

13. WICHMANN, R., Estudio geológico de la zona de reserva de la Explotation Nacional de Petróleo de C. Rivadavia. Min. de Agricultura. Dir. Gral de Minas Boletín Nr. 25, Serie B. B. Aires 1921.
14. WINDHAUSEN, A., El yacimiento de Rafaelita de Auca Mahuida. Extracto del Boletín del M. de Agricultura. Informes preliminares de la Dir. Gral. de Minas Nr. 1. B. Aires 1912.
15. WINDHAUSEN, A., Contribución al conocimiento geológico de los territorios del Río Negro y Neuquén. An. del M. del Agricultura. Dir. Gral de Minas Tomo X, Nr. 1. B. Aires 1914.
16. WINDHAUSEN, A., Einige Ergebnisse zweier Reisen in den Territorien Río Negro und Neuquén. N. Jahrbuch für Min. Geol. etc. B. B. XXXVIII 1914.
17. WINDHAUSEN, A., The problem of the Cretaceous-Tertiary Boundary in South America and the stratigraphic position of the San Jorge-Formation in Patagonia. Am. Journ. of Science. Vol. XLIV, January 1918.
18. WINDHAUSEN, A., Estudios geológicos en el valle superior del Río Negro. Min. de Agricultura. Dir. Gral de Minas Boletín Nr. 29. Serie B. B. Aires 1922.
19. ZITTEL, K. A., Traité de Paléontologie. 1887.
20. ZITTEL, K. A., Grundzüge der Paläontologie II. 1903.

## Versuch einer Vereinheitlichung der geologischen Dynamik.

Von A. Sachs (Breslau).

Die nachstehenden Zeilen sollen nur eine kurze Anregung geben für eventuelle spätere praktische Untersuchungen.

Nimmt man zwei so ausgezeichnete und verbreitete Lehrbücher, wie die „Elemente der Geologie“ von CREDNER (1912) und den „Abriß der Geologie“ von EMANUEL KAYSER (1915) zur Hand, so systematisieren beide die Dynamik im wesentlichen gleich:

- A) Exogene Vorgänge: Wirkungen der Winde, des Wassers, der Organismen;
- B) Endogene Vorgänge: 1. Vulkanische Eruptionen, 2. Bewegungen der Lithosphäre (Erdbeben, Gebirgsbildung, Dynamometamorphose, Hebungen und Senkungen).

Dennoch springt ein wesentlicher Unterschied in die Augen. CREDNER behandelt die heißen Quellen und Geysire im engsten Anschluß an den Vulkanismus, also unter den endogenen Vorgängen, KAYSER dagegen unter den Wirkungen des Wassers, also unter den exogenen Vorgängen.

KAYSER (a. a. O. S. 69) bemerkt hierzu: „Die vulkanische Abkunft der allermeisten Thermen hat in neuester Zeit einen gewichtigen Verfechter in E. SUESS gefunden, der ihr Wasser gleich dem Wasserdampf der Vulkane als Kondensationswasser vulkanischer Dämpfe

deutet. SUESS bezeichnet Thermen dieser Art als juvenil gegenüber den gewöhnlichen, von der Tagesoberfläche aus gespeisten vadosen Quellen.“

Wenn nun KAYSER trotzdem die Thermen nicht im Anschluß an den Vulkanismus behandelt, so muß er hierfür gewichtige Gründe haben. Diese sind in der Tat vorhanden. Es liegt mir fern, in diesem kurzen Aufsätze nochmals die schwierige und schon so oft behandelte Wasserfrage anzuschneiden. Ich muß aber wenigstens kurz an die wichtigen Untersuchungen von ALBERT BRUN (1911) erinnern, in denen er das Vorhandensein von juvenilem Wasser im vulkanischen Magma entschieden leugnet. Den Widerspruch der Amerikaner DAY und SHEPHERD (1913) hat BRUN (1916), wie ich glaube, erfolgreich zurückgewiesen. Daß ein sonst so scharfblickender Forscher, wie SUESS, die Bedeutung der juvenilen Wässer für die Erzlagerstättenlehre zweifellos überschätzt hat, habe ich selbst (1914, Centralbl. f. Min. S. 653) nachzuweisen versucht, viel wichtiger aber ist der lapidare Satz von BERGEAT (Abriß der Erzlagerstättenkunde, 1913, S. 43): „Die Frage, ob sich wirklich juvenile Quellen nach der Oberfläche ergießen, ist nicht entschieden.“

Es besteht also (und darauf will ich hinaus) zum mindesten die Möglichkeit, daß alle Thermen, auch die als juvenil angesprochenen, ursprünglich vados waren, daß sie als kühle meteorische Wasser in die Erdkruste einsickerten, sich dort erwärmten, dann auf eine wasserundurchlässige Schicht stießen, um nun als Thermen wieder emporzusteigen.

Ist dies richtig, dann sind also (nach dem Vorgange KAYSERS) die Thermen ihrem Ursprunge nach den exogenen, nicht aber, wie CREDNER will, den endogenen Vorgängen zuzurechnen.

Nehmen wir nun die typisch endogenen Vorgänge etwas näher unter die Lupe: den Vulkanismus und die Bewegungsvorgänge der Lithosphäre. Nimmt man als Ursache für die letzteren die besonders von DANA, HEIM und SUESS verfochtene Schrumpfs- oder Kontraktionstheorie, die ja zweifellos die allergrößte Wahrscheinlichkeit besitzt, in Anspruch, so ist doch als letzte Ursache dieser Vorgänge die Wärmeabgabe der Erdrinde an den Weltenraum anzusprechen: also ein typisch exogener Vorgang, wenn auch die Wirkungen sich endogen vollziehen. Nimmt man aber die in neuerer Zeit so lebhaft verfochtene Lehre von der Isostasie in Anspruch, so ist zwar die Vorbedingung eine endogene Annahme: das Vorhandensein einer Magmazonen, auf der die Erdrinde schwimmt; die Erscheinungen selbst aber sind wiederum durchaus exogen, nämlich das Einsinken der schwereren, das Emporgepreßtwerden der leichteren Gesteinsschollen.

Wie man also auch die Dinge betrachten mag, die letzten Ursachen für alle Bewegungsvorgänge der Lithosphäre sind stets exogener Natur.

Endlich der Vulkanismus! Es ist bekannt, daß wir über sein eigentliches Wesen recht wenig Sicheres wissen. Zwei Fragen tauchen auf: 1. wo ist der Sitz des Magmas; 2. wie gelangt es empor?

1. Hinsichtlich der ersten Frage ist meiner Auffassung nach als sicher anzunehmen, daß das Magma nicht dem Erdkern, sondern der Erdkruste entstammt. Darauf scheinen mir schon die chemischen Verhältnisse unzweideutig hinzuweisen, denn dem metallischen Nifekern können nicht die silikatischen Eruptivmassen entstammen, eine Tatsache, auf die merkwürdigerweise bisher meines Wissens nicht mit dem genügenden Nachdruck hingewiesen worden ist.

Ich habe weiterhin 1918 in einem Aufsätze (Geogr. Anzeiger, 19. Jahrgang, Heft 5/6, S. 104) betont, daß ich mich den Theorien von STÜBEL, TAMMANN und REYER in der Annahme anschließen möchte, daß man die Herkunft des Magmas in verschiedene Tiefen der Peripherie zu verlegen habe, daß es sich innerhalb der Peripherie also nicht um einen einheitlichen Zentralherd, sondern um vertikal gegliederte Magmenherde handeln müsse, derart, daß die Alkali- und Alkalikalk-Gesteine der salischen, die feldspatfreien Gesteine der simischen Zone von SUESS entstammen würden.

2. Viel wichtiger aber ist die zweite Frage: wie drängen die Magmen empor? Aktiv oder passiv? Antwortet man im aktiven Sinne, so wären die Eruptionen eine Folge der frei werdenden und nach oben drängenden Gase des Magmas, die den Schmelzfluß mit sich fortrissen: also ein Spratzvorgang im Großen.

Viel wahrscheinlicher und richtiger aber scheint mir die passive, schon auf HUMBOLDTs Zeiten zurückgehende Auffassung zu sein, wonach die Kontraktion der Erdrinde einen Druck auf das Magma erzeugt, der es emporpreßt. Die Stärke der Auftriebskraft (also die Bildung von Tiefen-, oder aber Ergußgesteinen) scheint mir im wesentlichen von drei Faktoren abzuhängen:

1. von der Stärke der Kontraktion, also des Druckes;
2. von der Dicke der überlagernden Schichten;
3. von der Viskosität (Zähflüssigkeit) des Magmas.

Letztere könnte übrigens sehr wohl durch von oben her oder seitlich eindringendes Meereswasser beeinflusst werden, welches dann als (scheinbar!) juveniles Wasser gleichzeitig mit dem Magma empordringen würde, eine Annahme, die vielleicht das Auftreten so vieler Vulkane längs der Meeresküste erklären würde.

Auch die neuere Theorie der Isostasie nimmt passives Empordringen des Magmas an: die dichten, einsinkenden Schollen veranlassen das darunter befindliche Magma zum Ausweichen nach weniger dichten, schwachen Stellen, wo es empordringen und überfließen kann; hier wäre also der hydrostatische Druck die treibende Kraft.

Dringt nun aber das Magma passiv empor, so ist in jedem Falle die letzte Ursache für den Vulkanismus eine exogene Kraft, ob diese Kraft nun Kontraktion oder hydrostatischer Druck ist.

Damit bin ich am Schluß meiner Ausführungen; sie sollen beweisen, daß letzten Endes auch die als typisch endogen angesprochenen Erscheinungen (Vulkanismus und Bewegungsvorgänge der Lithosphäre) exogene Ursachen haben.

Sind diese Gedanken richtig, so wäre damit die Vereinheitlichung der Dynamik im exogenen Sinne bewiesen.

Es liegt mir fern, die pädagogisch-didaktisch durchaus brauchbare, ja sogar notwendige Zweiteilung der Dynamik aufheben zu wollen, nur soll man sich stets vor Augen halten, daß die scheinbar endogenen Vorgänge gleichsam nur einen Rückprall exogener Kräfte darstellen.

---