University Conference (SUC) and the ETH Board.

www.e-rara.ch

Nutzungsbedingungen
Dieses PDF-Dokument steht für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Es kann als Datei oder Ausdruck zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Terms and conditions
This PDF file is freely available for non-commercial use in teaching, research and for private purposes. It may be passed to other persons together with these terms and conditions and the proper indication of origin.

Visual Library

R 1872 8°

Was ist und will Geologie,

ihr Ziel, ihre Forschungsart und ihre Resultate.

Vortrag

gehalten

den 8. Februar 1872 auf dem Rathhaus in Zürich und
den 27. Februar im Museumssaal in St. Gallen.

Von

Albert Heim,

Privatdocent der Geologie am eidgenössischen Polytechnicum und an der Universität in Zürich.

BIBLIOTHEK
DES SCHWEIZER ALPEN-CLUB

ZÜRICH.
Schabelitz'sche Buchhandlung.
(Cäsar Schmidt.)
1872.

A 8° 1872 : 4

Was ist und will Geologie,

ihr Ziel, ihre Forschungsart und ihre Resultate.

Vortrag

gehalten

den 8. Februar 1872 auf dem Rathhaus in Zürich und
den 27. Februar im Museumssaal in St. Gallen.

Von

Albert Heim,

Privatdocent der Geologie am eidgenössischen Polytechnicum und an der Universität in Zürich.

BIBLIOTHEK
DES SCHWEIZER ALPEN-CLUB

ZÜRICH.
Schabelitz'sche Buchhandlung.
(Cäsar Schmidt.)
1872.

A 4 G Vg

Buchdruckerei von J. Herzog in Zürich.

Was ist und will Geologie?

Es gab eine Zeit, da die Wissenschaft zu aristokratisch war, den Laien zu sagen, was sie thue; sie umhüllte sich mit dem Schleier des Geheimnisses, das nur für die Auserwählten ist, sie hütete nur die goldenen Barren der Erkenntniss, anstatt sie zu nützen, und was man den wissenschaftlichen Anstalten an Beiträgen gab, das war für die Menschheit ein todtes Capital. Aber der Nimbus, der die Auserwählten umgab, sank endlich immer vollständiger. Die gleiche sociale Frage, die jetzt gegenüber andern Zuständen Wellen wirft, trat an die Wissenschaft schon in vergangenen Jahrhunderten mit Macht heran, und hat sich schon damals in der schönsten Weise, freilich grössten Theils unbewusst abgewickelt und endgültig gelöst. Denn seit damals sah die Wissenschaft ein, was jetzt so Vielen aus den sogenannten höheren Ständen, die sich ausserhalb des Zusammenhangs mit der übrigen Menschheit träumen, einzusehen von Noth wäre, sie sah ein, dass jeder für seine Handlungen der ganzen Menschheit verantwortlich ist, und im Verhältniss der empfangenen materiellen und geistigen Talente zu leisten hat. Sie sah ein, dass sie nur Zinsen von der Menschheit verlangen dürfe, wenn sie dafür Allen die Thore der Erkenntniss öffne und hinaustrete ins allgemeine geistige Leben, ins praktische Leben, in die Technik,

und ihr höchstes Ziel darein setze, bessere Zustände in der Menschheit selbst erringen zu helfen. Frisch verjüngte und belebte sie die grosse Idee, dass die Wahrheit für Alle ist.

Heutzutage ist, ausser etwa religiösem Fanatismus, in der civilisirten Welt in allen noch so verschieden denkenden und hoffenden Gruppen der Bevölkerung nichts mehr im Stande, Zweifel an der Nothwendigkeit der gesammten Wissenschaft zu erwecken. Was sie schon geleistet hat, ist zu mächtig umgestaltend gewesen, als dass ein nicht Blinder es übersehen könnte. Und einer der grössten Geschichtsforscher der Neuzeit, Thomas Buckle, kommt mit hinreissender Klarheit der Beweisführung zu dem Schlusse, dass im Grossen die ganze Geschichte der Völker nicht von den Staatsmännern, sondern von der Wissenschaft, ihren Entdeckungen und besonders ihrer Verbreitung geleitet wird.

Allein über jüngere Zweige der Wissenschaft, wie z. B. über Geologie, die noch nicht allzuviel Anknüpfungspunkte mit dem praktischen Leben gewinnen konnten, hört man von den Gleichen, die die Wissenschaft im Allgemeinen anerkennen, oft allerlei zweideutige Urtheile. Da sagt Jemand: „Ein Geolog ist kein Mensch mehr, der hat mit nichts als mit Steinen zu thun.“ — Jemand anders meint: „Das könnte einem doch ganz gleichgültig sein, ob eine Schnecke, die man versteinert im Felsen findet, eine oder zwei Rippen mehr oder weniger auf ihrer Schale besitze.“ Und noch häufiger hört man sagen: „Wozu nützt das auch?“

Solcher Gedanken kann sich oft derjenige nicht erwehren, der nur aus der Ferne dem Treiben der Geologen zusieht, und die Geologen haben kein Recht, darob

unwillig zu werden; wol aber haben sie die Pflicht, den Menschen gegenüber, die ihr ferner stehen und deswegen an dem Rechte ihres Daseins zweifeln mögen, eine Art Rechenschaft abzulegen, ihnen zu sagen, was sie schon erreicht haben, was sie eigentlich wollen und anstreben. Fragen, wie die erwähnten, sind mir so oft schon zu Ohren gekommen und haben mich bestimmt, nicht einen einzelnen Gegenstand aus der Geologie Ihnen vorzuführen, sondern Ihnen an Beispielen zu zeigen, wie all das kleinlich erscheinende Arbeiten an einzelnen Steinen die Tröpfchen liefert, aus denen ein mächtiger Strom der Erkenntniss mit einheitlichem Laufe sich zusammensetzt.

Ich bitte Sie, mir in Gedanken auf einer kleinen Reise in unsere nächsten Umgebungen zu folgen.

Wir wollen auf den Uetliberg, aber nicht den allernächsten Weg. Bei der Gasfabrik Enge kommen wir zur Sihl und gehen nun am Nordostufer derselben aufwärts. Am Grunde des Flusses und an den Ufern sehen wir eine Menge von abgerundeten Gesteinsstücken aller Grössen, von Kopfgrösse bis zum feinen Sandkorn. Wenn, seitdem wir das letzte Mal dort waren, die Sihl durch starke Regengüsse einmal stark anschwoll, finden wir die einzelnen Steine, die wir uns vielleicht gemerkt hatten, nicht mehr an ihrer Stelle, dafür aber andere, und das Wasser läuft nicht mehr an derselben Stelle, wo das letzte Mal. Der Fluss hat also Steine weggerissen und neue hingerollt: Der Fluss führt Geschiebe mit sich. Die Sihlgeschiebe bestehen aus Steinarten, die wir nur zum kleinsten Theil in der Nähe als feste, das Gebirge zusammensetzende Felsmassen antreffen, zum grösseren erst so im Hintergrunde des Sihlthales, in den Bergen des Cantons Schwyz. Die Sihl muss sie also von dorther gebracht haben.

Wir gehen nun weiter und kommen zur „Allmend". Da wird das Thal breiter, der Hügelzug auf der Nordostseite tritt zurück, eine schöne Ebene liegt vor uns. Zu militärischen Zwecken sind hier Gräben gezogen worden, welche zeigen, dass der Allmendboden zusammengesetzt ist aus lauter Sand und Kies, genau von der Art wie das Material, das die Sihl mit sich führt, und in gleicher Weise in einzelne Bänke mehr oder weniger regelmässig geschichtet. Die Sihl hat die Kiesmassen der Allmend hergebracht und abgelagert; das müssen wir nothwendig aus unserer Beobachtung schliessen. Unser Fluss ist also nicht immer gelaufen, wo er jetzt läuft. Er muss nach und nach schon alle Stellen der Allmend überströmt haben.

Nun steigen wir zum Uetli. Bis an den obersten Kopf besteht er aus einem Sand, wie Flüsse und Bäche ihn mit sich führen, der aber zu Sandstein mehr oder weniger fest zusammengebacken ist.

Der obere Kopf besteht wieder aus in Bänke geschichtetem gröberem Kies, der sich durch nichts von den Geschiebsablagerungen der Flüsse unterscheiden lässt, als dadurch, dass der Kies zu einer zusammenhängenden Masse ziemlich fest verbunden ist. Je genauer man die Formen und Steinarten, der diese „Nagelfluh", wie man sie nennt, zusammensetzenden Geschiebe studirt, desto unwiderstehlicher wird man zum Schlusse geführt, dass Flüsse das Gipfelgestein des Uetliberges abgelagert haben. Damit das geschehen konnte, musste aber, was jetzt der Gipfel des Uetliberges ist, einst ein Stück Thalsohle gewesen sein!

Aus einem ähnlichen, noch fester aus Flussgeröllen zusammengebackenen Fels bestehen von unten bis oben

der Rigi, Rossberg, Speer und andere. Ihre zusammengebackenen Geschiebsbänke sind schief aufgerichtet. Wir können vom Vierwaldstättersee aus leicht verfolgen, wie eine einzelne Bank, die unten bei Vitznau beginnt, nun in gerader Linie zum Rigi-Kaltbad aufsteigt. Noch viel steiler stehen die Schichten am Speer. Flüsse können in ihren Thalerweiterungen und in ihren Mündungen die Geschiebe im Grossen immer nur in horizontalen Schichten ablegen. Die Allmendgeschiebe sind wagrecht geschichtet, der Gipfel des Uetliberges auch: also müssen nothwendig die Nagelfluhschichten des Rigi und Speer schief aufgerichtet worden sein, erst *nachdem* Flüsse in ihren Thalerweiterungen oder in Seen sie einst horizontal abgelagert hatten. Der Schluss ist so klar und einfach, dass wir gar nicht an seiner Richtigkeit zweifeln können.

Sind wir in die Berge gekommen, so wollen wir uns gleich da noch etwas umsehen. Wir wollen den Säntis, den Glärnisch, den Bifertenstock, den Tödi, die Clariden oder das Scheerhorn ersteigen. Da finden wir im Gestein eine Menge von sonderbaren Formen, die wir bald erkennen als die Reste der Schalen von Meerthieren, Meermuscheln und Meerschnecken. Und das Gipfelgestein mancher dieser Schneeberge ist durch und durch dicht erfüllt mit solchen „Versteinerungen". Wem das zu mühsam ist, der kann's bequemer haben. Die gleichen Meerthiere z. B., die wir auf dem Gipfel des Bifertenstockes, der Clariden etc. finden, treffen wir auch an manchen Orten im Thal, so in der Umgebung von Schwyz, bei Weesen, oder — bei Paris, in Egypten.

Aus solchen Beobachtungen müssen wir schliessen, — wir entgehen der Nothwendigkeit nicht, — dass die mächtigen Berge nicht von Anfang an dagewesen sind, sondern

dass, was jetzt 10,000 und 12,000 Fuss über der Meeresfläche, und 20, 50 und selbst 100 Meilen weit von der Küste landeinwärts liegt, einst unter Meer gestanden hat; dass also die Vertheilung von Land und Meer nicht ewig die gleiche gewesen ist, und unsere Landkarten nur für unsere Zeit gelten.

Solche Spuren gewaltiger Veränderungen finden wir aber nicht allein in Beziehung auf die unorganische Erdoberfläche, sondern auch auf das organische Leben auf derselben. Versteinerungen führende Schichten zeigen uns die Reste von Thieren oder Pflanzen, die jetzt nicht mehr lebend getroffen werden. Die meisten Steinkohlen Deutschlands bestehen aus nach Torfart unter Wasser verkohlten und zusammengepressten Pflanzen hochtropischer Klimate. Also auch das Klima hat gewechselt.

Alles das beweist uns mit unumstösslicher Sicherheit, dass die Erde und ihre Bewohner nicht so wie sie jetzt sind, fertig, unmittelbar aus der Hand eines Schöpfers hervorgegangen sind, sondern dass sie, wie alle einzelnen Dinge und alle Gruppen und alle Gesammtheiten von Dingen, die wir überhaupt in der Welt kennen, eine Entwicklungsgeschichte gehabt hat.

Die Entwicklung einzelner Individuen, einzelner Völker, einzelner Erfindungen und Geistesrichtungen, einzelner Sprachen, nahm verhältnissmässig sehr kurze Zeiträume in Anspruch; die Entwicklungsgeschichte der Erde und ihrer Bewohner aber umfasst mächtige Zeiträume, sie reicht weit, weit über die Geschichte der Menschheit zurück, und nur ein verschwindend kleiner Theil derselben ist der directen Beobachtung zugänglich. *Die Entwicklungsgeschichte der Erde und ihrer Bewohner aufzuklären, das ist der Zweck der Geologie.*

Die Aufgabe ist hoch gegriffen, — wir sollen richtig wiedergeben, was vielleicht Millionen Jahre, bevor es Menschen gegeben hat, geschehen ist, — aber sie ist nicht unerreichbar. In sichern, wenn auch noch etwas rohen Umrissen liegen uns bereits eine Reihe jener umfassenden Wahrheiten vor, die tausend Einzelheiten in einem Gedanken wiedergeben, und diese ja sind vor Allem das Zeugniss, dass man auf richtiger Fährte ist.

Um Ihnen nun die Forschungsart der Geologie zu erläutern, um Ihnen zu zeigen, dass, wenn wir schon nicht dabei gewesen sind, wir doch mit Sicherheit wissen können, was früher geschehen ist, werde ich mich wesentlich an ein Beispiel anlehnen müssen. Die Auswahl ist indessen sehr gross und zu dem gleichen Gedankengang könnte man die Beispiele, an denen er klar gemacht werden kann, hundertfach variiren. Betrachten Sie also nicht die Beispiele, die ich Ihnen gebe, als die Hauptsache, sondern den daran erläuterten Gedankengang.

Gehen wir wieder auf die Beobachtung zurück, dass sich Meermuschelversteinerungen im Innern der Continente und auf hohen Bergen finden. Es muss diess die Wirkung davon sein, dass die Vertheilung von Land und Wasser früher eine andere war, dass sie sich geändert hat.

Aber, wie hat sie sich geändert? Hat sie sich plötzlich geändert? Genaueres Studium der Wirkungen wird genauer die Ursachen erkennen lassen. Wenn wir die Zusammensetzung der Gebirge untersuchen, so gewinnen wir eine Menge von Anhaltspunkten, von Beweisen, möcht' ich fast sagen, dafür, dass die Gebirge langsam, sehr langsam, und nicht ohne Stillstände und Unterbrüche, vielleicht mit zeitweise dazwischen fallenden Senkungen, sich gehoben haben müssen.

Aus den nicht mehr horizontalen Lagen der Felsschichten im Gebirge müssen wir schliessen, dass das Trockenlegen von früherem Meergrund seine Ursachen nicht in einem allmäligen Vertrocknen des Oceanes, sondern in wirklicher Erhebung gehabt habe. Dann werden jedenfalls die Erhebungen das Weltmeer eingeengt haben, und es musste an andern Küsten überschwemmend gegen das Land mehr und mehr eingedrungen sein. Es müssen also auch relativ zur Meeroberfläche Senkungen stattgefunden haben.

Diejenigen Korallen, welche ganze mächtige Riffe von Korallenbäumchen bauen, können nur in einer Tiefe von 100 bis 150 Fuss unter dem Meeresspiegel leben. Nach Darwins schönen Untersuchungen aber stürzen die Korallenriffe des stillen Oceans steil ab bis auf 3000 und mehr Fuss Tiefe unter den Seespiegel. Da drunten können sie nicht entstanden sein, der ganze Grund des stillen Oceans muss in jenen Gegenden einst etwa 3000 Fuss höher gelegen haben, und das Meer ein seichtes gewesen sein. Dann muss sich der Grund langsam gesenkt haben, die untern Korallenthiere starben langsam ab; aber oben bauten während dessen ihre Nachkommen weiter, gleich schnell wie der Grund sank. Nur so ist es möglich, dass sich 3000 Fuss hohe Korallenriffe haben bilden können.

In England finden sich Steinkohlenlager tief im Boden, 1300 Fuss tiefer als das Niveau des Meeres. Sie sind durch Verkohlen von Torfwäldern entstanden, die einst dort an der Oberfläche der Erde, also wenigstens 1300 Fuss höher gelebt haben.

Die Untersuchung der Korallenriffe des stillen Oceans und die Tiefe der Steinkohlenlager beweisen uns, dass

Vertheilung von Land und Meer wirklich, wie wir vermuthet haben, nicht nur durch mächtige Hebungen, sondern auch durch mächtige Senkungen sich geändert hat.

Aber — und das führt uns einen mächtigen Schritt weiter — nicht nur durch Schlüsse, die wir aus Beobachtungen ziehen, erhalten wir Kunde von den Vorgängen, welche geologische Veränderungen bewirkt haben, sondern wir können zum Theil diese Vorgänge gegenwärtig an der That ertappen, und werden vielleicht in Zukunft noch manche so zu erwischen lernen. Halten wir uns vorläufig wieder an unser Beispiel von der Veränderung der Formen der Meere und Continente.

Schon seit Jahrhunderten haben die Bewohner der baltischen Küsten von Schweden bemerkt, dass dort das Meer sich von der scandinavischen Halbinsel zurückziehe. Ebenso sicher constatirt ist, dass die norwegische Küste sich allmälig aus dem atlantischen Ocean hebt. Im Laufe der Zeit sind an diesen Orten eine Menge von Felsklippen aus dem Meer getreten, die früher nur in der Tiefe lagen. Orte, die einst an der Küste waren, finden wir jetzt bedeutend landeinwärts liegend. Eiserne Ringe, die an Felsklippen zum Anbinden der Schiffe befestigt worden waren, sind allmälig unvermerkt so hoch über die Wasserfläche getreten, dass man sie nicht mehr benutzen kann. Schiffshäfen sind in Gegenden, wo gar keine Versandung möglich ist, nach und nach für Schiffe grösseren Tiefgangs unbrauchbar geworden. Die Bewegung konnte an vielen Stellen bestimmt werden, und ergab sich zu einigen Zoll bis höchstens wenigen Fussen im Jahrhundert. Die stärkste Hebung am bottnischen Meerbusen beträgt 5 Fuss im Jahrhundert. Meist ist sie nur 1 bis $2^1/_2$ Fuss. Meerthierschalen aus der jüngsten geo-

logischen Periode, also aus nicht allzulang vergangenen Zeiten, finden sich jetzt an alten Strandlinien am Felsen sitzend bei 600 Fuss Höhe über dem Seespiegel, so z. B. in der Gegend von Hammerfest. Den Maassstab von 2 Fuss im Jahrhundert hierauf angewendet, ergibt sich immerhin eine Dauer der Hebung von 30,000 Jahren.

Umgekehrt sind in geschichtlicher Zeit viele Gegenden langsam gesunken. So sind die Pfähle, an denen ehemals die Europäer, welche West-Grönland bewohnten, ihre Schiffe befestigten, allmälig unter die Wasserfläche getaucht und an flachen Küstenstellen mussten die Küstenbewohner landeinwärts weichen. Alte Strassenpflaster in Venedig beweisen, dass seit dem 16. Jahrhundert die Inseln, auf denen Venedig erbaut worden, um drei Fuss gesunken sind. In ähnlicher Weise sinkt die dalmatisch-istrische Küste, so sinkt namentlich die norddeutsche Küste von Jütland bis Belgien. Die Zuidersee ist erst im 13. Jahrhundert eingebrochen und die friesischen Inseln, sowie die Inselgruppe Sylt bei Schleswig bezeichnen die früheren Küstenformen. 1240 durchbrach das Meer die Dünen und trennte die Insel Nordstrand von Schleswig ab, 1634 zerfiel sie in einzelne Inseln. Geht die See hoch, so steht das Wasser bei Vianen 17 Fuss höher als das Strassenpflaster von Amsterdam. Viele Sagen erzählen von versunkenen Dörfern. Nur die wahrhaft bewunderungswürdigen Arbeiten der Holländer sind im Stande, bis jetzt den Einbruch des Meeres über den grössten Theil des Landes zu verhindern.

In Verbindungen mit vulkanischen Erscheinungen sind in geschichtlicher Zeit sehr häufig rasche, aber nur kurz dauernde Hebungen und Senkungen oft um 6 Fuss in einem Tage vorgekommen. Aber diese sind mehr lokal

und die Bewegungen, wie gesagt, von kurzer Dauer. Bedenken wir indessen, wie zahlreich in fast allen Gegenden, die jetzt nicht mehr thätige Vulkane enthalten, sich doch Reste von erloschenen Vulkanen finden, und wie lange, lange Zeit es thätige Vulkane gegeben haben muss, so sehen wir ein, dass diese zahlreichen, lokalen, kurzen Hebungen und Senkungen sich im Ganzen doch mit der Zeit zu mächtigen Summen addirt haben werden.

An Küsten, wo die Meerfläche wie der Index an einem Messapparat, mit dem Finger immer auf gleiche Entfernung vom Erdmittelpunkt weist, sind solche Hebungen und Senkungen natürlich relativ leicht nachzuweisen, und schon sind mehr Küstenstriche bekannt, wo solche stattfinden, als wo Ruhe ist. In Binnenländern sind aber genaue, durch Jahrhunderte fortgesetzte Nivellements zu deren Nachweis nöthig und diese stehen uns noch nicht zu Gebote.

Mit diesen Beobachtungen der Veränderungen in der Gegenwart sind wir auf den für die geologische Forschung allerwichtigsten Satz gestossen: Auf das *Gesetz von den bestehenden und immer noch wirkenden Ursachen.*

In einer gewissen Zeit hatte man schon sichere Beweise für eine Menge grosser Veränderungen, welche die Erde erlitten haben musste, aber Beobachtungen über die Art und Weise, wie diese Veränderungen vor sich gegangen sein müssen, fehlten noch ganz. Niemand noch wusste, dass gegenwärtig Skandinavien allmälig steigt; aber man hatte Sagen, die von mächtigen Fluten erzählten. — Erinnerung schiebt zusammen und übertreibt, wenn sie nicht abschwächt. — Und so dachte man denn an ungeheure, plötzliche und allgemeine Revolutionen der Erdoberfläche. Man fand Felsschichten, die eine der

jetzigen fremde Thierwelt enthielten, unmittelbar an der Oberfläche der Erde, also in unmittelbarer Berührung mit der Jetztwelt, ohne zu wissen, dass in anderen Gegenden eine Reihe vermittelnder Zwischenglieder existirten — und das führte auf die Behauptung, es wäre plötzlich alles Leben ertödtet und neues erschaffen worden. Kurz, man glaubte, die Vorwelt sei ganz anders gewesen, andere Vorgänge haben dort stattgefunden, mächtige, plötzliche Revolutionen haben in einem Schlage alles verändert.

Aber nun fing man an, die Vorgänge der Gegenwart zu beobachten, und genau zu vergleichen mit den Veränderungen, von denen die Geologie Zeugniss gibt.

Man entdeckte, wie Torf sich bildet, wie die Verwitterung Gesteine zerstört, wie die Erosion Schluchten in die Gebirgsmassen schneidet, wie in verschiedenen Meertiefen verschiedene Pflanzen und Thiere leben, wie jetzt in den Meeren und Seen sich langsam Kalk- und Schlammabsätze bilden und die Reste von Meerthieren und Pflanzen einschliessen, wie diese Absätze zu festem Stein erhärten können, wie die Flüsse weite Landstrecken von Schlamm, Sand und Geschieben in die Seen und Meere hinausbauen, wie die Gletscher Felsen poliren und Blöcke zu Thal tragen, wie das Meer die Küsten bearbeitet, wie Landstriche sich heben und senken, wie Vulkane sich bilden und wie sie Laven ausgiessen und dieselben bald krystallinisch, bald glasig erkalten lassen. Und in Beziehung auf die organische Welt beobachtete man, wie im Zeitraum der Geschichte in der Natur selbstständig, schneller aber noch im domesticirten Zustande die Pflanzen und Thierarten allmälig, ununterbrochen sich ändern und sich in Varietäten trennen.

Wenn man diess Alles überlegte, so war sogleich der Schluss klar da: *Die in der Gegenwart unter unsern Augen wirkenden Ursachen haben nothwendig, wenn sie nur lange, lange Zeit wirken konnten, schliesslich zu so mächtigen Veränderungen führen müssen, wie die, von denen die Zusammensetzung der Erdkruste uns Kunde gibt.* Nicht andere Kräfte als die gegenwärtigen bewirkten das Verändernde in der Geschichte der Erde, nicht gewaltige, momentan wirkende, zerstörende Revolutionen und wunderbare Neuschöpfungen sind über die Erde ergangen, sondern auch hier ist es allmälig ununterbrochene, gesetzmässige Entwicklung gewesen. Die gewaltigsten geologischen Veränderungen sind aus einer Jahrmillionen langen Häufung der jetzt noch geschehenden Veränderungen hervorgegangen, und die vergangenen Perioden des Erdballs führen uns daher in Verhältnisse, die wir mit unserm der Jetztwelt angehörenden, einfachen Verstande begreifen können. Wir sind dort nicht Fremdlinge — diesen Eindruck, so voll und wahr, gibt das schöne Bild von Herrn Maler Holzhalb, das eine Landschaft aus der Tertiärzeit darstellt. Es ist im Polytechnikum ausgestellt.

Mitten in allen Veränderungen der Erde ist die Oekonomie der Natur doch eine gleiche geblieben; die Umstände haben mächtig gewechselt und die Gesetze sind das einzige, das der allgemeinen Bewegung widerstanden hat. Die Flüsse und Felsen, die Oceane und Festländer, die Pflanzen und Thiere sind in allen ihren Theilen im Laufe der Zeit verändert worden, aber die Gesetze, denen diese Veränderungen unterworfen sind, sind unverändert dieselben geblieben.

Der Weg, den die neuere Geologie geht, ist somit ein doppelter. *Einmal untersuchen wir genau die gegen-*

wärtige Erdkruste in allen Beziehungen, dann suchen wir deren Veränderungen an der That zu ertappen. Und diess beides verflechten wir im Hinblick auf Erklärungen über die Vergangenheit der Erde. Die Geschichte eines Gegenstandes ist uns ja erst dann aufgeschlossen, wenn wir von allen Zügen derselben einsehen, dass es nothwendig so kommen musste. Die Thatsachen allein sind keine vollständige Wissenschaft.

Die Arbeit der Geologie, wie die Arbeit jeder ächten Wissenschaft ist kein Spiel, sie ist eine ernste, strenge, mühsame. Das Gebiet ist furchtbar ausgedehnt, die Literatur mächtig angeschwollen. Um die Vergangenheit des Erdballs verstehen zu können, sollte ein Geologe gleichzeitig ein Mineraloge, Botaniker, Zoologe, Physiker, Chemiker sein. So hat denn schon eine weitgehende Theilung der Arbeit eintreten müssen. Der eine sammelt und studirt die Petrefacten, er muss ununterbrochen sein Auge einüben, schärfen für geringe Formunterschiede, die ein Nichteingeweihter gar nicht sieht. Ein anderer arbeitet den ganzen Tag mit dem Mikroscop, oder untersucht chemisch im Laboratorium die Zusammensetzung der Gesteine. Wieder andere versuchen, das Experiment in die Geologie einzuführen; sie wissen trotz manchen fehlgeschlagenen Versuchen, dass es doch noch gelingen muss. Und noch andere reisen in oft wilden Gegenden herum und nur ein gesunder Körper und hohe Begeisterung für ihre Arbeit geben ihnen die Kraft, den grossen Entbehrungen und Gefahren zu trotzen. Das Heer derjenigen, die mit Geologie sich früher bloss beschäftigt haben, um angenehme Unterhaltung für ihre Phantasie zu finden, ist denn auch heutzutage glücklicherweise fast ganz zerstoben, theils wegen der Schwierigkeit der

Arbeit, theils weil ihnen die eiserne Consequenz des forschenden Verstandes, der sich selbst höchste Autorität ist, nicht behagen konnte.

Aber noch andere Schwierigkeiten liegen nicht nur in der kurzen Lebensdauer und in dem schwachen Kopf des Menschen, sondern im Gegenstand der Untersuchung selbst. Alles was uns von der Erde zugänglich ist, das ist nur die äusserste dünnste Kruste der Erde und selbst von dieser sind wegen Bedeckung mit Wasser $^3/_4$ der Beobachtung fast verschlossen.

Auf das Princip der gegenwärtig thätigen Ursachen sich stützend, hat die Geologie rastlos weiter gearbeitet, und alle gewonnenen Resultate bestätigen umgekehrt immer mehr und mehr wieder diesen Grundsatz. Er ist Grundsatz und Resultat zugleich.

* * *

Ich werde Ihnen nun, indessen ohne vollständig sein zu können, die umfassendsten, unumstösslich fest stehenden Resultate geologischer Forschung nennen. Sie Ihnen zu beweisen, fehlt natürlich die Zeit; ich muss mich damit begnügen, Ihnen den Gang und die Art der Untersuchung angedeutet zu haben. Mein Zweck ist erfüllt, wenn ich Ihnen Zutrauen in die geologische Forschung gemacht und Sie einigermaassen überzeugt habe, dass, wenn die Geologen ein Resultat als allgemein anerkannt und sicher bezeichnen, auch alle der Untersuchung selbst ferne Stehenden es als klare, feste Wahrheit annehmen dürfen, — ich hätte Lust zu sagen, annehmen müssen, wess Geistes Kind sie auch seien, sobald sie die Wahrheit höher als den Irrthum stellen.

Beginnen wir mit dem unorganischen Theil.

So sehr wir über einzelne Gesteine mancherorts in

Zweifel sind, zu welcher Gruppe wir sie zu stellen haben, steht doch das fest, dass die Erdrinde wesentlich aus drei Arten von Gesteinen zusammengesetzt ist.

Erstens aus den krystallinischen Schiefern, dann aus Eruptivgesteinen und drittens aus den Sediment- oder den Wasserabsatzgebilden, den versteinerungsführenden Felsen.

Die ächten krystallinischen Schiefer (Gneiss, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer etc.), sind die ältesten Gesteine, die es auf der Erde gibt, sie sind aus einzelnen krystallisirten Mineralien zusammengesetzt, sie enthalten nie andere Gesteine in sich eingeschlossen, wol aber schliessen andere Gesteine oft Brocken von den ältern krystallinischen Schiefern ein, — das eingeschlossene Gestein muss immer das ältere sein, es muss ja bestanden haben, bevor es eingeschlossen werden konnte. Ob die krystallinischen Schiefer wenigstens zum Theil umgewandelte Wasserabsatzbildungen sind, ob sie die erste Erstarrungskruste der Erde sind, das ist eine grosse Frage, deren Lösung weder durch Ertappen ihrer Entstehung an der That, noch durch das Experiment bisher konnte in merkliche Nähe gerückt werden.

Anders ist es mit den beiden andern Gesteinsarten. Deren Entstehung können wir direct in der Gegenwart beobachten.

Aus kaminartigen Oeffnungen, aus Spalten in der Erdkruste, die die krystallinischen und die darüber liegenden Wasserabsatzbildungen durchsetzen, quellen in den heutigen Vulkanen Laven aus — Laven sind Eruptivgesteine der Gegenwart. Sie erstarren, und die mineralogischen und chemischen Eigenschaften der Laven können wir vergleichen mit den mineralogischen und chemischen Eigen-

schaften älterer Gesteine, und ebenso die Art ihres Auftretens, die Veränderungen, die sie in den durchsetzten Gesteinen hervorbringen mit den entsprechenden Erscheinungen an andern Gesteinen, die nicht Menschenaugen lavaartig haben ausbrechen sehen. So kommen wir zum zweifellosen Resultate, dass in allen Perioden der Erdgeschichte heissflüssige Eruptivgesteine an verschiedenen einzelnen Stellen ausgetreten sind, in den ältesten am massenhaftesten, in den jüngern allmälig mehr und mehr localisirt (vielleicht weil die Erdkruste wol gleichzeitig dicker und fester wurde?).

Die Verwitterung zerklüftet, zerbröckelt und zersetzt allmälig die Gesteine der beiden erstgenannten Gruppen in Gebirgen und auf Festländern. Die Regenwasser schwemmen die Verwitterungsproducte in Bäche, Flüsse, Seen zusammen, zerkleinern sie noch mehr und reissen sie weiter als Geschiebe, als Trübungsschlamm dem Ocean entgegen; sie reissen selbst Material von ihrem Thalbett weg, vertiefen es, machen die Seiten nachgleiten und höhlen die Thäler immer weiter aus; Verwitterung und Erosion (Auswaschung) sind die hauptsächlichsten thalbildenden Momente. In voller, oft erschreckend rascher Thätigkeit können wir sie besonders in den Gebirgen belauschen.

Alles aber, was weggeschwemmt wird, wird endlich wieder abgesetzt, wo die Bewegung des Wassers schwächer wird oder aufhört. Der Erosion entspricht die Alluvion oder Anschwemmung von Land in den flachen Theilen, in den Seen und Meeren. Alles Material, das Linththal, Reussthal, Rheinthal etc. früher ausfüllte, hat die flachen Rheingegenden von Basel bis hinab zur Mündung angeschwemmt, hat Holland ins Meer hinaus gebaut, und Material zu feinen Schlammabsätzen dem Ocean geliefert.

Die Wasser der Festländer reissen nicht nur erdige Bestandtheile mit, sie führen solche auch in gelöstem Zustande dem Oceane zu. Nur annähernd reines Wasser verdunstet aus diesem, die gelösten Theile müssen als Schlammabsatz sich am Grunde des *ganzen* Oceans niederschlagen, während die mechanisch mitgeführten mehr in der Umgebung der Flussmündungen sich absetzen. Diese Absätze alle sind die entstehenden Sedimentgesteine.

Die untersten Absätze sind die ältern, die oberen die jüngeren. Die solideren Reste von Thieren und Pflanzen, die im Wasser lebten oder sonst wie hineingeriethen, werden von den Schlammabsätzen umhüllt und dauernd eingeschlossen. Der Absatz erhärtet allmälig zu festem Gestein, das Versteinerungen einschliesst.

Die untersten Schichten enthalten daher versteinert Reste des organischen Lebens der ältesten Zeiten, die oberen solche immer jüngerer Zeitabschnitte, und so stellen die verschiedenen Schichten der Sedimentgesteine zugleich verschiedene Perioden in der Erdgeschichte dar. Aber die so entstandenen Wasserabsatzbildungen, die der gleichen Zeit angehören, können am einen Ort Sandsteine, am andern Kalksteine, an einem dritten Nagelfluh, an einem vierten Gyps, oder Steinsalz, oder Mergel sein. In allen Zeitabschnitten haben sich verschiedene Arten von Sedimentgesteinen in verschiedenen Gegenden gebildet. Bei Sedimenten ist die Art des Gesteins nur von localer Bedeutung.

Der Vorgang der Verwitterung und Sedimentbildung strebte im Lauf der Jahrmillionen immer dahin, die Hochländer zu durchfurchen, in Berge zu zerschneiden, die Berge anzureissen, sie in zerkleinertem Zustande in die Ebenen und endlich in die Oceane zu führen, und so schliesslich alles immer mehr, wenn auch immer lang-

samer einem Zustand allgemeiner Abflachung und Ueberdeckung mit Meer zu nähern. Aber ein anderer Vorgang, den wir schon haben kennen lernen, die langsamen Hebungen von Festländern und Gebirgen machte immer wieder neue Festländer aus dem Meere emporsteigen. Die Erosion wird erst ihr Ziel erreichen können, wenn einmal die Erde diese langsame, athemartige Bewegung nicht mehr machen kann, wenn ihre Kruste ganz steif geworden ist.

So wurden denn Gesteinsabsätze aus dem Ocean zu Festland erhoben, selbst zum zweiten Mal wieder von der Verwitterung angegriffen und dem Meere zur Bildung neuer Absätze zugeführt. Hundert Mal können Hebungen und Senkungen gewechselt, hundert Mal kann das Schicksal der betreffenden Stelle der Erdkruste sich geändert haben. War eine Gegend zu gewisser Zeit Festland, so fehlt ihr die dieser Zeit entsprechende Meerabsatzbildung, sie kann höchstens aus dieser Zeit Torfmoorbildungen (Kohlen mit Pflanzenresten), oder Bildungen, die auf Binnenseen hinweisen, mit Süsswasserpflanzen und Thierresten oder Tropfstein und Tuff enthalten. Wenn aber einer Gegend, die jetzt Festland ist, die Salzwasser-Sedimentschichten einer gewissen vergangenen Zeit fehlen, so kann diess sein, weil sie viel leicht von der Erosion gänzlich zerstört worden sind, oder weil zu jener Zeit diese Gegend Festland war. Eine Reihe Beobachtungen dieser Zweideutigkeit die Spitze zu brechen, lassen doch in manchen Fällen im Stich.

Vorgreifend muss ich hier schon sagen, dass die Schichten, die einer bestimmten Periode angehören, durch ganz bestimmte Versteinerungen charakterisirt sind, und an diesen gleich wieder erkannt werden können.

Wenn wir eine Meerbildung, die einer gewissen längst

vorgeschichtlichen aber bestimmten Zeit angehört hat, auf der ganzen Erde aufsuchen, soweit sie uns zugänglich ist, so können wir ungefähr die Karte der damaligen Zeit construiren. Wo wir sie finden, war sicher Meer, wo sie absolut spurlos fehlt, wird wahrscheinlich Festland gewesen sein. Durch dieses Mittel ist die Geologie auf dem Wege mit freilich nicht ins Einzelne gehender Genauigkeit, aber doch mit Sicherheit in rohen Umrissen die Formveränderungen der Continente, seitdem es deren gegeben, bis auf den heutigen Tag zu bestimmen.

Für die der Jetztwelt nicht allzu ferne liegenden Zeiten hat die Geologie übrigens noch andere Mittel. Solche liegen z. B. in der Pflanzen- und Thiergeographie. Ein Fall derart ist folgender: Die einen der Inseln zwischen Hinterindien und Australien zeigen Pflanzen- und Thierwelt von Hinterindien, die andern die sehr verschiedene Thier- und Pflanzenwelt von Australien. Einzig von den Vögeln weiten Fluges gilt das nicht, sie bindet kein Ufer. Müssen wir nicht aus diesem nothwendig schliessen, dass die eine Hälfte dieser Inseln früher mit Indien, die andere mit Australien zusammengehangen habe?

Die Vertheilung der Pflanzen und Thiere lässt zugleich auf ihren Ausgangspunkt und auf ihre Wanderungen schliessen; und in diesen erkennen wir die Hindernisse wie die Hülfsmittel, welche den Wanderungen die früher andere Vertheilung von Land und Meer geboten hat.

Nur wie ein dünnes Häutchen überzieht stellenweise die festere Erdrinde, die zusammenhängend aus Gesteinen besteht, eine Schicht sogenannter „Erde“, Ackererde. Diese ist ein Product der Verwitterung und der Verwesung, besonders derjenigen von Pflanzen; wir können

sie als vierten die Erdkruste zusammensetzenden Bestandtheil noch nennen.

Alle Sedimentschichten müssen ursprünglich horizontal oder fast genau horizontal abgelagert worden sein. Finden wir nun, dass in einem Gebirge, wie diess in den Alpen der Fall ist, die sogenannten Mitteltertiärschichten vielfach steil aufgerichtet oder gebogen sind, die jüngeren Diluvialablagerungen aber ungestört horizontal liegen, so wissen wir, dass die Alpen nach der Mitteltertiärzeit und vor der Diluvialzeit sich gehoben haben. Durch dieses und ähnliche Mittel können wir das geologische Alter jedes Gebirges bestimmen, und wir finden, dass in allen Perioden der Erde Gebirge sich aufgethürmt haben, und dass manche Gebirge in verschiedenen Zeiten neue Hebungen erfahren haben, also nicht auf einmal entstanden sind.

Im Ganzen lassen sich die Gebirge in vier Classen theilen. 1) Vulkane. 2) Gebirge aus kegelförmigen Eruptivmassen aufgethürmt. Diese beiden Arten bilden selten ausgedehnte Gebirge. 3) Um eine oft sehr ausgedehnte Centralhebungsmasse liegen nach allen Seiten mehr oder weniger sanft abfallend die Felsschichten. Die Zusammensetzung dieser Gebirge weist auf Hebung durch Druck von unten hin. Die meisten älteren Gebirge gehören hieher, das Plateaugebirge ist die herrschende Form (als Beispiel gelte der Schwarzwald). Die vierte Art von Gebirgen verdankt ihr Dasein einer merkwürdigen Faltung in der Erdkruste. Oft sind 2000 Fuss mächtige feste Felslagen erst weit rückwärts herübergeschlagen und dann wieder nach vorne gebogen. Rutschflächen, zerrissene oder verzogene Versteinerungen gehen mit diesen Faltungen Hand in Hand. Die Falten weisen auf Entstehung durch Druck von der Seite hin. Die meisten jüngeren

Gebirge (z. B. die Alpen) gehören hieher, und das Kettengebirge ist die herrschende Form.

Im Allgemeinen sind die jüngern Gebirge die höheren, die ältern die niedrigeren.

Werfen wir nun einen Blick auf die umfassendsten und wichtigsten Resultate, zu denen die Forschung in der Geschichte des Organischen gelangt ist.

Der Weg, den hier die Forschung nimmt, besteht darin, aus allen einzelnen Schichtlagen der Sedimentgesteine auf der ganzen Erdoberfläche die Versteinerungen in möglichst grosser Zahl und guter Erhaltung zu sammeln, genau unter einander, und genau mit den lebenden Thieren und Pflanzen zu vergleichen.

Aus dieser Arbeit ist als unumstössliches erstes Resultat hervorgegangen: In früheren Zeiten lebten auch Pflanzen und Thiere. Sie waren verschieden von den jetzt lebenden, aber immer einzelnen Gruppen von den jetzt lebenden mehr oder weniger verwandt, es waren keine Ungeheuer. Keine Thier- und keine Pflanzenart der Gegenwart war von Anfang an da. Wie die einzelnen Individuen, so haben auch die einzelnen Arten eine begrenzte Lebensdauer; sie erloschen allmälig und es traten allmälig neue Arten auf.

Ferner ist folgender Gang in der Schöpfungsgeschichte des Organischen wissenschaftlich erwiesen. In den ersten Perioden gab es nur Wasserpflanzen und Wasserthiere; von allen Thiergruppen wie von den Pflanzen waren nur die niedrigst stehenden Formen, diejenigen mit den einfachsten Organen und Verrichtungen, vorhanden. Die Pflanzen, nicht unter, sondern in ihrer Organisation von ganz anderm Plan, neben den Thieren stehend, — traten nicht vor, sondern gleichzeitig mit den Thieren auf und entwickelten sich gleichzeitig weiter. Immer treten der

Reihe nach höher organisirte Geschöpfe auf, und die niedriger organisirten werden auf geringere Zahl und Ausdehnung eingeschränkt. Oft sehen wir einzelne Vorläufer von höheren Thier- oder Pflanzengruppen gewissermassen prophetisch schon vereinzelt auftreten, lange bevor diese höhere Gruppe zum allgemeinen Durchbruch kommen kann. Es erinnert das unwillkürlich an ähnliche Verhältnisse in der Geschichte des Menschengeistes. Wie in dieser sind auch hier keine Beispiele von allgemeinem Rückschritt bekannt; was höher war, ist schliesslich immer durchgedrungen, wenn auch erst nach langem, langem Kampfe gegen das, was, weil ihm die Macht war, sich dagegen sträubte und sich für das Höchste hielt.

Wie wir mit unseren Ideen auf den Schultern der vergangenen Generationen stehen, und unsere Ideen sich nothwendig aus denen unserer Vorfahren haben entwickeln müssen, so haben auch Pflanzen- und Thierwelt jeder Zeit sich allmälig aus derjenigen der vorangegangenen Zeit entwickelt, und das jetzige Leben auf der Erde ist das höchste, was bisher existirt hat, es stellt die Kronenspitzen des gewaltigen Stammbaumes dar, dessen Wurzeln in vergangene Jahrmillionen zurückweisen. Und die Krone grünt und blüht und treibt neue Schosse immer höher hinauf.

Das Gedächtniss des Körpers ist ein unbewusstes, allein es reicht unendlich weiter zurück, als das Gedächtniss des Geistes. Wie eine wunderbare körperliche Erinnerung an die ganze Reihe der Vorfahren steht die Thatsache da, dass zum Theil die Pflanzen, aber besonders alle Thiere bis zum Menschen in ihrer ersten Jugendzeit — die Vögel und viele Amphibien im Ei, die Säugethiere vor der Geburt — in den Hauptzügen alle Stufen

der niedriger am gleichen Ast des Stammbaumes gelegenen Wesen der Reihe nach von unten nach oben durchlaufen. Die Entwicklungsgeschichte der ganzen Thierart in den vergangenen Perioden der Erdgeschichte und die Entwicklungsgeschichte jedes einzelnen Thieres in der Gegenwart zeigen genau den gleichen Gang, die gleiche Steigerung von der einfachen Organisation zur complicirteren mit den höheren Vorrichtungen, im Ganzen wie für jedes einzelne Organ.

Wie in der unorganischen Welt, kommt uns auch in der organischen zur Erklärung der Thatsachen das Princip der gegenwärtig fortwirkenden Ursachen, das Princip, dass in der Vorwelt keine anderen Kräfte gewirkt haben als heute, zu Hülfe. Den Veränderungen der Thier- und Pflanzenarten, wie sie sich in der Natur und besonders schnell im Zustande der Domestication gegenwärtig vollziehen und ihren Ursachen ist genau nachgespürt worden. Heutzutage steht bereits eine wahrhaft grossartige, streng wissenschaftlich begründete Erklärung dafür da, dass und wie das organische Leben im Lauf der Zeit langsam sich im Sinne einer Steigerung der Organisation verändern muss, früher, jetzt und in Zukunft.

Die Entwicklung und Steigerung der Organisation geschah indess so langsam, die Erdperioden waren von so grosser Dauer, dass die einzelnen Arten, die sich vielleicht local entwickelten, bevor sie wieder erloschen oder richtiger bevor sie in andere übergingen, sich oft über die ganze Erde verbreiten konnten. Die älteren Perioden zeigen uns, so weit bis jetzt Untersuchungen vorliegen, die gleichen Pflanzen und Thiere zu einer bestimmten Zeit fast über die ganze Erde verbreitet. Erst in einer der späteren Perioden beginnt eine Scheidung

in Zonen von verschiedenem Klima in Pflanzen und Thieren sich zu zeigen. Der Unterschied hat sich dann bis auf unsere Tage in der Hinsicht gesteigert, als in höheren Breiten die Abkühlung eine immer stärkere wurde. In vielen Gegenden störte eine Periode grösserer Abkühlung und in Folge davon grosser Verbreitung der Gletscher, eine Eiszeit, auf die in der Jetztzeit wieder eine wärmere Periode gefolgt ist, die Regelmässigkeit dieses Ganges vorübergehend. So viele Jahrtausende die Eiszeit gedauert haben mag, so hat sie doch in der ganzen Entwicklungsgeschichte der Erde nur so viel wie eine Stunde in einem Jahrhundert eingenommen. Das erste Auftreten eines Wesens, das wir Mensch nennen dürfen, fällt, so viel bis jetzt ermittelt ist, in die Periode der Eiszeit, oder die unmittelbar vorhergehende; in unsern Gegenden hat die Einwanderung wahrscheinlich erst nach der Eiszeit stattgefunden.

Ich habe Ihnen schon gesagt, dass die Sedimentgesteine nach ihrem Alter eingetheilt werden müssen, nicht darnach, ob sie Sandsteine oder Kalksteine oder irgend etwas anderes seien. Jede Periode der Erdgeschichte ist durch ganz besondere Thier- und Pflanzenformen charakterisirt gewesen, und so können wir durch die eingeschlossenen Versteinerungen das relative Alter einer jeden Felsschicht bestimmen und mit einem durch vielfache Vergleichungen als allgemein gültig anerkannten Schema in Beziehung setzen. Dieses Schema hat eine grosse Zahl von Perioden und Stufen. Wir können von zwei einzelnen Felsschichten, wenn sie nahe bei einander liegen, aus den Lagerungsverhältnissen und Versteinerungen, wenn sie weit auseinander sind, z. B. in den verschiedenen Erdtheilen, aus den Versteinerungen allein

meistens auf das Bestimmteste sagen, welche jünger, welche älter ist, aber bis jetzt nicht in Zahlen angeben, um wie viel jünger oder um wie viel älter.

Es fehlt nicht an einer unzähligen Menge von Versuchen, die Dauer der geologischen Perioden zu berechnen. Die Zeit, die vom ersten Anfang des organischen Lebens bis zum Auftreten des Menschen verstrichen ist, ist aus der Mächtigkeit der Sedimentfelsen, verglichen mit den jetzt in Meeren sich bildenden Absätzen, auf wenigstens fünfzig Millionen Jahre geschätzt worden. Diese Zahl, wie alle ähnlichen, kann übrigens nichts Bestimmteres sagen, als dass die Zeiten sehr, sehr grosse waren. Die ganze Zeit, seit Menschen die Erde bewohnen, ist jedenfalls nur ein verschwindend kleiner Bruchtheil der Zeit, die uns vom Anfang alles Organischen auf der Erde trennt.

Wenn wir in die Schlucht von Pfäffers oder in die Via Mala hineingehen und wir sehen oben an den Wänden die kesselförmigen Auswaschungen, die uns beweisen, dass die ganze Schlucht vom Fluss ausgehöhlt worden ist, so staunen wir ob dem Zeitraum, den dieser Einschnitt erfordert haben muss. Aber eine Schlucht wie die von Pfäffers verschwindet ihrer Unbedeutsamkeit halber ganz unsern Augen, wenn wir auf einen hohen Schneegipfel steigen und von da das mächtige Relief der Alpen mit seinen Querthälern überblicken, und auch diese hat der gleiche Process der Verwitterung und Erosion gehöhlt. Aber so alt diese Thäler sein müssen, so alt die Alpen überhaupt sind, sie sind doch bloss das Product einer der letzten und kürzesten Perioden in der ganzen Entwicklungsgeschichte der Erde und ihrer Bewohner. So lange wir uns nicht im Geist erheben über die so

engen Schranken unseres Daseins, kommen uns die Vorgänge der Vorwelt wunderbar vor; wir verstehen sie nicht, wir nehmen im Geiste Zuflucht zu übernatürlichen Dingen und schänden dadurch die Natur und ihre heilige Gesetzmässigkeit und Grossartigkeit.

Aber der Verstand reicht weiter als die klare Vorstellung reichen kann, und er erzieht die Vorstellung und schleppt sie endlich mit. So schwer es uns fällt, ein Jahrtausend oder gar eine Jahrmillion der Vergangenheit uns vorzustellen, so klar ist es doch unserm Verstand, dass eine Ewigkeit hinter uns liegt, so gut wie eine solche vor uns liegt. An Zeit zu diesen gewaltigen Veränderungen der Erdkruste und zur Entwicklung ihrer Bewohner hat es nicht gefehlt. Die Thätigkeit des Geologen ist manchmal vollkommen ähnlich derjenigen des Mathematikers bei Differenzial- und Integralrechnung. Er beobachtet fast unendlich kleine Veränderungen in der unorganischen und organischen Welt der Gegenwart, und er summirt diese durch unendliche Zeiträume. Die Grössen, mit denen er rechnet, kann seine Vorstellung kaum fassen und in Beziehung bringen, aber sein Verstand weiss doch, dass er richtig rechnet. Das Resultat ist ein sichtbares von bestimmter, endlicher Grösse.

Dadurch, dass wir die Wirkungen genau untersuchen, lernen wir die Ursachen genauer kennen. Aber was uns zunächst als Ursache da liegt, ist meist selbst wieder Folge einer tieferen und noch tieferen Ursache, und wir sollen vordringen bis zur letzten Ursache. Diess Streben theilen ja alle Wissenschaften. Bis jetzt hat sich die Geologie mit Sicherheit meistens erst durch die näheren Ursachen durchgerungen. Erst in wenigen Fällen hat sie die tieferen, nie, so wenig wie irgend eine andere

Wissenschaft, die letzte Ursache erfassen können. Wir wissen z. B., dass Gletscher die Ursache der erratischen Blöcke waren; die Ursache davon, dass Gletscher bis in unsere Gegenden stiegen, war ein anderes Klima, und wir können dieses Klima noch näher charakterisiren. Die Ursache des anderen Klimas scheint andere Vertheilung von Land und Meer gewesen zu sein. „Scheint", sage ich, denn hier wird die Sache schon nicht mehr absolut sicher. Die Ursache der Veränderung in der Vertheilung von Land und Meer sind Hebungen, Senkungen und Anschwemmungen, wie wir sie kennen gelernt haben. Wir können vielleicht weiter noch sagen: Ursache der langsamen Bodenschwankungen ist der Mangel an vollkommener Steifheit der Erdkruste. Wenn wir aber weiter gehen und fragen: Warum hat da und da die Erdkruste sich gehoben und nicht gesenkt? so hat unsere Zeit nur eine richtige Antwort: Wir wissen es nicht.

Dass uns die letzten Ursachen noch dunkel sind, das kann uns nicht entmuthigen, wir sind doch immer tiefer gekommen und darum wissen wir, dass wir auf dem rechten Wege sind.

So gut wie die Zeit keine Minute überspringen kann, so ist der Zustand der Erde und ihrer Bewohner kein von einem Himmel gefallener, sondern wie Alles, was wir in der Welt kennen, das Resultat einer allmäligen sichern Entwicklung nach „ewigen, ehernen, grossen Gesetzen". Daher ist das Jetzt nur ein Zwischenglied zwischen Vergangenheit und Zukunft. Nur mit dieser Erkenntniss ist es auf der einen Seite möglich, die Gegenwart zu verstehen, auf der anderen, sich durch ihre Gebrechen nicht trübsinnig machen zu lassen. Wie bis jetzt wird auch in Zukunft nicht die Erscheinung, nicht die einzelne Form,

auch nicht ihr Inhalt bleiben, sie werden ewig wechseln; das einzige, was sich seit Jahrmillionen als unwandelbar erwiesen hat, sind die Gesetze der Veränderungen, ist in der organischen Welt der Fortschritt zum Vollkommnern, Höheren.

Das sind die allgemeinen Anschauungen, zu denen mit Nothwendigkeit die Geologie führt, wenn sie nicht auf Kosten der Wahrheit in den Dienst eines von Menschen aufgestellten Dogmas gekettet wird.

Wozu nützt die Geologie?

Ich könnte Ihnen ausführen, dass sie bereits mit dem praktisch-technischen Leben so zahlreiche und wichtige Anknüpfungspunkte gewonnen hat, dass scharf sehende Köpfe es für gut gefunden haben, Geologie zum Theil als obligatorisches Fach an polytechnischen Schulen einzuführen, oder Sie an die Rolle erinnern, welche diese Wissenschaft im Bergbau etc. spielt. Aber im Ganzen müssen wir doch gestehen, dass dieser Nutzen fürs praktische Leben noch lange nicht gross genug ist, um uns zu befriedigen. Ohne Astronomie wäre Schifffahrt in unbekannten Oceanen eine Unmöglichkeit. So wichtige praktische Anwendungen jedoch hat die Astronomie erst nach Jahrhunderten von Bestand errungen. Die Geologie ist noch kaum ein Jahrhundert alt, sie bittet darum hierin um Nachsicht und Geduld; sie erinnert nur daran dass oft da, wo es am wenigsten zu erwarten wäre, dem socialen Leben plötzlich ein mächtiger Nutzen erwächst. Oder wie viele hätten nicht das schwache Zucken, das Galvani an aufgehängten Froschschenkeln zuerst entdeckte, Spielerei genannt — und diese Entdeckung hat uns den Telegraphen gebracht.

So leise die Geologie auf Verdienst um die Technik pochen kann, um so mehr hat sie auf dem Felde des geistigen Lebens der Menschheit gethan. Sie hat mächtig mitgeholfen, den gewaltigen Irrthum, an dem die Menschheit so lange gekränkelt hat, zu untergraben — den Irrthum, dass Religion und Glaube das Gleiche wären. Ausser der Astronomie im Mittelalter hat keine andere Wissenschaft direct so viel gethan, Vorurtheile, die drückend auf Menschengeist und Menschenherz lasteten, wegzuheben. Nichts könnte die Geologie höher preisen, als das Wehegeschrei derjenigen, die ihre Stütze in Trug und falschen Autoritätsglauben setzend, die eiserne Consequenz des Verstandes, die allein zur Wahrheit führt, fürchten. Diese aber ahnen nicht, dass Ergebung in die reine Wahrheit die ernsteste, aber zugleich moralisch schönste und tröstendste Religion enthält.

Neues, das in der Wissenschaft auftaucht, erfüllt gar oft manch' brave Menschenbrust mit Besorgniss. Aber wir brauchen uns nicht zu fürchten. Ist es keine Wahrheit, nun so wird es untergehen und vergessen werden, bevor es Zeit hatte der Menschheit zu schaden. Manche Wahrheit, halb nur erkannt, ist moralisch gefährlich, — aber dann wird volle Erkenntniss in unserer Zeit nicht lange auf sich warten lassen, und volle Erkenntniss und Verbreitung werden den Schaden schnell doppelt gut machen.

Alle Wissenschaften müssten sogleich ihren Athem einhalten und die Menschen rathend und zagend im Stiche lassen, wenn sie nicht einen Glauben hätten, der heisst: Nur die *Wahrheit* ist gut und die Wahrheit ist *nur gut!*