

Iapetus - Saturnmond mit zwei Gesichtern

Dr. Klaus Richter

Wenn nach Kuriosum im Sonnensystem gesucht wird, gibt es vielfältige Möglichkeiten. Nahezu jeder Planet bietet hier Stoff für einen Artikel, dies gilt auch für Himmelskörper, die nur kurz beobachtet wurden wie der legendäre Planet Vulkan zwischen der Sonne und Merkur, den der französische Astronom Jean Joseph Leverrier 1859 entdeckt haben will. Doch es gibt einen Mond im Sonnensystem, der als ganzes gesehen ein Kuriosum ist: Der Saturnmond Iapetus, ein Mond mit zwei Gesichtern.

Als Sir Arthur C. Clarke, weltberühmter Autor von Science Fiction Romanen und Kurzgeschichten, 1969 den Roman „2001 - Odyssee im Weltraum“ als Buch zu dem gleichnamigen Film von Stanley Kubrick veröffentlichte¹, ließ er seinen Helden David Bowman nicht in der Umlaufbahn des Jupiter mit den Hinterlassenschaften einer uralten außerirdischen Zivilisation zusammentreffen, sondern auf dem Saturnmond Iapetus. Dieser Mond bot sich für Clarke besonders an, da er eine deutlich veränderliche Helligkeit aufweist. Dieser Umstand fiel bereits 1671 dem Entdecker des Iapetus auf, dem italienischen Astronomen Giovanni D. Cassini.² In Clarkes Phantasie wurde die helle Fläche des Mondes zu einer künstlich bearbeiteten, glatt polierten ovalen Fläche, in deren Mitte ein riesiger schwarzer Monolith thronte - jenes Tor zu den Sternen, das den Romanhelden in ferne Welten entführen sollte. Diese Vorstellung Clarkes war durchaus legitim, wenn auch gewagt, denn niemand wusste 1969, weshalb Iapetus eine veränderliche Helligkeit hat. Dies war seit seiner Entdeckung ein Rätsel, das erst durch die Voyagersonden zu einem gewissen Teil gelöst werden konnte. Wie so oft in der modernen Raumfahrt wurden aber auch hier wieder neue Fragen aufgeworfen.

Bis zu den Vorbeiflügen der Voyagersonden am Saturn rätselte man, warum Iapetus eine veränderliche Helligkeit hat. Da eine synchrone Rotation angenommen wurde, folgerte man daraus, dass entweder der Mond eine unregelmäßige Form aufweist oder seine Hemisphären eine ungleiche Albedo haben.³ Wenn Iapetus von der Erde aus gesehen westlich des Saturn steht, ist er im Fernrohr gut zu erkennen, östlich davon ist er deutlich schwächer. Bis in die achtziger Jahre des 20. Jahrhunderts blieb die Ursache für die unterschiedliche Albedo unklar.⁴ Die Resultate, die beide Voyagersonden lieferten, zeigten, dass Iapetus keine unregelmäßige Form hat, sondern kugelförmig ist und zwei unterschiedlich gefärbte Hemisphären hat.⁵ Während die Raumsonden - insbesondere Voyager 2 - auf der hellen Hemisphäre zahlreiche Einzelheiten ausmachen konnten, lässt die dunkle Hemisphäre keine Oberflächendetails erkennen. Welche Ursache hat die unterschiedliche Färbung des Mondes? Genau weiß man das natürlich nicht. Antworten wird wohl erst die Cassini-Sonde liefern, wenn sie im Juli 2004 den Saturn und seine Monde



Iapetus am 22.8.1981
beim Vorbeiflug von
Voyager 2.
© NASA/JPL/RPIF/DLR

erreichen wird. Doch scheint sicher zu sein, dass Iapetus selbst aus Eis besteht und sich somit vom Aufbau her nicht wesentlich von den anderen Monden des Saturn unterscheidet.⁶ Das hellere Material stellt vermutlich die ursprüngliche Oberfläche dar, während sich das dunkle Oberflächenmaterial darauf abgelagert haben und damit jünger sein dürfte.⁷ Das helle Terrain besteht, das lässt die Zusammensetzung des Mondes vermuten, aus Eis. Doch woraus besteht das dunkle Material?

Zunächst lieferten auch die Voyagersonden keine Antwort auf diese Frage, doch gelang es mit Hilfe von Teleskopen auf der Erde, die dunkle Hemisphäre des Iapetus genauer zu untersuchen: Sie setzt sich zusammen aus kohlenstoffhaltigen Molekülen, also organischen Substanzen.⁸ Doch woher stammt dieses Material? Kam es von außen, oder stammt es aus dem Inneren des Mondes?

Eine Erklärung sucht die Ursache bei dem Saturnmond Phoebe.⁹ Von diesem Mond sollen Staubpartikel durch Mikrometeoriten herausgeschlagen worden sein und dann die dem Saturn abgewandte Hemisphäre des Iapetus bedeckt haben. Wie kann man sich das vorstellen?

Wenn Mikrometeoriten die Oberfläche von Phoebe treffen, dann verteilt sich das Material in der Umlaufbahn des Mondes, tendiert aber dazu, sich spiralförmig in das Innere des Saturnsystems zu bewegen und kann so auf Iapetus treffen.¹⁰ Dabei gibt es eine Besonderheit: Während die Umlaufbahn der übrigen Saturnmonde eine einheitliche Bewegungsrichtung aufweist, ist die von Phoebe rückläufig. Somit ist die Geschwindigkeit, mit der Phoebestaub und Iapetus zusammentreffen, sehr hoch. Dadurch wird möglicherweise die Oberfläche des Mondes mit dunklem Material bedeckt und das Eis an der Oberfläche vaporisiert. Die Symmetrie des dunklen Gebietes stützt die Annahme des Ursprungs von außen.

Es gibt jedoch erhebliche Bedenken gegen diese Hypothese. Auf der einen Seite ist das dunkle Oberflächenmaterial des Iapetus brauner und rötlicher als das neutrale Schwarz der Phoebe-Oberfläche. Die farbliche Veränderung könnte allerdings von chemischen Reaktionen zwischen Eis und dem Staub herrühren, hervorgerufen durch die hohe Geschwindigkeit des Zusammenstoßes. Das Ergebnis wäre rötliches Oberflächenmaterial.¹¹ ↗

Daten von Iapetus

Eigenschaft: drittgrößter Saturnmond

Entdeckung: 1671 durch Cassini

Orbitalperiode: 79,33 Tage

Entfernung von Saturn: 5.509.100 km

Durchmesser: 1.436 km

Oberflächenschwerkraft (Erde = 1): 0,02

Masse: $1,88 \cdot 10^{21}$ kg

Dichte: $1,2 \text{ g/cm}^3$ (Erde: $5,52 \text{ g/cm}^3$)

Oberflächenbeschaffenheit: Eis, organisches Auswurfmaterial (?)

Atmosphäre: Keine

Doch Phoebe ist nicht nur sehr klein, er nähert sich Iapetus nur bis auf sieben Millionen Kilometer. Ferner haben Untersuchungen, die Dale Cruikshank am Mauna Kea Observatorium in Hawaii durchführte, gezeigt, dass Phoebe aus Stoffen aufgebaut ist, die von dem dunklen Material auf Iapetus verschieden sind.¹²

Interessant ist die Beobachtung, dass Krater auf der hellen Hemisphäre des Iapetus dunkle Böden zu haben scheinen. Einige davon, so konnte festgestellt werden, befinden sich auf der Hemisphäre, auf der sie vor Einschlägen von Phoebe-Staub geschützt sind. Das lässt die Annahme zu, dass nicht äußere Einflüsse für die Entstehung der dunklen Hemisphäre verantwortlich sind, sondern dass das Material aus dem Inneren des Mondes kommen könnte. Etwas vergleichbares können wir bei dem Erdmond beobachten. Auch er weist zwei verschiedene Hemisphären auf: Seine Rückseite ist mit Kratern übersät, es gibt kaum dunkle Flächen aus Lavagestein, während die der Erde zugewandte Seite zahlreiche Lavaebenen - die Maria - aufweist. Vulkanismus der Art, wie sie auf dem Mond stattfand und auf der Erde noch stattfindet, ist auf Iapetus aber nicht möglich. Wenn, dann ist beispielsweise durch Meteoriteneinschläge eine Mischung aus Ammoniak, Weicheis und einer organischen dunklen Substanz aus dem Inneren des Mondes ausgetreten.

Für einen Ursprung des dunklen Materials aus dem Inneren des Mondes spricht auch ein ovaler Ring dunklen Materials, der etwa 400 km Durchmesser hat und der, so scheint es, einen dunklen Fleck im Zentrum aufweist - einen Zentralberg? Die Natur dieses Gebildes ist unbekannt, gewiss ist es aber nicht durch von außen einfallendes Material entstanden.¹³ Nur Voyager 1 hat ein unscharfes Bild zur Erde gefunkt. Leider zeigte Iapetus das faszinierende Phänomen nicht Voyager 2, die 1981 sehr viel schärfere Bilder dieses Mondes machen konnte.

Was letztlich aber genau die Ursache für die dunkle Hemisphäre des Iapetus ist, weiß zurzeit niemand. Von daher lässt er sich mit recht als Kuriosum bezeichnen. Sicher wird uns die Cassini-Sonde im Jahr 2004 wichtige Informationen über Iapetus liefern, genauso sicher wird sie aber auch zahlreiche neue, bislang nicht gestellte Fragen aufwerfen.

- ¹ Arthur C. Clarke, *Odyssee im Weltraum*, Düsseldorf 1969; 14. Auflage, München 1983. Film und Buch wurden zu Klassikern der Science-Fiction. Anders als im Buch findet im Film der Kontakt zwischen Bowman und dem großen Monolithen zwischen den Monden des Jupiter statt.
- ² Giovanni Domenico Cassini, 1625 - 1712. Er gilt als der Entdecker des Saturnsystems. Vier der Saturnmonde sowie eine Lücke im Ringsystem des Saturns wurden von ihm erstmals beschrieben. Die Saturnraumsonde Cassini, die den Planeten am 1. Juli 2004 erreichen wird, ist nach ihm benannt.
- ³ Die Albedo bezeichnet das Sonnenlicht, das von einem Himmelskörper reflektiert wird. Da Iapetus eine dunkle und eine helle Hemisphäre aufweist, wird demzufolge eine unterschiedliche Menge Sonnenlicht in den Weltraum zurück gestrahlt. Synchrone Rotation: Iapetus benötigt für eine Drehung um seine Achse soviel Zeit wie für eine Umrundung des Saturn - das gleiche Phänomen beobachten wir bei unserem Erdmond. So wie dieser wendet auch Iapetus seinem Planeten stets die gleiche Hemisphäre zu.
- ⁴ Voyager 1 (gestartet am 5. September 1977) passierte den Saturn am 12. November 1980; Voyager 2 (gestartet am 20. August 1977) flog am 26. August 1981 am Saturn vorbei.
- ⁵ Sir Arthur C. Clarke lag also instinktiv richtig, als er dem Mond 1969 Kugelform verlieh.
- ⁶ Interessant ist das Verhältnis von Eis zu Gestein bei den Saturnmonden. So bestehen beispielsweise Titan und Rhea jeweils zu 50% aus Gestein und Eis. Iapetus dagegen hat eine Dichte von etwa $1,2 \text{ g/cm}^3$. Die Dichte ist daher fast so niedrig wie die von Wassereis (Patrick Moore, Garry Hunt: *Atlas des Sonnensystems*).
- ⁷ Patrick Moore, Garry Hunt: *Atlas des Sonnensystems*
- ⁸ Informationen der NASA über das Planetary Photojournal, die auch über das DLR abgerufen werden können: <http://www.photojournal.dlr.de/>
- ⁹ Phoebe ist der nächste, äußere Mond des Saturn.
- ¹⁰ Ron Miller, William K. Hartmann: *The Grand Tour - A Travelers Guide to the Solar System*
- ¹¹ Ron Miller, William K. Hartmann: *The Grand Tour - A Travelers Guide to the Solar System*
- ¹² Patrick Moore, Garry Hunt: *Atlas des Sonnensystems*
- ¹³ Als Sir Arthur C. Clarke die ersten Bilder, die Voyager 1 1980 von Iapetus zur Erde funkte, sah, staunte er nicht schlecht: Wie er es in seinem Roman „2001“ beschrieb, zeigten sie tatsächlich ein großes, deutlich abgegrenztes weißes Oval mit einem winzigen schwarzen Fleck im Zentrum - handelt es sich um einen Monolithen? Sicher nicht, wahrscheinlicher ist ein Zentralberg, vielleicht sogar eine optische Täuschung. Doch geklärt ist die Natur des Ovals noch nicht, hier müssen wir auf Bilder der Raumsonde Cassini warten.

Literatur:

- Ken Crowell: *Die Jagd nach neuen Planeten*, Bern, München, Wien 1998.
- Holger Heuseler, Ralf Jaumann, Gerhard Neukum: *Zwischen Sonne und Pluto*, München 2000.
- David McNab, James Younger: *Die Planeten*, München 1999.
- Ron Miller, William K. Hartmann: *The Grand Tour - A Travelers Guide to the Solar System*, New York 1993.
- Patrick Moore, Garry Hunt: *Atlas des Sonnensystems*, Freiburg, Basel, Wien 1985
- Dr. Klaus Richter, Jahrgang 1965, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Humboldt-Universität Berlin. Sein Interesse gilt der Erforschung des Sonnensystems sowie der Suche nach fremden Intelligenzen und extrasolaren Planeten.*

