



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik**

**Müller, Johann Heinrich Jacob**

**Braunschweig, 1894**

206. Erklärung des Geysirphänomens

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96939](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96939)

risirt. Ihre Annäherung giebt sich durch eine allmählich zunehmende Dampfentwicklung und durch ein unterirdisches plätscherndes Geräusch zu erkennen. Dann dringt kochender Wasserschaum hervor, der in langsamen Perioden steigend und fallend sich immer höher und höher erhebt, bis er nach etwa zehn Minuten, wo die Erscheinung ihre grösste Entwicklung erreicht hat, in vertical und seitlich aufspritzenden Garben gegen 10 bis 13 m hoch emporsteigt. Dann nehmen die Strahlen an Umfang und Höhe in ähnlicher Weise ab, wie sie sich erhoben, bis die Quelle nach abermals zehn Minuten zu ihrer vorigen Ruhe zurückgekehrt ist.

**Erklärung des Geysirphänomens.** Schon Lottin und 206 Robert, welche im Jahre 1836 Island besuchten, haben gefunden, dass die Temperatur der Geysircolonne von oben nach unten zunimmt. — Bunsen und Descloizeaux, welche im Jahre 1846 mehrere Monate in Island zubrachten, haben durch zahlreiche Messungen die Temperaturverhältnisse des grossen Geysirs auf das Genaueste ermittelt, und dadurch den Grund zu der schönen Theorie der Geysir-Eruptionen gelegt, durch welche Bunsen die Wissenschaft bereichert hat.

An der Oberfläche ist die Temperatur des Wassers im Geysirbecken ziemlich veränderlich und von den Witterungsverhältnissen abhängig; im Mittel beträgt sie 85° C.

Innerhalb des Geysirrohrs steigt die Temperatur, kleine Störungen abgerechnet, an jedem Punkte der Säule fortwährend von einer Eruption bis zur nächsten, wie man aus folgender Tabelle ersehen kann, welche die Resultate einer Beobachtungsreihe enthält.

Höhe über dem Boden	23 Stunden	5½ Stunden	10 Minuten	Siedepunkt für d. jedesmaligen Druck
	vor einer grossen Eruption			
0 m . . . . .	123,6° C.	127,5° C.	126,5° C.	136,0° C.
9,6 „ . . . . .	113,0	120,4	121,8	124,2
14,4 „ . . . . .	85,8	106,4	110,0	117,4
19,2 „ . . . . .	82,6	85,2	84,7	107,0

Von unten her tritt also durch Canäle, deren Verlauf man nicht weiter verfolgen kann, das weit über 100° erhitzte Wasser langsam in das Geysirrohr ein, während an der Oberfläche des Beckens eine fortwährende Abkühlung stattfindet. Eine Folge davon ist, dass das heisse Wasser in der Mitte des Rohres aufsteigt, sich an der Oberfläche des Beckens gegen den Rand hin verbreitet und dann abgekühlt an dem Boden des Bassins nach der Röhre zurückfliesst.

Aus der Betrachtung der obigen Tabelle ersieht man nun, dass das Wasser an keiner Stelle und zu keiner Zeit eine so hohe Temperatur hat, wie sie erforderlich wäre, damit das Wasser bei dem auf ihr lastenden Drucke ins Kochen gerathen könnte.

Unmittelbar über dem Boden z. B. hat das Wasser ausser dem Druck der Atmosphäre noch eine Wassersäule von 23 m zu tragen; bei diesem Druck aber müsste es bis auf  $136^{\circ}$  erhitzt werden, wenn das Kochen beginnen sollte, während seine Temperatur hier 10 Minuten vor der grossen Eruption nur  $126,5^{\circ}$ , also  $9,5^{\circ}$  unter dem entsprechenden Siedepunkte war.

In einer Tiefe von 13,4 m, also 9,6 m über dem Boden, wurde kurz vor einer grossen Eruption die Temperatur des Wassers gleich  $121,8^{\circ}$ , also nur  $2,4^{\circ}$  niedriger gefunden als der Siedepunkt ( $124,2^{\circ}$ ), welcher dem auf dieser Stelle lastenden Druck entspricht.

Ogleich nun die Temperatur des Wassers im Geysirrohre im Allgemeinen nicht den dem Druck entsprechenden Siedepunkt erreicht, so können doch von Zeit zu Zeit einzelne Wasserparthien noch heiss genug in höheren Schichten ankommen, um Dampfblasen zu bilden, die aber bei fernem Aufsteigen in die kälteren Schichten alsbald wieder verdichtet werden. Auf diese Weise entstehen dann die unterirdischen Detonationen und die Anschwellungen des Wassers im Geysirrohre, welche im vorigen Paragraphen erwähnt wurden.

Durch eine Bildung von Dampfblasen wird aber Wärme gebunden, die Temperatur der Wasserschichten, aus welchen die Dampfblase sich entwickelt, wird so weit erniedrigt, dass einige Zeit vergeht, bevor eine neue Blasenbildung erfolgen kann. Deshalb folgt auf jede mit einer Aufwallung im Becken begleitete Detonation eine Zeit der Ruhe.

Allmählich nimmt aber die Temperatur des Wassers an allen Stellen des Geysirrohres zu, die Dampfblasen werden grösser und mächtiger, so dass sie theilweise noch die Oberfläche des Wassers erreichen. Endlich aber werden die Dampfblasen mächtig genug, um eine bedeutende Wassermasse aus dem Geysirrohre hinauszuschleudern, und dies ist dann der erste Anstoss zu einer grossen Eruption. Indem nämlich durch solche Dampfblasen ein Theil der Wassersäule aus dem Rohre hinausgeschleudert wird, wird der Druck, welcher auf den tieferen Schichten lastet, so weit vermindert, dass auf einmal eine so massenhafte Dampfentwicklung stattfindet, wie sie nothwendig ist, um die Eruptionen zu bewirken, die wir oben kennen lernten.

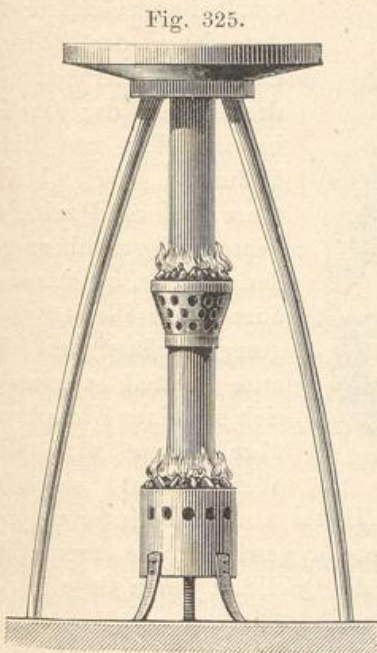
Wenn z. B. eine mächtige Dampfblase so viel Wasser aus dem Rohre hinaustreibt, dass die auf den tieferen Schichten lastende Wassersäule dadurch um 2 m verkürzt wird, so wird der Druck, welcher auf der 9,6 m über dem Boden sich befindenden Wasserschicht lastet, so weit vermindert, dass dieselbe schon bei einer Temperatur von ungefähr  $120^{\circ}$  ins Kochen gerathen kann. Da nun aber an dieser Stelle das Wasser, wie wir oben gesehen haben, die Temperatur von  $121,8^{\circ}$  hat, so

ist klar, dass nun hier eine so mächtige Dampfentwicklung stattfinden muss, dass von Neuem ungeheure Wassermassen aus dem Rohre in die Höhe geschleudert werden. Dadurch werden aber auch die nächsttieferen Schichten ins Kochen gebracht, welche noch grössere Wassermassen in die Höhe treiben, bis endlich die im Rohre aufgespart gewesene Wärme so weit consumirt ist, dass keine weitere Dampfbildung mehr stattfinden kann.

Nur theilweise fällt das abgekühlte Wasser in das Bassin herab, ohne es jedoch ausfüllen zu können. Die ganze Wassersäule ist jetzt so stark abgekühlt, dass erst nach vier bis fünf Stunden die erwähnten Detonationen wieder eintreten können.

Der Sitz der Kraft, welcher die in kochenden Schaum verwandelte Wassermasse emporschleudert, ist also in dem Geysirrohre selbst und nicht, wie man früher glaubte, in unterirdischen Höhlungen zu suchen, welche abwechselnd bald mit Wasser, bald mit Dampf gefüllt sein sollten.

Wenn Bunsen's Erklärung der Geysir-Eruptionen die wahre ist, wenn er die Bedingungen des Phänomens richtig erkannt hat, so muss man auch im Stande sein, sie nachzuahmen. Der Apparat, den man zu diesem Zwecke construirt hat, ist in Fig. 325 abgebildet. Eine ungefähr 1,7 m hohe Blechröhre von 14 cm Durchmesser ist



unten geschlossen und mündet oben in ein flaches Becken von Blech, welches etwas über 70 cm im Durchmesser hat. Ungefähr in der Mitte seiner Höhe ist an diesem Rohre ein von durchlöcherem Blech gebildetes Kohlenbecken befestigt. Der ganze Apparat wird durch einen hölzernen Ring getragen, welcher auf drei Beinen ruht.

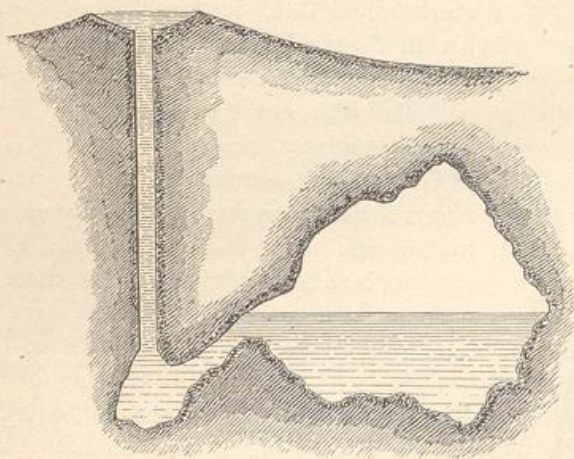
Das Rohr wird ungefähr bis zu seiner Mündung in das Becken mit Wasser gefüllt, sein unteres Ende in einen mit glühenden Kohlen gefüllten kleinen Ofen gesenkt und auch der mittlere Kohlenbehälter mit glühenden Kohlen gefüllt.

Die Wassermasse zwischen den beiden Kohlenbecken wird nun nach einiger Zeit bis zu der Siedetemperatur erwärmt sein, welche dem auf ihr lastenden Druck entspricht. Beginnt nun an der Stelle des oberen Kohlenbeckens die Dampfbildung, so werden die ersten Dampfblasen nur ein Aufwallen des Wassers im Becken bewirken, bis endlich, nach einigen solchen, gleichsam vergeblichen Versuchen, eine Eruption erfolgt, welche das siedende Wasser bis zu 1 m hoch über das Bassin in die Höhe schleudert.

Betrachten wir nun zum Schlusse noch die Bildung des Geysirrohes. Der Quellenboden ist aus Tuff gebildet, welcher durch das heisse Wasser zerlegt wird. Besonders unter dem Einflusse des kohlensauren Natrons und Kalis wird die Kieselerde gelöst, so dass die ursprüngliche Gesteinsmasse in ein Thonlager verwandelt wird, welches von den Kieselincrustationen der Quelle bedeckt ist.

Der Gehalt des Geysirwassers an kohlensaurem Kali und Natron bewirkt, dass es selbst vollständig erkaltet noch klar bleibt und eine Aus-

Fig. 326.



scheidung der Kieselerde erst bei vollständiger Verdampfung des Wassers eintritt. Daher kommt es denn, dass das Quellenbassin selbst von Kieselbildungen frei bleiben muss, während seine den Wasserspiegel überragenden Ränder, an denen die durch Capillarität eingesogene Flüssigkeit leicht und schnell verdampft, sich mit einer Kieselkruste überkleiden. Auf diese Weise baut sich das

Quellenbassin, indem es sich mit einem Hügel von Kieselsinter umgiebt, zu einer tiefen Röhre auf, die, wenn sie eine gewisse Höhe erreicht hat, alle Bedingungen in sich vereinigt, um die Quelle in einen Geysir, d. h. in eine Springquelle zu verwandeln.

Die Kieselsinterbildungen schreiten aber unaufhörlich fort, bis sie endlich im Laufe der Jahrhunderte eine Höhe erreicht haben, welche der Eruptionsthätigkeit der Quelle ein Ziel setzt, wenn endlich die von unten zugeführte Wärme nicht mehr hinreichend ist, um bei dem erhöhten Druck an irgend einer Stelle des Rohres eine Dampfbildung zu bewirken. Es entstehen dann grosse, mit heissem Wasser gefüllte Tuffreservoirs.

Etwas oberhalb des gegenwärtig in voller Thätigkeit begriffenen Quellenbezirkes des grossen Geysirs erblickt man noch mehrere solcher mit heissem Wasser gefüllte Behälter, in deren Tiefe man noch die alten Geysirmündungen durchschimmern sieht.

Die Eruptionen des Strokkur kommen wahrscheinlich in ähnlicher Weise zu Stande, wie die des grossen Geysirs, aber jedenfalls hat die Kraft, welche das Wasser in die Höhe schleudert, ihren Sitz in einer grösseren, für directe Versuche unzugänglichen Tiefe.

Anders verhält es sich mit dem Litli Geysir, dessen Erscheinungen von der Art sind, dass sie mit der von Makenzie zuerst aufgestellten Hypothese unterirdischer Dampfkessel, welche man mit Unrecht

auch zur Erklärung der Eruptionen des grossen Geysirs benutzt hat, im völligen Einklang stehen.

Fig. 326 dient dazu, die ältere Geysirtheorie zu erläutern. Eine Eruption erfolgt, wenn die in der seitlichen Höhlung angesammelten Dämpfe hinlängliche Spannkraft erlangt haben, um sich einen Ausweg durch das Geysirrohr zu erzwingen.

**Die heissen Quellen Neuseelands.** Während sich auf der Südinsel Neuseelands ein riesiges Alpengebirge mit schneebedeckten Kämmen und Gipfeln erhebt, ist die Nordinsel durchaus vulkanischer Natur und es ist hier das Phänomen der heissen Quellen in grossartigster Weise entwickelt.

Ungefähr im Mittelpunkte des breiteren Theiles der Nordinsel liegt 400 m über dem Meere der Taupo-See (41 km lang, 33 km breit).

An der Südspitze des Sees erhebt sich eine Gruppe von Kegelbergen, von denen Pihanga und Kakaramea (1140 und 940 m über dem Meere) die höchsten sind. Beide Krater gelten als erloschen, allein die vulkanischen Kräfte der Tiefe sind noch keineswegs zur Ruhe gekommen, denn am nördlichen Abhang und am Fusse des Kakaramea dampft, brodeln und kocht es an mehr als hundert Stellen.

Der ganze nördliche Abhang des Kakaramea-Berges scheint von heissem Wasser weich gekocht und im Abrutschen begriffen zu sein. Aus allen Sprüngen und Klüften dieser Bergseite strömt heisser Wasserdampf und kochendes Wasser mit einem fortwährenden Getöse, als wären Hunderte von Dampfmaschinen im Gange.

Das Hauptquellengebiet dieser Gegend liegt jedoch am Nordwestabhang des Pihanga bei dem Maori-Dorfe (Maori ist der Name der eingeborenen Bevölkerung) Tokanu an dem Flusse gleiches Namens.

Die gewaltige, weithin am See sichtbare Dampfsäule, die man bei Tokanu aufsteigen sieht, gehört dem grossen Sprudel Priori an. Aus einem tiefen Loche an der linken Uferwand des Tokanu-Flusses steigt eine siedend heisse Wassersäule von 70 cm Durchmesser, stets unter starker Dampfentwicklung 2 bis  $3\frac{1}{2}$  m hoch wirbelnd in die Höhe. Nach Aussage der Eingeborenen soll das Wasser oft mit gewaltigem Getöse mehr als 13 m hoch ausgeworfen werden. In der Nähe des Priori-Sprudels befinden sich zahlreiche, mit chalcedonartigem Kieselsinter überzogene Kessel, welche mit fortwährend kochendem, klarem Wasser oder mit einem graulich-weißen Schlamm gefüllt sind. In kleineren Löchern, wo nur heisser Wasserdampf ausströmt, steigt das Thermometer auf  $98^{\circ}\text{C}$ . Die Eingeborenen benutzen solche Dampföcher zum Kochen und haben besondere Hütten für den Winter auf dem warmen Grunde errichtet. Sie nennen die heissen Quellen Puia und unterscheiden Papa-Puia, die Quellen mit klarem Wasser, welche Kieselsinter absetzen, und Uku-Puia, die kochenden Schlammfühle, und kleinen Schlammvulkane. Die zum Baden geeigneten Quellen,