

Ueber neuere Ziele der Geologie.

Vortrag

gehalten in der Naturforschenden Gesellschaft zu Görlitz

von Prof. **Eduard Suess** aus Wien.



Meine geehrten Damen und Herren!

Ich soll zu Ihnen sprechen über die neueren Ziele der Geologie, das heisst, ich soll Sie sofort hinausführen an die Grenzen unserer Wissenschaft, denn nur dort, wo unsere Vorposten stehen, vermag man beiläufig den weiteren Gang der Dinge zu übersehen. Ob mir dies gelingen wird, weiss ich nicht; jedenfalls ist der Gegenstand ein so umfassender, dass ich mir eine längere Einleitung nicht gestatten darf.

Wir wollen zunächst einen Blick werfen auf den Weg, welcher bisher zurückgelegt worden ist. Man kann sagen, dass die heutige Geologie ihren Ausgangspunkt nimmt von der grossen Freiburger Bergmannsschule des vorigen Jahrhunderts. Dort war es, wo man sich zuerst unter Werner's Führung tieferen Studien hingeeben hat über die Lagerung der einzelnen Gesteinsarten im Gebirge, wo zusammenhängende Gebiete systematisch durchforscht wurden. Aber erst nachdem man in dem ersten Dezennium dieses Jahrhunderts durch Cuvier Beweise dafür erhalten hatte, dass die im Gyps von Paris enthaltenen Reste von Säugethieren wirklich erloschenen Arten angehören, seitdem man durch den Engländer Smith erfahren hatte, dass in den verschiedenen Lagen geschichteter Gesteine verschiedene Versteinerungen zu finden seien und dass es folglich möglich sei, diese Lagen nach ihren Fossilresten zu classificiren; und erst nachdem Leopold von Buch mächtige Anregung gegeben hatte zu der Erforschung der Structur der Gebirge, konnte man übersehen, welches ausserordentlich weite neue Gebiet dem menschlichen Forschungstrieb hier eröffnet sei.

Weitere gewaltige Fortschritte sind in der ersten Hälfte und Mitte dieses Jahrhunderts geschehen. In Freiberg trieb man ursprünglich Geologie, um nach edlen Erzen zu suchen, welche in der Gestalt von Gängen in dem dortigen Gebiete auftraten. Später lernte man, dass Kohle und Eisen noch weit grösseren Werth für einen Staat besitzen, und man kam endlich zur Ueberzeugung, dass ein noch viel unansehnlicherer Theil unseres Erdbodens, die Ackererde, von der allergrössten Bedeutung für den Wohlstand eines Landes ist.

So ist man allmählig zu der Erfahrung gelangt, dass die Untersuchung der geologischen Beschaffenheit eines Landes eine wichtige Vorarbeit für den wirtschaftlichen Aufschwung desselben ist, und ist es endlich dahin gekommen, dass nicht nur die europäischen Staaten, sondern auch zahlreiche ausser-europäische auf öffentliche Kosten die Untersuchung ihrer Landesgebiete ausgeführt oder eingeleitet haben. Nicht nur die Vereinigten Staaten, Canada, Australien, Neu-Seeland, Japan besitzen solche Anstalten. Wo solche Anstalten fehlen, haben unternehmende Reisende unser Wissen erweitert, an ihrer Spitze Ferdinand von Richthofen durch seine umfassenden Arbeiten über China. Die Engländer und Russen haben die Hochgebirge Central-Asiens durchstreift und man kann sagen, dass in dem heutigen Augenblicke von dem bei weitem grössten Theile der Erdoberfläche wenigstens einige Kenntniss des geologischen Baues uns zur Verfügung steht.

Die eben angeführten staatlichen Landesaufnahmen zeigen jedoch in der Regel den Mangel, dass sie an den politischen Grenzen abschneiden. Die politischen Grenzen fallen aber durchaus nicht immer mit den natürlichen zusammen; sehr oft liegen sie auf der Wasserscheide eines Gebirges und ein Theil des Gebirges fällt dem einen, der andere dem Nachbarstaate zu. So zum Beispiel im Riesengebirge, welches ich heute zu durchreisen hatte. Erst wenn die Landesaufnahmen der verschiedenen Staaten mit einander vereinigt werden, erhält man somit ein richtiges Bild von der wahren Structur bestimmter Einheiten in dem Bau der Erdoberfläche. Das Bild, welches wir heute von derselben besitzen, ist daher keineswegs dem Verdienste Einzelner zuzuschreiben, sondern es ist hervorgegangen aus einer grossen Masse gemeinsamer Arbeit.

Einen besonderen und wichtigen Zweig der Geologie bilden die Studien über die Entstehung des heutigen Reliefs der Erdoberfläche. Durch sehr lange Zeit betrachtete man jedes langgestreckte Gebirge

als hervorgegangen aus der Erhebung einer linearen Zone des Erdkörpers, der sogenannten Axe des Gebirges, an welche Axe sich zu beiden Seiten symmetrisch die Nebenglieder oder Nebenketten des Gebirges anschliessen sollten. Die Erhebung der centralen Axe selbst stellte man sich eine Zeit lang in ähnlicher Weise vor, wie etwa damals die Erhebung der Vulcane gedacht wurde. Eine aus dem Innern der Erdtiefen heraufwirkende Kraft sollte diese Gebirgsaxen aufgerichtet und die Nebenketten bei Seite geschoben haben. So dachte sich noch Leopold von Buch den Vorgang.

Andere, wie insbesondere der grosse französische Geologe Élie de Beaumont, meinten sogar, dass es möglich sei, für die Vertheilung der linearen Gebirgsaxen auf der Oberfläche des Planeten irgend ein einfaches geometrisches Gesetz festzustellen. Man dachte sich, dass der Verlauf dieser Axen den Kanten eines Krystallkörpers entspreche, welcher der Erdkugel eingeschrieben sei.

Alle diese älteren Ansichten, welche sich durch Jahrzehnte als eine fruchtbare Unterlage der Forschung erwiesen haben, entsprechen aber den heutigen Erfahrungen nicht mehr. Ihre wichtigsten Voraussetzungen sind hinfällig geworden. Zunächst stellt sich heraus, dass der Bau der grössten Kettengebirge nicht symmetrisch, sondern asymmetrisch und einseitig ist, und dass Annäherungen an einen symmetrischen Bau nur sehr ausnahmsweise auftreten. So zum Beispiel liegt der mächtigste der sogenannten „Central-Stöcke“ der Westalpen, der Monte Rosa, nicht im Centrum des Gebirges, sondern nahe am südlichen Rande desselben.

Der Gedanke Élie de Beaumont's, nach welchem die Gebirgszüge der Projection der Kanten eines Krystallkörpers auf die Erdoberfläche entsprechen sollten, ist aber schon darum nicht haltbar, weil die grossen Gebirge mit wenig Ausnahmen nicht einen gradlinigen, sondern einen mehr oder minder bogenförmigen Verlauf besitzen.

Um zu einem richtigeren Verständnisse zu gelangen, muss man zunächst festhalten, dass die Gestaltung der Erdoberfläche wesentlich beeinflusst ist durch den zerstörenden Einfluss von Frost, Verwitterung und strömendem Wasser. Was wir als Gebirge vor uns sehen, sind die mehr oder minder abgetragenen Ruinen jener viel mächtigeren Höhen, welche die Natur einst aufbaute. Hat man gelernt, die ursprüngliche Gestalt dieser Ruinen im Geiste annähernd wiederherzustellen, so erlangt man ein wesentlich anderes und weit

grossartigeres Bild der meisten Gebirge. Es ist wesentlich verschieden von dem Bilde des Landschafts-Malers oder des Kartographen. Damit aber ist nicht die Grundlage geschaffen, von welcher aus die Ursachen der Entstehung der Gebirge erörtert werden können.

Die bei diesem Aufbau wirkende Kraft scheint vor Allem eine Contraction der äusseren Hülle, verbunden mit einer Verkürzung des Halbmessers des Erdkörpers, zu sein, welche hervorgeht aus der allmäligen Abkühlung unseres Planeten.

Wir sehen, dass es heute zweierlei Formen sind, durch welche die Contraction sich kundgiebt, entweder durch horizontale Bewegung, das ist durch Faltung, oder durch vertikale Contraction, das ist durch Einsturz.

Je nach dem Vorwiegen einer dieser beiden Bewegungen sieht man die Erdoberfläche in lange Falten gelegt, wie in den Alpen oder dem Ural, oder man sieht flaches Tafelland, wie in der Sahara und im mittleren Russland, oder Einbruchs-Linien wie am Todten Meere, oder ganze gesenkte Regionen, wie an der Westseite des Appenin.

Die Falten der Gebirgszüge laufen in langen Zügen dahin, geschwungene Linien bildend, und stauen sich öfters an älteren Bruchstücken, durch welche sie in ihrem Verlaufe abgelenkt werden. Sie bewegen sich ähnlich den Wellenzügen einer bewegten Wasseroberfläche, und die äusseren Falten, welche den Rand des Gebirges bilden, sind zuweilen völlig überstürzt, so dass gegen das Vorland hin die Schichten des gefalteten Gebirges in verkehrter Lage getroffen werden. So erscheinen uns Stücke der Erdoberfläche da als Tafelländer, dort als Einsturzfelder, dort wieder als gefaltete und überschobene Theile der Erdrinde, wobei die jüngeren Falten — wie gesagt — gehemmt sind in ihrer Entwicklung durch die Gestaltung des Vorlandes.

Es stellt sich aber heraus, dass das Relief der Erdoberfläche keineswegs immer mit der Structur übereinstimmt. Dann muss man, um zu einem richtigen Verständniss zu gelangen, die Structur, das heisst den Verlauf der Falten oder der Bruchlinien festhalten. Diese Linien müssen massgebend bleiben und nicht das Relief.

Betrachten wir zum Beispiel den Harz. Seinem Umriss nach verläuft dieses Gebirge mit der grösseren Axe der Ellipse gegen Nord-Nordwest, es besteht dasselbe jedoch aus Falten, welche nach Nord-Nordost, also quer über das Relief streichen. Betrachtet man nur das Relief, so erscheint der Harz mit dem eben angedeuteten Umriss als

ein selbstständiges Gebirge, so sieht es der Geograph an; der Geologe jedoch, welcher das Streichen der Schichten verfolgt, sieht in demselben nur eine Fortsetzung des im Westen davon sich erhebenden rheinischen Gebirges, in welchem dieselbe Faltungsrichtung vorherrscht.

Aehnlich ist es in den Vogesen und auch im Schwarzwald; der Verlauf der Schichten ist quer auf die Gestalt dieser beiden Gebirge nach Nord-Nordost gerichtet und findet seine Fortsetzung einerseits im französischen Central-Plateau und andererseits im Fichtelgebirge. Auf diese Art erst erhält man ein richtiges Bild von dem Zusammenhange der Dinge und leicht überzeugt man sich dann davon, dass diese, jetzt einzeln sich erhebenden Gebirgsstücke in der That die Bruchstücke einheitlicher Faltensysteme sind, von welchen grosse Theile zur Tiefe gesunken sind. Zwischen den gesenkten Theilen erheben sich dann die stehen gebliebenen Fragmente, wie Schwarzwald und Vogesen, und diese aufragenden Stücke nennen wir Horste.

Es hat, wie gesagt, eine Zeit gegeben, in welcher man gemeint hat, dass die Gebirgsketten der Erde nach gewissen geometrischen Systemen geordnet seien und man glaubte in denselben die Kanten bestimmter Krystallgestalten zu erkennen, welche dem Erdkörper gleichsam eingeschrieben seien. Aber je weiter die Erkenntniss fortgeschritten ist, umsomehr hat sich das Bild entfernt von irgend einer vermutheten geometrischen Regelmässigkeit, und wie es in der Natur so oft geht, ist man auch hier zu völlig Unerwartetem gelangt.

Wenn man auf einer Karte die grossen Faltenzüge verzeichnet, welche uns entweder in ihrer Gesammtheit erhalten oder welche durch Einstürze in Horste aufgelöst worden sind, so erhält man in der Regel weithin geschwungene Curven und in diesen Curven ist man imstande, eine convexe Aussenseite mit häufig überstürzten Falten und eine concave Innenseite zu unterscheiden, welche letztere sich oft durch eine grössere Häufigkeit der Einbrüche auszeichnet.

Versucht man nun denjenigen Theil der Erde, welchen wir die „alte Welt“ zu nennen pflegen, von diesem Standpunkte aus zu betrachten, das heisst die einzelnen Faltenzüge derselben aufzusuchen, und soweit sie zertrümmert sind, in den Trümmern zu ergänzen, so gestaltet sich die Sachlage folgendermassen:

Ein erster Faltenzug beginnt bei Genua, zieht durch den Apennin, durch Sizilien, den nördlichen Atlas, beugt sich bei Gibraltar quer über die Meerenge, setzt sich in der bätischen Cordillere des südlichen

Spanien und der Sierra Nevada fort und reicht bis in die balearischen Inseln. Dieser grosse Bogen wird von uns der Bogen des westlichen Mittelmeeres genannt.

Der zweite Bogen bildet die andere Seite des adriatischen Meeres. Er umfasst Dalmatien, Albanien, Griechenland, streicht dann durch die Inseln Creta und Cypern und findet seine Fortsetzung im Taurus. Dieses ist der dinarisch-aurische Bogen.

Der dritte Bogen begleitet den Lauf des Flusses Tigris, umfasst die Zagroskette, streicht längs der Ostküste des persischen Meerbusens herab und dann im Westen des Indusflusses nach Norden bis in die Gegend Nordwestlich von der Stadt Dera Ismail Khan. Dieser Bogen umfasst das ganze iranische Hochland und wir nennen ihn daher den iranischen Bogen.

Der vierte Bogen ist kurz und reicht von Dera Ismail Khan zum Fluss Ihelum. Dieses Stück bildet den äusseren Rand des grossen Gebirgssystemes des Hindukusch und es ist dieser Rand in besonders heftiger Weise gestört und überstürzt. Der Rand heisst die Salzkette.

Den fünften Bogen bildet der Himalaya. Auch an dem Aussenrande dieses Hochgebirges liegen die Schichten völlig verkehrt, die ältesten auf den jüngsten. Er reicht nach Süd-Südost bis zu jener Stelle, an welcher der Brahmaputra aus dem Gebirge hervortritt.

Hier stösst an denselben mit scharfer Grenze der grösste dieser Bogen, welchen wir den burmanischen Bogen nennen. Derselbe zieht, durch die Richtung des Irawaddi gekennzeichnet, in fast meridionaler Richtung aus Central-Asien herab und sein äusserer Rand verläuft vom Cap Negrais über die Andamanen, Nikobaren, Sumatra und Java bis in die Sunda-Inseln hinaus.

Eine grosse Reihe von mehr oder weniger parallelen oder concentrischen Faltenzügen reiht sich im mittleren Asien an die Aussenränder des burmanischen Bogens, des Himalaya und der Salzkette, und diese gewaltigen hintereinander gereihten Ketten, welche die Hochländer Inner-Asiens bilden, scheinen, soweit sie bis heute bekannt sind, ohne Ausnahme südwärts gefaltet zu sein, genau wie die eben angeführten Bogen. Diese südwärts gefalteten Ketten des inneren Asien laufen aber gegen das pacifische Meer hin in einzelne bogenartige Enden aus und bilden auf diese Art längs der Ostküste Asiens jene sonderbaren bogenartigen Inselzüge, welche häufig schon mit Blumenquirlen verglichen worden sind.

Den ersten dieser Bogen bilden die Liu-Kiu-Inseln, den zweiten Japan, wobei mitten in der Insel Hon-Shiu eine grosse Quer-Störung oder Zusammenscharung zweier Bogenstücke eintritt. Den dritten Bogen bilden die Kurilen, welche von Yesso gegen Kamschatka verlaufen, Kamschatka besteht zum Theile aus der Fortsetzung der Kurilen und zum Theile aus einem zweiten inneren Bogen. An diese mit dem östlichen Asien in so inniger Verbindung stehenden Bogen schliesst sich als ein weiterer grosser Bogen die Reihe der Aleuten an mit der Halbinsel Alaska.

Alle diese Bogen, von der Umbeugung bei Gibraltar angefangen, also mit Ausnahme des in Spanien liegenden Stückes, ich sage alle diese Bogen von Gibraltar bis Kamschatka und den aleutischen Inseln sind dadurch ausgezeichnet, dass sie in der Richtung gegen Süden gefaltet sind. Sie bilden mit einander eine eigenthümlich gestaltete aber sehr scharfe Grenze gegen das im Süden liegende Tafelland. Zu diesem gehört ganz Afrika südlich vom Atlas, dann Arabien mit Palästina und Syrien, sowie die ostindische Halbinsel. Die hohen Drachengebirge in der Colonie Natal oder die Ghats am westlichen Rande des indischen Plateau sind nicht Gebirge, sondern abgebrochene Tafelländer, und hat man sie erstiegen, so sieht man vor sich ein mehr oder weniger flaches Hochland.

Auf diese Art zerfällt die alte Welt für uns in zwei Theile, deren Grenzen nicht mit den Grenzen der heutigen Welttheile zusammenfallen. Wir nennen nämlich alles Land nördlich von den Aussenrändern der eben genannten Grenzbogen Eurasien und das südlich gelegene Tafelland bezeichnen wir mit dem Worte Indoafrika. So reicht Indoafrika von der Mündung des Wadi Draa in den atlantischen Ozean bis zur Mündung des Brahmaputra in den Golf von Bengalen. —

Lassen Sie mich auf die anderen Theile der Erdoberfläche einen nur ganz flüchtigen Blick werfen. Amerika, sowohl das nördliche als auch das südliche Amerika, zeigen die merkwürdige Erscheinung, dass sie vorwaltend nach Westen, das ist in der Richtung gegen den pacifischen Ozean gefaltet sind. An den Bogen der Aleuten schliesst sich vom Williams-Sund südlich von der Halbinsel Kenai angefangen die Reihe der westlichen Faltenzüge Nordamerikas, welche sich in Nieder-Californien und in Mexiko fortsetzen. Südlich vom Golf von Tehuantepec ändert sich das Bild und es treten Verhältnisse ein, welche

eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Bogen des westlichen Mittelmeeres zeigen. Man sieht nämlich Folgendes:

Im Norden von Venezuela sind Faltenzüge vorhanden, welche von Ost gegen West laufen und welche im Umriss der Insel Trinidad ihren deutlichsten Ausdruck erlangen. Es scheint jedoch, als würden diese Faltenzüge ihre Fortsetzung in Tabago und den kleinen Antilen finden. Mit ziemlicher Bestimmtheit verfolgt man durch die kleinen Antillen die Spur eines Gebirges, welches herüberzieht durch die Jungferninseln nach Portorico und in San Domingo sich in zwei Hälften spaltet. Die eine findet Fortsetzung in Jamaica und die andere im südlichen Cuba.

Ein weiterer Bogenzug bildet den ganzen nördlichen Theil von Cuba und in den Staaten Guatemala und Honduras sieht man diese selben Faltenzüge sich quer auf den Umriss Mittelamerikas vom Gebiet des caraibischen Meeres zum stillen Ocean herüberziehen. In dieser Gegend ist also der Verlauf der Faltenzüge geradezu quer gelegen auf dem Umriss des Landes. Man sieht nicht, wie die Faltenzüge von Honduras sich fortsetzen mögen, und die Galopagos bestehen nur aus altem vulkanischen Gestein. Aber deutlich kann man wahrnehmen, dass ähnliche Gesteine wie jene, welche den eben genannten Bogen der Antillen bilden, auch im westlichen Venezuela vorhanden sind und von dort aus bilden sie drei Züge, welche herabstreichend nach Ecuador sich endlich zu einem Stamme vereinigen und von da durch Peru und Bolivien als ein einziger gewaltiger Faltenzug die hohe Cordillere der Anden bilden, welcher die grossen Vulcane wie fremde Körper aufgesetzt sind.

Von der Bucht von Arica an beginnt ein neuer Bogen, welcher die Westküste von Bolivien begleitend durch Chile herabzieht durch das westliche Patagonien und endlich umgebeugt um Cap Horn mit ostwestlichem Streichen in Staten Island anlangt. Alle diese Faltenzüge sind gegen Westen gerichtet mit Ausnahme des eben erwähnten gekrümmten Bogens in den Antillen und des südlichen Stückes in Staten Island.

Australien zeigt vorwaltend östliche Faltung. Der westliche Theil des australischen Festlandes entspricht einem Tafellande von ähnlichem Bau wie Indo-Afrika und ist möglicherweise eine Fortsetzung desselben. Ein langer Faltenzug entspricht seinem Ostrande und findet Fortsetzung im Vandiemensland. Neu-Seeland und Neu-Caledonien sind Stücke vorliegender Falten, welche sich ähnlich zu Australien ver-

halten wie die Gebirgszüge der Salzkette oder des Himalaya zu den weiter nach Norden gelegenen Theilen des inneren Asien.

Kehren wir nun zurück zu jenem Theile der Erd-Oberfläche, welcher uns am genauesten bekannt ist, nämlich zu Europa, oder wie wir es schärfer bezeichnen wollen, zu dem westlichen Eurasien. Die Erscheinungen sind hier besonders verwickelt, ja sie scheinen einen höheren Grad der Complication zu erreichen als in irgend einem anderen Theile der Erde. Während alle die früher genannten grossen Grenzbogen Eurasiens nach Süden gefaltet sind und auch durch ganz Central-Asien die südliche Faltungsrichtung vorherrscht, sieht man im mittleren Europa die Faltenzüge gegen Norden gerichtet, und zwar ist Europa zu wiederholten Malen gefaltet worden und immer wieder nach Norden.

Beginnen wir im Nordwesten. Island ist wie Jan Mayen von vulkanischer Natur. Die westlichen Hebriden, ganz Norwegen, die Lofoten bis Magerö und bis zum Nordcap hinauf bestehen aus uraltem Gneiss. Tritt man jedoch von den Inseln auf das nordwestliche Schottland herüber, so begegnet man sofort Gesteinslagen, welche völlig überstürzt sind, in verkehrter Lagerung auf das alte Gneissgebiet hinaufgeschoben wurden und welche uns den Aussenrand eines grossen Faltenzuges darstellen. Dieser Faltenzug streicht im Allgemeinen gegen Nordost. Er umfasst einen grossen Theil von Irland, Wales und Theile von England, ganz Schottland und findet seine Fortsetzung in den westlichen Faltenzügen von Norwegen. Es war dies einmal ein einheitlich gefaltetes Hochgebirge, von welchem wir heute nur mehr Trümmer zu erkennen im Stande sind, und zwischen diesen Trümmern fluthet heute das Meer. Wir nennen es das caledonische Gebirge.

Dieser Faltenzug ist von ausserordentlich hohem Alter, und für diejenigen, welche sich näher mit geologischen Studien befasst haben, wollen wir hinzufügen, dass in demselben die silurischen Gesteine gefaltet sind, während die unterdevonischen Ablagerungen horizontal liegen. Das Alter des caledonischen Faltengebirges ist also höher als das Alter der devonischen Ablagerungen.

An der Westküste Irlands, südlich von der Mündung des Flusses Shannon begegnen wir neuerdings dem überschobenen Aussenrande eines Faltenzuges. Dieser überschobene Aussenrand zieht quer durch die südlichsten Theile von Irland, erreicht Wales in der St. Brides-Bay und zieht quer über die südlichsten Halbinseln von Wales, durch das Kohlenfeld von Glamorgan, quer über die Bucht von Bristol zu den

Mendip-Hügeln, dann, verdeckt durch jüngere Sedimente, durch das südliche England herüber nach Calais und bis in die Gegend von Douai und Valenciennes in der Nähe der französisch-belgischen Grenze. Die Ueberschiebung ist hier um so genauer bekannt, als gerade an dieser Linie in Frankreich bedeutende Vorkommnisse von Kohlenflötzen vorhanden sind; sie sind alle mehr oder weniger überstürzt. Das Streichen dieses Aussenrandes und der entsprechenden Falten ist im leichten Bogen von West-Nordwest gegen Ost-Südost gerichtet.

Alles, was südwärts davon liegt, also Kerry und Cork, Cornwall und Devon, dann die Normandie und die Bretagne bis zur Vendée hinab, besteht aus Falten von gleicher Streichungsrichtung; sie sind alle nordwärts gefaltet und später zerbrochen, das heisst in Horste aufgelöst. Auch hier mag bemerkt werden, dass das geologische Alter dieser Faltenzüge bekannt und dass es geringer ist, als das Alter der caledonischen Faltung. Hier fällt nämlich die Zeit der hauptsächlich Gebirgsfaltung mitten in den späteren Theil der Carbonzeit, indem die älteren Glieder der Kohlenformation an der Faltung theilgenommen haben, während die jüngeren Glieder derselben Formation übergreifend auf den schon abgewaschenen Falten dieses Gebirges liegen. Wir bezeichnen daher das Alter dieser Faltung als intercarbonisch. Die höchsten Gebirge dieses Faltensystemes scheinen nach den uns erhaltenen Bruchstücken in der Bretagne, vielleicht im Morbihan gelegen gewesen zu sein, und da die Britannische Halbinsel unter den Römern den Namen Armorica trug, bezeichnen wir diesen Faltenzug, dessen Aussenrand — wie gesagt — vom Shannon bis an die französisch-belgische Grenze reicht, als den armoricanischen Faltenzug, oder die armorikanische Gebirgskette.

Von der eben genannten Stelle, zwischen Douai und Valenciennes angefangen ändert sich die Richtung der Falten; sie streichen nunmehr nach Ost-Nordost. Auch hier haben wir es mit einem völlig überstürzten und überschobenen Aussenrande zu thun, dessen Beschaffenheit uns durch die Structur der belgischen Kohlenflötze genau versinnlicht ist. Die Gruppe von gefalteten Horsten, mit welchen wir es jetzt zu thun haben, ist besonders gross. Der überschobene Aussenrand ist nicht an vielen Orten sichtbar; man erkennt ihn — wie gesagt — in den belgischen Kohlenflötzen, jenseits des Rheines verschwindet er und ist überhaupt nicht mehr sichtbar, bis er wieder weit im Osten an dem Ostrande der Sudeten, nämlich in dem westlichen Theile des Kohlen-

feldes von Ostrau in der Ueberschiebung der dortigen Kohlenflötze zu Tage tritt.

Die Horste dieses zerstückten Gebirges zeigen Falten, welche im Westen gegen Nordost oder Nord-Nordost, dann weiterhin, nach Ost, dann nach Ost-Südost, Südost und endlich nach Süd streichen. Sie bilden also einen grossen, nach Norden gerichteten Bogen und die wichtigsten Horste sind: Zuerst innerhalb des belgischen Kohlenfeldes das ganze gefaltete Gebirge am Rhein bis zum Taunus herab, weiter gegen Süden der Schwarzwald, die Vogesen und der östliche Theil des Central-Plateau's von Frankreich, dann im Osten der Harz und die ganze mehr oder weniger innig mit der böhmischen Masse verbundene Reihe von Gebirgsstücken, welche vom Thüringerwalde bis zu dem eben genannten Kohlenfelde von Ostrau reicht.

Die Convexität dieses Bogens wird am deutlichsten sichtbar in dem gegenseitigen Verhältnisse des Erzgebirges zum Riesengebirge. In der Gegend von Hof in Bayern tritt in der Münchberger Gneissmasse der Grundriss der völlig abgetragenen Ruine eines besonders bezeichnenden Gebirgsstockes zu Tage, welcher vielleicht einmal zu den höchsten dieses gewaltigen Faltensystems gehört hat, und da dieses Land, das sächsische Vogtland, im Alterthum als das Land der Varisker bezeichnet wurde, ist hiernach für den ganzen Bogen vom französischen Central-Plateau bis zu den Sudeten hinaus der Name des variscischen Faltenzuges oder variscischen Hochgebirges gewählt. Nur die Verfolgung der Structur der Horste hat es möglich gemacht, in dem heutigen zerstückten Relief die Einheit des alten deutschen Gebirgszuges wieder zu erkennen.

Das Alter der variscischen Züge ist genau dasselbe wie jenes der armoricanischen, das heisst: die Haupt-Epoche der Faltung fällt auch hier in die spätere Carbonzeit.

Wir schreiten weiter gegen Süden und erkennen nun leicht, dass die Alpen mit den Karpathen nichts Anderes sind, als ein drittes System ähnlicher Bögen. Mit überstürzten Aussenrändern ziehen die Falten der Alpen von der Durance her durch die Schweiz und Bayern und Oesterreich. Sie sind deutlich in ihrer Entwicklung nach Norden gehemmt durch die entgegenstehenden Horste, das ist durch die Bruchstücke des variscischen Bogens. So stauen sich die Falten der Alpen zunächst an dem abgebrochenen Ostrand des französischen Central-Plateau, der sich bei Lyon erhebt, dann an einer kleinen Gneissklippe,

welche bei Dôle in der Gegend von Besançon heraufragt, hierauf an dem südlichen Rande des Schwarzwaldes und sobald sie das südliche Ende der böhmischen Masse umzogen haben, wenden sie sich, gleichsam frei geworden, in dem grossen karpatischen Bogen gegen Norden. Dieser Faltenzug heisst der Faltenzug der Alpen. Er ist weit jünger als die früheren und die Haupt-Epoche seiner Faltung liegt in der Tertiärzeit. Die Faltungen setzen sich westwärts fort; man sieht nach Norden überschobene Schichten im ganzen südlichen Frankreich bis zu den Pyrenäen hinüber. Und die Pyrenäen liegen in ähnlicher Weise südlich von Armorica wie die Alpen innerhalb der variscischen Faltenzüge liegen.

Halten wir nun das Bild nur in seinen Hauptzügen im Auge, so stellt sich die ganze Mitte und der Norden Europas dar als eine Reihe wiederholt gegen Norden übereinander geschobener Falten oder Schuppen der Erdrinde in der Weise, dass die nördlichen Falten die ältesten sind, dass sie eingebrochen sind, dass dem Einbruche von Süden her neue Faltung gefolgt ist und dass die jedesmalige neue Faltung gestaut oder gehemmt wurde an den Horsten, das ist an den aufragenden Bruchstücken der früheren Faltung.

Die Faltenzüge oder Schuppen, in welche Europa zerfällt, sind daher:

1. Innerhalb des Gneisszuges der Hebriden und Lofoten der caledonische Zug;
2. der armoricanische und variscische Bogen;
3. der Bogen der Pyrenäen und jener der Alpen und Karpathen. Welches aber die Beziehungen zu den unmittelbar folgenden, südlich gerichteten Faltenzügen, nämlich zu jenem des westlichen Mittelmeeres und zu dem dinarisch-aurischen Bogen sind, die ja doch nur eine Fortsetzung der grossen Reihe der eurasiatischen Grenzbogen bilden, darüber Auskunft zu geben sind wir heute nicht in der Lage.

Sie sehen, wie sehr sich auf diesem Wege nach und nach das Bild der Erd-Oberfläche für uns verändert. Linien, welche früher kaum Bedeutung erlangten, erscheinen uns nun von hohem Werthe. In manchen Fällen giebt uns das Relief ein treues Bild des Baues, in anderen müssen wir von dem Relief ganz absehen. Heute erheben sich in Europa die Alpen zu grossen Höhen und bieten uns alle ihre landschaftlichen Reize; aber es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass

nach der ganzen Structur der Falten einst nördlich von ihnen auf den armoricanischen und variscischen Faltenzügen Höhen von gleicher Bedeutung sich erhoben, und in noch früherer Zeit mögen ähnliche Hochgebirge auf dem caledonischen Gebiete vorhanden gewesen sein. Ebenso trennt sich uns nun schärfer als früher Tafelland von gefaltetem Land und wir lernen die Bedeutung der Einstürze kennen. Allerdings das grösste Beispiel der Einstürze bieten uns die oceanischen Tiefen, und wenn auch die Zeit mir es nicht gestattet, ein Näheres über die Structur und die muthmassliche Entstehung derselben zu sagen, so mögen doch folgende Thatsachen vorgebracht werden.

Zunächst sieht man, dass dort, wo die indo-europäischen Grenzbogen an den Ocean herantreten, nämlich (abgesehen vom persischen Golf) an der Mündung des Brahmaputra, und von da an durch die ganze Ostküste Asiens und hinüber durch die ganze Westküste Nord- und Süd-Amerikas mit einziger Ausnahme der Küste von Guatemala und Honduras, also vom Brahmaputra bis Cap Horn die Faltenzüge gegen das Meer hinaus gerichtet sind. Insbesondere ist der pacifische Ocean fast rings von Faltenzügen umgeben, welche ihm gleichsam seinen Umriss vorzeichnen. Vom Cap Horn ostwärts zum Brahmaputra, das ist im atlantischen Gebiete, und im Gebiete der Westhälfte des indischen Oceans sieht man das Gegentheil. Entweder sind es hier Tafelländer, welche gegen das Meer abbrechen, wie die schon erwähnten Drachengebirge in Südost-Afrika, oder die indischen Ghats, oder die Gebirge brechen quer auf das Meer ab, wie das zum Beispiele in den armoricanischen Horsten der Fall ist, und nur ganz ausnahmsweise, nämlich in den Antillen und in Gibraltar treten Bogen gegen das Meer aus.

Den ersten Typus der Umrandung, in welchem der Umriss durch die Faltung vorgezeichnet ist, nennen wir den pacifischen Typus, den zweiten, in welchem eine solche Vorzeichnung nicht stattfindet, bezeichnen wir als den atlantischen Typus.

Wir können noch weiter gehen.

Die Verbreitung der geschichteten Ablagerungen gestattet uns mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit zu sagen, dass das pacifische Meer, im Grossen genommen, älter ist als die anderen Meere und dass eine Fortsetzung quer durch Indo-Afrika, gerade an der Stelle der heutigen höchsten Gebirge, bis über die Alpen herübergereicht hat. Jünger als das pacifische Meer ist, im Grossen genommen, der indische Ocean

und als das jüngste dieser drei Gebiete muss, wieder in den allgemeinsten Zügen gesprochen, die Mitte des atlantischen Oceans angesehen werden.

Sie sehen wohl, verehrte Damen und Herren, zu wie grossen Auffassungen die Vereinigung der einzelnen Forschungen in den verschiedenen Ländern unserer Erdoberfläche führt und wie Fragen und Aufgaben vor uns auftauchen, welche man noch vor einem Jahrzehnt nicht kannte. Sie haben in neuerer Zeit die Aufmerksamkeit vieler Forscher auf sich gezogen. Sie zu lösen, die gegebenen Lösungen zu vervollständigen oder zu berichtigen ist eine weite und anziehende Aufgabe, und es ist sehr wahrscheinlich, dass in weiterer Verfolgung dieses Weges uns noch viele sehr massgebende neue Anschauungen über das Wesen unseres Planeten werden erschlossen werden.

Freilich herrscht rege Thätigkeit auch nach anderen Richtungen. So darf ich insbesondere nicht vergessen, jener Studien Erwähnung zu thun, welche aus einer Vergleichung der vom Himmel gefallenen Meteoriten mit den Eigenthümlichkeiten des Erdballes zu den überraschendsten Schlüssen über die muthmassliche Beschaffenheit des Innern des Planeten geführt haben. Schon kann man sagen, dass höchst wahrscheinlich Eisen und Magnesium daran den hervorragendsten Antheil nehmen.

Ich muss mir jedoch leider versagen, eines Weiteren auf diesen Gegenstand einzugehen.

Aus all' diesen Erfahrungen ergeben sich, wie aus jeder eindringenden Betrachtung der Natur, manche allgemeine Gesichtspunkte und Ideen-Verbindungen.

Der Botaniker, welcher an stillem Orte die hängenden Aeste der Trauerweide erblickt, sieht in dem schönen Baume ein Product der Gartenkunst des Alterthumes, welches uns nur in weiblichen Individuen bekannt ist und nur durch Steckreiser fortgepflanzt werden kann. Wird demselben Naturforscher an heiterer Tafel Muskateller Wein credenzt, so weiss er, dass auch die Muskateller-Rebe nur in weiblichen Pflanzen bekannt ist, und eine unvermuthete Kette von Gedanken leitet ihn von der frohen Tafel zurück zu dem Orte der Trauer, eine Gedankenfolge, welche seinem Tischnachbar fremd ist.

Der Geologe sieht auf der Weltkarte in der Cook-Strasse, welche die beiden grossen Inseln Neu-Seelands trennt, die Quertheilung eines Faltenzuges und sein Auge findet im Matoschkin Schar in Novaja Zemlja die Wiederholung. Er sieht im Golf von Pegu (Siam) den longitudinalen

Einbruch des mittleren Theiles eines solchen Faltenzuges, und er weiss, dass die Stadt Wien auf einer ähnlichen, kleineren, doch in allen Hauptzügen übereinstimmenden Längen-Senkung erbaut ist. Reist er aus Böhmen nach Görlitz herüber, so erblickt er im Riesengebirge ein Bruchstück des grossen variscischen Bogens, der sich einstens bis über Lyon hinaus erstreckt hat.

So wird auch hier ein neues Netz von Vorstellungen gewoben. Das ist aber nicht das letzte Ziel einer grossen Wissenschaft.

Zwei Dinge, sagte Immanuel Kant, hätten stets vor allen anderen seine Bewunderung erregt, nämlich der gestirnte Himmel und die Tiefe des menschlichen Gemüthes.

Das Kind freut sich der vielen Lichtchen am nächtlichen Firmament und blickt ahnungslos in die ungemessene Ferne des Weltall's. Die Wissenschaft lehrt uns die Bewegung der Gestirne; sie lehrt wie klein unsere Erde ist und wie klein wir selbst sind; die kühnste Phantasie weicht zurück vor der erhabenen Wirklichkeit.

Das menschliche Gemüth, jeder von uns ahnt seine unergründlichen Tiefen, aber tiefer in diese Tiefen hinab vermögen nur Wenige zu blicken, welchen ernste Studien eine Analyse der Erscheinungen gestatten. Sie wissen mehr vom inneren Menschen, als wir, die wir staunend davon sprechen, etwa wie das Kind vom Sternenhimmel. Dreimal beneidenswerth bleiben aber jene Auserwählten, welchen es nicht nur gegönnt ist zu schauen, sondern auch krankes Gemüth zu heilen, und welche der Dank geretteter Seelen bis an ihr Lebensende begleitet.

Hier nun bietet Ihnen die Geologie ein Drittes. Neben dem Mikrokosmos des Menschen und dem Makrokosmos in den Fernen des Firmamentes öffnet sich Ihnen der unbegrenzte Horizont der Zeit.

Die Jahrtausende der menschlichen Ueberlieferung schwinden wie Augenblicke. Wie lange Frost und Regen an dem Hochgebirge der Alpen nagen, wir wissen es nicht. Wie lange schon sie aufgebaut sind, wie lange vor den Alpen der variscische Bogen gethürmt, wie lange vor diesem der caledonische Bogen, wie lange vor diesem der Gneiss der Hebriden gefaltet und zerknittert worden ist, Niemand weiss es zu sagen. Wann in jedem dieser Fälle die Faltung, wann die grössten Einstürze erfolgten, seit wann die Erdrinde zuerst erstarrt ist über dem Kerne von Eisen, wir wissen es nicht. Die Entfernungen

der Fixsterne am Himmel, mit wenigen Ausnahmen kennen wir sie nicht, und so fehlt uns auch hier jeder Maassstab und jeder Vergleich.

Wer ähnlichen Betrachtungen sich hingiebt, der fühlt sich gehoben in eine Sphäre, in welcher nicht nur menschliches Maass, sondern das kleine menschliche Individuum verschwindet, sich gleichsam aufgelöst fühlt wie eine Flocke von Nebel vor der Sonne, denn es handelt sich eben nicht um irdische, sondern um kosmische Grössen. So langen wir an nicht nur an der Grenze unserer Kenntnisse, an der Grenze unserer Phantasie, sondern an der Grenze unserer Fassungsgrabe.

Wer aus solchen Studien wieder zurückkehrt zu der Ebene des alltäglichen bürgerlichen Lebens, der fühlt sich gestärkt, wie Einer der herabgestiegen ist von dem Hochgebirge.

Ich darf nicht hoffen, nach einer so kurzen Besprechung in Ihnen ähnliche Empfindungen erweckt zu haben; wollen Sie aber, geehrte Anwesende, wenigstens gegenüber dem krankhaften Pessimismus, welcher da und dort gelehrt wird, die Erinnerung mit sich nehmen, dass sich in unseren Tagen die Menschheit zu Anschauungen über das Wesen der Natur-Erscheinungen erhoben hat, welche grösser sind, als sie in irgend einer vorhergegangenen Zeit unser Geschlecht besessen hat, und dass, mögen auch ganze Völker gewaffnet sich entgegenstellen, es doch in jeder gebildeten Nation Männer giebt, welche hoch über diese Streitigkeiten mit den Forschern aller Völker des Erdballes gemeinsam, unermüdet und neidlos, wie Brüder, nach einer richtigeren Erfassung der Thatsachen und der Gesetze der Natur streben.

Uebersicht zur Erläuterung der Karte.

I. Vulcanische Gebilde des NO.-Atlantischen Meeres.

1. Island (hierzu auch Jan Mayen).
2. Die Faröer-Inseln.

II. Hebridische Gneiss-Region.

3. Die westlichen Hebriden mit den NW.-Theilen von Schottland.
4. Lofoten.
5. Fortsetzung der Lofoten gegen Mageröe.

III. Caledonisches Gebirge (Vordevonische Faltung.)

- 6, 7, 8. Caledonische Bruchstücke in Island.
- 9, 10, 11. Nördlicher Horst in Schottland mit den Orkney- und Shetland-Inseln.
12. Mittlerer, 13. südlicher Horst.
14. Caledonisches Bruchstück in Wales.
15. Faltengebirge im westlichen Scandinavien.

IV. Armoricanisches und Variscisches Gebirge.

(Faltung hauptsächlich zwischen Mittel- und Ober-Carbon.)

16. Armoricanische Faltung im südlichen Irland.
- 17, 18. „ „ in Süd-Wales, Cornwall und Devonshire.
19. Normandie und Bretagne (die armoricanische Halbinsel).
20. Die französische Masse; le Plateau central (in diesem treffen sich in V-Form die armoricanischen und die variscischen Bogen).
- 21, 22, 23. Die Rheingebirge. (21. umfasst die Carbon-Vorkommnisse von Calais bis gegen Douay und Valenciennes, welche zu den armoricanischen Faltungen gehören und alle weiteren Faltenzüge vom belgischen Kohlengebirge und den Ardennen bis zum Taunus, welche dem variscischen Gebiete zuzuzählen sind.) (22. Vogesen, 23. Schwarzwald.)

24. Der Harz.
25. Die böhmische Masse (vom Thüringer Wald und Bayrischen Wald bis zu den Sudeten und dem Mannhart.)
26. Die spanische Masse (Meseta); vielleicht Fortsetzung von 19; im Streichen bogenförmig gekrümmt.

V. Die jungen, postmiocänen Faltungen.

Va. Die alpinen Faltenzüge und ihre Fortsetzung gegen Osten.

27. Die Pyrenäen.
28. Die südfranzösischen Faltungen mit den Hyerischen Inseln.
29. Der Bogen der West-Alpen.
30. Das Juragebirge.
31. Die Ost-Alpen.
32. Die Karpathen (von den Ost-Alpen her zieht sich das mittel-ungarische Gebirge 32a).
33. Das Persány-Gebirge und 34 das transsylvanische Grenzgebirge.
35. Drehung zum Etropol Balkan am Eisernen Thore.
36. Balkan.
37. Gebirgs-Bruchstück der Krim.
38. Der Kaukasus.

Vb. Der Grenzbogen des westlichen Mittelmeeres.

39. Appennin.
40. Sicilien.
41. Der grosse Atlas.
42. Das Nord-Africanische Faltengebirge mit der Drehung von Gibraltar.
43. Die bätische Cordillere mit ihren Fortsetzungen gegen 44, die Balearen.

Vc. Der dinarisch-aurische Grenzbogen.

45. Die dinarischen Züge.
46. Kreta.
47. Candia.

VI. Das Nord-Africanische Tafelland.

48. Sahara.
49. Malta.
50. Das Nil-Land.
51. Syrien.

VII. Die russische Tafel.

Auf dieser liegen selbst die ältesten versteinierungsführenden Sedimente ungestört horizontal.

VIII. Der Bogen von Novaja-Semlja. (52.)

IX. Der Ural.

53. Hauptkette des Ural vom Konstantinowkamen bis: 54. Mugodjoren.
55. Vorliegende Timan'sche Faltung.

Die Züge III, IV, Va sind vorwaltend gegen Nord, Vb und Vc vorwaltend gegen Süd, VIII und IX vorwaltend gegen West gefaltet.

Druckfehler-Berichtigung.

Seite 184 Zeile 3 von oben: statt nicht muss es heißen erst.



EUROPA.

