

Botschaften aus einer fernen Welt

Landung von HUYGENS auf Titan ein voller Erfolg

VON TILMANN ALTHAUS

Am 14. Januar 2005 trat die europäische Raumsonde HUYGENS in die dichte Gashölle des größten Saturnmonds Titan ein und sendete von dort zahlreiche Messdaten und Bilder zur Erde. Wie sich die kurze Mission von HUYGENS auf der Erde im Kontrollzentrum Esoc in Darmstadt darstellte, davon handelt dieser Bericht.

Der Eintritt von HUYGENS in die Atmosphäre Titans war für 11:13 MEZ vorgesehen, als die Sonde die so genannte Interface-Höhe von 1270 Kilometer Höhe über der festen Oberfläche des Mondes erreichte. Aber schon zwei Stunden vorher war der große Veranstaltungssaal im Hauptgebäude der ESOC, des *European Space Operations Centre* der Europäischen Weltraumagentur ESA, bis auf den letzten Platz gefüllt. Schon beim Betreten des stark gesicherten Geländes musste man sich in Acht nehmen, um nicht über die zahlreichen, sich wie Schlangen über den Boden windenden, Kabel der Rundfunk- und Fernsehantennen zu stolpern. Sogar die Hauptstraße auf dem Gelände

wurde von TV-Übertragungswagen aller Herren Länder blockiert. Besonders die britische BBC war mit einem Riesenaufgebot dabei. Im Saal das gleiche Bild, Dutzende von Fernsehkameras waren auf das noch leere Podium an der Stirnseite gerichtet, und es herrschte geschäftiges Treiben.

In einer Ecke des Saales war das Ingenieurmodell von HUYGENS aufgebaut. Mit ihm waren auch die Fallschirme erprobt worden. Man konnte sich so ein gutes Bild von der eigentlichen Größe des Instrumententrägers machen. Dieser Platz sollte denn auch der bevorzugte Bereich für Dutzende von Fernsehinterviews werden. Zusätzlich war ein sehr detailliertes 1:4-Modell der Raumsonde CAS-

SINI ausgestellt, die ja für HUYGENS eine wichtige Rolle zu spielen hatte. CASSINI diente nämlich als Funkrelais, um die von HUYGENS gesendeten Daten aufzuzeichnen und zur Erde zu funken (siehe SuW 1/2005, S. 22 ff.)

Das Event beginnt...

Um 10:00 MEZ begann das offizielle Programm der ESA zur Landung von HUYGENS. Wie bei solchen Veranstaltungen üblich, wurden erst einmal Grußworte von verschiedenen VIPs, wie zum Beispiel dem Generaldirektor der ESA, Jean-Jacques Dordain oder dem Wissenschaftsdirektor David Southwood an die mehr als 700 geladenen Gäste, darunter mehr als 300 Journalisten, gerichtet. »ESOC is the place to be today, enjoy every minute of this phantastic event (ESOC ist heute der Ort, genießen Sie jede Minute dieses phantastischen Tages)«, sagte Dordain in seiner kurzen Rede. Allen Beteiligten war die Spannung deutlich anzusehen, aber auch freudige Erwartung war zu spüren. Etwa um 10:45 MEZ begann dann das of-



▲ Farbpanorama der Titan-Oberfläche, aufgenommen mit der Kamera DISR aus acht Kilometern Höhe. Die kleinsten erkennbaren Details sind etwa 20 Meter groß. (Bild: ESA/NASA/University of Arizona; Bildbearbeitung: Christian Waldvogel auf anthony.liemens.net)

fizielle Informationsprogramm der ESA, welches von der professionellen Moderatorin Katya Adler und Michel Blanc, einem interdisziplinären Wissenschaftler der Mission CASSINI/HUYGENS gestaltet wurde. Zahlreiche Schaltungen in den Hauptkontrollraum des ESOC zu den beteiligten Wissenschaftlern und Filmeinspielungen komplettierten das informative und auch unterhaltsam gestaltete Programm.

Leider wurde wieder einmal gebetsmühlenartig das Märchen von der angeblichen Ähnlichkeit der frühen Erdatmosphäre mit der heutigen Atmosphäre des Titan wiederholt, siehe hierzu den Kasten rechts oben.

Um 10:50 war ein sehr unruhiger Jean-Pierre Lebreton (der Missionsmanager des HUYGENS-Projekts) im Kontrollraum zu sehen, denn nun näherte sich für HUYGENS die Stunde der Wahrheit, die Kulmination von mehr als 20 Jahren Vorbereitung und Arbeit stand unmittelbar bevor.

Doch eigentlich hatte sie ja schon längst stattgefunden, denn bereits um

Die Titan-Atmosphäre – Ein Spiegelbild der frühen Erdatmosphäre?

Das Gerücht der Ähnlichkeit der heutigen Atmosphäre Titans mit der frühen Erdatmosphäre vor Milliarden von Jahren wurde Ende der siebziger Jahre vom amerikanischen Astronomen Carl Sagan in die Welt gesetzt. Zu dieser Zeit wusste man praktisch nichts über die Beschaffenheit der Titan-Atmosphäre, und man war sich auch noch nicht im Klaren darüber, wie die frühe Erdatmosphäre aussah.

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand der Geochemie war die frühe Erdatmosphäre der heutigen Gashülle unseres inneren Nachbarplaneten Venus sehr ähnlich. Sie bestand zu mehr als 90 Prozent aus Kohlendioxid, etwas Stickstoff und einigen Prozent Wasserdampf. Diese Zusammensetzung weisen die Gase auf, welche noch heute von den Vulkanen aus dem Erdinneren an die Oberfläche gebracht werden. Der Druck

dürfte etwa 100 Bar betragen haben. Als die Erde ausreichend abgekühlt war, um flüssiges Wasser auf der Oberfläche zu ermöglichen, kondensierte der Wasserdampf, regnete ab und die Ozeane entstanden. In diesen wurde der größte Teil des Kohlendioxids als Kalkstein ausgefällt, damit fest gebunden und aus der Atmosphäre für immer entfernt.

Nach und nach sank der Druck der Erdatmosphäre, und Stickstoff wurde das dominierende Gas. Gleichzeitig hatten die biologischen Prozesse auf der Erde damit begonnen, aus dem restlichen Kohlendioxid Sauerstoff freizusetzen, der sich anreichterte. Titans Atmosphäre enthält dagegen keine Spur von Kohlendioxid, sondern besteht zu weit über 90 Prozent aus Stickstoff, einigen wenigen Prozent Methan und weiteren Kohlenwasserstoffen. Sie ähnelte also nie der frühen Erdatmosphäre. T. A.



▲ Blick in den vollen großen Saal im Esoc-Hauptgebäude am 14. Januar 2005. (Bild: Stefan Seip)

10:06 MEZ Bordzeit (die so genannte *Spacecraft Event Time*, SCET) war der Atmosphäreneintritt erfolgt. Aber um das Publikum auf der Erde nicht zu verwirren, wurde die so genannte *Earth Reception Time* (ERT) als wahre Zeit präsentiert. Die in diesem Bericht genannten Zeiten beziehen sich ebenfalls auf die ERT. Am 14. Januar befand sich Saturn in Opposition zur Sonne und war 1.21 Milliarden Kilometer von der Erde entfernt. Die Signallaufzeit vom Saturn zur Erde betrug daher 67 Minuten. Diese 67 Minuten muss

man also von der MEZ abziehen, um die Bordzeit der Signalausendung zu erhalten.

Es ist schon ein seltsames Gefühl zu wissen, dass HUYGENS' Schicksal sich schon längst erfüllt hatte, aber man erst mehr als eine Stunde später davon erfahren konnte. Um 11:13 MEZ erfolgte daher die Meldung aus dem Kontrollraum, dass nun der Eintritt begänne. Zu tun gab es für die Besatzung im Kontrollraum zu dieser Zeit nichts, denn alle Vorgänge an Bord von HUYGENS liefen völlig autonom nach der vorher erfolgten Programmierung ab. Eine Fernsteuerung ist bei einer Signallaufzeit von 67 Minuten in einer Richtung völlig unmöglich.

HUYGENS verfügte daher noch nicht einmal über einen Empfänger, sondern wurde im Vorfeld über eine Datenleitung von CASSINI programmiert und auch während der mehr als sieben Jahre Flugzeit von Saturn zur Erde mit Strom für die Funktionstests versorgt. Zur Zeit des Eintritts herrschte Funkstille, denn das Mutterschiff CASSINI hatte seine vier Meter große Parabol-Hauptantenne auf Titan gerichtet, dem sie sich bis auf etwa 60000 Kilometer annäherte. Um den Empfang nicht zu stören, waren alle wissenschaftlichen Instrumente an Bord von CASSINI abgeschaltet, und die Sonde war ganz dem Lauschen und Aufzeichnen der schwachen Funksignale von HUYGENS gewidmet. Erst gegen 15:44 MEZ sollte CASSINI von Titan wegschwenken, sich auf die Erde ausrichten und ab 16:14 MEZ Daten zur Erde senden.

Um aber nicht völlig von Nachrichten aus dem Saturnsystem abgeschnitten zu sein, hatten die ESA und die NASA weltweit Radioastronomen gebeten, ihre größten Teleskope auf Saturn zu richten, in der Hoffnung, die mit einer Sendeleistung von nur zehn Watt abgestrahlten Funksignale direkt nachzuweisen. Es ging darum, die Trägerwelle zu registrieren. Die aufmodulierten Informationen direkt zu empfangen, war dagegen nicht möglich. Zur Zeit des Atmosphäreintritts befand sich Saturn hoch am Himmel über dem amerikanischen Kontinent, so dass die dortigen Radioteleskope als erste die Suche nach dem schwachen Signal von

HUYGENS aufnahmen. Insgesamt waren weltweit 18 Radioteleskope an dieser Aufgabe beteiligt. Unterdessen wuchs in Darmstadt die Spannung, sichtlich nervöse Projektwissenschaftler starrten bang auf die Monitore und warteten auf ein Lebenszeichen von HUYGENS.

Das erste Lebenszeichen

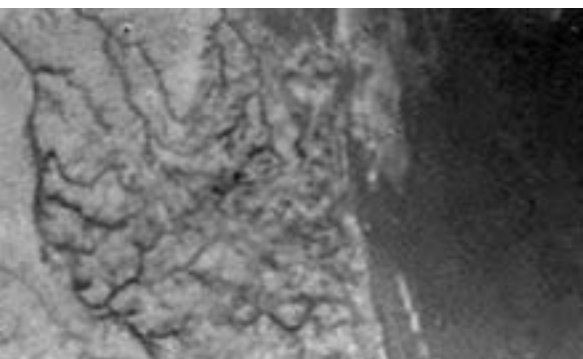
Um 11:40 kam dann die erlösende Meldung, dass es den Radioastronomen des mit 110 Meter Antennendurchmesser zur Zeit größten vollbeweglichen Radioteleskops der Erde, dem Green Bank Telescope in West Virginia, USA, gelungen war, die Trägerwelle schon kurz nach dem Eintritt ab etwa 11:25 MEZ zu empfangen, und dass das Signal stabil und deutlich ist. Nun brandete tosender Jubel auf, denn die kritischste Phase des Eintritts war offenbar überstanden. HUYGENS hatte die rabiante Abbremsung von etwa 5 Kilometer pro Sekunde auf 0,4 Kilometer pro Sekunde innerhalb von nur drei Minuten überlebt, war offensichtlich aktiv und hatte auch den Hauptfallschirm entfaltet und den 79 Kilogramm schweren Hitzeschild abgeworfen.

Dennoch war man bei offiziellen Kommentaren noch sehr zurückhaltend und wies darauf hin, dass man ja noch nicht wüsste, ob auch die Messinstrumente an Bord aktiv sind und eifrig Daten sammeln und zurückfunken. Aber der Nachweis der Trägerwelle ließ die extreme Anspannung doch etwas sinken, zumindest war die Raumsonde aktiv. So sagte

David Southwood: »Wir haben das Baby schreien gehört«. Um 11:29 MEZ sollte sich dann der letzte der drei Fallschirme geöffnet haben und HUYGENS recht sanft zur Oberfläche schweben. Nun wuchs die Ungeduld ungemein, man sehnte sich den Zeitpunkt herbei, an dem CASSINI begänne, die Daten von HUYGENS zu senden.

Um 13:30 MEZ war eine weitere Pressekonferenz angesetzt, denn um 13:34 MEZ sollte HUYGENS nach Plan auf der Oberfläche aufsetzen. Hier begann eine weitere kritische Phase, denn HUYGENS war nicht ausdrücklich als Landesonde konzipiert, und es war durchaus wahrscheinlich, dass sie im Moment des Aufsetzens verstummen würde. Damit wäre aber die Primärmission vollständig erfüllt gewesen, jegliche Sendung von der Oberfläche galt als Bonus. Dennoch war die Stimmung sehr gut, als Jean-Jacques Dordain sagte: »Wir haben ein Signal, der Traum ist lebendig«. David Southwood drückte es dagegen lockerer aus: »Das Kind ist aus der Gebärmutter heraus, aber wir müssen noch die Finger und Zehen zählen, um zu sehen, ob es auch gesund ist. Allerdings war die Trägerwelle für eine lange Zeit stabil.« Allmählich begann aber Saturn für das Radioteleskop von Green Bank unter den Horizont zu sinken, daher wartete man mit großer Spannung auf eine Meldung aus Australien.

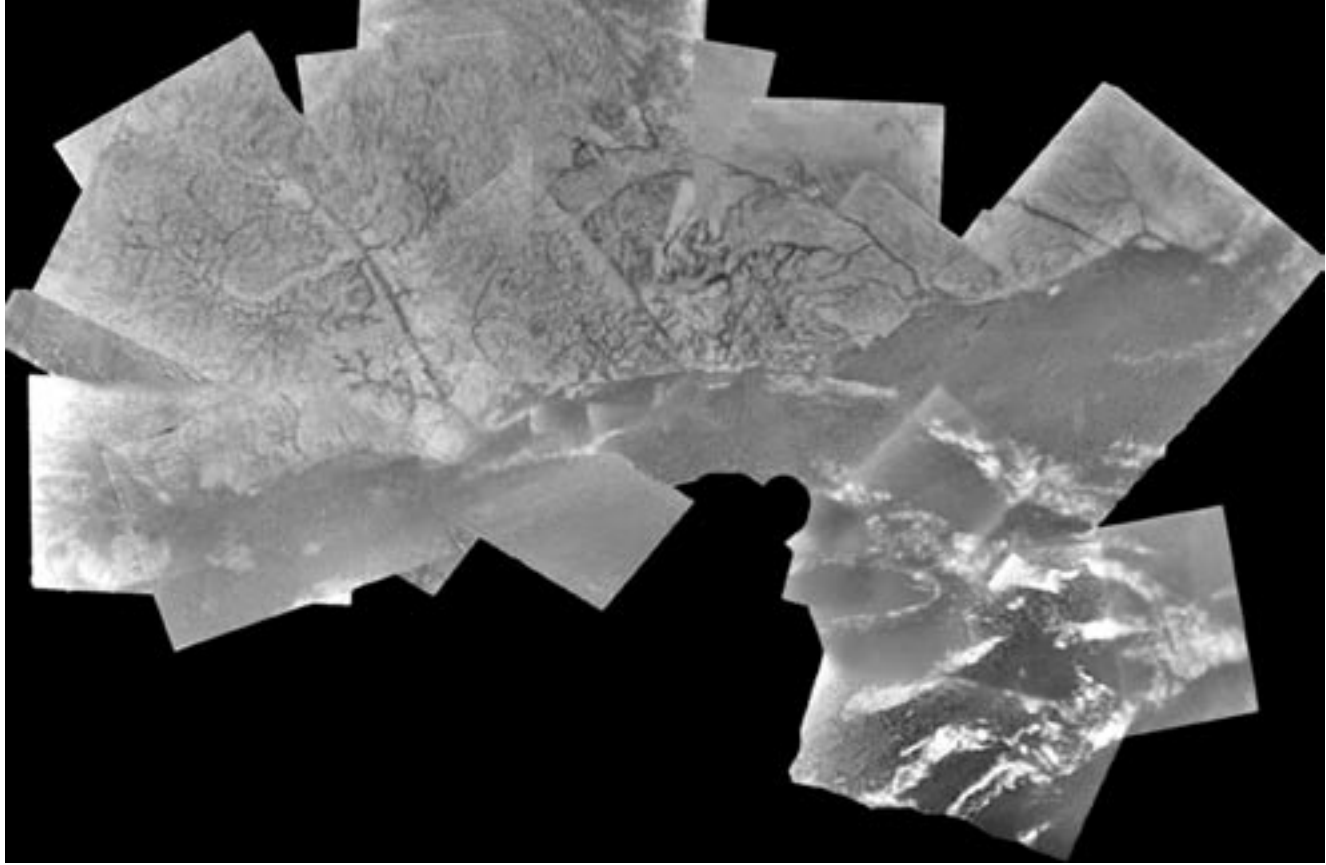
Dort war das 64-m-Radioteleskop von Parkes, bekannt aus dem Kinofilm »The Dish«, auf Saturn gerichtet. Und tatsächlich konnte Jean-Pierre Lebreton um



▲ Das erste Bild der Titan-Oberfläche, aufgenommen aus 16,2 Kilometer Höhe. Deutlich zu erkennen sind verästelte Täler, die stark an Flußtäler erinnern. Möglicherweise wurden diese Täler durch flüssiges Methan oder Äthan ausgewaschen. (Bild: ESA/NASA/University of Arizona)

▶ Marty Tomasko, Chefwissenschaftler des DISR-Experiments an Bord von HUYGENS erläutert der staunenden Presse das erste Bild vom Titan. (Bild: Stefan Seip)





13:41 MEZ der erwartungsvollen Menge die Mitteilung machen, dass Parkes seit 13:30 MEZ die Trägerwelle registrierte und dass das Signal nach wie vor stabil sei. Jetzt hob großer Jubel an, es sah doch jetzt schon sehr vielversprechend aus. Aber dennoch blieb man bei der Wortwahl sehr vorsichtig, als Jocelyne Landeau-Constantin, Chefin der PR-Abteilung des ESOC, um 13:45 MEZ sagte: »We have an engineering success, (Wir haben einen technischen Erfolg)«. Nun hieß es wieder Warten, Gerüchte schwirrten herum und in der Menge stellte man sich Fragen, ob denn HUYGENS immer noch senden würde. Offizielle Klarheit würde man erst in etwa drei Stunden erhalten, zu dieser Zeit war eine weitere Informationsrunde angesetzt.

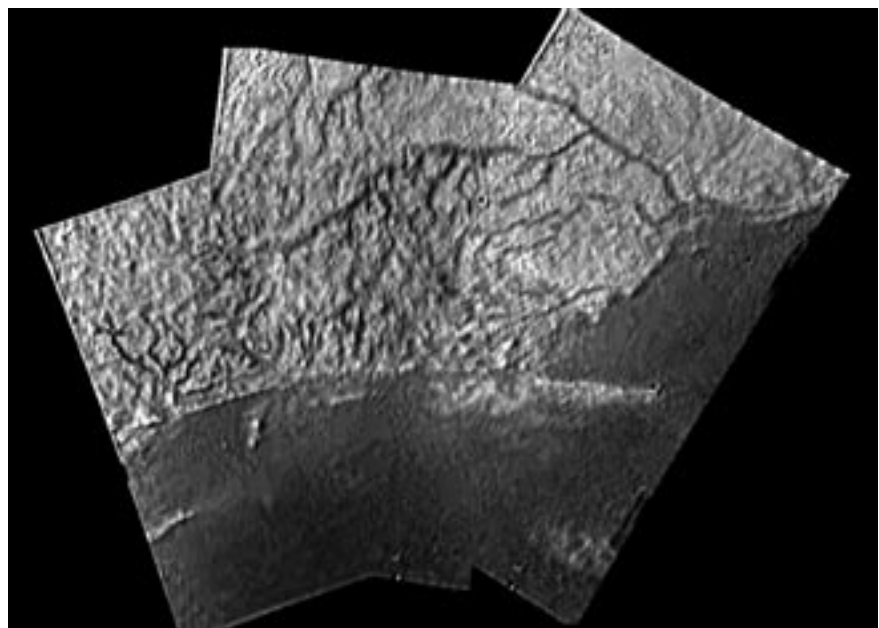
Die Marathon-Sonde

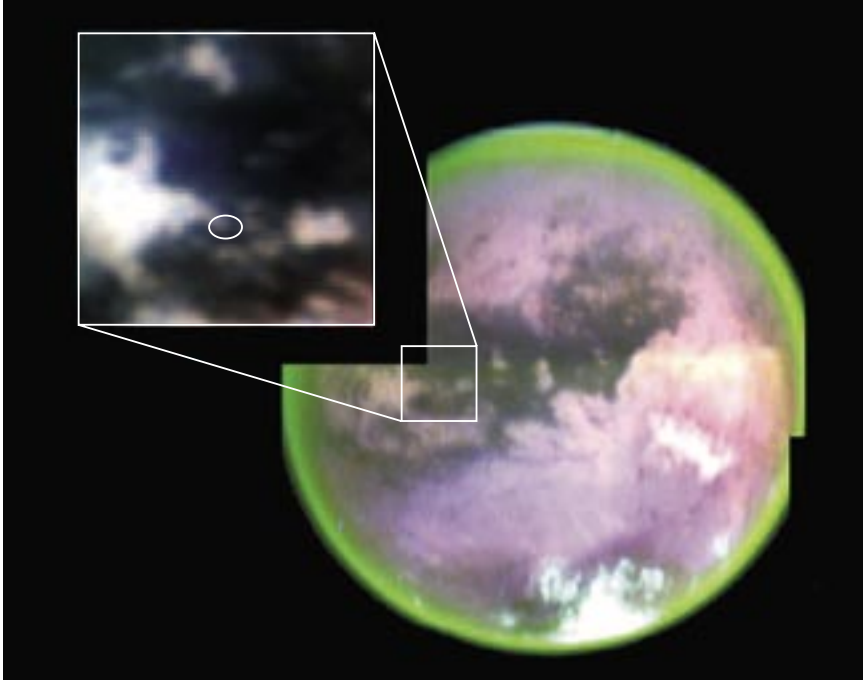
Und tatsächlich, HUYGENS hatte das Aufsetzen um 13:45 MEZ überstanden und sendete weiterhin die Trägerwelle, wie SuW im Gespräch mit Michael Khan, Missionsanalyst des ESOC, in Erfahrung bringen konnte. »Die Sonde sendet und sendet, das ist sagenhaft, man mag es kaum glauben«. Auch David Southwood meinte im Gespräch mit SuW: »Wir haben einen Mercedes von einer Raumsonde, ich bin überglücklich.« Weiterhin empfing die Antenne von Parkes die Signale von HUYGENS, erst sieben Stunden, nachdem die Sonde mit dem Senden begonnen hatte, verstummte sie allmählich, als die in ihren Batterien gespeicherte Energie zur Neige ging. Man hatte auf maximal 30 Minuten Signale von der Oberfläche gehofft, nun war das Limit weit überschritten.

Wie sich später zeigen sollte, wurde der Funkkontakt zur Muttersonde CASSINI um 15:44 MEZ unterbrochen, als HUYGENS von CASSINI aus gesehen hinter der Wölbung von Titan verschwand. Dass die Sonde noch so lange weitersendete, lag daran, dass die Temperatur in ihrem Inneren lange stabil bei etwa +20 Grad Celsius blieb und alle fünf Batterien die volle Leistung lieferten. Bei der Missionsplanung war man davon ausgegangen, dass eine oder zwei der fünf Batterien in den sieben Jahren der Reise zum Saturn wohl versagen würden, und hatte daher die Mission für drei vollständig einsatzfähige Batterien ausgelegt. Da nun alle fünf Strom lieferten, sendete HUYGENS für mehr als vier Stunden Signale von der Oberfläche.

▲ Mosaik aus Aufnahmen der DISR-Kamera aus etwa 20 km Höhe. Gut erkennbar sind die verästelten Talsysteme zu erkennen, die in der dunklen Fläche unten münden. (Bild: ESA/NASA/University of Arizona; Bildbearbeitung: Ricardo Nunes auf anthony.liemens.net)

▼ Kontrastverstärkter Ausschnitt aus der Abbildung oben zur Hervorhebung der Talstrukturen: Deutlich sind die Mündungen in die dunkle Region unten zu erkennen. (Bild: ESA/NASA/University of Arizona)





▲ Der Landeplatz von HUYGENS auf Titan. Nah-Infrarot-Aufnahme des *Visual and Infrared Mapping Spectrograph* VIMS der Raumsonde CASSINI. Der Ort der in der Abbildung auf Seite 25 oben gezeigten Region ist eingezeichnet. (Bild: NASA/JPL/ESA)



▲ HUYGENS ist auf Titan gelandet! Diese Aufnahme entstand unmittelbar nach dem Aufsetzen. Die hellen Brocken im Vordergrund sind bis zu 15 cm groß und bestehen aus Wassereis. (Bild: ESA/NASA/University of Arizona)

CASSINI dreht sich zur Erde...

Die drei Stunden Wartezeit vergingen dennoch wie im Fluge, die gute Stimmung unter den Gästen steigerte sich immer mehr, da alle Indizien für ein Gelingen der Mission sprachen. Ab 17:00 MEZ wurden dann Live-Bilder aus dem Kontrollzentrum gezeigt. Um 16:21 MEZ hatte CASSINI mit der Datenübertragung begonnen, aber in den ersten 45 Minuten nur Telemetrie-Daten gesendet. Auf den Live-Bildern vom Kontrollraum waren sehr angespannte Gesichter zu sehen, als sich der Zeitpunkt der Übertragung der ersten wissenschaftlichen Daten näherte. Die ernsten Mienen verhießen nichts Gutes und man begann sich ernsthaft zu fragen, ob da nicht doch etwas faul wäre...

Um 17:19 MEZ kamen dann aber Jubelschreie aus dem Kontrollraum und die Leute begannen sich zu umarmen. Die ersten Messdaten erschienen auf den Schirmen, und auch im großen Saal breitete sich Applaus und Partystimmung aus. Um 17:30 MEZ begann dann schließlich die Pressekonferenz, bei der Jean-Jacques Dordain sagte: »Wir haben den wissenschaftlichen Erfolg, wir sind die ersten Besucher auf Titan«. Mehr als zwei Stunden lang hatte CASSINI Daten von der Oberfläche von Titan empfangen, und alle sechs Geräte an Bord funktionierten wie geplant. David Southwood stellte vor dem versammelten Publikum fest, dass nun die Fackel von den Ingenieuren an die Wissenschaftler weitergereicht sei und sie sich nun um die Daten, welche in die Geschichte eingehen würden, kümmern müssten.

Ein kleiner Wermutstropfen

Allerdings verlief die Mission nicht ganz perfekt. Aus Sicherheitsgründen sendete HUYGENS auf zwei Datenkanälen und zwei leicht verschiedenen Frequenzen, die als *Channel A* und *Channel B* bezeich-

net werden. Channel B war voller Daten, aber auf Channel A fand sich nicht ein einziges Bit. Zwar wurden viele Daten simultan auf beiden Kanälen gesendet, aber die Daten des *Doppler-Wind-Experiments* und die Hälfte der Bilder wurden nur über Channel A übermittelt. Was war geschehen?

Wie sich schnell herausstellte, war bei der Programmierung von CASSINI vergessen worden, den Ultrastabilen Oszillator des Empfängers für Channel A auf CASSINI einzuschalten, das Kommando war möglicherweise durch menschliches Versagen nicht in der Steuersequenz enthalten, so dass HUYGENS zwar über Channel A reichlich Daten sendete, diese aber von CASSINI nicht aufgezeichnet wurden. Eine offizielle Untersuchung der ESA soll nun die Ursache für den Fehler herausfinden.

Dieser Schönheitsfehler konnte aber die gelöste Stimmung im Esoc nicht trüben, denn man hatte ja trotzdem mehr Daten erhalten, als jemals erhofft. Nun löste sich der Rest der Spannung, die Partystimmung stieg und Cocktails wurden gereicht. Auch die hochrangigen Gäste waren nun überglücklich und gaben bereitwilligst Auskunft.

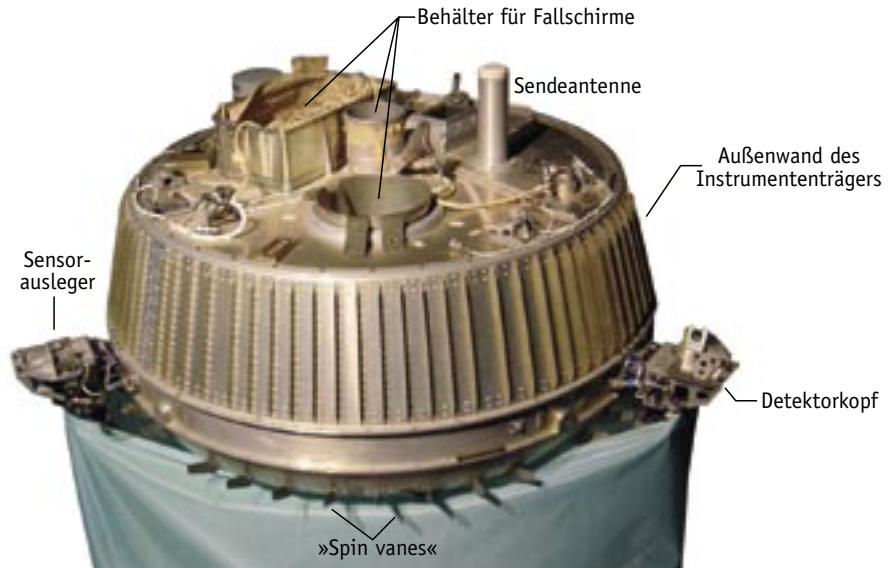
Im Gespräch mit SuW sagte Prof. Sigmar Wittig, Vorstandsvorsitzender des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR): »Hier wird deutlich, was erreicht werden kann, wenn man eine Mission sorgfältig vorbereitet, die Technik testet und dafür ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stellt. Man darf nicht billig bauen, sondern preiswert. Die Probleme und Fragen die bei zu starker Kostenreduktion entstehen können, haben wir Weihnachten vor einem Jahr erfahren (BEAGLE-2). Ich bin stolz auf die Leistung der Ingenieure, die HUYGENS bauten. Nun haben sie die Sonde zu Titan gebracht und die Daten geliefert, jetzt ist es Aufgabe der Wissenschaftler, sie auszuwerten. Ich hoffe, aus den Daten werden sich viele neue Erkenntnisse ergeben.«

Auch Jean-Jacques Dordain, Generaldirektor der ESA, meinte: »Das ist nun das Resultat von 25 Jahren Arbeit, ich bin überglücklich«. Dordain hatte schon in den frühen achtziger Jahren als Student an den ersten Studien zu CASSINI/HUYGENS, damals noch als »*Saturn Orbiter/Titan Probe* (SOTP)« bezeichnet, gearbeitet und durfte nun die Resultate erleben.

Das erste Bild

Jetzt, da bekannt war, dass die Messdaten von HUYGENS nur so sprudeln, begann das ungeduldige Warten auf das erste Bild der Titanoberfläche. Dieses sollte frühestens um 20:45 MEZ präsentiert werden. Um 20:55 MEZ leuchteten dann die Bildschirme überall im Esoc auf, es erschien

► Das eigentliche Landegerät der Raumsonde HUYGENS. Gut sichtbar sind auf der Oberfläche die drei Behälter für die Fallschirme. Der Durchmesser beträgt ca. 1.2 Meter. (Bild: Manfred Stickel)



endlich das erste Bild auf den Schirmen. Es verschlug allen Anwesenden die Sprache, denn auf ihm zeigten sich deutlich verästelte Talsysteme wie auf der Erde, offenbar war hier die Oberfläche von einer schnell fließenden Flüssigkeit erodiert worden, wodurch diese Täler entstanden. Auch eine dunkle Fläche war zu sehen, vielleicht ein See aus Methan oder Äthan? Mehr zu diesem Rätsel sollte sich am nächsten Tag auf einer Pressekonferenz um 11:00 MEZ in Erfahrung bringen lassen ...

Die ersten Ergebnisse

Auch am nächsten Tag herrschte noch großer Andrang im EsOC, und alle waren gespannt auf die ersten Ergebnisse, die ja nur einen allerersten Eindruck darstellen konnten. Leider hatte sich der Totalausfall des Channel-A-Datenkanals bestätigt und die Messdaten des Doppler-Wind-Experiments (DWI) von CASSINIS Position aus sind verloren. Aber der Chefwissenschaftler, Leonid Gurvits, war dennoch guter Dinge, denn durch die großzügige weltweite Unterstützung der Radioastronomen, die viel Messzeit für HUYGENS geopfert hätten, wären 100 Prozent der Daten geliefert worden. Besonders die durch Radiointerferometrie gelieferten Daten wären von phantastischer Qualität und es stünde nun viel Rechnen bevor. Aus den DWI-Daten lassen sich zum Beispiel die Windverhältnisse auf Titan während des Abstiegs zur Oberfläche ermitteln.

Überrücklich zeigte sich John Zarnecki von der Open University in Milton Keynes in Großbritannien, dessen *Surface Science Package SSP* 70 Minuten lang Daten gesammelt hatte. Am Vortag hatte er noch betont, dass er schon mit fünf Minuten Messzeit auf der Oberfläche glücklich wäre. Die allerersten Daten zeigen, dass das Aufsetzen 8870 Sekunden ($2^h 27^m 50^s$) nach dem Eintritt mit einem Stoß von 15 g erfolgte. Der Stoß dauerte 40 Millisekunden, die Daten des Aufsetzsensors deuten auf eine sehr dünne feste Kruste hin, die über einer etwa 15 Zentimeter dicken Schicht aus weicherem Material liegt. Von der Konsistenz her würde sie feuchtem Sand oder Ton ähneln, sicher aber anders zusammengesetzt sein.

Das Instrument zur Untersuchung der Atmosphärenstruktur, HASI, maß auf der Oberfläche einen Druck von etwa 1500 Millibar und eine Temperatur von -180 Grad Celsius. Besonders interessant wa-

ren die von einem Mikrophon aufgenommenen Geräusche des Abstiegs auf Titan, die einem donnernden Rauschen ähnelten. Sie lassen sich auf der Homepage der Planetary Society unter planetary.org abhören.

Auch der Gaschromatograph/Massenspektrometer lieferte interessante Daten, deren Auswertung nun beginnt. Massenspektrometrie ist eine schwierige Kunst, hier kommt es sehr auf die Kalibration des Instruments an, um sinnvolle Daten zu erhalten. So gab es nur erste Daten über Methan in der Titan-Atmosphäre. Ab einem Druck von etwa 500 Millibar steigt das Verhältnis von Methan zu Stickstoff deutlich an, hier hatte HUYGENS eine Wolkendecke oder Methandunst erreicht. Interessant war auch, dass nach dem Aufsetzen von HUYGENS der Methangehalt in der Umgebung stark anstieg. Offenbar führte die Wärme von HUYGENS dazu, dass aus dem Oberflächenmaterial Methan ausgasete, es muss wohl in reichlicher Menge im Bodenmaterial enthalten sein.

Weitere Bilder

Den Höhepunkt der Pressekonferenz bildete die Vorstellung weiterer Bilder durch Marty Tomasko, Chefwissenschaftler des Kamerasystems DISR an Bord von HUYGENS (siehe dazu auch www.suw-online.de). Insgesamt haben etwa 350 Bilder die Erde erreicht, durch den Ausfall von Channel A waren aber noch einmal so viele Bilder verloren gegangen. Zuerst wurde noch einmal das am Abend zuvor präsentierte Bild mit den Tälern gezeigt, welches aus einer Höhe von 16 Kilometern aufgenommen wurde.

Dann erschien eine Aufnahme auf dem Schirm, die das Gebiet aus seitlicher Sicht zeigte. Bei allen Bildern handelte es sich noch um absolute Rohbilder, die noch voller Artefakte des Datenkomprimierungsverfahrens waren. HUYGENS war

in einem interessanten Übergangsgebiet zwischen heller und dunkler Oberfläche niedergegangen, bisher fanden sich aber noch keine Hinweise auf zur Zeit vorhandene Flüssigkeiten. Allerdings geben die Schrägansichten Hinweise darauf, dass Bodennebel oft Regionen verhüllt und dass deshalb die Kameras von CASSINI auch im infraroten Bereich Schwierigkeiten haben, Oberflächendetails zu erkennen.

Besonders eindrucksvoll ist das erste Bild, das nach Aufsetzen von HUYGENS aufgenommen wurde. Es zeigt eine Landschaft, die einen sofort an den Mars erinnert. Marty Tomasko meinte: »Das sieht aus wie die ersten Bilder von VIKING 1 aus dem Jahre 1976«. Allerdings bestehen diesmal die Felsbrocken nicht aus basaltischer Lava, sondern aus Wassereis, das bei -180 Grad Celsius so hart wie Gestein ist. Das erste Farbbild enthüllte eine in orange Farbtöne getauchte Welt.

HUYGENS hat die kühnsten Erwartungen seiner Schöpfer weit übertroffen, nun heißt es abwarten, was die weiteren Auswertungen der Messdaten erbringen. □



Tilmann Althaus promovierte 1999 an der Universität Potsdam über die Geochemie der Edelgase. Ab 2001 untersuchte er in Heidelberg die Edelgase des Pannonischen Beckens (Ungarn). Seit Mai 2002 ist er Redakteur von *Sterne und Weltraum*.