Cassinis letzte spektakuläre Manöver : zwischen Planet und Ring

Autor(en): **Baer, Thomas**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **75 (2017)**

Heft 400

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-897092

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

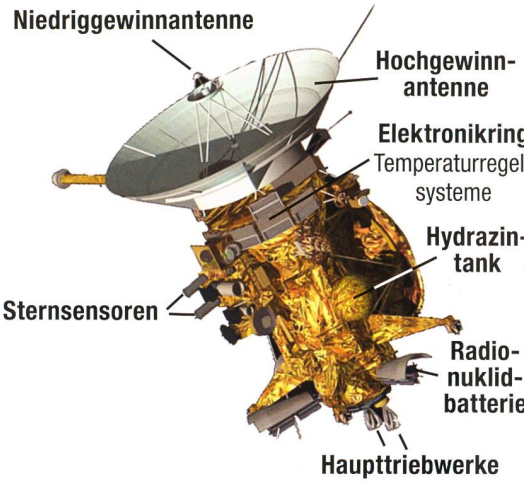
http://www.e-periodica.ch

Cassinis letzte spektakulären Manöver

Zwischen Planet und Ring

Von Thomas Baer

Die Cassini-Mission nähert sich langsam ihrem Ende. Am 15. September wird die Sonde in Saturns Atmosphäre eintauchen und für immer verstummen. Davor fliegt sie aber noch riskante Manöver zwischen Planetenkugel und Ring.



Im April holte die Cassini-Sonde mit dem 127. nahen Vorbeiflug am Mond Titan (T126) den letzten Schwung, um das wohl spektakulärste Flugmanöver, das eine Sonde je zuvor geflogen hat, einzuleiten. Bis Mitte September soll Cassini nämlich 22 Mal zwischen der 2'400 km breiten Zone zwischen Ring und Planetenkugel durchfliegen. Die Wissenschaftler erhoffen sich dabei neue Erkenntnisse über das Alter der Ringe.

Die Geschwindigkeit von Cassini wurde um knapp 800 m/s gesenkt. Durch dieses Abbremsmanöver sprang die Flugbahn augenblicklich von den engen ringnahen Passagen in die Ringlücke nahe über der Saturnatmosphäre. Die Sonde wird lediglich 2'000 km über die Wolken Saturns hinwegrasen, so nah, wie sie ihm noch nie gekommen ist. Selbst bei ihrem ersten Fly-by 2004, als die Sonde in den Orbit um Saturn einschwenkte, passierte sie die Wolkenobergrenze des Planeten in einer Distanz von 18'000 km. Wie schadlos Cassini diese letzten Umrundungen übersteht, ist zum jetzigen Zeitpunkt schwierig voraussehbar, denn selbst in der vermeintlich «freigeputzten» Zone dürfte es noch kleinere Trümmer geben, welche den Raumflugkörper und dessen Instrumente empfindlich beschädigen könnten. Wir lassen uns jedenfalls überraschen, welche faszinierenden Bilder uns die Cassini-Sonde auf ihrer letzten Reise aus der ungewohnten Perspektive noch zur Erde funkt.

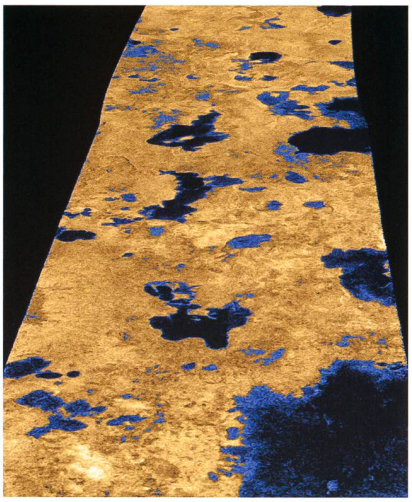


Bild: Radaraufnahme NASA / Cassini, 2006

Abbildung 1: Mögliche Seen in einem 140 Kilometer weiten Gebiet auf Titan bei 80° N und 35° W in Falschfarben.

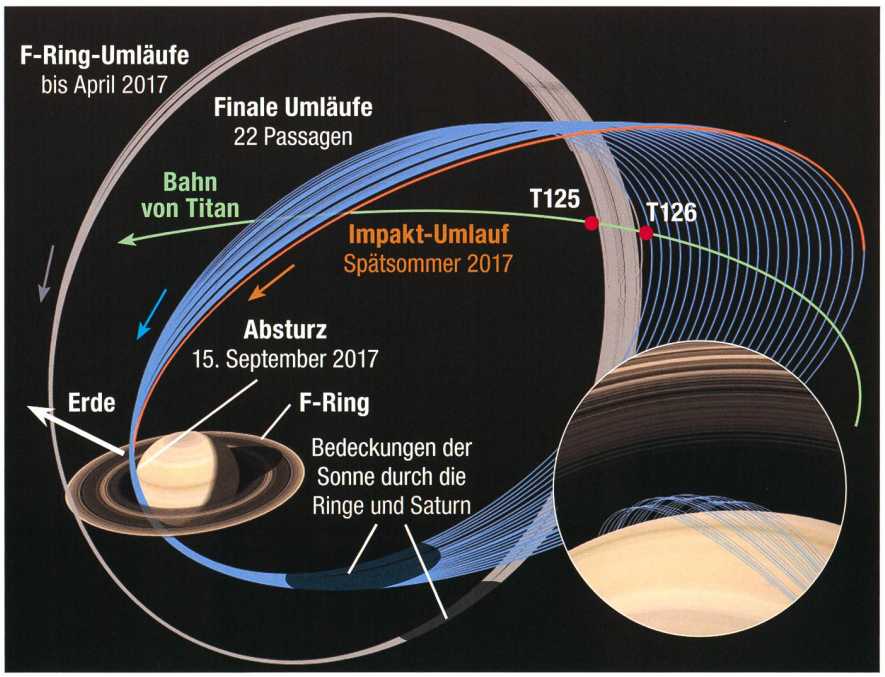


Bild: NASA

Abbildung 2: Die letzten 22 Umläufe verlaufen zwischen Saturn und seinen Ringen. Im kleinen Ausschnitt rechts sieht man, wie eng die Bahnen über Saturns Atmosphäre verlaufen.

Landung von «Huygens»

Die Mission verfolgte während der vergangenen 13 Jahren das Ziel, die Dynamik in Saturns Ringsystem besser zu verstehen, neue Erkenntnisse über einzelne Monde zu gewinnen sowie die Atmosphäre, das Magnetfeld und das Innere des Ringplaneten zu erforschen. Einer von vielen Höhepunkten war gewiss das Eintauchen von «Huygens» in Titans Atmosphäre am 14. Januar 2005. Das Manöver begann in 1'250 km Höhe. Als die Geschwindigkeit die 400 km/h-Marke unterschritt, öffnete sich auf 180 km über Titans Oberfläche der Bremsfallschirm. Fast gleichzeitig wurde der erste Hitzeschild abgeworfen. Zwei weitere Fallschirme bremsten «Huygens» weiter ab, ehe rund 60 km über Grund diverse Instrumente und Kameras aktiviert wurden.

Das Interesse dieser Sekundärmission galt primär der Atmosphäre von Titan. Diese besteht hauptsäch-

lich aus den Gasen Stickstoff und Methan. Auf einer Höhe von ca. 20 km durchflog «Huygens» Wolken aus Methan, die als Nebel bis zur Oberfläche reichen. Während der Landephase nahm «Huygens» spektakuläre Bilder auf, die erstmals Titans Oberfläche zeigten, welche bis anhin infolge der Atmosphäre von der Erde aus nicht beobachtet werden konnte. Generell ist diese recht flach. Einzig in Äquatornähe gibt es einen längeren Gebirgszug mit Gipfeln von bis zu 2'000 m Höhe. Ansonsten prägen Sanddünen und von Flüssen gespiesene Methanseen die Landschaft Titans. Die grössten Gewässer übertreffen manchen irdischen Binnensee.
Die fast vierstündige Mission lieferte 474 MBit Daten, davon 606 Bilder. Während des Abstiegs sammelte «Huygens» Informationen über Titans atmosphärische Zusammensetzung. Neben den Hauptgasen Stickstoff und Methan registrierte man das Isotop Argon-40, welches auf vulkanische Tätigkeit schliessen lässt. Isotope vom Typ Argon-36 und Argon-38, die noch aus den Anfängen des Sonnensystems stammen, fehlen auf Titan gänzlich, was den Schluss nahelegt, dass der Saturnmond seine Atmosphäre in seiner Entwicklungsgeschichte irgendwann verloren haben muss.
Auch die Oberfläche des Trabanten brachte viele neue Erkenntnisse. «Huygens» landete auf einer Art nassem Sand oder Ton, einer Substanz, bestehend aus verschmutztem Wasser- und Kohlenwasserstoff-Eis. Die Landschaft um den Landeplatz zeigte eine kiesartige Ebene.

Viele neue Monde

Im Laufe der Cassini-Mission wurden nicht weniger als 31 neue Monde

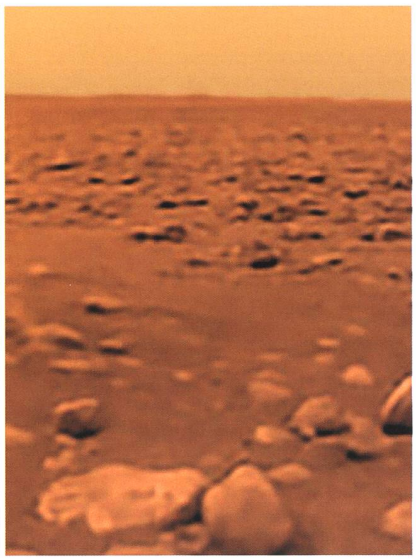


Bild: ESA/NASA/JPL/University of Arizona

Abbildung 3: Die Oberfläche des Saturn-Mondes Titan, die von der Raumsonde «Huygens» nach deren Landung am 14. Januar 2005 aufgenommen wurde.

Enceladus – ein kleiner Mond im «eigenen Ring»

Der gut 500 km grosse Saturnmond Enceladus zählt zweifelsohne neben Titan mit seinen Methanozeanen zu den interessanteren Monden des Ringplaneten. Er war vor allem im März 2005 im Fokus der Cassini-Sonde und sorgte für manche überraschende Entdeckung, doch jüngst haben Wissenschaftler entdeckt, dass es in den «unterirdischen Gewässern» genügend molekularen Wasserstoff gibt, der Mikroben ernähren könnte, vergleichbar mit den sogenannten «weissen Rauchern», wie sie in unseren Ozeanen vorkommen. Der Mond wird von einer dünnen Wasserdampfatmosphäre umhüllt. Woher die Gase genau kommen, ob von der Oberfläche selbst oder gar aus dem Inneren des kleinen Körpers, ist bislang noch nicht schlüssig geklärt. Da Enceladus aber eine starke vulkanische Aktivität in der Südpolarregion, vornehmlich in Form von Geysiren zeigt, liegt die Vermutung nahe, dass die gigantischen Fontänen den «atmosphärischen Nachschub» liefern. Bilder zeigen auch, dass die eruptierte Materie – mikroskopische kleine Eis- und Staubpartikel aus Silikaten, Kohlendioxid und Ammoniak – den äussersten regulären Saturnring (E-Ring), auch «Enceladus-Ring» genannt, bilden. Was die eruptive Zone auf dem kleinen Saturntrabanten antreibt, ist noch unbekannt. Messungen ergaben allerdings, dass es rund um den Südpol 20 bis 25 °C wärmer ist als in der Umgebung. Diskutiert werden in Fachkreisen verschiedene Modelle. Ein radioaktiver Zerfall allein wird wegen der geringen Grösse des Mondes ausgeschlossen. Auch das Gezeitenphänomen, das etwa beim Jupitermond Io beobachtet wird, dürfte Enceladus nicht im gleichen Masse aufheizen, damit Wassereis verflüssigt. Der Nachweis von Ammoniak könnte sogar dafür sprechen, dass der Schmelzpunkt herabgesetzt würde. So sehen die Wissenschaftler am ehesten einen Kryovulkanismus, wie wir ihn auch beim Neptunmond Triton oder auf Charon beobachten. Interessanterweise ist die Aktivität auf Enceladus rund viermal stärker, wenn er sich am weitesten von Saturn entfernt hat, als am saturnnächsten Bahnpunkt. Die Forscher stellen sich vor, dass die Gletscherspalten, die den kleinen Mond wie Tigerstreifen überziehen, in Saturnnähe richtiggehend zusammengedrückt werden, sich aber in Saturnferne öffnen, wo dann der aufgebaute innere Druck entweichen kann. Enceladus speist also «seinen» Ring selbst, wenn das Material mit fast 900 km/h hinausgeschleudert wird und nicht mehr auf den Mond zurückfällt. ▮

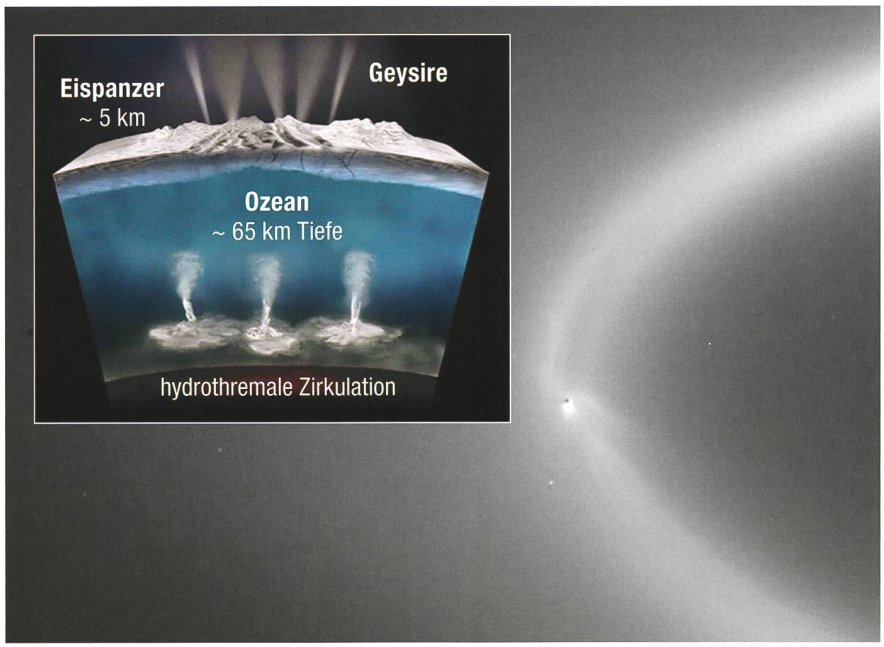


Bild: NASA / Cassini

Abbildung 1: Hier sehen wir den Mond Enceladus, eingebettet in «seinem» Ring. Geysire sorgen vor allem in Saturnferne für ausreichend Nachschub, wenn die Gletscherspalten geweitet werden.

entdeckt, die ersten schon kurz nach Ankunft der Sonde. S/2004 S 1 (Methone) und S/2004 S 2 (Pallene) fand man auf Bildern zwischen den Bahnen von Mimas und Enceladus. Für Aufsehen sorgte der drittinnerste Mond Daphnis (S/2005 S 1), den man auf Aufnahmen des äusseren A-Ringes ortete. Zwar hatte man innerhalb der 42 km breiten Keeler-Lücke einen Trabanten postuliert, doch als man den knapp 8 km Körper sichtete, fielen Wellenmuster in den Ringstrukturen auf. Daphins beeinflusst seine Umgebung gravitativ. Am inneren Rand eilen die wellenartig verwirbelten Ringpartikel dem Mond voraus, bleiben am äusseren Rand jedoch infolge der geringeren Relativgeschwindigkeit hinter dem Trabanten zurück (Abbildung 4).

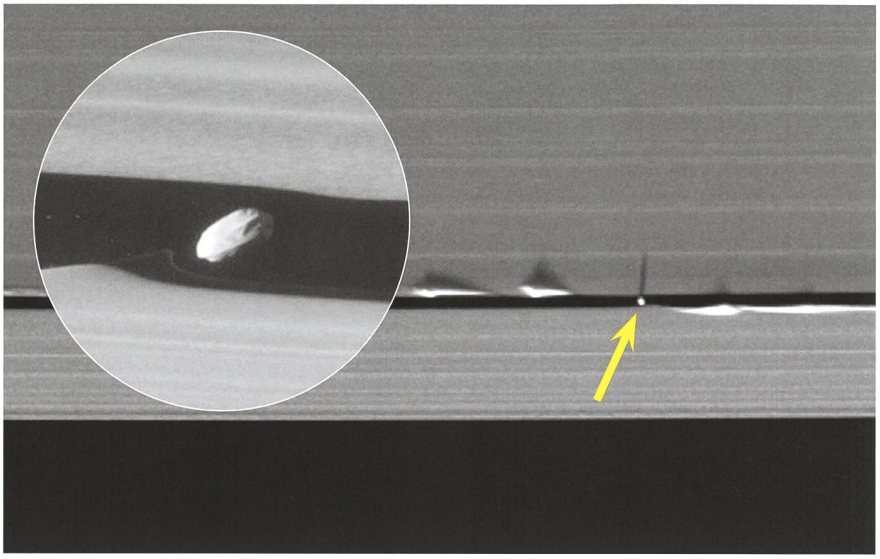


Bild: NASA/JPL/Space Science Institute

Abbildung 4: Der Hirtenmond Daphins beeinflusst die Ringstrukturen an der Innen- und Aussenseite.

Spektakuläre Wolkenformationen

Die ersten wirklich nahen Bilder der Saturnatmosphäre lassen die Herzen der Planetenforscher höher schlagen. Am Nordpol, eingebettet inmitten einer hexagonförmigen Wolkenstruktur, tobt ein gigantischer Wirbelsturm mit einem rund 2'000 km durchmessenden Auge. Die windstille Zone im Zentrum irdischer Hurrikane ist kaum breiter als 100 km. Dennoch sind die Gemeinsamkeiten, von den Grössendimensionen einmal abgesehen, mit Wirbelstürmen auf der Erde unverkennbar. Worüber die Wissenschaftler rätseln, betrifft die Frage, was den Sturm auf dem Ringplaneten antreibt. Auf der Erde ist es warmes Meerwasser in den Tropen. Auf Saturn haben wir jedoch ganz andere Bedingungen. Eine mögliche Erklärung könnte allein in der grossen Eigenrotation (10 Stunden und 33 Minuten) liegen und in bislang noch wenig verstandenen Vorgängen im inneren der Gaskugel. Dies würde womöglich das stationäre Verhalten des Sturms am Nordpol erklären.

Es ist gut möglich, dass wir dank der Juno-Mission (Jupiter) bald mehr Informationen über das Innenleben der Gasgiganten erfahren und damit auch die Vorgänge in den Wolkenstrukturen besser verstehen werden. Der riesige Wirbel im Hexagon-Zentrum, so glauben die «Cassini»-Forscher, existiert wohl schon seit Jahren. Damals, als die Raumsonde auf den Planeten zusteuerte, lag der Nordpol noch in völliger Dunkelheit. Auf Infrarotaufnahmen konnte man den Wirbel jedoch sehen. ▮

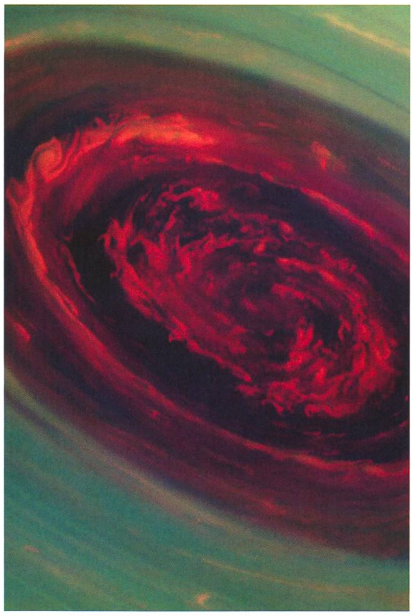


Bild: NASA/JPL/Cassini

Abbildung 5: Falschfarbenaufnahme des Sturmauges am Nordpol des Ringplaneten.

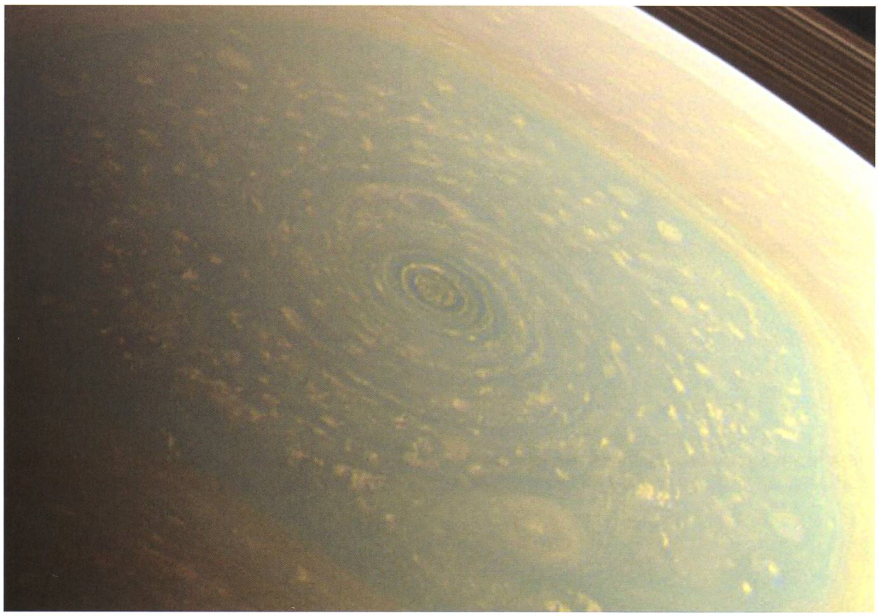


Bild: NASA/JPL/Cassini

Abbildung 6: Rund um den Nordpol des Saturn liegt ein seltsames Wolkenmuster, das schon während des Vorbeiflugs der «Voyager»-Sonden in den 1980er-Jahren entdeckt wurde. Im Hintergrund sind einige Saturnringe zu sehen.