

Physik eines Geysirs

Warum schießen Wasser und Dampf aus einem Geysir anstatt einfach herauszuquellen? Warum sind Geysire einigermaßen periodisch?

Was ist ein Geysir?

Geysir (isländisch: „wildes Strömen“) ist eine heiße Quelle, die in regelmässigen oder unregelmässigen Abständen heisses Wasser in die Höhe schleudert. Sie entstehen in vulkanisch aktiven Gebieten, wo Grundwasser von einer tiefer liegenden Magmakammer erhitzt wird (in sogenannten Geysirfeldern, wie z.B. Yellowstone-Nationalpark, Island).

Geologische Voraussetzungen für einen Geysir

Damit ein Geysir entsteht, müssen verschiedene Voraussetzungen zusammenkommen:

- Im Erdboden muss es einen „Schlund“ für den Geysir, einen tiefen Hohlraum, geben (Tiefe 10 m oder mehr).
- Es muss einen Wasserzufluss geben, durch den sich der Hohlraum nach den Ausbrüchen des Geysirs wieder mit Wasser füllen kann.
- Der Geysir muss „geheizt“ werden. Das Wasser im Hohlraum muss auf Temperaturen von 120 °C und mehr erhitzt werden, damit der Geysir ausbricht.

Beschreibung

Die Vorgänge beim Ausbruch eines Geysirs werden folgendermassen beschrieben: „Steht man am Rande eines Geysirs, kann man folgendes beobachten. Zunächst steht die Wassersäule ruhig im Geysirschacht. Dann nur Sekunden vor dem Ausbruch sieht man aus der Tiefe ein helles Blasenknäuel aufsteigen. Je näher es der Oberfläche kommt desto grösser werden die einzelnen Blasen und spätestens jetzt sollt jeder seine Nase blitzschnell in Sicherheit bringen. Mit den Blasen steigt die Wassersäule im Geysirschacht an, kurzzeitig kann sich sogar eine Wasserglocke bilden. Schliesslich läuft das Wasser über, die Blasen durchschlagen die Wasserglocke. Kurz darauf folgt eine explosive Eruption von Wasser und Dampf, die binnen Sekunden oder Minuten zum Höhepunkt führt. Danach fällt die Eruptionssäule schnell zusammen. Das Wasser läuft teilweise zurück in den Geysirschacht, der erneut von unten mit Grundwasser aufgefüllt wird.“



Abbildung 1: Der Ausbruch eines Geysirs ist ein spektakuläres Ereignis.

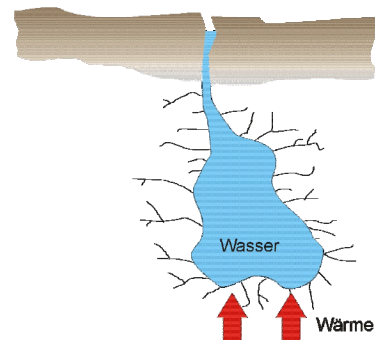


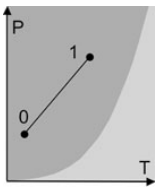

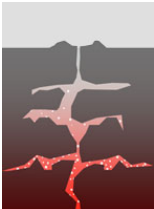
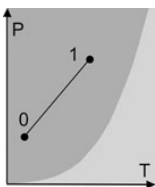

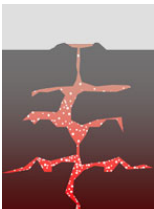
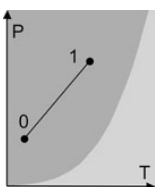

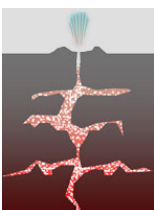
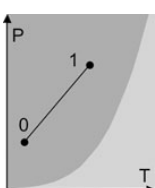

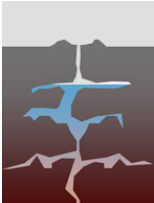
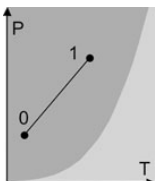


Abbildung 2: Voraussetzungen für einen Geysir.

Physikalischer Hintergrund: Wie funktioniert ein Geysir?

Die Physik eines Geysirausbruchs ist relativ einfach. Sie beruht im Wesentlichen auf einer einzigen physikalischen Gesetzmässigkeit aus der Wärmelehre: Der **Zunahme der Siedetemperatur des Wassers mit zunehmendem Druck**. Die Erscheinung des Geysirs lässt sich physikalisch interpretieren, wenn man die Vorgänge beim Ausbruch eines Geysirs der Reihe nach durchgeht.

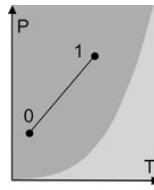
Beobachtung	Querschnitt	p-T Diagramm	Prozess
			<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
			<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
			<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
			<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
			<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Beobachtung

Querschnitt

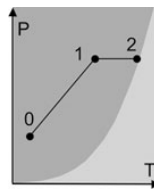
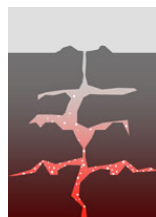
p-T Diagramm

Prozess

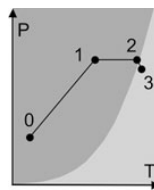
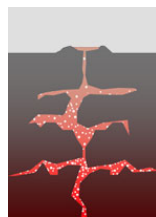


1/5 Geysir lädt nach Teil des Wassers nach aussen gespritzt. Fehlende Wasser sickert aus den umliegenden Gesteinsschichten langsam nach, bis Hohlraum wieder gefüllt ist.

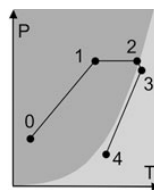
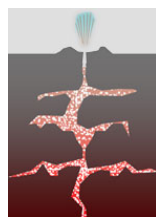
Dadurch steigt der Druck: der Punkt im Diagramm steigt. Die Erdwärme erhitzt das Wasser; Der Punkt geht auch nach rechts. Das Wasser ist ganz unten am heissesten, allerdings immer noch klar unter dem Siedepunkt. Der Wasserspiegel ist noch unter der Oberfläche und somit im Bild rechts noch nicht zu sehen.



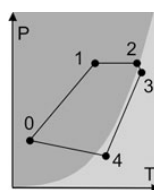
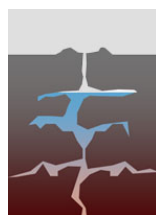
2/5 Erhitzen Wasser wird bis zum Sieden erhitzt (Magmaherd). Siedetemperatur hängt vom Umgebungsdruck ab (Dampfdruck = Umgebungsdruck = $p_0 + \rho gh$). Heisses Wasser steigt (Konvektion). Druck kann nicht mehr weiter steigen (Kanalsystem voll). Wassertemperatur nimmt allerdings weiter zu (1 bis 2). Wasser tief unten fast am Siedepunkt.



3/5 Fontäne Schliesslich beginnt Wasser ganz unten im Kanalsystem zu sieden. Dampfblasen steigen nach oben. Kochtopf. Teil des Wassers oben wird aus dem Geysir gestossen. Erste kleine Fontänen. Wassersäule vermindert sich Dadurch sinkt auch der Druck am Grund ein klein wenig und damit die Siedetemperatur. (2 und 3).



4/5 Ausbruch Jetzt beginnt eine Art Kettenreaktion: Während Druck im Kanalsystem sinkt, geht immer mehr Wasser in die Dampfphase über. Dadurch wird ein heisse Dampf-Wassergemisch ausgestossen: Der Geysir befindet sich in seiner eruptiven Phase (Heftige Sieden). überhitzte Wasser steigt nach oben, Geysir bricht aus. Dadurch sinkt aber im Schlot sowohl der Druck als auch die Temperatur. Punkte 3 bis 4.



5/5 Ende Nachdem zu wenig Wasser im Schlot übrig bleibt, endet der Ausbruch. Erneut fliesst Wasser von der Oberfläche und Grundwasser zurück in den Schlot: Punkte 4 bis 0. Da das von oben eintretende Wasser kühler ist, braucht es nun eine gewisse Zeit, bis sich es sich im Kanalsystem genügend erhitzt hat. Nun beginnt der ganze Vorgang wieder von Vorne