

Werk

Titel: Tammanns Schmelzversuche und die modernen Vulkanhypothesen

Autor: Johnsen, A.

Ort: Braunschweig

Jahr: 1906

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0021 | LOG_0150

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XXI. Jahrg.

12. April 1906.

Nr. 15.

Tammanns Schmelzversuche und die modernen Vulkanhypothesen.

Von Privatdozent Dr. A. Johnsen (Königsberg in Pr.).

Jede kristallisierte Substanz von konstanter Zusammensetzung hat eine bestimmte Schmelztemperatur; diese stellt aber nur eine von unendlich vielen Schmelztemperaturen dar, nämlich die dem gewöhnlichen Druck von einer Atmosphäre entsprechende. Durch Drucksteigerung wird jene Schmelztemperatur im allgemeinen erhöht, und zwar stets dann, wenn mit der Schmelzung eine Ausdehnung verbunden ist; beim Eis ist bekanntlich das Umgekehrte der Fall.

Tammann¹⁾ hat nun Schmelzkurven bis zu Drucken von fast 10000 Atmosphären und bei Temperaturen von -80 bis $+200^{\circ}\text{C}$ verfolgt. Dabei zeigten sich folgende überraschende Tatsachen: Bei steigender Schmelztemperatur und steigendem zugehörigen Schmelzdruck eines kristallisierten Körpers nimmt die beim Schmelzen erfolgende Ausdehnung mehr und mehr ab, wird schließlich $= 0$ und nimmt sodann negative Werte an, d. h. es wird das Volumen der festen Phase größer als dasjenige der flüssigen, ihr spezifisches Gewicht also kleiner. Tragen wir die

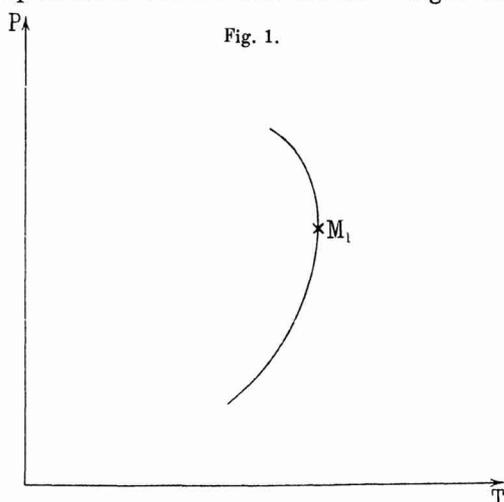


Fig. 1.

Drucke vertikal, die Temperaturen horizontal auf, so erhalten wir eine gegen die vertikale Druckachse hin konkave Schmelzkurve (s. Fig. 1), denn es muß nun mit steigendem Druck die Schmelztemperatur abnehmen wie beim Eis, beim Wismut u. a;

¹⁾ Kristallisieren und Schmelzen, Leipzig 1903, Ambros. Barth. Die interessante Versuchsanordnung muß hier leider unerwähnt bleiben.

diese Substanzen verhalten sich also durchaus nicht prinzipiell verschieden von den meisten anderen, sondern sie befinden sich eben bei dem an der Erdoberfläche herrschenden Atmosphärendruck bereits auf dem oberen Aste der Schmelzkurve. Jener merkwürdige Punkt M_1 , in dem fester Körper und Schmelze gleiche Dichte haben, liegt z. B. für Glaubersalz bei 31°C und etwa 2500 Atmosphären. Aber die Tammannschen Schmelzkurven besitzen noch einen zweiten merkwürdigen Punkt¹⁾.

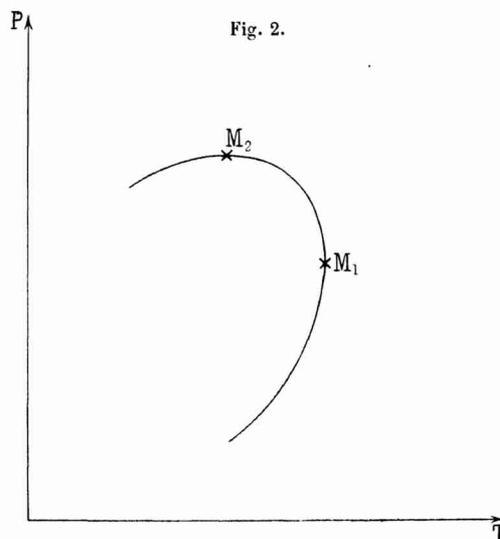


Fig. 2.

Verfolgt man den oberen Ast einer solchen Kurve zu höheren Drucken und tieferen Temperaturen, so findet eine abermalige Umkehr der Kurve statt, von einer bestimmten Temperatur an beginnt nämlich der Schmelzdruck mit abnehmender Temperatur abzunehmen; dieser Umkehrpunkt (Fig. 2, M_2) entspricht also nicht einem Maximum der Schmelztemperatur, sondern einem solchen des Schmelzdruckes; M_2 ist dadurch ausgezeichnet, daß hier die latente Schmelzwärme $= 0$ ist, sie wechselt hier ihr Vorzeichen und wird bei kleineren Temperaturen und Drucken negativ, d. h. beim Schmelzen wird Wärme abgegeben.

¹⁾ Letzteren hat Tammann allerdings nicht an Schmelzkurven, sondern an sogenannten Umwandlungskurven, wie z. B. derjenigen zweier polymorpher Eisarten, beobachtet; Tammann hat aber auf Grund der allgemeinen Analogie von Schmelz- und Umwandlungskurven die bei den einen beobachteten Erscheinungen auf die anderen übertragen zu dürfen geglaubt.

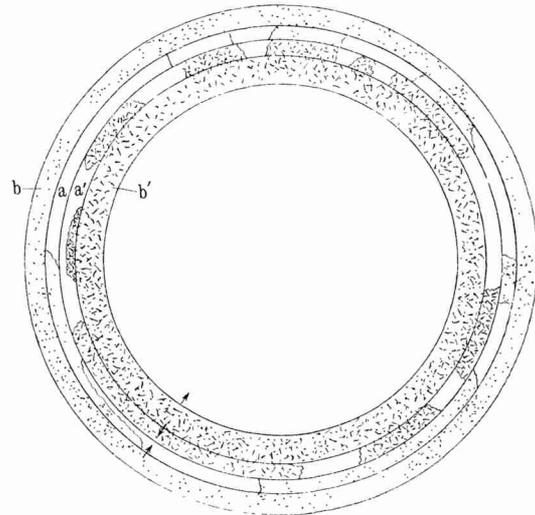
Wenn nun ein homogener schmelzflüssiger Weltkörper, etwa die einstige Erde, sich infolge Wärmeausstrahlung abkühlt, so können wir entweder annehmen, daß infolge von Konvektionsströmen ein dauernder schneller Temperatúrausgleich erfolgt oder daß die äußeren Flüssigkeitsschichten stets bedeutend kälter sind als die inneren. Nimmt man das letztere an, so sind weiterhin zwei Fälle möglich. Temperatur und Druck nehmen nach dem Erdinnern hin zu, und es kann entweder die einer bestimmten Druckzunahme entsprechende Temperaturzunahme größer sein als die demselben Druckzuwachs entsprechende Erhöhung der Schmelztemperatur — oder kleiner. Das erstere ist wahrscheinlicher, und es würde daraus folgen, daß die Erstarrung, d. h. die Kristallisation der homogenen Flüssigkeit in der äußersten Schicht beginnt. Für noch wahrscheinlicher aber hält es Tammann, daß ein dauernder schneller Temperatúrausgleich eintritt. Dann beginnt die Erstarrung in einer mittleren Zone, in welcher der Druck der darauf lastenden Flüssigkeitsschicht gerade dem Druck der maximalen Schmelztemperatur entspricht; wir haben nur festzustellen, wo die Schmelzkurve des flüssigen Planeten von einer Vertikallinie tangiert wird, die sich der Temperaturerniedrigung (infolge Ausstrahlung) entsprechend von rechts nach links verschiebt. Es ist der Punkt M_1 . Die Kristallisationszone, die das Erdzentrum schalenförmig umgibt, schreitet bei weiterer Abkühlung nach Gebieten geringeren Druckes, d. h. nach außen, sowie nach solchen höheren Druckes, d. h. nach innen hin fort, nach außen hin erfolgt die Kristallisation unter Volumverringern, nach innen unter Volumvergrößerung, den beiden von M_1 auslaufenden Ästen der Schmelzkurve entsprechend. Jener feste Kristallisationsgürtel unterliegt einer steigenden Spannung, da ja sein Anwachsen nach innen von Volumvergrößerung, also Druckzuwachs, begleitet ist, der Druck erreicht schließlich den maximalen Schmelzdruck (den Druck von M_2); von diesem Zeitpunkte ab hört die Kristallisation an der Innenwand der Zone auf, weil die geringste Kristallbildung den Druck vergrößern und sofortige Wiederverflüssigung herbeiführen würde, wie weit die Temperatur auch sinken mag.

Wir dürfen es übrigens für wahrscheinlich halten, daß jene Erstarrungszone von vornherein sehr nahe der Erdoberfläche liegt, da bereits Tiefen von einigen hundert Kilometern einen Schmelzdruck von über 100 000 Atmosphären ergeben. Schließlich ist noch zu bedenken, daß die planetarische Schmelze entweder von vornherein inhomogen sein oder es mit abnehmender Temperatur werden wird — wie man dies an erkaltendem Phenol-Wasser-Gemisch sieht: es bilden sich emulsionsartige, sodann schlierige Flüssigkeitsgemenge, deren homogene Komponenten sich mit abnehmender Temperatur immer weiter „spalten“, wie dies ja auch für die Eruptivgesteinsmagmen aus petrographischen Gründen vielfach angenommen wird.

Man hat die obigen Betrachtungen Tammanns also für jede einzelne der flüssigen „Phasen“ anzu-

stellen und gelangt dadurch zu einer größeren Anzahl verschiedener Erstarrungszone, die bei verschiedenen Temperaturen, also zu verschiedenen Zeiten, sowie unter verschiedenen Drucken, also in verschiedenen Tiefen, ins Dasein treten und nach außen wie nach innen gegen einander anwachsen. Die zwischen je zwei Erstarrungsschalen liegenden Flüssigkeitszone, deren jede aus einer oder infolge von Differenzierung aus mehreren Flüssigkeiten besteht, werden bald Druckverminderung, bald Druckvermehrung aufweisen, je nachdem die Kristallisation an der inneren oder an der äußeren Wand des flüssigen Gürtels überwiegt, denn erstere ist von Kontraktion, letztere von Dilatation begleitet. Im übrigen kann infolge immer erneuter „Differenzierung“ der Flüssigkeiten und Ausscheidung neuer Kristallarten eine vielfache Verzäpfung benachbarter Erstarrungsschalen eintreten, so daß eine Anzahl von Flüssigkeitskammern entsteht (Fig 3). Kurz, wir gelangen zu „peripherischen

Fig. 3.



Die Flüssigkeit ist in a und a' differenziert, die Kristallisationszone b wächst auf Kosten von a nach innen, die Zone b' auf Kosten von a' nach außen.

Magmenherden“, deren Druck mit fortschreitender Abkühlung der Erde oszilliert, und dies kann zu wiederholten Berstungen der äußeren Schalen und Magmaergüssen führen — vulkanische Eruptionen.

A. Stübel¹⁾ ist nun auf ganz anderem Wege als dem obigen zu peripherischen Einzelherden gelangt. Das Studium von Vulkanen Amerikas und des Atlantik sowie eine Betrachtung der Mondkrater führten Stübel zu der Überzeugung, daß die Vulkanberge — besonders diejenigen vom Caldera-Typus — sich als „monogene Baue“ dokumentieren, die ihre Existenz im wesentlichen einem ersten, äußerst gewaltigen Ausbruch verdanken, dem gegenüber alle etwaigen späteren Eruptionen geringfügig sind. Daraus ergab sich die Annahme peripherisch gelegener erschöpflicher Reservoirs anstatt eines einzigen gewaltigen Zentralherdes.

¹⁾ Über die genetische Verschiedenheit vulkanischer Berge. Leipzig 1903. Max Weg. (Rdsch. XVIII, 681).