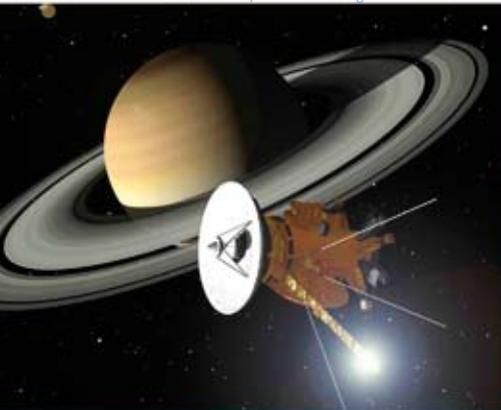


Der Verein zur Förderung der Raumfahrt VFR e.V. präsentiert:

spaceexpress raumfahrt-chronik 2004

Das Raumfahrtjahr 2004 kompetent und spannend dokumentiert von Eugen Reichl u.a. Autoren

01.07.: Raumsonde Cassini durchquert die Saturnringe



22.08.: SpaceShipOne erreicht den Weltraum



099:15:11 09.281

04.01.: „Spirit“ erfolgreich auf dem Mars gelandet



Ma.: „Opportunity“ erforscht den Endurance Krater



09.09. Bergung von Genesiss scheitert

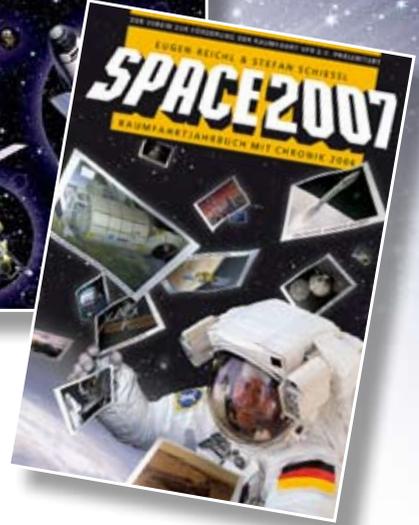


14.01.: US-Präsident Bush verkündet Amerikas neue Raumfahrt-Initiative



FASZINATION RAUMFAHRT ERLEBEN

JAHR FÜR JAHR: **AKTUELLE RAUMFAHRTGESCHICHTE** **AUS ERSTER HAND!**



Die faszinierende Welt
der Raumfahrt im einzigen
deutschsprachigen Raumfahrtjahr-
buch. Rückblick und Ausblick.
Nehmen Sie teil am spannendsten
Abenteuer unserer Zeit...

Jedes Jahrbuch gibt es als **kostenloses**  **eBook**

und auch als **hochwertige**  **Printausgabe** –

im Vergleich zum Selber-Ausdrucken eine günstige,
und vor allem attraktive Alternative. Downloads und
Buchbestellung finden Sie auf

eBook Edition, Juli 2007
Copyright © by VFR e.V.

Alle Rechte vorbehalten

Initiator: Verein zur Förderung der Raumfahrt VFR e.V. (www.vfr.de)

Lektorat: Heimo Gnilka und Hans Rauch

Layout & Satz: Stefan Schiessl, Dachau (www.schiessl-design.de)

ISBN: 3-00-015723-9

inhaltsverzeichnis

Vorwort _____ 5

I. Teil – Chronik 2004 (Eugen Reichl)

Januar _____ 8

Februar _____ 17

März _____ 20

April _____ 26

Mai _____ 31

Juni _____ 37

Juli _____ 44

August _____ 48

September _____ 53

Oktober _____ 57

November _____ 63

Dezember _____ 68

Raumstarts 2004 _____ 74

II. Teil – Themen im Fokus

Überblick: Fünf Sonden am Mars
(Raimund Scheucher) _____ 80

Mars Express –
Pionier der europäischen Planetenforschung
(Ernst Hauber) _____ 83

Wasserstandsmeldungen vom Mars
(Eugen Reichl) _____ 88

Sideslip auf dem Mars
(Eugen Reichl) _____ 92

Landpomeranze auf dem Mars
(Eugen Reichl) _____ 96

Die USA auf dem Weg zu Mond und Mars
(Raimund Scheucher) _____ 100

Diskussion um das neue
(US-)Raumfahrtprogramm
(Hartmut E. Sängler) _____ 105

Das Raumfahrtjahr 2004
aus der ESA-Perspektive
(Norbert Frischauf) _____ 108

Schwerelose Notfallmedizin
(Gernot E. Grömer und Alexander Soucek) _____ 112

Mut zur Lücke bei der
Cassini/Huygens-Mission
(Eugen Reichl) _____ 114

Schneller Späher
(Eugen Reichl) _____ 118

Neuer Horizont für Uranus
(Eugen Reichl) _____ 120

Es werde Licht
(Eugen Reichl) _____ 122

Genesis und der Andromeda-Virus
oder „Das Debakel über Utah“
(Eugen Reichl) _____ 128

X-Prize – Showtime in Mojave
(Eugen Reichl) _____ 134

X-Prize – Space Taxi to the sky
(Eugen Reichl) _____ 140

Space Park Bremen –
der kurze Traum vom All
(Horst Paczkowski und Björn Baumann) _____ 146

Sternschnuppen
(Eugen Reichl) _____ 152

Jahresrückblick Internationale Raumstation
(Michael Schumacher) _____ 154

Schwergewicht mit Atemnot
(Eugen Reichl) _____ 158

Eine Basis auf dem Mond –
der logische nächste Schritt
in der bemannten Raumfahrt
(Florian Rueß) _____ 160

Der Erbe von Sojus
(Felix Korsch) _____ 164

Dreh das Ding doch mal kurz um, Joe
(Eugen Reichl) _____ 167

„Alien vs. Predator“ oder
„Das kosmische Internet?“
(Eugen Reichl) _____ 170

NASA schließt Beurteilungsphase
des Westkursangebotes von
C. Columbus ab (Eugen Reichl) _____ 176

Mc Neils Nebel: Die Story geht weiter
(Eugen Reichl) _____ 180

Ein langer Weg –
Raumfahrtgeschichte in Jahrestagen
(Andreas Rex) _____ 184

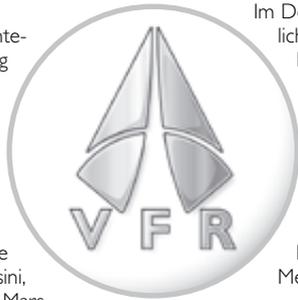
Für die Wahrheit den Tod
(Eugen Reichl) _____ 194

vorwort

Liebe Leser der Spaceexpress Raumfahrtchronik 2004,

die durchweg positiven Reaktionen auf unsere Chronik 2003, und der Umstand dass wir das Buch im Laufe des Jahres zweimal nachdrucken mussten, hat uns ermutigt, erneut eine Chronik herauszugeben, in der wir umfassend über die Raumfahrt Ereignisse des abgelaufenen Jahres berichten.

In diesem Jahr wurden einige interessante Missionen auf den Weg gebracht, wie Gravity Probe B „Einstein“, der Umweltforschungssatellit Aura oder der amerikanische Gammastrahlen-Explorer Swift. Einige Raumfahrzeuge waren schon vor dem Jahr 2004 unterwegs und erreichten in diesem Jahr ihre fernen Destinationen, wie die Raumsonden Stardust und Cassini, oder die beiden amerikanischen Mars-Exploration Rover Spirit und Opportunity. Und wieder andere begaben sich in diesem Jahr auf die Reise zu ihrem Expeditionsort, wie die europäische Titan-Sonde Huygens, die Huckepack mit Cassini im Saturn-Mondsystem angekommen war; die amerikanische Merkursonde Messenger die im Juli Cap Canaveral verließ um sich auf den Weg zum Merkur zu machen, und Rosetta die im März die lange Reise zum Kometen Churyumov-Gerasimenko begann.



In jeder Hinsicht beeindruckend waren auch die drei 100-Kilometer-Flüge von Burt Rutans suborbitalem Vehikel SpaceShipOne mit denen der geniale Konstrukteur den mit 10 Millionen Dollar dotierten X-Price gewann, und den Beginn einer neuen Ära in der Raumfahrt einläutete.

Aber auch vom ideellen Standpunkt her eher nüchterne aber wirtschaftlich bedeutende Ereignisse wie die Freigabe des Entwicklungsauftrages für das Satelliten-Navigationssystem Galileo waren für die deutsche und europäische Raumfahrt von großer Bedeutung.

Im Dezember erlebten wir die entsetzliche Flutkatastrophe in Südostasien.

Bei Unglücken dieses Ausmaßes wird deutlich, wie wichtig globale Überwachungssysteme sind. Satellitengestützte Beobachtungs- und Kommunikationsmittel können dazu beitragen, das Ausmaß eines Ereignisses schnell und richtig einzuschätzen, die Frühwarnzeiten erheblich zu verkürzen und damit viele Menschenleben zu retten.

Und nun überlasse ich Sie der Raumfahrt-Chronik 2004, in der die wichtigsten Ereignisse des vergangenen Jahres zusammengefasst sind. Sie haben damit die Möglichkeit, ein Jahr Raumfahrt noch einmal Revue passieren zu lassen. Ergänzt wird die Chronik wieder durch interessante Berichte und spannende Artikel zu ausgewählten Themen aus der Raumfahrt.

**Viel Spaß beim Schmökern
wünscht Ihnen Ihr**

Bernhard Schmidt
Vorsitzender VFR e.V.

I. chronik 2004

Januar

**02.01.2004
Raumsonde Stardust passiert Wild 2**

Am 2. Januar; exakt um 20:22 mitteleuropäischer Zeit, nach einer Reise von vier Jahren und einer zurückgelegten Wegstrecke von 3.220.000.000 Kilometern kam es zur Begegnung zwischen der Discovery-Raumsonde „Stardust“ und dem Kometen 81P/Wild-2. 20 weitere Minuten brauchten die Signale von Stardust, um die Erde zu erreichen und dieses Ereignis zu bestätigen.

Alles klappte wie am Schnürchen. „Der Ablauf der Begegnung hätte auch in einem Märchen nicht besser ablaufen können“, meinte Tom Duxberry, der Projekt-Manager des Stardust-Programms. „Wir haben nicht nur die Proben, wir haben auch die besten Bilder, die jemals von einem Kometen gemacht wurden“,

berichtete Ray Newburn, einer der Projektwissenschaftler:

Der Komet näherte sich der Flugbahn von Stardust von schräg unten. Das Raumfahrzeug selbst musste in einer genau definierten Raumlage verbleiben, um den ankommenden Partikelsturm mit seinen Schilden abwehren zu können. Dann überholte der Komet die Raumsonde auf seinem orbitalen Pfad und bewegte sich relativ zur Raumsonde nach schräg oben.

Auf den insgesamt 72 Bildern, welche die Navigationskamera vom Kometen machte, sind Hügel, Senken und Kavernen erkennbar: Oberflächenstrukturen, die sich bildeten als in der Vergangenheit flüchtige Stoffe aus dem Himmelskörper ausgasen. Mindestens fünf aktive „Jets“, wie die Stellen ausströmenden Gases genannt werden, sind auf den Fotos ebenfalls zu erkennen.

Das Material, das aus dem Kometen strömt, mag optisch dünn aussehen, aber ein Astronaut der sich diesen Partikel mit der Vorbeifluggeschwindigkeit von Stardust aussetzen müsste, würde von dem Teilchenschauer buchstäblich zerrieben werden.

Die Gefahr war auch für die mit Schilden bewehrte Raumsonde groß. Die Missionsplaner hatten eigentlich nicht vorgesehen, Stardust durch aktive Jets fliegen zu lassen. Mehr noch, Jets waren gar nicht erst erwartet worden, denn Wild 2 gilt wegen seiner relativ großen Entfernung zur Sonne als ziemlich ruhig. Der Komet hatte aber anderes im Sinn. Zwei der Jets musste Stardust durchfliegen, ein Auswei-

chen war unmöglich.

Doch die kleine Sonde überlebte die Begegnung verschrammt, aber sonst unbeschadet. Fünf Stunden nach dem Vorbeiflug wurde der Partikel-Kollektor wieder eingefahren und in der Rückkehr-Kapsel versiegelt.

Nach dem „Close encounter“ trat Stardust seine zweijährige Heimreise an. Die Manöver zur genauen Ausrichtung für die Landung werden 88 Tage vor dem Eintritt der Landekapsel in die Erdatmosphäre beginnen. Die entscheidende Phase startet aber erst vier Stunden vor der Landung. Zu diesem Zeitpunkt wird Stardust die Landekapsel freigeben. Gleich darauf wird die Raumsonde das so genannte „Spacecraft divert manoeuvre“ durchführen, denn Stardust selbst wird nicht auf der Erde niedergehen, sondern knapp am Heimatplaneten vorbeifliegen.

**03.01.2004
Weiterhin keine Nachricht von Beagle 2**

Die europäische Marssonde Mars Express hat heute ein weiteres kritisches Triebwerksmanöver erfolgreich durchgeführt, und damit die Bahnellipse um den Planeten Mars verkürzt. Heute um 14:13 mitteleuropäischer Zeit feuerte Mars Express das Haupttriebwerk für fünf Minuten. Damit wurde der Marsnächste Bahnpunkt von bislang 188.000 Kilometern auf nunmehr nur noch 40.000 Kilometer verringert. Der niedrigste Bahnpunkt liegt nun bei 250 Kilometern über der Marsoberfläche.

Der endgültige Orbit soll einen bahnhöchsten Punkt von 11.000 Kilometern und einen niedrigsten von 300 Kilometern aufweisen. Dafür sind zwei weitere Triebwerkszündungen notwendig. Eine am 7. Januar; die andere am 11. Januar.

Dieser Orbit wird es Mars Express dann ermöglichen, nicht nur seine Experimentiertätigkeit aufzunehmen, sondern auch intensiv nach der Landesonde Beagle 2 zu suchen. Beagle 2, müsste in der Nacht vom 24. zum 25. Dezember auf dem Roten Planeten gelandet sein, aber derzeit fehlt von ihm jede Spur.

Besonders gut werden die Suchbedingungen am 7. Januar um 13:15 mitteleuropäischer Zeit sein. Dann wird Mars Express den vermuteten Landepunkt von Beagle 2 in einer Entfernung von nur 315 Kilometern passieren.



Erste Aufnahmen des Kometen Wild 2



Beagle 2 Projektleiter Colin Pillinger und ein 1:1 Modell des Landers

04.01.2004

Triumph für US-Raumfahrt: Marsrover „Spirit“ erfolgreich im Gusev-Krater auf dem Mars gelandet

Auf den Polstern gigantischer Airbags hüpfte der amerikanische Mars-Rover „Spirit“ heute in den frühen Morgenstunden mitteleuropäischer Zeit zu einer erfolgreichen Landung auf dem Roten Planeten. Bereits drei Stunden nach dem erfolgreichen Abstieg zur Oberfläche des Mars sendete die Lan-



Jennifer Troesper, Managerin der Spirit-Bodenoperationen umarmt Projekt Manager Peter Theisinger

desonde erste Bilder zur Erde. Die schwarz-weiß-Fotos zeigten, dass „Spirit“ in einer mit Steinen übersäten Ebene gelandet ist, mit Blickrichtung auf die südlichen Wälle des Gusev-Kraters, die am Horizont erkennbar sind.

Die spektakuläre Aktion mit den Airbags war der Abschluss eines feurigen Spektakels, das weniger als eine Stunde zuvor mit der Trennung der Landekapsel vom Transfer-Modul begonnen hatte. Beim Eintritt in die Atmosphäre des Mars heizte sich der Hitzschild der Abstiegs kapsel bis auf 1.800 Grad Celsius auf. Die Geschwindigkeit betrug etwa 7 Kilometer pro Sekunde. Bei einer Geschwindigkeit von etwa 1.800 Stundenkilometern wurde der Stabilisierungsfallschirm ausgeworfen, kurz danach der Hauptfallschirm.

Während der letzten Abstiegsphase geriet der am Fallschirm hängende Lander in eine Windböe. Dadurch kam das Fahrzeug ins Schwingen, was eine Gefahr für das finale Raketenbremsmanöver bedeutete hätte. Dieses Manöver war so geplant, dass der Lander einige Meter über dem Boden zum Stillstand kommt, explosionsartig die Airbags aufbläst und dann vom Fallschirm abhakt. Kleine Rakentriebwerke dämpften aber diese Schwingbewegung und der Landevorgang konnte wie geplant abgeschlossen werden.

Eine 12-minütige Übertragung erster Telemetrie-Daten über den Mars Odyssey Orbiter der NASA zeigte, dass Spirit in exzellenter Verfassung ist. Nach dem Ablassen der Airbags, und dem Ausklappen

der Solarzellenflächen zeigten sich keinerlei technische Probleme. Unter den ersten Daten waren auch digitale Bilder der so genannten „hazard-avoidance camera“. Sie zeigten Teile des Rovers selbst und die Umgebung bis zum Horizont.

Die Übertragung von Bildern bereits bei der ersten sich bietenden Gelegenheit zeigte deutlich, dass Spirit den Höllenritt zur Oberfläche des Roten Planeten in bester Verfassung überstand, und dass sich nichts ereignete, was die anfänglichen Bodenoperationen behindern würde.

Die Landestelle erschien wesentlich weniger steinig als der mit Felsen übersäte Ort, an dem Mars Pathfinder im Jahre 1997 niederging. Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus ist der Gusev-Krater aber vielleicht sogar noch interessanter als dieser frühere Landeort.

In den kommenden 24 Stunden wird die an einem 1,5 Meter hohen Masten montierte Panorama-Kamera ein detailliertes 360 Grad-Bild der Landestelle machen. Zusätzliche Foto- und Datenübermittlung wird später am morgen über die beiden im Orbit befindlichen Raumsonden Mars Global Surveyor und Mars Odyssey stattfinden. Bis jetzt zeigen die Engineering-Daten von Spirit aber keine größeren Probleme. Die einzige Abweichung vom Normalzustand ist momentan nur der Power-Output, der um 17 Prozent geringer ist, als erwartet. Das könnte aber einfach am schrägen Einstrahlwinkel der Spätnachmittagssonne liegen oder am Staub in der Atmosphäre, der von den derzeit im Norden stattfindenden Staubstürmen herrühren könnte.

Die Telemetriedaten zeigten, dass der in den Airbags eingeschlossene Rover insgesamt sechsmal aufsprang, bevor er nach einigen Rollbewegungen um 5:35 mitteleuropäischer Zeit zur Ruhe kam.

Nur Minuten später meldete sich Mars Global Surveyor Mission Control über eine Standleitung beim Spirit-Team und sagte: „Wir haben eure Daten und senden sie gleich rüber: Wir haben 23 Frames für euch, das könnten schon die ersten Bilder sein“.

Die nächsten Daten, die über die Großanlage von Goldstone kamen, zeigten, dass sich der Lander in der Idealposition befand, mit der Basisplatte nach unten. Das bedeutete, dass der Aufrichtevorgang entfiel, der andernfalls nötig gewesen wäre. Wegen der Landung am späten Mars-Nachmittag hätte dieser Prozess so lange gedauert, dass Spirit an diesem Tag keine Daten mehr zur Erde oder zu den beiden Mars-Orbitern hätte senden können. Mission Control hätte damit mehr als 14 Stunden lang Ungewissheit über das Schicksal der Sonde gehabt.

05.01.2004

Nach dem Sturm in ruhigem Wasser

Nachdem Stardust dem Partikelsturm in der Koma des Kometen Wild 2 getrotzt hat, den die Raumsonde mit der Sechsfachen Geschwindigkeit einer Geschwindigkeit durchquerte, begann der NASA-Roboter nun mit seiner zwei Jahre dauernden und mehr als eine Milliarde Kilometer langen Rückreise zur Erde.

Die Telemetriedaten zeigten, dass die Raumsonde durch mehrere unterschiedliche Partikelwolken flog. In mehr als 10 Fällen wurde dabei die erste Lage des so genannten Whipple-Schildes durchschlagen.

Stardust flog am 31. Dezember in die Koma von Wild 2 ein, die Zone von Gas und Staub, die den Kern eines Kometen umgibt. Von diesem Zeitpunkt an bewegte sich die Sonde mit dem nach vorne gerichteten Abwehrrschild, um die empfindlichen Instrumente vor dem Partikelstrom zu schützen. Die Begegnung zwischen der Sonde und den Kometenpartikeln verlief ein wenig anders, als sich Stardust Mission Control das vorgestellt hatte.

Die Projektwissenschaftler nahmen vorher an, dass die Raumsonde einen zunächst dichter werdenden Partikelstrom durchqueren würde, dessen Dichte nach dem Durchflug wieder abnehmen sollte. Tatsächlich war es aber so, dass es sich um einzelne, geballte Partikelwolken handelte, zwischen denen sich absolute Leerräume befanden.

Stardust sammelte die Partikel, die mit einer Geschwindigkeit von 6,1 Kilometern pro Sekunde in den Kollektor einschlugen. Diese Proben werden zur Erde gebracht. Außerdem wurde mit den Bordinstrumenten „Sofort-Analysen“ gemacht. Zusätzlich machte das Raumfahrzeug mit der Navigationskamera auch 72 bemerkenswerte Bilder vom 5 Kilometer großen Nukleus von Wild 2.

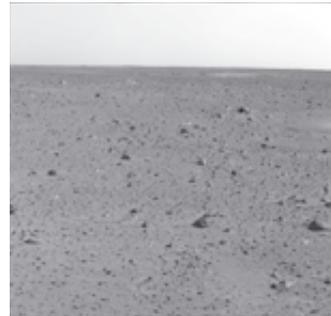
Wenige Minuten nach der geringsten Annäherung richtete Stardust seine Richtantenne auf die Erde und begann mit der Übermittlung der Daten. Dieser Prozess dauerte über 30 Stunden und versorgte die Kometenwissenschaftler mit Material, das sie nun für Jahre beschäftigen wird. Sechs Stunden nach der Begegnung mit dem Kometen fuhr Stardust auch den Partikelkollektor ein und versiegelte ihn im Erdrückkehr-Behälter. Diese Box, im inneren der Rückkehr-Kapsel wird erst wieder im Januar 2007 in einem Clean Room des Johnson Space Center geöffnet werden, wenige Tage nachdem die Kapsel in einem militärischen Sperrgebiet in Utah gelandet ist.

06.01.2004

Erste Detailbilder vom Gusev-Krater

„Spirits“ erste Farb-Schnapsschüsse vom Mars haben alle Erwartungen übertroffen und zeigen die Oberfläche des „Roten Planeten“ in subtilen Farbabstufungen zwischen blau und ocker:

Das 12-Millionen-Pixel Bild, tatsächlich ein Mosaik von 12 Einzelbildern, ist von so hoher Qualität, dass die NASA in der Lage war, in einzelne Details „hineinzuzoomen“. Es zeigt die Oberfläche des Mars in absolut lebenssechten Farben, so wie man sie mit eigenen Augen sehen würde, wäre man in der Region des Gusev-Kraters.



Detailfoto der Landestelle, aufgenommen von „Spirit“

Auf dem Bild sind auch Berggrücken erkennbar, die sich in einer Entfernung von etwa 25 bis 30 Kilometern erheben.

Der Schnapsschuss ist ein Segment in einem vollen 360 Grad Panorama, das einen Elevationswinkel von 45 Grad abdeckt. Die weiteren Bilder des Panoramas befinden sich bereits im Speicher von „Spirit“, können wegen der begrenzten Übermittlungskapazität aber erst nach und nach zur Erde gesendet werden. Derzeit hat die Übermittlung von Engineering-Daten immer noch Vorrang.

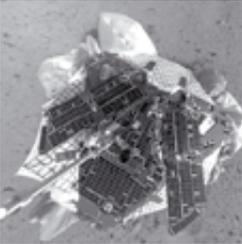
Der Robot verbleibt momentan noch auf der Landeplattform, soll aber mit seinen Ausflügen in die Umgebung in den nächsten Tagen beginnen.

„Opportunity“, ein zweiter, völlig identischer Roboter, wird den Mars am 25. Januar erreichen. „Spirit“ war am Wochenende erfolgreich auf dem Mars gelandet, inmitten des Gusev-Kraters, etwa 15 Grad südlich des Äquators. Opportunity wird auf der anderen Seite des Mars landen, in einer Region namens Meridiani Planum, zwei Grad südlich des Äquators.

09.01.2004

Airbags im Weg – Aufbruch von Spirit verzögert sich

Die Ingenieure im Kontrollzentrum der Flight Propulsion Laboratories in Pasadena, von dem aus die beiden Mars-Landeroboter „Spirit“ und „Opportunity“ überwacht werden, kämpfen derzeit mit dem Problem, die Airbags unter der Landestufe voll einzuziehen. Diese Airbags sind im Wege, wenn



Diese Fischaugen-360-Grad-Sicht zeigt links den Airbag, der momentan im Weg ist.

der Rover geradeaus von der Rampe rollen soll. Es sind aber andere Wege möglich, um die Landestufe zu verlassen, und Missionsmanager Matt Wallace meint sogar, dass „Spirit“ auch einfach ohne Probleme über den halb aufgeblasenen Airbag rollen könnte.

Die Missionsmanager wollen aber alle denkbare Vorsicht anwenden, um den Missionserfolg nicht zu gefährden. Keiner will, dass sich der Rover mit den Rädern womöglich in den Airbags verheddert.

In der Nacht gab Spirits Bordcomputer den Befehl, die Klappe, unter der der halb aufgeblasene Airbag liegt, um 20 Grad nach oben zu heben und danach den darunter liegenden Airbag weiter einzurollen. Die Prozedur war aber nicht erfolgreich. Möglicherweise sind die Strahlfächer bei der Landung von den Führungsrollen gerutscht.

Momentan sieht es so aus, als könnte der Lander also nicht völlig sicher nach vorne über die Rampe hinunterrollen. Damit verbleiben die beiden anderen Optionen. Insgesamt hat der Lander drei Rampen. Der sicherste Abgang ist wahrscheinlich über die rückwärtige Rampe möglich. Dafür muss der Rover aber auf der kleinen Plattform erst eine Drehung um 120 Grad durchführen.

Erst aber muss der Rover „aufgestellt“ werden. Momentan liegt das Fahrzeug flach auf der Landeplattform, Vorder- und Hinterräder sind noch abgewinkelt und stehen nicht in Fahrposition. Dies war für den Start, die Flugphase zum Mars und vor allem die Landung die sicherste Stellung. Am frühen Freitag wird der Computer eine Schraubenspindel auslösen, die den Rumpf des Rovers anhebt. Erst dann kann sich der untere Rumpfteil entfallen. Die beiden Fronträder, die momentan unter dem Rumpf liegen, können dann in ihre korrekte Position gefaltet werden. Sie klappen zunächst nach außen und dann in in einem Bogen unter den Rumpf. Danach wird die Spindel wieder etwas einfahren, und den Rover auf den Rädern absetzen. Dann werden Schnappschlösser einrasten und Räder und Rumpf im ausgefahrenen Zustand sichern. Schließlich wird die Spindel den ganzen Rover noch einmal anheben, um der Bodenkontrolle anzuzeigen, ob die Räder richtig eingerastet sind.

10.01.2004

Präsident Bush sendet NASA zurück zum Mond

Mitte nächster Woche wird vom amerikanischen Präsidenten George W. Bush eine wichtige Ankündigung zum weiteren Verlauf des amerikanischen Weltraumprogramms erwartet. Die neue Initiative wird – obwohl das derzeit noch spekulativ ist – wahrscheinlich die folgenden Elemente beinhalten:

1. Fertigstellung der Internationalen Raumstation mit Hilfe des Shuttles. Danach Einstellung des Shuttle-Programms. Dieser Schritt würde bedeuten, dass nur noch etwa 20-25 Shuttle-Missionen stattfinden werden, bevor die Raumfähren aus dem Verkehr genommen werden.
2. Entwicklung eines bemannten Fahrzeugs, das momentan unter der informellen Bezeichnung „Space Exploration Vehicle“ läuft. Dies wird eine Kapsel oder ein Lifting Body sein, der eine generelle Grundform hat, aber für die jeweiligen Missionszwecke angepasst werden wird. Als erstes wird dieses Fahrzeug etwa ab dem Jahre 2007 als „Crew Rescue Vehicle“ für die Raumstation zur Verfügung stehen. Etwa ab 2009 auch als „Crew Transport Vehicle“. Bis das neue amerikanische System einsatzbereit ist, sollen alle Transporte für die Stammbesetzungen der ISS vom russischen Sojus-System übernommen werden. Alle wesentlichen Versorgungsflüge vom europäischen ATV-System.
3. Aus der Shuttle-Infrastruktur wird ein unbemannter Schwerlastträger entwickelt, informell „Shuttle C“ genannt, der in der Lage sein wird, Nutzlasten von etwa 120-140 Tonnen in eine niedrige Erdumlaufbahn zu bringen.
4. Das „Space Exploration Vehicle“ wird als Rückkehrfahrzeug für Tiefraumeinsätze weiter entwickelt. Einsätze dieser Art sollen zunächst in hochexzentrische Erdorbits gehen, zu den Lagrange-Punkten, etwa ab dem Jahre 2013 wieder zum Mond und etwa ab 2020 zum Mars .
5. Die Rückkehr zum Mond soll im Zeitraum 2013–2015 erfolgen. Dort wird in den darauf folgenden Jahren der Ausbau einer – möglicherweise internationalen – Mondstation erfolgen, die permanent besetzt sein soll. Der Mond wird außerdem als Erprobungsstation für die Mars-Infrastruktur dienen.
6. Etwa ab dem Jahre 2020 werden die bemannten Flüge zum Mars aufgenommen. Zunächst in eine Umlaufbahn um den Roten Planeten, danach werden Landungen durchgeführt.

7. Zur Finanzierung dieses Programms wird Präsident Bush im bestehenden Haushaltsjahr einen Nachschlag von 800 Millionen Dollar beantragen. Danach wird in den nachfolgenden Haushaltsjahren der NASA-Etat so lange jährlich um 5 % erhöht, bis er bei etwa 20-22 Milliarden Dollar jährlich stabilisiert wird.

11.01.2004 Erster Satellitenstart im Neuen Jahr erfolgreich

Die „Startsaison“ des Jahres 2004 wurde mit einem erfolgreichen „Schuss“ von der äquatorialen Odyssey-Meerbasis im Pazifischen Ozean eröffnet, als eine Zenith 3SL einen Nachrichtensatelliten für Brasilien in den Orbit brachte. Der Start war am Sonntag um 5:13 mitteleuropäischer Zeit erfolgt, zu diesem Zeitpunkt war es am Startort später Samstagnachmittag.

Die ukrainisch-russische Rakete brauchte 65 Minuten um ihre Nutzlast im korrekten Transferorbit abzuliefern. Von dort aus wird sich der von Space Systems/Loral gebaute, knapp fünf Tonnen schwere Satellit selbständig in seine endgültige Position bei 63 Grad westlicher Länge bringen.

Wenn alles glatt läuft, dann sollen in diesem Jahr insgesamt sechs Sea-Launch Starts vom Pazifik aus erfolgen. Sea-Launch will zukünftig auch Starts der Zenith 3SL von Baikonur aus durchführen.

Der Satellit trägt zwei Namen: „Telstar 14“ und „Estrela do Sul 1“ und wird von „Loral Skynet“ betrieben werden. Seine Aufgabe wird es sein, Brasilien mit dem Rest der Welt zu vernetzen. Das Raumfahrzeug ist mit 51 Ku-Band Transpondern ausgerüstet und hat eine erwartete Lebensdauer von 15 Jahren.

Die nächste Mission des Sea Launch-Konsortiums ist für den März geplant.

14.01.2004 Amerikas neue Raumfahrt-Initiative

Der amerikanische Präsident Bush ordnete gestern einen scharfen Kurswechsel in der amerikanischen Raumfahrtspolitik an. Kernpunkte der neuen Doktrin sind die Vollendung der Internationalen Raumstation bis zum Jahre 2010, die Außerdienststellung des Shuttle und den Beginn der Entwicklung eines neuartigen Raumfahrzeuges, das in der Lage sein wird, Menschen zum Mond und zum Mars zu bringen.

Weiter sieht der Plan vor, in längstens vier Jahren damit zu beginnen, mit unbemannten Rovern den Mond zu erkunden, seine Ressourcen zu verzeichnen und Daten zu sammeln, wie Astronauten Lang-



*Bush und O'Keefe während der Präsentation.
Zugeschaltet Micheal Foale auf der ISS*

zeitaufenthalte auf dem Mond absolvieren können. Die Raumstation wird zu einem reinen Life-Science Labor umfunktioniert, das hauptsächlich zur Erforschung der Auswirkungen von Strahlung und Schwerelosigkeit im Weltraum dient. Dieses Wissen wird notwendig, um die kommenden Expeditionen in den erdfernen Weltraum, zum Mond und zum Mars und schließlich darüber hinaus zu bewältigen.

Um dies zu erreichen will der Präsident das NASA-Budget im Laufe der nächsten Jahre um eine Milliarde Dollar anheben, und zwar in Schritten von 200 Millionen Dollar jährlich. 11 weitere Milliarden sollen durch programmatische Neuorientierung und die Einstellung von Projekten, die nicht mit der neuen Initiative konsistent sind, frei werden.

Für das dicht besetzte Auditorium im NASA Headquarter in Washington waren Bush's Worte Musik in den Ohren.

„Heute verkünde ich einen neuen Plan zur Erforschung des Weltraums und zur Erweiterung der menschlichen Präsenz in unserem Sonnensystem“, sagte Bush. „Wir werden sofort mit unseren Anstrengungen beginnen, unter Nutzung existierender Programme und des vorhandenen Personals. Wir werden stetige Fortschritte machen. Das Motto lautet: eine Mission, eine Reise, eine Landung nach der anderen“.

Das erste Ziel, so sagte er, sei die Vollendung des Baus der Internationalen Raumstation um das Jahr 2010. Weiter meinte Bush:

„Um dieses Ziel zu erreichen, werden wir den Space Shuttle im Einklang mit den Empfehlungen des Columbia Accident Investigation Board so

schnell wie möglich wieder zum Einsatz bringen. Hauptzweck des Shuttles in den nächsten Jahren wird die Vollendung des Baus der Internationalen Raumstation sein. Im Jahre 2010, nach fast 30 Einsatzjahren, wird der Shuttle aus dem aktiven Dienst genommen“.

Zweites Ziel der Bush-Initiative ist es, ein neues Raumfahrzeug zu entwickeln, das „Crew Exploration Vehicle“. Erste unbemannte Starts mit diesem Fahrzeug sind bis zum Jahre 2008 vorgesehen. Bemannte Missionen mit diesem neuen Fahrzeug sollen nicht später als 2014 beginnen. Das neue Raumfahrzeug wird in der Lage sein, Astronauten zur Raumstation und wieder zurück zur Erde zu bringen, aber auch, wie Bush es emphatisch ausdrückte „zu Zielen jenseits des Erdborits“. Damit wird es das erste Raumfahrzeug mit diesen Fähigkeiten seit den Tagen des Apollo Command Modules.

Drittes Ziel ist die Rückkehr zum Mond bis längstens 2020. Der Mond wird auch der Startpunkt für weitere Unternehmungen sein, zum Mars und darüber hinaus. Auch zur Ausgestaltung dieses Entwicklungsprozesses sagte Bush einige Worte. So meinte er: „Beginnend nicht später als im Jahre 2008 werden wir eine Serie robotischer Missionen zur Mondoberfläche unternehmen, um die zukünftige menschliche Erforschung des Mondes vorzubereiten. Unter Benutzung des „Crew Exploration Vehicle“ sollen ab 2015 zunehmend längere bemannte Mondexpeditionen stattfinden, bis diese um 2020 in die Errichtung und den Bezug einer permanenten Mondbasis münden.

Über die Natur und das Aussehen des „Crew Exploration Vehicle“ sind derzeit noch keinerlei Details verfügbar. Auch nicht über die Frage, wie viele Astronauten es aufnehmen kann, wie es durch die Atmosphäre fliegen wird und welches Trägersystem es benutzen wird. Es könnte sowohl ein modulares System sein, das den jeweiligen Missionsanforderungen angepasst wird, es könnte aber auch ein monolithischer Design sein.

15.01.2004 Spirit „on the road“

NASA's „Spirit“ Marsrover hat seine Landebasis verlassen auf der er nach der geglückten Landung im Gusev-Krater die letzten 12 Tage verbracht hat. Die Missionskontrollen hatten ihn in Nord-Nordwestliche Richtung geschickt, und damit befindet er sich jetzt etwa zwei Meter von der Landeplattform entfernt und führt die ersten Untersuchungen des Marsbodens durch.

Die Controller bezeichneten die Fahrt als die wichtigsten 3 Meter in der Geschichte der Raumfahrt.

Das ganze Manöver dauerte nur 78 Sekunden. Das erste Bild, das „Spirit“ danach machte, zeigte die nunmehr zurückgelassene Landestufe.

Die wissenschaftliche Hauptaufgabe für „Spirit“ ist es, herauszufinden, ob der Gusev Krater jemals einen See enthalten hat. In den nächsten Tagen wird der Rover in der Nähe der Landestufe bleiben, und dort wissenschaftliche Analysen durchführen. Danach soll es zu einem Krater gehen, der etwa 250 Meter entfernt ist. Die Wissenschaftler erhoffen sich am Kraterrand „Auswurfmaterial“, das auf die ursprüngliche Bodenbeschaffenheit des Gusev-Kraters hinweist.

Danach wird sich der Rover in die Richtung der



Spirit blickt zurück auf die Landestufe

East Hills auf den Weg machen. Diese Bergkette ist allerdings mehr als drei Kilometer entfernt, und die Distanz dahin ist fünfmal so weit wie die nominelle Fahrtstrecke, für die der Rover ausgelegt ist. Dieser Langstrecken-Treck wird sehr von der Verfassung des Rovers abhängen, und dem Laden einer speziellen Software,

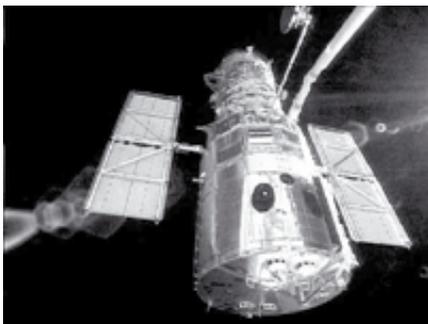
die den Robot in die Lage versetzt, selbständig das weit entfernte Ziel anzusteuern.

20.01.2004 Hubble dem Untergang geweiht

Das wahrscheinlich bekannteste Raumfahrzeug der Welt, das „Hubble Space Telescope“ ist dem Untergang geweiht. Im Rahmen der Neustrukturierung des amerikanischen Raumfahrtprogramms werden die programmatischen Weichen in eine andere Richtung gestellt. Damit ist der Shuttle jetzt nur noch Ausschließlich für den Aufbau der internationalen Raumstation vorgesehen. Nachdem es darüber hinaus jetzt eine neue NASA-Regel gibt, nach der bei so genannten „Solo-Missionen“ (das sind nach neuer NASA-Definition Missionen die nicht zur ISS führen) ein zweiter Shuttle für eine eventuelle Rettungsmission startbereit sein muss, bedeutet das, dass eine weitere Shuttle-Mission zum Hubble Space Teleskop finanziell als nicht machbar betrachtet wird.

Der Space Shuttle selbst wird – entsprechend dem neuen Bush/NASA-Plan – im Jahre 2010 aus dem aktiven Dienst genommen.

Aus diesem Grunde wurde die letzte „Shuttle Hubble Servicing Mission“, die für das Jahr 2006 vorgesehen war, nicht mehr durchgeführt. Das wertvolle



Hubble-Space Teleskop nach der Wartung im Jahre 2002 in der Nutzlastbucht der Raumfähre Columbia

Raumfahrzeug, das im Jahre 1990 in den Orbit gebracht wurde, wird im Jahre 2008 kontrolliert zum Absturz gebracht, vorausgesetzt es kann bis dahin noch sicher betrieben werden. Dafür wird ein so genannter Space-Tug entwickelt, für etwa 300 Millionen Dollar, der mit einer Delta 2-Rakete gestartet wird, und dann an Hubble andockt. Dieser Space-Tug soll dann das Teleskop gezielt über dem Pazifik zum Absturz bringen. Ohne den Space-Tug wird das elf Tonnen schwere Teleskop etwa 2010 oder 2011 von selbst abstürzen, dann aber unkontrolliert und womöglich über bewohntem Gebiet.

Momentan arbeiten nur noch vier von sechs Lagekontroll-Kreiseln, und auch andere Systeme könnten früher ausfallen.

Im Jahre 2012 soll Hubble durch das James Webb Space Teleskop ersetzt werden. Das Webb Teleskop ist allerdings durch Kostenüberschreitungen und wegen technischer Probleme gefährdet.

Das Hubble Space Teleskop war in den Jahren 1993–2002 insgesamt viermal gewartet worden. Die fünfte Hubble-Inspektion war für das Jahr 2006 geplant. Neben einem neuen Satz Lageregelungskreiseln sollten die Astronauten den so genannten „Cosmic Origins Spektrografen“ und den dritten Ersatz für die „Wide Field/Planetary Camera“ einbauen. Die Kreisel und beide Instrumente im Wert von einigen dutzend Millionen Dollar sind bereits fertig produziert und werden nun nicht mehr zum Einsatz kommen.

23.01.2004 Schwere Kommunikationsprobleme mit Spirit

An Bord des Mars-Rovers Spirit ist ein massives Kommunikationsproblem aufgetreten, womöglich ausgelöst durch einen fehlerhaften Datensatz der am Mittwoch, dem 19. Tag auf dem Mars, an das

Raumfahrzeug übermittelt worden war: Gestern hatte sich Spirit den ganzen Tag nicht gemeldet. In den heutigen frühen Morgenstunden kam immerhin eine Kurzmeldung vom Mars, dass er sich in „Safe Mode“ befindet. Nur ein paar Bit an Daten, fünf Minuten lang wiederholt. Dies bedeutet auf jeden Fall, dass ein schweres Problem aufgetreten sein muss.

Gegen 15:00 Uhr nachmittags (mitteleuropäischer Zeit) sendete Spirit erneut. Diesmal ein etwas längeres Protokoll, aber mit sehr geringer Übertragungsrate. Nicht mehr als 10 Bit pro Sekunde. Nach 10 Minuten verstummte die Sendung aber wieder.

Keiner hat irgendeine Ahnung was los ist, die meisten Techniker nehmen ein gravierendes Softwareproblem an. Die Hauptvermutung momentan ist entweder eine Beschädigung der Missionssoftware oder des Computerspeichers. Möglicherweise irgendeine Art von Kurzschluss. Das erste Problem, das jetzt gelöst werden muss, ist es, Spirit zu überreden, genügend Telemetrie zu übermitteln, damit die Fehlersuche beginnen kann.

Projektmanager Pete Theisinger sprach von einem sehr schweren Problem, und dass es jetzt extrem wichtig sei, Ruhe zu bewahren, bedacht und vorsichtig zu sein.

In der Zwischenzeit nähert sich auch Opportunity, der zweite US-Rover dem Mars. Die Landung wird in gut 36 Stunden stattfinden.

26.01.2004 Gelegenheit für Schwarzenegger

Kaliforniens neu gewählter Gouverneur Arnold Schwarzenegger und der frühere amerikanische Vizepräsident Al Gore waren unter den gespannt wartenden Gästen, die in den Jet Propulsion Laboratories in Pasadena die Landung des zweiten amerikanischen Mars-Rovers verfolgten. Alles klappte wie am Schnürchen. Die Auswertung der Telemetrie zeigte, dass die Landung von Opportunity weit weniger am Limit war, als vor drei Wochen bei der Zwillingssonde „Spirit“.

Die Erleichterung war Projektleiter Pete Theisinger besonders deutlich anzumerken. Den wartenden Journalisten sagte er bei der Pressekonferenz am Sonntag früh: „Vor 36 Stunden war ich das letzte Mal hier auf dieser Bühne. Da hatten wir ‚Spirit‘ praktisch verloren und ‚Opportunity‘ hatte den riskantesten Teil der ganzen Reise noch vor sich.

Heute früh ist „Opportunity“ gesund auf dem Mars angekommen und ‚Spirit‘ auf dem Weg der Besserung“.



Roter Sand dominiert den Landeplatz

Tatsächlich verlief „Opportunity's“ Landung wie am Schnürchen. Die dynamischen Lasten und die Inanspruchnahme von Systemreserven waren wesentlich geringer als bei „Spirit“. Es traten keine unbekannteren atmosphärischen Phänomene auf, die noch vor drei Wochen zu einer gefährlich späten Öffnung des Landefallschirms geführt hatte, und der Wind an der Landestelle war so gering, dass diesmal keines der Korrekturtriebwerke gefeuert werden musste. Der in den Airbags eingehüllte Rover kam auch wesentlich sanfter auf der Oberfläche auf, mit

einer Belastung von nur drei „G“. Das ist nicht mehr, als wenn ein Mensch von einem niedrigen Schemel auf den Boden springen würde. Der Rover kann noch eine Aufprallbelastungen von 40 „G“ ohne Schaden überstehen. Es gab nur zwei kleinere Abweichungen vom Nominalwert: „Opportunity“ kam nach dem Stillstand der Airbags auf der so genannten „Y-Seite“ zum liegen, und nicht wie „Spirit“ mit der Bodenplatte nach unten. Die Korrektur einer solchen Abweichung ist jedoch in der Grundprogrammierung des Rovers beinhaltet. Er braucht nur eine Weile, um sich aufzurichten.

Die zweite Abweichung bestand darin, dass zur großen Verwunderung der Ingenieure in Mission Control der Lander gar nicht mehr aufhören wollte, auf seinen Airbags durch die Gegend zu rollen. Noch 10 Minuten nach dem ersten Bodenkontakt stellten die Controller Bewegungen fest. Der Grund dafür wurde erst drei Stunden später klar; als „Opportunity“ die ersten Bilder sendete: Die in die Airbags eingehüllte Landestufe mit dem Rover war offensichtlich in gemächlichem Tempo in einen flachen, etwa 20 Meter durchmessenden Krater gerollt, auf dessen Grund er nun lag. Die Landung erfolgte 24 Kilometer vom Zentrum der geplanten Landeellipse entfernt. Steve Squires, Chefgeologe der Mission, meinte nach einem Blick auf die ersten Bilder von der Landestelle: „Ich habe mir in meinen kühnsten Träumen ausgemalt, dass wir vielleicht nahe genug an einem Krater landen könnten, um dorthin zu

fahren, und dann nach marsianischem Muttergestein zu suchen. Jetzt aber sind wir nach einer Reise von 450 Millionen Kilometer mitten in einem Krater gelandet, der exakt die Voraussetzungen mitbringt, die wir uns erhofft haben. Das Urgestein liegt direkt vor uns“.

Die Auswertung des „Descent Imagers“ hat in der Zwischenzeit ergeben, dass sich „Opportunity“ nur etwa 500 Meter von einem noch wesentlich größeren Krater entfernt befindet. Diese Strecke ist in guter Reichweite der Fahrkapazität des Rovers.

Die Landschaftselemente, die auf den ersten Fotos zu sehen sind, deuten bereits hin, dass sich diese Gegend des Mars völlig von allen bisherigen Landstellen unterscheidet. Auf dem Boden sind praktisch keine Steine zu erkennen, dafür aber eine tiefrote, feinkörnige Struktur, die an eine Mischung aus Talkum-Puder und nassem Sand erinnert. Am Kraterrand sind Felsstrukturen erkennbar. Erstmals in der Geschichte der Marsforschung durch Landesonden ist man damit auf felsiges Muttergestein gestoßen. Wenige Minuten nach der Landung ging Gouverneur Arnold Schwarzenegger durch die Reihen der Flugcontroller; schüttelte viele Hände und ließ sich Details auf den Monitoren erklären. Später, bei der Pressekonferenz gratulierte er noch einmal dem ganzen Team zu diesem grandiosen Erfolg.

29.01.2004

Progress bringt Fracht zur Raumstation

Heute morgen ging eine Ladung lebensnotwendiger Güter und Ersatzteile von Baikonur auf die zweitägige Reise zur Internationalen Raumstation. Der Start des unbemannten Frachters mit der Bezeichnung „Progress 13P“ erfolgte um 12:58 mitteleuropäischer Zeit. Als Träger wurde wie üblich die bewährte Sojus U eingesetzt, die auch als Trägerfahrzeug für die bemannten Sojus-Kapseln verwendet wird. Neun Minuten nach dem Lift-off hatte das Raumfahrzeug eine elliptische Anfangsbahn um die Erde erreicht. Das Apogäum, also der bahnhöchste Punkt, betrug 261 Kilometer; das Perigäum, also der niedrigste Bahnpunkt lag bei 191 Kilometern. Die Inklination (die Bahnneigung zum Erdäquator) betrug 51,65 Grad und die Umlaufperiode knapp unter 89 Minuten.

Sofort nach Erreichen der Umlaufbahn wurden die Kommunikationsantennen ausgefahren und die Solargeneratoren entfaltet. Das automatische Dockingmanöver am russischen Zvezda-Modul der



Start von Progress 13P

Internationalen Raumstation ist am Samstag um 14:15 Uhr mitteleuropäischer Zeit geplant.

Der Svesda-Docking-Port war bis gestern noch von Progress 12P belegt gewesen. Der alte Progress-Transporter war in den vergangenen Tagen mit Müll und nicht länger benötigter Ausrüstung beladen worden und hatte um 9:36 am 28. Januar von der ISS abgelegt. Gegen 14:00 fand der Retro-Burn statt, und um 14:46 verglühte Progress 12P wie vorgesehen über dem Pazifischen Ozean.

Die neue Progress bringt etwa 2,4 Tonnen Material zur Raumstation. Darunter sind Dinge wie eine neue Dichtung für das Beobachtungsfenster des Destiny-Labormoduls, Ersatzteile für den Sauerstoffproduktionsgenerator vom Typ „Elektron“ sowie eine komplette „Elektron-Reserveeinheit“, Batterien für die Module Zarya und Zvesda, ein neues Feueralarm-System, einen neuen Orlan-Raumanzug, Filme, Kameras, Kassetten, Trinkwasser, Lebensmittel, Kleidung, Hygiene-Artikel und viele andere Dinge.

An Bord der Raumstation befindet sich seit November die Expedition 8, bestehend aus Kommandant Mike Foale und dem Flugingenieur Alexander Kaleri. Sie werden im April von der Expeditionscrew 9 abgelöst werden.

Der heutige Start war der erste von mindestens vier Progress-Starts in diesem Jahr.

30.01.2004 Opportunity kurz vor der ersten Fahrt – Spirit sendet wieder Bilder

Der für den Transport zum Mars gesicherte und zusammen gelegte Rover „Opportunity“ hat den schwierigen „Entpackungsprozess“ nahezu hinter sich gebracht. Damit ist er schon fast in fahrtauglichem Zustand und könnte unter günstigen Umständen bereits in der Nacht von Samstag auf Sonntag die Landstufe verlassen und auf die Oberfläche des Roten Planeten rollen.

Der komplexe Transformationsprozess begann schon unmittelbar nach der Landung am letzten Samstagmorgen. Die ersten Schritte waren das Entfalten der Solargeneratoren und das Ausfahren des Kameramasten. Die so genannte „High-Gain“ Antenne, in der Form eines riesigen Lolli konnte Anfang der Woche in Betrieb genommen werden, und die letzten Tage waren hauptsächlich vorgesehen, Räder und das Radaufhängungssystem in die richtige Betriebsposition zu bringen.

Opportunity wurde am Mittwoch mit einem elektrischen Mechanismus angehoben, damit die Vorderräder gedreht und die Radaufhängung ver-

riegelt werden konnte. Die Hinterräder wurden am Donnerstag in die richtige Position gebracht, damit hatte das Fahrzeug seinen endgültigen Radstand erreicht. Am Freitag wurde dann das mittlere Radpaar in die korrekte Position gebracht.

Ebenfalls am Freitag früh wurde der mehrgelenkige Arm, der die wissenschaftlichen Instrumente für die Nahuntersuchungen der Marsoberfläche und der Steine trägt, von den Transportsicherungen befreit und aus seiner Flugposition und in die „Fahrposition“ transferiert. Wie aus dem Kontrollzentrum verlautete, kann Opportunity wahrscheinlich bereits am Samstagabend oder am Sonntag früh eine erste kurze Strecke zurücklegen, wenn die Inbetriebnahme weiterhin so reibungslos verläuft.

Um das Herabrollen von der Landstufe zu unterstützen (die Ingenieure betrachten das als den riskantesten Teil der Fahrt auf dem Mars) wurde die Landstufe instruiert, die Airbags auf der Rückseite des Landers weiter einzuziehen, und dann die rückwärtige Klappe wieder herunter zu lassen. Mit diesem Manöver sollte die Vorderseite der Landstufe, von der Opportunity herunter rollen wird, etwas angehoben werden. Dadurch wird die Fahrt, die ansonsten relativ steil nach unten geht, etwas ebener ausfallen.

Bei „Spirit“ hatte sich die Abfahrt von der Landstufe noch als recht schwierig dargestellt. Hier ragte einer der Airbags in die Abfahrtsrampe hinein. Dieser Airbag ließ sich auch nicht zurückziehen. Aus diesem Grund musste Spirit auf der kleinen Landstufe ein Wendemanöver um 115 Grad unternehmen, um auf einer seitlichen Rampe abfahren zu können. Für „Opportunity“ gibt es dagegen kein solches Hindernis.

Der einen halben Planeten entfernte Rover „Spirit“ erhielt am Donnerstag Kommandos von der Erde,



Der mehrgelenkige Arm für Nahuntersuchungen wird aktiviert.

um seine wissenschaftliche Arbeit im Gusev Krater nach den Computerproblemen der letzten Woche wieder aufzunehmen. Dabei wurden hauptsächlich Detail-Bilder von nahe gelegenen Steinen gemacht. Die Kontroller hofften darüber hinaus, die Daten des Mössbauer-Spektrometers und des Alphastrahlen Spektrometers zu erhalten, die letzte Woche an dem Stein namens „Adirondack“ gemacht worden waren. Spirit hatte die Informationen zwar gesammelt, konnte sie aber wegen der Computerprobleme nicht mehr zur Erde übertragen.

In dem Zusammenhang gab das Jet Propulsion Laboratory bekannt, dass man immer noch keine vollständige Idee von der Natur der Computerprobleme habe. Die Ingenieure wollen sicherheitshalber den gesamten Flash Memory des Rovers in den nächsten Tagen neu formatieren

31.01.2004 Progress dockt an

Der vor zwei Tagen in Baikonur gestartete russische Raumfrachter Progress 13P legte am Samstag wie geplant an der Internationalen Raumstation an, und lieferte der Expeditionscrew 8 Nahrungsmittel, Treibstoff und andere Güter: Das automatische Dockingmanöver verlief problemlos.



1-3: Progress 13P wird in Baikonur mit der Trägerrakete integriert.

Die neue Ladung erlaubt es dem orbitalen Außenposten den Betrieb weiterzuführen, während die NASA noch darauf wartet, dass die Shuttle-Flotte wieder flugbereit wird.

Dies ist die 13. Progress welche die Station besichtigt. Sie legte wie vorgesehen um 14:13 mitteleuropäischer Zeit am Svesda-Modul an.

Februar

03.02.2004 Pärchenbildung

Das chinesische Astronautencorps beginnt in diesen Tagen mit dem Training zur nächsten bemannten Mission, dem Flug „Shenzou 6“. Die 14 Taikonauten, wie die Chinesen ihre Raumfahrer nennen, werden dazu in sieben Zweiertteams aufgeteilt, von denen eines wenige Tage vor dem Start für die Mission ausgewählt wird. Auch Yang Liwei, der Taikonaut der im vergangenen Oktober den ersten chinesischen Raumflug durchgeführt hat, nimmt an diesem Training teil. Das beendet vereinzelte Spekulationen, dass er als „Volksheld“ für die chinesische Regierung zu wichtig sei, um ihn erneut dem Risiko eines Raumfluges aussetzen zu wollen. Ein Datum für die Mission wurde noch nicht festgelegt. Fachleute gehen davon aus, dass der Flug zwischen März und Mai nächsten Jahres stattfinden wird.

Inzwischen gibt es auch Hinweise, dass China sein Astronautencorps erweitert, und weitere Kandidaten rekrutiert. Als Begründung wurde angegeben, dass alle gegenwärtigen Kandidaten bereits über 30 Jahre alt seien, und man für die anstehenden Aufgaben auch jüngere Kräfte brauche, die das Programm dann für längere Zeit begleiten können.

In den letzten Monaten wurde bekannt, dass China vor dem Start von Shenzou 5 ein geheimes Abkommen mit der australischen Regierung getroffen hatte. Damit hätte das Raumfahrzeug im Notfall auch eine Landung in den australischen Outbacks durchführen dürfen.

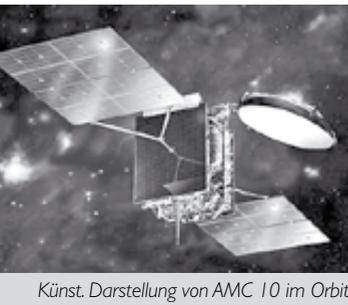
Weiter bestätigten chinesische Offizielle erneut frühere Meldungen, dass China beabsichtigt, bis spätestens zum Jahre 2020 Menschen auf dem Mond zu landen.

06.02.2004 AMC-10 im Orbit

Der Vollmond strahlte hell über der Startrampe 36A auf der Cap Canaveral Luftwaffenbasis als eine Lockheed Martin Atlas 2AS heute früh um 0:46 Uhr mitteleuropäischer Zeit mit dem 2.350 Kilogramm schweren Kommunikationssatelliten AMC-10 in den Himmel donnerte.

Der Start hatte sich um 50 Minuten verzögert, weil ein Helium-Ventil nicht wie vorgesehen funktioniert hatte. Die Techniker konnten das Problem aber rechtzeitig beheben, und der Start konnte 20 Minuten vor dem Ende des an diesem Tag insgesamt 70 Minuten langen Startfensters durchgeführt werden.

Die Trägerrakete lieferte ihre Nutzlast nach 50



Künst. Darstellung von AMC 10 im Orbit

Minuten im vorgeesehenen Orbit ab, und erhöhte damit die bemerkenswerte Erfolgsrate der Atlas auf nunmehr 69 erfolgreiche Starts in ununterbrochener Reihenfolge. Tatsächlich ist noch nie eine Rakete der Typen Atlas 2, 3 oder 5 gescheitert.

Die Bodenstation in Uralla, Australien, stellte sofort nach der Trennung den Kontakt mit dem von Lockheed Martin gebauten Satelliten her.

In den nächsten Tagen finden mit den bordeigenen Triebwerken des Satelliten eine Reihe von Bahnanpassungsmanövern statt. Momentan befindet sich der Raumflugkörper auf einem Übergangorbit mit einem bahnhöchsten Punkt von 35.805 Kilometern, einem niedrigsten Bahnpunkt von 186 Kilometern und einer Inklination von 12,4 Grad zum Äquator. Diese Bahn wird in den nächsten Tagen in eine Kreisbahn in 35.800 Kilometer Höhe mit einer Inklination von 0 Grad geändert. Danach werden die bislang nur teilentfalteten Solargeneratoren und alle Antennen komplett entfaltet und das Raumfahrzeug ausführlichen Tests unterzogen.

SES Americom hofft, den Satelliten spätestens Anfang Mai in Betrieb nehmen zu können, um seinen Vorgänger, Satcom C-4, bei der Parkposition 135 Grad West zu ersetzen. Von diesem Punkt aus versorgt SES Americom Kabel-Gesellschaften in ganz Amerika.

Am 19. Mai soll AMC-10 Gesellschaft von AMC-11 erhalten, der ebenfalls mit einer Atlas 2AS in den Orbit gehen soll. AMC-11 wird Satcom C-3 ersetzen, der bei 131 Grad West steht.

Die beiden neuen Satelliten bieten etwa 20 Prozent mehr Leistung als ihre Vorgänger. Jeder von ihnen hat 24 C-Band Transponder und eine geplante Lebensdauer von 15 Jahren.

Der nächste Atlas start ist für den 12. März von Cape Canaveral aus geplant. Dann wird eine Atlas 3A Rakete den Kommunikationssatelliten MBSAT für die japanische Mobile Broadcasting Corporation in den Orbit tragen.

Ein weiterer japanischer Kommunikationssatellit, Superbird 6 wird Mitte April mit einer Atlas 2AS starten, und danach kommt der bereits erwähnte AMC-11 Start.

09.02.2004 Spirit und Opportunity kommen in die Gänge

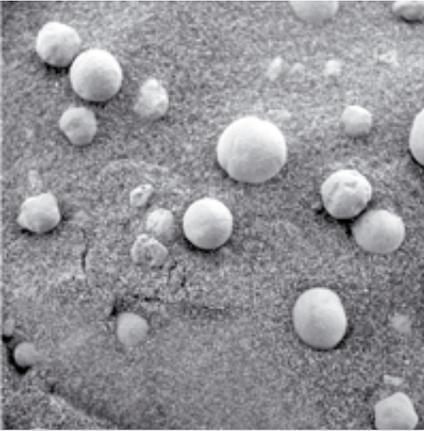
Die Forschungsarbeiten der beiden amerikanischen Marsrover laufen derzeit auf hohen Touren. Spirit im Gusev-Krater scheint weitgehend wiederhergestellt zu sein, wenngleich ein erneutes, allerdings wesent-



Urgestein im Opportunity-Krater

lich kleineres Softwareproblem die Abfahrt des Rovers zum nächsten Ziel um einen Tag verzögerte. Am Samstag hatte Spirit die Detailuntersuchung einem „Adirondack“ genannten Stein weitergeführt, in dem er mit dem so genannten „Rock Abrasion Tool“ ein drei Millimeter tiefes Loch in den granitharten Fels gebohrt hatte. Der Felsen zeigte sich von enormer Härte, und es dauerte drei Stunden, bis eine Ausfräsung in dieser Tiefe erreicht wurde. Dieses Loch wurde anschließend mit den Analysegeräten die Spirit an Bord hat, genau untersucht. Insbesondere mit Hilfe des Mössbauer-Spektrometers soll der genaue chemische Aufbau des Steines erforscht werden. Ab heute wird Spirit sich dann auf den Weg zum „Bonneville“-Krater machen, der etwa 350 Meter entfernt ist. Es wird voraussichtlich sieben bis zehn Tage dauern, bis dieser Krater erreicht ist. Unterwegs sollen an verschiedenen Positionen Pit-Stops vorgenommen werden, um chemische Analysen und Panorama-Aufnahmen zu machen.

Opportunity dagegen wird für die nächste Zeit an seinem Landeort verbleiben, und diesen weiter erkunden. Es hat sich von Anfang an gezeigt, dass der kleine Krater, in dem Opportunity nach der Landung liegen geblieben ist, ideal für detaillierte Forschungen geeignet ist. Insbesondere die Anwesenheit von marsianischem Urgestein bringt die Forscher in helles Entzücken. Dieses Gestein weist eine filigrane Schichtung und eine erhebliche Verwitterung auf. Eine weitere Entdeckung wurde in den letzten Tagen gemacht: Mit dem Microscopic Imager wurden seltsame weiße Kügelchen im Boden entdeckt, die in diesem Krater offensichtlich sehr häufig sind. An Spirits Landestelle etwa kommen solche



Opportunity entdeckte diese Kügelchen

Kügelchen nicht vor: Die Wissenschaftler haben bislang noch keine Meinung zu diesem Phänomen.

Opportunity wird in den nächsten Wochen nicht mehr als etwa 30 Meter im Inneren des Kraters zurücklegen und soll dabei eine große Anzahl von Detail-Untersuchungen vornehmen. Danach wird erwogen, auch mit Opportunity „auf Strecke“ zu gehen, und einen weiteren, wesentlich größeren, aber etwa 500-600 Meter entfernten Krater anzusteuern.

Die Fernerkundungs-Möglichkeiten beider Rover werden letztendlich durch ihre technische Lebensdauer, den jahreszeitlichen Wechsel auf dem Mars und vor allen Dingen den Staubablagerungen auf den Solargeneratoren begrenzt. Man geht derzeit davon aus, dass die beiden Rover jeweils etwa 90 Tage lang voll funktionieren können, und dann nach und nach ihre Fähigkeiten einbüßen werden. Sobald etwa die Stromaufnahme auf unter 600 Watt sinkt (derzeit sind es 750 Watt) werden nicht mehr alle Geräte betrieben werden können. Schließlich wird es durch Staubeinwirkungen oder die extremen Temperaturwechsel zu mechanischen Schäden kommen, und die Rover werden ihren Dienst einstellen. Derzeit ist Spirit den 36. Tag auf dem Mars, Opportunity ist seit 16 Tagen auf dem Roten Planeten.

16.02.2004

DSP 22 startet auf drittletzter Titan 4B

Der neueste US-Wachtposten im Weltraum wurde am Samstag erfolgreich in seiner vorgesehenen Position platziert. Er wird Bestandteil eines Weltraumüberwachungssystems, das in 36.000 Kilometer Höhe über der Erde nach startenden

feindlicher Lenk Waffen und den Explosionen von Nuklearbomben Ausschau hält.

Befördert wurde der Satellit von einer 400 Millionen Dollar teuren Lockheed Martin Titan 4B. Der Start erfolgte um 19:50 Uhr mitteleuropäischer Zeit (13:50 Uhr Ortszeit). Startort war der Startkomplex 40 der Cape Canaveral Luftwaffenstation.

Wenige Minuten nachdem der schwere Träger seinen Aufstieg in den trübgrauen Himmel begonnen hatte, lieferte die Titan die Boeing Inertial Upper Stage und den darauf montierten Defense Support Program-22 Satelliten in einem vorläufigen Parkorbit in einer niedrigen Erdumlaufbahn ab. In den nächsten sechseinhalb Stunden führte der 100 Millionen Dollar teure IUS-Apogäumsmotor zwei Zündungen durch, mit denen der 256 Millionen Dollar teure Satellit in den geostationären Orbit gelangte. Danach trennte sich das Raumfahrzeug sicher von der Oberstufe und damit war der Start knapp sieben Stunden nach dem Abheben von der Rampe erfolgreich beendet.

Die DSP-Satelliten werden von Northrop Grumman gebaut. Sie benutzen Infrarot-Teleskope um die Hitzeentwicklung von Raketentriebwerke festzustellen und geben damit den Vereinigten Staaten und ihren Alliierten Frühwarnmöglichkeiten über mögliche bevorstehende Angriffe. Außerdem ist der Satellit auch in der Lage, weltweit alle nuklearen Explosionen zu entdecken. Der 23. und letzte Satellit der DSP-Reihe soll im März 2005 mit einer Boeing Delta 4-Heavy vom Cape aus gestartet werden. Danach wird eine neue Generation von Infrarot-Orbit-Detektoren zum Einsatz kommen.

Der Start am Samstag war der 24. und letzte Einsatz einer IUS-Oberstufe. Der erste Einsatz dieser Apogäums-Stufe fand im Jahre 1982 statt, damals vom Shuttle aus. Die IUS-Motoren flogen 15mal auf dem Shuttle, achtmal auf der Titan 4 und einmal auf einer Titan 34D.

Für die Titan 4 war es der drittletzte Einsatz. Das Finale an der Ostküste soll am 1. Oktober stattfinden, wenn die Rakete mit einer geheimen Nutzlast des National Reconnaissance Offices startet. Endgültiges Ende der Titan 4-Ära ist dann im nächsten Februar; mit einem Start von der Vandenberg Luftwaffenbasis in Kalifornien. Die Mission am Samstag war der 37. Flug einer Titan 4 seit 1989, und der 26. der von Florida aus stattfand.



DSP 22 – Künstliche Darstellung

19.02.2004

Putin beobachtet Start von Kosmos 2405

Unter Anwesenheit des russischen Staatspräsidenten Wladimir Putin startete gestern um 8:05 mitteleuropäischer Zeit eine Trägerrakete vom Typ Molniya M vom Kosmodrom in Plesetz in Nordrussland. Es war der erste Start von dieser nördlichen Startbasis in diesem Jahr, der zweite für einen Booster der Sojus-Baureihe und die erste russische Militärmission des Jahres.

Im Laufe des Jahres sind noch weitere acht Sojus-Missionen geplant.

Putin kam einige Stunden vor dem Start in Plesetz an, und besichtigte die Rakete vor dem Start an der Startrampe. Die Nutzlast ist ein Militärischer Kommunikationssatellit des Molniya-Typs, die auf hochelliptische Bahnen über die Pole geschickt werden. Die Molniya M kann etwa 2,2 Tonnen Nutzlast in einen solchen Orbit befördern. Die Molniya-Kommunikationssatelliten wiegen aber in der Regel nur etwa 1.900 Kilogramm.

In der üblichen nichts sagenden militärischen Namensgebung in Russland erhielt der Satellit diese Bezeichnung...

März

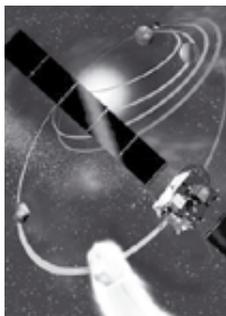
02.03.2004

Beim dritten Anlauf endlich unterwegs

Heute morgen startete um 8:17 Uhr MEZ mit Rosetta eine der aufregendsten und anspruchsvollsten Weltraummissionen in der Geschichte der Raumfahrt. Die Mission der ESA besteht aus einem Orbiter und der Landeeinheit Philae. Ziel der Mission ist der Komet Churymov-Gerasimenko, ein Himmelskörper mit rund vier Kilometer Durchmesser, der im Jahr 2014 erreicht und auf dem schließlich auch gelandet werden soll.

Bei diesem Start wurde erstmals eine Ariane 5 in der verbesserten Version Ariane 5 G+ eingesetzt. Sie unterscheidet sich von der 16 Mal flugerprobten Grundversion Ariane 5 G durch Änderungen in der Struktur, in der Oberstufe, in einer neueren Elektronik sowie in den modifizierten Feststoff-Boostern.

Sechs Tage vor dem Start wurde eine besonders kritische Aktivität erfolgreich absolviert. das „Scharf-



Künstlerische Darstellung der Trajektorie von Rosetta

machen“ der Harpunen. Hierbei handelt es sich um Objekte, die kurz nach der Landung in die Kometenoberfläche geschossen werden, um sicherzustellen, dass der Lander fest verankert ist und der geringen Schwerkraft auf dem Kometen trotz. Das Scharfmachen erfolgt erst kurz vor dem Start, weil die Projektil mit ihrer Pulverladung eine potenzielle Gefahr darstellen, insbesondere in direkter Nähe eines vollbetankten Satelliten und der Feststoffraketen.

Das Scharfmachen der durch Treibstoffladungen angetriebenen Harpunen geschah durch den Austausch von Steckern. Der bis gestern gesteckte „Safe-Plug“, der verhindert hat, dass eine Spannung an die Zündvorrichtung gelangen kann, wurde gegen den „Arm-Plug“ ausgetauscht, der die elektrische Verbindung prinzipiell herstellt. Aber erst in 10 Jahren, bei der Landung auf dem Kometen, kann durch ein beim Aufsetzen automatisch generiertes Kommando eine Spannung an den Glühdrähten angelegt werden, die eine Zündung der Treibladungen bewirkt und die Geschosse in die Kometenoberfläche treibt. Vor dem Start sind diese Kommandos zur Sicherheit aber noch nicht in den Bordcomputer geladen.

Der Ariane 5-Start begann mit der Zündung des Haupttriebwerkes „Vulcain“ der Unterstufe und der nach 7 Sekunden anschließenden Zündung der Booster; nach 2 Minuten und 19 Sekunden erfolgt deren Abtrennung, nach 3 Minuten und 11 Sekunden die Abtrennung der Nutzlastverkleidung. Nach 10 Minuten und 30 Sekunden war die Unterstufe ausgebrannt und wurde abgesprengt. Danach flog die Oberstufe mit der Rosetta-Sonde antriebslos, aber gesteuert, um die Erde. Nach 1 Stunde, 56 Minuten und 37 Sekunden erfolgt die Zündung der Oberstufe, nach 2 Stunden, 14 Minuten und 55 Sekunden wurde die Rosetta-Sonde abgetrennt – und damit begann ihre zehneinhalbjährige Reise durch unser Sonnensystem.

Schon Minuten nach der Abtrennung nahmen die Missionskontrollen Kontakt mit der Raumsonde auf.

Nicht nur der Start selbst, sondern auch die ersten Tage und Wochen danach sind kritisch für die gesamte Mission. Rosetta muss präzise auf die richtige interplanetare Bahn gebracht werden, und



Ariane 5 G vor dem Start

die wichtigsten Systeme der Sonde sind in Betrieb zu nehmen. Die Bodenmannschaft beim European Space Operations Centre (ESOC), dem Betriebszentrum der ESA in Darmstadt, hat folglich alle Hände voll zu tun.

Für den Lander steht bereits acht Stunden nach dem Start die erste Maßnahme auf dem Programm, das Lösen der „Transportsicherung“. Dabei handelt es sich um vier massive Bolzen, mit denen der Philae-Lander fest an sein Rosetta-Mutterschiff geschraubt ist, um die mechanischen Belastungen während des Starts abzufangen. Zum Lösen dieser Bolzen werden Fäden durchgebrannt, die bis dahin Federn in gespanntem Zustand gehalten haben. Das Entspannen der Federn bewirkt die Freigabe der Bolzen. Danach ist es noch der Separationsmechanismus, der den Lander während der nächsten 10 Jahre bis zur Landung am Mutterschiff festhält.

Sobald die Bahnmanöver abgeschlossen sind, wird eine genaue Überprüfung aller Systeme von Rosetta und seiner wissenschaftlichen Nutzlast durchgeführt. Diese Phase heißt „Commissioning“, und sie erstreckt sich bis Ende des Jahres. Die Inbetriebnahme des Landers beginnt etwa 14 Tage nach dem Start und beschränkt sich zunächst auf die lebenserhaltenden Systeme wie Stromversorgung, Bordrechner, Temperaturregelung und Datenübertragung. Erst danach werden die wissenschaftlichen Instrumente überprüft.

Während der langen Reise zum Kometen werden regelmäßige „Gesundheits-Checks“ am Lander durchgeführt. Zum Training und Know-how-Erhalt werden darüber hinaus die verschiedenen Missionsphasen an Simulatoren durchgespielt.

Bei Ankunft am Kometen Churyumov-Gerasimenko im Jahr 2014 wird zunächst eine detaillierte Charakterisierung seiner Eigenschaften vorgenommen. Dazu zählt die Kartographie der Oberfläche, Bestimmung seines Schwerfelds und der Staub- und Plasma-Eigenschaften. Auf dieser Basis wird der Landeplatz ausgewählt, es werden die für die Landung erforderlichen Flugmanöver von Rosetta bestimmt und der Separationsablauf wird festgelegt.

Das Auslösen der Separationssequenz setzt einen automatischen Prozess in Gang. Das ist notwendig, weil wegen des großen Abstands zur Erde die Lichtlaufzeit für die einfache Strecke etwa 25 Minuten beträgt, zu lange, um interaktiv arbeiten zu können. Philae bekommt das Kommando, sich vom Orbiter abzustoßen, dann bringt er sich in die Landekonfiguration: Die Beine klappen aus, die wissenschaftlichen Instrumente beginnen mit ihren Messungen, die Annäherung an den Kometen wird von der ROLIS-Kamera des DLR-Instituts für Planetenforschung

in Berlin-Adlershof fotografiert. Unmittelbar nach dem Aufsetzen auf der Kometenoberfläche werden Harpunen in den Boden geschossen, damit der Lander der geringen Schwerkraft trotzt und nicht wieder im Weltraum verschwindet. Dann beginnt die erste wissenschaftliche Sequenz.

Nach etwa fünf Tagen ist der Energievorrat der Primärbatterien aufgebraucht. Der Lander wird dann in eine Art Winterschlaf fallen, aus dem er wieder erwacht, wenn der Komet näher zur Sonne kommt, es wärmer wird und der Solargenerator genug Energie erzeugt. Dann kann die „Langzeitmission“ beginnen, die einige Monate dauern wird.

Die ESA-Gesamtkosten für die Rosetta-Mission betragen rund 770 Millionen Euro. Dazu kommen die Kosten für den Lander und für nationale Beiträge zu den jeweiligen wissenschaftlichen Experimenten, so dass mit einem Gesamtvolumen von rund einer Milliarde Euro zu rechnen ist. Als wissenschaftlich und industriell wichtigste Nation der Rosetta-Mission trägt Deutschland einen Beitrag von 290 Millionen Euro.



Vor dem Start wird letzte Hand an „Philae“ gelegt.

13.03.2004

Atlas 3 bringt MBSat in den Orbit

Eine Lockheed Martin Atlas 3 brachte in der Nacht vom Samstag zum Sonntag den „Mobile Broadcasting Satellite“ in einen geostationären Transferorbit. Nach einem Bilderbuch-Countdown ohne Unterbrechungen, hob die 55 Meter hohe Rakete um 0:40 Ortszeit (6:40 mitteleuropäischer Zeit) von der Startrampe 36B in Cap Canaveral ab.

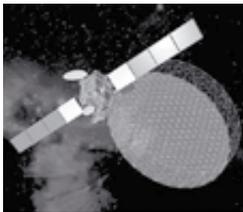
Drei Minuten nach dem Lift-off wurde die ausgebrannte erste Stufe abgeworfen und das einzelne Centaur-Triebwerk der Oberstufe für ein erstes, 9-Minütiges Brennmanöver gezündet, um einen Übergangsortbit zu erreichen. Nach einer Freiflugphase quer über den Atlantik führte die Centaur ein zweites Brennmanöver durch. Danach war ein

elliptischer geosynchroner Transferorbit mit einem Apogäum von 35.800 Kilometern und einem Perigäum von 183 Kilometern erreicht. Die Inklination nach dieser zweiten Brennphase betrug 24,82 Grad relativ zum Äquator:

29 Minuten nach dem Start wurde MSAT von der Trägerrakete freigegeben. Dies beendete den 70. erfolgreichen Start einer Atlas in ununterbrochener Reihenfolge. Diese bemerkenswerte Erfolgsserie reicht inzwischen zurück bis ins Jahr 1993.

Das Trägersystem Atlas ist nun kurz davor, den Industrie-Rekord für die längste ununterbrochene Serie erfolgreicher Starts zu brechen. Diesen Rekord hält bislang die inzwischen aus der Produktion genommene Ariane 4, die in den Jahren 1995 bis 2003 74 erfolgreiche Starts in ununterbrochener Reihenfolge absolvierte.

Der von Space Systems/Loral in Palo Alto, Kalifornien gebaute, 4150 Kilogramm schwere MBSat wird sich in den nächsten Tagen selbst in den endgültigen geostationären Orbit, in einer Kreisbahn von 35.800 bringen, und zwar auf einer Position, die bei 144 Grad östlicher Länge liegt.



Künst. Darstellung von MBSat

Der Satellit wird von der „Mobile Broadcasting Corporation“ in Tokio und der „SK Telecom“ in Seoul gemeinsam betrieben. Er soll MPEG-4 Videos, Audiosendungen in CD-Qualität und Daten an Mobilfunk-Nutzer, die mit Palm-Empfängern und Handys ausgerüstet sind, in Japan und Südkorea abstrahlen.

MBSAT trägt zwei Hochleistungstransponder für die Direkt-Datenübermittlung. Ein Transponder ist für die Abdeckung des japanischen Raumes, der andere für Korea bestimmt. Zwei zusätzliche leistungsschwächere Transponder liefern Daten an terrestrische Repeater-Netzwerke.

Sobald MBSAT seine endgültige Position erreicht hat, beginnt die Test- und Indienststellungsphase. Der offizielle Servicebeginn wird im Juli erfolgen.

Der Start am Samstag war der fünfte einer Atlas 3 seit Einführung dieser Baureihe im Jahre 2000. Die Atlas 3 wurde als Übergangsmodell zwischen den älteren Atlas-Varianten und der neuen Atlas 5 eingeführt. Zweck dieser Version war es vor allen Dingen, das neue russische RD-180 Triebwerk und die verlängerte Centaur Oberstufe im Einsatz zu erproben.

Jetzt wird die Atlas 3 zugunsten der neuen Atlas 5 auch schon wieder außer Dienst gestellt. Es wird nur noch ein Start einer Atlas 3 stattfinden, und zwar Anfang nächsten Jahres mit einer klassifizierten Nutzlast des U.S. National Reconnaissance Office, also einem Spionagesatelliten. Der nächste Start einer Atlas wird wieder mit dem älteren Modell Atlas 2AS erfolgen. Mit diesem Träger wird am 15. April der japanische Kommunikationssatellit „Superbird 6“ von Cap Canaveral aus in den Orbit gebracht. Die Rakete wird in diesen Tagen bereits am Pad 36A montiert.

18.03.2004

Eutelsat W3A startet mit Proton Breeze M

Eine russische Proton Breeze M brachte in der Nacht von Montag auf Dienstag den Telekommunikationssatelliten Eutelsat W3A in den Orbit. Der mehr als 60 Meter hohe Booster startete um 0:06 mitteleuropäischer Zeit vom Kosmodrom im kasachischen Baikonur. Der Kunde für diesen Flug ist die in Paris ansässige Firma Eutelsat.

Im Rahmen der neunstündigen Mission, die nicht weniger als fünf Brennmanöver der Breeze M-Oberstufe erforderte, wurde die Nutzlast erfolgreich im vorgesehenen Orbit abgesetzt.

Der erreichte Orbit hatte einen bahnhöchsten Punkt von 35.600 Kilometern und einen niedrigsten Bahnpunkt von 4.000 Kilometern bei einer Inklination von 12,99 Grad zum Äquator.

In den kommenden Tagen wird sich W3A selbst in einen geostationären Orbit in knapp 36.000 Kilometern Höhe befördern. W3A wird bei 7 Grad östlicher Länge stationiert, und von dort aus Europa, den mittleren Osten und Afrika mit Telekommunikationsdiensten verbinden.

Der neue Nachrichtensatellit wurde von EADS Astrium gebaut. Das 4.250 Kilogramm schwere Raumfahrzeug hat eine Design-Lebensdauer von 15 Jahren. Es ist dies der erste Satellit der Eurostar 3000-Serie, der zum Einsatz kommt. W3A ist mit 58 Ku- und Ka-band Transpondern sowie steuerbaren Abstrahlantennen ausgerüstet. 35 Transponder sind dafür bestimmt, die Dienste von Eutelsat W3 zu übernehmen. Dieser ältere Satellit, der 1999 gestartet wurde, wird in eine andere Orbit-Position gesteuert.

Für den Bau des Satelliten



Eine Proton/Breeze M Trägerrakete

sind eine ganze Reihe von EADS Firmen in ganz Europa zum Einsatz gekommen. Die Solargeneratoren, alle Triebwerke und die Repeater-Ausrüstung kamen aus dem deutschen Astrium Werk in Ottobrunn bei München, die Triebwerke stammen aus dem EADS-Werk in Lampoldshausen bei Heilbronn.

Der Start am Dienstagmorgen war der erste Einsatz einer Proton in diesem Jahr: Die nächste Zivilmission dieses Trägerraketen-Typs wird der Start des Nachrichtensatelliten Intelsat 10-02 sein.

22.03.2004

50. GPS-Satellit im Orbit

Als am 20. März eine Delta 2 Trägerrakete den 50. Satelliten des Global Positioning Systems in den Weltraum transportierte, war das nicht nur ein Jubiläum für die US-Luftwaffe, die dieses System betreibt. Es war auch gleichzeitig eine Ehrung für den Mann, der das System der „Leuchttürme im Himmel“, wie er es genannt hatte, erdacht hatte. Der geistige Vater des Systems war Dr. Ivan A. Gettting gewesen. Er war letzten Oktober im Alter von 91 Jahren gestorben. Gettting hatte die theoretischen Grundlagen des Systems schon vor mehr als 30 Jahren erarbeitet, und war danach unermüdlich tätig gewesen, um das System Realität werden zu lassen.

Zu Ehren Gettings befestigten die Techniker vor dem Start eine Plakette am Satelliten. Die Inschrift auf dieser Plakette lautet: „Leuchttürme im Himmel, im Dienste der Menschheit: Dr. Ivan A. Gettting 1912 – 2003“.

GPS Satelliten senden kontinuierlich Navigationssignale zur Erde. Sie erlauben es Empfängern überall auf der Welt, jederzeit exakt die Position und Zeit zu ermitteln. Die Signale sind so präzise, dass Zeit mit ihnen auf eine Millionstel Sekunde genau festgestellt werden kann, Geschwindigkeiten bis auf wenige Zentimeter pro Stunde und Orte mit einer Genauigkeit von zwei bis vier Metern.

Der am 20. März gestartete Satellit trägt die Bezeichnung GPS 2R-11. Nach dem Start um 18:53 mitteleuropäischer Zeit von Cap Canaveral in Florida aus wurde er zunächst in einem Transferorbit abgeliefert. Der niedrigste Bahnpunkt, das Perigäum, lag danach 165 Kilometer über der Erde, der höchste Bahnpunkt war bei knapp 17.000 Kilometern.

In den folgenden Tagen wird der so genannte Kick-Motor des Satelliten eingesetzt, um die Bahn bei 17.000 Kilometern zu zirkularisieren.

GPS 2R-11 wird an seiner vorgesehenen Orbitposition den schon etwas kränkelnden GPS 2A-19 ersetzen. Dieser Satellit tut bereits seit 11 Jahren Dienst und hat eine labile Navigationsdateneinheit.

Dieser ältere Satellit wird nach der Ankunft von GPS 2R-11 nur noch als Reservesatellit verwendet.

Der etwa 40 Millionen Euro teure GPS 2R-11 wurde von Lockheed Martin gebaut. Er wird den Slot 3 in der GPS-Bahnebene C besetzen.

Vor 26 Jahren war der erste GPS Satellit mit einer Atlas-Trägerrakete von der Vandenberg Air Force Basis in Kalifornien aus in den Orbit gebracht worden. 11 weitere, so genannte Block I GPS Satelliten wurden dann bis 1985 gestartet, wobei allerdings einer bei einem Fehlstart verloren ging.

Das heutige operationelle GPS System erlebte seinen Erststart im Februar 1989. Alle GPS Satelliten der neueren Generation waren mit Delta-Trägerraketen gestartet worden: Neun Satelliten der Serie Block 2, 19 der Serie Block 2A und am gestrigen Samstag 11 der Serie Block 2R. Auch bei diesen 39 Starts war ein Fehlstart dabei, bei dem der Satellit verloren ging.

Der nächste GPS Start soll am 20. Juli erfolgen. Der übernächste im September.

26.03.2004

10 Wochen Startverzug – 90 Wochen längere Reise

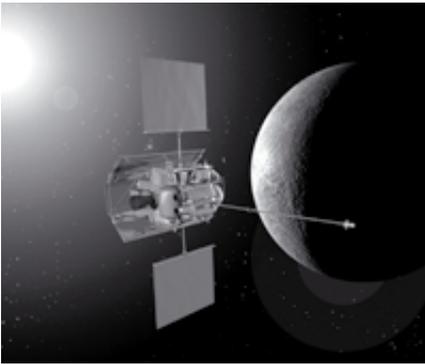
Der ohnehin schon sehr langen Reise der Discovery-Raumsonde MESSENGER von der Erde zum Merkur wurden in dieser Woche noch einmal zwei Jahre angehängt. Grund dafür ist die Entscheidung der NASA, nicht das primäre Startfenster im Mai wahrzunehmen, sondern das Reserve-Startfenster im Juli. Dieses Startfenster wird eine erheblich umständlichere Trajektorie erfordern.

MESSENGER, die „Mercury Surface, Space Environment, GEochemistry and Ranging“ Raumsonde soll das erste irdische Raumfahrzeug werden, das auf eine Umlaufbahn um den innersten Planeten unseres Sonnensystems einschwenkt. Leider aber wird die ursprünglich geplante Start Gelegenheit ungenutzt verstreichen müssen, weil sich die Techniker in letzter Minute einer Vielzahl unerwarteter Probleme insbesondere mit der Software gegenübersehen. Diese technischen Probleme werden den Beginn der Reise um 10 Wochen verschieben.

Ursprünglich hätte der Start von Cap Canaveral aus an Bord einer Delta 2 „Heavy“ in einem 12-tägigem Startfenster stattfinden sollen, das sich am



Der Satellit mit der Gedenk-Plakette



Künst. Darstellung der Messenger-Sonde am Merkur

11. Mai geöffnet hätte. Startfenster, insbesondere für Interplanetare Raumsonden, müssen aus himmelmechanischen Gründen eingehalten werden. Nur dann kann der Start mit einem gegebenen Träger erfolgen. Nachdem die Techniker nun dieses Datum wegen der vielen noch anstehenden Arbeiten nicht einhalten können, muss nun das Reservestartfenster gewählt werden. Es öffnet sich am 30. Juli und ist 15 Tage lang offen. Dieses Startfenster ist aber viel weniger vorteilhaft als das Primärstartfenster.

Die Raumsonde MESSENGER wurde bereits Anfang März nach Florida gebracht und wird momentan im Reinraum der Firma Astrotech in Titusville, Florida für den Start vorbereitet. Gebaut wurde die Raumsonde im Auftrag der NASA von den Laboratorien für angewandte Physik der Johns Hopkins University in Laurel, Maryland.

Innerhalb der generellen Startfenster, die durch die Himmelsmechanik vorgegeben sind, gibt es, bedingt durch die Erdrotation jeden Tag ebenfalls nur einen wenige Sekunden dauernden Slot. Für einen Start am 30. Juli ist das ein Zeitraum von nur 12 Sekunden Dauer, der um 7:14:44 Uhr morgens mitteleuropäischer Zeit (das ist 2:17:44 Uhr morgens Ortszeit in Cap Canaveral) beginnt. Der Start wird von der Rampe 17B der Cap Canaveral Air Force Station erfolgen.

Die Entsendung einer Raumsonde zum Merkur ist ähnlich energieaufwendig wie der Flug eine Sonde zu den äußeren Planeten. Zusätzlich große Mengen an Treibstoff verschlingt das Einbremsen in die Umlaufbahn. Allein dafür ist eine Geschwindigkeitsreduzierung von 3.000 Kilometern pro Stunde notwendig. Die Flugbahn muss deswegen sehr sorgfältig gewählt werden, und nutzt die Schwerkraft der inneren Planeten um Geschwindigkeit abzubauen.

Wäre MESSENGER wie vorgesehen im Mai ge-

startet, hätte die Trajektorie drei Vorbeiflüge an der Venus, im November 2004, im August 2005 und im Oktober 2006 beinhaltet. Bei zwei Vorbeiflügen am Merkur im Oktober 2007 und im Juli 2008 wäre weitere Geschwindigkeit abgebaut worden, bevor das Orbit-Insertion-Manöver, also das Einbremsen in die Umlaufbahn im Juli 2009 stattgefunden hätte.

Die jetzt getroffene Entscheidung verlängert die Reisezeit bis zum Merkur-Orbiteinschuss um fast zwei Jahre.

Unter dem neuen Plan wird MESSENGER ein Jahr nach dem Start einen Vorbeiflug an der Erde unternehmen, um Geschwindigkeit abzubauen. Zwei weitere Swing-by-Manöver an der Venus sind im Oktober 2006 und im Juni 2007 geplant. Danach finden drei Vorbeiflüge am Merkur statt, und zwar im Januar und Oktober 2008, sowie im September 2009 bevor dann im März 2011 das Bremsmanöver für das Erreichen der Merkur-Umlaufbahn stattfindet.

27.03.2004

Russland startet Militärsatelliten

Am Samstagmorgen, um 4:30 mitteleuropäischer Zeit brachte eine Proton K Block DM-Trägerrakete einen russischen Militärsatelliten in den Orbit. Startort war Baikonur in Kasachstan. Der Satellit trennte sich sechseinhalb Stunden nach dem Start von der Trägerrakete. Wie üblich bei militärischen Nutzlasten wurden auch dieses Mal keine weiteren Angaben zum Typ und zur Verwendung des Raumfahrzeugs gegeben. Lediglich die lakonische Bezeichnung Kosmos 2406. Aus der verwendeten Trägerrakete und den Bahnparametern lässt sich jedoch ableiten, dass es sich um einen militärischen Kommunikationssatelliten der Globus-Reihe gehandelt haben muss. Diese Satelliten werden von der NPO Prikladnoy Mekhaniki hergestellt. Der Start am Samstag war der zweite in nur elf Tagen, bei der eine Proton K Block DM zum Einsatz kam. Damals war der Kommunikationssatellit Eutelsat W3A in den Orbit gebracht worden.

28.03.2004

X-43A „Scramjet“ fliegt mit Mach 7 über Kalifornien

Die X-43A, ein Experimentalflugzeug der NASA zur Erforschung des hypersonischen Geschwindigkeitsspektrums, wurde am 27. April erfolgreich erprobt. Der Messflug fand in 30 Kilometer Höhe über der kalifornischen Küste statt. Die Geschwindigkeit betrug über Mach sieben, also mehr als das siebenfache der Schallgeschwindigkeit.

Booster-Zündung

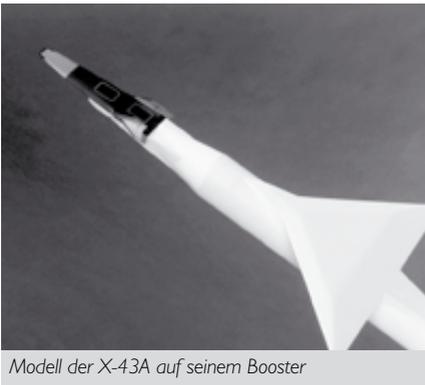


Das Experiment ist Teil des 250 Millionen Dollar teuren Hyper-X Programms der NASA, das alternative Antriebstechnologien für den Zugang zum Weltraum und den Hochgeschwindigkeitsflug innerhalb der Atmosphäre untersucht.

Ein Scramjet, also ein Supersonic Combustion Ramjet funktioniert durch die Verbrennung von Treibstoff in einem überschallschnellen Strom komprimierter Luft. Die Kompression dieser Luft wird durch die hohe Vorwärtsgeschwindigkeit des Luftfahrzeuges selbst bewirkt. Im Gegensatz dazu wird die Luftkompression bei normalen Turbinentriebwerken durch Turbinenschaukeln vor der Brennkammer erzeugt. Das Scramjet-Prinzip ist in der Theorie wesentlich einfacher, erfordert aber eine ausgefeilte aerodynamische Gestaltung insbesondere im Bereich der Lufterlässe und des Verbrennungsraumes. Ein zusätzliches erhebliches Problem stellt die Vollständigkeit der Treibstoffverbrennung bei der hohen Durchflussgeschwindigkeit der Luft dar. Zusätzlich benötigt ein Scramjet auch eine sehr hohe Anfangsgeschwindigkeit um über einen hohen Staudruck den Verbrennungsprozess in Gang zu bringen. Um diese Ausgangsgeschwindigkeit zu erreichen, wurde das knapp drei Meter lange Versuchsfahrzeug von einem feststoffgetriebenen Pegasus-Raketenbooster beschleunigt.

Die einstufige Pegasus war vom kalifornischen Luftwaffenstützpunkt Edwards von einer modifizierten B-52B auf eine Position 50 Meilen vor der südkalifornischen Küste in eine Höhe von 12.000 Metern getragen worden. Dort wurde die Kombination aus Pegasus und X-43A um 21:00 mittteleuropäischer Zeit abgeworfen. Nach einem fünf Sekunden dauernden Freifall wurde der Motor der Pegasus für 80 Sekunden gezündet.

Danach gab der Booster den 1,3 Tonnen schweren Testflugkörper frei und der selbständige Flug des



Modell der X-43A auf seinem Booster



X-43A bei einem früheren Testflug unter dem Flügel des B-52B Trägerflugzeuges

Vehikels begann. Nach der Trennung vom Booster beschleunigte das Fahrzeug im Steigflug weiter und erreichte schließlich eine Geschwindigkeit von fast 8.000 Kilometern pro Stunde. Die Kontrolle der Fluglage blieb exzellent, und am ende war ein Geschwindigkeitsweltrekord für luftatmende Flugvehikel aufgestellt worden. Der Scramjet arbeitete allerdings nur für etwa 10 Sekunden. Danach war der Wasserstoff-Vorrat, der als Treibstoff diente, verbraucht.

In diesen 10 Sekunden konnten aber alle Testparameter abgearbeitet werden. Die Missionscontroller bekamen danach über Funk mehrere Minuten lang Daten von der X-43A übermittelt, während diese im Gleitflug zur Erde zurück glitt. Nach etwa 12 Minuten stürzte sie dann schließlich 720 Kilometer vor der kalifornischen Küste ins Meer. Eine Bergung war nicht vorgesehen.

Die X-43A und ihr Treibwerk wurden von ATK GASL, der früheren Firma „MicroCraft“ in Tullahoma, Tennessee, gebaut. Die Boeing Phantom Works in Huntington Beach, Kalifornien konstruierten den Hitzeschutz und die Bordysteme des Fahrzeugs. Der Booster-Treibsatz ist eine stark modifizierte Version der ersten Stufe des Kleinsatelliten-Trägers Pegasus, gebaut von der Orbital Sciences Corporation in Chandler, Arizona.

Die Wissenschaftler erhoffen sich, dass die Hyper-X Technologien eines Tages zu verbesserten Raumfahrt-Antrieben führen. Die Hyperschall-Technologie bietet die Möglichkeit, Raumfahrzeuge flugzeugähnlich zu betreiben. Dazu kommen noch weitere Vorteile gegenüber traditionellen Raketen systemen: So haben heutige Raketen nur eine begrenzte Schubkontrolle und sie müssen schwere Sauerstofftanks mit sich tragen, da sie den Oxidator für die Verbrennung des Treibstoffs mitführen müssen. Luftatmende Triebwerke wie das der X-43A entnehmen den Sauerstoff der Luft. Die Gewichts-

ersparnis könnte dazu dienen, die Nutzlastkapazität zu erhöhen, die Reichweite zu erweitern oder die Größe des Fahrzeugs bei gleicher Nutzlastkapazität gegenüber einer konventionellen Rakete zu verringern. Hyperschalltriebwerke sind allerdings nur innerhalb der Atmosphäre einsetzbar, wenngleich das bis in sehr große Höhen möglich ist. Im freien Welt- raum aber muss nach wie vor auf die herkömmliche Antriebstechnologie zurückgegriffen werden.

Der erfolgreiche Testflug kam nahezu drei Jahre nachdem der erste Einsatz einer X-43A misslungen war: Im Juni 2001 kam der Pegasus-Booster nur wenige Sekunden nach der Zündung von Kurs ab und musste zerstört werden. Dabei ging auch die erste X-43A verloren.

April

05.04.2004

Missionserfolg von Spirit offiziell

Spirit erwachte am Sol 91, dem 91. Missionstag auf dem Mars, und dem 5. April auf der Erde, als wäre es irgendein Tag auf dem Mars. Der Abschluss des 90. Tages der Oberflächenoperationen markierte die Absolvierung des letzten der offiziellen Missions-Erfolgskriterien für die Hauptmission von Spirit. Das vorletzte Kriterium hatte der Rover schon zwei Tage eher abgearbeitet, nachdem eine Einzelfahrstrecke von 50,2 Metern die bisher zurückgelegte Gesamtdistanz über die 600-Meter Marke gebracht hatte.

Sol 91 begann mit Panorama-Aufnahmen des Himmels und der umgebenden Landschaft sowie einigen Navigationsbildern der Landschaft östlich des Rovers. Dann komplettierte der kleine Roboter Messungen mit dem „Miniatur-Thermal-Emissions-Spektrometer“, die am Tag zuvor begonnen worden waren. Nach einem kurzen „Nickerchen“, notwendig zum Aufladen der Batterien, machte Spirit einige Aufnahmen für die Fahrstrecke des folgenden Tages und einige weitere Spektralaufnahmen interessanter Punkte vor dem Rover.

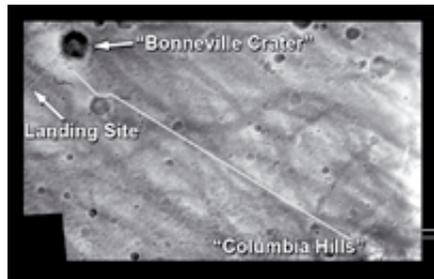
Auf der anderen Seite des Roten Planeten, Im Meridiani Planum, beendete am selben Tag der zweite Rover, Opportunity, seine Beobachtungen am „Bounce Rock“ und bereitete sich

auf die Fahrt zum „Endurance Krater“ vor: Opportunity ist inzwischen seit 70 Tagen auf dem Mars und funktioniert weitgehend normal. Ein kleines „Energieleck“ an einem Heizelement führt jedoch dazu, dass permanent eine geringe Menge elektrischer Strom, 15 Watt, auch dann verbraucht wird, wenn der Rover sich zu „Nachtruhe“ begibt, oder einfach nur seine Batterien aufladen will.

Beide Rover erhalten in den nächsten Tagen eine neue Version ihrer Betriebssoftware und werden dazu jeweils vier Tage lang stillgelegt. Als erster wird sich Spirit dem update unterziehen müssen. Dies wird zwischen Sol 93 und 97 stattfinden. Anschließend wird auch „Opportunity“ umgerüstet.

Nach dem Reboot am Sol 97 wird sich Spirit auf den Weg zu den 2,1 Kilometer entfernten Columbia-Hills machen. Opportunity wird auf die 750 Meter lange Strecke zum Krater „Endurance“ gehen und dabei an einigen geologisch interessanten Punkten „Boxenstops“ einlegen.

Ursprünglich war die NASA davon ausgegangen, dass technische und andere Probleme die Rover für mindestens ein Drittel ihrer Missionszeit von wissenschaftlicher Arbeit abhalten würden. Bislang ist aber nur ein einziges größeres technisches Problem aufgetreten, als Spirit am 18. Missionstag ein massives Problem mit dem Computer Memory erlebte und danach für zweieinhalb Wochen außer Gefecht war: Trotzdem arbeitete er doch an insgesamt mehr Tagen als ursprünglich geplant.



Dahin soll Spirit, wenn alles gut geht.

Das Ziel, die Columbia Hills

08.04.2004

SpaceShipOne:

Dem Ziel einen Schritt näher

Burt Rutan's Firmenteam von Scaled Composites kam am 8. April dem Ziel, den mit 10-Millionen Dollar dotierten X-Price zu gewinnen, einen großen Schritt näher:

An diesem Tag fand der zweite raketengetriebene Testflug von SpaceShipOne statt. Die X-Price Foundation wird demjenigen das Preisgeld zukommen lassen, dem es als erstem gelingt, ein Vehikel zu bauen, das drei Menschen auf eine Höhe von 100 Kilometern bringt und dies innerhalb von zwei Wochen mit demselben Fahrzeug wiederholt.

SpaceShipOne erreichte bei dem Versuchsflug am frühen Donnerstagmorgen eine Höhe von 32 Kilometern. Die Brenndauer des Triebwerks betrug 40 Sekunden. Die erreichte Geschwindigkeit Mach 1,6.

SpaceShipOne wird von einem Trägerflugzeug mit der Bezeichnung „White Knight“ in die Stratosphäre getragen, und dort ausgeklinkt. Bei den Wettbewerbsflügen soll danach das bordeigene Raketentriebwerk das Fahrzeug auf Mach 4 beschleunigen und auf 100 Kilometer Höhe bringen. Nach Beendigung der Mission segelt SpaceShipOne ohne Antrieb, wie ein Segelflugzeug, zum Mojave-Airport zurück und setzt dort auf der Runway auf.

Die beiden miteinander verbundenen Flugzeuge hoben kurz nach 7 Uhr Ortszeit vom Mojave-Flughafen ab. Nach einem etwa einstündigen Steigflug in das an den Airport angrenzende militärische Sperrgebiet wurde SpaceShipOne in 14.600 Metern Höhe vom Trägerflugzeug ausgeklinkt. Danach sollte sofort die Zündung des Raketentriebwerks erfolgen, aber wegen einer Fluganomalie, die im Anschluss an den Abwurf auftrat, einem Strömungsabriss, der ein starkes Rütteln verursachte, verzögerte sich die Zündung. Testpilot Pete Siebold musste die Lage erst untersuchen und wieder einen normalen Flugzustand herstellen. Dies war zwei Minuten nach dem Abwurf der Fall. Bis dahin war SpaceShipOne schon auf 12.300 Meter gesunken.

Dann erfolgte die Zündung. Das Einsetzen des Raketentriebwerks war auf dem Boden trotz der großen Höhe und Entfernung deutlich zu hören.

Obwohl der Flug vorher nicht angekündigt war, hatte sich die Durchführung des Versuches am Flughafen und im Ort Mojave herumgesprochen. Somit hatte sich eine erhebliche Zuschauermenge eingefunden. Vor den Hangars und entlang der Runwayabsperrung bildeten sich große Trauben von Menschen, die dem Ereignis gebannt folgten.

Ein Raunen ging durch die Menge, als der Feuer-

strahl der Rakete sichtbar wurde und dann eine nahezu senkrecht in die Höhe steigende Rauchfahne, die länger und länger wurde. Der kleine Punkt an der Spitze des Strahls stieg höher und höher. Die Zuschauer rund um den Tower brachen in Hochrufe aus, einige riefen „Gut gemacht, Pete“.

Nach dem Brennschluss stieg SpaceShipOne antriebslos weiter und erreichte schließlich in 32 Kilometern Höhe den Scheitel der Parabel. An diesem Punkt war Siebolds Stimme über Funk zu hören: „Der Himmel ist schwarz“. Er gab auch einen kurzen Kommentar zum Verhalten des Raketentriebwerks ab als er sagte „Die Antriebsphase war außerordentlich ruhig“.

Danach aktivierte Pete Siebold den „Feder-Mechanismus“, der die Tragflächen nach oben klappt, und das Fahrzeug in eine Schwerpunktlage bringt, in der es für den Eintritt in die dichteren Schichten der Erdatmosphäre automatisch die richtige Position einnimmt.



Sekunden nach der Zündung ist der Steigflug nahezu vertikal

Nach der Rückkehr in dichtere Luftschichten, etwa in 14.000 Metern Höhe brachte der Pilot die Tragflächen wieder in die Flugposition, flog im Gleitflug einen weiten Bogen um den Airport und führte eine perfekte Bilderbuchlandung direkt vor der jubelnden Menge durch.

Für einen Flug bis in 100 Kilometern Höhe wird eine Brenndauer des Raketentriebwerks von knapp unter 90 Sekunden notwendig sein, bei einer Abwurfhöhe des SpaceShipOne von 14.600 Metern. Burt Rutans Team will sich der Zielmarke in inkrementellen Schritten nähern. Beim nächsten raketengetriebenen Testflug, der in einigen Wochen zu erwarten ist, wird die Brenndauer wahrscheinlich auf ca. 50 Sekunden erhöht werden. Dies dürfte eine Geschwindigkeit von über Mach 2 und eine Flughöhe von annähernd 40 Kilometern zulassen.

Von den inzwischen 27 Teams in sieben Ländern, die am X-Price Wettbewerb teilnehmen, befinden sich derzeit sechs in fortgeschrittenem Teststadium. Von diesen Teams ist Scaled Composites allerdings deutlich am weitesten. In einigen Tagen wird aber auch Armadillo Aerospace mit den Testflügen beginnen.

SpaceShipOne führte den ersten raketengetriebenen Flug am 17. Dezember des Vorjahres durch, dem 100. Jahrestag des ersten Motorflugs der Gebrüder Wright. Das Fahrzeug wurde dabei zum ersten privaten, nicht mit Regierungsgeldern gebauten Überschallflugzeug.

Damals war der Raketenmotor 15 Sekunden lang in Betrieb. SpaceShipOne hatte eine Geschwindigkeit von Mach 1,2 und eine Flughöhe von 22 Kilometern erreicht. Bei der Landung kam es zu einem Zwischenfall, als das linke Fahrwerk einknickte, und das Fahrzeug in den sandigen Belag neben der Piste rutschte. Pilot Brian Binnie wurde aber nicht verletzt und auch SpaceShipOne blieb, vom Fahrwerk einmal abgesehen, weitgehend unbeschädigt.

**16.04.2004
Japanischer „Superbird“
startet von Cap Canaveral**

Unterstützt von prächtigem Bilderbuchwetter und einem vollständig problemlosen Countdown startete am Donnerstagabend um 20:45 Uhr amerikanischer Ostküstenzeit (1:45 am Freitag mitteleuropäischer Zeit) eine Lockheed Martin Atlas 2AS mit dem japanischen Kommunikationssatelliten „Superbird 5“. Startort war die Rampe 36A der Cap Canaveral Air Force Station. Sie liegt etwa 12 Kilometer südlich der beiden Shuttle-Startrampen.



Superbird 6 im Orbit –
Künstlerische Darstellung

Die Meteorologen hatten schon drei Tage vor dem Start ideale Wetterbedingungen vorausgesagt, ein seltenes Ereignis für das gewöhnlich von schnellen Wetterwechseln geprägte Florida. Die Vorhersage traf exakt ein und ein wunderbar klarer Himmel erlaubte

es Beobachtern des Starts, dem Aufstieg der Rakete mehrere Minuten lang zu folgen.

Eine gute halbe Stunde nach dem Lift-off setzte der Träger seine Nutzlast exakt auf der vorgesehenen Bahn ab. Damit war der 71. erfolgreiche Start einer Atlas in ununterbrochener Reihenfolge seit dem Jahre 1993 abgeschlossen.

Mit einem Gewicht von etwa 3.170 Kilogramm gehört Superbird zur mittleren Gewichtsklasse bei den Kommunikationssatelliten. Er konnte den vollen Nutzen aus der für diesen Start etwas überdimensionierten Kapazität der Atlas ziehen, die das Raumfahrzeug in einen ungewöhnlichen „Supersynchronen“ Orbit brachte. Diese extrem elliptische

Bahn hat einen niedrigsten Bahnpunkt (Perigäum) von etwa 170 Kilometern über der Erde, während der höchste Bahnpunkt (Apogäum) bei 122.000 Kilometern liegt. Die Inklination betrug beim Absetzen des Satelliten 26,25 Grad zum Äquator.

Die Missionsplaner optierten für diesen Orbit, der am höchsten Bahnpunkt 80.000 Kilometer höher ist als sonst, um für die bevorstehenden endgültigen Bahneinschussmanöver möglichst wenig Treibstoff zu verbrauchen. Dies ist einfach zu erklären: Je höher das Apogäum liegt, desto niedriger ist die Geschwindigkeit an diesem Bahnpunkt. Und desto weniger Treibstoff ist notwendig um Manöver zur Reduzierung der Änderung der Inklination vorzunehmen.

Zwischen dem kommenden Sonntag und dem 5. Mai wird Superbird 6 ein halbes Dutzend Triebwerks-Brennphasen durchführen, um schließlich eine Kreisbahn in 35.600 Kilometern Höhe und eine Inklination von nahezu Null zu erreichen.

Bis Ende Mai werden dann alle Antennen ausgefahren, alle Systeme getestet und der Satellit über seine endgültigen Position gesteuert sein. Etwa gegen Mitte Juni dürfte der Satellit dann in Betrieb gehen. Seine Arbeitsposition wird dann auf 158 Grad östlicher Länge liegen.

Das vom Boeing Unternehmensbereich „Satellitensysteme“ gebaute Raumfahrzeug wird bei Indienststellung in „Superbird A2“ umbenannt. Danach beginnt es seinen für 12 – 15 Jahre terminierten Einsatz.

Eigentümer und Betreiber des Satelliten ist die in Tokio ansässige „Space Communications Corporation“ (SCC). Er soll den im Jahre 1992 gestarteten „Superbird A“ ersetzen. SCC hat noch keine Pläne für den weiteren Einsatz von Superbird A bekannt gegeben. Dieser Satellit hat noch einige Jahre aktive Lebensdauer vor sich und wird wahrscheinlich auf einem Längengrad mit weniger hohem Kommunikationsaufkommen eingesetzt.

Bei Superbird 6 handelt es sich um ein Boeing 601-Modell, das mit Ku- und Ka-Band Transpondern ausgerüstet ist. Er soll Kommunikationsdienste für Japan, Australien, Mikronesien, Hawaii, Taiwan, Korea und Neuseeland leisten. Es ist dies der fünfte Satellit für SCC. Die anderen heißen Superbird A, B2, C und D.

Der Start am Donnerstag war der dritte Einsatz einer Atlas in den letzten drei Monaten. Der nächste Flug einer Atlas 2AS wird am 19. Mai erfolgen. Dann ist ein Satellit der „US Cable Television“ mit der Bezeichnung AMC-11 an Bord. Der Liftoff wird von der Rampe 36B stattfinden.

Der 30. und letzte Start einer Atlas 2AS wird dann im Juni von der Rampe 36A mit einer klassifizierten Nutzlast des National Reconnaissance Office erfolgen.

Danach wird es nur mehr einen einzigen Start von der Anlage 36 aus geben. Anfang 2005 soll die letzte Atlas 3 vom Pad 36B in den Orbit gehen. Mit der „Pensionierung“ der Atlas-Versionen 2 und 3 wird auch die Startanlage 36 außer Dienst gestellt. Die Atlas 2 und 3 Serie wird danach durch die verschiedenen Varianten der Atlas 5 ersetzt. Und die Starten in Cap Canaveral jeweils vom neuen Startkomplex 41.

18.04.2004

China startet zwei Kleinsatelliten

Eine chinesische Trägerrakete vom Typ Long March 2C brachte am Sonntag zwei kleine technologische Demonstrationssatelliten in den Orbit. Der Start erfolgte um 16:59 mitteleuropäischer Zeit vom Startgelände in Xichang in Südwest-China. Der größere der beiden Satelliten mit Namen „Tansuo 1“ wiegt 204 Kilogramm und ist im Wesentlichen ein Erdbeobachtungssatellit. Er wurde vom „Harbin Institute of Technology“ gebaut. Diese Institution wird ihn auch betreiben.



Trägerrakete vom Typ Langer Marsch 2C

Die zweite Nutzlast mit Namen „Naxing 1“ wiegt 25 Kilogramm und wurde von „Aerospace Tsinghua Satellite Technologies“ gefertigt. Betrieben wird diesen Satelliten die Universität von Tsinghua.

Beide Satelliten sind Erprobungsträger für miniaturisierte Komponenten und Subsysteme. Der Start war die erste chinesische Mission des Jahres 2004.

21.04.2004

Expeditionscrew 9 startet zur ISS

Eine Sojus-Trägerrakete mit der nächsten permanenten Crew der Internationalen Raumstation startete am frühen Montagmorgen vom Russischen (aber in Kasachstan gelegenen) Kosmodrom in Baikonur und eröffnete damit die Mission der neunten Expedition zum orbitalen Außenposten.

Der russische Kommandant Gennadi Padalka, NASA-Flugingenieur Michael Fincke und der ESA-Astronaut Andre Kuipers hoben um 04:19 mitteleuropäischer Zeit am Bord von Sojus TMA-4 von der selben Startrampe ab, von der bereits vor 43



Expeditionscrew 9.

Jahren Juri Gagarin zum ersten Weltraumflug in der Geschichte der Menschheit aufbrach.

Trotz eines Schneesturms am Wochenende hatte der Himmel rechtzeitig aufgeklart. Es war allerdings bei Temperaturen um den Nullpunkt immer noch relativ kalt. Der Lift-off erfolgte auf die Sekunde pünktlich, und die Sojus erreichte acht Minuten und 40 Sekunden später einen ersten Übergangsortbit.

Live-Fernsehbilder aus dem Raumfahrzeug während des Starts zeigten, dass alle drei Crew-Mitglieder in guter Stimmung waren. Alle drei lächelten, winkten in die Kameras und verfolgten ihre Checklisten.

Der 45 jährige Padalka und der 37 Jahre alte Fincke, ein Oberstleutnant der US Air Force, werden als neunte Stammcrew ein halbes Jahr an Bord der ISS verbringen. Andre Kuipers wird dagegen am 30. April mit der bisherigen Expeditionscrew 8, dem amerikanischen Kommandanten Michael Foale und Flugingenieur Alexander Kaleri zur Erde zurückkehren.

Padalka ist noch ein Veteran aus den Tagen der russischen Raumstation Mir. 1999 hat er dort 198 Tage verbracht. Fincke dagegen ist ein „Rookie“, ein Astronaut, der zu seinem ersten Flug antritt, ebenso wie Andre Kuipers. Nach einem ruhigen Transferflug dockte die Sojus am 21. April um 7:01 mitteleuropäischer Zeit am Zarya-Modul der Raumstation an. Zu diesem Zeitpunkt flog die ISS gerade über Zentralasien.

Eine der kritischen Aufgaben der Expeditionscrew 9 ist es, die Station für die Aufnahme des von der ESA gebauten „Autonomous Transfer Vehicle (ATV)“ vorzubereiten. Dafür müssen Padalka und Fincke zwei Außenbordmanöver durchführen.

Das erste ATV mit Namen „Jules Verne“ soll im Frühjahr nächsten Jahres an der ISS anlegen. Damit wird die Fähigkeit eröffnet, wesentlich mehr Versorgungsgüter und wissenschaftliches Material zum Außenposten zu bringen als bisher mit den russischen Progress-Kapseln.

Padalka und Fincke bilden nun schon die dritte Zweimann-Crew seit der Columbia-Katastrophe vor einem Jahr: Nachdem der Shuttle nach wie vor nicht im Einsatz ist, gibt es keine Möglichkeit eine Dreimann-Besatzung für längere Zeit zu versorgen. Die russischen Sojus- und Progress-Schiffe haben dafür nicht genügend Leistung.

Und so lange der Shuttle am Boden ist, wird es auch keine Besucher für die Stammbesatzungen der Station geben. In der Dienstzeit von Padalka und Fincke sollen lediglich zwei Progress-Frachter die Station ansteuern.

22.04.2004

Gravity Probe B prüft Relativitätstheorie

„Gravity Probe B“ einer der teuersten und technisch anspruchvollsten Forschungsatelliten die je gebaut wurden, startete am 20. April um 17:57:24 mitteleuropäischer Zeit an Bord einer Boeing Delta 2 7920 vom Startkomplex 2W der Luftwaffenbasis Vandenberg in Kalifornien. Das Startfenster war nur eine Sekunde lang.

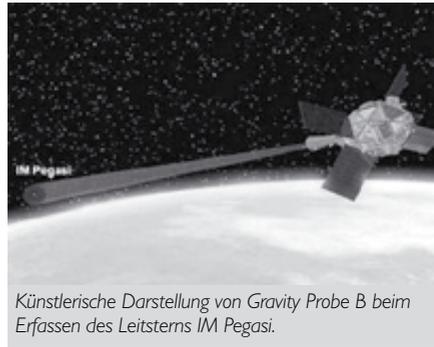
Einen Tag zuvor hatte der Start noch wegen starker Höhenwinde abgesagt werden müssen.

Dieser eine Tag war aber nicht mehr von Bedeutung. Die fertige Raumsonde wartet schon seit vier Jahren auf den Start, aber technische Probleme verhinderten den Beginn dieser komplexen Mission immer wieder.

Die Planung für diesen Forschungsflug geht sogar bis in die ersten Jahre des amerikanischen Raumfahrtprogramms zurück. Schon früh waren die Wissenschaftler von der Möglichkeit fasziniert, mittels eines Raumfahrzeugs die Verwerfung von Raum und Zeit durch die Einwirkung der Gravitation zu messen.

Die bereits 1959 vorgeschlagene Mission war wegen der hochkomplexen Technik erst jetzt möglich geworden. So mussten zum Beispiel Methoden gefunden werden, flüssiges Helium lange Zeit zu lagern. Die Entwicklung der Gyroskope war ein anderes Technologiegebiet, auf dem erst Durchbrüche notwendig waren. Die Gesamtkosten der Mission werden über 700 Millionen Dollar betragen.

Mit seiner im Jahr 1916 veröffentlichten Allgemeinen Relativitätstheorie revolutionierte Einstein das Verständnis von Raum und Zeit. Die Theorie besagt, dass die Zeit und der Raum durch die Präsenz von Materie beeinflusst werden. So können laut Einsteins Theorie schwere Körper, etwa die Erde, aufgrund ihrer natürlichen Anziehungskraft eine Krümmung des Raumes verursachen.



Künstlerische Darstellung von Gravity Probe B beim Erfassen des Leitsterns IM Pegasi.

Ab 1963 hatte die NASA das Projekt als Forschungsvorhaben finanziert. Im Jahre 1976 war mit der Gravity Probe A bereits auf wesentlich einfacherem Niveau ein erster Weltraumtest der Einsteinschen Relativitätstheorie erfolgt. Damals sollte nachgewiesen werden, dass die Zeit unter dem Einfluss der Schwerkraft langsamer vergeht. Gravity Probe A war mit einer Atomuhr ausgerüstet. Die suborbitale Nutzlast war damals von einer Blue Scout-Rakete vom NASA Versuchsgelände in Wallops Island in eine Erdentfernung von 10 000 Kilometer gebracht worden, dort wurde die Zeit mit einer identischen Atomuhr auf der Erde verglichen.

Verglichen mit der kleinen Nutzlast auf der Höhenforschungsrakete von damals ist der jetzige Ansatz um viele Größenordnungen aufwendiger. Getestet werden soll, wie sehr die Erde durch ihre Masse und Rotation den Raum krümmt. Nach Einsteins Vorhersagen dehlt eine große Masse den Raum um sich herum ein, so dass sich andere Objekte auf die Masse zu bewegen. Außerdem soll eine rotierende Masse den Raum mit sich ziehen wie ein sich drehender Löffel den Sirup in einem Glas. Diese Raumverwindung sollen mit der unfassbar genauen Messtechnik der Gravity Probe B erfasst werden.

Während der 18 Monate langen Mission soll Gravity Probe B die Erde auf einer polaren Umlaufbahn in 640 Kilometer Entfernung umkreisen und auch die aller kleinste Veränderung der Erdanziehungskraft messen. Der Satellit ist mit vier kleinen Hochpräzisionskreiseln ausgestattet, die mit einer Genauigkeit von 40 Atomlagen zu perfekten Kugeln gefräst wurden. Sie sind tiefgekühlt auf minus 271 Grad Celsius und in einem Vakuum versiegelt, das noch zehn Mal besser ist als das Vakuum des erdnahen Weltalls in dem sich der Satellit befindet. Einsteins Theorie zufolge sollen die Achsen der mit 10 000 Umdrehungen pro Minute rotierenden Quarzkreisel durch Schwerkraft und Rotation der Erde im Laufe der Zeit ganz leicht kippen.

Das Gewicht des Raumfahrzeugs beträgt etwa über drei Tonnen und es ist in etwa so groß wie ein Lieferwagen. Zunächst findet eine zweimonatige Indienststellungs- und Testphase der Präzisionsinstrumente statt. Danach erfolgt über einen Zeitraum von 13 – 15 Monaten die Datensammlung und danach wird weitere drei Monate lang ein so genannter „Kalibrations-Datensatz“ zur Interpretation der Grunddaten gesammelt.

Die erforderlichen Messgenauigkeiten sind unfassbar: Nur zwei Beispiele, die den Komplexitätsgrad der Mission erahnen lassen: Nach Ablauf der mehr als einjährigen Datenerfassung dürfte sich die kumulierte und mit hochpräzisen Kreiseln gemessene Abweichung aufgrund der Relativitätseffekte auf nur wenige Millibogensekunden kumuliert haben. Eine Millibogensekunde - ein Millionstel Grad - entspricht etwa der Dicke eines menschlichen Haares beobachtet aus 60 Kilometern Entfernung. Das gesamte Instrumentenpaket muss in dieser Zeit auf eine Temperatur gekühlt bleiben, die 1,8 Grad Kelvin nicht übersteigen darf. Und die vier Kreisel, das Herz des gesamten Versuches, rotieren während der gesamten Mission in superflüssigem Helium 2 mit 10.000 Umdrehungen pro Minute.

Die Relativitätstheorie ist eine der beiden Säulen der modernen Physik. Wenn wir aber an sehr kleine Maßstäbe kommen, dann passt sie nicht mit der Quantentheorie zusammen. Ab einem bestimmten Punkt ist die Einsteinsche Relativitätstheorie nicht mehr wirksam. Wo dieser Punkt liegt, wissen wir noch nicht. Gravity Probe B könnte einen ersten Hinweis dafür liefern.



Proton K

27.4.2004 Russischer Nachrichtensatellit gestartet

Eine Trägerrakete vom Typ Proton K - Block DM brachte am frühen Dienstagmorgen einen Telekommunikationssatelliten in den Orbit. Das Vehikel war um 21:37 mitteleuropäischer Zeit vom russischen Weltraumbahnhof Baikonur aus gestartet.

Sechseinhalb Stunden später wurde Express-AM 11, der zweite in einer neuen Serie von insgesamt fünf Express-Satelliten im vorgesehenen Übergangsort abgeliefert.

Express-AM 11 war von der russischen Firma Reshetnev und der französischen Firma Alcatel gebaut worden. Er hat eine geplante Lebensdauer von 12 Jahren. Eigentümer des Raumfahrzeugs ist die „Russian Satellite Communications Company“ (RSCC).

Das Raumfahrzeug trägt eine Nutzlast von 26 C-Band und 4 Ku-Band Transpondern und wird von einer Position in 96,5 Grad östlicher Länge Telekommunikationsdienste für Russland und die Staaten der früheren Sowjetunion bereitstellen.

30.04.2004 ISS Crew sicher gelandet

Nach dem Abschluss des Besatzungstransfers zwischen den ISS-Crews No. 8 und 9 landeten der russische Kosmonaut Alexander Kaleri, der amerikanische Astronaut Michael Foale und Andre Kuipers von der ESA am 30. April um 1:12 mitteleuropäischer Zeit mit Sojus TM-3 in der Steppe von Kasachstan.

Die sichere Landung beendet eine erfolgreiche 195-Tage-Mission im Weltraum, die eine ganze Reihe von Reparaturen an Bord der ISS und einen unvorhergesehenen Weltraum-Ausflug beinhaltete. Foale und Kaleri hatten die ISS Expeditionscrew 8 gebildet, Kuipers war mit der neuen Crew bestehend aus dem russischen Kosmonauten Padalka und dem Amerikaner Fincke neun Tage zuvor zur ISS gekommen.

Nach diesem Flug hat Foale bei 5 Einsätzen insgesamt 374 Tage im Weltraum verbracht. Er ist damit Rekordhalter unter den westlichen Astronauten und der erste, der bisher mehr als ein Jahr im Orbit war: Auf russischer Seite liegen allerdings 15 Kosmonauten vor ihm. Sein Bordingenieur Alexander Kaleri war schon insgesamt 611 Tage im Weltraum. Aber auch mit dieser Leistung ist er nur an fünfter Stelle der von Russland dominierten „Weltraum-Rangliste“.

Mai

04.05.2004 Sea Launch bringt DirecTV 7S in den Orbit

Dutzende von Gemeinden in den USA werden zukünftig Abonnements-Fernsehen über einen neuen Satelliten empfangen können, der am 4. Mai erfolgreich in den Weltraum gestartet wurde. Dort stößt er zu einer Flotte von Spezialsatelliten, welche diese Dienstleistung schon bisher an die amerikanischen Haushalte geliefert hat.

DirectTV 7S, ein Satellit des DirecTV-Konsortiums,

startete um 14:42 Uhr mitteleuropäischer Zeit von der im Zentralpazifik stationierten Odyssey Hochseeplattform des Sea-Launch Konsortiums. Trägerrakete war die bewährte Zenith 3SL, die das Raumfahrzeug eine halbe Stunde später im geosynchronen Übergangorbit ablieferte.

Die Orbitparameter waren mit einem höchsten Bahnpunkt von 35.794 Kilometern über der Erde und einem niedrigsten Bahnpunkt von 200 Kilometern bei Null Grad Bahnneigung zum Äquator genau bei den vorgesehenen Werten.

Das Aussetzen des 5.600 Kilogramm schweren Satelliten beendete die 12. erfolgreiche Mission für das Sea Launch Konsortium in den vergangenen fünf Jahren. Es war dies der 10. erfolgreiche Flug in Serie.

DirecTV 7S wurde von Space Systems/Loral gebaut. Er hat eine Design-Lebensdauer von 15 Jahren und wird sich in den nächsten Tagen selbst in einen kreisförmigen Orbit in 36.000 Kilometern Höhe manövrieren. Seine Einsatzposition wird danach bei 119 Grad westlicher Länge liegen.

DirecTV ist ein Konkurrenzunternehmen zu den Kabel-Fernsehgesellschaften in den USA. Das Unternehmen hat momentan über 12,2 Millionen Kunden.

DirecTV 7S ist der insgesamt achte Satellit in der Flotte des Unternehmens und der zweite der mit Hochleistungs-Spotbeams ausgerüstet ist. Er ist auch der dritte von Loral gebaute Satellit für diesen Kunden. Zwei weitere Raumfahrzeuge dieses Typs sind derzeit noch im Werk Palo Alto, in Kalifornien im Bau, nämlich DirecTV 8 und DirecTV 9S.

DirecTV 7S sollte eigentlich an Bord einer Ariane 5 gestartet werden. Wegen Terminschwierigkeiten im Start-Manifest von Ariospace war das aber nicht möglich und so wurde die Mission im Rahmen eines Transfer-Abkommens von Sea Launch durchgeführt. Das rechtliche Gebilde unter dem das durchgeführt wird ist die „Launch Services Alliance“, die im letzten Jahr von Ariospace, dem Sea Launch Vermarkter Boeing Launch Services und Mitsubishi Heavy Industries mit ihrer H-2A Trägerrakete gegründet wurde.

Die „Launch Services Alliance“ steht im Wettbewerb mit „International Launch Services“, dem gemeinsamen US/Russischen Unternehmen, das vor einem Jahrzehnt gebildet wurde, um die Atlas und Proton Raketen weltweit zu vermarkten. Auch ILS bietet eine gegenseitige Startgarantie an, die es erlaubt, Satelliten zwischen den beiden Raketenfamilien zu tauschen, wenn andernfalls Verzögerungen beim Kunden drohen.

07.05.2004

Mars-Rover auf Großer Fahrt

Die beiden amerikanischen Mars-Rover Spirit und Opportunity haben zwar ihre berechnete Einsatz-Lebensdauer auf dem Mars längst überschritten, sind aber beide nach wie vor in großartiger Verfassung. Spirit hat inzwischen mehr als eine amerikanische Meile zurückgelegt, also über 1.600 Meter und ist nun noch 1.700 Meter vom Fuß der Columbia-Hills entfernt.

Gestern, am Sol 118, also Spirits 118 Tag auf dem Mars, erzielte er eine neue Rekordmarke für eine Tagesfahrt mit einer zurückgelegten Strecke von 92,4 Meter. Opportunity hatte vor einigen Wochen, allerdings auf dem ungleich einfacheren Gelände des Meridiani Planum an einem einzigen Tag 140 Meter zurückgelegt.

Insgesamt hat nun auch Opportunity schon mehr als einen Kilometer Strecke zurückgelegt.

Vor einigen Tagen schon war Opportunity nach einer abschließenden 50-Meter Fahrt an seinem Sol 94 an der Kante des Kraters Endurance angekommen. In den letzten Tagen hat der Rover von dort spektakuläre Bilder zur Erde gesandt. Die Beschaffenheit des Kraterbodens und der Wälle lassen den Wissenschaftlern buchstäblich das Wasser im Munde zusammenlaufen. Der Boden erscheint als wäre er gepflastert. Das bedeutet, dass der Boden nicht aus dem Schutt des Kratereinschlags besteht, sondern offensichtlich aus Sedimentgestein. Das zu untersuchen wäre für die Wissenschaftler äußerst interessant.

Opportunity sitzt derzeit einen halben Meter von der Kraterkante entfernt, mit einer Neigung von 4,7 Grad nach hinten. Die Neigung nach unten direkt vor dem Rover beträgt 18-20 Grad auf eine Länge von etwa 17 Metern. In den nächsten Tagen wird Opportunity den Krater umfahren. Dann wird auch entschieden, ob und wenn ja wo er den Abstieg nach unten wagen soll. Das Hineinfahren in den Krater ist dabei nicht das wesentliche Problem. Die Schwierigkeit besteht vielmehr darin, wieder herauszukommen. Bei dem relativ glatten Untergrund entwickeln bei 20 Grad Steigung die Räder kaum noch Traktion und es könnte dann sein, dass Opportunity bis zum Ende seiner Mission im Krater Endurance gefangen ist. Und das wäre nicht so günstig, denn in der Ebene des Meridiani Planum gäbe es noch viele interessante Punkte anzusteuern. Eines der Ziele mit Top-Priorität ist der nur etwa 250 Meter entfernte Hitzschild des Landers. Für spätere Marsmissionen wäre es wichtig zu sehen, in welchem Zustand er den feurigen Abstieg zur Marsoberfläche überstanden hat.

10.05.2004

Erster Flug des PHOENIX ein voller Erfolg

Der Prototyp eines künftigen wieder verwendbaren Raumtransporters ist am Samstag, dem 8. Mai 2004,



PHOENIX wird ausgeklinkt

sicher auf dem Testflughafen im nordschwedischen Visdel gelandet. Ein Schwerlast-Hubschrauber transportierte PHOENIX auf eine Höhe von 2.400 Metern und klinkte ihn bei einer Geschwindigkeit von 145 Kilometern pro Stunde aus. Nach einem Freiflug mit Spitzengeschwindigkeiten von 450 Kilometern pro Stunde landete PHOENIX punktgenau auf der Landebahn. PHOENIX korrigierte Bahnabweichungen während der Flugphase und beim Aufsetzen automatisch und präzise.

Bei PHOENIX handelt es sich um einen so genannten Technologie-Demonstrator. Eine im Verhältnis 1:7 verkleinerte Nachbildung des möglichen zukünftigen Raumtransporters „HOPPER“. Er dient

vor allen Dingen dazu, reale Daten zum Flug- und Landeverhalten zu gewinnen, die nicht simulierbar sind. Das System HOPPER wird auf einem vier Kilometer langen Magnet-Schwebeschlitten horizontal starten und wird in der Lage sein, Nutzlasten von etwa 7,5 Tonnen in die niedrige Erdumlaufbahn zu bringen. HOPPER soll im Zeitraum 2015-2020 in Dienst gehen.

Bei dem PHOENIX-Flugmodell, einer rund 1.200 Kilogramm schweren Aluminiumkonstruktion, sind die Trag- und Steuerungsflächen mit einer Spannweite von 3,9 Metern so klein wie möglich gehalten. Der Rumpf des PHOENIX dient während der Testflüge als Stauraum für das Avionik-, Navigations- und Datenübertragungssystem sowie für die Energieversorgung.

Ziel der PHOENIX-Flugerprobung sind Erkenntnisse über das Verhalten des Fluggerätes während eines steilen Landeanflugs und dem automatischen Aufsetzen auf der Erde. In den nächsten Tagen sind drei weitere Testflüge geplant. Daran schließt sich die umfangreiche Datenauswertung an. Auf der Basis der dann gewonnenen Informationen wird das System dann optimiert, und für Flüge aus größerer Höhe vorbereitet. Das könnten Abwürfe aus Stratosphären-Ballons oder von Überschallflugzeugen sein. Die Abwurfhöhe könnte bis zu 25 Kilometern betragen. Mittelfristig soll PHOENIX auch mit einem eigenen Antriebssystem ausgerüstet werden. Die Kosten dieses Experimentalsystems betragen rund 16 Millionen Euro.

13.05.2004

New Mexico wird jährlichen X Prize Cup austragen

Aller Voraussicht nach wird in diesem Jahr der Sieger des X-Price-Wettbewerbs die Preisgeldsumme von 10 Millionen Dollar kassieren. Nach derzeitigem Ermessen können das nur die Gebrüder Rutan von Scaled Composites mit ihrem SpaceShipOne sein. Sie können wohl höchstens noch durch einen Unfall aufgehalten werden.

Gewonnen wird der X-Price von derjenigen privaten Organisation, der es gelingt, innerhalb von zwei Wochen mit demselben Raumfahrzeug zweimal eine Höhe von mindestens 100 Kilometern zu erreichen. Die beiden Flüge müssen vor dem 1. Januar 2005 erfolgen.

Nach den Statuten des X-Preises gibt es für die nachfolgenden Platzierungen keine Preisgelder. Aus diesem Grunde, und um den Wettbewerbszweck des X-Prices am



PHOENIX-Flugmodell nach der Landung.



X-Price Trophy

Leben zu erhalten, hat die X-Price-Stiftung schon vor einiger Zeit die Austragung eines jährlich stattfindenden „X Price Cups“ angekündigt. Jetzt sind Austragungsort und Austragungsmodus offiziellisiert worden.

Der X-Price Cup soll im Sommer 2006 zum ersten Mal stattfinden. Veranstaltet wird der Wettbewerb im amerikanischen Bundesstaat New Mexiko und zwar angrenzend an das Rake-

testengelände von White Sands. Dort steht ein fast 50 Quadratkilometer großes Gelände für diesen Zweck zur Verfügung. Der Bundesstaat New Mexico verpflichtet sich, die Errichtung der dafür notwendigen Infrastruktur durchzuführen. Für diesen Zweck sind vorab schon einmal 9 Millionen Dollar freigegeben worden. Weitere Geldmittel sollen später zugeordnet werden.

Schon im Sommer nächsten Jahres wird am zukünftigen Wettbewerbsstandort eine öffentliche Raumfahrtausstellung stattfinden bei der auch möglicherweise einige der zukünftigen Cup-Vehikel bereits fliegen werden.

Die Entscheidung zugunsten der Durchführung eines jährlichen Wettbewerbs basiert auf einigen Entwicklungen aus der jüngsten Zeit. Zunächst hat der X-Price unerwartet eine Reihe neuer Sponsoren erhalten, die jeweils „namhafte siebenstellige Summen“ eingebracht haben, wie es heißt. Unter ihnen der Veranstalter der Champ Car World Series. Die beiden iranisch-stämmigen Unternehmer Anousheh und Amir Ansari haben sogar einen derart hohen Beitrag geleistet, dass daraufhin der X-Price in „Ansari X Prize“ umbenannt worden ist.

Die zweite wesentliche Entwicklung besteht darin, dass eine ganze Reihe von Teams zwar signifikante Fortschritte mit ihren Projekten gemacht haben, die aber nicht ausreichen werden, um zum einen die Gebrüder Rutan zu schlagen oder aber das Zieldatum des 1. Januar 2005 einzuhalten. Vor allem das Kanadische Da-Vinci-Team und das amerikanische Unternehmen Armadillo sind mit ihren Originalfahrzeugen inzwischen in der kritischen Testphase, und werden die Flugerprobung in Kürze aufnehmen.

27 Teams haben sich für den Ansari X-Price-Wettbewerb angemeldet, allesamt potentielle Teilnehmer auch am X-Price Cup.

Für diese Cup-Wettbewerbe wird es zunächst fünf Kategorien geben:

- Schnellste Zeit für die Absolvierung von zwei Flügen
- Maximale Anzahl von Passagieren pro Flug
- Gesamtzahl von Passagieren während des Wettbewerbs
- Größte erreichte Höhe
- Schnellste Zeit vom Start bis zur Landung

In jeder Kategorie werden Punkte vergeben. Am Schluss wird es Gewinner in den Einzelkategorien und in der Gesamtwertung geben. Außerdem wird eine Trophy vergeben, ein Wanderpokal, der für ein Jahr beim jeweiligen Gewinner verbleibt.

14.05.2004

Mike Melville an der Schwelle zum Weltraum

Raumschiff-Konstrukteur Burt Rutan, seine Firma Scaled Composites und deren Testpilot Mike Melville sind bei ihrem Vorhaben, als erstes Privatunternehmen einen Menschen in den Weltraum zu senden einen großen Schritt vorwärts gekommen.

Das von Microsoft Mitbegründer und Milliardär Paul Allen finanzierte Raumfahrzeug „SpaceShipOne“ erreichte während eines Testflugs über der kalifornischen Mojave-Wüste eine Flughöhe von 65 Kilometern.

Seit den Flügen der X-15, mit der die US-Air Force und die NASA in den 60iger Jahren Flugversuche unternahm, ist - vom milliardenteuren Shuttle einmal abgesehen - weltweit kein wieder verwendbares, bemanntes System in diese Bereiche vorgestoßen. Die drei Exemplare der X-15 hatten bei insgesamt 199 Flügen 37mal eine Höhe von 65 Kilometern überschritten.

Scaled Composites ist nur eines von insgesamt 27 Unternehmen aus verschiedenen Ländern, die momentan um den X-Price kämpfen.

Der Rekordflug begann am Donnerstag, dem 13. Mai, um 7:41 Ortszeit. Um diese Zeit startete die



SpaceShipOne am Gipfelpunkt seiner Parabel-Bahn. Aufgenommen von einer Kleinkamera am rechten Flügel



Nach dem Flug berichtet Mike Melville (rechts) an Burt Rutan (links)

Kombination aus White Knight Trägerflugzeug mit SpaceShipOne unter dem Rumpf von der Runway des Mojave Airport. 50 Minuten nach dem Abheben hatte das Gespann eine Höhe von 14.600 Metern erreicht. Brian Binnie am Steuer des White Knight drückte auf den Auslösehebel und gab SpaceShipOne mit Mike Melville an den Kontrollen frei.

Nach einem freien Fall von 10 Sekunden zündete Melville das Triebwerk. Der Hybrid-Motor lief für 55 Sekunden. In einer Höhe von 49 Kilometern bei einer Geschwindigkeit von ca. 2.600 Stundenkilometern stellte Melville den Motor wieder ab. Danach stieg das Fahrzeug antriebslos bis zur Gipfelhöhe weiter.

Nach dem Flug berichtete der 62-jährige Mike Melville: „Die Beschleunigung war enorm. Es ging sehr, sehr schnell fast senkrecht aufwärts“. Am Scheitelpunkt seiner ballistischen Flugkurve, in 40,3 Meilen Höhe, das sind 64,5 Kilometer; war Melville für ungefähr zwei Minuten schwerelos. Laut der etwas subjektiven NASA-Definition wird ein Mensch zum Astronauten, wenn er eine Flughöhe von 50 Meilen überschreitet.

Für den Gewinn des X-Price muss eine Höhe von 62,5 Meilen erreicht werden, das Äquivalent von 100 Kilometern.

Scaled Composites kündigte inzwischen an, nur noch einen weiteren Testflug durchzuführen. Dieser Einsatz dürfte dann in eine Höhe von ca. 80 Kilometer gehen und etwa in der ersten Juni-Woche stattfinden.

Beobachter gehen davon aus, dass danach der erste der beiden X-Price-Wettbewerbsflüge am Sonntag, dem 4. Juli, dem amerikanischen Nationalfeiertag stattfinden könnte.

19.05.2004 Vorletzte Atlas 2AS

bringt AMC II in den Orbit

Obwohl sich ihre Pensionierung schon am Horizont abzeichnet, hält Lockheed Martins Atlas 2AS ihre tadellose Startstatistik weiter aufrecht. Am Mittwoch, dem 19. Mai, brachte sie einen Telekommunikationsatelliten in den Orbit, der Fernsehprogramme an Kabelgesellschaften liefern soll.

Der Countdown verlief problemlos, von einer halbstündigen Pause einmal abgesehen, die sich die Techniker in Denver erbeten hatten, um noch einmal die Testdaten einer anderen Rakete durchzugehen. Der Start erfolgte schließlich um 23:22 mitteleuropäischer Zeit, das ist 17:22 Ortszeit, von der Startrampe 36B der Cap Canaveral Luftwaffenbasis in Florida.

Diese vorletzte Mission der Atlas 2AS, der ältesten und schwächsten Version der im Einsatz befindlichen Atlas-Varianten, war dem Transport des 2,5 Tonnen schweren AMC-II Satelliten in den geosynchronen Transferorbit gewidmet. 28 Minuten nach dem Liftoff wurde der Start mit dem erfolgreichen Aussetzen des Satelliten abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt befand sich die Kombination von Zweitstufe und Satellit gerade über Zentralafrika.

Die Atlas 2AS ist mit vier Thiokol-Feststoff-Zusatzboostern ausgerüstet, die sie auffallend von anderen Atlas-Versionen unterscheidet. Sie ist seit dem Jahre 1993 im Dienst und hat bei ihren insgesamt 29 Einsätzen eine 100-prozentige Erfolgsrate. Überhaupt ist das gesamte Programm aller Atlas-Varianten ungenügend erfolgreich. Bei den bisher stattgefundenen 72 Starts aller Versionen der Atlas 2, 3 und 5 kam es zu keinem einzigen Fehlstart.

Wenn AMC-II in einigen Monaten seinen Dienst antritt, wird der Satellit eine bedeutende Schaltstelle für Kabelfernseh-Nutzer in ganz Nordamerika werden.

Dutzende von Fernseh-Anstalten, wie zum Beispiel Discovery Channel, Lifetime Television, The Movie Channel, MTV, Nickelodeon, The Science Channel, Showtime, The Learning Channel, TV Land, VH-1 und The Weather Channel senden ihre Programme an AMC II und werden dann von diesem landesweit an die verschiedenen Kabelgesellschaften übertragen. Insgesamt wird der Satellit 80 Millionen Haushalte mit Kabelfernsehen beliefern.

AMC-II wurde von der Trägerrakete auf einem elliptischen Übergangorbit abgesetzt. Der höchste Bahnpunkt betrug 35.750 Kilometern der niedrigsten Bahnpunkt 186 Kilometer. Die Inklination betrug 12,4 Grad zum Äquator. In den kommenden Tagen wird der Satellit sein eigenes Triebwerk einsetzen um den Orbit in 35.750 Kilometern Höhe zu

zirkularisieren, und die Inklination auf Null Grad zu bringen. Die Controller werden den Satelliten danach vorübergehend auf eine Position über dem westlichen Längengrad 146 manövrieren und dort die Funktionstests durchführen. Nach Abschluss der Tests wird der Satellit nach 131 Grad West transferiert.



AMC 11

AMC-11 und sein Zwillingsbruder AMC-10, der bereits im Februar gestartet worden ist, ersetzen Satcom C-4, der sich dem Ende seiner wirtschaftlich nutzbaren Lebensdauer nähert. Die AMC-Satelliten erzeugen etwa 20 Prozent mehr Energie als die Satcoms, die sie ersetzen. Das Satellitenpaar war von Lockheed Martin auf Basis des A2100 Satellitenbusses gebaut worden. Jeder der beiden Raumflugkörper trägt 24 C-Band Transponder.

Die Atlas-Crew am Cape Canaveral hat aber jetzt noch keine Zeit den Erfolg zu feiern, denn die Startkampagne für die 30. und letzte Atlas 2AS hat bereits begonnen.

Die Rakete war vor einigen Tagen vom Herstellerwerk – Lockheed Martin in Denver – zum Cape geliefert worden. Die erste Stufe wurde am 20. Mai an der Rampe 36A errichtet. Die Rakete soll am 30. Juni mit einer geheimen Nutzlast National Reconnaissance Office in den Weltraum starten.

Diese Mission wird dann der endgültig letzte Flug der gesamten Atlas 2-Serie sein, welche die Varianten 2, 2A und 2AS umfasst.

Die Atlas 3-Serie, ein Übergangsmodell zwischen der Atlas 2 und der neuen Atlas 5, die hauptsächlich deswegen konzipiert worden war, um das russische RD-180 Triebwerk im Flug zu testen, hat ebenfalls nur noch einen Einsatz vor sich. Dieser Flug soll im Januar nächsten Jahres wieder von der Rampe 36B am Cap Canaveral in den Weltraum gehen. Das ist dann gleichzeitig auch der letzte Start, der von der Startanlage 36 mit seinen zwei Rampen erfolgen wird. Seit den frühen 60iger Jahren sind hier hunderte von Atlas-Raketen in den Orbit geschickt worden.

In Zukunft wird Lockheed Martin ausschließlich die verschiedenen Versionen der Atlas 5 einsetzen. Und diese Raketen werden ausschließlich vom neuen Startkomplex 41 auf die Reise ins All gehen.



Rocsat 2

**20.05.2004
Taiwans Rocsat 2 sicher im Orbit**

Die erste Taurus XL Träger-rakete, eine Kombination aus der vom Flugzeug startenden Pegasus XL und der bisherigen Standard-Taurus brachte den Erdbeobachtungssatelliten ROCSAT 2 im

Auftrag der taiwanesischen Weltraumbehörde in den Orbit.

Nach einem ereignislosen Countdown, der wie am Schnürchen ablief, startete die vierstufige Rakete sekundengenau um 18:47 Uhr mitteleuropäischer Zeit (10:47 kalifornischer Ortszeit) von der Startrampe 576E der Vandenberg Luftwaffenbasis in Kalifornien.

Vierzehn Minuten später beendete der Träger seine Mission erfolgreich mit dem Aussetzen des Satelliten im Orbit.

Der Start an diesem Donnerstag war von einiger Bedeutung. Es ging nicht nur um die Einführung der XL-Version der Taurus, sondern um die Reputation der Taurus-Familie überhaupt, nachdem der letzte Start vor fast drei Jahren in einem Fehlschlag geendet hatte. Diese Mission im September 2001 scheiterte, weil der Steuermechanismus der zweiten Stufe eine Fehlfunktion aufwies. Dadurch erreichte die Rakete nicht genügend Geschwindigkeit und gelangte dadurch nicht in den vorgesehenen Orbit.

Das System wurde danach ausgetauscht. Jetzt wird ein Design verwendet, der aus dem amerikanischen Raketenabwehrsystem stammt, dem so genannten „Ground-based Midcourse Defense Segment Missile Program“. Dieses Design arbeitete beim Start der Taurus XL jetzt fehlerlos.

Die XL-Version der Taurus verwendet eine verlängerte Zweit- und Drittstufe, die mit mehr Treibstoff gefüllt sind. Dadurch wird die Gesamtleistung des Trägers um 25 Prozent verbessert.

Der 800 Kilogramm schwere Rocsat 2-Satellit wurde von Astrium in Frankreich und Deutschland gebaut. Es ist dies schon der zweite Erdbeobachtungssatellit für Taiwan.

Der Satellit soll meteorologische Daten liefern, und dabei insbesondere das Phänomen der „Red Sprites“ beobachten. Das sind Blitze, die statt nach unten in Richtung Weltraum gehen. Darüber hinaus soll Rocsat 2



Taurus XL mit Rocsat 2

aber auch landwirtschaftliche Projekte unterstützen, Umweltbeobachtungen machen, Daten für die Gebietsreform in Taiwan liefern und Naturkatastrophen beobachten.

Die Lebensdauer des Satelliten wird auf fünf Jahre veranschlagt.

Das zukünftige Start-Manifest für die Taurus ist recht dünn. Derzeit sind nur zwei Starts für die NASA geplant: Im August 2007 das „Orbiting Carbon Observatory“ und im Dezember desselben Jahres der „GLORY“-Satellit.

25.05.2004

ISS-Versorgungsschiff erfolgreich gestartet

Ein russisches Frachtraumschiff, beladen mit Versorgungsgütern für die Internationale Raumstation, startete am 25. Mai in den Orbit. Der Lift-off erfolgte um 13:34 mitteleuropäischer Zeit vom russischen Kosmodrom in Baikonur. Neun Minuten nach dem Start hatte das Raumfahrzeug einen Übergangorbit erreicht. Gleich danach wurden die Solargeneratoren entfaltet und die Navigationsantennen ausgefahren.

Im Rahmen des ISS-Programms trägt das Fahrzeug den Namen Progress 14P, die Bezeichnung für die vierzehnte Progress-Mission zum Außenposten. In der russischen Terminologie wird das Versorgungsschiff allerdings als Progress M-49 bezeichnet, denn hier werden auch die Flüge zur alten Raumstation Mir mitgezählt.

Das vollautomatische Anlegemanöver um 15:55 mitteleuropäischer Zeit am Zvezda-Modul der Raumstation verlief problemlos. Wenige Stunden später begannen Mike Fincke und Gennadi Padalka mit dem Entladen des Versorgungsschiffes.

Der Docking-Port des Zvezda-Moduls war einen Tag vor dem Start von Progress 14P geräumt worden. Bis dahin war er mit Progress 13P belegt gewesen. Die Astronauten hatten diese ältere Progress zuvor noch mit Abfällen und nicht mehr benötigter Ausrüstung aus der ISS beladen.

Nach der Trennung von der Raumstation wird die russische Bodenstation mit Progress 13P noch eine Woche lang Tests durchführen, um neue Verfahren für die Lagekontrolle und Treibstoff sparende Anflugmanöver zu erproben. Von diesen Testdaten werden zukünftige Versorgungsflüge profitieren.

Am 3. Juni schließlich wird Progress 13P den so genannten „Deorbit-Burn“ durchführen. Ein Brennanöver, das die Orbitgeschwindigkeit des Frachters soweit reduziert, dass er die Umlaufbahn verlässt und einen kontrollierten, destruktiven Eintritt in



Startvorbereitungen für Progress 14P

die Erdatmosphäre durchführt. Progress 13P wird dann 30 Minuten nach dem „Deorbit-Burn“ in einer Höhe von 100 Kilometern über dem Zentralpazifik verglühen.

Nach wie vor ist die US Shuttle-Flotte in der Folge des Columbia-Unfalls auf dem Boden. Mit der Wiederaufnahme der Flüge ist nicht vor Frühjahr nächsten Jahres zu rechnen. Damit hängt die Versorgung der Raumstation jetzt schon das zweite Jahr komplett von den Flügen der russischen Progress-Schiffe ab.

Die derzeitige Besatzung befindet sich seit vier Wochen an Bord der Station. Fincke und sein Kommandant Padalka werden noch fünf weitere Monate Dienst tun, bis sie im November von der Expeditionscrew 10 abgelöst werden.

Juni

03.06.2004

SpaceShipOne: Mission to Space am 21. Juni

Am 21. Juni wird Scaled Composites mit seinem X-Price Vehikel „SpaceShipOne“ den Versuch unternehmen, eine Flughöhe von 100 Kilometern zu erreichen. Der Pilot für diesen Flug wird erst kurz vor dem Rekordversuch bestimmt werden.

Bei drei vorausgegangenen Raketenflügen mit dem SpaceShipOne hatten Brian Binnie, Pete Siebold und Mike Melville jeweils schon Rekorde für zivile Raketenflugzeuge erzielt. Zuletzt hatte Mike Melville am 13. Mai eine Flughöhe von 64,5 Kilometern und eine Geschwindigkeit von 2.600 Kilometern pro Stunde erreicht.

Der Flug am 21. Juni ist der erste Einsatz, den Scaled Composites im Voraus ankündigt. Bei allen bisherigen Flügen war das nicht der Fall gewesen. Trotzdem hatten sich auch zu diesen Versuchen



Space Ship One wird für den Flug am 21. Juni vorbereitet

schon immer große Zuschauermengen eingefunden. Für den Flug am 21. Juni werden in Mojave, dem Einsatzflughafen von SpaceShipOne und seinem Trägerflugzeug White Knight, mehrere zehntausend Zuschauer erwartet. Schon Stunden nach der Ankündigung von Burt Rutan, dem Inhaber von Scaled Composites, waren alle Hotels und Motels im weiten Umkreis um Mojave ausgebucht.

Der Versuch wird in den frühen Morgenstunden stattfinden. Zunächst wird SpaceShipOne unter dem Bauch des White Knight-Trägerflugzeugs auf eine Höhe von etwa 14.500 Metern geschleppt. Dann wird das kleine Raketenflugzeug ausgeklinkt, und der Pilot zündet das Hybrid-Triebwerk für etwa 80 Sekunden. Bei Brennschluss wird eine Flughöhe von etwa 65 Kilometern und eine Geschwindigkeit von 3.600 Stundenkilometern erreicht sein. Das Vehikel wird danach antriebslos bis in eine Höhe von 100 Kilometern steigen. Erst dann wird die gesamte Geschwindigkeit aufgezehrt sein und der Fall nach unten beginnt. Insgesamt soll der ganze Einsatz nicht mehr als etwa 85 Minuten dauern.

Der Flug am 21. Juni gilt jedoch noch als Testflug. Es handelt sich also noch nicht um einen Wettbewerbseinsatz für das Erreichen des X-Price. Dieser Flug, der nach den Statuten des X-Price nicht später als zwei Wochen nach dem ersten Flug wiederholt werden muss, soll zu einem noch nicht genannten Zeitpunkt nach dem 21. Juni stattfinden.

**10.06.2004
Zenith 2 bringt russischen
Militärsatelliten in den Orbit**

Nach mehrfachen Verzögerungen in den letzten Monaten brachte am frühen Donnerstagmorgen eine Zenith 2 einen klassifizierten russischen Militärsatelliten von Baikonur aus in den Orbit. Der Start erfolgte um 02:28 Uhr mitteleuropäischer Zeit. Die Trägerrakete gab den Satelliten um 02:41 Uhr in einer niedrigen Erdumlaufbahn frei.

Das Raumfahrzeug trägt die Bezeichnung Kosmos

2406. Dieser Name ist vor einigen Monaten schon einmal einem Militärsatelliten gegeben worden, wodurch es zu einiger Konfusion gekommen ist. Bei dem Satelliten handelt es sich vermutlich um einen Elektronischen Aufklärungssatelliten vom Typ Tselina 2. Das Gewicht dieser Satelliten beträgt etwa 3.200 Kilogramm.

Die in der Ukraine gebaute, zweistufig Zenith ist ein hoch automatisiertes Startvehikel, das seine ersten Einsätze in der Mitte der 80iger Jahre hatte. Nach einer Reihe spektakulärer Fehlstarts zu Beginn seiner Einsatzzeit entwickelte sich der Träger in den folgenden Jahren zu einem zuverlässigen Einsatzfahrzeug.

Eine dreistufige Version der Zenith wird von der Firma Sea Launch vermarktet, um kommerzielle Nachrichtensatelliten von einer seegestützten Plattform im Zentralpazifik aus in den Orbit zu bringen.

**12.06.2004
Cassini passiert Phoebe
in 2.068 Kilometern Abstand**

Mit dem Vorbeiflug am Saturn-Mond Phoebe hat die Raumsonde Cassini ihren ersten Forschungsauftrag in ihrer vierjährigen Tour durch das Saturn-System durchgeführt. Das Deep-Space-Network der NASA erhielt die Bestätigung heute um 7:52 amerikanischer Westküstenzeit. Das Raumfahrzeug arbeitet normal und ist in ausgezeichneter Verfassung.

Während der auf vier Jahre angesetzten Primärmision wird Cassini den Saturn 76mal umkreisen, und dabei 52 nahe Vorbeiflüge an sieben von Saturns 31 bekannten Monden durchführen.

Unten: Phoebe aus 32.500 Kilometern Entfernung

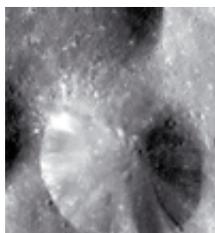


Obwohl dies der erste Vorbeiflug der gesamten Saturn-Tour ist, ist es doch die einzige Möglichkeit, Phoebe zu erkunden. Der Mond befindet sich weitab vom Planeten, und wenn die Raumsonde erst einmal in eine Umlaufbahn eingeschwenkt ist, wird sie nicht wieder in diese entfernten Außenbereiche des Saturn-Systems kommen.

Cassini flog am Freitag, dem 11. Juni in einer Entfernung von nur 2.068 Kilometern an dem dunklen Mond vorbei. Das Raumfahrzeug richtete seine Instrumente während des Vorbeifluges auf den Mond. Mehrere Stunden später richtete das Raumfahrzeug die Antenne zur Erde aus und begann mit der Datenübermittlung. Das Signal wurde von den Antennen des amerikanischen Deep Space Network in Madrid und in Goldstone, in der kalifornischen Mojave-Wüste aufgefangen.

Während des Vorbeifluges flog die Raumsonde mit einer Geschwindigkeit von 20.900 Kilometern pro Stunde relativ zum Saturn. Es war nach 23 Jahren zum ersten Mal, dass eine Raumsonde Phoebe beobachtete. Beim Vorbeiflug von Voyager 1 im Jahre 1981 war der kleine Begleiter des Saturn aus einer Entfernung von 2,2 Millionen Kilometern beobachtet worden, also aus 1000mal größerem Abstand als heute.

Als Phoebe im Jahre 1898 entdeckt wurde, war er Saturns äußerster Mond. Das änderte sich erst mit der Entdeckung einiger kleinerer Monde im Jahre 2000. Phoebe ist beinahe viermal so weit vom Saturn entfernt wie sein nächster größerer Nachbar, Japetus, und ist substanziiell größer als jeder der anderen Monde, die in vergleichbaren Entfernungen von Saturn kreisen.



Detail aus 11.900 km Entfernung

Bei einem Durchmesser von 220 Kilometer rotiert er alle neun Stunden und 16 Minuten um seine Achse. Eine Umrundung des Saturn dauert 18 Monate. Alle Monde des Saturn mit Ausnahme von Phoebe und Japetus umkreisen den Planeten in der Nähe der Äquatorachse. Phoebe's Orbit dagegen

ist hochexzentrisch und überdies rückläufig. Ganz offensichtlich handelt es sich bei Phoebe um ein eingefangenes Objekt des Kuiper-Gürtels.

Nach dem Vorbeiflug an Phoebe ist Cassini auf direktem Kurs zum Saturn. Am 16. Juni ist ein letztes Bahn-Korrekturmanöver geplant. Am 1. Juli findet dann das kritische Einbremsmanöver in den Saturn-

Orbit statt. Dafür muss eines der beiden Haupttriebwerke von Cassini für 96 Minuten feuern.

17.06.2004

Proton startet Intelsat 10-02

Der Satellitenoperator Intelsat, der in diesem Jahr sein 40jähriges Bestehen feiert, setzte eine russische Proton M-Rakete ein, um in der Nacht von Mittwoch auf Donnerstag seinen bislang größten und leistungsfähigsten Satelliten vom Kosmodrom in Baikonur in den Weltraum zu bringen.

Intelsat 10-02 verließ an der Spitze der Trägerrakete die kasachische Steppe um 23:27 mitteleuropäischer Zeit für den neunstündigen Transfertrip in die geosynchrone Übergangsbahn. Die Mission wurde vom Launch Provider „International Launch Services“ gemanagt, der die russische Proton und die amerikanische Atlas-Rakete vermarktet. ILS wurde vom amerikanischen Luft- und Raumfahrtkonzern Lockheed Martin und der russischen Firma Chrunitschew gegründet.

Die dritte Stufe der Proton gab die vierte Stufe vom Typ „Breeze M“ und den daran befestigten Satelliten neun Minuten nach dem Start in einer niedrigen Erdumlaufbahn frei. Gleich danach feuerte die Breeze M, um ein erstes Bahnanpassungsmanöver durchzuführen

In den darauf folgenden sechs Stunden zündete der Breeze-Daorf weitere vier mal, um den über fünf Tonnen schweren Intelsat-Satelliten nach und nach in eine äquatoriale Bahn mit einem höchsten Bahnpunkt von 36.500 Kilometern und einem niedrigsten Bahnpunkt von 4.000 Kilometern zu bugsieren.

Die Freigabe des Satelliten von der vierten Stufe der Trägerrakete erfolgte schließlich 9 Stunden und 10 Minuten nach dem Abheben.

Der Satellit wird sich jetzt in den folgenden Tagen selbst in einen kreisförmigen Orbit in 35.600 Kilometern Höhe bringen. Die vorgesehene Orbitposition über dem Äquator wird bei 1 Grad westlicher Länge liegen. Danach beginnt eine ausgedehnte Testphase, die sich bis in den August hinein erstrecken wird. Ab dann aber wird Intelsat 10-02 Fernsehprogramme, Internet-Services und andere Telekommunikations-Dienstleistungen für Europa, Afrika und den Mittleren Osten bereitstellen. Bei Bedarf kann der Satellit aber auch die Amerikanische Ostküste und Indien erreichen. Mit größerer Leistungsfähigkeit und einer verbesserten Reichweite



Intelsat 10-02 startet mit einer Proton M

wird dieser Intelsat der neuesten Generation den älteren Intelsat 707 ablösen, der sich gegenwärtig auf der 1 Grad West Position befindet. Intelsat 707 wird ab August in einem Slot mit geringerem Kommunikationsaufkommen Dienst tun.

Intelsat 10-02 wurde von EADS Astrium auf Basis des Eurostar 3000 Bus-Designs gebaut. Seine nominelle Lebensdauer beträgt 13 Jahre. Das Kommunikationspaket beinhaltet 45 aktive C-Band Transponder und 16 aktive Ku-Band Transponder.

Die Kommunikationsnutzlast und die Struktur wurden in England gefertigt. Solargeneratoren, Antennen, Repeater und Triebwerke stammen aus Deutschland, Italien und Kanada und Komponenten der Elektronik-Ausrüstung wurde in Spanien produziert. Aus Frankreich stammt die Avionik. Dort wurden auch die Endmontage und die Tests durchgeführt.

Für ILS war dies der 6. Start im Jahre 2004 und der 8. seit Dezember. Es waren dies sechs Atlas-Flüge und zwei mit der Proton. Der nächste Einsatz der Atlas ist für den 30. Juni geplant. Diese Mission wird aber nicht unter der Ägide von ILS ablaufen. Vielmehr wird bei diesem Flug eine klassifizierte Nutzlast des Verteidigungsministeriums in den Orbit gebracht. Der nächste Proton-Start läuft dagegen wieder über ILS, wenn der Kommunikationssatellit Amazonas am 25. Juli gestartet werden soll.

22.06.2004

SpaceShipOne: Kurztrip in den Weltraum

Gestern hat SpaceShipOne, das X-Price Vehikel der Firma Scaled Composites in einem riskanten Flug mit vielen Zwischenfällen als erstes privates bemanntes Raumfahrzeug die Schwelle zum Weltraum erreicht.

Die Mission begann kurz nach Sonnenaufgang. Etwa gegen fünf Uhr morgens war die Kombination aus White Knight, dem Trägerflugzeug des Raumschiffs, und dem unter dem Bauch der großen Maschine aufgehängten SpaceShipOne aus dem Hangar von Scaled Composites herausgerollt, und zur Tankposition auf dem Vorfeld geschleppt worden. Die Betankung dauerte etwa 25 Minuten. Erst dann kletterte Mike Melville in sein kleines Raumschiff und einige Minuten später ließ Matt Stinemetz, der Copilot des White Knight, die beiden Triebwerke an. Die futuristisch aussehende Kombination setzte sich langsam in Bewegung und rollte den Taxiway zum Ende der Runway 30 hinunter.

Um 6:46 Uhr Ortszeit gab Brian Binnie am Steuer des White Knight Vollschub, zündete die Nachbrenner, mit infernalischem Lärm donnerte das Gespann



SpaceShipOne kurz nach der Triebwerkszündung. Rechts ist noch der White Knight zu sehen.

die Runway hinunter, und war um 6:47 Ortszeit schließlich in der Luft. In weiten Kreisen schraubte sich der White Knight danach eine Stunde lang höher und höher, um die geplante Abwurfposition in 14.800 Metern Höhe zu erreichen

Um 6:50 war die Abwurfposition in 14.500 Meter Höhe über der „Restricted Airspace“ der südlich von Mojave gelegenen Edwards Airforce Base erreicht und nach einem kurzen Countdown klinkte Matt Stinemetz das kleine Raumschiff aus.

SpaceShipOne war mit etwa 300 Kilogramm Polybutadien und etwa 1.500 Kilogramm Stickstofftetroxid beladen. Genug, um das kleine Raumschiff auf eine Höhe von maximal 112 Kilometern zu bringen.

Melvilles zahllose Trainingsstunden im Simulator zahlten sich sofort nach der Zündung aus, denn, so berichtete er „Sofort nach der Zündung gab es einige Probleme, die hatten wir mit der Maschine noch nie gehabt“. Und weiter erzählte er: „Dieses Mal, gleich nachdem ich das Triebwerk gezündet hatte, rollte das Vehikel scharf um 90 Grad nach links. Ich trat in das Ruderpedal und dann rollte es genauso scharf 180 Grad nach rechts. Und so was hat das Ding noch nie, wirklich nie zuvor getan. In dem Moment langte ich zum Abbruchknopf, um das Triebwerk sofort abzuschalten, wenn ich jetzt die Kontrolle verlieren sollte. Aber es gelang mir wieder, die Maschine auszurichten und ich veränderte die Trimmung um den richtigen Steigwinkel zu bekommen.

Danach lief es ziemlich ruhig weiter“, fuhr Melville fort. „Wenn das Triebwerk schließlich den flüssigen Treibstoff aufgebraucht hat, wird der gasförmige Rest verarbeitet. Man hat dann das Gefühl in einem Sportwagen mit defekter Kupplung zu sitzen. Es gurgelt, stampft und läuft sehr ruckartig. Mal viel Schub, mal wenig Schub, mal viel Schub. Das ist

recht beunruhigend, denn die Maschine beginnt zu schlingern und man hat erheblich Probleme, damit fertig zu werden.

Dann, fast schon bei Brennschluss, versuchte ich die Nase ein wenig nach oben zu trimmen, um mehr Höhe zu gewinnen. Und das war der Punkt, an dem das Problem mit der Trimmung auftauchte“.

Bei Unterschallgeschwindigkeit kontrolliert der Pilot des SpaceShipOne seine Fluglage mit einem normalen Steuerknüppel, mit dem das kombinierte Höhen- und Querruder bewegt wird. Im Überschallflug aber, „kannst Du den Knüppel nicht mehr bewegen. Dann ist es, als wäre er in der Maschine fest geschweißt“, erläuterte Melville. „Bei diesen Geschwindigkeiten kann ich das Gerät nur mit der Trimmung fliegen. Nur so kann ich nicken, gieren und rollen. Aber jetzt steckte die Rolltrimmung fest. Ich wollte die Nase hochnehmen, aber das Flugzeug kippte nach rechts weg. Aber wir haben Gott sei Dank ein Reservesystem. Das aktivierte ich, und das funktionierte auch glücklicherweise, und somit war der Tag gerettet“.

In der Freifallphase nach dem Brennschluss brachte Melville das Fahrzeug mit den Lagekontrolldüsen, die nur für den Betrieb im Weltraum vorgesehen sind, wieder in die normale Lage. Zusätzlich schaltete er für den späteren Flug in der Atmosphäre das Reserve-Trimmsystem ein. Die Fehlfunktion der Trimmung hatte SpaceShipOne aber in einer knappen halben Minute um mehr als 30 Kilometer vom vorgesehenen Kurs entfernt.

Etwa am Punkt der Gipfelhöhe hörte Melville dreimal einen lauten Knall, der für weitere Beunruhigung sorgte. Melville hatte keine Ahnung was vor sich gegangen war und konnte auch auf seinen Instrumenten keine zusätzlichen Anomalien entdecken. Nach der Landung wurde aber festgestellt, dass die Triebwerksverkleidung verbeult war. Wie diese Beule entstanden ist, konnte noch nicht festgestellt werden.

Obwohl sich in den wenigen Minuten des Fluges eine haarsträubende Anomalie an die andere reihte und Mike Melville alle Hände voll zu tun hatte, um die Maschine unter Kontrolle zu halten, blieben ihm doch ein paar Momente in denen er die Aussicht und die dreieinhalb Minuten der Schwerelosigkeit genießen konnte.

Schließlich war der Gipfelpunkt der Parabel überschritten und der freie Fall nach unten begann. Für den bevorstehenden Wiedereintritt in die Erdatmosphäre klappte Melville die Flügel um 65 Grad nach oben. Mit dieser Methode, „Feather-Mode“ genannt, stabilisiert sich das Fahrzeug automatisch auch ohne



Mike Melville jubelt nach dem Flug

Zutun des Piloten. Diese geniale Idee stammt von Burt Rutan und ist ein technisches Novum.

„Der Abstieg im „Feather-Mode“ war zunächst sehr angenehm“, berichtete Melville, „aber auch sehr aufregend. Beim Aufstieg unter dem Trägerflugzeug hatte ich keine Angst gehabt, ich war höchstens ein wenig nervös. Dann, während des Raketenflugs nach oben hatte ich alle Hände voll zu tun, um die Maschine unter Kontrolle zu halten. Aber jetzt, auf dem Weg nach unten, war mir dann doch ziemlich mulmig. Junge, ich sage euch, wenn Du mit dreifacher Schallgeschwindigkeit nach unten fällst und anfängst, auf die Atmosphäre zu treffen, dann ist das ein Höllenlärm. Ungefähr so, als würde Dich jemand aus vollem Hals anbrüllen. An der Stelle dachte ich mir; whow, warum tu ich das hier eigentlich?“.

Dann musste ich die Flügel wieder gerade stellen und damit kam das Problem mit der Trimmung wieder. Ich hatte die Vorhin über das Reservesystem justiert, war aber nicht sicher, ob sie weiter funktionieren würde. Ich beschloss deshalb, die Maschine mit der Trimmung die eingestellt war zu landen, und den Trimm-Aktuator nicht mehr anzufassen. Und die Landung ging dann auch glatt.“

Burt Rutan und Paul Allen, die den Flug vom Mission-Control-Container im Scaled Composites-Hangar aus beobachtet hatten, warteten jetzt am Rande der Runway auf Melville. Um 8:15 Uhr setzte die Maschine schließlich sanft auf. Die Ära der zivilen Raumfahrt hat damit begonnen.

24.06.2004

Delta 2 Start mit GPS 2R-12 Ronald Reagan gewidmet

Nach drei vergeblichen Anläufen wegen schlechten Wetters startete am frühen Mittwochabend amerikanischer Ostküstenzeit eine Boeing Delta 2 mit einem weiteren Satelliten des amerikanischen Global Positioning System zu einer Mission in den Orbit, die dem Andenken des kürzlich verstorbenen Präsidenten Ronald Reagan gewidmet war.



Zuvor war am Samstag, Sonntag und Montag der Countdown jedes mal kurz vor dem Lift-off abgesagt worden. Am Dienstag bekam die Startmannschaft einen Tag frei, bevor das Team am Mittwoch einen neuen Versuch unternahm, den Träger zu starten. Auch für diesen Tag waren die Wetterprognosen nicht gut gewesen.

Aber gegen Mittag nahm der Optimismus zu, als sich zeigte, dass die Gewitterfronten an diesem Tag nicht in so dichter Folge wie in den Vortagen auf das Cape zuzogen. Zwei Stunden vor dem Beginn des Startfensters wurde schließlich klar, dass man es an diesem Tag schaffen könnte.

Die Rakete wurde betankt und den abschließenden Tests unterzogen, während der Countdown an der Rampe 17B sich auf den Startzeitpunkt zu bewegte. Am Startturn war ein großes Schild angebracht, mit der Aufschrift „Launch One For ‚The Gipper 1911-2004““ in Erinnerung an Präsident Ronald Reagan, der am 5. Juni gestorben war.

Der Start erfolgte um 18:54 Ortszeit (0:54 MEZ), und die Delta 2 stieg schnell in den klaren Spätnachmittagshimmel. Mit dem 45 Millionen Dollar teuren GPS 2R-12 Satelliten unter der Nutzlastverkleidung nahm die Rakete einen südöstlichen Kurs über den Atlantik. 25 Minuten nach dem Lift-off wurde der gut zwei Tonnen schwere Satellit in einer Bahn mit einem Scheitelpunkt von 17.600 Kilometern und einem niedrigsten Bahnpunkt von nur 160 Kilometern freigegeben. Die Bahnneigung zum Äquator betrug 39 Grad

Ein borbereiteter Kick-Motor wird in den nächsten Tagen die Umlaufbahn in 17.600 Kilometer Höhe zirkularisieren und die Inklination auf 55 Grad erhöhen. Sobald der Satellit getestet ist, wird er in die amerikanische GPS-Konstellation eingereiht, und einen älteren Satelliten ersetzen.

Das amerikanische Global Positioning System verwendet 24 Einsatzsatelliten, die sich in sechs verschiedenen Orbit-Ebenen befinden. Das System hat

darüber hinaus gegenwärtig vier Reservesatelliten im Orbit.

Die Controller werden GPS 2R-12 in den Slot 4 der Orbitebene E transferieren. In dieser Position befindet sich gegenwärtig GPS 2A-16, der am 22. November 1992 gestartet worden war und seit langem seine Design-Lebensdauer überschritten hat. Die meisten Systeme an Bord dieses Satelliten funktionieren zwar noch akzeptabel, aber in der letzten Zeit hat die Präzision der an Bord befindlichen Atomuhr nachgelassen.

GPS 2A-16 wird ebenfalls auf dieser Position für den Rest seiner nutzbaren Lebensdauer als Reservesatellit verbleiben. Der Start am Mittwoch war insgesamt der 51. Start eines GPS Satelliten und der 40. der mit einer Delta 2 Rakete durchgeführt wurde. Es war dies die zweite von insgesamt drei geplanten Routine-Ersatzmissionen in diesem Jahr: Am 20. März war GPS 2R-11 erfolgreich in den Orbit gebracht worden. Der Start der nächsten Mission ist für den 22. September geplant.

Für Boeings Delta 2 war es der 111. erfolgreiche Start, von insgesamt 113, die seit dem Jahre 1989 stattgefunden haben. Und es war der 58. erfolgreiche Start in ununterbrochener Reihenfolge seit 1997 und der dritte Einsatz einer Delta 2 in diesem Jahr.

Die nächste Delta 2-Mission ist für den 10. Juli geplant. An diesem Tag soll von der Luftwaffenbasis Vandenberg in Kalifornien der NASA-Forschungssatellit AURA zur Erkundung der Erdatmosphäre in eine polare Umlaufbahn gebracht werden.

In Cape Canaveral muss nach der GPS-Mission die Startanlage 17B sehr schnell wieder auf Stand gebracht werden, denn Anfang August soll von dort eine Delta 2-Heavy den Merkur-Orbiter MESSENGER auf seine Reise in das innere Sonnensystem schicken.

29.06.2004

Zenith 3SL bringt Telstar 18 in den falschen Orbit

Ein Telekommunikationssatellit im gemeinsamen Besitz eines amerikanischen und eines chinesischen Betreibers wurde am Donnerstagmorgen von einer Zenith 3SL des Sea Launch Konsortiums in einer „suboptimalen“ Bahn ausgesetzt. Die Betreiber des Satelliten gehen derzeit davon aus, dass der Satellit selbst die zu niedrige Bahnhöhe ausgleichen kann, aber trotzdem annähernd seine normale Betriebslebensdauer erreichen wird.

Die Sea Launch Zenith 3 SL startete um 5:59 Uhr mitteleuropäischer Zeit von der Meeresplattform



Zenith 3 SL beim Start

Odyssee südlich der Hawaii-Inseln in Höhe des Äquators. Die erste und zweite Stufe der Rakete, gebaut in der Ukraine, funktionierten normal. Auch das erste Brennmanöver der in Russland gebauten Oberstufe vom Typ Block DM-SL lief einwandfrei ab, und platzierte den Satelliten nach einer ersten Brennperiode in einem niedrigen Parkorbit.

Nach einer 36-mütigen ballistischen Freiflugphase sollte das Triebwerk noch einmal für sechs Minuten in Betrieb genommen werden, um einen elliptischen Transfersorbit mit einem höchsten Bahnpunkt von 35.768 Kilometern und einem niedrigsten Bahnpunkt von 760 Kilometern zu erreichen.

65 Minuten nach dem Start gab die Oberstufe den fünf Tonnen schweren Telstar 18 frei. Sea Launch bezeichnete in einer ersten Meldung den Start als erfolgreich. Einige Stunden später aber bestätigte Sea Launch, dass das erzielte Apogäum, also der höchste Bahnpunkt, beträchtlich niedriger war als vorgesehen. Während das Perigäum fast bei den vorgesehenen Werten war, wurden als höchste Bahnpunkt lediglich 21.000 Kilometer erreicht, 15.000 Kilometer weniger als der vorgesehene Wert.

Die Ingenieure suchen derzeit nach der Ursache der Minderleistung. Die Block DM ist in der Vergangenheit auf der Proton-Rakete schon mehrmals der Grund von Fehlschlägen gewesen. Bei Sea Launch hatte man deswegen schon geplant, die Block DM durch die zuverlässigere, ebenfalls aus Russland

stammende „Breeze“-Oberstufe zu ersetzen.

Die Controller versuchten herauszufinden, ob die Treibstoffreserven des Satelliten ausreichen, den Orbit auf die vorgesehene Bahn anzuheben, und danach trotzdem die volle wirtschaftliche Lebensdauer zu erzielen. Das sieht momentan relativ günstig aus. Möglicherweise wird die wirtschaftliche Lebensdauer des Satelliten statt 15 nur noch 13 Jahre betragen, im wesentlichen aber wird das Raumfahrzeug seine Mission erfüllen können.

Bei Loral Space, dem Hersteller des Satelliten, und Loral Skynet, einem der beiden Betreiber, wurde bekannt gegeben, dass der Satellit „vorzeitig“ abgesetzt worden wäre. Diese eben so eigenartige wie irritierende Auskunft kann aber auch daraus resultieren, dass sie von jemandem gegeben wurde, der mit den raumfahrttechnischen Aspekten eines Satellitenstarts nicht vertraut ist. Im Übrigen, so wurde mitgeteilt, arbeiteten alle Systeme des einwandfrei, die Solargeneratoren sind ausgefahren und die Kommunikationsnutzlast wurde in Betrieb genommen.

Der zweite Betreiber des Satelliten ist die APT Satellite Company Limited in Hongkong. Bei ihr läuft er unter dem Namen Apstar 5. APT wird zunächst fast 70 Prozent der Kapazität des Satelliten nutzen. APT benötigt die Kapazität, um den 10 Jahre alten Apstar 1 in absehbarer Zeit zu ersetzen.

Telstar 18/Apstar 5 hat 38 C-Band und 16 Ku-Band Transponder an Bord. Mit den C-Band Transpondern wird der gesamte Südostasiatische und teilweise auch der Ozeanische Raum bedient. Der Ku-Band-Bereich deckt China, Indien, Taiwan, Hongkong und Korea ab.

Sea Launch hatte geplant, den Satelliten Americas 8 für Intelsat in wenigen Wochen zu starten. Diese Pläne werden jetzt wohl auf Eis gelegt sein, zumindest so lange, bis der Grund für das Teilversagen der Block DM Stufe erkannt und behoben ist.

Der Flug am Dienstag war der 14. Einsatz einer Sea Launch Zenith 3 SL. Im Jahre 2000 war bereits eine Mission fehlgeschlagen, als es zu einer Fehlfunktion in der zweiten Stufe der Trägerrakete gekommen war. Der ICO-Mobilfunksatellit stürzte damals in den Pazifik.

Beim ersten Sea-Launch Start dieses Jahres, bei dem der ebenfalls von Loral gebaute Kommunikationssatellit Estrela do Sul gestartet wurde, kam es ebenfalls zu einer Anomalie. Damals entfaltete sich einer der beiden Solargeneratoren des Satelliten nicht. Die Programmverantwortlichen gaben nie bekannt, was dieses Problem verursacht hat.

30.06.2004**Eine Dnepr startet acht Satelliten**

Eine russische Trägerrakete vom Typ Dnepr, eine konvertierte Interkontinentalrakete vom Typ SS-18 „Satan“, brachte gestern um 8:30 mitteleuropäischer Zeit insgesamt acht Kleinsatelliten in den Orbit. Der Start erfolgte von einem Silo in Baikonur aus. Die Nutzlast wurde in einem sonnensynchronen Orbit in knapp 700 Kilometer Höhe abgeliefert. Der größte der acht Raumflugkörper bei dieser Mission war der 125 kg schwere „Demeter“, ein Satellit der französischen Raumfahrtbehörde, der elektromagnetische Signale erkennen soll, die bei Erdbeben ausgesendet werden.



Der französische Satellit „Demeter“

Weiter wurden drei kleine Kommunikationssatelliten für Saudi-Arabien, zwei argentinische Kommunikationssatelliten, ein italienischer Forschungssatellit und ein Urnenbehälter der Firma Celestis für Weltraum-Begräbnisse mitgenommen. Mit Ausnahme von Demeter wogen die anderen Nutzlasten jeweils weniger als 50 Kilogramm. Mit dem heutigen Start sind insgesamt vier Dnepr's eingesetzt worden. 150 dieser ehemaligen Interkontinentalraketen liegen noch auf Lager. Der nächste Start ist für Herbst dieses Jahres vorgesehen. Die Dnepr, ihr Nato-Codename zu Zeiten der Sowjetunion war „SS 18 Satan“, ist wegen ihrer speziellen militärischen Auslegung im Zivileinsatz besonders gut für Mehrfach-Satellitenstarts geeignet.



Start einer Dnepr

Als „Satan“ trug die Rakete 10 Wasserstoffbomben, die sie auf unterschiedlichen Bahnen absetzen konnte. Dieser Mehrfachadapter kann nun verschiedene zivile Nutzlasten aufnehmen und getrennt im Orbit freigeben.

Juli**01.07.2004****Mut zur Lücke**

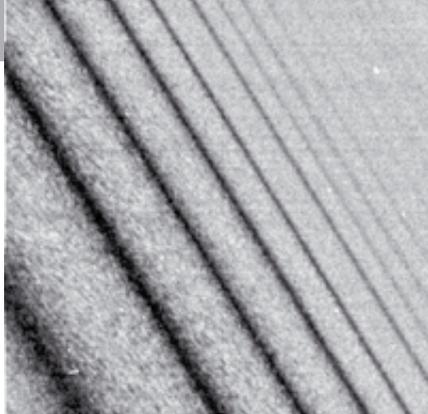
Für die Designer des Triebwerkssystems, dessen Aufgabe es in der vergangenen Nacht war, die Raumsonde Cassini in die Umlaufbahn um den Planeten Saturn einzubremsen, war der Druck enorm. Das Cassini-Projekt ist mit Gesamtkosten von 3,3 Milliarden Dollar extrem teuer, und die Hoffnungen und Träume tausender von Ingenieuren und Wissenschaftler hängen daran. Ein Versagen dieses Systems wäre nicht auszudenken.

Um in den gewünschten Orbit zu gelangen, musste das Triebwerk für 96 Minuten und 24 Sekunden feuern. Der Beginn der Zündung war durch die Bahnmechanik auf den 1. Juli um 4:35:42 Uhr mitteleuropäischer Zeit fixiert. Hätte jetzt das Triebwerk nur für 85 Minuten oder weniger gearbeitet, dann wäre die Mission gescheitert. Ab der 85. Minute Brennzeit wäre zumindest ein halbwegs brauchbarer Orbit erreicht gewesen.

Das Brennmanöver hatte wenig Raum für Irrtümer. Auch beim Nominalablauf war es schon schwierig genug. Auch da gehörte schon ein Quentchen Glück dazu, dass alles klappte. Cassini brauchte das Glück vor allem beim Durchqueren des Ringsystems. Zweimal musste sich die Raumsonde durch die Lücke zwischen dem F und dem G-Ring „quetschen“. Das war zwar ein Spielraum von knapp 30.000 Kilometern, aber angesichts der Tatsache, dass die Ringe über 400.000 Kilometer Gesamtbreite haben doch recht wenig. Und ob diese Lücke tatsächlich komplett leer war, ohne Weltraumschutt, wusste vorher auch keiner so ganz genau.

Von der Erde aus gesehen, näherte sich die Sonde dabei den Ringen von schräg unten. Zurzeit ist der Saturn nämlich auf seinem Lauf um die Sonne um einige Grad von der Erde „weg gekippt“. Die Annäherungsgeschwindigkeit relativ zum Saturn betrug dabei 78.400 Kilometer pro Stunde.

Um 4:11 Uhr war die erste Durchquerung der Ringe sicher erfolgt. Jetzt orientierte sich Cassini neu. Das Triebwerk zeigte jetzt in Flugrichtung und die Antenne nach hinten. Ursprünglich hatte die NASA geplant, während des Brennmanövers gleichzeitig wissenschaftliche Untersuchungen durchzuführen. In diesem Fall hätte aber während der gesamten kritischen Phase von sechs Stunden keinerlei Kontakt zur Erde bestanden. Diese Idee ließ man fallen, nachdem im Jahre 1999 der Mars Polar Lander wegen eben dieses Vorgehens spurlos verschollen war, ohne dass man je herausfand, was damals schief gegangen war. Die NASA suchte also nach



Die ersten Fotos aus der Umlaufbahn. Cassini fotografiert die Ringe.

einem Weg, mit dem sie zumindest einige wenige Informationen über den Ablauf des Brennmanövers erhalten konnte. Sollte das Raumfahrzeug verloren gehen, dann ist es für zukünftige Missionen wichtig zu wissen, ob es ein Problem mit dem Saturnringen gab oder aber ob die Technik an Bord versagte.

Um mit der Erde während des Brennmanövers Kontakt zu halten gab es zwei Möglichkeiten: Die eine war, die Hochleistungsantenne während dieser Phase auf die Erde auszurichten und Daten zu übertragen. Nachdem die aber fest mit der Struktur des Raumfahrzeugs verbunden ist, hätte das auch bedeutet, dass das Haupttriebwerk nicht mehr genau in den Geschwindigkeitsvektor gerichtet gewesen wäre. Die Folge wäre gewesen, dass viel mehr Treibstoff für das Bremsmanöver hätte aufgewendet werden müssen.

Die NASA wählte deshalb die andere Möglichkeit und beschloss, die so genannten Low Gain Antenna einzusetzen. Auf die gewaltige Entfernung zum Saturn ist diese Antenne allerdings so leistungsschwach, dass damit keine Daten übertragen werden konnten. Aber allein schon die Analyse der Doppler-Verschiebung im Signalton zeigte an, ob und wann das Brennmanöver begann, wie sein Fortgang war, welche Bremsverzögerung auftrat und wann es endete.

Nachdem sich Cassini für das SOI-Manöver positioniert hatte, begann die Sonde, das Trägersignal zu senden, das um 4:27 Uhr aufgefangen wurde. Mission Control wusste damit, dass das Raumfahrzeug die erste Ringdurchquerung intakt überstanden hatte. Um 4:36 Uhr modifizierte sich das Signal wie vorhergesagt durch eine Veränderung in der Doppler-Modulation der Trägerwelle. Das Brennmanöver hatte begonnen. Dreißig Minuten nach Beginn des Bremsmanövers kam es für 25 Minuten zu einem Blackout in der Signalübermittlung, weil Cassini jetzt durch den Saturnring A abgeschattet

war: 55 Minuten nach Beginn der Zündung konnte das Signal wieder klar empfangen werden, denn jetzt konnte die Raumsonde durch die so genannte Cassini-Teilung der Saturnringe angepeilt werden. 61 Minuten nach Beginn der Zündung verschwand das Signal abermals, als das Raumfahrzeug vom B-Ring verdeckt wurde. Danach bestand bis zur 89. Minute keine Verbindung mehr. Erst danach konnte das Dopplersignal wieder verfolgt werden.

Die geringste Annäherung an den Saturn, knapp 20.000 Kilometer über der Wolkendecke wurde um 5:03 Uhr mitteleuropäischer Zeit erzielt, da lief das Brennmanöver noch acht Minuten. Um 5 Uhr 11 schaltete der Bordcomputer das Triebwerk wieder ab. Die Geschwindigkeit der Raumsonde war jetzt um 2.240 Kilometer pro Stunde gesunken. Unmittelbar nach Brennschluss schwenkte das Raumfahrzeug herum und richtete die Hauptantenne für eine Minute zur Erde, um einen kurzen Statusreport zu übermitteln. Gleich danach rollte sich Cassini in eine Position, in der sie die nur 15.000 Kilometer tiefer gelegenen Ringe beobachten konnte. Die Raumsonde wird während ihrer gesamten Primärmission den Ringen nie wieder so nahe kommen, wie in dieser Phase.

Um 5:32 Uhr drehte sich Cassini wieder in die Schutzstellung, mit der Antenne als Schild nach vorne gerichtet, und um 5:58 Uhr stieß die Raumsonde erneut durch die Lücke zwischen dem F und dem G-Ring, diesmal im aufsteigenden Ast der Bahnellipse um den Saturn.

Exakt um 7:00 mitteleuropäischer Zeit richtete sich Cassini wieder zur Erde aus, und begann für eine Zeitspanne von 19 Stunden und 30 Minuten Daten zur Erde zu senden.

31 Stunden nach dem Einschuss in den Orbit pasierte Cassini den Mond Titan in einer Entfernung von weniger als 330.000 Kilometern. Das war damit der erste offizielle Vorbeiflug am Titan während dieser Mission, und die erste, die erprobte, ob die Kamera an Bord der Raumsonde die dunstige Atmosphäre durchdringen kann.



Künstlerische Darstellung der Titan-Landung.

16.07.2004

Aura in der Umlaufbahn

Ein Weltraumobservatorium von der Größe eines Schulbusses mit der Aufgabe, die Erdatmosphäre genau unter die Lupe zu nehmen, startete heute kurz nach Mittag mitteleuropäischer Zeit vom Kalifornischen Weltraumbahnhof Vandenberg an der Spitze einer Delta 2-Trägerrakete in eine polare Umlaufbahn. Der Start erfolgte nach einer langen Reihe frustrierender Startverschiebungen.



Aura während der Missionsvorbereitung

In Vandenberg, an der amerikanischen Westküste, war es zum Startzeitpunkt noch Nacht, und so bot sich den Zuschauern eine spektakuläre Lichtshow, als die Trägerrakete unter lautem Knattern in den Himmel stieg. Zehn Minuten später erreichte Aura, noch mit der zweiten Stufe der Trägerrakete verbunden, einen ersten Übergangsort.

Eigentlich hatte Aura schon am 19. Juni starten sollen, aber eine ganze Reihe technischer Probleme führten dazu, dass der Beginn der Mission insgesamt sechsmal verschoben werden musste. Alles in allem bedeutete das eine Missionsverschiebung von einem Monat.

Knapp eine Stunde nach dem Lift-off wurde die zweite Stufe des Trägers über dem östlichen Zentralafrika erneut gezündet, um die gewünschte Kreisbahn in knapp 600 Kilometern Höhe zu erreichen. In der 64. Flugminute öffnete die zweite Stufe die Halteklammern und schob sich vorsichtig vom Satelliten weg. Damit war der 3.100 Kilogramm schwere Aura zu seiner auf mindestens sechs Jahre dauernden Mission im Orbit abgeliefert.

Die Aufgabe von Aura ist es, die Veränderungen in der Zusammensetzung und der Chemie der Erdatmosphäre zu messen und zu untersuchen. Dabei liegen die Schwerpunkte nicht auf den Elementen Sauerstoff und Stickstoff, sondern im Wesentlichen auf den Veränderungen in der Zusammensetzung der Spurenelemente in der Atmosphäre, der Aerosole und der Staubpartikel.

Die 785 Millionen Dollar teure Mission soll insbesondere die drei folgenden Fragen beantworten:

- Erholt sich die Ozon-Schicht in der Atmosphäre? Die Fähigkeit des Satelliten zur Untersuchung der Ozon-Chemie sollte die Wissenschaftler in die Lage versetzen, Voraussagen über künftige Veränderungen der Ozonschicht zu machen.
- Wie verlaufen die Prozesse, mit denen die Luftverschmutzung unter Kontrolle gebracht werden sollen? Aura wird eine tägliche globale Beobach-

tung und Analyse des Verschmutzungsgrades der Erdatmosphäre liefern. Der Satellit ist dabei in der Lage zwischen industrieller und natürlicher Kontamination zu unterscheiden.

- Wie verändert sich das Erdklima? Das Raumfahrzeug wird dazu die Treibhausgase und die Aerosoldichte in der oberen Troposphäre und in der unteren Stratosphäre messen und die Wasserdampfdichte in hohen tropischen Wolken.
- Aura ist der dritte große Satellit im Rahmen des NASA Erdbeobachtungsprogramms. Die Flaggschiffmission „Terra“ läuft seit 1999, im Jahre 2001 wurde „Aqua“ gestartet um den Wasserkreislauf auf der Erde zu beobachten, und nunmehr eben „Aura“.
- Die Aura-Plattform wurde von Northrop Grumman gebaut. Das Fahrzeug ist mit vier äußerst fortschrittlichen Instrumenten ausgerüstet:
- Dem gemeinsamen amerikanisch/englischen „High Resolution Dynamics Limb Sounder“, der Spurengase, Temperatur und Aerosoldichte in oberen Troposphäre, Stratosphäre und Mesosphäre misst.
- Dem „Microwave Limb Sounder“, der die Chemikalien misst, welche die Ozonschicht zerstören. Außerdem misst er Spurenelemente in den Eiswolken der oberen Atmosphäre, sowie den Ausstoß vulkanischer Aerosole. Dieses Instrument wurde vom Jet Propulsion Laboratory der NASA beigestellt.
- Das „Ozone Monitoring Instrument“ ist der Hauptsensor von Aura für die Beobachtung der globalen Veränderung in der Ozonschicht. Das Instrument wurde von den Niederlanden gemeinsam mit Finnland gebaut
- Der „Tropospheric Emission Spectrometer“ misst Ozon und andere Gase in der Troposphäre, und misst den Verschmutzungsgrad der Troposphäre. Auch dieses Instrument stammt vom JPL.

Die „In-Dienststellungsphase“ von Aura wird voraussichtlich im Oktober beendet sein.

Der heutige Start war der 114. Einsatz einer Delta 2 und der vierte dieses Typs im laufenden Jahr. Damit hat der Träger auch 59 erfolgreiche Starts in ununterbrochener Reihenfolge absolviert.

Der nächste Start einer Delta 2 ist für den 2. August vorgesehen. Dann wird die NASA-Raumsonde MESSENGER auf den Weg zum Planeten Merkur gebracht. Die Rakete wird derzeit auf der Rampe 17B in Cap Canaveral errichtet.

18.07.2004

Ariane 5 bringt weltgrößten Kommunikationssatelliten in den Orbit

Arianespace brachte heute Nacht den Kommunikationssatelliten Anik F2 des kanadischen Betreibers „Telesat Canada“ erfolgreich in den Orbit. Das 5.950 Kilogramm schwere Raumfahrzeug ist der größte kommerzielle Nachrichtensatellit der je gestartet wurde.

Anik F2 wurde auf der Basis des Boeing 702 Satellitenbus konstruiert und gebaut und trägt eine gemischte Nutzlast aus 32 Ku-Band Transpondern, 38 Ka-Band Einheiten und 24 C-Band Transpondern. Der Satellit soll ein breites Spektrum an Aufgaben abdecken, z.B. Bildungsfernsehen für abgelegene Gegenden Kanadas zur Verfügung stellen, Gesundheitsservices und Ferndiagnosen für kleine Kliniken liefern und eine Vielzahl verschiedener e-Services übertragen. Er soll fünfzehn Jahre lang im Einsatz bleiben.

Der Einsatz war der insgesamt 163. Ariane-Flug und der 15. erfolgreiche Einsatz einer Ariane 5. Telesat Kanada war dabei zum fünften Mal Kunde bei Arianespace.



Künstlerische Darstellung von Anik 2 in der Umlaufbahn.

Die früheren Satelliten, die Arianespace für die in Ottawa beheimatete Firma gestartet hat, waren Anik F 1 im November 2000, MSAT 1 im April 1996, Anik E1 im September 1991 und Anik E2 im April 1991.

Der Start von Flug 163 war durch einige kleinere Probleme mehrmals verzögert worden. Zweimal waren technische Anomalien am Träger der Grund, einmal spielte das Wetter nicht mit.

Die nächste Arianespace-Mission findet erst im Oktober statt. Dieser Flug ist ein überaus kritischer Einsatz. Es ist dies der zweite Test der neuen ECA-Version mit verstärktem Haupttriebwerk (Vulcain 2) und kryogener Oberstufe. Der Erstflug der neuen Ariane 5 Version war im Dezember 2002 gescheitert, als es wenige Minuten nach dem Liftoff zu einem Bruch in der Expansionsdüse des Haupttriebwerks kam. Flug 164 wird zwei Nutzlasten tragen, den Kommunikationssatelliten XTAR-EUR und ein Satelliten-Gewichtsdummy von Kayser-Threde, der eine zweite Nutzlast simulieren soll.

22.07.2004

Russland startet Militärsatelliten

Mit einer Trägerrakete des Typs Kosmos-3M wurde in der Nacht zum Donnerstag ein Militärsatellit vom Raketen-testzentrum Plesetzki in den Orbit gebracht. Der Start erfolgte am Donnerstag um 20:46 Uhr mitteleuropäischer Zeit von der Rampe 132. Der Booster brachte das Raumfahrzeug mit der Bezeichnung Kosmos 2407 in einen niedrigen Erdborbit. Der Zweck des Satelliten wurde - wie üblich von den russischen Militärstellen - ganz in der Tradition der Sowjetzeit in wolkigen Bezeichnungen umschrieben. Das Raumfahrzeug solle, wie es hieß, „eine militärische Satellitenkonstellation“ verstärken. Aus den Bahnparametern und der eingesetzten Trägerrakete kann jedoch mit Sicherheit geschlossen werden, dass es sich bei dem künstlichen Himmelskörper um einen Navigationsatelliten der Parus-Klasse auf Basis der Kaur-I Plattform handelt. Diese Satelliten werden von NPO Prikladnoy Mekhaniki hergestellt und wiegen 820 Kilogramm. Die angesprochene „militärische Konstellation“ ist das russische Äquivalent zum amerikanischen GPS.



Kosmos-3M

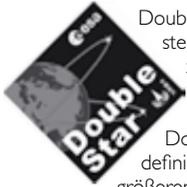
Die Kosmos 3M ist ein Träger für kleinere Satelliten die bei Polet hergestellt wird. Das Startgewicht der Kosmos beträgt 109 Tonnen, die maximale Nutzlast in eine niedrige Erdumlaufbahn beträgt 1.500 Kilogramm. Zu Zeiten der Sowjetunion war die Kosmos einer der am häufigsten eingesetzten Träger; in den letzten Jahren flog diese Rakete im Schnitt aber nur noch ein- bis zweimal pro Jahr. Der Träger ist schon seit dem Jahre 1967 im Einsatz.

26.07.2004

China bringt zweiten Double-Star in den Orbit

Heute um 9:05 mitteleuropäischer Zeit startete die Chinesische Nationale Raumfahrtbehörde (CNSA) erfolgreich den Tan Ce-2 (was auf chinesisches „Erforscher“ bedeutet), den zweiten von zwei Wissenschaftssatelliten, die im Westen unter der Missionsbezeichnung „Double Star“ bekannt sind. Damit wurde der nächste Meilenstein in diesem gemeinsamen wissenschaftlichen Programm zwischen der ESA und chinesischen Weltraumbehörde erfolgreich absolviert.

Das Raumfahrzeug wurde von einer Long March 2C vom Raumfahrtzentrum Taiyuan in den Orbit gebracht. Tan Ce 1 war bereits am 29. Dezember 2003 gestartet worden.



Double Star ergänzt die Konstellation „Cluster“ der ESA und wird die Interaktion zwischen dem Sonnenwind und dem irdischen Magnetfeld erforschen. Die Positionen und die Orbits der beiden

Double Star Satelliten wurden sorgfältig definiert, um die Magnetosphäre in einem größeren Maßstab erforschen zu können als dies mit den Cluster-Satelliten alleine möglich ist.

Die Beteiligung der ESA an dieser Mission besteht aus acht wissenschaftlichen Instrumenten, von denen sieben baugleiche Einheiten bereits an Bord der vier Cluster Satelliten sind. Zusätzlich leistet die ESA einen Beitrag zum Bodensegment und hält für täglich vier Stunden Kontakt mit den Satelliten über die ESA-Tracking-Station in Villafranca, Spanien

Die Geschichte der wissenschaftlichen Zusammenarbeit zwischen der Volksrepublik China und der ESA reicht schon lange zurück. Das erste Zusammenarbeits-Abkommen wurde schon 1980 unterzeichnet, um den Austausch wissenschaftlicher Informationen zu erleichtern. Dreizehn Jahre später fokussierte sich die Zusammenarbeit auf die Cluster-Mission mit der Aufgabe, die Magnetosphäre der Erde zu studieren. Im Jahre 1997 lud die CNSA die ESA ein, sich am Vorhaben „Double Star“ zu beteiligen. Eine Vereinbarung darüber wurde am 9. Juli 2001 unterzeichnet.

Acht Stunden nach dem Start entfalteten sich die langen Stäbe an denen sich die Magnetometer befinden. In den nächsten Wochen werden die Subsysteme des Raumfahrzeugs gecheckt und die Instrumente nach und nach in Dienst gestellt.



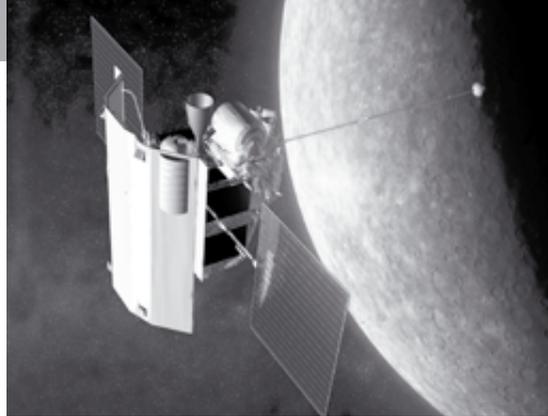
Tan Ce 2

August

03.08.2004

Bote zum Merkur unterwegs

Am 3. August, um 2:15:65 Uhr amerikanischer Ostküstenzeit, brach die Raumsonde MESSENGER, die MErcury Surface, Space ENvironment, GEOchemistry and Ranging Mission, zu einer sechseinhalb Jahre dauernden Reise auf. Ihr Ziel: Der Planet Merkur. Der Abgesandte der NASA begann seine Reise zum Götterboten der griechischen Mythologie unter der Nutzlastverkleidung einer Trägerrakete vom Typ „Delta 7925 H-9.5“.



MESSENGER am Merkur. Künstlerische Darstellung

Das Startfenster war an diesem Tag und den Folgetagen nur 12 Sekunden lang offen, und die Möglichkeit, die 1.100 Kilogramm schwere Raumsonde auf die Reise zu bringen, bestand überhaupt nur bis zum 13. August. Danach hätte die Konstellation der inneren Planeten einen Start erst wieder ein Jahr später erlaubt.

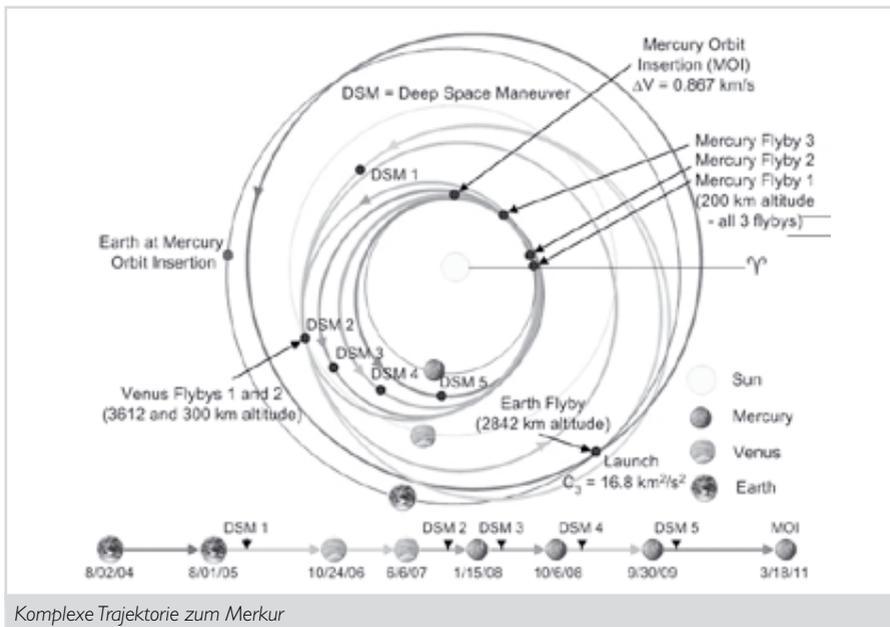
MESSENGER hat eine lange Reise vor sich, über 7,8 Milliarden Kilometer Wegstrecke, denn aus Kostengründen muss die Sonde die Economy-Route zum sonnennächsten Planeten nehmen.

Bislang hat erst ein einziges Raumfahrzeug Merkur besucht. Das war Mariner 10, die in den Jahren 1974 und 1975 den Planeten dreimal in geringer Entfernung passiert hatte, ohne dabei in eine Umlaufbahn zu gelangen. Mariner 10 konnte nur eine Seite des Planeten fotografieren. Die andere Hälfte ist nach wie vor unbekannt.

MESSENGER soll nun Merkur erstmals aus einer Umlaufbahn unter die Lupe nehmen. Die 400 Millionen Dollar teure Mission der Discovery-Klasse kann dieses Ziel nur durch den Einsatz kompakter wissenschaftlicher Instrumente, die Nutzung leichtgewichtiger Materialien und einem innovativen Flugplan erreichen.

MESSENGER soll mit seinem Kamerasystem nicht nur tausende von Bildern der gesamten Planetenoberfläche sammeln, es sollen auch große Mengen von Messdaten durch andere Instrumente gewonnen werden. Dabei werden Fragen zur geologischen Geschichte des Planeten, zur Natur seiner dünnen Atmosphäre und Magnetosphäre untersucht.

Konstruiert und gebaut wurde die Raumsonde bei den „Applied Physics Laboratories“ der John Hopkins Universität in Baltimore, Maryland. Aufgrund der enormen Anforderungen ist MESSENGER ein zwar kleines, aber ungewöhnlich komplexes Raumfahrzeug geworden. Die Sonde ist im Grunde eine Box von 1,27 Metern Länge, 71 cm Höhe und 1,05



Metern Breite. Die Struktur des Raumfahrzeugs besteht hauptsächlich aus Graphit-Cyanat-Ester (GrCE) Verbundmaterial.

Eine große zylinderförmige Halbschale sorgt für den Sonnenschutz. Zwei Solargeneratoren ragen seitlich vom Zentralkörper weg. Außerdem gibt es einen 3,6 Meter langen Ausleger an dem sich das Magnetometer befindet.

Die Gesamtmasse des Raumfahrzeugs beträgt exakt 1.102 kg, davon sind 602 kg Treibstoff, Oxidator und Helium. Diese enorme Menge an Treibstoff erlaubt eine kumulierte Geschwindigkeitsänderung von über 8.000 Kilometern pro Stunde, aufgeteilt auf die fünf großen Bahnkorrekturen und das finale Einbremsmanöver in den Merkurorbit.

Das Haupttriebwerk leistet 650 Newton Schub und wird mit Stickstofftetroxid und Hydrazin betrieben. Für die Lageregelung gibt es noch 4 Triebwerke, die jeweils 22 Newton Schub leisten und 10 Triebwerke von jeweils 4 Newton Schub. Für die Regelung der Raumlage ist zusätzlich aber noch ein Kreiselssystem an Bord.

Das Raumfahrzeug ermittelt seine Raumlage mittels eines Sternensensors, einer Trägheitsplattform und sechs Sonnensensoren. Die Stromversorgung erfolgt durch zwei Solargeneratoren, die gedreht werden können, um die Temperatur der Paneele und den Stromoutput zu regulieren. Sie sind jeweils

knapp 3 Quadratmeter groß, und der nominale Strombedarf, den sie im Merkurorbit zur Verfügung stellen, beträgt 450 Watt kann aber bei Bedarf bis auf 640 Watt gesteigert werden. Sie könnten in Höhe der Merkurbahn sogar bis zu 2000 Watt produzieren, allerdings brauchen die Instrumente von MESSENGER nicht soviel Strom. In der Merkurbahn werden die Sonnenpaddel so gedreht, dass nur etwa 30 Prozent des einfallenden Sonnenlichtes zur Stromerzeugung verwendet werden können. Die Generatoren mussten überdimensioniert ausgelegt werden, weil sie ja auch während des Transferfluges auch auf Höhe der Erdbahn dem Raumfahrzeug genügend Strom zur Verfügung stellen müssen.

Die Paneele sind zu 65 Prozent mit Sonnenreflektoren belegt, zu 35 Prozent mit Galliumarsenid/Germanium-Solarzellen. Jeweils zwei Reihen Reflektoren wechseln mit einer Reihe Kollektoren ab. 23 Amperestunden Strom können in einer Nickel-Hydrogen-Batterie gepuffert werden, die 22 Zellen in 11 Kammern enthält.

Die Kommunikation von und mit der Erde läuft im so genannten X-Band über eine Reihe von Antennen mit hoher, mittlerer und niedriger Übertragungsleistung. Erstmals wird eine steuerbare so genannten „Phased-Array-Antenne“ eingesetzt, welche die bislang gebräuchlichen Parabolantennen ersetzt.

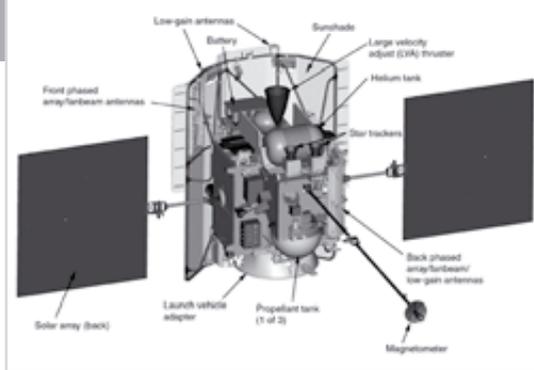
Die Raumsonde ist mit den folgenden wissenschaftlichen Instrumenten ausgerüstet:

- „Mercury Dual Imaging System (MDIS)“: Ein bewegliches CCD-Kamerasystem mit Weitwinkel und Telefähigkeiten. Damit kann die Oberfläche Merkurs in schwarzweiß, in Farbe und Stereo abgebildet werden. Das maximale Auflösungsvermögen beträgt 6 Meter pro Bildelement.
- Das Gammastrahlen- und Neutronenspektrometer (GRNS). Mit der Gammastrahlenkomponente können chemische Elemente in der Kruste von Merkur festgestellt werden. Mit dem Neutronen-Spektrometer sucht MESSENGER nach Wasserstoff im Boden, um mögliche Wasservorkommen zu erkennen.
- Das Röntgenstrahl-Spektrometer (XRS). Dies ist ein Spezialgerät, mit der die Elemente-Komposition im obersten Millimeter der Merkur-Oberfläche gemessen werden kann.
- Der Laser-Höhenmesser (MLA). Misst die Zeit, die ein Laserstrahl zum Boden und zurück benötigt. Mit diesem Gerät kann ein Höhenprofil der Merkuroberfläche angefertigt werden. Die Genauigkeit beträgt 30 Zentimeter auf 1000 Kilometer Messdistanz.
- Das „Atmospheric and Surface Composition Spectrometer (MASCS)“: Misst die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre und bestimmt Mineralien auf der Oberfläche.

Diese fünf Experimente sind im Inneren des Zentralkörpers der Raumsonde untergebracht.

- Ein weiteres Experiment, das „Energetic Particle and Plasma Spectrometer (EPPS)“ ist außen an die Seite des Raumfahrzeugs montiert. Das EPPS vermisst die Magnetosphäre des Merkur, und
- das Magnetometer (MAG) befindet sich am ende des 3,6 Meter langen Auslegers und untersucht Merkurs Magnetfeld.

Für eine Reihe von weiteren wissenschaftlichen Experimenten wird die existierende Kommunikationsausrüstung verwendet. Einmal im Orbit um den Merkur wird MESSENGER acht Stunden täglich Daten zur Erde übermitteln, immer dann, wenn er in der Nähe des Scheitelpunkts seiner Bahnellipse um Merkur ist. Nachdem die Distanz zwischen Erde und Merkur zwischen 86 und 211 Millionen Kilometern schwankt, ist auch die Datenübertragungsrate unterschiedlich. Wenn der Planet am nächsten ist, dann können 104.000 Bit pro Sekunde übermittelt werden. Am erdfernsten Punkt sinkt die Übertragungsrate auf ganze 10 Bit pro Sekunde.



„Innenleben“ von MESSENGER

Fünfzehn Mal wird MESSENGER die Sonne umkreisen, bis er sich so tief in die Gravitationsenke der Sonne hinuntergeschraubt hat, dass das entscheidende „Orbit-Insertion-Manoeuvre“, das Einbremsen in den Merkur-Orbit, erfolgen kann. Hier die wesentlichen Meilensteine:

- 3. August 2004: Start vom Cap Canaveral
- 8. Januar 2005: Vorbeiflug an der Erde im Abstand von ca. 2.850 Kilometern.
- 24. Oktober 2006: Vorbeiflug an der Venus in 3.600 Kilometern Abstand
- 6. Juni 2007: Vorbeiflug an der Venus in 300 Kilometern Abstand
- 15. Januar 2008: Vorbeiflug am Merkur in ca. 200 Kilometern Abstand.
- 6. Oktober 2008: Vorbeiflug am Merkur in ca. 200 Kilometern Abstand.
- 30. September 2009: Vorbeiflug am Merkur in ca. 200 Kilometern
- 18. März 2011: Einschuss in die Merkur-Umlaufbahn

Zwischen den Vorbeiflügen an den Planeten finden die fünf großen interplanetaren Kurskorrekturen statt, bei denen das Haupttriebwerk jeweils für mehrere Minuten arbeiten wird.

Am 18. März 2011 wird dann MESSENGER's Haupttriebwerk mehr als ein Drittel des gesamten Treibstoffvorrates während eines 15-Minütigen Brennmanövers verbrauchen. Wenn alles nominal verläuft ist dann ein elliptischer Orbit erreicht, der 80 Grad zum Merkur-Äquator geneigt ist. Der niedrigste Punkt dieses so genannten „12-Stunden-Orbits“ wird 200 Kilometer über der Oberfläche bei 60 Grad nördlicher Breite liegen, um hoch auflösende Bilder des 1.350 Kilometer durchmessenden Caloris-Beckens zu erhalten, des größten bekannten Oberflächenmerkmals des Planeten.

05.08.2004

Amazonas erfolgreich gestartet

Der Telekommunikationssatellit Amazonas des Hispasat-Konsortium wurde heute morgen um 0:32 Uhr mitteleuropäischer Zeit von Baikonur aus mit einer Proton M Breeze M in den Orbit gebracht. Entwickelt und gebaut wurde der 4,5 Tonnen schwere Satellit von EADS Astrium.

Als Einsatzlebensdauer sind 17,5 Jahren veranschlagt. Die Solar Generatoren haben im entfalteten Zustand eine Spannweite von 35 Metern, ihre „end-of-life“-Leistung liegt bei 9,5 Kilowatt.

Amazonas wird auf 61 Grad West operieren und ist mit 51 Hochleistungs-Transpondern ausgerüstet. Damit werden Kommunikationsdienste zwischen Nord- und Südamerika, aber auch ein transatlantischer Link nach Spanien durchgeführt. Amazonas stellt im wesentlichen ein transatlantisches Nachrichtenmedium für die spanisch sprechende Welt dar. In diesem Sinne wird der Satellit eine Vielzahl verschiedener Kommunikationsdienstleistungen ermöglichen, angefangen von TV-Übertragungen über Firmen-Datenverkehr, Telefonservices und Internetzugang.

Amazonas basiert auf dem erfolgreichen Eurostar 3000-Bus von EADS Astrium, einer der weltweit erfolgreichsten Kommunikations-Satellitenfamilien. Bislang wurden 38 Eurostar-Raumfahrzeuge ausgeliefert, von denen 25 bereits gestartet wurden. Anders als manche andere Baueinheiten der Eurostar-Familie, die für die Lageregelung auch Ionen-Triebwerke verwenden, ist Amazonas ausschließlich mit chemischen Antrieben bestückt.

11.08.2004

Cargo-Schiff auf dem Weg zur Internationalen Raumstation

Ein unbemanntes Versorgungsschiff mit knapp drei Tonnen Versorgungsgütern, Ausrüstungsgegenständen und Treibstoff begann heute seinen dreitägigen Transferflug zur ISS. Der Start erfolgte um 7:03 Uhr vom Kosmodrom in Baikonur an der Spitze einer dreistufigen Sojus U-Trägerrakete

Neun Minuten nach dem Lift-off hatte das Raumfahrzeug einen ersten Übergangorbit erreicht und die Solargeneratoren ausgefahren. Zum Zeitpunkt des Starts flog die Station südwestlich von Baikonur in einer Höhe von knapp 400 Kilometern.

In der so genannten „Assembly-Sequenz“ der ISS läuft der Frachter unter der Bezeichnung „Progress 15P“, ist also das fünfzehnte Versorgungsschiff, das zum Außenposten gesendet wird. Die Russen dagegen bevorzugen die Bezeichnung „Progress M

50“. In Russland werden auch die Progress-Frachter mitgezählt, die im Rahmen des Mir-Programms gestartet wurden.

Die neue Progress hat eine Ladung von gut 1,5 Tonnen so genannter „trockener“ Materialien der verschiedensten Art an Bord, dazu etwa 450 Liter Wasser; gut 50 Kilogramm Sauerstoff und Stickstoff und 750 Kilogramm Treibstoffe.

Das vollautomatische Anlege-Manöver am russischen Zvezda-Docking Port ist für Samstagmorgen, um 7:02 Uhr; geplant. Dieser Docking-Port war bis zum 30. Juli noch von Progress 14 P (M-49) belegt gewesen. Dieser Frachter wurde kurz vor dem Ablegen von den Astronauten noch mit Abfall aus der Station voll geladen. Danach koppelte das Raumfahrzeug ab, feuerte die Retro-Triebwerke und verglühte kurz danach über dem Südpazifik.

Nachdem die U.S. Shuttle-Flotte noch bis in das nächste Frühjahr hinein am Boden bleiben muss und das europäische ATV noch nicht im Einsatz ist, ist die Versorgung der Internationalen Raumstation weiterhin vollständig auf das russische Progress-System angewiesen. Die gegenwärtigen Bewohner der Station, die Expeditionscrew 9 bestehend aus Commander Gennady Padalka und Bordingenieur Michael Fincke befinden sich seit vier Monaten an Bord der Station. Ihr Dienst dauert noch zwei weitere Monate.

Zusätzlich zur normalen „trockenen Ladung“ beinhaltet die Fracht einige Ersatzteile für die beiden amerikanischen Raumzüge an Bord der Station. Beide sind defekt. Weitere Ersatzteile sind für das russische Lebenserhaltungssystem der Station bestimmt, das in letzter Zeit einige Probleme aufwies. Außerdem sind bereits Versorgungsgüter und Kleidung für die Expeditionscrew 10 im Gepäck. Diese Mannschaft, bestehend aus Commander Leroy Chiao und Flugingenieur Salizhan Sharipov wird im Oktober zur Station starten und dann Padalka und Fincke ersetzen.

29.08.2004

China startet Wissenschafts-Satelliten

China startete am Sonntag vom Startzentrum in Jiuquan, im Nordwesten des Landes, einen rückkehrfähigen Forschungssatelliten. Als Trägerrakete fungierte ein modifiziertes Modell der bewährten Long March 2C.

FSW 19, wie der Satellit lakonisch kurz bezeichnet wird, ist bereits der 19. Satellit der wieder aus der Umlaufbahn zurückkommen wird. Die chinesischen Offiziellen gaben die Missionsdauer mit „einigen Tagen“ an, und der Zweck des Raumfahrzeugs

wird mit Landvermessung, Kartographierung und wissenschaftlichen Experimenten angeben. Mit einiger Sicherheit dürfte sich aber eine militärische Aufklärungsaufgabe hinter der wissenschaftlichen Maskerade verbergen. Über die technischen Daten wurde daher auch nichts bekannt gemacht. Die Long March 2C in der Version SD, die hier verwendet wurde, kann zwei Tonnen Nutzlast in eine niedrige Erdumlaufbahn befördern.

Der Start von FSW 19 war der 78. Einsatz einer Long-March-Trägerrakete seit 1970 und die 36. erfolgreiche Mission in ununterbrochener Reihenfolge seit dem letzten Fehlstart einer Long-March, der sich im Oktober 1996 ereignet hatte.

**31.08.2004
Mit einem Rekord in den Ruhestand**

Mit einer Mission für das amerikanische National Reconnaissance Office verabschiedete sich die Lockheed Martin Atlas 2 Trägerrakete in den Ruhestand. Sie brachte bei einem Start kurz nach Sonnenuntergang in Cap Canaveral einen klassifizierten Spionagesatelliten in den Weltraum.



Die letzte Atlas 2 startet

Mit einem Gesamtschub von über 320 Tonnen, erzeugt von den MA-5A Haupttriebwerken und den beiden Feststoff-Zusatzraketen, donnerte die 47 Meter hohe Atlas 2AS um 19:17 Uhr US-Ostküstenzeit von der Rampe 36A in den Himmel über Florida.

Nach vier aufeinander folgenden Startverschiebungen wegen kleinerer technischer Probleme und schlechtem Wetter klappte der Start beim fünften Versuch.

Die Flugbahn dieser letzten Atlas 2 war ungewöhnlich. Normalerweise startet praktisch jede Atlas vom Cape nach Osten oder Südosten, um in eine äquatoriale Bahn um die Erde anzusteuern. Bei dieser letzten Mission war das aber anders. Die Bahn ging in steiler Inklination entlang der US-Küstenlinie nordwärts. Der Grund: An der Spitze der Rakete befand sich eine geheime Nutzlast, die in einen so genannten Molnya-Orbit gebracht werden musste. Dieser Orbit-Typ ist benannt nach der sowjetischen Satellitenklasse, die diese Bahn erstmals benutzte. Es ist dies ein steil elliptischer Orbit, bei dem der bahnhöchste Punkt mehrere zehntausend Kilometer über dem Nordpol liegt.

Die Experten sind sich ziemlich einig darüber, dass es sich bei der geheimen Nutzlast um einen Relay-Satelliten handelt, der eine Direktbildübermittlung von Fotoaufklärungssatelliten ermöglicht, die sich auf polaren Bahnen bewegen. Relaysatelliten dieses Typs laufen unter dem Code-Namen „Quasar“.

Der Start am Dienstag war der zweite Einsatz einer Atlas für diesen speziellen Bahntyp, obwohl dies nie offiziell bestätigt worden ist. Eine Atlas 2 flog jedenfalls bereits im Jahre 1998 im Auftrag des National Reconnaissance Office, kurz NRO, in dieselbe Bahn. Es wird allgemein angenommen, dass die amerikanische Regierung zwei Satellitenkonstellationen für Datenübertragungszwecke betreibt: Eine in einem Molnija-Orbit, die andere in einem regulären geostationären Orbit.

Wie üblich gab aber auch dieses Mal das NRO keinerlei Informationen über Art und Aufgabe des Satelliten an die Presse.

Die Centaur-Oberstufe gab die geheime Fracht 74 Minuten nach dem Lift-off über dem Südpazifik frei. Damit war der insgesamt 73. erfolgreiche Einsatz einer Atlas seit dem Jahre 1993 bei ebenso vielen Starts beendet.

Beim Start am heutigen Dienstag kam etwas Wehmut bei den Technikern und Ingenieuren auf. Als die Stufen und Boostermotoren in den ersten fünf Minuten nach dem Start einer nach dem anderen abgeworfen wurden, markierte jeder einzelne dieser Abwürfe den Schlusstrich unter ein Kapitel Atlas-Geschichte. Die von Thiokol hergestellten Feststoffmotoren waren bei insgesamt 30 Missionen in den vergangenen 11 Jahren zum Einsatz gekommen, und die von Rocketdyne-Triebwerken angetriebene erste Stufe war nicht weniger als 576mal im Einsatz gewesen, zum ersten Mal im Jahre 1957.

Das Atlas Programm befindet sich derzeit in der Transferphase zum Einsatz der nächsten Träger-Generation, der Atlas 5. Diese Variante benutzt nicht mehr die Rocketdyne-Triebwerke, sondern bringt die wesentlich leistungsfähigeren russischen RD-180 Haupttriebwerke von Energomash zum Einsatz. Dazu kommt, je nach Mission, eine unterschiedliche Palette völlig neu entwickelte Feststoffbooster vom amerikanischen Hersteller Aerojet zur Anwendung.

Der erste Start eines Trägers der Atlas 2 Familie fand im Dezember 1991 statt. Insgesamt kam diese Version 63 mal in den Versionen Atlas 2, 2A und 2AS für Kommerzielle Kunden, das amerikanische Militär und die NASA zum Einsatz.

Schon während der Betriebszeit der Atlas 2 wurde eine Übergangsversion zur Atlas 5 entwickelt, die Atlas 3. Sie basiert noch weitgehend auf den

erprobten Systemen der Atlas 2, benutzte aber bereits das RD-180 Triebwerk. Die Atlas 3 wurde bislang fünfmal erfolgreich gestartet. Die neue Atlas 5, die jetzt alle früheren Atlas-Versionen ablösen wird, hat inzwischen drei Einsätze absolviert.

Der nächste Start einer Atlas wird im Dezember stattfinden. Dann wird eine Atlas 5 den Kommunikationssatelliten AMC 16 starten. Mitte Januar wird dann der letzte Einsatz einer Atlas 3 erfolgen. An Bord wird dann wieder eine Nutzlast des National Reconnaissance Office sein.

September

07.09.2004 Fehlschlag für Israel

Israel startete gestern eine Trägerrakete vom Typ Shavit von der Luftwaffenbasis Palmachin. An Bord war der 50 Millionen Dollar teure Aufklärungssatellit Ofeq 6. Dieser Satellit war erstmals mit neu entwickelten Allwetter-Infrarotsensoren ausgestattet. Seine Hauptaufgabe hätte in der Überwachung des Iranischen Atomprogramms bestanden.

Leider endete die Mission mit einem Fehlschlag, als die von Raphael gebaute dritte Stufe nicht zündete und der Träger vor der algerischen Küste ins Mittelmeer stürzte. Das Israelische Verteidigungsministerium und der Hauptauftragnehmer, Israeli Aircraft Industries, leiteten eine Untersuchung des Fehlschlages ein. Derzeit ist Ofeq 5 noch im Einsatz und soll dies auch mindestens bis 2006 bleiben. Somit besteht momentan keine unmittelbare Aufklärungslücke.



Archivaufnahme des Starts einer Shavit-Rakete

09.09.2004 Fehlschlag auch für die NASA

Gut drei Jahre nach dem Start in Cap Canaveral, am 8. August 2001, kehrte die Raumsonde Genesis am 8. September zur Erde zurück. Die erhoffte triumphale Rückkehr aber scheiterte zum Entsetzen der Projektwissenschaftler auf den letzten Metern der Mission auf dramatische Weise.

Höhepunkt der Landesequenz im Stil eines James-Bond-Movies sollte ein Aufsehen erregendes Bergungsmanöver im Luftraum über dem amerikanischen Bundesstaat Utah werden. Dieses Manöver ging jedoch fürchterlich schief.

Geplant war, dass professionelle Stunt-Piloten mit Hubschraubern die Rückkehrkapsel der Raumsonde in der Luft abfangen sollten. Das Raumfahrzeug hatte Probenmaterial aus dem Sonnenwind an Bord, eingefangen während des mehr als zweijährigen Aufenthaltes in einem so genannten Halo-Orbit um den Lagrange-Punkt 1, außerhalb der Strahlungs- und Magnetfelder der Erde.

Bei der Planung der Mission standen die Genesis-Ingenieure vor einer enormen Herausforderung: Wie kann man die winzigen »Sonnenpartikel« mit einer Gesamtmasse von wenigen Sandkörnern sicher bergen und dabei eine Kontaminierung durch irdische Stoffe und eine Veränderung durch zu harte Stöße bei der Landung vermeiden? Die Lösung fand die NASA in einem aufwendigen Trapezkunststück: eine Bergung in der Luft mittels Helikopter:

Wo sich Action-Filmer auf Spezialeffekte, Stunt-Experten und beliebig viele Szenenwiederholungen verlassen, musste das Genesis-Team sorgfältig planen, koordinieren und testen, um die Risiken bei der Bergung zu minimieren. Denn anders als die James-Bond-Regisseure hatten die NASA-Experten exakt einen Versuch. Keinen mehr. Im Training klappte noch alles vorbildlich. Doch in der Praxis lief dann alles ganz anders ab, und die Hubschrauber kamen nie zum Einsatz. Der Bergungsprozess wurde schon im April dieses Jahres eingeleitet, als - noch 1,5 Millionen Kilometer von der Erde entfernt - der Partikelkollector an Bord der Raumsonde im Sample Return Container verstaut wurde. Einige Stunden vor dem Eintritt in die Erdatmosphäre trennte sich die kleine Landesonde von Genesis.

Das Mutterfahrzeug passierte die Erde am 8. September gegen 18:00 Uhr mitteleuropäischer Zeit in geringem Abstand und wurde danach in einen Sonnenorbit gesteuert.





Die traurige Realität. Die Rückkehrkapsel liegt zerschmettert auf dem Boden

Praktisch zur gleichen Zeit trat die Rückkehrkapsel 120 Kilometer über Oregon in die Erdatmosphäre ein. Die Geschwindigkeit betrug zu diesem Zeitpunkt über 40.000 Kilometer pro Stunde. In 33.000 Metern Höhe über dem Luftraum von Utah, hätte die 200 Kilo schwere Kapsel einen kleinen Fallschirm auswerfen sollen, der das Raumfahrzeug stabilisieren und verlangsamen sollte. Diese Ballute hätte dann in 6.000 Metern Höhe einen Gleitschirm aus dem Fallschirmcontainer gezogen.

Ein Bergungshelikopter wäre dann in den Gleitpfad der Rückkehrkapsel eingeflogen und hätte das Gerät in der Luft abgefangen. Danach wäre das ganze Paket in einen Behälter an Bord des Hubschraubers gezogen und dort versiegelt worden. Mit dieser aufwendigen Prozedur hätte man sicher gestellt, dass die wertvolle Fracht so unberührt wie möglich im Labor in Houston abgeliefert worden wäre. Die Proben sind so fragil, dass die NASA noch nicht einmal eine normale Fallschirmlandung auf dem Boden riskieren wollten.

Die ganze Aktion ging jedoch dramatisch schief und brachte die mehrjährige, fast 300 Millionen Dollar teure Mission zu einem extrem enttäuschenden Finale. Der Eintritt in die Erdatmosphäre funktionierte, aber der Fallschirm wurde nicht ausgeworfen. Damit war auch der Auswurf des Hauptschirms blockiert. Die Kapsel schlug mit 310 Kilometern pro Stunde, lediglich abgebremst durch die Luftreibung, in den Wüstenboden von Utah ein, wo sie zerbrochen einen guten Meter tief in den Boden vergraben liegen blieb.

Ob das missglückte Landemanöver eine Auswirkung auf die Rückkehrkapsel der Raumsonde „Stardust“ haben wird, die im Januar 2006 Proben vom Kometen Wild 2 zur Erde bringen soll, steht noch nicht fest.

20.09.2004

Indien im Weltraum erfolgreich

Heute brachte Indien einen Kommunikationssatelliten mit der Bezeichnung EDUSAT in den Orbit. Als Träger wurde die erste Serienversion des „Geosynchronous Satellite Launch Vehicle“, kurz GSLV eingesetzt. EDUSAT ist der erste Satellit des Landes, der ausschließlich für Bildungs-Services vorgesehen ist. Der Start erfolgte vom Weltraumzentrum Satish Dhawan auf der Insel Sriharikota. Es war dies der erste operationelle Flug der GSLV und der dritte Einsatz dieses Modells überhaupt. EDUSAT befindet sich jetzt in einem geostationären Transferorbit mit einem niedrigsten Bahnpunkt von 180 Kilometern und einem höchsten Bahnpunkt von 35.985 Kilometern. Die Inklination beträgt derzeit 19,2 Grad, die Orbit-Periode beträgt 10,5 Stunden.

Das 414 Tonnen schwere und 49 Meter lange GSLV mit dem 1.950 Kilogramm schweren EDUSAT an Bord hob um 16:01 Uhr Ortszeit von der Rampe in Sriharikota ab. 17 Minuten nach dem Liftoff war der Transferorbit erreicht.



GSLV beim Start

Die Startsequenz begann 4,8 Sekunden bevor der Countdown Null erreichte. Zu diesem Zeitpunkt zündeten die vier mit Flüssigkeitstriebwerken betriebenen Booster der ersten Stufe, jeder mit 40 Tonnen hypergolen Treibstoffen befüllt (Hydrazin und N₂O₄, also Stickstofftetroxid). Genau zum Zeitpunkt Null und nach Bestätigung, dass die vier Booster ordnungsgemäß liefen, zündete der 138 Tonnen schwere Feststoff-Zentralmotor. Unmittelbar darauf stieg der GSLV in den Himmel. Die Zentralstufe war nach 104 Sekunden ausgebrannt. Die Booster trugen die leere Stufe aber noch weitere 46 Sekunden nach oben, bevor sie zusammen mit der Zentralstufe abgeworfen wurden.

Gleich darauf erfolgte die Zündung der zweiten Stufe und noch einmal wenig später der Abwurf der Nutzlastverkleidung. Die zweite Stufe war 4 Minuten und 48 Sekunden nach dem Lift-Off ausgebrannt und wurde abgeworfen. Fünf Minuten und vier Sekunden nach dem Start zündete die dritte Stufe, die mit flüssigem Sauerstoff und Wasserstoff betrieben wird. Brennschluss der dritten Stufe war

16 Minuten und 39 Sekunden nach dem Liftoff. Die zu diesem Zeitpunkt erreichte Geschwindigkeit betrug 10,2 Kilometer pro Sekunde.

16 Minuten und 54 Sekunden nach dem Start wurde EDUSAT von der dritten Stufe der Trägerrakete freigegeben. Kurz nach der Freigabe wurden auch die beiden Solargeneratoren automatisch ausgefahren. In den kommenden Tagen wird der Orbit von EDUSAT vom gegenwärtigen elliptischen Orbit zum endgültigen kreisförmigen geostationären Orbit angehoben.



EDUSAT

Die Orbit-Position auf der EDUSAT danach positioniert wird ist 74 Grad Ost. An dieser Stelle wird er sich mit KALPANA-1 und INSAT-3C einen Slot teilen. EDUSAT, eine Eigenentwicklung des ISRO Satellitenzentrums in Bangalore, trägt fünf Ku-band Transponder, einen Ka-

Band Transponder und sechs C-band Transponder. EDUSAT wird mit dem INSAT-System gekoppelt, das bereits über 130 Transponder im C-Band bereitstellt.

23.09.2004

Russland startet zwei Militärsatelliten

Eine leichte Trägerrakete vom Typ Kosmos-3M brachte gestern Abend zwei russische Militärsatelliten in den Orbit. Der Booster hob vom nordrussischen Kosmodrom in Plesetsk um 19:14 Ortszeit ab. Die beiden Satelliten wurden als Kosmos 2408 und Kosmos 2409. Die russischen Offiziellen gaben keine weiteren Informationen über die Aufgaben der Satelliten und die Umlaufbahn heraus. Aus den verfügbaren Daten, der eingesetzten Trägerrakete und der Bahnneigung kann davon ausgegangen werden, dass es sich um Mobilfunksatelliten vom Typ Strela handelt. Die Russen besitzen ein militärisches Kommunikationsnetz ähnlich dem westlichen Iridium-System. Der Start war der zweite Einsatz einer Kosmos 3M in diesem Jahr. Im Juli brachte eine Trägerrakete dieses Typs einen militärischen Navigationsatelliten in den Orbit.

24.09.2004

Zweiter Start von Plesetzki in zwei Tagen

Am Freitagabend brachte eine Trägerrakete des Typs Sojus U vom russischen Weltraumbahnhof Plesetzki aus einen nicht näher spezifizierten Satelliten in den Orbit. Es ist dies der zweite Start von dieser nördlichen Raketenbasis in nur zwei Tagen. Der

Start war um 18:50 mitteleuropäischer Zeit erfolgt, das entspricht 20:50 Moskauer Zeit. Die Nutzlast wurde neun Minuten später im Orbit abgeliefert, ein Hinweis darauf, dass eine niedrige Erdumlaufbahn angesteuert wurde. Das Raumfahrzeug wird die Bezeichnung Kosmos 2410 bekommen. Aufgrund der Bahn, des eingesetzten Trägers und der Masse des Raumfahrzeuges kann man mit einiger Sicherheit den Schluss ziehen, dass es sich bei dem Objekt um einen Foto-Aufklärer der Kobalt-Klasse handelt.



Sojus U

27.09.2004

China startet erneut rückkehrfähigen Satelliten

China startete heute erneut einen wissenschaftlichen Satelliten vom Jiuquan-Testzentrum in Nordchina. Als Trägerrakete wurde eine Long March 2D eingesetzt. Bei der Nutzlast handelt es sich wieder um einen Satelliten, der mit einer Probenrückföhrkapsel ausgestattet ist, inzwischen schon der 20. dieser Serie.

Die chinesische Nachrichtenagentur Xinhua gab bekannt, dass die Aufgaben des Satelliten „wissenschaftliche und technologische Experimente, geologische Untersuchungen der Erde und Kartografie sei, eine recht nichtssagende Erläuterung mit enormem Interpretationsspielraum, die eher auf eine militärische Verwendung des Satelliten schließen lässt. Der Satellit soll bereits in „einigen Tagen“ wieder zur Erde zurückkehren, berichtet Xinhua weiter. Der Start war der 80. Einsatz einer Rakete der Long March Trägerraketenfamilie, die allesamt vom Weltinstitut Shanghai entwickelt werden. Es war die 38. erfolgreiche Mission in ununterbrochener Folge seit dem Jahre 1996.

Am Samstag, den 25. September, hatte China seinen 19. Rückkehr-Satelliten nach insgesamt 27 Tagen im Weltraum wieder zur Erde zurück gebracht.



Start der CZ-2D von Jiuquan

30.09.2004**Space Taxi to the sky I**

Der erste X-Price Wettbewerbsflug ist gestern erfolgreich „über die Bühne“ gegangen. SpaceShip One hatte ja bereits im Juni seinen Jungferflug ins All unternommen. Den Probeflug für den X-Price Wettbewerb, sozusagen. Am Steuer war damals der 62-jährige Mike Melville, und nach dem haarsträubend gefährlichen Einsatz hatte der damals gemeint, diese Aufregung sei nichts mehr für ihn und für die Wettbewerbsflüge überlasse er seinen Platz im Cockpit einem Jüngeren.

Somit tippte diesmal jeder auf einen anderen Piloten, und dafür konnten bei Scaled nur Brian Binnie oder Peter Siebold in Frage kommen. Wie beim Einsatz im Juni hatte Scaled Composites in der Besatzungsfrage wieder dicht gehalten und den Namen des Piloten vorher nicht genannt. Zur grenzenlosen Überraschung der SpaceShipOne-Fangemeinde stieg dann auch diesmal der breit grinsende Mike Melville vor einer riesigen Menschenmenge in sein Vehikel, winkte den Zuschauern noch einmal zu und entschwand unter dem Rumpf des White Knight-Trägerflugzeugs in den Himmel über Mojave.

Es wäre nicht Mike Melville gewesen, wenn er nicht auch diesen Flug – natürlich unbeabsichtigt – zum Drama gemacht hätte.

In 14.000 Metern Höhe klinkte Matt Stinemetz, der Copilot von White Knight, sein Baby aus, und Sekunden später zündete Melville das Triebwerk von SpaceShipOne.

Die ersten vierzig Sekunden verliefen scheinbar problemlos. Aber dann passierte auch hier das Unerwartete, und den Zuschauern der Fernsehübertragung gefror das Blut in den Adern. Gut sichtbar begann sich eine Schaukelbewegung um die Längsachse aufzubauen, bis das Fahrzeug schließlich komplette Rollen vollführte. Eine nach der anderen. Immer mehr und immer schneller. Der Live-Kommentator des X-Price Webcast rief: „Oh, oh, oh, oh, das scheint mir kein geplantes Manöver zu sein“.

Auch den Beobachtern auf dem Boden war sofort klar, dass etwas nicht stimmte. Die bis dahin in gerader Linie senkrecht nach oben strebende Rauchfahne begann plötzlich die Form eines Korkenziehers anzunehmen.

Aber „Zivilastronaut“ Mike Melville bekam das Fahrzeug auch diesmal wieder unter Kontrolle, wie schon damals im Juni. Nach der Landung war er so cool, wie man es von einem „Space Cowboy“ erwartet: „Da oben wurde ich ein bisschen überrascht“, sagte er als er aus dem Vehikel stieg. Das Schiff „hat angefangen sich ein wenig zu drehen und



Mike Melville bei der Pressekonferenz nach dem Flug

vollführte dabei ein kleines Sieges-Rollmanöver“. Das war eine drastische Verniedlichung. Auf den Bildern der Cockpit-Kamera, die eine Direktübertragung aus dem Inneren des Raumschiffs lieferte, hatten die Zuschauer an den Bildschirmen den Eindruck, als würde Mike Melville in einem Mixer rotieren.

Melville beschrieb das, was vom Boden aus ziemlich übel aussah mit den Worten „Und dann kam da eine kleine Rollbewegung rein. Das war etwas unerwartet, aber es machte mir keine allzu großen Sorgen. Ich denke, dass das für die Leute unten ganz nett aussieht, wenn ich da oben ein paar Rollen drehe“. Sicherlich die Untertreibung des Tages, denn mit immer noch laufendem Raketentriebwerk – die Geschwindigkeit näherte sich der dreieinhalbfachen Schallgeschwindigkeit – schraubte sich SpaceShipOne in 29 schnellen Rollen buchstäblich in den Himmel hinein.

Der Grund dafür war eine ganze Weile nicht klar. Melville gab aber zu, dass er das Problem selbst unbeabsichtigt hervorgerufen haben könnte. „So was kann in meinem Alter schon mal passieren“, grinste er. Burt Rutan erklärte es bei einer Pressekonferenz heute. Nachdem die Rollbewegung einmal eingeleitet war, konnte sie wegen der fehlenden Atmosphäre mit den aerodynamischen Rudern des Fahrzeugs nicht mehr beendet werden. Kaltblütig wartete Melville in seinem wild rotierenden Fahrzeug so lange ab, bis er sicher war, die notwendige Höhe erreichen zu können. Erst als er in der 76.



Sekunde der Brennphase das Triebwerk abstellte, konnte er das Rollkontrollsystem betätigen, kleine Raketentriebwerke, welche die Raumlage des Fahrzeugs regeln. Und damit gelang es Melville schließlich, das Fahrzeug wieder zu stabilisieren.

Danach verlief der freie Fall zunächst aufwärts in der Wurfparabel und danach wieder abwärts ohne weitere Probleme. Die Radarauswertung zeigte, dass 102,9 Kilometer Höhe erreicht wurden, mehr als ausreichend um die Wettbewerbsbedingungen zu erfüllen.

Der Raketentriebwerk hätte ein Potential von 90 Sekunden Brennzeit gehabt, ein Beleg dafür, welche Reserven noch in dem System sind. Wahrscheinlich sind mit SpaceShipOne Flughöhen von 130 Kilometern möglich, wenn nur ein Pilot fliegt, kein Ballast mitgenommen wird und die Brenndauer des Triebwerks voll genutzt wird.

Tatsächlich zeigte eine eingehende Untersuchung von SpaceShipOne nach dem Flug, dass das Fahrzeug keine „squawks“ hat, wie Melville es ausdrückte. Womöglich war also doch Melville unbeabsichtigt in eines der Ruder getreten. Nachdem die Sicherheitssysteme von SpaceShipOne ihre Zuverlässigkeit bewiesen hatten, gab Burt Rutan bekannt, dass der zweite X-Price-Flug wie geplant am Montag, dem 4. Oktober stattfinden sollte.

Oktober

05.10.2004 Space Taxi to the sky II

Damit hatte schon niemand mehr so recht gerechnet. Es war eine echte Überraschung, als Burt Rutan in den frühen Morgenstunden des 4. Oktober die Wahl des Piloten bekannt gab: den 51-jährigen Brian Binnie. Jeder der anwesenden Journalisten hätte sein letztes Hemd dafür verwettet, dass Melville auch den zweiten X-Price Flug durchführen würde. Dies ungeachtet seiner eigenen Aussagen, sich auf keinen Fall ans Steuer zu setzen. Schließlich hatte er das letzte Mal ja auch behauptet.

Binnie hatte das Vehikel während des Testprogramms auch schon mehrmals geflogen. Und auch ihm wäre die Rollneigung des Fahrzeugs einmal beinahe zum Verhängnis geworden, als nach dem ersten Überschallflug der Maschine im letzten Dezember sich das Vehikel bei der Landung so sehr aufschaukelte, dass beim Aufsetzen das Fahrwerk einknickte, und Binnie von der Piste schlitterte.

Am Mittwoch hatte Binnie noch den White Knight gesteuert. Nun waren die Rollen vertauscht. Mike



Kurz nach der Trennung. SS1 in der Bildmitte strebt nach oben, das Trägerflugzeug White Knight kurvt nach links und rechts ist der Kondensstreifen des Alpha Jet Begleitflugzeugs zu sehen.

Melville war an den Kontrollen des Trägerflugzeugs, als die Kombination um 5 Uhr 49 morgens Ortszeit von der Rollbahn in Mojave abhob.

Nach Mike Melvilles aufregenden Flügen vom Juni und dem ersten X-Price Flug vom 29. September blieb Brian Binnie, dem Piloten des zweiten Fluges nichts anderes übrig, als auf andere Weise Furore zu machen.

Wo Mike Melville durch Dramatik bestach, glänzte Brian Binnie durch Exzellenz. Bei einem perfekten Flug mit einer Triebwerksbrenndauer von 84 Sekunden erreichte Binnie eine Höhe von 112,2 Kilometern, weit über die Anforderungen des X-Price hinaus, und brach damit selbst den 40 Jahre alten Höherekord der X-15.

Mojave Aerospace Ventures, das gemeinsame Unternehmen von Burt Rutan und Paul Allen hat damit seinen ersten „Return on Investment“ erzielt, die 10 Millionen Dollar Preisgeld des X-Price Wettbewerbs.



Nach der Landung: Brian Binnie winkt mit der amerikanischen Flagge.

14.10.2004

Neue Crew auf dem Weg zur ISS

An der Spitze einer Trägerrakete des bewährten Typs Sojus U brachen heute morgen die nächsten Langzeitgäste der Internationalen Raumstation zu einem mehr als sechsmonatigen Trip auf. Die Raumkapsel Sojus TMA-5 startete um 5:06 mitteleuropäischer Zeit von der Startrampe „Juri Gagarin“ in Baikonur und erreichte neun Minuten später, nach einem problemlosen Aufstieg, einen ersten Übergangsort. Der kalte, klare Morgen bot den Zuschauern des Starts perfekte Beobachtungsbedingungen, und die flackernde orange Flamme der mit Kerosin und Sauerstoff arbeitenden Triebwerke konnte mehrere Minuten lang beobachtet werden.

Video-Kameras im Inneren des Crew-Moduls zeigten den Kommandanten der Expedition 10, den Amerikaner Leroy Chiao, Sojus-Pilot und Flugingenieur Salizhan Sharipov und den „Besuchskosmonauten“ Juri Shargin, wie sie die Checkliste durchgingen und die Instrumente überwachten, während die Rakete in den Himmel stieg.

Unmittelbar nach dem Erreichen der Umlaufbahn trennte sich die dritte Stufe der Trägerrakete vom Raumschiff, und die beiden Solargeneratoren wurden entfaltet, um das Fahrzeug mit Energie zu versorgen. Gleich danach wurden auch die Navigati-

onsantennen und die Docking-Sonde ausgefahren. Der Start war der vierte in den letzten beiden Jahren, in dem ein amerikanischer Astronaut mit an Bord einer Sojus war. Solange die Shuttle-Flotte in der Folge des Columbia-Desasters weiter am Boden steht, ist das russische Raumfahrzeug die einzige Option, um Menschen zur ISS zu bringen. Das vollautomatische Dockingmanöver am Pirs-Modul soll am Samstagmorgen um 6:25 stattfinden.

Chiao und Sharipov werden die folgenden acht Tage damit verbringen, die Raumstation von der Expedition 9 Crew, bestehend aus Kommandant Gennady Padalka und Flugingenieur Mike Fincke zu übernehmen. Der „Besucher“ Shargin ist an diesem Prozess nicht beteiligt und soll eine Reihe von Experimenten durchführen, bevor er dann am 23. Oktober mit der Expeditionscrew 9 wieder in Kasachstan landen soll.

Die Crew Nummer 10 wird insgesamt 193 Tage an Bord der Station verbringen. Highlights in dieser Zeit sind die Ankunft von zwei unbemannten Versorgungsschiffen sowie die Durchführung von zwei Außenbordmanövern. Chiao und Sharipov sollen am 25. April 2005 wieder zur Erde zurückkehren. Damit wird auch diese Besatzung nicht die Ankunft eines Shuttles an der Station erleben. Dies dürfte erst ihren Nachfolgern beschieden sein, der Expeditionscrew 11, die im Mai nächsten Jahres, wenn alles wie geplant läuft, die Discovery und ihre Besatzung in Empfang nehmen wird.



Der Startkomplex aus ungewöhnlicher Perspektive.

15.10.2004

Proton bringt AMERICOM 15 in den Orbit

Der amerikanische Nachrichtensatellit AMERICOM 15, kurz AMC 15, der Kunden in den Vereinigten Staaten mit Home-Entertainment und Breitband-Dienstleistungen versorgen soll, wurde heute in den Nachtstunden mit einer russischen Proton-Rakete erfolgreich im vorgesehene Orbit abgesetzt.

Die Mission begann gestern Nacht um 23:23 mitteleuropäischer Zeit im russischen Weltraumzentrum Baikonur in Kasachstan. Nachdem die drei unteren Stufen der Proton ihre Arbeit erfolgreich abgeschlossen hatten, waren noch drei Brennanöver der Breeze M Oberstufe notwendig, um den gut vier Tonnen schweren Satelliten in einem geostationären Transferorbit abzuliefern. Diese Aufgabe war um 6:18 mitteleuropäischer Zeit heute morgen abgeschlossen.

AMC 15 ist mit 12 Ka-Band Transpondern und 24 Ku-band Transpondern ausgerüstet.

Der Satellit wird sich in den kommenden Tagen selbst in den geostationären Orbit manövrieren,



Startvorbereitungen für AMC 15

und eine vorläufige Position über dem Äquator bei 136 Grad westlicher Länge einnehmen. Etwa ab dem 23. Oktober beginnen ausgedehnte „In-orbit-tests“. Nach Abschluss dieser Tests, in etwa sieben Wochen, wird der Satellit auf 105 Grad westliche Länge transferiert, und dort seinen Dienst aufnehmen.

Gebaut wurde das Raumfahrzeug von Lockheed Martin, Besitzer des Ku/Ka-band Satelliten ist SES AMERICOM die ihren

Sitz in Princeton, New Jersey hat. Der Hauptkunde für AMC 15 wird die Firma DISH Network sein, die Millionen von Amerikanern mit Fernseh- und Rundfunkprogrammen über kleine Heimantennen versorgt.

16.10.2004

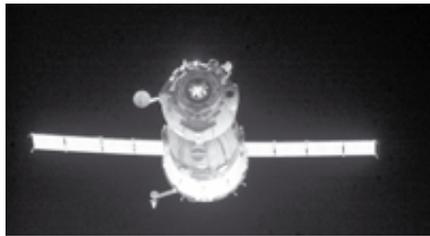
Problematisches Docking-Manöver

Die Raumkapsel Sojus TMA-4 mit der 10. ständigen Besatzung der Internationalen Raumstation, bestehend aus dem amerikanischen Astronauten Leroy Chiao und dem russischen Kosmonauten Salizhan Sharipov legte am Samstag um 18:16 mitteleuropäischer Zeit am Zarya-Port der ISS an.

Sharipov steuerte die Sojus auf den letzten Metern mit der Handsteuerung zur Station, nachdem das automatische Kurs-Rendezvoussystem in der letzten Anflugphase eine Fehlfunktion zeigte. Die Crew hatte das manuelle Andockmanöver in den Wochen vor dem Flug ausgiebig trainiert und das Manöver erfolgte ohne weitere Probleme. Es ist derzeit noch nicht klar, warum die Fehlfunktion auftrat. Möglicherweise handelt es sich um ein Problem mit der Rendezvous-Software. Auf jeden Fall begann das Fahrzeug in der letzten Phase vor dem Andocken zu beschleunigen anstatt abzubremsen, so dass Sharipov gezwungen war, die Automatik stillzulegen.

Etwa drei Stunden nach dem Anlegemanöver öffneten die Besatzungsmitglieder die Luken zwischen den beiden Raumfahrzeugen.

Die Sojus TMA Kapsel mit der Expeditionscrew 10 war am Donnerstagmorgen vom Kosmodrom in Baikonur aus gestartet. Zusammen mit Sharipov und Chiao ist auch der Oberst der russischen Streitkräfte Yuri Shargin mit an Bord. Die Expeditionscrew 10 wird etwa sechs Monate an Bord der



Sojus TMA 4 im Anflug an die ISS

ISS verbringen und wissenschaftliche Experimente durchführen. Shargin wird nur acht Tage bleiben und mit der scheidenden Expeditionscrew 9 zur Erde zurückkehren.

Diese Mannschaft, bestehend aus dem Russen Gennady Padalka und dem NASA-Astronauten Mike Fincke, befindet sich seit April an Bord der Station. Die Expeditionscrew 9 wird die Station am 23. Oktober in der selben Sojus verlassen, mit der sie zur ISS geflogen war: Die Landung soll um 2:23 Uhr nachts in Kasachstan stattfinden.

Der 44jährige Kommandant der Expeditionscrew 10, Leroy Chiao wird auch die Rolle des NASA Wissenschafts-Offiziers an Bord wahrnehmen. Auch der 40jährige Sharipov hat zwei Pflichten bei dieser Mission, zum einen als ISS Flugingenieur und zum anderen als Kommandant der Sojus beim Hin- und Rückflug. Chiao ist ein Veteran aus drei Shuttle-Flügen. Sharipov ist Oberst der Russischen Luftwaffe und hat einen Raumflug auf seinem Konto. Bei der Mission STS-89 im Jahre 1998 war er mit an Bord der Raumfähre Endeavour bei einer Mission zur Raumstation Mir.

Chiao und Sharipov sind schon die vierte Zweipersonen-Crew der ISS. Nach dem Unfall der Columbia am 1. Februar 2003 legten die Partner des Raumstationsprogramms fest, dass wegen der begrenzten Mengen an Versorgungsgütern, die nach dem Ausfall des Shuttles zur Raumstation gebracht werden können, die Raumstation solange nur mit zwei Astronauten besetzt werden kann, bis die Shuttle-Flüge wieder aufgenommen werden.

17.10.2004

Abriss auf Chinesisch

Die „erfolgreiche“ Rückkehr einer chinesischen Weltraumkapsel zur Erde endete mit dem etwas unglücklichen Teilabriss eines Wohnhauses in China. Glücklicherweise wurde bei dem bizarren Ereignis niemand verletzt. Der 20. rückkehrfähige Satellit Chinas, FSW-20 (Fanhui Shi Weixing-20, das bedeutet „Rückkehrfähiger Testsatellit“) kam vorgestern um 10:43 Pekingener Ortszeit, aus der Umlaufbahn



Die Rückkehrkapsel in der Ruine des Gebäudes

zurück, nachdem er zuvor 18 Tage lang im Welt-
raum gewesen war.

Der Start des Satelliten war am 27. September an
Bord einer Long March 2D-Rakete erfolgt. Startort
war das Jiuquan Satellitenstartzentrum in der Inne-
ren Mongolei.

Die Mission ging offensichtlich planmäßig vonstat-
ten, die Landung der Rückkehrkapsel, die nur einen
Teil des Satelliten ausmacht, verlief dann allerdings
nicht sonderlich exakt nach Plan.

Die Bergungsoperation begann um 9:30 Uhr
Ortszeit, als vier Militärhubschrauber mit Bergungs-
experten und Journalisten an Bord bei dichtem
Nebel von einem Flughafen eines nördlichen
Vorortes von Chengdu starteten. Um 10:10 waren
die Hubschrauber 150 Kilometer östlich der Stadt
und begannen über dem vorgesehenen Landege-
biet im Landkreis Pengxi zu kreisen. Um 10:22
fingen die Helikopter ein Signal des offensichtlich
am Fallschirm hängenden Satelliten auf. Zu diesem
Zeitpunkt bewegte sich die Kapsel in Richtung
Daying, einem der westlichen Nachbar-Landkreise
von Pengxi. Aber fünf Minuten später, um 10:37
verloren die Helikopter die Peilung zur Kapsel.
Die Besatzung schob das auf das schlechte Wetter;
berichtete den Verlust des Signals an die Komman-
dozentrale und flog dann zum Flughafen in Suining,
etwa 50 Kilometer südlich. Dort landeten die vier
Helikopter gegen Mittag, um aufzutanken.

Während dieser Aktion erreichte das Team über
Funk die Nachricht, dass die Kapsel um 10:43 Uhr
das Dach eines Gebäudes in einem Dorf in Daying
durchschlagen hatte. Das Bergungsteam stieg in
einige Autos und fuhr mit Höchstgeschwindigkeit
dorthin.

Zur selben Zeit, als die Helikopter nach Suining
flogen, hatte das Geschehen in Daying seinen Lauf
genommen. Die am Fallschirm hängende Kapsel
trieb auf einen Gemüsemarkt zu, verfehlte diesen



knapp, krachte durch das
Dach eines vierstöckigen

Gebäudes und kam im Hausflur zu liegen. Die Lan-
deeinheit schlug ein mehr als 40 Quadratmeter
großes Loch in den Dachstuhl, verstreute Kacheln
und Ziegeln im weiten Umkreis und zerstörte ein
Bett. Glücklicherweise war niemand im Raum, als
die Kapsel herunterkam. Im Gebäude selbst und in
der Nachbarschaft wurde niemand verletzt.

Etwa 10 Minuten nach dem Crash waren Polizei,
Feuerwehr und Sanitäter an Ort und Stelle. Kurz
danach traf auch der Bergungstrupp mit heulenden
Motoren ein. Eine riesige Menschenmenge hatte
sich ebenfalls eingefunden und die Polizei hatte Pro-
bleme, die vielen Schaulustigen zurückzudrängen.

Nach dem ursprünglichen Plan hätte die Kapsel
vom Helikopter eingehakt und dann zur Militärbasis
nach Chengdu transportiert werden sollen. Unter
den geänderten Bedingungen war das aber nicht
möglich. Der Abwindstrom des Helikopters hätte
dem ohnehin schon schwer beschädigten Gebäu-
de sonst womöglich noch den Rest gegeben und
vielleicht sogar noch Gebäude in der Nachbarschaft
gefährdet.

Nach kurzer Diskussion ließ die Stadtverwaltung
deshalb einen Kran kommen, der sich allerdings als
nicht leistungsfähig genug herausstellte. Gegen 13:
50 Uhr schließlich kam ein schwerer 50-Tonnen-
Kran, den sich die Behörde von einer Straßenbau-
Gesellschaft geborgt hatte.

Der Gemüsemarkt musste geräumt werden, da
sonst das schwere Fahrzeug nicht an den Ort des
Geschehens gekommen wäre. Und schließlich, nach
etlichen Versuchen, konnte die Kapsel um 15:37 -
völlig unbeschädigt - aus dem zerstörten, offenen
Dach des Gebäudes herausgehievt werden.

Chen Zugui, der Chefkonstrukteur an der chi-
nesischen Akademie für Weltraumtechnologie,
und zuständig für das FSW-Satellitenprogramm,
erklärte, dass man sich über den Zwischenfall
keine Gedanken machen sollte. Chen erläuterte,
dass ungewöhnliche Höhenwinde und eine kleine
Abweichung bei der Retro-Zündung dazu führten,
dass das Raumfahrzeug die vorgesehene Landezone
verließ. Diese Landezone sei immer ein nur dünn
besiedelter Bereich, aber gelegentlich könne es
schon mal zu einer Abweichung kommen.

Chen führte weiter aus, dass es noch nie bei den
bislang 20 Landungen von Rückkehrkapseln Perso-
nen zu Schaden gekommen sei. Er gab allerdings
zu, dass die Beendigung der FSW 20 Mission doch
recht ungewöhnlich gewesen sei.

20.10.2004

Fengyun 2C im Orbit

China startete am Dienstag um 9:20 Uhr Ortszeit den ersten regulären Serien-Wettersatelliten der Fengyun-Serie. Fengyun-2 C (FY2C), wie der Satellit bezeichnet wird, wurde mit einer Long March 3A vom Raumfahrtzentrum in Xichiang aus in den Weltraum gebracht.

Das knapp 1,4 Tonnen schwere Raumfahrzeug erreichte 24 Minuten nach dem Lift-off den geostationären Transferorbit. In den kommenden Tagen wird er auf 105 Grad östlicher Länge über dem Äquator positioniert werden und kann dann von dieser Position aus ein Drittel der Erdoberfläche überwachen.

China hat in den Jahren 1997 und 2000 bereits zwei Vorserien-Einheiten der Fengyun 2-Satelliten in den Orbit geschickt, Fengyun 2 A und 2 B. FY2C entspricht inzwischen dem internationalen Standard für Wettersatelliten. Er wird rund um die Uhr meteorologische Informationen liefern, Daten über Meeresströmungen und -Temperaturen, Wolkenbildung u.ä. .



Fengyun 2C beim Start

Seit 1988 hat China schon insgesamt acht Wettersatelliten der Serien Fengyun 1 und 2 gestartet. Die FY1-Serie sind Satelliten, welche die Erde auf einer niedrigen polaren Umlaufbahn umkreisen. Die FY2-Serie ist dagegen im geostationären Orbit platziert.

China hat bekannt gegeben, in den kommenden Jahren weitere Satelliten des Typs FY2 zu starten und ein kontinuierlich arbeitendes System von Wettersatelliten zu etablieren.

23.10.2004

ISS Crew kehrt sicher zur Erde zurück

Die russische Raumkapsel Sojus TMA-4 landete am Samstagmorgen in Zentralasien und brachte die neunte Crew der Internationalen Raumstation nach sechs Monaten im Weltraum sicher zur Erde zurück. Mit an Bord war auch der russische Kosmonaut Juri Shargin, der lediglich einen achtzügigen Kurzaufenthalt an Bord der Station absolviert hatte.

In einer der relativ seltenen Nachtlandungen hatte die Sojus TMA-4 Kapsel mit dem russischen Kommandanten Gennady Padalka, dem NASA Flugingenieur Michael Fincke und dem Kosmonauten



Nachtlandungen – Keineswegs „All“-Täglich.

Yuri Shargin um 2:36 morgens mitteleuropäischer Zeit Bodenkontakt, dreieinhalb Stunden nachdem das Fahrzeug von der ISS abgekoppelt hatte.

Die Expeditionscrew 9 war damit 188 Tage im Weltraum, 186 davon an Bord der Internationalen Raumstation. Mike Fincke beendete damit seinen ersten Raumflug, Padalka seinen zweiten.

Der Bergungstrupp hatte mit Temperaturen unter dem Gefrierpunkt und einer steifen Brise zu kämpfen, aber die Sojus TMA-4 beendet ihren Abstieg durch die Erdatmosphäre problemlos. Allerdings kippte sie nach dem Aufsetzen um, da der Fallschirm nicht sofort abgesprengt werden konnte und dieser die Kapsel dann im böigen Wind umwarf.

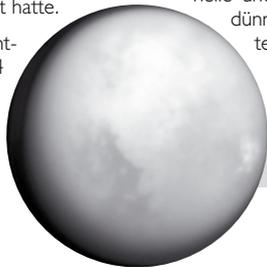
Fincke und Padalka waren am 18. April zum Labor gestartet. Sie werden jetzt durch die Expedition 10 ersetzt, bestehend aus Kommandant Leroy Chiao und Flugingenieur Salizhan Sharipov, die am 14. Oktober zusammen mit Juri Shargin an Bord von Sojus TMA-5 zur ISS aufgebrochen waren.

28.10.2004

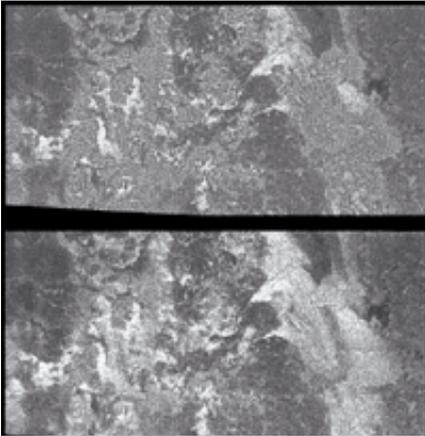
Cassini's verwirrende Beobachtungen

Nach jahrelanger gespannter Erwartung sandte die Raumsonde Cassini in der Nacht zum Mittwoch erste Nahaufnahmen des smog-verhangenen Saturn-Mondes Titan zur Erde. Die Bilder vermittelten den Planetenwissenschaftlern auf der Erde einen ersten Eindruck der fremdartigen Landschaft. Aber dieser Eindruck sorgte sowohl für Begeisterung als auch für Verwirrung.

Die Bilder zeigen scharf voneinander getrennte sehr helle und sehr dunkle Gegenden, die von einer dünnen Lage aus trübem, durchsichtigem Material bedeckt sind. Diese milchige Schicht wird vermutlich durch die Atmosphäre, noch unbekannte Oberflächenrückstände oder etwas ähnlichem verursacht.



Titan: Cassini lässt erste Details erkennen.



*Kontrastverstärktes Radarbild.
Hell ist rauhes Terrain, dunkel ist glattes Gelände.*

Am Südpol des Titan erscheint auf den Bildern eine 1000 Kilometer durchmessende Wolkenformation. Auf den Bildern sind keinerlei Krater erkennbar, was darauf hindeutet, dass die Oberfläche des Mondes geologisch sehr jung ist und dass sich dort tektonische, vulkanische oder Ablagerungsprozesse abspielen, welche die Oberfläche immer wieder umgestalten.

Die Bilder konnten keine klaren Hinweise darüber geben, ob es auf der Oberfläche des Titan Seen oder Teiche aus flüssigem Methan, Äthan oder ähnlichen Stoffen gibt. Viele Wissenschaftler sind der Meinung, dass es solche geologischen Strukturen geben muss, angesichts der extrem niedrigen Temperaturen, des hohen atmosphärischen Druckes und der vielen Hydrocarbonate, die auf der Oberfläche und in der Atmosphäre vorhanden sind. Um es kurz zu machen: Titan widerstand fürs erste dem Ansturm der Wissenschaftler, und die sind damit nahezu genauso ratlos wie zuvor.

Der Vorbeiflug am Mittwochmorgen, in einem Abstand von nur 1200 Kilometern war der erste von insgesamt 45 Begegnungen, die für die Primärmission geplant sind. Cassini machte bei diesem Vorbeiflug mehrere hundert Bilder durch verschiedene Filter. Dabei wurden vor allem Wellenlängen gewählt, die es ermöglichten, durch die dichte Wolkenschicht des Titan zu blicken.

„Trotzdem aber“, wie es Carolyn Porco, eine der leitenden Wissenschaftler des Missionsteams ausdrückte, „wissen wir nicht genau, auf was wir da eigentlich blicken“. Radardaten von Cassini sollen die Lücken füllen. Allerdings sind auch diese Bilder nichts weniger als geheimnisvoll. Es konnten auch

auf den Radarbildern keinerlei exakt definierte Features ausgemacht werden.

Carolyn Porco meinte weiter „Wir werden wohl noch einige weitere Vorbeiflüge abwarten müssen, bevor wir eine genaue Ahnung bekommen, was da unten vor sich geht“.

Wichtige Daten, vor allen Dingen von der Dichte der Atmosphäre, lieferte Cassini bei diesem ersten Vorbeiflug für die Europäische Landesonde Huygens, die im Januar auf dem Saturn-Mond niedergehen soll.

30.10.2004

Russland startet Telekom-Satelliten

Eine russische Proton-DM Trägerrakete mit einem Inlands-Telekommunikationssatelliten wurde heute in den frühen Morgenstunden vom Weltraumbahnhof Baikonur in Kasachstan aus gestartet.

Der Start erfolgte um 0:11 mitteleuropäischer Zeit, und der Übergangsort, in dem der Satellit von der Trägerrakete freigegeben wurde, war um 6:45 am Samstagmorgen erreicht.

Der 2.540 Kilogramm schwere Satellit ist mit 28 Transpondern ausgestattet. Neun davon arbeiten im C-Band, 18 im Ku-Band und einer im L-Band.



Die Rakete wird aufgerichtet

Express AM-1 wird auf 40 Grad östlicher Länge stationiert werden. Der Start war der 247. erfolgreiche Einsatz einer Oberstufe der Typen D und DM, und der sechste Start einer Proton in diesem Jahr

Express AM-1, so die Bezeichnung des Satelliten, wurde von der russischen Firma Reshetnev in Krasnojarsk, in Sibirien gebaut. Der Kommunikationssatellit soll Fernseh- und Radioprogramme, Internet und Telefonservices für Russland zur Verfügung stellen.

01.11.2004

Shenzhou 6 mit zwei

Astronauten über fünf Tage geplant

Chinas zweiter bemannter Raumflug wird voraussichtlich fünf Tage dauern und zwei Astronauten in den Orbit bringen. Der Flug dürfte wahrscheinlich im Oktober nächsten Jahres stattfinden.

Zum ersten Mal werden die beiden Raumfahrer dann auch ihre Raumanzüge ablegen, und in das Orbitmodul umsteigen. Yang Liwei, der erste chinesische „Taikonaut“, wie in China die Astronauten genannt werden, hatte seinen Sitz in Shenzhou 5 vor einem Jahr weder verlassen, noch hatte er sich seines Raumanzugs entledigt.

Yang hatte letztes Jahr die Erde in 21 Stunden 14 mal umkreist. China war damit nach der Sowjetunion und den USA erst die dritte Nation geworden, die einen bemannten Raumflug aus eigenen Mitteln durchführt.

Der Flug von Shenzhou VI wird eine wesentlich komplexere Mission sein, als die frühen Flüge der Russen oder Amerikaner. Zum Vergleich dazu: der zweite amerikanische Raumflug, der in den Orbit ging, war eine Solo-Mission von Scott Carpenter, der die Erde dreimal umkreiste. Auch der zweite sowjetische Flug, mit Kosmonaut German Titow, war ein Soloflug, der aber immerhin schon 24 Stunden dauerte. Erst im Jahre 1964 wurde erstmals eine mehrköpfige Crew in den Weltraum gestartet.

Das chinesische Design ist wesentlich fortschrittlicher als die Konstruktionen der USA und der UdSSR in den sechziger Jahren. Sie sind sogar moderner und vor allen

Dingen größer, als die derzeit in Russland eingesetzten Sojus-Kapseln.

Während bei den Russen beispielsweise das Service-Modul in der Erdatmosphäre verglüht und nur während des eigentlichen bemannten Raumfluges eingesetzt wird, ist das chinesische Service-Modul eine selbständige Einheit die viele Monate lang eigenständig operieren kann.



Shenzhou-Raumerschiff.
Oben: Orbital-Modul,
Mitte: Rückkehrkapsel,
Unten Service-Modul

Es wird weithin angenommen, dass Yang Liwei der Kommandant dieser Mission sein wird. Insgesamt befinden sich derzeit 14 chinesische Astronauten im Training.

06.11.2004

Lightshow über Cap Canaveral

Nach nervenzermüdbender langer Wartezeit auf der Startrampe und zwei unkomfortablen „Close encounters“ durch zwei gewaltige Hurricanes donnerte heute in den frühen Morgenstunden eine



Delta 2 mit GPS 2R-13 während des Starts

Boeing Delta 2 in den Himmel und setzte kurz darauf erfolgreich einen neuen Satelliten für das GPS System der amerikanischen Luftwaffe aus.

Die 40 Meter hohe, blauweiße Rakete verließ die Startrampe 17B um 1:39 amerikanischer Ostküstenzeit und tauchte die Nacht über Florida für eine halbe Minute in blendend helles Licht.

25 Minuten später wurde der von Lockheed Martin gebaute GPS 2R-13 von der dritten Stufe der Trägerrakete freigegeben. Dies markierte den 61. erfolgreichen Start eine Delta 2 in ununterbrochener Reihenfolge in einem Zeitraum von nunmehr sieben Jahren.

Der 45 Millionen Dollar teure GPS Satellit wird in den kommenden Wochen auf seine endgültige Position in der GPS-Konstellation manövriert. Sobald alle Checks abgeschlossen sind, wird er dann den ältesten Satelliten ersetzen, der derzeit im Netzwerk arbeitet. GPS 2R-13 wird dann den Slot 1 in der Orbitebene D besetzen und die Aufgaben von GPS 2A-11 übernehmen, der im Juli 1991 gestartet worden war. Dieser Satellit war ursprünglich für eine Lebensdauer von sieben Jahren ausgelegt worden, geht aber erst jetzt, nach über 13 Jahren im Dienst, in „Ruhestand“. Dieser Satellit läuft inzwischen fast nur noch mit Reservesystemen und hat seine technische Grenze erreicht.

Die amerikanische GPS-Konstellation umfasst 24 Primärsatelliten sowie in der Regel sechs Reserveeinheiten, die auf sechs orbitale Ebenen aufgeteilt sind. GPS-Satelliten werden in regelmäßigen Abständen gestartet, um das Navigationssystem funktionsfähig und voll bestückt zu erhalten.

Der heutige Start war der insgesamt 52. eines

GPS-Satelliten und der 41. bei dem eine Delta 2 als Träger eingesetzt wurde. Es war dies auch der 13. Start und letzte Start der so genannten „Block 2R“-Serie.

Jetzt wartet eine Serie von acht so genannten „Block 2R-Modernized“ Satelliten auf ihren Einsatz. Der erste befindet sich derzeit in der Endabnahme bei Lockheed Martin und wird in Kürze nach Cap Canaveral verschifft. Der Start ist für den Februar vorgesehen.

Auch der nächste Einsatz einer Delta 2 steht unmittelbar bevor. In der nächsten Woche soll von Cap Canaveral aus das Gammastrahlen-Observatorium SWIFT der NASA mit einem Träger dieses Typs gestartet werden.

07.11.2004

China startet dritten ZY-2 Satelliten

China brachte gestern den dritten Erdkundungssatelliten des Typs ZY-2 mit einer Long March 4B Trägerrakete erfolgreich in eine Erdumlaufbahn. Der Start erfolgte um 11:10 Ortszeit vom Weltraumbahnhof Taiyuan in Nordchina.

12 Minuten nach dem Start gab die Trägerrakete den Satelliten frei.



Start von ZY-2

ZY-2 wird hauptsächlich für Landvermessung, Umweltüberwachung und Umweltschutz, Stadtplanung, Erntevorhersagen, Disaster Monitoring sowie für wissenschaftliche Zwecke verwendet.

China hatte den ersten und zweiten Satelliten dieses Typs am 1. September 2000 und am 27. Oktober 2002 in den Orbit geschickt. Beide Flugkörper sind nach wie vor aktiv und senden ihre Daten zur Bodenstation.

Verglichen mit seinen beiden Vorgängern ist der dritte Satellit jedoch technologisch und leistungsmäßig erheblich verbessert.

Die Long-March 4-B ist eine verbesserte Version der ursprünglichen Long March 4. Der Start am Samstag war der 82. eine Long March insgesamt, und der 40. erfolgreiche Start in ununterbrochener Reihenfolge seit 1996.

09.11.2004

Modernisierte Version der Sojus U erfolgreich

Eine modernisierte Version der russischen Standard-Trägerrakete Sojus U unternahm am Montag einen erfolgreichen Qualifikationsflug. An Bord befand sich ein 6,5 Tonnen schwerer Testsatellit mit



Produktion der Sojus beim Hersteller Samara

dem Namen „Oblik“. Der Start hatte sich aufgrund von technischen Problemen um einige Wochen verzögert.

Die Sojus 2-1a verließ die Startrampe am Kosmodrom von Plesetzsk um 20:30 mitteleuropäischer Zeit. Zehn Minuten später wurde der Satellit in der vorgesehenen Umlaufbahn ausgesetzt. Die einzige Aufgabe des künstlichen Erdtrabanten war; die während des Starts gemessenen Telemetriewerte der neuen Trägerrakete zu speichern, Vibrationspegel und Temperaturen zu messen und diese nach Erreichen der Umlaufbahn zur Erde zu senden. Die Daten werden für die endgültige Qualifikation des Trägers benötigt.

Die Mission war der erste Schritt in einem umfangreichen Modernisierungsprogramm für die Sojus U, einem Träger der seit den sechziger Jahren im Weltraumprogramm der UDSSR und Russlands im Einsatz ist. Die Sojus 2-1a hat neben einer leistungsstärkeren Version der Erst- und Zweitstufentriebwerke auch ein wesentlich verbessertes digitales Kontrollsystem an Bord. Damit sind Lagekorrekturen wesentlich präziser und schneller durchzuführen, und die Bahntrajektorie kann genauer bestimmt werden. Damit wird es der Rakete ermöglicht, später auch mit einer neuen, vier Meter durchmessenden Nutzlastverkleidung, zu fliegen. Die Nutzlastkapazität verbessert sich gegenüber der Basisversion um ca. 800 Kilogramm.

Der nächste Verbesserungsschritt wird mit der Sojus 2-1b erzielt, die Mitte 2006 ihren Erstflug haben soll. Dann wird auch die dritte Stufe verbessert, was die Nutzlastkapazität um weitere 300 Kilogramm steigern soll.

Diese komplett modernisierte Sojus-Version soll dann unter anderem von einer modifizierten Startanlage in Kourou eingesetzt werden. Europäische und Russische Teams sind derzeit dabei, die ehemalige Ariane 1-Startanlage für die Sojus zu modifizieren. Arianespace wird dann in der Lage sein, eine komplette Palette von Trägersystemen anzubieten. Angefangen von der VEGA für kleine Nutzlasten über die Sojus 2 für die mittlere Kategorie bis hin zum Schwerlastträger Ariane 5.

17.11.2004

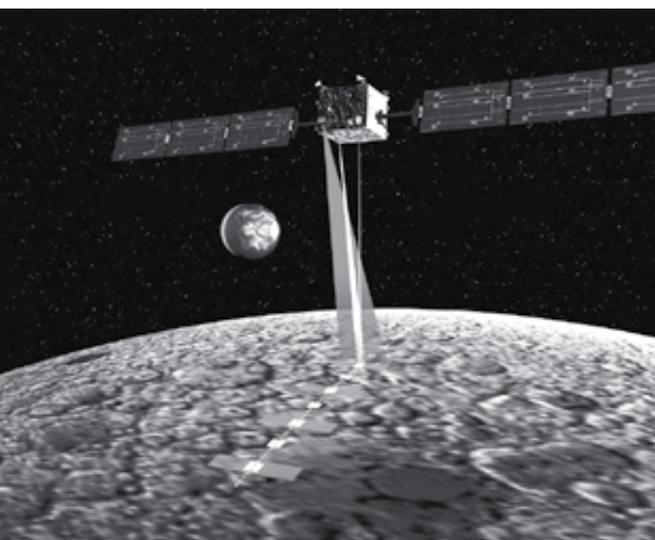
Europa erreicht den Mond

Am 16. November 2004 absolvierte die ESA-Raumsonde SMART-I ihre erste Mondumkreisung – ein bedeutender Meilenstein für die erste von Europas kleinen Missionen für fortgeschrittene technologische Forschung (SMART).

Während der Reise der Sonde zum Mond und ihrer Vorbereitung auf die bevorstehenden wissenschaftlichen Experimente wurden mit Erfolg eine Reihe neuer Technologien erprobt, die den Weg für künftige interplanetare Missionen ebnet.

SMART-I hat am 15. November um 18.48 Uhr MEZ ihren ersten mondächsten Punkt in rund 5 000 km Entfernung von der Mondoberfläche erreicht. Wenige Stunden zuvor – um 6.24 Uhr MEZ – war der Ionenantrieb der Sonde aktiviert worden und wird nun für das heikle Manöver der Stabilisierung der Sonde in der Mondumlaufbahn gezündet.

Während dieser entscheidenden Phase wird das Triebwerk während der kommenden vier Tage fast ununterbrochen laufen und anschließend für eine Reihe kürzerer Schübe gezündet, um SMART-I auf immer engere Umlaufbahnen um den Mond und schließlich auf ihre endgültige Einsatzbahn zu befördern. Ab Mitte Januar wird die Sonde den Mond auf einer Bahn zwischen 300 km (über dem Südpol) und 3 000 km (über dem Nordpol) umrunden und mit ihren wissenschaftlichen Beobachtungen beginnen.



Smart im Mondorbit. Künstlerische Darstellung.

Hauptziel der ersten Missionsphase, die mit der Ankunft auf der Mondumlaufbahn abschließt, war die Erprobung neuer Technologien. Insbesondere das solarelektrische Antriebssystem wurde auf der über 84 Millionen km langen spiralförmigen Flugbahn zum Mond eingehend getestet. Diese Entfernung ist mit einer interplanetaren Reise vergleichbar. Zum ersten Mal wurden von einem elektrisch angetriebenen Raumfahrzeug Swingby-Manöver ausgeführt, die sich bei der Annäherung an den Mond dessen Anziehungskraft zunutze machten. Der erfolgreiche Abschluss dieser Erprobung ist entscheidend für den Einsatz von Ionenantrieben für künftige interplanetare Missionen.

Als Vorbereitung zur wissenschaftlichen Beobachtungsphase wurden auf der Reise vier miniaturisierte Instrumente, die zum ersten Mal im All zum Einsatz kamen, bereits ersten Tests unterzogen: die AMIE-Kamera, die bisher die Erde, den Mond und zwei totale Mondfinsternisse aus dem Weltraum aufgenommen hat, die Röntgeninstrumente D-CIXS und XSM sowie das Infrarot-Spektrometer SIR.

Insgesamt hat SMART-I 332mal die Erde umrundet und dabei 289mal seine Triebwerke gezündet, die etwa 3700 Stunden lang in Betrieb waren. Verbrauchet wurden hierfür lediglich 59 kg Xenon-Treibstoff (von insgesamt 82 kg). Das Triebwerk hat bis jetzt absolut einwandfrei funktioniert, so dass die Sonde den Mond zwei Monate früher als erwartet erreichen konnte. Der verbleibende Treibstoff ermöglichte den Wissenschaftlern, die Höhe der endgültigen Mondumlaufbahn erheblich zu verringern. Durch die größere Nähe zur Mondoberfläche werden noch günstigere Bedingungen für die im Januar beginnenden wissenschaftlichen Beobachtungen erreicht.

18.11.2004

Neuer Rekord für Hyper-X

Angetrieben von einem luftatmenden „Supersonic Combustion Ramjet“-Triebwerk, kurz „Scramjet“ genannt, erreichte das vier Meter lange Hyper-X-Forschungsflugzeug der NASA am 16. November eine Geschwindigkeit von knapp Mach 10, also dem 10-fachen der Schallgeschwindigkeit. Das Fluggerät, das auch unter der Bezeichnung X-43A bekannt ist, war zuvor von der ersten Stufe eines Pegasus-Boosters auf die notwendige Ausgangshöhe und Geschwindigkeit gebracht worden. Wie die Standard-Pegasus wurde auch die X-43/Pegasus-Kombination von einem B-52



X-43A startet durch zum Rekordflug

Trägerflugzeug der NASA über der kalifornischen Pazifikküste westlich der Edwards Airforce Basis für den Einsatz in etwa 12.000 Meter Höhe gebracht und dort abgeworfen.

Bei dem Flug wurde der bisherige Geschwindigkeitsrekord für luftatmende Antriebe gebrochen. Diesen Rekord war erst im März von einer anderen X-43 A aufgestellt worden. Damals wurden Mach 6,83 erreicht.

Da Scramjet-Triebwerke beträchtlich weniger bewegliche Teile als traditionelle Turbojet-Motoren besitzen und anders als Raketentriebwerke keinen Oxidator für die Verbrennung mitzuführen brauchen (den beziehen sie aus der Luft), könnten sie zukünftig als Startstufe kleinerer, einfacherer und preiswerterer Raumfahrzeuge dienen. Die Scramjet-Technologie ist allerdings noch nicht bis zur Einsatzreife gediehen.

Das X-43A System wurde von den Boeing Phantom Works zusammen mit ATK für die NASA entwickelt und gebaut. Die Konstruktion und das Gesamt-Management führte Boeing durch. ATK war für die Herstellung des Vehikels zuständig und der Booster stammt von der Orbital Sciences Corporation.

19.11.2004

China startet erneut einen Kleinsatelliten

China hat erneut erfolgreich einen wissenschaftlichen Kleinsatelliten in die Erdumlaufbahn gebracht. Als Träger Rakete kam eine Long-March 2C zum Einsatz.

Der „Experimentalsatellit Nummer zwei“, wie das Raumfahrzeug etwas kryptisch bezeichnet wurde, hob um am 18. November um 18:45 Ortszeit vom Xichang Satellitenstartzentrum in Südwestchina in der Provinz Sichuan ab und erreichte knapp zehn Minuten später den vorgesehenen Orbit.

Die Mission soll neue Satellitentechnologien erproben, die insbesondere für Erdbeobachtungszwecke zum Einsatz kommen. China spezialisiert sich in den

letzten Jahren zusehends auf Kleinsatelliten und hat in der Vergangenheit bereits eine ganze Reihe verschiedener Typen in den Orbit gebracht.

20.11.2004

Schneller Späher

Am 20. November um 18:16 Uhr mitteleuropäischer Zeit startete mit dem Gammastrahlenobservatorium Swift das bedeutendste astronomische Weltrauminstrument dieses Jahres zu einer mindestens zweijährigen Mission in die Erdumlaufbahn. Um 19:52 war der vorgesehene Orbit 600 Kilometer über der Erdoberfläche erreicht. Eine Stunde später entfaltete Swift seine beiden Solargeneratoren.

Die von Aero Astro in den USA gebaute astronomische Plattform ist ein Forschungssatellit der Medium-Explorer-Klasse. Seine Hauptaufgabe ist es, die Geheimnisse der rätselhaften Gamma-Strahlenausbrüche, kurz Bursts genannt, zu untersuchen. Swift soll diese Bursts im optischen- und im ultravioletten



Swift in der Montagehalle

Bereich sowie im Röntgenspektrum beobachten, unmittelbar nachdem sie aufgeflammt sind.

Gamma-Bursts erzeugen für kurze Zeit mehr Energie, als der gesamte Rest des Universums zusammen. Diese immer noch rätselhaften Ereignisse geschehen im Durchschnitt etwa einmal pro Tag. Die Verteilung ist komplett zufällig. Es können sich durchaus drei Bursts innerhalb von einer Stunde ereignen, und danach wieder eine Woche lang keiner. Sie dauern von einigen Millisekunden bis zu einigen hundert Sekunden.

Bis zum heutigen Tag sind lediglich ein dutzend Gamma-Strahlen-Bursts gleichzeitig im sichtbaren Licht und im Röntgenspektrum erfasst worden. Mit Swift wird sich das ändern, denn bei diesem Satelliten sind die Beobachtungsinstrumente miteinander gekoppelt. Damit wird für jedes Burst-Phänomen, das Swift untersucht, ein vollständiger Datensatz entstehen.

Gamma-Bursts wurden im Juli 1967 durch einen Zufall von amerikanischen Vela-Satelliten entdeckt. Deren Aufgabe war es, eventuelle Nuklearexplosionen in der Erdatmosphäre festzustellen. Es dauerte zwei Jahre, bis den Militärs klar war, dass die mysteriösen Signaturen, die sie auffingen, nicht von unidentifizierten Kernwaffentests in der Erdatmosphäre kamen, sondern dass sie aus dem Weltraum stammten. Erst weitere vier Jahre später wurde diese Informationen vom Militär deklassifiziert und konnten damit veröffentlicht werden.

Seit damals sind die Phänomene mit einer ganzen Reihe von Raumfahrzeugen untersucht worden. Die bekanntesten waren wohl das Compton-Observatorium der NASA, das inzwischen nicht mehr im Dienst ist, und der Forschungssatellit Integral der ESA.

Der Gammastrahlen-Detector von Swift, mit dem Namen BAT (das Akronym steht für Burst-Alert Telescope), ist etwa dreimal sensitiver als der Detektor des Compton-Teleskops, das in den neunziger Jahren im Einsatz war. BAT wird in der Lage sein, einen Gamma-Burst mit einer Genauigkeit von weniger als vier Bogensekunden festzustellen, und wird diese Position innerhalb von maximal 20 Sekunden nach Beginn des Bursts zur Erde übermitteln.

Die Astronomen auf der Erde werden dann mit diesen Daten versuchen, so schnell wie irgend möglich erdgebundene Teleskope auf das Phänomen auszurichten. Das ist ein Prozess, der unter sehr günstigen Umständen in wenigen Minuten ablaufen kann. Manchmal dauert es aber einen Tag oder mehr, bis ein Großteleskop für diesen Zweck verfügbar ist. Das ist natürlich entschieden zu lange



Swifts Start mit einer Delta II-Rakete

für ein solch flüchtiges Phänomen. Hier wird Swift aber selbst aktiv. An Bord des Satelliten befinden sich sechs so genannte Reaction control wheels, Schwungräder; mit denen sich das Weltraumobservatorium in maximal 75 Sekunden auf jeden Punkt des Himmels ausrichten kann.

Sobald sich Swift in Position gebracht hat, wird er das Phänomen mit seinen drei Instrumenten untersuchen, dem XRT (für X-Ray Telescope), also dem Röntgenstrahlen-Teleskop, mit UVOT (für Ultraviolet/Optical Teleskope), einem Teleskop, das den ultravioletten und optischen Wellenbereich abdeckt, und das baugleich mit dem Instrument ist, das sich auch an Bord des europäischen Röntgenteleskops XMM befindet, und eben BAT, dem Burst Alert Telescope selbst.

Die meisten Gammastrahlen-Bursts dauern nur zwischen zwei und zehn Sekunden. Das bedeutet, dass das Aufflammen dieser Bursts nur dann aufgefangen werden kann, wenn Swift zufällig in diese Himmelsregion blickt. Die Chance dafür beträgt etwas mehr als 15 Prozent. Während der Primäremission von Swift sollte das aber immerhin einige Dutzend Mal gelingen. Von einer weitaus größeren Zahl dieser extrem kurzen Bursts wird Swift aber den „Afterglow“, das „Nachglühen“ auffangen. Das Nachglühen entsteht, wenn die Gammastrahlung des Ursprungsobjektes durch Materiewolken teilweise abgeblockt wird. Dieses Phänomen kann noch Tage und Wochen nach einem Gammastrah-

len-Ausbruch andauern. Der erste jemals registrierte Afterglow im Röntgenbereich wurde von dem italienischen Forschungssatelliten „BeppoSAX“ am 28. Februar 1997 registriert, als dieser den Gamma-Burst GRB979228 beobachtete.

Die Wissenschaft ist sich bis zum heutigen Tag nicht sicher, was die Gammastrahlen-Bursts auslöst, denn die Datenbasis ist wegen der Flüchtigkeit des Phänomens sehr klein.

Man geht aber davon aus, dass es mehrere Arten von Bursts gibt, die auf unterschiedliche Ursachen zurückzuführen sind. Die gängigste Version ist der Kollaps überschwerer Sterne zu schwarzen Löchern, sie könnten aber auch durch die Kollision zweier Neutronensterne, zweier schwarzer Löcher oder dem hypothetischen und noch nicht durch direkte Beobachtung bestätigten Verdampfen eines schwarzen Lochs hervorgerufen werden.

Swift wird im Schnitt jeden Tag etwa 50 Kilobyte an Daten für die so genannten „Quick-reaction-alerts“ über die Datenrelay-Satelliten der NASA senden. Immer dann also, wenn es gilt, innerhalb von Sekunden die Astronomen auf dem Boden von einem neuen Gamma-Burst zu benachrichtigen. Seine eigenen Beobachtungen speichert Swift dagegen an Bord und übermittelt sie erst dann, wenn er die Bodenstation überfliegt. Dann kann er pro Überflug bis zu 6 Gigabyte an Daten übermitteln. Die „Heimatbasis“ für Swift wird die von Italien betriebene Bodenstation in Malindi in Kenia sein. Diese Station wird übrigens auch regelmäßig bei Ariane-Starts zur Datenübermittlung eingeschaltet.

Swift kostet alles in allem etwa 200 Millionen Euro. Die Projektwissenschaftler hoffen, dass sie in der zweijährigen Primärmission etwa 200 Gamma-Bursts direkt beobachten können. Da diese Strahlungsereignisse ja nur sporadisch auftreten, bleibt Swift einiges an „Freizeit“. Die wird Swift dazu nutzen, eine Durchmusterung des ganzen Himmels im Röntgenbereich vornehmen. Die Wissenschaftler gehen davon aus, dass sie mit Swift's Hilfe über 400 neue supermassive schwarze Löcher finden werden.

Dezember

17.12.2004

Atlas 5 erneut erfolgreich

Der Start einer Lockheed Atlas 5 mit dem Kommunikationssatelliten Americom 16 (AMC 16) war für 10:42 mitteleuropäischer Zeit geplant, verschob sich aber, als ein Sensor einen Defekt an einem Flüssigsauerstoff-Ventil meldete, der - wie sich später



X-43A startet durch zum Rekordflug

erwies - überhaupt nicht existierte. Es stellte sich heraus, dass der Sensor selbst defekt war. Das zur Verfügung stehende Startfenster an diesem Tag war zwei Stunden und vierzig Minuten lang und musste fast komplett in Anspruch genommen werden.

Tatsächlich erfolgte der Start dann um 13:07 Uhr mitteleuropäischer Zeit, nachdem endgültig festgestellt, dass das Ventil in Ordnung war. Das war dann bereits um 7:07 Uhr morgens in Cap Canaveral, und damit erfolgte der Start letztendlich nicht nachts, sondern bei Tageslicht. Die große Rakete mit einem Gesamtschub von 500 Tonnen, erzeugt vom Haupttriebwerk der Unterstufe und den beiden 20 Metern großen Feststoffboostern, donnerte mit ohrenbetäubendem Lärm in den Morgenhimmel.

Weniger als dreißig Sekunden nach der Zündung entschwand der Träger aus der Sicht der Zuschauer. Mit Hilfe der Bahnverfolgungskameras war es aber möglich, das Ausbrennen und den Abwurf der Booster zu sehen, und später auch, wie sich der Nasenkonus von der Rakete trennte, die erste Stufe ausbrannte und abgeworfen wurde, und schließlich auch noch die Zündung der Centaur-Oberstufe.

Die Centaur führte zwei Brennmanöver durch, die durch eine 90-minütige Freiflugphase getrennt waren. Um die hohe Leistungsfähigkeit der Rakete voll auszunutzen zu können, hatten die Missionsdesigner geplant, den 4,5 Tonnen schweren Kommunikationssatelliten auf einen optimierten Orbit mit einem höheren Perigäum und einer geringeren Inklination

zu steuern als sonst bei Missionen in den Transferorbit üblich ist. Im Endeffekt bedeutete das aber auch, dass die Drift-Phasen länger als normal dauerten.

Eine Stunde und 49 Minuten nach dem Start gab die Centaur-Stufe AMERICOM 16 frei und schloss damit die 74. erfolgreiche Atlas-Mission in ununterbrochener Reihenfolge seit dem Jahre 1993 ab. Es war dies auch das dritte Raumfahrzeug für den in Princeton, New Jersey ansässigen Satellitenbetreiber SES AMERICOM in diesem Jahr, das mit einer Atlas gestartet wurde.

Die Solargeneratoren von AMC 16 sind nach der Freigabe von der Trägerkete bislang nur teilentfaltet worden. Die volle Entfaltung der Generatoren sowie der Kommunikationsantennen soll in etwa 10 Tagen erfolgen. Das Raumfahrzeug wird den vorgesehenen geostationären Orbit in einigen Wochen erreichen und dann auf einer Position von 82 Grad westlicher Länge über dem Äquator ausgedehnten Tests unterworfen. Danach wird der Satellit auf seine endgültige Position bei 85 Grad West verschoben. Die Indienstellung des Satelliten soll in etwa zwei Monaten erfolgen.

Der Hauptnutzer von AMC 16 wird EchoStar's DISH Network Direktfunk-Unterhaltungs-Service sein, der in den USA derzeit etwa eine Million Abonnenten hat.

AMC 16 wurde von Lockheed Martin auf Basis des A2100AX Satellitenbus-Designs gebaut. Er hat 12 Ka-band Spotbeams und 24 Ku-Band Transponder für Breitband-Kommunikation und Fernsehübertragungsservice auf kleine Hausantennen.

Das Atlas-Programm konnte mit diesem erfolgreichen Start die Rekordmarke der europäischen Ariane 4-Trägerrakete einstellen, die allerdings nicht mehr im Dienst ist. Die Atlas erzielte den Rekord mit den Modellen 1, 2, 3 und 5.

Der nächste Start für Lockheed Martin wird der sechste und letzte Flug der Atlas 3 sein. Am 27. Januar soll eine klassifizierte Nutzlast des amerikanischen National Reconnaissance Office von Cap Canaveral aus in den Orbit gebracht. Der nächste Atlas 5 Start ist vorläufig auf den 10. März terminiert und wird dann einen kommerziellen Satelliten für INMARSAT in den Orbit befördern.



18.12.2004 Sieben auf einen Streich

Mit ihrem gestrigen erfolgreichen Flug brachte eine europäische Trägerrakete vom Typ Ariane 5G sieben Satelliten gleichzeitig in einen sonnensynchronen Orbit.

Nach dem Start vom Raumflughafen in Französisch-Guayana schlug die Ariane 5 Generic eine nordwärts gerichtete Flugbahn ein, um zunächst ihre Hauptnutzlast - die aus Frankreich stammende militärische Helios 2A Aufklärungsplattform - und danach sechs weitere Kleinsatelliten auszusetzen. Es war der 16. erfolgreiche Flug einer Ariane 5.

Im Gegensatz zu Missionen in den geostationären Orbit, die meist ein mehrstündiges Startfenster haben, hatte der heutige, nordwärts gerichtete Flug Nummer 165 eine präzise Vorgabe für den Moment der Zündung des kryogenen Triebwerks: 13:26 Uhr, Lokalzeit Kourou. Die Ariane 5 war bereit - und hob genau zur richtigen Zeit ab unter dem sonnigen Himmel von Französisch-Guayana.

Helios 2A, die Hauptnutzlast dieses Flugs, ist das dritte Mitglied in der Familie der militärischen Helios-Beobachtungssatelliten, die alle mit Ariane-Raketen gestartet wurden. Helios 1A wurde 1995 mit Flug 75 in den Orbit gebracht, gefolgt von Helios 1B im Dezember 1999 mit Flug 124. In beiden Fällen kam die Ariane 4 zum Einsatz. Der heutige Satellit eröffnet die zweite Generation der Helios-Familie. Sein Startgewicht betrug 4,2 Tonnen.

Die Helios 2A-Plattform wurde in einem Programm mit Belgien und Spanien unter französischer Führung entwickelt und gebaut. Projektmanager

ist Frankreichs DGA („Defense Procurement Agency“), mit der französischen nationalen Raumfahrtagentur CNES Hauptverantwortlicher für den Satelliten und den Start. Der Satellit wurde von EADS Astrium hergestellt. Die Kosten belaufen sich auf etwa 1 Milliarde Euro.

Die Ariane 5 setzte Helios 2A eine Stunde nach dem Abheben aus, kurz darauf in einer schnellen Folge auch die sechs kleineren Zusatznutzlasten von Flug 165, die auf einer ringförmigen Verteilerplatte namens ASAP (Ariane Structure for Auxiliary Passengers) montiert waren.

Den Anfang machte Nanosat, ein Mikrosatellit, der vom nationalen aeronautischen Technologie-Institut von Spanien, INTA, entwickelt und gebaut wurde. Ihm folgten zwei Essaim ELINT-Kleinsatelliten der DGA gleichzeitig. Anschließend wurden die anderen beiden Essaim-Satelliten ausgesetzt. Das Schlusslicht bildete Parasol, ein Kleinsatellit der CNES zum Studium des Erdklimas.

Arianespace-Geschäftsführer Jean-Yves Le Gall dankte dem Startteam für eine perfekte Mission. In einem Gespräch mit Reportern im Anschluss an den Start sagte Le Gall, dass die nächste Ariane-space-Mission - der mit Spannung erwartete zweite Startversuch der neuen „Ariane 5 ECA“-Version mit maximal 10 Tonnen Nutzlast - für den 11. Februar 2005 geplant ist.

22.12.2004 Schwergewicht mit Atemproblemen

Den Jungfernfug einer Groß-Trägerrakete hat es in Cap Canaveral schon seit Jahrzehnten nicht mehr gegeben. Und so wurde der Start der ersten Delta 4 Heavy von zahllosen Zuschauern an den Stränden von Cocoa Beach, Titusville, Merritt Island, Melbourne und an den Beobachtungspositionen am Cap Canaveral mit großer Spannung erwartet.

Der erste Einsatz von Boeings neuer schwerer Trägerrakete begann mit einem atemberaubenden Liftoff am späten Nachmittag des 21. Dezembers. Am Ende blieb die Rakete allerdings unter der erwarteten Leistung und der Testsatellit und die beiden an Bord befindlichen Nanosatelliten erreichten den vorgesehenen Orbit nicht. Trotzdem bezeichnete Boeing den Flug als Erfolg. Mehr zu diesem Thema auf Seite 156.



Delta 4 Heavy auf dem Weg zur Startrampe.

23.12.2004

Russischer Frachter auf dem Weg zur ISS

Ein russischer Raumfrachter vom Typ Progress startete heute mit einer wichtigen Nutzlast, bestehend aus Lebensmitteln und anderen Versorgungsgütern zur Internationalen Raumstation.

Das Versorgungsfahrzeug mit der Bezeichnung Progress 16 verließ die Startrampe am russischen Kosmodrom in Baikonur an der Spitze einer russischen Sojus-Trägerrakete auf die Minute pünktlich um 23:19 mitteleuropäischer Zeit. Neun Minuten, nach der Trennung von der dritten Stufe der Trägerrakete, hatte der Frachter erfolgreich einen ersten Übergangorbit erreicht.

Der heutige Versorgungsflug ist für die Besatzung der ISS von besonderer Bedeutung. Die derzeitige permanente Crew der ISS, bestehend aus Kommandant Leroy Chiao und dem russischen Flugingenieur Shalipan Sharipov ist bereits seit einigen Tagen auf „halbe Ration“, weil speziell die Nahrungsmittelvorräte an Bord knapp werden. Sollte Progress 16 nicht erfolgreich am Samstag an der Station anlagen, würde das bedeuten, dass nur noch Nahrungsmittel für 14 Tage an Bord wären. In diesem Fall müsste die Station evakuiert werden und die Expeditionsscrew 10 müsste zur Erde zurück ehren. Es ist vorgesehen, dass Progress 16 am 25. Dezember um 0:31 mitteleuropäischer Zeit am Zvezda-Modul der Raumstation anlegt. Chiao und Sharipov würden dann mit dem Entladen der Versorgungsgüter am 26. Dezember beginnen.

An Bord des Progress-Frachters befinden sich 2.270 Kilogramm Fracht, darunter Nahrungsmittel für 112 Tage, wissenschaftliche Gerätschaften und ca. 600 Kilogramm Treibstoff.

24.12.2004

Beobachtungssatellit im falschen Orbit

Russland startete am Freitag eine Zyklon 3 Trägerrakete mit dem 2,3 Tonnen schweren russisch-ukrainischen Forschungssatelliten Sich-1M sowie dem rein ukrainischen Technologie-Satelliten MS-ITK an Bord. Der Start erfolgte vom Kosmodrom in Baikonur um 12:20 mitteleuropäischer Zeit, 42 Minuten später erreichten die Satelliten den Orbit.

Bei den beiden Raumfahrzeugen handelt es sich um Erdbeobachtungssatelliten. Wie einen Tag später bekannt wurde haben die beiden Satelliten allerdings nicht den geplanten Orbit erreicht. Die dritte Stufe der Trägerrakete erreichte nicht die vorgesehene Brenndauer und schaltete das Triebwerk etwa eine Minute zu früh ab.

Es ist derzeit noch nicht klar, ob der erzielte Orbit für die Missionsdurchführung von Sich-1M ausreicht oder ob es dem Satelliten möglich ist, aus eigener Kraft den vorgesehenen Arbeitsorbit zu erreichen.

25.12.2004

Cassini Orbiter schickt Huygens-Lander zum Titan

Mehr als sieben Jahre war die europäische Titan-Landesonde Huygens mit dem Saturn-Orbiter Cassini verbunden. In den frühen Morgenstunden des ersten Weihnachtsfeiertages erfolgte jetzt die Trennung. In einem perfekt durchgeführten Manöver wurden kleine Sprengkapseln gezündet, welche die Nabelschnur zwischen den beiden Raumfahrzeugen durchtrennten und einen Fedemechanismus auslösten, der die Huygens-Sonde langsam vom Cassini-Mutterfahrzeug wegdriften ließ. Zusätzlich gab Cassini seiner Landesonde noch ein „Rotationsmoment“ von sieben Umdrehungen pro Minute mit, um das Fahrzeug mit einer Drallstabilisierung zu versehen, denn Huygens selbst hat keinerlei Lagekontrolltriebwerke um seine Raumlage zu korrigieren.

Nun wird Huygens für etwas über drei Wochen alleine dem geheimnisvollen Saturnmond Titan entgegentreiben, bis es in den Mittagsstunden des 14. Januar (mitteleuropäischer Zeit) zum Eintritt in die oberen Atmosphärenschichten des von undurchsichtigen Wolken verhangenen Himmelskörpers kommt.

Die Trennung erfolgte am 25. Dezember um 4:07 mitteleuropäischer Zeit. Zu diesem Zeitpunkt bestand kein Radiokontakt mit der Sonde. Kurz danach meldete sich Cassini aber und bestätigte die erfolgreiche Trennung. Die Telemetriedaten deuten darauf hin, dass alles perfekt verlief.

Später am 25. und nochmal am 26. Dezember gelang es Cassini, einige Bilder von der davondriftenden Huygens-Landesonde zu machen. Das letzte der Bilder machte Cassini, als Huygens bereits 52 Kilometer entfernt war.

Am 14. Januar, um 11:13 mitteleuropäischer Zeit, soll Huygens die obersten Schichten der Titan-Atmosphäre erreichen. Die relative Geschwindigkeit zur Titan-Oberfläche wird dann etwa 21.500 Kilometer pro Stunde betragen. Innerhalb von zwei Minuten wird Huygens dann alleine durch die atmosphärische Reibung auf eine Geschwindigkeit von 1500 Kilometer pro Stunde abgebremst. Dann wird der erste von insgesamt drei Fallschirmen ausgeworfen, um den zweieinhalbstündigen Abstieg durch die dichte Kohlenwasserstoff-Atmosphäre bis zum Boden durchzuführen.



Cassini trennt sich von Huygens – Künstlerische Darstellung

Während dieser Phase wird Huygens Daten an Cassini übermitteln, der dann etwa 60.000 Kilometer von Titan entfernt auf Empfangsposition ist. Die Daten werden von Cassini auf den Festplattenrekorder gespeichert und später zur Erde übertragen.

Die Trennsequenz begann, als die Cassini/Huygens-Kombination am 16. Dezember das so genannte Orbital Trim Manoeuvre Nummer 8 durchführte, eine knapp 85 Sekunden dauernde Zündung des Haupttriebwerks, welche die beiden noch zusammengeköpften Fahrzeuge auf einen Kollisionskurs mit Titan brachten.

Am 27. Dezember wird Cassini, nunmehr alleine, das Haupttriebwerk erneut feuern, um sich wieder vom Kollisionskurs weg zu bringen.



Proton K bei der Montage.

26.12.2004

Russland startet drei Navigationssatelliten

Russland ist dabei, sein Netz an Navigationssatelliten, das sich nach dem Untergang der Sowjetunion mehr oder weniger aufgelöst hatte, langsam wieder aufzubauen. Seit einigen Jahren wird dieses Netz regelmäßig ergänzt und erneuert.

Die bislang jüngste dieser Erneuerungsmaßnahmen fand am Sonntag mit dem Start einer Proton K statt. Dabei wurden drei weitere Einheiten für dieses Satellitennetz mit der Bezeichnung Glonass in den Orbit gebracht.

Bei den Raumfahrzeugen handelte es sich um zwei Satelliten des Standardtyps sowie ein Raumfahrzeug der neuen Generation mit der Bezeichnung Glonass-M. Sie laufen unter der militärischen Bezeichnung Uragan 796, 797 und Uragan M 712. Offiziell wurden sie, einer russischen Tradition folgend, nur lakonisch als Kosmos 2411 - Kosmos 2413 bezeichnet. Die beiden Satelliten des älteren Typs haben ein Gewicht von jeweils 1.415 kg, der neuere Satelliten-

typ wiegt 1.480 Kilogramm. Das Glonass-System ist das Gegenstück zum amerikanischen GPS-System und zum zukünftigen europäischen Satellitennavigationssystem mit Namen Galileo. Derzeit befinden sich 24 aktive GLONASS-Satelliten im Orbit.

Ein Beitrag von Eugen Reichl.

Der Autor arbeitet bei der EADS Space Transportation in München. Als langjähriger Vorstandsrat im Verein zur Förderung der Raumfahrt VFR e.V. ist er u.a. für die Spaceexpress News zuständig, die die Grundlage dieser Chronik bilden. Eugen Reichl ist zudem ständiger Raumfahrt-Berichterstatter des Star Observer; schreibt in Fachpublikationen über Raumfahrt und hält Vorträge.

Hauptquellen für News und Bilder:

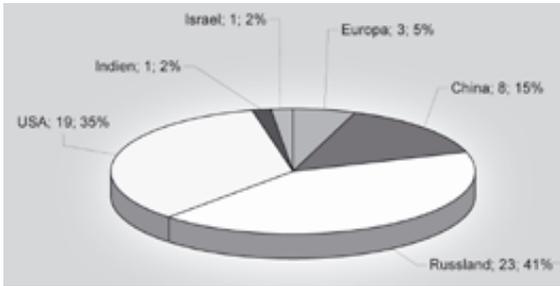
ESA News, NASA News, Boeing, SSC's Space Diary, Space Chronicle, Space Today by Florida Today, CNN Space News, Spacer Online News und VFR-Quellen.

raumstarts 2004

Im Jahr 2004 wurden insgesamt 53 Orbitalstarts und zwei Raumsondenmissionen durchgeführt, acht Weltraummissionen weniger als im Vorjahr.

Russland und die Ukraine brachten dabei sechs verschiedene Trägertypen zum Einsatz: Sojus (in den Varianten Sojus U, FG, Sojus 2 und Molnija), Proton (Versionen Proton K und M), Zyklon (Versionen 2 und 3), Kosmos 3M, Zenith 2 und Dnepr: Insgesamt führten Russland und die Ukraine 23 Orbitalmissionen durch, zwei mehr als im Vorjahr. Wie schon Vorjahr sorgte auch in 2004 ausschließlich Russland für den Zugang zur ISS. Allein für diesen Zweck wurden sechs Flüge durchgeführt. Die Proton führte vier kommerzielle Flüge durch, nachdem im Jahr zuvor nur eine kommerzielle Proton-Mission stattgefunden hatte. Die Zyklon 3 hatte bei ihrem einzigen Einsatz in diesem Jahr nur einen Teilerfolg zu verzeichnen, als ein Erdaufklärungssatellit wegen einer zu kurzen Brennzeit der dritten Stufe in einem zu niedrigen Orbit strandete. Der Satellit konnte die zu niedrige Bahn allerdings selbst korrigieren. Kompletter Erfolg war dagegen der Jungfernflug der Sojus 2 1A. Die USA starteten acht verschiedene Trägertypen im Jahre 2004: Atlas 5, 3A und 2AS, Delta 2, Titan 4B, Delta 4H, Taurus und Zenit 3SL (der eigentlich ein ukrainischer Booster ist, aber durch das von Boeing dominierte amerikanische Sea-Launch Konsortium technisch betreut und vertrieben wird). Die US-Aktivitäten waren deutlich schwächer als im Vorjahr: 2003 hatten noch 26 Weltraumstarts stattgefunden, in diesem Jahr waren es nur noch 19. Im Dezember erfolgte der nur teilweise erfolg-

reiche Jungfernflug der Delta 4 Heavy. Der Träger erreichte den vorgesehenen Orbit nicht ganz, der Fehler scheint aber kleinerer Art zu sein, und eine weitere Testmission ist nicht vorgesehen. 2004 sah auch die erfolgreichen Flüge von SpaceShipOne. Drei dieser kurzen Suborbital-Einsätze führten in Höhen über 100 Kilometer. Zwei davon wurden in einem Zeitraum von nur fünf Tagen im Rahmen des X-Price-Wettbewerbs durchgeführt. Die Aktivitäten der Volksrepublik China nahmen stark zu. Insgesamt fanden 8 Starts auf vier verschiedenen Trägerraketen-Typen statt: Long-March 2C, 3A, 2D und 4B. In Europa wurde nur eine rein kommerzielle Mission durchgeführt, nachdem es 2003 noch vier waren und 2002 sogar 12. Zusammen mit den beiden Flügen für Regierungsinstitutionen (Französisches Militär und ESA) fanden somit insgesamt nur drei Ariane 5-Flüge statt. Nach zwei Starts im Jahre 2003 führte Indien im vergangenen Jahr nur einen Start durch. Der erste israelische Satellitenstart seit 2002 endete im einzigen kompletten Fehlschlag des Jahres, als am 6. September die dritte Stufe einer Shavit-Trägerrakete nicht zündete, und der Träger mit dem Satelliten an Bord vor der algerischen Küste ins Mittelmeer stürzte.



Schiesdesign

| Datum | Startplatz | Träger | Nutzlast | Masse in kg | Mission | Auftragnehmer | Kunde |
|---|------------|----------|----------------|-------------|----------------------|---------------|----------------|
| Bemannte Missionen und unbemannte Unterstützungsfüge | | | | | | | |
| 29.01.2004 | Baikonur | Sojus U | Progress MI-11 | 7 250 | Cargo, ISS Servicing | RKK Energiya | Rosaviamkosmos |
| 19.04.2004 | Baikonur | Sojuz FG | Sojus TMA-4 | 7 250 | Bemannt, ISS | RKK Energiya | FKA, NASA |
| 25.05.2004 | Baikonur | Sojus U | Progress M49 | 7 283 | Cargo, ISS Servicing | RKK Energiya | Rosaviamkosmos |
| 11.08.2004 | Baikonur | Sojus U | Progress M50 | 7 250 | Cargo, ISS Servicing | RKK Energiya | Rosaviamkosmos |
| 14.10.2004 | Baikonur | Sojuz FG | Sojus TMA-5 | 7 250 | Bemannt, ISS | RKK Energiya | FKA, NASA |
| 23.12.2004 | Baikonur | Sojus U | Progress M51 | 7 250 | Cargo, ISS Servicing | RKK Energiya | Rosaviamkosmos |

| Datum | Startplatz | Träger | Nutzlast | Masse in kg | Mission | Auftragnehmer | Kunde |
|-------------------------------|---------------|------------------|---|-------------|-------------------------|----------------------------|----------------|
| Militärische Missionen | | | | | | | |
| 14.02.2004 | Cap Canaveral | Titan 402B/IUS | DSP-22 | 2 380 | Frühwarnsatellit | Northrop Grumman | NSA |
| 18.02.2004 | Plesetsk | Molnija M/2BL | Molnija-IT | 1 900 | Military Communications | NPO Lavochkin | VKS |
| 20.03.2004 | Cap Canaveral | Delta 2-7925-9.5 | Navstar (GPS 2R-11) | 2 032 | Global Positioning | Lockheed Martin | U.S. Air Force |
| 27.03.2004 | Baikonur | Proton K/DM-2 | Kosmos 2406 | 2 400 | Military Communications | NPO Prikladnoy Mekhaniki | VKS |
| 28.05.2004 | Baikonur | Zyklon 2 | Kosmos 2407 | 3 150 | Signal Intelligence | KB Arsenal | Russian Navy |
| 10.06.2004 | Baikonur | Zenith 2 | Kosmos 2408 | 3 200 | Frühwarnsatellit | NPO Yuzhnoye | VKS |
| 23.06.2004 | Cap Canaveral | Delta 2-7925-9.5 | Navstar (GPS 2R-12) | 2 032 | Global Positioning | LM Missiles & Space | U.S. Air Force |
| 22.07.2004 | Plesetsk | Kosmos 3M | Kosmos 2409 | 820 | Military Navigation | NPO Prikladnoy Mekhaniki | VKS |
| 31.08.2004 | Cap Canaveral | Atlas 2AS | Nemesis (NRO L-1) | 2 500 | Military | Lockheed Martin | NRO |
| 06.09.2004 | Palmahim | Shavit 1 | Ofek 6 | 200 | Military Observation | Israel Aircraft Industries | Tsahal |
| 23.09.2004 | Plesetsk | Kosmos 3M | Kosmos 2410 + Kosmos 2411 | 450 | Military Communications | NPO Prikladnoy Mekhaniki | VKS |
| 24.09.2004 | Plesetsk | Sojus U | Kosmos 2412 | 6 700 | Military Observation | TsSKB-Progress | VKS |
| 06.11.2004 | Cap Canaveral | Delta 2-7925-9.5 | Navstar 61 (GPS 2R-13) | 2 032 | Global Positioning | Lockheed Martin | U.S. Air Force |
| 17.12.2004 | Kourou | Ariane 5G+ | Helios 2A | 4 200 | Military Remote Sensing | EADS Astrium | DGA |
| | | | Essaim 1 + Essaim 2 + Essaim 3 + Essaim 4 | 480 | Frühwarnsatellit | EADS Astrium | DGA |
| | | | Parasol | 125 | Aeronomie | CNES | CNES |
| | | | Nanosat 01 | 20 | Technologie | INTA | INTA |
| 25.12.2004 | Baikonur | Proton K/DM-2 | Kosmos 2411 + Kosmos 2412 + Kosmos 2413 | 4 310 | Positioning | NPO Prikladnoy Mekhaniki | KNITs |

Wissenschaftliche Missionen

| | | | | | | | |
|------------|------------|---------------|---|-------|------------------------|---|---|
| 02.03.2004 | Kourou | Ariane 5G+ | Rosetta + Philae | 3 165 | Kometen-Orbiter | Astrium | ESA |
| 18.04.2004 | Xichang | Long March 2C | Experiment Satellite I + Nano-satellite I | 229 | Scientific experiments | Harbin Institute of Technology + Qinghua University | Harbin Institute of Technology + Qinghua University |
| 20.04.2004 | Vandenberg | Delta 2-7920 | Gravity Probe B | 3 314 | Fundamentalphysik | Lockheed Martin | NASA |

| Datum | Startplatz | Träger | Nutzlast | Masse in kg | Mission | Auftragnehmer | Kunde |
|------------|---------------|----------------|--|-------------|--------------------------------|--|---|
| 15.07.2004 | Vandenberg | Delta 2-7920 | Aura | 2 967 | Aeronomie | Northrop Grumman | NASA |
| 25.07.2004 | Taiyuan | Long March 2C | Tan Ce 2 | 660 | Plasma Science | Aerospace Dongfanghong Satellite Ltd. | China Aerospace Corp. |
| 02.08.2004 | Cap Canaveral | Delta 2H-7925 | Messenger | 1 066 | Merkur-Orbiter | John Hopkins University Applied Physics Laboratory | NASA |
| 08.09.2004 | Taiyuan | Long March 4B | SJ-6A + SJ-6B | 1 230 | Earth Science? Plasma Science? | Shanghai & Chinese Academy of Space Technology | China Aerospace Corp. |
| 20.11.2004 | Cap Canaveral | Delta 2-7420 | Swift | 1 331 | Astrophysics | Spectrum Astro | NASA |
| 28.12.2004 | Plesetsk | Zyklon 3 | Sich 1M + MS-ITK | 2 328 | Oceanography / Technology | NPO Yuzhnoye | NKAU |
| 20.05.2004 | Vandenberg | Taurus XL 3210 | RoCSat 2 | 760 | Earth Observation | EADS Astrium | NSPO |
| 29.06.2004 | Baikonur | Dnepr 1 | Demeter | 125 | Seismologie | CNES | CNES |
| | | | SaudiSat 2 + SaudiComsat 1 + SaudiComsat 2 | 59 | Science + Communications | Riyadh Space Research Institute | Riyadh Space Research Institute |
| | | | UniSat 3 + AmSat OE | 24 | Science + Amateur Radio | „La Sapienza“ University of Rome | „La Sapienza“ University of Rome |
| | | | LatinSat C + LatinSat D | 24 | Messaging | Aprize Satellite | Aprize Satellite Argentina |
| 29.08.2004 | Jiuquan | Long March 2C | FSW-19 | 2 000 | Remote Sensing | Chinese Academy of Space Technology | China Aerospace Corp. |
| 27.09.2004 | Jiuquan | Long March 2D | FSW-20 | 3 000 | Remote Sensing ? | Chinese Academy of Space Technology | China Aerospace Corp. |
| 19.10.2004 | Xichang | Long March 3A | FY 2C | 1 380 | Meteorologie | Shanghai Institute of Satellite Engineering | China State Meteorological Administration |
| 06.11.2004 | Taiyuan | Long March 4B | Zi Yuan 2-3 | 1 360 | Remote Sensing | Chinese Academy of Space Technology | China Aerospace Corp. |
| 18.11.2004 | Xichang | Long March 2C | Shiyun Weixing 2 | 300 | Remote Sensing Technology | Chinese Academy of Space Technology | Dongfanghong Satellite Co. |

| Datum | Startplatz | Träger | Nutzlast | Masse in kg | Mission | Auftragnehmer | Kunde |
|-------------------------------|-------------------------|----------------|--|-------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Kommerzielle Missionen | | | | | | | |
| 11.01.2004 | Odyssey Launch Platform | Zenith 3SL | Estrela do Sul I (Skynet Brazil I, Telstar 14) | 4 694 | Communications | Space Systems/Loral | Loral Skynet do Brasil |
| 05.02.2004 | Cap Canaveral | Atlas 2AS | AMC-10 (GE-10) | 2 340 | Communications | Lockheed Martin | SES Americom |
| 13.03.2004 | Cap Canaveral | Atlas 3A | MBSAT 1 | 4 143 | Mobile Broadcasting | Space Systems/Loral | Mobile Broadcasting Corp. |
| 15.03.2004 | Baikonur | Proton M | Eutelsat W3A | 4 250 | Communications | EADS Astrium | Eutelsat |
| 16.04.2004 | Cap Canaveral | Atlas 2AS | Superbird 6 | 3 100 | Communications | Boeing | Space Communications Corp. |
| 26.04.2004 | Baikonur | Proton K/DM-2M | Express AM-1 I | 2 542 | Communications | NPO Prikladnoy Mekhaniki | PO Kosmicheskaya Sviaz |
| 04.05.2004 | Odyssey Launch Platform | Zenit 3SL | DirecTV-7S | 5 483 | Direct Broadcasting | Space Systems/Loral | DirecTV Inc. |
| 19.05.2004 | Cap Canaveral | Atlas 2AS | AMC-11 | 2 316 | Communications | Lockheed Martin | SES Americom |
| 16.06.2004 | Baikonur | Proton M | Intelsat 10-02 | 5 575 | Communications | EADS Astrium | Intelsat |
| 29.06.2004 | Odyssey Launch Platform | Zenit 3SL | Apstar 5 | 4 640 | Communications | Space Systems/Loral | APT Satellite |
| 18.07.2004 | Kourou | Ariane 5G+ | Anik F2 | 5 950 | Communications | Boeing | Télésat Canada |
| 04.08.2004 | Baikonur | Proton M | Amazonas 1 | 4 545 | Communications | EADS Astrium | Hispasat |
| 20.09.2004 | Sriharikota | GSLV | GSAT 3 | 1 950 | Telecomm. for Educational Purpose | ISRO | ISRO |
| 14.10.2004 | Baikonur | Proton M | AMC-15 | 4 021 | Communications | Lockheed Martin | SES Americom |
| 29.10.2004 | Baikonur | Proton K/DM-2M | Express AM-1 | 2 542 | Communications | NPO Prikladnoy Mekhaniki | PO Kosmicheskaya Sviaz |
| 17.12.2004 | Cap Canaveral | Atlas 5/521 | AMC-16 | 4 200 | Communications | Lockheed Martin | SES Americom |

Testflüge

| | | | | | | | |
|------------|---------------|----------------|-------------------|-------|-----------------------------|--|--|
| 08.11.2004 | Plesetsk | Soyuz 2-1A | Oblik GVM | 6 450 | Dummy Observation Satellite | TsSKB-Progress | VKS |
| 10.12.2004 | Cap Canaveral | Delta 4H/4050H | Demosat (USA-181) | 5 993 | Dummy Payload | ? | USAF |
| | | | 3CSat 1 + 3CSat 2 | 30 | Technology | New Mexico State University + University of Colorado | New Mexico State University + University of Colorado |

Ein Beitrag von Eugen Reichl

II. themen im fokus

überblick: fünf sonden am mars

Im Zielanflug

Wie bereits in der spaceexpress chronik 2003 berichtet, waren im Dezember 2003 fünf Raumsonden im Endanflug auf den Roten Planeten. Bis 25. Januar 2004 hatten drei davon ihr Ziel erreicht. Die japanische Nozomi flog am 14. Dezember am Mars vorbei und die europäische Landesonde Beagle 2 zerschellte höchstwahrscheinlich auf der Marsoberfläche als sie am 31. Dezember 2003 zur Landung ansetzte. Leider gab es nie ein Funksignal von Beagle 2, so dass wir auf Mutmaßungen angewiesen sind. Dass die beiden misslungenen Forschungssonden zu den billigsten Raumfahrtprojekten aller Zeiten gehörten, ist kein Zufall. Das Geld für die Entwicklung von Raumfahrzeugen geht fast vollständig an die Entwicklungsingenieure und Wissenschaftler, die den Großteil ihrer Zeit Qualitätssicherungsmaßnahmen widmen. Kosten können praktisch nur reduziert werden, wenn diese Maßnahmen reduziert werden. Dadurch wächst aber das Risiko für die entsprechende Mission. Außerdem scheinen 100 kg für eine Raumsonde das untere Limit zu sein.

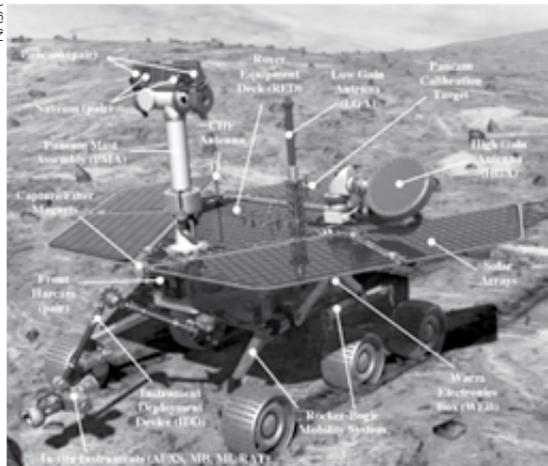
So waren die Chancen des 60 kg leichten Beagle 2, auch nur die Landung heil zu überstehen, bestenfalls 50 %. Die Chancen von Nozomi dafür, die Marsumlaufbahn zu erreichen, dürften kaum größer gewesen sein. Leider wurden keine Schwestersonden parallel gestartet, um die Risiken auszugleichen. Im Gegenteil konnten beide Sonden gerade eben noch von Ihren jeweiligen Trägern mitgenommen werden. Die japanische Sonde von ihrer schwachbrüstigen Feststoff-Starrakete, die europäische vom Mars-Satelliten Mars Express, bei dem noch ein paar Kilogramm übrig waren. Kurz: hochgepokert und verloren. Die Enttäuschung bei den beteiligten Wissenschaftlern und in der Öffentlichkeit war dennoch hoch, weil von den Risiken kaum gesprochen wurde, wohl aber vom hohen Nutzen der wissenschaftlichen Geräte an Bord der beiden Sonden.

Begeisterungstürme gab es im Gegensatz dazu bei den drei anderen Missionen. Der europäische Mars-Satellit Mars Express und die beiden Mars-Rover Spirit und Opportunity der USA funkten im Jahr 2004 Daten und Bilder zur Erde, die unser Bild vom Mars in ein neues Licht rückten. Zusätzlich sendeten die beiden – bereits seit 1998 und 2002 operierenden – Marssatelliten Mars Global Surveyor (MGS)

und Mars Odyssey 2001 interessante Daten und Bilder zur Erde. Somit waren von Januar bis Dezember 2004 fünf Marssonden aktiv. Das ist trotz des Ausfalles von 2 Sonden, mit denen es 7 gewesen wären, immer noch Rekord. Noch nie wurde ein Objekt außerhalb der Erde von so vielen Sonden gleichzeitig unter die Lupe genommen.

Im Verhältnis zu den Viking-Mars-Missionen oder der Galileo-Mission zum Jupiter oder der gegenwärtig laufenden Huygens-Cassini-Mission zum Saturn, gehören die genannten Marssonden zu Klein- bzw. Billig-Missionen, bei denen die Anzahl und Größe der Messinstrumente und Kameras sehr beschränkt sind. Diese sind außerdem in der Regel Weiterentwicklungen aus anderen Raumsonden, um Zeit und Kosten zu sparen.

NASA



Details eines Mars Exploration Rovers

Die Ergebnisse

Dass die Raumfahrtprogramme in den USA wesentlich besser in der Öffentlichkeit präsentiert werden als in Europa zeigte sich, als die Raumfahrt-ingenieure des JPL schon einen Tag nach der jeweiligen Landung ihrer Rover das erste Panoramabild der Landestellen live und landesweit im Fernsehen zeigten. Die Experimentatoren aus Europa, die über verschiedene nationale Institute verstreut sind, hielten sich wochenlang sehr bedeckt und die ESA kommt nur über die Experimentatoren an die Bilder und ausgewerteten Messdaten. So präsentierte die ESA vier Wochen nach dem Einschwenken in die Umlaufbahn die ersten Bilder von Mars Express auf einer Pressekonferenz. Die DLR veröffentlicht seither alle zwei bis drei Wochen neue Bilder und



NASA

Opportunity entdeckte kugelige Hämatitkonkretionen in kleinräumiger Schrägschichtung

Ergebnisse (<http://www.dlr.de/mars-express>). Das JPL tat dies nach der Landung ihrer Rover fast täglich (<http://marsrovers.jpl.nasa.gov>).

Allerdings ist es offensichtlich, dass in den USA viel Show gemacht wird, während in Europa mehr Wert auf die Qualität der Messergebnisse und deren Interpretation gelegt wird. Hinzu kommt, dass die wichtigsten Messinstrumente der Mars-Rover aus Deutschland stammen: das Mößbauer- und das Alpha/Röntgen-Strahlen-Spektrometer sowie wesentliche Teile der Elektronik der Kameras.

Während der erste Rover Spirit im Gusev-Krater anfangs wenig Aufregendes entdeckte, gelang mit der Landung von Opportunity im wahrsten Sinne des Wortes ein Glückstreffer: Das erste Bild, das er zur Erde sendete, zeigte auf der Innenwand eines Kraters eine Schichtstruktur wie aus dem Bilderbuch.

Der Rover fuhr diese Schichtstruktur ab und untersuchte mit seiner Armwippe einige besonders interessante Stellen. Die Mikroskopkamera zeigte typische Hohlräume im Gestein, die durch Herauslösung von tafeligen Sulfatkristallen entstanden sein müssen. Noch interessanter war aber die Entdeckung kleiner Kügelchen, die aus Hämatit bestehen. Diesen sind in geschichtetem Gestein eingelagert. Deshalb haben selbst die größten Zweifler zugegeben, dass flüssiges Wasser an dieser Stelle mehrere 10.000 Jahre geflossen sein muss, vielleicht sogar mehrere 100.000 Jahre. Bisher war es immer umstritten gewesen, ob jemals flüssiges Wasser für mehr als ein paar Minuten oder Stunden über die Marsoberfläche geflossen ist. Spirit ent-

deckte auch im Gusev-Krater Wasserspuren, wenn auch weniger deutlich als Opportunity auf der Tiefenebene Meridiani Planum am Marsäquator:

Die Kamera auf Mars Express ist in der Lage sowohl in Stereo, wie auch auf vier verschiedenen Wellenlängen Aufnahmen mit 10 Metern Auflösung zu machen. Da diese Wellenlängen nicht auf das menschliche Auge, sondern auf möglichst hohen wissenschaftlichen Output ausgelegt sind, werden die Bilder von Mars Express in der Regel farblich korrigiert. Außerdem können Teleaufnahmen mit bis zu 2 Meter Auflösung gemacht werden, die im Kontext der normal aufgelösten Bilder eingebettet sind. So erhielten wir während des ganzen Jahres 2004 atemberaubende 3D-Aufnahmen. Nach Ende der regulären Missionsdauer von einem Marsjahr (687 Tagen) sollen 80 % der gesamten Marsoberfläche auf diese Weise kartographisch erfasst sein. Die Datenmenge erschlägt allerdings die Wissenschaftler. So wird die Auswertung aller Daten wohl noch Jahre in Anspruch nehmen.

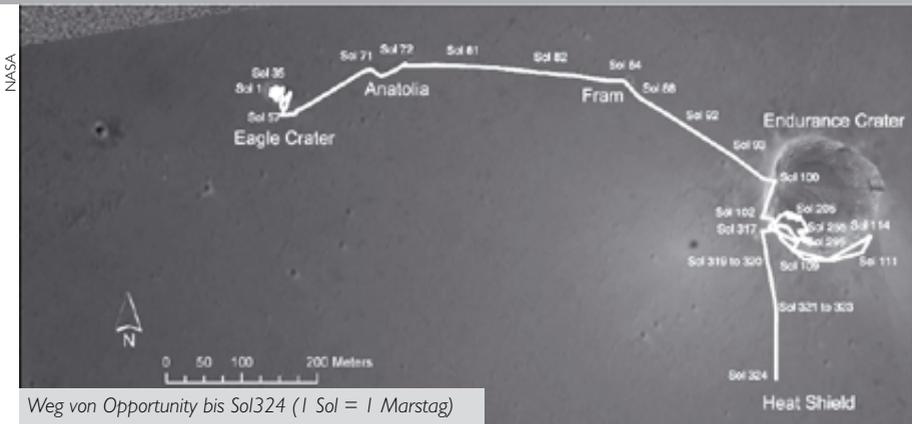
Eine fantastische Messung lieferte ein anderes Messinstrument auf Mars Express: das Fourier-Spektrometer maß Methan in der Marsatmosphäre, das sich in diesen Mengen nur wenige Jahrhunderte halten kann. Es sind nur zwei Ursachen dafür denkbar: vulkanische Aktivität oder der Stoffwechsel von Lebewesen. Was das Ganze noch interessanter macht, ist die Tatsache, dass Mars Odyssey 2 Jahre lang vergeblich nach Hot Spots gesucht hat, die ein Hinweis für vulkanische Restaktivitäten wäre.

Wie ein Spezialist für pharmazeutische Reinräume mir versicherte: wenn es jemals Leben auf dem Mars gegeben hat, existiert es noch heute. Die Frage ist nur noch, ob das Leben auf dem Mars jemals Fuß fassen konnte. Weitere unbemannte und bemannte



ESA

Reull Vallis in 3D – erstellt mit Daten von Mars Express



Missionen werden dieser Frage nachgehen.

Auf der Erde lebt eine unglaubliche Anzahl von Einzellern in großen Tiefen unter der Erdoberfläche. Es ist sogar eines der wahrscheinlichsten Szenarien für die Entstehung des Lebens, dass dieses sich im Gestein gebildet hat. Deshalb könnten auch unter der Marsoberfläche Lebewesen existieren, wo sie vor großen Kälteschwankungen und der gefährlichen Strahlung von der Sonne und aus dem Weltraum geschützt wären.

Die beiden Rover haben Ende 2004 bereits das Vierfache ihrer nominellen Lebensdauer erreicht und fahren immer noch von Messstelle zu Messstelle, um uns mit Daten über das Marsgestein zu versorgen. Die Technik der Rover hat schon im August ziemlich unter den harten Umweltbedingungen auf dem Mars gelitten, wo der Winter im Juli Einzug gehalten hat. Mit Geduld und Finesse ist es den JPL-Leuten aber gelungen, ihr „Leben“ bis zum Jahresende 2004 zu verlängern. Sie sollen auch 2005 noch einige hundert Meter weit fahren und zahlreiche Messungen durchführen.



Ein Beitrag von Raimund Scheucher.

Der Autor ist Diplom Physiker und als Software-Ingenieur im Luftfahrtbereich tätig. Er ist seit 1982 Mitglied der Wissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft für Raketentechnik und Raumfahrt (WARR) und ist Gründungsmitglied der Mars Society Deutschland e.V. Er hat seit 1999 zahlreiche Artikel und Vorträge über die unbemannte und bemannte Erforschung des Mars verfasst.

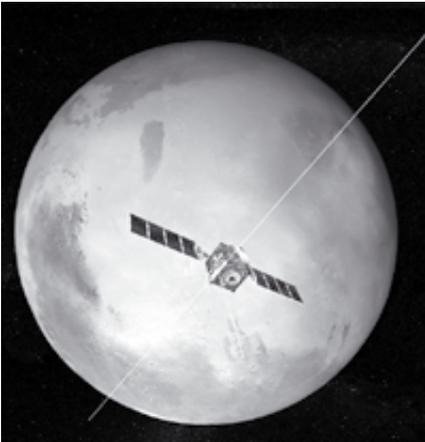
Die Mars Society – Gemeinschaft von Mars-Enthusiasten

Die Mars Society ist eine internationale Vereinigung Menschen aller Couleur und Ausbildung, die sich für den Planeten Mars interessieren. Die Vereinigung wurde am 15. August 1998 in Boulder, Colorado (USA) von Marsforschern und -Enthusiasten aus allen Herren Länder gegründet. Die Mars Society Deutschland e.V. verfolgt neben ihrer Öffentlichkeitsarbeit und Kontakten zu Politikern technische Mars-Projekte, wie die Mars-Ballon-Mission ARCHIMEDES und die Mars-Simulations-Station EuroMars.

Weitere Infos unter www.MarsSociety.de

mars express – pionier der europäischen planetenforschung

ESA



Mars Express im Marsorbit mit ausgefahrener MARSIS-Antenne, künstlerische Darstellung

Am 2. Juni 2003 startete in Baikonour (Kasachstan) eine Soyuz-Rakete mit einer Fregat-Oberstufe. Ihre Nutzlast bestand aus der 1223 kg schweren Sonde Mars Express. Der Zeitpunkt war gut gewählt. Obwohl alle 26 Monate die Gelegenheit besteht, Sonden zu unserem Nachbarplaneten zu senden, bestehen jeweils Unterschiede in der exakten Konstellation der Planeten. Im Sommer 2003 war die Entfernung zwischen Erde und Mars ungewöhnlich gering, weswegen der Mars mit bloßem Auge besonders gut sichtbar war. Es bestand die Gelegenheit, Sonden mit relativ schwerer Nutzlast (bei gleichen Kosten) zum Mars zu senden, und sowohl die ESA als auch die NASA nutzten diese Gelegenheit. Die Amerikaner setzten auf ein ambitioniertes Projekt mit gleich 2 Marsfahrzeugen, die - gemäß dem Motto der US-Marsforschung „Follow the water“ - vor allem nach Spuren von Wasser suchen sollen. Es war allerdings, auch wenn der Begriff in der Welt- raumforschung eigentlich keinen Platz hat, fast schon „Routine“, denn die NASA hatte vorher, beginnend in den 1960er Jahren, schon mehrere erfolgreiche Orbiter und Lander zum Mars geschickt. Anders die Europäer, die vorher zwar eine Reihe sehr erfolgreicher Astronomie-Missionen durchgeführt hatten,

die Erforschung der Planeten, Monde, Asteroiden und Kometen aber bisher mit Ausnahme der Mission Giotto zum Kometen Halley vernachlässigt hatten. Für sie war Mars Express doppelte Premiere: die erste ESA-Mission zu einem anderen Planeten, und zugleich die erste so genannte Flexi-Mission. Mit diesem Begriff werden Missionen bezeichnet, die in sehr kurzer Zeit und mit geringen Kosten realisiert werden. Die Zeit vom ersten Konzept bis zum Start betrug nur 5 Jahre, eine Rekordzeit in der Planetenforschung. Die Wurzeln für Mars Express reichten jedoch weiter zurück, nämlich zur zunächst sowjetischen, danach russischen Sonde Mars96. Auf dieser komplexen Mission befanden sich mehrere (west-)europäische Instrumente. Nach dem Scheitern von Mars96 (die Sonde konnte wegen eines Fehlers der Startrakete nicht aus der Erdumlaufbahn in Richtung Mars gebracht werden und stürzte kurz danach zur Erde zurück) existierten jeweils noch die Duplikate dieser Instrumente, weswegen sich die ESA zu einer relativ kleinen und kostengünstigen Mission entschloss, um ihren Einsatz doch noch zu ermöglichen. Mars Express sollte damit die globalen Aspekte der Mars96-Mission abdecken. Zusätzlich wurden auf Anraten der International Mars Exploration Working Group (IMEWG) zwei weitere wichtige Forschungsthemen hinzugefügt: Wasser und Leben. Die beratenden Gremien der ESA gaben dazu ihr ausdrückliches Einverständnis und erklärten Mars Express zu einem Teil des Wissenschaftsprogramms der Agentur.

Die Sonde erreichte nach knapp 7 Monaten den Mars und schwenkte am 25. Dezember 2003 in eine Umlaufbahn um den Planeten ein. Zuvor war der Lander Beagle-2 abgetrennt worden, der relativ spät zu der ursprünglichen Nutzlast hinzugefügt worden war. Sein wissenschaftliches Hauptziel bestand in der Suche nach Leben. Dazu sollte mit einer Reihe von hoch entwickelten Instrumenten nach Stoffwechselprodukten vergangenem oder gegenwärtigen Lebens gesucht werden. Leider empfing die Bodenstation der ESA in Darmstadt nicht das erwartete Signal nach dem vorherberechneten Zeitpunkt der Landung. Da kein Funkkontakt während der Abstiegs- und Landephase vorgesehen war, blieb bis heute offen, was zum Scheitern von



Die fehlgeschlagene Teilmission Beagle II in künst. Darstellung

Beagle-2 führte. Ein Report der ESA stellt fest, dass die Unternehmung von Anfang an unter Zeit- und Geldmangel litt. Insbesondere die Entwicklung des Systems mit den Airbags, das die kritische Landung hätte bewerkstelligen sollen, sei riskant gewesen. Auch beim britischen Management der Sonde seien Mängel offensichtlich gewesen (Nature 429, 330, 2004). Es ist zu bedauern, dass die exzellenten Instrumente, darunter ein beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt entwickelter Mechanismus zur Probenahme im Marsuntergrund, wegen möglicherweise dieser Probleme nicht zum Einsatz kommen konnten.

Abgesehen von der fehlgeschlagenen Landung von Beagle-2 glückten jedoch alle Manöver bei der Ankunft am Mars. Die Sonde wurde nach und nach in einen elliptischen ($250 \times 10.142 \text{ km}$) Orbit mit einer quasi polaren Inklination (86.35°) und einer Periode von 6.75 h gebracht, der für die wissenschaftlichen Untersuchungen sowie für die geplante Kommunikation mit Beagle-2 und den beiden amerikanischen Rovern optimiert worden war. Obwohl beispielsweise die Kamera der Sonde bereits am 19. Januar 2004 die ersten, spektakulären Bilder der Marsoberfläche machte, nahmen die optischen Instrumente des Orbiters erst im Juni 2004 ihren Routinebetrieb auf. Diesen Umstand verdankte sie einer Reihe von Überprüfungen der verschiedenen Funktionen von Sonde und Instrumenten (commissioning phase), die in den ersten Monaten in der Umlaufbahn durchgeführt wurden. Die Daten von Mars Express werden von Bodenstationen der ESA in New Norcia (Australien) und Madrid empfangen. Die NASA unterstützt die ESA, indem sie die Kapazitäten des Deep Space Networks (DSN) mit seinen großen 70 m-Antennen teilweise für den Signalempfang zur Verfügung stellt, was zu einer erheblichen Vergrößerung des übertragbaren Datenvolumens führt. Die vorgesehene nominale Dauer der Mission liegt bei einem Marsjahr (687 Tage oder etwa zwei Erdjahre), aber es wird erwar-

ESA

t, dass die ESA in Kürze ihr Einverständnis zu einer Verlängerung um ein weiteres Marsjahr geben wird. Dies würde zu einer erheblich größeren Datenmenge und einer verbesserten globalen Abdeckung durch die Instrumente führen. Zudem könnte Mars Express dann für einen gewissen Zeitraum parallel zur NASA-Mission Mars Reconnaissance Orbiter (Start: 2005) operieren, was wegen der unmittelbar vergleichbaren Daten der verschiedenen Instrumente von hohem wissenschaftlichen Interesse wäre.

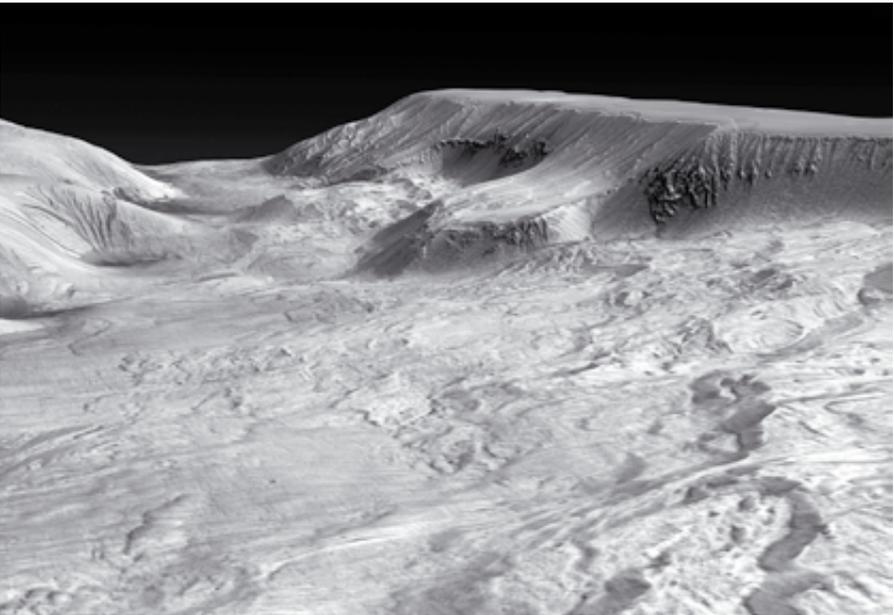
DLR/Astrum



Die hochauflösende Stereokamera HRSC.

HRSC (High Resolution Stereo Camera)

ist eine hoch auflösende Stereokamera, eines der wichtigsten Instrumente auf Mars Express. Das am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt entwickelte Instrument stellt ein in dieser Form bislang einmaliges Experiment dar: Zum ersten Mal auf einer Weltraummission bildet eine Spezialkamera eine Planetenoberfläche systematisch in drei Dimensionen und in Farbe ab. Die Ergebnisse ermöglichen die Beantwortung fundamentaler Fragen zur geologischen und klimatischen Geschichte unseres Nachbarplaneten. Die räumliche Auflösung der Stereobilder übertrifft bisherige topographische Daten bei weitem und erlaubt es den Geowissenschaftlern, Details mit einer vertikalen Genauigkeit von zehn bis 40 Metern zu analysieren. Als besondere Spitzenleistung enthält die Kamera ein zusätzliches, extrem hoch auflösendes Teleobjektiv. Mit diesem Super Resolution Channel (SRC) wird die Abbildung von zwei bis drei Meter großen Objekten möglich sein, die in den Kontext der farbigen Stereodaten der HRSC eingebettet sind. Damit lassen sich beispielsweise Felsbrocken in der Größe einer Garage oder Schichten in Sedimentgesteinen identifizieren. Der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Auswertung liegt in der geomorphologischen Analyse des Oberflächenreliefs. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass der Vulkanismus auf dem Mars sehr langlebig gewesen sein muss und bis in die jüngste Vergangenheit andauerte. Ebenfalls sehr jung sind Oberflächenformen, die von Gletschern gebildet worden sein könnten und Zeugnis über die bewegte klimatische Geschichte des Roten Planeten ablegen (Neukum et al., Nature, im Druck).



Diese 3D-Ansicht der Marsschlucht Ophir Chasma wurde aus Stereodaten der HRSC-Kamera berechnet

Omega (Observatoire pour la Minéralogie, l'Eau, les Glaces et l'Activité)

ist ein abbildendes Spektrometer im sichtbaren und nahen Infrarotbereich. Das Instrument erzeugt nicht nur Punktspektren, sondern flächenhafte Bilder („abbildend“). Die Analyse der Spektren zwischen 0,38 und 5,1 μm erlaubt die Kartierung der molekularen und mineralogischen Zusammensetzung der Oberfläche und der Atmosphäre. Der Mars soll dabei global mit einer Auflösung von 2-5 km pro Bildpunkt erfasst werden. Lokal können sogar wesentlich höhere Auflösungen von wenigen Hundert Metern erreicht werden. Die kombinierte Analyse

der Daten von HRSC, deren Schwerpunkt auf hoher dreidimensionaler räumlicher Auflösung liegt, mit den farblich hoch aufgelösten Bildern von Omega ist besonders vielversprechend, weswegen einige Wissenschaftler an beiden Instrumenten beteiligt sind. Ein früher Höhepunkt der Untersuchungen von Omega war der erstmalige direkte Nachweis von Wassermolekülen auf der Marsoberfläche im Bereich des Südpols (Bibring et al., Nature 428, 627-630, 2004). Vorher war lediglich auf Grundlage indirekter Hinweise vermutet worden, dass unter der jahreszeitlich veränderlichen CO₂-Eiskappe Wassereis zu finden ist.

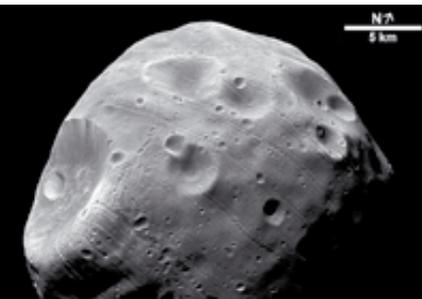


Abbildung 3: Marsmond Phobos, beobachtet von der HRSC-Kamera.

ASPERA (Analyser of Space Plasmas and Energetic Ions for Mars Express)

soll die Wechselwirkung zwischen der Atmosphäre und dem interplanetaren Medium (wie etwa dem Sonnenwind) untersuchen. Es besteht aus 4 Detektoren: Zwei messen den Fluss energetischer (energiereicher) neutraler Atome (ENA), und zwei Spektrometer messen jeweils Ionen und Elektronen. Da der Mars kein globales Dipol-Magnetfeld besitzt, sondern lediglich lokale Magnetisierungen der Kruste, trifft der Sonnenwind im wesentlichen ungehindert auf die Ionosphäre, die Exosphäre und die obere Atmosphäre. ASPERA konnte nachweisen, dass Sonnenwind-Ionen tief in die Ionosphäre

von Mars vordringen und dort zum Verlust planetarer Sauerstoff-Ionen ins Weltall führen (Lundin et al., Science 305, 1933-1936, 2004). Dieser Prozess könnte dazu beigetragen haben, die vermutlich einst dichtere Atmosphäre des Roten Planeten beträchtlich zu erodieren.

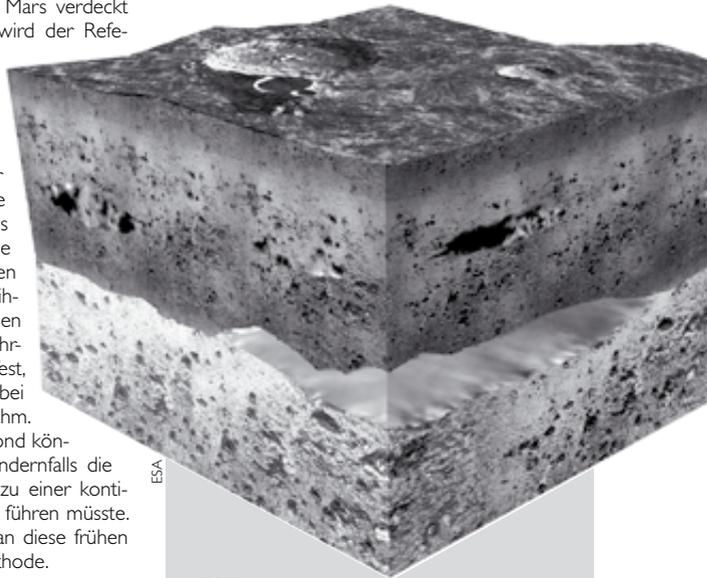
SPICAM (SPECTroscopy for the Investigation of the Characteristics of the Atmosphere of Mars)

ist ein weiteres Instrument, das sich bereits an Bord von Mars96 befand. Es besteht aus zwei Spektrometern, jeweils einer im ultravioletten und im infraroten Wellenlängenbereich. Ziel ist die Untersuchung der Atmosphäre, insbesondere die Verteilung von Ozon, die vertikale Struktur von Druck und Temperatur sowie die Ionosphäre. Der bevorzugte Aufnahmemodus von SPICAM ist die so genannte Stern- oder Sonnenokkultation. Dabei wird ein Stern (stellar occultation) oder die Sonne (solar occultation) beobachtet, während sie vom Instrument aus gesehen allmählich vom Mars verdeckt werden (Okkultation). Zunächst wird der Referenzkörper (Stern oder Sonne) direkt gemessen, dann beschreibt seine scheinbare Bahn einen „Abstieg“ durch die Marsatmosphäre, er wird also durch sie hindurch beobachtet, bis er zuletzt hinter dem Planeten verschwindet. Die Veränderung des Sternspektrums während des Durchgangs durch die Marsatmosphäre erlaubt Aussagen über ihre Zusammensetzung und ihre vertikale Struktur. Erstmals wurden Okkultationsmessungen im 18. Jahrhundert durchgeführt. Man stellte fest, dass die Helligkeit des Sterns Spica bei einer Mondokkultation abrupt abnahm. Daraus schloss man korrekt, der Mond könne keine Atmosphäre haben, da andernfalls die Lichtbrechung in der Atmosphäre zu einer kontinuierlichen Abnahme der Helligkeit führen müsste. Der Name SPICAM ist ein Tribut an diese frühen Anwendungen der Okkultationsmethode.

PFS (Planetary Fourier Spectrometer)

ist ein Spektrometer, das im infraroten Wellenlängenbereich arbeitet und für atmosphärische Untersuchungen ausgelegt ist. Das Ziel ist ein besseres Verständnis der Entwicklung des Klimas und der Atmosphäre, insbesondere unter Berücksichtigung der Rolle von Wasser. Dazu sind kontinuierliche, über einen längeren Zeitraum reichende globale Beobachtungen (Monitoring) der dreidimensionalen

Temperaturverteilung in der unteren Atmosphäre (von der Oberfläche bis in etwa 40-60 km) vorgesehen. Zudem werden zeitliche Veränderungen in der Häufigkeit kleinerer Bestandteile der Atmosphäre wie etwa Wasser und Kohlenmonoxid gemessen und die Größe sowie die chemische Zusammensetzung von Aerosolen untersucht. Großes Aufsehen erregte im März 2004 die Mitteilung, PFS habe wiederholt Spuren von Methan in der Atmosphäre über bestimmten Regionen der Marsoberfläche nachgewiesen (Formisano, Science, veröffentlicht online am 28. Oktober 2004; doi: 10.1126/science.1101732). Da Methan auf der Erde nur als Folge von Lebewesen und Vulkanausbrüchen entsteht und zudem in der derzeitigen Marsatmosphäre schnell zerfällt, ist diese Entdeckung in jedem Fall extrem interessant: Bestätigen sich die Ergebnisse (die übrigens unabhängig von PFS auch mit Teleskopen von der Erde aus erzielt wurden) endgültig, würden sie auf Leben auf dem Mars oder auf sehr jungen Vulkanismus hinweisen.



MARSIS wird nach Wasser und Eis unter der Marsoberfläche suchen.

MARSIS (Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding)

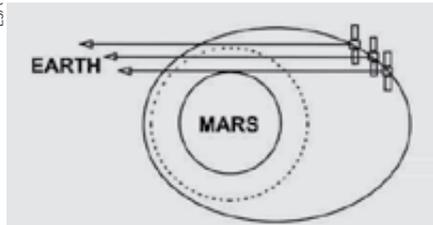
ist ein Novum in der Marsforschung: Erstmals soll ein Radargerät die obere Marskruste nach Wasser und Eis durchsuchen. Radarstrahlen werden von Grenzflächen reflektiert. Eine derartige Grenz-

fläche ist beispielsweise die Oberfläche. Interessanter sind in diesem Fall allerdings Grenzflächen im Untergrund. Die sehr langwelligen Signale von MARSIS können bis zu einige Kilometer tief in den Untergrund eindringen und dort reflektiert werden. Eine mögliche unterirdische Grenzschicht stellt beispielsweise der Grundwasserspiegel dar: Ob und in welcher Tiefe Grundwasser oder Eis vorkommt, ist seit langer Zeit eine intensiv diskutierte Frage in der Gemeinde der Marsforscher: Als einziges Experiment an Bord von Mars Express wurde MARSIS allerdings noch nicht in Betrieb genommen. Grund sind die insgesamt 40 m langen Antennen des Radars: Kurz vor der geplanten Ausbreitung der während der Transferphase zwischen Erde und Mars selbstverständlich zusammengefalteten Antennen stellte sich bei neuen Simulationen heraus, dass die mechanischen Auswirkungen auf die Sonde bei der Entfaltung eventuell stärker sein könnten als ursprünglich angenommen. Die Antennen werden nämlich nicht langsam und kontinuierlich ausgefahren, sondern mittels eines Federmechanismus` sprunghaft herausgeschleunigt. Als dieser Vorgang wegen einer anderen Mission, auf der sich Antennen des selben Herstellers befinden, mit aktualisierten Computerprogrammen erneut berechnet wurde, stellte sich eine Diskrepanz zu den früher ermittelten Werten heraus. Die Entfaltung der Antennen wurde verschoben und wird nun nicht vor dem Jahr 2005 stattfinden.

MaRS (Mars Express Orbiter Radio Science)

ist ein Experiment ohne Instrument. Die Daten sind die Radiosignale, die von der Sonde zur Erde gefunkt werden. Wenn die Erde von der Sonde aus gesehen beinahe hinter dem Mars steht, laufen die Signale durch die Marsatmosphäre und werden von ihr beeinflusst. Die Analyse dieser Modifikationen erlaubt es, vertikale Profile von Dichte, Druck und Temperatur innerhalb der Marsatmosphäre abzuleiten. Die Bestimmung von Dichteprofilen der Elektronen innerhalb der Ionosphäre ist ebenso möglich wie die Untersuchung, inwieweit es tageszeitliche und saisonale Veränderungen bei der Wechselwirkung zwischen der Ionosphäre und dem Sonnenwind gibt. Ein weiteres Ziel des Experimentes ist die Analyse des Schwerefeldes des Roten Planeten. Dessen Masse ist nicht homogen verteilt, da Schwankungen der Krusten- bzw. Lithosphärenmächtigkeiten sowie der Topographie (Vulkane, tiefe Schluchten) Anomalien des Schwerefeldes verursachen. Insofern folgt die Geschwindigkeit einer Raumsonde auf ihrer Bahn um den Planeten nicht den idealen Kepler'schen Zweikörpergesetzen, wobei die Variationen der Geschwindigkeit den Anomalien entsprechen. Wird

ESA



Schemazeichnung des MaRS-Experiments

nun der Doppler-Effekt, der dadurch entsteht, mit hoher Genauigkeit analysiert, lassen sich die Massenanomalien kartieren. Der stark exzentrische Orbit von Mars Express ist für die globale Analyse des Schwerefeldes ungeeignet, weswegen MaRS vor allem lokale Massenanomalien untersucht.

Die täglich erzeugte Datenmenge liegt bei mehreren Gigabit. Die Daten aller Experimente werden nach einer gewöhnlich sechsmonatigen Sperrfrist der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Dies geschieht über das Planetary Science Data Archive (PSA), in dem die Daten archiviert werden. Das Format der Daten entspricht dem des Planetary Data System (PDS), über das die NASA die Daten ihrer Missionen verfügbar macht.

Ein Beitrag von Ernst Hauber.

Der Autor ist Geologe am DLR-Institut für Planetenforschung. Er leitet die Arbeitsgruppe Geowissenschaften innerhalb des HRSC-Projektes und ist für die wissenschaftliche Aufnahmeplanung verantwortlich.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V

Das DLR ist das nationale Zentrum der BRD für Luft- und Raumfahrt und beschäftigt sich mit umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsprojekten in nationaler und internationaler Kooperation. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrtagentur im Auftrag der Bundesregierung für die Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Das DLR dient wissenschaftlichen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Zwecken. Ziel ist es, mit den Mitteln der Luft- und Raumfahrt unser Leben zu bereichern, zur Sicherung und Gestaltung unserer Zukunft beizutragen.

Weitere Infos unter www.dlr.de

wasserstands- meldungen vom mars

NASA

Die Beweiskette wird immer länger. Tag für Tag kommen neue Daten vom Roten Planeten, die nichts anderes aussagen als: Hier gab es einst Wasser in Hülle und Fülle. Mehr noch: erhebliche Mengen dieses Wassers scheinen nach wie vor da zu sein, zum Teil nur wenige Zentimeter unter der Oberfläche. Die beiden amerikanischen Mars-Rover Spirit und Opportunity und Europas Orbisonde Mars Express senden überzeugende Daten zur Erde.

Eher zufällig stieß NASA's Mars Rover Opportunity auf einen Stein, der darauf hinweist, dass die Geschichte des Wassers auf dem Roten Planeten komplexer ist als ursprünglich angenommen. Der kleine Robot bewegte sich gerade vom recht tückischen, sandigen Terrain am Grund des Endurance Kraters weg, als ein Felsbrocken in Sicht kam, den die Wissenschaftler Escher nannten. Escher ist von Rissen durchzogen und im Boden versenkt wie eine Steinplatte in einem Gartenweg. Die Wissenschaftler vermuten, dass seine Risslinien entstanden, weil der Felsen lange Zeit mit Wasser voll gesogen war. Wenn sich das bestätigt, wäre es der Hinweis auf mindestens eine weitere „Wasserepisode“ in der Geschichte des Roten Planeten. Sie hätte sich erst ereignet, nachdem der Endurance Krater entstanden war. Der Rover hatte schon früher Beweise dafür gefunden, dass es bereits vor der Bildung des Endurance Kraters Wasser im Meridiani Planum gegeben haben muss. Wasser, das schließlich austrocknete und die flache, eintönige Sandwüste zurückließ, die wir heute dort sehen.

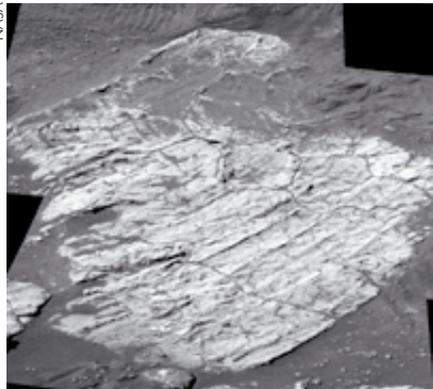
Rätselhafter „Escher“

Eschers Morphologie erinnert stark an Lehm, der in der Sonne getrocknet ist. Auf der Erde wäre die Herkunft einer solchen polygonalen Struktur keine Frage: Es kann sich dabei eigentlich nur um ein „Wasser-Phänomen“ handeln. Wenn auf der Erde ein mit Wasser voll gesogener Stein austrocknet, dann reduziert sich sein Volumen, er zieht sich

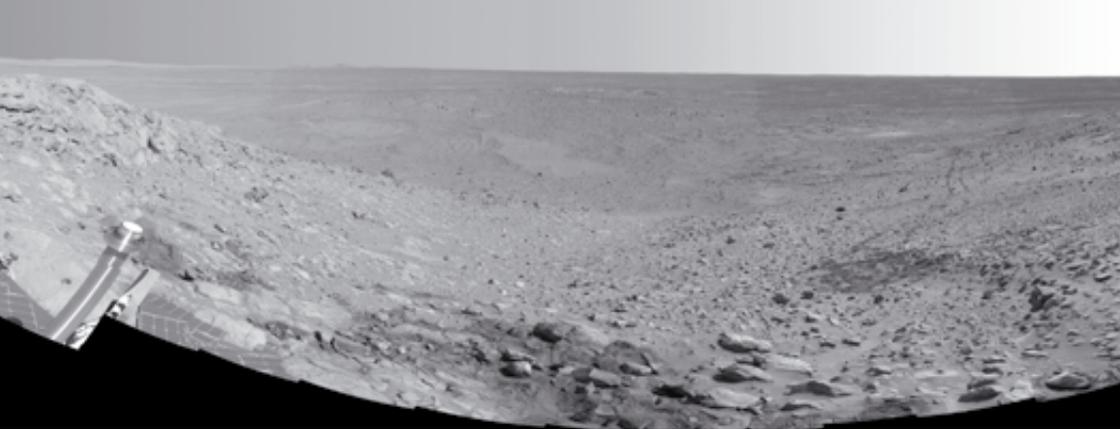
zusammen, und die charakteristische Rissbildung entsteht. Der Mars aber ist unbekanntes Terrain, und die Wissenschaftler wollen sich nicht zu vorschnellen Vermutungen hinreißen lassen. Denkbar, wengleich wenig wahrscheinlich, wäre es immerhin auch, dass die Strukturen durch einen Meteoriteneinschlag in der Nähe verursacht worden sind, der ein seismisches Beben auslöste und die Steine in dieser Form gebrochen hat.

Hat aber die Rissbildung tatsächlich mit Wasser zu tun, und diese Annahme wird bei weitem favorisiert, dann wirft das neue Fragen auf. Warum, beispielsweise, sind nur einige wenige Steine so geformt und nicht alle? Welche Fakten stützen die These, dass einst im Endurance-Krater Wasser stand? Nun, zum einen hat man eine chemische Veränderung festgestellt, die mit der Kratertiefe zunimmt. So ist zum Beispiel der Chlor-Gehalt von Escher, der fast ganz unten am Kraterboden liegt, weit höher; als von Steinen in der Nähe der Kraterkante. Der Schwefelgehalt ist dagegen geringer; als von Steinen weiter oben. Ganz offensichtlich sind also die unten liegenden Felsen chemisch verändert worden.

NASA



Opportunity: Dieses Bild zeigt „Escher“ am südwestlichen Kraterhang von Endurance.



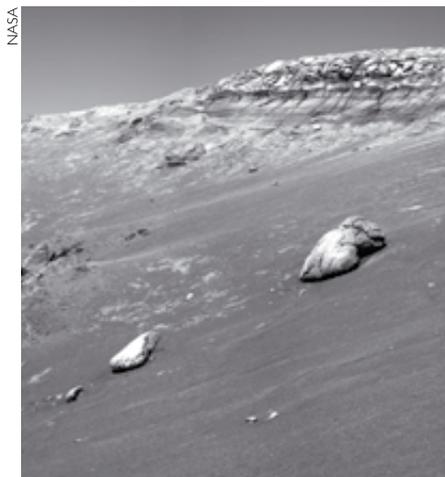
Spirit: Das beeindruckende „Cahokia“-Panorama. Der dunkle, aufgewühlte Boden rechts ist die Stelle, an der die Ingenieure einige Fahrversuche mit Spirit machten, um das Friktionsproblem am rechten Vorderrad zu untersuchen. Es ist benannt nach einer archäologischen Fundstätte in den USA. Das Panorama besteht aus 470 Einzelaufnahmen, die in sechs optischen Frequenzbereichen angefertigt wurden. Es dauerte bis zum Sol 237 (dem 2. September) bis es komplett zur Erde übertragen war.

In Farbe unter, http://lmarsrovers.jpl.nasa.gov/gallery/press/spirit/20041007a/05-jb-01-Cahokia_Pan-A249R1.jpg“ (50MB)

Und als logische Erklärung bietet sich ein längerer Kontakt mit Salzwasser an. Um Escher genauer zu untersuchen, bohrte Opportunity mit dem „Rock Abrasion Tool“, kurz RAT genannt, ein Loch und platzierte das Mössbauer-Spektrometer an der präparierten Stelle. Leider entzieht sich der Stein Analysen an anderen Stellen, denn er ist, wie gesagt, flach im Boden eingegraben und kann deshalb nicht vollständig untersucht werden.

Aus dieser Klemme kann vielleicht Wopmay helfen, ein Felsen ganz in der Nähe von Escher: Die Wissenschaftler sind der Meinung, dass er einige Ähnlichkeiten mit Escher hat, und den Vorteil, dass er im Gegensatz zu diesem frei in der Landschaft steht. Wopmay, das nur nebenbei, ist benannt nach dem legendären Kanadischen Buschpiloten Wilfrid Reid „Wop“ May. Wopmay also könnte Antworten auf die Fragen geben, die Escher unbeantwortet gelassen hat.

Und er ist für Opportunity wahrscheinlich die vorletzte Station im Endurance-Krater: Danach ist Auswurfmaterial genau unterhalb des Burns Cliffs an der Reihe, und dann begibt sich der kleine Rover zum Escape Hatch, einer Route, die aus dem Krater hinausführen soll. Der Anstieg zum Kraterwall wird schwierig, es geht mit 25 - 30 Grad nach oben, und das ist am absoluten Steiglinit des Robots. Gelingt der Aufstieg, dann ist das nächste Ziel etwa 250 Meter entfernt: Der im Januar bei der Landung abgeworfene Hitzeschild. Danach stehen die Pläne noch nicht genau fest. Sollte der Rover weiter so gut funktionieren wie bisher, dann wird wahrscheinlich eine lange Überlandfahrt eingeplant. Der Krater Victoria, sechsmal größer als „Endurance“ und etwa fünf Kilometer entfernt, wäre ein interessantes Ziel.



NASA

Opportunity: Dies ist wieder eines der relative wenigen „Echtfarben-Bilder“. Es zeigt Wopmay. Die ungewöhnliche, klumpige Form des Steines ist hier gut erkennbar. Gut zu erkennen, die düstere Szene. Über allem dräut das „Burns Cliff“, die steilste Formation im Endurance Krater.

Spirit stößt weiter vor

Auf der anderen Seite des Mars erforscht Spirit derzeit den Hügel West Spur in den Columbia Hills, etwa dreieinhalb Kilometer von seiner Landestelle im Gusev-Krater entfernt. Dort hat Spirit deutliche Hinweise gefunden, dass in den Bergen einstmaliges Wasser vorhanden gewesen sein muss. Ein völliges Rätsel ist es allerdings, warum man Indizien dafür

nicht auch in der Ebene entdeckt hat. Ein Umstand, der dem gesunden Menschenverstand doch etwas zuwider läuft. Die „Wasserindizien“ in den Columbia-Hills sind so zahlreich, dass es den Wissenschaftlern bislang nicht einmal gelungen ist, einen „trockenen“ Vergleichsstein zu finden. Ausnahmslos alle sind mit Salzablagerungen „kontaminiert“. „Seit die Grenzlinie von der Ebene zu den Hügeln überschritten wurde, haben wir nicht einen einzigen unveränderten Stein mehr gefunden“, sagte Dr. Steve Squyres von der Cornell Universität in Ithaka, New York, der Chefwissenschaftler des Mars Exploration Rover Programms. „Wir haben einen interessanten Job vor uns, jetzt herauszufinden, was dieses sonderbare Ergebnis erzeugt hat“. Weitere Hinweise zur Entschlüsselung dieses Rätsels und zur Formulierung einer plausiblen geologischen Historie der Gusev-Ebene und der Columbia-Hills könnten in den geschichteten Gesteinsformationen liegen, die Spirit mit seinen Kameras weiter bergauf gesichtet hat. Das nächste Ziel liegt somit noch höher in den Columbia Hills, und als „Fernziel“, wenn es der Rover noch schaffen kann, wird der Gipfel des Husband Hill angepeilt, der höchsten Erhebung innerhalb des Gusev Kraters. In den letzten Wochen hat Spirit von der Anhöhe des West Spur Hügels aus ein neues Großpanorama angefertigt, eine grandiose Landschaftsaufnahme mit klarer Sicht bis hin zum 80 Kilometer entfernten Wall des Gusev Kraters. Dieses Landschaftsbild hat den Namen Cahokia bekommen.

In der Zwischenzeit versuchen die Rover-Ingenieure die genaue Natur einiger Fehlfunktionen zu verstehen, von denen Spirit immer häufiger heimgesucht wird. Manche der Probleme, wie kürzlich ein Steuerungsdefekt, verschwinden auch wieder ganz plötzlich, nur um eine Weile später erneut aufzutauchen. Bislang konnte aber immer um das Problem „herum gearbeitet werden“, wie es der Rover Ingenieur Jim Erickson beschrieb. Gerade als diese Zeilen entstehen, fährt Spirit im so genannten „Tank Mode“, also im „Panzer-Modus“, denn an zwei Rädern ist die Einzelansteuerung ausgefallen. Bis das Problem erkannt und behoben ist, bewegt sich der Rover mit sechs quasi zusammengekoppelten Rädern und ändert die Richtung durch gegenläufige Radbewegungen auf den beiden Seiten. Das funktioniert, macht es aber etwas schwieriger; kleine Zielpunkte exakt anzusteuern. Im Kontrollzentrum in Pasadena regt sich aber niemand über solche kleinen Gebrechen auf: „Wir werden jetzt mehr und mehr solcher Problemchen kommen sehen“ meinte Erickson. „Die Garantie für die Rover ist längst abgelaufen, und wir können uns auf keinen Fall beklagen. Die Mission hat bisher alle unsere Erwartungen bei weitem übertroffen“.

Der Wasser-Beweis

Wissenschaftler der Universitäten von Kalifornien und Indiana sind in ihren Labors der Frage nachgegangen, ob die Existenz von Salzen tatsächlich als Beweis für Wasser auf dem Mars gewertet werden kann. In verschiedenen Versuchsanordnungen wurden dabei Magnesiumsalze, wie sie die beiden Rover auf der Oberfläche des Roten Planeten in großer Menge festgestellt haben, verschiedenen Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitsverhältnissen ausgesetzt, um ihren Sättigungsgrad mit Hydraten unter Marsbedingungen zu simulieren.

Die Wissenschaftler entdeckten, dass die Beschaffenheit der Kristallstruktur und der Wassergehalt der Salze von der Dauer des Aussetzens von Wasser abhängt, und sie entdeckten auch, dass Magnesiumsalze genügend Wasser zurückhalten können, um die Beobachtungen von Mars Odyssey und Mars Express, die hohe Konzentrationen von oberflächennahem Wasserstoff beobachtet haben, zu untermauern. Die Bandbreite der Untersuchungskriterien war dabei sehr weit. Sie reichte von Temperaturen von unter -170 Grad Celsius und atmosphärischen Drücken, die bei nur einem Zehntel des heutigen Luftdrucks auf dem Mars liegen, bis hinauf zu Temperaturen von 25 Grad Celsius und 1000 Millibar; also den durchschnittlichen Bedingungen auf der Erde.

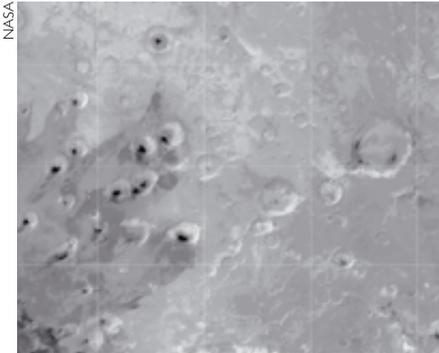
Die Experimente belegen, dass Studien marsianischer Salze wesentliche Informationen über die hydrogeologische Geschichte des Roten Planeten liefern können. Die Resultate zeigten aber auch, dass wegen der Leichtigkeit, mit welcher sowohl Wasserentzug als auch Wasseraufnahme in Magnesiumsulfatsalzen stattfindet, die Mineralogie der Steine wesentlich besser „in situ“, also „vor Ort“ untersucht werden sollte, als wenn man erst Proben aus dem Marsboden entnimmt und sie dann zur Erde transportiert und sie auf dieser Reise erheblichen Belastungen aussetzt. „Schon alleine der Transport“, so die etwas umständliche Aussage im Bericht, „wird mit einiger Sicherheit die Proben so verändern, dass keine zuverlässigen wissenschaftlichen Aussagen über die hydrogeologischen Veränderungen auf dem Mars mehr getroffen werden können. Diese für Veränderungen ihrer Umweltbedingungen sehr empfindlich reagierenden Proben werden auf der Erde in einem modifizierten Status ankommen, wenn nicht außerordentliche Anstrengungen unternommen werden, um die Umweltbedingungen des Mars während der gesamten Rückführung zur Erde im Probenbehälter aufrecht zu erhalten“.

Einfacher ausgedrückt: Am vernünftigsten ist es, die Proben direkt vor Ort zu untersuchen. Auf dem Mars selbst. Und am besten von Menschen.

Auch Mars Express findet Hinweise auf Wasser

Auch Europas Orbiter „Mars Express“ liefert einen stetigen Strom von Daten zur Erde. Erst kürzlich stellte das Raumfahrzeug fest, dass sich Konzentrationen von Wasserdampf und Methan bemerkenswert überlappen. Diese Resultate lieferte der Planetary Fourier Spectrometer (PFS) eines der Mars Express Bordinstrumente.

PFS beobachtete, dass in einer Höhe von etwa 10-15 Kilometern über der Oberfläche Wasserdampf gleichmäßig und gut vermischt in der Atmosphäre vorkommt. Nahe an der Oberfläche aber ist der Wasserdampf in drei breiten äquatorialen Zonen wesentlich höher konzentriert. Diese drei Regionen sind Arabia Terra, Elysium Planum und Arcadia-Memnonia. In diesen Gebieten ist die Konzentration zwei bis dreimal höher als in anderen beobachteten Regionen. Diese Gegend mit Wasserdampfkonzentrationen korrespondiert mit genau den Orten, in denen die NASA Raumsonde Mars Odyssey Wassereis nur wenige Zentimeter unter der Oberfläche festgestellt hat



Arabia Terra (Aufnahme von Mars Global Surveyor) ist eine der drei äquatorialen Regionen in denen PFS sowohl Wasserdampf als auch Methan-Konzentrationen entdeckte. Die beiden anderen Gegenden sind Elysium Planum und Arcadia Memnonia.

Die Analysen mit dem PFS bestätigten auch, dass Methan nicht gleichmäßig in der Atmosphäre verteilt ist, sondern wie der Wasserdampf in einigen Gebieten besonders hoch konzentriert vorkommt. Und die Felder mit der höchsten Methankonzentration stimmen dabei genau mit den Gegenden überein, in denen sowohl Wasserdampf als auch die Wassereis-Vorkommen festgestellt wurden. Diese enge räumliche Beziehung deutet auf eine gemeinsame Quelle im Untergrund hin. Dazu gibt es auch schon Theorien, wie das derzeit diskutierte Eis-

schicht-Konzept: Geothermische Wärme von unten bewirkt, dass Wasser und im Wasser gebundenes Material sich nach oben bewegen. Wegen der sehr niedrigen Temperaturen an der Oberfläche gefriert diese Mischung aber, bevor sie ans Tageslicht kommt. Es bildet sich eine Eisschicht knapp unter der Oberfläche. Spuren davon diffundieren aber in die Atmosphäre und können von den Raumsonden angemessen werden.

Die Frage, die das impliziert, lautet also: Könnte irgendeine Form bakteriellen Lebens im Wasser unter der Eisplatte existieren? Könnte dieses bakterielle Leben Methan und andere Gase produzieren, die dann an die Oberfläche und in die Atmosphäre getragen werden? PFS hat noch Spuren weiterer Gase in der marsianischen Atmosphäre entdeckt. Ein Bericht über die neuen Erkenntnisse ist momentan in der Prüfung. Aber erst zukünftige Landemissionen können diese Fragen wohl definitiv klären. Eine noch genauere Analyse des Marsbodens auf Spuren von Wasser wäre mit der speziell dafür konstruierten MARSIS-Antenne möglich. Aber die Entfaltung dieser Antenne wurde auf unbestimmte Zeit verschoben. Das Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding, kurz MARSIS, wird ab 2005 mittels niederfrequenter Radiowellen nach Anzeichen von Wasser im Boden suchen, sei es gefroren oder flüssig. Mehr dazu auf Seite 81.

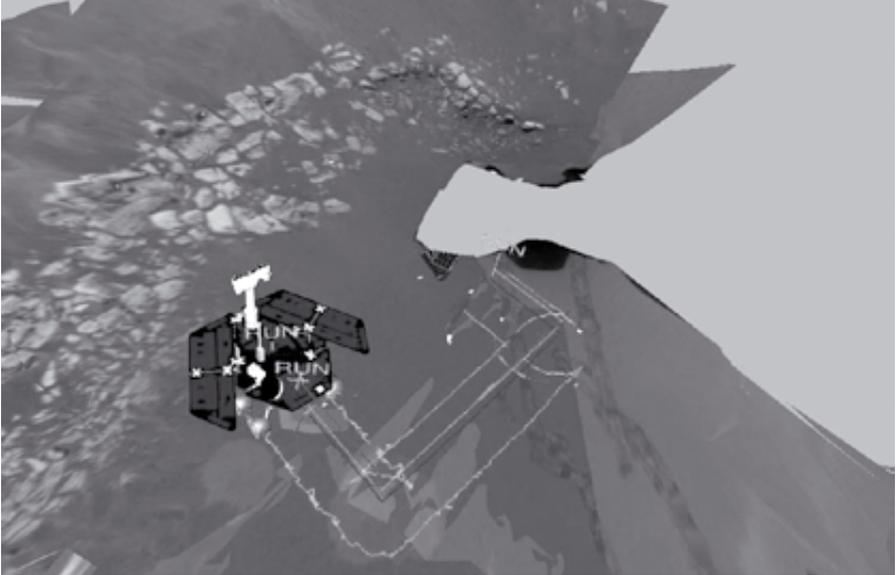
Die Roadshow geht weiter

Auf der Oberfläche des Roten Planeten geht die Roadshow weiter: Es gibt keine Möglichkeit abzuschätzen, wie lange Spirit und Opportunity noch im Dienst bleiben und arbeiten können. Die Leitung der NASA-Leitung hat inzwischen einer weiteren Missionsverlängerung zugestimmt und dafür Geldmittel bis zum 31. März zur Verfügung gestellt. Die Energiesituation bei Spirit lag Anfang November bei den erwarteten Werten. Die Solargeneratoren erzeugten etwa 400 Wattstunden pro Tag. Bei Opportunity dagegen gab es aus heiterem Himmel eine dramatische Verbesserung. Die tägliche Energieerzeugung ist von unter 600 Wattstunden auf über 700 Wattstunden gestiegen. Der Grund dafür ist unbekannt, es wird aber spekuliert, dass ein Windstoß den Staub von den Solarzellenflächen geweht hat. Die Energiesituation ist jetzt wieder so gut wie etwa 10 Wochen nach Missionsbeginn. Trotzdem müssen wir uns immer vor Augen halten: Beide Rover sind weit jenseits ihrer Design-Lebensdauer: Doch solange sie funktionieren geht die Roadshow auf dem Mars weiter: Und das Thema der Show lautet: Die Suche nach dem Wasser.

Ein Beitrag von Eugen Reichl

sideslip auf dem mars

NASA



„Screenshot“ vom Bildschirm der Rover-Fahrer. Mit diesen Hilfsmitteln legen sie die Fahrtstrecke fest, schreiben ihre Programme und senden sie an die Rover auf dem Mars

Was Michael Schuhmacher und Rubens Barichello recht ist, sollte den Fahrern der amerikanischen Mars-Rovern Spirit und Opportunity nur billig sein. Wenn die einen mit ihren Ferraris um die Kurve driften, warum nicht auch die Fahrer der Mars-Rover. Allerdings: Ein paar kleine Unterschiede gibt es doch. Deutlich zeigte sich das beim ersten Versuch von Opportunity, den Wall des kleinen „Eagle-Kraters“, in dem er sich seit der Landung am 28. Januar aufhielt, zu erklimmen, um in der Ebene des Meridiani Planum neuen Zielen entgegen zu rollen.

Am 56. Sol war der tapfere kleine Rover willens und bereit, den Befehl der Missionskontrollen zum Verlassen des Kraters auszuführen. Leider aber endete der Versuch – kurz unter der Kraterkante. Da kam er nämlich ins Rutschen. Die Räder drehten leer durch, Opportunity driftete seitlich ab und musste sein Unterfangen für diesen Tag einstellen und auf weitere Instruktionen von der Erde warten.

Um den Rover zu motivieren sandten die Missionskontrollen am morgen darauf das entsprechende Wecklied zum Mars: ‚Slip Sliding Away‘ von Simon and Garfunkel. Danach gab es Instruktionen zur Problemlösung. Die Anweisung, die er von seinen „Fahrern“ auf der Erde erhielt, war in etwa: „Nach-

dem es mit der direkten Methode nicht geklappt hat, fährst Du jetzt den Berg schräg hinauf“. Opportunity befolgte den Rat, und diesmal war das Manöver erfolgreich. Sicherheitshalber positionierte er sich gleich neun Meter vom Kraterwall entfernt, bevor er seine Erfolgsmeldung zur Erde sandte.

NASA



Erster Versuch, da hinaufzufahren, gescheitert

Nicht nur Opportunity's Räder hatten es schwer, auf der sandigen Oberfläche Tritt zu fassen. Auch der Bordcomputer hatte ein erhebliches Problem damit, zu begreifen, dass er sein Ziel noch keineswegs erreicht hatte und ein zweiter Anlauf nötig ist. Er war felsenfest davon überzeugt, dass er es gleich beim ersten Mal geschafft hatte.

Messung der zurückgelegten Strecke

Wie ein Auto auf der Erde, so hat auch jeder der beiden Marsrover einen Distanzmesser an Bord. Damit wird die zurückgelegte Strecke gemessen und die gefahrene Gesamtdistanz registriert. Die Umdrehung eines Rover-Rades entspricht dabei ziemlich genau 80 Zentimetern. Wenn sich die Räder zehnmal gedreht haben, ist der Rover der begründeten Meinung, dass er nunmehr acht Meter zurückgelegt hat.

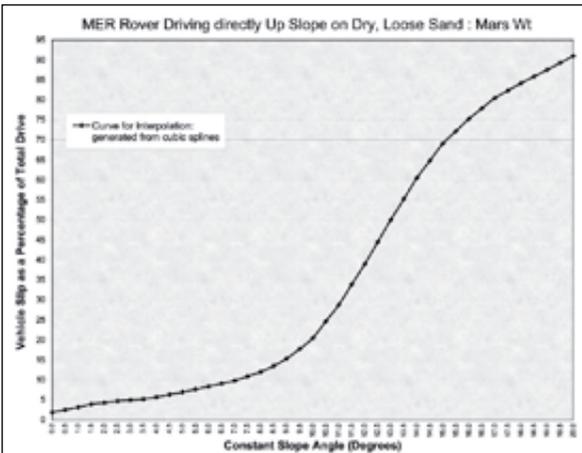
Als sich Opportunity's Räder zehnmal drehten, und der Bordcomputer bei jeder Umdrehung 80 Zentimeter zurückgelegte Wegstrecke abhakte, kalkulierte der Bordcomputer mithin, dass nunmehr der Kraterwall überwunden sei. Tatsächlich hatte er aber nur die halbe Distanz geschafft, weil sich die Räder die Hälfte der Zeit leer durchgedreht hatten, und obendrein war durch das Wegrutschen am Hang auch noch die Fahrtrichtung verändert worden.

werkstelligen haben die Fahrer des Rovers die Möglichkeit, vorauszusagen, wann und wo der Rover ins Rutschen kommen kann oder wann der Boden zu weich oder bröselig ist, als dass die Räder die nötige Traktion entwickeln könnten.

Rover-Fahrer Eric Baumgartner drückt das so aus: „Wir haben hier keine „Cruise control“ und wir können auch nicht einfach kräftig aufs Gaspedal drücken, um mit einem Extraschwung (wörtlich sagte Baumgartner: „extra-oompf“) den Berg hinauf- und über die Kraterkante hinwegzurasen. Wenn wir ein bestimmtes Ziel erreichen wollen, das an einem Hang liegt, müssen wir den Entfernungsmesser des Rovers überlisten, um auch genau an diesem Ziel anzukommen. Wir müssen abschätzen, was für eine Bodenbeschaffenheit wir haben, wie groß die Hangneigung ist, wie die Traktion der Räder ausfallen wird. Und wenn wir diese Daten haben, dann müssen wir den Rover eben weiter oder kürzer steuern, als die tatsächliche Distanz zum Ziel ist.“

Ach ja, und dann gibt es noch einen kleinen Unterschied zu Schuhmacher und Barrichello: Die Höchstgeschwindigkeit des Rovers beträgt nicht viel mehr als etwa einen Meter pro Minute. Etwa so schnell wie ein irdischer Marienkäfer, wenn er zu Fuß geht.

NASA



Der „Mobility-Plot“. Links die Fahrtstrecke in Prozent. Unten der Steigungsgrad.

Keine Kristallkugel nötig

Um das „wie weit“ oder „wie kurz“ herauszufinden brauchen die Fahrer der Rover keine Kristallkugel. Die „Mobility Experts“ wie sie sich selbst nennen, haben sich eine Software entwickelt, mit der sie die entsprechenden Voraussagen treffen können. Aber wie genau ist die Voraussage mit dieser Software? Bekanntlich kann bei einem Computer-Programm der Output nicht besser sein als der Input. „Rubbish in, rubbish out“, nennen das die Techniker: Um zu verhindern, dass das Programm nur „rubbish“ ausspuckt, unternahmen die Ingenieure eine Grunddatensammlung für ihre Software. Das machten sie vergangenen Herbst, während die beiden Rover auf dem Weg zum Mars waren.

Den Distanzmesser überlisten

Nun, das Entkommen aus dem Krater war eine schwierige Aktion. Die Fahrer des Rover waren sich im Klaren darüber, dass derlei passieren konnte. Meist aber klappt das An- und Abfahren am Berg auch auf dem Mars recht gut. Und um das zu be-

Um das Ganze so realistisch wie möglich zu gestalten, benutzten sie ein Modell des Roboters: Mit denselben Abmessungen, dem selben Gewicht, den selben Rädern. Die Ingenieure nannten dieses Testvehikel liebevoll ihren „SSTB-lite“. Das steht für

NASA



Die Mobility-Experten im Testbed

„Surface System TestBed“, also in etwa „Oberflächen-Systemprüfergerät“. Das „lite“ bedeutet, dass dieses Ding keines der Ausrüstungsgegenstände des „richtigen“ Rovers mitführt: Keine Hochleistungsantenne, keine Panorama-Kamera, keinen Kameramasten, keinen Robot-Arm, nichts. Nur Gewichte, damit die Masseverteilung stimmt.

Wichtiges Zubehörteil des „TestBed“ ist ein Sandkasten. Dieser Sandkasten ist auf eine in drei Achsen beweglich Plattform montiert und gefüllt mit einer 20 Zentimeter-Schicht an trockenem, losen Sand. Dieser Sand hat in etwa die Beschaffenheit, die man braucht, wenn man auf dem Bau Beton anrührt. Schlichter Bausand also. Bei den Tests ermittelten die Fahrer mit dieser Ausrüstung die Grunddaten für ihr Programm. Sie zeichneten exakt auf, um wie viel der Rover bei verschiedenen Neigungswinkeln rutschte. Wie er sich beim bergauf- und bergabfahren verhielt. All das gaben sie in ihren Computer ein.

Dazu Eric Baumgartner: „Wir hätten nie erwartet, dass sich Rutschverhalten des Rover am Meridiani Planum beinahe identisch mit unseren Sandkastenversuchen war. Das hat uns deswegen so überrascht, weil der Boden auf dem Mars nicht das geringste mit irdischem Sand zu tun hat. Vor allem hinsichtlich der Mineralien aus denen er besteht und wie er entstand.“

Was wir daraus gelernt haben ist, dass die primäre Charakteristik von irgendwelchem losem Boden hinsichtlich der Frage wie der Rover darauf fahren wird nur von der Charakteristik der Reibung der Bodenpartikel bestimmt wird. Und dabei ist es ziemlich egal, aus was der Boden letztendlich besteht“.

Wie weit rutschen die Rover?

Mit den Tests existierte damit ein Satz vertrauenswürdiger Mobilitätsdaten. Die Ergebnisse zeigten den Rover-Fahrern, dass der Roboter bei einer Abwärtsfahrt im Winkel von 15 Grad für jeden Meter den er durch seine Radumdrehungen registriert, zusätzliche 25 Zentimeter rutschen wird.

Diese Mobilitätskurve verläuft nicht linear: Bei einer Hangneigung von 20 Grad wird der Rover schon 55 Zentimeter für jeden „gerollten“ Meter abrutschen. Bergauf ist das noch wesentlich schlimmer. Bei einer 20 Grad Aufwärtsfahrt wird der Rover pro gerolltem Meter nicht weniger als 90 Zentimeter zurückrutschen, gewinnt also nur ganze 10 Zentimeter Strecke.

„Für den Bodentyp, in dem sich Opportunity bewegt, ist die Grenze wo schließlich gar nichts mehr geht bei 25 Grad Steigung erreicht. Ganz gleich, wie oft sich die Räder drehen“, erklärte Baumgartner“

Der Kraterwall, aus dem sich Opportunity befreien wollte, hatte nun eine durchschnittliche Steigung von 22 Grad. An einigen Stellen aber auch offensichtlich mehr als das. So genau konnte das zuvor nicht gemessen werden. Glücklicherweise gab es aber noch einen weniger steilen Ausgang. Andernfalls wäre Opportunity in dem Krater gefangen gewesen.

Spirit gegen Opportunity

Eric Baumgartner ist nur einer von insgesamt acht Rover-Fahrern. Es gibt vier für Spirit und vier für Opportunity. Für jeden Arbeitstag auf dem Mars, müssen pro Rover mindestens zwei Fahrer im Team von Jennifer Trosper, der Leiterin der Bodenoperationen, verfügbar sein.

NASA



Eric Baumgartner an seinem Arbeitsplatz

Während Baumgartner den Rover Opportunity fährt, ist sein Kollege Dr. Chris Ledger für die Navigation von Spirit zuständig. Er scherzt: „Ich kann es noch gar nicht fassen, dass ich für diesen Job auch noch Geld bekomme. Es ist wirklich eine Menge Spaß, zur Arbeit zu gehen und dann den Rover zu fahren“.

Und dann ein wenig ernster „Die Fahrer der beiden Rover haben völlig unterschiedliche Erfahrungen wegen des unterschiedlichen Terrains in dem sich die beiden Marsfahrzeuge bewegen. An der Opportunity-Landestelle ist es ein bisschen, wie wenn man auf Schnee fährt. Die Traktion dort ist sehr gering, man muss enorm aufpassen, dass der Rover nicht ins Rutschen gerät.

An der Landestelle von Spirit liegen massenhaft Steine in allen Größen herum. Hier ist es, wie mit einem Monster-Truck im Felsengelände herumzugurken“.

Chris Ledger beschreibt Spirits Reise als eine Kombination von ausdauerndem Studium der Bilder der beiden Navigationskameras der Rover; teilweise blindem Fahren, wenn das autonome Navigationssystem des Rovers die Fahrt bestimmt und dann wieder stotterndem Ruckeln Zentimeter für Zentimeter, um sich exakt an ein bestimmtes Zielobjekt heranzutasten, um dort die Arbeitsgeräte einsetzen zu können.

Tatsächlich könnten die Landeplätze der beiden Rover unterschiedlicher nicht sein. Meridiani Planum zeigt sich als düster-rote, steinlose Sandwüste, wie sie in jeden Science-Fiction-Film passen könnte. Das Gusev-Becken, in dem sich Spirit aufhält wirkt dagegen eher wie eine beliebige Gegend im Landesinneren von Sizilien oder in Utah. So lernen die beiden Rover-Fahrteams völlig unterschiedliche Lektionen und können sich mit ihren Erfahrung austauschen. Der glückliche Umstand dieser völlig unterschiedlichen Bodenformationen ist auch als Lern-Lektion für zukünftige Rovermissionen von unschätzbarem Wert.

Auf die Plätze, fertig, los...

Um brauchbare Fahr-Kommandos an Spirit und Opportunity senden zu können benötigen die Fahrer eine ausgefeilte Software, die im Jet Propulsion Laboratory der NASA entwickelt wurde. Mit diesem Programm wird auf Basis der Bilder der Navigationskameras der Rover eine dreidimensionale Simulation des Terrains und der in diesem Terrain möglichen Bewegungen durchgeführt.

Natürlich wäre es auch möglich, all die möglichen Bewegungen in unserem nun schon bekannten

Sandkasten auszuprobieren. Aber dafür ist in der Praxis einfach nicht genug Zeit, um jedes Mal zu einer Testvorrichtung zu sprinten um die Kommandosequenzen auszuprobieren. Die Zeitpläne sind extrem eng, es gibt nur einige wenige Kommunikationsfenster zum Mars am Tage, und zu diesen Terminen müssen die Bewegungssequenzen stehen.

Für jede einzelne Bewegung des Rovers werden im Schnitt 20 verschiedene Simulationen durchgeführt, um herauszufinden was der beste Weg für jedes Segment der Fahrt ist. Steht die Wegstrecke, dann werden die Rutsch-Schätzungen noch in die Befehle eingefügt.

Die Fahrer benutzen diese Schätzungen dann, um den Rover - scheinbar - vor dem angepeilten Ziel anzuhalten, wenn es einen Berg hinunter geht, so dass der Rover dann quasi den Rest der Strecke auf sein Ziel zurutscht.

Und wenn das Ziel bergauf liegt, dann machen die Ingenieure das Gegenteil. Der Rover bekommt den Befehl, weiter zu fahren, als das Ziel eigentlich entfernt ist. Innerhalb von vier bis fünf Stunden jeden Tag haben die Fahrer mehrer hundert Programmzeilen zu schreiben, damit der Rover an die Traum-Location der Wissenschaftler kommt. Ohne die vorher festgelegten Rutsch-Schätzungen wären wir hier fast jeden Tag in höllischen Problemen.

Und wenn nicht grade Kraterwälle zu überwinden sind, dann sind die Schätzungen sehr präzise. Bei einer 15 Meter langen Berg- und Talfahrt, wie sie Opportunity schon einige Male durchgeführt hat, ist die Ungenauigkeit bei unter 50 Zentimetern. Das ist eine Fehlermarge von drei Prozent. Bei so einer Fahrt rutscht aber Opportunity zwischen 10 und 17 Prozent. Ohne unser Vorhersageprogramm hätten wir eine Fehlerquote von bis zu 2,6 Metern auf 15 Meter. Das würde in der Praxis jeweils bedeuten, dass wir einen zusätzlichen Tag auf dem Mars brauchen, um den Rover dann so genau an einen Stein oder eine Bodenstelle heranzubringen, dass die Spektrometer; das Rock-Abrasion Tool oder das mini-TES eingesetzt werden können.

Vielleicht ist der Vergleich mit Michael Schuhmacher und Rubens Barichello doch nicht so passend. Ein Formel 1 Rennen würde sich wahrscheinlich ganz schön hinziehen, wenn die beiden Piloten für jedes kleine Wegstück erst mehrere hundert Zeilen eines Programms erstellen müssten.

Ein Beitrag von Eugen Reichl

landpomeranze auf dem mars

Das ungemein erfolgreiche Mars-Rover Projekt der NASA war das ganze Jahr 2004 über in den Schlagzeilen. Es braucht eine Menge begabter Menschen, um einen solchen Erfolg sicher zu stellen. Einer von ihnen ist Jennifer Troesper, verantwortliche Managerin für die Bodenoperationen der beiden Rover.

Für Jennifer Harris Troesper war es ein langer Weg vom Landmädchel, das auf einem Bauernhof in der Nähe der Kleinstadt Fostoria im amerikanischen Bundesstaat Ohio aufwuchs, zur leitenden Managerin im 820 Millionen Dollar teuren Projekt der amerikanischen Mars-Rover:



Massachusetts Institute of Technology, MIT

Troesper im Volleyball-Dress

Das Mädchen war talentiert, das erkannten Eltern und Freunde von Anfang an, und wenn je ein Problem sie ständig begleitete, dann waren das ihre vielen Interessen. Jennifer Troesper hat heute eine hohe Reputation als Ingenieurin. Aber sie ist auch eine begabte Pianistin, spricht fließend Russisch, und war während ihrer Hochschulzeit eine der besten amerikanischen Volleyball-Spielerinnen, die heute als sportliche Legende einen Ehrenplatz in der „Academic All-America Hall of Fame“ innehat.

Jennifer Troesper erblickte am 1. August 1968 das Licht der Welt und verbrachte die ersten Lebensjahre auf der Farm ihrer Eltern. Die Grundschule konnte sie noch an ihrem Heimatort absolvieren, aber für ihre High-School-Zeit musste sie ins 20 Kilometer entfernte Jerry pendeln, in die Elmwood High School. Ihr Interesse für Raumfahrt wurde früh von ihrem Vater geweckt, der in den fünfziger Jahren, bevor er sich in Ohio niederließ, bei Lockheed als Entwicklungsingenieur für Raketen gearbeitet hatte.

Gegen Ende ihrer College-Zeit schwankte Jennifer eine Weile in ihrer Entscheidung, die Musik zu ihrem Hauptlebenszweck zu machen, und klassisches Piano zu studieren. Schließlich entschied sie sich aber doch für die Technik und ging 1986 an das weltbekannte Massachusetts Institute of Technology (MIT). Bis 1990 studierte Jennifer Troesper dort Luft- und Raumfahrtswissenschaften. Und im Nebenfach Musik.



NASA

Jennifer Troesper mit Marsrover-Modell

Zu ihrer damaligen Entscheidung meinte sie: „Technik hat mich immer interessiert. Mir gefiel es, technische Probleme zu lösen. Ich war immer von Herausforderungen fasziniert und ich wollte auf keinen Fall etwas versäumen, das mir zum einen Spaß machte und mich zum anderen brennend interessierte.“

Und weiter:

„Ich liebte das MIT und das Leben in Bosten. Es ist ein wunderbarer Platz. Ich war ja eine richtige Landpomeranze und noch nicht besonders weit herungekommen. Die Jahre am MIT haben meine Welt erheblich vergrößert.“

Bereits in den letzten beiden Studienjahren arbeitete sie in den Space Systems Laboratories des MIT an der Entwicklung von kraftreflektierenden Handsteuerungen für den Einsatz in bemannten Raumfahrzeugen. 1990 schloss Jennifer Troesper ihr Studium am MIT mit dem Diplom als Raumfahrt-Ingenieurin ab und nahm sich eine „Auszeit“. Sie arbeitete für eine Weile als Campleiterin in einer Jugend-Freizeiteinrichtung und unterrichtete dort Bogenschießen.

Nach insgesamt drei Jugendcamp-Monaten stieg Jennifer bei der NASA ein. Sie bekam einen Job bei den Jet Propulsion Laboratories in Pasadena als System-Ingenieurin für die Stromversorgung von Raumfahrzeugen. Ab 1993 arbeitete sie am Raumsondenprojekt Cassini und entwickelte für dieses Vorhaben Software für die Lageregelung und die Flugsteuerung der Raumsonde. 1994 nahm sie sich wieder eine Auszeit, ging nach Russland und

unterrichtete dort ein Jahr lang für eine private Institution Englisch.

„Die russische Kultur hat mich immer interessiert. Sie ist so unterschiedlich von unserer und ich wollte immer einmal da hin. Alles war damals im Umbruch und das ganze Land hat sich gerade neu orientiert. Es war eine aufregende Zeit dort.

Als ich das Jet Propulsion Laboratory verließ sagten sie mir: ‚Wir können Dir keinen Job garantieren, wenn Du zurückkommst‘. Deshalb schickte ich kurz bevor mein Jahr in Russland um war, eine Postkarte und fragte, ob sie was für mich hätten. Und ich war noch kaum zu Hause, da riefen sie mich auch schon an. Sie sagten: wir haben eine neue Mission, Mars Pathfinder. Hast Du Interesse? Und ob ich das hatte“.

Ein wichtiger Einschnitt in ihrem beruflichen Leben waren die beiden gescheiterten Mars-Missionen des Jahres 1999. Die NASA war in der Krise.

In den nächsten Jahren musste die amerikanische Weltraumbehörde ihre Reputation in der Marsforschung wieder zurückgewinnen. Das „Mars Exploration Rover Program“ wurde ins Leben gerufen. Jennifer Trosper war hier zunächst zuständig für die System-Tests und wurde dann zur verantwortlichen Managerin für die Bodenoperationen der Rover auf der Marsoberfläche ernannt.

Gefragt, wie ihre Disposition in den Tagen vor der Landung von Spirit war, meinte sie:

„Wir waren nervös... extrem nervös. Wir hatten alles so oft überprüft, wir hatten unzählige Projektbesprechungen während der Entwicklungsphase nur um sicher zu gehen, dass wir den Status des Vorhabens genau kannten und sicher waren, dass wir alle Risiken genau verstanden hatten.

Wir waren uns im Klaren darüber, dass dies die Mission war, die entweder das amerikanische Marsprogramm wieder auf die Füße bringt oder es es endgültig zerstört. Das war vielleicht der stressigste Teil an der ganzen Sache. Ich schlief während der Tage vor der Landung von Spirit nicht gut, vor allem deswegen, weil ich wusste, dass wir in dieser Phase nicht mehr viel zum Erfolg der Mission beitragen konnten. Ich verbrachte die Nächte in Selbstanalyse und fragte mich, ob wir auch wirklich alles getan hatten in diesen dreieinhalb Jahren, damit die Sache jetzt funktionierte. Glücklicherweise war es so“.

Bei den Bodenoperationen der beiden Mars Rover ist Jennifer Trosper der Boss von 280 Wissenschaftlern und Ingenieuren. Dazu meint sie:

„Solange alles gut geht, besteht mein Job darin, die Leute zu motivieren. Läuft es schlecht, na ja, dann

muss ich die Leute erst recht motivieren. Zusätzlich bin ich aber auch komplett damit beschäftigt, herauszufinden, was schief gelaufen ist“.

Bei den bisherigen Bodenoperationen des Rovers Spirit hatte sie von beidem ihren Anteil zu leisten. Ihr großer Auftritt kam, als Spirit schon zu Beginn der Bodenoperationen nahe dran war, sich für immer zu verabschieden.

Interessant ist auch ihre Antwort auf die Frage, wie so ein normaler Missionstag für sie verläuft.

„Unsere Arbeitstage sind den Sol's, den Marstagen, angepasst. Und die dauern 40 Minuten länger als die Tage auf der Erde. An sich bin ich zuständig für die Operationen beider Rover, aber die Probleme werden dazu tendieren, dass sie bei Spirit eher auftreten als bei Opportunity. Einfach deshalb, weil er schon drei Wochen länger auf dem Mars ist, als sein Counterpart. Ich richte meinen Arbeitsrhythmus deswegen schwerpunktmäßig nach Spirit aus.

Momentan (am 23. Februar) bedeutet das, dass ich etwa gegen ein Uhr nachts aufstehe. Dann fahre ich etwa 30 Minuten lang zur Arbeit. Das ist die einzige Zeit des Tages, an dem ich die Welt um mich herum sehen kann, denn den ganzen weiteren Arbeitstag verbringe ich in den fensterlosen Kontrollräumen.

Gleich nachdem ich gekommen bin, setzen sich die Projektverantwortlichen zu einem einstündigen Meeting zusammen, bei dem die Entwicklungen der letzten Stunden an alle kommuniziert werden. Um diese Zeit befindet sich der Rover Opportunity gerade in der zweiten Hälfte seines Arbeitstages. Spirit hat um diese Zeit in der Regel „Nachtruhe“.

Dann machen wir für unseren Teil, also die Bodenoperationen, ein einstündiges „command approval meeting“ für den jeweiligen Sol. Wir besprechen die Befehle, die wir an die Rover übermitteln wollen. Wir gehen alle Sequenzen des Tages durch, diskutieren Kriterien für Entscheidungen, die wir treffen müssen, und so weiter.

Danach gehe ich in den Missions-Unterstützungsbereich zu meinem Team. Dort informiere ich meine Leute über die Entscheidungen, die im Programm-Management getroffen wurden, und bespreche mit ihnen weitere Entscheidungsvorschläge. Danach setzen wir uns mit den Leuten vom Deep Space Network in Verbindung und gehen noch mal die Daten durch, die wir an unsere Rover übermitteln wollen.

In der Regel etwa 5 Stunden nachdem ich gekommen bin, wecken wir Spirit. Um die selbe Zeit etwa geht Opportunity schlafen. Mein Hauptjob besteht momentan darin, alle Funkkommandos, die wir an

NASA



Trosper auf einer Pressekonferenz

die Rover übermitteln, zu prüfen und zu genehmigen. Ein weiterer wichtiger Aspekt meiner Arbeit ist es, alle Anomalien zu klären, die im Betrieb der Rover auftreten. Täglich finden mehrere Kommunikationssessions statt, dazwischen handeln die Rover selbständig.

Etwa gegen ein Uhr mittags besprechen wir die Aktionen für den nächsten Tag auf der Basis dessen, was am gegenwärtigen Tag passiert ist. Dieses Meeting dauert zwischen ein und drei Stunden, je nachdem wie die Dinge laufen. Irgendwann um diese Zeit findet auch die Übergabe an das zweite Team statt. Zusätzlich gibt es jeden zweiten Tag eine Pressekonferenz.

Wenn das vorbei ist, dann nehme ich mir Zeit, um mit meinen Team-Mitgliedern zu sprechen, Statusberichte an meine Chefs zu schreiben, Voice-Mail-Nachrichten zu versenden, und e-Mails zu schreiben. Nach ca. 18 Stunden verlasse ich Mission Control, fahre wieder 30 Minuten heim, dusche und gehe schlafen.

Tags darauf dasselbe, nur 40 Minuten zeitversetzt.

Und die Frage, was sich Jennifer Trosper als bleibende Erfahrung nach dem Abschluss dieser Mission erhofft:

Wie so oft ist auch hier das Lernen in den Arbeitsprozess eingebettet. Und ich habe immens viel in den letzten dreieinhalb Jahren gelernt. Mehr, als ich jemals für möglich gehalten hätte. Die jetzt laufenden Bodenoperationen der beiden Rover betrachte ich als Belohnung für die dreieinhalb Jahre Entwicklungsarbeit. Jeden Tag erleben wir neue Sensationen und bedeutende wissenschaftliche Entdeckungen. Es ist unglaublich spannend.

Das ganze Projekt, hat mich vom ersten Tag an für immer verändert. Die Menschen, die Herausforderungen, die Entscheidungen, der Stress, die vielen Meetings waren alle unbezahlbar: Und sie haben

mir weit mehr als nur technische Dinge über das Raumfahrzeug gelehrt.

Und wenn ich konkret sein soll: Diese Zeit hat mich gelehrt zuzuhören, geduldig zu sein, Aufgaben zu strukturieren, klar zu sprechen und klar zu denken. Ich weiß gar nicht, wo ich da beginnen und wo ich enden soll. Eines aber ist sicher: Ich habe in diesem Projekt mindestens soviel über Menschen gelernt wie über den Mars.

Als nach der erfolgreichen Landung des Rovers Spirit Präsident Bush beim Missionsteam anrief, um zu gratulieren, sprach er auch mit Jennifer Trosper: Sie fragte den Präsidenten, ob er denn nicht Lust hätte, den Rover einmal selber zu steuern. Worauf er meinte: „Lust habe ich schon, aber garantieren kann ich für nichts“.

(Die Passagen in wörtlicher Rede stammen aus einem Interview der Alumni Association des Massachusetts Institute of Technology, das Jennifer Trosper im Januar gab. Dazu kommen Aussagen, die sie bei Pressekonferenzen der NASA gemacht hat. Sie sind weitgehend wörtlich, in einigen Fällen sinngemäß übersetzt und stellenweise gekürzt wiedergegeben).

Ein Beitrag von Eugen Reichl

Was Sie schon immer über Luft- und Raumfahrt wissen wollten!



Warum fällt uns der Himmel nicht auf den Kopf? Warum gibt es keine Luft im Weltraum? Wie entsteht Auftrieb? Was ist ein Überschallknall? Wie funktioniert ein Propeller? Warum fliegen Zugvögel in einer V-Formation? Warum fliegen Flugzeuge so hoch? Was ist ein Luftloch? Was ist Autorotation? Wieso fliegen die meisten Raumfahrtraketen gegen Osten? Die Luft- und Raumfahrt ist voller Rätsel!

Aydoğan Koç
Warum fällt uns der
Himmel nicht auf den Kopf?
Fragen zu Luft- und Raumfahrt einfach
und verständlich beantwortet
162 Seiten • ISBN 3-00-015037-4

*Ein interessantes und
unterhaltsames Buch für
alle, die neugierig sind!*

€ 9,90
(sFR 14,90)

Jetzt im Buchhandel oder online bestellen unter:
www.koc-consulting.de

Koc
Consulting

die usa auf dem weg zu mond und mars

NASA



Bush-Rede am 14. Januar 2004

Die Anweisungen des Präsidenten der USA

Nachdem die bemannte Raumfahrt der USA sich seit 1972 damit begnügte, in einem engen Kreis um die Erde zu fliegen, hat der Präsidenten der Vereinigten Staaten von Amerika im Januar 2004 Anweisung gegeben, das Raumfahrtprogramm der USA neu aufzusetzen, um Entdeckungen auf Mond, Mars und darüber hinaus in den Mittelpunkt zu stellen. Die Wissenschaft soll zurückstehen und bemannte Flüge zu Mond und Mars ins Zentrum rücken. Die NASA stellt hierzu umfangreiche Informationen im Internet zur Verfügung [1]. Der Unterschied zu früheren Raumfahrt-Initiativen der USA zu Mond und Mars ist sowohl der Kosten- wie auch der Zeitplan. Die NASA erhält nur eine geringe Budget-Aufstockung und der erste bemannte Flug zum Mond soll zwischen 2015 und 2020 stattfinden. Die hierfür verwendete Hardware soll zum Teil auch für die Flüge zum Mars (und darüber hinaus) verwendet werden.

Am 14. Januar 2004 hat Präsident George W. Bush eine neue Vision für Amerikas ziviles Raumfahrtprogramm verkündet, die nach bemannten und unbemannten Missionen zum Mond, Mars und darüber hinaus verlangt. Er setzte vier Ziele

1. Implementiere ein lange anhaltendes und finanziell tragbares, bemanntes und unbemanntes Programm zur Erforschung des Sonnensystems und darüber hinaus.
2. Erweitere die menschliche Präsenz auf das ganze Sonnensystem, beginnend mit der Rückkehr zum Mond bis 2020 als Vorbereitung für die bemannte Erforschung des Mars und anderer Zielorte im Sonnensystem.

3. Entwickle innovative Technologien, Fachwissen und Infrastrukturen sowohl für die Forschungsaktivitäten als auch als Entscheidungshilfen für die Zielorte der bemannten Erforschung.
4. Fördere internationale und kommerzielle Beteiligungen an der Erforschung, um die Interessen der USA an Wissenschaft, Sicherheit und Ökonomie zu unterstützen.

Außerdem hat der Präsident gefordert, das Space Shuttle zu einem sicheren Flugbetrieb zurückzuführen und die Raumstation (ISS) damit zu vollenden. Hierbei werden sowohl die internationalen Verpflichtungen erfüllt wie auch ein Forschungsprogramm in der ISS durchgeführt, das die zukünftigen bemannten Flüge im Sonnensystem erleichtern soll.

Nach Fertigstellung der ISS wird das Space Shuttle System außer Dienst gestellt.

Der Präsident hat 19 spezifische Aufgaben erlassen, die zusammengenommen den Zeitplan, den Umfang und die Umsetzung der Vision zur Weltraumerforschung definieren. Diese Aufgaben zielen ab auf

1. Forschungsaktivitäten in der Erdumlaufbahn
2. Weltraumforschung jenseits der Erdumlaufbahn
3. Fähigkeiten zum Transport in den Weltraum, welche die Forschungen ermöglichen
4. Internationale und kommerzielle Beteiligung

Die Ergebnisse der Präsidentenkommission

Am 27. Januar 2004 unterzeichnete Präsident Bush eine „Executive Order“, in der er eine Kommission ins Leben rief, um Vorschläge zu erarbeiten, wie das neue Raumfahrtprogramm der USA implementiert werden soll [1].

Die neun Kommissare kamen aus der Industrie, von Regierungsstellen, akademischen Einrichtungen und dem Militär. Zusammengenommen haben sie Erfahrungen auf den Gebieten Weltraumarbeiten, Technologie, Weltraumwissenschaft und Führungstab der Bundesregierung der USA.

Die Kommission legte am 16. Juni 2004 ihren 64-seitigen Abschlußbericht vor: A Journey to Inspire, Innovate and Discover [1, 2]. President's Commis-

Identify Key Targets

Exploration Testbeds, Resources, and Solar System History

Past and Present Water and Life Testbeds and Resources

Underground Oceans, Biological Chemistry, and Life

Earth-Like Planets and Life

Robotic Trailblazers

Deep Impact Comet Mission
 Stardust Comet Return
 MESSENGER Dawn Asteroid Orbiter
 New Horizons Pluto Flyby
 Robotic Testbed Missions

Mars Recon Orbiter
 Phoenix Lander
 Mars Scout

Cassini Saturn Arrival
 Titan Landing

Hubble Space Telescope
 Kepler Mission
 Space Interferometry Mission

Jupiter Icy Moons Orbiter

Terrestrial Planet Finder

Human Missions to the Moon

Human Landings*

Mars Testbed
 Mars Scout
 Mars Field Lab

Go Beyond

Mars Human Landings*

Mars Robotic Missions

Moon



Mars



Outer Moons



Extraneous Planets



Building Blocks



2000



2010



2020



- Key**
- ▲ Planned Robotic Mission
 - ◇ Potential Robotic Mission/Decision*
 - ▬ Robotic Operations
 - ▲ Planned Human Mission
 - ◇ Potential Human Mission/Decision*
 - ▬ Human Operations
- * Earliest estimated date

sion on Moon, Mars and beyond hat in den 120 Tage zwischen ihrer ersten Besprechung und dem Abschlussbericht zahlreiche öffentliche Hearings abgehalten, bei denen 96 Leute befragt wurden, die Universitäten, Firmen, den Medien, Lehrer, Studenten, Unternehmer, Astronauten, Gewerkschaften, Regierungsstellen, Agenturen der Bundesregierung, internationaler Raumfahrtorganisationen und Berufsverbänden angehörten.

Auf der Website der Kommission trafen über 6000 geschriebene Inputs ein. Die Kommentare der Öffentlichkeit zeigten eine 7:1 Zustimmung zur neuen Raumfahrt-Vision.

Die Kommission stellt fest, dass die geplanten Entdeckungsreisen vitale nationale Zielsetzungen auf der Erde erhalten und fördern werden. Dies geschieht durch

- Inspiration der Jugend sich auf technischem Gebiet zu engagieren.
- Generierung ökonomischen Gewinns durch die Schaffung neuer Jobs
- Erhöhung der Konkurrenzfähigkeit der Industrieländer Basis auf dem Weltmarkt
- Klare Wahrnehmung der Führerschaft der USA
- Erhöhung des Wohlstandes und der Lebensqualität aller Amerikaner

Hierzu sind allerdings einige fundamentale Änderungen notwendig, auf welche die Kommission im Einzelnen eingeht. Die Kommission schreibt dabei keine Programm- oder gar Missionsdetails vor; stellt aber Grundprinzipien auf.

- Nutzung und Förderung einer robusten nationalen und internationalen Raumfahrtindustrie. Der internationale Aspekt soll zum Einen weltweit vorhandenes Know-How nutzen und zum Anderen US-Firmen zu globalen Investitionen ermutigen.
- Erstellung einer entdeckungsbasierten Wissenschaftsagenda rund um die Themen
 - Ursprünge – die Anfänge des Universums, unseres Sonnensystems, anderer Planetensysteme und des Lebens.
 - Evolution – wie sich die Bestandteile des Universums mit der Zeit verändert haben, einschließlich der dabei aufgetretenen physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse und der Abfolge der Hauptereignisse.
 - Schicksal – was lehrt uns die Geschichte der

Galaxien, Sterne und Planeten für die Zukunft und unseren Platz im Universum

- Ausbildungsinitiativen zur Unterstützung der Jugend und Lehrer zur Vorbereitung der nächsten Generation von Weltraumforschern.
- Dieses Programm muss von hoher nationaler Priorität sein, um sein Überleben über Jahrzehnte zu sichern. Hierzu muss es zu einem dauerhaften Wechselspiel zwischen Präsident, Kongress und dem amerikanischen Volk kommen. Im Weißen Haus soll ein permanentes Space Exploration Steering Council eingerichtet werden, das die NASA unterstützen soll.
- Umstrukturierung der NASA zur Ausrichtung auf die neuen Anforderungen. Eine Vergabe von Aufträgen an den Bestbieter unter zahlreichen Firmen und nicht-kommerziellen Vereinigungen soll für die NASA zur Regel werden. Klare Definition der Aufgaben und Zuständigkeiten für die verschiedenen Teilbereiche unter Vermeidung von Überlappungen.

Umformung der NASA-Zentren, so dass sie von der Öffentlichen Hand finanzierte Forschungs- und Entwicklungszentren darstellen. Als Beispiel hierfür sei das JPL genannt, das zum Massachusetts Institute of Technology (MIT) gehört aber für die NASA alle unbemannten Marssonden entworfen, zusammen mit der Industrie gebaut und sie während des gesamten Fluges und am Mars betreut hat.

Die Verwaltung und der Kongress sollen zusammen mit der NASA drei neue NASA-Organisationseinheiten schaffen:

1. Technischer Beirat – soll die Verwaltung wie auch der NASA-Führung bei technologischen und Risiko-Minderungs-Plänen beraten.
2. Unabhängige Kostenschätzung – verbessert Realismus, Sorgfalt und Genauigkeit.
3. Forschung und Technologie – kümmert sich um hoch riskante Technologie-Entwicklungen und solchen mit hoher Anschubfinanzierung, bei denen regelmäßig Fehler toleriert werden.

Die NASA soll unter anderem folgende Prinzipien bei der Entwicklung befolgen

- Ansatz „System von Systemen“
- Taktik der spiralförmigen evolutionären Entwicklung, d.h. von einem Prototyp zum nächsten, wobei die Qualifikation des Systems über mehrere dieser Zwischenschritte stattfindet und nicht in einem Durchgang wie üblicherweise im Luft- und Raumfahrtbereich.

- Verlass auf Hauptsystem-Integrateure
- Unabhängige technische und kostenmäßige Bewertungen

Die NASA soll umgehend Projektteams abstellen, die sich mit allen Schlüsseltechnologien befassen, die das neue Raumfahrtprogramm überhaupt erst ermöglichen. Die Kommission hat für den Anfang Schlüsseltechnologien auf 17 Gebiete identifiziert, ohne ihnen Prioritäten zuzuweisen.

- Finanziell tragbare Schwerlast-Träger-Fähigkeit – Technologien für einen robusten finanziell tragbaren Zugriff von Frachten in die niedrige Erdumlaufbahn.
- Hochentwickelte Strukturen – extrem leichte multifunktionale Strukturen mit modularen Schnittstellen, die nach dem Bausteinprinzip die Grundlage für hochentwickelte Raumfahrzeuge legen.
- Weltraumtaugliches wiederverwendbares Haupttriebwerk für das Crew Exploration Vehicle, das hohe Beschleunigungen und viele Lebenszyklen aushält.
- Hochentwickelte Energieversorgung und Antriebe – primär nuklear thermisch und nuklear elektrisch.
- Management von kryogenen (d.h. tiefkalten) Flüssigkeiten – Kühltechnologien für hochpräzise astronomische Sensoren und hochentwickelte Raumfahrzeuge wie auch Treibstoffspeicherung und -transfer im Weltraum.
- Große Optiken – für die Weltraumteleskope und -detektoren der nächsten Generation
- Formationsfliegen – für astronomische Plattformen zur Interferometrie im freien Weltraum und zur Auffindung von planetaren Körpern.
- Kommunikation mit hoher Bandbreite – optische und hochfrequente Mikrowellensysteme für erhöhte Datentransferraten.
- Atmosphäreneintritt, -abstieg und Landung – Präzisionsanflug und -landung auf planetaren Körpern mit hoher und niedriger Anziehungskraft.
- Geschlossene Lebenserhaltungssysteme und Bewohnbarkeit – Recycling von Sauerstoff, Kohlendioxid und Wasser für lang andauernde Aufenthalte im Weltraum.
- Systeme für den Aufenthalt außerhalb des Raumfahrzeuges – umfasst die Raumanzüge der Zukunft, die speziell für produktive Arbeit auf planetaren Körpern entwickelt werden.

- Autonome Systeme und Robotik – um komplexe Raumfahrtssysteme zu überwachen, zu warten und wo möglich zu reparieren.
- Erfassung und -auswertung der wissenschaftlichen Daten – leichtgewichtige temperaturtolerante strahlungsgeshärtete Sensoren.
- Verminderung des biomedizinischen Risikos – Weltraummedizin; Fernüberwachung, -diagnose und -behandlung.
- Umgestaltbarer Raumhafen und Kursbereichstechnologien – Infrastruktur am Startplatz und zur Kursüberwachung für das Crew Exploration Vehicle und hochentwickelter Schwerlastträger- raketen.
- Automatisches Rendezvous und Docking – für bemannte Flüge und unbemannte Probenrückholmissionen.
- Nutzung Planetarer Ressourcen (planetary in situ resource utilization – ISRU) – um es uns schlussendlich zu ermöglichen, die Nabelschnur zur Erde zu trennen.

Jedes dieser Themengebiete soll ein Projektteam der NASA bearbeiten und dabei nach folgendem Schema vorgehen:

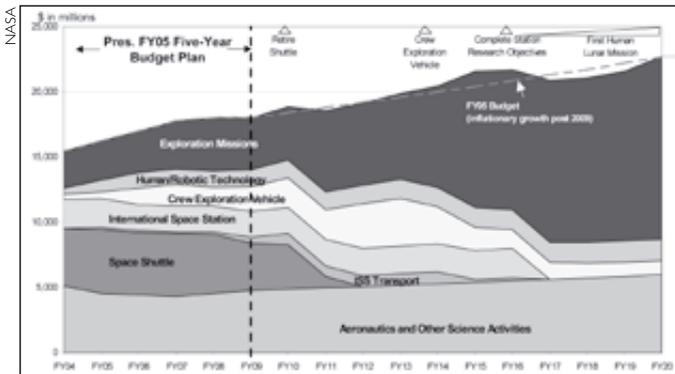
- Einleitende Bewertung
- Entwicklung einer Roadmap, d.h. eines Ablaufplanes, der zu einer Heranreifung der benötigten Technologien führt.
- Integration dieser Technologien in die Weltraumforschungsbauarchitektur.
- Entwicklung eines Planes für den Transfer eines passenden Teiles dieser Technologien an die Privatwirtschaft.



Aus dem reichen Schatz an Studien:
Nur wenige Kilometer vom Apollo-Landeplatz in der Taurus Littrow Region gewinnt eine Mondbergbau-Einrichtung Sauerstoff aus der vulkanischen Oberfläche des östlichen Mare Serenitatis.

Die NASA hat im Jahr 2004 bereits früh mit der Umsetzung dieser Forderungen begonnen. Als erste zentrale Punkte wurden dabei die Themen Schwerlasttransport in den Weltraum und Energieversorgung mit Kernspaltungsreaktoren bearbeitet, da Entscheidungen auf diesen Gebieten erheblichen Einfluss auf das Design und die Implementierung der Weltraumerforschungsarchitektur und weitreichende Bedeutung auf zukünftige Entwicklungskosten und -möglichkeiten haben.

Die NASA fährt seit Februar 2004 das bisherige Raumfahrtprogramm herunter, um 11 Milliarden US-\$ für das neue Programm frei zu machen. Denn es müssen neue Raumfahrzeuge entwickelt werden, die es Forschern ermöglichen, persönlich jenseits der Erdumlaufbahn tätig zu werden. Hierbei soll nicht auf Einzelaktionen aufgebaut werden, sondern eine permanente Präsenz auf dem Mond und immerwiederkehrende Missionen zum Mars und anderen Himmelskörpern eingerichtet werden.



Diese Geldbeträge hat die NASA von 2004 bis 2020 vorgesehen.

Die ersten Schritte der NASA und Industrie

Das neue NASA-Budget beträgt für 2004 bis 2009 86 Milliarden US-\$. Das sind wertberichtigt 80 % des durchschnittlichen jährlichen NASA-Budgets, das zwischen 1962 und 1972 zur Verfügung gestanden hat, als das amerikanische Raumfahrtprogramm mit Mercury, Gemini und Apollo bemannt und mit zahlreichen Mond- und Planetensonden unbemannt, den Weltraum gestürmt hat. Aufgrund des Lerneffektes, den die NASA und ihre Partnerfirmen (Boeing, Lockheed Martin, usw.) seit den 60er Jahren durchgemacht haben, müsste dieses Budget ausreichen, um zum Mond zurückzukehren und ein bemanntes Marsprogramm durchzuführen.

präsentierten die Raumfahrtfirmen der USA schon konkretere Konzepte, die allerdings oft gegensätzliche Standpunkte widerspiegeln. Die NASA sammelt diese Konzepte und wird sie 2005 harmonisieren. Die erste Space Exploration Conference wird vom 30. Januar bis 1. Februar 2005 in Florida abgehalten.

Weiterführende Informationen

- [1] http://www.nasa.gov/missions/solarsystem/explore_main.html
- [2] http://www.nasa.gov/pdf/60736main_M2M_report_small.pdf
- [3] http://boeingmedia.com/images/search.cfm?product_id=1525
- [4] <http://www.ast.lmco.com/cev/>



Studie eines Shuttle-Ablegers

Ein Beitrag von Raimund Scheucher.

diskussion um das neue (us-)raumfahrt-programm

Was man auch sonst von Präsident George W. Bush halten mag: Zweifellost ist der Kurswechsel der US-Raumfahrtspolitik ein elektrisierendes Aufbruchssignal für die Raumfahrtfreunde aus aller Welt. Auch der VFR e.V. fühlt sich angespornt. Bei der Diskussion, Formulierung und Promotion eines ehrgeizigen eigenständigen deutschen und europäischen Raumfahrtprogramms werden wir uns tatkräftig beteiligen. Wenn Sie selbst einen Beitrag dazu leisten wollen, wenden Sie sich bitte an uns unter info@vfr.de oder diskutieren Sie mit im vereinsübergreifenden Forum www.raumcon.de.

Als Einstieg in diese spannende Diskussion machen wir Sie an dieser Stelle mit zwei interessanten Standpunkten vertraut: Zunächst die (zusammengefassten) Aussagen von Dr. Robert Zubrin, Chef von Pioneer Astronautics und Präsident der Mars Society, vor dem Haushaltsausschuss des US Senats vom 29. Oktober 2003. Anschließend folgt ein Kommentar unseres Autors Hartmut E. Sängler. (die Red.)

I. Warum scheitert die NASA?

Wir kennen bisher zwei Arbeitsweisen der NASA. Einmal zur Apollo-Ära, die von 1961-1973 der Raumfahrtbehörde wesentliche Erfolg bescherte. Dann seit 1974 die Shuttle-Ära. Seit der Zeit stecken wir mit der Raumfahrt in einer niedrigen Erdumlaufbahn fest.

Während der Apollo-Ära arbeitete die Agentur auf folgende Weise: Zuerst wurde ein Ziel für die bemannte Raumfahrt gewählt, dann ein Plan zum Erreichen des Ziel definiert und endlich die dafür notwendigen Entwicklungen ausgedacht. Die notwendigen Entwicklungen wurden realisiert und schließlich die Mission geflogen.

Zur Shuttle-Ära änderte sich die Vorgehensweise deutlich. Technologien und Geräte wurden entsprechend den Wünschen beteiligter Forschungs- und Entwicklungsgruppen ausgedacht. Danach erst wur-

den diese Projekte mit beliebigen künftigen Raumfahrtmissionen gerechtfertigt.

Im Vergleich sind die Arbeiten während der Apollo-Ära zielgerichtet, während der Shuttle-Ära aber eher zufällig ausgewählt. Während des Apollo-Programms betrug das durchschnittliche jährliche NASA-Budget inflationsbereinigt etwa 17 Milliarden Dollar; nur etwa 10% mehr als das der letzten Jahre.

Während des Apollo-Programms wurden Mercury-, Gemini-, Apollo-, Skylab-, Ranger-, Surveyor- und Mariner-Missionen geflogen und die Pioneer-, Viking-, and Voyager-Missionen entwickelt. Dazu wurden kryogene Triebwerke, Schwerlastträger, nukleare Triebwerke, nukleare Reaktoren für den Welt- raum, Radioisotopen-Generatoren, Raumanzüge, Lebenserhaltungssysteme, Rendezvous-Techniken, Techniken zur weichen Landung, Techniken zur interplanetaren Navigation, Techniken zur Datenübertragung im Weltraum, Rückkehrtechnologien und mehr entwickelt. Außerdem entstanden das Cape Canaveral-Startgelände, die Infrastruktur zur Satellitenbeobachtung, das Johnson Space Center sowie das Jet Propulsion Laboratory.

Im Vergleich wurden zur Shuttle-Ära mit gerade drei Flügen das Hubble Space Teleskop eingerichtet und repariert, mit einigen wei-



*Klare Aussage im Logo des „NASA Office of Exploration“
Es gilt das neue Mantra:
„Earth. Moon. Moon. Mars. Beyond.“*

teren Flügen die Raumstation teilweise aufgebaut und etwa ein halbes Dutzend interplanetarer Sonden gestartet. Aus den zahllosen Technologieprogrammen dieser Zeit entstanden bis heute aber keine sichtbaren Beiträge.

Während der Shuttle-Ära wurden große Summen ausgegeben ohne damit Ergebnisse zu erzielen. Allerdings liegt die Schuld nicht nur bei der NASA, auch die Politik hat dazu wesentlich beigetragen. Während sich der NASA-Direktor Sean O'Keefe im Kongress unangenehmer Fragen stellen musste,

beschloss der gleiche Kongress wiederum einen Shuttle-Nachfolger ohne irgendwelche Ziele für diesen zu definieren, praktisch als Selbstzweck.

2. Welches Ziel sollen wir auswählen?

Um irgend etwas im Weltraum zu erreichen, müssen wir uns ein Ziel wählen. Meine direkte Antwort ist: Menschen innerhalb einer Dekade zum Mars! Warum gerade der Mars? Der Mars ist noch erreichbar und bietet ein wissenschaftliches, soziales und für die Zukunft der Menschheit interessantes Ziel. Das wissenschaftliche Ziel wird vor allem von der Möglichkeit bestimmt, auf dem Mars Spuren früheren Lebens zu finden und damit den Beweis zu erbringen, dass wir nicht das einzige Leben im Universum darstellen. Das soziale Ziel ist die neue Herausforderung, die die Menschheit benötigt. Menschen wachsen an Herausforderungen und degenerieren ohne sie. Ein Marsprogramm wäre eine Einladung zum Abenteuer, eine Einladung an die Jugend zu allen lebenswichtigen Disziplinen unserer Kultur. Der wichtigste Grund für den Mars ist aber die Tür, die uns der Mars für unsere Zukunft öffnen könnte. Der der Erde nicht unähnliche Mars mit seinen vorhandenen Ressourcen ist im Vergleich zu unserem Erdmond ein potentieller Träger auch künftigen Lebens.

Der Mars ist Wissenschaft, der Mars ist Herausforderung und der Mars ist Zukunft. Deshalb ist der Mars unser Ziel.

3. Wie kommen wir zum Mars?

Trotz der großen Entfernung sind wir heute für einen bemannten Flug zum Mars besser gerüstet als wir dies 1961 vor der Mondlandung waren. Wir können den Mars innerhalb eines Jahrzehnts erreichen.

Der Weg dorthin führt über ein Minimalkonzept, wie es unter dem Namen „Mars Direct“ schon bekannt wurde. Dazu gehört ein Schwerlastträger, eventuell auf Basis des Shuttles, dessen 40 Tonnen Nutzlast nach 8 Monaten Flugzeit an Fallschirmen hängend auf dem Mars landen würden. Die Nutzlast bestünde aus einem unbetankten Rückkehrfahrzeug zusammen mit der Ausrüstung, um vor Ort den notwendigen Treibstoff zu gewinnen sowie zwei Erkundungsfahrzeugen. Nach der Landung würde ein mitgebrachter Nuklearreaktor den Prozess der Treibstoffgewinnung anwerfen. Zehn Monate später, nachdem 108 Tonnen an Treibstoff erfolgreich erzeugt wurden, würden zwei weitere Schwerlastträger folgen. Einer mit einem weiteren Rückkehrfahrzeug und der Ausrüstung, der andere mit einem Wohnmodul mit 4 Besatzungsmitglie-

dem und ausreichenden Vorräten. Eventuell könnte in diesem Modul, wenn es über ein Stahlseil mit der ausgebrannten Oberstufe des Trägers verbunden ist, durch eine Drehbewegung künstliche Schwerkraft erzeugt werden. Während der bemannte Träger nahe dem vorausgeschickten Rückkehrfahrzeug landen würde, sollte das weitere Ausrüstungsmodul einige 100 km entfernt landen und die nächste Mission vorbereiten. So könnten in zweijährigem Abstand Teams zur Erkundung aufbrechen, dem Mars über eineinhalb Jahre einigermaßen komfortabel untersuchen und seine Erforschung etwa mit der Erforschung des Erdmonds zur Apollozeit vergleichbar machen. Ein erster Außenposten auf dem Mars wäre so noch zu unseren eigenen Lebzeiten und mit verfügbaren Technologien möglich!

4. Was muss der Kongress beschließen?

Das zivile US-Raumfahrtprogramm steckt in einer Krise. Deshalb schlägt die NASA zur Nachfolge des Shuttles ein „Orbital Space Plane“, eventuell eine Kapsel auf einer Atlas oder Delta-Rakete vor. Diese würde die Transportkosten zu einer Raumstation auf 1/5 senken. So vernünftig dieser Vorschlag wäre, so würde er doch einige hunderttausend mit dem Shuttle verknüpfte Arbeitsplätze kosten. Also wird auch ein komplexeres und sehr viel aufwendigeres Minishuttle verfolgt. Das ist aber der falsche Ansatz und der Kongress sollte ihn nicht beschließen. Wir haben diesen Ansatz schon als Shuttle-Ära beschrieben und er würde auch die Reichweite des Fluggerätes auf die Erdumlaufbahn beschränken. Zudem würden die hohen notwendigen Entwicklungskosten den Bau eines zusätzlichen Schwerlastträgers erschweren. Anstatt 17 Milliarden Dollar für ein OSP Programm sollte der Kongress besser je 30 Millionen für zwei konkurrierende Teams beschließen, um so möglichst effizient die Komponenten für ein Marsprogramm zu planen, das uns innerhalb von 10 Jahren zum Ziel führen könnte. Noch einmal, der Kongress sollte nicht in Dinge, er sollte in einen Plan investieren.

5. Zusammenfassung.

Die Erde ist nicht die einzige Welt. Es gibt zahlreiche weitere Planeten in unserem Sonnensystem, Millionen Planeten im nahen interstellaren Raum, Hunderte Milliarden in der gesamten Galaxie. Die Herausforderung diese zu erreichen und zu besiedeln ist keineswegs jenseits unserer endgültigen Möglichkeiten. Wenn wir Raumfahrer werden, eröffnen wir uns die Möglichkeit für eine weitestreichende menschliche Zukunft jenseits unserer heutigen Vorstellungskraft. Wir werden die Türen öffnen für eine neue Dimension der menschlichen

Kultur: Wir waren einmal eine kleine Gruppe von Stämmen am Afrikanischen Rift. Wären wir damals dort geblieben, wir wären heute immer noch dort. Wir haben die Herausforderung aufgenommen und unsere moderne Kultur entwickelt. Wenn wir in den Weltraum aufbrechen, wird sich die Entwicklung unserer Möglichkeiten ähnlich dramatisch fortsetzen. Deshalb glaube ich, dass unser heutiges Beisammensein nicht das Ende, sondern der Beginn einer Geschichte ist, dass wir uns weniger an eine

ruhmreiche Vergangenheit als an die Möglichkeiten unserer Zukunft erinnern sollten. Lassen Sie uns die amerikanische Tradition ehren, indem wir sie fortsetzen und uns neue Welten für unsere Nachkommen eröffnen wie unsere Vorfahren sie für uns geöffnet haben.

Ein Beitrag von Hartmut E. Sänger

Einige Anmerkungen zur Rede Robert Zubrins vor dem US-Senat.

Die eigentliche Kritik, daß Projekte heute eher von technischen Konzepten als von der Anwendung diktiert werden, beschreibt eine der großen Hürden der Raumfahrt welche die Entwicklung stagnieren lässt und leider nur zu wahr ist.

Ebenso wurden die Gründe für die Raumfahrt, die wissenschaftlichen und sozialen Aspekte regelrecht visionär beschrieben und damit deren künftig notwendiger Erfolg zwingend gerechtfertigt. Weniger zwingend sind allerdings die Vorschläge für ein künftiges Programm. Wenn Mars Direkt auch einerseits eine faszinierende Referenz ist, so wurden hier viele Aspekte recht unkritisch behandelt.

Mars Direkt würde für die USA und selbst für eine internationale Gemeinschaft noch eine Anstrengung bedeuten. Die tatsächlichen Unfallrisiken des Konzepts sind aber doch so beträchtlich, daß sie sich nur schwer in einem so großen und zivilen Gemeinschaftsprojekt darstellen lassen. Gleichzeitig würde die notwendige Konzentration auf die benötigte Hardware fast alle weiteren bemannten Raumfahrtprojekte in den Hintergrund drängen. Es gäbe also nur noch bemannte Starts in zwei-jährigen Rhythmus mit einer vermutlich für die Öffentlichkeit schnell nachlassenden Attraktivität des Programms. Der bewußte Aufbruch in den Weltraum kann aber nur funktionieren, wenn die Welt daran teilnimmt, wenn die Geschehnisse wirklich präsent sind.

Die heutige Raumfahrt krankt vor allem am Transportaufwand für die ersten 300 Kilometer, und viele der oft erfolglosen Forschungsvorlagen der letzten beiden Dekaden hatten durchaus eine Existenzberechtigung. Leider waren die verschiedensten Einflußnahmen weit weniger kompetent als die ursprünglichen Vorlagen. So gilt es jetzt also aus all den theoretisch vorhandenen Kenntnissen heraus die richtigen Entscheidungen zu treffen, zu erkennen, welche Ziele realistisch sind und welche Hardware machbar ist. Aber nicht nur das Shuttle kostet Geld, auch die derzeit favorisierten ballistischen Träger sind inzwischen tief in die roten Zahlen gerutscht und den militärischen Anwendern wäre ein weiteres Finanzierungsprogramm sicher höchst willkommen. So ist es kaum verwunderlich, daß die vorhandenen EELVs die einzige Vorgabe für die 11 Studien zum geplanten Crew Exploration Vehicle um ein künftiges Mond- und Marsprogramm waren, mit der die NASA jetzt landesweit die Industrie beauftragt hatte.

Wiederverwendbare Raumtransportsysteme, hierzu zählen auch Konzepte wie das russische MAKS oder das ehemalige US ALSV, zielen auf höhere Flugraten bei allerdings kleineren Nutzlasten. Aber nur so läßt sich die Raumfahrt auch für mehr Menschen erschließen. Nur so kann der Sprung in die Umlaufbahn eher in den Bereich von Privatwirtschaft und auch Tourismus gebracht werden. Die weiteren Möglichkeiten sind bekannt: Der „Umsteigebahnhof“, der „Shuttleverkehr“ zu unserem Erdmond und eines Tages auch zum Mars.

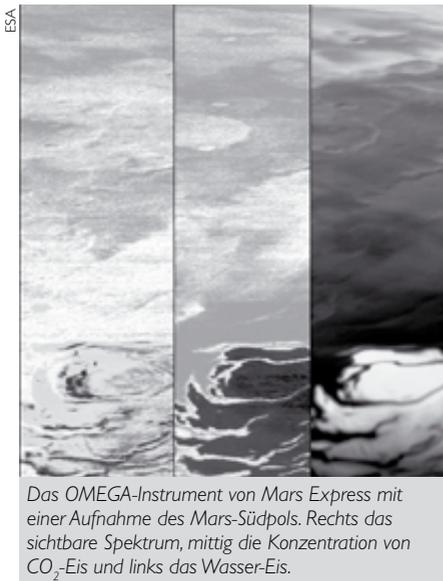
Raumfahrt sollte dem Menschen die Zukunft weisen. Die eher schlichten Erfolge der letzten Dekaden bringen diese Forderung in Gefahr: Trotzdem verlangt der weitere Weg jetzt ein sorgfältiges Augenmaß. Innerhalb der Forschungsgemeinschaften dieser Erde hat die bemannte Raumfahrt starke Konkurrenz. Das Buhlen um Mittel wird weiter gehen und die bemannte Raumfahrt kann sich hier nur erfolgreich durchsetzen, solange sich möglichst viele mit den Zielen identifizieren können. Wie sagte Robert Zubrin sinngemäß: Der Erfolg der Raumfahrt ist für unsere Zukunft lebensnotwendig.

Ein Beitrag von Hartmut E. Sänger

das raumfahrtjahr 2004 aus der esa-perspektive

Das Jahr 2004 beginnt mit einem positiven Knalleffekt für die ESA.

Die Nachricht, dass „Mars Express“ Wasser auf dem Mars gefunden hat, verbreitet sich wie ein Lauffeuer; und in Windeseile ist die ESA in aller Munde. Da nützt es auch nichts, dass die NASA recht kleinkariert feststellt, dass „Mars Odyssey“ schon im Jahre 2002 solch eine Messung angestellt hat - zumindest für einige Tage macht die ESA und mit ihr die gesamte Raumfahrt (positive) Schlagzeilen. Dabei hatte Mars Express zu Beginn eigentlich nicht unter einem guten Stern gestanden, denn als im Dezember 2003 die englische Landeeinheit „Beagle 2“ verlorengegangen ist, schien beinahe vergessen worden zu sein, dass der Orbiter und nicht der Lander 90% der Mission zum roten Planeten ausmachten. Aufgrund der notorisch miserablen PR-Arbeit der ESA allerdings, war es für Colin Pillinger, den Beagle 2 Projektleiter, ein Leichtes, das Medienvakuum um diese erste (!) europäische Marsmission zu füllen. Sie machten ihren Job so gut, dass das mediale Interesse an der Mission sich annähernd reziprok zur Missionspriorität verhielt; zu guter Letzt glaubte wahrscheinlich die ganze Welt, dass die Europäer eine Landemission zum Mars durchführen.



Das nächste positive Ereignis, das aber wesentlich weniger Schlagzeilen als der Wasserfund von „Mars Express“ machte, war der Start von „Rosetta“ am **2. März 2004**, der bis dato ambitioniertesten Kometenmission. Nachdem der Start auf Grund eines Fehlstarts der Ariane 5 um 13 Monate aufgeschoben worden war, musste ein neuer Zielkomet und eine neue Flugbahn gefunden werden, denn das Starfenster zu 46P/Wirtanen hatte man leider verpasst. Letzten Endes fiel die Wahl auf 67P/Churyumov-Gerasimeno, den die 3000 kg schwere Sonde im Mai 2014 erreichen soll. Mehr als ein Jahr soll sie ihn umkreisen und beobachten während er sich seinem sonnennächsten Punkt (dem Perihel) nähert und dieses auch durchfliegt. Aber es kommt noch besser: im November 2014 soll Rosetta eine kleine Landeeinheit „Philae“ auf dem Kometenkern absetzen – zumindest eine Woche lang soll der 100 kg schwere Lander den Kern vor Ort untersuchen und dazu auch Bohrungen bis in 20 cm Tiefe anstellen.

Ende März macht „Mars Express“ nochmals Schlagzeilen, als Methan in der Marsatmosphäre entdeckt wird, das, falls es nicht durch tektonische Prozesse erzeugt werden sollte, eine heiße Spur zu Leben darstellen könnte.

Am **19. April** meldet sich wieder einmal das „ESA-Direktorat für bemannte Raumfahrt“ zu Wort als André Kuipers, ein niederländischer Astronaut zu



André Kuipers auf der ISS.

einer 11-Tage Mission auf die ISS fliegt. Die Mission trägt den bezeichnenden Namen „DELTA“ und wird als eine der erfolgreichsten ESA-Missionen in die Geschichte eingehen und erneut die gute Zusammenarbeit zwischen Europa und Russland demonstrieren. Wie auf der ISS üblich erstreckten sich die Experimente auf die Gebiete der Humanphysiologie, Biologie, Mikrobiologie, Physik, Erdbeobachtung, Bildung und Technologie – das mediale Interesse war naturgemäß vor allem in den Niederlanden enorm.

Am **1. Juli** geht ein Aufatmen durch die Wissenschaftlergemeinschaft in Europa, als „Cassini/Huygens“ sicher den Eintritt in den Saturnorbit schafft. Die 3 Mrd. Dollar teure NASA-ESA-Doppelmission soll zumindest 4 Jahre den Herrn der Ringe aus nächster Nähe beobachten und vor allem das größte Rätsel des Sonnensystems – Titan – entschlüsseln helfen. Dazu soll der 318 kg schwere ESA-Lander „Huygens“ am 14. Januar 2005 auf dem zweitgrößten Mond des Sonnensystems landen und während des Abstiegs die 300 km mächtige Stickstoffatmosphäre genauestens analysieren, die laut Ansicht mancher Wissenschaftler verblüffend ähnlich zu jener der Ur-Erde sein könnte. 480 Millionen Euro hat Europa in „Huygens“ investiert, ein Pappentier verglichen zu den Erkenntnissen, die wir durch die Sonde gewinnen können: wie ist die Atmosphäre beschaffen, wie sieht die Oberfläche von Titan wirklich aus und gab bzw. gibt es Leben auf Titan?



„Huygens“ nähert sich Titan, künstlerische Darstellung.

Im **Juli 2004** kommt das ATV (Automated Transfer Vehicle), ein 20750 kg schweres unbemanntes Versorgungsraumschiff für die ISS, das vollkommen autonom mit der ISS docken wird und an dieser bis zu sechs Monate angedockt bleiben soll, für extensive Tests zurück zu ESTEC, dem Wissenschafts- und Technologiezentrum der ESA in Noordwijk, Niederlande. Während der folgenden sechs Monate wird das ATV auf Herz und Nieren geprüft, bevor „Jules Verne“, so der Name des ersten von sieben ATVs, im Sommer 2005 seine erste Mission auf einer Ariane 5 ECA zur ISS unternehmen wird. Auf dem Programm standen unter anderem Leakage Tests, Thermal- und Vibrationstests auch akustische Tests. Speziell letztere sind kritisch, wird doch das ATV beim Start einem Geräuschpegel von 145 dB (!) ausgesetzt, solch eine Lautstärke übertrifft selbst die eines Pink Floyd Rockkonzerts um das hundertfache!



ATV „Jules Verne“ in der Montagehalle

Auch die Leckagetests sind kritisch, denn das ATV ist eben nicht nur einfach ein unbemanntes Raumfahrzeug sondern wird, sobald es an der ISS angedockt hat, Teil der Raumstationstruktur werden, eine Art weiteres Modul, das die Astronauten immer wieder mal besuchen werden, um Güter aller Art aus- und auch wieder einzuladen. Neben dieser Nachschubfunktion hat das ATV aber auch noch eine weitere wichtige Aufgabe zu erfüllen: das Beschleunigen der Internationalen Raumstation, um diese vor einem verfrühten Wiedereintritt bzw. Absturz zu bewahren. Sobald die ISS einmal ihre endgültige Größe erreicht hat – dann hat sie immerhin eine Masse von 455 Tonnen – reichen weder Space Shuttle, Progress noch Sojus aus, nur mehr das ATV ist dann noch in der Lage den notwendigen Schub aufzubringen. Nachdem es diese Aufgabe erfüllt hat wird es von der ISS abkoppeln und zur Erde zurückkehren, allerdings destruktiv, d.h. es wird – mit Müll von der

ISS beladen – so in die Erdatmosphäre eintreten, dass es vollkommen beim Wiedereintritt verglüht – die perfekte Müllverbrennung sozusagen...

Im **August 2004** düst „Nuna 2“ durch die skandinavischen Länder Norwegen und Schweden und demonstriert den Stand der Solarzellentechnologie in Europa. Das Solarzellenmobil hatte im Oktober 2003 die „World Solar Challenge“ in Australien gewonnen und die internationale Konkurrenz auf die Plätze verwiesen. Damals hatte das Auto 3010 km in nur 31 Stunden und 5 Minuten zurückgelegt und einen neuen Weltrekord aufgestellt. Es wäre auch noch schneller gegangen, denn „Nuna 2“ kann eine Höchstgeschwindigkeit von 170 km/h (!) erreichen, allerdings beschränkten die australischen Behörden die max. Geschwindigkeit auf 100 km/h, um das Unfallrisiko in Grenzen zu halten, schließlich unterscheiden sich die Straßen durch den australischen Outback doch deutlich vom Standard einer mitteleuropäischen Flughafenpiste...

Am **19. Oktober 2004** wird das Columbus Kon-



„Nuna II“ auf großer Fahrt.

trollzentrum in Oberpfaffenhofen eingeweiht. Auch wenn der Start des ESA-Moduls „Columbus“ für die ISS noch immer nicht klar ist – alles hängt davon ab, wann das Space Shuttle wieder einsatzbereit ist – so wird das Columbus Kontrollzentrum bereits im April 2005 zum ersten Mal seine Pflichten wahrnehmen, wenn die zehntägige ISS-Mission von Roberto Vittori von hier aus überwacht werden wird.

Pikantes Detail am Rande: das ESA-Modul heißt deswegen „Columbus“, weil es bereits im Jahre 1992 – zum fünfhundertjährigen Jubiläum der Entdeckung Amerikas – im Orbit sein sollte, damals übrigens noch an der US-europäisch-japanischen Raumstation „Freedom“...



Columbus-Kontrollzentrum in Oberpfaffenhofen.



Columbus als Teil der ISS, künstlerische Darstellung.

Am **15. November 2004** tritt mit „SMART-I“ die erste ESA-Sonde in den Mondorbit ein. Nach einer Serie komplexer Flugmanöver und einer immens langen Flugzeit von über einem Jahr – bedingt durch



Raumsonde „SMART-I“, künstlerische Darstellung.

den Ionenantrieb – wird SMART-I in den nächsten Wochen und Monaten sein Ionenantrieb nun dazu verwenden um sich immer näher an unseren Trabanten „heranzuspiralen“. Die ersten wissen-



ESA-Direktor Jean-Jacques Dordain mit Günter Verheugen in seiner neuen Eigenschaft als Kommissar für Wirtschaft und Industrie.

schaftlichen Beobachtungen sollen im Januar 2005 beginnen, wenn SMART-1 in einer polaren Umlaufbahn von 300 km (lunarer Südpol) und 3000 km Höhe (lunarer Nordpol) angelangt ist. Die Suche nach dem vermuteten Wassereis in den permanent dunklen Kratern in der Nähe der beiden Pole steht im Vordergrund des wissenschaftlichen Interesses. Da der 300×3000 km Orbit nicht stabil ist, soll SMART-1 nach sechs Monaten Beobachtung den Orbit wieder verlassen und in eine höhere Umlaufbahn „zurückspiralen“, sollte die wissenschaftliche Mission verlängert werden.

Am **25. November 2004** findet – relativ unbeachtet von der Öffentlichkeit – das erste europäische Weltraumkonzil in Brüssel statt. Repräsentanten aller 27 EU- und/oder ESA-Mitgliedsstaaten kommen zusammen, um über die Schaffung eines europäischen Weltraumprogramms zu diskutieren. Letzten Endes soll dieses die Wissenschaft und Industrie, aber auch eine gemeinsame Sicherheits- und Verteidigungspolitik unterstützen. Die zur Zeit prominentesten Vertreter dieses neuen Denkansatzes sind Galileo, das europäische Satellitennavigationsprogramm, das am 21. Dezember 2004 mit der Unterzeichnung eines 150 Millionen Euro-Vertrages in eine weitere Phase zur endgültigen Fertigstellung im Jahre 2008 eingetreten ist (die ersten beiden Testsatelliten sollen Ende 2005 gestartet werden), aber auch die GMES Initiative für die globale Beobachtung für Umweltschutz und Sicherheit, welche im September 2004 gestartet worden ist.

Am **25. Dezember 2004** steht wieder einmal die europäische Wissenschaft im Vordergrund, „Huygens“ löst sich von „Cassini“, um seine 22 Tage

dauernde Reise zu Titan anzutreten. Langsam um die eigene Achse rotierend (mit 7 Umdrehungen pro Minute) wird „Huygens“ am 14. Januar 2005 mit ca. 6 km/s auf die Titanatmosphäre treffen. Innerhalb von nur 3 Minuten wird die Sonde auf 400 m/s abgebremst. In 160 km Höhe öffnet sich der Pilotfallschirm, 2,5 Sekunden später wird die Heckabdeckung und der Hitzeschuldschild abgeworfen und der Hauptfallschirm mit 8,3 m Durchmesser öffnet sich; nun beginnen die wissenschaftlichen Messungen. Fünfzehn Minuten später – in einer Höhe von 120 km – wird der Hauptfallschirm durch einen kleineren Fallschirm ersetzt, um die Sinkgeschwindigkeit zu erhöhen und den Flug durch die Atmosphäre zu begrenzen. Geht alles gut so soll „Huygens“ nach einer Abstiegsdauer von 140 Minuten mit einer Restgeschwindigkeit von 6 m/s auf der Titanoberfläche aufsetzen bzw. aufschlagen. Nun beginnt die erweiterte Mission, die eigentlich nur durch die Lebensdauer der Batterien begrenzt wird. Da den Batterien nach spätestens 153 Minuten der Saft ausgeht, verbleiben „Huygens“ vermutlich gerade mal drei Minuten auf der Titanoberfläche, nicht viel aber genug, um herauszufinden, ob es auf Titan nun wirklich die vermuteten Äthanseen und die langkettigen Kohlenwasserstoffmoleküle gibt. Während es langsam dunkel um die erste europäische Sonde auf einem anderen Himmelskörper wird, wird „Cassini“ die empfangenen Daten an die Erde weitersenden, um das Rätsel von Titan wieder ein Stückchen näher an seine endgültige Lösung heranzuführen...



Fotomontage von Saturn und seinen größeren Monden

Ein Beitrag von Norbert Frischauf

Dipl.-Ing. Norbert Frischauf ist Hochenergiephysiker und Elektroniker und arbeitet seit mehreren Jahren als Berater von Booz Allen Hamilton für die Europäische Weltraumorganisation. Anfangs als Avionik-Ingenieur im Rahmen des ATV-Projektes und seit Herbst 2001 als Systemingenieur für zukünftige Technologien und Missionen.

parabelflüge für das lebensschwerelose notfallmedizin

93 Parabeln, 30 Minuten Schwerelosigkeit und ein Patient: Für zukünftige Langzeit-Weltraummissionen ging ein internationales Team junger Wissenschaftler im Rahmen der 37. professionellen Parabelflugkampagne der Europäischen Weltraumorganisation ESA in die Luft. Das Ziel: die Überlebenschancen der Astronauten bei einem medizinischen Notfall zu verbessern. Ein Bericht über ein ungewöhnliches Experiment und das Gefühl der Schwerelosigkeit.

Extremsituationen erzeugt man einfach: man gebe einem medizinischen Laien ein Laryngoskop und einen Endotracheal-Tubus in die Hand sowie 20 Sekunden Zeit, lege vor ihn einen Patienten in lebensbedrohlicher Situation und schalte dann die Schwerkraft aus. So, fast so, geschehen vor kurzem in 7000 Metern Höhe über der französischen Atlantikküste, an Bord des Experimentalflugzeuges der Europäischen Raumfahrtorganisation ESA. Ein internationales Team junger Wissenschaftler aus verschiedensten Disziplinen war angetreten, um in einem Experiment erstmals weltweit einen besonderen Aspekt der Notfallmedizin für zukünftige Raumflüge zu erforschen: Beatmungstechniken im Zustand der Schwerelosigkeit.

Hintergrund: Einmal Intubieren, bitte.

Einen Patienten mittels Plastikschlauch künstlich zu beatmen nennt der Mediziner „Intubation“. Das Arbeiten in der Schwerelosigkeit hält eine Vielzahl ungewöhnlicher Herausforderungen bei diesem Standard-Eingriff parat. Wie fixiert man innerhalb von Sekunden einen bewusstlosen frei schwebenden Patienten, während man selbst kopfüber von ihm weg-zureiben droht? Übliche Beatmungstechniken und Handgriffe werden plötzlich unpraktisch bis unmöglich. Die außergewöhnliche Situation während eines



Künstliche Beatmung in der Schwerelosigkeit – Früher oder später wird es einmal notwendig werden.

Raumfluges – erzwungene Isolation, Geräuschpegel der Bordsysteme, Stress, Schwerelosigkeit – verbunden mit einem plötzlich auftretenden Notfall kann also eine gefährliche Mischung erzeugen. Statistisch gesehen kommt es alle zweieinhalb Jahre zu einem medizinischen Notfall an Bord eines Raumschiffes, der den Einsatz von lebensrettender medizinischer Ausrüstung notwendig macht. Extrapoliert man Besatzungsgröße und Bordzeiten für die voll operationelle Phase der Internationalen Raumstation (ISS), wird es sogar alle fünf Jahre notwendig sein, einen Astronauten zurück zur Erde zu evakuieren, um ihn dort zu behandeln. Doch das ist noch nicht alles. An Bord einer zukünftigen bemannten Mission zum Mars wird die Besatzung faktisch komplett auf sich selbst angewiesen sein. Ein Arzt wird im Fall des Falles nicht notwendiger Weise zu jeder Zeit zur

ESA



Das Experimentalflugzeug der ESA

Verfügung stehen, das bedeutet, dass auch medizinisch unerfahrene Besatzungsmitglieder gezwungen sein könnten, Sofortmaßnahmen durchzuführen.

ADAMA – das Advanced Airway Management Experiment:

Um einen der fehlenden Mosaiksteinchen im Notfallmedizinischen Bild der Raumfahrt zu liefern, denjenigen betreffend künstliche Beatmung, traten also vier Weltraumenthusiasten mit einem beachtlichen Team im Hintergrund an. Gernot Grömer, Astronom, und Alexander Soucek, Jurist, aus Österreich, Cristina de Negueruela, Telekommunikationsfachfrau aus Spanien, und Michael Thomsen, Elektroingenieur aus Dänemark. Ein durchdachter Ansatz: Um eine realistische und repräsentative „Astronautencrew“ darzustellen und gleichzeitig den Aspekt zu betonen, dass auch und gerade medizinische Laien lebensrettende Maßnahmen beherrschen müssen, war dieses Team ideal aufgebaut: eine wissenschaftliche, zwei technische und eine nicht-technische Ausbildung – vier Kandidaten aus drei Staaten, jeder mit zusätzlicher Ausbildung im Bereich der Weltraumwissenschaften. Doch zunächst verwandelten sich die Crew-Mitglieder selbst in „Patienten“: Alle vier Test-Intubatoren wurden im Vorfeld der Flüge intensiv trainiert, unter anderem durch Kurse in Anatomie und Physiologie, Atemwegsmanagement sowie Notfallmedizin, durch Intubationstraining an verschiedenen Simulatoren, Assistenz im Krankenhaus-Anästhesiebereich während Operationen sowie viele Stunden Unterwassertraining. Speziell das Arbeiten in drei Dimensionen unter Wasser wird im Allgemeinen als nächste Annäherung an das Gefühl der Schwerelosigkeit im Weltraum verstanden. Mit Hilfe des Teams der Wasserrettung Innsbruck konnte ein komplettes Training in vier Metern Tiefe absolviert werden, das viel Aufschluss über die Abläufe des Experimentes gab.

Atem anhalten und einsteigen.

Nach einem halben Jahr der Vorbereitung und nach Absolvierung der Flugtauglichkeitsprüfungen kam der Zeitpunkt, atemlos zu werden: die Flugwoche der 37. ESA Professional Parabolic Flight Campaign im Juni 2004 in Bordeaux, Frankreich. Im Moment, als das Flugzeug sich im abenteuerlichen Winkel von 47 Grad aufbäumte, der Triebwerksschub schlagartig zurückgenommen wurde und der Airbus in freien Fall überging, hob sich das Quartett wie von Geisterhand bewegt vom Boden. Getestet wurden in den insgesamt 93 Parabeln zwei unterschiedliche Intubationstechniken, das Intubationsphantom und der Intubator waren während 45 Parabeln durch Haltegurte in der Kabine festgeschnallt, in 45 Pa-



Am Boden wird zunächst gründlich trainiert.

rabeln aber frei schwebend, damit beide Optionen für zukünftige Ernstfälle hinreichend erprobt werden konnten. Bis zum Augenblick der Rückkehr aus der Schwerelosigkeit musste zumindest der Tubus derart in der Luftröhre des Patienten fixiert sein, dass Kontroller und Assistent während der nachfolgenden einminütigen Pause mittels Stethoskop und Messcomputer den Erfolg der Intubation prüfen konnten. In der Luft zu schweben wie ein Fisch im Wasser ist eines der berauschendsten Gefühle, die man sich vorstellen kann. Man realisiert, dass man von Geburt weg an die Schwerkraft unseres Planeten gebunden war – und plötzlich, wenn auch nur für Sekunden, fehlt diese Einschränkung. Im Drehen und Schweben verschwimmen so manche Anhaltspunkte: Fixiert nun der Intubator den Patienten oder hält der Patient als lebendiger Haltegriff den Intubator bei der Stange? Hört der eigene Magen irgendwann auf zu fallen, wie viel Blut strömt noch im Kopf? Und wann ist man schon jemals hilflos wie ein Baby mitten in der Luft gehangen, ohne vorwärts oder rückwärts weiter zukommen und nicht einmal auf den Boden zu fallen?!

Ein Beitrag von Gernot E. Grömer und Alexander Soucek

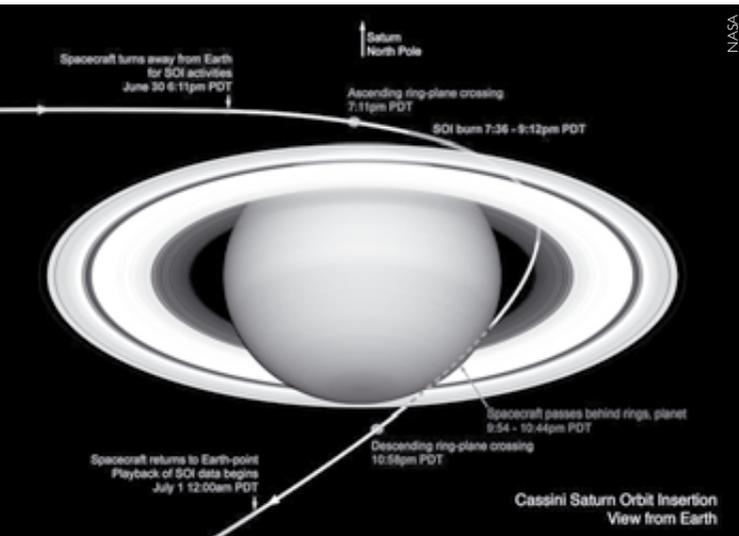
Mag. Alexander Soucek arbeitet bei der ESA in Frascati/Italien als Weltraumjurist. Mag. Gernot Grömer (ÖWF) studierte Astrophysik an der Uni Innsbruck und Notfallsanitäter im Rettungsdienst; er simulierte 2003 in der Wüste von Utah eine Mars-Expedition, beide waren in der Adama Flight Crew.

Österreichische Weltraum Forum ÖWF

Das ÖWF ist eine nationale Plattform für Raumfahrtexperten, der Öffentlichkeit und der nächsten Generation, die auch selbst bei welt-raumbezogenen Aktivitäten tätig ist.

Mehr Infos unter www.oewf.org

mut zur lücke bei der cassini/huygens-mission



Cassini/Huygens schwenkt in einen Orbit um den Saturn ein.

Am Schluss lastete die ganze Verantwortung auf dem Triebwerkssystem. Und es erforderte den „Mut zur Lücke“. Die sportive Entscheidung der Missionsplaner, für das Bremsmanöver in die Saturn-Umlaufbahn zweimal durch die nur 30.000 Kilometer breite Lücke zwischen dem F und dem G-Ring zu fliegen, bereitete den Programmverantwortlichen in den Stunden vor der entscheidenden Triebwerkszündung einige Bauchschmerzen. Doch dann ging alles nach Plan...

Am 27. Mai hatte der Bordcomputer der Raumsonde Cassini das Haupttriebwerk A für sechs Minuten und zwei Sekunden gefeuert und damit das Raumfahrzeug auf den Kurs für das Rendezvous-Manöver mit dem Saturn-Mond Phoebe gebracht. Gleichzeitig war diese Kurskorrektur aber auch bereits das Feintuning für den Saturnorbit-Einschuss in den frühen Morgenstunden des 1. Juli.

„Trajectory Correction Maneuver 20“ wie die Missionscontroller in Pasadena die Zündung nannten war relativ kurz, aber auch überaus kritisch, denn es war das erste Mal seit einem halben Jahrzehnt, dass

eines der beiden Haupttriebwerke der Sonde für mehr als nur ein paar Sekunden in Betrieb war. Damals, beim so genannten Deep Space Manoeuvre, noch im inneren Sonnensystem, hatte der Motor für 87 Minuten gearbeitet und die Geschwindigkeit der Raumsonde um 1.600 Kilometer pro Stunde erhöht.

Zur Erleichterung aller lief das Triebwerk an diesem 27. Mai, fünf Jahre und sechs Monate nachdem es zum letzten Mal in Betrieb war, ohne Probleme. Die Generalprobe für den Einschuss in den Saturn-Orbit war erfolgreich.

Alptraum eines Klempters

Das Antriebssystem der Raumsonde ist der Alptraum eines Klempters. Es gibt nicht nur eine einzelne Rohrleitung von den Tanks zu den Ventilen und weiter zu den Triebwerken, sondern viele alternierende Pfade und viele Back-up Ventile für jeden denkbaren Notfall. Das Antriebssystem kann eine ganze Reihe von Anomalien bewältigen. Wegen den besonderen Anforderungen der Mission ist Cassini eines der wenigen Raumfahrzeuge, das zwei voneinander unabhängige Haupttriebwerke hat.

Für die Designer des Triebwerkssystems, das die Robotsonde letztendlich in die Umlaufbahn einbremsen musste, war der Druck ungeheuer. Das Cassini-Projekt ist astronomisch teuer, es kostet 3,3 Milliarden Dollar, und die Hoffnungen und Träume tausender von Ingenieuren und Wissenschaftler hängen daran. Ein Versagen dieses Systems wäre nicht auszudenken. Um in den gewünschten Orbit zu gelangen, musste das Triebwerk für 96 Minuten und 24 Sekunden feuern. Der Beginn der Zündung war durch die Bahnmechanik auf den 1. Juli um 4:35:42 Uhr mitteleuropäischer Zeit fixiert. Hätte jetzt das Triebwerk nur für 85 Minuten oder weniger gearbeitet, dann wäre die Mission gescheitert. Ab der

85. Minute Brennzeit wäre zumindest ein halbwegs brauchbarer Orbit erreicht gewesen. Die Last der Verantwortung lag dabei auf REA-A, der „Rocket Engine Assembly A“. Immerhin, das Vertrauen in die Antriebseinheit war recht hoch. Aber fast seit Beginn der Reise befand sich eine Fehlfunktion im System. Ein bekannter Fehler zwar - in einem Heliumventil - um den man „herumarbeiten“ konnte, aber immerhin etwas, das nicht nominell funktionierte. Und dann war da die Software. Für keine Weltraummission wurden jemals so komplexe Programme erstellt. Jeder Computer-Experte weiß, dass auch in den bestgetesteten Programmen, wenn sie nur komplex genug ist, unentdeckte „Bugs“ lauern, die sich stets im unpassendsten Moment bemerkbar machen. Die Software-Designer der Cassini-Mission verkündeten deshalb auch ganz öffentlich und ohne Scheu, dass sich in solch komplexen Programmen unausweichlich auch Fehler verbergen werden. Alles wurde zwar ein ums andere Mal getestet, im Simulator in Pasadena. Sogar künstlich Fehler wurden eingebaut, um ihre Auswirkung zu prüfen. Aber das hier war jetzt das wirkliche Ding. Immerhin waren die Programme laufend verbessert worden. Beim Start vor sieben Jahren hatte sich nur eine Basis-Software an Bord befunden. Seitdem sind immer wieder neue Programm-Patches zur Raumsonde geschickt worden. Zweimal wurde sogar die komplette Software durch einen neuen Release ersetzt.

Wenig Raum für Irrtümer

Das Bremsmanöver hatte wenig Raum für Irrtümer. Auch beim Nominalablauf war es schon schwierig genug. Auch da gehörte schon ein Quentchen Glück dazu, dass alles klappte. Cassini brauchte das Glück vor allem beim Durchqueren des Ringsystems. Zweimal musste sich die Raumsonde durch die Lücke zwischen dem F und dem G-Ring „quetschen“. Das war zwar ein Spielraum von knapp 30.000 Kilometern, aber angesichts der Tatsache, dass die Ringe über 400.000 Kilometer Gesamtbreite haben doch recht wenig. Und ob diese Lücke tatsächlich komplett leer war, ohne Weltraumschutt, wusste vorher auch keiner so ganz genau. Von der Erde aus gesehen, näherte sich die Sonde dabei den Ringen von schräg unten. Zur Zeit ist der Saturn nämlich auf seinem Lauf um die Sonne um einige Grad von der Erde „weggekippt“. Die Annäherungsgeschwindigkeit relativ zum Saturn betrug dabei 78.400 Kilometer pro Stunde. Bereits die Raumsonden Pionier 10 und 11 und auch Voyager 2 flogen durch die Lücke zwischen dem F und dem G-Ring, ohne dass es, abgesehen von einem sprunghaften Anstieg der Mikro-Meteoritenhäufigkeit, ein Problem gegeben hätte. Die Missionsplaner von Cassini wollten aber trotzdem möglichst auf

Nummer sicher gehen. Bevor die Sonde die Ebene der Ringe durchquerte, wurde das Fahrzeug mit der Hauptantenne in Flugrichtung geschwenkt. So konnte sie die empfindlichen Instrumente wie ein Schutzschild abschirmen. Das half zumindest gegen Mikrometeoriten. Aber schon ein Staubpartikel von der Größe eines Hirsekorns hätte die Raumsonde unweigerlich zerstört.

Cassini hätte auch auf die Durchquerung des inneren Ringes verzichten können. Es gab noch einen alternativen Pfad kurz hinter der Bahn von Mimas. Zwar hätte das Raumfahrzeug auch hier durch die Ringe kreuzen müssen, zwischen dem E und dem F-Ring, an dieser Stelle wäre aber die Lücke größer und die Wahrscheinlichkeit für gefährliches Material geringer gewesen. Aber dann wäre das Bremsmanöver suboptimal ausgefallen und es wären kaum noch Treibstoffreserven verblieben. Je näher die Sonde das Bremsmanöver am Saturn durchführte desto effizienter war es vom Standpunkt der Treibstoffnutzung. Und je größer die verbleibenden Treibstoffvorräte sind, desto länger kann dann die eigentliche Forschungsmission im Saturn-System dauern. Und es gibt noch einen weiteren, ebenso wichtigen Grund, möglichst nahe an den Ringen und am Saturn vorbeizukommen: der wissenschaftliche Nutzen.

Wie die Aufnahmen von Phoebe schon gezeigt haben, ist die Kamera an Bord der Raumsonde ein wunderbares Gerät. Es hat eine hervorragende Auflösung, und mit einem solchen Instrument die Ringe aus nächster Nähe ins Visier zu nehmen, sollte für absolut fantastische Bilder sorgen. Damit konnte man dem Steuereinsatz zeigen, wofür sein Geld verwendet worden ist.

Nur sporadischer Kontakt zur Erde

Um 4:11 Uhr war die erste Durchquerung der Ringe sicher erfolgt. Jetzt orientierte sich Cassini neu. Das Triebwerk zeigte jetzt in Flugrichtung und die Antenne nach hinten. Ursprünglich hatte die NASA geplant, während des Bremsmanövers gleichzeitig wissenschaftliche Untersuchungen durchzuführen. In diesem Fall hätte aber während der gesamten kritischen Phase von sechs Stunden keinerlei Kontakt zur Erde bestanden. Diese Idee ließ man fallen, nachdem im Jahre 1999 der Mars Polar Lander wegen eben dieses Vorgehens spurlos verschollen war; ohne dass man je herausfand, was damals schief gegangen war. Die NASA suchte also nach einem Weg, mit dem sie zumindest einige wenige Informationen über den Ablauf des Bremsmanövers erhalten konnte. Sollte das Raumfahrzeug verloren gehen, dann ist es für zukünftige Missionen wichtig zu wissen, ob es ein Problem mit dem Saturnringen

gab, oder aber ob die Technik an Bord versagte. Eine Einflussmöglichkeit von der Erde bestand in dieser kritischen Phase sowieso nicht. Dafür sind die Signal-Laufzeiten zu lange. Das Licht und damit auch die Funksignale brauchen 84 Minuten von der Raumsonde zur Erde und ebenso lange wieder zurück. Damit bestand keine Chance, dass die Missionskontrollen bei einem akuten Problem eingreifen konnten.

Um mit der Erde während des Brennmanövers Kontakt zu halten gab es zwei Möglichkeiten: Die eine war es, die Hochleistungsantenne während dieser Phase auf die Erde auszurichten und Daten zu übertragen. Nachdem die aber fest mit der Struktur des Raumfahrzeugs verbunden ist, hätte das auch bedeutet, dass das Haupttriebwerk nicht mehr genau in den Geschwindigkeitsvektor gerichtet gewesen wäre. Die Folge wäre gewesen, dass viel mehr Treibstoff für das Bremsmanöver hätte aufgewendet werden müssen. Deshalb ging die NASA zu „Plan B“ über und beschloss, die so genannten „Low Gain Antenna“ einzusetzen. Auf die gewaltige Entfernung zum Saturn ist diese Antenne allerdings so leistungsschwach, dass keinerlei Daten übertragen werden konnten. Aber allein schon die Analyse der Doppler-Verschiebung im Signalton zeigte an, ob und wann das Brennmanöver begann, wie sein Fortgang war, welche Bremsverzögerung auftrat und wann es endete.

SOI - Saturn Orbit Insertion

Das SOI Manöver (für Saturn Orbit Injection) ist eines von nur drei so genannten „kritischen“ Sequenzen, die in die Missions-Software von Cassini eingebaut sind. Als kritische Sequenz gilt ein Ablauf, der ordnungsgemäß durchgeführt werden muss, damit der Missionserfolg sichergestellt ist. Die erste dieser Sequenzen war der Start zur Venus vor sieben Jahren, die zweite war das Einbremsen in die Umlaufbahn um Saturn und die verbleibende dritte Sequenz ist die Huygens Datenübertragungs-Sequenz am 14. Januar 2005.

Das SOI Manöver ist aber insofern einzigartig, als dass es das einzige Manöver während der ganzen Mission war, das zu einem exakt definierten Zeitpunkt stattfinden musste. Es kann nicht verschoben werden, sonst ist die Mission gescheitert. Hätte das Brennmanöver nicht funktioniert, wäre die Sonde am Saturn vorbei geflogen und in den Weiten des Alls verschwunden. Der Bordcomputer wurde deshalb instruiert, das Brennmanöver auf keinen Fall zu stoppen. Ganz gleich welcher Fehler auch immer auftreten mag. Es gibt zwar einige Notfallszenarien, in denen der Bordcomputer das Brennmanöver kurz anhalten kann, dann auf das Reserve-Trieb-

werk umschaltet und mit dem Brennmanöver fort fährt. Aber durchgeführt wäre es auf jeden Fall worden, selbst bei schwerwiegenden Fehlfunktionen an der Raumsonde. Wenn während des normalen Betriebs ein Problem am Raumfahrzeug auftritt, dann versetzt der Bordcomputer normalerweise das Fahrzeug in einen Zustand, den die Missionskontrollen „Safe Mode“ nennen, in einen Sicherheitsmodus also. Für das Eintreten in diesen Sicherheitsmodus gibt es zahllose Möglichkeiten, abhängig von der Art des Fehlers. Das Resultat ist immer dasselbe. Cassini stellt seinen Forschungsbetrieb ein, sucht nach der Sonne (und hat damit automatisch die ungefähre Ausrichtung zur Erde, denn von Cassinis Warte aus ist die Erde nie mehr als sechs Grad von der Sonne entfernt). Und dann schaltet das Raumfahrzeug auf eine niedrige Datenübertragungsrate um und wartet auf Instruktionen.

Wegen der großen Entfernung zum Saturn und der langsamen Kommunikationsrate während des Safe-Mode hätten die Ingenieure auch im günstigsten Fall 48 Stunden benötigt, um Cassini wieder in den Normalbetrieb zu bringen. Würde das Raumfahrzeug aber während des überaus kritischen Saturn-Bahnmanövers in Safe-Mode gehen und das Triebwerk stilllegen, dann wäre die Mission gescheitert. Aus diesem Grund war für die Zeit des SOI-Manövers die Fehlerschutz-Software stillgelegt, mit Ausnahme der Module, die benötigt wurden, um Anomalien während des Brennmanövers selbst zu regeln. Hätte etwa der Einschlag eines Mikrometeoriten das Triebwerk A beschädigt, dann hätte der Computer innerhalb von 10 Minuten auf das zweite Triebwerk umschalten und das Brennmanöver fortsetzen können. Die Einschussbahn wäre dann nicht mehr optimal gewesen, es wäre viel vom Reservetreibstoff verbraucht worden, aber die Mission wäre gerettet gewesen.

Planmäßiger Ablauf

Nachdem sich Cassini für das SOI-Manöver positioniert hatte, begann die Sonde, das Trägersignal zu senden, das um 4:27 Uhr aufgefangen wurde. Mission Control wusste damit, dass das Raumfahrzeug die erste Ringdurchquerung intakt überstanden hatte. Um 4:36 veränderte sich das Signal wie vorhergesagt durch eine Veränderung in der Doppler-Modulation der Trägerwelle. Das Brennmanöver hatte begonnen. Im Kontrollzentrum brandete kurz Applaus auf. Dreißig Minuten nach Beginn des Bremsmanövers kam es für 25 Minuten zu einem Blackout in der Signalübermittlung, weil Cassini jetzt durch den Saturnring A abgeschattet war. 55 Minuten nach Beginn der Zündung konnte das Signal wieder klar empfangen werden, denn

jetzt konnte die Raumsonde durch die so genannte Cassini-Teilung der Saturnringe angepeilt werden. 61 Minuten nach Beginn der Zündung verschwand das Signal abermals, als das Raumfahrzeug vom B-Ring verdeckt wurde. Danach bestand bis zur 89. Minute keine Verbindung mehr. Erst danach konnte das Dopplersignal wieder verfolgt werden. Die geringste Annäherung an den Saturn, knapp 20.000 Kilometer über der Wolkendecke wurde 5:03 mitteleuropäischer Zeit erzielt, da lief das Brennmanöver noch acht Minuten. Um 5 Uhr 11 schaltete der Bordcomputer das Triebwerk wieder ab. Die Geschwindigkeit der Raumsonde war jetzt um 2.240 Kilometer pro Stunde gesunken.

Unmittelbar nach Brennschluss schwenkte das Raumfahrzeug herum und richtete die Hauptantenne für eine Minute zur Erde, um einen kurzen Statusreport zu übermitteln. Gleich danach rollte sich Cassini in eine Position, in der sie die nur 15.000 Kilometer tiefer gelegenen Ringe beobachten konnte. Die Raumsonde wird während ihrer gesamten Primärmission den Ringen nie wieder so nahe kommen wie in dieser Phase.

Um 5:32 Uhr drehte sich Cassini wieder in die Schutzstellung mit der Antenne als Schild nach vorne gerichtet, und um 5:58 Uhr stieß die Raumsonde erneut durch die Lücke zwischen dem F und dem G-Ring, diesmal im aufsteigenden Ast der Bahnellipse um den Saturn. Exakt um 7:00 mitteleuropäischer Zeit richtete sich Cassini wieder zur Erde aus, und begann für eine Zeitspanne von 19 Stunden und 30 Minuten Daten zur Erde zu senden. 31 Stunden nach dem Einschuss in den Orbit passierte Cassini den Mond Titan in einer Entfernung von weniger als 330.000 Kilometern. Das war damit der erste offizielle Vorbeiflug am Titan während dieser Mission, und die erste, die erprobte, ob die Kamera an Bord der Raumsonde die dunstige Atmosphäre durchdringen kann.

Die ersten 18 Monate im Saturn-System

Während diese Ausgabe für den Druck vorbereitet wird, besteht kein Kontakt zur Raumsonde, denn zwischen dem 4. und 11. Juli verschwindet der Saturn von der Erde aus gesehen hinter der Sonne. Doch am 12. Juli sollte sich Cassini wieder in Pasadena melden und dann beginnt die eigentliche vierjährige Primärmission. Sehen wir uns die Ziele der ersten eineinhalb Jahre, bis zum Dezember 2005, einmal an:

Am 23. August steht ein weiteres extrem wichtiges Manöver an. An diesem Tag muss das Haupttriebwerk ein letztes Mal in Aktion treten. Es ist dies ein 51 Minuten langes Brennmanöver, bei der die

Geschwindigkeit der Raumsonde um weitere 1.400 Kilometer pro Stunde reduziert wird. Die Missionsplaner nennen das Manöver PRM, die Kurzform von „Perigee Raise Manöver“, bei dem der niedrigste Bahnpunkt in etwa auf die Höhe der Titan-Bahn angehoben wird.

Am 26. Oktober 2004 passiert Cassini den Titan erstmals wirklich nahe, in nur 1.200 Kilometern Entfernung und am 13. Dezember noch einmal in 2.340 Kilometern Entfernung.

Am ersten Weihnachtsfeiertag soll die Freigabe der europäischen Titan-Landesonde Huygens erfolgen.

Am 1. Januar passiert Cassini den Mond Japetus in 65.000 Kilometern Entfernung.

Der Abstieg der Landesonde Huygens auf die Oberfläche des geheimnisvollen Titan soll dann während des dritten nahen Rendezvous mit Titan am 14. Januar 2005 geschehen. Während Huygens den Abstieg zur Oberfläche des Mondes unternimmt, hält Cassini den Funkverkehr mit dem Lander aufrecht. Das Mutterschiff kommt dabei dem Titan nur auf 65.000 Kilometer nahe. Am 15. Februar erfolgt der nächste Vorbeiflug an Titan, diesmal in 950 Kilometern Entfernung. Bei jedem dieser nahen Vorbeiflüge macht Cassini Radaraufzeichnungen von dem Mond, die jeweils etwas weniger als ein Prozent der Oberfläche erfassen.

Am 17. Februar und am 19. März finden zwei Vorbeiflüge am Mond Enceladus statt. In 1.180 und 500 Kilometern Abstand.

Am 31. März und am 16. April ist wieder Titan an der Reihe und am 14. Juli noch einmal Enceladus.

Am 22. August und am 7. September ist erneut Titan das Ziel, am 24. September Tethys in 33.000 Kilometer Entfernung, am 26. September Hyperion in 950 Kilometern Abstand und am 11. Oktober Dione in nur 500 Kilometern.

Am 28. Oktober holt Cassini wieder am Titan Schwung und erreicht am 26. November Rhea. Den Abschluss der Mondbegegnungen des Jahres 2005 macht wieder Titan am 26. Dezember in einem Abstand von 10.400 Kilometern.

Dieses gewaltige Programm ist aber nur der Auftakt einer noch viel längeren Expedition. So lange sie dauert werden wir regelmäßig von Saturn, seinen Ringen und seinen geheimnisvollen Monden berichten.

Ein Beitrag von Eugen Reichl.

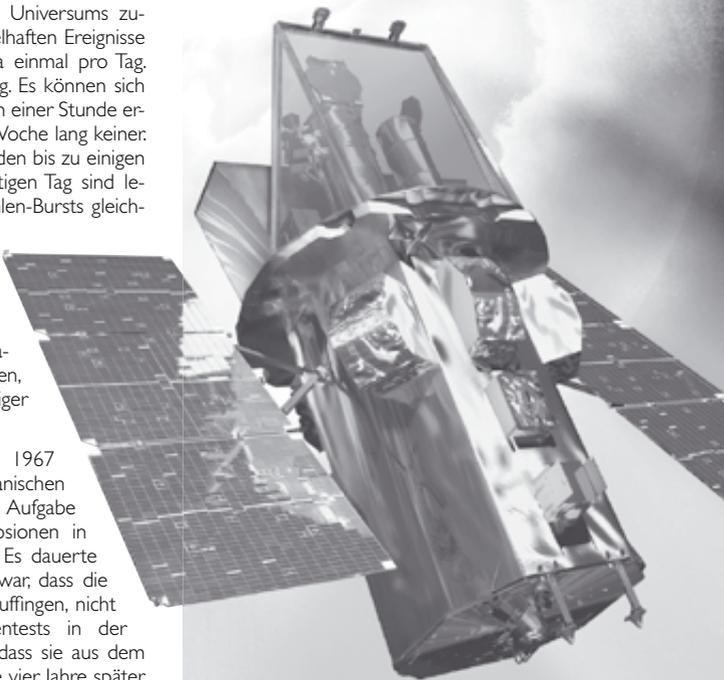
schneller späher

Am 20. November um 18:16 mitteleuropäischer Zeit startete mit dem Gammastrahlenobservatorium Swift das bedeutendste astronomische Weltrauminstrument des Jahres zu einer mindestens zweijährigen Mission in die Erdumlaufbahn. Um 19:52 war der vorgesehene Orbit 600 Kilometer über der Erdoberfläche erreicht. Eine Stunde später entfaltete Swift seine beiden Solargeneratoren.

Die von Aero Astro in den USA gebaute astronomische Plattform ist ein Forschungssatellit der Medium-Explorer-Klasse. Seine Hauptaufgabe ist es, die Geheimnisse der rätselhaften Gamma-Strahlenausbrüche, kurz Bursts genannt, zu untersuchen. Swift soll diese Bursts im optischen- und im ultravioletten Bereich, sowie im Röntgenspektrum beobachten, unmittelbar nachdem sie aufgeflammt sind.

Gamma-Bursts erzeugen für kurze Zeit mehr Energie, als der gesamte Rest des Universums zusammen. Diese immer noch rätselhaften Ereignisse geschehen im Durchschnitt etwa einmal pro Tag. Die Verteilung ist komplett zufällig. Es können sich durchaus drei Bursts innerhalb von einer Stunde ereignen, und danach wieder eine Woche lang keiner. Sie dauern von einigen Millisekunden bis zu einigen hundert Sekunden. Bis zum heutigen Tag sind lediglich ein dutzend Gamma-Strahlen-Bursts gleichzeitig im sichtbaren Licht und im Röntgenspektrum erfasst worden. Mit Swift wird sich das ändern, denn bei diesem Satelliten sind die Beobachtungsinstrumente miteinander gekoppelt. Damit wird für jedes Burst-Phänomen, das Swift untersucht, ein vollständiger Datensatz entstehen.

Gamma-Bursts wurden im Juli 1967 durch einen Zufall von amerikanischen Vela-Satelliten entdeckt. Deren Aufgabe war es, eventuelle Nuklearexplosionen in der Erdatmosphäre festzustellen. Es dauerte zwei Jahre, bis den Militärs klar war, dass die mysteriösen Signaturen, die sie auffingen, nicht von unidentifizierten Kernwaffentests in der Erdatmosphäre kamen, sondern dass sie aus dem Weltraum stammten. Erst weitere vier Jahre später wurde diese Informationen vom Militär deklassifiziert und konnten damit veröffentlicht werden.



Künstlerische Darstellung von SWIFT.

Seit damals sind die Phänomene mit einer ganzen Reihe von Raumfahrzeugen untersucht worden. Die bekanntesten waren wohl das Compton-Observatorium der NASA, das inzwischen nicht mehr im Dienst ist, und der Forschungssatellit Integral der ESA.

Der Gammastrahlen-Detektor von Swift, mit dem Namen BAT (das Akronym steht für Burst-Alert Telescope), ist etwa dreimal sensitiver als der Detektor des Compton-Teleskops, das in den neunziger Jahren im Einsatz war. BAT wird in der Lage sein, einen Gamma-Burst mit einer Genauigkeit von weniger als vier Bogensekunden festzustellen, und wird diese Position innerhalb von maximal 20 Sekunden nach Beginn des Bursts zur Erde übermitteln.

Die Astronomen auf der Erde werden dann mit diesen Daten versuchen, so schnell wie irgend möglich erdgebundene Teleskope auf das Phänomen auszurichten. Das ist ein Prozess, der unter sehr günstigen Umständen in wenigen Minuten ablaufen kann. Manchmal dauert es aber einen Tag oder mehr, bis ein Großteleskop für diesen Zweck verfügbar ist. Das ist natürlich entschieden zu lange für ein solch flüchtiges Phänomen. Hier wird Swift aber selbst aktiv. An Bord des Satelliten befinden sich sechs so genannte Reaction control wheels, Schwungräder, mit denen sich das Weltraumobservatorium in maximal 75 Sekunden auf jeden Punkt des Himmels ausrichten kann.

Sobald sich Swift in Position gebracht hat, wird er das Phänomen mit seinen drei Instrumenten untersuchen, dem XRT (für X-Ray Telescope), also dem Röntgenstrahlen-Teleskop, mit UVOT (für Ultraviolet/Optical Telescope), einem Teleskop, das den ultravioletten und optischen Wellenbereich abdeckt, und das baugleich mit dem Instrument ist, das sich auch an Bord des europäischen Röntgenteleskops XMM befindet, und eben BAT, dem Burst Alert Telescope selbst.

Die meisten Gammastrahlen-Bursts dauern nur zwischen zwei und zehn Sekunden. Das bedeutet, dass das Aufflammen dieser Bursts nur dann aufgefangen werden kann, wenn Swift zufällig in diese Himmelsregion blickt. Die Chance dafür beträgt etwas mehr als 15 Prozent. Während der Primärmission von Swift sollte das aber immerhin einige Dutzend Mal gelingen. Von einer weitaus größeren Zahl dieser extrem kurzen Bursts wird Swift aber den „Afterglow“, das „Nachglühen“ auffangen. Das Nachglühen entsteht, wenn die Gammastrahlung des Ursprungsobjektes durch Materiewolken teilweise abgeblockt wird. Dieses Phänomen kann noch Tage und Wochen nach einem Gammastrahlen-Ausbruch andauern. Der erste jemals registrier-

te Afterglow im Röntgenbereich wurde von dem italienischen Forschungssatelliten „BeppoSAX“ am 28. Februar 1997 registriert, als dieser den Gamma-Burst GRB979228 beobachtete.

Die Wissenschaft ist sich bis zum heutigen Tag nicht sicher, was die Gammastrahlen-Bursts auslöst, denn die Datenbasis ist wegen der Flüchtigkeit des Phänomens sehr klein.

Man geht aber davon aus, dass es mehrere Arten von Bursts gibt, die auf unterschiedliche Ursachen zurückzuführen sind. Die gängigste Version ist der Kollaps überschwerer Sterne zu schwarzen Löchern, sie könnten aber auch durch die Kollision zweier Neutronensterne, zweier schwarzer Löcher oder dem hypothetischen und noch nicht durch direkte Beobachtung bestätigten Verdampfen eines schwarzen Lochs hervorgerufen werden.

Swift wird im Schnitt jeden Tag etwa 50 Kilobytes an Daten für die so genannten „Quick-reaction-alerts“ über die Datenrelay-Satelliten der NASA senden. Immer dann also, wenn es gilt, innerhalb von Sekunden die Astronomen auf dem Boden von einem neuen Gamma-Burst zu benachrichtigen. Seine eigenen Beobachtungen speichert Swift dagegen an Bord, und übermittelt sie erst dann, wenn er die Bodenstation überfliegt. Dann kann er pro Überflug bis zu 6 Gigabyte an Daten übermitteln. Die „Heimatbasis“ für Swift wird die von Italien betriebene Bodenstation in Malindi in Kenia sein. Diese Station wird übrigens auch regelmäßig bei Ariane-Starts zur Datenübermittlung eingeschaltet.

Swift kostet alles in allem etwa 200 Millionen Euro. Die Projektwissenschaftler hoffen, dass sie in der zweijährigen Primärmission etwa 200 Gamma-Bursts direkt beobachten können. Da diese Strahlungsereignisse ja nur sporadisch auftreten, bleibt Swift einiges an „Freizeit“. Die wird Swift dazu nutzen, eine Durchmusterung des ganzen Himmels im Röntgenbereich vornehmen. Die Wissenschaftler gehen davon aus, dass sie mit Swift's Hilfe über 400 neue supermassive schwarze Löcher finden werden.

Ein Beitrag von Eugen Reichl.

neuer horizont für uranus

NASA



Sehr schöne künstlerische Darstellung in einem allerdings reichlich überfüllten Kuiper-Belt.

Die Mission hat schon viele Namen erhalten. Am bekanntesten ist sie wahrscheinlich immer noch unter der Bezeichnung Pluto-Express: Die erste Raumsonde mit dem Auftrag, den äußersten Planeten des Sonnensystems und seinem mysteriösen Mond zu untersuchen und danach eine erste Erkundung von Objekten des Kuiper-Gürtels vorzunehmen.

Die NASA wählte Pluto-Express im Jahre 2001 als erste Mission im Rahmen des neu gegründeten New Frontier-Programmes aus, und gab ihr dann die Bezeichnung New Horizons 1, kurz NH 1. Die Vorbereitung dieser Mission macht gute Fortschritte, trotz einiger technischer und programmatischer Probleme. Große Teile der Hardware sind inzwischen fertig. Der Start soll im Januar 2006 er-

folgen, ist also nur noch weniger als ein Jahr entfernt. NH 1 soll dann im Februar 2007 einen nahen Vorbeiflug am Jupiter unternehmen, um kräftig Schwung zu holen, und Pluto und seinen Mond Charon im Juli des Jahres 2015 erreichen.

Nach der ersten Detailerkundung dieses äußersten Planeten unseres Sonnensystems und seines Mondes soll NH 1 danach noch ein oder zwei kleinere Objekte des Kuiper-Gürtels ansteuern. Die Ziele dafür liegen noch nicht fest.

Verglichen mit den meisten bisherigen Tiefraumsonden wie Voyager, Galileo oder Cassini ist NH 1 nur ein sehr kleines Raumfahrzeug und vergleichsweise preiswert obendrein. NH 1 wiegt voll betankt nur 465 Kilogramm. Sie ist damit vergleichbar mit den Pioneer-Sonden der frühen siebziger Jahre. NH 1 trägt sieben hoch miniaturisierte Instrumente, mit deren Hilfe man fundamentale neue Erkenntnisse über den Aufbau des Sonnensystems erwartet. Die Sonde wird nur 13 Monate nach dem Start von der Erde bereits den Jupiter erreicht haben. Um sie auf ein so enormes Tempo zu beschleunigen benötigt sie eine normalerweise völlig überdimensionierte Trägerrakete, nämlich eine Atlas 551. Zum Vergleich dazu: Dieser Träger wird auch eingesetzt, um im nächsten Jahr den sechsmal schwereren Mars Reconnaissance Orbiter auf den Weg zum Roten Planeten zu bringen.

Der amerikanische National Research Council bezeichnete NH 1 als die bedeutendste Mission der näheren Zukunft für die Planetenforschung. Schon früh entstand deshalb die Idee, die Sonde nicht wie ursprünglich geplant, als Einzelmision zu fliegen, sondern einer alten Tradition der NASA folgend, als Doppelmision zu projektieren. Ein Konzept dafür entstand vor etwa zwei Jahren. Damit war das Projekt New Horizon 2, kurz NH 2, geboren.

NH 2 wird, wenn die derzeitige Planung gehalten werden kann, im Jahre 2008 starten. Auch sie macht sich auf den Weg zum Jupiter. Sollte bis ende 2009, also bis zu dem Zeitpunkt an dem NH 2 den Jupiter erreicht, ein technisches Problem bei NH 1 auftreten, kann NH 2 als Reservesonde die Pluto-Mission übernehmen, wenngleich dann ein wesentlich

längerer Flugweg eingeschlagen werden müsste. Sollte NH 1 danach scheitern, dann kann NH 2 immer noch die Kuiper-Belt Mission retten. Die Überlegung für ein solches Vorgehen ist, dass die Pluto-Sonde mehr als neun Jahre lang unterwegs sein wird, um ihr erstes Ziel zu erreichen, und noch einmal signifikant länger, um danach ein Kuiper-Belt Objekt zu erreichen. Diese Reise ist weiter und dauert länger als je zuvor für ein Raumfahrzeug, um das Primärziel zu erreichen. Die Risiken für ein einsames einzelnes Raumfahrzeug bei einer solchen Mission sind offensichtlich.

In der Vergangenheit hat sich die NASA schon öfters bei hoch riskanten Einsätzen dadurch abgesichert, dass sie zwei Raumfahrzeuge zu einem bestimmten Ziel gesendet hat. Diese Zwei-Raumfahrzeuge-Strategie war insbesondere in den frühen Tagen der Raumfahrt im Mariner-Programm sehr nützlich. Von den Raumsonden Mariner 1 und 2, die während des gleichen Startfensters zur Venus entsandt wurden, erreichte nur Mariner 2 ihr Ziel. Ähnlich war es bei den Marssonden Mariner 3 und 4. Nur Mariner 4 erreichte den Mars. Und von den baugleichen Marssonden Mariner 8 und 9 konnte nur Mariner 9 seine Mission erfüllen.

Mindestens genauso oft waren aber beide Raumfahrzeuge erfolgreich. Voyager 1 und 2, Viking 1 und 2 oder die beiden Mars Exploration Rover sind ein Beispiel dafür: In diesen Fällen war die weitaus größere Datenausbeute der Lohn für die höheren Gesamtkosten. Und gerade die beiden Marsrover zeigen, dass durch eine erfolgreiche Doppelmission völlig unerwartete Ergebnisse erzielt werden können. Ergebnisse, die einen ganz anderen Gesamtkontext herstellen, als eine Einzelmission.

Ähnlich soll es auch mit NH 2 werden. Sind beide Sonden erfolgreich, dann kann mit dem zweiten Raumfahrzeug eine wesentlich bessere wissenschaftliche Basis für das Verständnis des äußeren Sonnensystems geschaffen werden als mit einer Einzelmission.

NH 2 wird signifikant weniger kosten als die erste Sonde, denn hier könnten alle Ersatzgeräte der ersten Sonde verwendet werden. Die Missionskontrolle kann ohne wesentlichen Mehraufwand für dasselbe Geld eine zweite Mission steuern, und so geht das New Horizon Team davon aus, dass für die NH 2 Mission nur etwa 40 Prozent der Kosten von NH 1 anfallen werden.

Vor wenigen Wochen wurde NH 2 vom amerikanischen Senat abgesegnet und wird in die NASA-Budgetplanung aufgenommen. Die Mission könnte damit in Vorbereitung gehen. Wie wird dieser Flug nun aussehen?

Das nominale Startfenster wird sich für einige Wochen im Jahr 2008 öffnen, ein Reservestartfenster liegt im Jahr 2009. Wie bei NH 1 wird auch NH 2 eine schnelle Direktroute zum Jupiter nehmen, und auch die zweite Sonde wird zunächst am Riesenplaneten Schwung nehmen, dann aber nicht auf eine Bahn in Richtung Pluto, sondern auf eine Trajektorie in Richtung Uranus umgelenkt. Diese Uranus-Passsage wird dann eine Mission für sich selbst sein.

Wenn NH 2 im Jahre 2014 den Uranus erreicht - vorausgesetzt der Start erfolgt 2008 - wird er den blaugrünen Methanriesen mit seinen derzeit bekannten 17 Monden in einer weitaus vorteilhafteren Position antreffen, als Voyager 2 vor 30 Jahren beim einzigen bisherigen Uranus-Vorbeiflug. Damals war der Südpol des Planeten fast direkt zur Sonne ausgerichtet und Voyager durchflog den Uranus und sein Mondsystem fast im rechten Winkel, eine denkbar schlechte Position für eine ausgiebige Erkundung. Diesmal ist Uranus fast eine viertel Sonnenumrundung weiter, und die Planetenebene liegt nahezu in der Flugbahn. NH 2 kann also das gesamte Mondsystem in ganzer Breite durchqueren.

Anders als beim kurzen Vorbeiflug von NH 1 am kleinen Pluto wäre Uranus schon Tage vor der größten Annäherung Bild füllend vor der Kamera von NH 2.

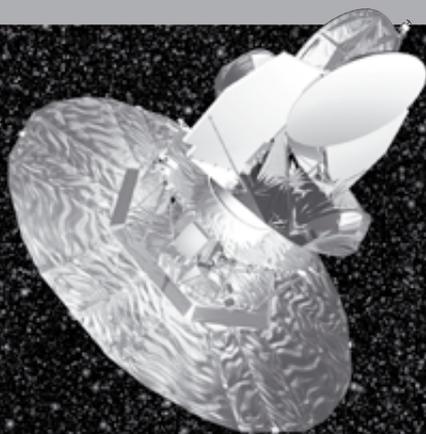
Die Schwerkraft des Uranus biegt die Flugbahn von NH 2 schließlich so, dass eines der interessantesten der derzeit bekannten Kuiper-Belt Objekte angesteuert werden kann: 1999 TC36. Dieses Objekt ist mit einem geschätzten Durchmesser von 400-500 Kilometern nicht nur ein wahrer Mammut, sondern es handelt sich auch noch um ein binäres Objekt, also einen Planetoiden, der seinerseits einen Mond besitzt.

TC 36 ist zehnmal größer als jedes Kuiper-Belt Objekt, das NH 1 möglicherweise erreichen kann. Selbst der Mond von TC 36 ist noch doppelt so groß wie jedes mögliche NH 1 Zielobjekt. Nach TC 36 würde NH 2 weiterfliegen zu einem oder zwei weiteren Objekten mit Durchmessern zwischen 50 und 100 Kilometern. Alles in allem könnte NH 2 drei, vier oder vielleicht sogar mehr Kuiper-Belt-Objekte erreichen. NH 1 vielleicht eines, mit Glück zwei.

Die Reise von NH 2 wäre ein Flug, angefüllt mit interessanten Ereignissen. Für manchen Planetenwissenschaftler stellt sich NH 2 inzwischen schon als die interessantere der beiden Missionen dar.

Ein Beitrag von Eugen Reichl.

es werde licht



Künst. Darstellung der Sonde WMAP am Lagrange-Punkt 2

Neueste Forschungen haben ergeben, dass von der Entstehung des Universums bis zum Aufleuchten des ersten Sternes etwa 200 Millionen Jahre vergangen sind. Der junge Kosmos hatte die „Dark Ages“ überwunden. Das Zeitalter der leuchtenden Sterne begann.

*Am Anfang schuf Gott Himmel und Erde.
Und die Erde war wüst und leer,
und es war finster in der Tiefe;
und der Geist Gottes schwebte auf dem Wasser.
(Bibel: Genesis)*

*Einst war die Zeit, da Ymir lebte.
Da war nicht Sand, noch See, noch Meereswogen,
Nicht Erde fand sich noch oben Himmel,
Nur gähnender Abgrund und Gras nirgendwo.
(Edda: „Der Seherin Spruch“)*

Die Zeugung der Materie

Die Ahnung, dass der Kosmos aus einem unbekanntem „Nichts“ gezeugt wurde, ist tief in allen Religionen der Welt verwurzelt. In ihren Überlieferungen und heiligen Büchern versuchen sie diese Urzeugung in Worte zu fassen. Die benutzten Metaphern unterscheiden sich, aber der Sinngehalt der Aussagen ist gleich: Zunächst war das „Nichts“. Dann kam der Moment der Schöpfung...

Der Beginn des Seins des Kosmos, der Zeitpunkt an dem unser Universum in seine Existenz barst, war das kataklysmische Ereignis schlechthin. In einem einzigen unfassbar kurzen Moment brach das Raum-Zeit-Kontinuum auf, und das Universum,

eben noch nicht existent, dehnte sich mit ungeheurer Geschwindigkeit aus, dem viel-milliardenfachen der Lichtgeschwindigkeit. Scheinbar jenseits aller Naturgesetze. Doch nicht Dinge bewegten sich mit aberwitziger Geschwindigkeit, sondern der Raum selbst.

Die Periode der Inflation, wie die Kosmologen dieses rätselhafte Ereignis bezeichnen, war unfassbar kurz. Schon 10-34 Sekunden nach seinem Beginn war sie auch schon wieder vorbei. Die Ausdehnung des Raums ging jetzt zwar weiter, gerann aber nach diesem vehementen ersten Ausbruch zu der stetigen Expansion, die den Kosmos seitdem vergrößert.

Das Universum war geschaffen. Die Naturkraft, eben noch eins, war im Moment nach der Inflation gespalten in vier getrennte Wechselwirkungen.

In den ersten Millionstel Sekunden seines Seins war der Kosmos extrem heiß und hell. Es gab weder Protonen noch Neutronen. Das Universum war angefüllt mit einer unfassbaren Menge an Strahlung und einer dazu vergleichsweise geringen Menge an Quarks.

Dieses anfängliche Strahlungsfeld, die kosmische Hintergrundstrahlung, gibt es noch heute. Und noch immer füllt es den gesamten Raum. Doch ist seine Energie jetzt, dank der Expansion des Universum, auf nur noch 2,7 Grad über dem absoluten Nullpunkt gesunken.

Die in den Strahlungskosmos der ersten Mikrosekunde eingestreuten Quarks bestanden zur einen Hälfte aus normaler Materie, zur anderen Hälfte aus Antimaterie. Allerdings nur fast, denn es existierte ein winzig kleiner Überhang hin zur normalen Materie. Dieser Überschuss war so klein, dass auf

etwa dreißig Millionen Antimaterie-Quarks dreißig Millionen und ein Materiequark kamen.

Innerhalb der nächsten Millisekunden in der Existenz unseres Universums vernichtete sich Materie- und Antimateriequarks und trugen damit einen winzigen Teil zum schon vorhandenen Strahlungsmeer bei. Nur dieses dreißig Millionstel an überzähligen Quarks blieb erhalten. Aus diesem scheinbar so kläglichen Rest besteht heute die gesamte Materie des Kosmos.

Die Vernichtung fast aller Materie- und Antimateriequarks war 30 Mikrosekunden nach dem Urknall abgeschlossen. Unmittelbar danach verbanden sich die restlichen Quarks zu Protonen und Neutronen. Der Überhang an Strahlung blieb aber unfassbar groß. Auf jedes Proton oder Neutron an normaler Materie kommen etwa eine Milliarde Photonen und eine womöglich noch größere Zahl an Neutrinos.

Etwa eine Sekunde nach dem Urknall war die Temperatur soweit gesunken, dass ein Teil der Protonen und Neutronen zu Helium-, Deuterium- und Lithiumkernen verschmelzen konnte. Das Deuterium wiederum fusionierte fast sofort zum größten Teil zu Helium. Dieser Vorgang hielt für etwa dreieinhalb Minuten an und brach abrupt ab, als die Temperatur des Kosmos soweit gesunken war, dass eine Fusion dieser Elemente nicht mehr möglich war. In dieser Zeit, nicht länger als ein olympischer 1.500-Meter-Lauf, waren die Urelemente des gesamten Kosmos entstanden.

Schwerere Kerne wie Kohlenstoff oder Sauerstoff konnten aber zunächst nicht entstehen. Sie wurden erst im Zeitalter der leuchtenden Sterne geschaffen.

Nach diesen ersten fulminanten Minuten stellt sich im jungen Universum ein Zustand relativen Gleichgewichts ein. Der Raum war nun ein ungeheures

Meer aus Wasserstoff- und Heliumkernen, geringen Mengen von Deuterium und Lithium, aus Photonen und freien Elektronen.

*Und Gott sprach:
Es werde Licht! Und es ward Licht.
Und Gott sah, dass das Licht gut war.
Und Gott schied das Licht von der Finsternis
und nannte das Licht Tag und die Finsternis Nacht.
(Bibel: Genesis)*

*Bis Börs Söhne den Boden erhoben,
Sie, die das mächtige Midgard schufen.
Die Sonne von Süden schien auf die Felsen
Und dem Grund entgrünte grüner Lauch.
(Edda: „Der Seherin Spruch“)*

Die Dark Ages

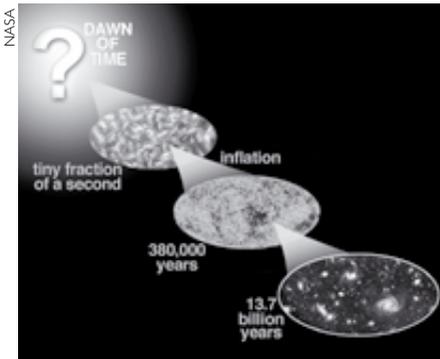
Die Hitze im frühen Universum war so groß, dass alle Elemente in ständiger Wechselwirkung waren. Strahlung und Materie waren eng gekoppelt. Ein undurchsichtiges Gewitter ständiger Interaktionen von Strahlung und Materie war im Gange. Unter den Bedingungen dieses so genannten thermischen Gleichgewichtes dehnte sich das Universum immer weiter aus und kühlte dabei ab.

Die Monotonie wurde nur durch geringfügige Schwankungen in der Hintergrundstrahlung des Universums gestört, Überreste aus der kurzen inflationären Phase der ersten Nanosekunden.

379.000 Jahre nach dem Urknall fand das Zeitalter des Gleichgewichts ein jähes Ende. Die kurze Ära der „Rekombination“ begann. Zu diesem Zeitpunkt hatte sich die Temperatur des Universums auf etwa 3000 Kelvin abgekühlt. Damit war es jetzt kühl genug dafür, dass sich die herumschwirrenden Elektronen an die freien Protonen binden konnten.

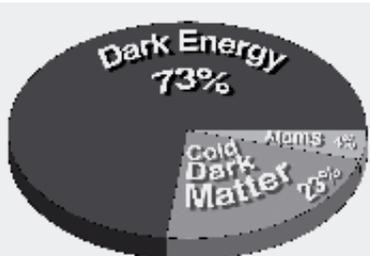
Die Prägung der Urmaterie war nun abgeschlossen. Der eben entstandene neutrale Wasserstoff bildete nun drei Viertel der vorhandenen normalen Materie im Universum. Fast der gesamte Rest bestand aus Helium.

Bei der Zeugung der Materie im frühen Universum entstand aber nicht nur baryonische Materie, also die Materie die wir kennen und die aus Neutronen und Protonen besteht. Wir wissen heute, dass diese „gewöhnliche“ Materie nur etwa vier Prozent der Materie im Universum ausmacht. Zusätzlich gibt es im Universum große Mengen an „dunkler“ baryonische Materie, also „normale“ Materie die keine oder nur sehr geringe Strahlung versendet.



Darstellung zum Alter des Universums.

NASA



Materieverteilung im Universum

Und dann gibt es - wahrscheinlich - noch eine sehr exotische, ebenfalls „dunkle“ Materie, die weder aus Neutronen noch aus Protonen besteht. Die Suche nach dieser geheimnisvollen dunklen Materie ist eine ganz eigene spannende Geschichte.

379.000 Jahre nach dem Urknall waren damit die Voraussetzungen geschaffen, die schließlich zwangsläufig zur Bildung der ersten Sonnen führen mussten.

Mit der Bildung der Wasserstoffatome klarte, bildlich gesprochen, die Sicht plötzlich auf. Es war als wäre eine undurchdringlich blendende Blitzefront plötzlich verschwunden, und hätte der klaren, dunklen Nacht Platz gemacht.

Das Meer der Photonen war nun nicht mehr in Wechselwirkung mit der Materie und strömte ungehindert durch den Raum. Doch das Verschwinden der Interaktionen hatte eine bedeutende Folge: Es wurde Nacht im Universum. Die „Dark Ages“ begannen.

Und Gott sprach:

*Es werde eine Feste zwischen den Wassern,
die da scheidet zwischen den Wassern.
Da machte Gott die Feste und schied das Wasser
unter der Feste von dem Wasser über der Feste.
Und Gott nannte die Feste Himmel.
(Bibel: Genesis)*

*Die Sonne von Süden, des Mondes Gesellin
hielt mit der Rechten den Himmelsrand,
Sonne wusste nicht, wo sie Sitz hatte,
Mond wusste nicht, was er Macht hätte,
Die Sterne wussten nicht, wo sie Stätte hätten.
(Edda: „Der Seherin Spruch“)*

COBE und WMAP bringen Licht ins Dunkel

Die Schwankungen im heutigen kosmischen Hintergrund sind der Abdruck der Schwankungen, die vorlagen, als Materie und Strahlung zuletzt in Berührung waren. Weil die Schwankungen in der Materiedichte schließlich zur Bildung der ersten Sterne führten, können wir aus den Schwankungen im Mikrowellenhintergrund ablesen, welches die Anfangsbedingungen für die Bildung von Sternen, Galaxien und noch größeren Strukturen waren.

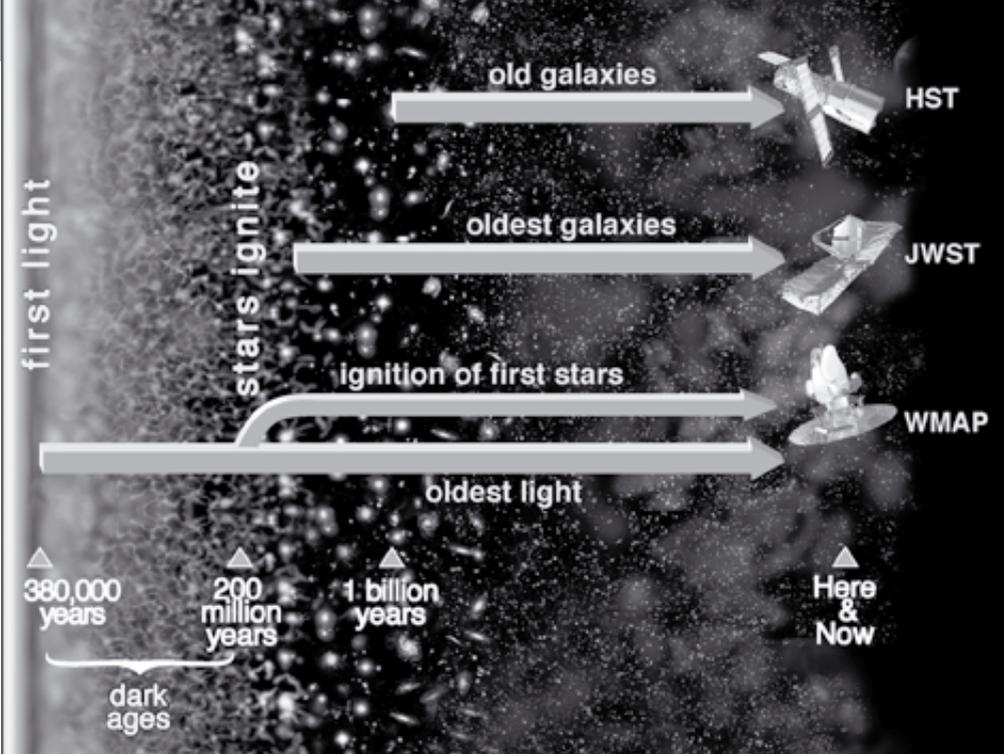
Die Astronomen, die sich mit dieser frühen Phase des Universums beschäftigen, standen vor einem fundamentalen Problem: Wie beobachtet man etwas, das existierte bevor die ersten Sterne Licht produzierten. Doch die Wissenschaft fand eine Lösung für dieses Problem: man kann die ersten Atome des frühen Universums beobachten, indem man die „Schatten“ observiert, die sie werfen.

Wie ist das zu verstehen? Um diese „Schatten“ zu sehen muss ein Beobachter die Mikrowellen-Hintergrundstrahlung des Kosmos beobachten. Die Strahlung, die von der Geburt des Universums übrig geblieben ist.

Das Hilfsmittel zur Auffindung dieser Strahlung waren zwei Raumfahrzeuge: der „Cosmic Background Explorer“, kurz COBE und ihr Nachfolger, die „Wilkinson Microwave Anisotropy Probe“ (WMAP). Diese beiden Raumfahrzeuge machten sich auf die Suche nach dem ältesten Spuren des Lichts im Universum. Den letzten sichtbaren Überresten des Big Bang.

Erst seit die Bildung der Materie abgeschlossen war, 379.000 nach der Geburt des Universums, kann die vom Big Bang verbliebene kosmische Hintergrundstrahlung seit nunmehr nahezu 13,3 Milliarden Jahren ungehindert durch den Raum streifen. Mit der Zeit begegneten einige der Photonen dieser Strahlung Ansammlungen von Wasserstoffgas und wurden von diesem absorbiert. Indem man nun nachsieht, wo es Regionen mit weniger Photonen gibt, also Regionen, die vom Wasserstoff abgeschattet sind, können die Astronomen Rückschlüsse auf die Materieverteilung im jungen Universum machen.

Um die Photonen der kosmischen Hintergrundstrahlung absorbieren zu können, muss die Temperatur des Wasserstoffs niedriger sein als die Temperatur der Kosmischen Hintergrundstrahlung. Diese Bedingungen existierten nur, als das Universum zwischen 20 und 100 Millionen Jahre alt war; lange vor der Bildung von Sternen oder gar Galaxien. Damit ist hier eines der Zeitfenster definiert, in das COBE und WMAP hineinsehen konnten.



Welches Weltraumteleskop ist für welches Licht „zuständig“? Diese Grafik zeigt WMAP im Vergleich mit dem Hubble Teleskop (HST) und mit dem für 2011 geplanten James Webb Teleskop.

Doch speziell WMAP, der ja der Nachfolger von COBE war, kann noch mehr: Die Raumsonde kann nicht nur die ungefähre Masseverteilung des Wasserstoffs im frühen Universum bestimmen, sie kann auch die Überreste ionisierter, also elektrisch geladener, Gase, die zwischen den Galaxien treiben, feststellen.

WMAP fand heraus, dass die Ionisierung des intergalaktischen Gases etwa 200 Millionen Jahre nach dem Urknall begann. Damit ist der Zeitpunkt definiert, an dem die ersten Sterne zündeten. Dieser Prozess kann nach heutiger Erkenntnis nur von sehr massereichen Sternen erreicht worden sein. Sternen von der 200 bis 500fachen Masse unserer Sonne.

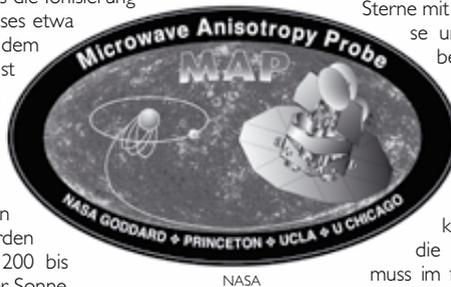
Und hier ein kleiner Exkurs, der belegt, dass WMAP nicht nur Fragen beantwortete, sondern auch neue aufwarf, denn die Beobachtungen der „Wilkinson Microwave Anisotropy Probe“ führen zu einem Problem: Es besteht darin, dass das Verhältnis der

schweren Elemente, die in der zweiten Sternengeneration beobachtet werden, nicht von so extrem massiven Sternen verursacht werden kann. Sterne mit einer solchen Masse enden nach unserem heutigen Wissen in schwarzen Löchern und reißen fast alles, was sie jemals an schweren Elementen produziert haben, mit sich. Die Forschung geht daher heute in die Richtung zu erkunden, ob

Sterne mit dem 20 bis 100 fachen Masse unserer Sonne ebenfalls das beobachtete Verhältnis von schweren zu leichten Elementen produziert haben könnten, gleichzeitig aber auch den von WMAP beobachteten Ionisierungsgrad geschaffen haben kann. Möglich wäre das, denn die Verteilung der Sterntypen muss im frühen Universum wesentlich

anders gewesen sein als heute. In der Gegenwart ist es so, dass die Anzahl an Sternen zunimmt, je weniger Masse sie haben. Sterne mit 100 Sonnenmassen und mehr sind in unserer Galaxis extrem selten.

Doch zurück in unser dunkles Universum kurz nach dem Zeitpunkt der „Rekombination“:



Und Gott sprach:

*Es werden Lichter an der Feste des Himmels,
die scheiden Tag und Nacht
und geben Zeichen, Zeiten, Tage und Jahre,
Und seien Lichter an der Feste des Himmels
dass sie scheinen auf die Erde.*

(Bibel: Genesis)

*Zum Richterstuhl gingen die Weisen
alle Hochheilige Götter hielten Rat
Der Nacht und dem Neumond gaben sie Namen
Benannten Morgen und Mittag auch.
Zwielicht und Abend, die Zeit zu messen.
(Edda: „Der Seherin Spruch“)*

Die Bildung der Galaxien

Nun, da ihnen die Elektronen nicht mehr ständig entrissen wurden, konnten die neu gebildeten Atome langsam unter dem Einfluss der Schwerkraft zusammenfinden.

Die Vorstellungen über die Bildung von Galaxien haben sich in den letzten Jahren gewaltig geändert. Die früheren Modelle zogen nur „normale“ leuchtende Materie in Betracht. Man ging schon damals aber davon aus, dass geringfügige Dichteschwankungen im Urgas schließlich zur Bildung von Galaxien geführt hätten. Doch haben neuere Berechnungen ergeben, dass die Zeiträume für die Galaxienbildung viel zu lang gewesen wären, wenn nur normale Materie im Spiel gewesen wäre.

Wie wir heute wissen, dauerte es aber bis zur Entstehung der ersten Protogalaxien nur wenige hundert Millionen Jahre, und somit sind diese Dichteschwankungen auf der Basis der leuchtenden Materie viel zu winzig, um in so kurzen Zeiträumen ihr gestaltendes Werk zu vollenden. Der Schlüssel zu diesem Geheimnis liegt darin, dass die leuchtende Materie nur die Spitze des Eisbergs im Universum ist. Ausschlaggebend bei der Formation der Galaxien ist vielmehr die dunkle Materie. Sie ist der eigentliche Kondensationskeim für die Galaxienbildung.

Der Astronom Martin Rees hat die leuchtende Materie mit dem „Schaum in der Brandung“ eines dunklen Ozeans verglichen. Eine Metapher, welche die Bedeutung der dunklen Materie, des eigentlichen Meeres also, gut beschreibt.

Die geheimnisvolle dunkle Materie hat jedenfalls den größten Beitrag dazu geleistet, dass die Bildung der ersten Galaxien nach kosmischen Zeitmaßstäben geradezu fulminant ablief.

Unter dem Einfluss der dunklen Materie rotierten

die frühen Protogalaxien ein wenig, ganz langsam nur, aber immerhin hatten sie einen geringen Drehimpuls. Und unter dem Einfluss der Schwerkraft zogen sich diese Galaxienkeime zusammen. Der Drehimpuls blieb erhalten, und es bilden sich ganz von selbst scheibenartige Strukturen, die ersten Protogalaxien. Und in ihnen molekulare Wolken, gewaltige Ansammlungen von Gasmolekülen.

Weniger als 200 Millionen Jahre nach der Entstehung des Universums waren diese Molekülwolken bereit für die Geburt des ersten Sternes.

Und Gott sprach:

*Es wimmle das Wasser
Von lebendigem Getier, und Vögel sollen fliegen
Auf Erden unter der Feste des Himmels,
Und Gott segnete sie und sprach
Seid fruchtbar und mehret euch.
(Bibel: Genesis)*

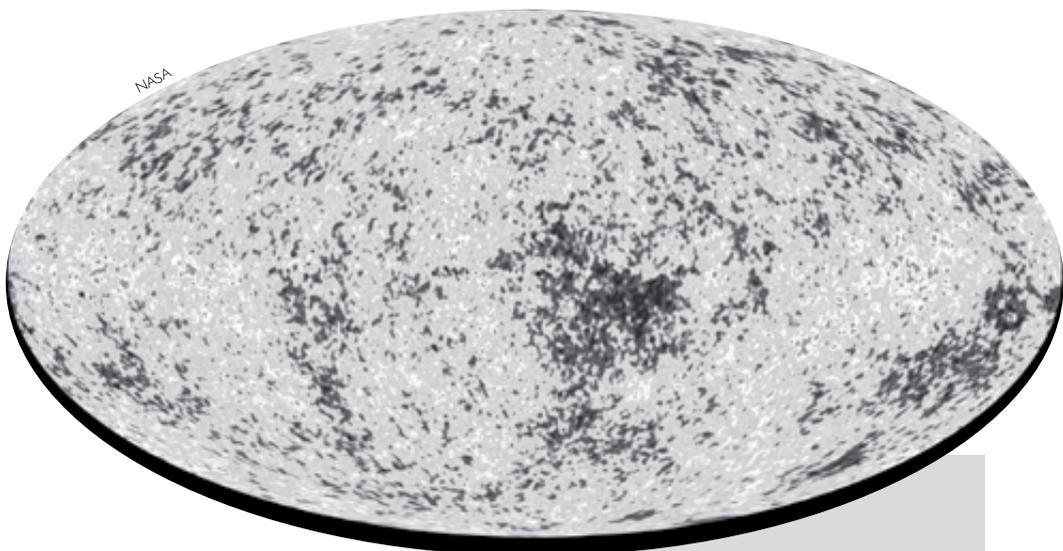
*Seh aufsteigen zum anderen Male
Land aus Fluten, frisch ergrünend
Fälle schäumen, es schwebt der Aar,
Der auf dem Felsen
Fische weidet
(Edda: „Der Seherin Spruch“)*

Vom Protostern zur ersten Sonne

In den großen Molekülwolken mit Materialansammlungen in der Masse vieler Millionen Sonnen kam es zu stärker kondensierten kleineren Bereichen, die in der ganzen gesamten Wolke verteilt waren. Diese Kernbereiche waren durchsetzt mit Magnetfeldern, die eine wichtige Quelle des Drucks sind. Sie bewahren die Kernbereiche zunächst vor dem Gravitationskollaps. Aber dieser Widerstand dauerte nicht ewig, denn die Magnetfelder wanderten langsam nach außen und die Zentralbereiche wurden immer dichter.

Sobald die Magnetfelder den Kernbereich der Molekülwolke verlassen hatten, wurde diese schnell dicht und schwer, und fiel schließlich in sich zusammen. Der Keim für den ersten Stern war damit gelegt.

Die Kernbereiche der Molekülwolke, die zur Geburt eines Sternes führen, sind niemals völlig ruhig. Sie haben immer einen Drehimpuls, durch den sie, solange sie eine große Wolke bilden, extrem langsam rotieren. Vielleicht eine Rotation pro Jahrillion. Doch wie wir wissen, bleibt dieser Drehimpuls bei der Kontraktion erhalten. Somit dreht sich der Kern einer molekularen Wolke beim Kollabieren



Diese von WMAP aufgenommene Mikrowellen-Aufnahme des Himmelsglobus zeigt die Verteilung des Lichts um ca. 379.000 Jahre nach dem Urknall.

schneller und schneller. Auch fällt nicht die gesamte Masse der Wolke komplett auf den entstehenden Stern, sondern die Materie sammelt sich, wie schon zuvor bei der größeren Einheit der Galaxien zum größten Teil in einer Scheibe an, die den Protostern umgibt und begleitet.

Das Objekt in der Mitte des kollabierten Gaswirbels war nun von einer dichten Gas- und Staubhülle umgeben, die nach innen strömte. Sie war so dicht, dass sie keinen Blick auf den sich bildenden Stern zugelassen hätte.

Dies war der Zeitpunkt, an dem der entstehende Stern erstmals zu strahlen begann. Allerdings nicht in einem Bereich, den das menschliche Auge wahrnehmen kann, sondern im Infrarotbereich.

Innerhalb relativ kurzer Zeit nahmen Leuchtkraft und Masse des Protosternes zu. Von dem sich bildenden Stern ging ein starker Sternwind aus, der durch den auf den Stern einprasselnden stürmischen Gasregen hindurch nach außen blies. Dieser „Sonnenvind“ bewirkte, dass der erste Stern im Laufe der Zeit immer weniger mit der Molekülwolke verknüpft war, aus der er entstanden war: Der Stern löst sich von seiner Geburtsstätte ab.

Obwohl der noch in der Bildung befindliche Stern schon leuchtete, hatte er nicht von Anfang an die Beschaffenheit, die notwendig war, um durch das Verschmelzen von Wasserstoff zu Helium Energie zu erzeugen. Zu Beginn seines Lebens bezog er sei-

ne Energie noch aus der gravitativen Kontraktion. Eines Tages jedoch war er weit genug geschrumpft. Sein Kern war jetzt so heiß, dass die Fusion des Wasserstoffs in Gang kam. Erstmals seit den Tagen des Urknalls zündete das atomare Feuer wieder.

Der erste Stern war geboren und bald schon, und in immer schnellerer Folge, blitzten überall im Universum auch anderswo helle Sterne in blauen Gaswolken auf. Das dunkle Zeitalter war vorüber. Das Zeitalter der leuchtenden Sterne hatte begonnen.

Ein Beitrag von Eugen Reichl.



Die Zündung der ersten Sterne, vor etwa 200 Millionen Jahren.



Die Genesis-Kapsel nach dem Einschlag in den Wüstenboden von Utah. Im Hintergrund die beiden Helikopter, welche die Kapsel eigentlich aus der Luft hätten auffangen sollen.

genesis und der andromeda-virus oder „das debakel über utah“

Es hätte der krönende Abschluss einer nahezu reibungslosen Mission werden sollen. Drei Jahre hatte Genesis im Weltraum verbracht, 1,5 Millionen Kilometer von der Erde entfernt. Die Aufgabe, jenseits der blockierenden Strahlungs- und Magnetgürtel der Erde: Das Sammeln von Partikeln aus dem Sonnenwind. Im April dieses Jahres fuhr Genesis die Kollektoren wieder ein und trat den Heimflug an, um die 264 Millionen Dollar teure Mission zu einem krönenden Abschluss zu bringen. Doch dann kam es anders...

Der Plan ...

Genesis war im Juli 2001 in den Weltraum gestartet und hatte seitdem fast die gesamte Zeit außerhalb des Magnetfeldes der Erde verbracht, am Librationspunkt 1, um dort Partikel des Sonnenwindes in speziellen Sammelvorrichtungen, den Kollektoren, einzufangen. Die fünf Kollektorpaneele der Raumsonde waren insgesamt 850 Tage lang geöffnet gewesen. Im April dieses Jahres wurden sie wieder in

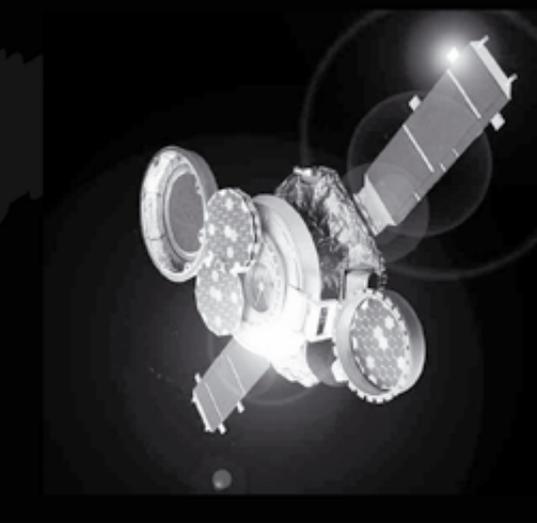
der Rückkehrkapsel verstaut. Seit diesem Zeitpunkt befand sich Genesis auf einer komplizierten Rückkehrbahn zur Erde.

Es war dies die erste so genannte „Sample Return Mission“ der NASA, seit die Crew von Apollo 17 im Dezember 1972 gut 100 Kilo Gestein aus dem Taurus Littrow Mondgebirge zur Erde gebracht hatte. Dieses Mal waren es nur wenige hundertstel Gramm, doch dafür umso hochklassigeres Material

Am 8. September war der Tag des Wiedereintritts in die Erdatmosphäre gekommen. In einem spektakulären Manöver sollte der 205 Kilogramm schwere Proben-Kanister in der Form einer kleinen fliegenden Untertasse über der „U.S. Air Force Utah Test and Training Range“ von einem Hubschrauber aus der Luft geborgen werden. Dieses unbewohnte militärische Sperrgebiet liegt in den Großen Salzseen, gut 100 Kilometer westlich von Salt Lake City.

Jedes der fünf Kollektorpaneele besteht aus einer Vielzahl hexagonaler Plättchen aus Silikon, Gold, Saphir, Diamant und anderen Materialien. Diese Plättchen, Wafers genannt, dienen als Trägermaterial





NASA

So hat Genesis in den vergangenen zwei Jahren Material aus dem Sonnenwind eingefangen. – Künstlerische Darstellung.

für die eingefangenen Sonnenpartikel. Die Wafer hatten die lange Reise durch den Weltraum unbeschadet überstanden. Um zu verhindern, dass die fragile Fracht bei der Landung zerbrach, oder dass eine Kontaminierung durch irdische Stoffe erfolgte, hatte die NASA das in der Vergangenheit bei Militärsatelliten über hundert Mal erfolgreiche Luftbergemanöver gewählt.

Das Genesis Raumfahrzeug sollte die kleine Landesonde gegen 14:00 mitteleuropäischer Zeit „aufspinnen“, das heißt in Rotation versetzen, um dadurch eine Drallstabilisierung herbeizuführen. Vierzehn Umdrehungen pro Minute sollten es sein. Danach würde Genesis die Kapsel freigegeben worauf diese antriebslos der Erde entgegenstürzen sollte. Das Mutterfahrzeug sollte dann ein so genanntes „Divert-Manöver“ durchführen, in geringem Abstand die Erde passieren und in einen Sonnenorbit einschwenken.

NASA



So hätte die Bergung eigentlich laufen sollen

Um 17:55 Zeit sollte die Kapsel über Salem in Oregon in 120 Kilometern Höhe auf die Erdatmosphäre treffen. Zwei Minuten und sieben Sekunden später, nun schon über dem Luftraum von Utah, und noch mit hoher Überschallgeschwindigkeit unterwegs, hätte dann, laut Plan, die Kapsel in 33 Kilometer Höhe einen ersten Pilotschirm auswerfen sollen, eine so genannte Stabilisierungsballute, um die Dreh- und Trudelmovement des Fahrzeug aufzuheben und die Kapsel abzubremsen.

Sechs Minuten danach, in 6.100 Metern Höhe, wäre dann der Hauptfallschirm auszuwerfen gewesen, ein matrattenförmiger, steuerbarer Paragleiter. Und danach, so war es vorgesehen, sollte die Kapsel langsam in weiten Kreisen über dem Zielgebiet dem Boden entgegen sinken und auf den Helikopter warten, der sie dann in etwa 2.500 Metern Höhe einfangen sollte.

Dieses Bergungsmanöver war elfmal geübt worden, die Erfolgsrate in diesen Übungen lag bei glatten 100 Prozent.

... und die Wirklichkeit

Schon beim alten preußischen Militärstrategen Clausewitz ist nachzulesen, dass ein Plan in der Regel die erste Feindberührung nicht übersteht. Und so war es auch hier. Dabei muss man, um gerecht zu sein, konstatieren, dass die ersten Abschnitte der Landung wie am Schnürchen verliefen. Das „Aufspinnen“, die Trennung vom Mutterfahrzeug, das Divert-Manöver, der Eintritt in die Erdatmosphäre über Oregon, alles „Right on the Money“, wie Mission Control zu diesem Zeitpunkt bekannt gab. „Genau im Ziel“ war die Raumsonde, und das war nicht übertrieben. Fast auf den Meter präzise flog die Landesonde im berechneten Eintrittskanal, während sich ihre Außenhülle auf mehrere tausend Grad Celsius aufheizte. Beifall brandete unter den Missionswissenschaftlern auf, als die Long-Range-Tracking-Kameras der NASA die Kapsel einfingen. Doch der Beifall wurde schnell spärlicher und ebte schließlich ab.

Für einige Augenblicke entstand völlige Stille im Kontrollraum, Sekunden, in denen den Projektingenieuren klar wurde, dass auf den Monitorbildern etwas nicht stimmte. Da war die Kapsel, die sich immer noch vierzehnmal pro Minute drehte, so wie Genesis sie freigegeben hatte. Und sie taumelte. Und da war kein Fallschirm.

Und dann lief alles ab wie in einem der billigen Hollywood-Movies, wie sie in vergangenen Jahrzehnten reihenweise gedreht worden sind. Der Kurs der Kapsel blieb „Right on the money“. Exakt im Ziel krachte sie in den Boden von Utah, mit 320 Kilo-

metern pro Stunde, lediglich gebremst durch die Luftreibung. Dort blieb sie, etwa einen Meter tief eingegraben, zerschmettert liegen.

Vielleicht erinnern sich hier die Science-Fiction Fans an einen Film mit dem Titel „Andromeda-Tödlicher Staub aus dem All“ (Original-Titel: The Andromeda Strain), eine Low-Budget Produktion aus den frühen Siebzigern, in denen schlechte Schauspieler, miese Kulissen und ein lächerlicher Plot die Handlung bestimmen: der Wiedereintrittskörper eines mysteriösen Militärsatelliten kommt vom Kurs ab und wird von irgendeinem neugierigen Idioten geöffnet. Eine tödliche Form von Weltraum-Viren kommt frei und rafft die Einwohner eines nahe gelegenen Örtchens dahin. Nur zwei Bewohner überleben, ein kleines Baby und ein betrunkenen alter Mann. Und der Virus breitet sich aus...

Die Kapsel im Film sah der Genesis-Kapsel verblüffend ähnlich, und auch der Film-Absturz erfolgte in genau dem gleichen Gebiet in Utah. Es hat in der Filmgeschichte der letzten Jahrzehnte eine ganze Reihe schlechter Movies gegeben, die auf wirklichen Raumfahrt ereignissen basierten. Dies ist aber der erste Fall, dass ein aktuelles Raumfahrt ereignis einen schlechten Hollywood-Schinken kopiert.

Sie werden sich fragen, was der Handlungsrahmen dieses Films mit der Genesis-Kapsel zu tun hat? Noch nicht einmal der bornierteste Raumfahrtgegner würde Moleküle aus dem Sonnenwind mit einer möglichen Verseuchung der Erde in Verbindung bringen. Aber dazu kommen wir gleich, denn zuerst sollte uns die Frage interessieren:

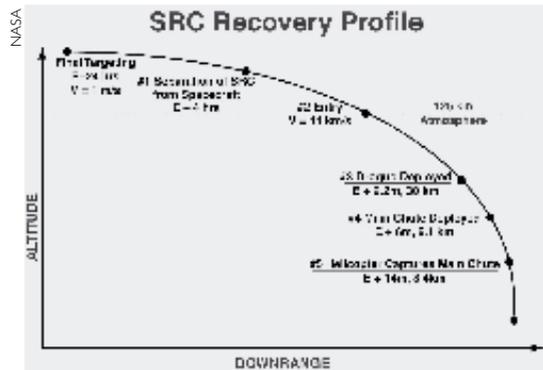
Wie konnte das passieren?

Wie wir jetzt wissen, wurde das Fallschirmsystem der Genesis-Kapsel nie aktiviert. Auch die Pyros, kleine Explosivladungen, deren Aufgabe das Herausfeuern der Fallschirme aus den Kanistern gewesen wäre, wurden nie scharf gemacht. Somit war die Vorsicht der Bodencrews, die es noch Stunden nach dem Absturz nicht wagten, die Kapsel anzurühren, unbegründet. Das Signal vom Bordcomputer konnte nicht ausgeführt werden, weil, wie es derzeit aussieht, die Batterien oder die Leitungsbahnen defekt waren. Die Pyros erhielten keinen Strom und konnten nicht abgefeuert werden. Kein Strom - Keine Pyros - Kein Fallschirm. So einfach ist das.

Zynische Berichterstatter in der Fachpresse haben mit sardonischem Unterton gemein, dass die NASA wohl ein „Landeproblem“ hat. Wenn man jetzt aber die Columbia als Ausnahme sieht und den Mars Polar Lander, den die NASA im Jahre 2001 auf dem Roten Planeten zerschmetterte, als schwieriges exoterrestrisches Manöver entschuldigt, das schon

mal schief gehen kann, dann bleibt die Frage, wie die Landung einer sehr simplen und kleinen Raumkapsel auf dem Planeten Erde scheitern kann. Ein Verfahren, das bei dutzenden bemannten Raumkapseln in den Programmen Mercury, Gemini und Apollo und in über hundert unbemannten Rückkehrkapseln in den Programmen Discoverer, Corona und Keyhole immer prächtig funktioniert hat.

Die harte Wahrheit lautet: Im Raumfahrtgeschäft ist nichts Routine. In den Jahren 1960-1980 mögen viele Dutzend Spionagekapseln am Fallschirm hängend aus der Luft geborgen worden sein, praktisch jede Woche eine, aber das sagt nichts über die Zuverlässigkeit eines neuen Designs, das im Jahre 2000 produziert worden ist. Die 2000er Kapsel braucht neue Teile von neuen Herstellern, weil die Teile, die in den Sechzigern erhältlich waren, nirgendwo mehr aufzutreiben sind, außer vielleicht in irgendwelchen CIA-Museen. Das neue Design muss von Grund auf neu qualifiziert und vor allem getestet werden. Und um einen vernünftigen Test durchzuführen, müssten eigentlich Versuchsflüge im Weltraum durchgeführt werden. Aber für die gibt es kein Geld.



Das vorgesehene Landeprofil. Die Bergung aus der Luft ist notwendig, um die Proben nicht zu kontaminieren

Das militärische Corona-Programm in den frühen sechziger Jahren hatte unglaubliche 13 Fehlschläge in ununterbrochener Folge zu verzeichnen, bis das Landeverfahren mit dem Abwurf einer kleinen Kapsel vom Satelliten, dem Eintritt in die Erdatmosphäre, dem Entfalten eines Pilotschirmes, dem Entfalten eines Hauptschirmes und der anschließenden Bergung aus der Luft auch klappte.

Know-How, wie jegliche geistige und manuelle Fertigkeit, ist etwas das verloren geht, wenn man es nicht ständig benutzt. Es ist nicht konservierbar. Wenn vor dreißig Jahren jede Woche eine Rück-

NASA



Die zertrümmerte Genesis-Kapsel wird von den Projektwissenschaftlern untersucht

kehrkapsel sicher geborgen werden konnte, dann bedeutet das nicht, dass die NASA das auch heute noch kann, denn sie hat es seit Jahrzehnten nicht mehr gemacht. Beschämend für die Amerikaner ist vielleicht nur, dass eine Nation wie China das Verfahren routinemäßig und perfekt beherrscht. Gerade als diese Zeilen geschrieben wurden, kam der chinesische Forschungsatellit FSW 19 wieder zur Erde zurück und landete problemlos am Fallschirm.

Schönfärberei der NASA

Der Fehlschlag ist äußerst schmerzhaft, denn Genesis adressierte wichtige wissenschaftliche Ziele. Man darf einen starken Skeptizismus über die zur Zeit publizierte Zusammensetzung der Solaren Photosphäre hegen. In der Vergangenheit gab es alle paar Jahre neue Modelle über die Komposition des Sonnenmaterials, insbesondere die Verteilung der von Sauerstoff-Isotopen. Das Gebiet ist ein Spielfeld kosmochemischer Theoretiker, die sich mit immer neuen Hypothesen überbieten. Die Genesis-Mission versprach jetzt diesem endlosen Zyklus von Irrtümern und Vermutungen ein Ende zu setzen, in dem sie erstmals direkte Proben aus der solaren Photosphäre zur Erde bringen sollte. Jetzt liegt dieser Traum zerschmettert in der Wü-

NASA



Der Rein-Raum in dem die erste Untersuchung der Genesis-Kapsel stattfand

ste von Utah. Gleich nach dem Absturz wurde von den NASA-Offiziellen das bei Fehlschlägen übliche Beschönigungsritual in Gang gesetzt. Die Manager behaupteten, dass trotz des Crashes immer noch eine große Anzahl wertvoller Daten aus der völlig zertrümmerten und mit Schmutz angefüllten Kapsel gewonnen werden können. Es sind dies die selben Leute, welche die Errichtung eines Reinraumes der Klasse 10 am Johnson Space Center gefordert und durchgesetzt haben, weil sie behaupteten, dass schon die Kontaminierung mit wenigen Mikrogramm Schmutz die Proben völlig unbrauchbar machen würde. Und es sind dieselben Leute, die darauf bestanden, dass die Kapsel aus der Luft aufgefangen werden muss, weil sie behaupteten, schon der leichte Stoß einer normalen Fallschirmlandung würde die Proben unweigerlich zerstören.

Kein Wissenschaftler, der etwas auf seinen Ruf hält wird nun auch nur einen Pfifferling auf die Daten geben, die jetzt möglicherweise als „Wissenschaftlicher Output“ dieser Mission publiziert werden.

Immerhin gab ein NASA-Sprecher gewunden zu, dass „wir nun in einer Situation sind, in der die Wissenschaftler mit wesentlich größeren Kontaminierung der Proben arbeiten müssen, als wir ursprünglich geplant hatten“. Und weiter: „Die Missionsplaner haben in ihren Szenarios die Möglichkeit ins Auge gefasst, dass die Genesis-Kapsel ungebremst aufprallen könnte und der Landestoß nicht durch das Fallschirmsystem gemildert wird. Der Notfallplan dafür existiert, er ist festgelegt und unglücklicherweise müssen wir ihn jetzt anwenden“.

Der Andromeda-Virus

All das ist schon deprimierend genug. Aber es kommt noch zwei Stufen schlimmer: Stufe eins: Eine sehr ähnliche Kapsel wie die von Genesis ist an Bord der Raumsonde Stardust auf dem Weg zur Erde. Es handelt sich dabei um einen Behälter in der sich Proben von Interstellarem Staub und vor allem Partikel aus dem Schweif des Kometen Wild 2 befinden, den die Sonde bei einem nahen Vorbeiflug am 2. Januar dieses Jahres eingesammelt hat. Diese Kapsel soll am 15. Januar 2006 ebenfalls in Utah landen. Die Chancen stehen gut, dass auch diese Rückkehrkapsel den gleichen Defekt in sich trägt wie die Genesis-Kapsel. Die Ingenieure untersuchen das Problem zwar momentan wie wild, aber wenn dann in 14 Monaten die Landung ansteht werden sie nichts anderes tun können als die Finger zu kreuzen, und zu hoffen, dass es diesmal klappt.

Und damit kommen wir zur Stufe zwei, in der das „Andromeda-Movie“ wieder ins Spiel kommt. In



Genesis Principal Investigator and Lead Scientist Dr. Don Burnett versucht zu retten, was zu retten ist.

den letzten Jahren denkt die NASA, aber auch die ESA, zunehmend über so genannte „Mars Sample Return-Missionen“ nach, Missionen, bei denen Bodenproben vom Mars in unbemannten Kapseln zur Erde gebracht werden. In den Planungen dafür wurden alle möglichen exotischen Fragen untersucht und diskutiert. Niemand hatte sich aber bis jetzt einen Kopf über die Details der Rückkehrkapseln gemacht. Das war schließlich auch kein Problem, denn „das haben wir ja schon in den frühen sechziger Jahren mit Discoverer und Corona gemacht“.

Die Auswirkungen des Genesis-Crashes für das Mars Sample Return Programm sind noch unsehbar. Noch ist die Öffentlichkeit noch nicht drauf aufmerksam geworden, und die Wissenschaftler, die an der Durchführung dieses Programms interessiert sind, halten still. Nicht zu unrecht, denn sie haben jetzt ein Problem mit einem Ei, das sie sich selbst gelegt haben. Seit 15 Jahren werden sie nicht müde der Öffentlichkeit zu versichern, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit irgendeine Form von mikrobiotischem Leben auf dem Mars existiert. Leben, das in der Form von Viren oder Prionen oder vielleicht auch noch simpleren Bio-Bausteinen vorkommen mag.

Je mehr die Menschen bereit sind, das zu glauben, desto mehr werden sie sich vor einem möglichen Szenario à la „Andromeda-Virus“ ängstigen. Die NASA ist auf den Zug aufgesprungen und hat in den letzten Jahren eine richtiggehende Bürokratie implementiert, die sich mit der Frage befasst, wie Proben einer Mars Sample Return Mission zu behandeln sind, um Gefahren für die Biosphäre der Erde auszuschließen.

Das Genesis-Fiasko macht die Kontaminierungs-Maßnahmen jetzt zu einem noch heißeren Eisen. Man stelle sich nur vor, zu welcher hysterischem Aufschrei es in der Öffentlichkeit gekommen wäre, hätte Genesis eine Sample-Return-Kapsel mit Bodenproben vom Mars abgesetzt. Die wäre in der Zwischenzeit vom Wind gleichmäßig über Salt Lake City verstreut gewesen. Es ist nur eine Frage der Zeit bis die ersten Stimmen laut werden, das Mars Sample Return Programm einzustellen, mit dem

Hinweis auf die äußerst unzuverlässige Art der Probenrückführung am Beispiel von Genesis. Man kann darauf warten, dass die ersten Boulevard-Blätter in der nächst besten Saure-Gurken-Zeit das Thema aufgreifen und in balkendicken Lettern die Absicht der NASA anprangern, die Erde mit Mars-Mikroben zu verseuchen.

Es gibt Optionen mit denen eine Mars Sample Return-Mission die Erdlandung vermeiden kann, angefangen von komplexen Aerobraking-Manövern und anschließender Untersuchung des Materials in der Raumstation bis hin zu Behandlung des Materials mit Gamma-Strahlen. Im einem Fall tauscht man ein unzuverlässiges Rückkehrverfahren gegen ein anderes ein (Mars Odyssee ist wegen eines Irrtums in der Anflugtrajektorie in der Atmosphäre des Mars verglüht) braucht aber trotzdem noch viel Zusatztreibstoff, den man erst zum Mars und dann wieder zurück transportieren muss. Im anderen Fall zerstört man genau das, was man eigentlich finden will: Proben von Leben auf dem Mars. Befriedigen kann keine der Alternativen.

In der Zwischenzeit sind zwei unabhängige Untersuchungsgruppen eingesetzt worden um den Absturz von Genesis zu untersuchen. Noch ist nicht mit letzter Sicherheit bekannt, was an diesem Mittwoch, dem 9. September, schief ging. Sicher ist jedoch eines: Dieser Fehlschlag hat Auswirkungen weit über das Discovery-Programm und den Auftrag der Raumsonde Genesis hinaus.

Ein Beitrag von Eugen Reichl.

x-prize showtime in mojave

Am **21. Juni** unternahm SpaceShipOne eine historische Stippvisite in den Weltraum. Nur ein kurzer Flug, doch hochriskant und gespickt mit gefährlichen Zwischenfällen. Pilot Mike Melville überstand das Abenteuer aber unbeschadet und machte damit Raumfahrtgeschichte. Hier unser Report und die Kommentare des Piloten.

Karneval in Mojave

In der Nacht war der tags zuvor noch sehr böige und heftige Wind abgeflaut. Schon in den Stunden vor dem Einsetzen der Dämmerung konnte man eine endlose Schlange von Schweinwerferlichtern auf der California Highway 14 aus Los Angeles sehen. Signal für die Ankunft tausender von Menschen. Als dann die Sonne über den Techachipi Mountains aufging waren die beiden einzigen Verkehrsadern nach Mojave so mit Autos, Vans, Pick-up Trucks und Wohnmobilen voll gestopft, dass der Verkehr zeitweise zum Erliegen kam.

Der Sheriff von Kern County in CNN: „In den frühen Morgenstunden ging auf den Highways 14 und 58 buchstäblich nichts mehr: Auf beiden Straßen betrug der Rückstau über drei Kilometer“. Auf dem Gelände des Mojave Airports wurden die Besucherströme professionell kanalisiert. Hunderte von VIPs waren für diesen Event angereist, unter ihnen aktive und ehemalige NASA-Astronauten wie Shuttle-Commander Scott Horowitz und Edwin Aldrin, der zweite Mensch auf dem Mond. Auch einige Kongressabgeordnete hatten es sich nicht nehmen lassen, die historische Stunde mit zu erleben. Der bekannteste und beliebteste unter ihnen war dabei sicher Senator Dana Rohrbacher, der in den USA für seine aktive Raumfahrtförderung bekannt ist. Die Szene verbreitete den Flair einer großen Flugshow: halb öffentliches Festival halb Medienzirkus und beim Morgengrauen hatten sich etwa 20.000 Menschen eingefunden. Dazu hunderte von Reportern und Fotografen. Eltern pilgerten Hand in Hand mit ihren Kindern in die abgesperrte Zuschauerzone, die sich entlang des Taxiways erstreckte. Viele trugen Klappstühle bei sich, Kühltaschen, Rucksäcke oder einfach Plastiktüten mit Kartoffelchips und Mineralwasser. Kurzum: es herrschte Volksfeststimmung. Showtime in Mojave.

Die Show beginnt

Die Mission begann kurz nach Sonnenaufgang. Etwa gegen fünf Uhr morgens war die Kombination aus White Knight, dem Trägerflugzeug des Raumschiffs, und dem unter dem Bauch der großen Maschine aufgehängten SpaceShipOne aus dem Hangar von Scaled Composites herausgerollt und zur Tankposition auf dem Vorfeld geschleppt worden. Die Betankung dauerte etwa 25 Minuten. Erst dann kletterte Mike Melville in sein kleines Raumschiff und einige Minuten später ließ Matt Stinemetz, der Copilot des White Knight, die beiden Triebwerke an. Die futuristisch aussehende Kombination setzte sich langsam in Bewegung und rollte den Taxiway zum Ende der Runway 30 hinunter. Als Melville die riesige Menschenmenge bemerkte, die sich entlang der Absperrungen postiert hatte, öffnete er eine Luke und winkte hinüber: An der Wendeposition am Ende der Startbahn blieb der White Knight schließlich stehen.

„Als wir den Taxiway hinunterrollten, war ich richtig erschrocken über die Zuschauermassen, die entlang des Zaunes standen und riefen und winkten“, sagte Melville in der Pressekonferenz nach dem Flug. „Es war einfach großartig. Es ist ein wirklich gutes Gefühl auf diese Weise bestätigt zu bekommen, dass wir hier etwas tun, das die Menschen interessiert und bewegt. Schon deswegen bin ich heilfroh, dass wir trotz der kritischen Momente erfolgreich waren und alle miteinander Freude an dem Tag hatten“.

Start in den Weltraum

Vor dem Kombi aus White Knight und SpaceShipOne hatten zwei Begleitflugzeuge Aufstellung genommen, die jetzt starteten: eine in Deutschland gebaute Kunstflugmaschine vom Typ Extra und eine Beechcraft Starship. Dann gab Brian Binnie am Steuer des White Knight Vollschub, zündete die Nachbrenner; mit infernalischem Lärm donnerte das Gespann die Runway hinunter und war um 6:47 Ortszeit schließlich in der Luft. Wenige Minuten danach startete ein weiteres Begleitflugzeug vom Typ Alpha Jet, eine Düsenmaschine. In weiten Kreisen schraubte sich der White Knight danach eine Stunde lang höher und höher; um die geplante Abwurfposition in 14.800 Metern Höhe zu erreichen

„Nach dem Abheben war für mich kaum was zu tun. Brian und Matt steuerten den White Knight und ich saß einfach da und wartete“, sagte Melville. „Man kommt sich dabei recht einsam vor: Kaum einer redet mit Dir, und da kommt man schon ins Grübeln und fragt sich, ob auch alles gut gehen wird“. Melville wurde erst dann in die Abläufe eingebunden, als der White Knight eine Höhe von

13.300 Metern passiert hatte. An diesem Punkt begann Brian Binnie die Checkliste für den Abwurf durchzugehen. Melville justierte die Roll-, Gier- und Nicktrimmung, um die Maschine für die Zündung des Raketenmotors exakt auszurichten. Danach löste er die Sicherung, die bis zu diesem Zeitpunkt ein unbeabsichtigtes Zünden des Raketenmotors verhindert hatte.

Dann, nach einem kurzen Countdown, exakt um 6: 50 Uhr Kalifornischer Ortszeit, klinkte Matt Stinemetz das kleine Raumschiff aus. „Ich war bereit“, sagte Melville. „Sofort nach der Freigabe vom Trägerflugzeug drückte ich auf den Zündknopf. Dann lehnte ich mich zurück und wartete. Es dauert etwas über eine Sekunde bis das Triebwerk Schub entwickelt“. SpaceShipOne war mit etwa 300 Kilogramm Polybutadien und etwa 1.500 Kilogramm Stickstofftetroxid beladen. Genug, um das kleine Raumschiff auf eine Höhe von maximal 112 Kilometern zu bringen.

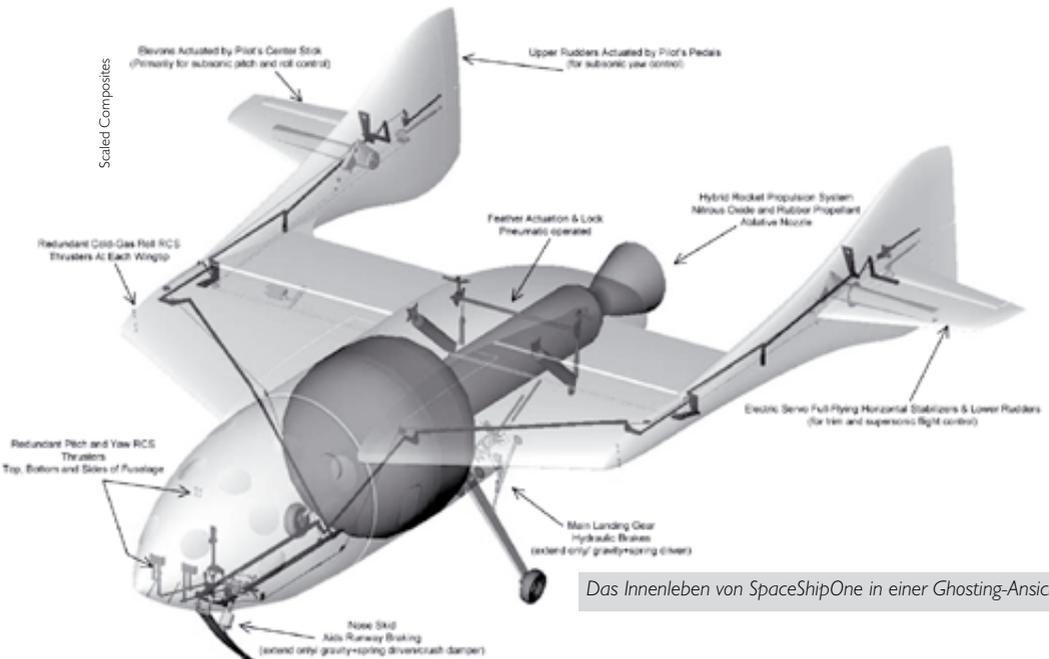
„Sobald das Triebwerk feuert geht die Post ab“, erzählte Melville. „Die Beschleunigung ist fulminant und der Andruck pflastert Dich augenblicklich mit fast 4 g in den Sitz. Du passt auf wie ein Schießhund, damit Du die Kiste auch perfekt unter Kontrolle hast und hast das Gefühl, wenn Du jetzt auch nur das Geringste falsch machst, dann holt Dich der Teufel. Es passiert so viel in so kurzer Zeit, und das alles exakt zu steuern ist eine absolut schwierige Aufgabe. Ohne das intensive Training, das wir absolviert ha-

ben, könnten wir das gar nicht leisten. Jeder von uns (neben Mike Melville sind das Brian Binnie, Dough Shane und Pete Siebold) hat hunderte von Simulationen hinter sich. Wenn irgendjemand ohne dieses Training, und sei er der weltbeste Pilot, einfach nur in das Ding springen und loslegen würde, wäre augenblicklich ein toter Mann“.

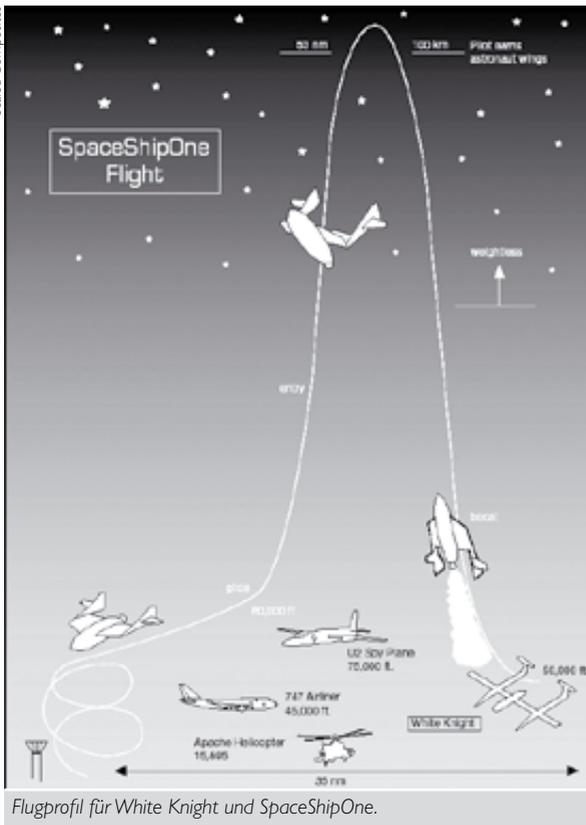
Gefährliche Momente

Melvilles zahllose Trainingsstunden zahlten sich aus, denn, so berichtete er „sofort nach der Zündung gab es einige Probleme, die hatten wir mit der Maschine noch nie gehabt.

Dieses Mal, gleich nachdem ich das Triebwerk gezündet hatte, rollte das Vehikel scharf um 90 Grad nach links. Ich trat in das Ruderpedal und dann rollte es genauso scharf 180 Grad nach rechts. Und so was hat das Ding noch nie, wirklich nie zuvor getan. In dem Moment langte ich zum Abbruchknopf, um das Triebwerk sofort abzuschalten, wenn ich jetzt die Kontrolle verlieren sollte. Aber es gelang mir wieder, die Maschine auszurichten und ich veränderte die Trimmung, um den richtigen Steigwinkel zu bekommen. Danach lief es ziemlich ruhig weiter“, fuhr Melville fort. „Wenn das Triebwerk schließlich den flüssigen Treibstoff aufgebraucht hat, wird der gasförmige Rest verarbeitet. Man hat dann das Gefühl in einem Sportwagen mit defekter Kupplung zu sitzen. Es gurgelt, stampft und läuft sehr ruckartig. Mal viel Schub, mal wenig Schub, mal viel Schub. Das



Das Innenleben von SpaceShipOne in einer Ghosting-Ansicht



Flugprofil für White Knight und SpaceShipOne.

ist recht beunruhigend, denn die Maschine beginnt zu schlingern und man hat erheblich Probleme, damit fertig zu werden.

Dann, fast schon bei Brennschluss, versuchte ich die Nase ein wenig nach oben zu trimmen, um mehr Höhe zu gewinnen. Und das war der Punkt, an dem das Problem mit der Trimmung auftauchte“.

Bei Unterschallgeschwindigkeit kontrolliert der Pilot des SpaceShipOne seine Fluglage mit einem normalen Steuerknüppel, mit dem das kombinierte Höhen- und Querruder bewegt wird. Im Überschallflug aber „kannst Du den Knüppel nicht mehr bewegen. Dann ist es, als wäre er in der Maschine fest geschweißt“, erläuterte Melville. „Bei diesen Geschwindigkeiten kann ich das Gerät nur mit der Trimmung fliegen. Nur so kann ich nicken, gieren und rollen. Aber jetzt steckte die Rolltrimmung fest. Ich wollte die Nase hochnehmen, aber das Flugzeug kippte nach rechts weg. Aber wir haben Gott sei Dank ein Reservesystem. Das aktivierte ich und das funktionierte auch glücklicherweise,

somit war der Tag gerettet“. Burt Rutan sagte nach der Landung, seine Ingenieure würden „das Schiff sehr sorgfältig auseinander nehmen und genau nachsehen, dass wir hier nicht etwas Wesentliches übersehen haben. Momentan aber glauben wir, dass einer der beiden Trimm-Aktuatoren eine Fehlfunktion aufwies. Das bedeutete, dass wenn wir den Nickwinkel trimmen wollten, das Fahrzeug zu rollen begann“. In der Freifallphase nach dem Brennschluss brachte Melville das Fahrzeug mit den Lagekontrolldüsen, die nur für den Betrieb im Weltraum vorgesehen sind, wieder in die normale Lage. Zusätzlich schaltete er für den späteren Flug in der Atmosphäre das Reserve-Trimmsystem ein. Die Fehlfunktion der Trimmung hatte SpaceShipOne aber in einer knappen halben Minute um mehr als 30 Kilometer vom vorgesehenen Kurs entfernt. Etwa am Punkt der Gipfelhöhe hörte Melville dreimal einen lauten Knall, der für weitere Beunruhigung sorgte. Melville hatte keine Ahnung was vor sich gegangen war, und konnte auch auf seinen Instrumenten keine zusätzlichen Anomalien entdecken. Nach der Landung wurde aber festgestellt, dass die Triebwerksverkleidung verbeult

war: Wie diese Beule entstanden ist, konnte noch nicht festgestellt werden.

Obwohl sich in den wenigen Minuten des Fluges eine haarsträubende Anomalie an die andere reihte, und Mike Melville alle Hände voll zu tun hatte, um die Maschine unter Kontrolle zu halten, blieben ihm doch ein paar Momente, in denen er die Aussicht und die dreieinhalb Minuten der Schwerelosigkeit genießen konnte.

Wie alle neuen Astronauten konnte auch Melville der Versuchung nicht widerstehen, einige Experimente mit der Schwerelosigkeit zu machen. „Ich langte in meine Tasche und nahm einige M&M Candies heraus, alle in verschiedenen Farben, und ließ sie vor meinem Gesicht herumfliegen“ sagte Melville. „Und diese kleine Bonbonwolke drehte sich vor mir herum wie ein Mobile aus bunten Kristallen und ich war so fasziniert, dass ich fast vergaß das Flugzeug zu steuern“. An dieser Stelle der Pressekonferenz stieß ihn Burt Rutan mit dem

Ellbogen leicht in die Seite und grinste „Das war der Zeitpunkt, als wir versuchten, mit Dir Kontakt aufzunehmen, und sich keiner gemeldet hat“.

Zurück zur Erde

Schließlich war der Gipfelpunkt der Parabel überschritten und der freie Fall nach unten begann. Für den bevorstehenden Wiedereintritt in die Erdatmosphäre klappte Melville die Flügel um 65 Grad nach oben. Mit dieser Methode, „Feather-Mode“ genannt, stabilisiert sich das Fahrzeug automatisch auch ohne Zutun des Piloten. Diese geniale Idee stammt von Burt Rutan und ist ein technisches Novum.

„Der Abstieg im „Feather-Mode“ war zunächst sehr angenehm“, berichtete Melville, „aber auch sehr aufregend. Beim Aufstieg unter dem Trägerflugzeug hatte ich keine Angst gehabt, ich war höchstens ein wenig nervös. Dann, während des Raketenflugs nach oben hatte ich alle Hände voll zu tun, um die Maschine unter Kontrolle zu halten. Aber jetzt, auf dem Weg nach unten, war mir dann doch ziemlich mulmig. Junge, ich sage euch, wenn Du mit dreifacher Schallgeschwindigkeit nach unten fällst und anfängst, auf die Atmosphäre zu treffen, dann ist das ein Höllenlärm. Ungefähr so, als würde Dich jemand

aus vollem Hals anbrüllen. An der Stelle dachte ich mir, wow, warum tu ich das hier eigentlich?“. Dann musste ich die Flügel wieder gerade stellen, und damit kam das Problem mit der Trimmung wieder: Ich hatte die vorher über das Reservesystem justiert, war aber nicht sicher, ob sie weiter funktionieren würde. Ich beschloss deshalb, die Maschine mit der Trimmung, die eingestellt war, zu landen und den Trimm-Aktuator nicht mehr anzufassen. Und die Landung ging dann auch glatt.“ Burt Rutan und Paul Allen, die den Flug vom Mission-Control-Container im Scaled Composites-Hangar aus beobachtet hatten, warteten jetzt am Rande der Runway auf Melville. Um 8:15 Uhr setzte die Maschine schließlich sanft auf. Minuten später wurde die Maschine von der Rollbahn vor die Zuschauerabsperrung geschleppt und Melville kletterte heraus. Nach einer Umarmung mit Allen und Rutan rief Melville den Reportern zu: „das war eine absolut überwältigende Erfahrung, absolut fantastisch“. Und dann kam Edwin Aldrin auf ihn zu, der zweite Mensch auf dem Mond, und gratulierte ihm mit dem Worten: „Willkommen im Club, Mike“. Trotz der Pannen: Mike Melville erzielte an diesem 21. Juni 2004 eine Flughöhe von über 100 Kilometern. Die Ära der zivilen Raumfahrt hat damit begonnen.

Anzeige



Astronauten-Training
in Schwerelosigkeit

WWW.GERMAN-SPACE-SHOP.DE

Zero-G-Flight

4. Parabelflugkampagne 2004/2005 · Star City

Weltraum und zurück in 88 Minuten

Hier ist die Chronologie des historischen Fluges von SpaceShipOne. Die Zeitangaben sind in amerikanischer Westküstenzeit.

- 6:47 TAKEOFF!** Die kurze aber geschichtsträchtige Reise von SpaceShipOne und White Knight beginnt. Der Abwurf wird in etwa einer Stunde erfolgen. Minuten vorher sind zwei der drei Begleitflugzeuge gestartet, eine Kunstflugmaschine vom Typ Extra und eine Beechcraft Starship.
- 6:58** Das dritte Begleitflugzeug, ein Alpha-Jet, hebt ab. Das kleine Düsenflugzeug wird den Abwurf in großer Höhe beobachten.
- 7:00** White Knight, mit SpaceShipOne unter dem Bauch, schraubt sich in weiten Kreisen in den Himmel. Die Kombination wird von der Starship begleitet, die Extra bleibt zurück. Der Abwurf soll über der Sperrzone der Air Force, südlich von Mojave erfolgen. Dies stellt sicher, dass bei einem Unfall mit einem möglichen Absturz keine Menschen am Boden gefährdet werden. Die Zuschauer blinzeln in den Himmel und versuchen die Maschinen mit den Augen zu verfolgen. Hunderte von Kameras mit Teleobjektiven sind nach oben gerichtet.
- 7:03** Der Alpha-Jet hat zu den beiden Fluggeräten aufgeschlossen. Die drei Luftfahrzeuge sind aber mit bloßem Auge kaum noch auszumachen. Es sind nur noch graue kleine Punkte im blauen Himmel, die höher und höher steigen.
- 7:08** Das Duo aus White Knight und SpaceShipOne ist jetzt etwa 7.000 Meter über Mojave.
- 7:17** Die beiden Vehikel sind jetzt seit dreißig Minuten in der Luft. Für die Bestimmung der erreichten Flughöhe wird ein Präzisionsradar von der südlich gelegenen Edwards Airforce Basis aus eingesetzt. Die Luftwaffe meldet das Gerät einsatzbereit und bestätigt die Erfassung der Flugzeuge.
- 7:26** White Knight mit SpaceShipOne, die Starship und der Alpha-Jet sind jetzt genau über dem Flugplatz von Mojave. Die Flugzeuge selbst sind praktisch nicht mehr erkennbar; hinterlassen jetzt aber lange weiße Kondensstreifen im Himmel. Sie kreuzen jetzt noch einmal nach Westen und fliegen dann zum „Restricted Airspace“ der Edwards Airforce Base hinüber.
- 7:36** Die Flughöhe der Kombination beträgt 11.000 Meter. Die Starship bleibt jetzt zurück, sie kann mit den Steigraten des White Knight und des Alpha Jet nicht mithalten. Alle Systeme sind einsatzbereit.
- 7:47** Die Flugkontrolle gibt bekannt, dass der Abwurf in drei Minuten erfolgt.
- 7:49** Go für den Abwurf. Die Menschen unten starren nach Südosten in die Sonne, schirmen die Augen ab und versuchen die Flugzeuge weit oben in der Stratosphäre auszumachen. Schließlich geht ein Raunen durch die Menge, als ein dünner Rauchstrahl sichtbar wird. Die Menschen am Boden wissen, dass Brian Binnie den Raucherzeuger an Bord des White Knight aktiviert hat. Er soll den Menschen unten anzeigen, dass der Abwurf in 15 Sekunden stattfindet.
- 7:50** ABWURF! Copilot Matt Stinemetz hat SpaceShipOne mit Mike Melville an Bord ausgeklinkt. Melville zieht die Nase der kleinen Maschine nach oben und keine fünf Sekunden später beginnt der Raketentriebwerk zu feuern. Das ist jetzt vom Boden aus gut zu sehen.
- 7:51** Das Triebwerk ist in Betrieb und SpaceShipOne bewegt sich mit fulminanter Geschwindigkeit an der Spitze eines gut sichtbaren Feuerstrahls und einer lang gestreckten Rauchwolke fast senkrecht nach oben.
- 7:52** T+plus 45 Sekunden. Das Triebwerk feuert weiterhin. Kurz danach ist das tiefe Grollen des Raketentriebwerks auf dem Boden zu hören. Die unglaubliche Beschleunigung und Geschwindigkeit des Fluggerätes sind auch von unten gut wahrnehmbar.
- 7:52** T + 76 Sekunden. Brennschluss. Höhe 55,8 Kilometer; Geschwindigkeit 3.446 Kilometer pro Stunde. SpaceShipOne befindet sich jetzt im freien Fall auf dem aufsteigenden Ast seiner parabolischen suborbitalen Bahn. Und Mike Melville ist schwerelos.
- 7:53** Spontaner aber zurückhaltender Applaus brandet am Boden auf. Die Spannung in den Gesichtern der Menschen lässt aber nicht nach. Sie alle wissen, dass dies erst der erste Teil war und in den nächsten Minuten noch große Gefahren auf Mike Melville warten.
- 7:54** Melville steigt in seinem kleinen Schiff weiterhin antriebslos nach oben. Er meldet sich bei der Bodencrew und teilt mit, dass er alles unter Kontrolle habe. Es ist aber noch unklar, ob er sein Ziel erreichen wird.

- 7:55** In einer Höhe von 100,1 Kilometern wird der Scheitelpunkt der Parabel überschritten. Melville betätigt den „Feather“-Mechanismus.
- 7:56** Der Fall nach unten beginnt. Melville spürt jetzt die einsetzende Bremsverzögerung.
- 7:57** SpaceShipOne befindet sich bei zunehmender Geschwindigkeit im freien Fall nach unten. Beim Auftreffen auf die oberen Schichten der Atmosphäre wird das kleine Raumfahrzeug wieder so schnell sein, wie beim Brennschluss. Noch keine Höhenangaben von Edwards.
- 7:58** Die Verzögerungskräfte an Bord von SpaceShipOne betragen jetzt über 5 G.
- 7:59** Das White Knight Trägerflugzeug kreist bereits wieder über dem Flugplatz. Auch SpaceShipOne ist jetzt wieder vom Boden aus zu sehen, zumindest mit dem Feldstecher: Die Höhe beträgt noch etwa 14.000 Meter und sie befindet sich in steilem Sinkflug aus Süden in Richtung Mojave. Über den Köpfen der Zuschauer hallt das dumpfe „Bum-Bum“ des Überschallknalls.
- 8:02** Das kleine Raumfahrzeug ist noch 10.000 Meter hoch. Die Geschwindigkeit liegt jetzt wieder unterhalb der Schallgrenze. Noch ist unklar, ob Melville eine Höhe von 100 Kilometern erreicht hat. Das Begleitflugzeug meldet sichtbare Thermaleffekte an der Nase. Sonst scheint alles in Ordnung zu sein.
- 8:04** Die Menschen unten warten darauf, dass SpaceShipOne landet und dass eine Höhenangabe über die Lautsprecher kommt. Bei dem Ereignis heute ist ein Offizieller der FAA anwesend, der amerikanischen Luftfahrtbehörde, der die Angaben des Airforce Radars verifiziert.
- 8:06** Jetzt kommt die offizielle Meldung. Gesichert ist, dass eine Höhe von 62 Meilen, also 99 Kilometern überschritten wurde. Eine genaue Höhenangabe liegt aber noch nicht vor.
- 8:09** SpaceShipOne ist jetzt vom Boden aus gut zu sehen und befindet sich schon im Endanflug zur Landung.
- 8:11** Dick Rutan gibt bekannt, dass während des Fluges einige Probleme aufgetreten seien. Genaue Angaben wurden aber nicht gemacht. Er spricht von „Knallgeräuschen“.
- 8:12** SpaceShipOne fliegt jetzt parallel zur Landebahn, beschreibt eine 180-Grad-Kurve und schwebt auf das Landebahnende der Runway 30 zu.

- 8:15** Fahrwerk raus und LANDUNG! SpaceShipOne ist sicher zur Erde zurückgekehrt!
- 8:16** SpaceShipOne ist auf der Landebahn des Mojave Airports ausgerollt und steht jetzt genau auf der Center-Linie. Burt Rutan und Paul Allen strecken die Fäuste in die Luft.

Ein Beitrag von Eugen Reichl.

Kommentar:

Stunt oder historischer Meilenstein?

Die Bedeutung des Fluges von SpaceShipOne an die Grenze zum Weltraum wurde von vielen Kommentatoren mit den Schlüsselmilensteinen der Luftfahrtgeschichte verglichen. Mit dem ersten Motorflug der Gebrüder Wright im Jahre 1903 oder der Überquerung des Atlantik durch Charles Lindberg im Jahre 1927. Wie damals die Leistung von Lindbergh wird auch heute die Leistung von Melville von den Kritikern als nutzloser Stunt ohne jeden praktischen Nutzen gesehen. Die Nörgler von damals wurden bekanntlich dramatisch widerlegt. Aber die Kritiker irren durchaus nicht immer.

Vor genau 25 Jahren kreuzte ein zerbrechliches Flugzeug namens „Gossamer Albatross“ über den Englischen Kanal, angetrieben nur von der Muskelkraft seines Piloten. Für diesen Flug gewann der Designer, Paul MacCready, den Kremer-Price. Man erwartete allseits, dass danach die Anzahl muskelkraftbetriebener Leichtflugzeuge explosionsartig in die Höhe schießen und eine stetige Weiterentwicklung erfolgen würde. Doch es kam anders. Die Anzahl muskelkraftbetriebener Fluggeräte lag im letzten Vierteljahrhundert ziemlich genau bei Null. Der Flug des Albatros war tatsächlich nur ein Stunt und sonst nichts.

Die Frage lautet also: Ist SpaceShipOne näher an der Spirit of St. Louis oder an der Gossamer Albatross? Immerhin kann man zumindest vorsichtig optimistisch sein, dass sich aus diesem Flug tatsächlich ein solider Markt entwickeln wird. Gewissheit gibt es dafür aber nicht, angesichts der enormen bürokratischen, finanziellen und auch technischen Hürden, die noch verbleiben. Es wird Jahre, vielleicht sogar Jahrzehnte dauern, bis wir die tatsächliche historische Bedeutung von Mike Melvilles Flug vom 21. Juni kennen werden.

Ein Beitrag von Eugen Reichl.

x-prize space taxi to the sky

Sonnenaufgang über Mojave

Mike Melville und Brian Binnie holen für Mojave Aerospace Ventures den X-Price. Burt Rutan, Paul Allen und Charles Branson gründen Virgin Galactic. Robert Bigelow entwickelt ein Raumstationsmodul und stiftet den America Space Price. Ein neuer Abschnitt der bemannten Raumfahrt hat begonnen. Doch der Eintritt in diese neue Ära war nichts weniger als dramatisch...

Mojave im Aufbruch

Auf den ersten Blick ist der Mojave Airport eine unordentliche Ansammlung von kilometerlangen Runways, Wellblech-Hangars, Flugzeugen und Flugzeugteilen.

Mojave läuft bei den Piloten unter der Bezeichnung „Mojo“. Der Platz ist wegen des nicht vorhandenen Passagierverkehrs bei ihnen hoch beliebt. Hier, in der Abgeschiedenheit dieser Wüstenregion treffen sie sich regelmäßig mit allen Arten von Flugvehikeln, vielen davon selbst gebaut, zu ihren Happenings. Aber seit einer Weile ist es aus mit der gepflegten Ruhe. Bald schon wird die verschlafene Provinzpiste in einem Atemzug mit Cap Canaveral, Baikonur oder Kourou genannt werden.

Den technokratischen, kalt-abweisenden Habitus dieser Lokationen wird der Weltraumbahnhof im Wilden Westen aber wohl nie annehmen. Der Betrieb auf Mojave ist hemdsärmelig. Immer sieht es aus wie in einer riesigen Bastelbude, wie in einem Kinderzimmer ewiger Jungens. In den Werkstätten und Wellblechschuppen entlang der Hauptrollbahn laufen verschwitzte Mechaniker und Ingenieure in verschwiemelten T-Shirts und ölerschmierten Blaumännern herum und schrauben an Space-Vehikeln und Raketentriebwerken. Das ist Mojave. Die Keimzelle für die Weltraumreisen der Zukunft.

Was macht die alte Navy-Flugbasis aus den Jahren des zweiten Weltkriegs, 160 Kilometer nördlich von Los Angeles gelegen, zu dieser „Location aller Locations“, wie der Airport-Manager Stuart Witt sagt? Nun, hier finden weltbewegende, besser noch „weltraum-bewegende“ Ereignisse statt. Hier hat sich die Creme de la Creme der privat finanzierten Raumfahrt angesiedelt. Zehn Unternehmen dieser völlig neuen Sparte haben sich in den letzten Jahren hier niedergelassen. Am bekanntesten ist sicher Scalded Composites, die Firma der Gebrüder Burt und Dick Rutan, den Erbauern von SpaceShipOne.

Der Geist, der in Mojave herrscht, ist nur noch mit der Stimmung auf der Edwards Air Force Base in den späten vierziger Jahren zu vergleichen. Als Edwards noch nicht Edwards hieß sondern Muroc. Und diese legendäre Luftwaffenbasis, in der über zwanzig Jahre lang immer neue Geschwindigkeits- und Höhenrekorde aufgestellt wurden, in der etwa der legendäre Chuck Yeager zum ersten Überschallflug aufbrach und die X-15 an die Grenze zum Weltraum vorstieß, diese Edwards Air Force Basis ist der nächstgelegene Nachbar von Mojave.

Mojave ist ein magischer Ort für die Pioniere der Luft- und Raumfahrt. Der Ort, den Stuart Witt als „Tunnel zum Mond“ bezeichnet. Der Ort, an dem in kleinen Technologie-Schmieden hoch motivierte Leute die erste Generation ziviler Spaceliner entwickeln und testen. Der Magie dieses Ortes kommt sich wohl auch die amerikanische „Federal Aviation Administration“ nicht verschließen, und so erhielt Mojave vor einigen

Mojave Airport



Monaten die Lizenz als „The nation's first inland spaceport.“

Die Menschen hinter den Weltraumprojekten von Mojave sind eine elitäre Gruppe von Space Cowboys und schillernden Charakteren. Manche sind hart und verwittert wie die Wüste selbst, Leute wie Burt Rutan und Mike Melville. Andere sind exzentrische Milliardäre, die mehr Geld wie Heu haben und die Vorstellung, was sie damit machen könnten: Sich die Science-Fiction Träume ihrer Jugend erfüllen.

Sie sind die Leute, die den „X Prize“ finanzieren, der demjenigen 10 Millionen Dollar verspricht, der mit dem ersten privat entwickelten Raumschiff in einem suborbitalen Flug eine Höhe von 100 Kilometern erreicht, und das innerhalb von zwei Wochen wiederholt.

Dieser Wettbewerb verhilft in diesen Wochen und Monaten einer ganz neuen Industrie auf die Sprünge, einer Industrie, die Raumfahrt preiswert und kommerziell lukrativ macht und sie dem normalen Bürger öffnet.

Das Restaurant am Mojave Airport heißt „Voyager Restaurant“. Es ist nach einem anderen Rekordflugzeug von Burt Rutan benannt. Mit dieser Maschine flog Burt's Bruder Dick und seine Pilotin Jeannie Yeager im Jahre 1986 rund um die Welt. In neun Tagen. Ohne zu landen und aufzutanken.

Und jetzt sitzen im „Voyager Restaurant“ die Journalisten und Space Junkies bei Chicken Wings und Budweiser; bei Chili und Coors, klonen über die Rutans und ihre Flüge und lästern über die schwerfällige NASA, die auch mit astronomischen Geldmitteln nichts zuwege bringt, was sie ihrem Traum näher bringt. Dem Traum einer Welt in der kommerzieller Raumflug so alltäglich ist wie heute Linienflüge in der Luftfahrt.

29. September: Mike Melville im Mixer

SpaceShipOne hatte bereits im Juni seinen Jungferflug ins All unternommen, den Probeflug für den X-Price Wettbewerb. Am Steuer war damals der 62jährige Mike Melville, und nach dem haarsträubend gefährlichen Einsatz hatte er gemeint, diese Aufregung sei nichts mehr für ihn, und für die Wettbewerbsflüge überlasse er seinen Platz im Cockpit einem Jüngerer.

Dieser erste Wettbewerbsflug fand am 29. September statt. Wie beim Einsatz im Juni hatte Scaled Composites dicht gehalten und den Namen des Piloten vorher nicht genannt. Zur grenzenlosen Überraschung der Fangemeinde stieg auch diesmal der breit grinsende Mike Melville vor einer riesigen Menschenmenge in sein Vehikel, winkte den Zu-

schauern noch einmal zu und entschwand unter dem Rumpf des White Knight-Trägerflugzeugs in den Himmel über Mojave.

Es wäre nicht Mike Melville gewesen, wenn er nicht auch diesen Flug – natürlich unbeabsichtigt – zum Drama gemacht hätte.

In 14.000 Metern Höhe klinkte Matt Stinemetz, der Copilot von White Knight sein Baby aus, und Sekunden später zündete Melville das Triebwerk von SpaceShipOne.

Scaled Composites



Mike Melville bestiegt SS1.

Die ersten vierzig Sekunden verliefen scheinbar problemlos. Aber dann passierte auch hier das Unerwartete, und den Zuschauern der Fernsehübertragung gefror das Blut in den Adern. Gut sichtbar begann sich eine Schaukelbewegung um die Längsachse aufzubauen, bis das Fahrzeug schließlich komplette Rollen vollführte. Eine nach der anderen. Immer mehr, immer schneller. Der Live-Kommentator des X-Price Webcast rief: „Oh, oh, oh, oh, das scheint mir kein geplantes Manöver zu sein“.

Auch den Beobachtern auf dem Boden war sofort klar, dass etwas nicht stimmte. Die bis dahin in gerader Linie senkrecht nach oben strebende Rauchfahne begann plötzlich die Form eines Korkenziehers anzunehmen.

Aber „Zivilastronaut“ Mike Melville bekam das Fahrzeug auch diesmal wieder unter Kontrolle, wie schon damals im Juni. Nach der Landung war er so cool, wie man es von einem Space Cowboy erwartet: „Da oben wurde ich ein bisschen überrascht“, sagte er als er aus dem Vehikel stieg. „Das Schiff „hat angefangen sich ein wenig zu drehen und vollführte dabei ein kleines Sieges-Rollmanöver“.

Das war eine drastische Verniedlichung. Auf den Bildern der Cockpit-Kamera, die eine Direktübertragung aus dem Inneren des Raumschiffs lieferte, hatten die Zuschauer an den Bildschirmen den Eindruck, als würde Mike Melville in einem Mixer rotie-

Scaled Composites



SpaceShipOne im Weltraum.

ren. Melville beschrieb das, was da vom Boden aus ziemlich übel aussah mit den Worten „Und dann kam da eine kleine Rollbewegung rein. Das war etwas unerwartet, aber es machte mir keine allzu großen Sorgen. Ich denke, dass das für die Leute unten ganz nett aussieht, wenn ich da oben ein paar Rollen drehe“. Sicherlich die Untertreibung des Tages, denn mit immer noch laufendem Raketentriebwerk - die Geschwindigkeit näherte sich der Dreieinhalbfachen Schallgeschwindigkeit - schraubte sich SpaceShipOne in 29 schnellen Rollen buchstäblich in den Himmel hinein.

Der Grund dafür war eine ganze Weile nicht klar. Melville gab aber zu, dass er das Problem selbst unbeabsichtigt hervorgerufen haben könnte. „So-was kann in meinem Alter schon mal passieren“, grinste er. Burt Rutan erklärte es einen Tag später: Nachdem die Rollbewegung einmal eingeleitet war, konnte sie wegen der fehlenden Atmosphäre mit den aerodynamischen Rudern des Fahrzeugs nicht mehr beendet werden. Kaltblütig wartete Melville in seinem wild rotierenden Fahrzeug so lange ab, bis er sicher war, die notwendige Höhe erreichen zu können. Erst als er in der 76. Sekunde der Brennphase das Triebwerk abstellte, konnte er das Rollkontrollsystem betätigen, kleine Raketentriebwerke, welche die Raumlage des Fahrzeugs regeln. Und damit gelang es Melville schließlich, das Fahrzeug wieder zu stabilisieren.

Danach verlief der freie Fall zunächst aufwärts in der Wurfparabel und danach wieder abwärts ohne weitere Probleme. Die Radarauswertung zeigte, dass 102,9 Kilometer Höhe erreicht wurden, mehr als ausreichend, um die Wettbewerbsbedingungen zu erfüllen.

Der Raketennotor hätte ein Potential von 90 Sekunden Brennzeit gehabt, ein Beleg dafür, welche Reserven noch in dem System sind. Wahrscheinlich sind mit SpaceShipOne Flughöhen von über 130 Kilometern möglich. Tatsächlich zeigte eine eingehen-

de Untersuchung von SpaceShipOne nach dem Flug, dass das Fahrzeug keine „squawks“ hat, wie Melville es ausdrückte. Womöglich war also doch Melville unbeabsichtigt in eines der Ruder getreten. Nachdem die Sicherheitssysteme von SpaceShipOne ihre Zuverlässigkeit bewiesen hatten, gab Burt Rutan bekannt, dass der zweite X-Price-Flug wie geplant am Montag, dem 4. Oktober stattfinden sollte.

Mit „Virgin Galactic“ in den Weltraum

Auf den Leitwerken von SpaceShipOne und seinem Trägerflugzeug, dem White Knight, konnten die staunenden Zuschauer ein völlig neues Emblem bewundern. Ein rotes Logo mit der Aufschrift: Virgin Galactic. Am Montag vor Mike Melvilles erstem X-Price Flug hatten Sir Richard Branson, der Eigentümer der Fluglinie Virgin Atlantic und Burt Rutan vor der Presse bekannt gegeben, dass sie gemeinsam mit Paul Allen ein neues Unternehmen gegründet hätten: Virgin Galactic. In zwei bis drei Jahren würde das Unternehmen mit den weltweit ersten suborbitalen Weltraumflügen für Normalbürger beginnen.

Der Bau des ersten Raumschiffes, das den Namen VSS Enterprise tragen soll, wird in wenigen Monaten beginnen. Es handelt sich dabei, so hört man, um eine maßstäbliche Vergrößerung des bewährten SpaceShipOne Designs.

Scaled Composites



Das Logo des neuen Unternehmens Virgin Galactic.

Offiziell wird Virgin Galactic Anfang 2005 seinen Geschäftsbetrieb aufnehmen. Nach einer Testphase sollen die ersten bezahlten Flüge ab 2007 starten. Die drei Unternehmensgründer werden zunächst etwa 100 Millionen Dollar in das gemeinsame Unternehmen stecken. Nach Aufnahme der Flüge geht Virgin davon aus, dass innerhalb weniger Jahre etwa 3000 zivile Astronauten mit der Enterprise und ihren vier geplanten Schwesterschiffen in den Weltraum befördert werden.

Ein Flug mit Virgin Galactic wird in der ersten Zeit preislich bei etwa 175.000 Euro liegen. Zum Vergleich dazu: Die einzige Möglichkeit für einen Raumflug derzeit besteht bei einem Mitflug in einem russischen Sojus-Raumkapsel. Der Preis dafür beträgt 20 Millionen Dollar. Immerhin allerdings für einen Orbitalflug und nicht einen vergleichsweise kurzen suborbitalen Weltraumhüpfer wie ihn die VSS Enterprise durchführen wird.

Doch zurück zum X-Price Wettbewerb, Teil 2

4. Oktober: Brian Binnie in neue Höhen

Damit hatte schon niemand mehr so recht gerechnet, und es war eine Überraschung, als Burt Rutan in den frühen Morgenstunden des 4. Oktober die Wahl des Piloten bekannt gab: den 51-jährigen Brian Binnie. Jeder der anwesenden Journalisten hätte sein letztes Hemd dafür verwettet, dass Melville auch den zweiten X-Price Flug durchführen würde. Dies ungeachtet seiner eigenen Aussagen, sich auf keinen Fall ans Steuer zu setzen. Schließlich hatte er das letzte Mal ja auch behauptet.

Scaled Composites



Brian Binnie in SpaceShipOne

Binnie hatte das Vehikel während des Testprogramms auch schon mehrmals geflogen. Und auch ihm wäre die Rollneigung des Fahrzeugs einmal beinahe zum Verhängnis geworden, als nach dem ersten Überschallflug der Maschine im letzten Dezember sich das Vehikel bei der Landung so sehr aufschaukelte, dass beim Aufsetzen das Fahrwerk einknickte und Binnie von der Piste schlitterte.

Am Mittwoch hatte Binnie noch den White Knight gesteuert. Nun waren die Rollen vertauscht. Mike Melville war in den Kontrollen des Trägerflugzeugs, als die Kombination um 5 Uhr 49 morgens Ortszeit von der Rollbahn in Mojave abhob.

Nach Mike Melvilles aufregenden Flügen vom Juni und dem ersten X-Price Flug vom 29. September blieb Brian Binnie, dem Piloten des zweiten Fluges

nichts anderes übrig, als auf andere Weise Furore zu machen.

Wo Mike Melville durch Dramatik bestach, glänzte Brian Binnie durch Exzellenz. Bei einem perfekten Flug mit einer Triebwerksbrenndauer von 84 Sekunden erreichte Binnie eine Höhe von 112,2 Kilometern, weit über die Anforderungen des X-Price hinaus, und brach damit selbst den 40 Jahre alten Höherekord der X-15.

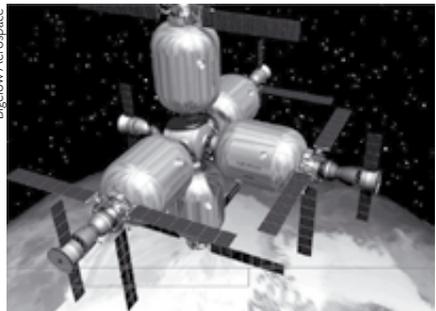
Mojave Aerospace Ventures, das gemeinsame Unternehmen von Burt Rutan und Paul Allen hatte einen ersten Return on Investment erzielt, die 10 Millionen Dollar Preisgeld des X-Price Wettbewerbs.

50 Millionen für den America Space Prize

Und dann gab es in diesen historischen Tagen noch Robert T. Bigelow, Milliardär und Inhaber der Firma Bigelow Aerospace. Wie die Space Cowboys von Mojave ist auch er der Meinung, dass die NASA ein maroder und unbeweglicher Moloch ist und dass die Raumfahrt niemals vorankommen wird, solange sie von einer Regierungsbehörde betrieben wird. Deswegen muss seiner Ansicht nach von privater Seite etwas getan werden. Und aus diesem Grund hat er klammheimlich Raumstationsmodule entwickeln lassen, die völlig revolutionär sind. Sie sind nämlich aufblasbar: Quasi ein Luftballon im Weltraum, dessen Innenraum bewohnbar ist. Jedes seiner Raumstationsmodule wird zusammengefalzt in den Weltraum transportiert und erst dort aufgepumpt. Und jedes der Module hat ein Volumen von 330 Kubikmetern. Das Dreifache des größten Moduls der ISS.

Auf dem Boden ist bereits alles fix und fertig entwickelt. Jetzt stehen die Weltraumtests an, die soll nächstes Jahr beginnen. Dazu werden zwei Testmodule mit dem Namen Genesis gestartet, die jeweils ein Drittel der endgültigen Größe haben werden.

Bigelow Aerospace



Künstlerische Darstellung der Bigelow-Raumstation

Die Starts dafür hat Bigelow bereits bestellt. Einer wird an Bord einer SpaceX Falcon V erfolgen, dem Produkt einer weiteren Newcomer-Firma im Weltraumgeschäft, und ein zweiter Start wird mit einer russischen Dnepr stattfinden. Den Gedanken, seine Raumfahrzeuge an Bord der astronomisch teuren Standardraketen der Typen Delta und Atlas von Boeing und Lockheed zu starten, weist Bigelow weit von sich. Die ersten Testmodule dienen für Funktionstests. Sie sind nicht bewohnbar, und sie werden mit einer reinen Stickstoffatmosphäre aufgepumpt.

Danach folgt ein Testmodul in einer Größe von 45

Space Exploration Technologies



Zeichnung der Falcon-Rakete.

% des Basismoduls. Diese Testeinheit namens Guardian soll 2007 starten. Und dieses Modul wird bereits ein vollständig funktionierendes Lebenserhaltungssystem beinhalten und mit einer Sauerstoff-Stickstoff-Atmosphäre betrieben. Es könnte also im Prinzip schon bewohnt werden. Dieses Lebenserhaltungssystem wird derzeit bei der deutschen EADS entwickelt.

Bigelow Aerospace



Verkleinertes Testmodul der Bigelow-Raumstation vor der Erprobung in der Vakuum-Kammer.

Ab 2008 könnte dann die erste Serien-Einheit gestartet werden. Sie trägt den Namen Nautilus und sie benötigt eine schwere Trägerrakete. Dafür hat Bigelow schon einmal eine Option auf eine russische Proton angemeldet. Die erste Funktionseinheit wird zunächst wohl unbemannt betrieben, aber Bigelow hat schon Maßnahmen getroffen, dass längstens ab 2010 seine Station auf jeden Fall bemannt wird.

Es gibt nämlich derzeit noch ein kleines Problem für seine Station, die aussieht wie ein überdimensionales Michelin-Männchen. Abgesehen von der russischen Sojus existiert kein Transportmittel für den gewöhnlichen Bürger in den Weltraum. Der Shuttle ist für Zivilisten tabu und soll im Jahre 2010 sowieso außer Dienst gestellt werden. Ein Shuttle-Nachfolger wird nicht vor 2014 seinen Dienst aufnehmen, und wird - ganz nebenbei - 100 Millionen Dollar für jeden Passagier in den Orbit teuer sein.

Um dieser Misere abzuhelpen hat Robert T. Bigelow

Bigelow Aerospace



Testmodell in Normalgröße

einen neuen Wettbewerb ins Leben gerufen, den America Space Prize. Dieser Preis ist mit 50 Millionen Dollar dotiert und es bekommt ihn derjenige, dem es bis zum Ende des Jahres 2010 gelingt, ein bemanntes Raumschiff in den Orbit zu bringen, das 5-7 Menschen transportieren und an Bigelows Station andocken kann. Die 50 Millionen sind dabei der weitaus kleinere Teil des zu erwartenden Kuchens, denn der Gewinner bekommt zusätzlich noch eine Vertragsgarantie für die Durchführung der Transportflüge zur Nautilus. Der neue Wettbewerb bringt Herausforderungen mit sich, welche die des X-Prizes bei weitem in den Schatten stellen. Es muss ein Vehikel entwickelt werden, das nicht nur Mach 3.5 erreicht, sondern die 25-fache Schallgeschwindigkeit. Es muss in mehreren hundert Kilometern Höhe an Bigelows Station andocken und vor allen Dingen den Wiedereintritt mit 28.000 Kilometern pro Stunden überleben.

Burt Rutan hat schon bekannt gegeben, dass er sich als natürlichen Anwärter auf den America Space Prize sieht. Die Pläne für sein Fahrzeug, so sagt er, sind bereits fertig.

Ein Beitrag von Eugen Reichl.



Vorankündigung für März 2006 Flug zur totalen Sonnenfinsternis an die türkische Riviera

Nach der mitteleuropäischen Finsternis vom 11. August 1999 verdunkelt der Mond am 29. März 2006 ein weiteres Mal, fast vor unserer Haustür gelegen, die Sonne. Die größtmögliche Finsternisdauer kann am optimalsten im Herzen der türkischen Riviera, im Gebiet zwischen den Touristikorten Antalya und Alanya beobachtet werden.

Hier scheint an 300 Tagen im Jahr die Sonne, daher ist eine gewisse Wettersicherheit, wolkenfreier Himmel, gegeben. Neben dem Höhepunkt der Reise, Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis, wartet die Gegend außerdem mit einer Fülle von natürlichen und historischen Stätten auf (z.B. Antike Theater-, Mausoleum-, Bad-, Tempel-, und Kirchenstätten. Die wunderschönen Wasserfälle von Manavgat.) Neben den vielfältigen kulturellen Möglichkeiten, bietet sich aber auch für den sportlich Ambitionierten reichlich Möglichkeit, z.B. morgens skilaulen, nachmittags im Mittelmeer schwimmen. Bergsteigen und wandern.

Unser Ziel für eine Woche ist, genau im Zentralgebiet der Sonnenfinsternis gelegen, in der von Antike und Moderne geprägten Gegend von Side. Da erwartungsgemäß diese Mittelmeer - Sonnenfinsternis nicht nur bundesweit stark bebucht werden wird, wäre eine unverbindliche Anmeldung zu dieser Studienreise sehr sinnvoll (Vorabreservierung eines gewissen Flug/Hotelkontingentes durch den Reiseveranstalter. Eine verbindliche Anmeldung würde dann im September 2005 möglich sein.

Vorläufige Reisedaten:

Reisedauer - 1 Woche
Abflug am 25. oder 26. März 2006
Reiseveranstalter: Benzer Touristik GmbH
Flug von Hannover nach Antalya und zurück; Bustransfer ins Hotel

Unterbringung:

In einem 4-5 Sterne Strandhotel (All Inclusive) in der Umgebung von Colakli und Kumköy, Reisekostenrücktrittsversicherung, Sonnenfinsternis T-Shirt und Kappe

Preis:

zwischen 450 und maximal 499 Euro je nach Teilnehmerzahl pro Person im Doppelzimmer. Einzelzimmeraufschlag unter 100 Euro.

Teilnehmerzahl:

zur Zeit noch unbegrenzt

Kontakt:

Wolfgang Meirich greenmoon@t-online.de
Alter Weg 4 b Fax: 05172-6033
31241 Ilsede

space park bremen – der kurze traum vom all

NAFS



Das Wahrzeichen des Space Park Bremen: der Nachbau einer ARIANE 44LP die gleichzeitig die Attraktion „Space Shot“ im Service-Tower verbirgt.

Als die ersten Informationen über den Bau des Space Park Bremen an die Öffentlichkeit drangen löste dies in der Gemeinde der Raumfahrtbegeisterten natürlich eine Welle von Spekulationen aus. Was würde dort wohl wirklich entstehen? Nach und nach gab es immer mehr und konkretere Informationen. Ein riesiger Komplex auf einem Areal von 26 Hektar war im Entstehen. Das Projekt sollte Geschäfte, Hotels, einen Entertainment-Park, ein IMAX-Kino sowie das Cinespace Multiplexkino unter einem Dach vereinen. Zunächst aber ein kurzer Abriss der Vorgeschichte der keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. Etwa Mitte der 90er Jahre entstand die Idee zum Space Park. Die damaligen Planungen sahen ein reines Freizeitzentrum ohne Einkaufspark vor. Zu diesem Zeitpunkt waren unter anderem auch noch ein Space Camp mit Astronautentraining (ähnlich den Space Camps in den USA) sowie ein Kuppelkino geplant. Prognostizierte Eckdaten: 1,3 Mio. Besucher pro Jahr sowie zusätzlich 20.000 Besucher des Space Camp. Geschätzte Anzahl neuer Arbeitsplätze rund 1600, ge-

schätzte Investitionssumme 122 Mio. Mark. Da kein Investor für den Bau gefunden werden konnte kam im Sommer 1995 die Idee auf, Gesellschafter für die Finanzierung zu suchen. Im Gespräch waren hier unter anderem die DASA, HVG und Köllmann. Die DASA beschloss jedoch schon Anfang 1996 definitiv, sich nicht an den Investitionen zu beteiligen. Anfang 1996 bis Mitte 1997 wurde dann der von der Köllmann-Gruppe entwickelte Vorschlag neben dem Raumfahrt-Park auch andere Dienstleistungen wie Hotels, Themengastronomie, Einkaufsmeile, Kinos, Clubs usw. in das Konzept mit einzubeziehen diskutiert. Bis Ende 1998 / Anfang 1999 geht das Ringen um Konzepte, Investoren und Finanzen weiter. Mittlerweile sind auch die Dresdner Bank und die Degi, Tochtergesellschaft der Dresdner Bank für Immobiliengeschäfte, mit im Boot. Im Dezember 1998 kauft die Degi das Grundstück und übernimmt die Bau-Investitionen. Im Juni 2000 ist es dann soweit, der symbolische erste Spatenstich wird gemacht. Gebaut wurde nun ein Space Park mit Einkaufsmeile, Hotel, Kino und natürlich dem Space Center. Der Bau wurde begleitet von immer neuen Diskussionen und Problemen bei der Finanzierung. Die Kosten stiegen raketengleich (man möge mir diesen Ausdruck bitte verzeihen). Der Bau lief aus bautechnischer Sicht für ein Projekt dieser Größe recht reibungslos und fast ohne große Verzögerungen ab. Zu diesem Zeitpunkt waren alle Beteiligten noch sehr zuversichtlich. Die Verhandlungen bezüglich der Vermietung der Geschäfte und des Betriebs der Hotels schienen erfolversprechend.

Als die Köllmann AG im März 2002 mitteilt, daß sie den Weiterbau nicht mehr finanzieren kann, wird in einer Rahmenvereinbarung zwischen Degi und der Stadt Bremen der Weiterbau des Space Park

Björn Baumann



Zu den einzelnen Attraktionen gelangt man durch Gänge wie diesen. Man hat fast das Gefühl sich durch eine riesige Raumstation zu bewegen.

vereinbart. Die Kosten wollen sich Degi und Bremen teilen.

Was hier gebaut wurde ist vom Feinsten. Die futuristische Architektur des Gebäudes und jede Menge High-Tech im Inneren sind allein schon beeindruckend. Beeindruckend sind allerdings auch die Baukosten, sie werden vorsichtshalber mit „über 500 Mio. Euro“ beziffert. Bei der Vermarktung des Einkaufsbereiches ist der Degi leider kein Erfolg beschert und so beschließt man das Space Center allein zu eröffnen. Somit stehen rund 44.000 Quadratmeter Verkaufsfläche leer und verursachen obendrein auch noch Kosten. Die Nachfrage nach Zimmern war vorsichtig ausgedrückt weniger als mäßig. Kein gutes Omen ...

Am 19.12.2003 um 11 Uhr war es dann soweit, das Softopening des Space Park oder besser gesagt



Björn Baumann

Der Eingang zum Space Center (innerhalb des Space Park) vermittelt den Eindruck man würde unter einer riesigen Rakete hindurch gehen.

des Space Center erfolgte. Auf ca. 22.000 Quadratmetern „Vergnügungsfläche“ wurden zahlreiche Attraktionen geboten, die zum Teil einzigartig in Europa waren. Allein in den ersten 3 Stunden verzeichnete man rund 1500 Gäste. Die Softopening-Phase, während derer die Eintrittspreise noch reduziert waren, diente vorwiegend der technischen Feinabstimmung der einzelnen Attraktionen.

Am 12. Februar 2004 erfolgte dann die große, feierliche Eröffnung. Bereits im März 2004 wird offiziell bekannt, daß sich die Dresdner Bank so schnell wie möglich von dem Projekt trennen will.

Nun aber endlich ein kleiner Überblick über die Attraktionen des Space Center:

Gleich am Haupteingang steht das Wahrzeichen des Space Park, ein über 60 Meter hohes 1:1 Modell einer ARIANE 44LP. Sie stellt auch gleichzeitig eine der Attraktionen, den Space Shot, dar: Im Service-

Björn Baumann



Die Launch-Control des Space-Shot

Tower befindet sich ein mit Sitzplätzen ausgestatteter Lift, mit dem die Besucher auf über 55 Meter Höhe gezogen werden und anschließend im freien Fall für einige Augenblicke das Gefühl der Schwerelosigkeit erleben können.

Im Stargate-3000 können jeweils max. 40 Besucher in einem von drei High-Tech-Simulatoren phantastische Abenteuer aus der Stargate-Welt erleben. Basierend auf der TV-Serie Stargate-SG1 wurden hier völlig neue Abenteuer entwickelt und keine bestimmten Serien-Abenteuer aufgegriffen. Die Besucher werden in einen Wettlauf einbezogen, um der „fiesen“ Satrah den Schlüssel zum Stargate abzufragen. Wie schon gesagt dient die TV-Serie hier nur als Basis und die Figuren und Handlung wurden speziell für das Startgate-3000 erdacht.

Im Borg Encounter taucht der Besucher in die Welt

Björn Baumann



Das Tor zu den Sternen:
Das Stargate im „Stargate 3000“

der TV-Serie Star Trek Voyager ein. Das mit 250 Plätzen ausgestattete 4D-Actiontheater bietet neben den bekannten 3 Dimensionen eine vierte, fühlbare wie z.B. Vibrationen, Luftbewegungen und Ähnliches. Die Ausstattung des Kinos wurde unter der Leitung des bekannten Star Trek Produktionsdesigners Herman Zimmerman erstellt. Hier wird jeder

Björn Baumann



*Die Borg sind bereits unter uns.
Dieses Exemplar bewegte sich völlig
ungehindert durch das Space Center*

echte Star Trek Fan auf seine Kosten kommen.

Mission Control: Die unter Mitwirkung von EADS Space Transportation, Bremen erstellte Mission Control ermöglicht dem Besucher mitzuerleben wie der Start einer realen Rakete abläuft. In der nachempfundenen Mission Control (Missionskontrollzentrum) können auf mehreren Konsolen die wichtigsten, ständig aktualisierten Parameter der kurz vor dem Start befindlichen Rakete (einer ARIANE 5) abgelesen werden. Auf einer riesigen Bildwand werden die entsprechenden Bilder bzw. Filme gezeigt. Ich als „waschechter“ Raumfahrtfan muß sagen, daß ich teilweise wirklich das Gefühl gehabt habe, mich live in der Mission Control zu befinden. Wie zu hören war, sollen hier auch echte Live-Übertragungen von Starts der ARIANE-Raketen zu sehen gewesen sein.

In einer weiteren Halle, durch die gleichzeitig der Zugang zum IMAX-Kino führt, war ein 1:1 Mockup des Forschungsflugkörpers PHOENIX zu sehen. Er wurde dem Space Center von der EADS Space Transportation Bremen zur Verfügung gestellt. Leider war die Halle ansonsten leer, wäre aber ideal gewesen, um hier eine Ausstellung zur realen Raumfahrt zu präsentieren, was wohl auch schon in Erwägung gezogen worden war:

NAFS



*Das von EADS Space Transportation zur Verfügung
gestellte 1:1 Mockup des PHOENIX hängt einsam
in einer Halle an der Decke.*

Hier treffen sich Realität und Fiktion.

Im Galaxie Express kann man eine atemberaubende virtuelle Reise durch den Weltraum machen. Erreicht wird dies durch eine Art VR-Helm den man während der Fahrt trägt. Im Inneren des Helms befindet sich ein Monitor auf dem man den Film des Fluges sehen kann. In perfekter Kombination mit dem Film „rast“ die Achterbahn mit immerhin 35 km/h über die mehr als 500 Meter lange Strecke. Man hat tatsächlich den Eindruck man würde mit einem lichtschnellen Superraumschiff durch das All rasen, hindurch durch kosmische Nebel, Felder aus Gesteinsbrocken und Staub, vorbei an Galaxien und Planeten. Ein wirklich beeindruckendes Erlebnis das man auf keinen Fall verpassen sollte.

Im IMAX-Kino mit seiner 500 Quadratmeter großen Leinwand können die Besucher Kino total erleben und das in 2D und 3D. Kurz zur Erläuterung für alle, die noch keinen 3D IMAX-Film gesehen haben: Beim IMAX-System wird nicht das alte Rot/Grün-Verfahren verwendet sondern ein Polarisationsverfahren bei dem die benötigten Brillen klare Gläser haben. Der Effekt ist atemberaubend und die Farben naturgetreu. Ein weiterer großer Vorteil dieses Verfahrens ist der, dass der gewünschte Effekt auch bei den Menschen erreicht wird, die auf Grund unterschiedlicher Sehkraft der Augen oder einer Sehschwäche beim Rot/Grün-Verfahren keinen 3D-Effekt sehen können.

Im Cinespace Multiplexkino können in 10 Sälen bis zu insgesamt 2600 Personen recht bequem Platz nehmen.

Neben diesen Attraktionen gibt es noch eine Mondlandschaft, die aus weichem Material gestaltet wurde, um Verletzungen zu vermeiden, als Spielwelt für die Kleinen.

Im Laufe des Betriebs kam dann wohl irgendwann

der Gedanke auf, sich auch vermehrt der realen Raumfahrt zu nähern. Der Anfang war ja ohnehin schon mit der Mission Control und dem PHOENIX gemacht worden. Man integrierte zeitlich begrenzte Sonderausstellungen zu aktuellen Themen aus der realen Raumfahrt in das Space Center. Als Beispiel sei hier die Sonderausstellung zum 35. Jahrestag der ersten bemannten Mondlandung am 21.07.1969 genannt, an der auch das National Archives For Spaceflight mit einigen Exponaten beteiligt war. Hier hatte man gute Arbeit geleistet. Zu sehen waren unter anderem ein originalgetreuer Nachbau des LRV, des Mondautos, das ab der Mission von Apollo 15 auf dem Mond benutzt wurde, ein guter Nachbau des Druckanzuges, den die Astronauten auf dem Mond trugen und Etliches mehr.

Auch war es den Verantwortlichen des Space Center mehrfach gelungen, bekannte Persönlichkeiten wie z.B. Edwin „Buzz“ Aldrin (er war der zweite Mensch der 1969 den Mond betrat) oder Erich von Däniken für einen Auftritt zu gewinnen. Erfolgversprechende Verhandlungen mit Neil Armstrong, dem ersten Menschen der den Mond betrat und Tom Hanks (bekannt u.a. aus dem Film „APOLLO 13“ und der dokumentarischen Serie „From The Earth To The Moon“ bei der er auch an Buch und Regie beteiligt war) liefen, als die finanziellen Mittel erschöpft waren und der Space Park geschlossen wurde – sehr, sehr schade !!

Aus meiner Sicht war man mit diesem Konzept auf einem Weg, der das Space Center auch für Leute, die sich ausschließlich für die reale Raumfahrt interessieren, attraktiv gemacht hätte. Die richtige Mischung aus realer Raumfahrt, Science-Fiction, Information und Vergnügen hätte ein Erfolg werden können.

NAFS



Im Vordergrund der Nachbau des „Mondautos“ der von der Firma OMEGA, die auch die Uhren, die die Astronauten auf dem Mond trugen, geliefert wurde. Im Hintergrund der Nachbau des „Mondanzugs“. Beide Nachbauten sind im Maßstab 1:1.

Es versteht sich wohl von selbst, daß das Space Center allein, trotz einigermaßen gutem Geschäft, den gesamten Space Park durch seine Mietzahlungen nicht unterhalten konnte. So mussten sich die Betreiber nach nur 283 Tagen Betrieb eingestehen, das die „Mission Space Park“ gescheitert ist – zumindest vorerst und so schlossen sich die Tore des Space Parks am Abend des 26. September 2004 für unbestimmte Zeit.

Gibt es eine Zukunft für den Space Park ?

Wenn die Informationen, die man der Lokalpresse entnehmen kann stimmen, laufen bereits wieder Verhandlungen mit einigen Interessenten, die den Space Park eventuell übernehmen würden. So tauchen die Namen von Carlo Petri, Geschäftsführer des Bremer Erlebnis-Museums „Universum“ und sogar der EADS Space Transportation immer wieder in der Presse auf. Die britische European Space Center Inc. zeigte ebenfalls Interesse. Nach deren Vorstellung könnte „das größte und modernste Raumfahrtmuseum außerhalb der USA“ im Space Park entstehen, so Professor Christian Gibley von der European Space Center Inc. Wie weiter zu hören war; wäre ein Wiedereröffnungstermin in der ersten Jahreshälfte 2005 nicht unrealistisch. Sollte es tatsächlich zu einer Kooperation zwischen Space-Center, Universum und EADS kommen oder das Konzept der European Space Center Inc. umgesetzt werden, würde der Space-Park seinem Namen alle Ehre machen. Hoffen wir also das Beste ...

Auch aus anderen, wie es so schön heißt „gewöhnlich gut informierten Kreisen“ ist immer wieder zu hören, dass man die erste Jahreshälfte 2005 für einen realistischen Termin für eine Wiedereröffnung hält. Hoffentlich ist dies nicht nur Zweckoptimismus, denn Ende März 2005 würden die Lizenzen für z.B. das IMAX-Kino, Stargate 3000 u.a. auslaufen, wenn sie nicht mehr benutzt werden. Weiterhin war aus diesen Quellen zu hören, dass bereits wieder Bautätigkeiten im Space Park laufen. Nähere Einzelheiten konnte oder wollte man aber nicht weitergeben..

ein Beitrag von Horst Paczkowski und Björn Baumann (Fotos)

Der Autor ist stolzer Besitzer des umseitig vorgestellten National Archives For Spaceflight. Herr Baumann kennt sich in den europäischen Freizeitparks bestens aus und betreibt die Website www.freizeitpark-welt.de

Hier noch einige Kurzbeschreibungen und Kontaktadressen von anderen Raumfahrtausstellungen und –Sammlungen in Deutschland

Deutsche Raumfahrtausstellung Morgenröthe-Rautenkranz e.V.

Die Deutsche Raumfahrtausstellung Morgenröthe-Rautenkranz e.V. entstand bereits zu DDR-Zeiten und war damals vorwiegend Sigmund Jähn gewidmet. Fast seine komplette Kosmonauten-Ausrüstung ist hier zu sehen. Im Laufe der Jahre hat sich die Ausstellung jedoch gewandelt und präsentiert sich heute mit einem guten Überblick der internationalen Raumfahrt in Modellen und Originalen.

Kontakt

Deutsche Raumfahrtausstellung
Morgenröthe-Rautenkranz e.V.,
Bahnhofstraße 8
08262 Morgenröthe-Rautenkranz
Tel: +49 (0) 37465 2538
eMail: raumfahrt@t-online.de
Web: www.morgenroethe-rautenkranz.de/
ausst.htm

Herman-Oberth- Raumfahrt-Museum e.V., Feucht

Das Museum widmet sich, wie der Name schon vermuten lässt, vorwiegend dem Leben und Werk von Herman Oberth. Hier gibt es viele zum Teil wohl einzigartige Exponate zu diesem Thema zu bestaunen. Aber auch die internationale Raumfahrt kommt hier nicht zu kurz.

Kontakt

Herman-Oberth-Raumfahrt-Museum e.V.,
Pfinzingerstraße 12 – 14
90537 Feucht
Tel: +49 (0) 9128 3502
eMail: info@oberth-museum.org
Web: www.oberth-museum.org

National Archives For Spaceflight, Bad Oeynhausen

Das National Archives For Spaceflight ist eine private Sammlung zum Thema internationale Raumfahrt. Sie umfasst Bücher, Videoaufzeichnungen, Modelle und Originale aus diesem Bereich. Die Sammlung ist zwar, wie schon gesagt, privat kann aber bei Interesse und nach Terminvereinbarung auch besichtigt werden.

Kontakt

Horst Paczkowski
wMail: horst.paczkowski@raumfahrt-museum.de
Web: www.raumfahrt-museum.de

Auto & Technik Museum Sinsheim e.V.

Das Auto & Technik Museum Sinsheim ist zwar in erster Linie, wie der Name schon sagt, auf Fahrzeuge, Flugzeuge und andere atmosphärische Fluggeräte sowie erdgebundene Technik im allgemeinen spezialisiert, hat aber in seiner Außenstelle in Speyer auch einiges für den Raumfahrtbegeisterten zu bieten. Einer der Themenbereiche befasst sich auch mit der Raumfahrt und dort ist eine große Zahl an Modellen von internationalen Raumfahrzeugen zu sehen. Die neueste Attraktion ist die „Orbitale Modenschau“, hier gibt es verschiedene Raumanzüge und Zubehör zu bestaunen. Der „größte Wurf“ ist dem Museum aber im Jahre 2004 gelungen. Es konnte einen originalen Buran, das russische Gegenstück zu Space Shuttle in Bahrain ausfindig machen und erwerben. Es handelt sich vermutlich um den Buran 002, eine Testversion des Buran, ausgerüstet mit eigenen Jet-Triebwerken für sub-orbitale Testflüge von denen er etwa 25 erfolgreich absolvierte. Wann diese Top-Rarität aber in Speyer zu sehen sein wird ist noch nicht bekannt.

Kontakt

Auto & Technik Museum Sinsheim e.V.
Museumsplatz
74889 Sinsheim
Tel: +49 (0) 7261 92990
E-Mail: nur über die Website
Web: www.museum-sinsheim.de

Sammlung des Space Service International, Mittweida

Der Space Service International besitzt die wohl größte Raumfahrtsammlung. Herr Tasillo Römisch, Besitzer der Sammlung, bat aber aufgrund schlechter Erfahrungen mit der Berichterstattung über seine Sammlung hier keine weiteren Einzelheiten zu veröffentlichen. Bei Interesse ist jeder herzlich eingeladen, Herrn Römisch zu kontaktieren.

Kontakt

Tasillo Römisch
Space Service International
Rochlitzer Straße 62
09648 Mittweida
Tel: +49 (0) 3727 90811
eMail: space.service@t-online.de
Web: www.space-service-intl.com

ein Beitrag von Horst Paczkowski

Faszination Raumfahrt erleben!

Viele von uns waren noch gar nicht auf der Welt, da war der Mensch schon auf dem Mond. Viele von uns wuchsen mit Büchern über ferne Welten auf und ein Raumschiff namens Enterprise flog für die nächste Generation.

Heute, im frühen 21. Jahrhundert werden die Weichen für die Raumfahrt im nächsten Jahrtausend gestellt. Es gibt viele gute Gründe, wissenschaftliche, wirtschaftliche und kulturelle, die dafür sprechen, dass die Raumfahrt in der Zukunft eine noch größere Rolle spielen sollte als bisher. Unser Ziel im VFR e.V. ist es, die Raumfahrt als faszinierende Herausforderung für die Menschheit zu propagieren und unseren Teil zu ihrer Weiterentwicklung beizutragen. Wir möchten die Spannung, die Begeisterung und das Interesse an dieser neuen Grenze den Menschen durch unsere Aktionen und Informationen weitervermitteln. Dabei richten wir uns vor allem an die »interessierten Laien« in allen Bevölkerungsgruppen sowie an die Entscheidungsträger in der Politik, den Medien und im Bildungswesen. Unsere besondere Aufmerksamkeit gilt der Jugend. Wir bringen Raumfahrt-Insider mit der Öffentlichkeit zusammen, organisieren Ausstellungen, Vorträge in Schulen, Filmpremieren, Studienfahrten und vieles mehr. Getreu unserem Motto »Faszination Raumfahrt Erleben« tragen wir durch diese Öffentlichkeitsarbeit selbst etwas zum Fortschritt der Raumfahrt bei. Statt nur passiv die Medien zu konsumieren, sind wir als Raumfahrt-Fans damit Teil dieses größten aller Abenteuer geworden. Das Potenzial des VFR e.V. sind seine Mitglieder mit ihrem Engagement, ihren Ideen und Begabungen. Nehmen Sie also Kontakt mit uns auf, wenn Sie zum Thema Raumfahrt einen kompetenten Ansprechpartner suchen oder sich selber engagieren wollen.

Vorankündigung VFR-Tour '05



Die Vorbereitungen laufen auf Hochtouren – der VFR geht im Frühsommer wieder auf große Raumfahrt-Studienreise!

Diesmal sind u.a. im Programm:

- Technikmuseum Sinsheim
- ESTEC & Space Expo Noordwijk
- EADS & Airbus Bremen
- Museum Peenemünde

Aktuelle Infos erhalten Sie über den Spaceexpress Newsletter auf www.vfr.de



Verein zur Förderung der Raumfahrt e.V.
Postfach 801966 • 81619 München
www.vfr.de • eMail: info@vfr.de



stern-schnuppern

So mancher Raumfahrt-Fan bedauert die quälend langsamen Fortschritte bei der Eroberung des Weltraums. Alles dauert viele Jahre, alles ist viel zu teuer, alles ist in staatlicher Hand. So kann sich keine prosperierende Weltraum-Industrie entwickeln, die doch erst der Schlüssel für neue Expeditionen zu den Planeten und eines Tages auch zu den Sternen sein wird.

SPACE SERVICES INC.



Trauerzeremonie vor der Rakete.

Und so mancher hat sich schon gefragt, welchen Beitrag er persönlich leisten kann, um die Sache ein wenig voran zu treiben.

Auch Charlie Chafer hat darüber nachgedacht. Und eine Firma gegründet: Space Services Incorporated nennt er seine Geschäftsidee, um der privaten Raumfahrtindustrie auf die Sprünge zu helfen. Sein Produkt: Weltraumflüge für jedermann. Genau gesagt vermarktet Charlie Chafer die ultimative und finale Raumfahrtanwendung. Space Services Incorporated hat ihren Sitz in Houston, Texas. Das Wort Service hat im Englischen viele Bedeutungen. Es kann ganz allgemein eine Dienstleistung bezeichnen. Oder auch, und da sind wir beim Kern der Sache, einen Gottesdienst oder ein Begräbnis.

Machen wir es kurz: Space Services Incorporated ist ein Bestattungsunternehmen, und damit ist die Sache nicht ganz genau das, was die Raumfahrt-Freaks eigentlich im Auge hatten, als sie Raumflüge für alle forderten, um zum einen das private Raumfahrtbusiness anzukurbeln und zum anderen endlich das staatliche Monopol für den Raumtransport zu brechen. Aber es ist schließlich doch egal wo man anfängt, mit dem Aufbau der privaten Raumfahrtin-

dustrie, meint Chafer: Sterben muss schließlich jeder einmal, und von den Lieben, die für immer von uns gehen, hätte so mancher zu Lebzeiten nur zu gerne einen Flug ins All unternommen. Aber es gab einfach zu wenige Stellenangebote für Astronauten. Und erst die Anforderungen, die man erfüllen muss, das kann kaum ein Lebender schaffen. Aber einen Toten fragt keiner nach dem Fliegerärztlichen Tauglichkeitszeugnis, 3000 Flugstunden auf Hochleistungsjets, einer mehrjährigen Praxis als Testpilot und zwei Diplomen in Ingenieurwissenschaften.

Charlie Chafer jedenfalls ist überzeugt, dass „Space Funerals“ ein sehr lebendiges Business sind. Und so praktisch, weil es inkrementell wachsen kann, stellt er sich vor: Die Sache wird mit der Zeit bekannter, mehr und mehr Leute lassen sich auf diese Art beerdigen, Space Services kauft mehr und mehr Raumtransporte, die wiederum werden durch die steigende Nachfrage billiger, andere Kunden - wissenschaftliche und private - können sich dann ebenfalls Raumtransporte leisten, die Preise sinken weiter, und voila, der Grundstein für ein eigenständiges, außerstaatliches Weltraumbusiness ist gelegt. Die Toten haben den Lebenden einen letzten Dienst erwiesen.

Chafer ist seiner eigenen Aussage nach ein Hardcore-Raumfahrtfan, und merkt er nicht ohne Stolz an: Trotz der Aufregung über Weltraumtourismus, privat finanzierte, wiederverwendbare Raumfahrzeuge und anderes Raumfahrtbusiness, das sich nach und nach, aber leider nur mit gletscherhaft langsamer Geschwindigkeit zu entwickeln scheint, ist Space Services derzeit die einzige kommerzielle Raumfahrtfirma, die wirklich im Hier und Jetzt arbeitet und der privaten Raumfahrtindustrie echte Aufträge für gutes Geld verschafft. Alles paletti also, und die einzige nicht ganz so rosige Seite an der Sache ist - aber das hatten wir ja schon - dass damit momentan weiterhin die einzige Chance für den Normalbürger unmittelbar an einer Weltraummission teilzunehmen darin besteht, tot zu sein.

Für umgerechnet 4.000 Euro füllt Space Services eine Kapsel in der Größe eines Lippenstifts mit sieben Gramm Asche des Verstorbenen ab, packt das Ganze mit einigen dutzend anderen Kapseln in einen Kanister und arrangiert dann, dass dieses Paket in den Weltraum geflogen wird. Die Angehörigen werden eingeladen, dem Start der Rakete beizuwohnen und anschließend an einer kleinen Gedenkfeier teilzunehmen, sobald die lieben Freunde und Verwandten im Himmel angekommen sind. Als kleines Andenken für die Hinterbliebenen gibt es noch ein Erinnerungsvideo vom Start. Wem 4.000 Euro zu teuer sind: Space Services bietet auch eine Sparversion an. Für etwa 700 Euro kann

man ein Gramm Totenasche in einem Behälter von der Größe einer Armbanduhrbatterie in den Weltraum schicken. Chafer denkt praktisch und meint, dass die Begräbniskosten im Weltraum nicht höher sein sollten, als für ein Begräbnis auf der Erde. Deswegen hat er als Bestattungsunternehmer nicht nur die Luxusvariante im Angebot, sondern auch was für den schmaleren Geldbeutel.

Space Services, in informierten Kreisen besser bekannt unter dem Namen Celestis Incorporated - diesen Namen führte das Unternehmen bis vor einiger Zeit - hat seinen Begräbnisservice bisher viermal durchgeführt. Eigentlich hätten es schon fünfmal sein sollen, aber bei einem Start, im September 2001, erreichte die Rakete nicht den vorgesehenen Orbit.

Wenn so was passiert, und in der Raumfahrt ist das ja immer mal möglich, verspricht die Firma einen kostenlosen Wiederholungsflug. Wir erinnern uns, es sind nur maximal sieben Gramm Asche pro Verstorbenen dabei. Da bleibt schon was übrig, und man kann das Ganze ruhig noch einmal probieren, wenn es nicht gleich beim ersten Anlauf klappt.

Die nächste Mission, die Nummer sechs, wird eine sehr bedeutungsvolle sein. Weniger für die Kunden selbst - für die läuft es nach dem gewohnten Schema - als für die private Raumfahrtindustrie an sich. Die sterblichen Überreste von 125 Personen - da sind auch die vom Fehlstart im Jahre 2001 noch einmal mit dabei - dürfen beim Erstflug der brandneuen Falcon X an Bord sein. Das ist die Trägerrakete, mit der der junge e-Business-Unternehmer Elon Musk die großen Raumfahrtkonzerne herausfordern will. Der Flug ist für Ende Februar geplant.

Der Aschecontainer von Space Services wurde im Dezember in die neue Rakete integriert. Space Services hofft auf eine lang dauernde Partnerschaft mit der Raketenfirma aus El Segundo in Kalifornien. Fürs erste sind drei- bis vier Starts jährlich geplant. Die Nachfrage ist übrigens enorm und die Interessentenliste wird immer länger. Hauptkunden sind die

SPACE SERVICES INC.



Die Nutzlast: Kapseln mit der Asche Verstorbener.

SPACE SERVICES INC.



Das letzte (ungewöhnliche) Geleit.

langsam alternden Baby-Boomer, die sich für ihre letzte Stunde mal was anderes gönnen wollen, als das übliche traditionelle Begräbnis. Diese Kunden sichern sich schon jetzt, noch zu Lebzeiten, ihr ganz persönliches Startfenster. Vor allem in Asien und den USA besteht eine enorme Nachfrage, aber die Kunden kommen auch aus Argentinien, Kanada, Frankreich, Deutschland, Großbritannien und Mexiko.

Eine Reihe von Leuten haben übrigens schon vor Celestis und Space Services Weltraumbegräbnisse bekommen. Allerdings eher durch gute Beziehungen als durch einen regulären Bestatter: Die Asche des Star-Trek-Erfinders Gene Roddenberry etwa kam in den Weltraum, weil sie ein alter Freund von ihm dorthin mitnahm. Rein zufällig war der Freund Astronaut bei der NASA. Und die Asche des berühmten Kometenforschers Eugene Shoemaker wurde von seinen ehemaligen Kollegen in die Raumsonde Lunar Prospector gepackt, bevor die zum Mond startete. Mit solchen Kollegen- und Freundeskreisen können die meisten von uns nicht aufwarten, aber für uns Normalbürger wird es zukünftig Charlie Chafer als Anlaufstelle geben. Space Services Incorporated erfüllt für die Frau und den Mann von der Straße endlich den lebenslangen Traum von Flug in den Weltraum.

Ein Beitrag von Eugen Reichl.

jahresrückblick internationale raumstation

Unruhiger Jahresbeginn

Die achte Stammbesatzung, Kommandant Michael Foale und Bordingenieur Alexander Kaleri, mag sich einen ruhigeren Beginn des Jahres 2004 gewünscht haben, aber wenige Tage nach Foales 47. Geburtstag am 6. Januar wurde eine leichte Abnahme des Atmosphärendruckes der International Space Station (ISS) festgestellt. Foale und Kaleri untersuchten Ventile und Dichtungen auf Undichtigkeit und bemerkten am 11. Januar ein zischendes Geräusch, das ein undichter Kondenswasserablassschlauch an einem Fenster des Labormoduls Destiny machte. Nach Entfernen des Schlauches stabilisierte sich der Atmosphärendruck der ISS wieder. Die Progress MI-11 brachte am 31. Januar neben Ausrüstungsgegenständen, Versorgungsgütern und Treibstoffen einen neuen Schlauch zur ISS.

Nicht nur technische sondern auch personelle Unregelmäßigkeiten traten mit dem Beginn des Jahres 2004 auf. Für die neunte Stammbesatzung waren Kommandant William McArthur und Bordingenieur Waleri Tokarew nominiert. Aus medizinischen Gründen wurde McArthur am 12. Januar durch Leroy Chiao ersetzt. Am 6. Februar wurden schließlich Kommandant Gennadi Padalka und Bordingenieur Michael Fincke zur neunten, und Kommandant Chiao und Bordingenieur Salishan Scharipow zur zehnten Stammbesatzung nominiert. Die erneute Umstellung der Stammbesatzungen begründete sich in der jahrelangen gemeinsamen Vorbereitung der Nominierten.

Vaterfreuden im Weltraum

Am 26. Februar führten Foale und Kaleri die erste Extravehicular Activity (EVA) ohne eine dritte Person aus, die sich in der ISS aufhielt. Sie erhielten die Anweisung, die EVA früher als vorgesehen zu beenden, als Kaleri die Bildung von Wassertropfen innen auf dem Visier und die Erhöhung der Temperatur meldete. Nach Abschluss der 235minütigen EVA, während der Experimente am Versorgungsmodul Swesda ersetzt wurden, stellte Foale bei Kaleri einen Knick in einem Kühlschlauch fest.

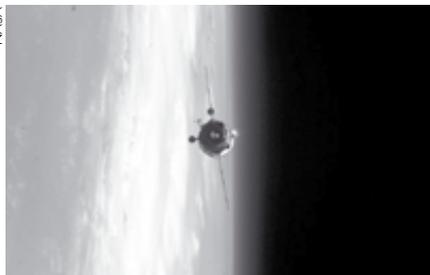
Wie ein roter Faden zieht sich auch die Reparatur des Sauerstofferzeugers Elektron durch das erste Quartal des Jahres 2004. Durch Elektrolyse, die Zerlegung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff, das durch Pumpen und Ventile fließt, entstandenes Kaliumhydroxid bildete Luftblasen, die zum wieder-

holten Abschalten von Elektron führten. Aber bis zum Feststellen der Ursache führte das Ersetzen verschiedener Einzelteile nicht zur erfolgreichen Reparatur, die erst nach einer systematischen Untersuchung bewerkstelligt wurde.

Mit der Rückkehr zur Erde an Bord der Sojus TMA-3 beendeten Foale und Kaleri am 30. April einen 195tägigen Aufenthalt im Weltraum, der am 18. Oktober des letzten Jahres begann. Die neunte Stammbesatzung erreichte mit der sechsten Besuchsbesatzung Bordingenieur André Kuipers an Bord der Sojus TMA-4 am 21. April die ISS. Kuipers kehrte nach der Ausführung der Dutch Expedition For Life Science, Technology And Atmospheric Research (DELTA) mit Foale und Kaleri zur Erde zurück.

Am 21. April schaltete sich zum Abschied der achten Stammbesatzung ein Control Moment Gyroscope (CMG) ab, das mit drei anderen die ISS im Weltraum ausrichtete. Weil mit zwei funktionierenden CMGs das Minimum erreicht wurde, wurde eine EVA notwendig, um zur Reparatur des Stromkreises ein Remote Power Control Module (RPCM) zu ersetzen. Am 27. Mai brachte die Progress M-49 Ausrüstungsgegenstände, Versorgungsgüter und Treibstoffe zur ISS und Fincke wurde am 18. Juni zum zweiten Mal Vater.

NASA



Am 27. Mai nähert sich die Progress M-49 mit Ausrüstungsgegenständen, Versorgungsgütern und Treibstoffen für die neunte Stammbesatzung der ISS.

Vier Weltraumspaziergänge der neunten Stammbesatzung

Die erste EVA wurde am 24. Juni nach 14 Minuten abgebrochen, weil eine starke Abnahme des Sauerstoffdruckes in Finckes Anzug durch einen



Diese Computergrafik zeigt den Zustand der ISS Ende Dezember 2004.

ungeschlossenen Sauerstoffflussschalter festgestellt wurde. Erste Unregelmäßigkeiten traten am 19. Mai auf, als an Padalkas amerikanischem Anzug der Kühlwasserfluss nicht funktionierte und führten zum Wechsel zu russischen Anzügen verbunden mit einer mehrtägigen Verschiebung der EVA. Die zweite EVA wurde schließlich am 30. Juni nach 340 Minuten erfolgreich abgeschlossen. Zum ersten Mal kontrollierten sowohl das russische als auch das amerikanische Mission Control Center (MCC) gemeinsam eine EVA.

Padalka und Fincke ersetzen während einer 270minütigen EVA am 3. August Experimente an Swjesda und installierten Ausrüstungen für das Automated Transfer Vehicle (ATV) Jules Verne. Am 14. August erreichte die Progress M-50 mit Ausrüstungsgegenständen, Versorgungsgütern und Treibstoffen die ISS. Fincke reparierte am 23. August durch Ersetzen einer Kühlwasserpumpe, die an Bord der Progress M-50 zur ISS transportiert wurde, eine Extravehicular Mobility Unit (EMU). Während der vierten, 321minütigen EVA am 3. September führten Padalka und Fincke Wartungen am Kontrollmodul Sarja aus und installierten Antennen für Jules Verne an Swjesda.

Am 8. September schaltete sich Elektron aufgrund der Verunreinigung einer Wasserstoffleitung durch Kaliumhydroxid ab, funktionierte aber nach einer mehrwöchigen Reparatur wieder: Fincke ersetzte

am 17. September den undichten Kondenswasserablassschlauch, der zu Beginn des Jahres 2004 zur Abnahme des Atmosphärendruckes der ISS führte, und installierte zum Schutz eine Abdeckung.

Weihnachtsmann bringt Verpflegung für zehnte Stammbesatzung

Für die zehnte Stammbesatzung begannen die Unregelmäßigkeiten vor der Ankunft an Bord der ISS. Anfangs auf den 9. Oktober festgesetzt, führte die versehentliche Zündung einer Explosivladung, die dem Abstoßen des Orbitalmoduls der Sojus TMA-5 im Falle einer erfolglosen Abkopplung von der ISS dient, zu einer Verschiebung des Aufbruchs zur ISS auf den 11. Oktober. Aber die Undichtigkeit einer Membran eines Wasserstoffperoxidtanks für die Triebwerke des Rückkehrmoduls der Sojus TMA-5 führte schließlich zu einer Verschiebung auf den 14. Oktober, weil der Wasserstoffperoxidtank durch einen anderen der Sojus TMA-6 ersetzt werden musste.

Am 16. Oktober erreichten die zehnte Stammbesatzung mit der siebten Besuchsbesatzung, Bordingenieur Juri Schargin an Bord der Sojus TMA-5 die ISS. Während der Annäherung musste Scharipow die manuelle Kontrolle übernehmen, weil die Geschwindigkeit der Annäherung durch die automatische Kontrolle überschritten wurde.

Schargin kehrte mit Padalka und Fincke an Bord der Sojus TMA-4 am 24. Oktober zur Erde zurück, die sich 188 Tage im Weltraum aufhielten. Als erster amerikanischer Weltraumfahrer stimmte Chiao am 31. Oktober aus dem Weltraum durch Electronic Mail (EM) bei der Präsidentenwahl mit.



Astronaut Leroy Chiao mit Weihnachtsdeko im Destiny Modul

Während eines 21minütigen Manövers koppelten Chiao und Scharipow an Bord der Sojus TMA-5 am 29. November vom Kopplungsmodul Pirs ab und anschließend an Sarja an, um Pirs für zwei EVAs im nächsten Jahr zu nutzen. Am 26. Dezember wird die Progress M-51 neben Weihnachtsgeschenken Ausrüstungsgegenstände, Versorgungsgüter und Treibstoffe zur ISS transportieren.

Erreicht die Progress M-51 mit ihrer 112 Tage reichenden Verpflegung die ISS nicht, werden Chiao und Scharipow zum Anfang des Jahres 2005 zur Erde zurückkehren müssen, weil sich die Verpflegung an Bord der ISS ihrem Ende neigt. Eine Rückkehr der

zehnten Stammbesatzung zur Erde ist aber unwahrscheinlich, nicht zuletzt aufgrund der Zuverlässigkeit der Progress. Eine erfolgreiche Ankunft der Progress M-51 zu Grunde gelegt, sieht das nächste Jahr für die ISS folgendermaßen aus:

Wiederaufnahme der Space Shuttle Missionen

Chiao und Scharipow werden am 25. Januar und am 25. März des nächsten Jahres zwei EVAs ausführen. Für die elfte Stammbesatzung wurden am 23. November Kommandant Sergej Krikaljow und Bordingenieur John Phillips nominiert. Ihr Aufenthalt im Weltraum wird am 15. April des nächsten Jahres beginnen. Die achte Besuchsbesatzung, Bordingenieur Roberto Vittori wurde am 10. Dezember nominiert und wird mit der elften Stammbesatzung an Bord der Sojus TMA-6 zur ISS aufbrechen. Vittori wird am 25. April des nächsten Jahres mit der zehnten Stammbesatzung an Bord der Sojus TMA-5 zur Erde zurückkehren, die sich 193 Tage im Weltraum aufgehalten haben wird.

Und wie sieht es mit der für das letzte Drittel des Jahres 2004 vorgesehenen Wiederaufnahme der Missionen der Space Shuttles aus? Am 19. Februar wurde die zwischen dem 12. September und dem 10. Oktober festgesetzte Wiederaufnahme der Missionen zwischen den 6. März und den 18. April des nächsten Jahres verlegt, um die Empfehlungen des Columbia Accident Investigation Board (CAIB)



Blin in die Zukunft: Trainingsleiter Paul Williamson bedient in einer Simulation den kanadischen Roboterarm von einem Mockup des „Cupola“ Moduls aus. Diese Kuppel wird ab 2009 den Astronauten eine Rundumsicht auf die ISS gewähren und die Koordination von Außeneinsätzen erleichtern.

auszuführen. Schließlich zwangen vier Stürme die National Aeronautics and Space Administration (NASA), die Wiederaufnahme der Missionen am 29. Oktober zwischen den 12. Mai und den 3. Juni des nächsten Jahres zu verschieben, weil auch das Kennedy Space Center (KSC) zeitweilig geschlossen wurde und die Vorbereitung des Space Shuttle Discovery auf die Mission Space Transportation System (STS) 114 ruhte.

Krikaljow und Phillips werden nach einem 175tägigen Aufenthalt im Weltraum am 7. Oktober des nächsten Jahres zur Erde zurückkehren. Als erster russischer Weltraumfahrer wird Krikaljow sechs Missionen im Weltraum ausgeführt haben. Außerdem wird er sich insgesamt 799 Tage im Weltraum aufgehalten haben: Weltbestleistung! Am 22. Oktober des nächsten Jahres wird Jules Verne zur ISS aufbrechen, um als erstes europäisches Weltraumfahrzeug Ausrüstungsgegenstände, Versorgungsgüter und Treibstoffe zu transportieren.

Ein Beitrag von Michael Schumacher.

Der Autor betreut auf www.raumfahrer.net die Rubrik Internationale Raumstation und berichtet wöchentlich im In Space Magazin über die Aktivitäten der Stammbesatzungen.

Raumfahrer.net

...ist ein Projekt von interessierten Menschen, die über den deutschsprachigen Raum verteilt leben und Spaß daran haben, in ihrer Freizeit gemeinsam an einem der größten deutschsprachigen Internetportale zu Raumfahrt und Astronomie zusammenzuarbeiten.

Mehr Infos unter www.raumfahrer.net



Die Cupola an ihrem überwältigendem Bestimmungsort – künstlerische Darstellung

schwergewicht mit atemnot

Den Jungfernflug einer Groß-Trägerrakete hat es in Cap Canaveral schon seit Jahrzehnten nicht mehr gegeben. Und so wurde der Start der ersten Delta 4 Heavy von zahllosen Zuschauern an den Stränden von Cocoa Beach, Titusville, Merritt Island, Melbourne und an den Beobachtungspositionen am Cap Canaveral mit großer Spannung erwartet.

Der erste Einsatz von Boeings neuer schwerer Trägerrakete begann mit einem atemberaubenden Liftoff am späten Nachmittag des 21. Dezembers. Am Ende blieb die Rakete allerdings unter der erwarteten Leistung, und der Testsatellit und die beiden an Bord befindlichen Nanosatelliten erreichten den vorgesehenen Orbit nicht. Trotzdem bezeichnete Boeing den Flug als Erfolg.

Um 17:50 Ortszeit, nach einer Reihe von Verzögerungen, hatte der Countdown den Zeitpunkt Null erreicht. In diesem Moment zündeten die RS-68-Triebwerke in den beiden so genannten Common Core Boostern und in der der Zentralstufe. Diese Antriebseinheiten sind nichts anderes als drei zusammengekoppelte erste Stufen. Sie sind exakt baugleich, nur mit dem Unterschied, dass auf dem zentralen Element noch eine Oberstufe sitzt. Etwa vier Sekunden nach der Zündung der Motoren, ihrem Hochlaufen, und ihrer Überprüfung durch die Computerbänke im Kontrollbunker, wurden die Haltebolzen gesprengt, die das Raumfahrzeug die letzten Monate bei der Bodenerprobung auf dem fahrbaren Starttisch festgehalten hatten und die über 800 Tonnen schwere Rakete donnerte auf einem golden flackernden Feuerschweif schier unerträglich langsam in den klaren, blauen Himmel. Eines war sofort offensichtlich: gegen diese Rakete ist der Shuttle ein leichtfüßiger Sprinter.

Mit der Delta 4 Heavy ist allerdings auch erstmals seit den Tagen der Saturn wieder ein großer Träger ohne Feststoff-Zusatzbooster unterwegs. Allein schon durch das Zeitlupenhafte dieses Starts war der Anblick ungemein spektakulär: Und gleich beim Abheben kam es auch zur ersten Anomalie - weniger kundige Beobachter fürchteten schon das Schlimmste - denn das Fahrzeug war sofort nach der Zündung der Motoren fast vollständig von Flammen eingehüllt, als sich freier Wasserstoff am



Startvorbereitungen für die neue Delta IV Heavy.

Pad 37 entzündete. Eine derart heftige Verpuffung war sicher nicht im Sinne der Erfinder gewesen, und dürfte den Boeing-Technikern Anlass für Nachbesserungen an der Startanlage geben. Aus diesem tosenden Feuerinferno schlich nach endlosen Sekunden schließlich die rußgeschwärzte Rakete mit quälender Langsamkeit den Startturm entlang. Man hatte beinahe den Eindruck, das mächtige Vehikel könnte dem übermächtigen Zug der Schwerkraft nicht entkommen.

Interessant für den kundigen Beobachter war nicht nur die angsteinflößende Verpuffungsreaktion am Boden, sondern auch der Umstand, dass die Triebwerke einen gigantischen, mehr als 50 Meter langen, golden-flackernden Feuerstrahl hinter sich ließen. Dazu muss man wissen, dass Raketenmotoren, die mit Sauerstoff und Wasserstoff betrieben werden, normalerweise eine praktisch unsichtbare Flamme produzieren. Die Verbrennung bei den RS-68 Motoren läuft jedoch sehr sauerstoffreich ab, und deswegen entsteht dieses unwirkliche Bild, das sicher mit zum beeindruckendsten gehört, was man seit vielen Jahren bei einem Raketenstart gesehen hat. Mit einem Verbrauch von drei Tonnen Treibstoff pro

Sekunde gewann der gewaltige Booster schließlich den Kampf gegen die Schwerkraft, als nach dem Verlassen des Startturms der Schub auf volle Leistung erhöht wurde.

Die Bahnverfolgungskameras blieben der Rakete dann für nahezu vier Minuten auf den Fersen und zeigten nach, wie die beiden Common-Core-Booster die Triebwerke abschalteten und schließlich von der Zentralstufe abgeworfen wurden. Allerdings kräuselten auch hier Sorgenfalten die Stirn der Ingenieure, denn der Brennschluss kam acht Sekunden zu früh, ein erneuter Hinweis, dass nicht alles nach Plan gelaufen war: Nachdem 90 Sekunden später auch die Zentralstufe ausgebrannt war, zündete die ebenfalls mit Sauerstoff und Wasserstoff betriebene Oberstufe für eine auf knapp sieben Minuten angesetzte Brennperiode, um einen anfänglichen Parkorbit um die Erde zu erreichen. Der geplante Zeitpunkt für den Brennschluss kam und ging vorbei ohne dass die Stufe aufhörte zu feuern, wieder ein Beleg dafür, dass die erste Stufe nicht die vorgesehene Leistung erzielt hatte, und nun der Bordcomputer versuchte, die Minderleistung über eine längere Brenndauer der Zweitstufe auszugleichen.

Nach 45 Minuten zündete die Oberstufe erneut für die zweite von drei Brennperioden, um den gewünschten geostationären Orbit zu erreichen. Die zweite Brennphase sollte einen elliptischen Übergangorbit mit einem niedrigsten Bahnpunkt bei 266 Kilometern und einem höchsten Bahnpunkt bei 36.400 Kilometern erzielen, bei einer Bahnneigung von 27,3 Grad zum Äquator. Diese Übergangsbahn wurde exakt erreicht. Allerdings für einen hohen Preis.

Es folgte nunmehr eine fünfständige „Coast-Phase“, in der die Rakete in freier Drift zum Apogäum, also dem höchsten Bahnpunkt trieb. Dort sollte eine letzte Brennphase die Bahn zirkularisieren, und die Inklination auf 10 Grad senken. Aber jetzt zeigte sich, dass die verlängerten Brennzeiten der ersten und zweiten Brennphase der zweiten Stufe den Treibstoffvorrat zu sehr beansprucht hatten. Das dritte und abschließende Brennmanöver hätte eigentlich drei Minuten und 14 Sekunden dauern sollen, aber bereits nach zwei Minuten und zwanzig Sekunden ging der Oberstufe der Sprit aus. Das Resultat war ein Orbit mit einem bahnhöchsten Punkt von 36.400 Kilometern und einem niedrigsten Bahnpunkt von 19.000 Kilometern. Geplant war dagegen ein kreisförmiger Orbit in 36.400 Kilometern. Bei einem kommerziellen Start wäre die Mission als Fehlschlag gewertet worden. Eine ähnliche Minderleistung hatte beispielsweise vor zweieinhalb Jahren beim Start einer Ariane 5 den Technologiesatelliten Artemis in einem zu niedrigen Orbit stranden

lassen. Nur der Umstand, dass das Raumfahrzeug ein experimentelles Ionentriebwerk an Bord hatte, rettete die Mission damals doch noch.

Die amerikanische Luftwaffe hatte für diesen Demonstrationsflug 141 Millionen Dollar bezahlt. Zweck der Mission war es, die Rakete zu testen, bevor man ihr wertvolle militärische Nutzlasten anvertrauen wollte. Eine äußerst sinnvolle Entscheidung, wie sich gezeigt hat. Obwohl die Ursache der Minderleistung noch nicht klar ist, zeigten sich Boeing und die Air Force zuversichtlich, den oder die Fehler beheben zu können, ohne dass ein weiterer teurer Testflug notwendig wird. Bereits in diesem Jahr sind zwei Einsatzflüge geplant, im August und im Dezember sollen ein militärischer Frühwarnsatellit und eine klassifizierte Nutzlast des National Reconnaissance Office mit der Delta 4 Heavy in den Orbit gebracht werden.

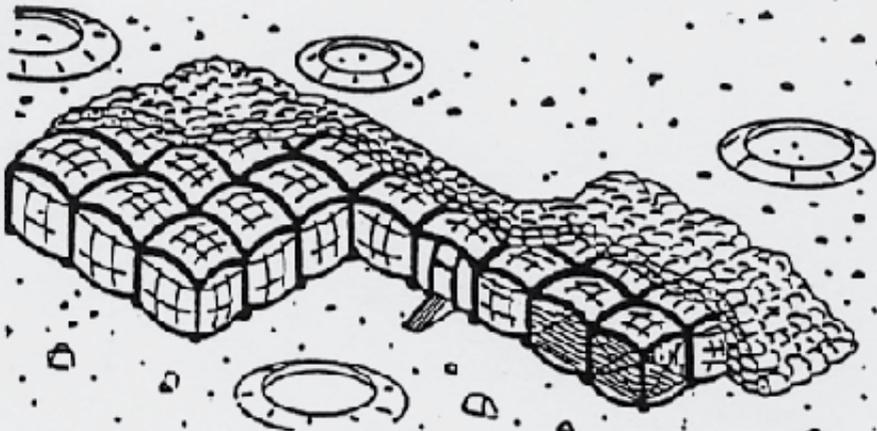
Beim Teststart am 21. Dezember waren insgesamt drei Satelliten an Bord. Eine davon war eine gut sechs Tonnen schwere instrumentierte Dummy-Nutzlast, ein Vehikel namens DemoSat, im Grunde nichts anderes als eine zwei Meter hohe und 1,5 Meter durchmessende Aluminiumtrommel gefüllt mit 60 Eisenstäben als Ballast. Sensoren an diesem Dummy sammelten während des Aufstiegs Daten über Vibrationen, Temperaturen und Drücke sowie über die auftretenden Schockmomente bei den Stufentrennungen. Neben Demosat waren aber auch zwei richtige Satelliten an Bord, Kleinsatelliten mit Namen Ralphie und Sparky. Sie waren in Zusammenarbeit zwischen den Universitäten von Arizona, New Mexiko und Colorado gebaut worden. Ursprünglich hätten die beiden Kleinsatelliten an Bord der Raumfähre Columbia fliegen sollen, waren damals aber nicht rechtzeitig fertig geworden. Jetzt teilten die beiden Kleinsatelliten das Schicksal ihres damals vorgesehenen Trägervehikels: Sie erlebten einen „Destructive Reentry“, wie es in der NASA-Terminologie heißt.

Auch wenn bei diesem Erstflug nicht alles nach Plan lief wird die Delta 4 Heavy in der amerikanischen Space Exploration Initiative eine bedeutende Rolle spielen. Ihr spektakulärer Start wird ein gewohntes Bild in den zukünftigen Raumfahrtanstrengungen der NASA sein, und man wird sie schon bald in Verbindung bringen mit der Rückkehr zum Mond und den Flügen zum Mars.

Die Delta 4-Heavy ist in ihrer jetzigen Version in der Lage etwa 23 Tonnen Nutzlast auf eine niedrige Erdumlaufbahn zu bringen, etwa 13 Tonnen in den geostationären Transferorbit, 11 Tonnen auf eine Mond-Fluchtbahn, und 8 Tonnen zum Mars.

Ein Beitrag von Eugen Reichl.

eine basis auf dem mond- der logische nächste schritt in der bemannten raumfahrt



Vanderbit

Abbildung 1:
Mondstation aus aufblasbaren "Kissen"-Modulen

Vor über drei Jahrzehnten war der letzte Mensch auf dem Mond. Auch nach der Apollo-Ära gab es immer wieder Vorschläge für bemannte Mondstationen. Waren die Gründe vor allem zu Zeiten des Kalten Krieges eher politisch, so gelten heute Astronomie, Tourismus oder die Vorbereitung von Missionen zum Mars als Argumente für die Rückkehr von Menschen auf den Erdtrabanten. Vor allem das neue Explorations-Programm der NASA, aber auch chinesische und europäische Raumfahrtpläne, sehen den Aufbau einer permanenten Basis auf dem Mond im Zeitraum bis etwa 2025 vor.

Woher kommt das neu entfachte Interesse an unserem Trabanten? Warum nicht im relativ sicheren Erdbit bleiben oder gleich direkt zum Mars fliegen? Die Argumente für eine Rückkehr zum Mond sprechen für sich:

Der Mond bewegt sich um die Erde in einer mittleren Distanz von etwa 373.000 km. Diese relativ geringe Entfernung bedeutet, dass ein Flug zum Mond

mit heutiger Technologie prinzipiell möglich ist und nur wenige Tage dauert. Die Apollo-Missionen beantworteten viele Fragen über unseren Trabanten. Doch wir haben längst nicht alle Geheimnisse gelüftet. Die geringe geologische Aktivität auf dem Mond ermöglicht es uns, weit in die Geschichte des Sonnensystems zurückzublicken und der Entstehung unserer Welt auf den Grund zu gehen. Die Narben von Milliarden Jahre alten Asteroideneinschlägen sind selbst von der Erde aus zu sehen. Diese Krater sind Zeugnis dafür, wie oft und in welcher Größe das innere Sonnensystem – einschließlich unserer Erde – im Laufe der Zeit bombardiert wurde. Diese Krater genauer zu untersuchen könnte die noch immer offene Frage nach den Massensterben auf unserem Planeten beantworten.

Eine Besiedlung des Mondes wäre gleichzeitig der Beginn eines Langzeit-Programms, um das Überleben der menschlichen Spezies zu sichern. Auch viele andere wissenschaftliche Disziplinen würden von einer Mondstation profitieren:

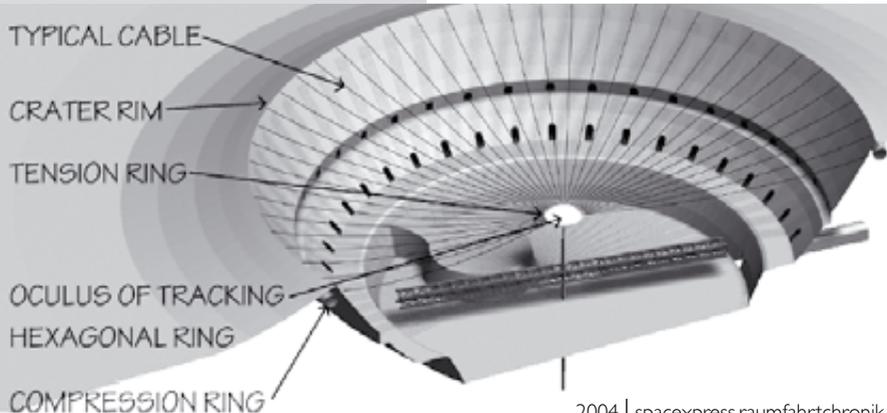
Astronomie, Biologie, Physik, Paläontologie, Plane-



Abbildung 2: Die aufblasbaren "Nautilus"-Module im Test, siehe auch Seite 141

tenkunde und sogar Exobiologie. Neue Erkenntnisse in den Felder Psychologie und Soziologie wären die Folge. Optische Teleskope profitierten von der Abwesenheit einer Atmosphäre und wären auf der erdabgewandten Seite sogar vor allen Störsignalen von der Erde geschützt. Weitaus größere und leichter zu unterhaltende und reparierende Anlagen als z.B. das Hubble Space Telescope könnten gebaut werden. Sie könnten auch leichter vor Strahlung, Weltraumschrott und Mikrometeoriten geschützt werden, die Teleskope in der Erdumlaufbahn plagen. Der Mond ist reich an Rohmaterialien. Mondsand und -gestein, der sog. Regolith, enthält Eisen, Aluminium, Silikon, Titan, Sauerstoff und Spuren von Wasserstoff, Kohlenstoff, Platin, Helium-3 und Stickstoff. Erfahrung mit den nötigen Technologien um diese Rohstoffe zu gewinnen, könnte eine Mondbasis unabhängig von Unterstützung von der Erde machen und bei entsprechendem Produktionsvolumen sogar Exporte ermöglichen. Auf jeden Fall können alle diesbezüglichen Technologien für eine bemannte Marsmission, wie in-situ Ressourcennutzung und Lebenserhaltungssysteme, hier getestet und verfeinert werden. Ist man erst einmal dem Schwerfeld der Erde entkommen, benötigt man nur wenig Energie, um sich im Sonnensystem fortzubewegen. Auf dem Mond gebaute Raumfähren könnten diesen Vorteil nutzen. Auch deshalb ist der Mond das perfekte Sprungbrett zum Mars. Wirtschaftliche Aktivitäten

Abbildung 3: Seilkonstruktion für eine Basis in einem Mondkrater.



wie z.B. Tourismusangebote sind essentiell für die Finanzierbarkeit und den dauerhaften Erfolg einer Besiedlung des Mondes.

Bauen auf dem Mond ist eine Herausforderung. Das Anwenden von Prinzipien, die beim Bauen auf der Erde gelten, ist sehr schwierig, denn auf dem Mond herrschen völlig andere Randbedingungen. So ist zum Beispiel die Schwerkraft um 5/6 reduziert. Durch das Fehlen einer Atmosphäre steht eine bemannte Station unter Innendruck, dessen Optimum bei etwa 70 kPa liegt. Gleichzeitig muss aber auch ein eventueller Druckverlust berücksichtigt werden. Strahlung, Mikrometeoriten und extreme Temperaturschwankungen (100°C im Sonnenlicht, -150°C im Schatten) sind zu berücksichtigen. Eine Überschlüttung mit einer 3m mächtigen Schicht aus Mondsand scheint die wirtschaftlichste Lösung zu sein, um die Basis und deren Bewohner vor diesen Gefahren zu schützen. Geringes Eigengewicht und einfacher Aufbau der Konstruktion sind wichtige Kriterien, um Transportkosten und Außeneinsätze der Astronauten auf ein Minimum zu reduzieren. Mögliche Baumaterialien müssen in von der Erde importierte und lokal produzierte unterscheiden werden. Zur ersten Gruppe zählen vor allem Leichtmetalle, Membrane und Verbundwerkstoffe. Aus dem Mondgestein lässt sich eine Vielfalt von Metallen gewinnen, aber Regolith kann auch direkt zu Blöcken, Glasprodukten oder sogar Beton verarbeitet werden. Eine Mondstation wird eine evolutionäre Entwicklung durchlaufen. Diese Entwicklung kann in drei Hauptphasen unterteilt werden, in jeder dieser Phasen wird sich notwendigerweise eine andere Generation von Habitat-Konstruktionen durchsetzen. Die erste Generation wird aus komplett vorgefertigten und ausgerüsteten Modulen, ähnlich wie bei der internationalen Raumstation ISS, bestehen. Dadurch wird eine erste Präsenz und Operationskapazität geschaffen. In der zweiten Phase lunarer Besiedlung werden größere Module nötig, die in Teile zerlegt auf der Erde vorgefertigt und

auf dem Mond zusammengebaut werden. Anlagen zur Produktion von indigenen Materialien ermöglichen in der dritten Phase die Konstruktion von Habitaten unter ausschließlicher Verwendung von auf dem Mond produzierten Bauteilen. Die ersten Mondbasis-Module werden auch einfache Zylinder mit beschränktem Durchmesser sein. Doch wie könnten weiterführende Konzepte der zweiten und dritten Generation aussehen?

Aus der Vielfalt der möglichen Lösungen kristallisieren sich vier unterschiedliche Konstruktionstypen heraus:

- Aufblasbare Strukturen
- Seil-Konstruktionen
- Starre Tragwerke
- Unterirdische Konzepte

Aufblasbare Module ermöglichen eine sehr leichte Konstruktion, die sich einfach und schnell auf der Mondoberfläche aufbauen lässt. Baumaterial sind dabei vor allem textile Membrane.

Diese sind sehr empfindlich, so dass mehrere Schichten nötig sind. Druckverlust ist bei derartigen Konstruktionen kritisch und muss im Entwurf berücksichtigt werden. Mit dem Entwurf des „Transhab“ - einem aufblasbaren Modul zur Erweiterung der ISS konnten erste Erfahrungen zum benötigten Schichtaufbau gesammelt werden. Leider kam das Modul nie über das Entwurfsstadium hinaus. Sehr viel versprechend scheint in diesem Bereich der privat finanzierte „Nautilus“-Entwurf von Bigelow Aerospace zu sein, eine konsequente Weiterentwicklung des NASA-„Transhab“ (Abbildungen 1 und 2).

Niedriges Eigengewicht ist ebenfalls ein Vorteil der Seiltragwerke. Mit ihnen sind sehr große Spannweiten möglich, jedoch benötigt man eine Sekundärkonstruktion für den Raumabschluss, deren Robustheit für die Widerstandsfähigkeit der Gesamtkonstruktion entscheidend ist. Eine mögliche Anwendung zeigt Bild 3.

Bei den starren Tragwerken kann man sich eines reichen Erfahrungsschatzes bedienen. Sie sind generell sehr robust und benötigen keine Nebenkonstruktionen. Diese Vorteile bezahlt man allerdings mit höherem Eigengewicht. Die Abbildungen 4 und 5 beschreiben einen Entwurf aus Aluminium.

Eine komplett andere Idee stellen die Untergrund-Konzepte dar: Auf dem Mond werden extensive Systeme von Lava-Röhren vermutet, die natürlichen Schutz vor den meisten Einwirkungen bieten könnten. Spekulationen sehen sogar die Möglichkeit, diese Röhren unter Druck zu setzen, so dass keine

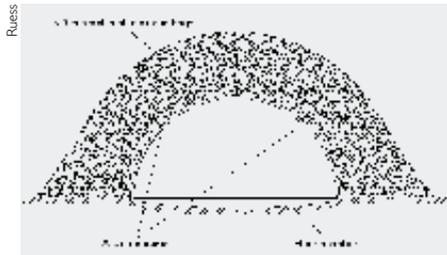


Abbildung 4: Querschnitt einer Aluminium-Konstruktion, geschützt durch Regolith in Sandsäcken

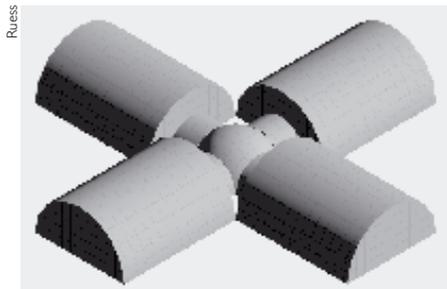


Abbildung 0.5: Rendering der Aluminium-Konstruktion, ohne Regolith-Aufschüttung

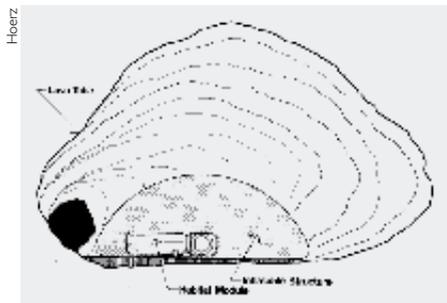


Abbildung 6: Schnitt durch eine Lava-Röhre mit möglichen Habitat-Modulen

Habitat-Module mehr benötigt werden (vgl. Bild 6). Sehr progressive und unkonventionelle Ideen wurden als Ergebnisse des von der „Lunar Explorers Society“ 2002 in den Niederlanden veranstalteten und durch die ESA gesponsorten „Lunar Base Design Workshop“ präsentiert. Architektur-Studenten aus 16 Nationen entwarfen in diesem mehrtägigen Workshop Mondstationen, die für verschiedene Nutzungen optimiert wurden. Gerade die mobilen Stationen und Kombinationen der o.g. Konzepte erscheinen hier sehr viel versprechend (siehe Bilder 7 und 8). Die meisten dieser Entwicklungen



Abbildung 7:
Ein Modell der Kopernikus-Mondstation.

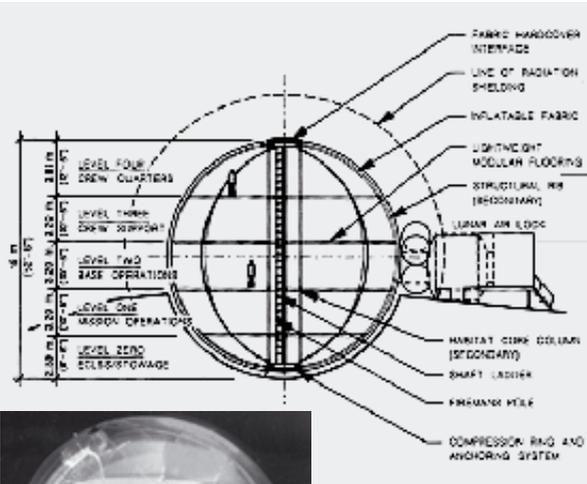


Abbildung 8:
Die Tycho-Kugel:
Eine mobile Station
zum Abbau von He₃
einem Rohstoff für
Fusionsreaktoren

scheinen jedoch nicht auf alle wichtigen Randbedingungen, v.a. dem Schutz vor Strahlung und Mikrometeoriten, im Detail einzugehen.

Fast allen gezeigten Entwürfen ist eines gemeinsam: Ausgereifte Pläne zur Erschließung des Mondes und dessen wirtschaftlicher Nutzung in einem ganzheitlichen Konzept fehlen. Gute Ideen sind erkennbar; doch gibt es noch viel Spielraum für die detaillierte Planung eines finanzierbaren Besiedlungs-Szenarios. Vielleicht leben und arbeiten Menschen dann schon bald auf dem Mond – ein Gewinn für die gesamte Menschheit.

**Ein Beitrag
von Florian Rueß.**

Der Autor, Dipl.-Bauingenieur der Universität Stuttgart, beschäftigte sich im Rahmen seiner Diplomarbeit 2004, betreut von Prof. Benaroya, Rutgers University, mit Konstruktion und Entwurf von Mondstationen und präsentierte seine Ergebnisse unter anderem auf der Earth & Space Conference 04 in Houston, Texas. Derzeit ist Herr Rueß in einem Ingenieurbüro für Tragwerksplanung in Stuttgart tätig.

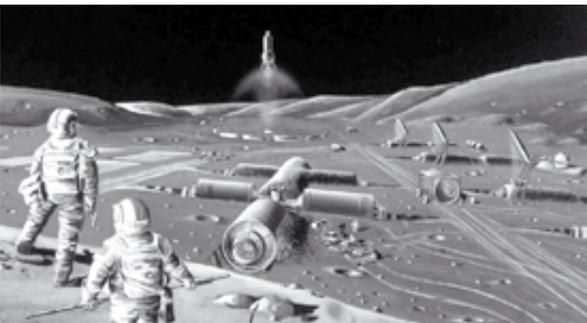
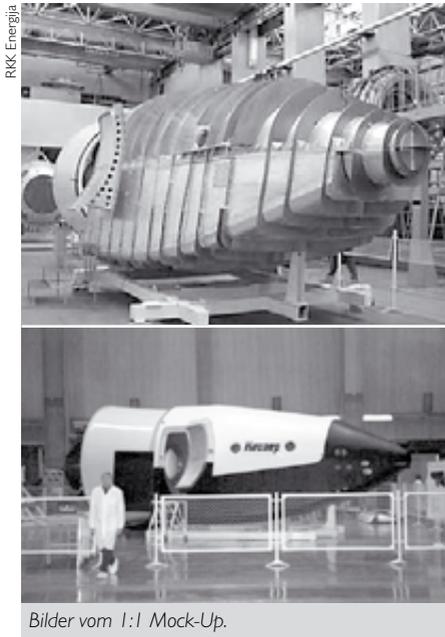


Abbildung 9: NASA-Impression einer möglichen Basis auf dem Mond.

der erbe von sojus



Bilder vom 1:1 Mock-Up.

Die russische Raketenschmiede RKK Energiya enthüllte am 17. Februar 2004 einen Plan für ein neues bemanntes Raumfahrzeug – technisch angelehnt an die Sojus-Kapseln, äußerlich aber eher einem Raumgleiter ähnelnd. Die Vorarbeiten am Reißbrett, die bereits vier Jahre Vorlauf haben und einem Auftrag der russischen Raumfahrtbehörde Rosaviakosmos folgten, scheinen bereits weit gediehen. Das zumindest suggerieren erste Fotos eines Mock-ups. Grund genug also, einen detaillierteren Blick auf und in „Klipper“ zu werfen.

Die Informationslage ist leider, wie so oft in der russischen Raumfahrt, relativ rar. Alle Angaben beruhen entweder auf den wenigen offiziellen Verlautbarungen der russischen Seite oder sind Spekulation. Letztlich scheinen auch Pläne für mehrere Konfigurationen vorzuliegen. Äußerlich ähnelt Klipper einem so genannten lifting body. Damit lässt sich bei der Rückkehr bedingt in den Kurs durch die Atmosphäre eingreifen; nach beiden Seiten sind Korrekturen um bis zu 500 Kilometer möglich. Hierdurch wäre es kein Problem, auf russischem statt auf kasachischem Territorium zu landen. Dies geschähe mit

Hilfe eines Gleitschirmsystems.

Das bisherige Fluchtturm-Rettungssystem (SAS) wird beibehalten. Es sitzt auf der Nase des 9,8 Tonnen schweren lifting bodies auf. Dieser bietet Platz für fünf Personen – zwei Piloten und drei Passagiere, wahlweise Wissenschaftler oder Touristen. Im rückwärtigen Bereich ist Platz für bis zu 700 Kilogramm Nutzlast, die auch einen oder zwei weitere Passagiere beinhalten kann.

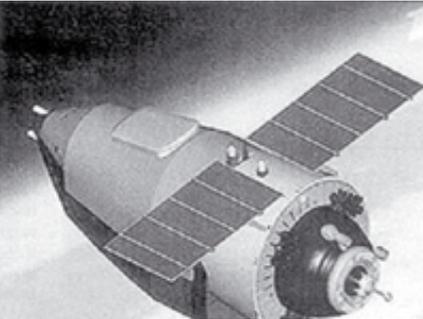
Am hinteren Ende schließt das Servicemodul mit einer Masse von 4,7 Tonnen an. Es entspricht im wesentlichen einer Sojus-Orbitalsektion, dient als Wohnsektion und beherbergt neben Wasser- und Sauerstoffvorräten auch einen Kopplungsapparat. Die Triebwerke für Bahnmanöver samt Tanks mit dem benötigten Treibstoffvorrat sind außen in einer technischen Sektion angebracht. Das Servicemodul ist zudem mit zwei Solarpaneelen ausgestattet.

Der Gesamtverband wiegt knapp 15 Tonnen, ist 10 Meter lang bei einem maximalen Durchmesser von 3,06 Meter und einem druckluftbeaufschlagten Innenvolumen von 20 Kubikmetern. Die Vorräte reichen bei einer Standardkonfiguration für einen zehntätigen autonomen Flug aus. Vor der Rückkehr wird das Servicemodul abgekoppelt und verglüht in der Erdatmosphäre. Der lifting body dagegen ist wiederverwendbar: Er soll bis zu 25 Flüge absolvieren können, ohne jeweils größeren Inspektionen und Reparaturen zu bedürfen.

Offene Optionen

Ein noch ausstehendes Problem ist die Suche nach einem passenden Träger. Die bisherigen Sojus-Raumfahrzeuge, mittlerweile als vierte Modifikationen (Sojus-TMA) im Einsatz, gleichen sich allesamt in Gesamtmasse und Basisdurchmesser. Damit war es möglich, über Jahrzehnte hinweg die Sojus-Trägerrakete als Startgerät zu nutzen, anstatt jedesmal ein komplett neues Trägersystem zu entwickeln. Klipper jedoch ist nicht nur größer, sondern auch gut doppelt so schwer wie ein Sojus-Raumschiff. Keine im Einsatz befindliche R7-Version könnte dies bewältigen. Steht der Abschied von der alten „Semjorka“ an?

Dies wäre nur eine Option. Generell stehen verschiedene Träger für Klipper zur Verfügung. Das Werk Chrunichew projiziert mit der Angara eine ganze Träger-Familie als Nachfolger der ukrainischen Zenit-Rakete und der Proton-Serie in einem Nutzlastbereich von 10 bis 25 Tonnen. NPO Juschnoje



Dieses 3D-Modell wurde bereits im russischen Fernsehen vorgestellt.

(Dnjepretrowsk, Ukraine) wiederum bietet mit der Zenit-2 eine potentielle Startmöglichkeit. Diese weist jedoch mit einer Reihe von Fehlversuchen eine katastrophale Startbilanz auf, gilt also als untauglich für bemannte Missionen.

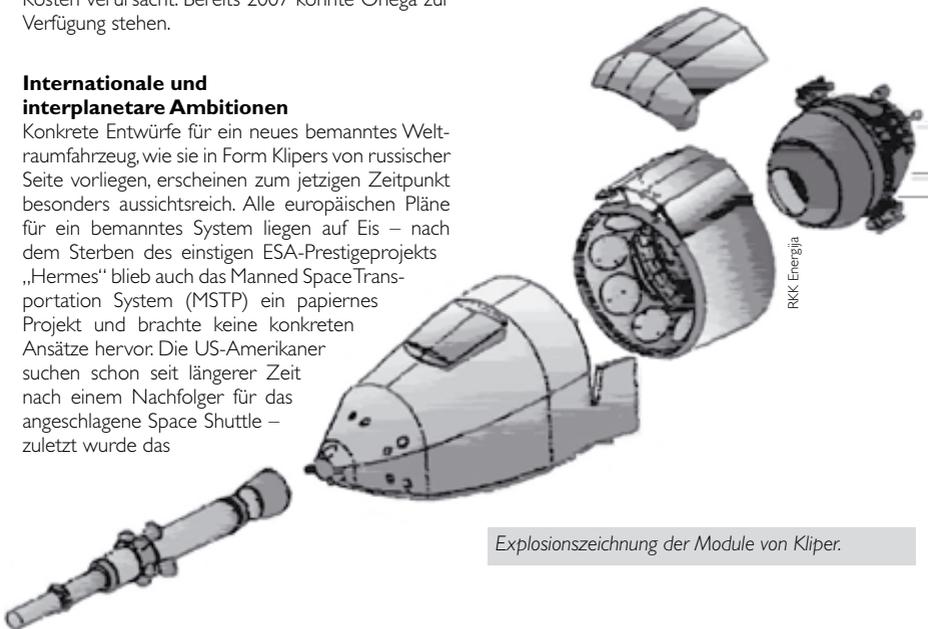
Die dritte und wahrscheinlichste Option ist die Entwicklung der „Onega“, benannt nach einem russischen Fluss. Dieses Energija-eigene Produkt würde auf der Sojus-Rakete beruhen, diese allerdings um eine neue leistungsstarke Oberstufe, betrieben mit flüssigem Sauerstoff und Wasserstoff, erweitern. Hinzu käme eine verstärkte Basisstufe. Die damit verbundene Leistungssteigerung würde zugleich darauf abzielen, nicht mehr auf das Kosmodrom in Baikonur angewiesen zu sein, welches bekanntlich in Kasachstan liegt und den Russen horrende Kosten verursacht. Bereits 2007 könnte Onega zur Verfügung stehen.

Internationale und interplanetare Ambitionen

Konkrete Entwürfe für ein neues bemanntes Weltraumfahrzeug, wie sie in Form Klipers von russischer Seite vorliegen, erscheinen zum jetzigen Zeitpunkt besonders aussichtsreich. Alle europäischen Pläne für ein bemanntes System liegen auf Eis – nach dem Sterben des einstigen ESA-Prestigeprojekts „Hermes“ blieb auch das Manned Space Transportation System (MSTP) ein papiernes Projekt und brachte keine konkreten Ansätze hervor. Die US-Amerikaner suchen schon seit längerer Zeit nach einem Nachfolger für das angeschlagene Space Shuttle – zuletzt wurde das

gemeinsam mit der ESA projektierte Crew Return Vehicle (CRV) ersatzlos gestrichen und um das Orbital Space Plane (OSP) ist es erstaunlich ruhig geworden. Möglich also, dass die Russen Partner für die Entwicklung ihres Raumfahrzeuges finden werden – zum Beispiel bei der ESA, mit der bereits umfangreiche Kooperationsvereinbarungen bestehen, etwa, was die Nutzung des europäischen Weltraumbahnhofs in Kourou (Französisch Guayana) angeht. Die NASA dagegen wird schwerlich auf ein eigenständiges bemanntes System verzichten wollen. Attraktiv werden könnte Kliper jedoch auch für finanzstarke Investoren aus der Privatwirtschaft, sollte sich ein aussichtsreicher Markt für den „Weltraumtourismus“ formieren.

Das Hauptaugenmerk liegt natürlich auf der Entwicklung eines Flaggschiffes für das durch Finanzengpässe gebeutelte russische Raumfahrtprogramm. Realisieren die Russen Kliper, besitzen sie auf einen Schlag einen bedeutenden Entwicklungsvorsprung vor allen anderen Raumfahrtationen. Der Abschied von den alten Kapseln wäre vollzogen. Neue Möglichkeiten böten sich, denn mit den Abmessungen eines Sechs-Mann-Raumschiffes könnten auch längere Flüge im All durchgeführt werden, unabhängig von einer Raumstation. Kliper könnte die Basis für ein Raumschiff für lunare oder gar interplanetare Flüge werden. Davon träumen die russischen Ingenieure, aber das ist noch Zukunftsmusik. Derzeit orientieren sich alle Bemühungen ganz pragmatisch an der Nutzbarkeit für die Internationale Raumsta-



Explosionszeichnung der Module von Kliper.

| Vergleich: | Sojus TMA | Kliper |
|---------------------|------------------|-------------------|
| Gesamtlänge: | 6,98 m | 10,00 m |
| max. Durchmesser: | 2,72 m | 3,06 m |
| Startmasse: | 7,22 t | 14,6 t |
| Anzahl Module: | 3 | 3 |
| Besatzung: | 3 | 5-7 |
| Innenvolumen: | 9 m ³ | 20 m ³ |
| Nutzlast: | 0,1 t | 0,7 t |
| Flughöhe | 407 km | 700 km |
| autonome Flugdauer: | 14 d | 20 d |
| passive Flugdauer: | 200 d | > 200 d |

tion. Kliper wäre ein Zubringer mit großer Kapazität und könnte als Rettungsboot im Katastrophenfall mindestens 200 Tage lang an der ISS angekoppelt bleiben.

Probleme und Perspektiven

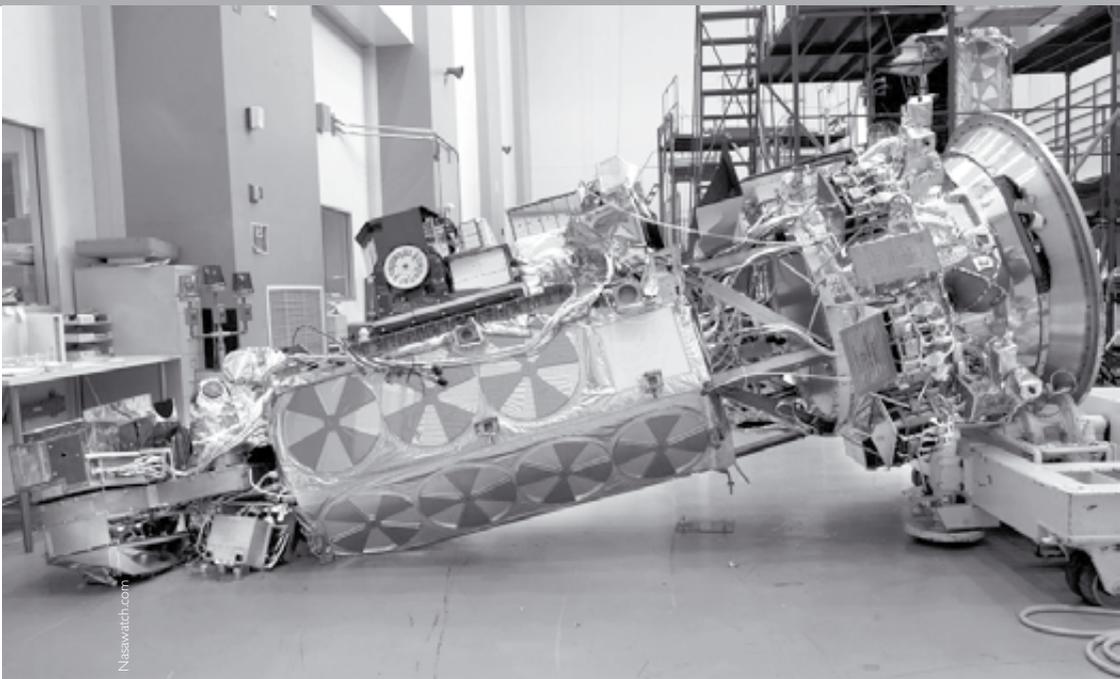
Das Grundproblem der ISS ist mit dem Bau des Kliper jedoch nicht zu lösen. Bis zum letzten Lift-off für den Sojus-Nachfolger werden noch Jahre vergehen, sollte Kliper nicht das unselige Schicksal vieler anderer ambitionierter Projekte ereilen. Eine Beseitigung der latenten Unterfinanzierung der ISS und der zum Teil akuten Versorgungsengpässe benötigt raschere Lösungen. Allerdings weist Kliper in die richtige Richtung: mit ihm stünde ein Raumschiff der vierten Generation zur Verfügung, dessen technische und praktische Möglichkeiten die der Sojus-Kapseln übersteigen würden und dessen Betrieb gleichsam ökonomischer wäre als der des Space Shuttles.

Der wohl wesentlichste Vorzug aber ist die sichere Technik. Es ist ein Stück alter russischer Raumfahrttradition, Bewährtes zu bewahren. Anstatt einen kompletten Neuanfang zu konzipieren, werden sich etablierte Technologien aus dem Sojus-Programm auch im Kliper wiederfinden lassen. Letztlich baut dieses Projekt auch darauf auf, bereits vorhandene Trägertechnologie weiter zu verwenden; eben die Elemente, die sich über Jahrzehnte bewährt haben und als besonders sicher gelten. Auch die Entwicklungskosten lassen sich damit minimieren. Derzeit

hängt alles von der Finanzierung ab, und deren Sicherung steht noch in Frage. Benötigt werden umgerechnet knapp 300 Millionen Euro – ein vergleichsweise bescheidener Betrag. Alexander Iwantschenkow, einst mit Sigmund Jähn im All und noch immer Ingenieur bei RKK Energija, meinte unlängst bei einer Tagung, Kliper könnte bei Bereitstellung der benötigten Gelder in fünf Jahren zu einem Erststart aufbrechen, der reguläre Flugbetrieb könnte gegen 2012 aufgenommen werden. Dann ist ein weiteres Jahrzehnt vorbei und es ist definitiv an der Zeit für eine neue Generation bemannter Raumschiffe.

ein Beitrag von Felix Korsch.

Der Autor, 18, ist Schüler am Ostwald-Gymnasium in Leipzig. Schon seit Jahren interessiert er sich für die Raumfahrt. Er ist Mitglied der dt. Raumfahrtaufstellung in Rautenkrantz und Redakteur bei Raumfahrer.net.



dreh das ding doch mal kurz um, joe

Raumfahrttechnik genießt den Ruf, höchste technische Standards mit äußerster Arbeitspräzision und überlegener Professionalität zu verbinden. Weltklasse an Qualität. Geniale Ingenieure. Und wenn's wirklich mal schief geht, dann nur, weil man sich an der Grenze des technisch Machbaren einen Schritt zu weit vorgewagt hat.

Vergessen Sie's ruhig. Die meisten teuren Fehlschläge in der Raumfahrt passieren nicht im unerforschten Grenzland zu einer neuen technischen Dimension, sondern ganz saublöd bei Alltagsbeschäftigungen einfach deswegen, weil auch hier nur Menschen wie Du und ich arbeiten. So wie neulich an einem Montagmorgen bei Lockheed in Sunnyvale, Kalifornien. Schauplatz: das Integrationsgebäude für Forschungssatelliten.

Gähnende, noch etwas verschlafene Menschen tröpfeln nach und nach in die kleine Küche gleich neben dem Eingang, holen Tassen aus dem Hängeschrank, rühren Milch, Kaffee und Zucker zusammen und klönen ein bisschen über das Baseballspiel vom

Wochenende oder wie sie am Samstag die scharfe Braut in der Disco klargemacht haben.

Dann gehen sie rüber in den kleinen Umkleeraum, ziehen sich ihre Bunny-Suits an, wie sie ihre Reinraumklamotten nennen, und schlurfen durch die Schleuse. Im weißgetünchten Reinraum werfen sie einen flüchtigen Blick auf ihr „Baby“, den ultramodernen, brandneuen, Hightech-Wettersatelliten der nächsten Generation namens „NOAA-N Prime“: sechs Meter hoch, drei Tonnen schwer und so teuer wie sein Gewicht in Platin und Edelsteinen: 275 Millionen Dollar:

Steht sie ihn am Freitagnachmittag verlassen haben steht das Raumfahrzeug auf dem „Turn over cart“, einem Dreiachs-Drehtisch, der dazu dient den Satelliten so zu positionieren, dass man bequem dran arbeiten kann. Und damit er nicht herunterfällt ist er da mit 24 Bolzen fixiert. Normalerweise.

Auf dem kleinen Arbeitstisch an der Hallenwand liegt eine Mappe mit einer Montageanleitung. Vom Freitagnachmittag ist noch die Seite aufgeschlagen, die das Laden der Batterien beschreibt. Okay, an der

Stelle geht's also weiter: Einer der Techniker, nennen wir ihn Jim, guckt flüchtig in das Dokument, wedelt mit der Hand zu seinem Kollegen, der schon sich an der Fernbedienung für den Drehtisch zu schaffen macht, gähnt noch einmal herzhaft und meint: „Also weiter mit der Batterie. Dreh das Ding doch mal kurz um, Joe“.

Und Joe tut, wie ihm geheißен, drückt ein paar Knöpfe, Stromkreise schließen sich, ein Elektromotor summt, der Drehtisch setzt sich in Bewegung und beginnt langsam zu rotieren...und der Alptraum jedes Raumfahrttechnikers wird wahr...der Satellit rutscht an die Kante der Plattform, verharrt dort einen Moment und kippt dann vornüber und kracht einen Meter tiefer auf den Hallenboden. Ein Raumfahrzeug im Preis eines Ozean-Liners hat nur noch Schrottwert.

Dumm gelaufen. Aber wie gesagt, auch in der Raumfahrt arbeiten nur Menschen. Für das Handling dieses Satelliten gibt es Vorschriften, die ganze Schrankwände füllen. Was nichts hilft, wenn sie keiner liest und sich keiner dran hält und der Produktsicherungs-Ingenieur, dessen Aufgabe es ist, jeden Schritt der ausführenden Techniker genau zu beobachten, immer noch im Vorraum in seinem Kaffee rührt und von den Mädels in der Disco schwärmt.

Und wie kam es dazu? In der Nachbarhalle sollte ein anderer Satellit auf einen ähnlichen Drehtisch montiert werden, aber irgendjemand hatte die Haltebolzen verlegt. Kein Problem, dachten sich die Leute. Im Nebenraum steht ja NOAA-N, und da sind die Kollegen schon im Wochenende. Der Techniker kam also rüber, schraubte die Stifte bei NOAA-N heraus und in seinen eigenen Drehtisch wieder hinein. Und dann vergaß er die ganze Sache.

Die Firma Lockheed scheint besonders anfällig für menschliche Schwächen dieser Art zu sein. Vor kurzem haben wir über den dramatischen Absturz der Landekapsel von Genesis berichtet. War in meinem Artikel im November die Fehlerursache noch Spekulation, gibt es jetzt Gewissheit: Irgendjemand hat die so genannten „Gravity-Switches“ verkehrt herum eingebaut. Das sind diese kleinen Sensoren, die beim Auftreffen auf die Erdatmosphäre die Landesequenz auslösen.

Und wie konnte das passieren? Na, in etwa so: Ein ratloser Techniker sitzt vor der Elektronikbox der Raumsonde Genesis und ist grade dabei das Ding einzubauen. Das Gerät ist winzigklein und an jedem Ende ragt ein Draht raus. Schwer zu erkennen, was denn nun vorne und was hinten ist. Die Schränke um den Techniker herum sind zwar bis zur Decke hin voll mit Dokumenten, die den Einbau des Gra-

vy Switches bis ins aller kleinste Detail beschreiben. Doch der Feierabend ist nah und die Liebste wartet schon beim Italiener um die Ecke.

Der Techniker dreht das kleine Bauteil ratlos in der Hand. Die beiden Enden sehen sich aber auch so was von ähnlich. Er setzt das Gerät in die Elektronikbox ein. Es passt nicht gleich im ersten Versuch. Der Mann, nennen wir ihn Joe, kratzt sich am Kopf, runzelt die Stirn, und fragt schließlich seinen Kollegen: „He Jim, der Fummel will einfach nicht rein. Was soll ich denn machen“? Und der meint nach einem flüchtigen Blick: „Dreh das Ding doch mal kurz um, Joe“.

Und der Produktsicherungs-Ingenieur war mal wieder Kaffeeholen. Der Fehler alleine hätte im Übrigen die 250 Millionen Dollar Teure Genesis-Sonde noch gar nicht zum Absturz bringen müssen.

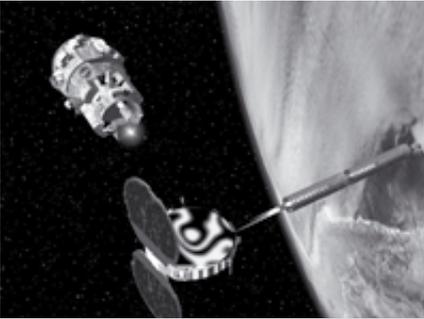
Das passierte erst, weil die Lockheed-Ingenieure ein Reservesystem konstruierten, dessen Logik exakt genauso funktionierte wie die des Hauptsystems. Und für das auch exakt baugleiche Teile benutzt wurden, die exakt vom gleichen Techniker exakt genauso falsch eingebaut wurden.

Mindestens fünf Kubikmeter an Konstruktionsvorschriften schreiben detailliert vor, dass ein Reservesystem aus Sicherheitsgründen erstens komplett anders konstruiert sein muss als das Primärsystem, und dass es zweitens auch Bauteile von einem anderen Hersteller benutzen muss.

Aber der Produktsicherungs-Ingenieur war zu der Zeit wahrscheinlich grade auf der Krankenstation, um seine Koffeinvergiftung kurieren zu lassen.

Wir in Europa sollten darüber nicht in Häme ausbrechen. Wir haben unseren eigenen Anteil an derlei Missgeschicken. Der Autor dieser Zeilen hat den Ablauf des Beagle 2-Vorhabens in einem Bericht des Star Observer am Anfang des Jahres mit einigen kritischen Worten bedacht. Monate bevor der offizielle Untersuchungsbericht erschienen ist. Inzwischen ist der Bericht zwar fertig, aber er wurde nie vollständig veröffentlicht. Und das aus gutem Grund, denn das Projekt war eine Katastrophe von vorn bis hinten.

Die wenigen Ausschnitte, die an die Öffentlichkeit kamen, waren immerhin drastisch genug formuliert. Wenn etwa beschrieben wird, dass die Projektleitung gut daran getan hätte, sich um die technischen Probleme von Beagle 2 zu kümmern, als auf Promotourne durch die Fernsehkanäle Europas zu tingeln, oder dass das Finanzierungskonzept der Landesonde nur als abenteuerlich bezeichnet werden konnte. Aus Kosten- und Zeitgründen startete die kleine Sonde praktisch ohne Reserve-Systeme,



DART in künstlerischer Darstellung.

und auf die kann man nun mal nicht verzichten bei einer Landung auf dem Mars, wie das Beispiel von Spirit und Opportunity zeigt.

Man kann sich gut vorstellen, wie der Verantwortliche, der mit dem Bau der Sonde beauftragten Firma, auf die ESA-Prozeduren deutete, die penibel ausgearbeitete Tests, Reservesysteme und Qualitätskontrollen vorschreiben, und wie Colin Pillinger oder einer seiner Ingenieure mit den Augen rollen und dem Mann den Rat gaben: „Lass Dich von diesen Papieren doch nicht beeindrucken. Wenn' s Dich stört, dann dreh das Ding doch einfach um, Joe“.

Vor ein paar Tagen gab es das neueste Highlight in der unendlichen Geschichte von Fehlern in der Raumfahrt, die hinter verschlossenen Toren passieren. DART, eine wichtige Technologie-Mission für die Erprobung automatischer Rendezvous-Techniken, wichtig zum Beispiel für die Rettung des Hubble-Space-Teleskops, welche die NASA ja nun von einem Roboter anstatt von Astronauten durchführen lassen will.

Die B-52 mit der Pegasus-Trägerrakete unter dem Flügel war buchstäblich schon auf dem Weg zur Rollbahn, als der Vizepräsident von Orbital Sci-

ences bei der NASA anrief und zähneknirschend erklärte, dass der Satellit auf keinen Fall gestartet werden dürfe, denn bei der Ankunft im Orbit hätte er wahrscheinlich nur noch Schrottwert. Wie sich herausstellte, hatte Orbital, Hersteller der Trägerrakete, vor etwa einem Jahr das Design des Zünders der zweiten Stufe geändert. Mit der Nebenwirkung, dass die dynamischen Lasten für die Nutzlast nun wesentlich höher waren. DART aber war noch für den alten Design ausgelegt.

Der Skandal dabei ist nicht etwa darin zu sehen, dass eine solche Sache überhaupt passiert. Der liegt vielmehr darin, dass das Problem seit über einem Jahr bekannt war, und erst buchstäblich in letzter Sekunde zugegeben wurde. Es ist nicht nachzuvollziehen, was in den Offiziellen dabei vorgegangen ist. Kopf einziehen und durch? Das kann es nicht sein, denn wenn die Trägerrakete gestartet wäre, und nur einen wertlosen Metallhaufen im Orbit abgeliefert hätte, wären die Konsequenzen noch schlimmer gewesen.

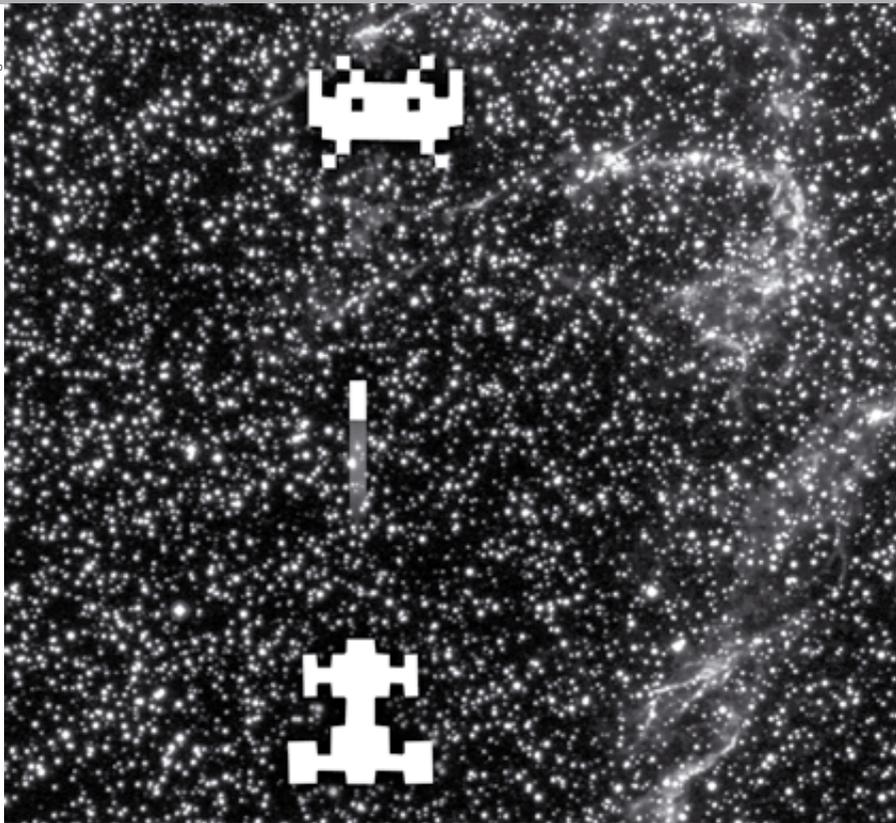
Nein, die Sache ist viel banaler. Menschlicher: Die Übermittlung dieser absolut wichtigen Information, die einen 85 Millionen Dollar teuren Satelliten ins Verderben geschickt hätte, wurde schlichtweg vergessen. Das offizielle NASA-Statement zu dem Vorfall lautete tags darauf lakonisch: „Eine Überprüfung der projektierten Belastungsparameter, welche während der Trennung der ersten von der zweiten Stufe der Pegasus-Trägerrakete auf die Nutzlast einwirken, ergab, dass diese neu evaluiert werden müssen, um den Missionserfolg sicherzustellen“. Die Formulierung ist ein diplomatisches Meisterwerk. In der Realität, so wird kolportiert, hat NASA Administrator O'Keefe ins Telefon gebrüllt, dass die Fenster klirrten.

Sei's wie's sei. Rakete und Satellit werden jetzt erstmal demontiert. Dann wird man die Dokumentation durchgehen, und dann werden die Techniker dran gehen, eine Lösung zu finden, bei der möglichst wenig geändert werden muss. Die Geschichte wird sich in einem stillen Cleanraum abspielen. Es werden Techniker um den Satelliten herum stehen, sich am Kopf kratzen und darüber nachsinnen, wie sie das Problem lösen können. Und schließlich wird einer die entscheidende Idee haben und zu seinem Kollegen sagen: „Dreh das Ding doch mal kurz um, Joe“.

Ein Beitrag von Eugen Reichl.



Pegasus vor der Montage an die B-52.



„alien vs. predator“ oder „das kosmische internet?“

Satellitenbilder enthüllen in den Tiefen der Antarktis eine altertümliche Pyramide, verborgen unter Eis und Schnee. Eine Expedition macht sich auf den Weg. Sie finden das Grauen, denn mit allem haben die Wissenschaftler gerechnet, nur nicht mit der ultimativen Schlacht zwischen Alien und Predator. Die Menschen geraten zwischen die Fronten der außerirdischen Auseinandersetzung. Ihre Zahl dezimiert sich rasch...

Das in etwa ist der ziemlich haarsträubende Plot eines Films, der in diesen Tagen in unseren Kinos anläuft, der Science-Fiction Horror-Streifen „Alien

vs. Predator“. Das Movie hat zwar eine enorme Mängelliste, aber für den Hardcore-Science-Fiction Fan bringt das völlig sinnfreie Spektakel trotzdem Spaß. In Sachen Monster-Design gibt es allerdings nichts Neues zu vermelden. Die Aliens sehen genauso aus, wie man sie aus den Kinofilmen mit Sigourney Weaver kennt, und die Predators wirken, als hätte die Rasse zu viele Rastafaris assimilieren müssen. Offensichtlich ist ihnen ihr Erstkontakt mit Arnold Schwarzenegger vor einigen Jahren nicht gut bekommen.

Eine Umfrage in den Vereinigten Staaten ergab übrigens, dass etwa 80 Prozent der Amerikaner an intelligentes Leben irgendwo im Weltraum glauben

(etwas spöttische Kenner der amerikanischen Politszene behaupten dagegen, dass gerade mal 30 Prozent der Amerikaner davon überzeugt sind, dass intelligentes Leben auch in Washington existiert).

Doch stellen wir uns die Frage einmal ernsthaft: Ist das Weltall lebensfeindlich und sind wir Menschen nur das Produkt eines aberwitzigen Zufalls, oder aber ist das Universum ein „Bio-Kosmos“, der Leben, auch intelligentes Leben, in Hülle und Fülle hervorbringt?

Die Meinungen darüber sind geteilt. Für die einen ist der Kosmos ein feindliches Umfeld, voller Schwarzer Löcher, unbewohnbarer Planeten, explodierender Sterne und gährender, kalter Leere. Für die anderen ist er von einer göttlichen Kraft allein für das Leben geschaffen worden.

Und manches an eben dieser Sicht der Dinge ist nicht von der Hand zu weisen. Nur ein Argument von vielen: Der Urknall hatte genau die richtige Stärke, um es dem Universum zu erlauben, gemächlich zu expandieren. In einem Ausmaß das für die stetige Evolution von Leben gerade richtig ist. Wäre der Urknall stärker ausgefallen, dann wäre der Kosmos leer. Wäre er schwächer gewesen, wäre das Universum wieder in sich zusammen gefallen. Lauern also vielleicht doch Predator und Alien schon an der nächsten Ecke auf uns?

Wahrscheinlichkeit „I“?

Wie wahrscheinlich ist intelligentes Leben im Universum, oder; räumlich etwas eingegrenzter, in unserer Galaxis? Seit mehr als 30 Jahren wird diese Schätzung mit Hilfe der so genannten Drake-Gleichung dargestellt, benannt nach dem Astronomen, der sie entwickelt hat. Die Rechnung ist eine Multiplikation von Wahrscheinlichkeiten, die in Bruchteilen ausgedrückt werden: Der Bruchteil der Sterne, die wahrscheinlich Planetensysteme haben. Der Bruchteil der Systeme, die wahrscheinlich erdähnliche Planeten haben. Davon wieder der Bruchteil der Sterne, die lange genug stabil bleiben, damit sich Leben entwickeln kann. Der Bruchteil der Lebensformen, die Intelligenz entwickeln, und so weiter.

Ganz gleich, wie man die Einzelwahrscheinlichkeiten bewertet, das Ergebnis wird stets eine sehr kleine Zahl sein. Denn jede einzelne dieser Wahrscheinlichkeiten ist geringer als 1. Und das Produkt einer Multiplikation vieler Zahlen, die kleiner sind als 1, wird sehr, sehr klein sein. Am Schluss hat man somit die Anzahl der Planeten übrig, die in unserer Galaxis intelligentes Leben beherbergen können. Und das ist eine sehr geringe Anzahl von Planeten.

Die Drake-Formel war lange Zeit das Mantra all derer, die nach Extraterrestrischem intelligentem Leben suchen. Aber da war immer ein etwas schlechtes Gefühl dabei und das nicht ganz unbegründet. Denn auch die Wahrscheinlichkeit, dass irgendein bestimmtes Ereignis in unserem Leben stattfindet, liegt praktisch bei Null. Trotzdem passieren solche Dinge immerzu und in jedem Augenblick.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ich heute um 6:31 Uhr in einem Hotelzimmer in einem kleinen Ort bei Heilbronn aufgewacht bin, erfordert zunächst, dass mich meine Firma auf eine Dienstreise geschickt hat. Die Voraussetzung dafür ist wiederum, dass ich überhaupt in diesem Unternehmen bin, was wiederum erfordert, dass ich diesen Beruf gewählt habe, was wiederum mit einer ganz bestimmten Entscheidung an einem verregneten Nachmittag des Jahres 1972 in Verbindung steht, die ich so nicht getroffen hätte, wenn ich in der letzten Mathematik-Klausur in der 12. Klasse eine bessere Note gehabt hätte, und so weiter.

Unmittelbarer betrachtet erfordert mein Aufwachen, dass ein anderer Hotelgast zu dieser frühen Morgenstunde mit seinem Koffer vor meinem Hotelzimmer vorbeirumpelte, was er deswegen tat, weil seine erste Besprechung an diesem Tag eine Stunde früher angesetzt wurde als ursprünglich geplant, was darauf zurückzuführen ist, dass ein japanischer Geschäftsmann ein früheres Flugzeug nach Osaka nehmen muss, was nicht der Fall gewesen wäre, wenn nicht die Frau des Geschäftsmannes einen Autounfall gehabt hätte, und so weiter und so fort.

Wir sehen, Ereignisse mit extrem geringem Wahrscheinlichkeitsgrad passieren unentwegt, und im Grund haben alle Ereignisse nur eine verschwindend geringe Wahrscheinlichkeit tatsächlich einzutreten. Der Schlüssel in dieser Betrachtung liegt natürlich darin, dass die oben geschilderten Ereignisse miteinander verknüpft sind. Sie sind nicht unabhängig. Es sind so genannte bedingte Wahrscheinlichkeiten. Die bloße Multiplikation der Einzelwahrscheinlichkeiten wird damit zu Nonsens führen, und in gewisser Weise tut es das bei Drakes berühmter Formel auch.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ich zu einem bestimmten Zeitpunkt unvermittelt einen Fluch ausstoße, ist sehr gering. Die Wahrscheinlichkeit, dass ich mir zu einem bestimmten Zeitpunkt kochenden Kaffee über die Hose schütze, ist auch nicht sehr hoch. Die kombinierte Wahrscheinlichkeit aber; nämlich, dass ich fluche nachdem ich mir kochenden Kaffee auf die Hose geschüttet habe, liegt, zumindest bei meinem Naturell, bei ziemlich genau 1.

Ebenso mag die Wahrscheinlichkeit, dass ein potentiell für Leben geeigneter Planet Meteoriten- und Kometen-Einschläge lange genug übersteht, damit sich intelligentes Leben entwickeln kann, sehr gering sein. Und die Wahrscheinlichkeit, dass ein Sonnensystem einen Planeten von der Größe Jupiters in seinem äußeren Bereich aufweist, ist vielleicht ebenfalls recht gering. Gibt es aber einen solchen Planeten in einem System mit vielen Meteoriten, dann ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich auf dem lebensfreundlichen Planeten auch Leben entwickeln kann extrem hoch, denn der Großplanet wird die meisten davon ablenken.

Die oft bemühte Wahrscheinlichkeitsrechnung und wahrscheinlich auch Drakes Formel helfen uns nicht weiter; denn es gibt einen ganz wichtigen Faktor, den wir nicht vergessen dürfen. Die schlichte Tatsache, dass wir existieren. Wir sind eine intelligente Lebensform im Weltraum. Somit wissen wir eins mit Sicherheit. Die Wahrscheinlichkeit für intelligentes Leben im Weltraum ist größer Null.

Das schmale Fenster

Eines ist damit gewiss: Das Universum, und damit unsere Galaxis, kann intelligentes Leben hervorbringen. Eine Sicherheit aber, dass wir diese intelligenten Lebensformen auch entdecken, ist deswegen noch lange nicht gegeben. Dafür gibt es viele Begründungen, und eine der schwerwiegendsten wollen wir kurz einmal beleuchten.

Sollten wir in den nächsten Jahrzehnten eine außerirdische Zivilisation entdecken, dann müsste sie zwei Bedingungen erfüllen, ohne die wir sie nicht wahrnehmen können. Zum einen muss es sich um eine technische Zivilisation handeln, und zum anderen muss sich diese technische Zivilisation gerade eben in dem winzigkleinen Zeitabschnitt befinden, in dem sie ein „Radio und TV-Leuchtturm“ ist, in der sie also ihre kosmische Umwelt mit starken Radio-Signalen „kontaminiert“. Sie müssten damit im gleichen schmalen Fenster ihrer Entwicklung sein, in dem wir uns selbst befinden. Andernfalls verfehlen wir uns mit Sicherheit.

Nun bedenken Sie, wie klein dieses Fenster ist, verglichen mit der Zeit, seit es Leben auf der Erde gibt. 3,9 Milliarden Jahre lang beherbergte dieser Planet nichts anderes als Mikroben. Und auch an den etwa sechshundert Millionen Jahren in denen die Erde im heutigen Sinne „erdähnlich“ war, hat unsere Spezies weit weniger als ein Promille ihren Anteil gehabt.

Stellen Sie sich vor, eine andere Zivilisation im Weltraum sucht nach intelligentem Leben im Radiospektrum, und peilt zu diesem Zweck die Erde an. Diese intelligente Rasse muss sich mächtig beeilen, denn

das Radio-Kommunikationsfenster beginnt sich bereits jetzt, kaum 100 Jahre nachdem es sich geöffnet hat, auch schon wieder zu schließen. Wir schicken heute kaum noch energiereiche Radiostrahlung hinaus in den Weltraum. Wir haben Kommunikationssatelliten, an die wir nur sehr schwache Signale zu senden brauchen. Diese Satelliten verstärken die Signale und schicken sie wieder zurück zur Erde. Die Kommunikation mit Raumsonden im tiefen Weltraum werden wir schon in wenigen Jahrzehnten nur noch über bleistiftdicke Laser-Links abwickeln. Und der nächste große Schritt in der Kommunikationstechnik macht uns für Wesen im Weltraum vollständig unhörbar: Kommunikation mittels Quantenteleportation.

Wir können davon ausgehen, dass das „Funkzeitalter“ einer technischen Zivilisation nur sehr kurz ist, und dann von etwas anderem abgelöst wird. Ist dem so, dann wäre unsere SETI-Suche sinnlos, denn wir beschränken uns auf die Suche nach Zivilisationen, die sich gerade in diesem extrem schmalen „Funk-Fenster“ befinden.

Das Projekt SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence) setzt auf eben dieses Funkfenster. Inzwischen seit 40 Jahren und bisher ohne Erfolg. In all diesen Jahrzehnten hat sich die Computerleistung dramatisch verbessert, die Suchprogramme sind unvergleichlich diffiziler als früher, und wo anfangs nur einzelne Sterne auf einzelnen Frequenzen abgefragt wurden, werden heute tausende von Sonnen in schneller Folge auf tausenden von Frequenzen gescannt.

SETI ist eine der transzendentalsten wissenschaftlichen Unternehmungen überhaupt. Wir glauben einfach, dass es irgendwo in der Galaxis intelligente Lebewesen geben könnte und verlassen uns auf astronomische Beobachtungen, Schlussfolgerungen und eine ganze Menge Wunschenken.

Man muss sich darüber im Klaren sein, dass trotz aller technischen Fortschritte das Programm SETI in seiner jetzigen Ausprägung nur geringe Aussichts auf Erfolg hat. Es gibt so viele Sterne, so viele mögliche Frequenzen und nur so wenig verfügbare Zeit, dass man die Wahl treffen muss, was man wann und wo absucht. Dabei kann das elektromagnetische Spektrum nicht im Entferntesten komplett überwacht werden. Beispielsweise würden wir es nicht mitbekommen, wenn E.T. im Infrarotbereich sendet oder im Bereich der Millimeter-Strahlung. Sendungen dieser Art werden von der Atmosphäre absorbiert, und sind nur im Weltraum festzustellen.

Aber auch, wenn wir eines Tages das SETI-Programm im Weltraum fortsetzen, was ist, wenn E.T. in irgendeiner uns unbekanntem Weise sendet?

Mit Gravitationswellen, mit Partikelstrahlung oder mit Methoden, für die uns noch nicht einmal eine Bezeichnung eingefallen ist.

In jedem Fall ist SETI die Suche nach der Nadel im kosmischen Heuhaufen.

Und eine besonders wichtige Betrachtung bleibt völlig außen vor: eine Zivilisation muss nicht notwendigerweise eine „Technische Zivilisation“ sein. Hätte vor zwei, drei oder vier Jahrtausenden eine intelligente Rasse auf einem Planeten von Tau Ceti oder Epsilon Eridani die Erde angefunkelt, niemand hätte geantwortet. Weder die Römer noch die Griechen noch die Phönizier noch die Chinesen der Ming Dynastie hätten irgendeine Ahnung davon gehabt, dass jemand mit ihnen Kontakt aufnehmen will. Die „Funkverbindung“ dieser Zivilisationen bestand aus Semaphoren, geschwenkten Fahnen und reitenden Boten. Und damit ist im Weltraum kein Staat zu machen.

Die interstellare Autobahnausfahrt

Aber vielleicht brauchen wir gar nicht aktiv zu suchen. Vielleicht kommen sie ja auch zu uns. Hollywood versucht uns das schon seit Jahrzehnten einzureden. Und auch wenn man die Kintopp-Aliens nicht so sonderlich ernst nimmt, die Frage muss auf jeden Fall gestattet sein: Sind sie vielleicht tatsächlich schon da, und wir bemerken es nur nicht? Und wenn ja, sind sie uns feindlich oder freundlich gesinnt. Predator oder ET? Alien oder die „Dritte Art“? Die Klingonen oder die Vulkanier?.

Sollten uns tatsächlich die E.T.'s besuchen, dann tun sie es ganz offensichtlich nicht, indem sie sich in gewaltigen Raumschiffen mit brüllenden Triebwerken und dem orgelnden Tosen verdrängter Luftmassen kühn auf die Erde herabstürzen. Das hätten wir doch wohl bemerkt. Wenn sie uns besuchen, dann wohl eher mit Produkten der Nanotechnologie, klein, fein und unsichtbar. Oder sonst wie gut getarnt.

Und wenn sie hier sind, oder zumindest um uns wissen, warum melden sie sich dann nicht bei uns?

- Vielleicht rufen uns die Außerirdischen nicht, weil sie uns langweilig finden. Wir sind vielleicht einfach nicht interessant genug. Vielleicht drängeln sich Millionen von Zivilisationen in der Galaxis, darunter viele völlig durchschnittliche wie eben wir Erdlinge und man betrachtet uns nur mit jenem Interesse, das wir selbst der fünfmillionsten neu entdeckten Insektenart im brasilianischen Dschungel entgegenbringen.

- Vielleicht lässt man uns auch in Ruhe, weil wir zu interessant sind. Man lässt uns vielleicht eine ungestörte Entwicklung durchlaufen, damit wir wichtige wissenschaftliche Daten über eine einzigartige evolutionäre Entwicklung liefern. Wir werden vielleicht also behandelt wie eine geschützte Art im Naturreservat. Die Erde als bessere Serengeti.
- Vielleicht hören wir auch nichts, weil wir einfach zu primitiv sind.
- Vielleicht sind sie zu tausenden unter uns, und wir bemerken sie nicht. Men in Black lässt grüßen.
- Vielleicht sind sie auch einfach nur höflich und wollen uns nicht stören.
- Vielleicht waren sie auch schon vor drei Milliarden Jahren hier; haben ein paar Fotos von den netten kleinen Einzellern geknipst, ihren Abfall gewissenhaft entsorgt und sind dann wieder abgereist.

Dieses „vielleicht“ könnte man noch eine ganze Weile fortführen, aber alles in allem scheint der Schluss nicht abwegig, dass wir uns nicht gerade in unmittelbarer Nähe eines interstellaren Autobahnknotens befinden.

Das kosmische Internet

Vielleicht ist auch ein ganz anderer Ansatz nötig. Denn selbst wenn 1.000 intelligente Spezies jemals die Milchstraße besiedelt haben, dürfte heute nichts mehr von ihnen übrig sein. Ab und zu mag sich mal die eine oder andere dieser Zivilisationen auch tatsächlich begegnet sein, aber angesichts der Abgründe von Zeit und Raum ist es wohl die Regel, dass jede für sich alleine war, und dass, auch wenn wir das als tragisch betrachten, auch wir alleine sind. Es mag vorher Zivilisationen in der Milchstraße gegeben haben, und es mag nach uns welche geben. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine zweite oder dritte technische Hochzivilisation gleichzeitig mit der unseren aktiv ist, ist eher gering. Auf der Erde überlebt eine bestimmte Spezies durchschnittlich zwei Millionen Jahre. Manche kürzer, einige länger: Der Neandertaler beispielsweise musste schon nach 200.000 Jahren das Feld der Geschichte räumen. Den Homo erectus gab es 1,4 Millionen Jahre. Unsere Spezies, Homo sapiens sapiens ist seit 200.000 Jahren auf der Bühne des Geschehens. Wenn wir ein typisches Beispiel sind, könnten wir noch ungefähr weitere 1,5 Millionen Jahre existieren.

Unsere Galaxis dagegen existiert schon weit über 10.000 Millionen Jahre. Die 1.000 angenommenen Zivilisationen der Milchstraße sind entstanden,

schliesel&design



haben ihre Blütezeit erlebt und sind wieder gegangen, ohne jemals eine der anderen Zivilisationen gesehen zu haben. Aber vielleicht gibt es doch eine Chance all diese Zivilisationen kennen zu lernen. Trotz der Abgründe von Raum und Zeit.

Jede intelligente Spezies, die lernt, das Alter von Sternen und Galaxien zu bestimmen, muss zu einer ähnlich ernüchternden Schlussfolgerung kommen wie wir: Selbst wenn eine Zivilisation dank geschickt gesteuerter Evolution volle 10 Millionen Jahre auf Sendung bleibt, existiert gegenwärtig nur ein Promille der Zivilisationen, die je unsere Galaxis bewohnt haben. Und womöglich sind das wir allein.

Alle anderen sind Vergangenheit. Die Frage ist: Sind all diese vielen Zivilisationen der Vergangenheit schweigend gegangen, oder haben sie etwas hinterlassen. Ein Vermächtnis an die Zukunft. Aufzeichnungen über sich, ihre Gedanken und ihre Leistungen.

Intelligenz bringt das Wissen um die eigene Vergänglichkeit mit sich. Sie liefert aber auch die Mittel diese Vergänglichkeit zu überwinden. Man kann daher annehmen, dass der Wunsch nach Unsterblichkeit unter intelligenten Wesen weit verbreitet ist. Sie mögen sich Denkmäler und Mausoleen errichten, aber eines Tages verwittern auch diese. Fortgeschrittene Spezies werden sich wahrscheinlich dafür entscheiden ihr Wissen, ihre Erfahrungen und Träume weiterzugeben. Sie werden langlebige Maschinen bauen und Datenspeicher. Sie werden Mittel und Wege ersinnen diese Maschinen und Datenspeicher zukünftigen Bewohnern der Milchstraße zugänglich zu machen. Sie werden ihre Datenspeicher in den Weltraum senden.

Eine hohe Wahrscheinlichkeit spricht deswegen dafür, dass ein erster Kontakt zu außerirdischen Lebewesen mit Maschinen erfolgen wird. Mit den Schaltstellen und Datenspeichern des galaktischen Internets, zu dem vielleicht schon seit Milliarden von Jahren intelligente Lebewesen in der Spanne ihrer Existenz immer weitere Bausteine und Daten beitragen.

Diese Maschinen sind keiner biologischen Abnutzung unterworfen. Sie können sich selbst reproduzieren und sie können warten, Jahrmillion um Jahrmillion. Sie sind die unsterblichen Sendboten der vergangenen Zivilisationen unserer Milchstraße. Und wenn man sie entdeckt und das richtige Passwort nennt, dann werden sie uns antworten.

Am Wahrscheinlichsten erscheint deswegen nicht, dass Predators die Erde zu Jagdausflügen besuchen, sondern dass irgendwo da draußen, vielleicht gar nicht so weit entfernt, eines von Millionen kosmischer Terminals auf uns wartet. Der nächstgelegene

Server des kosmischen Internets, absichtsvoll platziert von einem unserer galaktischen Vorfahren vor Jahrmilliarden. Unsere Aufgabe wird es sein, mit Intelligenz und Energie den Einstieg in dieses Netz zu finden. Das Passwort für den Log-in. Dann werden wir Zugang zu allen Daten über alle Intelligenzen haben, die jemals in unserer Galaxis gelebt haben.

Diese Möglichkeit mag manchem ernüchternd, ja sogar enttäuschend erscheinen. Kontakt mit einem Daten-Server statt mit einem leibhaftigen Alien. Aber überlegen sie es sich doch einmal so: die Sache hätte in einen gewissen Vorteil, wenn die Begegnung mit der „dritten Art“ auf der Langstrecke und virtuell passiert und nicht von Angesicht zu Angesicht.

Denn Besuchern gegenüber sollten wir nicht allzu vertrauensselig gegenübertreten. Es gibt nur wenige plausible Gründe, warum Aliens persönlich hier aufkreuzen sollten. Fragen Sie sich doch einmal, welchen Grund Pizarro hatte, die Inkas zu besuchen?

Ein Beitrag von Eugen Reichl.

Postscriptum:

Die verblüffende Idee mit dem „Galaktischen Internet“ wurde bereits Mitte der siebziger Jahre des letzten Jahrhunderts von dem bekannten Luft- und Raumfahrtjournalisten Timothy Ferris erdacht, Jahrzehnte bevor sich das Internet tatsächlich etablierte.

nasa schließt beurteilungsphase des westkurs-angebots von c. columbus ab.

Was wäre wohl aus den Unternehmungen der großen Forschungsreisenden geworden, wenn die Prüfung- und Genehmigungsinstitutionen der damaligen Zeit im Stil heutiger Forschungsbehörden agiert, oder sagen wir besser „verhindert“, hätten?

Wir schreiben das Jahr 1491. Ein gewisser Christophorus Columbus, Nautiker am Seeinstitut von Genua und Admiral zur See, hat bei den Vereinigten spanischen Königreichen, Kastilien und Aragonien, die Pläne für eine Aufsehen erregende Forschungs-expedition vorgelegt. Sein Antrag wurde daraufhin vom Auswahlkomitee der NASA geprüft, der Nationalen Aragonisch-Kastilischen Seeforschungs Administration. Der nachfolgend abgedruckte Schlussbericht wurde an den Selektionsausschuss für die Genehmigung von Forschungsvorhaben im Rahmen des „Programa de la exploración del mar“ ihrer königlichen Majestäten von Kastilien und Aragonien übermittelt...

Der Prüfbericht

Einführung:

Die Nationale Aragonisch-Kastilische Seeforschungs-Administration (NASA) hat den vorliegenden Antrag einer „Schnelleren, besseren und billigeren See-Route mittels der Durchquerung des Westozeans zur Erreichung der Gewürzinseln (Molukken)“ im Detail untersucht und stellt hiermit ihren Bericht über das Ergebnis vor:

Zu bewertendes Angebot:

NASA -C.C.-Westozean-1491

Titel des Antrages:

„Erforschung einer schnelleren, besseren und billigeren Seeroute zu den Gewürzinseln“.

Projektleitung:

Admiral zur See C. Columbus vom Genuesischen Institut für Ozeanautik

Missionsbeschreibung:

Der Projektleiter (PL) schlägt vor, die Gewürzinseln (Molukken) dadurch zu erreichen, dass er, ausgehend vom kastilischen Hafen Palos de la Frontera, über einen Versorgungsstopp auf den Kanarischen Inseln den großen Ozean in Richtung Westen durchquert. Einer ersten Explorationsflottille, bestehend aus drei Schiffen, würden danach größere Handelsflotten folgen. Ziel des Unternehmens ist es, langfristig das Monopol der Organisation Gewürzexportierender Länder zu brechen.

I. Auswertung der wissenschaftlichen Aspekte des Antrages

Der Selektionsausschuss der NASA fand eine beunruhigende Anhäufung fragwürdiger Referenzen, unzuverlässiger Daten und signifikanten Unterlassungen in der wissenschaftlichen Ausarbeitung und Begründung des Unternehmens. Dies betraf hauptsächlich drei Schwerpunkte:

Astronomie:

Der PL hat Quellen ausgewählt, die von den kleinsten in der Literatur beschriebenen Erdumfängen ausgeht. Ein Erddurchmesser von annähernd 40.000 Kilometern wird seit den Schriften von Erathostenes als relativ wahrscheinlich angenommen. Dies ist bei weitem mehr als der Wert, den der PL in seinem Antrag genannt hat. Es ist zu vermuten, dass die niedrigen Werte deswegen gewählt wurden, um die Reisezeit kürzer erscheinen zu lassen als sie tatsächlich ist, mit dem Zweck, dadurch die Entscheidung des Auswahlkomitees günstig zu beeinflussen.

Geografie:

Bei der Abschätzung der Größe der eurasischen Landmasse hat der PL dagegen auf den größten in der Literatur verfügbaren Wert zurückgegriffen. Insbesondere bemüht er Schätzungen äußerst unzuverlässiger Autoren, wie etwa die seines Landsmanes M. Polo, der von sich behauptet, die eurasische Landmasse bis zu deren Ende bereist zu haben.



Bei Richtigestellung der beiden oben genannten Abschätzungen dürfte die Reisestrecke nicht, wie von C. Columbus geschätzt, nur etwa 5.000 Kilometer betragen, sondern realistisch gesehen mindestens 18.000 Kilometer.

Meteorologie:

Die im Angebot genannte, überaus optimistisch geschätzte Reisegeschwindigkeit der Flottille geht ebenfalls von extrem unzuverlässigen Quellen aus. Sie basieren auf „vertraulichen“ Informationen über die Windströmungen des Westozeans. C.C. nimmt in seiner Ausarbeitung eine hypothetische Luftströmung an, die er die „Handelswinde“ nennt. Diese würden es seinen Schiffen erlauben, auf der An-

reise zu den Gewürzinseln auf einem bestimmten Breitengrad mit Rückenwind zu fahren. Diesen Rückenwind hätte er aber auch auf der Rückreise, wenn diese nur auf einem anderen, höheren Breitengrad stattfindet.

Eine Annahme, dass der Wind einmal nach Westen, einige Breitengrade weiter nördlich aber nach Osten verläuft, ist ebenso absurd wie lächerlich. Das Untersuchungsgremium bestand bei diesem Sachverhalt auf einer zusätzlichen Anhörung von C.C. um seine „vertraulichen“ Daten einer näheren Prüfung zu unterziehen. Dabei stellte sich heraus, dass seine Angaben aus anekdotenhaften Erzählungen ungebildeter Fischer stammten.

Wir fordern in dem Zusammenhang, dass jeglicher zukünftige Antrag dieser Art nicht mehr zur Prüfung zugelassen wird, wenn es nicht auf qualifizierten Windmessungen beruht, die von ausgebildeten Meteorologen erstellt, und von einem unabhängigen Expertengremium begutachtet wurde.

Geophysik:

Das dem Angebot zugrunde liegende Erdmodell ist in hohem Maße asymmetrisch. Alle Kontinente konzentrieren sich auf eine Hemisphäre, alle Ozeane auf die andere. Dazwischen gibt es keine weitere Landmasse. Eine Erde in dieser Konfiguration ist in hohem Maße instabil und kann aus diesem Grunde nicht als das feststehende Zentrum der himmlischen Sphären im Einklang mit den Vorschriften der heiligen Mutter Kirche dienen. Die vom Auswahlkomitee konsultierten Experten nehmen

überwiegend an, dass es derzeit noch unbekannte Kontinente in den Ozeanen geben muss, um das Verhältnis zwischen Land- und Seemasse zu stabilisieren. Diese Landmasse wird demzufolge eine unüberwindliche Barriere für die vorgeschlagene Mission darstellen.

2. Auswertung des Technischen Gehalts des Antrages

Die von der NASA durchgeführte technische Analyse des Vorhabens ergab zahllose Schwachstellen, von denen hier nur die wichtigsten genannt seien:

Lebenserhaltungssysteme:

Unter zu Grunde Legung einer realistischen Missi-

onsdauer ist es offensichtlich, dass beim heutigen Stand der Schiffsbautechnik die angemessene Menge von Nahrung, Wein und Wasser noch nicht einmal für eine Minimalcrew mitgeführt werden kann. Die Planung des Projektleiters hypothetische Vor-Ort Ressourcen wie etwa die sagenumwobenen Inseln namens „Antillen“ als Versorgungsbasis zu nutzen sind viel zu spekulativ um als Grundlage für eine bemannte Mission dienen zu können.

Medizinische Aspekte:

Portugiesische Forschungsergebnisse zeigen, dass lange Reisen über das offene Meer zu einer allmählichen und nachhaltigen Schwächung des Immunsystems führen. In wissenschaftlichen Dokumenten, die von unseren Agenten abgefangen werden konnten, wurde darauf hingewiesen, dass die Gesundheit der Crew insbesondere durch ein Syndrom namens „Skorbut“ gefährdet ist. Die Ursache dieser Erkrankung ist unbekannt, steht aber offensichtlich mit der Länge einer Seereise in Zusammenhang. Gegen diese Krankheit existiert kein Gegenmittel. Die nähere Untersuchung dieses Problems wird Gegenstand einer Forschungsreihe sein, die auf der Ozeanischen Forschungsstation der Vereinigten Königreiche durchzuführen ist. Bis zur Lösung dieses Problems kann damit eine Langzeitmission über das offene Meer keinesfalls genehmigt werden.

Kommunikation:

Die derzeit existierenden Zwei-Wege-Kommunikationsmöglichkeiten zwischen der Missionskontrolle und der Expeditionsflotte sind unzureichend. Obwohl die Nachrichtenverbindung mittels Brieftauben als auch die Back-up Lösung über Flaschenpost ist in hohem Maße unzuverlässig, insbesondere bei Langstreckenmissionen. Letztendlich bedeutet dies, dass mangels fehlender Kommunikation mit dem Missionskontrollzentrum die Ozeanauten vollständig auf ihre eigenen Fähigkeiten angewiesen sein würden.

Die bisherige Selektion von Ozeanauten durch die NASA wurde schwerpunktmäßig auf Fähigkeiten wie „Einholen von Leinen“, „Reffen von Segeln“ oder „Erklettern von Wanten“ ausgelegt. Unter dem neuen Szenario wäre jetzt ein ausgedehntes Zusatztraining in linguistischen Fähigkeiten, sowie auf dem Gebiet der Diplomatie notwendig. Für den Fall des Scheiterns letzterer ist ein Spezialtraining im Gebrauch militärischer Ausrüstung erforderlich. Diese Schulungs- und Trainingsmaßnahmen würden die Missionskosten ungebührlich in die Höhe treiben.

Navigation:

Im Angebot C.C.'s wird keine Methode beschrieben, wie die Ozeanauten den erreichten Längengrad bestimmen können. Dies ist jedoch ein essentieller Aspekt für eine Langzeitmission nach Westen mit permanent fehlender Landschaft.

Missionsarchitektur:

Die vorgeschlagene Zusammensetzung der Forschungsflotte bestehend aus zwei Karavellen mit geringem Tiefgang für Pfadfinder-Zwecke (im Angebot als Nina und Pinta bezeichnet) und einem Schwerlastträger (im Angebot „Santa Maria“ genannt) für die logistische Unterstützung hat gewisse operationelle Vorteile gegenüber einer homogenen Flotte. Das Angebot versäumt aber das erheblich erhöhte Missionsrisiko dieser Variante zu adressieren. Ein Ausfall des Schwerlastträgers führt unausweichlich zu einem Totalverlust der gesamten Mission, da die meisten Versorgungsgüter und Ausrüstungsgegenstände der Expedition in diesem einzelnen Fahrzeug konzentriert sind. Der Verlust des Schiffes wird die eventuell überlebenden Seeleute der Pfadfinder-Schiffe einem siechenden Tod durch Hunger und Durst aussetzen.

3. Auswertung des programmatischen Gehaltes des Antrages

Finanzierung:

Der PL drückt sich in der Identifizierung der Finanzierungsquelle unklar aus, scheint aber im wesentlichen auf eine Art „Friedensdividende“ durch das sich abzeichnende Ende der Maurenkriege zu spekulieren. Dieses Ansinnen muss aber abgelehnt werden, da es die soziale Stabilität der beiden Königreiche gefährdet. Bei diesem Plan würde eine große Anzahl entlassener Soldaten durch die Flure wandern, die sich keine Hoffnung auf einen Zivilberuf machen könnten. Eine Finanzierung durch eine Sonderbesteuerung auf Pfeffer und Gewürznelken erscheint uns dem Zweck angemessener.

Zeitplan:

Der vorgeschlagene Zeitplan für die erste bemannte Expedition zu den Gewürzinseln (Start 1492, Rückkehr 1493) ist außerordentlich optimistisch. Die Planungstafeln des NASA-Hauptquartiers belegen, dass das nautische Personal ihrer beiden Majestäten Administration bis etwa 1508 vollständig mit dem Aufbau der Ozeanischen Forschungsstation ausgelastet ist.

Küsten-Anlagen:

DerVorschlag des PL die gesamte Mission von dem unbedeutenden kastilischen Hafen in Palos aus durchzuführen wird absehbar nicht die notwendige politische Unterstützung finden. Dadurch ist die langfristige Stabilität des Programms gefährdet. Wir schlagen deshalb vor, Anlagen für die Wartung, den Bau und die Versorgung der Schiffe entlang der gesamten Küste an verschiedenen Hafenstädten zu etablieren. Diese Hafenstädte sollten unter dem Einfluss wichtiger Adelsfamilien stehen. Aus politischen Gründen sollte zusätzlich darauf geachtet werden, dass mindestens 40 % der Missionskosten im Königreich Aragonien ausgegeben werden.

Management:

Die vorgeschlagene Management-Struktur, mit einem „Admiral zur See“ der alle Aspekte der Mission direkt kontrolliert ist im gegebenen politischen Umfeld nicht durchführbar. Auf keinen Fall kann ein Nicht-Spanier von niederer Geburt eine solche Position innehaben. Eine politisch sensible Mission dieses Charakters erfordert einen Missions-Manager von königlichem Geblüt, bevorzugt aus dem Herzogs-Stand, sowie einen Stab von Subsystem-Verantwortlichen aus dem Stand des niederen Adels.

Human Resources:

Im Angebot ist die gesetzlich vorgeschriebene Quotenregelung für die Beschäftigung von Veteranen aus den Maurenkriegen sowie für kriegsbeschädigte Galeerensklaven nicht erfüllt worden. Als inadäquat erkannt worden sind auch die Sicherheitsmaßnahmen gegen die potentielle Infiltration von Häretikern in das Projekt. Der ungebührliche Schwerpunkt des Angebotes auf die kommerzielle Seite des Unternehmens erfordert eine Überprüfung durch die Heilige Inquisition der Mutter Kirche. Auch eine Untersuchung der Person des PL durch die Heilige Inquisition erscheint in diesem Zusammenhang als ratsam.

Empfehlung des Ausschusses

Das Auswahlkomitee der Nationalen Aragonisch-Kastilischen Seeforschungs Administration kommt nach eingehender Prüfung des Antrags zum Schluss, dass der von C.C. vorgeschlagene Plan in seiner jetzigen Form undurchführbar ist. Trotzdem ist die zu Grund liegende Idee einer Westroute zu den Gewürzinseln attraktiv und sollte weiter gefördert werden. Insbesondere sollte die NASA die Recht-

fertigung ihrer Existenz durch ein eigenes Großforschungsprogramm untermauern, wozu das geprüfte Vorhaben als geeignet erscheint. Dies vor allem im Licht der jüngsten Unternehmungen des Königreiches Portugal vor allem mit der spektakulären Mission „Afrikanische Seeroute nach Indien“. Wir schlagen daher ein fünfstufiges Alternativprogramm vor, und stellen es ihren königlichen Majestäten zur Genehmigung anheim:

1. Ein technisches Vorläuferprogramm speziell auf dem Gebiet der Navigation ohne Landsicht unter besonderer Berücksichtigung der Längengradbestimmung, sowie der Entwicklung von Lebenserhaltungssystem für Langzeit-Seemissionen unter Einbeziehung der Ozeanischen Forschungsstation im Zeitrahmen etwa ab 1508.
2. Durchführung einer Reihe unbemannter Missionen zur Erforschung der Meeresströmungen und Windbedingungen im Westozean im Zeitraum 1515-1530.
3. Phasenweiser Beginn bemannter Missionen mit zunehmendem Komplexitätsgrad etwa 1530-1540 mit dem Zielpunkt „Kanarische Inseln“.
4. Ausbau der kanarischen Inseln als „Absprungbasis über den Westozean“ etwa im Zeitraum 1540-1560. Dabei Erprobung der Expeditionsausrüstung für die Westozean-Durchquerung.
5. Beginn bemannter Missionen über den Westozean etwa ab 1560.

Ein Programm mit diesen vernünftig terminierten und politisch durchsetzbaren Vorgaben würde eine adäquate Basis für eine langfristig angelegte und auf Expansion bedachte spanische Seemacht bilden. Dieser Plan ist wesentlich besser als der nur auf kurzfristigen Profit ausgerichtete Antrag des C.C. Die Zukunft, die Größe und die Bedeutung der Vereinigten Spanischen Königreiche erfordern nichts Geringeres.

Ein Beitrag von Eugen Reichl.

Postscriptum:

Die Metapher mit Christopher Columbus existiert in der Raumfahrtgemeinde schon lange. Ich selbst habe sie seit Anfang der 90iger Jahre in leicht verändertem Bild immer wieder in Publikationen und Vorträgen genutzt. Für die vorliegende Betrachtung stammt die Idee von Jeffrey F. Bells, Außerordentlicher Professor für Planetologie der Universität von Hawaii in Manoa, dessen ebenso kritische wie unterhaltsame Betrachtungen zu Astronomie und Astronautik ich sehr schätze.

mc neils nebel: die story geht weiter

Der sensationelle Zufallsfund des Amateur-Astronomen Jay McNeil sorgte in der Folge für hektische Aktivität bei den Profis. McNeil's Nebel scheint sich zur wahren Jahrhundert-Entdeckung zu mausern, einem Rosetta-Stein für die Entschlüsselung der Geheimnisse der Entstehung von Sternen und Planetensystemen. Doch beginnen wir von vorne...

Die Geschichte begann am 21. Januar dieses Jahres, in einer klirrkalten Winternacht, wie sie typisch ist für die ländliche Region des westlichen Kentucky. Eine Kaltfront war gerade durchgezogen und hatte den Himmel kristallklar geputzt. Die Temperaturen lagen in der Gegend von minus 20 Grad und ein steifer Westwind ließ jedem der sich draußen aufhielt, die scharfe Kälte bis auf die Knochen spüren.

Die Entdeckung

Jay McNeil hatte sich zu Weihnachten ein kleines Instrument geleast, einen Drei-Inch Apochromat Refraktor von Takahashi, den er bei Astromart gekauft hatte. Seitdem war das Wetter nicht sonderlich gut gewesen, und so war es an diesem Abend erst die dritte Gelegenheit, das neue Instrument auszuprobieren. McNeil hatte vor, die Weitwinkel-Fähigkeiten des kleinen Teleskops zusammen mit einer CCD-Kamera auszuprobieren, und dafür schien ihm ein bekanntes und besonders häufig fotografiertes Objekt am besten geeignet. Damit ließ sich die Qualität seiner eigenen Aufnahmen mit denen anderer Amateure und Profis vergleichen. Die Wahl war leicht, sie fiel wie von selbst auf Messier 78, den Orionnebel, ein wunderschönes, komplexes Objekt und eines der bekanntesten Beobachtungsziele am Winterhimmel für Amateurastronomen. Allerdings hatte McNeil an diesem Abend nicht besonders viel Zeit. Anderntags hatte er geschäftlich einiges zu tun und musste dafür fit sein. Deswegen konnte er sich nicht die halbe Nacht um die Ohren schlagen. So machte er nur wenige Aufnahmen mit einer Gesamtbelichtungszeit von etwa 90 Minuten und benutzte dabei verschiedene Filter.

Die nächsten Tage war Jay McNeil beruflich ziemlich eingespannt und so wurde es der 29. Januar, bis er die Bilder auslesen, bearbeiten und mit den vielen anderen Bildern vergleichen konnte, die er von M 78 besaß. Und fast augenblicklich stach ihm ein eigenartiges aussehendes, längliches Objekt ins Au-

ge, das besonders auf den Bildern mit den längeren Belichtungszeiten deutlich zu erkennen war. Der komische Fleck war ziemlich klein, trotzdem aber auffällig. Zu auffällig jedenfalls, als dass es unbemerkt geblieben sein könnte.

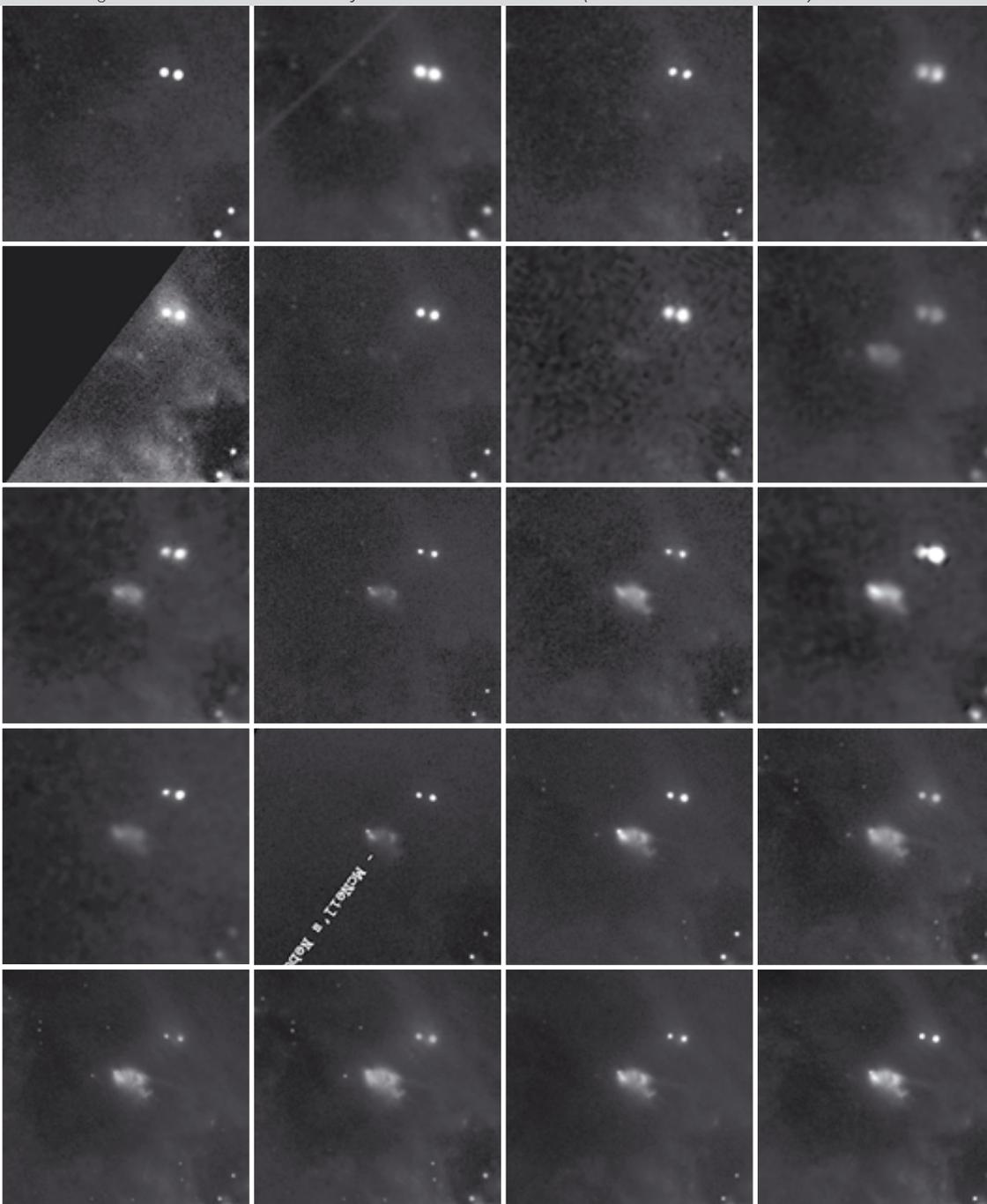
Jay McNeill holte sich die Disketten des „Digital Sky Survey“, und begann Bilder dieser Himmelsregion herunterzuladen. Der „Digital Sky Survey“ ist ein Katalog, der mit einem modernen 1,2 Meter-Teleskop in unterschiedlichen Wellenlängen erstellt worden ist. McNeill war sicher, dass das seltsame Objekt dort verzeichnet sein würde. Zu seiner großen Verwunderung aber war auf den Bildern an dieser Stelle nichts zu finden, und nun begann sein Adrenalinpegel langsam zu steigen.

Jetzt war es eindeutig an der Zeit, eine professionelle Datenbasis zu Rate zu ziehen. Jay McNeill wählte sich über das Internet in einen extrem detaillierten Online-Katalog ein. Tatsächlich zeigte sich an der Stelle des Nebelfleckchens ein Objekt, ein extrem schwaches Herbig-Haro-Objekt, ein kleiner, knotenförmiger Emissionsnebel, bekannt als HH 22. Dieses Objekt war so schwach, dass es im Digital Sky Survey nicht erschien, und McNeil wusste sofort, dass er es auf gar keinen Fall mit seinem winzigen 7,5 cm Amateurfernrohr erfasst haben konnte. Jetzt war ihm völlig klar, dass sich an dieser Stelle des Himmels etwas Spektakuläres ereignet haben musste. Vor allem aber, dass es erst vor sehr kurzer Zeit passiert sein konnte, sonst wäre es schon von anderen Beobachtern bemerkt worden.

So tat er den nächsten Schritt: Er sandte seine Daten einem Freund, dem professionellen Astronomen Brian Skiff vom Lowell Observatorium in Flagstaff. Innerhalb von wenigen Minuten kam die Antwort: „Schick Deine Beobachtung sofort an Bo Reipurth“. Reipurth ist Professor an der Universität von Hawaii, Autor des Katalogs der Herbig-Haro-Objekte, und eine der führenden Kapazitäten auf dem Gebiet der frühen Sternevolution.

Zu McNeil's nicht geringer Überraschung meldete sich auch Reipurth fast sofort. Er sprach die Vermutung aus, dass möglicherweise ein tief in einen Materienebel eingebetteter Sternenfötus, der zuvor nur im Infrarot- und Radiospektrum bemerkt worden war, für diesen neuen Nebel verantwortlich sein könnte. Bo Reipurth hatte im Jahre 1986 im Orion bereits ein ähnliches Ereignis beobachtet.

Diese von Russel Croman zusammengestellte Serie von Amateuraufnahmen dokumentiert den Helligkeitszuwachs des Nebels zwischen Januar 2002 und Februar 2004. (in Zeilen von Links nach Rechts)



Russel Croman, www.rc-astro.com

Er erklärte Jay McNeil dass diese Ereignisse extrem selten sind, und dass in der gesamten Geschichte der Astronomie erst weniger als ein Dutzend davon beobachtet worden sind. Er bestand darauf, dass McNeill seine Beobachtung sofort der Internationalen Astronomischen Vereinigung melden sollte.

An diesem Punkt begann die Geschichte für Jay McNeill langsam surreale Züge anzunehmen, wie er später berichtete. Innerhalb von weniger als 24 Stunden war aus der Hinterhofbeobachtung mit einem schwachbrüstigen Amateurinstrument ein weltweit betriebenes Großprojekt geworden. Bo Reipurth und seine Kollegen beobachteten das Objekt inzwischen mit ihrem 2,2 Meter-Teleskop auf Hawaii, und Reipurth veranlasste außerdem, dass das 8,2-Meter Gemini-Teleskop ebenfalls darauf ausgerichtet wurde. Die besondere Ironie der Geschichte ist, dass Jay McNeil über 20 Jahre lang zahllose Stunden mit viel größeren Teleskopen arbeitete. Er hatte dabei immer weit entfernte Galaxien unter die Lupe genommen, in der Hoffnung als erster einen sterbenden Stern - eine Supernova - zu entdecken. Nicht zuletzt, wie er offen zugibt, mit dem Hintergedanken, dass sein Name damit in der Geschichte der Astronomie verewigt bleiben würde. Doch nie hatte er Glück. Die Entdeckung kam, als er am allerwenigsten damit gerechnet hatte, als er eines der bekanntesten Objekte am Himmel beobachtete. Das Objekt war ganze 1.300 Lichtjahre entfernt und somit ganz in der galaktischen Nachbarschaft der Erde, noch im selben Spiralarm. Und es war kein sterbender Stern den er fand, sondern einer der ganz am Anfang seines Lebens stand.

Die Story geht weiter

Seit der Entdeckung von McNeils Nebel im Januar ist viel geschehen. Die Profis haben ihre Bildarchive durchgesehen, und es zeigte sich, dass der Stern, der den Nebel beleuchtet, erstmals im November letzten Jahres - unbeachtet von allen Amateuren und Profi-Astronomen - erfasst worden war. Trotz der Tatsache, dass hunderte von Teleskopen jede Nacht den Himmel absuchen ist die Entdeckung eines neu aufgeflamnten Sterns ein extrem seltenes Ereignis. Tatsächlich passierte das in den letzten hundert Jahren genau zweimal.

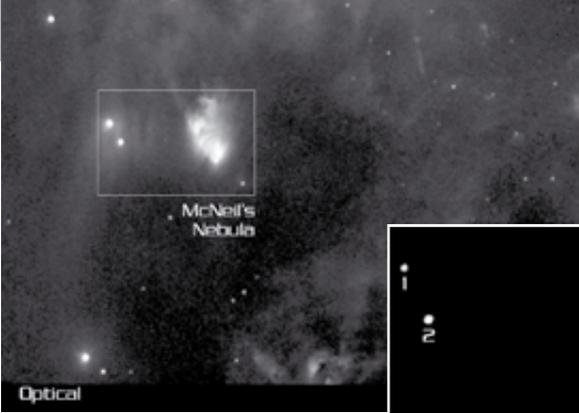
Was McNeils Stern aber darüber hinaus so besonders macht - neben der Tatsache dass es sich bei ihm um einen extrem jungen Stern handelt - ist der Umstand, dass er nahezu dieselbe Masse wie die Sonne haben dürfte. Wir haben somit ein Beispiel für die ersten Lebenstage unserer eigenen Sonne vor Augen. Obwohl der Stern in McNeils Nebel der insgesamt dritte dieser so genannte FU-Orionis-Sterne ist, der zum Zeitpunkt seines

Aufflammens beobachtet wird, ist es doch der erste solche Ereignis, das in modernen Zeiten erfolgt. Mit den heutigen technischen Hilfsmitteln ist es möglich, einen Stern nicht nur im Wellenspektrum des sichtbaren Lichtes zu beobachten, sondern auch in anderen Spektralbereichen, wie dem Radio-, dem Infrarot- und dem Röntgenbereich. Insbesondere die Beobachtungen des „Flare-up“, also des „Aufflammens“ im Röntgenbereich, die jetzt zum ersten Mal bei einem neugeborenen Stern gemacht werden können, liefern neue Informationen über die Entwicklung der frühen Sonne und den Prozess der Planetenbildung. Bei FU-Orionis-Sternen sind die Ausbrüche im Röntgenspektrum nur sehr kurz. Sie können sich innerhalb weniger Monate um ein Vielfaches verstärken, und dann wieder unter die Wahrnehmbarkeitsschwelle auch der sensibelsten Messinstrumente sinken.

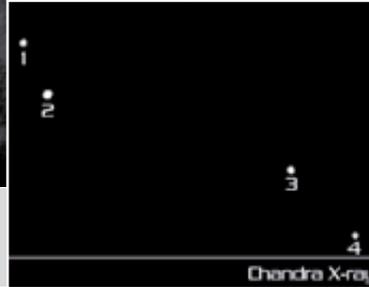
Schon seit Jahrzehnten aktiv

Die Astronomen begannen jetzt, älteres Bildmaterial durchzusehen, auf dem diese Region in den vergangenen Jahrzehnten abgesehen worden war. Und tatsächlich, bei der Durchsicht alter Himmelfotografien bis zurück in die fünfziger Jahre des letzten Jahrhunderts ist an dieser Stelle gelegentlich ein Objekt zu identifizieren, das den Namen V1647 Orionis bekommen hatte. Dieses Objekt war bereits in der Vergangenheit aktiv. Ein größerer Flare hat offensichtlich im Jahre 1965 stattgefunden. Allerdings war dieses Objekt auch sehr lichtschwach, wenig auffällig, und wurde in den vergangenen Jahrzehnten keiner besonderen Aufmerksamkeit für würdig erachtet. Auch im November 2002 wurden von dieser Region Röntgenaufnahmen gemacht. Damals wurde mit Hilfe des Weltraumteleskops „Chandra“ nach jungen Sternen gesucht, die im Röntgenspektrum strahlen. Dabei wurde auch V1647 wieder unter die Lupe genommen. Er war damals aber unauffällig, und war im Röntgenspektrum kaum wahrzunehmen.

Anfang März, bald nach McNeils Entdeckung, wurde dieser Stern erneut von Chandra angemessen: Ergebnis: Er strahlte nun im Röntgenspektrum über fünfzig Mal stärker als zuvor. Dies stützte die Theorie weiter, dass die gegenwärtige Röntgen-Ausbrüche in ursächlichem Zusammenhang mit dem Aufflammen des Sternes stehen. Und dies hatte wiederum dazu geführt, dass der zuvor unsichtbare Nebel nunmehr beleuchtet wurde. Bis zum Ende des Monats hatte die Röntgen-Aktivität aber schon wieder substanziiell abgenommen. Gleichzeitig war die Leuchtkraft auch im sichtbaren und infraroten Bereich wieder stark gesunken. Während des Sommers konnten die Beobachtungen am Objekt nicht mehr weiter geführt



Die Aufnahme des orbitalen Röntgenstrahlen-observatorium CHANDRA zeigen die neuen Sterne deutlich.



werden. Der Orion stand zu dieser Zeit zu dicht an der Sonne und war daher nicht zu beobachten. Vor allem nicht von Chandra, das auf keinen Fall in die Nähe der Sonne blicken darf, um die Optik nicht zu ruinieren. Man darf höchst gespannt sein, wie sich das Objekt jetzt im Herbst darstellt, wenn die Beobachtung mit Großinstrumenten wieder möglich ist. Um das gewaltige Ausmaß der Röntgenstrahlenausbrüche zu erklären, ist ein neuer Erklärungsansatz notwendig. Viele Sterne, auch die Sonne, produzieren Röntgenstrahlung mit einem Mechanismus, der von der Rotationsgeschwindigkeit des Sterns und der Tiefe der Konvektion abhängt. Das Ausmaß der Röntgenstrahlung bei V1647 Orionis ist aber viel zu hoch, als dass sie durch diesen traditionellen Mechanismus erklärt werden könnte. Inzwischen gilt als gesichert dass V1647 eine protoplanetare Scheibe aufweist - eine diskusförmige Staubschicht, die sich vom Äquator der Sonne nach außen hin ausbreitet. Sie besteht aus Gas und Staub, die von der Sternbildung her übrig geblieben sind. Aus ihr können sich eines Tages dann eventuell Planeten formen. Der Flare, den McNeill aufzeichnete, wurde durch eine plötzlich auf die junge Sonne einstürzende Lawine aus Staub und Gas aus eben dieser protoplanetaren Scheibe hervorgerufen.

Normalerweise sind das Magnetfeld des Sternes und das Magnetfeld der zirkumstellaren Staubscheibe miteinander gekoppelt. Dies hat einen regulierenden Charakter und bewirkt, dass das der Materialtransfer von der Staubscheibe in die Sonne in einem stetigen Prozess abläuft. Dieser langsame, permanente Materialeinfall kann sich aber wesentlich beschleunigen, wenn sich an irgendeiner Stelle der Staubscheibe größere Ansammlungen von Material bilden. Auslöser für so ein Ereignis ist, dass in der Folge dieser Materialverklumpung die Staubscheibe und der Stern selbst mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten zu rotieren beginnen. Die un-

terschiedlichen Rotationsraten führen dazu, dass die Magnetfelder sich verwirbeln und schneiden und dabei Energie aufbauen. Diese Energie wird schließlich in einem hochenergetischen, Röntgenstrahlen produzierenden Ausbruch freigegeben, ein heftiger Prozess bei dem die Magnetfelder wieder in ihren ursprünglichen stabilen Zustand zurück fallen. Während solcher Ereignisse können große Menge von Gas und Staub in den Stern stürzen, die dann auch zu markanten Ereignissen im normal-optischen und infraroten Bereich führen. Solch eine Gas- und Staubsammlung kann sich auch in Zukunft jederzeit ereignen. Dieses Szenario mag erklären, warum sich die Helligkeit von McNeills Nebel im Laufe der Zeit verändert. Er ist schwach sichtbar in Aufnahmen aus den sechziger Jahren, aber völlig unsichtbar in Bildern aus den fünfziger und neunziger Jahren.

Im Oktober wird McNeills Nebel und mit ihm V1647 Orionis wieder von Chandra zu beobachten sein. Beobachtungszeit für das Weltraumteleskop ist bereits vorgebucht.

Die Beobachtung eines Amateurs hat die professionelle Astronomie in die Lage versetzt, den Stand der Erkenntnis auf dem Gebiet der Sternbildung entscheidend zu verbessern. Es sieht ganz danach aus, als wird McNeills Nebel in Zukunft ein bevorzugtes und dauerndes Beobachtungsobjekt darstellen. Jay McNeills Wunsch ist damit in Erfüllung gegangen. Sein Name wird in die Geschichte der Astronomie eingehen.

Ein Beitrag von Eugen Reichl.

ein langer weg... raumfahrtgeschichte in jahrestagen



Für den Geschmack der meisten Raumfahrtfreunde entwickeln sich die Dinge ja im Schneckentempo. Was trösten die kleinen Fortschritte, wenn der Mensch eigentlich längst auf dem Mars hätte landen sollen? Da tut es einmal gut, diesen Kalender hier zu lesen. VFR-Mitglied Andreas Rex zeigt im Folgenden wie viele Raumfahrtjubiläen es in der noch recht kurzen Raumfahrt-Geschichte bereits zu begehen gibt. (die Red.)

Januar

Vor 45 Jahren: 2. Jan. 1959

Erste Sonde auf dem Weg zum Mond: Luna 1 (UDSSR) verfehlt den Erdtrabanten

Vor 32 Jahren: 5. Jan. 1972

US-Präsident Nixon kündigt die Entwicklung eines Raumtransporters offiziell an: Das Space Shuttle wird gebaut

Vor 35 Jahren: 15. Jan. 1969

Erste Kopplungsmanöver (Sojus 4 u. 5), bei denen zwei Kosmonauten außerhalb umsteigen

Letztes Jahr: 22. Jan. 2003

Das vermutlich am weitesten von der Erde entfernte künstliche Objekt: Die wahrscheinlich letzten Signale von Pioneer 10 werden fast 31 Jahren nach ihrem Start aus über 12 Mrd. km Entfernung auf der Erde empfangen

Vor 37 Jahren: 27. Jan. 1967

Beim Brand in Apollo 1 kommen drei Astronauten ums Leben (Grissom, White, Chaffee)

Vor 18 Jahren: 27. Jan. 1986

Erstmals passiert eine Raumsonde den Planeten Uranus: Voyager 2

Vor 5 Jahren: 27. Jan. 1999

Der erste taiwanische Satellit startet in den USA: ROCSAT

Vor 18 Jahren: 28. Jan. 1986

Das Space Shuttle Challenger explodiert 74 Sekunden nach dem Start; alle 7 Besatzungsmitglieder sterben

Vor 40 Jahren: 29. Jan. 1964

Erster gemeinsamer Satellit von USA und UDSSR: Echo 2

Vor 46 Jahren: 31. Jan. 1958

Erster amerikanischer Satellit im Orbit: Explorer 1; Entdeckung des irdischen Strahlungsgürtels

Vor 43 Jahren: 31. Jan. 1961

Der Affe SAM wird mit einer Mercury-Kapsel sub-orbital in den Weltraum geschossen und lebend geborgen

Vor 38 Jahren: 31. Jan. 1966

Erste weiche Landung einer Mondsonde: Luna 9 (UDSSR) sendet 3 Tage Bilder von der Mondoberfläche

Februar**Vor 70 Jahren: 1. Feb. 1934**

Der VfR (Verein für Raumschiffahrt) löst sich auf. Erst 1988 gründet sich in München der heutige VfR e.V.

Letztes Jahr: 1. Feb. 2003

Ein Space Shuttle verglüht beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre und mit ihm 7 Astronauten: Columbia (STS-107)

Vor 20 Jahren: 3. Feb. 1984

Das MMU wird erprobt: Zum ersten mal fliegt ein Astronaut wirklich frei im All: Mc Candles mit der Challenger (STS-41B)

Vor 10 Jahren: 3. Feb. 1994

Erster russischer Kosmonaut an Bord eines Shuttles, Krikaljow in der Discovery (STS-60)

Vor 9 Jahren: 3. Feb. 1995

Erstmals fliegt eine Pilotin ein Space Shuttle: Eileen Collins steuert die Columbia (STS-63)

Vor 4 Jahren: 4. Feb. 2000

Die erste Sonde umkreist einen Asteroiden: NEAR-Shoemaker erforscht den Asteroiden Eros

Vor 30 Jahren: 5. Feb. 1974

Erstmals Bilder von der Venus-Atmosphäre: Mariner 10 liefert Bilder aus nur 5760 km Abstand

Vor 5 Jahren: 7. Feb. 1999

Die erste Mission, die Staub von einem Kometen mitbringen wird: Stardust

Vor 19 Jahren: 8. Feb. 1985

Erster brasilianischer Satellit wird mit einer Ariane 3 in den Orbit befördert: BRASILSAT 1

Vor 34 Jahren: 11. Feb. 1970

Japan bringt seinen ersten Satelliten in den Erdborbit: Osumi auf eigener Trägerrakete Lambda 4S-5

Vor 7 Jahren: 11. Feb. 1997

Wirklich eine Raumstation: 13 Raumfahrer gleichzeitig im All; an Bord der MIR und der angekoppel-

ten Discovery (STS-82)

Vor 43 Jahren: 12. Feb. 1961

Erste Venussonde gestartet: Sie fällt aus und fliegt am 19. Mai 61 an der Venus vorbei

Vor 59 Jahren: 14. Feb. 1945

Letzter Start einer A4 von Peenemünde; bis zum Kriegsende werden 20.000 Zwangsarbeiter bei ihrer Produktion gestorben sein.

Vor 2 Jahren: 15. Feb. 2002

In Kourou erfolgt der 116te und letzte Start einer Ariane 4

Vor 18 Jahren: 19. Feb. 1986

Start des Hauptmoduls der Raumstation MIR

Vor 42 Jahren: 20. Feb. 1962

Erster Amerikaner im Orbit: John Glenn mit der Mercury-Kapsel Friendship 7 (Mercury-Atlas 6)

Vor 58 Jahren: 21. Feb. 1946

Das gesamte Peenemünder Team um Wernher von Braun erreicht White Sands

Vor 5 Jahren: 23. Feb. 1999

Erster Satellit Südafrikas wird auf der Spitze einer Delta II in den Orbit gebracht: SUNSAT 1

Vor 38 Jahren: 26. Feb. 1966

Erster Start einer Saturn 1B (Trägerrakete z.B. für Apollo 7)

Vor 45 Jahren: 28. Feb. 1959

Erste polare Umlaufbahn mit Satellit Discoverer 1 (USA) gelungen

März**Vor 81 Jahren: 1. Mrz. 1923**

Das Buch „Die Rakete zu den Planetenräumen“ von Hermann Oberth erscheint

Vor 51 Jahren: 1. Mrz. 1953

Die Entwicklung der Saturn-Raketen wird beschlossen und begonnen

Vor 22 Jahren: 1. Mrz. 1982

Venus 13 (UDSSR) liefert das erste Farbpanorama von der Venusoberfläche

Vor 35 Jahren: 3. Mrz. 1969

Start zur ersten Erprobung der Mondfähre im Erdborbit (Apollo 9)

Vor 25 Jahren: 5. Mrz. 1979

Erste Nahaufnahmen der Monde des Jupiter erreichen die Erde: Voyager 1 (USA)

Vor 42 Jahren: 7. Mrz. 1962

Start des ersten Sonnenobservatoriums: OAO 1 (USA)

Vor 70 Jahren: 9. Mrz. 1934

Juri Gagarin wird in Kluschino (UDSSR) geboren

Vor 37 Jahren: 10. Mrz. 1967

Erster Testflug der russischen Mondflugeinheit UR-500/L-1 im Erdorbit: Kosmos 146 (unbemannt)

Vor 44 Jahren: 11. Mrz. 1960

Erster (absichtlicher) künstlicher Planet: Pioneer 5 startet zur Umrundung der Sonne

Vor 73 Jahren: 14. Mrz. 1931

Offizieller Start der ersten deutschen Flüssigkeitsrakete durch Johannes Winkler in Dessau

Vor 18 Jahren: 14. Mrz. 1986

Erstes echtes Rendezvous einer Sonde mit einem Kometen: Giotto (ESA) besucht Halley

Vor 78 Jahren: 16. Mrz. 1926

Erster Start einer Flüssigkeitsrakete durch Robert H. Goddard (USA)

Vor 38 Jahren: 16. Mrz. 1966

Erstes Kopplungsmanöver im All: Gemini 8 und eine Agena-Stufe (USA)

Vor 46 Jahren: 17. Mrz. 1958

Satellit Vanguard 1 (USA) entdeckt die Birnenform der Erde

Vor 39 Jahren: 18. Mrz. 1965

Erster Mensch fliegt frei im All: Alexej Leonow steigt aus Woschod 2 zu einem 10minütigen Welt-raumspaziergang aus

Vor 92 Jahren: 23. Mrz. 1912

Wernher von Braun wird in Wirsitz/Posen geboren

Vor 39 Jahren: 23. Mrz. 1965

Erster bemannter Start des Gemini-Raumschiffes (USA): Gemini 3 mit Grissom und Young; erster Flug mit Bahnänderungen

Vor 3 Jahren: 23. Mrz. 2001

Die MIR kommt auf den Schrott: Sie verglüht gesteuert in der Erdatmosphäre nach 3,5 Billionen km Flug

Vor 36 Jahren: 27. Mrz. 1968

Juri Gagarin verunglückt tödlich bei einem Übungsflug

Vor 30 Jahren: 29. Mrz. 1974

Erste und lange Zeit einzige Mission zum Merkur: Mariner 10 passiert den innersten Planeten zunächst in 703 km Abstand

Vor 38 Jahren: 31. Mrz. 1966

Der erste künstliche Mondsatellit wird in der UDSSR abgeschossen: Luna 10

April**Vor 44 Jahren: 1. Apr. 1960**

Erster Wettersatellit im All: Tiros 1 (USA)

Vor 45 Jahren: 2. Apr. 1959

Die ersten sieben Astronauten der USA werden bekannt gegeben

Vor 15 Jahren: 2. Apr. 1989

Der erste schwedische Satellit erreicht die Umlaufbahn auf einer Ariane 2: TELE-X

Vor 39 Jahren: 3. Apr. 1965

Erster Satellit mit einem elektrischen Triebwerk in der Umlaufbahn: Snapshot

Vor 39 Jahren: 6. Apr. 1965

Start des ersten kommerziellen, geostationären Kommunikationssatelliten: Early Bird (USA)

Vor 20 Jahren: 6. Apr. 1984

Die erste Reparaturmission im All: Der Satellit Solar-Maximum wird durch die Crew von Space Shuttle Challenger (STS-41C) eingefangen, repariert und wieder ausgesetzt

Vor 75 Jahren: 10. Apr. 1929

Vermutlich erster Start einer deutschen Flüssigkeitsrakete von Friedrich Wilhelm Sander

Vor 43 Jahren: 12. Apr. 1961

Juri Alexejewitsch Gagarin ist der erste Mensch im Orbit

Vor 23 Jahren: 12. Apr. 1981

Erster Flug eines Space Shuttles (STS-1): Columbia mit den Astronauten Young und Crippen umrundet 36mal die Erde

Vor 44 Jahren: 13. Apr. 1960

Start von Transit 1B (USA): Erste Navigationshilfe aus dem All für Schiffe und Flugzeuge

Vor 30 Jahren: 13. Apr. 1974

Erster rein privat finanzierter Satellit geht seiner Aufgabe als Nachrichtensatellit nach: Westar 1

Vor 12 Jahren: 14. Apr. 1992

Der 50. Ariane-Start erfolgt in Kourou

Vor 54 Jahren: 15. Apr. 1950

Das Raketenteam aus White Sands wird nach Hundsville übersiedelt

Vor 34 Jahren: 15. Apr. 1970

Apollo 13 verunglückt auf dem Weg zum Mond. Die Welt bangt vereint: Die Besatzung überlebt

Vor 58 Jahren: 16. Apr. 1946

erster Start einer A4 in White Sands

Vor 2 Jahren: 16. Apr. 2002

Der 150ste Arianestart in Kourou

Vor 33 Jahren: 19. Apr. 1971

Start der ersten Weltraumstation: Saljut I (UDSSR)

Vor 29 Jahren: 19. Apr. 1975

Auch Indien spielt mit: Erster indischer Satellit (Aryabhata) startet in der UDSSR

Vor 37 Jahren: 23. Apr. 1967

Erster Flug eines Sojus-Raumsschiffes; bei der Landung kommt Kosmonaut Komarow ums Leben

Vor 34 Jahren: 24. Apr. 1970

China beginnt, Raumfahrtnation zu werden: Erster chinesischer Satellit „Der Osten ist rot“ fliegt auf einer CZ-1 in die Umlaufbahn

Vor 14 Jahren: 25. Apr. 1990

Astronomie im All: Erstes Weltraumteleskop (Hubble) wird mit Shuttle-Flug 31 gestartet

Vor 48 Jahren: 26. Apr. 1956

Karl Stöckel erhält Patent auf sein Hauptstromtriebwerk, der aktuellen Technologie von Raketen-triebwerken

Vor 11 Jahren: 26. Apr. 1993

D2-Mission startet mit Hans Schlegel und Ulrich Walter an Bord

Vor 8 Jahren: 26. Apr. 1996

Die Raumstation MIR wird nach 10 Jahren fertig gestellt: Modul Priroda koppelt an

Vor 31 Jahren: 27. Apr. 1973

ELDO-Rat löst nach 11 Fehlstarts das Trägerprogramm Europa auf

Vor 3 Jahren: 28. Apr. 2001

Der erste „privat bezahlte“ Flug ins All: Der Amerikaner Dennis Tito erkaufte sich mit über 22 Mio. US\$ für 10 Tage einen Platz in der ISS

Vor 58 Jahren: 29. Apr. 1946

Kontrollratgesetz verbietet u.a. jede Raketenforschung in Deutschland.

Vor 6 Jahren: 29. Apr. 1998

Erster ägyptischer Satellit an Bord einer Ariane 4 auf dem Weg in den Weltraum: NILESAT 101

Mai**Vor 15 Jahren: 1. Mai. 1989**

Gründung der DASA als dt. Pendant zur NASA.

Vor 49 Jahren: 5. Mai. 1955

Pariser Verträge treten in Kraft: u.a. Raketenforschung ist wieder möglich

Vor 43 Jahren: 5. Mai. 1961

Erster Amerikaner im All: Alan B. Shepard auf ballistischer Bahn

Vor 55 Jahren: 11. Mai. 1949

Cape Canaveral wird als neues Raketen-testgelände von den USA ausgewählt

Vor 35 Jahren: 14. Mai. 1969

MBB wird gegründet

Vor 31 Jahren: 14. Mai. 1973

Start der ersten US-Raumstation Skylab auf der letzten Saturn V

Vor 44 Jahren: 15. Mai. 1960

Erstes Raumschiff in einer Umlaufbahn, nur mit einem „Dummy“ („Mannequin“) besetzt: Korabl Sputnik I (UDSSR)

Vor 41 Jahren: 15. Mai. 1963

Letzter Flug einer Mercury-Kapsel; an Bord: Gordon Cooper; er stirbt im Alter von 77 Jahren im Herbst 2004

Vor 17 Jahren: 15. Mai. 1987

Erster Start der russischen Schwerlastrakete Energija

Vor 30 Jahren: 17. Mai. 1974

Erster geostationärer Wettersatellit: SMS 1 (USA)

Vor 35 Jahren: 18. Mai. 1969

Start zur ersten Erprobung der Mondfähre im Mondorbit (Apollo 10)

Vor 20 Jahren: 22. Mai. 1984

Erster kommerzieller Flug einer europäischen Trägerrakete (ARI/V9)

Vor 44 Jahren: 24. Mai. 1960

Start des ersten militärischen Frühwarnsatelliten: Midas 2 (USA)

Vor 43 Jahren: 25. Mai. 1961

J. F. Kennedy kündigt in einer denkwürdigen Rede die Mondlandung an

Vor 31 Jahren: 25. Mai. 1973

Die erste Skylab-Besatzung betritt die US-Raumstation

Vor 18 Jahren: 31. Mai. 1986

Erster Flug einer Ariane 2 (AR2/V18)

Juni**Vor 38 Jahren: 2. Jun. 1966**

Erste weiche Landung einer amerikanischen Sonde auf dem Mond, noch unbemannt: Surveyor 1

Letztes Jahr: 2. Jun. 2003

Erste Mars- und Planetenmission der Europäer: Mars Express der ESA startet in Baikonur

Vor 39 Jahren: 3. Jun. 1965

Erster Amerikaner frei schwebend bei einem EVA im All: Edward White in Gemini 4

Vor 77 Jahren: 5. Jun. 1927

Oberth, Nebel, Riedel und Valier gründen den VfR (Verein für Raumschiffahrt)

Vor 40 Jahren: 5. Jun. 1964

Erster Start einer ELDO-Europa-Rakete (Blue Streak)

Vor 42 Jahren: 7. Jun. 1962

Die NASA beschließt das Mondorbit-Rendezvous-Verfahren

Vor 16 Jahren: 15. Jun. 1988

Erster Start einer Ariane 4 (AR44LP/V34)

Vor 41 Jahren: 16. Jun. 1963

Erste Frau im All: Valentina Tereschkowa in Wostok 6

Vor 27 Jahren: 16. Jun. 1977

Todestag Wernher von Brauns

Vor 21 Jahren: 16. Jun. 1983

Eine Ariane 1 befördert ihren ersten Satelliten in den Orbit: den Europäischen Nachrichtensatelliten ECS1/EUTELSAT

Vor 21 Jahren: 18. Jun. 1983

Erste US-Amerikanerin im All: Sally Ride an Bord der Challenger (STS-7)

Dieses Jahr: 21. Jun. 2004

Das erste privat finanzierte Raumschiff erreicht bei einem Parabelflug mit 103km Höhe den Weltraum: Spaceship One, gesteuert durch Mike Melville

Vor 7 Jahren: 25. Jun. 1997

Erster großer „Auffahrunfall“ im All: Der Frachter Progress M-34 rammt die MIR

Vor 110 Jahren: 25. Jun. 1894

Hermann Oberth wird in Siebenbürgen geboren

Vor 9 Jahren: 27. Jun. 1995

Zum ersten Mal koppelt ein Shuttle (Atlantis) an die MIR an

Vor 43 Jahren: 28. Jun. 1961

Die Bundesrepublik beschließt den Beitritt zur ELDO

Vor 40 Jahren: 28. Jun. 1964

Start von Ranger 7, die am 30.6. vor dem Aufschlag auf dem Mond die ersten Nahaufnahmen sendet

Vor 53 Jahren: 30. Jun. 1951

nach 67 erfolgreichen Flügen wird in den USA das V2-Folgeprogramm eingestellt

Vor 33 Jahren: 30. Jun. 1971

Bei der Rückkehr von der Raumstation Saljut 1

überlebt die Besatzung von Sojus 11 den Wiedereintritt in die Erdatmosphäre nicht: Pazajew, Dobrowolski und Wolkow sterben an Embolie

Juli**Vor 47 Jahren: 1. Jul. 1957**

Das Internationale Geophysikalische Jahr beginnt - und mit ihm das Wettrennen im All

Vor 43 Jahren: 1. Jul. 1961

Gründung der Arbeitsgemeinschaft Entwicklungsring Nord (ERNO)

Vor 7 Jahren: 4. Jul. 1997

Sonde Pathfinder setzt ihr Gefährt Sojourner auf dem Mars aus

Vor 42 Jahren: 10. Jul. 1962

Erster privater Satellit in der Erdumlaufbahn (Nachrichtensat. Telstar 1 von AT&T)

Vor 4 Jahren: 12. Jul. 2000

Russisches Modul Swesda startet von Baikonur und bildet den Integrationsschritt 4 der ISS

Vor 39 Jahren: 16. Jul. 1965

Erster erfolgreicher Start einer Proton-Rakete (UDSSR)

Vor 35 Jahren: 16. Jul. 1969

Start zur ersten Landung von Menschen auf dem Mond: Armstrong, Aldrin, Collins

Vor 29 Jahren: 17. Jul. 1975

Amerikanisch-sowjetisches Rendezvous: Apollo ASTP und Sojus 19 koppeln an

Vor 25 Jahren: 18. Jul. 1979

Das erste All-Radioteleskop wird an Bord von Saljut 6 den Betrieb aufnehmen

Vor 24 Jahren: 18. Jul. 1980

Erster indischer Satellit im Erdorbit: Rohini 1 auf eigener Trägerrakete SLV-3

Vor 40 Jahren: 20. Jul. 1964

In Wallops Island wird das erste elektrische Triebwerk in einem 50minütigem Parabelflug getestet

Vor 35 Jahren: 20. Jul. 1969

Erste Landung von Menschen auf dem Mond (Apollo 11): Neil Armstrong & Edwin „Buzz“ Aldrin

Vor 28 Jahren: 20. Jul. 1976

Erste weiche Marslandung der USA: Viking 1 sucht nach ALFs

Vor 43 Jahren: 21. Jul. 1961

Zweiter Amerikaner im All: Die Kapsel von Virgil I. Grissom versinkt im Meer

Vor 41 Jahren: 23. Jul. 1963

Erste transatlantische Übertragung einer Fernseh-
sendung via Telstar

Vor 5 Jahren: 23. Jul. 1999

Erste Kommandantin eines Space Shuttles: Eillen
Collins an Bord der Columbia (STS-93)

Vor 20 Jahren: 25. Jul. 1984

Die erste Frau schwebt frei im All: Swetlana Sawitz-
kaja steigt aus dem Orbitalkomplex Sojus T-11/12
und Saljut 7 aus

Vor 41 Jahren: 26. Jul. 1963

Start des ersten erfolgreichen geostationären Satel-
liten: Syncom 2; er ist 39 kg schwer

Vor 33 Jahren: 26. Jul. 1971

Erstes Mondauto startet mit Apollo 15 zum Mond:
Lunar Rover

August**Vor 45 Jahren: 2. Aug. 1959**

Erster künstlicher Planet: Luna 1 (UDSSR) verpasst
den Mond und wird in einer Sonnenumlaufbahn
enden

Vor 20 Jahren: 4. Aug. 1984

Erster Start einer Ariane 3 (AR3/V10)

Vor 43 Jahren: 6. Aug. 1961

Zweiter Russe im All: German Titow umkreist
17mal die Erde mit Wostok 2

Vor 45 Jahren: 7. Aug. 1959

Explorer 6 fotografiert zum ersten mal die Erde
aus dem Weltall

Vor 23 Jahren: 7. Aug. 1981

Erster bulgarischer Satellit fliegt an Bord einer Wo-
stok ins All: Bulgaria 1300

Vor 10 Jahren: 10. Aug. 1994

Erster türkischer Satellit fliegt auf einer Ariane 4 ins
All: Turksat 1B

Vor 44 Jahren: 12. Aug. 1960

Start von Echo 1 (USA), erster passiver Nachrich-
tensatellit

Vor 42 Jahren: 12. Aug. 1962

Erster Gruppenflug zweier Raumschiffe: Wostok 3
mit Nikolajew und 4 mit Popowitsch nähern sich
auf 5 km

Vor 38 Jahren: 13. Aug. 1966

Erste Mondsonde erreicht den Mondorbit: Lunar
Orbiter

Vor 14 Jahren: 18. Aug. 1990

Erster norwegischer Satellit auf einer Delta II er-
reicht den Orbit: Marcopolo

Vor 44 Jahren: 20. Aug. 1960

Die erste Rückführung von Lebewesen gelingt:
Die Hunde Belka und Strelka verlassen gesund
Sputnik 5

Vor 39 Jahren: 21. Aug. 1965

Erster Einsatz einer Brennstoffzelle zur Energiever-
sorgung im All: Gemini 5 startet

Vor 41 Jahren: 22. Aug. 1963

Erstmals ist ein Amerikaner mit einem Flugzeug im
All: Pilot Walker wird mit einer X-15 im Parabelflug
zum Astronauten

Vor 6 Jahren: 25. Aug. 1998

Erster Satellit Taiwans/Singapurs startet: ST1 auf
einer Ariane 4

Vor 42 Jahren: 26. Aug. 1962

Erste erfolgreiche Venussonde gestartet: Mariner
2 (USA) fliegt am 14.12.62 in 33600km an der
Venus vorbei

Vor 26 Jahren: 26. Aug. 1978

Erster Deutscher im All: Sigmund Jähn startet in
Sojus 31 in den Orbit

Vor 11 Jahren: 28. Aug. 1993

Auch Asteroide können Monde haben: Galileo
findet Mond Dactyl beim Asteroiden Ida

Vor 5 Jahren: 28. Aug. 1999

Neuer Rekord: Sergej Adwejew landet gesund auf
der Erde und hat bei mehreren Flügen insgesamt
743 Tage im All verbracht

Vor 8 Jahren: 29. Aug. 1996

Erster argentinischer Satellit steigt auf einer russi-
schen Molnija bis in den Orbit

Vor 30 Jahren: 30. Aug. 1974

Erster Satellit der Niederlande kommt auf dem
Rücken einer Scout-Rakete ins All: ANS

Vor 9 Jahren: 31. Aug. 1995

Erster chilenischer Satellit: FASAT-Alpha erobert auf
einer russischen Zyklon-3 das All

September**Vor 25 Jahren: 1. Sep. 1979**

Erster erfolgreicher Vorbeiflug einer interplanetaren
Sonde am Saturn: Pioneer 11 sendet 440 Bilder aus
21.000 km Abstand

Dieses Jahr: 6. Sep. 2004

Zum ersten mal kehrt eine Sonde vom Lagrange-Punkt L1 zurück und bringt Sonnenmaterie zur Erde zurück: Genesis

Vor 45 Jahren: 12. Sep. 1959

Erster Satellit schlägt hart auf dem Mond auf: Luna 2 (UDSSR)

Vor 45 Jahren: 12. Sep. 1959

Erste erfolgreiche Mondsonde gestartet: Luna 2 schlägt hart auf

Vor 56 Jahren: 17. Sep. 1948

Erster Start einer R-1 (russischer Nachfolger der V2) in Kapustin Jar

Vor 45 Jahren: 17. Sep. 1959

Erster Flug einer X-15 aus eigener Kraft

Vor 147 Jahren: 17. Sep. 1857

Konstantin Ziolkowski wird in Ishewskoje geboren

Vor 69 Jahren: 19. Sep. 1935

Todestag Ziolkowskis

Vor 16 Jahren: 19. Sep. 1988

Erster israelischer Satellit: OFEQ 1 auf eigener Träger Rakete Shavit

Vor 34 Jahren: 20. Sep. 1970

Die UDSSR holt sich ihre Gesteinsproben unbemannt vom Mond: Luna 16 landet weich und kehrt am 24.9. Zur Erde zurück

Vor 36 Jahren: 21. Sep. 1968

Einmal Mond und zurück: Sonde 5 (UDSSR) wassert nach einer Umrundung des Mondes sicher im Indischen Ozean, leider unbemannt

Vor 7 Jahren: 23. Sep. 1997

100. Start einer Ariane in Kourou

Vor 21 Jahren: 26. Sep. 1983

Der erste wirklich wichtige Einsatz einer Rettungsrakete: Bei der Explosion der Tragerrakete von Sojus-T-10A rettet sie Titow und Strelakow das Leben

Vor 11 Jahren: 26. Sep. 1993

Erster portugisischer Satellit: POSAT fliegt auf einer Ariane 4 ins All

Vor 74 Jahren: 27. Sep. 1930

Nebel und Riedel gründen den Raketenflugplatz Berlin-Tegel

Vor 41 Jahren: 28. Sep. 1963

Das erste ‚Atomkraftwerk‘ fliegt ins All: Die Kernenergiequelle SNAP-9A speist den militärischen Satelliten Transit 5B (USA)

Vor 27 Jahren: 29. Sep. 1977

Start der ersten Raumstation zur Ankopplung mehrerer Raumschiffe: Saljut 6 (UDSSR)

Oktober**Vor 46 Jahren: 1. Okt. 1958**

Die NASA (National Aeronautics and Space Administration) wird gegründet

Vor 62 Jahren: 3. Okt. 1942

Erster erfolgreicher Start einer A4 in Peenemünde

Vor 37 Jahren: 3. Okt. 1967

Erstmals wird mit einem Flugzeug Mach 6,7 erreicht (7272,7 km/h): Eine X-15 hält diesen Rekord, bleibt bis zum ersten Space Shuttle Start 1981 bestehen

Vor 47 Jahren: 4. Okt. 1957

Erster künstlicher Satellit im Erdorbit: Sputnik 1 (UDSSR)

Dieses Jahr: 4. Okt. 2004

Der legendäre X-Prize wird durch Space Ship One mit dem zweiten regulären Flug ins All (112 km Höhe) gewonnen

Vor 45 Jahren: 7. Okt. 1959

Erste Bilder von der Rückseite des Mondes: Luna 3 (UDSSR), gestartet am 4.10.59

Vor 36 Jahren: 11. Okt. 1968

Erster bemannter Start eines Apollo-Raumschiffes (Apollo 7)

Vor 40 Jahren: 12. Okt. 1964

Start des ersten Raumschiffes mit 3 Mann Besatzung: Komarow, Feoktistow, Jegorow in Voschod 1 hatten aus Gewichtsgründen keine Raumanzüge und Rettungsmöglichkeiten

Vor 35 Jahren: 13. Okt. 1969

Drei bemannte Raumfahrzeuge gleichzeitig im All: Sojus 6,7 und 8

Vor 57 Jahren: 14. Okt. 1947

Charles Yeager durchbricht als erster Mensch die Schallmauer mit einer X-1

Vor 35 Jahren: 14. Okt. 1969

9 sozialistische Länder schließen sich zu einer Forschungsgemeinschaft zusammen und starten ihren ersten gemeinsamen Satelliten: Interkosmos 1

Vor 75 Jahren: 15. Okt. 1929

Uraufführung von Frau im Mond

Vor 46 Jahren: 15. Okt. 1958

Die erste X-15 verlässt den Produktionshangar

Vor 7 Jahren: 15. Okt. 1997

Erstmals startet eine Mission zum Saturn, die eine Sonde zum Eintauchen in die Atmosphäre des Gasplaneten aussetzen wird

Letztes Jahr: 15. Okt. 2003

China ist endgültig dritte Weltraummacht: Taikonaut Yang Liwei umkreist 14mal die Erde

Vor 75 Jahren: 16. Okt. 1929

Oberths ‚Kegeldüse‘ wird patentiert

Vor 41 Jahren: 16. Okt. 1963

Die ersten Überwachungssatelliten für unterirdische Atombombenversuche starten: Vela 1 und 2

Vor 29 Jahren: 22. Okt. 1975

Erstes Panorama-Foto von der Venus-Oberfläche: Venera 9 (UDSSR)

Vor 58 Jahren: 23. Okt. 1946

Ca. 20.000 deutsche Techniker und Wissenschaftler werden u.a. zur Arbeit am sowjetischen Raketenprogramm deportiert

Vor 44 Jahren: 24. Okt. 1960

Die Nedelin-Katastrophe: Beim ersten Startversuch explodiert eine R-16 auf dem Testgelände von Tjura Tam; 92 Tote

Vor 36 Jahren: 24. Okt. 1968

199ster und letzter Flug eines X-15 Raketenflugzeugs

Vor 43 Jahren: 27. Okt. 1961

Erster Start einer Saturn I (Juno5)

Vor 40 Jahren: 28. Okt. 1964

Start der ersten Marssonde, die Fotos von seiner Oberfläche sendet: Mariner 4 fliegt in 9900 km am Mars vorbei und sendet 22 Bilder

Vor 13 Jahren: 29. Okt. 1991

Jupitersonde Galileo fotografiert den Asteroiden Gaspra

Vor 6 Jahren: 29. Okt. 1998

Bislang der älteste aktive Raumfahrer fliegt mit 77 Jahren an Bord der Discovery (STS-95) zum zweiten mal ins All: John Glenn, 1962 der erste Amerikaner im Orbit

Vor 37 Jahren: 30. Okt. 1967

Erste Kopplung zweier Satelliten: KOSMOS 186 und 188 (UDSSR)

Vor 19 Jahren: 30. Okt. 1985

Start der D1-Mission mit Reinhard Furrer und Ernst Messerschmid

Vor 7 Jahren: 30. Okt. 1997

Erster erfolgreicher Flug einer Ariane 5 (AR502/V101)

Vor 42 Jahren: 31. Okt. 1962

Der erste Erdvermessungssatellit startet: Anna 1B (USA)

November**Vor 42 Jahren: 1. Nov. 1962**

Start der ersten Marssonde (UDSSR); fällt aus und fliegt am 11.6.63 am Mars vorbei

Vor 41 Jahren: 1. Nov. 1963

Poljot 1 (UDSSR) wird der erste manövrierbare Satellit im All

Vor 17 Jahren: 1. Nov. 1987

Start des ersten deutschen Fernseh Rundfunksatelliten TV-SAT 1

Vor 4 Jahren: 2. Nov. 2000

Die erste Mannschaft besiedelt die ISS: Shephard, Gidzenko und Krikalev

Vor 47 Jahren: 3. Nov. 1957

Erstes Lebewesen in einem Orbit: Polarrhinde Laika; sie stirbt nach kurzer Zeit qualvoll durch Überhitzung

Vor 33 Jahren: 5. Nov. 1971

Erster Start einer Europa 2

Vor 86 Jahren: 6. Nov. 1918

Robbert Goddard führt seinen ersten Raketenprototypen vor (Feststoff)

Vor 35 Jahren: 8. Nov. 1969

Erster deutscher Satellit erreicht die Umlaufbahn: Azur 1 - er ist 71 kg schwer - startet auf einer Scout vom kalifornischen Vandenberg

Vor 20 Jahren: 8. Nov. 1984

Erstmals werden Satelliten geborgen und zur Erde zurückgebracht: Palapa und Westar 6 mit STS-51A

Vor 37 Jahren: 9. Nov. 1977

Erster Start einer Saturn V

Vor 38 Jahren: 11. Nov. 1966

Letzter Flug eines Gemini-Raumschiffes: Gemini 12 mit Lovell und Aldrin

Vor 24 Jahren: 12. Nov. 1980

Voyager 1 fliegt an Saturn vorbei und liefert erste Nahaufnahmen, auch von seinen Monden

Vor 33 Jahren: 13. Nov. 1971

Mariner 9 beginnt mit der Kartographierung des Mars (USA)

Vor 44 Jahren: 14. Nov. 1960

Die erste geglückte Rückführung eines Körpers aus dem All zur Erde: Der Wiedereintrittskörper von Discoverer 13

Vor 39 Jahren: 15. Nov. 1965

Russlands erste erfolgreiche Venus-Sonde startet; Venus 2 passiert den Planeten am 27.2.66 in 24.000 km

Vor 30 Jahren: 15. Nov. 1974

Erster spanischer Satellit erreicht mit Hilfe der US-Rakete Thor-Delta die Umlaufbahn: Intasat

Vor 16 Jahren: 15. Nov. 1988

Die russische Raumfähre Buran wird mit einer Energiya-Trägerrakete zu einer 2fachen Erdumkreisung gestartet - unbemannt und gleichzeitig ihr einziger und letzter Flug

Vor 39 Jahren: 16. Nov. 1965

Russlands zweite erfolgreiche Venus-Sonde startet (Venus 3); sie zerschellt auf der Venus

Vor 34 Jahren: 17. Nov. 1970

Erstes ferngesteuertes Mondmobil beginnt seine 1 monatige Entdeckungsfahrt auf dem Mond: Lunochod 1 (UDSSR)

Vor 11 Jahren: 20. Nov. 1993

Erster mexikanischer Satellit: Solidaridad 1 marschiert auf einer Ariane 4 ins All

Vor 6 Jahren: 20. Nov. 1998

Erstes Modul der internationalen Raumstation wird mit einer Proton-Rakete in den Orbit gebracht: Saria bildet den Grundstein der ISS

Vor 5 Jahren: 20. Nov. 1999

Das erste unbemannte Raumschiff aus China beginnt die erfolgreiche Erprobung im Erdorbit: Shenzhou

Vor 16 Jahren: 22. Nov. 1988

Der VFR (Verein zur Förderung der Raumfahrt e.V.) wird in München gegründet

Vor 71 Jahren: 25. Nov. 1933

Erster Start einer 2-Komponenten-Flüssigkeitsrakete in der UDSSR (GIRD-X)

Vor 39 Jahren: 26. Nov. 1965

Der erste französische Satellit wird gestartet: Asterix 1 auf eigener Trägerrakete Diamant

Vor 16 Jahren: 26. Nov. 1988

Der erste ESA-Astronaut: Der Franzose Chretien fliegt mit Sojus TM-7

Vor 51 Jahren: 28. Nov. 1953

Die letzten deutschen Techniker und Wissenschaftler kehren aus der UDSSR zurück

Vor 21 Jahren: 28. Nov. 1983

Erster westdeutscher Astronaut im All: Ulf Merbold startet mit dem ESA-Spacelab im Space Shuttle (STS-9)

Vor 37 Jahren: 29. Nov. 1967

Erster australischer Satellit wird auf einer Redstone ins All befördert: WRESAT

Dezember

Vor 45 Jahren: 1. Dez. 1959 Die ersten 20 Kosmonauten wurden aus 3000 Piloten ausgesucht und offiziell ernannt

Vor 33 Jahren: 2. Dez. 1971

Erste weiche Landung einer Sonde auf dem Mars (Mars 3 / UDSSR)

Vor 14 Jahren: 2. Dez. 1990

Der erste Journalist berichtet aus dem All: Der Japaner Akiyama startet mit Sojus TM-11 zur MIR

Vor 31 Jahren: 4. Dez. 1973

Erster erfolgreicher Vorbeiflug einer interplanetaren Sonde am Jupiter: Pioneer 10

Vor 6 Jahren: 4. Dez. 1998

Erstes amerikanisches Modul (Unity) der ISS startet im Shuttle (STS-80)

Vor 26 Jahren: 5. Dez. 1978

Beginn der Kartographierung der Venus mittels Radar durch Pioneer-Venus 1 (USA), gestartet am 20.5.78

Vor 9 Jahren: 7. Dez. 1995

Erste „Landung“ einer Sonde auf dem Jupiter: PROBE trennt sich von GALILEO und taucht in seine Atmosphäre ein

Vor 30 Jahren: 10. Dez. 1974

Start der ersten deutschen Sonnensonde: Helios 1

Vor 5 Jahren: 10. Dez. 1999

Das erste Röntgenteleskop der ESA startet in den USA: XMM

Vor 16 Jahren: 11. Dez. 1988

Der erste europäische Fernsehsatellit, den „Jedermann“ empfangen kann, geht in seine geostationäre Umlaufbahn: Astra 1A

Vor 43 Jahren: 12. Dez. 1961

Erster Amateurfunk-Satellit im All: OSCAR 1; Herstellungskosten: 64 US \$

Vor 42 Jahren: 12. Dez. 1962

Der erste Start von 5 Satelliten gleichzeitig auf einem Träger gelingt (USA)

Vor 34 Jahren: 12. Dez. 1970

Der erste Start eines Satelliten von einer schwimmenden Plattform aus: Explorer 42 auf einer Scout-Trägerrakete

Vor 16 Jahren: 12. Dez. 1988

Zum ersten mal startet - noch unbemannt - die verbesserte Sojus-Kapsel: Sojus-TM

Vor 81 Jahren: 15. Dez. 1923

Hermann Oberths Buch „Die Rakete zu den Planetenräumen“ wird veröffentlicht

Vor 71 Jahren: 15. Dez. 1933

Eugen Sänger publiziert sein wegweisendes Werk „Raketenflugtechnik“

Vor 40 Jahren: 15. Dez. 1964

San Marco 1, der erste italienische Satellit wird in den USA gestartet

Vor 34 Jahren: 15. Dez. 1970

Vermutlich erste weiche Landung auf der Venus: Venera 7 übermittelt noch für 23 Minuten Daten (UDSSR)

Vor 20 Jahren: 15. Dez. 1984

Erste Sonde auf den Weg zum Halleyschen Kometen: Vega 1 (UDSSR)

Vor 39 Jahren: 16. Dez. 1965

Erstes Rendezvous zweier bemannter Raumfahrzeuge: Gemini 6 und 7

Vor 46 Jahren: 18. Dez. 1958

Erster aktiver Nachrichtensatellit erfolgreich gestartet (USA)

Vor 46 Jahren: 18. Dez. 1958

Das Militär zieht nach: Erster militärischer Satellit schaut auf die Erde (Score / USA)

Vor 32 Jahren: 19. Dez. 1972

Glückliche Rückkehr der letzten ‚Mondbesucher‘ zur Erde: Apollo 17 wässert im Pazifik

Vor 70 Jahren: 20. Dez. 1934

Das in Kummersdorf bei Berlin entwickelte Aggregat 1 startet erfolgreich auf Borkum

Vor 36 Jahren: 24. Dez. 1968

Die ersten Manschen kreisen um den Mond (Apollo 8): Bormann, Lovell, Anders

Vor 25 Jahren: 24. Dez. 1979

Erster erfolgreicher Start einer Ariane-Rakete (ARI/L01)

Vor 15 Jahren: 28. Dez. 1989

Todstag Hermann Oberths

Vor 15 Jahren: 29. Dez. 1989

Erster thailändischer Satellit: Thaicom 1 wird auf einer Ariane 4 in den Orbit geschossen

Ein Beitrag von Andreas Rex.

NASA



für die wahrheit den tod

Am 17. Februar 1600 wurde der Denker, Schriftsteller, Utopist und geniale Kosmologe Giordano Bruno nach achtjähriger Haft in Rom auf dem Campo dei Fiori als Ketzer verbrannt. Die Zeit war noch nicht reif für seine Erkenntnisse. Es durfte nicht sein, was das enge Weltbild und die Machtstrukturen der Kirche untergraben hätte. Noch nicht.

14. Januar 1599

Sitzung der Inquisition. Bruno wird - wie schon oft seit seiner Verhaftung im Mai 1592 - mit seinen häretischen Aussagen konfrontiert. Die Untersuchungskommission verliert ihm noch einmal die Vorwürfe.

Die Kirche hatte ihn nie begriffen. Alles was ihr heilig war, verspottete Bruno. Was sie zu wissen glaubte, stellte er in Frage. Alles von dem sie überzeugt war, widerlegte er. Er erhob Möglichkeiten zur Gewissheit, die der Kirche nicht einmal des Nachdenkens Wert waren.

Ein Leugner kirchlicher Wahrheiten aber musste dem höllischen Feuer übergeben werden. Die Hinrichtung durch die Heilige Mutter Kirche war dabei nur der Vorgeschmack auf die ewige Strafe Gottes. Dazu bedurfte es des Scheiterhaufens. Ohne den Scheiterhaufen wäre die Kirche nicht imstande, wahrhaft göttliche Strafen auszusprechen. Noch im ausgehenden 16. Jahrhundert weigerte sich die Kirche zur Kenntnis zu nehmen, was immer offensichtlicher wurde. Für sie galt nach wie vor das Weltbild des antiken Ägypters Ptolemäus. Immerhin hatte sie zu diesem Zeitpunkt unsere Welt schon als Kugel begriffen, das war vertretbar, galt doch die Kugel als die Ideale Form. Die Erde als schwerstes Element stand dabei wie selbstverständlich im Mittelpunkt des Universums, umgeben von den Elementen des Wassers, der Luft, des Feuers und des geheimnisvollen Äthers, aus dem auch die Auferstehungsleiber der Verstorbenen bestehen sollten. Bildlich gesprochen verstand die Kirche das Weltall als eine Art Zwiebel. Eine Anzahl kristallener Hohlkugeln lagerten sich um die Erde, und in diese Sphären waren die Sterne eingeschlagen wie silberne Nägel.

Um das Offensichtliche zu erklären, also warum sich der gesamte Himmel vor unseren Augen dreht, wurde eine hoch komplizierte Mechanik erdacht. Ausgehend von der äußersten Sphäre, welche die Hauptrichtung bestimmte, unterlagen alle anderen Sphären einer Drehbewegung. Ptolemäus, aber auch

griechische Denker, wollten damit in der Antike eine geometrisch befriedigende Theorie für die Unregelmäßigkeiten der Planetenbewegung schaffen.

Das Gebilde jedoch war ungemein umständlich und komplex. Der Herkunft des Ptolemäus wäre der Begriff „arabesk“ am besten angemessen. Es funktionierte wie eine Art Riesenrad. Die Erde im Mittelpunkt, am Außenring die Gondeln, die sich aber jeweils um eigene Mittelpunkte drehten. Es war das Prinzip der Epizyklen. Insgesamt gab es in den kirchlich anerkannten Modellen des 16. Jahrhunderts 40 davon, wenn man das Rad, an dem die Fixsterne durch das All gedreht wurden, mitrechnet. Diese aus unserer heutigen Sicht zwar geometrisch äußerst trickreiche, aber an den wirklichen Gegebenheiten gemessen wahrhaft hirnverbrannte Theorie, fiel mit einem Schlag weg, wenn man einfach die Sonne statt der Erde in den Mittelpunkt setzt, und die Erde und die anderen Planeten mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten um diesen neuen Mittelpunkt kreisen ließ. Plötzlich klärte sich alles. Alles wurde einfach. Alles war logisch. Eigentlich göttlich. Es gab - für die Kirche - nur ein einziges wesentliches Problem damit: Die Erde stand nicht mehr im Mittelpunkt des Universums.

Bruno gefiel der Gedanke. Er machte Gott, seinen Gott, groß wie nie zuvor: Bruno griff den Gedanken auf und entwickelte ihn weiter: Er sprach von einer unendlichen Anzahl von Welten. Er sprach vom Weltall als einem Gott im Werden. Er sprach davon, dass die sechs Tage der Schöpfung bildlich zu verstehen seien, und dass sie immer noch andauerten. Er verlachte die Abrahamskundler und biblischen Buchhalter, die das Alter der Welt auf Tag und Stunde genau wussten, vor allem aber, dass es nicht mehr als 8000 Jahre sein konnten. Er sprach von einer unendlichen Fülle von Möglichkeiten. Er sprach von der göttlichen Aufgabe, sich selbst zu verwirklichen und zu vervollkommen.

Frecher Frevel in den Augen der Kirche.

Seine Worte bei einer der Vernehmungen, am 2. Juni 1592 in Venedig, sind überliefert. Er sagte sie dem Inquisitor Giovanni Gabriele di Saluzzio, der sein Todesbote sein sollte. Überliefert sind sie vom apostolischen Nuntius Ludovico Taberna, dem Beisitzer des Verhörs, der damals das Protokoll führte. Die ersten Sätze lauten wie folgt:

„Ich glaube an ein unendliches Universum.

Ich halte es der göttlichen Güte und Macht für unwürdig, wenn sie unzählige Welten erschaffen kann, aber nur eine endlich begrenzte Welt erschafft. Daher habe ich stets behauptet, dass unzählige andere Welten, ähnlich dieser Erde existieren, welch' letztere ich mit Pythagoras nur für einen Stern halte, wie die zahllosen anderen Planeten und Gestirne. Alle diese unzähligen Welten machen eine unendliche Gesamtheit aus im unendlichen Raum, und dieser heißt das unendliche All, so dass doppelte Unendlichkeit anzunehmen ist, nach Größe des Universums und nach Zahl der Weltkörper. In diesem unendlichen All setze ich eine universelle Vorsehung, kraft deren jegliches Ding lebt und sich bewegt und in seiner Vollkommenheit existiert..."

Mit diesem Bekenntnis war er des Todes, aber es dauerte noch acht lange Jahre bis zu seiner Hinrichtung. Acht Jahre, in denen die Kirche den Anschein eines ordentlichen Prozesses erwecken wollte, der letztendlich doch nur eine Farce war; mit einem Ergebnis, das vom ersten Tage an vorbestimmt war.

4. Februar 1599 Unter dem persönlichen Vorsitz von Papst Clemens VIII findet die Verhandlung des Heiligen Officiums im Fall Bruno statt

Brunos simple, einleuchtende und logische Erklärung des Kosmos war gefährlich. Er stieß die Kirche und mit ihr die selbst ernannten Vertreter Gottes aus dem Zentrum des Alls. Es kreiste nicht mehr alles um sie. Sie waren nicht mehr das Maß aller Dinge. Sie rückten an den Rand. Für sie durfte die Welt nur so groß sein, dass ihr kleiner Geist sie auch überschauen konnte. Und so glauben sie lieber an silbergenagelte Sterne und Planeten an ihrem kindlichen Karussell, als dass sie die Augen für die unendlichen Weiten des Universums öffneten, und ihren Geist und Verstand für einen wahrhaft mächtigen Gott und Herrscher des Universums und nicht für ihren ewig eifersüchtigen, rachedurstigen, frauenfeindlichen orientalischen Provinzfürsten in den Wolken, der nichts anderes war als die lächerliche Parodie ihrer eigenen pubertären Machtvorstellungen.

Für Bruno war Gott „keine Intelligenz außerhalb der Welt, die diese im Kreise dreht und leitet. Würdiger muss es für ihn sein, das innere Prinzip der Bewegung zu bilden, eine Natur aus sich, von eigener Art, eine Seele für sich, an der alles teilhat, soviel in seinem Schloss und Leibe lebt.“

5. April 1599 Die Anklageschrift gegen Bruno wird fertig gestellt.

Bruno war ein unbequemer Mensch. Er war arrogant, grob, streitsüchtig und anmaßend. Er war leichtsinnig. Er reizte seine Diskussionsgegner. Er war intellektuell überlegen, und ließ es seine Kombattanten fühlen. Er ging keinem Streit aus dem Wege. Wenn er der Meinung war, sein Gegenüber sei ein Esel, dann bezeichnete er ihn auch so. Es war die Zeit in der Kopernikus bereits ein heliozentrisches Weltbild propagierte und auch andere Astronomen langsam die Unstimmigkeiten des ptolemäischen Weltbild erkannten, die sich mit der Epizyklentheorie nicht mehr wegrechnen ließen. Während Kopernikus aber vorsichtig war; weil er



schiesdesign

sich der Tragweite und der Gefährlichkeit seiner Erkenntnisse bewusst war, war Bruno spontan, emotional und nicht einsichtig in die Zwänge seines Umfeldes. Bruno nahm die gedankliche Tragweite des Kopernikanischen Weltbildes auf, und entwickelte es weiter: Mit Bruno hatte das ptolemäische, geozentrische Weltbild endgültig abgedankt. In diesem Sinne ist Bruno ein wichtiges Bindeglied zwischen Kopernikus, Galilei und Kepler.

Bruno lebte mit Volldampf. Er musste seine Erkenntnisse loswerden, und wenn er dabei unterging, dann mit fliegenden Fahnen. Obwohl, auch er wurde schwach. Vorübergehend. Am 30. Juli 1592, bald nach dem Beginn seines Prozesses, brach er zusammen, leistete Abbitte und widerrief teilweise, so wie Galilei einige Jahrzehnte später. Aber das war nur eine vorübergehende Schwäche.

Bruno war schonungslos polemisch und häufig beleidigend. Über die Mönche sagte er: „Bei Hesekeil (Kapitel 23, Vers 20) steht geschrieben: Groß wie Eselsfleisch ist ihr Mannesfleisch und dick wie eine Pferderute ihr Glied“, darum, so meinte er „solle man den Mönchen den Unterhalt nicht länger in fetten Pfründen, sondern in Hafer und Heu entrichten“. Die biblischen Wunder bezeichnete er als Scharlatanerie und Humbug und er verhöhnte die Päpste, welche die Worte der Apostel als unumstößliches Gesetz betrachteten, „weil sie die wirren Visionen eines epileptischen Anfalles der ganzen Welt zur Vorschrift machen wollen“.

Manchmal machte er einfach nur schlechte Witze. Dem Nobile Zuane Mocenico, der ihn in Venedig an die Kirche verriet, sagte er einmal auf die Frage, was er denn beim Karneval in Venedig zu tun gedenke: „Ich werde mich als Satyr verkleiden und alle schönen Mädchen in den Wald zerrén“. Ein alberner Scherz, schon angesichts der Tatsache, dass es in ganz Venedig keinen Wald gibt. Doch derlei Aussagen waren später gewissenhaft in seiner Anklageschrift aufgelistet und wurden gegen ihn verwendet.

9. September 1599

Kardinal Bellarmin weist die Verteidigung Brunos zurück.

Noch eine Weile nach seiner Festnahme hofft Bruno auf eine Begnadigung durch den Papst. Der Florentiner Ippolito Aldobrandini ist seit Januar 1592 als Clemens VIII im Amt und gilt als gebildeter, weltoffener Mann.

Doch die Hoffnung schwindet bald. In Venedig wird Bruno der Tortur unterworfen. Mit Pechfackeln wird

ihm der Unterleib verkoht, mit Zangen werden ihm alle Nägel an den Zehen und Fingern gezogen.

Anfang 1593 wird Bruno von Venedig an Rom ausgeliefert. Im dortigen Gefängnis herrschen entsetzliche Zustände. Er darf weder schreiben noch lesen. Er leidet an Unterernährung, denn damals mussten Angehörige für das Essen eines Häftlings aufkommen und Giordano Bruno hatte niemanden. In diesen Jahren im Kerker in Rom werden die Zeugenaussagen gegen ihn zusammengetragen. Die Aussagen werden von Kardinal Robert Bellarmin untersucht, dem Leiter des Inquisitionsverfahrens. Es ist derselbe Robert Bellarmin, der elf Jahre später das Strafverfahren gegen Galilei eröffnen wird.

21. Dezember 1599

Bruno wird dem Ordensgeneral der Dominikaner, Hippolytus Maria Beccaria und dem Procurator Paul Isario della Mirandola vorgeführt.

An Weihnachten 1599 erhält Giordano Bruno in seinem Kerker 300 Blatt Papier, eine Feder, Tinte und Streusand. In diesem Moment wusste er, dass sein Tod beschlossen war. Acht Jahre hatte er um das Papier gebeten, acht Jahre war es ihm verweigert worden.

Seine Hinrichtung findet aber nicht, wie er dachte, am Morgen des Neujahrstages 1600 statt, sondern sie verzögert sich noch einmal um fast sieben Wochen.

20. Januar 1600

Nach Entgegennahme des Berichtes des Dominikanergenerals Beccaria entscheidet Clemens VIII „in dieser Sache die letzten Schritte zu tun und unter Anwendung der angemessenen Formalitäten das Urteil zu sprechen“.

Papst Clemens VIII lässt es sich nicht nehmen, und leitet am 20. Januar 1600 persönlich die Sitzung der Heiligen Inquisition. Bruno übergibt eine Denkschrift. Er hat sie in den Tagen nach dem 21. Dezember angefertigt. Sie wird ungelesen beiseite gelegt.

Der Dominikanerorden, der die Inquisition selbst betreibt, hat - zumindest das muss man ihm zugute halten - nichts unversucht gelassen, noch in letzter

Stunde den „verirrten Bruder in Christo“ zu bekehren. Die Dominikaner waren alles in einem: Kläger, Henker, Vermittler, Retter:

Doch die Sturheit des Ketzers ist offensichtlich. Und so fällt der Papst persönlich das Urteil. Er „ordnete an und befahl, dass der Fall zu Ende geführt werde unter Anwendung der angemessenen Formalitäten und dass das Urteil verkündet werde und der besagte Frater Jordanus der weltlichen Gewalt überantwortet werde“.

8. Februar 1600

Im Palast des Kardinals Madruzzi verliert der Rechtsprokurator Giulio Materenzii das Urteil. Die Hinrichtung wird auf den 12. Februar 1600 festgelegt.

Die „angemessene Formalität“ findet am 8. Februar 1600 statt. Giordano Bruno wird zur Urteilsverkündung in den Palast des Kardinals Madruzzi geführt, dem Vorsitzenden des Heiligen Offiziums. Kniend, im Gewand seines Ordens, empfängt er das Urteil, verlesen von Rechtsprokurator Giulio Materenzii. Es lautet: Tod auf dem Scheiterhaufen wegen achtfacher Häresie.

Auszüge aus der Urteilsschrift: „Mit diesem Akte fällen wir das Urteil gegen den Bruder Giordano Bruno und erklären ihn als verstockten und hartnäckigen Häretiker; nachdem wir alle kirchlichen Maßnahmen und Bestimmungen des heiligen Kanons, des Rechts und der Kirchenverfassung herangezogen haben, die sich mit der Behandlung solcher überführten, unbußfertigen, hartnäckigen und widerspenstigen Ketzers befassen... Von nun an sollst Du ausgestoßen sein aus unserer priesterlichen Gemeinschaft und aus unserer heiligen und unbefleckten Kirche, deren Gnade du nicht mehr würdig bist. Wir verfügen hiermit und ordnen an, dass Du hiermit der Gerichtsbarkeit des hier anwesenden Gouverneurs von Rom übergeben wirst, auf dass die Strafe an Dir vollzogen wird, die Du verdienst... Weiterhin verdammen wir, verwerfen wir und verbieten wir alle Deine Bücher und Schriften als ketzerisch und irrig und bestimmen, dass alle, welche entweder bereits im Besitze oder in Zukunft zu Händen des Heiligen Offiziums kommen werden, öffentlich vernichtet und auf den Stufen von Sankt Peter verbrannt werden mögen“.

Es wird berichtet (und Bert Brecht benutzt dieses Zitat auch in seinem Stück „Im Mantel des Ketzers“ aus dem Jahre 1939) dass Giordano Bruno nach

der Urteilsverkündung aufgesprungen sei, und dem Offizium entgegenschleuderte: „Mit größerer Furcht wohl sprecht ihr mir das Urteil, als ich es empfang“.

Nach der Urteilsverkündung wird Bruno in den Torre di Nona gebracht, dem Gefängnis gegenüber der Engelsburg gelegen. Der Tag der Verbrennung wird auf den 12. Februar gelegt, doch dieser Tag kommt und geht, ohne dass die Hinrichtung stattfindet. Die Gründe dafür sind nicht bekannt.

17. Februar 1600

Giordano Bruno wird in Rom auf dem Campo dei Fiori auf dem Scheiterhaufen verbrannt.

Am Samstag, dem 19. Februar 1600 erscheint in den *Avvisi di Roma*, der römischen Zeitung, folgender Bericht: Der abscheuliche Dominikanerbruder von Nola, über den wir schon früher berichtet haben, wurde am Donnerstagmorgen auf dem Campo dei Fiori bei lebendigem Leib verbrannt. Er war ein ungemein halstarriger Ketzler, der aus seiner eigenen Umgebung verschiedene Dogmen gegen unseren Glauben fabrizierte, besonders aber gegen die heilige Jungfrau und andere Heilige. Der Elende war so hartnäckig, dass er gewillt war, dafür zu sterben...

Es gibt auch einen Augenzeugenbericht vom letzten Weg Brunos. Er stammt von Kaspar Schopp von der Bruderschaft des Heiligen Johannes, deren Aufgabe es war, einem Hinzurichtenden in seiner letzten Stunde nach Art der Kirche beizustehen. Auszüge aus seinem Bericht lesen sich so... Um sechs Uhr abends versammelten sich die Trostspender und der Kaplan in San Orsola und gingen hinüber zum Gefängnis im Turm von Nona. Dort betreten sie die Kapelle und sprachen die üblichen Gebete für den zum Tod verurteilten Giordano Bruno, einem verstockten Ketzler: Er wurde von unseren Brüdern in großer Liebe ermahnt. Wir riefen zwei Patres der Dominikaner, zwei von den Jesuiten, zwei von der Neuen Kirche und zwei von der Kirche des Heiligen Hieronymus. Sie zeigten ihm mit großem Eifer und mit großer Belehrsamkeit seinen Irrtum. Er jedoch beharrte bis zum Ende in seiner verdamnten Widerspenstigkeit... er ließ in seiner Halstarrigkeit auch nicht ab, als ihn die Gerichtsdiener zum Campo dei Fiori führten. Dort wurde er entkleidet, an einen Pfahl gebunden und bei lebendigem Leibe verbrannt...

Jahrhunderte später

Giordano Bruno mag ein schwieriger Mensch gewesen sein, eines war er aber gewiss nicht: Ein Gotteslästerer. Bruno war ein zutiefst von Gott beseelter Mensch. Unendlich viel gläubiger als die engstirnigen Buchhalter göttlicher Offenbarungen und Weisheiten die über ihn richteten.

Giordano Bruno war kein Astronom. Aber er war ein konsequenter Theologe und Kosmologe. Seine vielleicht größte wissenschaftliche Bedeutung liegt darin, eine Epoche von 2000 Jahren überwunden zu haben, in der es so gut wie keinerlei wissenschaftlichen Fortschritt gab.

Am 9. Juni 1889 sollte auf dem Campo dei Fiori zu Ehren von Giordano Bruno ein Denkmal enthüllt werden. Papst Leo XIII., gerühmt für Fortschrittlichkeit, soziales Wesen und Weitsicht, fühlte sich bemüßigt, zu dieser Zeremonie ebenfalls einen Beitrag zu liefern. Es bestand aus einem Mahn- und Warnschreiben an die Gläubigen der katholischen Kirche, das pflichtgemäß auf allen Kanzeln der Welt verlesen wurde. Darin bezichtigte er Giordano Bruno eines sittenwidrigen Lebens, der Feindschaft gegen die Kirche, der Häresie und der Glaubensabtrünnigkeit. Er nannte ihn einen Materialisten und Atheisten ohne besondere menschliche oder geistige Eigenschaften und fügte hinzu: „Bruno hat weder irgendwelche wissenschaftlichen Leistungen aufzuweisen, noch hat er sich irgendwelche Verdienste um die Förderung des öffentlichen Lebens erworben. Seine Handlungsweise war unaufrichtig, intolerant, verlogen und vollkommen selbstsüchtig“.

Erst anhaltende internationale Proteste verhinderten, dass das Denkmal wieder beseitigt wurde. Neben vielen anderen hatten sich z.B. Victor Hugo, Georg Ibsen und Ernst Haeckel für das Denkmal eingesetzt.

Im Jahre 1930 wurde Kardinal Bellarmin, einer der Unterzeichner des Todesurteils von Giordano Bruno, und der Verantwortliche für das Verfahren gegen Galileo Galilei, heilig gesprochen.

Giordano Brunos Schriften standen noch bis zum Jahre 1965 auf dem Index.

Ein Beitrag von Eugen Reichl.