Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 46 (1862)

Artikel: Vortrag über Gebirgserhebung

Autor: Theobald, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-89921

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

II.

Vortrag über Gebirgserhebung.

Von Prof. *G. Theobald.*

Von alter Zeit her hat man sich mit Theorien der Gebirgserhebung beschäftigt und diese naturgemäss mit der Entstehungsgeschichte der Erde in Verbindung gesetzt. Abgesehen von den Mythen verschiedener Völker, war lange die mit religiösen Ansichten verbundene Meinung vorherrschend, die Erde sei auf einmal entstanden und im Ganzen noch in demselben Zustand, wie sie aus der Hand des Schöpfers hervorgegangen sei.

Als die Forschungen der Wissenschaft so weit gediehen waren, dass man die Erdschöpfung als eine allmählige Entwicklung zu betrachten anfing, in welcher lange Weltperioden aufeinander folgten, suchte man auch nach den Erklärungen der Gebirge, ihrer Entstehung und Gestaltung.

Niederschläge des Wassers und vulkanische Erscheinungen, gaben zu zwei ganz entgegengesetzten Ansichten Veranlassung.

Werner, der Schöpfer deutscher Geologie, liess alles im Wasser entstehen und theilte dem Feuer nur eine sehr untergeordnete Bedeutung zu. Höhen und Tiefen scheint er theils als primitiv, theils als Ergebnisse einer früh eingetretenen Faltung angesehen zu haben, theils waren sie durch Unterwaschung und Einsinken entstanden; nachher ward das Gebirge von allen Fluthen durchfurcht und zerrissen, wodurch die Thalbildung und somit die jetzige Berggestalt vollendet wurde. Aber Werner kannte nur das deutsche Mittelgebiet, auf welches sich diese Erklärung allenfalls anwenden lässt;

sie wurde bald von denen angefochten, welche vulkanische Erscheinungen im Alpengebirge kannten. Diess führte zu dem langweiligen Streit zwischen Neptunisten und Vulkanisten.

Dieser wurde auf längere Zeit beigelegt durch die Theorie, welche ihre Hauptvertreter in Humbold, Buch, Elié de Beaumont u. s. w. hat. Nach diesen war die Erde ursprünglich glühend flüssig; durch Erkaltung ihrer Oberfläche bildete sich eine feste Rinde, auf welche sich das Wasser niederschlug und dann in diesem die Sedimentgesteine entstanden, welche ihrerseits vielfach von Eruptivmassen durchbrochen wurden. Diese Durchbrüche, sowie anderweitige Hebungen und Veränderungen, welche das Feuer der Tiefe, die damit verbundene Gasentwicklung u. s. w. verursachte, sind die Ursachen der Gebirgserhebung und haben überhaupt dem Erdenrund die Form, gleichsam das Relief, gegeben.

Aber die Wissenschaft schreitet fort, und so sinnreich auch diese Theorie ist, deren Hauptsätze wir fortwährend anerkennen, kann sie doch nicht mehr genügen, da sehr viele Erscheinungen sich aus ihr allein nicht erklären lassen. Dahin gehören:

Die erwiesenen langsamen Erhebungen mehrerer Küsten, z. B. Scandinaviens.

Die ebenso allmälige Senkung anderer, z. B. Grönlands, einiger Küstenstrecken in England und Frankreich u. s. w.

Der Umstand, dass gehobene Schichten zum Theil auf die seltsamste Weise verbogen und verdreht sind, was auf sehr langsame Erhebung deutet; denn wäre solche erdbebenartig durch plötzlichen Ruck erfolgt, so hätten sie nicht gebogen, sondern zerbrochen und zersplittert werden müssen.

Versteinerungen, z. B. Belemniten, sind zerstreckt, gebogen, zuweilen auch auseinander gezogen.

Da die ursprünglich horizontalen Schichten so vielfach gebogen sind, müssen sie an Ausdehnung gewonnen haben und gestreckt worden sein. Dies kann nicht durch plötzliche Hebung erklärt werden.

Es ist nicht abzusehen, wie grosse Kontinente durch einen plötzlichen Stoss oder selbst länger dauernde vulkanische Wirkung, die doch immer nur mehr oder weniger local ist, emporgehoben sein sollten. Noch weniger lassen sich daraus die grossen Einsenkungen der Moore und manche Formen der Thal- und Muldenbildungen erklären. — Auch die abwechselnden Hebungen und Senkungen aller Formation und deren Wirkung auf Flora und Thierwelt erklären sich leicht durch allmähliges Steigen und Sinken, sehr schwierig aber durch plötzliche Vorgänge dieser Art. — Es liesse sich noch viel anderes anführen, was gleichsam auf Wirkungen deutet, welche langsam im Verlauf unermesslicher Zeiträume vor sich gingen und den Boden hoben und senkten.

Manche Felsarten, welche jetzt als nicht durch Feuer entstanden nachgewiesen sind, treten desshalb als hebende Gesteine auf, indem sie durch eigenthümliche Anschwellung selbst sammt ihrer Umgebung gestiegen sind, u. s. w. Wir sehen uns nach einer andern Kraft um, welche diese aus den bisherigen Theorien nicht genügend erklärbaren Erscheinungen hervorgebracht haben kann, und finden eine solche in der Umwandlung der Gesteine, dem sogenannten Metamorphismus. Auch diese Ansicht hat in der neueren Geologie bedeutende Vertreter.

Man kann füglich behaupten, dass keine Felsart mehr ganz in dem Zustande ist, worin sie ursprünglich war. Ver-

änderungen aber in Raum und Substanz der Felsarten können hauptsächlich auf dreierlei Weise entstehen:

1) Durch Verlust vorhandener Substanzen, z. B. durch Auswaschung. Dann wird eine Veränderung des Volums entstehen und eine Folge dessen Zusammensinken oder auch Zerklüftung der Felsgebilde.

2) Zuführung neuer Substanzen durch Wasser, Sublimation oder Stoffwechsel, letzterer bedingt durch chemische Affinität und elektrochemische Wirkungen. In diesen Fällen wird zwar nicht immer, aber doch meistentheils, Vermehrung des Umfangs eintreten.

3) Durch Structurveränderung, indem namentlich amorphe oder sonst nicht krystallinische Felsarten krystallinisch werden. Auch hier wird in den meisten Fällen Vermehrung des Volums die Folge sein, indem die Masse des einzelnen Krystalls zwar dichter sein kann, als die ursprüngliche Felsart, das gesammte Gestein aber durch Streckung krystallinischer Theile und Bildung kleiner Zwischenräume zwischen den Körnern, Blättern oder Nadeln an Ausdehnung zunimmt.

Diese Veränderungen traten ein von der Zeit an, wo die Gesteine sich bildeten und dauern noch fort. Als Ursachen sind zu betrachten:

1) Die Zentralwärme der Erde, sowie diejenige Wärme, welche durch chemische und physikalische Vorgänge entsteht.

2) Das Wasser mit seinen vielfachen Aktionen, besonders das in grosse Tiefe eingesunkene und unter starkem Druck erhitzte.

3) Chemische Affinität, Stoffwechsel durch Zersetzung und Wiederverbindung und selbst Austausch mitten im festen Gestein, der erwiesenermassen vorkommt, und wobei wieder das Wasser als Träger dient.

4) Elektrochemische Wirkungen der Stoffe auf einander.

5) Zuführung neuer Stoffe auf den genannten Wegen.

6) Zerklüftung und Spaltenbildung, Ausfüllung derselben von oben oder von der Seite.

Alles dieses wird in den meisten Fällen den Umfang vergrössern.

So verwandelt sich z. B. Anhydrit durch Wasseraufnahme in Gyps und die Gypsstöcke schwellen an. Ein auffallendes Beispiel dieser Art ist vor Kurzem in Schwaben beobachtet worden.

Die Serpentinstöcke, obgleich amorph, scheinen in demselben Fall zu sein, bei andern findet Raumvergrösserung durch Bildung von Bronzitkrystall statt. So fast überall in Bündten.

Eindringendes kalkhaltiges Wasser gibt Veranlassung zu Kalk- und Bitterspathbildung, welche die Gesteine ausdehnt. Zugeführte Kieselerde und Alkalien thun dasselbe. Ganze Kalkmassen wurden in der Nähe von Granit, Gneiss u. s. w. krystallinisch und dehnten sich aus.

Glasige Lava wurde nach und nach zu Trachyt und sonst krystallinischen Gebilden.

Schiefer verwandelt sich in Schalstein, Variolit, Grauschiefer und dergl. oder gingen in Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer oder sonst krystallinische Schiefer über, Sandstein in Gneiss, in welchem die faserige Structur um die Feldspathkrystalle und Quarztheile die Ausdehnung beurkundet. Diese Felsarten enthielten die Trümmer älterer Gesteine und wurden beim Umkrystallisiren diesen wieder ähnlich, z. B. der neuere Gneiss dem ältern Granit gemäss; Thonschiefer und Sandstein wurden durch Zuführung von Alkalien porphyrartig, indem sich Feldspathkrystalle entwickelten. Selbst der Granit mag ursprünglich eine Lava gewesen

sein, welche durch langsamen Stoffwechsel die jetzige Gestalt annahm, die sich durch Schmelzung nicht wohl erklären lässt, indem seine Gemengtheile ganz verschiedene Hitzgrade erfordern.

Gangverhältnisse und Zuführung von Metallen etc. erklären sich am ungezwungensten durch langsame Zuführung der Stoffe.

Es ist durch die Versuche von Daubré, Ludwig u. A. erwiesen, dass sich auf dem Wege des Experiments Glas in eine porphyrartige, Obsidian in trachytische Masse, Thonerde durch Zusatz von Alkalien in eine Art Porphyr verwandeln lässt, wenn man sie bei einer Temperatur von etwa 400° C. den Wirkungen des überhitzten Wassers längere Zeit aussetzt und dass dabei ihr Volumen durch die Krystallbildung in ähnlicher Weise sich vermehrt, wie das des Wassers, wenn es als Eis krystallisirt. Die Arbeiten von Bischof, Bequérel, Roger sind ebenfalls bekannt genug und weisen auf ähnliche Resultate. Wenn nun irgend eine Felsmasse durch eine der obengenannten Ursachen, oder durch Zusammenwirken mehrerer derselben, einen grössern Raum einnahm, so machte das freilich auf ein einzelnes Fragment derselben sehr wenig, dagegen sehr viel auf ganze Bergmassen und Landstriche. Da sich dieselben nicht seitlich ausdehnen konnten, so bogen sie sich auf und bildeten Wölbungen. Wo aber Erhebungen entstanden, da bildeten sich auch zu deren Seiten Einsenkungen in die Tiefe, Mulden und Rücken neben einander, im Grossen Continente und Meerestiefen. Die Rücken und Mulden stehen nicht immer senkrecht, sondern oft schief, legen sich zusammengedrückt über einander und so können bei starkem Seitendruck selbst Ueberschiebungen erfolgen. Gelangte die Spannung zur grössten Höhe, so zerrissen die Gewölbe, die mittlern Schichten stiegen senkrecht

empor, die seitlichen convergiren gegen sie als scharfkantige Gräte (Solvretta-Gebirg) oder sie bogen sich nach beiden Seiten über und es entstunden Fächerstructuren (Flöela, Scaletta) welche dann meistens mit Ueberwerfungen verbunden sind, indem das alte Gestein sich über das jüngere hinausbog und es bedeckte (Madrisa in Rhäticon, Davoser-Gebirg, Sarsalbo in Poschiavo etc.) Dabei entstanden auch gedrückte Mulden und Ueberschiebnngen. Waren die Spalten einmal offen, so fand die glühende Masse der Tiefe durch sie einen Weg nach oben und eine Eruption vollendete, was die metamorphosische Erhebung begonnen (Montblanc). Das Auftreten und die Wirkungen eigentlicher Eruptivgesteine bleiben also hiebei durchaus nicht ausgeschlossen; dagegen muss bestritten werden, dass die Ausbrüche plutonischer und vulkanischer Massen die Ursachen des Metamorphismus sind, indem sie auch mehr oder weniger local und verhältnissmässig kurze Zeit dauernd, nur auf geringe Erstreckung metamorphosirend wirkten, wovon man sich leicht in jedem vulkanischen oder plutonischen Boden überzeugen kann. Die merkwürdigen Veränderungen, welche man in der Nähe des Serpentins findet, sind nicht so eigentlich von ihm verursacht, sondern haben ihn selbst mitbetroffen.

Spalten, welche bei metamorphosischen Erhebungen entstehen und dem Wasser Zutritt in die Tiefe eröffnen, sind wahrscheinlich die Ursachen der Thätigkeit eigentlicher Vulkane. Sie können sich schliessen und wieder öffnen und so möchte sich wenigstens theilweise das Intermittiren vieler Vulkane erklären. Wo der Boden einmal gespalten ist, findet weitere Zerreissung und neue Eruption am wenigsten Widerstand und letztere wiederholt sich daher dort am leichtesten.

Sinken durch concave Faltenbildung grosse Streken in

die Tiefe, so werden sie dem Sitze der Centralhitze genähert und der Metamorphismus wird sich da um so kräftiger entwickeln, wesshalb sie dann ihrerseits zu steigen beginnen. Daher der Wechsel zwischen Erhebungen und Senkungen in den alten Formationen, den man besonders auffallend bei der Steinkohlenformation beobachtet, der Wechsel zwischen Meer- und Süsswasserbildung, sowie eine Menge ähnlicher Erscheinungen, die sich ausserdem schwer oder gar nicht genügend erklären lassen. Nicht überall entstunden bei diesen Undulationen Gebirge, noch brauchte das hebende Gestein wirklich zu Tage zu kommen, denn oft musste der Boden durch Wechselwirkung wie der sinken, ehe das Gewölbe sich genügend erhoben hatte.

Da man an verschiedenen Stellen des Meeres umher Hebungen und Senkungen beobachtet, so ist endlich auch die Frage erlaubt, ob dasselbe nicht auch im Innern der Continente geschehe, ob unsere Gebirge immer dieselbe Höhe gehabt haben, ob sie sich heben oder senken? Wäre das eine oder das andere erwiesen, so wäre die Folgerung sehr wichtig. — Am Meer ist die direkte Beobachtung leicht, im Innern des Landes sehr schwer und kann erst im Laufe langer Zeit Resultate geben. Demnach ist sie zu empfehlen wegen der grossen Wichtigkeit des Gegenstandes.

In technischer Beziehung ist der Umstand, dass der anscheinend so feste Felsboden nicht so unbeweglich ist, als man gewöhnlich glaubt, ebenfalls sehr beachtenswerth.