

Verh Nath.,-med, Ver. zu Heidelberg  
N, F. 5/1 Heidelberg, 1893.

Ueber die Nachahmung verschiedener Geysirtypen und  
über Gasgeysire.

Von A. Andreae.

Gesammtsitzung vom 13. Jan. 1893.

Bücher  
Dr. Hei  
Mein

Vor einem Jahre (Sitzung vom 15. Jan. 1892) erwähnte ich in einem Vortrage beiläufig, dass man die verschiedenen in der Natur vorkommenden Eruptionstypen von Geysiren vermöge verschieden gebauter Geysirapparate nachahmen könne. Seither habe ich den betreffenden Gegenstand eingehender verfolgt; gestatten Sie mir deshalb, heute nochmals kurz darauf zurückzukommen.

Ein normaler Geysirapparat besteht aus drei Theilen: erstens einem Dampfkessel, zweitens einem Steigrohr und drittens einer Rückfluss- oder einer Zuflussvorrichtung. Fehlt einer dieser 3 Theile, so kommt die Geysirthätigkeit nicht in der richtigen Weise zur Erscheinung. Fehlt die Rückfluss- oder Zuflussvorrichtung, so erhalten wir z. B. nur eine einmalige Eruption, aber keine Intermitenz. — Indem man das Steigrohr in verschiedener Weise mit dem Dampfkessel verbindet, erhält man verschiedene Eruptionstypen.

1) In dem einfachsten Falle bildet das Steigrohr die directe Verlängerung von dem oberen Theil des Dampfkessels. Man erhält dann Eruptionen, welche sehr plötzlich eintreten und eine sehr kurze Dauer haben; dieselben bestehen zu Anfang aus einer Wasserperiode, auf welche eine mehr oder weniger ausgesprochene Dampfperiode folgt. Lässt man das Steigrohr etwas in den Dampfkessel hineinragen, so dass ein Dampfreservoir entsteht, so kann hierdurch die Dauer der Eruptionen sowie der Intervalle zwischen den Eruptionen erhöht werden. Derartige Modelle ahmen den Geysirtypus Nr. II von *Peale*<sup>1)</sup> nach,

<sup>1)</sup> cf. *Peale* in Hayden, U. S. G. S. of the Territories, Rep. XII. Th. II. 1883. pag. 423.

welchem in der Natur der Castle-Geysir im Yellowstone-Gebiet entspricht.<sup>1)</sup>

2) Verbinden wir das Steigrohr nicht direct, sondern durch ein heberförmig gebogenes Rohr mit dem Dampfkessel, so erfolgt die Eruption derart, dass Wasser und Dampfperiode nicht in der vorhin geschilderten Weise geschieden sind. Die Eruption beginnt mit kleineren Stössen, welche sich steigern, ihr Maximum erreichen und alsdann wieder abnehmen. Die Ursache dieser etwas verlängerten Eruption beruht darin, dass wenigstens zeitweilig im oberen Theil des heberförmigen Rohres eine Dampfschicht zwischen dem Steigrohr und Kessel eingeschaltet ist, welche eine ganz plötzliche Entlastung (Druckaufhebung) des im Dampfkessel befindlichen Wassers verhindert; ferner wird das Wasser im Steigrohr weniger erhitzt, und die Bewegungshindernisse sind überhaupt grösser als bei den unter 1) erwähnten Apparaten. Dass diese Bewegungshindernisse in einer erhöhten Siedepunktverzögerung des Wassers im Dampfkessel ihren Ausdruck finden, geht daraus hervor, dass ein Sieden des Wassers erst bei etwa 107° C. stattfindet, während es, bei der dem Druck äquivalenten Spannung von 870, schon vor 104° C. eintreten sollte. Die Eruptionen dieses Apparates entsprechen dem *Peale'schen* Geysirtypus Nr. I, dessen bekanntestes Beispiel im Park der Old Faithful ist.<sup>2)</sup>

3) Wenden wir den oben geschilderten Apparat an, erhöhen aber noch dadurch die Bewegungshindernisse, dass wir durch eine Klemmschraube irgendwo den unteren Theil des Steigrohres oder auch irgend einen Theil des heberförmigen Rohres verengern, so können wir die vorhin erwähnten Vorgänge etwas verstärken; es tritt aber, wenn die Verengung einen gewissen Grad erreicht hat, eine neue Erscheinung hinzu. Die bei jedem Rückschlürfen des Wassers zum Schluss der Eruption eingezogene Luft wird dann zurückgehalten und bildet ein elastisches Polster zwischen Steigrohr und Dampfkessel. Dieses Polster,

<sup>1)</sup> Vergl. d. Geysirapparate von *G. Wiedemann*. (Wiedem. Ann. B. XV. 1882, pag. 173) und von *K. Antolik* (Zeitsch. f. d. phys. und chem. Unterricht 1890—91. p. 279).

<sup>2)</sup> Vergl. d. Geysirapparat von *J. Petersen*. N. Jhb. f. Min. 1889 Bd. II. pag. 65.

welches die Stösse bei dem Aufwallen im Dampfkessel abschwächt, verhindert, dass ein vollständiges Ausschleudern des Wassers aus dem Steigrohr und somit eine völlige Entlastung stattfindet. Auf die am Anfang ganz normale Eruption folgt alsdann statt des Rückschlüpfens eine verlängerte, ja oft andauernde Eruptionsphase mit kürzeren Intermittenzen. Die mit den Ruhepausen wechselnden Stösse vollziehen sich fast ohne Dampfausströmung. Der Abschluss der ganzen Eruptionsphase ist stets deutlich durch ein heftiges Rückschlüpfen gekennzeichnet. Fast die gleiche Erscheinung dieser sehr verlängerten, unterbrochenen Eruptionen erhält man auch, wenn man die unter 1) beschriebenen Apparate im unteren Theile des Steigrohres durch Klemmschrauben verengert. An dieser Stelle muss auch der durch Laugenzusatz verlängerten Eruptionen gedacht werden. Durch einen Zusatz von sehr geringen Mengen von Kalilauge, so dass etwa eine Lösung von  $1\text{‰}$ — $3\text{‰}$  entsteht, erreicht man genau die oben geschilderten Eruptionen und hat es in der Hand, durch geringeren oder reichlicheren Zusatz der Lauge alle Abstufungen hervorzubringen. Die Erklärung ergibt sich, wenn man einen möglichst aus Glas bestehenden Apparat zusammenstellt; man erkennt alsdann, dass der Laugenzusatz ein schaumiges Aufkochen bewirkt und hierdurch Luft zurückgehalten wird, welche das oben erwähnte elastische Polster bildet. Eine solche Veränderung der Eruption durch Laugenzusatz tritt jedoch nur ein, wenn das Steigrohr durch ein heberartig gebogenes Rohr mit dem Dampfkessel verbunden ist; in den anderen Fällen kann die Luft zu leicht entweichen und die Erscheinung bleibt aus. Die vorstehend geschilderten Eruptionen entsprechen dem Typus Nr. III von *Peale*, für welchen der Grand-Geysir und die Giantess Beispiele im Park sind.

Ausser diesen drei genannten Eruptionsformen führt *Peale* noch einen vierten Typus an, bei welchem auf eine verlängerte Eruptionsperiode noch eine Dampfphase folgt. Diesen Typus konnte ich genau in der geschilderten Weise nicht nachahmen; es lassen sich jedoch ähnliche Eruptionen erzeugen. Wenn man einen verhältnissmässig sehr grossen Dampfkessel, bei einem ziemlich engen und im unteren Theil

auch etwas gebogenen und verengerten Steigrohr, anwendet, so entstehen Eruptionen, welche zu Beginn aus einer normalen Wassereruption bestehen, auf welche eine verlängerte, vorwiegende Dampfphase folgt.

Alle diese Eruptionstypen sind durch Abstufungen und Uebergänge in der Natur verbunden, und solche können wir auch mit den Apparaten herstellen. Die Grösse und Beschaffenheit der verschiedenen Theile eines Geysirapparates ist natürlich von Einfluss auf die Eruption. So ist die Intensität (Eruptionshöhe etc.) in erster Linie abhängig von der Höhe des Steigrohres resp. dem Druck im Dampfkessel. Die ausgeworfene Wassermenge entspricht der Grösse des angewendeten Dampfkessels, und diese ist auch von Einfluss auf die Eruptionsdauer. Die Länge der Intervalle zwischen den Eruptionen ist vor Allem bedingt durch die Wärmezufuhr und die Abkühlung bei der Eruption. Die durch engere Rohre oder Biegung der Rohre hervorgebrachten Bewegungshindernisse finden einen Ausdruck in einer erhöhten Siedepunktverzögerung im Dampfkessel. Eingeschaltete Luft oder Dampfpolster beeinflussen sowohl die Art wie die Dauer der Eruption. Die Aufstellung einer Geysirformel, in welcher das gegenseitige Verhältniss dieser verschiedenen Factoren zum Ausdruck gelangt, ist mir bisher noch nicht gelungen.

Neben den intermittirenden heissen Springquellen oder eigentlichen Geysiren finden wir auch in der Natur kalte oder lauwarne intermittirende Springquellen, bei welchen aber stets Gase (meist Kohlenwasserstoffgase oder Kohlensäure) dem Wasser als treibendes Agens beigemischt erscheinen und die wir daher als Gasgeysire bezeichnen können.

Derartige Gasgeysire sind allerdings insofern theilweise künstliche Fontainen, als dieselben auf Bohrlöchern auftreten, ihnen also das für die Geysirthätigkeit erforderliche Steigrohr erst geschaffen wird. Ein schönes Beispiel eines derartigen Geysirs ist die Kane-Geysir-Well im Petroleumgebiete des westlichen Pennsylvaniens, 4 Meilen südlich von Kane gelegen. Ein 2000' tiefes Bohrloch lieferte in Intervallen, die im Sommer 1879 etwa 13 Minuten betragen, einen aus leichten Kohlenwasserstoffgasen der Grubengasreihe und aus Wasser bestehenden

Springbrunnen von 100—150' Höhe. Ein schönes Schauspiel soll dieser Geysir gewähren, wenn die austretenden Petroleumgase entzündet werden und dann die feindlichen Elemente Wasser und Feuer, im Kampfe miteinander ringend, emporsteigen. — Nach der „Antiklinal theory of natural gas“ wird angenommen, dass in Petroleumgebieten auf einer und derselben zusammenhängenden, permeablen Schicht sich die dort gebildeten, nicht mischbaren Stoffe dem Gewicht nach sondern. Eine derartige Sonderung wird namentlich da stattfinden, wo die betreffende Schicht einen Sattel resp. eine Antiklinale bildet. Wir hätten auf dieser oben Petroleum oder Petroleumgase, darunter Salzwasser; nach dem Eintreffen eines Bohrloches würden wir entsprechende Quellen erhalten. Tritt nun der immerhin seltene Fall ein, dass ein Bohrloch ungefähr auf die Grenzschicht einer solchen Oel- oder Gas- und einer Wasseransammlung trifft so sind die Bedingungen für das zeitweilige Eintreten einer Geysirquelle gegeben. Weitere Bedingung ist dabei noch, dass es sich bei dem Oel um leichte Kohlenwasserstoffe handelt, die unter dem hohen Druck verdichtet sind. Nehmen wir ein Eintreffen des Bohrloches im untern Theil der Gasansammlung an, so wird Gas gewaltsam austreten, es entsteht eine locale Druckverminderung; ausserdem expandiren die Gase im Rohr und kühlen sich dabei noch sehr bedeutend ab. Die locale Druckverminderung bewirkt aber ein locales Steigen des Wasserspiegels; dieser erreicht das Bohrloch, füllt dasselbe mit Wasser und stellt so einen hydraulischen Druck von 2000 Fuss resp. etwa 58 Atmosphären her. Mit der Zeit wird aber sowohl die Temperaturerniedrigung wieder ausgeglichen, als auch durch neues Zuströmen von verdichtetem Gas aus den ferneren Theilen des Flötzes der Wasserspiegel herabgedrückt, bis das Oel resp. Gas wieder Zugang zum Bohrloch erhält, aufsteigt, expandirt und eine Eruption erfolgt. Dieser Vorgang würde sich bei der Kane-Geysir-Well alle 13 Minuten wiederholen. Auch ohne Annahme einer Antiklinale wäre das Zustandekommen einer solchen Geysirquelle möglich, wenn man voraussetzt, dass auf dem betreffenden Flötz sich oben eine relativ dünne Oelschicht (verdichtete Petroleumgase) auf dem Wasser befände. Diese würde

dann zeitweilig zerreißen, beim Eintreffen des Bohrloches und der ersten Eruption, der Wasserspiegel würde sich local heben und Wasser das Bohrloch erfüllen und erst nachdem die Oelschicht ihre Continuität wieder erlangt hat könnte eine neue Eruption eintreten.

Eine ähnliche laue Naturfontaine (von 23° C.) trat vor etwa 15 Jahren bei Rank <sup>1)</sup> unweit Kaschau in N.-Ungarn auf einem 1457' tiefen Bohrloch auf. Der Wasserstrahl war 80—90' hoch und wiederholte sich etwa alle 9 Stunden. Bei der Eruption trat mit dem Wasser ein noch grösseres Volumen von Kohlensäure aus. Die regelmässige Intermittenz dieses artesischen Brunnens würde für das Vorhandensein eines Gasreservoirs auf einer unterirdischen Wasserader, das durch irgend eine Kluft oder Höhlung gebildet wird, sprechen. Der CO<sup>2</sup>-Zufluss erfolgt wohl durch eine Mofette und hat in dem, an jungvulkanischen Gesteinen reichen Gebiete nichts Auffallendes. Der aufgestellte Apparat zeigt Ihnen, wie sich eine derartige durch CO<sup>2</sup>-Zufluss bedingte, intermittirende Quelle leicht nachahmen lässt.

<sup>1)</sup> *F. Tietze*. Monatsblätter des Wiss. Club. in Wien; ausserordl. Beilage Nr. 9. 1892. pag. 11.