

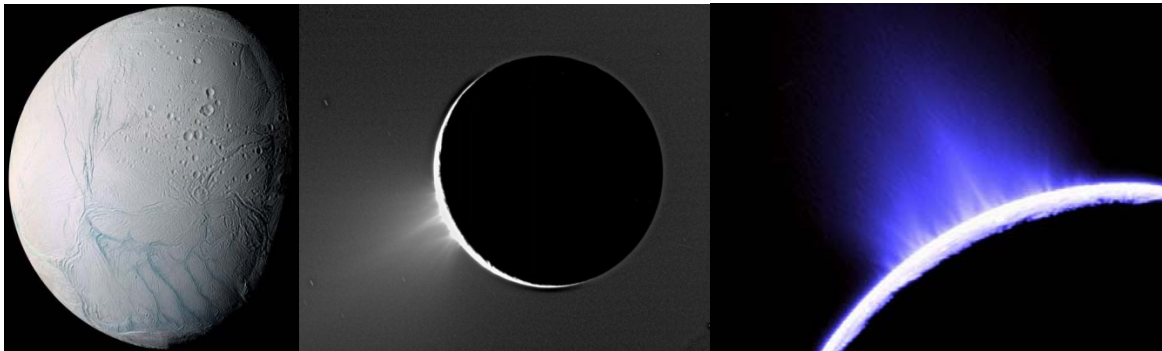
Plattentektonik auf Saturnmond Enceladus

Christian Wolff

Seit dem Jahr 2005 untersuchte die Raumsonde Cassini den Saturnmond Enceladus in mehreren nahen Vorbeiflügen und lieferte seither viele spannende neue Erkenntnisse. Neben der Entdeckung eines mondeigenen Magnetfeldes wurde auch eine dünne Wasserdampfatmosphäre entdeckt, die sich allerdings auf die Südpolarregion beschränkt. Gespeist wird diese u.a. durch Geysire, was auf große geologische Aktivitäten im Inneren des Mondes schließen lässt. Ursache hierfür ist der sogenannte Kryovulkanismus (= *Kältevulkanismus*).

Im Folgenden soll nun das Phänomen Kryovulkanismus mittels einer theoretischen Erarbeitung und zweier Experimente (*Geysir* und *Konvektionsströme*) vermittelt werden. Eine Übersicht mit Erläuterungen soll zudem eine mögliche unterrichtliche Umsetzung darstellen.

Übersicht der Bezüge im WiS!-Beitrag		
Astronomie	Planeten, Kleinkörper	Oberflächen von Planeten und Monden
Fächer- verknüpfung	Astro-Erdkunde, Astro-Ph, Astro-Ch	Plattentektonik, Geysire, Vulkanismus, Konvektion, Kaliumpermanganat und Wasserstoffperoxid



Abbildungen 1-3: Enceladus mit Tigerstreifen in der Südpolregion, Geysirausbrüche (Bildquelle: NASA)



Abbildung 4: Geysirausbruch auf Enceladus (Bildquelle: Artwork, Courtesy of NASA/JPL/Caltech)

Möglicher Stundenverlauf

Hinweis: Die folgende Musterstunde entstammt einem Erdkundeunterricht mit fächerübergreifendem Ansatz. Selbstverständlich können die hier dargestellten Elemente der Unterrichtsplanung auch einzeln entnommen werden. Zudem ist eine andere als die hier angegebene Reihenfolge der Phasen oder Einzelelemente denkbar.

Phase	Inhalt	Sozial-/Arbeitsform	Medien, Materialien
Einstieg	<ul style="list-style-type: none"> Experiment 1 „Geysir“ 	<ul style="list-style-type: none"> Demonstration durch den Lehrer 	<ul style="list-style-type: none"> siehe Experiment 1
Erarbeitung 1	<ul style="list-style-type: none"> Frage: <i>Wo gibt es überall Geysire?</i> → Ergebnis: <i>Nicht nur auf der Erde</i> Lesen des SuW-Artikels 	<ul style="list-style-type: none"> Lehrer-Schüler-Gespräch Schülervortrag 	<ul style="list-style-type: none"> SuW-Artikel
Überleitung	<ul style="list-style-type: none"> <i>Was passiert unterhalb eines Geysirs? Wie funktioniert die Plattentektonik?</i> Experiment 2 „Konvektionsströme“ 	<ul style="list-style-type: none"> Lehrer-Schüler-Gespräch Schülerversuch 	<ul style="list-style-type: none"> OHP1 blanko siehe Experiment 2
Erarbeitung 2	<ul style="list-style-type: none"> Lesen und bearbeiten des Arbeitsblattes 	<ul style="list-style-type: none"> Einzel-, ggf. Partnerarbeit 	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitsblatt
Sicherung & Reflexion	<ul style="list-style-type: none"> Vergleichen und besprechen der Ergebnisse, Abschlussbesprechung 	<ul style="list-style-type: none"> Lehrer-Schüler-Gespräch 	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitsblatt OHP1 mit Feldern oder OHP1 mit Lösung

Der **Einstieg** in die Stunde erfolgt durch den Lehrer mittels Vorführung des Geysir-Experiments (siehe S. 3). Da das Experiment nicht ganz ungefährlich ist, sollte darauf geachtet werden, dass sowohl Lehrer als auch Schüler hierbei einen gewissen Sicherheitsabstand einhalten.

Im Anschluss daran kann die Frage gestellt werden, wo es überall Geysire gibt (**Erarbeitung 1**). Neben den zu erwartenden Antworten wie z.B. Island kann nun darauf hingewiesen werden, dass es geologische und vulkanische Aktivitäten sowie Geysire auch außerhalb der Erde gibt. Ein guter Zeitpunkt zum gemeinsamen Lesen des SuW-Nachrichtenartikels „*Plattentektonik auf Saturnmond Enceladus entdeckt?*“.

Nach einer Thematisierung des Artikels leitet der Lehrer in einem weiteren Lehrer-Schüler-Gespräch zu den Fragestellungen „*Was passiert unterhalb eines Geysirs?*“ und „*Wie funktioniert die Plattentektonik?*“ über (**Überleitung**). Zur visuellen Verdeutlichung der daran anschließenden Erläuterungen eignet sich der Einsatz der Overheadfolie *OHP1 blanko*. Additiv oder alternativ hierzu kann das Konvektionsströme-Experiment (siehe S. 4) durchgeführt werden. Dies ist als Demonstration durch den Lehrer oder auch als Schülerversuch in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit möglich.

In **Erarbeitung 2** erfolgt nun der Einsatz des Arbeitsblattes. Die Schüler erhalten hierbei den Auftrag, das Arbeitsblatt in Einzel- oder ggf. auch Partnerarbeit zu lösen.

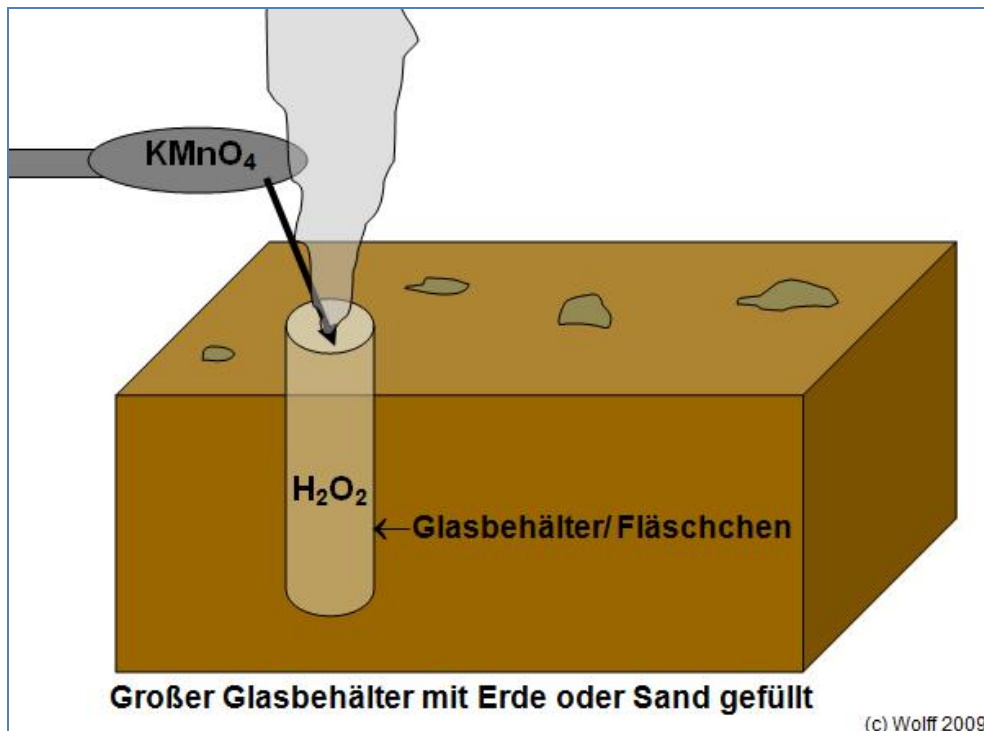
Die **Sicherungsphase**, bei der die Ergebnisse im Plenum miteinander verglichen und besprochen werden, kann nun durch den Einsatz der Overheadfolien *OHP1 mit Feldern* oder *OHP1 mit Lösung* erfolgen. Eine daran anschließende Besprechung mit Reflexion bildet den Abschluss der Stunde.

Experiment 1 „Geysir“:

Benötigtes Material:

- 1 großer Glasbehälter mit Erde oder Sand gefüllt (Landschaft)
- 1 kleiner Glasbehälter bzw. 1 Fläschchen
- Wasserstoffperoxid (H_2O_2) bzw. ein H_2O_2 -reiches Haarfärbemittel
- 1 Löffelspitze Kaliumpermanganat (KMnO_4) bzw. ein KMnO_2 -reiches Fußpilzmedikament

Versuchsaufbau:



Und so geht´s:

Ein großer Glasbehälter wird mit Erde oder Sand gefüllt. Hierbei wird in den Behälter eine kleine Flasche eingelassen, die mit einem H_2O_2 -reichen Haarfärbemittel gefüllt wird. Die Flasche muss nach oben hin offen bleiben und man sollte darauf achten, dass keine Erde bzw. Sand in die Flasche fällt.

Über eine Löffelspitze wird nun ein KMnO_4 -reiches Fußpilzmedikament in die Flasche geträufelt. Der Geysir bricht aus.

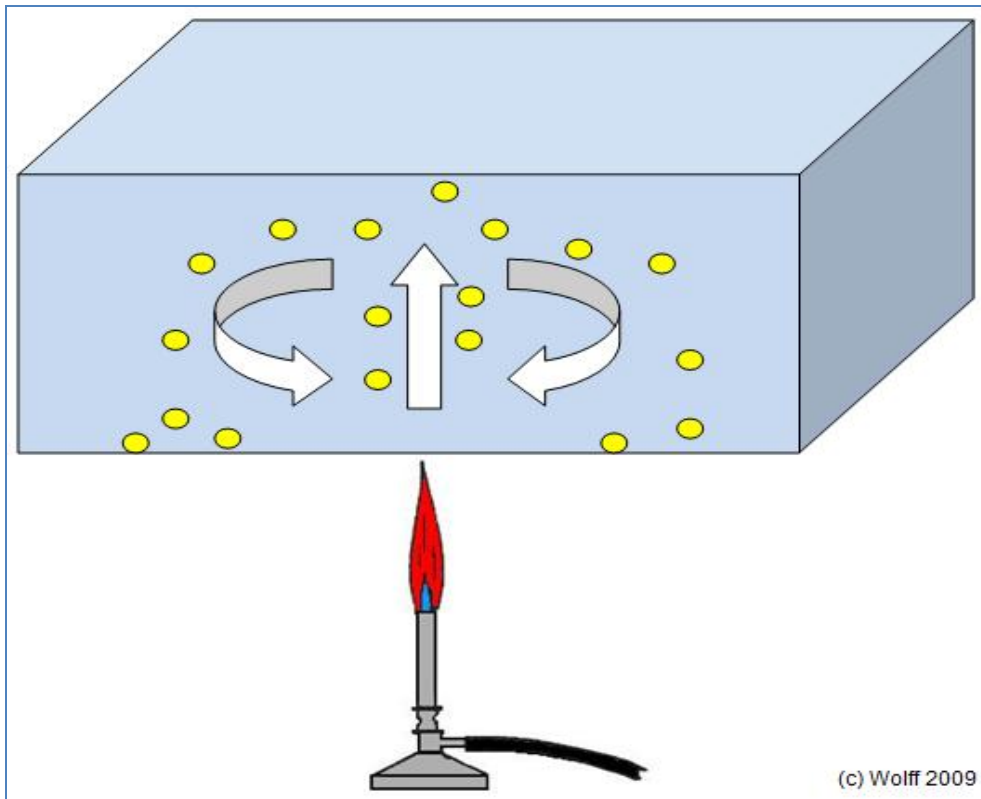
Vorsicht: Bitte nicht zu nahe herantreten, da mit einer größeren Fontäne gerechnet werden muss! Zudem sollte man darauf achten, dass auch die Schüler während des Experiments einen angemessenen Sicherheitsabstand einhalten.

Experiment 2 „Konvektionsströme“:

Benötigtes Material:

- 1 großer Glasbehälter mit Wasser gefüllt
- 1 Bunsenbrenner
- Glitzerstaub

Versuchsaufbau:



Und so geht´s:

Ein großer Glasbehälter wird auf ein Gestell gesetzt und mit Wasser gefüllt. In der Mitte des Behälters wird Glitzerstaub gestreut, welcher rasch absinkt. Unter dem Behälter wird nun ein Bunsenbrenner entzündet, welcher das Wasser von unten her erhitzt. Der Glitzerstaub steigt im Bereich oberhalb der Wärmequelle auf und sinkt seitlich nach dem Erkalten wieder ab. Eine Konvektionsströmung ist entstanden.

Vorsicht: Dieses Experiment kann eigenständig von Schülern durchgeführt werden, wenn diese im Umgang mit dem Bunsenbrenner vertraut sind.