

## **Vulkanismus und andere faszinierende Phänomene auf Planeten und Monden unseres Sonnensystems**

ursprünglicher Titel:

Kosmische Vulkane, fliegende Wassertürme und ein Loch im Raumschiff

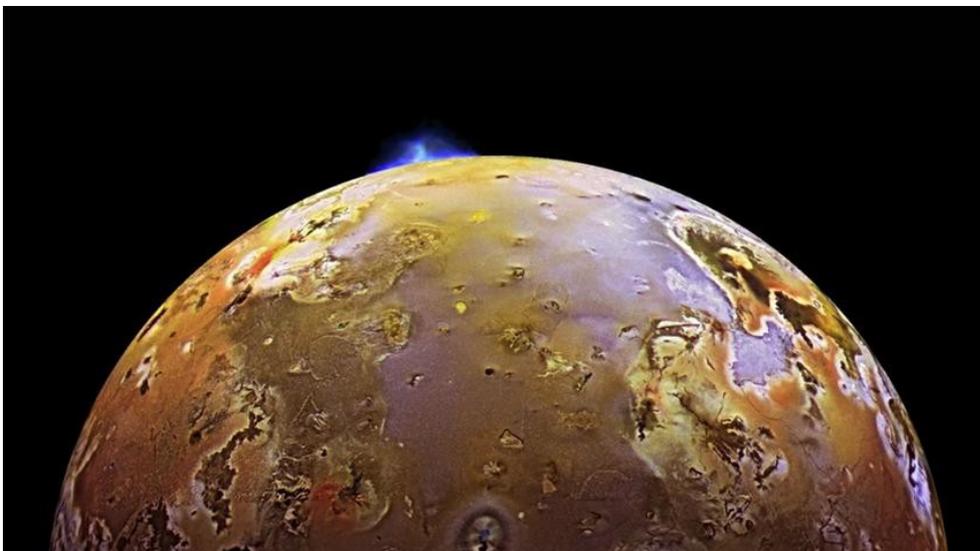
Vortrag von Gerhard Hertenberger  
Österreichischer Astronomischer Verein  
8. Februar 2020

In der Öffentlichkeit dominiert bei Medienberichten über fremde Welten im Sonnensystem die Frage, ob es dort mikrobielle Lebensformen gibt, und wie diese beschaffen sein könnten. Es gibt jedoch noch zahlreiche andere Aspekte, die uns an diesen Himmelskörpern faszinieren:

Ungeheuer heftige Formen von Vulkanismus in verschiedenster chemischer Beschaffenheit  
Spuren von gewaltigen Klimaveränderungen in früherer Zeit  
Unterirdische Ozeane aus Wasser, sowie Seen und Flüsse aus flüssigen Kohlenwasserstoffen  
Gigantische Stürme und Regen aus Schwefelsäuretröpfchen  
Gletscher aus zähflüssigem Stickstoff und anderen Substanzen  
und vieles mehr

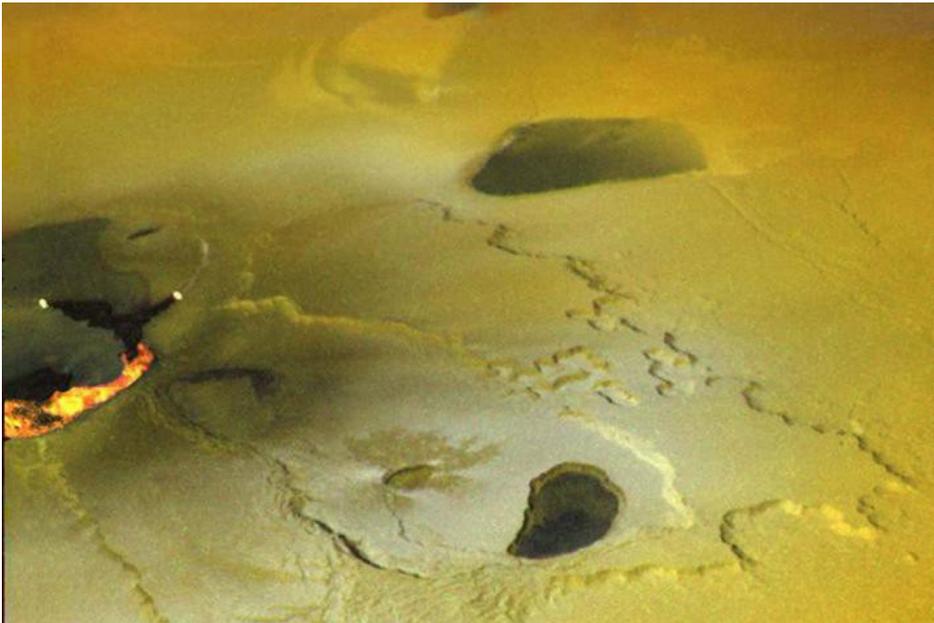
### **Der Jupitermond Io - erste Beobachtung von außerirdischen Vulkanausbrüchen**

Obwohl die Oberflächentemperatur aufgrund der großen Distanz zur Sonne weit unter 100 Grad Celsius liegt, gibt es durch Resonanzen der Umlaufzeiten der Jupitermonde und dadurch verursachte Gezeitenwirkungen heftige Verformungen des Mondes (Auf- und Abwölbungen bis zu 300 Meter Höhenunterschied), die offenbar die Ursache für Vulkanismus darstellen. Bereits beim Vorbeiflug der Voyager-Sonden hat man Auswurf fontänen gefunden, die Dutzende Kilometer ins All hinaus schießen. Einerseits gibt es heißen Vulkanismus aus flüssigem Gestein, andererseits offenbar auch Vulkanismus aus Schwefelverbindungen, die mit mehr als 1000 Grad Celsius und bis zu einem Kilometer pro Sekunde Geschwindigkeit ins All schießen, bis in eine Höhe von 300 Kilometer über die Oberfläche des Mondes.



Vulkanausbruch am  
Horizont von Io.  
Die gelb-rötlichen  
Farben stammen  
vermutlich von  
diversen Schwefel-  
verbindungen.

(Foto: NASA)



Links: Vulkanische Einbruchsbecken (Calderen) auf Io. Am linken Bildrand befindet sich möglicherweise ein See aus flüssiger Lava, da im Infrarot extrem hohe Temperaturen gemessen wurden. Im optischen Bereich war das Foto dort überbelichtet.

(Foto: NASA)

Eine Untersuchung von Io aus der Nähe wäre hochinteressant, jedoch wegen der intensiven Strahlung im Nahebereich des Jupiter schwierig. Ob ein Raumsondenkonzept namens „Io Volcano Observer“, wie es von der University of Arizona vorgeschlagen wurde, ausreichende Finanzmittel finden kann, ist derzeit noch völlig ungewiss.

Bild unten: Vorgeschlagenes Konzept einer künftigen Raumsonde zu Io.  
(Grafik: LPL, Univ. of Arizona)



## Die Venus - eine aktive Vulkanwelt?

Der Planet Venus besitzt eine dicke geschlossene Wolkendecke, die ihn mit Hurrican-Geschwindigkeit umkreist, und aus der Schwefelsäuretröpfchen regnen und im Fallen wieder verdampfen. Darunter könnte es auch noch heute einen aktiven und sehr heftigen Vulkanismus geben. Radarsonden haben auf der Oberfläche tausende Strukturen festgestellt, die für Vulkane gehalten werden, darunter 167, die mehr als 100 Kilometer Durchmesser haben. Starke Veränderungen im Gehalt der Atmosphäre an Schwefeldioxid im Laufe der vergangenen Jahrzehnte könnten auf mindestens einen extrem heftigen Vulkanausbruch hinweisen. Überdies hat die europäische Sonde „Venus Express“ mittels eines bildgebenden Infrarot-Sensors auf der Venusoberfläche vier Regionen festgestellt, an denen die Temperatur binnen weniger Tage massiv angestiegen ist. Das kleinste der vier Areale hat eine Fläche von einem Quadratkilometer und wurde etwa 830 Grad Celsius heiß.

Bild rechts: Radarbild der Sonde Magellan. Das raue Lavagestein eines Venusvulkans bewirkt starke Radar-Rückstrahlung (helle Farbe), die umgebende Ebene ist glatter (daher im Radarbild dunkel). Kilometerlange erstarrte Lavaströme umgeben den Vulkan.  
(Bild: NASA)

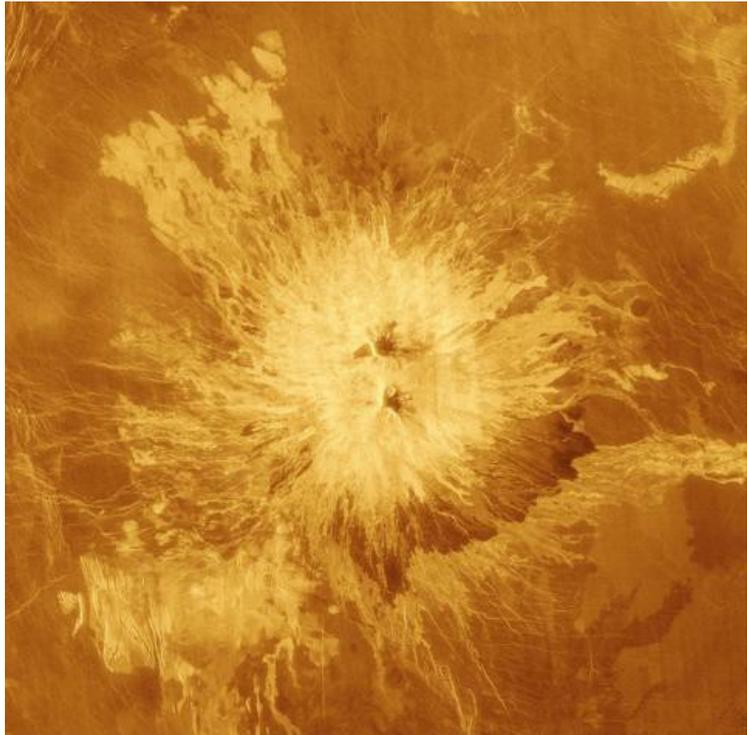


Bild unten: Künstlerische Darstellung eines aktiven Venus-Vulkans  
(Darstellung: ESA)



## Der Neptunmond Triton - erste Beobachtung von Kryo-Vulkanismus

Bis zum Flug der Voyager-Sonden hielt man das äußere Sonnensystem wegen der tiefen Temperaturen für geologisch relativ erstarrt. (Ich verwende hier das Wort „geo-logisch“, obwohl es sich nicht um die Erde handelt.) Umso größer war die Überraschung, als man nicht nur am Jupitermond Io Vulkanismus fand, sondern auch beim Vorbeiflug am Neptunmond Triton eigenartige dunkle Fontänen beobachtete, die in der eiskalten dünnen Atmosphäre bis zu acht Kilometer hoch aufstiegen und dann, offenbar vom Wind, zur Seite geweht wurden. Es dürfte sich bei diesen riesenhaften Geysiren um flüssigen Stickstoff, vermischt mit Gesteinsstaub, handeln, wie man vermutet. Für dieses Phänomen wurde der Name „Kryo-Vulkanismus“ geprägt. Die Oberfläche von Triton besteht zu großen Teilen aus gefrorenem Stickstoff, sowie auch aus Wassereis und Trockeneis (gefrorenes Kohlendioxid). Dazu kommen Spuren von gefrorenem Methan und Kohlenmonoxid-Eis.

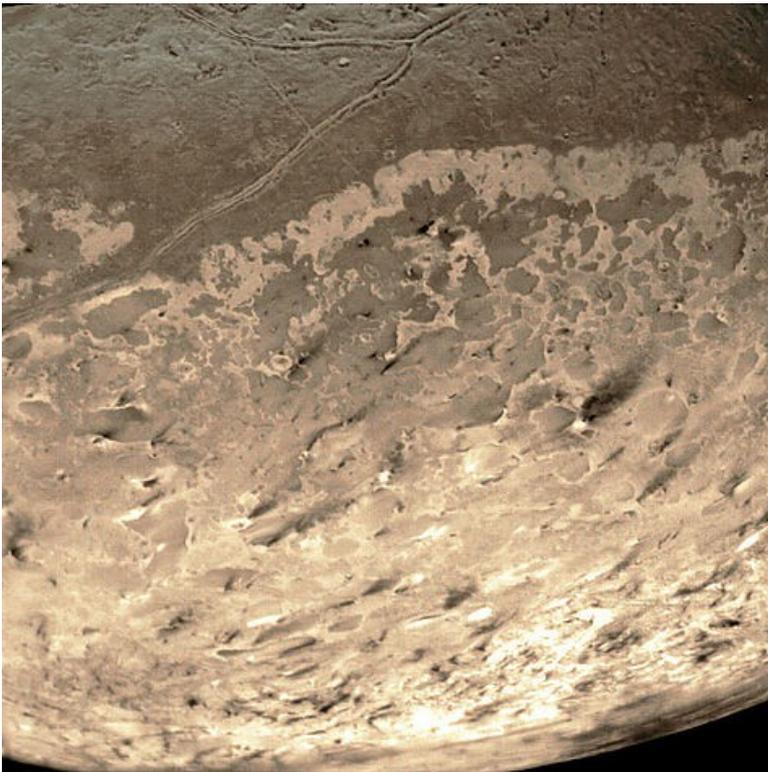


Bild links:

Ein Foto der Sonde Voyager 2 von der Oberfläche des Neptunmondes Triton. Die von diversen Punkten nach rechts oben gerichteten länglichen Flecken sind vermutlich Auswurfwolken von Kryo-Vulkanen.  
(Bildquelle: NASA)

## Der Saturnmond Enceladus - riesige Fontänen am Südpol

Ebenso wie der Jupitermond Europa wunderte man sich beim Saturnmond Enceladus, dass die Oberfläche relativ glatt und kraterarm wirkte. Eigentlich würde man auf einer Milliarden Jahre alten Oberfläche viele Einschlagkrater erwarten, auch wenn diese aus (durch die Kälte) steinhartem Wassereis besteht. Die geringe Zahl an Kratern deutete darauf hin, dass die Oberfläche relativ „jung“ ist. Tatsächlich hat man nahe beim Südpol von Enceladus mit Infrarot-Sensoren auf der Raumsonde Cassini Bereiche gefunden, die nicht so kalt waren wie erwartet.

2006 berichtete die NASA dann von gewaltigen Fontänen aus Wassertröpfchen und Wassereis, die von Streifen nahe dem Südpol des Enceladus bis in 500 Kilometer Höhe ausgestoßen werden. Im Jahr 2008 gelang es, die Sonde Cassini in nur 25 Kilometer Höhe durch solche Fontänen fliegen zu lassen, sodass man deren Zusammensetzung direkt messen konnte. Abgesehen von Wassereis wurden Methan, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Stickstoff und komplexere Kohlenwasserstoffe nachgewiesen.