

# Über Einzelheiten in der Beschaffenheit einiger Himmelskörper

von

**Ed. Suess,**

w. M. k. Akad.

(Vorgelegt in der Sitzung am 5. Dezember 1907.)

## I.

Die Geologie ist an einer ähnlichen Phase angelangt, wie die Anatomie, als sie begann, neben dem menschlichen Organismus auch den Bau anderer Lebewesen in Betracht zu ziehen. Nur die allerersten Schritte können gewagt werden. Dabei muß der Planet immer als ein Ganzes im Auge behalten bleiben. Die anderen Himmelskörper bieten sich dem irdischen Beobachter in drei Formen dar: in den Meteoriten als greifbare, dem Mikroskop und der chemischen Analyse zugängliche Körper, ferner im Monde, dessen Oberflächenbeschaffenheit sich im Fernrohre zeigt, endlich in der glühenden Sonne und in den entfernten Gestirnen, von welchen das Spektroskop die wichtigsten Nachrichten bringt.

Man vermag schon heute, am Beginne dieser vergleichenden Studien, die Erfahrung zu entnehmen, daß die sauren Gesteine, wie Granit, Gneiß u. s. w. in ihrer Bedeutung für die Gesamtheit des Erdballes überschätzt werden. Gewohnt, die Oberfläche des Planeten zu betrachten, sehen wir gar wenig oder nichts von den schweren Stoffen, denen der Erdball sein Gewicht verdankt. Wir nähern uns ihnen in den basischen Mg-Gesteinen und bald zeigt sich, daß diesen letzteren in der Beurteilung der vulkanischen Phänomene eine grundsätzlich von den sauren Felsarten verschiedene Rolle zufällt.

Vielleicht würde man sich der Wahrheit mehr nähern, wenn man die Mg-Gesteine allein als primäre vulkanische Produkte ansehen wollte, neben welchen alle sauren Feldspatgesteine als ursprüngliches Differentiationsprodukt des Planeten, oder als Aufschmelzungen, folglich gemengtes Recoct, oder als Differentiation aus gemengtem Recoct, oder als reines Recoct, erzeugt unter Beitritt heißer juveniler Gase, kurz als ein Erzeugnis zweiter Hand ansehen wollte. So würde auch das Auftreten z. B. des granitischen M. Capanne auf Elba inmitten der grünen Mg-Gesteine und zahlreicher ähnlicher und wohlbekannter Fälle verständlich.

Nicht mit Unrecht hat Daubrée Peridot die »Scorie universelle« genannt. Sobald aber diese Wertung und das Übergewicht der Mg-Gesteine anerkannt wird, ändert sich so manches.

Der für Kerne vulkanischer Essen, wohl auch für Batholithen in Gebrauch stehende Ausdruck »Tiefengesteine« erhält eine abweichende Bedeutung. Selbst die von hervorragenden amerikanischen Forschern gewählten Ausdrücke »Sal« (Si-Al) und »Fem« (Fe-Mg) entsprechen nicht völlig den Ansprüchen einer Nomenclatur, die dem Vergleiche mit den Ergebnissen der Spektroskopie dienen soll. Der Name Fem würde besser einem tieferen Horizonte als der großen Masse basischer Mg-Silikate vorbehalten bleiben; man könnte ihn höchstens für eine Zone ähnlich Rittersgrün in Anwendung bringen, obwohl auch hier Mg als Silikat erscheint und es wünschenswert ist, den metallischen Kern von den Silikaten zu sondern. Dieselben Forscher haben, von Sal und Fem ausgehend, mit bewunderungswürdiger Ausdauer und Sachkenntnis eine Nomenclatur zu schaffen gesucht, welche alle Mannigfaltigkeit der Natur und alle Erfahrungen der letzten Jahrzehnte zu umfassen bestimmt sein soll. Der größte Teil dieser Mannigfaltigkeit fällt aber dem Sal und seinem Grenzgebiete zu und kommt daher in der hier vorliegenden Aufgabe bei dem heutigen Stande der Erfahrungen kaum in Betracht.

Allgemeine, umfassende Ausdrücke sind aber nötig, denn wo große Brücken gebaut werden sollen, sucht man nach den größeren Steinen. Aus diesem Grunde ziehe ich es vor, im

nachfolgenden bei Ausdrücken zu beharren, welche bei Behandlung desselben Gegenstandes vor Jahren in den Vorlesungen an der Wiener Universität verwendet worden sind.

Der erste, »Sal«, fällt mit dem von den amerikanischen Fachgenossen gebrauchten Worte und Begriffe zusammen; der zweite ist »Sima«, der dritte »Nife«.

Diese Gliederung erlangt sofort für tektonische Studien Bedeutung. Wir nennen die chromeisenführenden simischen Gesteine Crofesima; sie weisen auf tiefen Ursprung, sie umschließen auch die wichtigsten Lagerstätten des Platin und sind fast immer von einer Spur von Nickel begleitet. Das häufige Erscheinen von Intrusionen so tiefer Herkunft auf den Bewegungsflächen junger Kettengebirge wird zu einem entscheidenden Umstand in der Beurteilung der tektonischen Vorgänge. Dasselbe gilt in ebenso hohem Grade von dem nifesimischen Zuge von Ivrea, wie an anderer Stelle bemerkt worden ist.<sup>1</sup>

J. H. L. Vogt hat gezeigt, daß als das Gefolge norwegischer nickelführender Magnetkiese im Noritkontakt eine Reihe von Metallen auftritt, die verschieden ist von dem Gefolge des Kontaktes saurer Gesteine. Das will sagen, daß das simische (oder nifesimische) Gefolge ein anderes ist wie das salische. Diese merkwürdige Beobachtung hat mich veranlaßt, in einem Briefe Sir Norman Lockyer auf die besondere Ähnlichkeit des simischen Gefolges mit dem Fraunhofer'schen Spektrum und jenem von  $\alpha$  Cygni aufmerksam zu machen.<sup>2</sup>

Sir Lockyer hat sich veranlaßt gesehen, diese Angabe durch neue Beobachtungen zu prüfen. Auch andere simische Felsarten wurden in Vergleich gezogen. Das Ergebnis ist, »daß die neuen Untersuchungen in Kensington die (obigen) Angaben bestätigen« und daß »die Metalle, welche in den Spektren der Sonne, der Chromosphäre und von  $\alpha$  Cygni in auffallender Weise vertreten sind, im großen dieselben sind, welche die basischen Felsarten begleiten, ebenso, daß, mit der möglichen Ausnahme von Yttrium und Lithium, die typischen Metalle der

---

<sup>1</sup> Comptes rend., 7. Nov. 1904, p. 714.

<sup>2</sup> Nature, 24. Octob. 1901, p. 629.

sauren Felsarten in  $\alpha$  Cygni nicht erscheinen. Mehrere der Metalle der sauren Felsarten, wie Kalium, Beryllium, Cer, Yttrium, Zinn und Zirkon sind allerdings im Fraunhofer'schen Spektrum nachweisbar, aber die solaren Linien sind in jedem dieser Fälle wenig hervortretend (inconspicuous).<sup>1</sup>

Diese schwächere Vertretung des salischen Gefolges im Sonnenspektrum und der Mangel seiner Nachweisbarkeit in  $\alpha$  Cygni besagen, daß, wenn der Erdkörper nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ eine der Sonne ähnliche Beschaffenheit hätte und er in eine glühende Gasmenge von sehr viel größerem Umfange aufgelöst wäre, in diesem gleichfalls das simische Gefolge sich in weit höherem, das salische dagegen in geringerem Grade bemerkbar machen würde.

Für diese Voraussetzung spricht aber auch das nicht seltene Hervortreten der tiefen simischen Felsarten auf die Erdoberfläche.

Lassen wir den Mond außer Betracht, dessen Dichte bekanntlich sehr nahe mit jener der schwereren simischen Felsarten übereinstimmt, um einen Vorgang zu betrachten, der bisweilen innerhalb des simischen Gefolges bemerkbar wird. Es ist das örtliche Vorherrschen von Titan über Nickel, welches fast bis zum gänzlichen Zurücktreten des letzteren gehen kann. In  $\gamma$  Cygni tritt, im Gegensatze zu  $\alpha$  Cygni, Titan mit Scandium und Strontium hervor, während Eisen, Chrom und Magnesium zurücktreten.<sup>2</sup>

Besonders auffallend und bemerkenswert ist das starke Hervortreten von Ti in den Sonnenflecken, im Gegensatze zur Sonnenscheibe. Hale und Adams haben diesem Umstande eingehende Studien gewidmet und aus der Art des Auftretens Folgerungen auf die Temperatur der Flecken gezogen.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Public. of the Solar Physics Committee, 1907; Spectroscop. Comparis. of Metals present in cert. terrestr. and celest. light sources (with spec. Reference to Vanad. and Titan); p. IX. — Platin, das in Vogt's Liste erscheint, wurde nicht gefunden.

<sup>2</sup> Lockyer und Baxendall, Spectrum of  $\gamma$  Cygni; Phil. Trans., 1903, vol. 201, p. 205.

<sup>3</sup> G. Hale and W. S. Adams, Second Paper on the cause of the characterist. Phenom. of Sun-Spots; Carnegie Instit.; Contrib. fr. Solar Observ. Mt. Wilson No. 15; 1907.

Lockyer hat dieselbe Erscheinung untersucht und sagt, daß von den Metallen nächst Fe in den Flecken sich am meisten Ti bemerkbar macht.

Auf der Erde kennt man keine mächtigeren Äußerungen von gasförmigen Eruptionen als die diamantführenden Schlotte des südlichen Afrika. Diese Eruptionen sind aus typischem Sima hervorgetreten, aber Ni tritt hier fast ganz zurück und Ti (Ilmenit) ist herrschend wie in den Sonnenflecken. Auch die Titanerze führen neuerdings vor die Vereinigung von Ti und Fe; Vogt hat für norwegische Titanerze eine Reihe der wertvollsten Beobachtungen über die Art ihrer Abscheidung geliefert, ebenso Kemp für jene der Adirondacks. Dabei ist bemerkenswert, wie Kemp bei Betrachtung dieser Erze und Lockyer bei Betrachtung der Sonne zu der Erfahrung gelangen, daß die ihnen vorliegenden Stoffe fast ausnahmslos den Gruppen 3 und 4 der Mendelejef'schen Tabelle zufallen.<sup>1</sup>

Ein irdisches Beispiel von anderer Art ist der regionale Reichtum von Ti in einer Reihe von Basalten des westlichen Mittelmeeres.<sup>2</sup> Es ist überflüssig, diese Beispiele zu vermehren. Nach Moissan verdampft Ni leichter, dann Cr; bei Fe tritt große Entwicklung von Gasen ein; für Ti scheint nach den mir vorliegenden Berichten, daß es einer noch höheren Temperatur bedarf. Inwieweit dieser Umstand Einfluß nimmt, mag künftige Forschung entscheiden.

## II.

Wenn ein Schwarm von Meteoriten niederfällt, zweifelt niemand an ihrem gemeinsamen Ursprunge. In den Tektiten oder meteorischen Gläsern wurden drei Vorkommnisse, die Moldavite, Billitonite und Australite unterschieden und ebenso vielen großen Schwärmen zugeschrieben.<sup>3</sup> Es muß angenommen werden, daß jeder dieser Schwärme einem gemein-

---

<sup>1</sup> Vogt, Zeitschr. prakt. Geol., 1894, p. 387; 1900, p. 233, 1901, p. 10, 180, 289; Kemp, U. S. Geol. Surv., 1899, XIX, 3, p. 383; für das periodische Gesetz ders., p. 396 und Lockyer a. a. O. p. 11, 12. Vanadin begleitet stets diese Gruppe von Erzen.

<sup>2</sup> Washington, Quart. Journ. geol. Soc., 1907, LXIII, p. 69.

<sup>3</sup> Franz E. Sueß, Jahrb. geol. Reichsanst., 1900, L, p. 193.

schaftlichen, einheitlichen Körper entstammt und es muß festgehalten werden, daß diese drei Körper, obwohl einander nicht völlig gleich, dennoch unter sich weit ähnlicher und verwandter sind, als irgend einem irdischen Körper.

Die Meteorsteine und Meteoreisen sind von irdischen Vorkommnissen unterscheidbar, obwohl sie aus denselben Elementen bestehen. Sie lassen sich in Gruppen teilen. So oft ein Meteorit zur Erde fällt, weiß man ihn in der Regel sofort in die Gruppe *a*, *b* oder *c* einzuteilen, was doch bei kosmischem Ursprunge kaum denkbar wäre. Die Gruppen, oft durch Zwischenglieder verbunden, lassen sich zu einer natürlichen Reihe ordnen, die, wie Daubrée gezeigt hat, der mutmaßlichen inneren Beschaffenheit unserer Erde entspricht.

Tschermak hat in seiner bekannten Abhandlung über die Bildung der Meteoriten und den Vulkanismus im Jahre 1875 nicht von kosmischen, sondern von kleineren planetarischen Körpern gesprochen und erwähnt, daß die Meteoritenfälle nicht mit den Perioden der Sternschnuppen zusammenfallen.<sup>1</sup> Daubrée meinte, daß die Sternschnuppen an der Beschaffenheit der Kometen teilnehmen, während ihm die Meteoriten Verwandtschaft mit den Planeten zu haben schienen.<sup>2</sup>

Paul Partsch erklärte im Gespräche bereits vor mehr als 50 Jahren das Eisen von Agram wegen seiner plattenförmigen Gestalt mit Entschiedenheit für das Bruchstück eines Ganges. Es herrscht kein Zweifel darüber, daß alle zur Erde gelangenden Meteoriten Bruchstücke sind. Alle die angeführten Umstände, die Wiederkehr von Vertretern derselben Gruppe, die Verwandtschaft der Gruppen und ihre Reihung weisen aber dahin, daß sie nicht Bruchstücke vieler Körper, sondern eines einheitlichen Körpers sind.

Der plötzliche Beleuchtungswechsel, welcher bei einzelnen Planetoiden eintritt, hat Seeliger und Wolf zu der Meinung geführt, daß diese Himmelskörper eckige Bruchstücke seien.<sup>3</sup> Hunderte von ihnen sind bekannt und die weitere Vermehrung

---

<sup>1</sup> Diese Sitzungsberichte, 1875, LXXI, p. 151.

<sup>2</sup> Les Météorites et la Constitut. du Globe terr.; 8°, Paris, 1886, p. 12.

<sup>3</sup> Astronom. Nachr., Nr. 3701, 3704 u. f.

ihrer Zahl scheint nur abhängig von den angewendeten Hilfsmitteln. Seitdem auch Körper entdeckt sind, deren Bahn außerhalb Jupiter und andere, deren Bahn innerhalb Mars liegt und welche wohl die allmähliche Zerstreuung anzeigen, schwindet jede Grenze zwischen Meteoriten und Planetoiden.

Das Verschwinden dieser Grenze bedeutet nichts anderes, als daß Daubré's hypothetisches Gebilde zur Wirklichkeit wird und daß in der Tat zwischen Mars und Jupiter einst eine heute noch anonyme, aber einheitliche planetarische Masse bestanden hat. Dieser Anonymus war der äußerste, von der Sonne entfernteste unter den schweren Planeten. In seinen Tiefen barg er Nife, wie Agram oder Elbogen. Gegen außen nahm der Gehalt an Mg zu und man sieht Übergänge von Nife zum Sima, welche vielleicht auf der Erde in ähnlicher Weise vorhanden sind; diese bleiben aber unserem Auge verborgen. In einem noch höheren Horizonte stellt Chassigny ein terrestri-sches Crofesima vor. Durch die große Gruppe der chondritischen Massen und die wesentlich aus Ca-reichem Feldspat und Augit bestehenden Eukrite (Juvinas, Stannern u. s. w.) und bis Angra dos Reis treten die petrographischen Merkmale hervor, durch welche der Anonymus sich von der Erde unterscheidet. Eine salische Hülle fehlte, vorausgesetzt, daß sie nicht in den völlig geschmolzenen Tektiten vertreten ist.

Meteoriten und Planetoiden sind daher die vorübergehenden Zeugen einer vorübergegangenen Episode in der Geschichte unseres Planetensystems.

Dieses Ergebnis macht durchaus nicht den Anspruch darauf, ein neues zu sein, aber da die neuen Erfahrungen so sehr dazu beitragen, es zu festigen, wird es hier ausgesprochen aus Anlaß der noch immer vorhandenen Neigung, Theorien auf den kosmischen Ursprung der Meteoriten zu begründen.

---