

EUGEN REICHL VFR E.V. STEFAN SCHISSL

SPACE 2006

MIT CHRONIK DES RAUMFAHRTJAHRES 2005





FASZINATION RAUMFAHRT ERLEBEN

JAHR FÜR JAHR: AKTUELLE RAUMFAHRTGESCHICHTE AUS ERSTER HAND!



Die faszinierende Welt der Raumfahrt im einzigen deutschsprachigen Raumfahrtjahrbuch. 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 e.V., www.vfr.de

Lektorat: Bernhard Schmidt, Sandra & Stefan Schiessl

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


ISBN 3-00-017760-4

INHALTSVERZEICHNIS

Editorial	4
Teil I – Themen im Fokus.....	7
1000 Tage Mars und dem Treibsand entronnen	8
Eis, Wasser, Formaldehyd – Basis für Leben auf dem Mars?	16
Ariane 5 ECA – Dringend benötigter Erfolg	30
Titan – Landung auf einer neuen Welt	36
Deep Impact – Feuerzauber am Unabhängigkeitstag	42
Cosmos 1 Solar Sail – Per Aspera ad astra	52
Schicksalsflug der Discovery	58
Cape Canaveral, 26. Juli 2005.....	68
STS 114 – Analysen-Paralyse	76
Shuttle-Triebwerk – In acht Minuten von Null auf 28.000	88
Von Fluchttürmen und Schleudersitzen	102
Rettung aus dem Weltraum	116
ESA – Visionen und kosmische Horizonte	134
Projekt Constellation – Der Traum geht weiter.....	146
Zurück in die Zukunft mit dem VFR e.V.....	154
Neue Aufgaben für das ATV.....	158
AustroMars oder der Aufbruch zum Roten Planeten	166
Weltraum-Bürokratogantie.....	170
Strahlensturm im Vorgarten	176
Superteleskope im Weltraum	182
Planetenforschung – Xena und die Hackordnung	192
Teil II – Raumfahrt-Jahreschronik	199
Teil III – Raumfahrt-Statistik	299
Anhang	309
Über dieses Buch	310
Farbtafeln	312
Sponsoren	329

EDITORIAL

Liebe Leser,

der VFR veröffentlicht bereits zum dritten Mal seine Raumfahrt-Jahreschronik, nun unter dem Titel „Space 2006“. Es enthält eine Chronik des vergangenen Jahres sowie aktuelle Ereignisse und Zukunftsthemen; und mit Zukunft hat die Raumfahrt viel zu tun. In dieser Ausgabe können wir Ihnen nun erstmals die visuellen Highlights des Jahres in Farbe präsentieren. Bilder mit dem Augensymbol „“ finden Sie im Anhang auch noch einmal in Farbe wieder.

Das Jahr 2005 hat einiges zu bieten: Am 14. Januar landet die Sonde Huygens nach 7 Jahren Flugzeit mit dem Mutterschiff Cassini erfolgreich auf dem Saturnmond Titan und enthüllt dabei den Blick auf eine exotische Welt mit Tälern, Flüssen und Seen, die allerdings nicht zum Schwimmen geeignet sind. Huygens ist eine Meisterleistung europäischer Raumfahrtkunst und gewinnt die Anerkennung der amerikanischen Kollegen.

Nach mehr als zwei Jahren Überarbeitungspause startet am 12. Februar die schubstärkste Version der Ariane Familie, die Ariane 5 ECA, und bringt zwei Satelliten in den Orbit. Für den Betreiber Arianespace und die europäische Industrie bedeutet dieser Start einen immensen Fortschritt im globalen Wettbewerb um Satellitenstarts. Am 29. März wird Thomas Reiter als erster deutscher Astronaut für die ISS nominiert und soll im Jahr 2006 dorthin fliegen. Noch weist er nicht, dass daraus nichts wird.

Vom 26. Juli bis zum 9. August verfolgt die Welt gespannt den Flug der Raumfähre Discovery, dem ersten Flug nach dem Columbia-Absturz im Jahre 2003. Eigentlich hatte die NASA Zeit genug, alle Probleme mit der Isolation des Außenbentanks zu lösen. Aber genau diese Isolation versagt erneut, und die Welt hält den Atem an: wird sich die Columbia-Katastrophe wiederholen? Noch nie wurde ein Flug so intensiv von den Medien begleitet, bis das Shuttle dann doch glücklich landet, zwar in Kalifornien und nicht in Florida wie vorgesehen, dafür aber sicher. Trotzdem: dieser Flug könnte die bemannte Raumfahrt nachhaltig verändert haben. Zurzeit laufen offene und verdeckte Diskussionen um die Anzahl der verbleibenden Shuttle-Flüge. Davon hängt ab, ob die ISS komplett aus-

gebaut und damit auch das europäische Modul COF angedockt werden kann. Falls nicht, wandert COF möglicherweise direkt ins Museum, und damit wären 2 Jahrzehnte Entwicklung vergeblich gewesen. Die Auswirkungen auf die europäische und insbesondere deutsche Raumfahrt können kaum abgeschätzt werden, abgesehen vom immensen Schaden für zukünftige Kooperationen mit den USA. In jedem Fall wird Thomas Reiter wesentlich später zur ISS fliegen als vorgesehen.

Am 10. Oktober stürzt der europäische Wissenschaftssatellit Cryosat ins Nordmeer, nachdem die Oberstufe der russischen Trägerrakete Rokot versagt. Cryosat hätte die Polkappen vermessen sollen. Wegen seiner Wichtigkeit für die Umweltforschung wird Cryosat vermutlich nachgebaut.

Das vorläufig letzte Highlight des Jahres 2005 ist der zweite bemannte Raumflug der Chinesen am 12. Oktober, diesmal mit zwei „Taikonauten“ und einem komplexen Aufgabenspektrum. Die Chinesen kommen damit ihrem Ziel näher, eine führende Weltraum-Macht zu werden. Die Intensität der Chinesischen Raumfahrtambitionen sowie der Umfang ihres Engagements dürfte die globale Raumfahrt in den kommenden Jahren noch nachhaltig verändern.

Wir dürfen gespannt auf die Raumfahrtentwicklungen der kommenden Jahre blicken. Sie, lieber Leser, werden in jedem Fall aktuell dabei sein.



Bernhard Schmidt

1. Vorsitzender, Verein zur Förderung der Raumfahrt VFR e.V.



THEMEN IM FOKUS



Spirit nähert sich der Felsformation „Methuselah“ – Diese Falschfarben-Aufnahme wurde aus mehreren Bildern der Panorama-Kamera zusammengesetzt, sie entstand an Spirts Sol 454, dem 13. April 2005. 👁

1000 TAGE MARS UND DEM TREIBSAND ENTRONNEN

Seit dem Januar 2004 befinden sich zwei kleine Robotfahrzeuge der NASA auf dem Mars: Spirit und Opportunity. Vor Beginn ihrer Mission war die Einsatzlebensdauer auf 90 Tage geschätzt worden. Dann wurden es mehr, und mehr, und mehr...und im Juni 2005 hatten sie zusammen eine Missionsdauer von 1000 Tagen überschritten. Und ein Ende war noch nicht abzusehen. Dabei bringt die Rallye auf dem Roten Planeten täglich neue Gefahren für die beiden Rover...

Für den Mars Exploration Rover Opportunity war es der Sol 484. Für die Erdbewohner der 5. Juni 2005. Und auf beiden Planeten war das Datum fast so etwas wie ein Feiertag: Der kleine Robot war wieder frei. Seit dem 26. April steckte er in einem Sandhaufen fest, den die Projektwissenschaftler Purgatory Dune getauft hatten. Der Hügel sah genauso aus, wie all die dutzenden Sandverwehungen zuvor, die der kybernetische Marsforscher ohne das geringste Problem bewältigt hatte. In diesem einen jedoch war er stecken geblieben, denn er war von seltsamer Beschaffenheit. Obenauf eine Kruste wie auf einer Creme Brulee, unten drunter weicher Staub, fein wie Wiener Griessler.

Opportunity wollte an diesem 26. April eigentlich gut vorankommen auf der Reise zum Erebus-Krater. Gut vorankommen, das bedeutete für Opportunity mehr als 200 Meter Strecke am Tag. Solche Distanzen fährt der Rover „blind“, das heißt, er selber erkennt die Hindernisse schon, nicht aber die Controller auf der Erde. Die bekommen erst am Tag nach der Fahrt die Resultate übermittelt.

Auf seinem Weg zu diesem dritten Einschlagkrater, den er in der Gegend erforschen soll, durchfuhr der Rover eine Region, der die Wissenschaftler die Bezeichnung „geätztes Terrain“ gegeben haben. Eine Region, in der sich blanker Fels und sanfte, 30-50 Zentimeter hohe Sandhügel abwechseln. Opportunity hatte schon viele dieser kleinen Dünen überklettert, alle waren harmlos gewesen, und es gab kein Programm in seinem Betriebssystem, das ihn ausgerechnet vor Purgatory hätte warnen können. Und so fuhr er hinein und hinauf. Und mittendrin brach die Kruste ein und alle sechs Räder steckten zu drei Vierteln, also bis weit über die Naben, im Feinstaub. Bei einem Reifendurchmesser von 25 Zentimetern ragten nur noch die oberen Radkappen heraus.

Dem Treibsand entronnen

Was danach kam, war scharfsinnige Analysearbeit der Ingenieure am Jet Propulsion Laboratory. Die Projektwissenschaftler wollten erst genau untersuchen, wie das Problem zu lösen sei, bevor sie den Rover wieder in Bewegung setzten. Der halb vergrabene Opportunity bekam daraufhin erst einmal Ruhe verordnet und durfte nur noch Bilder und Messungen aus dem Stand machen, während die Ingenieure auf der Erde nachdachten. Schließlich war die Gefahr zu groß, dass sich das rollende Labor womöglich vollständig in den Sandhaufen einbuddelte. Die Techniker vom Bodenteam brauchten etwa zwei Wochen, bis sie die Situation exakt nachstellen konnten. Insbesondere die Beschaffenheit der Düne bereitete einiges Kopfzerbrechen. Schließlich war das Rezept für den „Sand“ zusammengestellt. Und dann wurden einige Lebensmittelgeschäfte und Sportartikelläden leer gekauft und mit dem Material ein großer Sandkasten



Sieht unscheinbar aus, war aber eine Falle ersten Ranges: Purgatory Dune. Alle sechs Räder des kleinen Mars Rovers Opportunity gruben sich etwa 20 Zentimeter in das sehr weiche, feinpudrige Material der windgeformten Düne ein. Der Vorfall ereignete sich am 26. April, Sol 446 für Opportunity. Ihn wieder heraus zu bringen erforderte über fünf Wochen Planung, Tests und vorsichtigen Fahrmanövern. Opportunity benutzte seine Navigationskamera um diesen Blick zurück auf die Rippe am Sol 491, dem 11. Juni 2005, zu gewinnen. Eine Woche, nachdem der Rover wieder auf festem Sand zurück war. Die kleine Düne ist nur etwa 40 Zentimeter hoch und erstreckt sich über 2,5 Meter.



Anfang Mai 2005: Die Rover-Ingenieure erproben im Testaufbau des Jet Propulsion Laboratory Methoden um Opportunity wieder flott zu bekommen 👁

gefüllt. Eine Mischung aus Mehl und Talkum-Pulver mit einer Art flambierter Zuckerkruste obendrauf zeigte den Gegebenheiten am Nächsten. Dann wurde einer der beiden Mock-up Rover, mit der die Bodencrew schwierige Situationen auf der Erde nachstellen kann, von zwei Dritteln seines Gewichts befreit. Und dann wurde er in den Sandboden gesetzt, um herauszufinden, welches der beste Weg ist, der Falle zu entkommen.

Das Vorgehen war einfach wie lang andauernd, führte aber schliesslich zum Erfolg. Zunächst wurden alle Räder gerade ausgerichtet, und dann begannen sie zu wühlen. Mit ganz langsamen Umdrehungen, in Fahrtrichtung vorwärts. In die Düne hinein gefahren war Opportunity übrigens rückwärts, denn von Zeit zu Zeit lassen die Missionskontrollen die Rover ganze Etappen verkehrt herum fahren, um die Abnutzung der Mechanik und die Verteilung von Schmierstoffen möglichst gleichmäßig zu gestalten. Von Mitte Mai bis zum 6. Juni drehten sich die Räder so oft, dass der Rover damit auf freier Strecke 200 Meter zurückgelegt hätte. In der Düne aber baggerte sich Opportunity lediglich einen einzigen Meter voran. Diese bedächtige Vorgehensweise zahlte


sich schließlich aus. Opportunity grub sich nicht mehr tiefer ein, sondern befreite sich schließlich von seinen Fesseln. In der geplanten Fahrtrichtung zeichnen sich eine Menge weitere Dünen ab, die es jetzt vorsichtig zu umfahren gilt. Damit wird die Fortbewegung des Rovers in der nächsten Zukunft wesentlich langsamer vonstatten gehen als bislang. 200 Meter weite Blindfahrten sind nach diesem Vorfall nicht mehr drin. Zumindest solange nicht ein anderes Gelände erreicht wird. Auf jeden Fall war Purgatory eine wichtige Erfahrung. Auch nachdem Opportunity frei gekommen war, nahmen sich die Wissenschaftler in Pasadena noch mehrere Wochen Zeit, die seltsame Sandformation genau zu untersuchen. Die Tatsache, dass es derart tückisches Terrain gibt ist eine wichtige Information. Nicht nur für Opportunity und Spirit, sondern auch für alle zukünftigen Fahrzeuge und später auch Menschen, die eines Tages auf dem Roten Planeten landen werden.

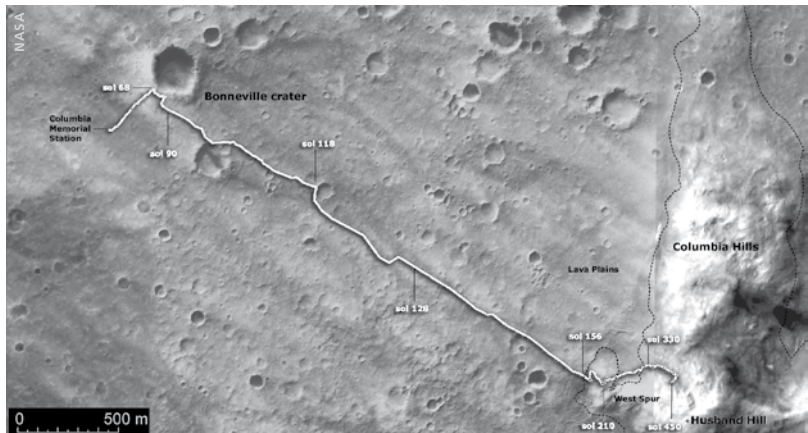
Das nächste große Rover-Projekt, das Mars Science Laboratory, das in vier Jahren auf die Reise gehen soll, wird fünfmal schwerer sein als Opportunity und Spirit. Und um einiges teurer. Wenn ein solcher Rover einfach im Sand versinken würde, wäre das nicht auszudenken. Purgatory ist also nicht nur ein gefährliches Hindernis, sondern auch ein äußerst wichtiges Forschungsobjekt. Nur drei Tage nach der gelungenen Befreiungsaktion gab es erneut Grund zum Feiern, denn ein wichtiges Jubiläum stand an. Das Motto:

1000 Tage auf dem Mars

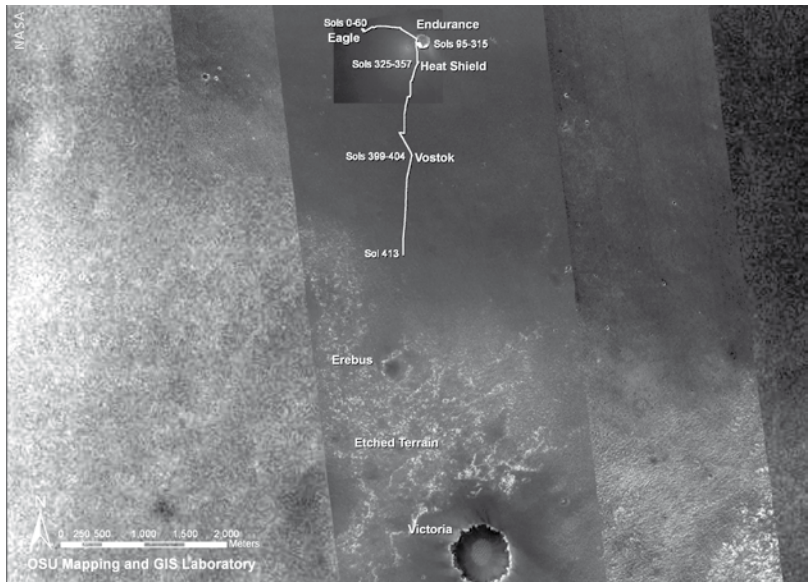
Der 9. Juni 2005 war für die beiden Mars Exploration Rover das, was die Amerikaner gerne als „Landmark“ bezeichnen: ein historisches Datum. An diesem Tag hatten die beiden Robots zusammen 1000 Sols, wie die Marstage genannt werden, auf dem Roten Planeten verbracht. 490 für Opportunity und 510 für Spirit. Und beide Rover waren noch fast so fit wie am ersten Tag ihres Einsatzes. Zu Beginn der Mission, im Januar 2004, hätten sich die Wissenschaftler des Jet Propulsion Laboratory in Pasadena glücklich geschätzt, wenn die beiden jeweils 90 Tage überlebt hätten. Wenn Opportunity mal nicht gerade im Sand feststeckt, erforscht er eine geologisch sehr interessante Region im Meridiani Planum. Der kleine Robot fand dort bereits schlüssige Beweise, dass hier vor



Spirit: Sonnenuntergang am Gusev-Krater 



Spirits Weg seit der Landung am 4.1.2005



Opportunities Weg seit der Landung am 26.1.2005

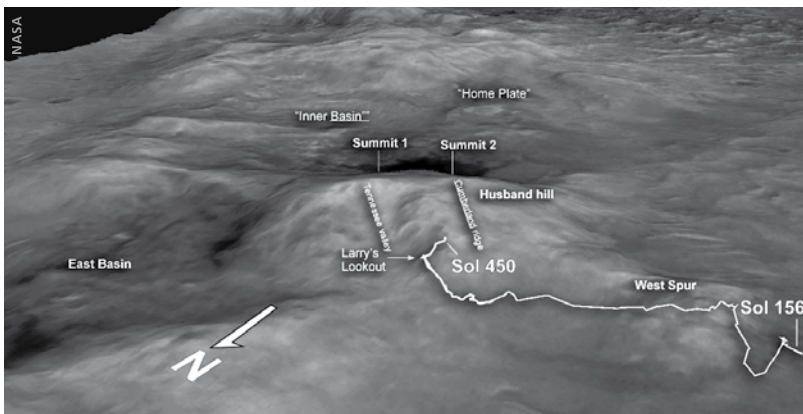
langer Zeit große Mengen flüssigen Wassers existiert haben müssen. Insgesamt hat das rollende Labor schon mehr als 5 Kilometer zurückgelegt, seit es auf seiner Landestufe im Januar 2004 im kleinen Eagle-Krater niederging. Das ist um ein Vielfaches mehr als auch die zuversichtlichste Schätzung vor dem Start versprochen hat.

Spirit und die Staubteufel

Spirit, der zweite Rover auf dem Mars, befindet sich auf der anderen Seite des roten Planeten im Gusev-Krater. Auch er hat schon gute fünf Kilometer auf dem Odometer. Fast im Zentrum des Gusev-Kraters befindet sich eine Hügelkette, die Columbia-Hills, in deren Tälern und Flanken sich Spirit seit Monaten durch schwieriges Gelände arbeitet. Im Oktober erreichte er den Gipfel des Husband-Hill, der etwa 100 Meter über das umliegende Flachland ragt.

Die Columbia Hills haben sich als geologisch recht ergiebig erwiesen, nachdem die Tiefebene des Gusev-Kraters, in der Spirit gelandet war, sich als eher langweilige Basaltwüste herausgestellt hat. Erst hier in den Bergen gelang Spirit der Nachweis für das Vorkommen früherer Wasser-Reservoirs. Neben diesen Entdeckungen macht der Robot in diesen Tagen aber durch andere Erkenntnisse Furore. Die Gusev-Region, so hat sich herausgestellt, scheint bevorzugtes Gebiet für das Entstehen von Windteufeln zu sein, einem meteorologischen Phänomen vergleichbar mit irdischen Windhosen. Diese Mini-Tornados sind offensichtlich auch dafür zuständig, dass Spirit vor einiger Zeit eine Komplettüberholung seiner Solargeneratoren erfahren hat, und deswegen seit einer Weile wieder mit stark verbessertem Energiehaushalt unterwegs ist. Inzwischen gelang es ihm schon mehrmals, Bilder von Staubteufeln aufzunehmen.

Der Robot versucht zurzeit die Südhänge der Columbia Hills zu erreichen. Der direkteste Weg führt dabei über den Gipfel des Husband Hill, und deswegen ist Spirit momentan auf einem Zickzack-Kurs unterwegs, um diesen höchsten Punkt zu erreichen. Die Aussicht von oben dürfte atemberaubend



Spirits aktuelle Position auf „Husband Hill“ – man wartet gespannt auf einen Blick ins Tal

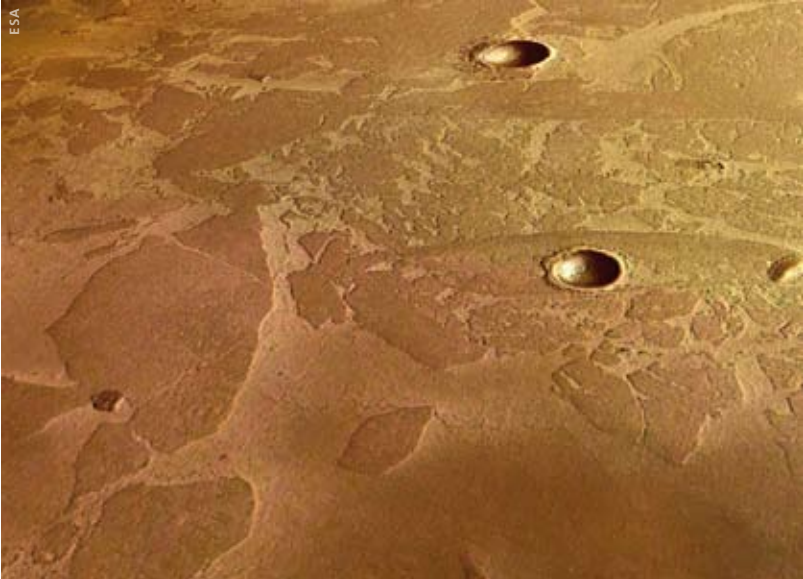


Staubteufel reinigen Spirits Solarzellen – ein ebenso interessantes wie nützliches Phänomen

sein. Insbesondere das Südseiten-Panorama wird von den Wissenschaftlern mit Spannung erwartet, denn dorthin konnten sie bisher wegen der Bergrücken nicht sehen. Aufnahmen der Raumsonden Mars Global Surveyor und Mars Odyssey zeigen, dass es dort Terrassen-ähnliche Strukturen gibt, die offen zutage liegende Schichtungen haben. Diese Terrassen könnten eines der kommenden Ziele sein, wenn der Rover weiterhin durchhält.

Dann gibt es da eine große dunkle Fläche, die aus dem Orbit nicht identifiziert werden konnte, möglicherweise ein großes Dünenfeld mit dunklem Sand. Und es gibt weitere Strukturen, die nicht im Detail auszumachen sind, und deren Besuch sich vielleicht lohnen könnte. Der Weg nach unten sollte schneller gehen als der Aufstieg, aber er ist auch ziemlich steil. Wie auch immer. Die Rover sind noch gut beisammen, und mit einigem Glück liegen noch interessante Exkursionen vor uns.

Eugen Reichl



Diese Aufnahme von Mars Express zeigt eine Vielzahl riesiger plattenförmige Strukturen, die Experten als Packeissschollen interpretieren 👁

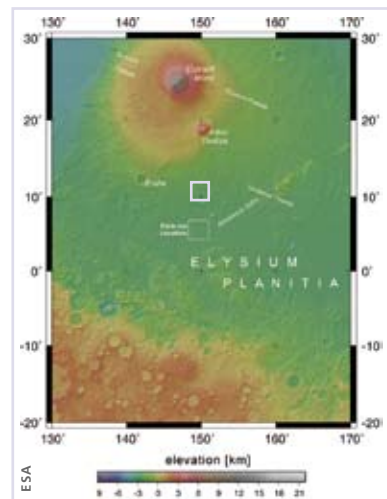
EIS, METHAN UND FORMALDEHYD – BASIS FÜR LEBEN AUF DEM MARS?

Auf unserem äußeren Nachbarplaneten ist nichts so wie es auf den ersten Blick erscheint. Trotz der vergleichbaren Rotationsdauer und Schiefe der Rotationsachse ist Mars kein lebensstrotzender kleinerer Bruder der Erde. Er beherbergt auch keine hochentwickelte Zivilisation, welche mit immensen Kanälen das dringend benötigte Wasser von der Äquatorialregion zu den Ballungszentren im Norden und im Süden transportiert. Ja er besitzt überhaupt kein freies Wasser und getreu dem wissenschaftlichen Credo „Ohne Wasser kein Leben!“ ist der Planet damit auch nicht in der Lage, irgendwelche höherentwickelte Organismen am Leben zu erhalten, denn Wasser ist notwendig um als Lösungsmittel für organische Reaktionen zu fungieren, ist ein hervorragendes Medium um CO_2 und andere Gase an sich binden, würde die Temperatur stabilisieren und einen sicheren Hafen vor der kosmischen Strahlung zur Verfügung stellen, et-

was, das die dünne Marsatmosphäre nicht zu leisten vermag. Als Konsequenz der Erkenntnisse der ersten Raumsonden und speziell durch die Viking-Ergebnisse wurde Mars Ende der 70er Jahre von den meisten Wissenschaftlern aus dem Reigen „der möglicherweise belebten Planeten“ verstossen. Dass im Jahre 2005 auf einmal alles wieder ganz anders aussieht verdanken wir einer kleinen ESA-Sonde mit dem Namen Mars Express und der Entdeckung recht unangenehmer Gerüche auf der Marsoberfläche...

Mars Express: Der erfolgreiche Marsspion

Mars Express: dieser Name wurde nicht zufällig gewählt, ist doch die Raumsonde der europäischen Weltraumorganisation Esa die schnellste Mars-Sonde aller Zeiten. Dies nicht so sehr was die absolute Geschwindigkeit betrifft, die mit 116.800 Kilometern pro Stunde noch immer sehr hoch ausfällt, sondern vielmehr in Bezug auf das Projektmanagement der Mission: Mars Express wurde 1996 nach der missglückten russischen Mars 96-Mission, die etliche europäische Experimente an Bord hatte, aus der Taufe gehoben, und wurde am 2. Juni 2003 nach einer Bauzeit von nur sieben Jahren (!) mit einer russisch-europäischen Sojus-Fregat-Rakete von Baikonur auf den Weg zu unserem roten Nachbarplaneten geschickt. All dies geschah aus der Notwendigkeit heraus, den wissenschaftlichen Schaden für die Marsforschung in Grenzen zu halten, denn die russische Mars 96-Mission war in vieler Hinsicht außergewöhnlich. Sie bestand aus einem Orbiter und zwei Landemodulen, jede der Landeeinheiten war mit einem Penetrator zur Untersuchung des Untergrundes ausgerüstet. Die gesamte Mission hatte 24 Experimente (!) an Bord, welche die innere Struktur des Roten Planeten, seine Oberfläche, Atmosphäre und seine Reaktionen auf den Sonnenwind erforschen sollten. Viele dieser Experimente wurden von europäischen Forschungsinstituten eingebracht. Leider verunglückte diese Mission jedoch schon beim Start im November 1996, sodass die europäischen Wissenschaftler vorerst leer ausgingen. Da das Fehlen der Mars 96-Daten im Gesamtkontext der internationalen Marsforschung über Jahre hinaus eine deutliche Lücke hinterlassen hätte, zumindest bis vergleichbare Experimente mit anderen Missionen geflogen



Diese Karte zeigt die Stelle in Elysium Planitia, wo das Packeis-Foto entstand (Kästchen)



Mars Express, noch zusammen mit dem unglückseligen Beagle Lander – Künstlerische Darstellung

worden wären, wurde in Europa unmittelbar nach dem Fehlschlag der Mission an eine Ersatzmission gedacht, um die verlorenen Daten dieser Experimente doch noch – zu einem späteren Zeitpunkt – zu erhalten. Angelpunkt all dieser Überlegungen war die außergewöhnlich günstige Marsopposition im August 2003, bei der Mars und Erde einander so nahe wie nur einmal in 17 Jahren kommen würden. Die starken Entfernungsschwankungen – 55 Millionen bis immerhin 99 Millionen Kilometer – entstehen durch die exzentrische Umlaufbahn des Mars. 2003 fand die Opposition wieder einmal nahe dem Mars-Perihel statt, ein äußerst günstiger Umstand für einen Flug

zum Mars! Denn wegen des geringen Abstandes wurde die Flugdauer verkürzt und die Sonde brauchte zusätzlich auch wesentlich weniger Treibstoff. Dadurch wiederum wurde eine wesentlich höhere Nutzlast ermöglicht, die in der Form von zusätzlichen wissenschaftlichen Experimenten genützt wurde.

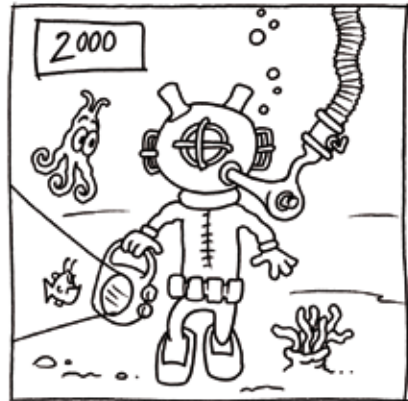
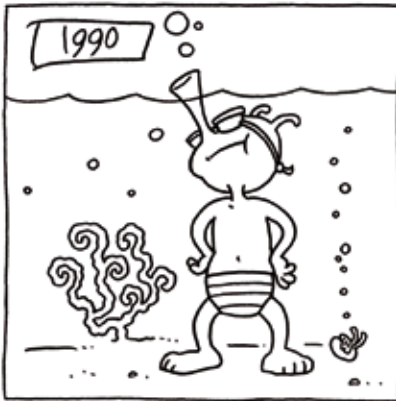
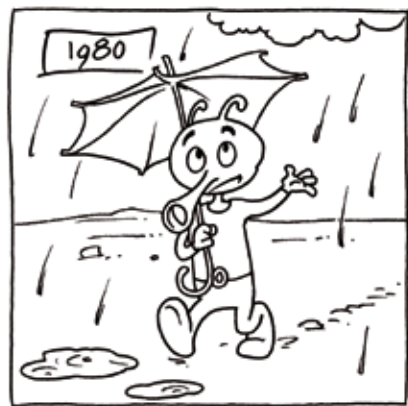
Nach kurzen Überlegungen beschloss die ESA, diese perfekte Gelegenheit für einen Flug zum Mars zu nutzen. Damit blieben allerdings nur sieben Jahre, um ein Raumfahrzeug zu entwerfen, zu bauen und zu testen, denn das Startfenster im Juni 2003 stand unwiderruflich fest: Mars und Erde würden sicherlich keine Rücksicht auf irgendwelche Verzögerungen nehmen! Die Strategie für diesen engen Zeitplan war rasch klar: langwierige Entwicklungen mussten nach Möglichkeit vermeiden werden, stattdessen sollten Technologien aus anderen Missionen wiederverwendet werden. Auch das Projektmanagement bot enormes Einsparungspotential, man musste nur die Dinge sehr zügig angehen; klingt einfach, ist es aber nicht. Nicht bei einem Projekt, das Partner aus allen Ländern Europas mit unterschiedlichen Arbeitsphilosophien zusammenführen, so unterschiedliche Charaktere wie Ingenieure und Wissenschaftler an einen Tisch bringen muss und außerdem in der Raumfahrt angesiedelt ist, wo jeder noch so kleine Fehler die gesamte Mission gefährden kann. Heute kann man sagen: die Übung ist gelungen, und zwar auf phänomenale Weise! Nicht nur weil Mars Express rechtzeitig fertig wurde, sondern auch weil die Kosten von 203 Millionen Euro etwa 50 Prozent geringer sind als für vergleichbare interplanetare Missionen. Für diese Summe wurde die Sonde nicht nur entworfen, gebaut und getestet, das Budget enthält auch Start und Betrieb

von Mars Express. Möglich war das, weil in Mars Express viel Erfahrung aus vorhergehenden Missionen steckt und ein beträchtlicher Teil der Hardware von Rosetta, der Esa-Kometensonde, die seit dem 2. März 2004 auf dem Weg zum Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko ist. 80 Prozent der Bauteile von Mars Express wurden für Rosetta entwickelt: großen Teile des Bordcomputers, die Antenne, der Transponder, Teile der Avionik sowie das Energiesystem der Sonde. Wenn einmal kein Teil der „Rosetta-Kollektion“ passte, wurde trotzdem auf Bestehendes zurückgegriffen, zum Beispiel Tanks von anderen Esa-Missionen. Ähnliches gilt für die Lagekontrolldüsen und das 400 N-Triebwerk. Die Solarzellen kommen aus dem kommerziellen Bereich: der Globalstar-Produktion. Als Mars Express nach einem Flug von sechs Monaten am 25. Dezember 2003 als eine Art weltraumtechnisches Weihnachtsgeschenk wohlbehalten im Marsorbit angekommen ist, war den Missionsplanern und Ingenieuren klar, dass alle ihre Erwartungen erfüllt worden waren: trotz des stressigen Zeitablaufs und der kurzen Bauzeit hatte die Sonde es geschafft. Würde sie aber auch ihre wissenschaftlichen Ziele erfüllen können, also das verschwunden geglaubte Wasser finden und eventuell sogar Beweise für ehemaliges (oder noch immer existierendes) Leben aufspüren? Das würden nur die nächsten paar Monate zeigen...

Wasser, Wasser und noch mehr Wasser

Anfang 2004 lief es wie ein Lauffeuer durch die Presse: Mars Express hatte Wasser auf dem Mars gefunden! Dem zuvor waren Messungen der Mars-südpolkappe gegangen, die eindeutig die Signatur von Wassereis aufzeigten (18.1.2004). Damit war also nun endgültig bewiesen, dass Wasser auf dem Mars existierte, denn zuvor war man davon ausgegangen, dass die Polkappen größtenteils aus Trockeneis, also gefrorenem Kohlendioxid, bestehen würden. Wenn aber Eis in den Polkappen existierte, warum dann nicht auch in gemäßigteren Breiten, wo es doch ohnehin so kalt auf dem Mars ist?

Und wirklich häuften sich im Laufe der nächsten Monate nach der Mars Express Ankündigung die Indizien, dass Wasser vor einiger Zeit in Hülle und Fülle auf dem Planeten vorgekommen und das ein Großteil davon noch immer, in der Form von Permafrost auf dem Mars vorhanden sein muss. Die beiden NASA-Rover „Spirit“ und „Opportunity“ haben viele interessante Bodenstrukturen gefunden, die auf die direkte Interaktion mit Wasservorkommen hindeuten. Sowohl der vorgefundene Hämatit als auch der Goethit (auch als Nadeleisenerz bezeichnet), werden als starke Indizien für eine Wassereinwirkung gesehen,



Die Schätzungen über Wasser auf dem Mars der Frühzeit haben sich in den letzten 30 Jahren gewaltig erhöht...

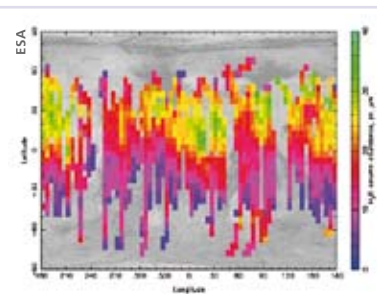
speziell der Goethit wird ausschließlich im Zusammenhang mit Wasser gebildet, allerdings in jedem Aggregatzustand. Auf der Erde findet es sich als Sumpfeisenerz auch in Sedimentgesteinen. Übrigens besteht auch gewöhnlicher Rost hauptsächlich aus Goethit. Die beiden NASA Mars-Rover haben diese Gesteine auf ganz unterschiedlichen Mars-Hemisphären gefunden, was zeigt, dass Wasser auf dem Mars ein globales Phänomen war bzw. ist. Was die Funde allerdings nicht erklären können ist, auf welche Art das Wasser eingewirkt hat; fand die Wechselwirkung als Oberflächenwasser statt (z.B. Bach, Fluss, See, Ozean) oder aber in der Form von Grundwasser? Auch können die beiden Rover keine Fragen nach dem „Wohin ist das Wasser verschwunden?“ beantworten, denn sie können weder in den Mars hineinsehen noch haben sie einen globalen Überblick. Dazu braucht es einen Orbiter – vorzugsweise einen, der mit einem Radar tief in den Marsboden hineinschauen und mit einer hochauflösenden Kamera Oberflächenstrukturen von oben genauer unter die Lupe nehmen

kann. Mars Express ist solch ein Orbiter – und während die Sonde in den letzten 15 Monaten mit der HRSC (High Resolution Stereo Camera) immer wieder für furiose hochauflösende Oberflächenfotos aus dem Marsorbit gesorgt hat, gibt es vom Standpunkt der Wassersuche ein Foto, das man ohne weiteres als DEN Millionentreffer bezeichnen könnte (siehe Kapitelanfang). Dieses Foto zeigt eine Vielzahl riesiger plattenförmige Strukturen, die Experten als Packeis-schollen interpretieren. Was wir hier somit vor uns sehen ist nichts anderes als ein staubbedecktes zugefrorenes Gewässer von der Größe der Nordsee, 40 m tief mit einem Durchmesser von 800 – 900 km. Die Lage dieser marsianischen Nordsee ist ein weitere Riesenüberraschung, denn der Permafrost findet sich nicht in der Nähe der Polkappen sondern vielmehr beinahe am Äquator, genauer in der Elysium Planitia auf 5°N!

Dafür dass wir wirklich Packeis-schollen vor uns sehen sprechen gleich mehrere Faktoren:

- ↳ Die Dimensionen der Schollen sind exakt die gleichen wie die irdischer Eisschollen im Packeis. Die Forscher nehmen an, dass sich im untersuchten Gebiet noch heute große Mengen des Eises im Untergrund befinden.
- ↳ Dass wir wirklich vor uns einen riesigen zugefrorenen See sehen, wird durch die intakt erscheinende Oberfläche, die extrem flach ist, erhärtet, denn wäre das Eis bereits verschwunden, müsste die Oberfläche weit stärker durch Erosion verändert worden sein.

Bleibt nur mehr die Frage warum das Eis nicht verdunstet (sublimiert) ist? Am Marsäquator kann es im Sommer ohne weiteres schon mal 15-20°C erreichen – keine guten Aussichten für Eisfelder also. Dazu wird angenommen, dass das Packeis möglicherweise durch einen schützenden Belag vor dem Verdunsten bewahrt wurde; ein wesentlicher Bestandteil einer solchen Schutzschicht könnte vulkanische Asche sein, die sich auf der gefrierenden Oberfläche abgesetzt hatte. Die Elysium-Vulkanregion ist nur 17 km weiter nördlich, also nahe genug, um eine Aschenverbringung zu ermöglichen. Anhand der vorhandenen Einschlagskrater lässt sich relativ gut abschätzen wie alt die marsianischen Nordsee sein muss und das führt zur nächsten Überraschung, denn der See dürfte sich vor ca. 5 Millionen Jahren gebildet haben, nach geologischen Maßstäben ist dies ein extrem junges Alter. „Bestätigen sich die Ergebnisse,



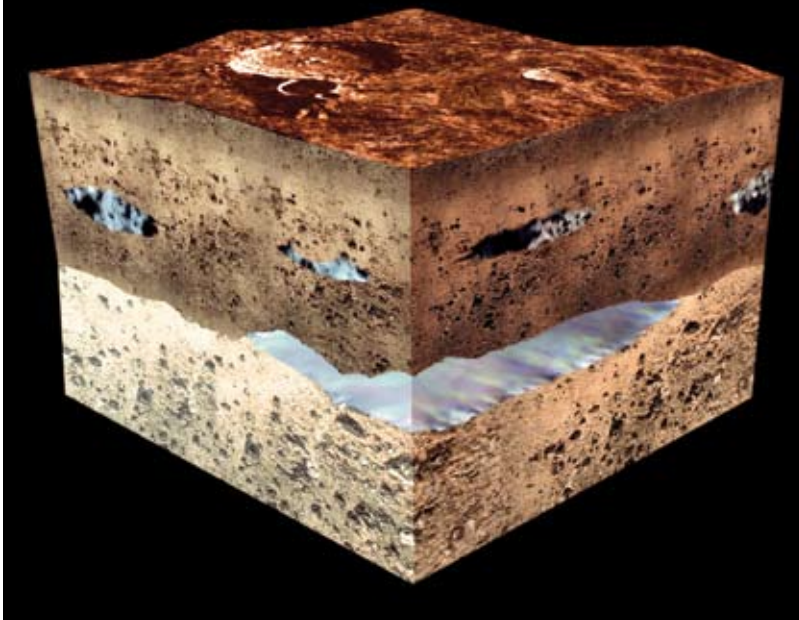
Diese Karte zeigt die Konzentration von Wasserdampf nahe dem Marsboden in der Äquatorregion. Die höchste Konzentration ist grün, die niedrigste Konzentration ist violett markiert.

ist der Mars ein nach unseren Maßstäben noch heute geologisch aktiver Planet.“ meint dazu Ernst Hauber, Geologe am DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin-Adlershof. Das Auffinden dieser marsianischen Nordsee ist also in vielerlei Hinsicht bedeutend: Einerseits zeigt sie, dass das Wasser wirklich in der Form von Permafrost in gemäßigten Breiten – ja sogar fast am Äquator – gespeichert werden kann, dass der Mars bis vor kurzem geologisch aktiv war und dass es freies Wasser gegeben hat (zumindest für kurze Zeit). Die Einschätzungen was die Wasservorkommen auf dem Mars betrifft haben sich also in den letzten 35 Jahren drastisch geändert: aus

einem knochentrockenen Planeten wie man ihn sich 1970 noch vorstellte wurde im Laufe der Jahre ein beständig feuchter werdender kleinerer Bruder der Erde, dessen Wasservorkommen für einen metertiefen planetenumspannenden Ozean gereicht hätte. Wie aber sieht es mit Leben aus? Können wir aus den neuesten Erkenntnissen bzgl. Permafrost, Hämatit, Goethit und schliessen, dass es einmal (höherentwickeltes) Leben gegeben hat? Oder dass es zumindest Leben in primitiver Form gab und vielleicht sogar noch immer gibt? Auch wenn Wasser eine Hauptrolle für die Erhaltung jedweder Form von Leben spielt, auf dem Mars ist es vielleicht nicht der beste Indikator, um gegenwärtig existierendes Leben zu finden. Größere Aussichten versprechen dafür zwei Kohlenwasserstoffe: Methan und Formaldehyd.

Methan, Vulkane und Mikroben

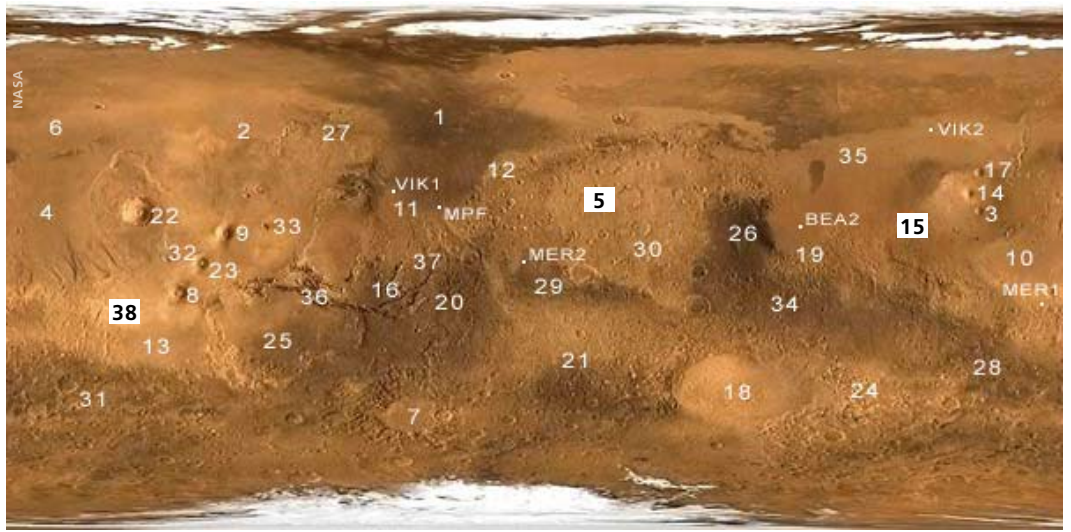
Kurzportrait Methan:	
Chemische Formel:	CH ₄
Schmelzpunkt:	-182,6 °C
Siedepunkt:	-161,7 °C
Vorkommen:	Hauptbestandteil des Erd- und des Biogases
Natürliche Entstehung auf der Erde:	Durch anaerobe Zersetzung organischer Bestandteile im Hausmüll, aber auch beim Reisanbau; „Abgas“ von Wiederkäuern (Rinder, etc.)
Besonderheiten:	effektives Treibhausgas (22 x mal so wirksam wie CO ₂)



Unter der Marsoberfläche werden gewaltige Permafrostvorkommen vermutet

Bereits im März 2004 hat Mars Express Methan in der Marsatmosphäre nachgewiesen, allerdings nur in Spuren, denn in einer Milliarde Teilchen sind lediglich zehn Methan-Moleküle enthalten (10 ppb). Methan ist damit nur an fünfter Stelle hinter Kohlendioxid (95%), Sauerstoff, Wasserdampf und Kohlenmonoxid. Warum also dann die Aufregung, werden sich jetzt viele fragen?

Weil Methan in jeder Planetenatmosphäre nur ein äußerst kurzlebiges Molekül ist und so auch auf dem Mars. Dort geht Methan z.B. dadurch verloren, weil sich unter anderem Methan und Sauerstoff sehr schnell zu Kohlenstoff und Wasser verbinden – eine Reaktion, die man für zukünftige Marsmissionen auszunützen gedenkt (Raketentriebwerke, Kraftwerke). Zusätzlich wird Methan auch durch die energiereiche UV-Strahlung gespalten (Photodissoziation) und weil die Marsatmosphäre über keine Ozonschicht verfügt ist dieser Verlustmechanismus auf dem roten Planeten so effektiv, dass Methan in der Regel nur wenige Jahrzehnte, höchstens Jahrhunderte in der Marsatmosphäre verweilen kann. Laut Vittorio Formisano, dem Chefwissenschaftler des Planetaren Fourier-Spektrometers (PFS) an Bord von Mars Express, hat das Methan in der Atmosphäre eine Lebenserwartung von 300 bis 600 Jahren. Dass wir es trotzdem in der Marsatmosphäre nachweisen können, bedeutet dass es einen Mechanismus geben muss, der die Atmosphäre immer wieder mit Methan anreichert und das Prozesse ablaufen, die Methan kontinuierlich produzieren.



1	Acidalia Planitia	11	Chryse Planitia	21	Noachis Terra	31	Terra Sirenum
2	Alba Patera	12	Cydonia Mensae	22	Olympus Mons	32	Tharsis Montes
3	Albor Tholus	13	Daedalia Planum	23	Pavonis Mons	33	Tharsis Tholus
4	Amazonis Planitia	14	Elysium Mons	24	Promethei Terra	34	Tyrrhena Terra
5	Arabia Terra	15	Elysium Planitia	25	Solis Planum	35	Utopia Planitia
6	Arcadia Planitia	16	Ganges Chasma	26	Syrtis Major Planitia	36	Valles Marineris
7	Argyre Planitia	17	Hecates Tholus	27	Tempe Terra	37	Xanthe Terra
8	Arsia Mons	18	Hellas Planitia	28	Terra Cimmeria	38	Arcadia-Memnonia
9	Asraeus Mons	19	Isidis Planitia	29	Terra Meridiani		
10	Cerberus	20	Margaritifer Terra	30	Terra Sabaea		

Auf dieser Marskarte sind die Gebiete besonders gekennzeichnet, bei denen die Überlappung von Wasserdampf und Methan auffällig ist

Und was der gesamten Sache jenes Quantum an wissenschaftlicher Brisanz verleiht ist nun, dass im Prinzip nur zwei Hypothesen in Frage kommen, die eine plausible Erklärung für den Ursprung dieses Gases anbieten können. Zum einen geologisch-physikalische Prozesse wie Vulkanismus oder auch Meteoriteinschläge, zum anderen organische Vorgänge; Beide Hypothesen sind alles andere als befriedigend und damit natürlich heftigst umstritten. Das Problem der Vulkanismushypothese ist vor allem eines: es gibt keine Anzeichen dafür, dass auf dem Mars irgendwelche geologische Aktivitäten ablaufen. Man findet keine aktiven Vulkane, keine Geysire oder Schlammtümpel, ja nicht einmal Fumarolen wurden bis dato gesichtet. Deswegen ist die Ansicht, dass der Mars seit mehreren Jahrmillionen erloschen ist, eine weitverbreitete unter den Wissen-

schaftlern. Anmerkung: Sollte die marsianische Nordsee wirklich „nur“ 5 Millionen Jahre alt sein so würde das auch nicht allzu viel ändern, denn dann wäre zwar der Beweis erbracht, dass der Mars in den letzten paar Millionen Jahren nicht „vollkommen tot“ war, aber das würde das Methan-Rätsel auch nicht auf vulkanische Art und Weise lösen, denn das Gas hat eine zu kurze Halbwertszeit von wenigen Jahrzehnten bzw. Jahrhunderten um auf diese Weise entstanden zu sein. Eine weitere Möglichkeit wären Meteoriteneinschläge. Auch sie könnten – analog zu den vulkanischen Prozessen – Methan freisetzen, aber auch hier konnte man keine „frischen“ Ereignisse beobachten die noch dazu in ausreichender Zahl vorgekommen wären, um das Methan in ausreichender Menge nachzuliefern. Bleibt also nur mehr die Lebenshypothese. Wie sieht es mit dieser aus? Der Grundgedanke hinter dieser Hypothese beruht auf einem Vergleich von Mars mit der guten alten Erde; hier ist das in der Erdatmosphäre nachweisbare Methan größtenteils auf biologische Aktivitäten zurückzuführen und im besonderen auf die „Ausgasungen“ der Wiederkäuer. Auch wenn am Mars bis dato keine grüne Mars-Kuh gesehen wurde (als Analogon zur berühmten violetten terrestrischen Vertreterin), stößt die Idee nach dem biologischen Ursprung des Methans als Abfallprodukt von Marsbakterien auf immer größeres Interesse bei den Wissenschaftlern. Zusätzliche Nahrung erhält die Lebenshypothese durch die aktuellsten Mars-Express Erkenntnisse im letzten halben Jahr. Im Herbst 2004 hatte Mars Express in der wissenschaftlichen Welt Furore gemacht, als sich nach einer detaillierten Auswertung der PFS-Daten bestätigt hatte, daß auch Methan in der Atmosphäre nicht gleichmäßig verteilt, sondern an einigen Stellen konzentriert vorkommt. Das PFS-Team um Dr. Formisano stellte fest, daß sich die Gebiete mit den höchsten Methan-Konzentrationen mit den Regionen überschneiden, in denen auch verstärkt Wasserdampf und Eislagerstätten vorkommen. Diese Überlappung von Wasserdampf und Methan ist möglicherweise auf eine gemeinsame, in den Bodenschichten des Mars liegende Quelle, zurückzuführen. Die in dieser Hinsicht auffälligen Gebiete befinden sich alle um den Äquator und heißen Arabia Terra, Elysium Planum und Arcadia-Memnonia; dort ist die Wasserdampfkonzentration zweibis dreimal so hoch ist wie in anderen beobachteten Gebieten. Übrigens befindet sich die marsianische Nordsee genau in einem dieser Gebiete. Könnte es also eventuell sein, dass Mikroben, die in oder unter dem Permafrost leben, für das Methan verantwortlich zeichnen? Dr. Formisano ist überzeugt davon und

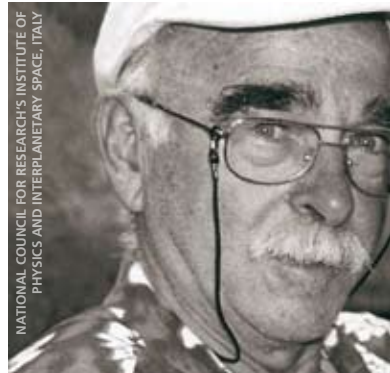
mit ihm auch Vladimir Krasnopolsky von der Catholic University of America in Washington DC. Krasnopolsky hat mit Kollegen mit Hilfe des kanadisch-französischen Hawaii-Teleskops am Mauna Kea die Methankonzentration in der Marsatmosphäre mit 10 ppb bestimmt, ist dann aber noch einen Schritt weitergegangen indem er erklärte, dass kein einziger physikalischer Prozess effektiv genug sei um diese Konzentration zu erklären und das dafür nur biologische Prozesse in Frage kämen. Laut seinen Berechnungen würden aber 20 Tonnen methanbildende Bakterien ohne weiteres diesen Methanpegel erzeugen können. Er mutmaßt weiterhin, dass diese Bakterien wahrscheinlich nur in einer Handvoll von Oasen leben würden, was wiederum erklären würde warum die beiden Viking-Sonden in den Jahren 1975/1976 keine Spur von organischen Aktivitäten auf dem Mars feststellen konnten.

Formaldehyd: das Schlüsselmolekül?

Kurzportrait Formaldehyd/Methanal:	
Chemische Formel:	CH ₂ O
Schmelzpunkt:	-92 °C
Siedepunkt:	-21 °C
Vorkommen:	In Säugetierzellen und in der Erdatmosphäre
Natürliche Entstehung auf der Erde:	Als Zwischenprodukt des Stoffwechsels, aber auch durch Photooxidation (v.a. von Methan) in der Atmosphäre
Besonderheiten:	krebserregender Kohlenwasserstoff

Naturgemäß sind bei weitem nicht alle Wissenschaftler von der Existenz von Mars-Mikroben überzeugt. Jetzt aber will Formisano eine neue Entdeckung gemacht haben, welche die Lebenshypothese weiter untermauern soll: Formaldehyd. Dieses Gas ist ein Zerfallsprodukt von Methan und kommt laut PFS-Messungen in der beeindruckend großen Menge von 130 ppb in der Atmosphäre des roten Planeten vor. Formaldehyd entsteht durch Oxidation aus Methan und ist ebenfalls nur ein kurzlebiges Atmosphären gas, bestenfalls kann es sich maximal 7,5 Stunden in der Marsatmosphäre halten. Aufgrund des eklatanten Missverhältnisses der beiden Gase schließt Formisano, „...“, dass das von uns in der Atmosphäre gemessene Methan nur ein kleiner Teil des gesamten Vorkommens

auf dem Planeten ist.“ Das meiste wäre seiner Ansicht nach zu Formaldehyd oxidiert. Auf Grund dieses erhöhten Formaldehydkonzentration geht Formisano nun davon aus, dass jährlich 2,5 Millionen Tonnen Methan erzeugt werden. Solch eine große Menge übersteigt laut seinem Verständnis alles, wozu geologisch-physikalische Prozesse in der Lage wäre. Dementsprechend untermauert Formisano die Lebenshypothese mit der Aussage: „Das schließt nicht-biologische Quellen aus.“ Andere Wissenschaftler sehen das natürlich ganz anders. Auch wenn Formisanos These von der Kurzlebigkeit des Formaldehyd in der Marsatmosphäre durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) bestätigt worden ist, so bleibt Formisanos geringe Methanerzeugungsrate durch Vulkanismus ein Dreh- und Angelpunkt der Kritik, denn andere Forscher halten Formisanos Erzeugungsrate von jährlich 100000 Tonnen aus geologischen Quellen für viel zu niedrig. Prof. Gerhard Neukum, der Chefwissenschaftler der Mars Express HRSC bringt es auf den Punkt: „Unsere neuesten Erkenntnisse zeigen, dass der Mars, anders als lange vermutet, bis in die jüngste Vergangenheit vulkanisch aktiv war und vielleicht noch heute ist.“ Dadurch könnte ein latenter Mars-Vulkanismus ohne weiteres als mögliche Ursache für diese hohen Methanpegel in Frage kommen. Auch Michael Mumma, ein Wissenschaftler der NASA, mahnt zu Vorsicht und verweist darauf, dass die innere Geologie des Mars zu unbekannt um jetzt schon „...Schlüsse darauf zu ziehen, ob das Methan biologischen Ursprungs ist oder nicht...“ Auch Formisano selbst räumt ein, dass seine Erkenntnisse keinen direkten Beweis für Leben auf dem Mars darstellen. „Aber bessere Hinweise bekommen wir nicht“, sagte der Wissenschaftler und empfiehlt: „Hinfliegen und nachsehen.“



NATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH'S INSTITUTE OF PHYSICS AND INTERPLANETARY SPACE, ITALY
 Forscher Formisano: „Das schließt nicht-biologische Quellen aus“

2010: Das Jahr in dem wir (genauer) nachsehen...

Genau das haben sowohl ESA als auch NASA vor. Geht es nach den Plänen der europäischen Weltraumorganisation ESA dann soll 2009 die nächste ambitionierte europäische Mars Mission mit dem Namen ExoMars auf den Weg gebracht werden. Sie wird als Nachfolgemission von Mars Express auf deren Erkenntnissen aufbauen, aber gleichzeitig auch tieferegehende Forschungsmöglichkeiten bieten. Um dies zu erreichen, wird ExoMars als Doppelmission ausgelegt: Während ein großer Rover mit ca. 200 kg Masse die Marsoberfläche

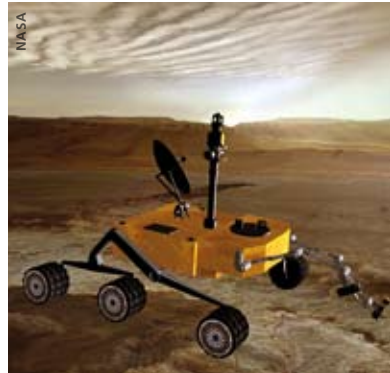
erkunden soll, wird der Orbiter eigene Untersuchungen aus dem Marsorbit anstellen und als Datenrelais für den Rover fungieren. ExoMars – der Name deutet darauf hin, dass die Exobiologie, also die Suche nach außerirdischen Lebensformen, das Hauptziel der Mission darstellt – ist eine der Flaggshipmission im Rahmen des Aurora-Programms der ESA. Zur Zeit befindet sich ExoMars in der Studienphase. Ebenfalls im Jahre 2009 will die NASA das Mars Science Laboratory (MSL) zum roten Planeten schicken. Das rollende Labor wird doppelt so lang und dreimal so schwer wie die derzeit auf dem Mars operierenden Mars Exploration Rover (MER) sein und soll im Oktober 2010 ankommen. MSL soll im Laufe seiner mehrerer Monate andauernden Mission ein umfangreiches wissenschaftliches Programm absolvieren und dazu Proben von der Marsoberfläche sammeln, interessante Felsen anbohren und nach organischen Verbindungen suchen. Ein weiteres Hauptaugenmerk liegt auf der Suche nach Indizien für Umweltbedingungen, die Leben ermöglichen – oder in der Vergangenheit ermöglicht haben. Weil das MSL mit Radioisotopen Thermalgeneratoren (RTGs) ausgerüstet sein wird, wird es unabhängig von der Effizienz etwaiger Solarzellen sein und kann daher im Gegensatz zu Spirit und Opportunity (aber auch dem ExoMars-Rover) eine weitere Strecke in kürzerer Zeit bewältigen und zusätzlich auch im marsianischen Winter seine volle Leistung erbringen.

Es wird also diesseits und jenseits des großen Teiches fieberhaft gearbeitet und wir dürfen hoffen, dass sowohl ExoMars als auch MSL eine Vielzahl an Daten zur Erde zurücksenden, die es uns letztendlich ermöglichen werden, die Streitfrage Vulkanismus vs. Methanmikroben auf der Basis von stichhaltigen Daten zu entscheiden. Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus gesehen ist es dabei fast egal, welche der beiden Hypothesen sich als zutreffend erweisen wird. Sollte die Lebenshypothese sich durchsetzen, so wäre die unmittelbare Sensation natürlich perfekt, denn dann wäre der Mars neben der Erde definitiv ein Planet auf dem Leben vorhanden wäre. Dieses zu finden und zu studieren wäre wohl eine der schönsten Aufgaben für jeden Wissenschaftler, und würde ein ganz neues Licht auf das Vorhandensein von Leben im Universum werfen. Sollte sich die Vulkanhypothese durchsetzen, so wäre auch dies eine Sensation, denn das würde bedeuten, dass der Mars noch immer ein geologisch aktiver Planet ist. Ein geologisch aktiver Planet allerdings, der zur Zeit in einer Art Winterschlaf verharrt aus der er aber binnen kurzen in dramatischer Weise wieder erwachen kann. Man stelle sich nur vor was passierte, wenn

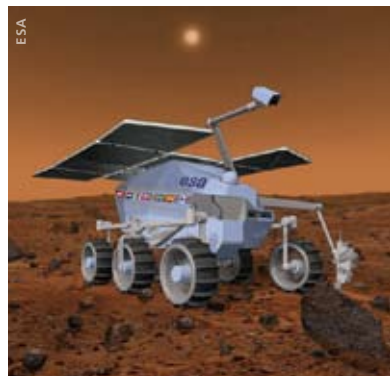
Olympus Mons oder einer der anderen Tharsis-Vulkane auf einmal wieder aktiv würde. Tonnen von Permafrost würden binnen kurzem aufgeschmolzen und würden als Wasserdampf in die Atmosphäre freigesetzt, die als Konsequenz wieder dichter und wärmer würde. Genug um durch einen gesteigerten Treibhauseffekt den Mars zu einen einfacheren Ziel für Astronauten und speziell für Langzeitmissionen zu machen? Genug, um das System in einen Zustand überzuführen in dem irgendwann einmal höherentwickeltes Leben auf der Oberfläche möglich wäre? Man weiß es (noch) nicht – aber vielleicht wissen wir es im Jahre 2010! Denkbar wäre aber auch, dass keine der Hypothesen letztendlich die Oberhand gewinnt und das die Antwort eine vollkommen unerwartete ist. Auch hier gibt es wieder zwei Alternativen. Entweder ist die Antwort so beschaffen, dass sich jeder Planetologe mit der Hand auf die Stirn klopft und sich fragt, warum er nicht gleich darauf gekommen ist, oder aber wir stehen fassungslos vor einem Geschehen, dass uns unmittelbar vor Augen führt, dass Mutter Natur um vieles gewaltiger ist, als es sich die Menschen in ihren kühnsten Träumen vorstellen können.

Wie auch immer die Antwort ausfallen wird, sie ist auf jeden Fall dazu angetan unser Bild vom roten Planeten tiefgreifend zu verändern. Dies sollte uns allerdings keine Probleme mehr bereiten, denn wenn uns die Geschichte der Marsforschung im Laufe des letzten Jahrhunderts eines gelernt hat, dann wohl dieses: Auf unserem äußeren Nachbarplaneten ist nichts so, wie es auf den ersten Blick erscheint...

Norbert Frischauf



Das NASA Mars Science Laboratory –
Künstlerische Darstellung



Der ESA ExoMars-Rover –
Künstlerische Darstellung


ARIANE 5 ECA – DRINGEND BENÖTIGTER ERFOLG

Den Ingenieuren bei EADS und bei Snecma war richtig übel vor Aufregung. Würde ihr Triebwerk, das sie beim Jungfernflug der Ariane 5 ECA im Dezember 2003 so schmachlich im Stich gelassen hatte, diesmal funktionieren? In den Firmenstandorten Bremen, Ottobrunn bei München und Vernon in der Normandie saßen am 12. Februar dieses Jahres, zwei Stunden vor Mitternacht, hunderte von Mitarbeitern der beteiligten Unternehmen vor großen Bildwänden und verfolgten die Direktübertragung aus Kourou.

Die neueste Version der Ariane 5 begann ihre Reise vom europäischen Raumflughafen in Guyana an diesem 12. Februar um 17:03 Uhr Ortszeit, entsprechend 22:03 Uhr mitteleuropäischer Zeit. Sieben Sekunden nach dem Hochlaufen des Vulcain 2 Triebwerks zündeten die beiden massiven Feststoffbooster, die Rakete ließ die Rampe hinter sich und die Ariane Mission 164 nahm ihren Anfang. In den beiden Unternehmen sahen sich durchwegs Profis den Start an. Das war leicht daran zu erkennen, dass weder die Zündung der Triebwerke, noch das Abheben der Rakete, noch das Passieren des Startturms beklatscht wurden. So etwas machen nur völlige Laien oder Flugdirektoren in Hollywood-Movies. Keine Hand rührte sich, kein Gesicht verlor seine Anspannung, als das mächtige Projektil an Höhe gewann. Der Start einer Ariane 5 dauert fast 25 Minuten, in denen dutzende hochkomplexer Subsysteme, hunderte von pyrotechnischen Vorgängen, tausende von Softwarekommandos und zehntausende von Einzelteilen und Komponenten fehlerlos funktionieren müssen.

Der Start hatte an diesem Nachmittag erst im zweiten Anlauf geklappt. Eigentlich hätte die Rakete schon um 20:49 Uhr ihre Reise antreten sollen. Doch 59 Sekunden vor dem geplanten Lift-off stoppten die Computer den Countdown. Für Minuten herrschte bei den Beobachtern Verwirrung darüber, was denn nun passiert sei. Es stellte sich aber schnell heraus, dass das Problem bei einer Bodeneinrichtung an der Startrampe lag. Der Fehler konnte schließlich behoben werden, und um 21:47 wurde der Countdown wieder aufgenommen. Flug 164 sollte eine Gesamtnutzlast von 8.312 Kilogramm, verteilt auf drei Satelliten, in den Geostationären Transferorbit bringen. 3.643



Die Ariane 5 ECA wartet auf den Start 



Vulcain 2 Triebwerk im Teststand

Kilogramm wog XTAR-EUR, 129 Kilogramm entfielen auf Sloshsat und 3.496 Kilogramm auf Maqsat B2. Den Rest des Gewichtes beanspruchte die Sylva-Struktur, die bei Mehrfachstarts eingesetzt wird. Ihre Aufgabe ist es, die Satelliten während des Starts zu sichern und zum Ende der Startphase eine geordnete Trennung der verschiedenen Nutzlasten vom Träger zu gewährleisten. Die Zuschauer in Kourou, die nicht oft die Gelegenheit haben, einen Start bei Tage zu erleben, konnten den beeindruckenden Aufstieg in den leicht bewölkten Himmel bis zur Trennung der Booster verfolgen, die 2 Minuten und 21 Sekunden nach dem Lift-off in einer Höhe von 69 Kilometern erfolgte. Etwa zu diesem Zeitpunkt war es beim Erstflug der Ariane 5 ECA vor gut zwei Jahren zu den so

genannten Buckling-Effekten an der Düsenverlängerung gekommen. Sie hatten dazu geführt, dass die Rakete vom Kurs abgekommen war und schließlich gesprengt werden musste. Die Schwerlastversion der Ariane, die an diesem Tag mit der Ariane-Mission 164 qualifiziert wurde, ist in der Lage, insgesamt 9,600 kg an Nutzlast in den geostationären Transferorbit zu bringen. Im Vergleich dazu schafft die Basisversion der Ariane 5, Ariane 5 Generic genannt, nur eine Nutzlast von 6.700 Kilogramm in diese spezielle Bahn, die für Kommunikationssatelliten von großer Bedeutung ist. In eine niedrige Erdumlaufbahn kann die neue Ariane sogar annähernd 24 Tonnen Nutzlast transportieren.

Im Grunde eine Neukonstruktion

Im Grunde ist die Ariane 5 ECA eine völlige Neukonstruktion der Ariane 5. Sie ist in zahllosen Komponenten verändert und in der Leistung gesteigert. Die beiden Booster beispielsweise, diese rechts und links an der Zentralstufe angeflanschten gewaltigen Feststoffraketen, die beim Start 90 Prozent der Antriebsleistung liefern, haben eine zusätzliche Treibstoffzuladung von jeweils 2,5 Tonnen erhalten. Ihr kombinierter Schub erhöht sich um 60 Tonnen im Vergleich zur Generic-Version. Dafür musste auch die Düsenöffnung dieser Treibsätze modifiziert werden. Die erste Stufe, das zentrale Element der Rakete, ist mit 15 Tonnen mehr flüssigem Sauerstoff beladen als die bisherige Variante, denn die Verbrennung läuft beim Vulcain 2-Triebwerk sauerstoffreicher ab, als beim Vorgängermodell Vulcain 1.

Aus dem gleichen Grund wurde auch eine neue, etwa 7000 PS starke Oxidator-Turbopumpe notwendig. Sie arbeitet mit 13.000 Umdrehungen pro Minute bei einem Druck von über 140 Bar. Die 17.000 PS starke Treibstoffpumpe, die den flüssigen Wasserstoff in die Düsenwände und in die Brennkammer drückt, blieb dagegen fast unverändert.

Die wichtigste Neuerung an der ersten Stufe ist das Vulcain 2-Triebwerk. Es bringt 20 Prozent mehr Schub als das Vorgängermodell, nämlich 138 metrische Tonnen. Um diese höhere Antriebsleistung zu erzielen, war neben einer Veränderung der Brennkammer auch eine Vergrößerung der Expansionsdüse notwendig. Und eben diese letztere Komponente hatte beim Erstflug vor zwei Jahren versagt. Die Vergrößerung der Düseglocke war notwendig, um die Leistungsparameter im Vakuum zu verbessern. Im Dezember vor zwei Jahren traten drei Minuten nach dem Start die eingangs erwähnten Buckling-Effekte auf. Mit anderen Worten: die Düse knickte. Der Schub wurde asymmetrisch, der Schwenkmechanismus konnte nicht mehr ausgleichen, die Rakete kam vom Kurs ab und musste letztendlich zerstört werden. Die Verbesserungsarbeiten der letzten zwei Jahre drehten sich denn auch im Wesentlichen um diesen zentralen Raketenmotor, und für diesen zweiten Versuchsflug wurde die Düse erheblich verstärkt, dadurch aber auch etwas schwerer.

Die zweite große Neuerung gegenüber der Ariane 5 Generic ist die Oberstufe, die der neuen Version den Namen gibt: ECA, für Etage Cryotechnique A. Die Bezeichnung weist auf den mit kryogenen, also superkalten Treibstoffen, arbeitenden Antrieb hin. Im Gegensatz zur Generic, deren Aestus-Oberstufentriebwerk mit Hydrazin und Stickstofftetroxid angetrieben wird arbeitet die ECA mit der energiereicheren Kombination aus flüssigem Wasserstoff und flüssigem Sauerstoff. Und damit kommen wir zum Triebwerk der neuen Oberstufe. Das ist ausnahmsweise nicht neu, denn hier kommt das bewährte HM-7B Triebwerk zum Einsatz. Dieser Oberstufenmotor war in über 100 Einsätzen bei der Ariane 4, dem inzwischen ausgemusterten Vorgängermodell der Ariane 5, erfolgreich im Einsatz und bringt etwa die doppelte Leistung wie das Aestus-Triebwerk der Ariane 5 Generic. Aber auch dieses Triebwerk konnte nicht einfach 1:1 aus dem Ariane 4-Programm übernommen werden, denn für den Betrieb auf der Ariane 5 sind eine längere Brenndauer, andere dynamische Lasten und ein etwas veränderter Brennkammerdruck erforderlich.



Erfolgreicher Startschuß für die kommerzielle Einführung der Ariane 5 ECA

Lukrative Mehrfachstarts

Die Ariane 5 ECA macht es möglich, dass künftig in den allermeisten Fällen zwei kommerzielle Satelliten gleichzeitig in den Weltraum gebracht werden können. Ein wichtiger Faktor um kostengünstige Starts durchzuführen. Bei diesem Testflug trug die Ariane sogar drei Nutzlasten. Als erste wurde 26 Minuten nach dem Start der spanisch-brasilianische Kommunikationssatellit XTAR-EUR, ein X-Band Kommunikationssatellit, freigegeben.

Fünf Minuten später löste sich Sloshtsat FLEVO (für: Sloshtsat Facility for Liquid Experimentation and Verification in Orbit) von der Sylva-Struktur. Dieser kleine Forschungssatellit wurde für die ESA vom Dutch National Aerospace Laboratory (NRL) entwickelt. Er untersucht das Verhalten von Flüssigkeiten in der Schwerelosigkeit und das Verständnis des Schwappverhaltens von Treibstoffen in Treibstofftanks von Raumfahrzeugen.

Die dritte Nutzlast blieb mit der zweiten Stufe der Trägerrakete verbunden und trat 10 Tage nach dem Start wieder in die Erdatmosphäre ein, wo sie verglühte. Der von Kayser Threde in München gebaute Maqsat B2 hatte nur während des Starts eine Funktion. Er war im Wesentlichen ein Gewichtsdummy, der einen zweiten großen kommerziellen Satelliten imitieren sollte, denn für diesen Versuchsflug hatte sich kein weiterer zahlender Kunde gefunden. Arianespace wollte die neue Rakete aber unbedingt in voller Einsatzkonfiguration fliegen. Maqsat B2 trug auch ein von der Trägerrakete unabhängiges Telemetriesystem, das während des gesamten Starts bis zum Aussetzen von Sloshtsat Daten zur Erde übermittelte.

Über dieses Telemetriesystem liefen auch einige Fernsehkameras, die während des Start Bilder der Schlüsselphasen zur Bodenstation sendeten, z.B. von der Trennung der Booster, dem Absprengen der Nutzlastverkleidung und dem Abwurf des Sylva-Adapters.

Außerordentlich genau

Die gewünschten Bahnparameter wurden mit außerordentlicher Genauigkeit erreicht. Das Perigäum, also der niedrigste Bahnpunkt, betrug 249,9 Kilometer, exakt der vorgesehene Zielwert. Eine Abweichung von ± 4 Kilometern wäre hier bereits ein völlig ausreichendes Ergebnis gewesen.

Das Apogäum, der höchste Punkt der Bahnellipse, betrug 35.821 Kilometer. Geplant waren 35.818 Kilometer, aber eine Abweichung von ± 260 Kilometer wäre noch ein guter Wert gewesen. Die angestrebte Bahnneigung zum Äquator waren 7 Grad. Erreicht wurden 6.98 Grad. Eine Abweichung von 0.07 Grad hätte voll ausgereicht. Dieser Erfolg ebnete den Weg für die kommerzielle Einführung der Ariane 5 ECA. Sie soll in einigen Jahren die Ariane 5 Generic ersetzen. Bis dahin werden in einer Übergangsphase beide Varianten parallel eingesetzt.

Eugen Reichl



Die Huygens-Sonde tritt in die Titan-Atmosphäre ein – künstlerische Darstellung

TITAN – LANDUNG AUF EINER NEUEN WELT

Der 13. Januar 2005 war der Tag des größten Erfolges in der bisherigen Geschichte der europäischen Raumfahrt. An diesem Tag landete die ESA-Raumsonde Huygens auf dem geheimnisvollen Wolkenmond Titan. Und eine völlig neue Welt tat sich auf.

Glückliche Gesichter bei den meisten Projektwissenschaftlern im Huygens-Kontrollzentrum in Darmstadt. Nur einer guckte traurig: David Atkinson. Er verbrachte 18 Jahre damit, ein Experiment für den Huygens-Lander zu konstruieren und zu bauen. Und dann vergaß ein Programmierer, der kleinen Raumsonde den Einschaltbefehl für den Transponder A ins Aktivierungsprogramm zu schreiben. Und so ging nur Transponder B auf Sendung. Die meisten Daten waren damit zwar gerettet, denn laut Plan sollte aus Sicherheitsgründen der überwiegende Teil der Informationen redundant über beide Huygens-Transponder an Cassini geschickt werden. Aber eben nicht alles, denn de facto gab es zwei Ausnahmen: Zum einen die Informationen des DISR, des Descent Imager and Spectral Radiometers. Dessen Daten wurden aufgeteilt. Die eine Hälfte ging über Transponder A und die andere Hälfte über die Sendeeinheit B. Und zum anderen die Informationen von Atkinsons Doppler-Wind Experiment. Die sollten ausschließlich über Transponder A laufen. Die Geschichte sei wirklich schauderhaft, seufzte der Wissenschaftler der University of Idaho später. Das sei einfach schlichtes menschliches Versagen.

Kleiner Schönheitsfehler


Atkinson und sein Team waren im Europäischen Kontrollzentrum in Darmstadt und warteten zusammen mit den anderen Wissenschaftlern auf die Ankunft ihrer Daten vom Saturn. Ihr Experiment, mit der man die Windgeschwindigkeiten auf Titan messen wollte, war auf das Funktionieren von Transponder A angewiesen. Nur der war mit einem für diese Messungen eigens konzipiertem Spezialgerät ausgerüstet, dem Receiver Ultra Stable Oscillator, kurz RUSO. Seine Aufgabe war es, für den Empfänger an Bord von Cassini eine hochstabile Frequenz bereitzustellen. Dieses Gerät ist so komplex, dass man davon abgesehen hatte, es in beide Transponder zu integrieren. Doch der Befehl für die Aktivierung von Kanal A wurde nie gesendet, so dass die gesamte Mission letztendlich ausschließlich über Kanal B operierte. Dies kostete Atkinson seine kompletten Daten und dem Bildteam noch die Hälfte.

Allerdings zeigte sich später, dass für Atkinson nicht alles verloren war. Er bekam schließlich doch noch die Informationen für seine Untersuchungen, wenn auch auf ganz anderem Weg als ursprünglich vorgesehen. Denn im Zusammenhang mit der Landung von Huygens glückte ein Experiment, dem zuvor kaum jemand eine Chance auf Erfolg gegeben hätte. Es gelang nämlich, die Trägerwelle des Transponders B mit insgesamt 18 Radioteleskopen auf der Erde aufzufangen. Dies hätte man vorher nicht für möglich gehalten, angesichts der geringen Sendeleistung von Huygens, die nur wenigen Watt betrug. Die Radioteleskope waren paarweise zusammengeschaltet und mit dem Verfahren der „Very large Baseline Interferometry“, das auch in der modernen Astronomie immer häufiger Anwendung findet, und einer Menge Computerpower, wurde es möglich, Veränderungen in der Position der Sonde mit einer Genauigkeit von etwa 1 Meter pro Sekunde festzustellen.

Ansonsten: Ein voller Erfolg

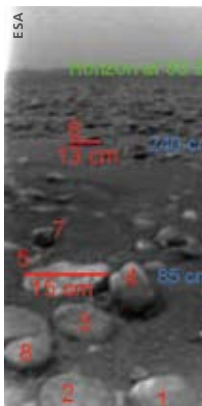
Aber abgesehen von dem Problem mit dem Transponder war die Mission ein voller Erfolg. Alle weiteren Experimente arbeiteten problemlos, alle weiteren Daten wurden komplett übertragen und lieferten den Wissenschaftlern Material, an dem sie noch für sehr lange Zeit zu arbeiten haben. Die erfolgreiche Landung der europäischen Raumsonde Huygens auf der Oberfläche des Saturnmondes Titan erhöht die Anzahl der Himmelskörper



Aufnahme der Titan-Atmosphäre 



Erste Farbaufnahme von der Titan-Oberfläche. Die Oberfläche ist dunkler als ursprünglich angenommen, sie besteht aus einer Mischung von Wasser- und Hydrokarbonateis. Es gibt Hinweise auf Erosion am Fuß der (Eis-)Brocken, die eine Flüssigkeitseinwirkung nahelegen. 📍



Größenverhältnisse
des obigen Bildes

im Sonnensystem, auf denen irdische Raumfahrzeuge gelandet sind, auf fünf. Der Mond wurde dabei am öftesten besucht, mit einer Vielzahl von Robotsonden der USA und der UDSSR sowie sechs bemannten Landungen in den Jahren 1969 bis 1972. Auf der Venus gab es fünf erfolgreiche Landungen. Viermal triumphierte die Sowjetunion und einmal ziemlich unerwartet die Amerikaner, die im Jahre 1978 ein Quartett von Atmosphärensonden in die Lufthülle der Venus entließen, von denen eine den Aufprall auf den Boden überlebte und noch eine Stunde lang weitersendete. Bei einer Landung ohne Fallschirm wohlgemerkt. Auch der Mars ist von etlichen Bodenrobotern besucht worden, von sowjetischen, amerikanischen und dem glücklosen europäischen Beagle 2-Lander. So richtig erfolgreich waren aber nur die Amerikaner, die mit den beiden Viking-Raumsonden bereits Mitte der siebziger Jahre erfolgreich waren, danach mit Mars Pathfinder im Jahre 1997 und schließlich mit den Rovern Spirit und Opportunity Anfang letzten Jahres. Am 12. Februar 2001 schließlich gelang der Raumsonde NEAR ein sanftes Aufsetzen auf dem Asteroiden EROS, der ersten und bisher einzigen Landung auf einem Kleinplaneten. Mit dem geglückten Abstieg der Raumsonde Huygens zur Oberfläche des Titan befindet sich nun auch Europa in diesem äußerst exklusiven Club. Und das sogar mit einer ganz besonderen Erstleistung. Der ersten Landung eines Raumfahrzeugs auf einem Himmelskörper des äußeren Sonnensystems.

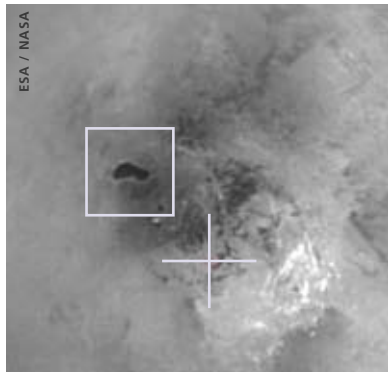
Landung im „Norditalienischen Seenland“

Vom Zeitpunkt des Erreichens des so genannten Entry-Interface, des Eintrittspunktes in die Atmosphäre von Titan in 600 Kilometern Höhe, bis zur Aktivierung des Pilotschirms in 150 Kilometer Höhe waren nur ganze drei Minuten vergangen. In dieser kurzen Zeit war die Geschwindigkeit von Huygens von über 21.000 Kilome-

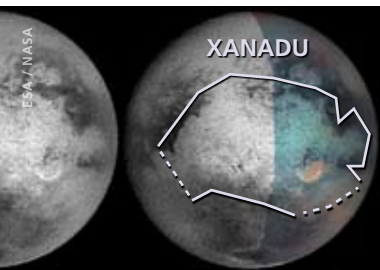
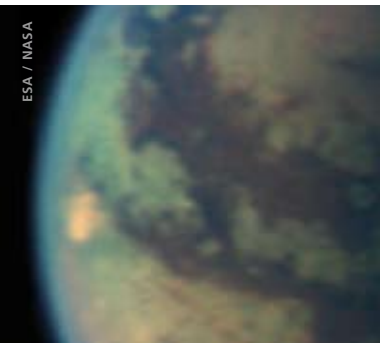
tern pro Stunde auf unter 1.500 Kilometer pro Stunde abgebremst worden. Huygens war mit einem Winkel von 62,5 Grad auf die obersten Schichten der Lufthülle aufgetroffen, fast exakt mit dem vorausberechneten Wert. Der Zeitpunkt T 0, der den eigentlichen Missionsbeginn für Huygens markierte, war definiert durch den Auswurf des Pilotschirms. Wenige Sekunden darauf erfolgte der Abwurf des oberen Hitzschildes, die Öffnung des Hauptschirms und der Abwurf des unteren Schildes. Gut 40 Sekunden nach der Entfaltung des Pilotschirms war Huygens arbeitsbereit und nahm Kontakt zur 72.000 Kilometer entfernten Raumsonde Cassini auf.

15 Minuten nach dem Öffnen warf Huygens den 8,3 Meter durchmessenden Hauptschirm ab und ein kleinerer Schirm, nur etwa ein Drittel so groß wie der erste, entfaltete sich. Eine notwendige Maßnahme, um die Sinkgeschwindigkeit zu erhöhen, sonst wäre der Sonde der Strom ausgegangen noch bevor sie die Oberfläche des Titan erreicht hätte. Die Telemetrie ergab, dass sich Huygens drehte und stark pendelte, als er der Oberfläche des Titan entgegen glitt. Besonders in den oberen Schichten der Atmosphäre schienen starke Winde zu herrschen, und die Sonde schaukelte in den ersten Minuten des Abstiegs am großen Fallschirm um bis zu 20 Grad von der Vertikalen. Der Beschleunigungsmesser meldete auch das Vorhandensein lokaler Böen. Nach der Entfaltung des zweiten Schirms nahmen die Pendelbewegungen ab. Zum einen war jetzt die Angriffsfläche für den Wind geringer, zum anderen schien aber auch die Luftströmungen in den tieferen Schichten nicht mehr so ausgeprägt zu sein.

Kurz vor Erreichen des Bodens pendelte Huygens nur noch mit etwa 3 Grad Abweichung von der Vertikalen an seiner Leine. In etwa 30 Kilometern Höhe durchbrach Huygens die bis dahin geschlossene Wolkendecke. Damit konnten erstmals Oberflächendetails ausgemacht werden, und was die Minikameras an Bord der Sonde erspähten, kam dem Generaldirektor der Italienischen Raumfahrtagentur, Sergio Vetrella, der unter den Beobachtern in Darmstadt war, bekannt vor. „Das sieht ja aus wie in der norditalienischen Seenlandschaft“, meinte er verblüfft. Die Beschaulichkeit von Gardasee, Iseosee oder Comersee herrscht auf Titan aber ganz gewiss nicht. Trotzdem war der Vergleich nicht von



Die dunkle Fläche in der Nähe des Titan-Südpols (Kreuz) ist vermutlich ein See aus flüssigem Hydrokarbonat



Diese Falschfarbenaufnahme zeigt einen hellen Fleck von 500km Durchmesser (der dem menschlichen Auge rot erscheinen würde). Er befindet sich auf einer kontinentgroßen helleren Flächen die inzwischen als „Xanadu“ bezeichnet wird.

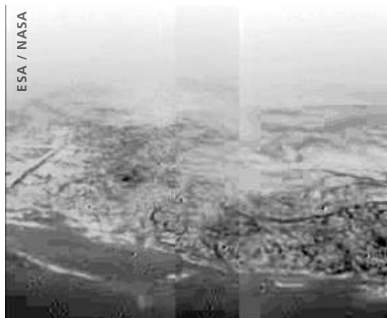
der Hand zu weisen. Sanfte Hügel mit Flusstälern, und weite, dunkle Flächen, auf denen sich offensichtlich zumindest zeitweilig stehende Flüssigkeiten befinden. Ganz deutlich erkennbar auch eine Küstenlinie, und Inseln in den Seen. Die Seen allerdings, darüber muss man sich im Klaren sein, beherbergen kein flüssiges Wasser, sondern eine Mischung aus Methan, Kohlenwasserstoffen und einem komplexen Hydrokarbonatgemisch, dem die Wissenschaftler die Bezeichnung Tholin gegeben haben, und dessen genaue Zusammensetzung noch unbekannt ist. Die Berge bestehen hauptsächlich aus Eis, das bei den Temperaturen auf dem Titan die Konsistenz von Granit hat. Es war auch nicht sofort klar, ob die dunklen, konturlosen Seeflächen zurzeit trocken sind, ob sie also vielleicht nur zeitweilig, etwa nach Regenschauern, mit Flüssigkeit aufgefüllt sind, die dann möglicherweise wieder im Untergrund versickert. Auf eine der Inseln steuerte die Sonde zu, und dort ging sie auch nieder. Die letzten Bilder zeigten, dass die Raumsonde wohl nur einige Meter von einer Küstenlinie entfernt befand, als sie aufsetzte. Derzeit sind die Wissenschaftler noch immer dabei, den exakten Landepunkt herauszufinden.

Aufgrund der übertragenen Bilder konnte festgestellt werden, dass die Sonde auf den letzten Metern des Abstiegs mit einer Geschwindigkeit von etwa 1,5 Metern pro Sekunde nach Osten abgetrieben wurde. In 700 Metern Höhe schaltete Huygens eine 20 Watt starke Lampe ein. Damit wollten die Wissenschaftler die „echten Farben“ der Oberfläche erfassen, denn insbesondere das Methan in der dichten Atmosphäre verfälscht die natürlichen Farben der Bodenstrukturen. 2 Stunden und 48 Minuten nach dem Auswurf des Pilotschirmes bekam Huygens Bodenkontakt. Die Landung selbst verlief absolut ruhig. Sie war wesentlich sanfter, als angenommen worden war, und das scheint hauptsächlich daran zu liegen, dass der Boden an der Landestelle die Konsistenz von weichem Lehm oder pappigem Schnee hat. Obendrauf ist eine sehr dünne, aber relativ feste Kruste. John Zarnecki, von der „U.K. Open University“, der Chefwissenschaftler für die Oberflächenexperimente an Bord von Huygens, verglich sie

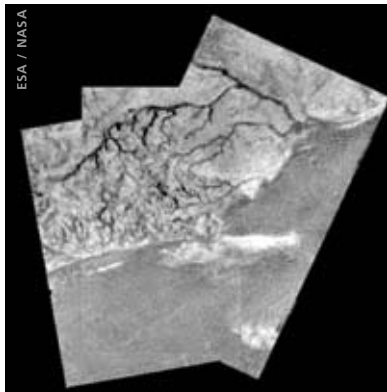
mit der Zuckerkruste auf einer Creme Bruleé. Die Oberfläche selbst bestand aus einer Mischung von Wassereis mit Kohlenwasserstoffen und dem teerartigen Tholin. Verstreut über die Oberfläche liegen Eisbrocken, die wie Kieselsteine wirken. Für die weiche Konsistenz der Oberfläche spricht auch, dass beim „Aufplatschen“ der auf der Erde 318 Kilogramm schweren Sonde schmieriges Material auf die Kameralinsen spritzte.

Die Landegeschwindigkeit betrug 4,5 Meter pro Sekunde, und für einen kurzen Moment wirkte eine Beschleunigung von 15 g auf das Raumfahrzeug. Die Temperatur am Boden betrug -179 Grad Celsius. Auf den Bildern nach der Landung ist der Fallschirm nicht zu sehen. Das deutet darauf hin, dass die an der Seite montierte Kamera nicht nach Osten ausgerichtet ist, denn es ist anzunehmen, dass der Schirm in der vorherrschenden Windrichtung in sich zusammengefallen ist, also Richtung Osten liegt. Nach der Landung übertrug Huygens noch für weitere 72 Minuten Daten an Cassini. Dann riss die Verbindung ab, weil Cassini unter dem Titan-Horizont verschwand. Die Trägerwelle von Huygens konnte aber noch für über zwei weitere Stunden auf der Erde empfangen werden, erst dann waren die Batterien an Bord der Landesonde erschöpft. Nun liegt das kleine Raumfahrzeug auf dem Boden des Titan, 1,2 Milliarden Kilometer von der Erde entfernt, und wird dort vielleicht eines Tages durch irgendeinen Methan-Monsun in den angrenzenden See gespült. Angesichts der enormen Kosten einer solchen Mission, der gewaltigen technischen Komplexität und der langen Reisezeit wird in den nächsten zwei Jahrzehnten wohl kein irdischer Reisender mehr Saturns größten Mond besuchen.

Eugen Reichl



Eine Grenzlinie zwischen hohen, hellem Terrain und dunkleren Tiefland, aufgenommen während des Huygens-Abstiegs aus einer Höhe von ca. 8 km – Das Hochland scheint von Abflußrillen durchzogen zu sein



Weiterer Hinweis auf Flüssigkeiten – Ein aus mehreren Quellen gespeistes Flußbett zieht sich bis ins dunklere Tiefland



Flyby machte dieses Bild 67 Sekunden nach dem Einschlag. Der Detektor, darauf eingestellt den tiefschwarzen Kometen im Detail abzubilden, wird durch den Lichtblitz gesättigt.

DEEP IMPACT – FEUERZAUBER AM UNABHÄNGIGKEITSTAG

Es gibt Feiertagstraditionen, an denen halten die US-Bürger eisern fest. Weihnachten im Kreis der Familie, das Truthahnessen am Thanksgiving-day und das Feuerwerk zum Unabhängigkeitstag gehören dazu. Die amerikanische Weltraumbehörde sorgte dafür, dass am diesjährigen Independence Day der Feuerzauber wahrhaft galaktisch ausfiel, denn sie verlegte das explosive Spektakel dieses Mal in die Tiefen des Weltalls. In einer gelungenen Mischung aus komplexer Orbitalmechanik, präziser Choreografie und amerikanischem Patriotismus krachte am 4. Juli, um 7:52 mitteleuropäischer Zeit die amerikanische Raumsonde Deep Impact mit einer Sprengkraft von 4.500 Kilogramm TNT in den Kometen 9P/Tempel 1.

In der Nacht des 3. April 1867 entdeckte der deutsche Astronom Ernst Wilhelm Leberecht Tempel am Observatorium zu Marseille in der Nähe des Sterns Zubenelschamali einen Kometen der Magnitude neun. Der Schweifstern war ziemlich leuchtschwach und nicht sonderlich eindrucksvoll auf seinem Weg

durch das Sternbild Waage hinein in den Skorpion. Trotz seiner eher blassen Erscheinung erregte er doch einiges Aufsehen, denn Tempel fand heraus, dass sich der neue Komet in einer elliptischen Bahn um die Sonne bewegte, auf der er nur fünfeinhalb Jahre für einen Umlauf benötigte. Zu dieser Zeit waren den Astronomen lediglich acht andere kurzperiodische Kometen bekannt, wobei „kurzperiodisch“ mit einer Umlaufzeit von weniger als 200 Jahren definiert war. Der Komet ist heute als 9P/Tempel 1 katalogisiert: Der neunte (kurz)periodische und der erste (von zweien) dieser Kategorie, die Wilhelm Tempel fand.

Ende August 1867 verschwand das Objekt wieder im Dunkel des Alls. Unbemerkt von den Astronomen auf der Erde passierte er Jahre später nahe des von der Sonne am weitesten entfernten Punktes seiner Bahnellipse den Jupiter in geringer Distanz. Die massive Gravitationswirkung des Gasriesen änderte die Flugbahn des Kometen signifikant und bewirkte, dass sich die nächste Annäherung an die Sonne im Jahre 1873 um 118 Tage verzögerte. Die orbitale Periode betrug nach diesem Vorfall fast genau sechs Jahre. Auf seiner neuen Trajektorie ins äußere Sonnensystem kam er nach dem Perihelion von 1879 zwei Jahre später dem Jupiter so nahe, dass sich seine Bahn erneut änderte. Diesmal um eine unbekannte Größe. 1885 hielten die Astronomen wieder nach ihm Ausschau, aber das Warten war vergebens. Tempel 1 war verschwunden. Und da keine Informationen über seine geänderte Bahn vorlagen, gingen die Astronomen davon aus, dass er hoffnungslos verloren sei.

1967

Im Jahre 1967 kam der Astronom Robert S. Richardson erstmals auf die Idee, eine Raumsondenmission zu einem Kometen zu starten. Zweck dieses hypothetischen Forschungsfluges war es, einen Kometen zu stimulieren, um, wie er schrieb... „to cause the expelled cometary material to become a powerful source of artificially created photon emissions“. Mit anderen Worten: Er wollte den Schweifstern künstlich kräftig zum Leuchten bringen. Als mögliches Ziel schlug er den bekannten Kometen Encke vor.

Die von ihm vorgeschlagene „Stimulationsmethode“ war der Zeit des Kalten Krieges voll und ganz angemessen. Er schlug vor, eine Raumsonde mit einer Wasserstoffbombe zu bestücken, und diese ferngesteuert beim Einschlag auf den Kometen zur Detonation zu bringen. Die Öffentlichkeitswirkung dieser Idee war so durchschlagend wie die Atombombe selbst. Richardson erinnerte sich später daran: „Es war ein Riesenbohei. Die Sache ging in aller



Am Impactor befand sich eine CD mit 625.000 Namen, die mit dem Vehikel auf dem Kometen verdampften

Ausführlichkeit durch die Presse. Einige Leute waren der Meinung, das sei eine gute Idee, und wir sollten es doch mal probieren. Andere aber waren geschockt von dem Gedanken, einen unschuldigen kleinen Kometen, der nie jemandem was zu Leide getan hatte, mit einem Nuklearsprengsatz zu bombardieren. Dass Wissenschaftler den hübschen Schweifstern Encke in eine radioaktive Plasmawolke verwandeln wollten, schien ihnen genauso moralisch verwerflich, wie ein Bauer, der seinen altgedienten

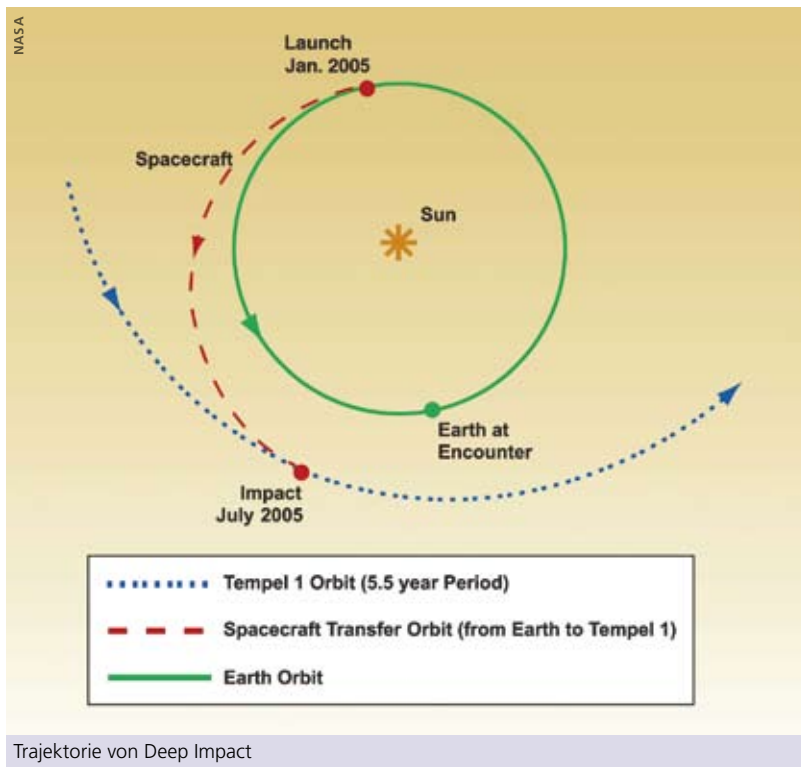
treuen Karrengaul erschießt, um ihn an die Leimfabrik zu verscherbeln“. Der Karrengaul wurde nicht erschossen und der Komet Encke nicht in eine Gaswolke verwandelt. Aber die Idee war geboren.

Januar 1972

In den seit 1885 vergangenen Jahren hatten die Astronomen ihre Methoden zur Berechnung von Orbitalbahnen erheblich verbessert. Nun benutzten sie elektronische Rechenmaschinen. Und obwohl die Leistungen der Computer vor 40 Jahren noch weit hinter den heutigen Möglichkeiten der Kybernetik zurückblieben, war auch mit diesen noch recht klobigen Geräten die Berechnung von Kometenorbits kein großes Problem mehr.

Bevor die Elektronenrechner auf der Szene erschienen, hatte es unendlicher Stunden bedurft, die Effekte planetarer Störungen in die Bahnberechnungen einzubeziehen. Alles musste man von Hand und in Kopfarbeit machen. Aber etwa ab den frühen 60iger Jahren konnten auch komplexe Berechnungen in einem winzigen Bruchteil der Zeit erfolgen, die man zuvor benötigt hatte. Es war der Orbitalexperte Brian Marsden, der im Jahre 1963 damit begann, sich mit dem spurlosen Verschwinden von Tempel 1 achtzig Jahre zuvor zu beschäftigen. Er und die Astronomen J. Schubart und G. Schrutka führten mit ihren Computern die notwendigen Bahnberechnungen durch. Schon bald kamen sie zu einem Ergebnis und präsentierten den Astronomen-Kollegen die Bahnparameter der Auffindung von Tempel 1 in den Jahren 1967 und 1972. Für das zweite Zeitfenster ermittelten sie dabei aufgrund der besseren Beobachtungsbedingungen eine höhere Wahrscheinlichkeit. Und es kam wie vermutet: obwohl im Juni 1967 ein Foto von einem schwachen Objekt mit dem 1,5 Meter Teleskop des Catalina Observatoriums in der Nähe der vorhergesagten Position gemacht werden konnte, gelang es nicht, ein weiteres Bild zur Bestätigung von

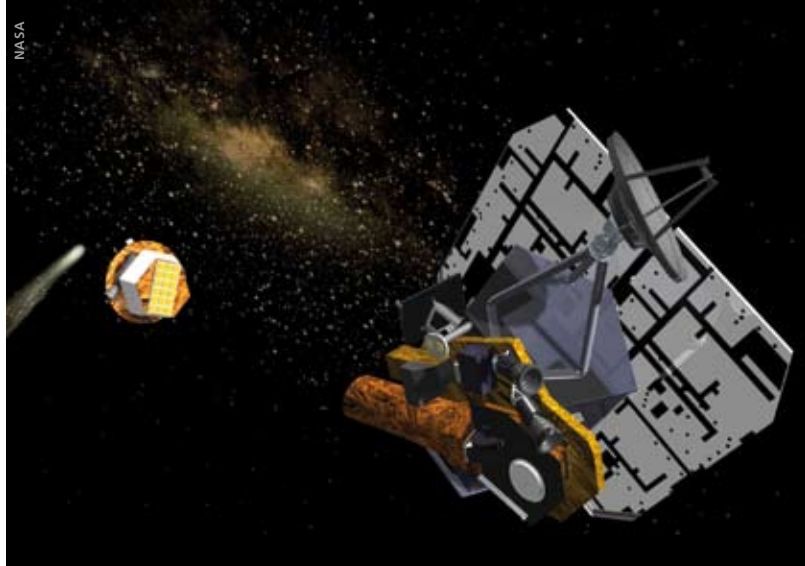
einer anderen Beobachtungsstation zu gewinnen. Der Beweis für das Auffinden von Tempel 1 musste daher bis zum Jahre 1972 warten. Im Januar dieses Jahres fand man den Kometen fast exakt an der von Marsden vorausgesagten Stelle.




Trajektorie von Deep Impact

Die Reise von Deep Impact

Nach gut sieben Jahren Planung, Konstruktion und Bau, bei der das Projekt mehrmals auf des Messers Schneide stand, wurde die Doppelraumsonde Deep Impact am 12. Januar 2005 vom amerikanischen Weltraumbahnhof in Cap Canaveral aus auf die Reise geschickt. Den Namen Deep Impact sollte die Kombination nur bis 24 Stunden vor der Begegnung mit Tempel 1 behalten. Danach trennte sie sich in zwei unabhängige Einheiten, die jeweils eine eigene Bezeichnung erhielten: Flyby und Impactor. Mit der Trennung begann auch ihr sorgsam orchestriertes Rendezvous mit dem Kometen, das für Impactor – ganz nach Plan – tödlich enden sollte.



„Deep Impact“ trennt sich in „Flyby“ und den „Impactor“ – Künstlerische Darstellung 

Vier Wochen vor der gewaltsamen Begegnung glitt der Komet auf einem süd-südöstlichen Kurs durch das Sternbild Jungfrau. Zu diesem Zeitpunkt hatte er seine größte Annäherung an die Erde mit einer Distanz von 106 Millionen Kilometer schon hinter sich. Doch obwohl er sich nun von der Erde entfernte, näherte er sich doch auf seiner Bahnellipse weiterhin der Sonne, so dass seine Helligkeit von Tag zu Tag zunahm. Während des Juni konnten vom Hubble Space Telescope und von der Erde aus bereits zwei Ausbrüche auf der Oberfläche des Nukleus beobachtet werden, welche die Helligkeit des Kometen kurzfristig um mehrere Größenordnungen erhöhten. Diese letzten Juni-Tage waren es auch, in denen sich immer mehr Instrumente auf Tempel 1 fokussierten. Zusätzlich zu den Kameras an Bord von Deep Impact waren jetzt auch Teleskope auf der Erde und im Weltraum auf das Ereignis ausgerichtet, damit auch kein einzelner Aspekt des Ereignisses verloren gehen konnte.

Am 3. Juli, um 2:07 Uhr mitteleuropäischer Zeit fand das „Final Targeting Maneuver“ statt. Die Prozedur diente dazu, den Impactor in einen nur noch 15 Kilometer durchmessenden Einschusskanal zu manövrieren, in dem er sich dann auf sein Ziel zubewegt. Um 3:11 Uhr wurden die Bordbatterien des Impactor aktiviert aber erst um 7:16 Uhr schaltete er tatsächlich von der Stromversorgung des Mutterschiffs auf die Batterien um. Wegen der Kürze seiner Mission hatte Impactor keine Solargeneratoren. In diesen letzten Stunden vor der Freigabe unternahm das Mutterschiff noch letzte minimale Kurskorrekturen, aktivierte Heizelemente und machte die Sprengkapseln der Trennvorrich-

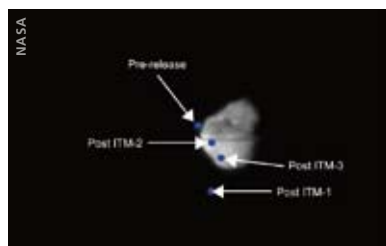
tung scharf. Das letzte Korrekturmanöver der Gesamtkombination fand am 2. Juli um 17:07 Uhr amerikanischer Westküstenzeit statt und beinhaltete eine Geschwindigkeitsänderung von etwa einem Kilometer pro Stunde. Um 23:07 Uhr (8:07 Uhr am 3. Juli mitteleuropäischer Zeit), fast genau 24 Stunden vor dem Einschlag und 880.000 Kilometer vor dem Ziel, wurde der Impactor freigegeben. Deep Impact feuerte die Pyro-Cutter, die explosiven Sprengbolzen, mit denen die Verbindungsleitungen zwischen den beiden Raumfahrzeugen durchtrennt werden. Ein Federmechanismus schob die beiden Vehikel nun mit einer Geschwindigkeit von 35 Zentimeter pro Sekunde sanft auseinander. Der zu einem großen Teil aus Kupfer bestehende Impactor trieb nun in die Flugbahn des Kometen. 12 Minuten später führte Flyby ein 25 Minuten dauerndes Brennmanöver durch, bei dem sich die Geschwindigkeit um 430 Kilometer pro Stunde verlangsamte. Dieses Manöver bewirkte, dass Flyby hinter dem Impactor zurückblieb und gleichzeitig 500 Kilometer seitlich am Kometen vorbeiflog.

Der Endanflug

3 Stunden und 6 Minuten vor dem Einschlag begann der Impactor mit der permanenten Bildübermittlung. Das erste so genannten „Targeting Manuever“ fand um 9:21 Uhr Ostküstenzeit statt und führte zu einer Geschwindigkeitsänderung von 4 Kilometern pro Stunde. Spätere Analysen zeigten, dass der Impactor am Kometen vorbeifliegen wäre, hätte es danach keine weiteren Korrekturen mehr gegeben. Man muss allerdings sagen, dass zu diesem Zeitpunkt der Nukleus für den Zielsensor nur ganze 10 Pixel groß war, also nur ein winziges Ziel bot. Der Impactor erkannte den Irrtum und führte um 10:17 Uhr ein erneutes Brennmanöver durch, welches die Geschwindigkeit um etwa acht Kilometer pro Stunde änderte. Der Sensor hatte zu diesem Zeitpunkt schon eine Messfläche von 40 Pixel zur Verfügung und diese Korrektur brachte den Impactor zurück auf den richtigen Kurs.

Der Einschlag

Das Autonavigationssystem funktionierte wie vorgesehen. Nur zwölf Minuten vor dem Einschlag nahm er die entscheidende Kurskorrektur vor um die hell erleuchtete Seite des Kometen zu erreichen. Die Geschwindigkeitsänderung betrug erneut etwa acht Kilometer pro Stunde. Dann die letzten Sekunden.



Beinahe verfehlt: Das Bild hier zeigt, dass nur mit dem Kurskorrekturmanöver 1 (Post-ITM 1) der Impactor den Kometen verfehlt hätte.



Dieses Bild machte der Impactor 5 Minuten vor dem Einschlag. Der Nukleus ist etwa sieben Kilometer lang und fünf Kilometer dick.

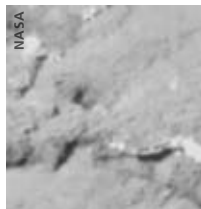
Exakt um 7:52 Uhr mitteleuropäischer Zeit riss der Datenstrom von Impactor ab, was darauf hindeutete, dass alles wie vorgesehen funktioniert hatte. Das letzte vollständige Bild kam 3,7 Sekunden vor dem Einschlag herein, und es war etwas verwackelt, weil das Raumfahrzeug von einigen Kometenpartikeln getroffen wurde und dabei leicht ins Schlingern kam. Der Einschlag erfolgte um 22:52 Uhr amerikanischer Pazifikzeit mit einer Geschwindigkeit von etwa 36.700 Kilometern pro Stunde relativ zum Kometen. Der Einschlagwinkel war flach, er betrug etwa 25 Grad. Der Zusammenstoß erzeugte einen grellen Blitz von weniger als einer Sekunde Dauer. Der Impactor grub sich tief in den Untergrund und löste eine Schockwelle aus, die durch den Nukleus raste und

große Mengen von Staub und Gas in den Weltraum schleuderte. Die beiden Materialien wiesen dabei völlig unterschiedliche Temperaturen auf. Während beim Staub die Temperatur moderate 50 Grad Celsius betrug, erhitzen sich die weiß leuchtenden Gase auf Temperaturen zwischen 1.000 und 1.700 Grad Celsius. Diese flüchtigen Stoffe bestehen aus Wasserdampf, Kohlendioxid und noch nicht definitiv bestimmten organischen Verbindungen. In der letzten Anflugphase herrschte erhebliche Anspannung im Missions-Kontrollzentrum in Pasadena. Die Ingenieure machten sich dabei vor allem Gedanken um die Leistung des Auto-Navigationssystems der Raumsonde. Sowohl Impactor als auch Flyby waren in diesen letzten Minuten vollständig autonom und mussten sich obendrein gegenseitig abstimmen. Die Frage war zum einen, ob sich der Impactor genau in einen passenden Einschlagpunkt steuern würde, und zum anderen, ob Flyby auch die Positionsdaten vom Impactor erhielt um seine Optik auf diesen Punkt ausrichten zu können. Ein Eingreifen von der Erde war in diesen letzten Minuten nicht mehr möglich. Die Signallaufzeit hin und zurück betrug fast eine Viertelstunde.

Erste Resultate

Menge und Dauer des Materialauswurfs waren eindeutig am oberen Limit der Erwartungen. Das lieferte zum einen viel Material für die spektroskopischen Untersuchungen, zum anderen aber versperrten die immensen Staubmengen den Blick auf den erzeugten Krater. Noch Tage später, so zeigen Aufnahmen

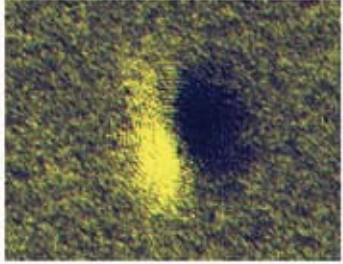
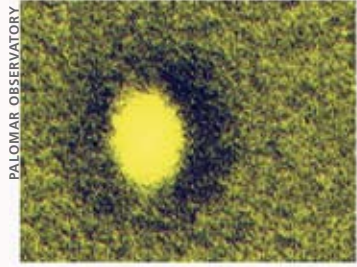
des Mount Palomar-Teleskops, hatte sich die Wolke noch nicht wieder aufgelöst. Die künstlich erzeugte Koma rotierte mit der gleichen Geschwindigkeit wie der Komet selbst und reichte am Tag nach dem Einschlag 320 Kilometer weit in den Raum hinaus. Selbst am zweiten Tag waren es noch über 200 Kilometer, ein Hinweis darauf, dass Gas und Staub nach wie vor aus der Auswurfstelle nachströmten. Die Messdaten ergeben weiter, dass Tempel 1 eine flaumige, lose Materialansammlung ist, die nur durch die schwache Gravitation des Kometen zusammengehalten wird. Chemische Bindungskräfte scheinen dagegen kaum eine Rolle zu spielen. Die Konsistenz ist in etwa dieselbe wie Talkum-Puder und das widerspricht der landläufigen Vorstellung in der ja immer von den berühmten „schmutzigen Schneebällen“ die Rede ist. Über 50 Teleskope waren Teil der Einschlag-Beobachtungskampagne, darunter Hubble, Rosetta, Newton und Swift im Weltraum und bodengebundene Teleskope wie das Fünf-Meter Hale-Teleskop auf dem Mount Palomar. Alle Instrumente verzeichneten unmittelbar nach dem Einschlag eine Helligkeitszunahme um das 5-6fache.



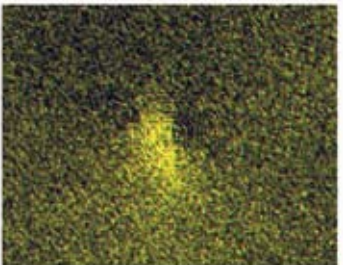
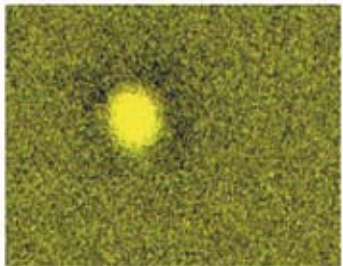
Dieses Bild entstand 20 Sekunden vor dem Einschlag. Die Natur der weißen Flecken wird derzeit noch untersucht. Es handelt sich dabei um hochreflektierendes Material, möglicherweise Eis.

Alle Instrumente bereit

Die Flyby-Sonde konnte leider nicht darauf warten, dass die Sicht wieder aufklarte. Der Komet bewegte sich so schnell von der Sonde weg, dass er nach vier Tagen sogar in Deep Impacts äußerst leistungsfähigem Teleskop, dem „High Resolution Experiment“ (HRI) nur noch ein einziges Pixel groß war. Das HRI hat eine Öffnung von 30 Zentimetern und eine Brennweite von 10,5 Metern. Aus 700 Kilometern Entfernung konnte es – theoretisch – noch Oberflächendetails von 1,4 Metern pro Bildelement erkennen. Allerdings hatte ein optischer Fehler am Teleskop, eine recht peinliche Wiederholung der Hubble-Panne im kleineren Rahmen, die tatsächliche Auflösung auf sieben Meter pro Bildelement verringert. Genauso wichtig wie das große Teleskop an Bord von Flyby war das Infrarot Spektrometer, das enorme Datenmengen produzierte. Die für dieses Instrument verantwortliche Projektwissenschaftlerin, Jessica Sunshine, bezeichnet das Spektrometer etwas despektierlich als das „Datenschwein“ der Mission. Das Spektrometer deckt einen Wellenbereich zwischen 1,05 und 4,8 Mikron ab, das liegt zwischen den Silikaten und den Gasen, und es kann alle



2005 Jul 04
06:32:05-06:33:55



2005 Jul 06
04:27:16-04:59:13

Bilder des 5-Meter-Teleskops auf dem Mount Palomar, die den Kometen in den Tagen nach dem Einschlag zeigen

sieben Zehntelsekunden ein komplettes Spektrum bestimmen. Die Leistungsfähigkeit des Spektrometers mag man daran erkennen, dass es ein 300 Mal schwächeres Objekt aus 100 mal größerer Entfernung bestimmen kann, als das Infrarot-Spektrometer, das die sowjetische Vega-Sonde an Bord hatte, die im Jahre 1986 den Halleyschen Kometen unter die Lupe nahm. Der Schlüssel zu dieser Sensitivität ist eine Anordnung von 1024 x 512 Cadmium-Tellurid -Elementen die auf 84 Grad Kelvin heruntergekühlt wurden. An Bord von Impactor und Flyby waren je eine baugleiche Kamera mit einer Öffnung von 12 Zentimetern und einer Brennweite von 2,1 Metern. Flyby benötigte diese Kamera für Kontextaufnahmen. Impactors letzte Aufnahme entstand drei Sekunden vor dem Einschlag in einer Höhe von 30 Kilometer über der Oberfläche des Kometen. Diese Bilder wurden über einen S-Band-Link an Flyby übermittelt, der sie dann zusammen mit den eigenen Daten zur Erde weiterleitete.

Der Impactor wog knapp 400 Kilogramm, einschließlich einer Masse von 110 Kilogramm reinem Kupfer. Die waren als Ballast an Bord, um die Einschlagwirkung zu erhöhen. Kupfer wurde deshalb gewählt, weil dieses Element im Nukleus eines Kometen nicht vorkommt, und seine Emissionslinien deswegen leicht von den spektroskopischen Daten des Einschlags subtrahiert werden können. Der Impactor hatte ein eigenes Lagekontrollsystem mit acht Kilogramm Hydrazin, mit dem er eine kumulierte Geschwindigkeitsänderung von etwa 120 Kilometern pro Stunde durchführen konnte. Flyby hat eine Masse von 515 Kilogramm und begann die Mission mit einem Treibstoffvorrat von 86 Kilogramm Hydrazin. Die Lagekontrolle in der entscheidenden Flugphase wurde mit Drallrädern vorgenommen, die eine Ausrichtgenauigkeit von 0,0036 Grad ermöglichten. Während des

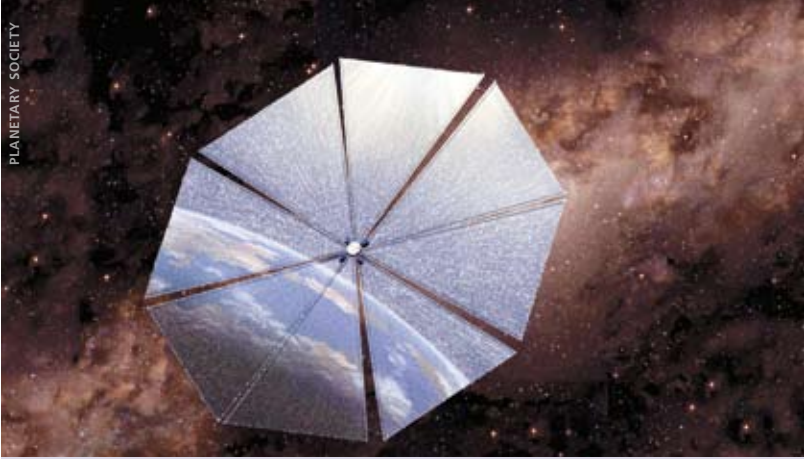
Vorbeiflugs war die schwenkbare X-Band Antenne permanent zur Erde ausgerichtet, und die Datenübertragung erfolgte mit maximaler Leistung. Schließlich musste damit gerechnet werden, dass Flyby durch Kometenpartikel beschädigt oder zerstört werden könnte. Aus diesem Grund wollten die Wissenschaftler so viele Daten wie möglich schon zur Erde gesendet wissen. Gleichzeitig wurden alle Daten aber auch noch an Bord abgespeichert. Die Übertragungsrates zur Erde betrug in dieser entscheidenden Phase 200 Kilobit pro Sekunde. Die Distanz zur Erde betrug 133,5 Millionen Kilometer.


Neue Aufgaben

Flyby beobachtete den Kometen noch bis 13 Minuten nach dem Einschlag. Um 11:05 Uhr amerikanischer Westküstenzeit ging die Raumsonde schließlich in den so genannten „Schild-Modus“, um sich vor den hereinprasselnden Kometenpartikeln zu schützen. Um 11:51 war Flyby wieder in sicherem Abstand, drehte sich um, und nahm weitere Bilder auf. Die fotografische Untersuchung von Tempel 1 durch die Flyby-Sonde wurde noch bis zum 6. Juli fortgeführt.

Nach dem erfolgreichen Vorbeiflug sind alle Instrumente des Flyby-Raumfahrzeugs weiterhin in exzellentem Zustand. Die Kometenpartikel haben keine wesentlichen Beschädigungen an der Raumsonde angerichtet, der Staubschild hat gehalten. Am 21. Juli, 17 Tage nach seiner Begegnung mit Tempel 1, führte Deep Impact ein 15 Minuten dauerndes Brennmanöver durch, das die Raumsonde am 31. Dezember 2007 wieder zurück zur Erde bringen wird. An diesem Sylvester-Tag wird das Fahrzeug ein Swingby-Manöver durchführen, das es zu neuen Zielen im Weltraum lenken wird. Wahrscheinlichster Kandidat dafür ist der Komet 85P/Boethin, benannt nach dem philippinischen Pfarrer Leo Boethin, der ihn am 4. Januar 1975 entdeckte. Wie Tempel 1 ist Boethin ein kurzperiodischer Komet, wenngleich mit fast doppelt so langer Orbitperiode wie Tempel 1, nämlich 11,3 Jahre. Einen Impactor gibt es dann allerdings nicht. Der ist jetzt und für alle Zeiten Bestandteil von Tempel 1.

Eugen Reichl



Die Erde spiegelt sich im entfaltetem Sonnensegel – künstlerische Darstellung 

COSMOS 1 SOLAR SAIL – PER ASPERA AD ASTRA

Rauh ist der Weg zu den Sternen. Das wussten schon die alten Römer, wengleich sie das Sprichwort mehr als Metapher denn als Beschreibung der Wirklichkeit verstanden. Ganz und gar wörtlich mussten es aber die Verantwortlichen der Planetary Society am 21. Juni dieses Jahres nehmen, als die Befürchtung zur Gewissheit gerann: Die Mission von Cosmos 1 Solar Sail ist gescheitert.

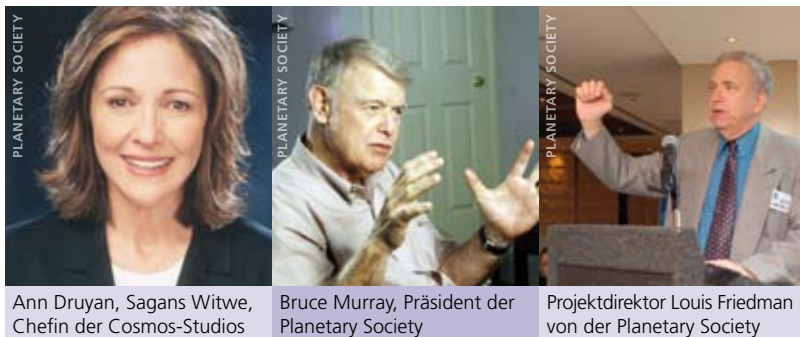
Cosmos 1 war der erste praktische Versuch, ein Raumfahrzeug zu konstruieren, das direkt vom Druck des Sonnenlichtes angetrieben wird. Theoretisch kann ein solches Fahrzeug eine Geschwindigkeit erreichen, die weit über der heutiger Raumfahrzeuge liegt. Ein solches Vehikel braucht große Flächen um möglichst viele Photonen einzufangen. Es ist eine Art Windjammer des Weltalls. Ähnlich, wie der Wind ein Segelschiff über das Wasser schiebt, wird ein Sonnen-Segel durch die „Schubkraft“ des Sonnenlichtes bewegt.

Raumfahrttheoretiker und Science Fiction-Autoren haben schon früh über solche Fahrzeuge nachgedacht. Ein Raumschiff mit einem solchen Antrieb könnte auf seiner Reise durch das All stetig beschleunigen und schließlich das Sonnensystem verlassen und zu anderen Sternen „segeln“. Unter den vehementesten Befürwortern für ein solch revolutionäres Antriebssystem waren der verstorbene Astronom Carl Sagan und Louis Friedman, beide prominente Mitglieder der Planetary Society, der mit 80.000 Mitgliedern weltweit größten privaten Pro-Space Vereinigung.

Von der Planetary Society wurde das Vorhaben dann auch durchgeführt. Die Leitung des Unternehmens lag bei Louis Friedman. Cosmos 1 kostete den Verein eine nicht näher bekannte Summe. Die einzige bekannte detaillierte Kostenposition des Projektes sind die vier Millionen Dollar, die für den Träger, eine „pensionierte“ Interkontinentalrakete der russischen Marine, und die Startdurchführung zu bezahlen waren. Nach den geltenden Maßstäben für eine Orbitalrakete ein Spottpreis. Ein vergleichbarer amerikanischer Träger hätte das Vierfache gekostet. Die Startkosten wurden übrigens nicht von der Planetary Society getragen, sondern von den Cosmos-Studios in Ithaka, New York. Die bekamen dafür die Vermarktungsrechte und das Recht der Namensgebung für den Satelliten. Die Cosmos Studios sind ein wissenschaftliches Entertainment-Unternehmen, begründet von Carl Sagans Witwe Ann Druyan.

Das Konzept

Bei der nachfolgenden Beschreibung muss nun leider ab dem zweiten Absatz der Konjunktiv bemüht werden: Wie hätte die Mission ausgesehen, wäre Cosmos 1 erfolgreich gewesen? Zum vorgesehenen Startzeitpunkt drückte ein Techniker an Bord des getauchten U-Bootes Borisolebsk auf den Startknopf. Feststoff-Druckgaserzeuger pressten die Rakete aus dem Silo und hüllten sie gleichzeitig in einen Mantel aus Luftblasen, die einen Kavitationseffekt erzeugten. Dadurch stieg die Rakete unter Wasser mit sehr hoher Geschwindigkeit an die Oberfläche. Sekunden nach dem Abschuss aus dem Startsiloschnellte die Volna wie eine riesige Forelle aus der See in die Luft. Das ist der Moment an dem der Raketenmotor der ersten Stufe zündete. Der drei Stufen der flüssigkeitsbetriebenen Trägerrakete hätten Cosmos 1 dann in eine suborbitale Flubahn mit einem Scheitelpunkt in 800 Kilometer Höhe bringen sollen.





Die Volnja-Rakete beim Verladen auf die Borisoglebsk.

Der Brennschluss der dritten Stufe wäre sechs Minuten nach dem Start erfolgt. Dann wäre der Abwurf der Fairing erfolgt, der aerodynamisch geformten Verkleidung, die das Raumfahrzeug während des Aufstiegs durch die Atmosphäre schützt. Dann die Trennung der Kombination aus Satellit und vierter Stufe vom Rest der Rakete. Jetzt wären die beiden verbundenen Einheiten drallstabilisiert worden. Dies wäre durch kleine Raketenmotoren geschehen, die eine Rotation von 22 Umdrehungen pro Minute um die Längsachse erzeugt hätten. 15 Minuten und 45 Sekunden nach dem Start hätte die Kombination auf einer ballistischen Freiflugbahn den Scheitelpunkt der Flugbahn erreicht. In diesem Moment hätte die vierte Stufe für eine vier Minuten lang dauernde Brennphase zünden sollen. Das Ergebnis wäre dann ein annähernd kreisförmiger Orbit in einer Höhe von 800 Kilometern gewesen. Danach wäre die Rotation durch eine erneute Zündung der Lageregelungsmotoren wieder rückgängig gemacht worden und Cosmos 1 hätte sich von der verbrauchten vierten Stufe gelöst. 44 Minuten nach dem Start wären

die vier Solargeneratoren ausgefahren worden, um die Batterien zu entlasten, die bis zu diesem Zeitpunkt für die Bordstromversorgung gesorgt hätten.

Die acht sternförmig angeordneten Sonnensegel hätten sich nach dem Checkout des Satelliten, etwa vier bis fünf Tage nach dem Start, paarweise entfaltet. Jedes der Blätter ist etwa 15 Meter lang. Das ganze Gebilde hätte dann ausgesehen wie ein riesiges Windmühlenrad von 30 Metern Durchmesser. Auf seiner orbitalen Bahn wäre Cosmos 1 das hellste Objekt am Nachthimmel gewesen, heller noch als die ISS. Und dann hätte man mit den Experimenten begonnen. Der anfängliche Orbit hätte, nur durch den Druck der solaren Photonen auf die „Segel“ des Satelliten, nach und nach höher geschraubt werden sollen. Die Planetary Society hatte Amateurbeobachter weltweit mobilisiert um Daten über die Helligkeit des Objektes zu erhalten. Dies hätte Rückschlüsse auf das Reflexionsverhalten des Segels gegeben, und damit auf seine potentielle „Antriebsleistung“. Nach der Stabilisierung der Solarsegel wäre dann versucht worden, die Folien zu drehen, um damit das Raumfahrzeug zu steuern. Nach

einigen Wochen, so die Hoffnung, hätte man durch Vermessung der Bahnparameter einen Hinweis darauf bekommen, dass sich die Orbitalbahn durch die Effekte des Lichtdrucks verändert hätte.

Doch dann der Fehlschlag

Wäre. Hätte. Würde. Mit Ausnahme der ersten Startphase blieb alles in der Möglichkeitsform. Das ganze Unternehmen stand von Anfang an unter keinem guten Stern. Nicht nur Probleme an der Trägerrakete hielten die Mission auf, sondern auch zahllose Schwierigkeiten bei der Konstruktion des Satelliten selbst. Der vorgesehene Starttermin war schon um mehrere Jahre überschritten. Dabei sollte die Mission nicht nur in technischer, sondern auch in organisatorischer und finanzieller Hinsicht richtungweisend sein. Die Planetary Society wollte Cosmos 1 Solar Sail zur ersten Orbit-Forschungsmission machen, die ausschließlich durch private Spendengelder finanziert wird. Sie wollte beweisen, dass eine private Organisation ein solches Unterfangen schneller und preiswerter auf die Beine stellen kann als staatliche Institutionen. Und sie wollte natürlich erfolgreich sein. Gescheitert ist das Unternehmen letztendlich an der Wahl der Trägerrakete. Das Projektteam hatte sich aus Budgetgründen die russische seegestützte Interkontinentalrakete RSM-50 ausgesucht, besser bekannt unter dem Nato-Codennamen Volna (was soviel wie bedeutet wie Tide, also Gezeitenhub). Die war billig zu haben, denn etliche hundert davon müssen im Rahmen der Abrüstungsverträge mit den USA entweder vernichtet oder verwertet werden. „Verwertung“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass sie für friedliche Zwecke zur Erforschung des Weltraums eingesetzt werden dürfen. Der Träger war somit mehr oder weniger kostenlos. Bezahlt werden musste nur das Personal für den Start, der Kauf und die Modifikation einer vierten Stufe (die Volna ist nur dreistufig, und erreicht normalerweise keinen Orbit) und die Betriebskosten für das Atom-U-Boot, von dem aus die Rakete abgeschossen wird, denn die Volna kann nicht von Land aus gestartet werden.

Nun ist die Volna ist zwar günstig, leider aber auch chronisch unzuverlässig. Schon zu ihren militärischen Einsatzzeiten war sie dafür berüchtigt, eher nur sporadisch zu funktionieren. Ein erster Test des Solar Sail im Jahre 2001, auch auf einer Volna (und damals noch auf einer suborbitalen Flugbahn), war auch schon gescheitert. Ein weiterer Volna-Flug, bei dem ein neuartiger Wiedereintrittsflugkörper für die EADS und die ESA getestet werden sollten, war ebenfalls missglückt. Bei beiden Fehlschlägen hatte sich die Nutzlast nicht



Solarsegel beim Packen bei der russischen Firma NPO Lavochkin



Der Satellit mit den gepackten Segeln

von der dritten Stufe getrennt. Nach diesen Misserfolgen modifizierten die Russen das 15 Meter lange Projektil erheblich, um die Fehler abzustellen. Ohne Erfolg, wie sich zeigte. Das etwa 100 Kilogramm schwere Raumfahrzeug selbst wurde bei NPO Lavochkin konstruiert und gebaut, im Auftrag und nach Plänen der Planetary Society. Dabei war der Entfaltung der acht Sonnensegel besonders große Aufmerksamkeit geschenkt worden. Jedes der Segeltücher bestand aus verstärktem Mylar mit einer Dicke von etwa fünf Mikron. Das ist ein Viertel der Stärke einer normalen Haushalts-Plastiktüte. Diese Segeltücher wurden kompakt zusammengefaltet und im Inneren eines Containers für den Start verstaut.

Konfusion und Frustration

Der Starttag begann mit nervösem Optimismus. Der kurze Countdown verlief planmäßig, und dann erfolgte der Abschuss von der getauchten K-496 Borisolebsk, einem Atom U-Boot der Delta III Klasse. Startort war die Barents-See etwa 50 Kilometer vom Hafen Severmorsk entfernt. Der Schuss aus dem Silo an Bord des Schiffes erfolgte

unter der Wasseroberfläche, die Zündung und die erste Minute des Aufstiegs verliefen reibungslos. Nachdem die Volna nur spärlich mit Telemetrie-Einrichtungen bestückt ist, war der Verlauf der Mission unklar. Das Projektil war nur für etwa 30 Sekunden im bleigrau bewölkten Himmel des Nordmeeres zu sehen. Um einen erfolgreichen Einsatz bestätigen zu können, musste man entweder warten, bis sich der Satellit selbst meldete, oder bis die Flugauswertung der russischen Militärs zur Verfügung stand. Die aber war erst Stunden nach dem Start zur Verfügung. Die Projektingenieure hatten zwei tragbare UHF Kommunikationsstationen in Petropavlovsk auf der Halbinsel Kamchatka und auf der Insel Majuro auf den pazifischen Marshallinseln aufgestellt.

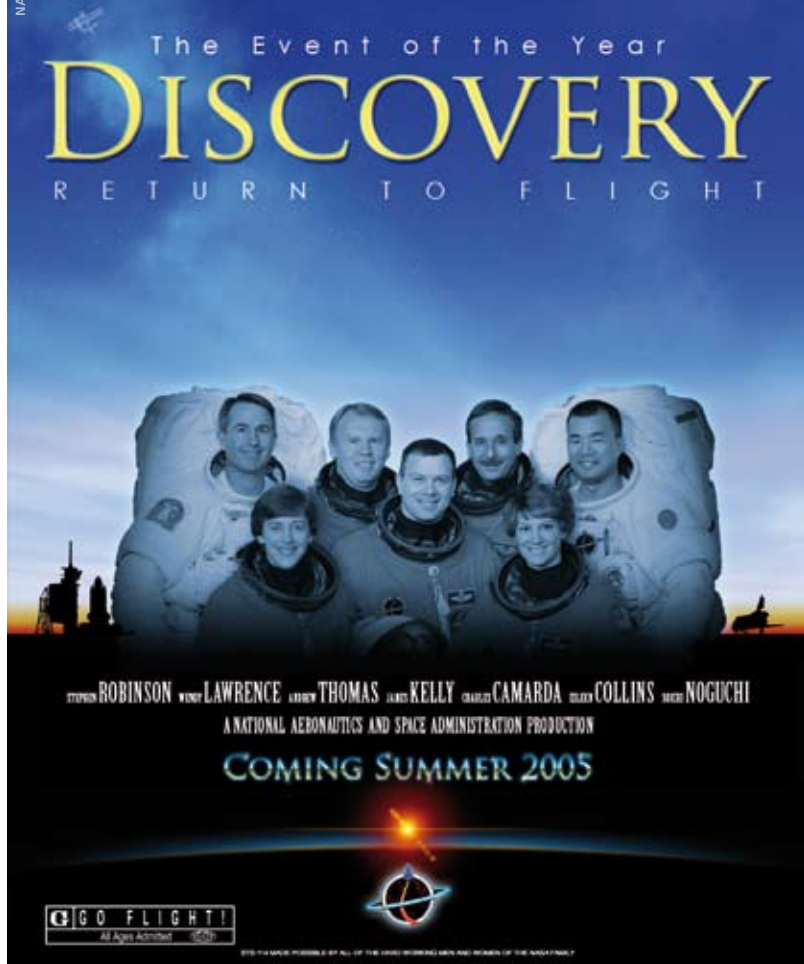
Keine der beiden Anlagen berichtete über einen Telemetrie-Kontakt mit dem Raumfahrzeug, und Enttäuschung machte sich bei den Offiziellen breit. Beim zweiten Durchsehen der Daten glaubte man aber ein Doppler-Tracking-Signal der Petropavlovsk Station identifiziert zu haben, das etwa 10 Minuten nach dem Start für einen kurzen Moment aufgefangen worden sein sollte. Die


Konfusion war komplett. In dieser Phase zwischen Enttäuschung und Hoffnung gab Louis Friedman bekannt, dass es zu einer noch unbekanntem Fehlfunktion der Trägerrakete gekommen sei, dass aber schwache Funksignale aufgefangen worden seien, die darauf hindeuten schienen, dass Cosmos 1 doch einen Orbit – wenngleich einen niedrigeren als geplant – erreicht hätte.

Doch bald zeigte sich, dass dem nicht so war. Tage später wurde dieses seltsame Phänomen als „Phantomsignal“ bezeichnet. Auch die Versuche des amerikanischen Militärs, Cosmos 1 mit Hilfe der Überwachungsanlagen von NORAD aufzufinden, blieben erfolglos. Die letzte Hoffnung schwand, als die russischen Offiziellen verkündeten, dass bereits während der Brennzeit der ersten Stufe Anomalien aufgetreten seien. Weitere Stunden später gaben die russischen Militärs bekannt, dass es 83 Sekunden nach dem Start aus noch ungeklärten Gründen zu einem vorzeitigen Brennschluss des Erststufenmotors gekommen sei. Danach hat wahrscheinlich auch die Trennung zwischen erster und zweiter Stufe nicht stattgefunden. Der 21. Juni war nicht allein für die Planetary Society ein besonders schwarzer Tag, sondern auch für die russische Raumfahrt. Einige Stunden vor dem Versagen der Volna mit Cosmos 1 war es schon in Plesetz zu einem Fehlstart gekommen, als eine Molnja M-Trägerrakete nach einem Versagen der dritten Stufe den militärische Kommunikationssatellit Molnija 3K nicht in eine Umlaufbahn bringen konnte.

Ann Druyan zeigte sich nach Bekanntgabe des Fehlschlags enttäuscht aber gleichzeitig kämpferisch: „Auch wenn uns dieses Mal kein Erfolg beschieden ist, wird uns diese Mission weiterbringen. Wir werden daraus lernen und wir werden es weiter versuchen. Das Ereignis hat aber einmal mehr gezeigt: „Der Weg zu den Sternen ist rau“.

Eugen Reichl



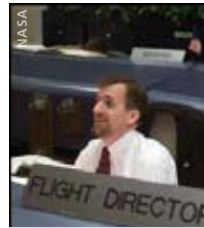
Missions-Poster mit der STS-114-Crew von links nach rechts:
Robinson, Kelly, Thomas, Lawrence, Camarda, Collins, Noguchi 

SCHICKSALSFLUG DER DISCOVERY

Im Mittelpunkt der Handlung stehen zwei Menschen: Ein Mann und eine Frau. Die beiden bilden eine Schicksalsgemeinschaft. Dabei geht es nicht um eine Liebesgeschichte sondern eine Story von gegenseitigem Respekt, von Professionalität, kühler Technik aber auch von Emotionen. Die beiden Protagonisten versuchen dabei, die Gefühle so weit wie möglich von der Handlung fern zu halten, aber die Zuschauer des Stücks wissen darum.

Das Drama trägt den Titel „Return to Flight“: Die Rückkehr des Shuttle in den Weltraum. Der erste Flug einer Raumfähre nach der Columbia-Katastrophe. Die männliche Hauptrolle in diesem Drama spielt Leroy Cain. Sein Job: Flugdirektor der Shuttle Mission STS 114. Leroy Cain wird seinen Job gewiss professionell abwickeln. Aber er wird dabei auch einem Wechselbad der Gefühle ausgesetzt sein. Und das hat seinen guten Grund. Leroy Cain war auch Flugdirektor des bislang letzten Shuttle-Fluges, der Mission STS 107. Er erlebte die letzten Minuten von Rick Husband, Bill McCool, Kalpana Chawla, Laurel Clark, Michael Anderson und Ilan Ramon so unmittelbar wie kein anderer. Er war es, der damals die letzten Worte des Mission-Commanders an Bord der todgeweihten Columbia hörte. Mission-Commander, das ist das Stichwort für die weibliche Hauptrolle in dieser Aufführung. Sie wird besetzt von Eileen Marie Collins. „Mission-Commander“: das ist ihre Funktion bei der „Return to Flight“-Mission. Eileen Marie Collins ist auf den ersten Blick eine unscheinbare Frau. Mittelgroß, zurückhaltend, leise, 48 Jahre alt. Wenn sie mit ihrer Crew unterwegs ist, ist für den Außenstehenden kaum erkennbar, wer der Boss ist. Die Kraft ihrer Persönlichkeit wird erst in der Nähe spürbar. Sie strahlt vegetative Ruhe und Wärme aus. Sie fasst die Menschen, mit denen sie spricht, ins Auge. Sie spricht in klar strukturierten, meist kurzen Sätzen. Nie verhaspelt sie sich in umständlichen Erklärungen.

Sie hat Universitätsabschlüsse in Mathematik und Wirtschaftswissenschaften sowie weitere Diplome in Operations Research und Systems Management. Sie hat eine Offizierslaufbahn bei der Luftwaffe absolviert, und als Kampfpilotin eine ganze Reihe von Einsätzen geflogen. Einige Jahre lang war sie Instruktorin auf der Travis Air Force Basis in Kalifornien. Für so unterschiedliche Maschinen wie den leichten T-38 Überschalljet und die riesige C-141 Starlifter Transportmaschine. Sie war Dozentin für Mathematik an einer Luftwaffen-Universität. Und als eine von nur ganz wenigen Frauen absolvierte sie die berühmte Testpilotenschule in Edwards. Insgesamt kann sie auf eine Praxis von über 5000 Flugstunden in mehr als 40 verschiedenen Flugzeugtypen zurückschauen. Und sie hat bereits drei Shuttle-Missionen geflogen. Bei ihrer letzten,



Flugdirektor
Leroy Cain



Mission-Commander
Eileen Marie Collins



Collins und Robinson
bei einer Team-Besprechung

die sie als Kommandantin der Mission STS 93 im Juli 1999 absolvierte, an Bord der Columbia übrigens, wurde das Chandra-Teleskop im Weltraum ausgesetzt. Eileen Collins ist natürlich nicht alleine unterwegs. Mit ihr werden James Kelly (41), Soichi Noguchi (40), Stephen Robinson (49), Andrew Thomas (54), Wendy Lawrence (46) und Charles Camarda (53) fliegen. Jim Kelly hat schon einen Einsatz als Pilot hinter sich, auch Robinson war schon einmal im Weltraum. Thomas und die nur 1.54 Meter kleine

Wendy Lawrence waren wie Collins sogar bereits je dreimal im Weltraum. Der Japaner Noguchi und der NASA-Astronaut Camarda sind die einzigen Weltraum-Neulinge bei dieser hochkritischen Mission. Aber auf die Kommandantin wird fast die ganze Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit fokussiert sein. Eileen Collins Name ist in den USA das, was man einen Household-name nennt. Eine Markenbezeichnung. Sie hat, ob sie es will oder nicht, eine Popularität, die in Deutschland oder Österreich für einen Astronauten unvorstellbar wäre. Wie geht sie damit um, dass ihre Mission die erste nach der Katastrophe ist? Diese Katastrophe, die auf so furchtbare Weise klar gemacht hat, wie gefährlich das Raumtransportsystem Shuttle ist. Zwei Totalverluste und 14 tote Astronauten bei nur 113 Missionen. Das Shuttle ist weniger sicher als unbemannte Trägersysteme wie die Delta oder die Atlas.

In den Tagen nach der Columbia-Katastrophe schloss sie sich mit einigen Leuten ihrer Crew den Suchtrupps an, die nach den Überresten des zerstörten Shuttles suchten. Nicht alle aus der Besatzung wollten das machen. Für sie, und vor allem für ihren japanischen Missionsspezialisten Noguchi war das aber von großer Bedeutung um das schreckliche Ereignis zu verarbeiten. Für die NASA gibt sie bei Pressekonferenzen genau die knackigen Statements ab, die man vom Luftwaffenoberst Collins, dem „steely eyed Space Commander“ erwartet:“ ...selbstverständlich mache ich mir keine Sorgen über den Verlauf der bevorstehenden Mission...ich werde unser Land zurück in den Weltraum bringen...ich bin ausschließlich darauf fokussiert, wieder in den Weltraum zu fliegen...ich habe keine Sekunde Sorge über unsere Sicherheit.. „, und so weiter und so fort. Doch ab und zu erwischt einer der Reporter, einer von den wenigen der es erkennt, wenn sich ihr Blick nach innen wendet, die warmherzige, nachdenkliche Eileen. Dann berichtet sie, wie sie sich mit ihren Crewmitglieder

über das Unglück beraten hat, wie sie ihnen angeboten hat, von dem Flug zurückzutreten, wie sie sich gefreut hat, dass alle diese Mission mit ihr fliegen wollten und wie sehr die Verantwortung auf ihr lastet. Sie macht sich Sorgen. Und das ist kein Wunder. Nicht ihrer selbst Willen, aber sie hat eine kleine Tochter zu Hause, die gerade auf die Grundschule geht.

Mission Possible

Zum Zeitpunkt zu dem diese Zeilen entstehen, ist der Start der Discovery für den 14. Mai um 16:11 amerikanischer Ostküstenzeit angesetzt. Ein Ziel, von dem noch nicht bekannt ist, ob es auch eingehalten werden kann. Der Start kann am 14. Mai, aber auch an jedem anderen Tag bis einschließlich des 3. Juni durchgeführt werden. An jedem dieser Tage steht ein etwa fünfminütiges Startfenster offen. Wenn die Reise nicht bis zum 3. Juni begonnen hat, dann geht es erst wieder zwischen dem 13. Juli und dem 1. August. Die Restriktionen für die Flugdurchführung sind wesentlich strenger als zuvor. Das Startfenster wird durch viele Variablen bestimmt. Es hängt von der Bahn der Raumstation ab, von der Vorgabe, dass bei den ersten Flügen in der Nach-Columbia-Ära bei Tageslicht gestartet werden muss. Es hängt ab von der Sonneneinstrahlung ab, welcher das Shuttle an der Raumstation ausgesetzt ist, denn dort kann die Fähre nicht im aktiven Kühlmodus fliegen, dem so genannten „Barbecue-Mode“. Und es gibt noch andere Vorgaben. Doch irgendwann in den nächsten Monaten wird der Start erfolgen. Wenn nicht in der ersten Periode, dann in der Zweiten. Im Flugdeck, neben Eileen Collins, die sich im linken Sitz des Kommandanten befindet, wird dann Pilot James Kelly Platz nehmen. Hinter den beiden, genau zwischen ihren Sitzen hat Flugingenieur Robinson seinen Platz. Links neben ihm sitzt Noguchi. Im Unterdeck links, gleich neben der Ausstiegsluke, ist der Platz von Andrew Thomas, einem Veteran aus den Tagen der Raumstation Mir. Ganz rechts Wendy Lawrence. Und in der Mitte zwischen den beiden der Weltraumneuling Charles Carmada. Und dann geht es los. Die Mission STS 114 ist ein Testflug, keiner der Montageflüge für die Internationale Raumstation, obwohl der Orbiter auch mehrere Tonnen Ausrüstungsgegenstände und Versorgungsgüter zur ISS bringt. Ein wesentlicher Teil der Mission ist der Erprobung neuer Techniken gewidmet, mit denen eine Katastrophe wie die der Columbia in Zukunft verhindert werden soll.




Der fast 300 Kilogramm schwere Lagekontrollkreisler den die Discovery zur Raumstation bringen soll.

Gefahr durch Schaumstoffisolierung gebannt

Der erste Block an Maßnahmen beschäftigt sich mit der Vermeidung von Schäden, die durch herab fallenden Isolierschaum vom Außentank des Shuttle verursacht werden können. Beim Start der Columbia, am 16. Januar 2003, 82 Sekunden nach dem Lift-off, brach ein koffergroßes Stück dieser Isolierung von der so genannten Bipod-Rampe ab. Die Bipod-Rampe, das ist die obere Verbindungsstrebe zwischen Shuttle und Außentank. Dort hatte sich Eis in den Fugen des Isolierschaums gebildet. Die Reibungshitze ließ dieses Eis verdampfen. Der Dampf sprengte das Schaumstück ab. 0,2 Sekunden später krachte es fast mit Schallgeschwindigkeit in die Unterseite des linken Innenflügels, durchschlug die Hitzeschutzkacheln und ließ ein klaffendes Loch zurück. Durch dieses Loch drang beim Wiedereintritt der Fähre am 1. Februar 2003 2000 Grad heißes Plasma. Wie der Flammenstrahl eines Schweißbrenners fraß sich der Gasstrahl in das Innere des Flügels und zerstörte schließlich das Raumschiff. Eine der Maßnahmen war deshalb eine Umkonstruktion der Bipod-Rampe. Es gibt dort jetzt weniger Schaum. Die Stelle wurde aerodynamisch anders gestaltet und es wurde dort ein Heizelement integriert, das der Eisbildung vorbeugen soll.



Der neue Außentank wird ins Vehicle Assembly Building gebracht 

Umfassende Video-Überwachung

Der zweite Maßnahmenblock beschäftigt sich mit der Erkennung eines möglichen Schadens. Nach der Columbia-Katastrophe war lange darüber diskutiert worden, ob die Mannschaft womöglich durch einen zweiten Shuttle hätte gerettet werden können, wenn man den Schaden nur früh genug im Ablauf der Mission festgestellt hätte. Die Bodenkameras bemerkten damals zwar den Vorfall. Für die richtige Interpretation waren die Bilder aber zu unscharf. Man hielt die Sache für unwesentlich und auch im Fortgang der Mission blieb der

Schaden unerkannt. Der Startablauf wird gegenüber dem der Mission STS 107, dem Schicksalsflug der Columbia, kaum geändert. Allerdings wurde die so genannte Trans-Atlantic Abort Site, im NASA-Jargon TAL-Site genannt, verlegt. Die TAL-Site ist der Flugplatz, den ein Shuttle ansteuern muss, wenn eines oder mehrere Triebwerke in der Startphase ausfallen, und eine Rückkehr zum Cape nicht mehr möglich ist. Dieser Notfall-Flughafen war bisher Ben Guerir in Marokko. Aber im Rahmen der Maßnahmen nach dem 11. September 2001 will die NASA diesen Platz aufgeben, denn er liegt in einem islamischen Land. Dabei macht sich die NASA weniger Sorgen um den Shuttle und seine Besatzung, als vielmehr um die Sicherheit des Personals, das dorthin abgestellt werden muss.

Die TAL-Site wird bei den künftigen Missionen des Shuttle die französische Luftwaffenbasis Istres sein, in der Nähe von Marseille am Mittelmeer. Der Start selbst wird in aufwendigem Detail dokumentiert. Es wird eine Mischung aus Hochgeschwindigkeitskameras am Boden, TV-Kameras an Bord des Shuttle und Kamerabeobachtungen durch Höhenaufklärer der NASA geben. Mehr als 50 Spezial-Fotokameras sind um den Launch Pad herum aufgebaut, und werden die ersten Sekunden des Starts aus allen Positionen aufzeichnen. Die Bildfolge dieser Kameras beträgt 400 Aufnahmen pro Sekunde. Zusätzlich gibt es direkt auf der Rampe drei extrem leistungsfähige Tracking-Plattformen, die den Flugweg des Shuttle in der ersten Minute genau von unten aufzeichnen. Auf ihnen soll erkennbar sein, ob sich irgendwelche Teile ablösen. Sechs Kameras sind innerhalb des Kennedy Space Centers verteilt. Zehn weitere Fernsehkameras mit Objektiven von extrem langer Brennweite sind entlang des Flugwegs an der Küste aufgebaut, und werden den Shuttle in den ersten 165 Flugsekunden im Auge behalten.

Aber gleich welche der bodengebundenen Kameras auch eingesetzt wird, zum Zeitpunkt der Booster-Trennung, die in 45 Kilometer Höhe und fast 100 Kilometer vom Cape entfernt stattfindet, wird keiner dieser Apparate mehr in der Lage sein, Objekte wahrzunehmen, die kleiner als 30 Zentimeter sind. Die Entfernung ist einfach zu groß. Dazu kommt, dass zu diesem Zeitpunkt die Boostertrennmotoren durch ihr helles Flackern die Sicht beeinträchtigen. Das ist der Punkt, an dem die WB-57 Canberra der NASA zum Einsatz kommen. Zum



Eine der Bahnverfolgungs-Kameras, von denen die NASA einige Dutzend einsetzen wird.



Wenige Wochen vor dem Start. Collins überzeugt sich vom Fortgang der Startvorbereitungen.

Zeitpunkt des Starts der Discovery fliegen sie in einer Höhe von 20.000 Metern, quer zur Flugbahn des Shuttle, ca. 65 Kilometer vor der Küste. In der Nase der beiden Maschinen befinden sich massive Tracking-Kameras mit einer Brennweite von 4,2 Metern. Diese Kameras sollten in der Lage sein, herabfallende Teile von nur 10 Zentimetern Größe festzustellen.

Das ist aber noch nicht alles. Auch am Raumfahrzeug selbst werden Kameras angebracht, und zwar nicht weniger als vier Stück. Eine einer dieser Einheiten wird hoch oben am Tank montiert, eine zweite ziemlich weit unten, direkt an der Treibstoffleitung, die vom Tank zum Shuttle läuft. Zwei weitere befinden sich an den beiden Feststoff-Boostern. Sie sind im Fallschirmcontainer an der Spitze der Zusatzraketen integriert. Nach dem Brennschluss wird Eileen Collins ein Manöver fliegen, das den Tank bereits eine Minute nach der Abtrennung in Sicht der Astronauten bringt. Die Astronauten werden ihn dann mit Kameras langer Brennweite fotografieren und beobachten, ob dort irgendwelche Schaumteile fehlen.

Inspektion im Orbit

Ist der Orbit erreicht, dann kommt das OBSS zum Einsatz, das Orbiter Boom Sensor System, das im wesentlichen eine Verlängerung des Shuttle-Greifarms darstellt. Die Bedienung des OBSS ist die Aufgabe von Andrew Thomas. Kelly

und Camarda werden ihn dabei unterstützen. Etwa 17 Stunden nach dem Start wird Thomas den Manipulator-Arm des Shuttle betätigen, und dann ferngesteuert den OBSS aufstecken. Zusammen bilden die beiden Elemente eine über 30 Meter lange, an mehreren Gelenken bewegliche Einheit, mit welcher die Oberseite und die Flügelkanten des Shuttle komplett, Zentimeter für Zentimeter, inspiziert werden kann. Diese Inspektion wird einen vollen Tag dauern. Die Unterseite des Shuttle kann das OBSS allerdings nur sehr begrenzt inspizieren. Vor allem die kritischen Dichtungen um die Fahrwerksschächte herum sind auch mit diesem System nicht zu erreichen. Hier ist die Besatzung der Discovery auf die Hilfe der Raumstation angewiesen. Das Anlegemanöver an der Raumstation ist für Flugtag drei geplant. Collins wird das Raumschiff von hinten und unten an die Station heranführen. 200 Meter von der ISS wird sie das Fahrzeug zum Stillstand bringen und so drehen, dass die Unterseite zur Station weist. Dort werden die Astronauten der Expeditionscrew 11, der Russe Krikalev und der Amerikaner Phillips die Discovery mit einer leistungsfähigen Digitalkamera mit einem 800 Millimeter Objektiv fotografieren. Damit können aus dieser Entfernung Oberflächenmerkmale von zwei Zentimeter Größe festgestellt werden. Diese Bilder werden dann der Missionskontrolle zur Auswertung übermittelt. Danach erfolgt das Docking, und das Umladen der Versorgungsgüter für die Raumstation beginnt.

Drei Außenbordmanöver

Während dieser Phase, in der Station und Shuttle miteinander verbunden sind, werden drei EVA's stattfinden, die NASA-Abkürzung für Extravehicular Activity. Diese Außenbord-Arbeiten werden alle von Stephen Robinson und Soichi Naguchi durchgeführt. Das erste EVA findet am Flugtag fünf statt und ist ausschließlich der Erprobung von Reparaturtechniken an den Hitzeschutzkacheln des Shuttle gewidmet. Was wäre nun, wenn eine der Inspektionen ergibt, dass ein nicht zu reparierender Schaden an der Raumfähre vorliegt. Für diesen Fall ist das „Safe Haven“ Konzept entwickelt worden. Zur Realisierung dieses Konzeptes muss immer ein weiterer Orbiter innerhalb von maximal 70 Tagen einsatzbereit sein. Für die Mission STS 114 ist es die Atlantis, die in ihren Startvorbereitungen nur wenige Wochen hinter der Discovery her läuft. Sollte ein irreparabler Schaden auftreten, dann muss die gestrandete Crew in der Raumstation darauf warten, vom nächsten Orbiter abgeholt zu werden. Mehrere Wochen müssen dann neun statt bisher nur zwei Personen von der



Eileen Collins prüft die Hitzeschutzkacheln an der Flügelnahe der Discovery

ISS versorgt werden. Sollte dies der Discovery und ihrer Crew geschehen, dann würde etwa 70 Tage nach dem Start die Atlantis mit nur zwei Mann Besatzung die ISS anfliegen. Sechs der sieben Astronauten würden dann in den zweiten Shuttle umsteigen und mit ihm zur Erde zurückkehren. Der siebte würde zusammen mit Krikalev und Phillips in der Sojus auf der Erde landen. Delikat wird die Sache dadurch, dass die Nahrungsvorräte an Bord der Station bei normaler Beanspruchung nicht für neun Personen und siebenzig Tage reichen. Aus diesem Grunde würden die Astronauten, die von der Atlantis abgeholt werden, für mehrere Wochen auf halbe Rationen gesetzt. Die Sojus-Crew dagegen wird voll verpflegt. Der Grund für diese Maßnahme ist einfach: Landungen mit der Sojus sind wesentlich strapaziöser als Landungen mit


dem Shuttle. Sie erfordern eine erhöhte Fitness der Besatzung. Läuft aber alles wie vorgesehen, dann kann sich die Besatzung der Discovery mit dem Teil der Mission beschäftigen, der sich mit der Unterstützung der ISS befasst. Die Fracht des Shuttle beinhaltet einen massiven Lagekontrollkreisler für die Station, ein kompaktes, 300 Kilogramm schweres Gerät, das nicht mit den russischen Progress-Raumschiffen zur Raumstation gebracht werden kann. Mit diesen Kreiseln kann die ISS ihre Raumlage ändern, ohne die Lagekontroll-Triebwerke feuern zu müssen. Die Control-Moment Gyroscopes, kurz CMG's, wie die NASA sie nennt, drehen sich mit 6.600 Umdrehungen pro Minute in ihren Gehäusen, und bilden damit eine immense Schwungmasse. Vier dieser Geräte befinden sich an Bord der Station. CMG-1 fiel am 8. Juni 2002 aus. Ein zweiter Gyro versagte im letzten Jahr, konnte aber von den Astronauten wieder repariert werden. Der neue Kreisler soll beim zweiten EVA am Flugtag sieben installiert werden. Die defekte Einheit wird zur Erde mitgenommen. Am Flugtag acht stehen die komplexesten Außenbordarbeiten der Mission an. Dabei soll die Externe Geräteplattform ESP-2 installiert werden, eine Vorrichtung, die auf der Erde eine Masse von über drei Tonnen hat. ESP-2 wird mit Geräten beladen, die für die Verkabelung der zusätzlichen Solargeneratoren benötigt werden, die mit den nächsten Missionen zur ISS geliefert werden.

Emotionales Farewell

Und dann baut sich langsam wieder Spannung auf. 9 Tage 17 Stunden und 15 Minuten nach dem Start in Cap Canaveral legt die Discovery wieder von der ISS ab. Zuvor wird es noch die traditionelle Abschiedszeremonie geben, die dieses Mal sicher ein wenig emotionaler ausfallen dürfte, als bei früheren Verabschiedungen. Denn bald danach laufen die Vorbereitungen für die Landung an. Die erste Landung seit dem schrecklichen Ende der Columbia vor fast zweieinhalb Jahren. Und das ist der Punkt an dem Leroy Cain wieder ins Spiel kommt. Zur Frage des Landeverfahrens meint er „Wir werden nichts daran ändern. Wir werden so fliegen, wie wir immer geflogen sind“. Die Wiedereintrittsbahn wird die Discovery über den Südpazifik, Zentral-Amerika, den Golf von Mexiko nach Florida bringen. Die WB-57 werden wieder da sein, und aus 20 Kilometer Höhe den Shuttle beobachten, der noch einmal 100 Kilometer über ihnen durch die obersten Schichten der Atmosphäre rast. Und dann sind die Haupt-Protagonisten des Dramas zwar räumlich getrennt, aber im Geiste so eng beisammen, wie Menschen es nur sein können. Eileen Collins an Bord der Discovery und Leroy Cain im Missionskontrollzentrum Houston. Eileen Collins Blick wird auf die Instrumente fixiert sein. Leroy Cain wird auf seine Bildschirme starren und ihrer Stimme lauschen, die – hoffentlich – über die Lautsprecher ins Kontrollzentrum übertragen wird. Ihr Blick wird aber ab und zu hinauswandern in das flackernde und wabernde Inferno des Ionisierten Gaskanals, durch den die Discovery pflügt. 2000 Grad heiße Gase, welche die Columbia in Sekunden zerstörten. Und unten im Kontrollzentrum in Houston wird Leroy Cain darauf hoffen, dass diesmal der Sprechfunkverkehr nicht plötzlich abbricht, so wie damals, und nicht der Datenfluss auf den Monitoren einfriert, weil aus dem Weltall nur noch statisches Rauschen kommt.

Eugen Reichl



Luftaufnahme der Startanlage 39B, von der die Discovery gestartet ist 

CAPE CANAVERAL – 26. JULI 2005

Am 26. Juli startete nach fast zweieinhalbjähriger Pause wieder ein Space Shuttle in den Orbit. Es war dies der erste Einsatz einer amerikanischen Raumfähre seit der Columbia-Katastrophe. Und das Kommando hatte eine Frau: Eileen Collins. Kein Wunder, dass das Interesse der Medien gewaltig war. Der nachfolgende Beitrag beschäftigt sich mit dem Beginn der Mission STS 114, der Rückkehr in den Orbit.

Zunächst ein blendender Lichtblitz. Dann ein tiefes, in der Lautstärke schnell zunehmendes Grollen wie von einem nahenden Gewitter, Sekunden später noch einmal übertönt von einem hellem Knattern. So zeigte die Discovery die Rückkehr der USA in die bemannte Raumfahrt an. Majestätisch stieg die Raumfähre aus einer gewaltigen Wasserdampf Wolke heraus und donnerte in weitem Bogen himmelwärts. Wenige Sekunden nach dem Abheben stieß die Columbia durch eine leichte Zuckerwatte-Bewölkung und hatte dann nur noch den kristallblauen Himmel über sich. Nach einem problemlosen Countdown erfolgte der Liftoff um 16:39 Uhr mitteleuropäischer Zeit. Ein Bilderbuchstart, wie es

zunächst schien, aber die diversen Außenbordkameras, mit denen der Start genau beobachtet wurde, zeigten schon in den ersten Minuten des Aufstiegs, dass kleine Teile von der Tankisolierung und vom Hitzeschild des Orbiters abspalterten. Gut zwei Minuten nach dem Liftoff, kurz nach dem Abtrennen der Feststoffraketen, löste sich ein großes Stück Schaumstoff vom Tank und fiel nach unten, ohne allerdings den Orbiter zu treffen. Dazu gleich mehr.

Acht Minuten und 30 Sekunden nach dem Liftoff trennte sich der Orbiter von seinem gigantischen Außentank, ein Ereignis, das zum ersten mal in spektakulären Bildern von einer Fernsehkamera auf dem Tank direkt zur Missionskontrolle übermittelt wurde. Dies war der Auftakt zur ersten Shuttle-Mission seit dem Start der Columbia am 16. Januar 2003, die am 1. Februar 2003 bei der Rückkehr aus dem Weltraum verglühte. Über 2.500 Ehrengäste, angeführt von der Gattin des amerikanischen Präsidenten, Laura Bush, und dem Gouverneur von Florida, Jeb Bush, hatten sich am Cape eingefunden. Dazu schätzungsweise 800.000 Menschen an den Beobachtungspositionen in Titusville und Cap Canaveral und an den Stränden von Merritt Island und Cocoa Beach.

Final Countdown

Das kritische Endspiel im dreitägigen Countdown nahm am Dienstag um 6:48 Uhr mitteleuropäischer Zeit seinen Anfang, als das Startteam begann, den externen Treibstofftank mit fast zwei Millionen Litern flüssigem Wasserstoff und flüssigem Sauerstoff zu füllen. In den Crewquartieren saßen um diese Zeit Eileen Collins und ihre Mannschaft in kurzärmelige Hawaiihemden beim Frühstück. Die fünf männlichen Besatzungsmitglieder mit einem blaugrünen Blumenmotiv, die beiden Frauen mit einem blau-roten Motiv. Missionsspezialist Stephen Robinson, ein Mitglied der Astronautenband, zupfte dazu die Gitarre. Zwei Wochen zuvor musste der Start noch abgesagt werden, weil einer der Treibstoff-Füllanzeigen im Boden des Wasserstoff-Tanks nicht richtig funktioniert hatte. Er blieb in der „voll“-Anzeige stecken, wenn er eigentlich „leer“ anzeigen sollte. Die Aufgabe dieser Sensoren ist es, eine Notabschaltung der Triebwerke anzuordnen, wenn der Tank – aus welchem Grund auch immer – vorzeitig entleert ist. Der Defekt konnte beho-





Stimmungsvolle Panorama-Aufnahme. Am Morgen des Starts vor der Besuchertribüne beim Vehicle Assembly Building

ben werden. Am Dienstag wurde noch einmal ein Test vorgenommen, 45 Minuten nachdem die Betankung begonnen hatte. Es gab auch da kein Problem, und der Countdown lief weiter. In den Crew-Quartieren stieg die Besatzung in ihre roten Raumanzüge, und entspannte sich dann noch eine Weile in den großen schwarzen Ledersesseln, während sie auf den Aufruf für den Weg zur Rampe warteten. Um 6:40 Uhr Ortszeit setzte am Cape die Dämmerung ein. Kurz danach verließen die Astronauten die Quartiere, winkten den Reportern und NASA-Mitarbeitern zu und kletterten an Bord des umgebauten Campingwagens, den die NASA als „Astrovan“ bezeichnet. Gegen 7 Uhr traf die Besatzung auf der Startrampe ein, und fuhr mit dem Lift hinauf in den White-Room, einem kleinen Raum am Ende des so genannten Orbiter-Access-Arms. Hier wartete schon die Close-out-Crew, eine Gruppe von Technikern, die der Besatzung beim Einsteigen behilflich ist.

Eileen Collins plauderte eine Weile angeregt mit den Technikern im „White Room“, bevor sie schließlich durch die Luke kletterte. Sie folgte damit einem alten NASA-Brauch, dass der Kommandant immer als erster an Bord geht. Weltraum-Neuling Camarda hielt ein handgeschriebenes Schild mit der Aufschrift „Hi, Dad!“ in die Fernsehkamera und Noguchi, der zweite Rookie, wie unter den Astronauten ein Neuling genannt wird, hatte „Out to Launch“ auf die Rückseite einer überdimensionalen „Du kommst aus dem Gefängnis“-Karte von einem Monopoly-Spiel geschrieben. Schließlich waren alle an Bord. Dann schlossen die Techniker die Luke. Es waren noch 90 Minuten bis zum Start.

Start gelungen, Problem nicht gelöst

„Die ersten beiden Missionen sind reine Testflüge“, sagte Michael Griffin vor dem Start. „Und das primäre Testobjekt dieser Flüge ist der externe Treibstofftank“. Um alle Anzeichen einer eventuellen Beschädigung zu erfassen, gab es neben einer ganzen Anzahl von Kameras an Bord der Discovery, an den Feststoffboostern und dem Außentank nicht weniger als 107 Kameras auf dem Boden, die jeden Aspekt des Starts aufzeichneten. Zusätzlich filmte ein B57 Überwachungsflugzeug den Start aus einer Höhe von über 20 Kilometern und



lieferte die detailgenaueren Aufnahmen der Boostertrennung, die es im Shuttle-Programm je gegeben hatte. Die Vielzahl der eingesetzten Medien zeigte schnell, dass das Problem des sich ablösenden Schaumstoffs keineswegs vollständig gelöst ist. Gut zwei Minuten nach dem Liftoff, kurz nach der Abtrennung der Feststoffraketen, löste sich ein kopfkissengroßes Stück Schaumstoff von etwa 600 Gramm Gewicht. Das Objekt passierte allerdings den rechten Flügel des Orbiters in sicherem Abstand. Wäre dieses Schaumstück nur 30 Sekunden eher abgebrochen, und hätte es den Flügel getroffen, und dann wäre die Situation vergleichbar mit der gewesen, die sich bei der Columbia ereignete. Das Problem darf nicht auf die leichte Schulter genommen werden und die US-Raumfahrtbehörde setzt wegen dieses Vorfalles zunächst alle Shuttle-Flüge bis auf weiteres wieder aus. Damit steht auch der für September geplante Start der „Atlantis“ mit dem deutschen Astronauten Thomas Reiter in den Sternen. Der Manager des Shuttle-Programms, Bill Parsons, sagte, vor einer Beseitigung der Gefährdung werde kein Flug mehr stattfinden: „Wir haben offensichtlich noch einige Arbeit vor uns.“

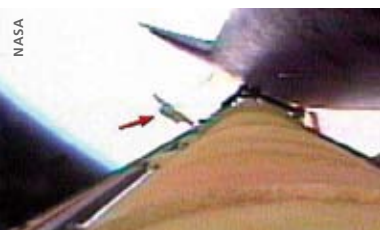
Es wurden beim Start noch weitere Hitzekacheln beschädigt, diese Schäden liegen aber gut innerhalb der akzeptablen Toleranzen. Insgesamt aber, und das ging bei dem Presserummel der um das große Schaumstoffstück völlig unter, ist wohl noch nie ein Orbiter so „clean“ in der Umlaufbahn angekommen wie die Discovery.

Wie groß war die Gefahr wirklich?

Blenden wir einmal die in den Medien verbreitete Hysterie aus und wenden wir uns den Tatsachen zu. An jenem schicksalhaften 1. Februar 2003 wurde der Flügel der Columbia von einem kompakten Schaumstück in der Größe eines Koffers beschädigt, das etwa 1,5 Kilogramm wog. Im Moment als es abbrach, das war 82 Sekunden nach dem Liftoff, flog das Shuttle mit einer Geschwindigkeit von 2.500 Kilometern pro Stunde in einer Höhe von etwa 25 Kilometern. 16 Hunderstel Sekunden später war dieses Schaumstück durch die in dieser Höhe immer noch recht dichte Luft auf etwa 1.600 Kilometer pro Stunde abgebremst worden. Die relative Geschwindigkeit mit der es auf den Flügel der



Ein Teil einer Kachel fällt beim Start ab



Ein Stück vom Tank fällt unmittelbar nach dem Absprengen der Feststoffbooster ab.



Gleich nach der Abtrennung vom Außentank fotografieren die Astronauten die Stelle, an der sich das Stück abgelöst hat. 👁

Columbia traf, war somit 900 Kilometer pro Stunde. Das von Discoverys Außentank abgebrochene Stück wog erheblich weniger, nur etwa 600 Gramm und es löste sich auch später vom Tank, nämlich 125 Sekunden nach dem Start. Das Ereignis geschah in einer Höhe von fast 50 Kilometern und die Luft ist dort so dünn, dass keine rapide Abbremsung des Schaumstoff-Stückes mehr erfolgen konnte. Es trudelte somit mit etwa 40-50 Kilometern pro Stunde am Flügel vorbei. Bei einem Aufprall hätte es keinerlei Schaden angerichtet. Wäre es aber 30 Sekunden früher abgefallen, dann hätte es durchaus zu einem ernstesten Problem führen können. Aber auch dann hätte die Flügelvorderkante gehalten, denn dieser Bereich ist seit der Columbia-Katastrophe verstärkt worden.

Das große Schaumstoff-Stück stammt von der so genannten „Protuberance Air Load Ramp“. Genau diese Stelle war Gegenstand besonders langer Untersuchungen in der Folge des Columbia-Unglücks gewesen. Dieser Schaum-Damm wird von Hand aufgetragen, und er dient dazu, Leitungen vor dem Luftstrom zu schützen. Lange Zeit war erwogen worden, die Protuberance Air Load Ramp an dieser Stelle komplett zu eliminieren. Man hatte es aber dann unterlassen, weil man Bedenken hatte, dass dann der Überschall-Luftstrom zu stark an den freiliegenden Leitungen rütteln und diese möglicherweise beschädigen würde.

Zuviel wissen kann von Nachteil sein

All diese Inspektionen und Detailuntersuchungen, die jetzt unternommen werden, sind nicht nur von Vorteil. Man kann trotz der beobachteten Abplatzungen von Schaumstoff- und Kachelteilen mit Sicherheit davon ausgehen, dass dieser Flug der „cleanste“ ist, der jemals

durchgeführt wurde. Damit wird erst jetzt klar, was für ein Schauer an Trümmern bei den 113 vorausgegangenen Flügen vom Tank abgeplatzt sein muss, und zum Teil auch am Orbiter aufgeprallt ist. Tatsächlich gab es ja keinen ein-

zigen Flug in der Geschichte der Shuttles, bei dem nicht nach der Landung zumindest mehrere dutzend Schadstellen in den Kacheln gefunden wurden. Insgesamt wurden bei allen Flügen zusammen etwa 15.000 schadhafte Hitzeschutzkacheln gezählt. Bei jedem einzelnen Flug werden im Schnitt etwa 100 Kacheln komplett ersetzt, einige hundert werden repariert.

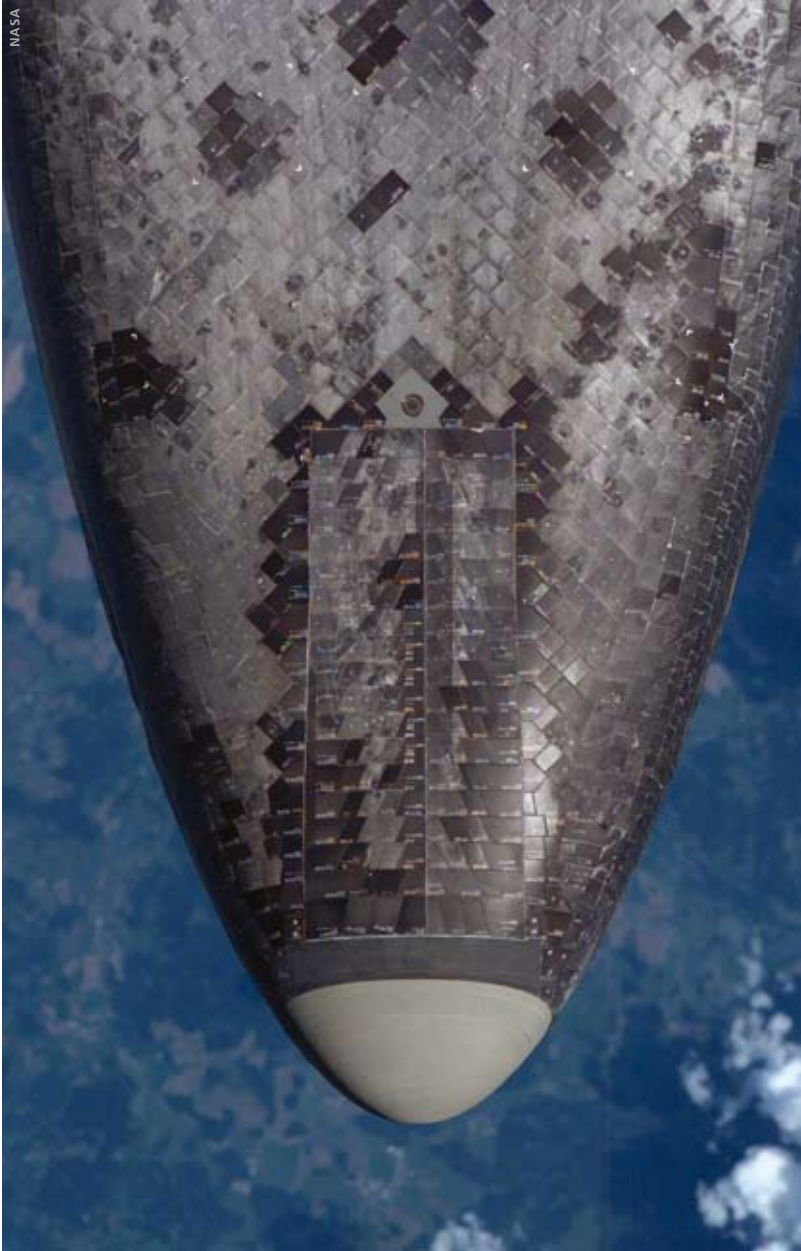
Eines ist sicher: Je mehr und detaillierter die NASA sucht, desto mehr wird sie finden. Das Risiko von Überreaktionen bei geringen Schäden ist jetzt groß. Jetzt wird es bei jedem Flug zu endlosen Diskussionen kommen, ob ein Schaden so groß ist, dass er behoben werden muss, oder ob sich die Dinge noch im akzeptablen Bereich abspielen. Dank eines 15 Millionen Dollar teuren Laser-Detektors beispielsweise, den die Astronauten an Bord haben, können sie jetzt feststellen, welche der Kacheln Risse aufweisen. Der Detektor kann noch Sprünge von der Dicke zweier aufeinander gelegter Visitenkarten feststellen. Eine Bruchstelle von diesem Format könnte unter besonders ungünstigen Umständen an besonders belasteten Stellen, wie z.B. den Flügelvorderkanten oder am Leitwerk gefährlich werden. Könnte. Muss aber nicht. An anderen Stellen sind Risse dieser Stärke garantiert ungefährlich. Und es gibt Übergangsbereiche, in denen es noch weniger eindeutig ist. Wer will das festlegen? Und wer will dann Entscheidungen treffen, deren Auswirkungen fast genau so gefährlich sind, als würde man nichts machen. Sogar wenn die Sachlage eindeutig ist, ist es keineswegs klar, dass die Bruchstelle auch repariert werden kann. Die Anstrengungen der NASA, eine Reparaturbox für die Kacheln und die Flügelvorderkanten zu entwickeln, auch das war eine der Empfehlungen des Columbia-Boards, sind nicht sonderlich erfolgreich verlaufen. Die Discovery-Mission erprobte erste Techniken, aber ob es im Ernstfall auch funktionieren wird erst dieser Ernstfall zeigen. Die Discovery-Astronauten selbst haben jedenfalls schon gesagt, dass sie selbst nicht irgendeinem Patchwork trauen würden, um zur Erde zurück zu kehren. Eine andere Option, der so genannte „safe haven“ würde bedeuten, dass die Astronauten die drei Milliarden Dollar teure Raumfähre aufgeben, und an Bord der Raumstation auf eine Rettungsmission warten müssen. Damit das funktioniert, muss innerhalb weniger Wochen ein weiterer Shuttle startklar gemacht werden. Aber auch dieser Shuttle ist ja den gleichen Risiken ausgesetzt. Was passiert, wenn auch der beim Start beschädigt wird. Wenn dann nicht nur neun sondern zwölf oder mehr Astronauten an Bord der Station warten, und es ist keine weitere Rettungsmöglichkeit mehr da? Und um

dem Wirbel um die Probleme des US-Shuttles Discovery noch die Krone aufzusetzen, haben die russischen Raumfahrtbehörden betont, im Notfall die US-Besatzung nicht zur Erde heimholen zu können. Für die mitunter harte Landung der russischen Sojus-Kapseln müsse jeder Kosmonaut an Bord in speziell auf ihn zugeschnittenen Schalensitzen festgeschnallt werden, teilte ein Sprecher der russischen Raumfahrtbehörde mit. Solche Sonderanfertigungen gebe es für die sieben Discovery-Astronauten nicht.

Aufregung auf der Erde, aber die Mission geht planmäßig weiter

All diese Überlegungen auf der Erde belasteten die wackere Crew des Shuttle aber zunächst nicht, wie es überhaupt einen bemerkenswerten Unterschied zwischen der kühlen Professionalität von Besatzung und Bodencrew und dem aufgeregten Hype der Medien gibt, die mit zum Teil halb wahren und zum Teil frei erfundenen Informationen ihre Klientel füttert. Während die Astronauten ihre Aufgaben planmäßig bewältigen, werden insbesondere in den deutschen Medien wieder die üblichen Sinnfragen der bemannten Raumfahrt mit großer Tragik und Ernsthaftigkeit erörtert. Es ist wieder einmal die große Stunde der Bedenkenträger. Während auf der Erde auf der einen Seite die pure Aufregtheit angesagt war, oder auch nur die Suche nach der Ursache der abblätternden Schaumstoffverkleidung gesucht wurde, ging die Arbeit im All planmäßig weiter. Am 28. Juli um 13:17 mitteleuropäischer Zeit legte die Discovery an der Station an. Um 14:54 wurden die Luken geöffnet, und nach der inzwischen üblichen Begrüßungszeremonie mit Brot und Salz begann die achttägige gemeinsame Mission. Obwohl der Flug im Prinzip eine Testmission ist, bringt die Discovery doch fast 15 Tonnen an Ausrüstungsgegenständen zur Station. Unter anderem Sauerstoff, Wasser, ein neuer Stabilisierungskreisler für die Lageregelung der Station und eine Montageplattform für zukünftige Außenarbeiten. Der Kommandant der ISS, der russische Kosmonaut Sergei Krikalev und der amerikanische Flugingenieur John Phillips werden mit Hilfe der Discovery-Crew auch Abfälle und nicht mehr benötigte Ausrüstungsgegenstände in die Fähre umladen.

Eugen Reichl



Ein Bild, das die Hysterie in den Medien widerlegt –
Noch nie dürfte ein Orbiter so clean den Start überstanden haben 👁



Aus dieser Perspektive hat man den Shuttle im Weltraum noch nie gesehen

STS 114 – ANALYSEN-PARALYSE

Es war vorauszusehen, dass die Medien dem Flug der Discovery höchste Aufmerksamkeit widmen würden, angesichts der Tatsache, dass dies die erste Shuttle-Mission nach der Columbia-Katastrophe war. Jeder, der die Rückkehr der Discovery am 8. August verfolgte, dachte auch an die Crew der Mission STS 107, die vor zweieinhalb Jahren nur eine Viertelstunde vor der Landung starb.

Dass die Medien aber aus einem Erfolg um jeden Preis ein Desaster machen wollten, kann man allerdings nur mit Verwunderung zur Kenntnis nehmen. Die Wahrheit ist, dass der Flug der Discovery der wahrscheinlich sicherste Shuttle-Einsatz war, der je stattgefunden hat. Der Außentank hat bei dieser Mission weniger Isoliermaterial verloren und der Orbiter weniger Beschädigungen des Hitzeschutzes erlebt, als bei jeder anderen Mission zuvor.

Natürlich: Völlig sicher war auch dieser Einsatz nicht. Völlig sicher wird ein Shuttle-Flug nie sein. Genauso wenig wie ein Flug seines Nachfolgers. Aber auch wenn es wieder einen Unfall gegeben hätte, dann wäre zunächst einmal nichts an der NASA falsch gewesen, oder an der bemannten Raum-

fahrt an sich. Es hätte nur gezeigt was ohnehin jeder weiß: Das System Shuttle ist sensibel, teuer und unnötig komplex. Das Shuttle ist deshalb so wie er heute ist, weil Anfang der siebziger Jahre der damalige Präsident Nixon der NASA nicht die seriös ermittelten 10 Milliarden Dollar



Shuttle-Wunschkonzept der NASA aus den frühen Siebzigern

für die Konstruktion eines vernünftigen Konzeptes geben wollte. Er stellte der NASA nur die Hälfte zur Verfügung, bestand aber darauf, dass alle Vorgaben die an das Ursprungskonzept gestellt waren, auch vom Kompromissentwurf erfüllt werden mussten. Mit dem ursprünglichen Entwicklungsansatz der NASA hätte es keinen großen Außentank gegeben, und keine gigantischen Feststofftreibsätze. Das ursprüngliche NASA-Konzept der frühen Siebziger sah ein voll wiederverwendbares, zweistufiges System vor, das nirgendwo Material verloren und in jeder Flugphase einen sicheren Missionsabbruch gewährleistet hätte. Die Anforderungen, nach denen das Shuttle mit einem kriminell niedrigem Budget entwickelt wurde, stammten dabei zum großen Teil nicht einmal von der NASA. Sie kamen von den Militärs, die den Shuttle später (entgegen der landläufigen Meinung) kaum jemals nutzten. Insgesamt gab es nur eine handvoll militärischer Shuttle-Missionen. Von Vandenberg in Kalifornien startete sogar niemals eine der Fähren. Dabei war gerade die unnötig schwere und aufwendige Flügelkonstruktion auf eine Forderung der Militärs zurückzuführen, die für eventuelle Notlandungen nach einem Start in Kalifornien eine große Seitenreichweite forderten.

Stellen Sie sich den besten Herzchirurgen der Welt vor. Beauftragen Sie ihn, eine Herztransplantation durchzuführen. Und dann geben Sie ihm Instrumente, die aus dem 19. Jahrhundert stammen. Die Operation wird fehlschlagen, obwohl er seinen Job hervorragend beherrscht. Dies in etwa ist die Position, in der sich die NASA heute befindet. Dabei sind einige Komponenten des Shuttle-Systems durchaus brauchbar. Als Basis für einen unbemannten Schwerlasttransporter sind sowohl der große Tank als auch die Feststoffraketen gut geeignet. Denn das „Foam-shedding“, der Verlust von Isolationsmaterial durch den Fahrtwind und die Starvibrationen sind eigentlich gar kein Problem. Jedes Startvehikel verliert Material. Bei herkömmlichen Trägerraketen etwa fällt



Das Problemkind kommt an – Außentank der Discovery für die Mission STS 114 wird geliefert

Eis tonnenweise von den Flanken der Rakete. Das lässt sich nicht vermeiden, denn zumindest eine der beiden Treibstoffkomponenten, meist aber beide, sind kryogen, superkalt also, und so bildet sich notgedrungen Eis auf den Flanken einer Rakete. Das Problem ist diese überfragile Konstruktion, die an der Außenseite des großen Tanks befestigt ist: Der Space Shuttle Orbiter.

Sobald man dieses empfindliche Fluggerät eliminiert, „kann das Ding“ wie es NASA-Administrator Mike Griffin etwas salopp auf den Punkt brachte „Schuppen werfen, soviel es lustig ist“. Ich bin der Meinung, dass die Shuttles so bald wie möglich ihren Dienst quittieren sollten. Aber nicht wegen der „Vorfälle“ während der Mission der Discovery. Der Flug war so gut, wie nur irgendeine Mission des Shuttle sein kann. Sondern weil dieses überkomplexe System dem weiteren Weg des Menschen in den Weltraum im Weg steht. Erst wenn die Shuttle Orbiter – hoffentlich alle, die noch verblieben sind – heil im Museum stehen, wird sich die NASA als der Welt führende Raumfahrtorganisation wirklich auf den Weg zu Mond und Mars machen können. Bis dahin aber sind noch einige Aufgaben zu erledigen, die nur das Shuttle durchführen kann. Es sind Aufgaben, die ausschließlich

auf dieses Transportsystem zugeschnitten wurden: Die Fertigstellung der Internationalen Raumstation und der letzte Wartungsflug zum Hubble Space Telescope. Ist das erledigt, und hoffentlich sicher erledigt, dann kann dieses Kapitel der Raumfahrt geschlossen werden.

Fehlersuche

Zurzeit arbeiten sich die „Tiger Teams“ der NASA und der Firma Martin Marietta durch die Bauhistorie des Außentanks, der beim Start der Discovery verwendet worden war. Damit versucht die NASA den Grund herauszufinden, warum sich drei kleinere und ein größeres Teil der Isolierung im Gesamtgewicht von 650 Gramm während des Starts am 26. Juli gelöst haben. Und was dieses gute Pfund an Material von den über zwei Tonnen Schaumstoff unterscheidet, die am Tank verblieben sind. Was das große – und einzige potentiell gefährliche

– Stück betrifft, gibt es bereits eine Spur: Die Untersuchungen haben ergeben, dass der Schaum während der Herstellung des Tanks exakt an der Stelle, wo er beim Start abbrach, beschädigt worden war. Es hatte eine tiefe Delle gegeben, die dann von Hand nachgearbeitet worden war.

Der Umfang des Schadens war damals gering, und womöglich hat diese „Nacharbeit“ auch gar nichts mit dem Vorfall während des Starts zu tun. Aber die NASA geht der Sache trotzdem mit einiger Hoffnung nach. Wenn nachgewiesen werden kann, dass das Abbrechen des Schaumstücks auf einen einzelnen, singulären Schaden zurückzuführen ist, der nur diesen einen speziellen Tank betroffen hat, dann könnte das Flugverbot für die Shuttles bald wieder aufgehoben werden.

Das meiste funktionierte

Der führende Flugdirektor Paul Hill meinte zum Ablauf der Mission: „Nahezu alles, was wir mit dem Außentank erproben wollten, funktionierte. Discovery ist sechsmal „cleaner“ in der Umlaufbahn angekommen, als der „durchschnittliche“ Shuttle davor“. NASA Chef Michael Griffin meinte: „Nahezu alle der Änderungen am Tank haben funktioniert. Einige wenige allerdings nicht. Jetzt müssen wir herausfinden, was der Unterschied ist zwischen den Bereichen, wo es funktioniert hat, und den Bereichen wo das nicht der Fall war. Und dann werden wir den Fehler beheben. Wir haben jetzt eine Menge bester Testdaten. Sie werden uns helfen, das Design weiter zu verbessern.“

Die Discovery hatte den beiden Langzeitbewohnern der Raumstation über einen Kubikmeter Frischwasser geliefert, 700 Kilogramm Ausrüstungsgegenstände die im Unterdeck des Shuttle verstaut waren, und weitere 1.500 Kilogramm, die im Service-Modul untergebracht waren. Die ISS selbst bekam eine neue Instrumentenplattform die über eine Tonne wog und einen neuen 300 Kilogramm schweren Lagekontrollkreisel. Fast so wichtig wie die „Aufwärtsfracht“ ist auch die Rückführung der auf der ISS nicht mehr benötigten Ausrüstungsgegenstände. Unter anderem waren das nicht weniger als 11 Kurs-Navigationssysteme der russischen Sojus- und Progress Raumfahrzeuge. Sie sind zu wertvoll, um sie einfach als Abfall in der Erdatmosphäre verglühen zu lassen. Auch persönliche Gegenstände von Raumstations-Besatzungen der vergangenen zweieinhalb Jahre brachte die Discovery mit zur Erde. In den extrem engen Sojus-Kapseln konnten diese Besatzungsmitglieder nur jeweils ein Kilogramm persönliche Gegenstände mitnehmen. Mit zur Erde kam auch ein

defekter Lagekontrollkreis, eben jener, den die Astronauten bei einem Außenbordmanöver durch eine neue Einheit ersetzt hatten. Das Gesamtgewicht der „Abwärtsfracht“ betrug über 3,5 Tonnen.

Landung in Kalifornien

Die Landung der Discovery war für Montag, den 8. August in Florida geplant, während des Orbit 201. Es wurde aber dann ein Tag mehr, weil sich das Wetter am Cap Canaveral unbeständig zeigte. Der zuständige Flugdirektor für den Start und die Landung der Discovery war Leroy Cain. Derselbe, der auch für den letzten Flug der Columbia vor zweieinhalb Jahren zuständig gewesen war. Kurz vor dem am Montag dann letztendlich abgesagten Landeversuch wollten Reporter von ihm wissen, ob er denn nervös sei, bei dieser Landung. Seine Antwort war bezeichnend: „Was glauben Sie, was ich für Schmetterlinge im Bauch habe. Und um ehrlich zu sein, wenn ich hier zu irgendeinem Start und irgendeiner Landung meinen Dienst anträte, und ich hätte nicht diesen Kloß im Bauch, dann wäre ich für diesen Job ungeeignet“. Darauf angesprochen, ob es Eileen Collins etwas ausmachen würde, in Edwards eine Nachtlandung durchführen zu müssen, meinte Cain: „Viele Shuttle-Commander ziehen Nachtlandungen sogar vor. Von Eileen Collins weiß ich das sicher. Man sieht nichts außerhalb, ist nicht abgelenkt, und die Bahn ist hell beleuchtet“. Er beschrieb die Kommandantin als... „Einen der fähigsten Piloten mit denen ich je zusammen gearbeitet habe. Sie ist enorm gewissenhaft. Wir sind oft und lange zusammen gesessen und haben über diesen Wiedereintritt und diese Landung gesprochen. Ich kenne ihre Möglichkeiten genau, und auch die anderen Mitglieder meines Teams kennen sie. Ich habe absolutes Vertrauen in Eileens Fähigkeiten. Um es auf den Punkt zu bringen: sie ist in der Lage den Shuttle auch noch in Situationen sicher zu landen, die weit jenseits der Gegebenheiten sind, in der ich willens bin, sie hineinzubringen“. Leroy Caine hätte die Discovery natürlich gerne in Florida nach Hause gebracht, schon der Kosten und der Zeitdauer einer Rückführung aus Kalifornien wegen. Aber auch eine Wartezeit von einem Tag half nichts, denn auch am 9. August türmten sich mächtige Gewitterwolken über dem Cape. Damit blieb Caine keine andere Wahl, als die Discovery nach Kalifornien umzuleiten. So wurden es 219 Erdumkreisungen, bis das Shuttle an diesem frühen Dienstagmorgen um 5:11 Uhr Ortszeit (14:11 mitteleuropäischer Zeit) auf der Runway 22 der Edwards Air Force Basis aufsetzte. Es war eine Stunde vor Sonnenaufgang.



Gut zu sehen auf diesem Bild, das Stephen K. Robinson während des dritten EVA's machte, die Hitzeschutzkacheln auf der Unterseite der Discovery. 👁

Sichere Rückkehr

Die nachfolgenden Zeitangaben sind alle in mitteleuropäischer Zeit.

An der amerikanischen Westküste war das neun Stunden früher.

13:06 MEZ Die Discovery fliegt auf dem Rücken und rückwärts zur Flugrichtung in einer Höhe von 396 Kilometern über dem Indischen Ozean. Der Deorbit-Burn hat begonnen. Das Brennmanöver der beiden OMS-Triebwerke (Orbital Maneuvering System) dauert zwei Minuten und 42 Sekunden und bremst das Raumfahrzeug um etwa 300 Kilometer pro Stunde ab. Wenig, angesichts der Ausgangsgeschwindigkeit von 28.000 Kilometern pro Stunde, doch genug, um das Perigäum, also den niedrigsten Punkt der Flugbahn, in die oberen Schichten der Erdatmosphäre hinunter zu verlegen. Das Shuttle hat damit unausweichlich den Orbit verlassen. Geht alles gut, wird die Landung der Discovery auf der Edwards-Luftwaffenbasis in Kalifornien um 14:11 Uhr erfolgen. Im Oberdeck der Discovery sitzen Collins und Kelly am Steuer, hinter ihnen Robinson und Thomas. Im Unterdeck sitzen Wendy


Lawrence direkt an der Luke, rechts von ihr Charles Camarda und rechts neben ihm Soichi Noguchi.

- 13:09 MEZ** Das triebwerksgestützte Bremsmanöver ist erfolgreich abgeschlossen. Nach einer halben Erdumkreisung wird die Discovery nun auf die obersten Schichten der Atmosphäre treffen.
- 13:15 MEZ** Eileen Collins dreht die Discovery jetzt in die für die Landung notwendige Raumlage. Von „Kopf nach unten“ und „Heck-nach vorne“ – der Position für den Deorbit-Burn – in „Kopf nach oben“ und „Nase nach vorne“ – der Position für die Landung. Der erste Kontakt mit der Erdatmosphäre wird um 13:40 erfolgen, hoch über dem Südpazifik.
- 13:28 MEZ** Alle drei Auxiliary Power Units, sehr leistungsfähige Gasturbinen, die mit Hydrazin betrieben werden, sind nun in Aktion. Sie sorgen für den Betriebsdruck im Hydrauliksystem um Discovery's Ruder und Klappen zu bewegen und das Fahrwerk auszufahren. Sie sorgen außerdem für den Strom an Bord, um die Klimaanlage, die Bordcomputer und das Lebenserhaltungssystem zu betreiben. Eine der drei Einheiten war schon vor Beginn der Triebwerkszündung aktiviert worden. Die anderen beiden werden nur während des Starts und der Landung in Betrieb genommen.
- 13:36 MEZ** Das Shuttle ist jetzt 160 Kilometer über dem Pazifik und nähert sich weiter in sehr flachem Winkel den obersten Schichten der Erdatmosphäre. Die Entfernung zur Runway beträgt noch fast 10.000 Kilometer
- 13:40 MEZ** Das Entry Interface ist erreicht. In einer Höhe von etwa 120 Kilometern trifft die Discovery mit ca. 28.000 Kilometern pro Stunde auf die obersten Schichten der Lufthülle. An diesem Punkt werden die Astronauten bereits ganz sachte in ihre Sitze gedrückt. An der Außenhülle des Orbiters beginnt sich Hitze aufzubauen. In dieser Phase fliegt das Shuttle mit der Nase um etwa 40 Grad angehoben. Die Flügel sind parallel zur Erde ausgerichtet. Die Sinkrate beträgt 200 Meter pro Sekunde.

13:43 MEZ Discovery fliegt mit einer Geschwindigkeit von 27.200 Kilometern pro Stunde in einer Höhe von 90 Kilometern.

13:45 MEZ Die Discovery führt das erste so genannte „Bank-Manoeuvre“ durch. Zweck dieses Manövers ist es, Geschwindigkeit abzubauen, während die Fähre durch die oberen Schichten der Atmosphäre pflügt. Bei diesem ersten „Banking“ legt sich die Discovery nach links. Der rechte Flügel geht steil in die Höhe, er zeigt jetzt 74 Grad nach oben. Das Manöver tut seine Wirkung. Die Geschwindigkeit fällt unter 27.000 Kilometer pro Stunde und nimmt weiter ab. Durch die Fenster des Shuttle flackert jetzt gelbweißes Licht. Für die Astronauten sieht es aus, als würden sie im Inneren einer Neonröhre sitzen.



Stephen K. Robison beim dritten EVA 

13:50 MEZ Geschwindigkeit 24.600 Kilometer pro Stunde. Höhe 71.3 Kilometer.

13:52 MEZ Eileen Collins leitet das erste „Bank-Reversal“ ein. Der Orbiter kippt nun auf die rechte Seite ab. Die Geschwindigkeit beträgt 23.200 Kilometer pro Stunde.

13:55 MEZ: Es sind jetzt genau 16 Minuten bis zur Landung. Ein entscheidender Augenblick für die Discovery, denn exakt zu diesem Zeitpunkt vor der Landung zerbrach vor zweieinhalb Jahren die Columbia und riss ihre Besatzung in den Tod. Die Höhe beträgt jetzt 62 Kilometer.

13:56 MEZ Das Shuttle ist immer noch weit draußen über dem nächtlichen Pazifik. Er fliegt nun mit 17.000 Kilometern pro Stunde. Die Entfernung zur Luftwaffenbasis Edwards beträgt 1.600 Kilometer.

13:58 MEZ Geschwindigkeit 14.000 Kilometer pro Stunde. Höhe 52,8 Kilo-

meter. Entfernung zum Aufsetzpunkt 1.000 Kilometer.

- 13:59 MEZ** Roll-Reversal nach links bei einer Geschwindigkeit von 12.000 Kilometer pro Stunde. Höhe: 51,7 Kilometer.
- 14:01 MEZ** Die Geschwindigkeit beträgt nun 8.200 Kilometer pro Stunde. Entfernung zur Runway: 460 Kilometer. Das TACAN- Navigationsystem an Bord der Discovery steht jetzt in Verbindung zu den Funkbaken an der Edwards Luftwaffenbasis.
- 14:03 MEZ** Die leistungsstarke Infrarot-Optik der Edwards Airforce Base hat die Discovery erfasst. Das Shuttle ist noch 250 Kilometer von Edwards entfernt, und fliegt mit 6.000 Kilometer pro Stunde in einer Höhe von 33,6 Kilometern. Kurz danach das letzte Bankreversal nach rechts.
- 14:06 MEZ** Höhe 22 Kilometer, Geschwindigkeit knapp unter 2.000 Kilometer pro Stunde.
- 14:07 MEZ** Die Discovery überquert die Edwards Luftwaffenbasis in einer Höhe von 14.300 Metern, immer noch mit Überschallgeschwindigkeit. Pilot Jim Kelly steuert das Raumschiff in dieser Phase. Ein dumpfer Doppelknall lässt in Edwards die Fensterscheiben erzittern
- 14:08 MEZ** Der Endanflug beginnt, und Commander Eileen Collins übernimmt das Steuer. Das Shuttle fliegt nun in einer Höhe von 12.000 Metern in den Heading Alignment Circle ein, einen imaginären Zylinder im Luftraum über Edwards, an dessen Innenseite die Discovery einen Bogen von etwa 200 Grad nach unten abfliegt. Sie verlässt diesen gedachten Zylinder erst dann, wenn sie genau auf die Rollbahn ausgerichtet ist, in einer Höhe von 2.300 Metern.
- 14:10 MEZ** Feld in Sicht. Eileen Collins hat jetzt die Runway genau vor sich. Das Shuttle fliegt mit einer Geschwindigkeit von etwa 500 Kilometern pro Stunde. Die Nase des Orbiters zeigt mit 20 Grad in Richtung Boden, siebenmal so steil wie bei einem kommerziellen Airliner. Die Sinkgeschwindigkeit beträgt 70 Meter pro Sekunde, das ist etwas schneller als ein Fallschirmspringer im freien Fall.

14:11 MEZ In 650 Metern Höhe ruft Kelly: „Preflare“, und Collins beginnt in einer Höhe von 550 Metern mit dem „Pullout“. Der steile Sinkflug und die enorme Fallgeschwindigkeit werden jetzt eliminiert. Die 20 Grad Sinkrate werden in einen sachten Gleitwinkel von 1,5 Grad überführt. Der Andruck steigt auf 1,35 g. Am Ende des „Pullout“-Manövers, bereits über der Landebahnschwelle, drückt Kelly auf den Fahrwerksknopf. Die Türen zum Fahrwerksschacht werden aufgesprengt, das Fahrwerk fällt durch die Schwerkraft in den Luftstrom, wo es der Fahrtwind nach hinten drückt und einrastet. Nur Sekunden später: Touchdown auf der Runway 22 der Edwards Air Force Base. Zunächst nur das Hauptfahrwerk. Die Nase des Shuttle ist noch in der Luft. Kelly drückt auf einen Knopf und der Bremsfallschirm wird ausgeworfen. Sekunden später kommt das Bugfahrwerk nach unten. Die Discovery rollt auf der Runway ins Dunkel.

14:12 MEZ Die Räder stehen still. Die Discovery ist sicher auf der Erde zurück.

Nachlese 1

Angesichts der enormen Datenmenge, die jetzt zur Verfügung steht, angesichts des Drucks der Öffentlichkeit auf die NASA-Manager, nur ja nichts falsch zu machen, und angesichts des Bestrebens, auch noch der unwahrscheinlichsten Spur bis in die letzte Verästelung nachzugehen, vermuten Beobachter der Raumfahrtsszene, dass sich die NASA in eine „Analysen-Paralyse“ manövriert. Mit anderen Worten: Nichts geht mehr. Auch noch das abgelegenste Fehlerzenario wird in epischem Umfang untersucht, und der Mut zu einer zumindest minimalen Risikobereitschaft, ohne die in der Raumfahrt gar nichts geht, verschwindet komplett. Zu dieser Befürchtung, die in den letzten Wochen oft ausgesprochen wurde, meinte Pilot James Kelly in der Pressekonferenz nach dem Flug „Ich denke, allein die Tatsache, dass wir hier sind, beweist doch, dass wir eben keine „Analysen-Paralyse“ haben“. Charles Camarda meinte dazu, „Ich denke unter dem Aspekt eines Testfluges war die Mission extrem erfolgreich. Wir haben unterschiedliche Reparatur- und Fehleranalyse-Systeme erprobt, und wir haben eine Reparatur unter echten Einsatzbedingungen durchgeführt. Ich denke, insgesamt haben wir die Erwartungen, die an diesen Flug gestellt worden sind, bei weitem übertroffen“. Und Andrew Thomas brachte es schließlich



Die Discovery bekommt ihren „Tailcone“, eine aerodynamische Verkleidung für den Rücktransport zum Cape.

auf den Punkt: „Ich hoffe, das Resultat dieses Testfluges wird sein, dass wir wieder ein voll einsatzfähiges Raumtransportsystem zur Verfügung haben. Die Mission hat aber auch gezeigt, dass wir die aerothermodynamischen Bedingungen, die während des Starts um den Tank herum herrschen, noch nicht vollständig verstanden haben. Dieses Ziel müssen wir erreichen, dann ist das Shuttle wieder voll im Einsatz.“

Nachlese 2


Eine Woche nach der sicheren Landung der Discovery gab die NASA bekannt, dass es im Jahr 2005 zu keiner weiteren Shuttle-Mission mehr kommt. Der nächste Start wurde zunächst auf Anfang März 2006 verlegt. Dieses gute halbe Jahr sollte ausreichen, um die verbliebenen Probleme mit dem Außentank zu lösen. Der Hurrikan Rita, der die Südstaaten der USA verwüstete, machte aber auch diese Planung zunichte, weil von den Sturmschäden auch das Martin Marietta-Werk in Michoud, Louisiana betroffen war. In diesem Werk werden die Außentanks des Shuttle gefertigt. Wann immer dieser Flug, die Mission STS 121, stattfindet, wird ihn erneut die Discovery durchführen. Dies ist aus organisatorischen Gründen vorteilhafter, weil diese Fähre bereits mit der gesamten Testinstrumentierung ausgerüstet ist (denn auch dieser Flug gilt als Testflug), und weil sich auch das italienische Raffaello-Versorgungsmodul für die Raumstation bereits an Bord befindet. Die darauf folgende Shuttle-Mission, STS 115 soll danach im Juli 2006 die Montage der ISS wieder aufnehmen, die seit dem Dezember 2002 unterbrochen worden war. Dann erhält die Raumstation zusätzliche Solargenerator-Elemente um weitere Module, die danach geliefert werden, mit Strom zu versorgen.

Eugen Reichl



Das Shuttle wird angehoben, die Boeing 747 kann darunter gerollt werden.



Das Haupttriebwerk des Space Shuttle sucht auch im 21. Jahrhundert noch seinesgleichen 

SHUTTLE-TRIEBWERK – IN ACHT MINUTEN VON NULL AUF 28.000

Obwohl die Haupttriebwerke des Space Shuttle schon vor über 30 Jahren konzipiert wurden, repräsentieren sie auch heute noch den letzten Stand in der Antriebstechnik. Sie sind unglaublich komplexe Maschinen, die nahezu unfassbare Beanspruchungen überstehen müssen. Doch wie funktioniert so ein Space Shuttle Triebwerk überhaupt?

Der Aufstieg in den Orbit, von null auf 28.000 Kilometer pro Stunde in acht Minuten und 30 Sekunden, wird von den drei Haupttriebwerken des Orbiters und seinen beiden mächtigen Feststoff-Boostern bewerkstelligt. Jedes ernste

Antriebsproblem an dem 2000 Tonnen schweren Vehikel, das sich mit einem kombinierten Schub von 3400 Tonnen in den Himmel wuchtet, ist eine Angelegenheit auf Leben oder Tod für die Besatzungsmitglieder des Shuttle. Anders als die technisch relativ einfachen Feststoffmotoren beinhalten die Haupttriebwerke eine extrem komplexe Maschinerie mit abertausenden von Teilen.

Die Space Shuttle Haupttriebwerke, kurz SSME's (für Space Shuttle Main Engines), werden von der Rocketdyne Division der Boeing Company hergestellt. Sie sind wieder verwendbar, haben variablen Schub und werden mit flüssigem Treibstoff betrieben. Diese drei Antriebseinheiten erzeugen zusammen eine Leistung von 37 Millionen PS. Jedes der Triebwerke – in der neuesten Version, den so genannten Block II Motoren – wiegt 3.530 Kilogramm. Frühere Versionen waren etwa 360 Kilogramm leichter, aber zusätzlich Sicherheitsfeatures haben das Gewicht anwachsen lassen.

Ein Shuttle-Haupttriebwerk ist 4,3 Meter hoch und hat einen Düsendurchmesser von 2,3 Metern. Das SSME wird von den Fachleuten als „Zweistoff-Triebwerk“ bezeichnet. Das bedeutet, dass zwei Komponenten notwendig sind, um die Verbrennung durchzuführen: Eine Treibstoffkomponente, hier ist es flüssiger Wasserstoff, und eine Oxidatorkomponente, den flüssigen Sauerstoff. Obwohl – technisch korrekter – eigentlich nur der Wasserstoff als Treibstoff bezeichnet werden kann, wird auch unter den Raketenleuten von den „ Treibstoffkomponenten“ gesprochen. Beide Stoffe sind in „kryogenem“ Zustand: superkalt und flüssig. Der Wasserstoff weist eine Temperatur von -253 Grad Celsius auf, ganze 20 Grad über dem absoluten Nullpunkt. Der flüssige Sauerstoff ist dagegen mit -183 Grad Celsius vergleichsweise warm. Ein typischer Verbrennungsmotor, also beispielsweise ein Automotor oder eine Flugzeugturbine verbrennen Benzin oder Kerosin in der Gegenwart von atmosphärischem Sauerstoff. Ein Raketenmotor arbeitet aber überwiegend im Vakuum des Weltraums, wo es keinen freien Sauerstoff gibt. Eine Rakete, und das Shuttle ist nichts anderes, muss deshalb seinen Oxidator mitnehmen, um den Treibstoff verbrennen zu können. Die SSME's bekommen ihren Treibstoff aus dem massiven rostrotten Tank, der nach dem Brennschluss, abgeworfen wird. Der Tank, bekannt unter der Bezeichnung „ET“ (External Tank) besteht eigentlich aus zwei Tanks, die übereinander angeordnet und von einer



Der rostrote Außentank. Bild von der Mission STS 114 vom Juli 2005.



NASA

Dieses Block II Space Shuttle Haupttriebwerk (SSME) wird im Kennedy Space Center für den Einbau in den Shuttle vorbereitet. Die meisten Leute denken, die große graue Düse sei das Triebwerk. In Wirklichkeit ist die Düse zwar ein wesentlicher Bestandteil des Triebwerks, aber eben nur EIN Bestandteil.



ROBERT GASS

Hier ein Blick auf die im Artikel beschriebenen Kühlröhrchen, aus denen die Düse im Wesentlichen besteht. Durch diese Röhrchen fließt flüssiger Wasserstoff, und verhindert, dass die Düse wegen der ungeheuren Verbrennungstemperaturen von über 3.300 Grad Celsius auf der Stelle verdampft. Die Triebwerksglocke besteht aus 1080 dieser Röhrchen.

gemeinsamen Außenverkleidung umhüllt sind. Der untere Tank, der 2/3 des Gesamtvolumens einnimmt, beherbergt den flüssigen Wasserstoff. Im oberen Tank befindet sich der flüssige Sauerstoff.

Ungeheure Belastungen

Während einer normalen Mission konsumieren die Triebwerke des Shuttle 1,5 Millionen Liter flüssigen Wasserstoff und 540.000 Liter flüssigen Sauerstoff. In den ersten zwei Minuten und fünf Sekunden des Starts laufen die Shuttle-Motoren zusammen mit den beiden mächtigen Feststoff-Raketentriebwerken, Booster genannte, die an den Seiten des Tanks befestigt sind. Der Gesamtschub der Kombination beträgt 20 Sekunden nach dem Abheben – zu diesem Zeitpunkt wird das maximale Schubniveau erreicht – knapp 3.400 Tonnen. Um die geforderte Leistung und Effizienz zu erreichen, arbeiten die Brennkammern der SSME's bei einer Temperatur von etwa 3.300 Grad Celsius und einem Druck von etwa 200 Atmosphären. Da bei diesen Temperaturen Eisen kochen würde, musste man eine Methode finden, um die Brennkammer und die Expansionsdüse davor zu schützen, auf der Stelle zu verdampfen. Dies wird durch die so genannte „regenerative Kühlung“ erreicht. Dabei wird der flüssige Wasserstoff durch die doppelwandige Brennkammer und durch in die

Düse geführt, die aus mehr als 1000 stählernen Kühlröhrchen besteht, jedes 0,3 Zentimeter im Durchmesser. Die Aufheizung des flüssigen Wasserstoffs in der Brennkammerwand geschieht dabei mit ungeheurer Geschwindigkeit. Innerhalb von einer 1000stel Sekunde heizt er sich um über 200 Grad auf.

Die Lebensdauer eines SSME's beträgt 15.000 Sekunden kumulierter Brennzeit und 30 Startzyklen. Das Triebwerk kann seinen Schub über eine Spanne von 67 % bis 109 % variieren. Die Tatsache, dass dieses Triebwerk sowohl wieder verwendbar ist, als auch den Schub anpassen kann, hat ganz erheblich zu seiner immensen Komplexität beigetragen. Jedes der Triebwerke erzeugt in Bodennähe einen Schub von etwa 190 Tonnen, und in großer Höhe, weil Raketentriebwerke im Vakuum besser funktionieren, einen Schub von

etwa 230 Tonnen. Diese Leistung generiert es bei einem normalen „Mission Power-Setting“ von 104,5 Prozent. Im Notfall kann das Triebwerk aber auch auf ein Schubniveau von 109 Prozent hochgefahren werden. Wie kommt man auf diese seltsamen Zahlen? Sollte man nicht vernünftigerweise das „normale“ Schubniveau mit 100 Prozent kennzeichnen? Die Erklärung für diese sonderbaren Werte liegt in der Entwicklungsgeschichte. Als die Triebwerke in den 70iger Jahren konzipiert wurden, lag der geplante Maximalschub bei 375.000 amerikanischen Pfund (170 Tonnen). Mit der Zeit gelang es den Ingenieuren aber mehr Leistung herauszukitzeln, und das führte zu den scheinbar unlogischen 104,5 Prozent Nominalschub und 109 Prozent Notfallschub.

Die Quelle der Kraft

Um die ungeheure Komplexität der Triebwerke anschaulich zu machen, gehen wir jetzt ein wenig ins „Eingemachte“ und nehmen uns dazu den Verbrennungszyklus etwas genauer unter die Lupe. Um den immens hohen Brennkammerdruck zu erzeugen ist ein gestufter Verbrennungsvorgang notwendig. Sauerstoff und Wasserstoff werden an drei separaten Orten im Triebwerk verbrannt: In den beiden Vorbrennstufen, den so genannten Preburners (es gibt einen für den Treibstoff und einen für den Sauerstoff) und in der Haupt-Brennkammer.

Wenn die Treibstoffe aus den Tanks den Triebwerken zulaufen weisen sie einen relativ niedrigen Druck auf. 1,3 bar sind es für den flüssigen Sauerstoff, und etwa 2,2 bar für den flüssigen Wasserstoff (tatsächlich herrscht im Wasserstofftank ein variabler Druck, aber wir wollen die Sache nicht weiter komplizieren). Um den notwendigen Brennkammerdruck zu erreichen werden für jede der beiden Treibstoffkomponenten zwei Turbopumpen benötigt, die in Serie laufen. Die Niederdruck-Oxidator-Turbopumpe (Low Pressure Oxidizer Turbo Pump – LPOT) arbeitet mit 5.200 Umdrehungen pro Minute und erhöht den Druck des flüssigen Sauerstoffs von 1,3 bar auf etwa 29 bar. Das ist dann der Eingangsdruck für die Hochdruck-Oxidator-Turbopumpe (High Pressure Oxidizer Turbopump – HPOT). Sie rotiert mit 28.000 Umdrehungen pro Minute und erhöht den Sauerstoffdruck auf etwa



Das hier ist eine Treibstoff Hochdruck Turbopumpe. Hergestellt wird sie von Pratt & Whitney. Diese Firma stellt auch die Sauerstoff Hochdruck Turbopumpe her. Pratt und Witney liefert somit für jeden Shuttle sechs Pumpen. Die Wasserstoffpumpe leistet 76.000 PS und die Sauerstoffpumpe 26.800 PS.

300 bar. An diesem Punkt wird der Sauerstoff in vier verschiedene Pfade aufgeteilt. Ein Teil des flüssigen Sauerstoffs treibt die LPOT-Turbine an, ein zweiter Teil geht in einen Wärmetauscher, in dem der flüssige Sauerstoff in gasförmigen Zustand überführt und dann in den großen Sauerstofftank zurück geleitet wird, um dort den Gasdruck von 1,3 bar aufrecht zu erhalten (anderfalls würde der Tank bei der Entleerung kollabieren). In einem dritten Pfad wird Sauerstoff in die Vorbrenner geleitet. Der weitaus größte Teil geht aber auf Pfad vier direkt in die Brennkammer.

Die Niederdruck-Treibstoff-Turbopumpe (Low Pressure Fuel Turbo Pump – LPFT) arbeitet bei 15.000 Umdrehungen pro Minute und erhöht den Treibstoffdruck von den 2,2 bar mit denen es aus dem Tank kommt auf knapp 19 bar am Eingang der Hochdruck-Treibstoff-Turbopumpe (High Pressure Fuel Turbopump – HPFT) die mit etwas über 30.000 Umdrehungen pro Minute arbeitet und den Treibstoff auf einen Druck von 448 bar bringt. All diese Turbopumpen sind Wunder der Ingenieurskunst. Die HPFT beispielsweise ist etwa so groß wie ein Automotor. Während aber ein Automotor nur auf etwa ein PS pro Kilogramm Gewicht bringt, leistet die HPFT gut 200 PS pro Kilogramm. Am Ausgang der Hochdruck-Pumpe befindet sich das Haupttreibstoff-Ventil. Dort wird der Wasserstoff in drei separate Pfade aufgeteilt. Der erste Pfad sorgt für die Kühlung der Hauptbrennkammerwände. Danach wird dieser Treibstoffanteil zur LPFT geleitet, um deren Turbine anzutreiben. Von dort wird wiederum ein Teil abgezweigt, der in den Treibstofftank geleitet wird, um dort den Druck stabil zu halten. Der Rest kühlt den Heißgasverteiler, bevor er dann in die Hauptbrennkammer eingeleitet wird. Der zweite Pfad führt zum Düsen-Sammelkühlring, und wird von dort in die 1080 Kühlröhrchen eingeleitet aus denen die Expansionsdüse des Triebwerks im Wesentlichen besteht. Danach trifft er sich mit dem Treibstoff, der auf Pfad drei zunächst zum Brennkammer-Kühlventil gesendet wurde. Der nunmehr vereinigte Strom geht jetzt in die Vorbrenner in dem die erste Verbrennungsstufe abläuft. Der Abgasstrom aus dem Vorbrenner wird benötigt, um die HPFT anzutreiben. Danach wird er in die Hauptbrennkammer geleitet wo er mit dem Treibstoff zusammentrifft, der benutzt wurde um die Düse zu kühlen. Und dort trifft er auch auf den flüssigen Sauerstoff. Die Hauptverbrennung beginnt. Schon etwas verwirrt? Es wäre kein Wunder. Dieser ungemein komplexe Vorgang hält sich von selbst aufrecht, wenn er erst einmal begonnen hat. Während der Startsequenz feuern im Dom

der Hauptbrennkammer zwei redundante Zünder für etwa drei Sekunden, um die Verbrennung in Gang zu bringen.

Um den Treibstofffluss exakt zu dosieren hat jedes Triebwerk fünf hydraulisch betätigte Hauptventile. Zwei dieser Ventile, das Oxidizer Preburner Oxidizer Valve (OPOV) und das Fuel Preburner Oxidizer Valve (PFOV) dienen dazu, den Schub im Triebwerk zu regulieren. Dies geschieht durch die Regulierung des Sauerstoff-Flusses zu den Vorbrennern, wodurch wiederum der Druck innerhalb der Vorbrenner kontrolliert wird, der wiederum Auswirkung auf die Laufgeschwindigkeit der Hochdruck-Turbinen hat und dadurch wiederum den Gasfluss in der Hauptbrennkammer verändert und damit den erzeugten Schubs beeinflusst.

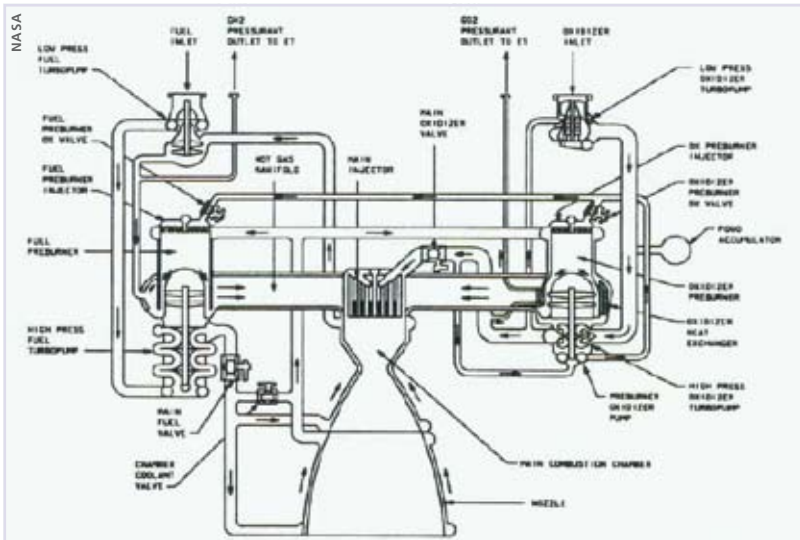
Zwei Gehirne im Triebwerk

Den Job diese fünf Hauptventile zu regulieren und auch die gesamte übrige Arbeit der Triebwerke zu überwachen, führt der Main Engine Controller, kurz MEC, durch. Jedes Triebwerk hat seinen eigenen MEC, eine etwa koffergroße Elektronikbox die sich direkt am Triebwerk befindet. Der MEC ist das Gehirn des Shuttle-Motors. Er kontrolliert eine Vielzahl von Sensoren, die Zünder, die Ventile, und er ist die Verbindungseinheit zu den Bordcomputern des Shuttle. Aufgabe der MEC ist es, den Start und das Abschalten der Triebwerke zu managen, Schubkommandos in die Triebwerke einzusteuern, das Treibstoff/Oxidator-

gemisch zu regeln und generell alle Triebwerksfunktionen zu überwachen. Sollte ein Triebwerk eine der unsichtbaren Grenzlinien überschreiten, die entweder das Triebwerk oder den Shuttle gefährden (in aller Regel bedingt das eine das andere) dann kann der MEC das Triebwerk automatisch abschalten, bevor es zu einer Katastrophe kommt. Jeder MEC besteht eigentlich aus zwei komplett gleichen aber unabhängigen Digitalen Computereinheiten. Im Fachjargon der Shuttle-Techniker werden sie als DCU A und DCU B bezeichnet. Wenn sich ein Fehler in der DCU A ereignet, die immer die Primäreinheit ist, dann wird sofort DCU B übernehmen, die stets aktiv, aber im Normalfall nicht „in control“ ist. Diese Situation ist im Shuttle-Programm schon einmal eingetreten, und zwar bei der Chandra-Deployment-Mission STS-93 im Jahre 1999. Eileen Collins war damals Kommandantin. Jeder MEC wird von zweien der insgesamt drei Wech-



Das hier ist ein Block II Space Shuttle Main Engine Controller. Jeder dieser MEC's ist direkt am Haupttriebwerk angebracht. Gut erkennbar: Elektronik der siebziger Jahre. Aber enorm robust



Funktionsschema eines Space Shuttle Haupttriebwerkes

selbststrom-Verteiler des Shuttle mit Energie versorgt. Die Verteiler heißen AC 1 bis AC 3. Für die beiden DCU's im MEC stehen die Einheiten AC 1 und AC 2 zur Verfügung. Bei der Mission STS 93 kam es unmittelbar nach dem Abheben der Columbia zu einem Kurzschluss im AC 1 Verteiler, wodurch die DCU A des mittleren Triebwerks ausfiel und daraufhin die DCU B automatisch übernahm. Dieser Kurzschluss ließ übrigens auch noch den DCU B des linken Triebwerks ausfallen, aber nachdem der nur Standby war, hatte das keine Auswirkung auf den Flugverlauf. Bei dieser Mission funktionierte danach alles Weitere wie vorgesehen, mit der Ausnahme natürlich, dass nun keine Redundanz mehr bestand. Eine weitere hoch komplexe Funktionseinheit des Triebwerks, auf die wir jetzt nicht weiter eingehen wollen, ist das Helium-Subsystem, mit dem die meisten Ventile im Triebwerk betrieben werden. Dieses System ist auch dafür verantwortlich, dass sich die Sauerstoff- und Wasserstoff-Kreisläufe im Triebwerk strikt getrennt bleiben, und sich nicht vorzeitig mischen, denn das wäre fatal. Unverzichtbar ist auch die Hydraulik. Sie dient dazu, das Triebwerk als Ganzes um zwei Achsen zu schwenken. Erst dadurch kann das Shuttle Richtungs- und Fluglageänderungen durchführen. Zum Hydrauliksystem gehören zwei Aktuatoren, die direkt über der Düse angebracht sind. Sie führen den Triebwerks-Schwenkvorgang durch.

Crew Kontrolle

Die Crew bekommt die wichtigsten Daten vom MEC auf ihre Cockpit-Displays geliefert. Vor allem der Schubpegel ist in den ersten Minuten von entscheidender Bedeutung, außerdem sind auf dem Display auch die Druckdaten und Betriebstemperaturen sichtbar. Der MEC bringt diese Daten 50mal pro Sekunde auf den neuesten Stand. Die Startsequenz läuft automatisch, aber der Pilot kann jederzeit den Schub manuell mit einem Schubhebel verändern, der sich links von seinem Sitz befindet. Es ist genau derselbe Hebel, mit dem der Pilot bei der Landung auch die Speedbrakes betätigt. Der Kommandant hat auch einen Hebel für die Speedbrakes, er kann aber mit dem nicht Einfluss auf das Schubniveau des Triebwerks nehmen. Dann gibt es noch Schalter, mit denen die Crew verschiedene Triebwerksventile manuell bedienen kann.

Für jedes Triebwerk ist ein Statuslicht vorhanden. Rot bedeutete eine wesentliche Fehlfunktion, ein gelber Farbton bedeutet, dass eine Anomalie vorliegt. In jedem Fall ist das aber nur ein Hinweis. Detailinformationen müssen Kommandant und Pilot dann über ihre Displays abfragen. Normalerweise blinken die Lichter erst unmittelbar vor Brennschluss auf. Zunächst die Gelben, um das niedrige Treibstoffniveau anzuzeigen, und schließlich die Roten, wenn der MEC die Triebwerke abgeschaltet hat. Dann ist es aber ist das normal. Die Astronauten wollen diese Leuchtsignale definitiv nicht früher sehen als in den letzten fünf Sekunden der Gesamt-Brenndauer. Und dann gibt es noch drei ominöse Druckknöpfe. Eines für jedes Triebwerk. Sie befinden sich auf der Center-Konsole zwischen dem Kommandanten und dem Piloten. Mit diesen Knöpfen können die Triebwerke in Notsituationen sofort abgeschaltet werden. Sollte je einer dieser Knöpfe gedrückt werden, dann hat das automatisch die Zerstörung des über 50 Millionen Dollar teuren Triebwerks zur Folge. Konsequenterweise nennen die Astronauten diese Knöpfe denn auch



Das hier ist der Pilotensitz der Discovery. Das Foto wurde gemacht, als die Discovery für den Flug vorbereitet wurde. Viele der Schalter sind deswegen abgedeckt. Das rote Objekt vor dem Sitz deckt den Steuerknüppel ab. Links vom dem Stick, unter einer durchsichtigen Plastikabdeckung ist der schwarze Schubhebel. Links vom Schubhebel, direkt vor der gelben Abdeckung kann man drei Knöpfe sehen, die dunkler sind als die anderen. Das sind die „Detonator“-Knöpfe, mit denen man die Triebwerke abschalten kann. Weiter links kann man drei Lichter sehen, die in diesem Foto Schwarz erscheinen. Das sind die Triebwerks-Statuslichter. Sie sind in der gleichen Anordnung platziert wie die Triebwerke des Shuttle. Auf dem Bildschirm rechts von den Knöpfen wird in der Startphase die Triebwerks-Performance angezeigt, also Schublevel, Heliumdruck, Treibstoffdruck und ähnliches. Rechts vom Steuerknüppel sind sechs gelbe Schalter. Für jedes Triebwerk zwei. Damit kann man die Power-buses der Triebwerke kontrollieren. Direkt dahinter sind die Schalter für die Heliumzufuhr des Haupttriebwerkes.

mit etwas Galgenhumor die Main Engine Detonators. Zum falschen Zeitpunkt gedrückt, kann das den Verlust des Orbiters (und damit unvermeidlich auch den Tod der Besatzung) zur Folge haben. Es gibt gewisse, allerdings in hohem Maße unwahrscheinliche Szenarien, die sehr sorgfältig von der Besatzung abgewogen werden müssen, in denen diese Knöpfe zu drücken sind. Mit diesen Knöpfen werden die Haupttreibstoffventile geschlossen. Das Triebwerk arbeitet aber noch. Dadurch kommt es zu einer Kavitation der Turbinen und der unausweichlichen Zerstörung des Triebwerks.

Die Sekunden vor dem Start

Wenn die Crew drei Stunden und 15 Minuten vor dem Liftoff an der Startanlage eintrifft, sind die Triebwerke zum Start bereit. Die Betankung ist zu diesem Zeitpunkt fast abgeschlossen. Wenige Minuten vor Ende des Countdown beginnt die „Start preparation phase“. In dieser Periode wird die Oxidator-Seite des Triebwerks, also die Seite aus der der flüssige Sauerstoff zufließen wird, mit trockenem Stickstoff gespült, um einen eventuellen Feuchtigkeitsaufbau im Leitungssystem entgegenzuwirken. Die Treibstoffleitungen werden mit Helium gespült um Luft und Feuchtigkeit aus der Anlage fern zu halten. Das ist notwendig, weil die Temperatur des flüssigen Wasserstoffs so niedrig ist, dass er normale Luft in einen soliden Eisblock verwandeln würde. Diese Vorbereitungsphase nennt man „purging“. Der Vorgang wird mehrmals wiederholt, zuletzt vier Minuten vor dem Start. Wenn der Engine Mounted Computer feststellt, dass alle Ventile in der richtigen Position sind, sich die Treibstoff- und Oxidator-temperaturen im grünen Bereich befinden, und auch sonst keine Fehler vorliegen, meldet er den „engine ready“ – Status an die Bordcomputer des Shuttle weiter. Drei Minuten und 25 Sekunden vor dem Start werden die Aktuatoren erprobt. Die Triebwerke werden dazu in einem vorprogrammierten Schema hin und her geschwenkt. Die Crew kann die Bewegung fühlen, es gibt aber an Bord kein Instrument, das diesen Vorgang anzeigt. Zwei Minuten und 55 Sekunden vor dem Liftoff erreicht der Sauerstofftank seinen Betriebsdruck.

Eine Minute und 57 Sekunden vor dem Start ist es auch beim Wasserstofftank so weit. 16 Sekunden vor dem Start wird die Startplattform mit riesigen Wassermengen geflutet. Das ist notwendig um die immense Schallenergie und die Vibrationen zu dämpfen. 10 Sekunden vor dem Start werden die Burn-off flares gezündet. Sie erzeugen direkt unter den drei Triebwerksglocken einen Funkenstrahl. Laien halten diese Flares für den Zünder, denn es wirkt

so, als würde man die Triebwerke von unten mit einer Lunte anbrennen. Tatsächlich haben sie aber keinerlei Funktion für die Triebwerke. Ihre Aufgabe ist es, überschüssigen Wasserstoff, der aus den Druckregelventilen, den Bleed Valves, abgelassen wird, abzubrennen damit keine explosive Knallgas Mischung unter dem Shuttle entsteht. Drei Sekunden vor der Zündung sendet der Bordcomputer das Kommando Start Enable zum MEC. Der schließt daraufhin die Bleed Valves und erwartet das Startkommando. 6,6 Sekunden vor dem Liftoff geben die Shuttle-Bordcomputer den Startbefehl an den MEC. Der löst daraufhin augenblicklich die Startsequenz aus. Er beginnt mit Triebwerk drei, dann zwei, dann eins. Die Startsequenz wird mit einer Zeitdifferenz von 120 Millisekunden eingeleitet, um die Strukturbelastung auf den Shuttle so niedrig wie möglich zu halten. Die Einleitung beginnt mit der Öffnung des Haupt-Treibstoffventils.

Dieser Vorgang dauert sechs Zehntelsekunden. Der Wasserstoff strömt jetzt in die Hochdruck-Turbine. Die läuft automatisch hoch, allein durch ihre latente Eigenwärme. Durch diesen Vorgang entsteht nun eine thermodynamische Instabilität, die Fuel System Oscillation. Dieser Vorgang ist extrem kritisch. Es ist die hohe Kunst der Triebwerksingenieure, diese Oszillationen zu meistern. Der Ablauf ist dabei folgender: Wenn der superkalte Wasserstoff in die Düsenwand der Schubkammer strömt, wird er durch die Eigenwärme der Düse schlagartig expandiert. Er blockiert dadurch den Weiterfluss des Treibstoffs, ja er sorgt sogar dafür, dass der Treibstoff für einen Moment wieder zurück fließt. Das Resultat ist ein pulsierender Treibstoff-Fluss mit instabilem Druck und einer Frequenz von 2 Hertz. Die Oszillation nimmt mit starken Schwankungen zu, und erreicht nach 0,25, 0,75 und 1,25 Sekunden seine Spitzen. Erst wenn der Druckaufbau in der Hauptbrennkammer beginnt, das ist 1,5 Sekunden nach dem Öffnen des Hauptventils der Fall, stabilisiert sich die Oszillation.

Gleichzeitig mit der Öffnung des Hauptventils werden auch die beiden Zünder scharf gemacht. Die Zündung erfolgt bei der zweiten Oszillationsspitze, 0,75 Sekunden nach dem Öffnen des Treibstoffventils. Während des Zündprozesses und des Schubaufbaues laufen hoch komplexe thermodyna-



Während es fliegt wird das Triebwerk geschwenkt, um das Raumfahrzeug zu steuern. Interessant ist hier, dass das Triebwerk, obwohl es eine Brennkammertemperatur von 3.300 Grad Celsius aufweist, außen gefroren ist. Dies bewirkt der flüssige Wasserstoff, der durch die Röhren in der Düsenwand fließt. Im Weltraum setzt sich natürlich kein Eis an, das ist ein typischer Effekt bei einem Bodentest.

mische Vorgänge ab, mit deren Beschreibung man alleine dieses Buch komplett füllen könnte. Weitere hoch komplexe Prozesse, die zusätzlich ablaufen, wie etwa der Chillydown der Triebwerke, können hier aus Platzgründen ebenfalls nicht beschrieben werden. Das Zündsystem ist im oberen Dom der Brennkammer angebracht. Diese Zünder sind eine Mischung aus funkensprühender Wunderkerze, Flammenwerfer und Schneidbrenner. Sie arbeiten nur für etwa drei Sekunden. So lange, bis sich der Brennvorgang stabilisiert hat. Der MEC drosselt in der Oszillationsphase die Ventile in ganz genau definierten Öffnungsgraden und fährt sie wieder hoch, um das in dieser Phase äußerst sensible Gleichgewicht der Kräfte unter Kontrolle zu halten. Wie ein Autorennfahrer in einer empfindlichen Rennmaschine, der mit wippendem Gasfuß die optimale Drehzahl hält. Die Ventile öffnen und schließen sich in hunderstel-Sekunden-Abständen. Es ist ein Spiel mit den Urgewalten. Sollten die Oszillationen aus dem Ruder laufen, wird aus dem Raumfahrzeug und der Startanlage in Sekundenbruchteilen ein flammendes Inferno. 4,5 Sekunden nach dem start enable-Kommando des MEC laufen die Triebwerke stabil mit einem Wert von etwa 90 Prozent der Nominalleistung. Jetzt verbleiben noch 2,1 Sekunden bis zum Liftoff. Diese Zeitspanne dient dazu, die laufenden Triebwerke eingehend zu testen. Während dieser Testzeit kann der MEC den Start jederzeit abbrechen. Noch während dieser Testphase werden die Triebwerke von den Aktuatoren in die Null-Position gefahren. Dann ist der „launch commit“ erreicht. Der Point of no return. Die Shuttle-Hauptcomputer im Cockpit geben den Befehl zum Sprengen der acht Haltebolzen. Im selben Moment zünden auch die Feststoffmotoren und das Shuttle hebt ab.

Liftoff

Vier Sekunden nach dem Abheben ist der Startturm passiert und das Shuttle bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von etwa 80 Kilometer pro Stunde. Erst jetzt werden die Triebwerke auf 104,5 Prozent Leistung hochgefahren. Der etwas moderatere Anfangsschub wurde gewählt, um die akustischen Lasten, und damit den Stress auf das Fahrzeug, niedrig zu halten und die Startanlagen zu schonen. Sieben Sekunden nach dem Start ist das Shuttle etwa 140 Kilometer pro Stunde schnell. Jetzt führt das Raumfahrzeug sein charakteristisches Roll-, Gier- und Nickmanöver durch, mit dem es sich in den Flugweg für den gewünschten Orbit begibt. Gut sichtbar für den Beobachter am Boden ist dabei vor allen Dingen die Drehung der gesamten Kombination um die Vertikalachse,

das Rollmanöver. Gleichzeitig beginnt das Shuttle allmählich, sich auf den Rücken zu legen. Dieses Manöver dient gleichzeitig als Kommunikationscheckpunkt zwischen der Besatzung und Mission-Control. Im Moment des Abhebens wird nämlich die Flugüberwachung vom Kennedy Raumfahrtzentrum nach Houston übergeben. Der Capcom in Houston meldet sich bei der Besatzung mit den Worten: „Discovery, roll manoeuvre“ und die Besatzung wird bestätigen „Roger, roll“ und Sekunden später: „Roll manoeuvre complete“. Diese Mini-Unterhaltung ist vom Informationsgehalt sinnlos, da alle wissen, was stattfindet und der ganze Prozess ohnehin automatisch abläuft. Dieser ritualisierte Informationsaustausch dient lediglich dem Testen der Sprechverbindung zwischen Houston und dem Shuttle. Das Shuttle gewinnt jetzt schnell an Fahrt, bewegt sich aber noch in den dichten Luftschichten. Um den aerodynamische Belastung niedrig zu halten, werden die Triebwerke jetzt herunter gefahren. Der Zeitpunkt dafür ist bei jeder Mission ein wenig anders, aber das „throttle down“, das von der Besatzung nach Houston gemeldet wird, geschieht etwa 30 Sekunden nach dem Abheben. Die Schubleistung der Haupttriebwerke beträgt jetzt nur noch zwischen 70 und 74 Prozent, je nach Missionsanforderung. Bei manchen Missionen geschieht das auch abgestuft. Zunächst 80 Prozent dann 67 Prozent. Beim Erreichen des „Maximum aerodynamic pressure“, etwa 60-70 Sekunden nach dem Liftoff, durchbricht das Shuttle die Schallmauer. Danach werden die Triebwerke wieder auf 104,5 Prozent hoch gefahren. Die Besatzung bekommt die Freigabe dafür von Houston mit den Worten „Go at throttle up“. Auch das ist weniger eine Anweisung, denn nach wie vor läuft alles automatisch, als vielmehr die Meldung, dass erneut ein Meilenstein des Starts erreicht ist. Zwei Minuten und fünf Sekunden nach dem Abheben beginnt die „SRB separation sequence“, die Trennung von den „Solid Rocket Boosters“, den mächtigen Feststoffraketen, die bis zu diesem Zeitpunkt für den Hauptschub gesorgt haben. Dieses Ereignis sorgt dafür, dass innerhalb eines Momentes die Beschleunigung von 2,3 g auf 1 g fällt. Für die Crew fühlt sich das an, als würden sie mit hoher Geschwindigkeit in eine Wand fahren. Im Shuttle ist es nun, nach-



Lift Off! Interessant die blaue Flamme, die der Wasserstoff erzeugt. Die Shuttle-Triebwerke laufen übrigens, sieht man vom Lärm mal ab, äußerst umweltfreundlich. Das einzige Abfallprodukt ist reiner Wasserdampf. Und nachdem im Text mal von der Reihenfolge der Triebwerke gesprochen wurde. Triebwerk eins ist das Center-Triebwerk, Triebwerk zwei ist links und Triebwerk drei ist auf der rechten Seite.



Hier kann man die Urgewalt ahnen.
Ein Space Shuttle Haupttriebwerk
beim Abnahmetest.

dem die Feststoffrakete abgeworfen sind, wesentlich leiser und vibrationsärmer geworden. Die Besatzung hört nun fast keinen Lärm mehr, nur das Summen der Turbomaschinerie 35 Meter unter sich, und das Geräusch der APU's, der drei Gasturbinen, die den Shuttle in dieser Flugphase mit Strom versorgen. Doch langsam bauen sich jetzt die g-Lasten wieder auf, umso mehr, je leichter das Shuttle wird. In den ersten beiden Flugminuten ist die Steuerung der gesamten Kombination hauptsächlich über die schwenkbaren Düsen der Feststoff-Motoren ge-

laufen. Nun, nachdem die weg sind, übernehmen die Shuttle-Haupttriebwerke die Lagekontrolle. 5 Minuten und 47 Sekunden nach dem Abheben beginnt das zweite Rollmanöver. Während bislang die Besatzung quasi mit den Köpfen nach unten hing, dreht sich jetzt die gesamte Kombination in die „Heads up“ Position. Das ist notwendig, damit die Telemetrie an die Datenrelay-Satelliten der NASA übertragen werden kann, die weit über dem Shuttle kreisen. Der riesige Tank würde die Funkverbindung hemmen. 7 Minuten und 30 Sekunden in der Mission haben die Andruckkräfte wieder 3 g erreicht. Die Masse des Raumfahrzeugs nimmt ja wegen des verbrauchten Treibstoffs weiterhin ständig ab, und die Beschleunigung daher ständig zu. Um jetzt das Fahrzeug davor zu schützen, strukturelle Limits zu überschreiten, und die Besatzung nicht über Gebühr zu belasten, wird das Schubniveau ganz allmählich zurück gefahren.

6 Sekunden vor Brennschluss sind die Triebwerke praktisch beim „Leerlaufschub“ von 67 Prozent angekommen. 8 Minuten und 30 Sekunden in der Mission ist die Arbeit der Haupttriebwerke getan. „MECO“, Main Engine Cutoff, meldet die Besatzung jetzt nach Houston. 18 Sekunden, nachdem die Triebwerke ihre Arbeit eingestellt haben, wird der große Außentank abgeworfen. Er tritt nach etwa 45 Minuten wieder in die Erdatmosphäre ein, und verglüht über dem Zentralpazifik. Jetzt sind noch über 2 Tonnen Treibstoffe in den Triebwerken und Leitungen, die jetzt über Bord gepumpt werden. Dabei werden Sauerstoff und Wasserstoff getrennt abgelassen. Der überschüssige Wasserstoff durch ein Ventil an der Seite des Orbiters, der überschüssige Sauerstoff direkt durch die Triebwerksdüse.




Ein Shuttletriebwerk dient am Kennedy Space Center als begehbare Touristenattraktion

Donnerndes Comeback

Während des Shuttle-Programms haben sich die Haupttriebwerke trotz ihrer unglaublichen Komplexität als äußerst zuverlässig erwiesen. Bei den bisherigen 114 Missionen ist es nur zu einem einzigen Triebwerksausfall gekommen, und der wurde nicht durch einen Fehler des Motors verursacht, sondern durch einen defekten Sensor. Auch bei dieser Mission wurde aber trotzdem ein Orbit erreicht. In der Vorbereitung für die „Return to Flight-Mission“, wie die NASA den Einsatz von Eileen Collins und ihrer Crew nannte, wurde das Testprogramm für die Feststoffraketen und die Haupttriebwerke verdoppelt, obwohl keines der beiden Systeme etwas mit dem Absturz der Columbia zu tun hatte. Und obwohl die Flugrate nach dem Columbia-Unfall sinkt, wurden die Testzeiten erhöht. Es wurde sogar wieder ein zweiter Teststand in Betrieb genommen, auf dem die Triebwerke erprobt werden. Auf beiden Anlagen finden heute etwa 50 Versuche pro Jahr statt. Vor der Columbia-Katastrophe war nur noch ein Teststand in Betrieb gewesen. Während der Entwicklungszeit des Shuttle dagegen waren es vier gewesen. Die Haupttriebwerke des Space Shuttle, obwohl schon vor über 30 Jahren entwickelt, sind ein wesentlicher Faktor für die Space Exploration Initiative als Antriebselement eines vom Shuttle-System abgeleiteten Schwerlastträgers. Deswegen kann man davon ausgehen, dass die Haupttriebwerke des Shuttle, konzipiert in den siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts, noch bis in die Mitte des 21. Jahrhunderts im Einsatz bleiben werden.

Eugen Reichl



Fluchtturm der Sojus-Rakete für das bemannte Sojus-System 

VON FLUCHTTÜRME UND SCHLEUDERSITZEN

Anders als das Space Shuttle wird das amerikanische Raumfahrzeug der nächsten Generation, das Crew Exploration Vehicle, kurz CEV, wieder über ein vernünftiges System verfügen, mit dem man die Besatzung im Notfall in Sicherheit bringen kann. Der nachfolgende Beitrag beschäftigt sich mit den Rettungsmöglichkeiten vor und während des Starts eines Raumfahrzeugs bis zum Erreichen der Umlaufbahn. Und wir beginnen mit unserer Geschichte gut zwei Jahrzehnte in der Vergangenheit...

Es ist der 26. September 1983. Ort: Der sowjetische Raumflughafen Baikonur in Kasachstan, 22 Minuten vor Mitternacht. Auf der Startrampe steht eine Trägerrakete des Typs Sojus U, an der Spitze das Raumschiff Sojus T-10 mit dem 43-jährigen Kommandanten Gennadi Mikhailovich Strelakow und dem 36-jährigen Bordingenieur Wladimir Georgiyewich Titov.

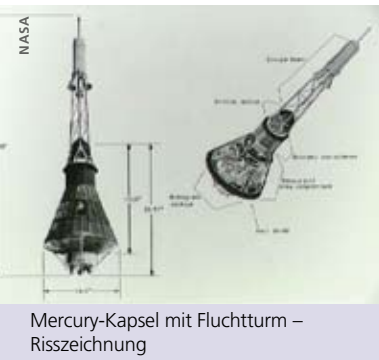
Die beiden sind eine unglückliche Crew. Fünf Monate zuvor waren sie bereits zusammen mit ihrem Kollegen Alexander Serebrov in Sojus T-8 aufgebrochen, mit dem Auftrag die neue Raumstation Salyut 7 zu bemannen. Wenige Minuten nach dem Abheben war es aber beim Abwurf der Nutzlastverkleidung zu einer Kollision mit dem Raumschiff gekommen, und die Antenne des Igla-Rendezvous-Systems war abgebrochen. Damit konnte kein automatisches Docking mit der neuen Raumstation mehr durchgeführt werden. Auch das manuelle Anlegemanöver misslang bei mehreren Versuchen. Schließlich

war der Treibstoff aufgebraucht, und zwei Tage nach dem Start beorderte die Missionskontrolle die drei Kosmonauten unverrichteter Dinge zur Erde zurück.

Nun also der zweite Versuch. Der Countdown nähert sich langsam dem Startzeitpunkt. Noch eine knappe Minute. Die in der Kapsel eingeschlossenen Kosmonauten können nicht nach außen sehen, denn beim Start ist das Sojus-Raumschiff an der Spitze der Rakete von einer Verkleidung umgeben, einer metallenen Schutzkappe, die erst während der Brennphase der zweiten Stufe in 120 Kilometer Höhe abgeworfen wird. Eben jene Verkleidung, mit der sie im April Pech hatten. Nur an den Geräuschen ist erkennbar ob alles seinen geregelten Lauf nimmt. An den Geräuschen, und am Funkverkehr mit der Bodenstation. Und jetzt, eine Minute vor dem Start, das können die beiden Kosmonauten deutlich wahrnehmen, stimmt beides nicht mehr. Im Hintergrund des Sprechfunkverkehrs macht sich ein zunehmend aufgeregter Tonfall bemerkbar. Viele Menschen reden offensichtlich schnell durcheinander. Dagegen meldet sich der CapCom, der Verbindungsmann zur Mannschaft, überhaupt nicht mehr. Noch alarmierender aber sind die Geräusche von außen. Die bis zum Rand mit Treibstoff beladene Rakete ist ein guter Schalleiter und das zunehmende Brodeln und Knattern ist eindeutig: Feuer. Ein großes Feuer.

Strekalov blickt zu Titov hinüber. Der schaut zurück. Ihr Blick trifft sich nur einen kurzen Moment. Dann beginnen sie in fliegender Hast ihre Gurte festzuzurren so stark sie eben können. Und fasst im selben Moment passiert auch schon, was sie haben kommen sehen: Eine Riesenfaust presst sie in die Sitze. Für mehrere Sekunden wirkt eine Beschleunigung von 20 G auf die beiden Piloten. Die Nutzlastverkleidung fliegt weg, fast gleichzeitig schneidet eine Sprengschnur das Orbitmodul wie eine Guillotine von der Mannschaftskapsel. Der Fallschirm öffnet sich und nur Sekunden später ist mit einem Schlag auch schon der Boden der kasachischen Steppe erreicht. Der kürzeste bemannte Flug in der Geschichte der Raumfahrt ist zu Ende. 700 Meter von der Startrampe entfernt, auf der die Trägerrakete in lodernden Flammen steht.

Strekalov und Titov haben ein leichtes Wirbelsäulentrauma erlitten, sind ansonsten aber unverletzt. Sie werden in das Hospital von Tyuratam gebracht, aber nach einem Tag wieder entlassen. Zum ersten Mal in der Geschichte der Raumfahrt ist eine Besatzung mit einem Fluchtturm gerettet worden.



Mercury-Kapsel mit Fluchtturm – Risszeichnung

Projekt Merkur – die Geburt des Rettungsturms

In den frühen Tagen des Raumfahrtprogramms, im Projekt Mercury, wurde eine Konstruktion erdacht, welche Jahre später auch die Russen für ihre Sojus-Raumschiffe übernahmen, und die jetzt für das Crew Exploration Vehicle, also dem Nachfolger des Shuttle, eine Renaissance erlebt: Der „Escape Tower“, der Fluchtturm. Der Fluchtturm ist eine Rettungsrakete die sich an der Spitze der Mannschaftskabine befindet, und im Notfall die Besatzungskapsel aus dem Gefahrenbereich bringt. Im Projekt

Mercury konnte der Astronaut von dem Zeitpunkt an, an dem die Bodencrew das Startgelände verlassen hatte, also etwa 40 Minuten vor dem Start, bis zum Erreichen einer Höhe von 30 Kilometern den Rettungsturm aktivieren. Sollte danach etwas mit der Rakete geschehen, dann konnte er sein Raumfahrzeug einfach vom Träger abtrennen, in dem er die Bremsraketen zündete (und sie zur weiteren Beschleunigung, und nicht zum abbremsen verwendete) und in einer ballistischen Bahnkurve zur Erde zurückkehren.

Wenn der Fluchtturm bei einer Mission nicht benötigt wurde, dann wurden planmäßig in einer Höhe von etwas über 30 Kilometer kleine Sprengbolzen gezündet, die den Turm von der Kapsel trennten. Gleich darauf wurden die Raketenmotoren des Turms aktiviert und der Tower verließ das Raumfahrzeug, das ihn nun nicht mehr brauchte. Der Rettungsturm war in diesen ersten Tagen der bemannten Raumfahrt eine unabdingbar notwendige Maßnahme, um die Sicherheit der Astronauten zu gewährleisten. Im Projekt Mercury wurden als Trägerfahrzeuge die ballistischen Mittelstreckenrakete Redstone und die Interkontinentalrakete Atlas verwendet. Beide Typen hatten eine Zuverlässigkeitsquote von kaum 90 Prozent. Im Schnitt explodierte jede zehnte Rakete, kam vom Kurs ab oder erreichte aus anderen Gründen das Missionsziel nicht.

Der 10-Zentimeter-Raumflug

Die Sache mit dem Fluchtturm klappte allerdings nicht von Anfang an. Der erste Einsatz des Escape Towers war für die NASA ein ziemlich beschämendes Ereignis. Am 21. November 1960 stand eine unbemannte Redstone-Rakete auf der Rampe, bereit zum Flug MR-1, dem ersten Testflug der Mercury-Kapsel. Der Countdown verlief planmäßig und exakt um 9 Uhr vormittags zündete das Triebwerk der Rakete wie vorgesehen. Der Motor erwachte brüllend zum Le-

ben, aber erstarb schon eine knappe Sekunde später wieder. Für einen Moment senkte sich Stille über den Startkomplex 56, nur die Rauchwolke der so abrupt unterbrochenen Zündung trieb langsam in Richtung Strand. Im Blockhaus, keine 200 Meter entfernt, hatten die verblüfften Ingenieure beobachtet, wie der Booster einige Zentimeter abhob und sich dann wieder zurück auf seine Steuerflößen setzte und jetzt leicht hin und her schwankte.

Und dann, im Moment des Zurücksetzens auf den Starttisch, zischte der Fluchtturm von der Kapsel weg, so als wäre der Start völlig normal verlaufen, und der Tower würde nun nicht mehr benötigt werden. Die Kapsel aber blieb auf dem immer noch gefährlich schwankenden Projektil zurück. Der Feststofftreibsatz beförderte den Tower in eine Höhe von 1.300 Metern und das Gerät landete 400 Meter vom Startturm entfernt am Strand. Drei Sekunden nachdem sich der Rettungsturm aus dem Staub gemacht hatte, poppte der Stabilisierungsfallschirm aus der Kapselspitze. Gleich danach wurde der Hauptfallschirm ausgeworfen, gefolgt vom Reservefallschirm, und schließlich hingen beide Schirmkappen schlaff an der Rakete herunter. Es sah aus, als hätte eine Hausfrau zwei riesige Lappen zum Trocknen herausgehängt. Es war der peinlichste Vorfall des gesamten Mercury-Programms. Es wurde nie vollständig geklärt, warum einer ganz offensichtlichen Notsituation, nämlich einem Startabbruch bei dem die Rakete nur durch einen unglaublichen Zufall nicht explodiert war, diese groteske Karikatur der normalen Landesequenz folgte. Das Corps der Mercury Astronauten verfolgte das eigenartige Ereignis *life*, und die sieben Männer verließen den Ort des Geschehens mit betretenen Gesichtern.

Erster Einsatz des Fluchtturms

Den ersten und einzigen Einsatzfall erlebte der Mercury-Fluchtturm am 25. April 1961 um 11:15 vormittags, nur wenige Tage nach Juri Gagarins erstem bemannten Orbitflug. An diesem Tag war die Mission Mercury-Atlas 3 angesetzt, der vierte Testflug der Kapsel, und der erste, bei der die Atlas als Träger eingesetzt wurde. Der Flug war unbemannt, aber alle Kapselsysteme waren so funktionsfähig, als wäre ein Astronaut an Bord.

Der Start verlief zunächst normal, aber 40 Sekunden nach dem Abheben kam die Atlas vom Kurs ab, als das Pitch- und Rollprogramm der Rakete wegen eines



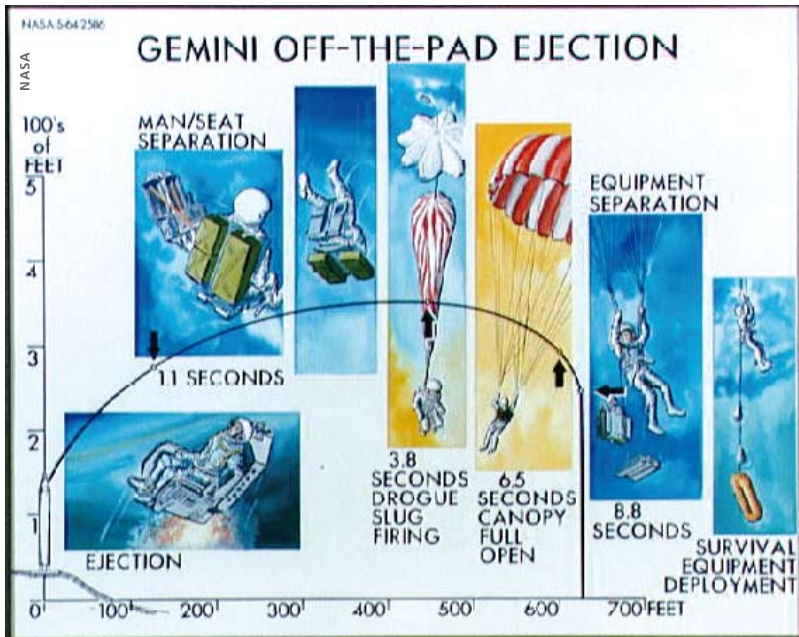
Der verunglückte Flug der Mercury-Redstone 1

Softwarefehlers nicht eingeleitet wurde. Anstatt auf eine Bahn nach Osten über das Meer hinaus einzuschwenken, stieg die Rakete weiterhin senkrecht in den Himmel. Das hätte bei einem Triebwerksversagen eine Gefahr für die Ortschaften Cap Canaveral, Titusville und Merrit Island bedeutet, und so musste der Sicherheitsingenieur gemäß seinen Weisungen die Rakete sprengen, solange sie noch über dem Gelände der Cap Canaveral Air Force Station war.

Doch diesmal arbeitete das Rettungssystem perfekt. Der Escape Tower brachte die Mercury auf 8000 Meter, der Fallschirm entfaltete sich, und die Kapsel sank unweit des Strandes ins Wasser. Sie war unbeschädigt, musste nur gesäubert und ein wenig auf Vordermann gebracht werden, und kam einige Wochen später bei der Mission Mercury Atlas 4 erneut zum Einsatz. Von der Trägerrakete aber, es war übrigens ausgerechnet der 100. Einsatz, ein Jubiläumsflug also, blieb kaum ein Stück übrig.

Wostok und Woschod – Mit Rettungssystem und ohne

Das russische Raumfahrzeug der ersten Generation – Wostok – war anders als sein amerikanisches Gegenstück, nicht mit einem Rettungsturm ausgestattet. Stattdessen verfügte der Wostok-Kosmonaut für den Fall eines Startabbruchs über einen Schleudersitz. Die Starts der fünf bemannten Wostok-Missionen verliefen einwandfrei, so dass der Sitz in dieser Phase nie eingesetzt werden musste. Die Landungen der Wostok-Kapsel waren aber eisenhart, und so zogen es einige der Piloten vor, bei der Landung lieber den Schleudersitz zu betätigen, als in der Kapsel zu bleiben. Juri Gagarin etwa schloss seinen Raumflug als Fallschirmspringer ab. Für das Raumschiff Woschod, dem Nachfolgemodell der Wostok, trieben die Sowjets ein gefährliches Spiel mit der Sicherheit der Insassen. Woschod war das Gegenstück zum amerikanischen Gemini-Raumschiff, und hier wurde auf ein Startrettungssystem verzichtet, um Platz für zwei oder drei Kosmonauten zu schaffen. Die Woschods bekamen lediglich ein zweites Bremsraketenpaket verpasst, ein weiser Entschluss, wie sich zeigen sollte, der den Kosmonauten Leonow und Beljajew das Leben rettete, nachdem der Flug von Woschod 2 fast im Desaster endete (Bericht in Teil 2 „Rettung aus dem Orbit“). Beide Woschod-Flüge waren ein solches Debakel, dass alle weiteren Einsätze mit diesem gefährlichen System gestrichen wurden.



Das Ablaufschema des Gemini-Rettungsplans

Gemini: Schleudersitz....

Für das Projekt Gemini erwies sich das bewährte Escape-Tower Konzept als zu schwer. Die hier eingesetzte Trägerrakete vom Typ Titan II war nur wenig leistungsfähiger als die Atlas. Für die zweisitzige Gemini hätte der Mercury-Startturm deutlich in der Leistungsfähigkeit verbessert werden müssen. Das hätte aber auch ein erhebliches Mehrgewicht bedeutet, und schon im Projekt Mercury hatte der Startturm annähernd 600 Kilogramm gewogen. Ein noch mal erhöhtes Gewicht hätte die Gemini-Trägerrakete nicht tragen können.

Man fiel daher auf eine Lösung, die den Astronauten gar nicht gefiel, die sie aber immerhin schon aus ihrer Militärfliegerpraxis kannten: Den Schleudersitz. Die Schleudersitze sollten in allen Gefahrensituationen eingesetzt werden, die im Projekt Mercury mit dem Fluchtturm abgedeckt waren. Also am Boden und bis hinauf in eine Höhe von 30 Kilometern und eine Geschwindigkeit von Mach 2,5. In den Bereichen darüber konnte wie bei Mercury das Bremsraketenpaket eingesetzt werden, um die Kapsel von einem eventuell explodierenden Träger zu entfernen. Die Aussicht, bei doppelter Schallgeschwin-

digkeit in der oberen Stratosphäre das Raumfahrzeug mit einem Schleudersitz verlassen zu müssen, oder sich das Rückgrat beim Ausschleudern auf der Rampe zu ruinieren, war für die Astronauten alles andere als beruhigend. Aber der Zeitdruck im Rennen um den Mond war enorm, und so bekam die Firma Weber Aircraft den Auftrag, den ungeliebten Schleudersitz zu entwickeln.

Immerhin bekamen die Astronauten ein unbegrenztes Mitspracherecht bei der Frage, ob und wann der Schleudersitz zu benutzen wäre. Während der Escape Tower des Mercury Programms, und auch später bei Apollo, nicht nur manuell, sondern auch automatisch und ohne Zutun der Astronauten aktiviert werden konnte, oblag die Entscheidung sich aus dem Gemini-Raumfahrzeug heraus zu katapultieren, ausschließlich und alleine der Besatzung. Die Schleudersitze funktionierten dabei als ein einheitliches System. Jeder der beiden Astronauten konnte den so genannten Escape Ring zwischen seinen Beinen ziehen mit der Folge, dass beide Luken weggesprengt und beide Astronauten gleichzeitig von den Raketentreibsätzen in den Sitzen ausgeschleudert würden. Die Zündung der beiden jeweils 2.650 Kilopond starken Treibsätze erfolgte 0,2 Sekunden nach der Aktivierung. Die Brenndauer betrug 0,25 Sekunden, und die Belastung auf die Astronauten betrug 24 g. Ein wahrer „Rückgratbrecher“. Die Abfolge der Vorgänge unterschied sich natürlich entsprechend der Höhe, in der das Ausschleudern erfolgte. Bei einem Ausschuss auf der Startrampe würden sich die Männer 1,1 Sekunden nach dem Verlassen des Raumfahrzeugs von den Sitzen trennen. 2,3 Sekunden nach dem Ausschleudern hätten die Astronauten eine Höhe von etwa 115 Metern erreicht. Dann hätte die so genannte Drogue-Gun gefeuert, die den Stabilisierungsschirm herausgeschossen hätte. Noch in der selben Sekunde hätte sich der neun Meter durchmessende Hauptschirm geöffnet. 10 Sekunden nach einem Launch Pad Abort wären die Astronauten bereits in einer sicheren Landezone etwa 300 Meter von der Rampe entfernt auf dem Boden gewesen.

Für Ausstiege in großer Höhe gab es noch eine Stabilisierungsballete, die verhindern sollte, dass der Astronaut in eine unkontrollierte Trudelbewegung kam. Sie hatte die Form eines Kinderkreisel und sollte in Höhen bis 25 Kilometern eingesetzt werden. Der Fallschirm hätte sich aber trotzdem erst in einer Höhe von etwa 1.800 Metern geöffnet. Trotz der Aversion der Astronauten gegen den Sitz brachte er doch einen zusätzlichen Sicherheitsaspekt in das Programm: Wäre in der letzten Phase der Landung ein Problem aufge-

taucht, beispielsweise ein defekter Fallschirm, dann hätten die Astronauten in diesem Fall abspringen können.

Gemini 6: ...oder lieber doch kein Schleudersitz...

Am Sonntag, dem 12. Dezember bestiegen die Astronauten Walter Schirra und Thomas Stafford ihre Gemini 6-Raumkapsel, die sie zum ersten Space-Rendezvous in die Umlaufbahn bringen sollte. Dort warteten schon die Astronauten Frank Borman und James Lovell in Gemini 7, die acht Tage zuvor von derselben Rampe gestartet waren. Nach einem problemlosen Countdown, präzise um 9:54, Uhr erwachten die beiden Raketenmotoren der Titan II zum Leben. 1,2 Sekunden lang liefen die Triebwerke kreischend hoch, dann wurden sie gurgelnd abgewürgt. Den alten Hasen fiel sofort die Geschichte mit der Redstone im Mercury-Programm wieder ein. Aber diesmal war die Sache kritischer, denn an der Spitze der stotternden Rakete saßen diesmal zwei Männer. Im Raumfahrzeug lief der Mission-Timer an, normalerweise der Hinweis an die Besatzung, daß die Rakete abgehoben hatte. Und dann war wieder Stille, und der Rauch wehte langsam über das Startgelände. Ein déjà vu...

Die atemlos stillen Sekunden, die jetzt folgten, waren die spannungsgeladesten des ganzen Gemini-Programms. Wenn es je einen Zeitpunkt gegeben hätte, die Schleudersitze zu betätigen, um sich schnellstmöglich von dieser hochbrisanten Riesenbombe zu entfernen, dann jetzt. Kenneth Hecht, der Boss des Gemini Rettungs- Lande- und Bergungsbüros, ein Spezialist für Schleudersitze, war überrascht, dass die Crew sich nicht herauskatapultierte. Gemäß den Regeln, die für diese Art von Notfall festgelegt waren, hätte die Mannschaft jetzt genau das tun müssen. Anders als bei der kleinen, relativ steifen Redstone, wäre es bei der Titan II unzweifelhaft zur Katastrophe gekommen, wenn sich das Fahrzeug auch nur fünf Zentimeter von der Rampe erhoben hätte. In der Rakete befanden sich 136 Tonnen hoch explosiver Treibstoffe. Ein Inferno schien sich anzubahnen, aber nichts geschah. Schirra war derjenige, der den „D-ring“ hätte ziehen müssen. Und er entschied sich, das nicht zu tun. Trotz der laufenden Uhr. In diesem Krisenmoment blieb der erfahrene Testpilot gelassen. Schirra verließ sich eiskalt auf seine eigenen Sinne.

Er wusste, dass sich Gemini 6 nicht bewegt hatte, und er wusste, dass die Uhr nicht stimmte. Ohne sonderliche Erregung in der Stimme meldete er sich wenige Sekunden nach dem Shutoff des Triebwerks und gab schlicht und einfach eine technische Meldung durch: „Tankdruck sinkt“. Eine Frage

aber blieb unbeantwortet, und war wohl auch nicht zu beantworten. Als sich Schirra dafür entschied, den Sitz nicht zu feuern, war das seine alleinige Entscheidung, oder war es wieder ein Beleg der Tatsache, dass keiner der Astronauten den ungeliebten Sitz benutzt hätte. Bei einer Pressekonferenz sprach Stafford die enorme Beschleunigung an, der die Astronauten bei Benutzung der Sitze ausgesetzt wären. Auch ein gut trainierter Mann würde mit Sicherheit erhebliche Verletzungen davontragen. Mit der gleichen Frage konfrontiert antwortete Schirra „Wenn dieser Booster hochgegangen wäre, ich meine, wenn er wirklich schon abgehoben hätte, und sich dann wieder zurückbewegt hätte, dann hätte es keine Frage gegeben. Nur eine Wahl: Tod oder Schleudersitz“.



Eine frühe Version des Startturms wird auf eine Apollo-Testkapsel gesetzt

Apollo: Die Renaissance des Fluchtturms

Für das Projekt Apollo kamen Schleudersitze nicht mehr in Frage. Und so wurde die Idee aus dem Mercury-Programm wieder reaktiviert: Der Fluchtturm war wieder das Rettungssystem der Wahl. Aus der relativ schlichten Konstruktion der Mercury-Tage war jetzt aber ein komplexes System geworden: über 10 Meter hoch, über 3,6 Tonnen schwer. Der Fluchtturm hatte jetzt drei Feststoffmotoren, die im Turmgehäuse untergebracht waren. Den eigentlichen „Launch Escape Motor“, der aus vier Düsen am unteren Ende des Zentralkörpers feuerte. Seine Aufgabe war es, das Apollo-Kommandomodul im Notfall von der Trägerrakete wegzureißen. Der Motor leistete für einen Zeitraum von 3,2 Sekunden einen Schub von etwa 70 Tonnen.

Der zweite Motor war der „Tower Jettison Motor“, mit zwei Düsen, die etwa in der Mitte des Startturms saßen. Seine Aufgabe war es, den Startturm und die Schutzverkleidung der Apollo-Kapsel entweder nach Beendigung eines Notfalleinsatzes oder aber nach einem normalen Start, bei dem der Turm nicht benötigt wurde, vom Raumfahrzeug zu entfernen. Er leistete einen Schub von 15 Tonnen und hatte eine Brennzeit von etwa einer Sekunde.

Und dann gab es noch ein drittes Triebwerk, den so genannten „Pitch Control Motor“ in der Spitze des Turms. Er wurde benötigt, um den Kurs der Kombination aus Fluchtturm und Mannschaftskapsel im Notfall zu än-

dern, weg von der Trägerrakete. In seiner Brennzeit von etwa einer halben Sekunde lieferte er einen Schub von 1,2 Tonnen. Der Apollo-Fluchtturm konnte durch die Astronauten selbst ausgelöst werden, wann immer sie sich in Gefahr glaubten. Der Startturm war etwa 40 Minuten vor dem Start scharf und ab dann nutzungsbereit. Es gab aber auch die Möglichkeit der automatischen Auslösung, die von den Astronauten nicht beeinflusst werden konnte. Sie wäre dann in Aktion getreten, wenn in der ersten oder zweiten Stufe der Saturn 5 zwei oder mehrere Triebwerke ausgefallen wären, oder die Fluglage der Rakete die nominellen Parameter erheblich überschritten hätte. Der automatische Modus lief vom Abheben bis 100 Sekunden nach dem Start. Er konnte aber auch dann jederzeit von den Astronauten auch manuell ausgelöst werden. Wenn kein Notfall auftrat, wurde der Launch Escape Tower in einer Höhe von etwa 90 Kilometern, oder etwa 30 Sekunden nach der Zündung der zweiten Stufe, wie vorgesehen abgetrennt. Alle weiteren Notfallmodi konnte das Apollo-Raumschiff danach mit dem eigenen Bordtriebwerk bewältigen.

Im Shuttle chancenlos

Wäre so etwas im amerikanischen Shuttle-Programm passiert, die Astronauten hätten kaum eine Chance gehabt. Nicht nur ist die dort verwendete Treibstoffkombination wesentlich reagibler (Sauerstoff und Wasserstoff statt Kerosin und Sauerstoff). Auch das Rettungsverfahren ist komplexer und wesentlich umständlicher als bei den Russen. Wenn an den Rampen 39 A oder B eine Minute vor dem Start ein Feuer ausbricht, dann muss folgendes passieren um die Mannschaft in Sicherheit zu bringen: Der Missionsspezialist 3, das ist der Astronaut, der im Unterdeck des Shuttle neben der Einstiegs Luke sitzt, muß eine Abdeckklappe öffnen, zwei Sicherungsstifte entfernen, und kann dann mit einer Dreh- und Ziehbewegung die Luke aufsprengen. Dieser Vorgang dauert etwa zwanzig Sekunden. Nun müssen sich die Astronauten abschnallen. Vier der Besatzungsmitglieder befinden sich im Oberdeck. Es ist alles andere als leicht in den sperrigen Druckanzügen im aufrecht stehenden Orbiter in das Unterdeck hinüberzuklettern (das jetzt in der gleichen Ebene ist, aber durch eine Öffnung vom Unterdeck getrennt). Eine geübte Crew kann das aber in



Vorbereitung des „High Altitude Abort Tests“ in White Sands auf einer Little Joe II Rakete.



Bail-out-Training. Das Egress-Pole System ist hier nur angedeutet.

neunzig Sekunden schaffen. Danach müssen sich die Astronauten auf allen Vieren durch die Luke ins Freie zwängen. Wieder vergehen 90 Sekunden. Jetzt können die Astronauten nur hoffen, dass der Access-Arm, der eine Minute vor dem Start bereits weggeklappt ist, von der Missionskontrolle wieder an den Shuttle herangefahren werden konnte. Ist das so, dann müssen sie die Gantry entlanglaufen, bis sie zu den „Slides“, den Rutschen, gelangen. Es gibt sieben Stück davon, verteilt über den Startturm. In jedem der Slides ist eine Art Korb befestigt. In jedem der Körbe können maximal drei Astronauten Platz nehmen. Sechzig Sekunden nachdem der letzte Astronaut aus dem Shuttle gekrabbelt ist, könnten alle in den Körben sitzen. Und dann rasen sie an dieser Seilbahn mit 100 Kilometer pro Stunde 50 Meter tiefer und 350 Meter weiter in eine Art Fangnetz. Das dauerte zehn Sekunden. Am Fangnetz, hinter einem Erdwall, wartet ein M113 Transportpanzer auf die Besatzung. Er ist unbemannt, die Tür ist offen. Dieses Fahrzeug müssen sie nun erklimmen, den Motor anlassen, und damit zum Unterstand fahren, der ihnen schließlich Schutz bietet. Noch einmal vergehen drei, vier Minuten. Der ganze Vorgang, vom Erkennen einer Gefahr, bis zum Schließen der Tür im Schutzbunker ist also kaum in weniger als zehn Minuten machbar. Und hinter den Astronauten brennt sich gerade im Ernstfall das Feuer durch die Wände des Shuttle-Tanks. Die Explosion die dann stattfinden würde, hat die Gewalt einer taktischen Atomwaffe.

Es ist unschwer zu erkennen: Bereits auf der Rampe ist das Shuttle für Astronauten ein sicherheitstechnischer Alptraum. Wo ein russischer Kosmonaut fünf Sekunden nach dem Gefahrenfall in Sicherheit ist, muss der ame-

rikanische Astronaut womöglich in einem flammenden Inferno viele Minuten lang komplexe Vorgänge erledigen und hoffen, dass in dieser Zeit nicht der ganze Laden in die Luft geht. Aber auch wenn es mit dem Abheben geklappt hat, bleibt die Lage kritisch. So haben alle Fehler-Szenarien, die sich mit dem Versagen eines oder beider Feststoff-Booster beschäftigen, unausweichlich ein gemeinsames Ergebnis: Den Tod der Besatzung. Die Katastrophe der Challenger im Jahre 1986 ist das beste Beispiel dafür, als ein Dichtungsring in einem der beiden Booster versagte. Einige Fehlfunktionen in den Haupttriebwerken des Shuttle, darunter auch Triebwerksausfälle in begrenztem Umfang, sind überlebbar. Aber auch sie sind kritisch. Fällt bei einem Shuttle-Start in den ersten Minuten des Starts eines der Haupttriebwerke aus, dann muss ein hochriskantes Manöver mit der Bezeichnung „Return-to-Launch-Site-Abort“ geflogen werden. Niemand weiß, ob der Orbiter diese strukturelle Belastung überstehen wird. Ob er, wenn er die Belastung aushält, auch tatsächlich zum Startplatz zurück kann. Ob die Besatzung, wenn sie es nicht mehr zum Startplatz zurück schafft, auch sicher aussteigen kann. Und ob die Besatzung, wenn sie sicher ausgestiegen ist, nicht in den Sog des Shuttle gerät, und vom Flügel oder dem Leitwerk erschlagen wird. Der Ausstieg aus dem Shuttle in der Luft ist extrem heikel. Es gibt eine Vorrichtung, das so genannte „Egress Pole System“, eine Art langer gebogener Stab, in den sich die Astronauten beim Absprung aus dem Shuttle einklinken müssen, damit sie weit genug vom Fahrzeug entfernt sind, um nicht beim Ausstieg mit Teilen des Orbiters zu kollidieren. Dieses System könnte in einer stabilen Fluglage bei relativ niedriger Geschwindigkeit funktionieren. Wenn das Shuttle aber trudeln sollte, oder sich mit hoher Machzahl bewegt, dann wird – wieder einmal – kaum eine Chance für die Besatzung bestehen. Ausfälle des Haupttriebwerks in späteren Startphasen, etwa zwischen der vierten und siebten Minute nach dem Start, führen zu schwierigen so genannten Trans-Atlantic-Abort, bei denen Flugplätze in



Abseilen aus dem Overhead-Fenster. Das muß benutzt werden, wenn die Luke nicht funktioniert



Im Notfall mit dem M113-Panzer in Sicherheit

Europa oder Nordafrika angefliegen werden müssen. Nur in den wenigsten Fällen dürfte das Shuttle eines der Ausweichziele auch tatsächlich erreichen. Auch in diesen Fällen müsste die Besatzung dann wieder aussteigen. In manchen Szenarien ist auch, unter Ausschöpfung aller Reserven des Orbiters, ein „Orbit Once Around“ möglich, eine Landung in Kalifornien, nach einer knappen Erdumkreisung. Fakt ist aber leider: Die Sicherheitsbilanz des hochkomplexen Systems „Shuttle“ ist mager. Das Shuttle ist, so hat sich gezeigt, nicht sicherer als ein konventionelles Trägersystem. Manche der konventionellen Raketentypen, wie etwa die Atlas oder die Delta 2 haben sogar eine bessere Sicherheitsbilanz als das Space Shuttle.



Launch Pad Abort Demonstration

CEV: Zurück zum Escape Tower

Die traurige Sicherheitsbilanz des Shuttles hat jetzt aber Konsequenzen. Mitte dieses Jahres beginnt die Entwicklung des Shuttle-Nachfolgers, des Crew Exploration Vehicles, kurz CEV. Und bei diesen Fahrzeugen wird die NASA zum einen zu neuen Grenzen aufbrechen, zum anderen aber zum bewährten Design zurückkehren. Die wichtigste Neuerung gegenüber dem Shuttle ist gleichzeitig auch ein Schritt zurück. Es wird es die Rückkehr zur Rettungsrakete geben, wahrscheinlich in der bewährten Form eines Fluchtturms oder als seitlich am Rumpf des Raumfahrzeugs angebrachte Fluchtraketen.

In Vorbereitung auf dieses zukünftige CEV-Sicherheitssystem werden ab der zweiten Hälfte dieses Jahres so genannte Pad Abort Demonstration Tests durchgeführt. Versuche also, bei denen das Absprenge einer Raumkapsel von einer Trägerrakete im Notfall, zum Beispiel einem Brand auf der Rampe, simuliert wird. Die NASA beauftragte für diese Versuche die Firma Lockheed. Es geht dabei darum beim Einsatz eines Fluchtturms oder einer anderen Fluchtraketenkombination eine kontrollierte Fluglage bei der Trennung von der Trägerrakete und der anschließenden Freiflugphase bis zum Öffnen der Fallschirme und bei einem Fahrzeug zu garantieren. Dabei soll auf ein komplexes Lageregelungssystem verzichtet werden. Das Flugprofil beginnt dabei mit dem Feuern der Fluchtrakete für einen Zeitraum von fünf Sekunden, um die Mannschaftskabine von einer (bei diesen Versuchen natürlich simulierten) Trägerrakete wegzusprenge. Sobald das Modell des Crew Exploration Vehicle in sicherer Entfernung von der Rakete ist, würde es eine Gleitflugphase durchführen, und dabei von etwa 1000 Kilometern pro Stunde auf etwa 350 Kilometer pro Stunde abgebremst. Danach öffnet sich ein Cluster von drei Fallschirmen und bringt das Vehikel, so hoffen die Ingenieure, sicher zu Boden. Der Escape Tower ist also wieder in Erprobung, so wie schon vor über vierzig Jahren in den Programmen Mercury und Apollo. Und er wird mit einiger Sicherheit das primäre Rettungsmittel für die Astronauten der NASA in den nächsten vier Jahrzehnten sein.

Eugen Reichl



Inspirierender Rettungsleiter aus dem Film „Verschollen im Weltraum“ („Marooned“, 1969)

RETTUNG AUS DEM WELTRAUM

Das vorangegangene Kapitel beschäftigt sich mit der Frage: Wie können sich Astronauten bei einem Startunfall retten. Die Sache ist schwierig genug. Aber was tun, wenn die Umlaufbahn bereits erreicht ist, und dann ein irreparabler Schaden am Raumschiff auftritt?

Es ist der 16. März 1966. Ort: 264 Kilometer über Indochina, westlich von Birma. Vor wenigen Stunden ist Gemini VIII von Cap Canaveral aus gestartet und hat sich auf die Jagd nach dem Zielsatelliten gemacht. Die Aufgabe von Mission-Commander Neill Armstrong und dem Piloten David Scott lautet: Durchführen des ersten Docking-Manövers in der Geschichte der Raumfahrt. Nun ist der Zielflugkörper erreicht und schwebt nur noch wenige Meter vor der Gemini-Kapsel. Das „Docking-Target“, eine modifizierte Agena-Oberstufe, war um 10 Uhr vormittags vom Startkomplex 14 an der Spitze einer Atlas erfolgreich in den Orbit gebracht worden. 101 Minute später folgte Gemini VIII vom Startkomplex 19. Das war sechs Stunden und 33 Minuten her.

Bald nach dem Start der Agena hatte es einige kleinere technische Probleme gegeben. Ein Steuerungsprogramm, das Houston an das Docking-Ziel gesendet hatte, war von dessen Computer nicht bestätigt worden. Die Flugcontroller hatten jetzt Bedenken, dass sich das Lagekontrollsystem möglicherweise unerwartet verhalten könnte. Zur Zeit der Gemini-Flüge gab es nur kurzzeitig direkten Kontakt zwischen dem Raumfahrzeug und dem Kontrollzentrum in Houston. Datenrelay-Satelliten existierten noch nicht, und die Kommunikation lief über Bodenstationen und Funkschiffe, die den empfangenen Nachrichtenverkehr per Kurzwellen nach Houston sendeten, oder aber direkt

mit der Kapsel sprachen. Kurz bevor sich Gemini VIII aus dem Funkbereich von Tananarife entfernte, und danach für eine Weile ohne Verbindung mit Houston war, meldete sich der Astronaut Jim Lovell, CapCom in Houston, bei Armstrong, um ihn über das mögliche Problem mit der Agena zu informieren:

„Neill, wenn Du in Schwierigkeiten kommst und das Lageregelungssystem der Agena zu spinnen beginnt, dann schalt es ab, und übernimm die Steuerung mit der Gemini“. Mit dieser Warnung im Ohr begannen die beiden Astronauten das Docking-Manöver. Armstrong steuerte Gemini VIII langsam auf den Zielkörper zu, mit einer kaum wahrnehmbaren Fahrt von acht Zentimetern pro Sekunde. „Noch 60 Zentimeter“ funkte er zur Rose Knot Victor, dem Relay-Schiff im Indischen Ozean. Sekunden später: „Flight, wir haben angelegt. War total einfach, keinerlei Oszillationen“. Für einen Moment konnten es die Flugcontroller in Houston kaum glauben, dass alles so gut geklappt hatte. Dann brach ein Tumult los, alle klopfen sich auf den Rücken, stießen Hochrufe aus, schüttelten Hände und grinsten über das ganze Gesicht. Die Agena war so konstruiert, dass sie Befehle sowohl von der Gemini als auch von der Bodenkontrolle empfangen konnte. Scott befahl dem Lageregelungssystem des Zielkörpers die Kombination aus beiden Fahrzeugen um 90 Grad nach rechts zu drehen. Das dauerte fünf Sekunden weniger als die volle Minute, die man zuvor erwartet hatte. Dann gab Scott einen Befehl in den Bordcomputer der Gemini ein, mit dem er ein Aufzeichnungsgerät an Bord der Agena in Betrieb nehmen wollte. Er wandte sich kurz Armstrong zu, und dabei streifte der Blick über sein Instrumentenpanel. Da war etwas nicht in Ordnung. Gemini VIII sollte genau horizontal zur Erdoberfläche liegen, aber der Lagekontrollanzeiger, der so genannte „Ball indicator“, meldete eine Abweichung von 30 Grad. Scott wusste, dass es sinnlos war, zum Fenster hinauszuschauen, um das zu verifizieren. Die Kombination aus Gemini und Agena befand sich im Erdschatten und um sie herum war es Nacht. Und Houston war außerhalb der Funkreichweite.

„Neill, wir drehen uns“ sagte Scott. Er dachte zunächst, dass sein Lageregelungsanzeiger defekt sei, aber ein Blick auf das baugleiche Gerät auf Armstrongs Seite zeigte ihm, dass das nicht der Fall war. Der linke Ball-Indicator zeigte genau die gleiche Abweichung. Armstrong hob die Augenbrauen, zuckte mit der Schulter, zündete kurz die Kontrolltriebwerke und das Rollen hörte auf. Aber nur einen Moment, dann ging es wieder los. Der erste Gedanke galt Lovells Bemerkung von vorhin. Scott schickte ein Kommando zur Agena hinüber, um



David Scott und Neill Armstrong (von links)



Gemini VIII nähert sich dem Zielflugkörper



David Scott und Neill Armstrong (von links)

deren Lageregelungssystem abzuschalten, so wie Lovell es empfohlen hatte. Und tatsächlich, vier Minuten lang war alles ruhig. Jetzt gab Armstrong wieder einen Input an die Kontrolltriebwerke der Gemini, um die Kombination aus den beiden Raumfahrzeugen wieder horizontal auszurichten. Ein Ruck ging durch das Raumschiff, ein Knacken, und die Drehung setzte wieder ein. Und wurde schneller. „Was ist jetzt wieder los“? fragte Scott. Die beiden testeten gerade, welche Belastungen und Verformungen die Verbindung der beiden Raumschiffe tolerieren konnte. Aber das war akademisch geworden. Die Frage lautete nun, ob sie bei diesen wilden Rollbewegungen nicht einfach auseinanderbrach. Während Armstrong mit der Steuerung kämpfte filmte Scott das Verhalten der beiden Vehikel aus seinem Fenster. Der Vorrat an Lageregelungstreibstoff nahm rapide ab, ein deutlicher Hinweis dafür, dass ein defektes Kontrolltriebwerk die Ursache des Problems war. Scott schaltete die Knöpfe ein und aus, Armstrong tat dasselbe. Sie versuchten, das Problem zu isolieren. Aber nichts schien irgendeine Wirkung zu haben. Der Crew nahm an, dass sie von der Agena weg mussten, um die Situation zu analysieren. Scott schaltete die Steuerung zurück zur Bodenstation und Armstrong versuchte, die kombinierten Vehikel so stabil wie möglich zu halten, um sie voneinander zu trennen. „Go“ rief Armstrong, und Scott schlug auf den Trennschalter. Armstrong gab einen langen Retro-Schubimpuls und die beiden Fahrzeuge schoben sich mit einem kräftigen Ruck auseinander. Im selben Augenblick wurde den Astronauten klar, dass es sich bei ihrem Problem um einen Fehler in der Gemini handeln musste, denn sofort nach der Trennung nahm die Rotationsgeschwindigkeit

noch einmal zu. Gemini VIII kam jetzt in die Erfassungsreichweite eines NASA-Bahnverfolgungsschiffes, der Coastal Sentry Quebec. CapCom an Bord dieses Schiffes war James R. Fucci. Und der war beim Blick auf die eingehenden Daten

perplex. Er konnte das Raumschiff nicht elektronisch erfassen. Was er auf sein Anzeigegerät bekam war ein Blinksignal: An, aus, an, aus. Die Trägerwelle der Agena dagegen war stabil. Offensichtlich waren beide Fahrzeuge nicht mehr miteinander gekoppelt, was sie zu diesem Zeitpunkt der Mission eigentlich sein sollten. Fucci wusste nicht, dass das An-aus-Signal entstand, weil das Raumfahrzeug in einer schnellen Rollbewegung war. Nun rief er die Gemini.

Fucci: „Gemini VIII, Coastal Sentry Quebec CapCom. Kommunikationscheck. Können Sie mich hören?“

Scott: „Wir haben hier ein ernstes Problem . . . wir taumeln Ende über Ende und haben eine zusätzliche Rollkomponente. Zunehmend. Wir haben uns von der Agena abgekoppelt“.

Fucci: „Okay. Wir haben eure „Raumfahrzeug entkoppelt“-Anzeige hier. . . . Was ist das Problem?“

Armstrong: „Will rollen und wir können nichts abschalten. Wir rollen nach links. Kontinuierlich und zunehmend“.

Fucci: „Roger“

37 Sekunden vergehen, in der die Daten per Kurzwelle nach Houston gesendet werden. Dann ruft Fucci erneut:

„Gemini VIII. Hier Coastal Sentry Quebec“.

Armstrong: „Warten Sie“.

Scott: „Wir haben gegenwärtig eine wilde Rollbewegung nach links und wir können die Lagekontrolle nicht mehr abschalten. Wir können nicht mehr steuern. Die Handsteuerung blockiert“.

Die Rollrate lag jetzt bei einer Umdrehung pro Sekunde. Armstrong und Scott hatten jetzt Schwierigkeiten das Overhead-Instrumentenpanel zu erkennen, auf dem sich die Aktivierungsschalter für die Steuertriebwerke befanden. Die beiden Astronauten waren nahe ihrer physiologischen Grenze. Ihnen war schwindlig und durch die rasende Rotation war die Wahrnehmungsfähigkeit stark eingeengt. Irgendetwas musste etwas geschehen. „Wir haben jetzt nur noch das Wiedereintritts-Kontrollsystem“, sagte Armstrong.

„Mach voran“ antwortete Scott. Fieberhaft arbeiteten sich die beiden Männer durch die Schalter-Reihen, um das Orbit-Manöversystem stillzulegen und das Wiedereintrittssystem zu aktivieren.

Armstrong probierte die Handsteuerung. Nichts passierte. Scott versuchte es mit der seinen. Wieder nichts. Die Handsteuerung war noch auf den Orbit-Regelkreis geschaltet. Wieder wurden hastig Schalter umgelegt. Dann endlich sprach der Hand-Kontroller an. Langsam bekam Armstrong die Gemini wieder unter Kontrolle. Aber der Preis dafür war hoch. Das Hauptkontrollsystem war jetzt tot, wegen „Burn to depletion“, wie der spätere Untersuchungsbericht vermeldet. Vom Landekontrollsystem waren drei Viertel des Treibstoffs verbraucht. Armstrong schaltete noch einmal auf das nun nutzlose Hauptsystem zurück. Durch vorsichtiges Probieren fand er heraus, was geschehen war: Im Lageregelungstriebwerk Nummer 8 war das Treibstoffventil in der „offen“-Stellung stecken geblieben und hatte ununterbrochen gefeuert. Bis nahezu der gesamte Treibstoff verbraucht war. Die extreme prekäre Treibstoffsituation, die sich jetzt ergab, forderte die augenblickliche Beendigung der Mission. Denn sollte sich jetzt auch nur noch das aller kleinste Problem mit den Kontrolldüsen ergeben, dann hätte die Besatzung keinerlei Möglichkeit mehr, das Raumfahrzeug für die Landung und den gefährlichen Abstieg in die Erdatmosphäre in die richtige Position zu bringen. Missionsdirektor Gene Kranz orderte die sofortige Rückkehr zur Erde an, mit einer Landung im Westpazifik noch während der siebten Erdumkreisung. Für diesen Not-Wiedereintritt hatte Kranz drei Bodenstationen zur Verfügung, über die er jeweils nur für wenige Minuten Kontakt zur Crew hatte: Die beiden Schiffe Coastal Sentry Quebec und Rose Knot Victor und die Station Hawaii 73. Das Raumfahrzeug war in der Dunkelheit über dem Kongo, als der Countdown für die Retro-Zündung begann. Durch das Knistern und Rauschen hörten die Missionskontroller in Houston die von den abgelegenen Sendestationen übermittelten Kurzwellen-Meldungen der Crew:

Scott: „Automatische Retrofire-Sequenz aktiviert“

Armstrong: „Bleibt dran, wir berichten gleich“.

Scott: „Vier Triebwerke auf Auto Retrofire“

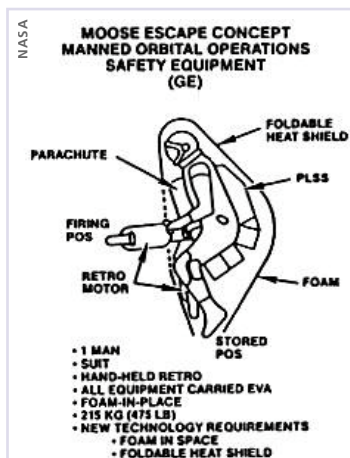
und nach einer langen Pause meldete Armstrong: „Antrieb aus“. Der Abstieg zur Erde hatte begonnen. Über Zentralchina trat Gemini VIII in die Erdat-

mosphäre ein. Armstrong hatte Bedenken, dass er und Scott in irgendeiner abgelegenen Wildnis niedergehen würden, wo niemand sie finden könnte. Der Abstieg aus dem Orbit, der feurige Wiedereintritt und das Öffnen des Pilot- und des Hauptfallschirms verliefen glatt. Als der Landezeitpunkt näher kam fragte Armstrong seinen Partner „Siehst Du irgendwas da draußen?“. Scott blickt in die ersten Spuren der beginnenden Morgendämmerung hinaus und sagte:

„Ich kann nichts erkennen, nur Dunst“, dann gleich darauf schnell: „Oh ja, da ist Wasser. Es ist Wasser“. Zwei Minuten später rief Scott: „Landung. Wir sind in Sicherheit“. Der Flug hatte 10 Stunden und 41 Minuten gedauert. Das Raumfahrzeug war um 5:23 morgens in der See vor Okinawa gelandet. Etwas über drei Stunden später erreichte der amerikanische Zerstörer Mason die Kapsel, und fischte die Astronauten aus dem Wasser.

MOOSE – Absprung aus dem Weltraum

Die Crew von Gemini VIII verdankt ihr Leben einem Prinzip, dem die Ingenieure auch heute noch am häufigsten vertrauen: Der Redundanz. Mehrfach vorhandene, voneinander unabhängige Systeme kombiniert in einem Raumfahrzeug. Beim Ausfall des einen Systems kann das andere übernehmen. Sehr früh dachten die Ingenieure aber auch über andere Rettungsmöglichkeiten nach. Schließlich konnte das Raumfahrzeug ja so schwer havariert sein, daß es evakuiert werden musste. Und hier fiel ihnen zunächst der aus der Militärluftfahrt bewährte Schleudersitz ein. Die Idee bei einem Notfall im Weltraum einen Schleudersitz, oder zumindest etwas Ähnliches zu verwenden, erscheint auf den ersten Blick völlig absurd. Wie soll ein Mensch einen Ausstieg aus einem gestrandeten Raumschiff und den Abstieg zur Erde überleben können, durch nichts weiter geschützt als einem Raumanzug? Zunächst ein Bremsmanöver, exakt ausgerichtet, um dem Orbit zu entkommen, dann die Lageregelung für den Wiedereintritt, auf wenige Grad genau, um nicht zu verglühen, dann den 2000 Grad heißen Abstieg durch die Erdatmosphäre und schließlich als Sahnehäubchen auch noch die sichere Landung an einem Fallschirm.



MOOSE: Konzeptzeichnung



MOOSE: Landung

Unmöglich! Aber manche Techniker waren der Meinung, dass das durchaus funktionieren könnte. Anfang der sechziger Jahre wurden zahlreiche Konzepte für den „Absprung aus dem Weltraum“ entwickelt. Der Ansatz, der den wahrscheinlich größten Wagemut von einem gestrandeten Astronauten erfordert hätte, war MOOSE von General Electric, ein Konzept das mehrere Jahre lang verfolgt wurde. MOOSE war die Abkürzung für Man Out of Space Easiest, wobei das „Easiest“ ein purer Euphemismus war.

Das MOOSE-System war extrem kompakt. Es wog etwa 90 Kilogramm und passte in einen Container von der Größe eines mittelgroßen Reisekoffers. Es bestand aus einem Raketenmotor mit zwei Düsen, ausreichend in der Leistung, um einen Astronauten aus dem Orbit zu bremsen, einer Art Sack aus Mylar von 1,8 Metern Länge mit einem flexiblen, weniger als einen Zentimeter dicken Hitzeschild, zwei Druckkanistern voll mit Polyurethan-Schaum, einem Fallschirm, einer Funkausrüstung und einem Überlebenspaket.

Die Ausgangssituation wäre wie folgt gewesen: Ein Raumschiff, gestrandet im Orbit und keine Chance auf rechtzeitige Rettung von der Erde. Der Astronaut hätte sein havariertes Fahrzeug im Raumanzug verlassen und wäre in das Innere des Mylar-Beutels geklettert. Dann hätte er ein Ventil an den Schaumbehältern geöffnet, das Polyurethan wäre in den Plastiksack geflossen und hätte diesen schließlich vollständig ausgefüllt. Vom völlig in Schaum eingebetteten Astronauten war danach nur noch das Sichtfenster des Raumanzugs zu sehen. Nach dem Aushärten des Materials wäre der Astronaut mit dem Gesicht nach vorne gelegen – vielmehr geschwebt – in Hockstellung, den Hitzeschild im Rücken. Der Pack mit den Retro-Raketen hätte aus dem Sack heraus geragt. Den hätte er nun zünden müssen, um den Eintritt in die Erdatmosphäre einzuleiten. Dann hätte der Astronaut den feurigen Abstieg durch die Atmosphäre, eingehüllt in seinem Schaumstoff-Kokon, absolviert und darauf gewartet, dass sich in einer Höhe von etwa neun Kilometer der Fallschirm automatisch öffnet. An diesem Schirm wäre er dann mit 7,6 Metern pro Sekunde dem Boden entgegen gesunken. Zu schnell für eine sichere Landung, aber der Schaumstoff hätte den Aufprall abgemildert. Für den Fall, dass der Astronaut im Wasser niedergehen sollte, hätte es ein kleines aufblasbares Rettungsfloß gegeben. Und schließlich war der gestrandete Astronaut auch noch mit einer Funkbake ausgerüstet, mit der die Rettungsmannschaft alarmiert werden konnte. MOOSE hatte, vom abenteuerlichen Konzept einmal abgesehen, noch einen wesentlichen Nach-

teil: Der Astronaut musste eine Reihe komplexer Prozeduren durchführen, also wachsam, konzentriert und physisch fit sein, um sich sicher zur Erde zu bringen. Eine Voraussetzung, die man beim Besatzungsmitglied eines tödlich havarierten Raumschiffes nicht so ohne weiteres voraussetzen konnte.

Selbst die glühendsten Befürworter von MOOSE mussten zugeben, dass die Sache hochriskant war, um es milde auszudrücken. Im Weltraum abzuspringen, das wäre wirklich das allerletzte Mittel der Wahl gewesen, und nur dann anzuwenden, wenn ansonsten der sichere Tod unausweichlich wäre. Die General-Electric-Broschüre, die das MOOSE-System beschrieb, machte keine Anmerkungen darüber, ob ein Mensch die nervliche und körperliche Belastung eines Fallschirmabsprungs aus dem Weltall überstehen konnte. Einen Freifall von hunderten von Kilometern, unter extremen Andruckbelastungen in einem Kanal tausende Grad heißer ionisierter Gase.

Die Zuversicht, dass so etwas funktionieren könnte, hatten die Ingenieure durch den heldenhaften Versuch des Luftwaffenhauptmanns Joe Kittinger gewonnen, der zu Beginn der sechziger Jahre im Rahmen des Projektes Man High Absprünge aus sehr großen Höhen unternahm. Bei einem dieser Tests sprang der wegemutige Kittinger im August 1960 aus der offenen Gondel eines Höhenforschungsballons in 31.400 Metern Höhe. Der Freifall dauerte viereinhalb Minuten und Kittinger überschritt dabei – wegen der fehlenden Luftreibung in dieser Höhe – die Schallgeschwindigkeit. Er überstand den Sprung in physisch und psychisch bester Verfassung, und dieses Ereignis ließ die Ingenieure des Projektes MOOSE wohl hoffen, dass damit sogar Absprünge aus noch größerer Höhe, vielleicht sogar aus dem Weltall möglich sind. Kittingers Rekord wurde übrigens bis auf den heutigen Tag nicht übertroffen. Bei den Astronauten rief die Vorstellung allerdings pures Entsetzen hervor. MOOSE ging nie in Produktion und das Programm wurde in aller Stille beerdigt.



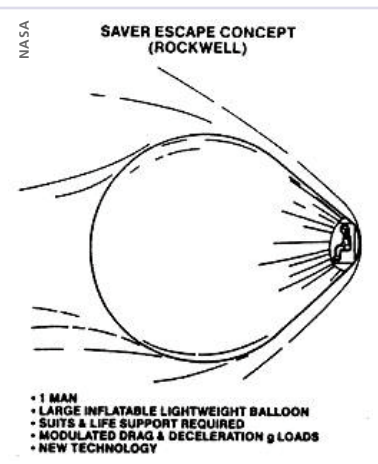
Joe Kittinger springt aus 31.4 km Höhe ab



Kittingers Gondel ist heute in einem Museum der US-Luftwaffe ausgestellt



Der Paracone von Douglas



Rockwell's SAVER: Konzeptzeichnung

PARACONE und SAVER

Eine Spur komfortabler war der Douglas PARACONE, obwohl auch er ein abenteuerliches Minimalkonzept für die Flucht aus dem Weltraum war. Auch er hatte den entscheidenden Nachteil, dass der Astronaut fit und bei vollem Bewusstsein sein musste, um die komplexen Operationen abzuwickeln, denn wie bei MOOSE war auch hier der Wiedereintritt eine komplett manuelle Operation. Auch PARACONE bestand im Wesentlichen nur aus dem Piloten und seinem Sitz (in dessen Rückenteil sich der gefaltete PARACONE befand), einem Triebwerk für das Retro-Manöver, das mittels Streben über der Schulter des Piloten am Sitz befestigt war und einem Kaltgas-Lageregelungssystem. Mit diesem hätte sich der Astronaut zunächst grob in die Richtung seiner Orbitbewegung orientieren müssen. Dann musste der Feststoffmotor gezündet werden. Das Triebwerk lief in den ersten Sekunden nur mit neun Kilopond Schub. In der Zeit konnte der Pilot seine Ausrichtung noch korrigieren, in dem er den Motor mit speziellen Handgriffen schwenkte. Danach schloss sich eine Schubphase an, bei dem der Motor für

60 Sekunden 44 Kilopond entwickelte. Gegenüber MOOSE hatte PARACONE einen entscheidenden Vorteil. Er konnte – einfach durch seine Form – erhebliche Steuerfehler des Piloten tolerieren. Ein Irrtum in der Bestimmung der Raumlage von 30 Grad war so noch überlebbar. Auch die Landegenauigkeit war bei PARACONE besser als bei MOOSE. Das Landegebiet konnte auf etwa 800 Kilometer genau bestimmt werden. Nach der Retro-Zündung wurde der leere Motor abgeworfen und eine große regenschirmförmige Muschel wurde durch Gasdruck aus dem Sitz entfaltet: Der PARACONE. Die Gas-Quelle betrieb auch die Lageregelungstriebwerke in dieser Phase. Die Muschel bestand aus einer Legierung mit der Bezeichnung Rene-41, die wiederum mit einer Teflonschicht überzogen war. Der ballistische Wiedereintritt wäre extrem hart gewesen. Die Andruckbelastung hätte das 10fache der Erdbeschleunigung betragen, ein Wert, der jeden untrainierten Menschen in Sekunden ausknockt. Die Form des PARACONE erforderte keinen Fallschirm. Das Gerät selbst war ja eine Art

umgestülpter Fallschirm. Der Aufschlag wäre mit etwas über 40 Kilometer pro Stunde erfolgt und durch eine verformbare Honigwabenstruktur absorbiert worden. Eine Variante zum Douglas PARACONE war der Rockwell SAVER. Auch dieses ein Konzept für die Not-Rückkehr eines einzelnen Crew-Mitgliedes aus der Umlaufbahn. Hier war der Sitz von einem Schild umhüllt. Das Interessante daran war aber ein großer aufblasbarer Ballon, der vom Sitz aus ausgeworfen und aufgepumpt wurde. Der Widerstand und die Andruckbelastung konnten durch die Veränderung der Ballongröße beeinflusst werden. Auch der Rockwell SAVER verließ nie die Zeichenbretter der Konstrukteure. Beide Konzepte erleben derzeit eine Renaissance und sind in einer neueren Konstruktion vereint, das die ESA, die EADS und die russische Raumfahrtfirma Lavotchkin unter der Bezeichnung Inflatable Reentry Demonstrator Technology (IRDT) entwickelt und erprobt haben. IRDT ist aufblasbar wie der SAVER und gleichzeitig geformt wie PARACONE. Mit dieser Konstruktion sind bereits zwei unbemannte (allerdings nur teilweise erfolgreiche) Wiedereintritte aus dem Weltraum durchgeführt worden. IRDT soll in Zukunft auf billige Weise im Weltraum erzeugte industrielle Produkte sicher und schnell zur Erde zurück bringen.



FIRST: Das erste Rettungsboot

Die Idee, eine gestrandete Crew mit einem Rettungsboot sicher zur Erde zurück zu bringen, kam mit den ersten Raumstationskonzepten auf, obgleich, wenn auch unfreiwillig, schon vor den ersten Raumstationen ein anderes Rettungsboot weltberühmt wurde: Die Mondfähre Aquarius. Im Mai 1970, auf dem Weg zum Mond, ereignete sich an Bord des Raumschiffs Apollo 13 eine Explosion, die den Hauptsaauerstofftank zerstörte und die Brennstoffzellen für die Stromerzeugung lahm legte. Das Kommando-Modul der Apollo war damit tot, und das wären auch kurz darauf die drei Astronauten gewesen, wenn nicht – da es sich noch auf dem Hinweg zum Mond befand – das Mondlandefahrzeug noch an der Apollo angedockt gewesen wäre. Dieses Mondfahrzeug, die Aquarius, rettete schließlich den Astronauten Lovell, Haise und Swigert das Leben. Die Fähre versorgte die Crew tagelang mit Sauerstoff und Nahrung, und führte die für die sichere Heimkehr notwendigen Antriebsmanöver durch. Das Konzept des Rettungs-



Der FIRST-Gleiter

bootes gefiel den Astronauten wesentlich besser, als die wahrhaft haarsträubende Idee, die Astronauten einzeln in modifizierten Schleudersitzen zur Erde zurück zu bringen. Eine der ersten Studien in dieser Richtung war das Projekt FIRST des Triebwerksherstellers Aerojet. FIRST war die Abkürzung für Fabrication of Inflatable Re-entry Structures for Test. Dabei sollten aufblasbare so genannte Rogallo-Flügel für die Notrückkehr aus dem Weltraum erprobt werden. Der NASA-Ingenieur Francis Rogallo und seine Frau Gertrude hatten in den vierziger Jahren den nach ihm benannten Flügel erfunden, dessen Prinzip in den siebziger Jahren zur Entwicklung des Hängegleiters als Sportgerät führte. Das System sollte in einem zylindrischen Paket, verstaut an der Außenhülle der Raumstation, angebracht werden. Im Notfall würde das flüchtende Crewmitglied in den sargförmigen Zylinder schlüpfen, die Luke versiegeln und sich von der Station abstoßen. Noch in der Umlaufbahn sollte sich der aufblasbare Paragleiter mit Gas füllen und entfalten. Der Astronaut hätte nun ein Gas-Stabilisierungssystem und ein elektronisches Kontrollsystem zur Verfügung, um das Mini-Raumschiff für die Rückkehrzündung auszurichten und nach der Zündung die richtige Position für den Eintritt in die Atmosphäre beizubehalten. Von einem 600-Kilometer-Orbit aus würde der Wiedereintritt 26 Minuten dauern und 11.800 Kilometer vom Zündpunkt entfernt erfolgen.

Das Fahrzeug hätte sowohl manuell als auch automatisch gesteuert werden können. Die Andruckbelastung wäre nur bei zwei g gelegen, also dem zweifachen der Erdbeschleunigung.. Der Paragleiter wäre schon in einer Höhe von 43 Kilometern auf Unterschallgeschwindigkeit abgebremst gewesen. Von hier aus hätte er im Gleitflug noch eine Reichweite von etwa 350 Kilometern gehabt, um einen Flugplatz zu erreichen. Die Landegeschwindigkeit hätte etwa 90 Kilometern pro Stunde betragen und wäre durch ein Flare-Manöver unmittelbar vor der Landung noch einmal reduziert worden. Die Rettungskapsel hatte sogar selbst noch einen Reserve-System. Im Falle eines Kontrollverlustes des Gleitschirms nach dem Eintritt in die Erdatmosphäre wäre es möglich gewesen, die Kapsel vom Flügel zu lösen. Die Kabine wäre dann vertikal nach unten gefallen. In einer Höhe von 9.000 Metern hätte der Astronaut die Kapsel aufsprengen und mit seinem eigenen Rettungsfallschirm landen können.

Auch dieses Projekt wurde nie realisiert, denn die Anforderungen an das Material waren in den sechziger Jahren nicht erfüllbar. Der Flügel hätte aus einem ultrafeinen hoch-hitzeresistenten Drahtgewebe bestehen sollen, überzo-

gen mit einem elastomeren Silikon-Matrix-Material. Entlang der Flügelvorderkanten und an anderen, der Eintrittshitze besonders ausgesetzten Stellen hätte das Silikon-Material die doppelte Dicke gehabt.

Marooned fördert Apollo Rescue CSM

Beeinflusst von dem Kinofilm *Marooned*, in dem eine gestrandete Skylab-Crew portraitiert wird, sah die NASA für das Skylab-Programm Anfang der siebziger Jahre zum ersten und bislang einzigen Mal tatsächlich eine Rettungsmöglichkeit für eine gestrandete Raumstationsbesatzung vor. Eine Spezialausrüstung wurde entwickelt, um eine Apollo-Kapsel für diesen Zweck ausrüsten zu können. Nach dem Umbau hätte sie statt der üblichen

drei Besatzungsmitglieder fünf Personen aufnehmen können. Für den Fall, dass eine Skylab-Crew Schwierigkeiten mit ihrer Apollo-Rückkehrkapsel gehabt hätte, wäre die Rettungs-Apollo für den Start vorbereitet worden und dann zu einem Rendezvous mit der Station gestartet. Die Apollo hätte dann am Reserve-Dockingport angelegt. Tatsächlich wäre es auch beinahe zum Einsatz der Rescue CSM (für Command and Service Module) – wie das Fahrzeug offiziell hieß – gekommen, denn während der Skylab 3 Mission bildete sich an einem der vier Lageregelungseinheiten ein Treibstoffleck. Wäre dasselbe Problem an einem weiteren Modul aufgetreten, dann wäre das Raumfahrzeug nicht mehr voll manövrierfähig gewesen.

Die NASA begann daraufhin mit den Vorbereitungen für einen Rettungsflug. Die Astronauten Vance Brand und Donald Lind bereiteten sich darauf vor, ihre Kollegen Bean, Garriott und Lousma aus der Skylab-Station abzuholen. Schließlich wurde das Problem mit dem Leck aber lokalisiert und es konnte eine Reparaturlösung gefunden werden. Damit war die erste Rettungsmission aus dem Weltraum nicht mehr notwendig, und die Skylab 3 Crew kehrte nach einer Missionsdauer von 59 Tagen in ihrer eigenen Apollo-Kapsel wieder zur Erde zurück. Für die Raumstation Alpha, dem Vorläuferkonzept für die Internationale Raumstation konzipierte ein Firmenkonsortium bestehend aus den russischen Unternehmen Energia und Chrunichev und dem amerikanischen Luft- und Raumfahrtkonzern Rockwell im Jahre 1995 ein Rettungsfahrzeug, das auf dem Design des Zarya-Rückkehrfahrzeugs basierte. Ein Entwurf, der noch auf die Tage der alten sowjetischen Salut-Raumstationen zurückging. Das Fahrzeug



Das Innere des Apollo-Rescue CSM

war mit einem Feststoffmotor für die Bremszündung ausgerüstet, hatte ein Kaltgassystem für die Lageregelung und konnte fünf Jahre lang ohne Wartung im Orbit an einem Docking-Port der Raumstation betriebsbereit gehalten werden. Im Jahre 1996 wurde das Konzept aber auch schon wieder aufgegeben. Auf russischer Seite wollte man lieber die bewährte Sojus TM modifizieren und in den USA die Entwicklung der X-38 vorantreiben.



Das Modell des Rettungsgleiters aus „Marooned“ (siehe Eingangsbild des Kapitels)

Rettung mit HL 20 und X-38

Noch ein weiteres Feature aus dem Film *Marooned* inspirierte die NASA-Ingenieure ganz offensichtlich. Der schicke rote Rettungsgleiter, mit dem David Janssen (als Astronaut Ted Dougherty) und Gregory Peck (als Mission Control Chef Charles Keith) ihre im Orbit gestrandeten Kollegen zu retten gedachten. Im Film wurde er, wohl um dem ganzen einen seriösen technischen Anspruch zu geben, XRV genannt, das stand für eXperimental Rescue Vehicle. Im Fortgang der Handlung wollte man aber die Zuschauer wohl nicht mit zu technisch anmutenden Bezeichnungen überfordern, und bezeichnete es dann nur noch



Das HL-20 Konzept und die Station „Alpha“

als Ironman 1. Dieses Film-Vehikel hatte eine verblüffende Ähnlichkeit mit den späteren Entwürfen, die zunächst für die Raumstation Alpha, dem Vorläuferprojekt der Internationalen Raumstation, und danach für die ISS selbst vorgesehen waren. Allerdings geht ihr beider Ursprung auf dieselbe Idee zurück: die Lifting-Bodies – flügellose, auftriebserzeugende Flugkörper – mit denen die NASA in den siebziger Jahren Flugversuche auf der Luftwaffenbasis Edwards unternahm. Das HL 20-Rettungsfahrzeug



Die HL-10, das Ausgangsprojekt für das HL 20 Design

wurde auch bekannt unter der Bezeichnung ACRV (für: Assured Crew Return Vehicle) und CERV (für: Crew Emergency Return Vehicle). Dieses Konzept war nun nicht ein ständig an der Raumstation angedocktes Rettungsboot. Vielmehr war es ein Fahrzeug, das erst bei Eintreten eines Notfall von der Erde aus zur Station starten würde um dort eine in Not geratene Besatzung abzuholen. Es war im Grunde ein kleiner, für Personentransport optimierter Shuttle. Zwei Mann Besatzung sollten das Vehikel fliegen. Zusätzlich sollte es noch acht Passagiere aufnehmen können, also die gesamte Crew der Raumstation. Beim Start an der Spitze einer Titan IV-Trägerrakete wäre das Raumfahrzeug von einer Nutzlastverkleidung geschützt gewesen. Die HL 20 war auch mit Rettungsraketen bestückt, für den Fall eines Versagens der Trägerrakete. In diesem Fall sollte der HL-20 an einem Fallschirm im Wasser landen. Normalerweise aber wäre die Landung auf einer Flughafenpiste erfolgt.

Auch dieses Konzept wurde als zu komplex verworfen. Die Antwort auf die Frage nach einem kleineren und einfacheren System schien die X-38 zu sein. Zunächst wurden die Konstruktion, der Prototypenbau und die Tests dieses Vehikels auch energisch vorangetrieben. Anders als die HL 20 sollte die X-38 ständig an der ISS angedockt verbleiben. Im Notfall hätte die Crew der Raumstation innerhalb von nur wenigen Minuten das Fahrzeug startklar machen und zur Erde zurückkehren können. Die Tests mit noch etwas verkleinerten Prototypen verliefen viel versprechend. Über der Edwards Air Force Basis wurden



X-38 wurde zu Testzwecken von einem B 52 Bomber auf große Höhe gebracht und abgeworfen 👁

Freiflugversuche unternommen, bei denen das X-38 von einem modifizierten B 52 Bomber auf große Höhe gebracht und von dort abgeworfen wurde.

Die X 38 war so ausgelegt, dass sie in der Nutzlastbucht des Shuttle zur ISS transportiert werden konnte. Sie war somit ein reines Rückkehrgerät. Die Cross-Range, also die Seitenreichweite beim Wiedereintritt, hätte 1.300 Kilometer betragen. Das ist eine wichtige Kenngröße für ein Rettungsfahrzeug, denn je größer die Cross-Range ist, desto mehr Landemöglichkeiten existieren für ein bestimmtes Gebiet. Primäres Landegebiet für die X-38 wäre die Luftwaffenbasis Edwards gewesen. Die X-38 hatte Platz für sieben Personen, die sie neun Stunden lang am Leben erhalten konnte. Die Astronauten hätten mit der X-38 gewiss Akzeptanzprobleme gehabt, denn das Fahrzeug sollte voll automatisch fliegen. Konsequenterweise waren deshalb keinerlei manuelle Steuereinrichtungen vorhanden. Kein Steuerknüppel, keine Anzeigengeräte (denn die Astronauten hätten ohnehin nichts machen können), nichts. Nach dem Eintritt in die Erdatmosphäre, unterhalb einer Geschwindigkeit von Mach 1, hätte das Gerät einen Stabilisierungsfallschirm ausgeworfen gefolgt von einem steuerbaren großen Parafoil. Auch das Landemanöver wäre komplett automatisch abgelaufen. Auch dieses Projekt wurde nach viel versprechenden Versuchen eingestellt, und so ist das einzige verfügbare Raumfahrzeug, mit dem sich die

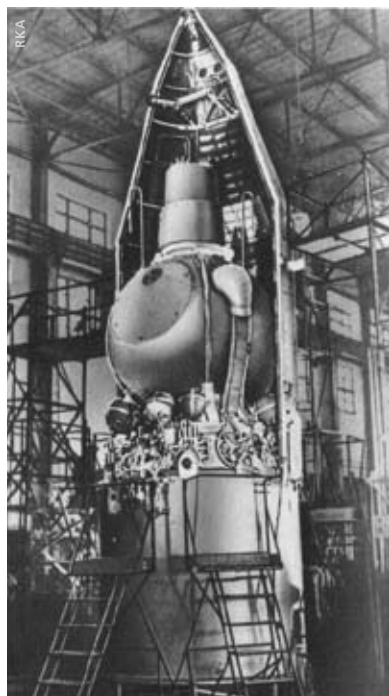
Astronauten aus der Raumstation retten können, nach wie vor die russische Sojus. Dies beschränkt die Besatzungsgröße der ISS auf drei Personen, denn mehr passen nicht in das kleine Fahrzeug. Die ursprünglich vorgesehene Crew von sieben Personen für die ISS ist damit nicht zu erreichen. Nachteilig ist auch, dass die Kapseln im Abstand von sechs Monaten ausgetauscht werden müssen, denn das ist die maximale Einsatzlebensdauer der Sojus. Obendrein müssen zwei Personen dafür ausgebildet sein, die Sojus zur Station und wieder zur Erde zurück zu steuern. Die gegenwärtige Situation der Rettungsmöglichkeiten aus dem Weltraum mag nicht sonderlich befriedigend sein, aber sie ist immer noch besser, als damals am 19. März 1965...

Woschod 2 –

Dramatische Rückkehr aus dem Weltraum

Die Raumfahrzeuge der Woschod-Serie waren eine lebensgefährliche Fehlkonstruktion. Im Grunde waren es umgebaute Wostok-Kapseln, wie sie auch schon Juri Gagarin benutzt hatte. Sie waren aber nun so ausgelegt, dass sie bis zu drei Mann Besatzung aufnehmen konnten. Sechs Serien-Fluggeräte waren von der Woschod gebaut worden und ebenso viele Einsätze sollten damit stattfinden. Mit dem Woschod-Programm wollte die Sowjetunion die Zeit bis zur Einsatzreife der Sojus überbrücken, und dieser Funktion stellte es das Gegenstück zum amerikanischen Gemini-Programm dar, das die Lücke zwischen den Programmen Mercury und Apollo schloss. Der erste Woschod-Flug, am 12. Oktober 1964, war mit viel Glück halbwegs ohne Zwischenfälle absolviert worden. Die Kosmonauten Komarov, Feoktistov und Jegorov bleiben 24 Stunden im Weltraum und landeten glatt in Kasachstan. Das Raumfahrzeug war so eng, dass die dreiköpfige Crew keine Raumanzüge tragen konnte.

Bei Problemen während des Start und der Landung gab es keine Schleudersitze und kein Rettungsraketensystem. Das einzige Zugeständnis an die Sicherheit der Crew bestand aus einem zweiten Satz Retrotriebwerke, der an der Spitze der Kapsel angebracht waren. Am 18. März 1965 startete Woschod 2 mit Oberst Pawel Beljajew und Oberstleutnant Alexej Leonow an Bord. Ihre Aufgabe war



Woschod 2-Raumschiff



Die aufblasbare Schleuse, durch die Leonow Woschod 2 verließ

es, den Amerikanern zuvor zu kommen, und das erste Außenbordmanöver in der Geschichte der Raumfahrt durchzuführen. Dieses EVA-Manöver sollte schon während der zweiten Erdumkreisung erfolgen. Die Woschod hatte zu diesem Zweck eine aufblasbare Luftschleuse an Bord. Die Entfaltung funktionierte wie vorgesehen. Leonow kletterte hinein, öffnete die Luke und entschwand in den Weltraum. 10 Minuten lang schwebte er neben der Woschod her, dann war es an der Zeit, wieder zurück zu kommen. Das klappte jedoch nicht, denn sein Raumanzug hatte sich so aufgebläht, dass er nicht mehr durch die enge Röhre passte.

Leonow versuchte es mehrere Male, aber es ging nicht. Sein begrenzter Luftvorrat ging zur Neige, als er zum äußersten Mittel griff. Er musste aus seinem Raumanzug Luft ablassen, um den Druck zu reduzieren. Er ging bis auf ein lebensgefährlich niedriges Niveau

herunter, auf etwa 0,2 Atmosphären. Das half. Nun passte er wieder knapp durch die Luke und konnte in das Raumfahrzeug zurück. Doch schon folgte das nächste Problem. Die Luke ließ sich nun nicht mehr komplett schließen. Das Lebenserhaltungssystem, eigentlich dafür ausgelegt, ein Atemgemisch von 25 Prozent Sauerstoff und 75 Prozent Stickstoff mit einem Druck von einer Atmosphäre herzustellen, überflutete die Kapsel nun mit reinem Sauerstoff. Der kleinste Funke hätte nun genügt, um einen verheerenden Brand auszulösen. Ein schneller Not-Wiedereintritt war nun angesagt. Doch jetzt versagten die Bremsraketen. Einen Orbit später unternahm Beljajew einen zweiten Versuch, diesmal mit dem Notraketenystem an der Spitze der Kapsel. Dies funktionierte zwar, doch nun ließ sich das Service-Modul nicht absprennen. Die Kombination aus Service-Modul und Wiedereintrittskapsel trat mit wilden Drehungen und Taumelbewegungen in die Erdatmosphäre ein. Nur der Umstand, dass die runde Besatzungskabine vollständig mit ablativem Hitzeschutzmaterial überzogen war, ließ die Besatzung in dieser Phase überleben. Schließlich war nach einer Weile das Service-Modul durch die Reibungshitze weggeschmort, die letzten Verbindungen zwischen Kapsel und Service-Modul rissen ab und die Rückkehr-Kapsel stabilisierte sich von selbst.

Der Fallschirm öffnete sich glücklicherweise wie geplant, aber das Fahrzeug war über 3000 Kilometer abseits des Ziels niedergegangen. Die Landung erfolgte am 19. März 1965 um 10.02 mitteleuropäischer Zeit in einem unzugänglichen, dicht bewaldeten Gebiet in der Nähe von Perm im Ural. Die Woschod krachte durch die Bäume und war danach für die Suchtruppe von außen wie vom Erdboden verschluckt. Nach einer Weile gelang es Beljajew und Leonow die übel zugerichtete, und auf der Seite liegende Kapsel zu verlassen, und das Notfunkgerät zu aktivieren. Bis aber der erste Rettungstrupp zu den beiden vorstieß musste die Crew 24 Stunden im tief verschneiten Urwald ausharren, von Wölfen eingekreist. Erst einen vollen Tag nach der Landung erreichte der erste Spähtrupp die Kosmonauten. Auf Skiern mussten Beljajew und Leonov danach stundenlang durch die Wildnis laufen, bevor sie endlich eine Lichtung erreichten, von wo sie ein Hubschrauber aufnehmen konnte.

Obwohl die Sowjetunion die Mission als großen Erfolg in die Welt hinausposaunte, war dieser missglückte Flug das Ende des Woschod-Programmes. Ab diesem Zeitpunkt in der Geschichte des Weltraum-Wettstreits zwischen den USA und der UDSSR übernahmen die Amerikaner die Führung. Doch die beiden Kosmonauten hatten überlebt, und das war das Wichtigste. Sie waren durch das gleiche Prinzip gerettet worden, wie die Astronauten Armstrong und Scott ein Jahr später: durch das Prinzip der Redundanz, das bis auf den heutigen Tag das Standardmittel für die Rettung aus dem Weltraum ist.

Eugen Reichl



Bis hin zu den Fernsten Regionen des Alls schweifen die Blicke der ESA-Forscher mit „Horizons“

ESA – VISIONEN UND KOSMISCHE HORIZONTE

Erinnern Sie sich noch an das Jahr 1984? Konstantin Tschernenko wurde neuer Staatspräsident der UdSSR. In Liechtenstein entscheiden sich die männlichen Wahlberechtigten nur recht widerwillig für das Stimm- und Wahlrecht für Frauen. Die indische Ministerpräsidentin Indira Gandhi erliegt einem Attentat zweier Sikh-Extremisten aus ihrer Leibgarde. Ronald Reagan wird Präsident der USA. Und bei der europäischen Weltraumorganisation ESA wurde das ambitionierteste Wissenschaftsprogramm aller Zeiten aus der Taufe gehoben: „Horizons 2000“. Dieses Programm katapultierte die ESA vom 4. Platz unter den Weltraumorganisationen auf Platz 2.

Hatte die ESA bis 1984 gerade mal ganze drei Missionen gestartet, COS-B, IUE und Exosat, so folgte in den darauffolgenden Jahren eine wahre Flut an Raumfahrzeugen. Bis 2001 waren es nicht weniger als 11, 17 Satelliten waren es insgesamt und rechnet man die vier ersten (verunglückten) Cluster-Satelliten dazu, so kommt man auf 30 Tonnen, die gestartet worden sind! Aber damit hat die „Startlust“ der europäischen Wissenschaftler noch nicht ihr Ende gefunden: Seit 2001 haben sich weitere fünf Missionen ins All aufgemacht und fünf andere werden gerade eben zusammengebaut. Dass den Wissenschaft-

lern die Ideen für für weitere Missionen noch nicht ausgegangen sind, beweist der Umstand, dass weitere 9 Missionen sich in der Studienphase befinden und dass noch interessantere und ausgefallene Missionen ihrer Verwirklichung im Rahmen des nächsten großen Wissenschaftsprogramms „Cosmic Vision 2020“ harren. Die Ziele sind vielfältig: Venus, Jupiter, aber auch die Erde, die Instrumente multispektral (optisch, UV, IR, Radar) und die eingesetzten Technologien grenzen fast an Science Fiction (Elektrische Antriebe, Sonnensegel, Formationsflug); Grund genug also um einen genaueren Blick in die Zukunft des ESA Wissenschaftsprogramms zu werfen.

Hinter dem Horizont liegt die Vision

Wenn sich das ESA Wissenschaftsprogramm durch etwas von allen anderen Programmen unterscheidet, dann ist es der Umstand, dass die Ziele nicht von oben herab, sondern von der Basis her definiert werden. Es gibt also im Gegensatz zur Vorgehensweise bei der NASA keinen Präsidenten der groß verkündigt „Morgen fliegen wir zum Mond!“ à la John F. Kennedy oder auch George W. Bush, sondern „nur“ eine große Wissenschaftlergemeinschaft, die sich zusammensetzt und bis ins letzte Details ausdiskutiert, welche Wissenschaftsmissionen Sinn machen und wie und wann man sie durchführen sollte. Erst nachdem dies geschehen ist übernimmt die Politik. Indem sie ihrerseits die Gelder zur Verfügung stellt, ist sie natürlich auch an den Weltraummissionen beteiligt, aber eben nicht im Fahrersitz sondern nur in der hinteren Reihe des virtuellen Weltraumautos. Der Fahrersitz selbst ist für die ESA, der Beifahrersitz für das Wissenschaftlergremium reserviert, das zwar somit die Richtung vorgibt, sich



Das ESA-Council, die oberste Entscheidungsinstanz der ESA

aber auf die Erfahrung der ESA verlässt, was die Verfolgung der angedachten Route angeht. Das Verfahren hat Tradition. Bereits bei „Horizons 2000“ war so vorgegangen worden und getreu dem Motto „Never change a winning team!“ blieb die ESA auch bei ihrem neuen Wissenschaftsprogramm „Cosmic Vision 2020“ der etablierten Vorgehensweise treu. Im April des letzten Jahres führte die ESA einen Aufruf an die Wissenschaftlergemeinschaft durch, und fragte nach interessanten Weltraummissionen. 150 Ideen wurden eingereicht und durch die verschiedenen wissenschaftlichen Beratungsgremien der ESA bewertet um schließlich die Grundlage für das zukünftige ESA Wissenschaftsprogramm zu schaffen.

Dieses richtet sich nach vier großen wissenschaftlichen Schlüsselfragen aus:

1. Was sind die grundlegenden Bedingungen für Leben und die Entstehung von Planeten?
2. Wie funktioniert das Sonnensystem?
3. Was sind die grundlegenden Gesetze des Universums?
4. Wie hat das Universum zu existieren begonnen und woraus besteht es?

Aus diesen 4 großen wissenschaftlichen Schlüsselfragen leiten sich untergeordnete Themenbereiche ab, die dann wiederum die Grundlage für die zukünftigen Missionen bilden.



Verschiedene Sterne,
verschiedene mögliche Sonnensysteme

Schlüsselfrage 1:

Was sind die grundlegenden Bedingungen für Leben und die Entstehung von Planeten?

Im Science Fiction Genre ist alles ganz einfach. Das Weltall ist erfüllt von Milliarden von lebensfreundlichen Planeten auf denen Millionen von verschiedenen Aliens leben. Einige sind uns recht ähnlich, andere so exotisch, dass es Mühe macht sie als außerirdische Lebensform zu erkennen. Überlichtschnelle Raumschiffe verbinden die Sonnensysteme intergalaktischer Imperien, deren Motive von den unsrigen nicht so stark abweichen. Kriege, Bündnisse, etc. beherrschen den Kosmos. Wäre die Tech-

nologie uns nicht himmelhoch überlegen, so könnte man meinen auf der guten alten Erde im 19. Jahrhundert zu sein, als der Imperialismus noch ein gelebtes Schlagwort war. Sie werden sich vielleicht jetzt fragen, warum ich mich hier in einem Artikel über das neue ESA-Wissenschaftsprogramm mit Science Fiction beschäftige – die Antwort ist einfach: Natürlich ist Science Fiction in erster Linie eine Phantasie, aber eben nicht nur das. Es ist auch eine Art Ventil, in der sich die Visionen des Menschen im Bezug auf den Kosmos offenbaren und offensichtlich ist die Mehrzahl der Bewohner dieses Planeten davon fasziniert, dass wir diesen Kosmos möglicherweise mit anderen Lebensformen teilen.

Wollen wir unsere intergalaktischen Vettern suchen, so ist es am besten, wir konzentrieren uns auf Lebensformen, die der unsrigen recht ähnlich sind. Das heißt, sie brauchen festen Boden unter den Füßen, also einen Planeten, sie atmen ein Luftgemisch, also muss es eine Art Atmosphäre geben und sie sind zumindest auf Wasser- und Kohlenstoffbasis aufgebaut, was wiederum

bedingt, dass der Planet in einer Ökosphäre um seinen Stern kreist (nicht zu heiß und nicht zu kalt). Und weil wir davon ausgehen, dass die Entstehung von intelligentem Leben nicht von heute auf morgen abläuft, suchen wir nach Sternen wie unserer Sonne. Heiß genug, um eine größere Ökosphäre zu ermöglichen und kalt genug, um lange genug zu leben. Und wer weiß schon wie viele Milliarden von Jahre für die Lebensentstehung notwendig sind? Der Dreh- und Angelpunkt der „intergalaktisch-biologischen Schnitzeljagd“ sind und bleiben somit die Sterne und ihre Planeten (abgesehen von den möglichen

biologischen Nischen in unserem Sonnensystem wie Mars, Europa, Enceladus und Titan). Auch wenn wir bisweilen schon mehr als 100 Exoplaneten entdeckt haben, so wissen wir doch noch immer herzlich wenig über die Entstehung eines Sonnensystemes an sich. Die Theorie einer kontrahierenden Gas- und Staubwolke ist für sich genommen ja noch recht plausibel, woran wir aber zurzeit nach wie vor scheitern, ist eine 100% schlüssige Antwort auf die Frage welche Bedingungen eintreten müssen, damit ein Planetensystem wie das unsrige entsteht. Nur das Studium all der verschiedenen Planetensysteme wird uns die Antwort liefern und ist daher von hochrangiger Bedeutung. Dass wir momentan nur jupiterähnliche Gasriesen entdecken, ist ein Auswahlereffekt, der



Höchstwahrscheinlich das erste Foto eines Extrasolaren Planeten um den 450 Lichtjahre entfernten Doppelstern TMR-1

dadurch zustande kommt, weil unsere Detektionsmethoden zu ungenau sind, um einen terrestrischen Planeten zu entdecken. Cosmic Vision 2020 hat sich zum Ziel gesetzt genau dies zu ändern. Teleskope à la GAIA und DARWIN sollen die 100% sichere Kartographierung des Sternenhimmels im Hinblick auf die Existenz terrestrischer Planeten ermöglichen.

Sobald dies geschehen ist, geht die intergalaktisch-biologische Schnitzeljagd in Phase 2. Dann geht es um das Aufspüren von Lebenszeichen, sogenannten Bio-Markierungen, die uns verlässlich mitteilen, dass sich auf diesem Planeten Leben entwickelt hat. Das ist schwierig, aber immerhin gibt es schon einige viel versprechende Ansätze, was man als Bio-Markierungen verwenden könnte. Dazu zählen O_3 , also Ozon, H_2O , also freier Wasserdampf und auch CO_2 , Kohlendioxid. In Kombination mit einer erträglichen Oberflächentemperatur könnte die Existenz dieser Spektralsignaturen ein starkes Indiz für die Existenz von Leben sein. Kohlendioxid würde bestätigen, dass kohlenstoffbasiertes Leben möglich wäre, freier Wasserdampf wäre ein starkes Indiz für Ozeane, Seen oder Flüsse, die aller Voraussicht nach für die ersten Abschnitte der Lebensentstehung notwendig sind und Ozon würde uns Gewissheit geben, dass freier Sauerstoff existiert und dass das Leben vor der UV-Strahlung der Sonne geschützt wäre.

Neben den zuvor genannten Missionen GAIA und DARWIN sind noch eine Vielzahl an anderen Raumsonden geplant, um die benötigten Daten zu beschaffen. Interferometer, die im nahen Infrarot arbeiten, könnten Staub und Gas durchleuchten, sowie den Bio-Markierungen nachjagen, astrometrische Missionen wären in der Lage terrestrische Planeten einwandfrei als solche zu entdecken und zu klassifizieren und eine Mars Sample Return Mission soll uns Gewissheit geben, ob auf dem Mars biologische oder geophysikalische Prozesse für die Methan/Formaldehydentstehung verantwortlich sind.

Schlüsselfrage 2:

Wie funktioniert das Sonnensystem?

Auch wenn heute klar ist, dass die Sonne Wasserstoff zu Helium fusioniert und daraus ihre Energie bezieht, so sind doch eine Vielzahl weiterer Fragen noch ungeklärt. Dazu zählen z.B.:

- ↳ Wie stellen sich das Plasma und das magnetische Feld um die Erde, Jupiter, aber auch die Sonnenpole und die Heliopause dar?

- ↳ Wie interagieren die Magnetfelder der Planeten (speziell Jupiter) mit dem Sonnenwind?
- ↳ Wie entstanden die Gasriesen und ihre Monde?
- ↳ Welche Rolle spielten die kleineren Himmelskörper (Asteroiden, Kometen) in der Frühgeschichte des Sonnensystems als sich die Planeten bildeten?

Speziell das interplanetare/stellare Plasma und die Magnetfelder sind von herausragender Bedeutung, um die Vorgänge im Sonnensystem besser verstehen zu können. Durch das Plasma und die Magnetfelder ist die Sonne mit dem interstellaren Medium aber auch mit den Planeten verbunden, fast drängt sich einem der Vergleich mit der russischen Babuschka-Schachtelpuppe auf. Die äußerste Puppe ist das interstellare Medium, in dem sich die extrem hochenergetischen Teilchen, z.B. von Supernova-Überresten, befinden. Eingeschlossen in diesem interstellaren Medium befindet sich die Heliosphäre, also jenes Medium, in dem der solare Sonnenwind vorherrschend ist. Die Heliosphäre wäre somit die nächstkleinere Puppe. Innerhalb dieser Puppe befinden sich die Magnetfelder der Planeten, wie z.B. das der Erde und von Jupiter. In dieser wiederum gibt es bisweilen eine noch kleinere Puppe und zwar immer dann, wenn einer der Monde der Planeten ein nennenswertes Magnetfeld besitzt. Auch nach oben hin ist die Skala offen. Niemand weiß derzeit, ob es nicht noch eine größere Puppe gibt, die dann eine Art intergalaktisches Medium repräsentiert? Auf jeden Fall ist die Verwobenheit der Magnetfelder für das Leben auf der Erde von immenser Bedeutung. Denn so wie man im Winter am besten mehrere Lagen Wäsche, anzieht um sich warm zu halten, so schützen uns die mehrfach gestaffelten Magnetfelder vor den hochenergetischen Teilchen des Weltraums. Dem irdischen Magnetfeld kommt die Aufgabe zu, den Sonnenwind von der Erdatmosphäre abzuhalten und sie so vor einer Erosion zu schützen. Außerdem wehrt es in Kombination mit der Atmosphäre, die Mehrzahl der hochenergetischen Teilchen ab. Von Fall zu Fall werden wir schon mal von Teilchen bombardiert, die eine Energie von 1019 eV, das entspricht ca. 1 Joule, aufweisen. Da ein normaler chemischer Verbrennungsvorgang üblicherweise 1



Das System der Plasma- und Magnetfelder unseres Sonnensystems erinnert stark an das Prinzip der Babuschkapuppe



Montage des Saturn-Mond-Systems aus Aufnahmen der Sonde Voyager 1

eV pro Oxidationsvorgang freisetzt, bedeutet das, dass dieses hochenergetische Teilchen 10 Milliarden Milliarden mal soviel Energie mit sich führt. Es ist nicht weiter überraschend, dass wir bis heute noch keine Ahnung haben, wo diese Teilchen dieses Übermaß an Energie aufnehmen. Zumindest schützen uns die Erdatmosphäre, das terrestrische, aber auch das solare Magnetfeld vor den Nachwirkungen dieser interstellaren Vagabunden. Dass das solare Magnetfeld einen Großteil der kosmischen Strahlung abwehrt, wissen wir schon seit längerer Zeit. Speziell, wenn die Sonne das Maximum ihres 11-jährigen

Zyklus durchläuft, ist das solare Magnetfeld besonders ausgeprägt und ein Großteil der kosmischen Strahlung dringt gar nicht bis ins innere Sonnensystem vor. Aus diesem Grunde würde man auch eine bemannte Marsmission in die Zeit des solaren Maximums legen, um die (kosmische) Strahlenbelastung für die Astronauten auf ein Minimum zu reduzieren. Natürlich muss man dann mit dem erhöhten Risiko von solaren Strahlungsausbrüchen leben, aber das ist eine andere Geschichte.

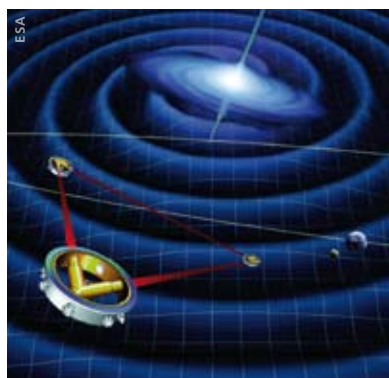
Fazit: Allein das Zusammenspiel all dieser Magnetfelder und Plasmen sichert die Existenz von Leben auf der Erde. Schon deshalb ist das Studium des solaren, terrestrischen, aber auch des jovianischen Magnetfeldes so wichtig. Dies soll mit Hilfe mehrerer Sonden bewerkstelligt werden. Zu einem durch den Solar Polar Orbiter, einer Sonde, die wie Ulysses den Sonnenwind aus der solaren Polperspektive betrachten soll, dann durch eine Schwarmmission, welche das Erdmagnetfeld genauer unter die Lupe nehmen soll und zu guter letzt durch eine Jupitersonde. Dem Studium Jupiters kommt im Lichte der kontinuierlichen Entdeckung von extrasolaren Planeten eine entscheidende Bedeutung zu, scheinen doch Gasriesen keine seltene Planetengattung zu sein, sondern vielmehr zum Gros zu gehören. Ultrastarke Magnetfelder, Ringstrukturen, große und diversifizierte Monde sind nur einige der Eigenschaften, welche Jupiter, Saturn und Co. in das Zentrum der wissenschaftlichen Aufmerksamkeit rücken. Abgesehen davon sind sie schon deswegen interessant, weil sie ein Sonnensystem im Kleinen repräsentieren. Die Jupiter Explorer Sonde soll uns die fehlenden Ecksteine zum Jupiter-Mosaik liefern und die oben angeführten Fragen beantworten helfen. Dem Jupitermond Europa wird dabei der größte Teil

der wissenschaftlichen Aufmerksamkeit gewidmet. Der letzte untergeordnete Themenbereich sind die Asteroiden. Als primitive Bausteine des Sonnensystems geben uns diese Körper Hinweise auf die chemische Zusammensetzung und die ursprünglichen Bedingungen des solaren Urnebels, in welchem sich die Planeten gebildet haben. Um die benötigten Daten zu erhalten ist dieses Mal aber nicht daran gedacht, mal kurz hinzufiegen und Messungen aus dem Orbit anzustellen. Um die wissenschaftliche Ausbeute zu erhöhen, soll eine Bodenprobe von einem NEO, also einem Near Earth Object (einem dicht an der Erde vorbeifliegenden Asteroiden), zur Erde zurückgebracht werden, um sie in den irdischen Labors einer genaueren Analysen unterziehen zu können. Da das Schwerefeld eines NEOs wesentlich geringer als das des Mars ist, wird solch eine Mission als eine gute Vorbereitung für eine Mars Sample Return Mission angesehen.

Schlüsselfrage 3:

Was sind die grundlegenden Gesetze des Universums?

Ein Jahrhundert nachdem Albert Einstein seine Relativitätstheorie veröffentlicht hat, ist die Physik noch immer ein weites Gebiet wissenschaftlicher Forschung. Die Gesetze der Physik, so wie sie gegenwärtig formuliert sind (das sogenannte Standardmodell), können nicht auf Extremzustände von Energie und Materie angewendet werden und sind daher nicht geeignet, die Ereignisse in den ersten Millisekunden nach dem Urknall zu beschreiben. Konsequenterweise muss das Verhalten von Materie bei extrem hohen Temperaturen und Energien, sowie die Existenz von Gravitationswellen weiter erforscht werden. Der Weltraum mit seinen stabilen und schwerefeldfreien Umgebungsbedingungen stellt ein ausgezeichnetes Medium dar, um Hoch-Präzisionsexperimente für die Suche nach minimalsten Abweichungen von den Vorhersagen des Standardmodells durchzuführen. Im Rahmen der Cosmic Vision 2020 plant die ESA ein Programm zur Erforschung der Fundamentalphysik (Fundamental Physics Explorer Programme) aufzulegen.



LISA, das erste Raumfahrtprojekt zur Entdeckung von Gravitationswellen

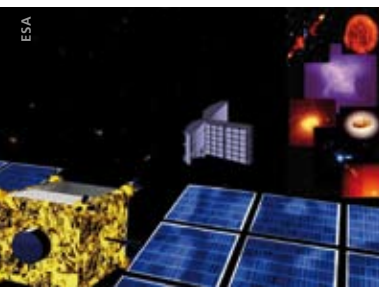
Die Forschungsziele:

- ↳ die Grenzen der allgemeinen Relativitätstheorie
- ↳ die Frage nach den Symmetriebrechungen und den fundamentalen Konstanten,
- ↳ die kurzreichweitigen Kräfte (starke und schwache Wechselwirkung),
- ↳ die Quantenphysik von Bose-Einstein Kondensaten,
- ↳ die kosmische Strahlung
- ↳ die Frage nach weitergehenden Hinweisen zu den vereinheitlichten Feldtheorien

Neben der Fundamentalphysik ist die Suche nach den vorhergesagten Gravitationswellen ein Hauptaugenmerk der 3. Schlüsselfrage. Die Entdeckung und das Studium des gravitationellen Strahlungshintergrundes, der beim Urknall entstanden sein soll, würde uns die Möglichkeit eröffnen, das frühe Universum und die dunkle Energie zu einem sehr frühen Zeitpunkt zu untersuchen. Dies ist vor allem deswegen von Bedeutung, weil diese ursprünglichen Gravitationswellen die idealen Werkzeuge darstellen, um mehr über die Gesetze der Physik bei den Extrembedingungen des frühen Universums zu erfahren. LISA (Laser Interferometer Space Antenna) ist eine gemeinsame ESA-NASA Mission zur Aufspürung von Gravitationswellen die 2012 gestartet werden soll. Dabei tauschen drei Sonden, die sich einem gleichseitigen Dreieck mit einer Kantenlänge von 5 Mio. km zueinander befinden, permanent Laserstrahlen aus. Durch

die große Distanz und die Kohärenz der Laserstrahlen sollen mit Hilfe der Interferometrie (der Aufbau entspricht einem Michelson-Interferometer) kleinste Verformungen des Raumzeitgefüges zwischen den Sonden, wie sie durch eine passierende Gravitationswelle hervorgerufen werden könnten, festgestellt werden.

Im dritten Themenbereich, „Materie unter extremen Bedingungen“, verlassen wir das dunkle Universum und die hohen Rotverschiebungen und kehren in unsere Galaxis zurück, denn jetzt geht es um die Un-



Schwarzen Löchern auf der Spur:
Röntgenteleskop XEUS

tersuchung der allgemeinen Relativitätstheorie in der Umgebung von schwarzen Löchern und kompakten Objekten, wie auch um die Frage des Zustandes der Materie in Neutronensternen. Mit Hilfe von Röntgenteleskopen mit großer Öffnung, wie z.B. XEUS, aber auch mit der nächsten Generation der Gammastrahlenteleskope, soll das Spektrum und die zeitliche Veränderung der Strahlung von schwarzen Löchern untersucht werden, die sich in nicht allzu großer Entfernung von uns befinden. Mit Hilfe dieser Beobachtungen hofft man die Krümmung der Raumzeit, wie sie von der allgemeinen Relativitätstheorie vorhergesagt wird, genauer untersuchen zu können. Eine Messung, die sowohl für die Astrophysik als auch für die Kosmologie von herausragender Bedeutung ist.



Darstellung der Entwicklung des Universums vom Urknall (Kreismitte unten) bis heute (oben)

Schlüsselfrage 4:

Wie hat das Universum zu existieren begonnen und woraus besteht es?

Der Ursprung und die frühe Entwicklung des Universums sind nach wie vor größtenteils unbekannt. Weniger als 5% der Masse des Universums ist bis jetzt identifiziert worden, die restlichen 95% setzen sich zu 23% aus einer mysteriösen „dunklen Materie“ und aus einer „dunklen Energie“ zusammen. Dies ist vermutlich eine der am meisten überraschenden wissenschaftlichen Entdeckungen unserer Tage. Um das frühe Universum besser zu verstehen, müssen wir vor allem die physikalischen Prozesse untersuchen, welche zur inflationären Phase geführt haben in welcher das Universum seine drastische Ausdehnung erfahren hat. Zusätzlich gilt es auch die Natur und den Ursprung der dunklen Energie zu untersuchen, welche zum gegenwärtigen Zeitpunkt das Universum in verstärktem Maße expandieren lässt. Um die Inflation zu untersuchen zu können, müssen die Polarisationsparameter von kleinsten Anisotropien des kosmischen Mikrowellenhintergrundes sichtbar gemacht werden. Die dunkle Energie läßt sich am besten durch Gravitationslinseneffekte über große kosmische Strukturen und durch die Messung der Helligkeits-Rotverschiebung von weit entfernten Supernovae bestimmen. Aus diesen Überlegungen heraus ergeben sich zwangsläufig zwei Missionen. Der All-Sky CMB Polarisation Mapper, frei übersetzt also der Kartographierer der Polarisation des kosmischen Mikrowellenhintergrundes und der Wide-Field Optical-Near IR Imager,

ein Teleskop im optischen und nahen Infrarotbereich mit großem Gesichtsfeld. Um die Entwicklung des Universums besser verstehen zu können ist es notwendig, die ersten schwerkraftgebundenen Strukturen des Universums, welche die Vorläufer der heutigen Galaxien und der Galaxienhaufen sind, aufzufinden und ihre Entwicklung bis zum heutigen Zeitpunkt nachvollziehen zu können. Mit Hilfe eines Teleskops, das im fernen Infrarot operiert und eines Röntgenteleskops mit großer Öffnung (XEUS) sollen die ursprünglichsten Galaxienhaufen bis zurück zu ihrer Entstehung untersucht werden. Ein Hauptaugenmerk der Beobachtung liegt auf der Beziehung zu den Ereignissen bei aktiven Galaxienzentren und der chemischen Anreicherung des intergalaktischen Mediums. In diesem Zusammenhang genauso wichtig ist die Entwicklung von supermassiven schwarzen Löchern, die Auflösung des fernen Infrarothintergrundes in diskrete Quellen und jene Sternentstehung, die durch die Staubabsorption verborgen bleibt. Mit Hilfe von Röntgenteleskopen großer Öffnung, aber auch mit der nächsten Generation der Gammastrahlenteleskope, soll dann in der Folge das sich weiterentwickelnde hochenergetische Universum untersucht werden. Die Grundthemen dazu sind:

- ↳ Die Entstehung und die Weiterentwicklung supermassiver schwarzer Löcher in den Galaxienzentren im Zusammenhang mit der Galaxien- und Sternentstehung, sowie
- ↳ die Lebenszyklen der Materie im Universum während aller Epochen

Die Beobachtung eines supermassiven schwarzen Lochs im Zentrum einer Galaxie ermöglicht die Untersuchung des Zusammenspiels zwischen ihrer Entstehung und Weiterentwicklung, sowie die der Gastgalaxie. Um die Gammastrahlenausbrüche besser verstehen zu können, ist es notwendig die spektrale und zeitlichen Variabilität von Röntgen- und Gammastrahlen detailliert zu beobachten, denn dadurch werden Vorgänge in den Akkretionsscheiben plausibel, die wiederum die Prozesse von Super- und Hypernovaeexpllosionen erklären können.


Die Missionen...

Auch wenn die zukünftigen Wissenschaftsmissionen von „Cosmic Vision 2020 bis jetzt nur grob charakterisiert sind, so zeichnet sich doch schon heute ein deutlicher Trend nach hochgradiger Komplexität und ausgefuchsten Technolo-


gien ab. Das Verlangen, immer genauer zu messen, immer weiter von der Erde wegzufiegen und immer extremere Bereiche zu erforschen, führt zu immensen technologischen Anforderungen. Robuste Systeme, hochgenaue Sensoren, effiziente und exotische Antriebssysteme wie Sonnensegel, sowie Formationsflüge mehrerer weitestgehend autonom agierender Sonden sind nur einige der Technologien, welche die Ingenieure zur Zeit prüfen, um die Anforderungen der Wissenschaftler erfüllen zu können. Natürlich hat das alles einen Preis. Ist dieser zu hoch? Laut David Southwood, dem Wissenschaftsdirektor der ESA, auf keinen Fall, meint er doch: „Wenn unsere Gesellschaft damit aufhört das Universum, in dem wir leben, zu beobachten und wir keine Fragen mehr stellen – dann sind die Tage unserer Gesellschaft gezählt.“

Norbert Frischauf



Venus Express – die aktuellste Mission des ESA Wissenschaftsprogramms „Horizon 2000“ 



Rückkehr zum Mond – 2018 soll es soweit sein – künstlerische Darstellung 

PROJEKT CONSTELLATION – DER TRAUM GEHT WEITER

Zur Wiederwahl des amerikanischen Präsidenten George W. Bush mag man stehen wie man will. Eines ist aber auf jeden Fall sicher: Unter seiner fortdauernden Präsidentschaft wird sich die Raumfahrt spannender gestalten, als es unter John Kerry der Fall gewesen wäre. Bush ist für Exploration und bemannte Flüge tief ins Sonnensystem. Kerry hätte sich in der bemannten Raumfahrt für die absehbare Zukunft auf den Erdorbit beschränkt. Kurzfristig, und unter rein wirtschaftlichen Aspekten betrachtet mag die Kerry-Variante vernünftiger sein. Allemal spannender aber ist die Bush-Version.

Am 14. Januar 2004 verkündete der amerikanische Präsident George W. Bush die Grundzüge seiner Space Exploration Initiative. Ein völlig neuer programmatischer Rahmen, unter den die Vereinigten Staaten ihre Raumfahrtanstrengungen in den nächsten Jahrzehnten stellen wollen. Sie ist eine Abfolge zunehmend anspruchsvollerer Einzelmisionen und Ziele und soll die Amerikaner im Laufe der Zeit mit einer komplett neuen Infrastruktur für bemannte Einsätze im

inneren Sonnensystem ausstatten, ohne aber gleichzeitig ein finanzielles Crash-Programm zu erfordern, wie einstmals für die Apollo-Mondflüge. Die Idee dabei ist zum einen, Raumfahrt für den Steuerzahler spannend zu gestalten, eine als notwendig erachtete Maßnahme, um die Unterstützung der Öffentlichkeit für das Jahrzehnte dauernde Programm zu gewährleisten. Gleichzeitig soll es aber auch wissenschaftlich lohnend gestaltet werden. Um all die dafür notwendigen Elemente zu schaffen, wurde bei der NASA ein neuer Programmbereich gegründet: Constellation Systems. Der Begriff ist mehrdeutig belegt. Constellation steht in der englischen Sprache für „Sternbild“. Constellation Systems symbolisieren die Kombination der Systeme, die notwendig sind, um die Durchführung der Space Exploration Initiative zu gewährleisten. .

Kaum beachtet von der breiten Öffentlichkeit hat die NASA im vergangenen Jahr die Ausschreibungen an die amerikanische Raumfahrtindustrie herausgegeben. Die beiden „Winning Teams“ sind nun bekannt. Lockheed Martin und Boeing Grumman. Sie haben noch Zeit bis Frühjahr 2006 um ihre Konzepte genau auszuarbeiten. Dann wird einer von beiden als Systemführer ausgewählt. Doch sind sie in ihrer Gestaltungsfreiheit inzwischen schon ziemlich eingeengt, denn NASA-Administrator Mike Griffin hat den programmatische Rahmen genau definiert. Und seine Vorgabe ist klar: Der Weg zum Mars führt zuerst zum Mond. Das Szenario und die Einzelelemente dafür stehen schon in hoher Detaillierung fest.

Die Tage des Shuttle sind gezählt

Phase eins des Programms begann mit der Rückkehr des Shuttle in den Flugstatus. Die Sache verlief nicht ganz so wie vorgesehen (die Berichte befinden sich in diesem Buch), und mehr denn je ist klar: die Tage der Raumfahrten sind gezählt. Derzeit (November 2005) sieht es so aus, als könnten bis zum 1. Oktober 2010, dem Zieltermin für die Außerdienststellung des Shuttle, noch 19 Missionen stattfinden. 18 dienen dem Aufbau der Internationalen Raumstation. Eine führt zum Hubble-Space-Telescope. Das Ende des Shuttle-Betriebes ist von essentieller Wichtigkeit für die weitere Durchführung des Projektes Constellation, denn der laufende Betrieb der Fähren bindet 4.3 Milliarden Dollar jährlich. Nach der Außerdienststellung kann dieses Geld für Entwicklungsarbeiten an den Constellation Systemen verwendet werden. Für die internationalen Partner im ISS-Programm ist es wichtig zu wissen (und das wollen einige derzeit noch nicht wahrhaben): Die Raumstation wird bis zu diesem Zeitpunkt nicht fertig

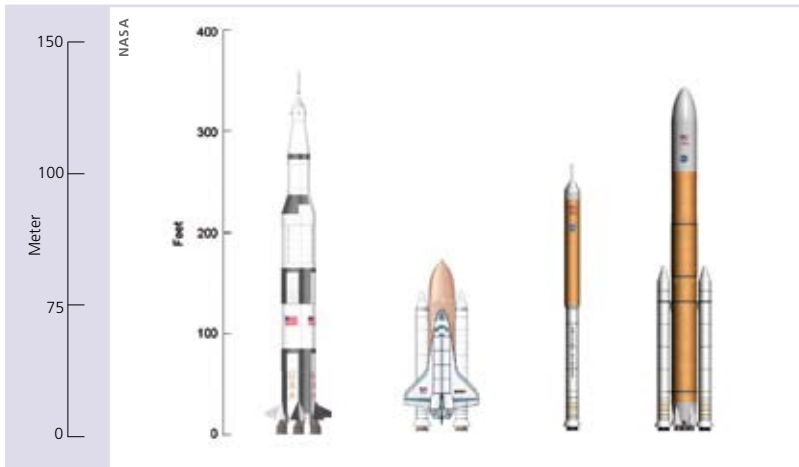
sein, und sogar wenn diese letzten 19 Shuttle-Flüge wie geplant ablaufen, werden einige Elemente der Station, die zum Teil sogar schon fertig gebaut sind, nicht mehr in den Orbit transportiert. Jedenfalls nicht mit dem Shuttle.

Die internationale Raumstation wird bald nach Erfüllung der US-Vertragsverpflichtungen mehr oder weniger an die Raumstationspartner übergeben. Die haben dann zukünftig für Mannschaftstransporte, Versorgungsgüter und so genannte „Downcargo-Flights“, also Frachtflüge von der Station zur Erde selbst zu sorgen. Trotzdem ziehen sich die USA nicht komplett aus der ISS zurück. Sie werden die Station aber nur noch insoweit nutzen, als dort Elemente für Constellation getestet werden müssen. Nur im Rahmen dieser Missionen werden die USA auch weiterhin Besatzungs- und Logistikflüge durchführen. Das beinhaltet beispielsweise die Erprobung von Mond- und Mars-Infrastruktur, die Tests neuer Raumanzüge, die Akklimatisierung von Besatzungen an die Bedingungen des Weltraums, Durchführung von Langzeitaufenthalten von zwei oder mehr Jahren für medizinische Zwecke und so weiter.

Stick und Monster

Für das Projekt Constellation werden wir viel neues Gerät sehen, und doch ist alles auf erstaunliche Weise auch bekannt. Es wird ein Crew Exploration Vehicle geben, das aussieht wie „*Apollo auf Steroiden*“. Es wird zwei neue Trägerraketentypen geben, die aus Elementen des Shuttle bestehen. Eine neue Antriebsstufe wird entstehen, deren Technik auf die Saturn-Rakete zurückgeht, aber es wird auch neuartige Komponenten geben, wie ein Methan-Sauerstoff-Triebwerk, das eines noch fernen Jahres mit Ressourcen von Mond und Mars betrieben werden kann. Die beiden neuen Startfahrzeuge basieren auf dem Shuttle. Das kleinere der beiden wird der Standardträger für die bemannten Einsätze werden und trägt derzeit, wegen seiner eigenartigen Form, den Spitznamen „The Stick“. Es ist etwa 70 Meter hoch. Die erste Stufe besteht aus einem Standard 4-Segment Shuttle-Feststoffbooster. Dieser Teil wird wieder verwendbar sein. Die zweite Stufe muss neu entwickelt werden. Zumindest fast neu, denn als Triebwerk wird die zweite Stufe ein Shuttle-Haupttriebwerk verwenden, das für einen Vakuumstart modifiziert wird. Dieses Fahrzeug wird in der Lage sein, knapp 30 Tonnen Nutzlast in die Umlaufbahn der ISS zu bringen.

Neben diesem Standardträger wird es noch einen Schwerlasttransporter geben. Er besteht in der Basisstufe aus einem modifizierten ShuttleTank, 5 Shuttle-Triebwerken und als Zusatzraketen zwei Shuttle-Feststoffboostern mit

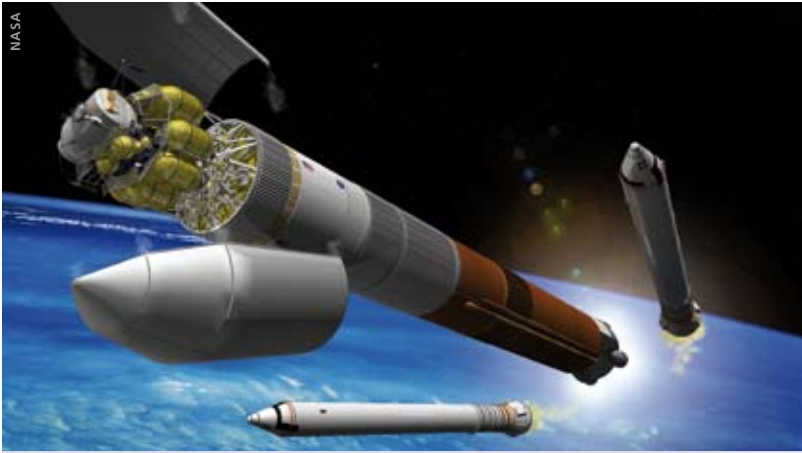


Größenvergleich von Saturn V, Space Shuttle, sowie den neuen Systemen „The Stick“ und „The Monster“ – Zum Besseren Verständnis auch noch ins hiesige Metermaß umgerechnet

jeweils 5 Segmenten. Auch hier muss die zweite Stufe neu entwickelt werden. Aber sogar die ist nur „fast“ neu, denn die Triebwerke werden Raumfahrtspezialisten bekannt vorkommen. Es sind modifizierte J2-Triebwerke der Saturn 5, die bei den amerikanischen Mondraketen bereits die zweiten und dritten Stufen angetrieben haben. Dieser Schwerlastträger wird etwa 120 Tonnen Nutzlast in einen niedrigen Erdorbit transportieren können, und entspricht damit in seiner Leistung in etwa der Saturn 5 des Apollo-Programms. Informell wird diese Rakete momentan als „The Monster“ bezeichnet. Und das wird sie garantiert sein. Über 100 Meter hoch, über 10 Meter Basisdurchmesser. Der Lärm beim Start dürfte apokalyptisch sein.

Apollo auf Steroiden

Das bemannte Element im neuen Programm ist das CEV, das Crew Exploration Vehicle. Es besteht aus zwei Komponenten, nämlich dem Reentry-Vehicle, einer bikonischen Kapsel, die haargenau wie eine Apollo-Kapsel aussieht, nur mit dem Unterschied, dass sie statt 3,9 Meter Basisdurchmesser und Höhe jetzt 5,5 Meter in Breite und Höhe misst, und dadurch dreimal so viel Volumen haben wird. Die Besatzungsstärke schwankt je nach Einsatzart. Die NASA spricht hier von „Block-Versionen“. Das „Block 1 CEV“ hat wiederum zwei Unterversionen, eines ist ein unbemannter Transporter für Nutzlasten bis 3,5 Tonnen zur ISS. Die andere ist ein ISS-Mannschaftstransporter für drei Astronauten und



„The Monster“ bringt separat den Mondlander und die für die Mondfahrt vorgesehene Raketenstufe in den Orbit – künstlerische Darstellung 👁

ca. 500 Kilogramm Nutzlast. Die Block 2-Version beherbergt vier Astronauten bei Mondflügen und könnte ersatzweise 6.000 Kilogramm unbemannt zur ISS bringen und die Block 3-Version kann sechs Astronauten bei Mars-Missionen aufnehmen. Natürlich nicht für den ganzen Flug, sondern nur für Start und Erd-Landung. Trotz seiner wesentlich größeren Abmessungen wird aufgrund der Fortschritte in der Materialtechnik die neue Mannschaftskapsel höchstens 10 Prozent mehr wiegen als einst die Apollo-Kapseln. Und sie wird wiederverwendbar sein. Bis zu 10 mal. Nur der Hitzeschild wird nach jedem Flug ausgetauscht. Das Service-Modul des CEV wird in etwa dieselben Aufgaben haben, wie einstens das Service-Modul der Apollo-Kapseln. Es wird jetzt aber viel zuverlässiger und langlebiger sein als damals. Angestrebt wird eine Standard-Lebensdauer von mindestens sechs Monaten. Die Energieversorgung wird mittels Solargeneratoren erfolgen und nicht mehr über Brennstoffzellen, denn die sind für Langzeiteinsätze nicht die optimale Wahl. Die Solargeneratoren werden der Kapsel und dem Service-Modul eine Leistung von mindestens 4,5 Kilowatt zur Verfügung stellen. Das Antriebssystem des Service-Moduls besteht aus einem einzelnen Sauerstoff-Methan-Triebwerk mit einer Schubleistung von sieben Tonnen. Der spezifische Impuls dieses druckgeförderten Triebwerks (es werden also keine komplexen Turbopumpen an Bord sein) wird mindestens 360 Sekunden betragen. Die Lageregelung wird über nicht weniger als 24.500 Newton-Motoren laufen. Damit ist das Raumfahrzeug für diesen Zweck zwar

völlig übermotorisiert, aber sie können damit als Back-up Triebwerke für den Rückschuss aus der Mond- oder Marsumlaufbahn dienen.

Interessant, aber im Detail noch nicht ausgearbeitet, wird das Landeverfahren der CEV-Kapsel. Die Landung soll nämlich auf Land erfolgen. In Südkalifornien oder in Nevada. Damit muss sie zumindest halbwegs zielgenau sein. Wichtig ist die Landung an der Westküste deshalb, damit das unmittelbar vor der Landung abzusprenkende Service-Modul in den Pazifik fällt und nicht etwa auf bewohntes Gebiet. Die Kapsel wird mit einer Kombination aus Airbags und Retroraketen für die Abmilderung des Landeschocks ausgerüstet. Im Notfall kann die Kapsel allerdings auch auf dem Wasser niedergehen. Während vor dreieinhalb Jahrzehnten die gesamte Kombination aus Crew-Kabine, Service-Modul und Lande- und Aufstiegsfahrzeug gemeinsam auf einer einzelnen Rakete auf die Reise ging und das einzige Rendezvous-Manöver in der Mondumlaufbahn notwendig war, wird diesmal die so genannte Dual-Rendezvous-Variante gewählt. Als erstes startet „The Monster“ mit dem Mondlandefahrzeug und der schweren Transferstufe. Maximal 30 Tage später geht die Crew mit dem CEV auf die Reise, dockt an der Mondfähre mit der Transferstufe an und dann erfolgt der Schuss zum Mond. Nach Erreichen der Fluchtgeschwindigkeit wird die Transferstufe abgetrennt. Das Einschwenken in die Mondumlaufbahn erfolgt mit dem Triebwerk des Service-Moduls.

Der Lunar Lander

Wenn wir vorhin von „Apollo auf Steroiden“ gesprochen haben, so gilt genau das gleiche für das Mondlandefahrzeug. Auch das sieht aus, wie ein aufgepumptes Apollo-Lunar Lander. Aber, wie schon zuvor die Kapsel, ist auch er unvergleichlich viel ausgefeilter. Das wesentliche Element, das die Landungen ermöglicht, wird das Triebwerk sein. Man wird hier genau den gleichen Motor verwenden wie für das CEV-Servicemodul. Allerdings sind für die Landung vier Stück davon nötig, und die Landeversion wird seine Leistung über einen weiten Schubbereich regulieren können. Der Lander besteht, wie schon bei Apollo, aus zwei Komponenten. Einer Landestufe und einer Aufstiegsstufe. Auch die Aufstiegsstufe verwendet zwei von den Sauerstoff-Methan Triebwerken. Damit kommen bei jeder Mondexpedition ein halbes Dutzend dieser nahezu baugleichen Triebwerke zum Einsatz. Vier Astronauten können damit auf dem Mond landen. Sie verfügen über eine geräumige Kabine und über eine Luftschleuse, in der sie ihre Raumanzüge reinigen können. Jeder Lander wird zwei Mondro-

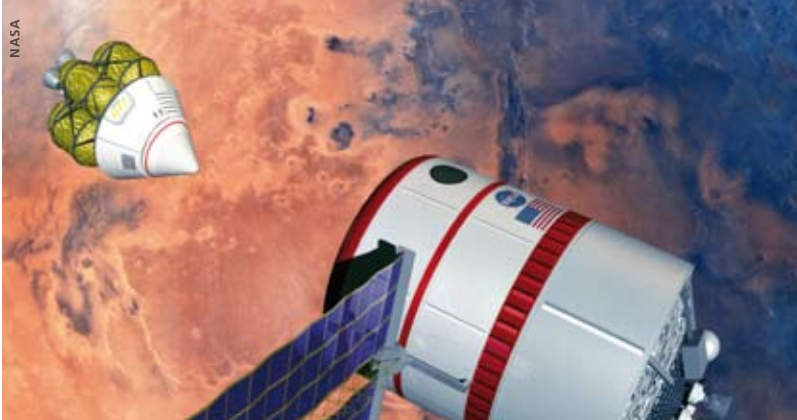
ver mitnehmen, die den Astronauten eine Reichweite von 25-50 Kilometern auf der Oberfläche des Erdtrabanten geben werden. Die Astronauten werden auf dem Mond als ein großes oder als zwei kleine Teams arbeiten. Es ist geplant, dass sich jeweils alle Astronauten gleichzeitig auf der Mondoberfläche aufhalten.

Das CEV im Übrigen wird alleine den Mond weiter umkreisen, während die Astronauten unter auf der Oberfläche im Einsatz sind. Auch dies ist ein Unterschied zu Apollo, wo immer einer der Astronauten an Bord der Kommandokapsel bleiben musste. Die erste Landung, derzeit für das Jahr 2018 geplant, wird nur kurz sein. Sieben Tage sollen die Astronauten auf dem Mond verbringen. Aber die Aufenthalte sollen schnell ausgedehnt werden. Schließlich werden, als mittelfristiges Ziel, die Crews jeweils ein halbes Jahr auf dem Mond verbringen. Und erst dann wieder zur Erde zurückstarten, wenn eine neue Crew eingetroffen ist. Die ersten sechs bis acht Landungen haben rein explorativen Charakter, und werden an unterschiedlichen Orten erfolgen. Anders als die Lander der Apollo-Ära sind die neuen Fahrzeuge nicht auf äquatornahe Gebiete beschränkt, sondern können auch an den Polen, ja sogar auf der Mondrückseite landen. Der Lander wird neben den reinen Lebenserhaltungssystemen und der Grundausrüstung mehr als zwei Tonnen zusätzliches Material auf die Mondoberfläche bringen können. Und diese Nutzlastkapazität wird dringend gebraucht, denn mittelfristiges Ziel der Mondmissionen ist die Errichtung einer permanenten Basis, auf der dann die Fähigkeiten für die späteren Marsmissionen erlernt werden sollen. Insbesondere die Gewinnung von Treibstoffen aus Mondgestein gehört dazu. Sobald ein günstiger Platz für eine Basis gefunden ist, werden ein- oder zwei Landegeräte unbemannt – ohne Aufstiegsstufe – niedergehen. Anstelle der Aufstiegsstufe wird dann zusätzliche Nutzlast transportiert. Mehr als 20 Tonnen können in diesem Fall auf dem Mond gelandet werden.

Der Zeitplan

Wie sieht es mit der zeitlichen Umsetzung dieser Konzepte aus?

2006 Schon im nächsten Jahr soll eine der beiden Shuttle-Startanlagen stillgelegt werden. Entweder die Anlage 39A oder 39B. Dort beginnen die




Rendezvous im Marsorbit – Diese Studie von 1994 erinnert schon stark an die heute für die Mondlandung vorgesehenen Raumfahrzeuge im Rahmen der Space Exploration Initiative

Umbauarbeiten um die künftigen Startgeräte der Space Exploration Initiative aufnehmen zu können.

- 2008 Gegen Ende des Jahres 2008 soll das Shuttle Discovery aus dem aktiven Dienst genommen werden. Dann sind nur noch die Atlantis und die Endeavour im Einsatz. Spätestens 2009 sollen die Testflüge mit „The Stick“ beginnen. Nachdem die modifizierten Shuttle-Startanlagen zu diesem Zeitpunkt wahrscheinlich noch nicht verfügbar sind, erwägt die NASA, eine der alten Titan IV-Startanlagen zu modifizieren. Der Nachteil dieser Lösung ist, dass diese Anlagen etliche Kilometer weiter südlich der jetzigen Anlagen liegen.
- 2010 Im Oktober 2010 soll der letzte Shuttle-Flug erfolgen. In diesem Jahr beginnt die Vollentwicklung von „The Monster“.
- 2011 Der ersten bemannte Einsatz des CEV soll noch im Jahre 2011 erfolgen. Ein sehr optimistischer Zeitplan. In den Folgejahren sollen dann zwischen vier und sechs Einsätze pro Jahr zunächst zur ISS stattfinden.
- 2017 soll „The Monster“ seinen Erstflug haben.
- 2018 Der Beginn der Mondlandungen ist für 2018 geplant. Derzeit ist eine Frequenz von zwei Mondmissionen pro Jahr geplant.
- 2025 Etwa bis 2025 sollte dann eine permanente Mondbasis existieren.
- ... Und dann ist die Zeit reif für die Mission zum Mars.

Eugen Reichl



Das VFR-Raumschiffkonzept MSV (Manned Space Vehicle) – künstlerische Darstellung 

ZURÜCK IN DIE ZUKUNFT MIT DEM VFR E.V.

Der Titel der nachfolgenden Story wird den meisten Lesern bekannt vorkommen. Eine Spielfilmreihe mit Michael J. Fox in der Hauptrolle lief unter dieser Bezeichnung. Aktuell passt er auch ganz gut auf die neuesten Entwicklungen in der US Raumfahrt. Manchem Betrachter erscheint es, als würde die NASA 40 Jahre in die Vergangenheit versetzt in die Zeiten vor der Mondlandung.

Doch erst einmal zurück zu den Anfängen der Raumfahrt. Die Ankündigung Kennedys, bemannt zum Mond zu fliegen, wirkte zu der damaligen Zeit unglaublich visionär. Nach den schnellen Fortschritten in der Raumfahrttechnologie und der kurze Zeit später erfolgten Mondreise schienen die bemannte Marsreise, Mondkolonien und Touristenflüge ins All in greifbarer Nähe. Die Ge-

schichte jedoch entschied sich, einen anderen Verlauf zu nehmen. Nicht zuletzt wegen der Probleme durch den Vietnamkrieg wurden die Mondflüge frühzeitig eingestellt und eine erste Neuorientierung der Raumfahrt fand statt. Gesteuert vom Kalten Krieg entstanden die ersten Raumstationen der damaligen Supermächte. Russland konnte auf diesem Gebiet einen enormen Erfahrungsschatz aufbauen indem sie ständig ihre Systeme in kleinen Schritten weiterentwickelten. Aus den insgesamt sieben Stationen vom Typ Salut sollte sich die später sehr erfolgreiche Raumstation Mir entwickeln, gefolgt von der ISS, an der Russland mit den Basisblöcken einen entscheidenden Anteil trägt.

Parallel zu den russischen Saluts entwickelten die Amerikaner ihre experimentelle Raumstation Skylab, die sie aber nach dem Besuch von drei Mannschaften in den Jahren 1974 und 1975 wieder aufgaben. Die Amerikaner wählten nun einen anderen Weg: ein geflügeltes System sollte her. Raumfahrt sollte im Linienflugbetrieb durch wieder verwendbare Raumflugzeuge funktionieren. Dazu wurde das Space Shuttle entwickelt, welches sich jedoch in der Entwicklung massiv verteuerte. Auch der geplante Routinebetrieb konnte niemals im erhofften Umfang aufgenommen werden. Dies lag zum einen an den hohen Startkosten und der gleichzeitig zu geringen Nachfrage. Das Henne-Ei Problem „Startkosten sinken-Nachfrage steigt“ konnte leider nie gelöst werden. Was am Ende raus kam, waren ursprünglich fünf flugzeugähnliche Raumfahrzeuge von denen jedoch mittlerweile nach den Abstürzen von Challenger und Columbia nur noch drei, nämlich die Endeavour, die Atlantis, und die Discovery im Einsatz sind. Während der 90er Jahre wurde verzweifelt an Nachfolgern für die in die Jahre kommenden Shuttle gesucht. Man hoffte mit einstufigen Systemen wie dem Venture-Star den Raumtransport verbilligen zu können. Jedoch gelangte man hier an die Grenzen des heute technisch machbaren und die angedachten Systeme erhoben sich nie in die Lüfte.

2004 brach dann jedoch ein neues Kapitel in der US Raumfahrt an, als Präsident Bush die neue Weltraum-Forschungsinitiative als neue NASA Roadmap ausgab. Hier beginnt dann auch die Zeitreise. Die Initiative hat zum Ziel, Menschen wieder auf den Mond und weiter Richtung Mars und darüber hinaus zu bringen. Das dafür benötigte Raumfahrzeug sollte dann auch gleich das Space Shuttle ablösen. Dass es dafür auf eine Kapsel hinauslief war wenig verwunderlich, denn geflügelte Systeme machen für Flüge außerhalb des Erdorbits wenig Sinn, da sie nur unnötig Ballast mitschleppen. Als neues

Fahrzeug wurde also das Crew Exploration Vehicle kurz CEV vorgestellt. Und hier kommen wir neben unserem „Zurück in die Zukunft Teil 1“, der Rückkehr zum Mond quasi zu Teil 2 unserer Reihe, nämlich der Wiederkehr von Kapseln in das amerikanische Raumfahrtprogramm. Ein Kapseldesign ähnlich der Apollokapseln ermöglicht, die an sie gestellten Forderungen bezüglich der Explorationsinitiative zu erfüllen. Gleichzeitig kann sie aber auch so gut wie alle anderen denkbaren Missionsszenarien erfüllen, die für das Shuttle angedacht waren, mit Ausnahme von Rückholmissionen.



Das MSV entfaltet seine Sonnenkollektoren – künstlerische Darstellung

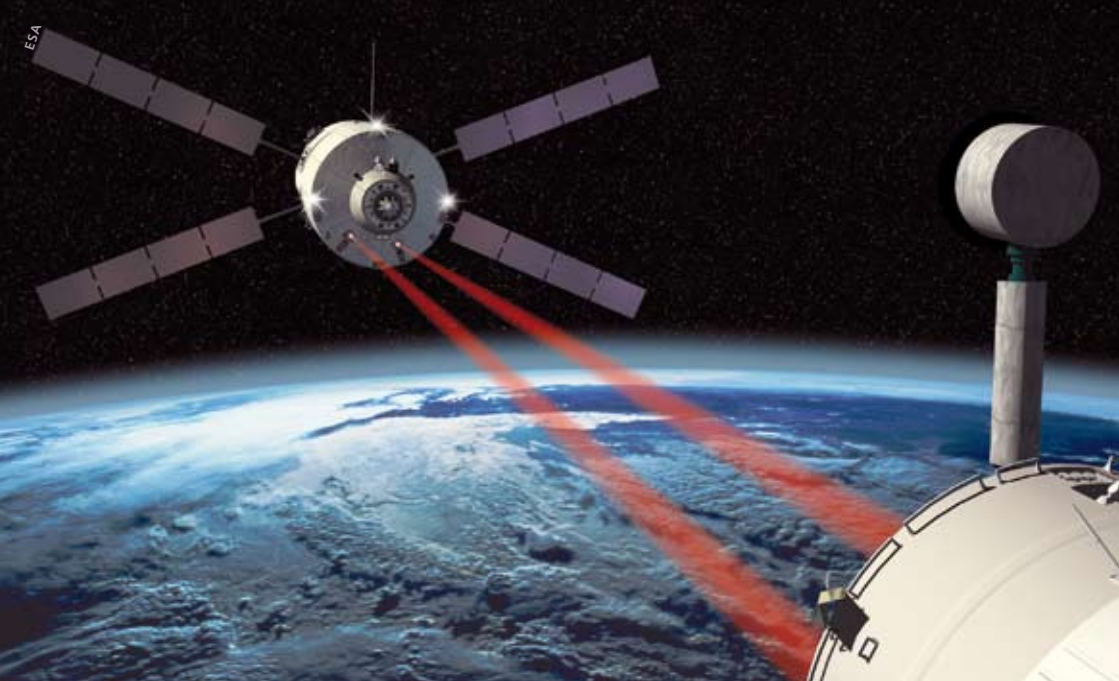
Das VFR-Raumschiff


Auch der VFR hat sich über einen Nachfolger für das Space Shuttle einige Gedanken gemacht. Arbeitstitel dieses Fahrzeuges ist MSV –Manned space vehicle- zu Deutsch soviel wie „Bemanntes Raumfahrzeug“. Zielvorgabe für dieses Fahrzeug war weniger ein Flug zum Mond sondern die Versorgung der

Internationalen Raumstation. Trotzdem erlaubt die Flexibilität dieser Kapsel mit einem modifizierten Servicemodul auch Flüge zum Mond, dem Mars oder auch Asteroiden. Das Raumfahrzeug selbst besteht aus zwei Modulen. An der Spitze das konisch zulaufende Kommandomodul, in dem sich während der Mission die Crew aufhält, mit den Lebenserhaltungssystemen und der gesamten Steuerung. Direkt darunter befindet sich das zylindrische Servicemodul. In diesem sind die Treibstoffe, die Energieversorgung und alle größeren Geräte untergebracht. Während der Startphase befindet sich über dem Kommandomodul die so genannte Rettungsrakete, die im Notfall während der ersten Minuten nach dem Start das Kommandomodul aus dem Gefahrenbereich zieht und eine sichere Landung der Crew ermöglicht. Im Nominalbetrieb wird nach der kritischsten Startphase die Rettungsrakete abgesprengt und die Kombination aus Kommandokapsel und Servicemodul bewegt sich weiter in die Umlaufbahn.

Auch hierbei kann jederzeit ein Missionsabbruch erfolgen und die Erde wieder angesteuert werden. Im Orbit angekommen beginnt die Crew mit dem Stationsanflug und dockt wenig später an die Raumstation. Nach einer Missionszeit von bis zu einem halben Jahr dockt die Kapsel dann wieder ab und bringt die Crew sicher an einem Fallschirm hängend auf die Erde. Auch hierbei sind für alle Eventualitäten, wie zum Beispiel Wasserungen, Sicherheitssysteme vorhanden. Die Auslegung für eine Stationsversorgung ermöglicht auch die Nutzung des Kommandomoduls für Missionen außerhalb unseres Erdorbits. Die Anflugzeit von bis zu drei Tagen entspricht nämlich auch der Flugzeit zum Mond. Für die Rückkehr vom Mond eignet sich die Kapsel ebenfalls sehr gut wie schon bei Apollo bewiesen. Für längere Flüge, zum Mars zum Beispiel, wird dann noch ein zusätzliches Transfermodul benötigt. Auch Servicemissionen wie eine Satellitenreparatur ließen sich problemlos mit einer solchen Kapsel erledigen. Alles in allem wirken die aktuellen Pläne der NASA wie ein Rückschritt in die Vergangenheit aber die gestoppten Entwicklungsprojekte, Kosten und Unglücke beweisen das die gute alte Kapsel scheinbar doch noch günstigste und sicherste Weg ins All ist. Warum sollte man also nicht wieder zu ihnen zurückkehren. Die Russen fliegen seit 30 Jahren mit ihren Sojus sehr erfolgreich und mittlerweile haben auch die Chinesen ihren zweiten Raumflug mit einem solchen System unternommen.

Andreas Kruselburger



Künstlerische Darstellung eines Andockmanövers des ATV an die ISS 

NEUE AUFGABEN FÜR DAS ATV

Das Raumfahrtjahr 2005 liegt hinter uns. Es hat erfreuliche Ereignisse, aber auch Ernüchterung gebracht. Großen Erfolgen der unbemannten Raumfahrt durch Cassini, Huygens, Deep Impact, Mars Express und den Mars Exploration Rovern stehen eher bescheidene Etappenziele der bemannten Raumfahrt gegenüber. Aber vielleicht kann da Europa neue Impulse bringen...

Ein zwar gelungener, aber mehr gequälter Return to Flight, dem die Unsicherheit und fehlende Souveränität der Jahre nach Columbia anzumerken war. Die dutzendfache Beäugung des Starts aus jeder erdenklichen Kameraperspektive hatte etwas vom Flair einer Intensivstation. Privatpatient Shuttle: Gut versorgt, bestens medizinisch betreut, aber ob man es nun wahrhaben will oder nicht, ein Patient. Nicht vital, sondern angeschlagen, hustend, mit einer Lebenserwartung von – ja von wie vielen Jahren noch? Wer kann heute auch nur annähernd genau vorhersagen, wie oft bis 2010 überhaupt noch ein Shuttle zur ISS fliegen wird. Die Stimmung scheint umzuschlagen. Statt sich nur mit dem nun schon altbekannten Shuttle zu beschäftigen, widmet sich die aus Europa verfolgbare

Berichterstattung in den USA immer mehr dem „neuen Raumerkundungsprogramm“ der USA. Im September dann die Ankündigung, alles erinnerte ein bisschen an Hollywood, APOLLO II – der Film. Gedreht mit besseren Tricks, besserer Technik, größerem Aufgebot, aber es bleibt in den wesentlichen Komponenten ein Aufguß schon bekannter Rezepturen. Amerika kehrt nach langen Lehrjahren zurück zu Altbewährtem. So weit, so gut. Eingeladen werden sollen auch interessierte Partner, hieß es.

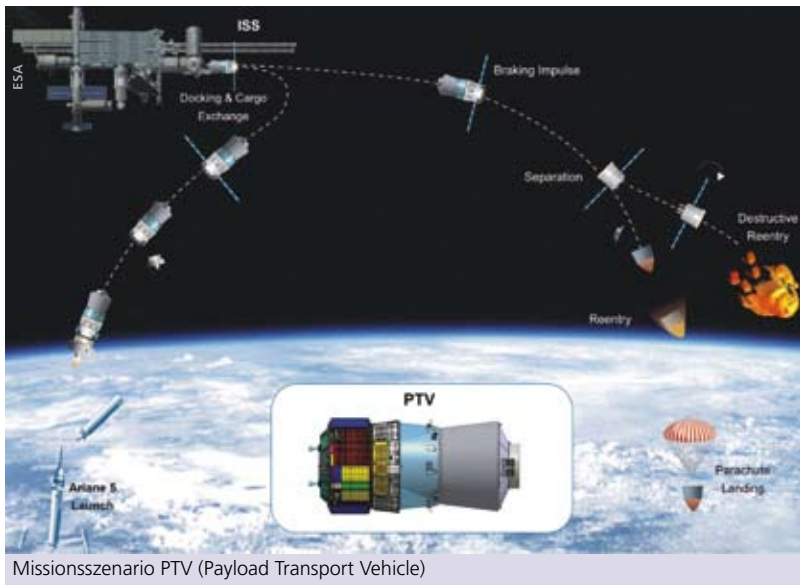
Die Bedingungen für eine Beteiligung an den neuen Plänen der selbsterklärten Raumfahrtation Nr. 1 werden sich jedoch die ISS-Partner allesamt sicher gut überlegen. Dafür hat sich – neben anderen – auch die USA mittlerweile als eher unsicherer, zumindest aber als eigensinniger Partner erwiesen. Zudem trägt die schmerzhaft erlittene amerikanische Abhängigkeit von russischen „Model-T-Raumschiffen“ der Marke Sojus sicher kaum dazu bei, in den USA eine Welle der Begeisterung für eine weitere Arbeitsteilung im Weltraum loszutreten. Vermutlich wird alles versucht, um das neue Space Exploration Programm so weit wie möglich selbst zu machen. Dies gibt Anlaß, sich näher mit den Optionen der europäischen Raumfahrt auseinander zusetzen. Im JAhr 2006 soll – wenn man den Zeitplänen denn trauen mag – ein neuer Hoffnungsträger der ESA von Kourou aus zur ISS abheben: Das erste, Menschen beherbergende Raumschiff aus europäischer Produktion: ATV, Automated Transfer Vehicle. Dieser Raumtransporter hat vielleicht das Zeug, den Hoffnungen der europäischen bemannten Raumfahrt einen kräftigen Schub zu verleihen. Er ist ein eigenständiger europäischer Beitrag zur Versorgung der ISS, er bringt mit der Ariane 5 erstmals ein neues Startsystem ins Geschäft mit der ISS, er stellt – ebenfalls erstmals – eine eigenständige europäische Leistung dar, die in dieser Weise zurzeit keine andere Raumfahrtation bieten kann. Mit einer Masse von fast 21 Tonnen beim Start und bis zu 7 Tonnen Treibstoff und Nutzlast an Bord ist der ATV das größte Raumfahrzeug für den Einsatz in der Erdumlaufbahn neben dem US Space Shuttle. Als einziges Raumfahrzeug verbindet der ATV auch die vollautomatischen Koppelungsmöglichkeiten eines unbemannten Trägers mit den Anforderungen an ein bemanntes Raumfahrzeug, während er an die ISS angedockt ist. Seine Druckkabine hat das Volumen eines mittelgroßen Reisebusses. Insoweit hat die ESA hiermit ihre seit Jahren erfolgreiche Politik der zuverlässigen, kommerziellen Nutzlastbeförderung konsequent fortgesetzt, indem sie die Palette der Ariane 5 um eine weitere Nutzlast

ergänzt hat. Wenn mit Umsetzung des Space Exploration Programms die Ära des Shuttles spätestens im Jahr 2010 zu Ende geht, reduziert sich das Rückkehrvolumen von der ISS zur Erde auf einige wenige Kilogramm die mit Sojus-Kapseln transportiert werden können. Trotz, oder gerade wegen der heute eher ungewissen Zukunft, ist die ISS potentiell ein viel zu wertvolles und noch lang nicht verbrauchtes Standbein im Orbit. Wie in den letzten zwei Jahren zu sehen war, ist nicht der Passagierverkehr die Schwachstelle des Transportsystems, es ist die Versorgung mit Material und Lebensmitteln, mit Ersatzteilen und notwendigen Ausrüstungsgegenständen, die bedingt durch die ausfallenden Shuttleflüge der Station fast die Zwangsevakuierung beschert hätten. Hier wird ein vielseitiges Frachtsystem gefragt sein, das eine zuverlässige Versorgung und Entsorgung der Station gewährleistet. Bisher deckt der ATV lediglich die Versorgung und Müllentsorgung der ISS ab. Um das System zu einem Vollservice weiterzuentwickeln, wären weitere Schritte erforderlich, die die ESA in einer Studie untersucht hat. Eine Executive Summary dieser Studie ist unter <http://esamultimedia.esa.int/docs/gsp/completed/C18303ExS.pdf> auf den Seiten der ESA veröffentlicht.

ATV Entwicklungs-Szenarios

Nutzlast zurück zur Erde (Payload Transport Vehicle)

Eine große Rückkehr-Nutzlast mit einem Hitzeschild, in dem das klimatisierte Nutzlastmodul des ATV durch eine große Nutzlastkapsel ersetzt wird, die mehrere Hundert Kilogramm Fracht sowie wertvolle Experimente zur Erde zurückbringen könnte. Dabei könnte das bereits 1998 erfolgreich erprobte Konzept des atmosphärischen Wiedereintrittsmodells (ARD) verwendet werden. Die Nutzlastkapsel wird die Form eines bikonischen Kegels bzw. Geschosses haben, dessen Höhe etwa 5,50 m und dessen Durchmesser an der Basis rd. 4,40 m betragen soll. Diese Nutzlastkapsel wird mit der Spitze gegen die Startrichtung mittels eines Adapters auf dem weitgehend unveränderten Servicemodul des ATV aufgesetzt. Auf der Basisseite des Kegels befindet sich der Front Docking Mechanismus, der ein Ankoppeln an die ISS möglich macht. Idealerweise sollte dieser Dockmechanismus auf alle Andockpunkte der ISS passen. Man rechnet mit einem Leergewicht der Rückkehrkapsel von 7,2 Tonnen und einer maximalen Zuladung von 4,1 Tonnen. Rechnet man für Antriebsmodul wie für die Rückkehrkapsel Sicherheitsabschläge hinzu, kommt man immer noch zu einer

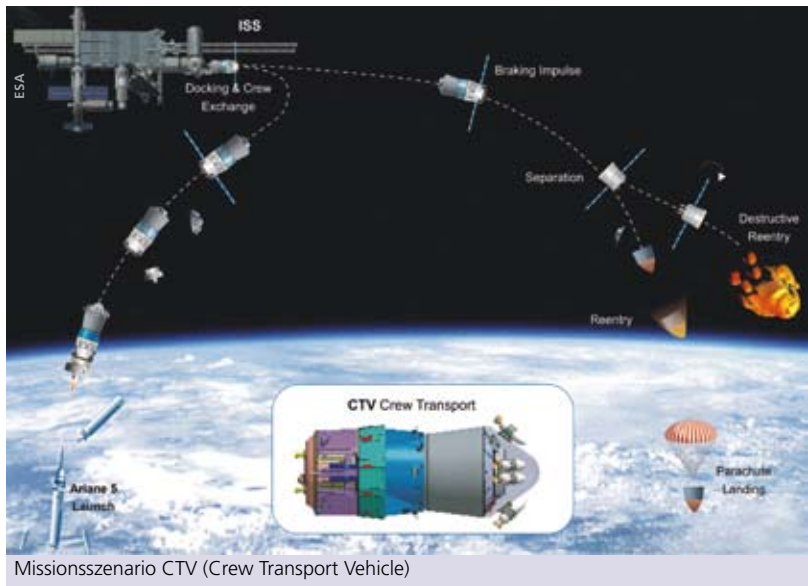


Missionsszenario PTV (Payload Transport Vehicle)

Nutzlast von rd. 3,0 Tonnen in den Orbit. Die Kapsel soll ein ISS Standard Rack transportieren können, das in ein Ober- und Unterteil zerlegt werden müßte. Daneben bliebe noch Platz für bis zu 5,3 Kubikmeter weiterer Nutzlast bzw. ein Gewicht von rd. 1,6 Tonnen. Gestartet wird das Raumschiff mit einer Ariane 5 ESC-A, die 20,5 Tonne Nutzlast in eine Erdnahe Bahn transportieren kann. Landen würde die Kapsel an Fallschirmen, wobei ein Landeplatz in der australischen Wüste vorgeschlagen wird.

Crew-Transporter

Ein zweites Szenario wäre ein bemanntes Rückkehrfahrzeug (CTV), das deutlich komplexere Änderungen am derzeitigen ATV Konzept erfordern würde. Das integrierte Nutzlastmodul könnte umgerüstet werden in eine bemannte Wiedereintrittskapsel für den Transport von Menschen, die in einer ersten Phase als Rettungsboot (CRV) für die ISS benutzt werden könnte, um später als vollwertiger Mannschaftstransporter mit einer Ariane 5 zu starten und bemannt zur Erde zurückzukehren. Eine solche Entwicklung des ATV würde Europa in die Lage versetzen, Menschen in den erdnahen Orbit zu transportieren. Aus Gründen der Standardisierung soll die gleiche Wiedereintrittskapsel verwendet werden wie bei dem PTV. Wegen der dann notwendigen Änderungen an der Ariane 5 bezüglich der Rettungssysteme für die Startphase käme eine noch zu

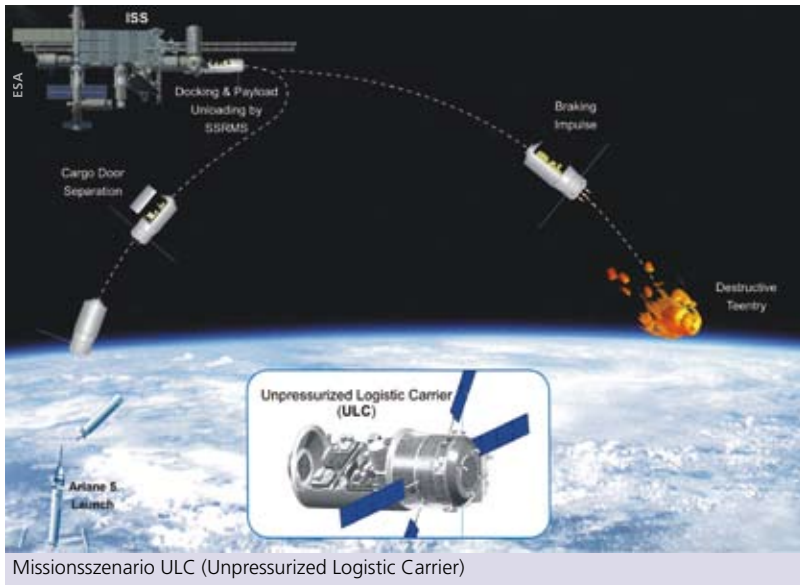


Missionsszenario CTV (Crew Transport Vehicle)

entwickelnde stärkere Version der Ariane 5 zum Einsatz, eine Ariane 5 ESC-B mit einer Gesamtnutzlast von 23,0 Tonnen. Für eine solche Rettungsmöglichkeit müssen zusätzliche Rettungstriebwerke auf der Oberseite des Raumschiffs angebracht werden, um im Fall eines Startabbruchs eine Not-Trennung der Kapsel von der Rakete vornehmen zu können. Ein Rettungsturm, vergleichbar der Saturn 5, könnte dabei problematisch werden, weil die derzeit in Kourou vorhandenen Integrationsgebäude eine Erhöhung der Ariane 5 um einen solchen Turm wohl nicht zulassen, da das Gebäude zu niedrig ist. Die Rückkehrkapsel könnte maximal bis zu 5 Mann aufnehmen, die in 2 Sitzreihen hintereinander untergebracht sind, regelmäßig wird aber mit einer vierköpfigen Besatzung ausgegangen.

Nutzlast-Transporter ohne Druckkabine

Ein drittes Szenario ist ein Nutzlast-Transporter ohne Druckkabine, der einige Tonnen Ausrüstung zur ISS befördern könnte (Unpressurized logistic carrier – ULC). Diese Nutzlasten würden auf einem hierzu entwickelten Träger transportiert, der das gegenwärtige integrierte Frachtmodul des ATV ersetzen könnte. Die Ladung würde entweder mit dem Roboterarm der ISS oder durch Astronauten mittels eines Raumspaziergangs an seine endgültige Position gebracht. Verfolgt wurden zwei alternative Konzepte. Die erste Variante nutzt zwei Ex-



Missionsszenario ULC (Unpressurized Logistic Carrier)

press Paletten, die für den Einsatz bei der ISS standardisiert sind. Geprüft wurde auch die Möglichkeit, den schon existierenden Integrierten Cargo Carrier als Nutzlast auf das Servicemodul des ATV zu montieren. Dies hätte den Vorteil, daß beide Teile bereits weitgehend fertig gestellt sind und lediglich konstruktiv miteinander verbunden werden müßten. Neben den Standard-Nutzlasten sollen und müssen aber auch individuelle Nutzlasten zur ISS befördert werden, wie z.B. das EUSO Observatorium für extrem energiereiche kosmische Strahlung, entwickelt in Zusammenarbeit der Max-Planck-Institutes für Physik und Radioastronomie sowie der Universität Würzburg (EUSO –European Union Student Olympiad). Soweit eine Ariane 5 ECA mit 20,5 Tonnen Nutzlast verwendet wird, ergibt sich bei diesen Nutzlasttransportern eine maximale Nutzlast von etwas mehr als 7 Tonnen.

Weitere mögliche Verwendungen des ATV

Rettungsboot/Frei fliegendes Schwerelosigkeitslabor

Der ATV könnte leicht zu einem unbemannten frei fliegenden Labor weiterentwickelt werden, in dem bessere Schwerelosigkeitsbedingungen als auf der ISS geschaffen werden könnten. Er könnte zu Wartungszwecken regelmäßig an der ISS andocken. Ein solches freifliegendes Raumschiff mit Druckkabine

könnte auch als eine Art Rettungsinsel für die ISS dienen, falls es an Bord zu einem schwerwiegenden Notfall kommen sollte. So würde Zeit gewonnen, bis die Mannschaft von einem Shuttle oder einem Sojus-Raumschiff gerettet werden kann.

Kleiner Nutzlasttransporter mit Rückkehrmöglichkeit

Indem man sein vorhandenes Volumen ausnutzt, könnte der Kern des ATV mit einer kleinen ausstoßbaren Kapsel ausgerüstet werden, die eine Nutzlast von ungefähr 150 Kilogramm, beispielsweise wertvolle wissenschaftliche und technologische Experimente, zur Erde zurückbringen.

Miniraumstation (MSS)

Zum Aufbau einer Miniraumstation könnte man die ATV Raumschiffe mit zwei Koppelungsmechanismen versehen, einen an der Front- den anderen an der Rückseite. So lassen sich mehrere von ihnen wie Eisenbahnwaggons aneinanderhängen.

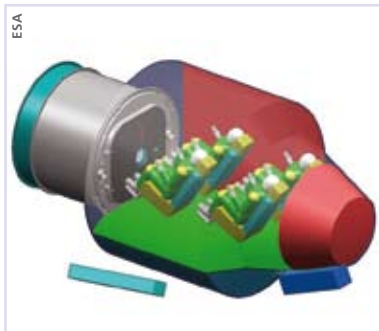
Exploration Transport Vehicle (ETV)

Auch wenn das Konzept einer Raumfähre, die Astronauten und Ausrüstung in unterschiedliche Umlaufbahnen bringt, schon seit Jahrzehnten von mehreren Raumfahrtagenturen verfolgt worden ist, wird dennoch der in Europa gebaute und entwickelte ATV die leistungsfähigste jemals errichtete Raumfähre werden. Zudem könnte er für zukünftige Raumfahrtprogramme weiterentwickelt werden und als Transportfähre zum Mond oder Mars eingesetzt werden, mit der man tonnenweise Versorgungsgüter, Weltraumteleskope oder gar interplanetare Raumschiffe transportieren könnte. Die Europäische Raumfahrt hat mit dem ATV ein entwicklungsfähiges Raumschiff zur Verfügung, daß sich in die Konzepte anderer Raumfahrt-Programme wie dem Mondprogramm der NASA oder dem geplanten Kliper der russischen Raumfahrt integrieren ließe. Er ist sofort einsatzfähig als reiner Nutzlast-Transporter, vorstellbar wäre eine Umrüstung zur Tankfähre oder als Passagierfähre, die zwischen ISS und der Mondumlaufbahn pendelt. Möglich wäre aber ebenso eine Alternative zu dem CEV der NASA, das derzeit nur auf dem Papier existiert.

Die Chance, die sich mit dem ATV bietet, hängt auch mit den zeitlichen Voraussetzungen zusammen. Der günstige Umstand, daß für ein Transportsystem in den erdnahen Orbit mit der Ariane 5 ein Launcher und mit dem ATV ein nahezu einsatzfähiges Raumschiff zur Verfügung steht, macht Beteiligungen heute so interessant, da hier ein Entwicklungsvorsprung besteht, der genutzt werden könnte. Denn zur Zeit hat Rußland keinen Launcher und kein Frachtschiff vergleichbarer Kapazität, die USA haben außer dem auslaufenden Shuttle derzeit weder ein Raumschiff noch einen Launcher, um Astronauten in einen erdnahen Orbit zu befördern. Eine Passagierfähre in den erdnahen Orbit könnte auf Basis des ATV eventuell schneller und kostengünstiger entwickelt werden, als wenn man in den USA das Rad neu erfindet. Hinzu kommen die Chancen, die sich bei der weiteren Nutzung der ISS bieten. Die Versorgung und der Rücktransport von Nutzlasten zu Erde bleibt infolge der vermutlich spärlichen Shuttle-Flüge eine dringend zu schließende Lücke. Die Möglichkeit, daß der ATV auch an dem US-Port andocken kann, wäre ein weiterer großer Vorteil, um die Flexibilität des ATV zu erhöhen. Für einen Flug zum Mars bleibt die ISS bis auf weiteres ein unentbehrliches Instrument, um ein Mars-Raumschiff zu testen, daß mindestens ein halbes Jahr zum Mars unterwegs sein müßte. Weitere Tests, insbesondere im Bereich der kosmischen Strahlung, könnten mit einer provisorischen orbitalen Mondstation durchgeführt werden, die ein Modell für das spätere Mars-Raumschiff darstellen würde. Als Bausteine könnten mehrere ATV fungieren, aus dem ATV entwickelte Raumfähren könnten den Pendelverkehr übernehmen. Die Möglichkeiten der Europäischen Raumfahrt erscheinen günstig. Ein erfolgreicher Ersteinsatz des ATV im Jahr 2007 dürfte die Chancen dieses Systems weiter verbessern und wird die Gespräche über Kooperationen beflügeln. Dabei sollte die Europäische Raumfahrt darauf bedacht sein, die Eigenständigkeit des ATV-Systems zu bewahren, und es nicht zugunsten einer privilegierten Mitarbeit an anderen Systemen aufzugeben. Nur mit diesem System ist bei nicht erwartungsgemäß verlaufender Zusammenarbeit eine eigenständige Weiterentwicklung möglich.

Eine Passagierfähre in den erdnahen Orbit könnte auf Basis des ATV eventuell schneller und kostengünstiger entwickelt werden, als wenn man in den USA das Rad neu erfindet. Hinzu kommen die Chancen, die sich bei der weiteren Nutzung der ISS bieten. Die Versorgung und der Rücktransport von Nutzlasten zu Erde bleibt infolge der vermutlich spärlichen Shuttle-Flüge eine dringend zu schließende Lücke. Die Möglichkeit, daß der ATV auch an dem US-Port andocken kann, wäre ein weiterer großer Vorteil, um die Flexibilität des ATV zu erhöhen. Für einen Flug zum Mars bleibt die ISS bis auf weiteres ein unentbehrliches Instrument, um ein Mars-Raumschiff zu testen, daß mindestens ein halbes Jahr zum Mars unterwegs sein müßte. Weitere Tests, insbesondere im Bereich der kosmischen Strahlung, könnten mit einer provisorischen orbitalen Mondstation durchgeführt werden, die ein Modell für das spätere Mars-Raumschiff darstellen würde. Als Bausteine könnten mehrere ATV fungieren, aus dem ATV entwickelte Raumfähren könnten den Pendelverkehr übernehmen. Die Möglichkeiten der Europäischen Raumfahrt erscheinen günstig. Ein erfolgreicher Ersteinsatz des ATV im Jahr 2007 dürfte die Chancen dieses Systems weiter verbessern und wird die Gespräche über Kooperationen beflügeln. Dabei sollte die Europäische Raumfahrt darauf bedacht sein, die Eigenständigkeit des ATV-Systems zu bewahren, und es nicht zugunsten einer privilegierten Mitarbeit an anderen Systemen aufzugeben. Nur mit diesem System ist bei nicht erwartungsgemäß verlaufender Zusammenarbeit eine eigenständige Weiterentwicklung möglich.

Thomas Allekotte



Die Druckkabine des ATV könnte 4 Astronauten Platz bieten



Eine Luftaufnahme der MDRS (Mars Desert Research Station)

AUSTROMARS ODER DER AUFBRUCH ZUM ROTEN PLANETEN

Es wird wohl noch ein paar Jahre dauern, bis sich Menschen auf den Weg zum Roten Planeten machen. Wenn es aber soweit ist, dann werden wir vorbereitet sein, denn seit einigen Jahren unternimmt die Mars Society so genannte Analog-Missionen, die das Leben auf dem Mars proben. Die neueste Unternehmung dieser Art ist „Austro-Mars“ eine Initiative des Österreichischen Weltraumforums und der Mars Society.

Eine öde, rote Geröllhalde breitet sich in der Dämmerung aus. Der Wind treibt kleine Staubwirbel vor sich her. Wüste, soweit das Auge reicht, und kein Anzeichen von Leben. Oder doch? Am Horizont: ein tonnenförmiges Gebilde auf Stelzen, das nicht hierher zu gehören scheint. Noch ist es dunkel. Wir nähern uns dem Fremdkörper, während es heller wird. Und es scheint, als hauche die aufgehende Sonne dem Gegenstand Leben ein. Er fängt an zu rumoren, öffnet dann plötzlich eine Klappe und spuckt einige seltsame Gestalten aus: vier wulstige, menschenähnliche Wesen mit Kästen auf dem Rücken, die mit unbeholfenen Schritten auf kleine Fahrzeuge zugehen und rittlings auf ihnen davonbrausen. Sind wir soeben Zeugen der ersten bemannten Marsmission geworden?

Beinahe. Wir befinden uns in der Wüste von Utah vor der Mars Desert Research Station der Mars Society. Hier wird für den Ernstfall geprobt: die erste Reise zum Mars. In Abständen von je zwei Wochen werden hier Analogmissionen durchgeführt. Zwei Wochen: so lange bleibt das Startfenster für Marsreisende für den Rückflug offen, ehe es sich für ein ganzes Jahr wieder schließt. Die Mars Society vertritt die Ansicht, dass Menschen auch in zwei Wochen umfangreiche Forschungsprogramme durchführen können und will diese These anhand von Missionssimulationen untermauern. Wir schreiben das Jahr 2006. Erstmals liegt die Durchführung einer Missionssimulation zur Gänze in österreichischer Hand. Die Crew, das Support-Personal, die Experimente und die Hardware stammen aus der Alpenrepublik. Das Projekt versteht sich sowohl als Strategie- und Technologie-Entwicklung für eine bemannte Marsexpedition als auch als Leistungsdemonstration der nationalen Weltraumkapazitäten. Und es hat einen klingenden Namen: AustroMars. Die Initiation und Organisation von AustroMars obliegt dem Österreichischen Weltraum Forum, einem nationalen Netzwerk für Raumfahrtspezialisten und Weltrauminteressierte.

Die Organisation dient als Kommunikationsplattform zwischen dem Weltraumsektor und der Öffentlichkeit, ist aber auch in ein weltumspannendes Netzwerk von Raumfahrtspezialisten aus Industrie, Forschung und Politik eingebettet. Zum ersten Mal in der Geschichte der Mars Desert Research Station wird für eine Analogmission eine umfangreiche Crew-Selektion außerhalb der US-amerikanischen Mars Society durchgeführt. Die Kandidaten, welche über die Medien vom Auswahlverfahren erfahren und sich beworben haben, müssen sich Tests unterziehen, an denen auch „richtige“ Astronauten gemessen werden: ausführliche psychologische Testreihen, medizinische Untersuchungen, Low Body Negative Pressure-Tests und reichlich Teambuilding-Maßnahmen. Letztendlich nehmen sechs von ursprünglich insgesamt 172 Bewerbern teil, weitere drei Ersatzmitglieder halten sich bereit für den Fall, dass eines der Crewmitglieder ausfällt.



Missionslogo von AustroMars



Simulierter Rettungseinsatz in der lebensfeindlichen Marsatmosphäre

Was macht das Projekt AustroMars so besonders?

Ab dem Zeitpunkt der Bekanntgabe in der Öffentlichkeit brach eine wahre Lawine an Medienechos los. Und auch die Liste der beteiligten Institute und Experimente kann sich sehen lassen. Drei Universitätsinstitute tragen zu den medizinischen und psychologischen Aktivitäten im Rahmen der Expedition, des Crew-Supports und der Selektionsverfahren bei. Darunter fallen hormonelle Untersuchungen, Stresstests während der Flugphase und die Entwicklung von speziell auf AustroMars abgestimmten Stress-Reduktionstechniken. Hierbei wird auf die Ergebnisse notfallmedizinischer Untersuchungen bei einer bereits durchgeführten Simulation im Jahr 2003 und bei einem Parabelflug der ESA aufgebaut. Planetary Protection – der Schutz sowohl des Roten Planeten als auch der Erde vor Lebenskeimen vom jeweils anderen Planeten – ist ein weiteres Forschungsgebiet, dem AustroMars sich im besonderen widmet. Wesentlich dabei ist die Frage, ob jemals Leben auf dem Mars existierte oder womöglich immer noch existiert. In beiden Fällen ist es notwendig, das Ausmaß der Kon-

tamination durch biologisches Material von der Erde auf ein akzeptables Minimum zu beschränken. AustroMars quantifiziert erstmals in einer integrierenden Simulation das Ausmaß der Proben- und Crewkontamination. Selbstverständlich dürfen auch geowissenschaftliche Experimente nicht fehlen, im Rahmen derer untersucht werden soll, ob und in welchem Ausmaß der Mars geologisch aktiv ist, und wie sich sein Klima entwickelte. Auch solche Experimente sollen simuliert werden. Wesentlich für eine Mars Expedition ist vor allem, wie weit die Crew sich selbst erhalten kann und lebensnotwendige Rohstoffe wiederverwerten kann. Dazu werden in der MDRS bereits umfangreiche Tests durchgeführt, etwa bioregenerative Lebenserhaltungssysteme (das „Greenhab“) oder Strategien zur Reduktion des Wasserverbrauchs.

Auch die Arbeit mit Maschinen wird untersucht. AustroMars setzt einen kameragestützten Aerobot (einen experimentellen robotischen Tragschrauber) ein. Außerdem erhält die Crew Daten von einem eigens für das Projekt konstruierten Rover, der via Satellit von Österreich aus gesteuert wird. Mit diesen Experimenten soll das Zusammenspiel zwischen der Crew, Mission Control Center und robotischen Komponenten simuliert werden. Während diese Zeilen entstehen, liegt die Analogmission AustroMars noch in der Zukunft, doch die Vorbereitungen sind bereits seit Monaten im Gange. Auch wenn der Weg zu den Sternen rau und beschwerlich ist – eine Vielzahl junger Menschen ist bereit, wertvolle wissenschaftliche Arbeit in großem Umfang zu verrichten, um den Weg dahin zu ebnen.

Maria Pflug-Hofmayr



Gruppenbild eines früheren Projekt-Teams vor der MDRS



WELTRAUM- BÜROKRATOGANTIE

Am Anfang der fünfziger Jahre, lange vor dem Start des ersten Erdsatelliten, wurde Wernher von Braun vom Colliers Magazine interviewt. Auf die Frage, welche Schwierigkeiten es in der Raumfahrt denn so zu bewältigen gäbe, antwortete er: „Bei der Eroberung des Weltraums gibt es im Wesentlichen zwei Probleme: die Schwerkraft und den Papierkrieg“ und nach einer kleinen Pause fügte er hinzu: „Das Problem mit der Schwerkraft halte ich für lösbar.“

Nach über einem Jahr Vorbereitungszeit hat die NASA die Angebotsaufforderungen für das Crew Exploration Vehikel (CEV) fertig gestellt. Mit diesem Raumfahrzeug gedenkt die NASA in den kommenden Jahrzehnten, Menschen zu Mond und Mars zu entsenden. Schon der erste Blick in die Unterlagen lässt allerdings erheblich Zweifel entstehen, ob mit diesen Vorgaben tatsächlich das Raumfahrtsystem der Zukunft entstehen kann, oder ob hier für den Gegenwert des Staatshaushaltes von Österreich nichts weiter als ein Packen bunter Viewgraphs produziert wird. Im Vorfeld dieser Ausschreibung rühmte sich die NASA ihrer neuen Flexibilität. Die Fehler der Vergangenheit sollten vergessen sein. Alles wird streamlined, lean und straightforward. Und wirklich, wer frühere Programmvorgaben der NASA gesehen hat, der reibt sich verwundert die Augen, welche Gestaltungsfreiheit die NASA ihren zukünftigen Auftragnehmern lässt. (Lästerer behaupten allerdings, das liege nur daran, weil die NASA selbst

keine Ahnung hat, was sie eigentlich will). Es gibt nur ein paar halbwegs feste Eckdaten: Das Raumfahrzeug soll nicht mehr als 20 Tonnen wiegen. Es sollte ein bis vier Astronauten bis zu 16 Tage lang versorgen. Es soll mit zukünftigen Mondlandern und interplanetaren Modulen gekoppelt werden können. Und es sollten während aller Flugphasen Rettungsmöglichkeiten bestehen.

Den Rest überlässt die NASA ihrem zukünftigen Auftragnehmer. Wenn ein Anbieter der Meinung ist, dass die Crew länger als 16 Tage mit dem CEV im Weltraum bleiben sollte: gut. Wenn er der Meinung ist, dass das Vehikel an der Raumstation anlegen können muss: In Ordnung. Und wenn er der Meinung ist, dass eine Crew von sechs Personen nötig ist: Auch recht. Das war's dann auch schon mit der Verschlankung. Der Rest ist pure Weltraum-Bürokratie. In den Ausschreibungsunterlagen gibt es ein 23 Seiten starkes Dokument, in dem penibel beschrieben ist, wie die Organisation des Projektes auszusehen hat. Die dafür als geeignet betrachtete Unternehmensstruktur wird bis in die letzte Funktion detailliert. Der Gewinner der Ausschreibung muss deshalb, lange bevor er mit seiner eigentlichen Arbeit beginnen kann, erst einmal ein vollständig neues Unternehmen im Unternehmen etablieren.

Gleich danach wird er genötigt, ein Berichtswesen von wahrhaft apokalyptischen Ausmaßen zu unterhalten. Nicht weniger als 129 Reports müssen monatlich, vierteljährlich oder jährlich auf den neuesten Stand gebracht und an die NASA übermittelt werden. Jeweils in zahllosen Papier- und PDF-Kopien, oft 100 Exemplare oder mehr. Ein Teil dieser Berichte sind so genannte „Lebende Dokumente“. Das heißt, sie müssen immer dann, wenn sich ihre Inhalte ändern (und das wird während der Konstruktions- und Entwicklungsphase pausenlos der Fall sein) auf Stand gebracht und an den Auftraggeber übermittelt werden. Einige der Berichte sind ohne Zweifel wichtig und notwendig. Sie verpflichten den Auftragnehmer dazu, technische Details genau zu beschreiben, über den Fortgang des Projektes zu informieren und über die Verwendung der eingesetzten Mittel zu unterrichten. Der weitaus überwiegende Teil ist aber redundant, und erfüllt keinen anderen Zweck, als die Kosten steil nach oben zu treiben, Ressourcen zu verschwenden, die Entwicklung zu verlangsamen und Heerschaaren von Bürokraten in Brot und Arbeit zu halten. Aus all diesen Reports, aus den nützlichen wie den nutzlosen, resultiert eine umfangreiche Reisetätigkeit, denn es müssen jedes mal Gremien zusammentreten, Panels gebildet werden, Untersuchungen durchgeführt, Protokolle verfasst und Aktionen ver-

teilt werden. Ein Beispiel: Notwendig ist die Erstellung und regelmäßige Überarbeitung eines Berichtes, der sich mit dem Risiko-Management beschäftigt. Sinnlos ist aber, dass der Auftragnehmer noch neun weitere Berichte zu diesem Thema erstellen und auf Stand halten muss, wie zum Beispiel einen Sicherheits- und Missionsgewährleistungsplan, eine so genannte Fehlerbaum-Analyse, einen Gefahren-Analysereport (der beschäftigt sich mit Risiken, die entstehen, weil Risikovermeidungsmaßnahmen durchgeführt werden!), einer Unfall- und Sicherheitsstatistik, und einen auf Probabilistischen Methoden basierenden Risiken-Untersuchungsplan. Noch ein Beispiel? Die Ausschreibung fordert eine Beschreibungs- und Benennungsliste für jedes einzelne Teil des zukünftigen CEV. Das könnte man als notwendig akzeptieren. Er fordert aber auch so esoterische Papiere wie einen Maßnahmenreport um Operations-zentrierte und innovative Attribute in den CEV-Design einfließen zu lassen. Was immer dieser Bericht für einen Zweck haben mag, er muss von einem Spezialisten dieses Fachs auf Stand gehalten werden. Und dieser Spezialist hat garantiert nichts damit zu tun, das CEV in den Weltraum zu bringen.

Es gibt tatsächlich einige wenige Firmen in den USA, Lockheed und Boeing beispielsweise, die kein Problem mit diesem Verwaltungs-Tsunami haben. Sie sind das gewöhnt, weil sie diese bürokratischen Kopfgeburten seit jeher schon für ihre Militäraufträge machen. Sicher haben Sie, lieber Leser, schon mal von den US-Beschaffungsmaßnahmen im Bereich der Air-Force gehört, in denen ein Türgriff 10.000 Dollar kostet, und ein Klodeckel 20.000. Genau deswegen. Im Falle des CEV hat die Schaffung dieser bürokratischen Schlachtschiffe nur ein einzige Auswirkung:

Die Teilnahme kleiner, wirklich innovativer Unternehmen, Firmen, die schnell und für wenig Geld etwas bewegen könnten, wird unmöglich gemacht. David Gump, Präsident von Transformational Space, einem Zusammenschluss der kleineren Aerospace-Firmen in den USA (Mitglied ist unter anderem Burt Rutan's Scaled Composites) hat bereits bekannt gegeben, dass aus seinem Konsortium keiner beim CEV mit bieten wird. Aus dem einfachen Grund, weil keiner von ihnen die Papierlawine bewältigen kann. Eine Firma wie Scaled Composites beschäftigt ganze 120 Mitarbeiter. Mit diesem Personalstamm arbeitete sie im letzten Jahr an fünf größeren Flugzeugprojekten (unter anderem wurde das Weltrekordflugzeug Global Flyer entwickelt), und zusätzlich bauten sie auch noch für ganze 25 Millionen Dollar ein riesiges Trägerflugzeug sowie

ein suborbitales Raumschiff für drei Personen. Scaled Composites bräuchte in Zukunft die komplette Belegschaft nur, um Berichte zu verfassen und zu verwalten. Und damit sich auch ja keine von den kleinen, beweglichen Firmen im Territorium der Aerospace-Dinosaurier breit machen kann, wird noch einiges obendrauf gesetzt. Das CEV ist nämlich nicht nur ein bemanntes Raumfahrzeug, es ist auch gleichzeitig ein Schutzprogramm für ethnische Minderheiten und ein Programm zur Sozialisierung von Kriegsveteranen der amerikanischen Streitkräfte. Für beide Bevölkerungsgruppen wird im CEV-Programm eine Quotenregelung vorgeschrieben. Wer nicht daran denkt, sich damit zu beschäftigen, weil er vielleicht der Meinung ist, das wäre eher der Job der staatlichen Sozialsysteme, (wir erinnern uns: die Aufgabe besteht darin, ein Raumschiff zu entwickeln), der hat bei der Entscheidung über die Vergabe des Auftrages keine Chance. Weiterhin muss sich der Auftragnehmer verpflichten, die NASA dabei zu unterstützen, sich in der Öffentlichkeit darzustellen, in dem er „Daten für das Erziehungssystem des Landes bereitstellt, die Öffentlichkeitswirksamkeit der NASA fördert, sowie Informationen für die mit dem CEV verbundene nationale Idee der Weltraum-Erforschungsinitiative liefert“.

Dann gibt es da über 100 sehr befremdliche Klauseln in den Ausschreibungsunterlagen. Kleine Dinge wie „die gut sichtbare Platzierung der Hotline-Nummer des General-Inspektors“ auf den Internet-Seiten des Auftragnehmers. Größere, wie eine umfangreiche Verpflichtungserklärung, dass der Hauptauftragnehmer inklusive seiner größeren Unterauftragnehmer ihre „ganze Kraft dafür einsetzen werden, um Komponenten und Bauteile bei Firmen zu beschaffen, die in strukturschwachen und überwiegend ländlich geprägten Regionen der USA angesiedelt sind“. Oder schlichtweg groteske, wie die absonderliche Forderung „dass der Auftragnehmer ein Programm ins Leben zu rufen und zu unterhalten hat, das die Sicherstellung einer Drogen- und alkoholfreien Belegschaft“ gewährleistet. Man stelle sich vor, Burt Rutan würde bei seinen 120 hoch motivierten Leuten so ein Programm starten. Seine Mitarbeiter würden ihn zu recht für komplett übergeschnappt halten. Sie sind nicht nur bekannt dafür, dass sie die weltbesten Fluggeräte bauen, sondern dass sie sich abends auch mal gerne zusammensetzen – auf Kosten ihres Chefs übrigens – und beim gemeinsamen Grillen schon mal das eine oder andere Bierchen zischen.

Wir Europäer sollten an dieser Stelle übrigens nicht mit dem Kopf schütteln. Wer die europäische Vergabepaxis bei ESA-Aufträgen kennt, bei der es in erster Linie um korrekte geografische Verteilung der Geldmittel, in zweiter Linie um nationale Industriepolitik (wie zum Beispiel regionale Mittelstandsförderung) und bestenfalls in dritter Näherung darum geht, ein Angebot auch an den passenden Anbieter zu vergeben, dem kommt all das nur zu bekannt vor. Ausschreibungen der ESA sehen im Prinzip nicht anders aus als die der NASA. Jeder Raumfahrt-Ingenieur in Europa weiß, dass das Papier für Berichte und Dokumentationen, Reports und Reviews das Gewicht des zu bauenden Raumfahrzeugs am Ende mindestens um das Fünffache übersteigen wird. Bei jedem Raumfahrzeug. Auch bei der über 700 Tonnen schweren Ariane 5.

Die weitaus überwiegende Anzahl der Regeln und Vorschriften sowohl bei der NASA als auch bei der ESA haben mit dem fundamentalen Job dieser Institutionen, der Erforschung des Weltraums, nicht das mindeste zu tun. Natürlich besteht kein Zweifel über die Hingabe der NASA- oder ESA Beschäftigten an ihren Job und an ihrem unbedingten Willen, leistungsfähige Raumfahrzeuge zu bauen. Die meisten von ihnen kamen ja gerade deswegen zur diesen Institutionen, weil sie von der Idee der Erforschung des Weltraums durch den Menschen besessen sind

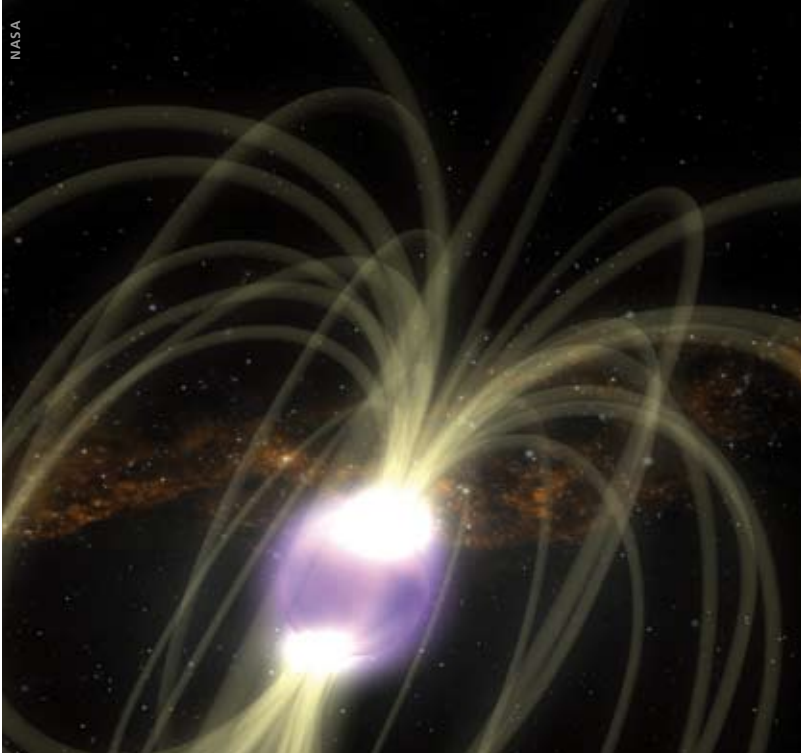
Aber nichtsdestotrotz: die Angestellten der NASA wie der ESA arbeiten für eine Regierungsbehörde. Und eine Behörde kann weder flexibel noch innovative sein, denn sie muss detaillierte, ungemein komplexe und sich ständig ändernde politischen Vorgaben umsetzen. Eine Behörde wird immer versuchen, jegliches Risiko zu vermeiden, weil sie unter Beobachtung der Öffentlichkeit steht. Und das ist auch der Hauptgrund dafür, warum man sich all diese abstrusen Vorgaben ausgedacht hat. Die einzigen Angebote für das CEV werden also von den Firmen kommen, die schon in den letzten vier Jahrzehnten mit äußerst gemischten Resultaten für die NASA gearbeitet haben: Von Boeing, von Lockheed und von Northrop-Grumman.

Diese Firmen werden, um jedes Risiko in diesem von Behörden bestimmten Umfeld mit seinen gigantischen Verwaltungsaufgaben zu eliminieren, Konzepte vorschlagen, die nicht nur keinerlei Fortschritt für die Raumfahrt bringen, sondern die obendrein auch noch so unoriginell sein werden, wie man es sich nur irgendwie vorstellen kann. Das Raumfahrzeug der nächsten Generation wird wahrscheinlich ein Abklatsch der Apollo-Kapsel sein, in Verbindung mit

einem Wohnmodul, wie es für die ISS vor zwanzig Jahren entworfen worden ist, und einem Landegerät, das gegenüber den Mondlandern der sechziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts bestenfalls leicht verbessert ist.

Ich setze deshalb meine ganze Hoffnung darin, dass die Raumfahrt-Behörden bald eine Größe erreicht haben, bei der ihnen von außen keine Arbeit mehr zugeführt zu werden braucht, weil sie sich ausschließlich mit Selbstverwaltung und fachfremden Aufgaben beschäftigen. Vielleicht lassen sie dann die ideenreichen kleinen Firmen in Ruhe. Ich hoffe, dass irgendein bürokratischer Super-Bolide die unbeweglichen Aerospace-Dinosaurier zum Aussterben bringt. Und ich setze meine Hoffnung darin, dass eine neue, bewegliche, kleinere Spezies wirklich innovativer Firmen und Organisationen an ihre Stelle tritt, und die Raumfahrt aus ihrer evolutionären Sackgasse befreit, in die sie sich in den letzten Jahrzehnten laviert hat. Ich setze auf die „Tollkühnen Männern in ihren fliegenden Raketen“. Wir werden berichten....

Eugen Reichl



Künstlerische Darstellung des Magnetars SGR 1806-20, die auch die Magnetfeldlinien zeigt 

STRAHLENSTURM IM VORGARTEN

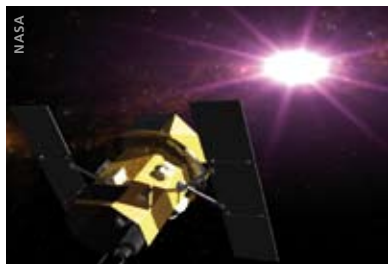
Vergessen Sie Independence Day und Star Wars. Eine monströse kosmische Explosion Ende Dezember 2004 zeigte uns, dass die Erde durch reale Katastrophen im Weltraum wesentlich stärker gefährdet ist, als durch die hypothetische Invasionen irgendwelcher Aliens.

Am 20. November letzten Jahres startete die NASA das Weltraumobservatorium Swift. Neben dem europäischen Weltraumobservatorium Integral ist dies der empfindlichste Gammaburst-Detektor im Weltraum und der erste, der die Strahlenausbrüche gleichzeitig im optischen- und im Röntgen-Spektrum verfolgen kann. Bereits die Indienststellungsphase von Swift begann mit einem Paukenschlag. Am 27. Dezember registrierte der neue Späher der NASA den stärksten Gammastrahlenausbruch, der jemals festgestellt wurde. Swift blickte dabei noch nicht einmal in die Richtung des Ausbruchs. Vielmehr durchdrang der gewaltige Gammablitz die Struktur des Satelliten, und belastete die Erfassungsgeräte bis zur Sättigungsgrenze.

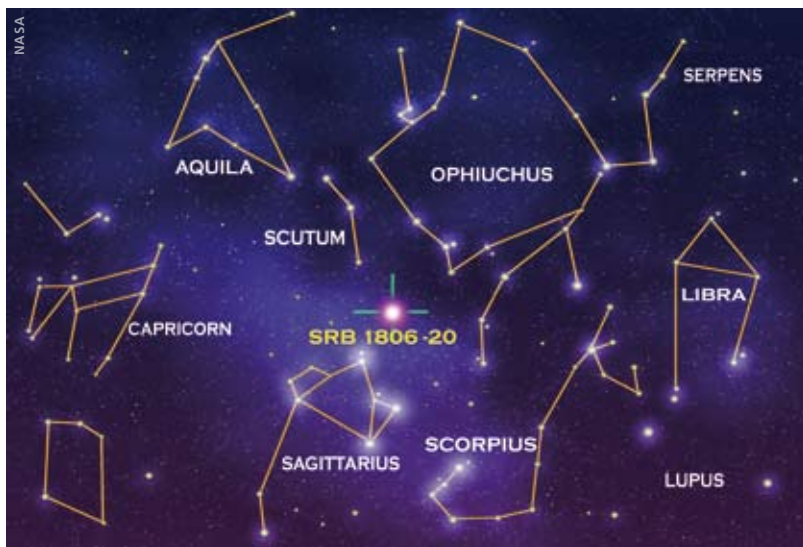
Swift und Integral – Gamma-Detektoren im Orbit

Die Wissenschaftler erwarten, dass Swift in den nächsten Jahren mehrere hundert Gamma-Ray Bursts (kurz: GRB's) entdecken wird. Die besondere Fähigkeit des neuen Beobachters liegt darin, Gammastrahlen-Ausbrüche extrem schnell anzumessen, die Astronomen auf der Erde innerhalb von Minuten über das Ereignis zu benachrichtigen, und gleichzeitig schon mit eigenen Beobachtungen zu beginnen. Der Grund für diese Hast ist einfach: GRB's sind äußerst flüchtige Phänomene. Manche sind bereits nach wenigen Sekunden erloschen, die meisten dauern nur einige Minuten. Man muss zugeben, dass es für das absolute Ausnahmeereignis am 27. Dezember keines Satelliten von der Kapazität eines Swift oder Integral bedurft hätte. Der massive Strahlenausbruch wurde von fast einem dutzend Raumflugkörper verzeichnet. Erstaunlich ist eher, dass diese beiden Observatorien, die für hochsensitive Analysen vorgesehen sind, bei einer derartigen Strahlenüberschwemmung nicht beschädigt werden. Der Blitz war so mächtig, dass sogar seine Reflexion von der Mondoerfläche angemessen wurde. Für die erste Viertelsekunde war die scheinbare Helligkeit größer als die des Vollmondes, und größer als die aller bekannten historischen Sternexplosionen.

Hätte dieser Lichtblitz im sichtbaren Spektrum stattgefunden und nicht im Gammastrahlenbereich, es wäre die Sensation in allen Medien gewesen. Dem kurzen, nur eine Viertelsekunde dauernden Ereignis folgte ein schwächeres Nachglühen im Gammabereich, das etwa 500 Sekunden andauerte. In dieses Nachglühen war ein wiederkehrendes Signal mit einer Periode von 7,5 Sekunden eingebettet, das die Rotation des Neutronensterns anzeigte. Mit diesem Signal konnten die Wissenschaftler dann mit Hilfe von Integral die Quelle des Superflares lokalisieren, und stießen auf den bereits bekannten Soft Gamma Repeater SGR 1806-20, ein so genannter Magnetar, der sich etwa 40.000 Lichtjahre von der Erde entfernt im Sternbild Sagittarius befindet. Seit man Gammastrahlenausbrüche anmessen kann, also seit gut 35 Jahren, wurden nur zwei Flares gemessen, die annähernd diese Größenordnung erreichten. Einer ereignete sich 1979, der andere im Jahr 1998. Das Ereignis am 27. Dezember war aber noch einmal 100 Mal so stark wie diese beiden Superflares. Ein „once in a lifetime-event“, wie es einer der Swift-Wissenschaftler nannte.



Das Weltraumobservatorium Swift registrierte am 27.12. den stärksten jemals gemessenen Gammastrahlenausbruch



SGR 1806-20 befindet sich etwa 40.000 Lichtjahre von der Erde entfernt im Sternbild Sagittarius

Magnetare, Soft Gamma Repeater und Superflares

Neutronensterne sind die Überreste kollabierender Sterne. Sie sind unglaublich dicht, rotieren rasend schnell, sind hoch magnetisch und haben einen Durchmesser von nur etwa 20-30 Kilometern. Unter den Millionen regulärer Neutronensterne sind heute erst ganze 12 Magnetare bekannt. Das Magnetfeld eines Magnetars ist etwa eine Trillion Gauß stark. So stark, dass es die Informationen auf einer Scheckkarte noch auf die halbe Entfernung zum Mond löschen würde. Gewöhnliche Neutronensterne sind 1000mal schwächer, also etwa eine Billiarde Gauss. Zum Vergleich dazu: Das Magnetfeld der Erde ist nur etwa 0,5 Gauss stark. Vier dieser zwölf bekannten Magnetare sind gleichzeitig so genannte Soft Gamma Repeater, kurz SGR's. Sie flammen immer wieder in zufälligen Zeitabständen auf und emittieren einen Schwall an Gammastrahlung. Wenn das passiert, dann geben sie pro Sekunde 1030 bis 1035 Watt an Energie frei, Millionen Mal mehr als der Energieausstoß unserer Sonne.

Der Ausbruch von SGR 1806-20 war noch einmal einige Größenordnungen bedeutender, etwa 1040 Watt. Die totale Energie, die der Soft Gamma Repeater in dieser Viertelsekunde produzierte entsprach dabei der Energiemenge, welche die Sonne in 150.000 Jahren erzeugt. Wäre der Flare von SGR 1806-20 aus einer größeren Entfernung gekommen, und das sind hier mehr als etwa

100 Millionen Lichtjahren, dann wäre er nicht mehr einem einzelnen Stern zuzuordnen gewesen. Auch sein Nachglühen hätte nicht mehr aufgezeichnet werden können. Während der 80iger Jahre fragten sich die Wissenschaftler, ob es sich bei den GRB's um Sternener Explosionen weit außerhalb unserer Galaxis oder um Eruptionen relativ nahe gelegener Neutronensterne handelt. Seit den 90igern galt es als gesichert, dass Gammastrahlen-Ausbrüche tatsächlich von sehr weit her kommen, von den Grenzen des Universums. Der außerordentlich gewaltige Flare auf SGR 1806-20 eröffnet diese Debatte aber nun wieder aufs Neue. Zumindest ein kleiner Prozentsatz der kurzen Gammastrahlenausbrüche, diejenigen, die weniger als zwei Sekunden dauern, könnten durch die Flares von relativ nahe gelegenen Soft Gamma Repeatern herrühren.

Mit dem Kosmos verbunden

Unsere Sonne ist ein Stern mittleren Alters, nur 8 Lichtminuten von der Erde entfernt. Ihre gelegentlichen Masseneruptionen, die wir als Sonnenstürme bezeichnen, sind so energiereich, dass sie das schützende Magnetfeld der Erde quetschen und kneten, und die obere Atmosphäre verändern. An manchen Tagen bringen sie in den höheren Breitengraden den Nachthimmel mit bunten Leucht-kaskaden zum Strahlen, den bekannten Nordlichtern oder Aurorae. Diese Sonnenstürme ändern auch die Form der Ionosphäre der Erde, die sich in einer Höhe von etwa 80 Kilometern befindet. Dort ist das Gas so dünn, dass die Elektronen von den Atomen und Molekülen abgestreift werden können, sie werden ionisiert, und bewegen sich dann für kurze Zeit frei herum.

Schwankungen in der solaren Strahlungstätigkeit bewirken, dass sich die Ionosphäre ausdehnt und wieder zusammenzieht. Auch die Strahlung von SGR 1806-20 traf auf die Atmosphäre und erweiterte kurzzeitig die Ionosphäre der Erde. Der Effekt war im Prinzip der gleiche wie bei einem solaren Flare, wenn auch nicht so stark. Trotzdem sind die Wissenschaftler in hohem Maße erstaunt, dass ein derartig weit entferntes Ereignis überhaupt eine signifikante Auswirkung auf die Ionosphäre der Erde haben kann. Die Explosion war zwar nicht so mächtig wie die Gammastrahlenausbrüche, die mit der Entstehung von schwarzen Löchern in Verbindung stehen. Hätte dieser Ausbruch aber statt in 40.000 Lichtjahren Entfernung nur 10 Lichtjahre von uns entfernt stattgefunden, die Folgen für die Erdatmosphäre wären dramatisch gewesen. Wahrscheinlich wäre innerhalb von Sekunden die gesamte Ozonschicht zusammengebrochen. Dies wiederum hätte in der Folge zu Klimaänderungen und Mas-

sen-Artensterben wegen des erhöhten Strahlungspegels auf der Erde geführt. Und wäre er noch näher gewesen, hätte er wahrscheinlich die Erde vollständig sterilisiert. Glücklicherweise sind alle Magnetare, die wir heute kennen, nicht in einer gefährlichen Distanz. Der nächste liegt etwa 4.500 Lichtjahre von der Erde entfernt. Doch obwohl dies eine sichere Entfernung darstellt, ist der Ausbruch von SGR 1806-20 ein deutlicher Hinweis, dass das Geschehen im Welt- raum nicht irgendetwas ist, das „da draußen“ in einem abstrakten und fernen Raum stattfindet, sondern dass auch dies unsere Umwelt ist, die Einfluss auf uns alle hat. Das Bewusstsein, Teil des Weltraums zu sein, fehlt den allermeisten Menschen vollständig. Ein australischer Wissenschaftler drückte es so aus „Mit diesem Ereignis hat uns Gott auf die Schulter getippt und mitgeteilt, dass wir nicht für uns alleine sind, sondern in Verbindung stehen mit dem Kosmos“. Und: 40.000 Lichtjahre mögen für uns Menschen eine ungeheure Entfernung sein, aber nach kosmischen Maßstäben gemessen fand dieser Strahlensturm in unserem Vorgarten statt.

Ursache unbekannt

Die Wissenschaftler haben noch keine Vorstellung darüber, warum dieser Ausbruch so unglaublich stark war. Möglicherweise haben wir es hier mit einer massiven Freigabe magnetischer Energie während eines Sternbebens auf der Oberfläche des Neutronensterns zu tun. Eine andere Möglichkeit wäre, dass das Magnetfeld in einen anderen Zustand zurückgeschnellt ist, in einem Prozess, den die Wissenschaftler als „magnetic reconnection“ bezeichnen. Neuere Berechnungen haben ergeben, dass diese „Magnetische Neuordnung“, wie man diesen englischen Begriff vielleicht am Besten übersetzen könnte, enorme Energiemengen freisetzt. Die Gesamtenergie, die durch dieses Modell ermittelt wird, würde ausreichen, ein dutzend oder mehr solcher Giga-Events im Leben eines Magnetars zu erzeugen. Die Superflares könnten entstehen, wenn eng gewickelte Magnetfelder im Inneren eines Magnetars sich schlagartig „entwirren“. Dies führt dazu, dass kurzzeitig die Magnetfelder außerhalb des Sterns zusammenbrechen. Magnetfelder, die über lange Zeiträume ungeheure Partikelmengen in ihre Gewalt gebracht haben. Diese Partikel können sich nun schlagartig losreißen und emittieren einen wahren Feuerball an Teilchen und Licht, den die Astronomen als hellen Gammablitz sehen. Doch das ist noch sehr spekulativ. Raumfahrzeuge wie Swift und Integral könnten eines Tages das Geheimnis der Gammstrahlen-Ausbrüche klären. Vieles ist nach wie vor unge-

klärt, und immer wieder müssen wir unsere kurzlebigen Hypothesen aufgrund neueren Wissens umschreiben.

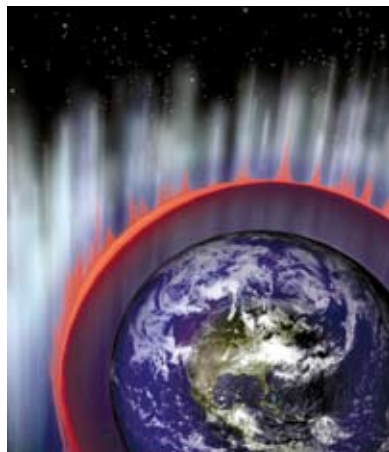
Neue Möglichkeiten durch Swift

Swift wird in seiner Dienstzeit sicher wertvolle Beiträge zur Lösung dieser Frage leisten. Insbesondere die selten beobachteten, weil nur sekundenlang aufblitzenden kurzen GRB's werden einen Schwerpunkt seiner Forschungstätigkeit bilden. Die erste Zusammenarbeit zwischen Swift und den am Boden stationierten Astronomen gelang am 23. Dezember. Swift entdeckte einen Burst im Sternbild Puppis, und Astronomen des Las Campanas Observatorium im Chile gelang es, den Afterglow, also das Nachglühen des GRB's innerhalb weniger Stunden im optischen Bereich zu verifizieren. Dies war der erste Strahlenausbruch der so schnell gemeldet werden konnte, dass sein Leuchtecho studiert werden konnten.

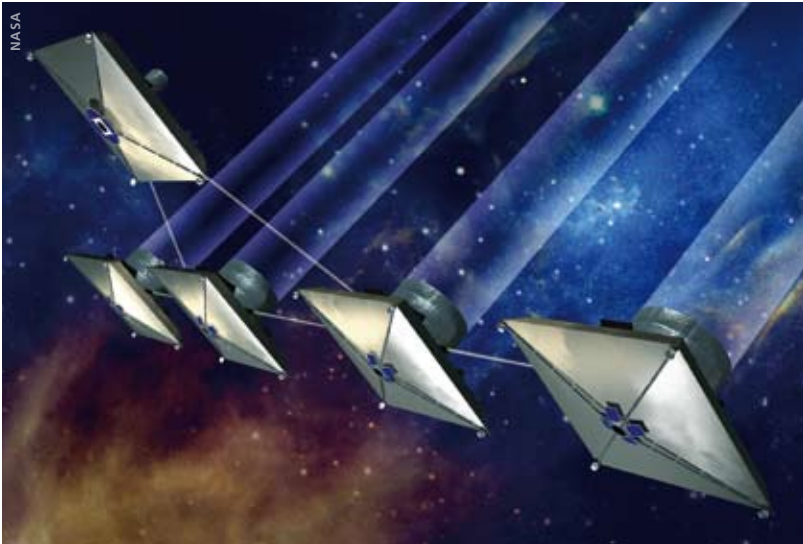
Weitere Bursts zwischen dem 17. und dem 26. Januar wurden unmittelbar nach ihrer Entdeckung nicht nur von Swift sondern auch mit dem 5-Meter Hale Teleskop auf dem Mount Palomar und mit dem 10-Meter Keck Teleskop auf Hawaii untersucht. Nach beendeter Indienststellungsphase wird ein solches Zusammenspiel mehr und mehr zur Routine werden.

Weil Swift so kurze Reaktionszeiten auf neue Gammastrahlen-Ausbrüche erlaubt, hoffen die Astronomen die Strahlung von GRB's wie eine kosmische Leuchtquelle verwenden zu können. Sie hoffen damit die Bildung der ersten Galaxien studieren zu können, nur einige hundert Millionen Jahre nach dem Big Bang. Und sie hoffen Aufschluss über das dunkle Gas zu erhalten, welches das Universum durchzieht. Es ist in etwa so, als ob man ein Blitzlicht benutzen würde, um die Einrichtung eines dunklen Zimmers zu erkennen. Man muss sich sehr schnell orientieren. Gamma Ray Afterglows verlöschen meist nach wenigen Minuten bis einigen Stunden. Es heißt also also flink und agil zu sein, so wie Swift.

Eugen Reichl



Noch nie waren sie so wertvoll wie heute – die Ozonschicht schützt zusammen mit dem Erdmagnetfeld und der Heliopause das Leben auf der Erde vor der vollen Wucht der kosmischen Strahlung



Vision für 2020: Die Teleskope des „Terrestrial Planet Finder“ (TPF) halten im Formationsflug Ausschau nach erdähnlichen Planeten in unserer näheren galaktischen Umgebung

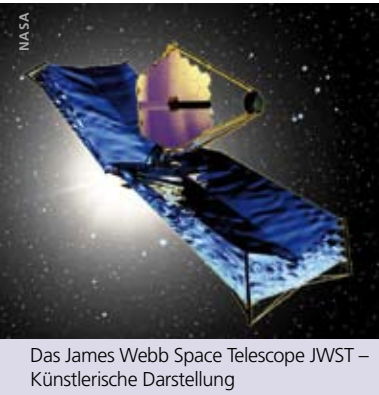
DER BEGINN EINER NEUEN ÄRA – SUPERTELESKOPE IM WELTRAUM

Für die Astronomen ist es Hauptproblem und Binsenweisheit zugleich: Die meisten Dinge im Universum sind entsetzlich weit entfernt. Und je weiter sie weg sind, desto schwieriger ist es, sie zu beobachten. Und um die Sache noch ein wenig zu komplizieren: Die Ergebnisse astronomischer Instrumente werden umso besser, je weiter sie von menschlichen Ansiedlungen entfernt sind, und je höher sie darüber liegen.

Im Grunde schauen wir aus den Tiefen eines Ozeans hinauf zu den Sternen. Der Ozean besteht aus Luft, aber nichtsdestotrotz ist es eine mehr oder weniger trübe Suppe, durch die wir den Kosmos erforschen wollen. Um zumindest der Oberfläche dieses Meeres etwas näher zu kommen, ist die Astronomie deshalb schon früh auf hohe Berge gezogen, um dort ihre Teleskope zu montieren. Die Luft ist dort klarer, ein wenig dünner und flimmert nicht mehr so stark wie unten im Tiefland. Großteleskope werden heute nur noch in Höhen von mehr als 3.000 Metern Höhe gebaut, abseits jeder menschlicher Besiedelung.

Wollen wir noch weiter hinaus sehen, noch länger belichten als nur für eine Nacht, wollen wir alle Wellenbereiche des elektromagnetischen Spektrums unter die Lupe nehmen und nicht nur einen begrenzten Bereich, oder brauchen wir für bestimmte Zwecke sehr kalte Teleskope oder solche, die von allen störenden Strahlungseinflüssen abgeschirmt sein müssen, dann gibt es nur eine mögliche Lösung: Wir müssen unsere Teleskope im Weltraum errichten. Doch auch im Weltraum gibt es Qualitätsstufen. Hier ist wieder der Bereich am wenigsten geeignet, welcher der Erde am nächsten ist: Der niedrige Erdorbit. Das ist die Zone, in dem beispielsweise das Hubble-Space-Teleskope kreist. Tatsächlich befindet sich Hubble für ein Weltraumteleskop an einem denkbar ungünstigen Platz. Dass er überhaupt da ist, hat zwei Gründe: Das Shuttle, der es abgeliefert hat, konnte es nicht höher fliegen, und auf seiner jetzigen Bahn kann es von Astronauten relativ leicht erreicht und gewartet werden. Doch an seinem jetzigen Ort wird Hubble von der Strahlung der Erde behindert, er ist einem ständigen Wechsel von Schatten und Licht ausgesetzt, wenn er alle 45 Minuten von der Nacht- zur Tagseite der Erde wechselt. Infrarotbeobachtungen sind für Hubble nur in begrenztem Umfang möglich, denn die erfordern Teleskope, die auf extrem tiefe Temperaturen gekühlt und permanent von der Sonne abgeschattet sein müssen. Selbst die von der nahen Erde zurückgestrahlte Wärme ist ein Problem. Andere astronomische Aufgabenstellungen erfordern die Zusammenschaltung mehrerer Instrumente. Interferometrie ist hier das Stichwort. Diese Technik ist auch auf der Erde möglich, allerdings gerade im Radiospektrum begrenzt durch zwei Faktoren: Den Durchmesser der Erde, und die Rotation unseres Planeten. Auch für die optischen Instrumente gibt es Grenzen auf der Erde: Spiegel und Strukturen können nicht unbegrenzt groß gebaut werden. Die Gravitation macht hier einen Strich durch die Rechnung. Sie verzieht und verbiegt große Spiegel. Astronomen aber sind süchtig nach Oberflächengröße. Sie wollen möglichst große Spiegel. Das bedeutet aber auch, dass immer komplexere Strukturen geschaffen werden müssen, um diese Spiegel zu stützen, in Form zu halten und auszurichten. Die Space Exploration Initiative der Nasa ist ein Programm, das in absehbarer Zukunft Menschen zum Mond, zum Mars und darüber hinaus bringen soll. Dieses Programm basiert unter anderem auf der Fähigkeit, große und komplexe Systeme im Weltraum, auf dem Mond und dem Mars zu errichten, zu unterhalten und instand zu setzen. Die Fähigkeit, die in diesem Programm geschaffen wird, soll zukünftig auch für die Errichtung

von Teleskopen im Weltraum genutzt werden. Die jetzt kommende Generation von Weltraumteleskopen wird die letzte sein, die monolithisch, in einem Stück, gestartet werden kann. Die Generation danach wird schon solche Ausmaße aufweisen, dass sie Großbaustellen im Weltraum erfordern. Sehen wir uns zunächst die Vertreter dieser nächsten Generation von Weltraumteleskopen an, bevor wir noch weiter in die Zukunft blicken.



Das James Webb Space Telescope JWST –
Künstlerische Darstellung

I. Die nächste Generation

James Webb Space Telescope (JWST)

Der bekannteste Vertreter der nächsten Generation von Weltraumteleskopen ist das James Webb Telescope (JWST), das nach derzeitiger Planung im Jahre 2011 zum Librationspunkt 2 gestartet werden soll. Dieser Punkt ist bahnstabil, eine Gravitationsenke, wie es die Astronomen manchmal etwas lakonisch nennen. Sie liegt zwischen Erde und Sonne, 1,5 Millionen Kilometer von unserem Heimatplaneten entfernt. Das James Webb Telescope hat einen 6,5 Meter durchmessenden Hauptspiegel, der aus 18 sechseckig geformten Segmenten besteht. Auf die Fläche seines Spiegels würde die Spiegelfläche von Hubble siebenmal passen. Anders als Hubble wird JWST ausschließlich im infraroten Wellenbereich arbeiten. Damit JWST präzise Infrarot-Beobachtungen machen kann, ist es nötig, das Teleskop und seine Instrumente zu kühlen. Ansonsten wird seine eigene Infrarotstrahlung die schwachen Signale, die von weit entfernten astronomischen Objekten kommen, überstrahlen. Verglichen mit derzeit existierenden Teleskopen wird JWST den Vorteil haben, eine hervorragende Bildqualität mit einem großen Beobachtungsfeld und sehr wenig Hintergrundlicht kombinieren zu können. Das JWST wird sich auf die Suche nach den ersten Sternen und Galaxien im Universum machen. Es soll für mindestens fünf Jahre, vielleicht aber auch länger, im Einsatz bleiben.

Gaia

Um 2012 soll die ESA-Raumsonde Gaia starten. Gaia ist eine Astrometrie-Mission der Superlative. Die Sonde verfügt über drei Teleskope und soll mindestens fünf Jahre lang aktiv sein. Gaia wird einen umfassenden Katalog anlegen und über eine Milliarde Sterne unserer Milchstraße mit bisher unerreichter Genau-

igkeit kartografieren. Auch Gaia wird am Librationspunkt 2 stationiert. Das anspruchsvolle Projekt knüpft an die ESA-Mission Hipparcos an, bei der von 1989 bis 1993 mehr als 100.000 Sterne vermessen wurden. Im Rahmen dieser kartografischen Mission wird Gaia auch die Bewegung der Sterne in ihrem Orbit um das galaktische Zentrum vermessen. Der größte Teil ihrer Bewegungsimpulse wurde diesen Sonnen bereits bei ihrer Geburt mitgegeben. Das Studium der Bewegungsrichtung erlaubt es den Astronomen, in die Zeit zurückzuschauen, als die Galaxis geboren wurde und dabei möglicherweise auch zu erkennen wie sich die Milchstraße formte. Wie viele der zukünftigen bedeutenden Weltraumteleskope wird auch Gaia nach Planeten und Braunen Zwergen in der Nähe unserer Sonne, und nach Supernovae in fernen Galaxien suchen. Diese und andere Entdeckungen werden quasi ein „Abfallprodukt“ der Arbeit von Gaia darstellen.



Studie der ESA-Raumsonde Gaia

LISA

Die Laser Interferometer Space Antenna (LISA), besteht aus einer Anordnung von drei identischen Raumsonden, die in einer riesigen L-Formation eine Astronomische Einheit hinter der Erde auf Höhe der Erdbahn um die Sonne kreisen. Die drei Sonden bilden zusammen ein Laser-Interferometer mit fünf Millionen Kilometern Armlänge. LISA wird Gravitationswellen von superschweren schwarzen Löchern im gesamten Universum aufspüren können, vielleicht sogar die Gravitationswellen, die noch vom Urknall her stammen, der spektakulärsten Quelle von Gravitationswellen überhaupt. Den Start der LISA-Mission planen ESA und NASA um das Jahr 2012

Darwin

Die Darwin-Mission besteht aus einer Flottille von sechs Weltraumteleskopen, von denen jedes einen Spiegeldurchmesser von mindestens 1,5 Metern haben wird. Darwin wird die nächstgelegenen Sterne nach erdähnlichen Planeten absuchen. Ein schwieriges Unterfangen, denn im sichtbaren Wellenspektrum des Lichtes überstrahlt ein Stern einen erdähnlichen Planeten auf seiner Umlaufbahn um das Milliardenfache. Um dieses Problem wenigsten teilweise zu kompensieren, wird Darwin seine Beobachtungen im mittleren Infrarotbereich

durchführen. Bei diesen Wellenlängen fällt der Stern-Planeten-Kontrast immerhin schon auf eine Million zu eins. Darwin ist noch in einer relativ frühen Projektphase und soll etwa um das Jahr 2015 gestartet werden.

Terrestrial Planet Finder

Der Terrestrial Planet Finder (TPF) ist eine Anordnung von zwei komplementären Teleskopen, die alle Aspekte außersolarer Planeten studieren sollen. Das beginnt bei der Bildung dieser Planeten in ihren protoplanetaren Staubscheiben, bis hin zur Beurteilung, ob diese Planeten für die Beherbergung von Leben geeignet sind. Durch die Kombination zweier verschiedener Teleskoptypen mit einer revolutionär neuer Bildtechnologie können die beiden TPF-Observatorien die Größe, Oberflächentemperatur und die Position von Planeten in der bewohnbaren Zone einer Sonne feststellen. Dabei sollen Planeten bis herab zur Erdgröße untersucht werden. TPF besteht aus einem Coronographen, der im sichtbaren Lichtwellenspektrum arbeitet, und einem Large-Baseline Interferometer, das im Infrarot-Bereich operiert. Der Coronograph soll um das Jahr 2014 gestartet werden, das Interferometer etwa um das Jahr 2020.

SAFIR

So wie heute das Hubble-Space-Teleskop weitgehend den optischen Bereich des Spektrums abdeckt, und das Spitzer-Teleskop sein heutiges Gegenstück für Infrarot-Beobachtungen darstellt, so wird im kommenden Jahrzehnt das James Webb Space Teleskop Hubbles Rolle übernehmen und SAFIR, das nach 2015-2020 im Weltraum stationiert werden soll, die Aufgaben von Spitzer. SAFIR, das ist das Single Aperture Far-Infrared Telescope. Auch SAFIR wird sich zu den anderen Teleskopen am Librationspunkt 2 gesellen, weitab von störenden Strahlungseinflüssen der Erde. Dieses Teleskop wird nicht nur die Nachfolger des amerikanischen Spitzer-Weltraumobservatoriums antreten, sondern auch der europäischen Herschel-Plattform, die derzeit noch gar nicht im Weltraum ist. SAFIR's Hauptspiegel wird einen Durchmesser von acht bis zehn Metern haben. Zum Vergleich dazu: der Hauptspiegel des im Jahre 2003 gestarteten Spitzer-Infrarotteleskops hat nur einen Durchmesser von 85 Zentimetern.

Um seine Beobachtungen in der geforderten Qualität durchführen zu können, muss SAFIR auf eine Temperatur von fünf Grad Kelvin gekühlt werden; das sind nur fünf Grad über dem absoluten Nullpunkt. Die Kombination von großem Spiegeldurchmesser und niedrigen Temperaturen wird SAFIR mehr

als 1000mal sensitiver machen als das Spitzer-Teleskop. SAFIR wird in der Nähe der maximal möglichen Sensitivitätslimits für den Infrarot- und Submillimeter-Wellenbereich arbeiten. Diese Empfindlichkeit wird durch das nicht mehr reduzierbare Geräusch der Photonen im astrophysikalischen Hintergrund begrenzt, und nicht mehr durch Infrarot-Strahlung, die das Teleskop selbst abstrahlt. Besonders interessant an SAFIR: Dieses Teleskop wird den Wellenbereich von ein bis 20 Mikron studieren, ein Bereich der von der Erdatmosphäre komplett absorbiert wird, und deshalb nur aus dem Weltraum zu beobachten ist.

II. Die übernächste Generation

Teleskope auf dem Mond

Das JWST und die anderen Teleskope der jetzt kommenden Generation können noch ohne den Einsatz von Hilfsmitteln im Weltraum stationiert werden. Sie sind die vielleicht letzten monolithischen Teleskope. Doch bereits jetzt, Jahre bevor das JWST seine Mission aufgenommen hat, wird schon an den Weltraumteleskopen der übernächsten Generation gearbeitet. Bei der Errichtung dieser Anlagen werden Roboter und Menschen zusammenarbeiten müssen, um diese Supersysteme, die in ihrer Leistung das JWST bei weitem übertreffen, fernab von der

Erde aufbauen zu können. Weitab von der Erde, das bedeutet in der Regel die Positionierung an einem der fünf Librationspunkte in der Nähe der Erde, bevorzugt dem Librationspunkt 2. Es kann aber auch der nächstgelegene himmlische Berggipfel hier in der Gegend sein: unser Mond. Die Aufgabe bestimmt den Ort. Der Erdtrabant wird immer dann gefragt sein, wenn es gilt, seine speziellen Gegebenheiten zu nutzen, etwa für radioastronomische Zwecke als Mittel zur Abschirmung von terrestrischer Radiostrahlung. Ein Radioteleskop auf der Rückseite des Mondes ist schon lange der Traum der Radioastronomen. Oder wenn man dort Ressourcen findet. Wenn also ohnehin, aus anderen Gründen, eine Infrastruktur für Menschen geschaffen werden muss. Einer der interessantesten Punkte für die Errichtung eines Teleskops ist der lunare Südpol. Der Pol selbst liegt im Shackleton-Krater, in dessen Innerem niemals die Sonne scheint und wo ultratiefe Temperaturen herrschen. Doch nur wenige Kilometer entfernt, am oberen Rand des Kraters, sind die Bedingungen ideal für die Errichtung ei-



Die Firma SpaceDev konzipiert derzeit ein automatisches „International Lunar Observatory“

ner Mondbasis, denn hier herrscht permanenter Sonnenschein, wenngleich die Sonne sehr tief am Himmel steht. Permanenter Sonnenschein aber bedeutet, dass man hier mit Kollektoren rund um die Uhr Energie gewinnen kann, jahrein, jahraus. Das eiskalte und ewig dunkle Krater-Innere dagegen ist ideal für die Errichtung eines Infrarot-Teleskops. Der lunare Südpol und möglicherweise auch der Nordpol sind gute Plätze für eine Mondbasis, auch unabhängig von irgendeinem Teleskop. Man nimmt heute an, dass die Krater dort Wassereis enthalten. Für eine Basis ist das wertvoller als Gold. Und auch andere wissenschaftliche Disziplinen kämen hier zu ihrem Recht, denn gleich nebenan liegt das Aitken-Becken, der wahrscheinlich älteste und tiefste Einschlagkrater auf dem Mond. Was für die Errichtung der Mondteleskope momentan noch fehlt, ist exaktes Wissen über die lunare Topografie und mögliche Ressourcen vor Ort, um für eine permanente menschliche Präsenz auf dem Mond zu gewährleisten. Zunächst werden die großen Raumfahrtbehörden, allen voran die Nasa, deshalb robotische Rover-Missionen zu den Polen unternehmen. So gut der Mond schon erforscht scheint, die Pole des Erdtrabanten sind bislang noch von keinem Landegerät besucht worden, auch nicht von den Apollo-Astronauten, denn die landeten allesamt in äquaturnahen Regionen. Ein Testprojekt für die großen lunaren Teleskope der Zukunft wird derzeit von der Firma SpaceDev, Inc. in Kalifornien vorbereitet. Unter dem Namen „International Lunar Observatory“, kurz ILO wird hier ein automatisches Observatorium für ein großes Wellenspektrum konzipiert. Die Idee der Firma Space Dev hat einen entscheidenden Vorteil gegenüber den anderen Vorschlägen: Es ist relativ billig und technisch schon jetzt gut zu verwirklichen. SpaceDev geht davon aus, dass die Kosten eines solchen Teleskops – ohne die Trägerrakete und das Landesystem – bei nur etwa 35-50 Millionen Dollar liegen, Peanuts für komplexe Weltraumvorhaben.

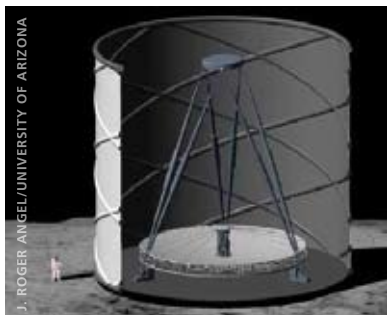
Das Deep Field Infrared Observatory

Eines der interessantesten Projekte, das momentan untersucht wird, ist das Deep Field Infrared Observatory, das in der Nähe des lunaren Südpols errichtet werden soll. Für dieses Teleskop gibt es mehrere technische Ansätze, die sich hauptsächlich in der Größe des Hauptspiegels unterscheiden. Allen ist gemeinsam: der Spiegel ist flüssig. Dem Durchmesser eines solchen Spiegels sind dabei auf dem Mond viel weniger Grenzen gesetzt, als auf der Erde. Es werden Durchmesser untersucht, die zwischen 20 und 100 Metern liegen. Schon bei nur 20 Metern wäre das Auflösungsvermögen dreimal höher als mit dem JWST.

Das Deep Field Infrared Observatory ist, der Name sagt es schon, für eine ganz besondere Aufgabe vorgesehen. Es wird da ansetzen, wo Hubble mit seinem Deep Field Survey aufgehört hat.

An den Polen des Mondes sieht das in den Zenith blickende Teleskop ständig dasselbe extragalaktische Feld. Das Deep Field Infrared Observatory würde sich die lunare Topografie zunutze machen, und – ähnlich wie das berühmte Radioteleskop von Arecibo – quasi auf dem Rücken in einem Krater liegend, den Blick in den Himmel richten. Man könnte die Auflösung sogar noch einmal erhöhen, wenn man mehrere Teleskope auf den

gleichen Fleck des Himmels richtet, in dem man also auch hier die Technik der Interferometrie zu Hilfe nimmt. Der Südpol der Ekliptik liegt praktisch genau im Zenith eines lunaren Südpol-Teleskops. Die Drehachse des Mondes ist nur um 1,5 Grad zum ekliptischen Pol geneigt. Die Präzessionsperiode beträgt 18 Jahre. Diese kleine Schwankung bewirkt, dass es für das Deep Field Infrared Observatory in diesem Zeitraum ein beobachtbares Feld von drei Grad gibt, an dessen rechtem Rand sich die Große Magellansche Wolke befindet. Das Zentrum des Beobachtungsfeldes ist aber fast frei von Sternen, der Blick in den Intergalaktischen Raum unbehindert und perfekt geeignet für den ultimativen Deep Field Survey. Der Blick zurück in den Anfang des Universums wird dadurch um Größenordnungen besser, als dies heute möglich ist. Bei einer Beobachtungszeit von einem Jahr könnten Objekte abgebildet werden, die 100-mal schwächer sind, als die schwächsten Objekte, die das JWST noch sehen kann. Das wäre eine Revolution in der Beobachtung des frühen Universums, der Bildung der ersten Sterne und ihrer Kontraktion zu den ersten Galaxien. Zurück zum Spiegel des Teleskops. Die Spiegelflüssigkeit solcher Teleskope besteht auf der Erde aus Quecksilber. Die größten auf der Erde geschaffenen flüssigen Teleskope sind auf einen Durchmesser von etwa sechs Metern beschränkt. Sie unterliegen Störungen durch die Erdrotation, Störungen durch den Fahrtwind, der für Wellenbildung auf der Flüssigkeit sorgt, Störungen durch seismische Effekte und den üblichen atmosphärischen Störungen, die auch auf alle terrestrischen optischen Teleskope einwirken. Der Mond dagegen ist für große flüssige Spiegel ideal. Er hat ein Gravitationsfeld, er ist geologisch mehr oder weniger tot,



J. ROGER ANGEL/UNIVERSITY OF ARIZONA
Ein Infrarot-Observatorium auf dem Mond könnte, unbeeinflusst von atmosphärischen Störungen, mit einer Flüssigkeit als Hauptspiegel arbeiten

wodurch es keine störende seismische Aktivität gibt, und er befindet sich im absoluten Vakuum. Nur könnte man Quecksilber als Spiegelmaterial nicht verwenden, denn es gefriert schon bei 234 Grad Kelvin. In den tiefen Kratern des lunaren Südpols ist es aber wesentlich kälter und diese niedrigen Temperaturen werden für die Beobachtungen auch benötigt. Aber hier bieten sich durchaus Alternativen an, wie zum Beispiel 1-Buten, das noch bei 90 Grad Kelvin flüssig ist und nur einen sehr geringen Dampfdruck hat (also nicht einfach in den freien Weltraum evaporiert). Die Oberfläche der Flüssigkeit würde mit einem Metall bedampft werden, beispielsweise mit Gold. Um seine Form zu halten müsste der 20-Meter-Spiegel zweimal in der Minute rotieren. Der Spiegel könnte, auch dies ein Vorteil der kryogenen Bedingungen des Mondes, freischwebend in einem Magnetfeld gelagert werden, erzeugt durch einen Supraleiter.

Für manche Zwecke besser: Der freie Weltraum

Der Mond ist aber nicht für jede Art von Teleskopen die Beste aller Möglichkeiten. Der freie Weltraum, möglichst weit von der störenden Erde entfernt ist für viele astronomische Zwecke einfach besser geeignet. Der Grund liegt auf der Hand: der Mond hat nicht nur freie Sicht, Vakuum und womöglich Ressourcen, er bringt auch Schmutz und Schwerkraft. Und beide sind für manche Gebiete der Astronomie nicht von sonderlichem Nutzen. Dann ist auch die Ausrichtgenauigkeit für weltraumgestützte Teleskope heute schon sehr hoch. Man braucht nicht unbedingt schwere Montierungen, um ein Teleskop präzise auf den gewünschten Punkt auszurichten. Die Montierung der Zukunft (und auch schon der Gegenwart) besteht aus Kreiselssystemen und Lageregelungstriebwerken. Und dann ist der Bau eines Teleskops in einem Mondkrater gewiss nicht einfacher als die Montage im freien Weltraum. Besonders dann, wenn sehr große Anlagen erforderlich sind. Es gibt keine physikalischen Gesetze, die dagegen sprechen, Spiegel von 50 oder sogar 100 Metern Durchmesser zu bauen, sobald die Störungen der Schwerkraft verschwunden sind.

Dass man nicht unbedingt auf festen Boden, sei es auf der Erde oder auf dem Mond, angewiesen ist, hängt auch damit zusammen, dass die Fähigkeit, Strukturen im freien Weltraum zu errichten in den letzten Jahrzehnten stark gewachsen ist. Der freie Weltraum hat sich als recht guter Arbeitsplatz für Menschen herausgestellt. Die Errichtung der Internationalen Raumstation, aber auch die Wartungsflüge zum Hubble-Weltraumteleskop haben hier für Training und Erfahrung gesorgt. Es ist auf absehbare Zeit nicht vorstellbar, die großen

und komplexen Strukturen zukünftiger Weltraumteleskope allein durch von der Erde ferngesteuerte Operationen oder ausgefeilte automatische Entfaltmechanismen errichten zu lassen. Überwachung und Aufbauunterstützung vor Ort im Weltraum wird deshalb notwendig sein. Und sogar, wenn mit telerobotischen Mitteln gearbeitet wird, wird dies nicht ferngesteuert von der Erde, sondern von Astronauten direkt vor Ort gemacht. Für schnelles Eingreifen bei Problemen sind ansonsten die Signallaufzeiten einfach zu lange. Ein wenig technische Vorarbeit ist dafür allerdings noch notwendig, bis die Superteleskope der übernächsten Generation fernab der Erde im Weltraum entstehen werden. Zum einen geht es darum, Technologien für die Fabrikation von Spiegelementen zu entwickeln. Speziell für Spiegel, die im infraroten oder noch kürzeren Wellenbereichen arbeiten sind die Anforderungen an Oberflächengenauigkeit, Steifigkeit, geringe Masse und schnellere und weniger riskante Herstellungsverfahren enorm hoch. Bei Teleskopen, die im ultravioletten Wellenspektrum arbeiten sind noch bedeutende Fortschritte in der Detektortechnologie notwendig.

Der Weltraum bietet unbegrenzte Möglichkeiten. Teleskope, elektronisch zusammengeschaltet und in Formation durch den Raum fliegend, werden für Erkenntnisse sorgen, die wir uns heute noch gar nicht vorstellen können. Vielleicht lernen die Schulkinder des Jahres 2050 die Namen von Kontinenten auf erdähnlichen Planeten im Orbit um benachbarte Sonnen, die mit diesen Teleskopen gefunden worden sind.

Eugen Reichl



Die Darwin-Mission – sechs Weltraumteleskope suchen mit vereinten Kräften nach erdähnlichen Planeten 👁



PLANETENFORSCHUNG – XENA UND DIE HACKORDNUNG

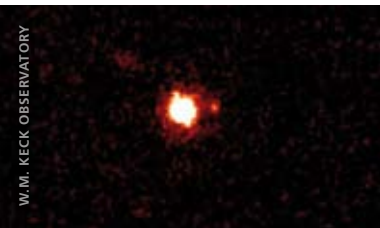
Als Außenstehender werden sie es wahrscheinlich kaum glauben: Aber es gibt eine regelrechte Hackordnung unter den Astronomen. Eine Art soziale Stufenleiter. Dabei sollte man eigentlich annehmen, dass hoch intelligente Menschen die gemeinsam eine lange, exorbitant teure Ausbildung in allerlei esoterischen Wissensgebieten genossen haben, eines Tages eine egalitäre Gemeinschaft Gleichgesinnter wären.

Weit gefehlt. Es gibt unter den Astronomen eine ziemlich verrückte Stufenleiter des Ansehens. Und das geht so: Je amorpher und abgelegener das Studienobjekt, desto höher ist das Ansehen der Leute, die es betreiben. Dementsprechend rangieren innerhalb der astronomischen Gemeinschaft die Kosmologen über allen anderen. Ihre Studien basieren beinahe vollständig auf Mathematik. Sie würden nie auf die Idee kommen, ihre Zeit mit langweiligen Beobachtungen am Teleskop tot zu schlagen. Lieber weisen sie mittels hoch komplizierter Gleichungen die Nichtexistenz Gottes nach. Einen Rang unter den Kosmologen bewegen sich die Astronomen, die den Kosmologen zuarbeiten. Das sind die Leute, die beispielsweise der kosmischen Hintergrundstrahlung nachstellen. Oder schwarzen Löchern. Oder Quasaren. Also Dingen, die man nicht wirklich

sehen kann. Eine weitere Stufe tiefer stehen die Leute, die sich mit der Bildung der Galaxien beschäftigen. Noch einen Schritt drunter kommen dann die, deren Thema die Bildung von Sternen ist. Und damit haben wir den Bodensatz fast erreicht. Wir sind beim gemeinen Fußvolk.

Wenn man die astronomischen Fachpublikationen wirklich genau liest, und damit meine ich WIRKLICH genau, also „zwischen den Zeilen“, dann werden sie, geneigter Leser, schnell erkennen, dass die „Schwarze-Löcher-und-Quasar-Fraktion“ mit ziemlicher Verachtung auf ihre Kollegen herabblickt, die sich für so banales Zeug wie die Bildung von Sternen aus Staub und Gas interessieren. Aber immerhin stehen die noch eine Stufe über den absoluten Proletariern unter den Astronomen: den Planetenforschern. Also Leuten, die sich dafür interessieren, wie sich Planeten bilden. Darunter gibt es nur noch die „Kaste der Unberührbaren“, die „so genannten Astronomen“, die Asteroiden und Kometen suchen. Sie bekommen die gesammelte Geringschätzung ihrer Kollegen ab, obwohl, oder wahrscheinlich gerade, weil ihre Erkenntnisse die einzigen sind, welche der Mann und die Frau auf der Straße noch kapieren können. Die Elite-Astronomen sind der festen Überzeugung, dass es völlig irrelevant ist, feste Objekte zum Gegenstand astronomischer Studien zu machen. Wer das will, kann auch gleich Biologie studieren. In den astronomischen Institutionen und Gremien hört man ständig Klagen über „diese Leute“, die wertvolle Beobachtungszeit des Hubble Space Telescopes mit der völlig belanglosen Beobachtung des Jupiter oder irgendwelcher Kometen verpulvern.

In den frühen 90iger Jahren, als David Levy zusammen mit dem verstorbenen Eugene Shoemaker den Kometen entdeckte, dessen Namen er mit ihm teilt, konnte er als „Planeten-Astronom“ keinen Job finden. Heute kann er sich immerhin als Reporter für allgemeine Weltraumthemen in Zeitschriften wie dem Time Magazine oder National Geographic halbwegs über Wasser halten. Das Wissen um die Hackordnung findet sich übrigens auch in der offiziellen Politik der Weltraumorganisationen wieder. Zumindest bei der NASA. Bei der ESA ist es nach wie vor Fakt, dass eine Astronomie-Mission umso wahrscheinlicher durchgeführt wird, je esoterischer das zu Grunde liegende Thema ist. Momentan werden in der europäischen Raumfahrt beispielsweise nicht weniger als drei Missionen für den Nachweis von Gravitationswellen geplant, aber nur eine einzige, die – als Nebenprodukt – das Aufspüren extrasolarer Planeten zum Ziel hat.



W.M. KECK OBSERVATORY

Planet(oid) „2003UB313“ alias „Xena“ ist größer als Pluto und hat ebenfalls seinen eigenen Mond



UNIVERSAL STUDIOS

Die schöne TV-Amazone Xena wird sich wohl kaum als endgültige Namensgeberin für „2003UB313“ durchsetzen

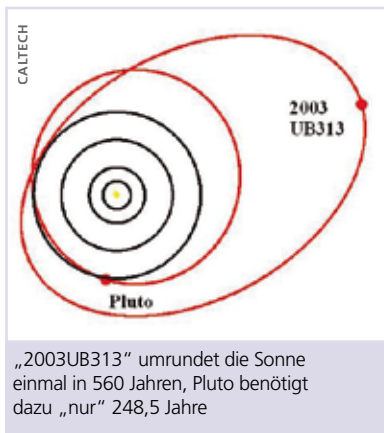
Auch den NASA-Managern war das bekannt. Sie wussten, wenn sie nicht per Dekret den Planetenwissenschaftlern Beobachtungszeit auf dem Hubble-Space Telescope zuordnen, würden die nie welche bekommen. Und so bestimmten die NASA Offiziellen, dass zehn Prozent der Hubble-Beobachtungszeit der Planeten-Astronomie vorbehalten sind. Derzeit gibt es aus der Astro-Elite schon wieder Angriffe gegen Vorhaben wie den „Terrestrial Planet Finder“ (TPF), ein großes Weltraumteleskop der NASA, das irgendwann im nächsten Jahrzehnt erdähnliche Planeten in Umlaufbahnen um andere Sonnen aufspüren soll. Dieses Vorhaben erlebte ein kurzes Hoch, nachdem Präsident Bush seine Vision für eine Space Exploration Initiative bekannt gab. In der Zwischenzeit sind den Planetenforschern die Flügel schon wieder gestutzt worden, und die astronomischen Elitezirkel mosern erneut über die Unwichtigkeit der Entdeckung von Leben irgendwo im Weltraum, angesichts der von ihnen zu klärenden Frage, warum und ob es überhaupt einen Urknall gegeben hat. Und trotzdem. Jetzt und heute gibt es eine Möglichkeit für die Planetenforscher, aus dem Ghetto auszubrechen. Natürlich werden sie nicht den Respekt der Kosmologen bekommen. Das wird nie der Fall sein. Nie. Aber für die Öffentlichkeit können sie zu den Superstars der Astronomie werden. Die Beobachtung eines planetaren Objektes, das größer ist als Pluto,

und sich obendrein auf einem hoch exzentrischen Orbit befindet scheint nichts weniger als einen Paradigmenwandel im Verständnis unseres Sonnensystems herbeizuführen. Die Astronomen, die das Objekt gefunden haben, nennen es übrigens „Xena“, nach der Kriegerprinzessin, die man vor ein paar Jahren auf Unterschichtsendern wie RTL 2 oder Tele 5 im Fernsehen bewundern konnte. Sie haben ihre Entdeckung an die Internationale Astronomische Union (IAU) gemeldet, die Schiedsgerichtsstelle aller astronomischen Entdeckungen. Von dort wird das Objekt dann einen Namen verpasst bekommen. Gehen wir schon mal mit Sicherheit davon aus, dass dieser Name nicht „Xena“ lauten wird. Schade

eigentlich. Unklar ist vor allem, ob die IAU das neue Objekt als „Kleinplanet“ bezeichnen will, oder doch lieber als „Planet“. Die IAU, niemanden wird es überraschen bei einer behördenähnlichen Institution, hat ein hoch kompliziertes Regelwerk, das der Öffentlichkeit komplett unbekannt ist. Den meisten Astronomen übrigens auch. Die Komitees der IAU treffen eine genaue Unterscheidung zwischen Kleinplaneten (Original: minor planets), also Asteroiden, Kometen und sonstigem Geröll in einer Sonnenumlaufbahn und „richtigen Planeten“ (Original: major planets). Dummerweise nur gibt es innerhalb der IAU keine klare Trennlinie, wo denn nun der Kleinplanet

aufhört, und der richtige Planet anfängt. Als Pluto im Jahre 1930 entdeckt wurde, fiel er ganz automatisch in die Kategorie „richtiger Planet“. Einige Mitglieder des IAU denken, dass das ein Fehler war. Und tatsächlich baggern sie schon herum, um Pluto den Planetenstatus wieder abzuerkennen. Dieses kleinliche Gezänke ist natürlich Bullshit. Was um alles in der Welt sollte die Planeten-Astronomen dazu veranlassen, ihr Betätigungsfeld auch noch selbst zu degradieren, wo es im Ansehen der Kollegen ohnehin schon fast unter der Grasnarbe liegt. Höchstens kleinliche wissenschaftliche Pedanterie. Man kann nur hoffen, dass sich hier der gesunde Menschenverstand durchsetzt.

Zuallermindest sollte Pluto schon deswegen ein „richtiger Planet“ bleiben, weil er schon vor einem dreiviertel Jahrhundert mit vergleichsweise primitiven Instrumenten gefunden wurde. Und weil er genauso lange als Planet in den Köpfen der Menschen verankert ist. Und schließlich sollte auch die Leistung von Clyde Tombaugh nicht geschmälert werden. Die Entdeckung von Xena führt zu ganz anderen Ausblicken als bloßer astronomischer Erbsenzählerei. Wenn es da draußen Xena gibt, dann gibt es da vielleicht noch andere Objekte, die größer sind als Pluto. Und wenn Pluto ein Planet ist, dann wäre es automatisch jedes andere größere Objekt auch. Und das würde automatisch den Sex-Appeal der Astronomie generell und der planetaren Astronomen im Speziellen aufmöbeln. Schon die Möglichkeit, einen Kometen zu finden (und ihn dann mit dem eigenen Namen auszustatten), begeistert Menschen. Die Möglichkeit einen ganzen Planeten im eigenen Sonnensystem aufzuspüren wäre noch um ein Mehrfaches attraktiver. Doch dazu wird es wahrscheinlich



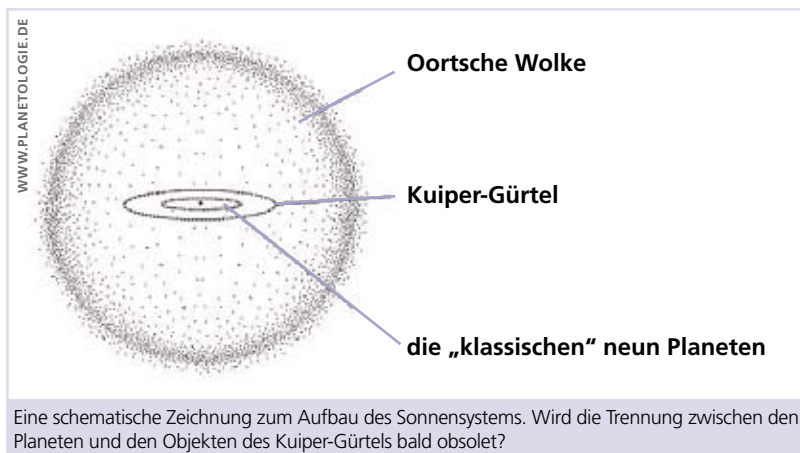
einiges an Hilfstruppen brauchen, die Amateure. Professionelle Astronomen müssen zugeben – ob sie es ihnen nun gefällt oder nicht – dass Amateure viel zu ihrer Disziplin beigetragen haben. Einfach durch den Umstand, dass viel zu viel Himmel da ist, als dass die Profis alles alleine unter die Lupe nehmen könnten.

Allerdings werden die Leute an der Spitze der astronomischen Nahrungskette darüber insgeheim die Nase rümpfen. Die Art von Fragen die sie für alleine relevant halten, erfordern als absolutes akademisches Mindestmaß einen Dokortitel, besser aber zwei und dazu eine ordentliche Professur. Und sie brauchen riesige, teure Instrumente und nicht etwa einen acht-Inch Meade oder Celestron auf einem Dreibein-Stativ im Hausgarten, womöglich noch bedient von einem dreizehnjährigen Mädchen und ihrem kleinen Bruder.

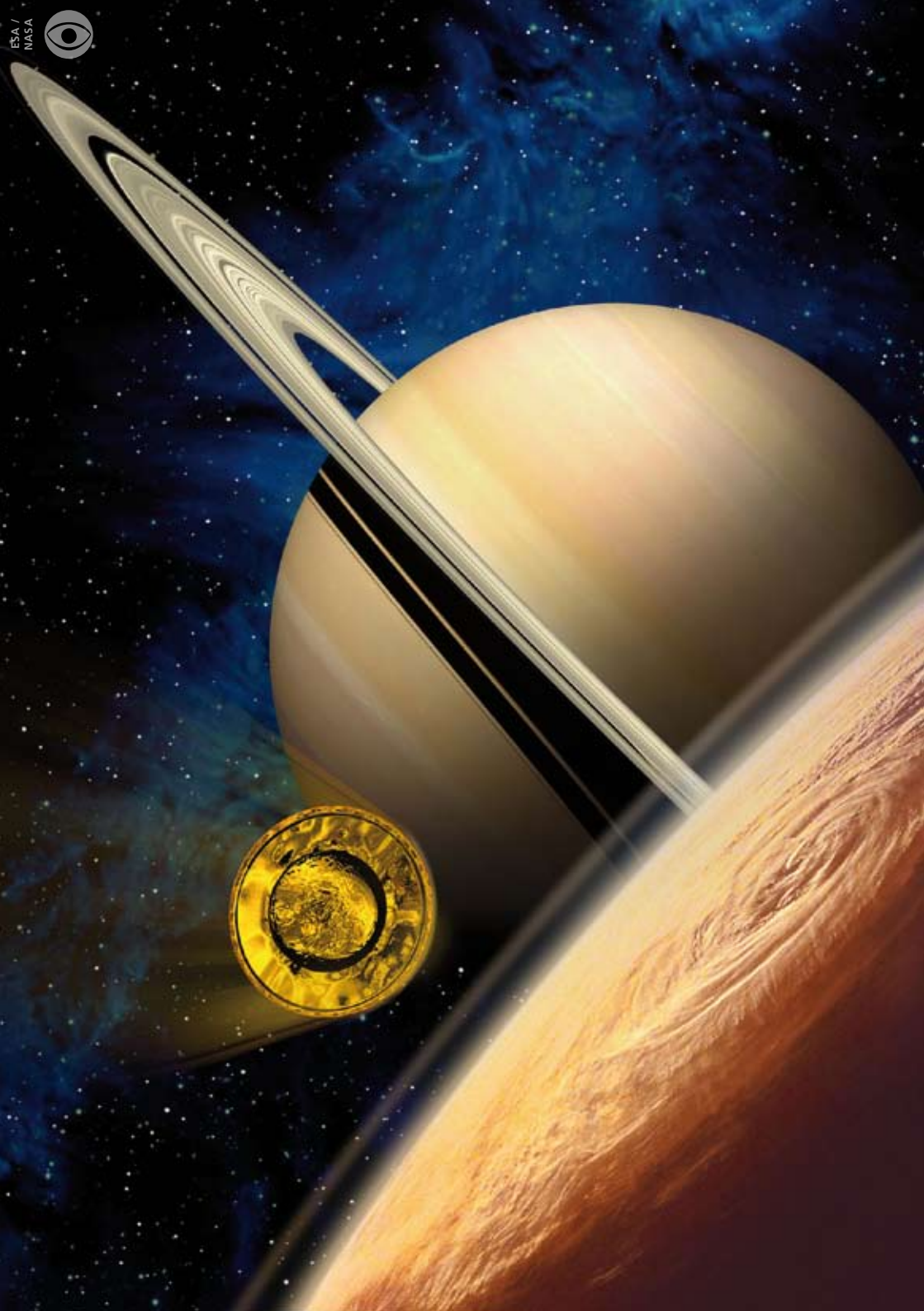
Immerhin. Während einige Gebiete der Astronomie immer abgelegener werden, gibt es andere, die sich zur Demokratie hin entwickeln. Da wäre das Projekt des „Large Synoptic Survey Telescope“, das leider immer noch in der Entwurfsphase ist, aber eines Tages in Chile oder Mexiko stationiert sein wird. Dieses Teleskop wird ein so weites Beobachtungsfeld haben, dass es alle drei Tage den ganzen Himmel abscannen kann. Das wird es automatisch tun, und alle Daten werden in eine öffentlich zugängliche Website gepumpt, auf die jeder Zugriff hat. Das bedeutet, dass jeder Amateur, ausgerüstet mit einem guten Computer und der passenden Software, theoretisch größere Entdeckungen machen kann. Und was für Entdeckungen werden das sein? Da sind wir wieder bei unserer Kriegerin. Eine der neuesten Theorien der Bildung unseres Sonnensystems, die gerade zirkuliert und zügig an Bedeutung zunimmt, ist bekannt unter dem Begriff „Oligarchisches Wachstum von Planetesimalen“. In dieser Theorie haben sich Staubpartikel relativ rasch in planetengroßen Körpern zusammengefunden. Und zwar vielleicht sechzig von ihnen. Einige wurden zu Gasgiganten, einige blieben relative klein. Der aufregende Aspekt dieser neuen Theorie ist, dass es da vielleicht ein dutzend zusätzliche Planeten geben kann, die größer sind als Mars oder sogar die Erde. Planeten, die sich auf exotischen hoch exzentrischen Orbits außerhalb der Ekliptik bewegen. Während sich die Mitglieder der IAU immer noch zanken, ob Xena oder Pluto Planeten sind oder nicht, mag die Entdeckung noch wesentlich größerer planetarer Körper das gesamte Gebiet zu einer vollständigen Neuorientierung bewegen. Möglicherweise stehen wir unmittelbar vor der Schwelle zu einer ganz neuen Ära, in

der wir unser Sonnensystem nicht mehr mit neun Planeten definieren und vielen Kleinkörpern dazwischen, sondern in der es vielleicht zwölf, fünfzehn oder zwanzig Planeten gibt, in wilden exzentrischen Orbits und 80, 100 oder 300 astronomische Einheiten von der Sonne entfernt. Wenn es je eine Gelegenheit zur Verbesserung des Ansehens der Planeten-Astronomen gegeben hat, dann diese. Sie sollten aufhören über den Status von Pluto zu räsonieren. Sie sollten XENA, oder wie immer er heißen wird, als zehnten Planeten einreihen, und sich dann ins Rampenlicht stellen und von der Öffentlichkeit feiern lassen.

Dieser Beitrag geht zurück auf einen Artikel des Schriftstellers Dwayne A. Day. Er lebt in Washington, DC und kann deswegen die Sterne nachts nicht sehen. Aber er weiß, dass sie da oben sind.



Eugen Reichl



RAUMFAHRT-JAHRESCHRONIK

1.11. 2004 – 31.10. 2005



Shenzhou-Raumschiff vor dem Start

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



Delta 2 mit GPS 2R-13 während des Starts

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



Start von ZY-2

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



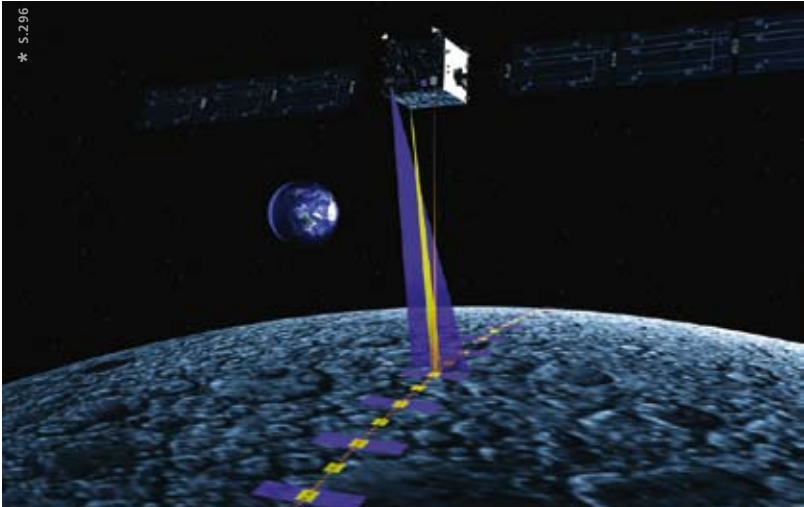
Produktion der Sojus beim Hersteller Samara

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-1 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 ebnen. SMART-1 hat am 15. November um 18.48 Uhr MEZ ihren ersten mondnächsten 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-1 auf immer engere Umlaufbahnen um den Mond und schließlich auf ihre endgültige



Smart im Mondorbit. Künstlerische Darstellung

tige 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. 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 Ionentriebwerken 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 Welt- raum aufgenommen hat, die Rönteninstrumente D-CIXS und XSM sowie das Infrarot-Spektrometer SIR. Insgesamt hat SMART-1 332mal die Erde umrundet und dabei 289mal seine Triebwerke gezündet, die etwa 3700 Stunden lang in Betrieb waren. Verbraucht 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



X-43A in künstlerischer Darstellung

Geschwindigkeit gebracht worden. Wie die Standard-Pegasus wurde auch die X-43/Pegasus-Kombination von einem B-52 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. Dieser 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, 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 Trägerrakete kam eine Long-March 2C zum Ein-

satz. 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 Erdum-

laufbahn. 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 Forschungsatellit 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



Swift in der Montagehalle

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 Information vom Militär deklassifiziert und konnte 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-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 Ultravi-



Swifts Start mit einer Delta II-Rakete

olet/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 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 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 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 feststand, 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 ausnutzen zu können, hatten die Missionsdesigner geplant,



Lockheed Atlas 5 vor dem Start.

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 Trägerrakete 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-Unterhaltungsservice 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 Träger Rakete 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,



Ariane 5G startet mit sieben Satelliten

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 unter dem sonnigen Himmel von Französisch-Guayana ab. 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. Ariespace-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 Ariespace-Mission – der mit Spannung erwartete zweite Startversuch der neuen „Ariane 5 ECA“-Version mit maximal 10 Tonnen Nutzlast – für den 11. Februar 2005 geplant sei.

22.12.2004 – Schwergewicht mit Atemproblemen

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 sowie die beiden an Bord befindlichen Nanosatelliten erreichten den vorgesehenen Orbit nicht. Trotzdem bezeichnete Boeing den Flug als Erfolg.



Delta 4 Heavy auf dem Weg zur Startrampe

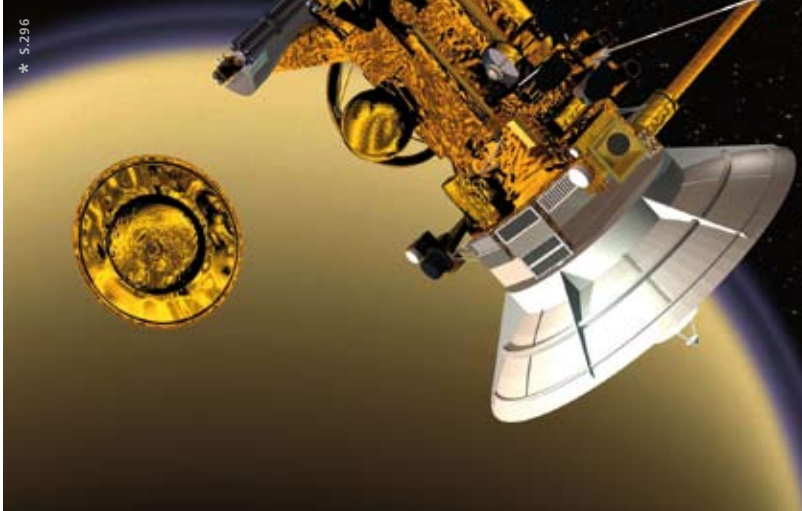
23.12.2004 – Russischer Frachter auf dem Weg zur ISS

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 später, 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 anlanden, 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-1TK 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.



Cassini trennt sich von Huygens –Künstlerische Darstellung

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 Federmechanismus 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. 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 durchführten, eine knapp 85 Sekunden dauernde Zündung des Haupttriebwerks, welche die beiden noch zusammengekoppelten 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.

26.12.2004 – Russland startet drei Navigationsatelliten

Russland ist dabei, sein Netz an Navigationsatelliten, 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 Satellitentyp 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 GLO-NASS-Satelliten im Orbit.



Proton K bei der Montage

12.01.2005 – Deep Impact auf Kollisionskurs mit Tempel 1



Künstlerische Darstellung der Deep Impact Mission

Ein Projektil von der Größe einer Waschmaschine, Impactor genannt, und ausgestattet mit einer massiven Kupferspitze, wurde heute zusammen mit seinem Mutterfahrzeug auf einen 430 Millionen Kilometer langen Kollisionskurs mit dem Kometen Tempel 1 geschickt. Der beabsichtigte Zusammenstoß mit dem Schweifstern verspricht am 4. Juli, dem amerikanischen Unabhängigkeitstag, ein kosmisches Feuerwerk der Extraklasse. Die Mission Deep Impact ist die dritte Kometensonde, die in relativ kurzer Folge gestartet wurde.

Seit den Jahren 1984/85, als es einen Ansturm auf den Kometen Halley gab, hatte es 15 Jahre lang keine neue Mission zu einem Schweifstern mehr gegeben. Dann startete die NASA am 7. Februar 1999 die Raumsonde Stardust. Im Januar 2004 passierte dieses Raumfahrzeug den Kometen Wild 2 und fing Staubpartikel aus der Coma auf. Zurzeit ist Stardust wieder auf dem Rückweg zur Erde. Und im März letzten Jahres startete die europäische Raumsonde Rosetta mit dem kleinen Lander Philae an Bord, der im Jahre 2011 auf

dem Kometen Churyumov-Gerasimenko aufsetzen soll. Es hätte sogar noch eine vierte Mission gegeben, wäre der Kometen-Erkunder Contour nicht bei einer unglücklich verlaufenen Triebwerkszündung zerstört worden. Die NASA-Raumsonde Deep Impact begann ihre Reise an der Spitze einer Boeing Delta 2 Trägerrakete um 13:47 Uhr von der Rampe 17 B der Cap Canaveral Air Force Station. Es war ein perfekter Start. Die dreistufige Rakete stieg in östlicher Richtung über das Meer hinaus in den Himmel, und erreichte in weniger als 10 Minuten nach dem Verlassen der Startrampe einen ersten Übergangorbit. Es folgte eine kurze antriebslose Driftphase und wenige Minuten danach verlängerte ein weiteres Brennmanöver der zweiten Stufe die Bahnellipse. Nach einer weiteren kurzen antriebslosen Phase zündete der mit Feststoff betriebene Motor der dritten Stufe und beschleunigte die Kombination aus Oberstufe und Raumsonde auf Fluchtgeschwindigkeit. 34 Minuten nach dem Abheben gab die Delta Deep Impact frei. Der Einschuss in die Transferbahn zum Kometen verlief nicht ohne Dramatik. Deep Impact meldete sich zwar unmittelbar nach der Trennung von der Trägerrakete bei der Bodenstation, die Positionsmeldungen Nummer zwei und drei blieben aber aus. Bei den Ingenieuren am Boden kam die Befürchtung auf, dass sich womöglich die Solargeneratoren nicht entfaltet hätten. Als die Minuten verstrichen, ohne dass ein Lebenszeichen der Raumsonde das Kontrollzentrum erreichte, stieg die Nervosität merklich an. Nach einer halben Stunde endlich kam die Meldung von Deep Impact, dass sie sich wegen eines Alarms an Bord in den Sicherheitsmodus begeben habe.

So kurz nach dem Start ist das noch nie einer Raumsonde passiert, und deswegen hätte die Meldung durchaus der Beleg für eine schwerwiegende Fehlfunktion sein können. Immerhin berichtete Deep Impact aber auch, dass sich die Solargeneratoren ordnungsgemäß entfaltet hatten. Wäre das nicht der Fall gewesen, dann hätte das innerhalb weniger Stunden das Ende der Raumsonde bedeutet. Die Bordbatterien sind nicht dafür ausgelegt, das Fahrzeug für längere Zeit mit Strom zu versorgen. Wie sich herausstellte, hatte eine überkonservative Voreinstellung für die Temperaturparameter an Bord den Alarm

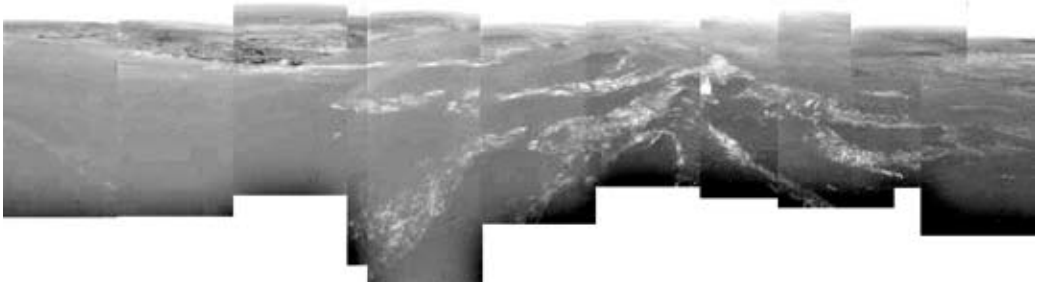


Start von Deep Impact

ausgelöst und bewirkt, dass die Sonde alles bis auf die Notsysteme herunter gefahren hatte. Es dauerte nach diesem aufregenden Beginn der langen Reise weitere 24 Stunden, bis Deep Impact für seine weitere Mission konfiguriert werden konnte. Das Ziel, der Komet Tempel 1, befand sich zum Zeitpunkt des Starts 257 Millionen Kilometer von der Erde entfernt, noch in den inneren Ausläufern des Asteroidengürtels.

14.01.2005 – Landung auf einer neuen Welt

* S. 296



Panorama-„Luftaufnahme“ vom Titan

Glückliche Gesichter bei den meisten Projektwissenschaftlern im Huygens-Kontrollzentrum in Darmstadt. Nur einer war traurig: David Atkinson. Er verbrachte 18 Jahre damit, ein Experiment für den Huygens-Lander zu konstruieren und zu bauen. Und dann vergaß ein Programmierer, der kleinen Raumsonde den Einschaltbefehl für den Transponder A ins Aktivierungsprogramm zu schreiben. So ging nur Transponder B auf Sendung. Die meisten Daten waren damit zwar gerettet, denn laut Plan sollte aus Sicherheitsgründen der überwiegende Teil der Informationen redundant über beide Huygens-Transponder an Cassini geschickt werden. Aber eben nicht alles, denn de facto gab es zwei Ausnahmen: Die Informationen des DISR, des Descent Imager and Spectral Radiometers wurden gesplittet. Die eine Hälfte ging über Transponder A und die andere Hälfte über die Sendeeinheit B. Und die Informationen des Doppler-Wind Experimentes liefen ausschließlich über Kanal A. Allerdings ist für Atkinson nicht alles verloren. Es gibt Hoffnung, dass er doch einige Informationen für seine Untersuchungen bekommt, wenn auch auf ganz anderem Weg als ursprünglich vorgesehen. Denn im Zusammenhang mit der Landung von Huygens glückte ein Experiment, dem zuvor kaum jemand eine Chance auf Erfolg gegeben hätte. Es

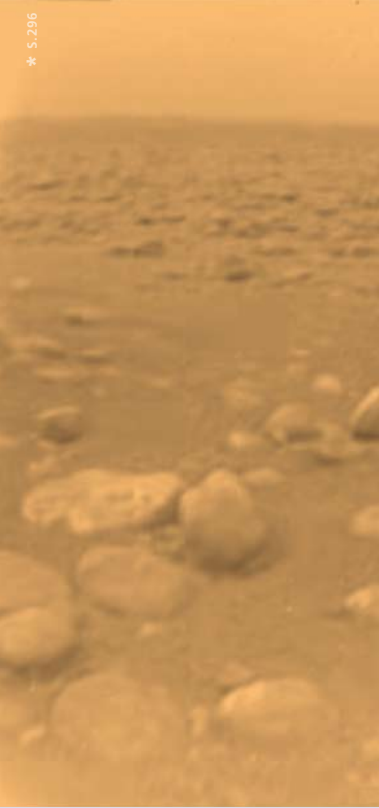
gelang nämlich, die Trägerwelle des Transponders B mit insgesamt 18 Radioteleskopen auf der Erde aufzufangen. Die Radioteleskope waren paarweise zusammengeschaltet und mit dem Verfahren der „Very Large Baseline Interferometry“ wird es wohl möglich sein, Veränderungen in der Position der Sonde mit einer Genauigkeit von etwa 1 Meter pro Sekunde festzustellen.

Einmal abgesehen von dem Problem mit dem Transponder war die Mission ein voller Erfolg. Alle weiteren Experimente arbeiteten problemlos. Vom Zeitpunkt des Erreichens des so genannten Entry-Interface, des Eintrittspunktes in die Atmosphäre von Titan in 600 Kilometern Höhe, bis zur Aktivierung des Pilotschirms vergingen nur drei Minuten. In dieser kurzen Zeit wurde die Geschwindigkeit von Huygens von über 21.000 Kilometern pro Stunde auf unter 1.500 Kilometer pro Stunde abgebremst. Der Zeitpunkt T 0, der eigentliche Missionsbeginn für Huygens, war definiert durch den Auswurf des Pilotschirms in etwa 150 Kilometern Höhe. Wenige Sekunden darauf erfolgten die Öffnung des Hauptschirms und der Abwurf des oberen und des unteren Hitzeschildes. Danach vergingen bis zum Erreichen der Oberfläche 2 Stunden und 48 Minuten, in denen Huygens am Fallschirm der Oberfläche des Titan entgegensank. 15 Minuten nach dem Öffnen warf Huygens den 8,3 Meter durchmessenden Hauptschirm ab und ein kleinerer Schirm, nur etwa ein Drittel so groß wie der erste, entfaltete sich. Eine notwendige Maßnahme um die Sinkgeschwindigkeit zu erhöhen, sonst wäre der Sonde der Strom ausgegangen, noch bevor sie die Oberfläche des Titan erreicht hätte. Die Telemetrie ergab, dass sich Huygens drehte und schlingerte, als er der Oberfläche entgegen glitt. Besonders in den oberen Schichten der Atmosphäre scheinen starke Winde zu herrschen. Die Sonde pendelte in den ersten Minuten am großen Fallschirm ständig um 10 bis 20 Grad von der Vertikalen.

Der Beschleunigungsmesser meldete auch das Vorhandensein lokaler Böen. Nach der Entfaltung des zweiten Schirms nahmen die Pendelbewegungen ab. Zum einen war jetzt die Angriffsfläche für den Wind geringer, zum anderen schien aber auch die Kraft der Atmosphärenbewegung in den tieferen Schichten nicht mehr so ausgeprägt zu sein. Kurz vor Erreichen des Bodens pendelte Huygens nur noch mit etwa 3 Grad Abweichung von der Vertikalen.



Die Küstenlinie eines Methanmeeres?



erstes Bild von der Oberfläche des Titan

In etwa 30 Kilometern Höhe durchbrach Huygens die bis dahin geschlossene Wolkendecke. Damit konnten erstmals Oberflächendetails ausgemacht werden: Sanfte Hügel mit Flusstälern und weite dunkle Flächen, auf denen sich offensichtlich zumindest zeitweilig stehende Flüssigkeiten befinden. Ganz deutlich erkennbar auch eine Küstenlinie und Inseln in den Seen.

Die Seen allerdings, darüber muss man sich im Klaren sein, beherbergen kein flüssiges Wasser, sondern eine Mischung aus Methan, Kohlenwasserstoffen und einem komplexen Hydrokarbonatgemisch, dem die Wissenschaftler die Bezeichnung Tholin gegeben haben, und dessen genaue Zusammensetzung noch unbekannt ist. Die Berge bestehen hauptsächlich aus Eis, das bei den Temperaturen auf dem Titan die Konsistenz von Granit hat. Es war auch nicht sofort klar, ob die dunklen, konturlosen Seeflächen zurzeit trocken sind, ob sie also vielleicht nur zeitweilig, etwa nach Regenschauern, mit Flüssigkeit aufgefüllt sind, die dann möglicherweise wieder im Untergrund versickert. Auf eine der Inseln steuerte die Sonde an ihrem Fallschirm hängend zu und ging dort auch nieder. Die letzten Bilder zeigten, dass sich die Raumsonde wohl nur einige Meter von einer Küstenlinie

entfernt befand, als sie aufsetzte. Aufgrund der übertragenen Bilder konnte festgestellt werden, dass die Sonde auf den letzten Metern des Abstiegs mit einer Geschwindigkeit von etwa 1,5 Metern pro Sekunde nach Osten getrieben wurde. Die Landung selbst verlief absolut ruhig. Sie war wesentlich sanfter, als angenommen worden war. Die Landegeschwindigkeit betrug 4,5 Meter pro Sekunde. Die Temperatur am Boden betrug -179 Grad Celsius. Nach der Landung übertrug Huygens noch für weitere 72 Minuten Daten an Cassini. Dann riss die Verbindung ab, weil durch die Rotation des Titan Cassini unter dem Horizont verschwand. Die Trägerwelle von Huygens konnte aber noch über zwei weitere Stunden auf der Erde empfangen werden, erst dann waren die Batterien an Bord der Landesonde erschöpft.

20.01.2005 – Ungewöhnliche Nase

Die russischen Streitkräfte starteten heute von der nordrussischen Startbasis in Plesetzk eine geheim gehaltene militärische Nutzlast, die die Bezeichnung Kosmos 2414 erhielt. Mit einiger Sicherheit handelte es sich um einen militärischen Navigationssatelliten, der auf Basis der Kaur-1 Plattform von NPO Prikladnoy Mehaniki hergestellt wurde. Zusätzlich war noch ein wissenschaftlicher Kleinsatellit der Moskauer Universität mit der Bezeichnung Tatyana an Bord. Als Trägerrakete der Mission wurde eine Kosmos 3M eingesetzt, die mit einer sehr ungewöhnlichen Nutzlastverkleidung ausgestattet war. Diese etwas eigenartig geformte Raketennase wird auch für die Starts der militärischen deutschen SAR-Lupe Konstellation Anwendung finden. Die insgesamt fünf SAR-Lupe Radarsatelliten sollen ebenfalls mit einer Kosmos 3M in den Orbit gebracht werden.



Ungewöhnliche Nutzlastverkleidung

Februar

03.02.2005– Zwei Starts mit drei Satelliten in fünf Stunden

Drei Satelliten wurden heute innerhalb von fünf Stunden mit zwei Trägerraketen auf ihre vorgesehenen Umlaufbahnen gebracht. Als erster Träger startete um 3:27 Uhr mitteleuropäischer Zeit eine Proton M mit einer Breeze M Oberstufe vom russischen Weltraumzentrum in Baikonur. Als zahlender Kunde befand sich der über fünf Tonnen schwere Nachrichtensatellit AMERICOM 12 (AMC 12) unter der Nutzlastverkleidung. Die unteren drei Antriebsstufen der von Chrunichev gebauten Rakete brachten die mit der vierten Stufe verbundene Nutzlast 10 Minuten nach dem Start in eine suborbitale Bahn, auf der die Kombination 80 Minuten später wieder in die Erdatmosphäre eingetreten wäre. Am Scheitelpunkt der Bahnparabel, nach 45 Minuten, sorgte eine erste Zündung der Breeze M für den restlichen Geschwindigkeitsimpuls, um den Parkorbit in einer Kreisbahn von 180 Kilometern Höhe und einer Bahnneigung von 51,5 Grad zu erreichen. Danach waren vier weitere Brennphasen der Oberstufe notwendig, verteilt über einen Zeitraum von neun Stunden, um schließlich den



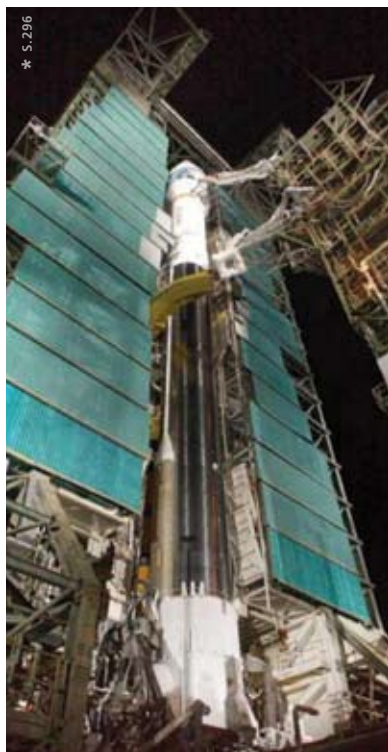
Im Inneren des „Blockhauses“ am Komplex 36

vorgesehenen Orbit zu erreichen: Ein höchster Bahnpunkt von 36.500 Kilometern und ein niedrigster Bahnpunkt von etwa 7.000 Kilometern bei einer Bahnneigung zum Äquator von 18,3 Grad. AMC 12 wird in einigen Tagen sein eigenes Apogäums-Triebwerk einsetzen, um die Kreisbahn im geostationären Orbit zu erreichen. Der Satellit wird dann über dem Äquator bei 37,5 Grad westlicher Länge stationiert werden. AMC 12 wurde von Alcatel in Cannes für den in New Jersey ansässigen Satelliten-Operator SES AMERICOM gebaut. Das Fahrzeug wird verschiedene Dienste durchführen, angefangen von Fernsehübertragungen bis zu Hochgeschwindigkeits-Internet-Services. Für diesen Zweck ist der Satellit mit insgesamt 72 C-Band-Transpondern ausgerüstet. AMC 12 ist der erste Satellit in der Alcatel-Modellreihe Spacebus 4000.

Die wirtschaftlich nutzbare Lebensdauer wird auf 16 Jahre veranschlagt. Der heutige Start ist der erste von insgesamt fünf kommerziellen Proton-Starts, die in diesem Jahr geplant sind. Zusätzlich plant auch die russische Regierung zwei Einsätze der Proton. Der zweite Start an diesem Tag erfolgte auf der anderen Seite des Globus, als um 8:41 in Cap Canaveral die letzte Mission einer Trägerrakete der Baureihe Atlas 3 begann. Es war gleichzeitig auch der letzte Start, der vom Komplex 36 aus erfolgte. Insgesamt handelte es sich um die 145. Mission, die in einem Zeitraum von 43 Jahren auf den dortigen beiden Rampen ihren Anfang genommen hatten. Die Zuschauer und Reporter, die sich auf der etwa vier Kilometer entfernten „Press Site 1“ befanden, konnten die Rakete allerdings nur hören. Trotz der Nachtstunden war nicht das leiseste Glimmen zu erkennen, denn am Startplatz herrschte dichter Nebel, als das russische RD 180-Triebwerk brüllend zum Leben erwachte. Nebel wird für Starts als akzeptabel betrachtet, dichte Wolken in höheren Schichten aber

– wegen der möglichen Blitzgefahr – nicht. 20 Sekunden lang war die Rakete nur zu hören, dann aber durchstieß die Atlas die Nebelschicht. Zunächst war ein gelbliches Flackern erkennbar, das gleich darauf in ein unwirkliches blaues Leuchten überging. Nachdem die Nebelwand passiert war, konnten die Bahnverfolgungskameras die Rakete für mehrere Minuten verfolgen.

Der militärische Auftrag des Trägers wurde dem kundigen Beobachter sofort klar. Denn anstatt genau nach Osten oder Südosten zu fliegen, wie es für Einsätze mit kommerziellen Satelliten üblich ist, nahm die Atlas einen Kurs, der sie steil nach Nordosten, entlang der ostamerikanischen Küstenlinie führte. 18 Minuten nach dem Start, als das Vehikel über der Südküste von Grönland flog, erreichte die Centaur-Oberstufe einen anfänglichen Parkorbit. Dann begann eine Phase freier Drift, bevor das mit Sauerstoff und Wasserstoff betriebene RL-10-Triebwerk über dem Südpazifik erneut zum Leben erwachte. 79 Minuten nach dem Start war der hochelliptische, so genannte Molnija-Orbit erreicht. Dort wird die militärische Fracht die Erde künftig auf einer Bahn umkreisen, die sie zwischen 63 Grad nördlicher und südlicher Breite führt. Kurze Zeit später beobachteten Satelliten-Spotter in Kanada zwei Objekte, die sich von der Centaur lösten. Diese Beobachtung, in Verbindung mit dem erreichten Orbit, ließen keinen Zweifel, dass es sich um das dritte Paar der neuen NOSS Seeüberwachungssatelliten handelte. Diesen Bahntyp nutzten die amerikanischen Militärs bereits bei 11 Missionen in den Jahren 1971 bis 1996, bei denen jedes Mal ein Satellitentrio freigegeben wurde, das in einer Dreiecksformation flog. Die Raumflugkörper sind Teil des militärischen Ozean-Überwachungssystems der US-Navy, des Naval Ocean Surveillance System, kurz NOSS. Bei zwei Starts in der jüngeren Vergangenheit, durchgeführt jeweils mit Atlas 2AS Trägerraketen im September 2001 und im Dezember 2003 von der kalifornischen Vandenberg Luftwaffenbasis, wurden genau die gleichen Bahnparameter angesteuert. Die Missionen wiesen nur einen Unterschied auf: Statt drei Satelliten wurden jeweils nur zwei ausgesetzt, was darauf hindeutete, dass eine neue



Letzte Atlas am Komplex 36

Generation von NOSS-Satelliten zum Einsatz kam. Das amerikanische National Reconnaissance Office ist zuständig für den Betrieb der US Spionagesatellitenflotte. Es nutzt die NOSS Satelliten um weltweit den Schiffsverkehr zu überwachen. Die Raumfahrzeuge erfassen dabei die Radiosignale der Schiffe und können damit deren Position exakt feststellen.

12.02.2005 – Dringend benötigter Erfolg



Ariane 5 ECA bei den Startvorbereitungen

Die neueste Version der Ariane 5 begann ihre Reise vom europäischen Raumflughafen in Guyana um 17:03 Uhr Ortszeit, entsprechend 22:03 Uhr mitteleuropäischer Zeit. Sieben Sekunden nach dem Hochlaufen des Vulcain 2 Triebwerks zündeten die beiden massiven Feststoffbooster. Der Start hatte an diesem Nachmittag erst im zweiten Anlauf geklappt. Eigentlich hätte die Rakete schon um 20:49 Uhr ihre Reise antreten sollen. Doch 59 Sekunden vor dem geplanten Lift-off stoppten die Computer den Countdown. Es stellte sich aber schnell heraus, dass das Problem bei einer Bodeneinrichtung an der Startrampe lag. Der Fehler konnte schließlich behoben werden, und um 21:47 Uhr wurde der Countdown wieder aufgenommen. Ariane Mission 164 sollte eine Gesamtnutzlast von 8.312 Kilogramm, verteilt auf drei Satelliten, in den Geostationären Transferorbit bringen. 3.643 Kilogramm wog XTAR-EUR, 129 Kilogramm

entfielen auf Slosatsat und 3.496 Kilogramm auf Maqsat B2. Den Rest des Gewichtes beanspruchte die Sylva-Struktur, die bei Mehrfachstarts eingesetzt wird. Ihre Aufgabe ist es, die Satelliten während des Starts zu sichern und zum Ende der Startphase eine geordnete Trennung der verschiedenen Nutzlasten vom Träger zu gewährleisten. Die Schwerlastversion der Ariane, die an diesem Tag qualifiziert wurde, ist in der Lage insgesamt 9.600 kg an Nutzlast in den geostationären Transferorbit zu bringen. Im Vergleich dazu schafft die Basisversion der Ariane 5, Ariane 5 Generic genannt, nur eine Nutzlast von 6.700 Kilogramm in diese spezielle Bahn. In eine niedrige Erdumlaufbahn kann die neue Ariane sogar annähernd 24 Tonnen Nutzlast transportieren.

Im Grund ist die Ariane 5 ECA eine völlige Neukonstruktion der Ariane 5. Sie ist in zahllosen Komponenten verändert und in der Leistung gesteigert. Die beiden Booster beispielsweise haben eine zusätzliche Treibstoffzuladung von jeweils 2,5 Tonnen erhalten. Ihr kombinierter Schub erhöht sich um 60 Tonnen im Vergleich zur Generic-Version. Dafür musste auch die Düsenöffnung dieser Treibsätze modifiziert werden. Die erste Stufe, das zentrale Element der Rakete, ist mit 15 Tonnen mehr flüssigem Sauerstoff beladen als die bisherige Variante, denn die Verbrennung läuft beim Vulcain 2-Triebwerk sauerstoffreicher ab als beim Vorgängermodell Vulcain 1. Aus dem gleichen Grund wurde auch eine neue, etwa 7000 PS starke Oxidator-Turbopumpe notwendig. Sie arbeitet mit 13.000 Umdrehungen pro Minute bei einem Druck von über 140 Bar. Die 17.000 PS starke Treibstoffpumpe, die den flüssigen Wasserstoff in die Düsenwände und die Brennkammer drückt, blieb dagegen fast unverändert. Die wichtigste Neuerung an der ersten Stufe ist das Vulcain 2-Triebwerk. Es bringt 20 Prozent mehr Schub als das Vorgängermodell, nämlich 138 metrische Tonnen.

Um diese höhere Antriebsleistung zu erzielen war neben einer Veränderung der Brennkammer auch eine Vergrößerung der Expansionsdüse notwendig. Und eben diese letztere Komponente hatte beim Erstflug vor zwei Jahren versagt. Im Dezember vor zwei Jahren traten drei Minuten nach dem Start so genannte Buckling-Effekte auf. Mit anderen Worten: die Düse knickte.



Ariane 5 ECA bei den Startvorbereitungen

Der Schub wurde asymmetrisch, der Schwenkmechanismus konnte nicht mehr ausgleichen. Die Rakete kam vom Kurs ab und musste letztendlich zerstört werden. Die zweite große Neuerung gegenüber der Ariane 5 Generic ist die Oberstufe, die der neuen Version den Namen gibt: ECA, für Etage Cryotechnique A. Die Bezeichnung weist auf den mit kryogenen, also superkalten Treibstoffen, arbeitenden Antrieb hin. In der neuen Oberstufe kommt das bewährte HM-7B Triebwerk zum Einsatz. Dieser Motor war in über 100 Einsätzen bei der Ariane 4, dem inzwischen ausgemusterten Vorgängermodell der Ariane 5, erfolgreich im Einsatz und bringt etwa die doppelte Leistung wie das Aestus-Triebwerk der Ariane 5 Generic. Die gewünschten Bahnparameter wurden mit außerordentlicher Genauigkeit erreicht. Das Perigäum, also der niedrigste Bahnpunkt, betrug 249,9 Kilometer, exakt der vorgesehene Zielwert. Das Apogäum, der höchste Punkt der Bahnellipse, betrug 35.821 Kilometer. Geplant waren 35.818 Kilometer, aber eine Abweichung von ± 260 Kilometer wäre noch ein guter Wert gewesen. Die angestrebte Bahnneigung zum Äquator waren 7 Grad. Erreicht wurden 6.98 Grad. Eine Abweichung von 0.07 Grad hätte ausgereicht.



Start der H-2A

26.02.2005– H-2A meldet sich zurück

Ähnlich wie der Europäischen Ariane 5 ECA erging es vor 15 Monaten der Japanischen H-2A Trägerrakete. Auch deren letzte Mission war gescheitert. Während es sich bei der Ariane aber um ein technisches Problem an der Triebwerksdüse handelte, war es bei der H-2A im November 2003 nicht gelungen, einen der beiden Zusatzbooster nach dem Ausbrennen abzusprengen. Die Rakete musste das Zusatzgewicht weiter mitschleppen, und erreichte deswegen keine Umlaufbahn. Heute aber kehrte die H-2A mit einer tadellosen Mission in den aktiven Flugbetrieb zurück. Der Start von der Yoshinobu Startanlage des Tanegashima Raumfahrtzentrums erfolgte gestern um 18:25 Ortszeit, das war 7:25 Uhr am 26. Februar mitteleuropäischer Zeit. An sich hätte der Liftoff 76 Minuten früher erfolgen sollen, aber es kam zu einem kleineren Kommunikationsproblem zwischen der Trägerrakete und den Bodenanlagen, das erst behoben werden musste. Nach einem insgesamt 40 Minuten dauernden Flug wurde MTSAT-1R, ein Atmosphären- und Wettersatellit, in einem geostationären Transferorbit ausgesetzt. Bei dem missglückten

Startversuch vor 15 Monaten gingen zwei Spionagesatelliten verloren, mit denen Japan die militärischen Aktivitäten des ungeliebten Nachbarn Nordkorea überwachen wollte. Nachdem eine Reihe von Verbesserungen am Träger vorgenommen worden waren, verlief diesmal alles problemlos. Alle Stufentrennvorgänge gingen planmäßig vonstatten. MTSAT-1R wurde auf einem Orbit mit einem höchsten Bahnpunkt von 36.000 Kilometern und einem niedrigsten Punkt von 250 Kilometern ausgesetzt. Die Inklination betrug 28,5 Grad. MTSAT-1R wird seine endgültige Bahn mit dem bordeigenen Triebwerk ansteuern. Dazu werden drei Brennmanöver notwendig. Zehn Tage nach dem Start sollte der Geostationäre Orbit erreicht sein.



Aussetzen des Satelliten, gefilmt mit einer Bordkamera

Nach einer Testphase wird MTSAT-1R auf 140 Grad östlicher Länge seinen Dienst für die staatliche japanische Wetterbehörde aufnehmen. Der ca. 3.300 Kilogramm schwere MTSAT-1R wurde von Space Systems/Loral gebaut und soll mindestens zehn Jahre lang im Orbit Dienst tun. Gegen Ende des Jahres soll auch MTSAT-2 gestartet werden, und dann mit MTSAT-1R zusammen arbeiten. Aufgabe der beiden Satelliten sind Beobachtungen der Erdatmosphäre und des Wettergeschehens. Die beiden Raumfahrzeuge haben eine kompletere Instrumentenausstattung und werden ihr jeweiliges Beobachtungsgebiet auf einer ähnlichen Bahn im Abstand von wenigen Minuten überfliegen. In den nächsten Jahren sollen sechs weitere H-2A Missionen für japanische Institutionen stattfinden. Zusätzlich bietet Japan die neue Rakete auch auf dem internationalen kommerziellen Sektor an, ist damit aber bislang nur mäßig erfolgreich. Der nächste Start einer H-2A ist für den Sommer geplant. Dann soll der „Advanced Land Observation Satellite“ (ALOS), ein Erdbeobachtungssatellit, in den Orbit gehen. MTSAT-2 wird im November oder Dezember folgen.

28. Februar – Versorgungsschiff unterwegs zur Raumstation

Das russische Frachtraumschiff Progress M-52 (in der Nomenklatur der Internationalen Raumstation unter der Bezeichnung Progress 17P geführt) startete heute um 20:09 Uhr mitteleuropäischer Zeit vom russischen Raumflughafen Baikonur in Kasachstan an der Spitze eines Sojus U-Boosters erfolgreich in den Orbit. Progress M-52 soll in zwei Tagen an der ISS anlegen. Das Schiff erreichte zehn Minuten nach dem Start planmäßig einen ersten Übergangsort und



Startvorbereitungen für Progress M-52

entfaltete die beiden Solargeneratoren und die Navigations- und Kommunikationsantennen. In den nächsten beiden Tagen wird eine Serie von Orbitmanövern stattfinden, an deren Ende das Anlegen am Zvezda-Service-Modul am Mittwoch gegen 21:15 Uhr mitteleuropäischer Zeit steht. Progress M-52 ist mit etwa 2,3 Tonnen Versorgungsgütern beladen, darunter 1.300 Kilogramm Ausrüstungsgegenstände, 500 Liter Wasser, 200 Kilogramm Treibstoff und ca. 120 Kilogramm Sauerstoff. Auch neue Verpflegung haben die Astronauten bekommen: 86 Container mit Nahrungsmitteln, ausreichend für 160 Tage.

Dazu Ersatzteile für die Toilette und den Sauerstoffgenerator an Bord der ISS und zusätzliche Luftreinigungspatronen. Der Kommandant der Expedition 10, der US-Astronaut Leroy Chiao und sein russischer Flugingenieur Salizhan Sharipov befinden sich jetzt im vierten Monat ihres sechsmonatigen Einsatzes. Letzte Woche packten sie Abfälle und andere nicht mehr benötigte Teile in das Frachtraumschiff Progress 16P, bevor dieses am Sonntag um 17:06 vom Svesda-Docking Port ablegte. Die nicht mehr benötigte Progress entfernte sich mit zwei Triebwerkszündungen von der Station. Die russischen Ingenieure wollen mit dem Raumfahrzeug noch einige Experimente durchführen, bevor es am 9. März in einen „destructive reentry“ gesteuert wird, und danach über dem Südpazifik in der Erdatmosphäre verglüht.

01.03.2005 –

Sea Launch bringt Radiosatelliten in den Orbit

Die amerikanische Radiogesellschaft XM Satellite Radio brachte am Nachmittag des 28.2. (zentralpazifische Zeit) ihren dritten direkt sendenden Radio-Satelliten erfolgreich in den Weltraum. Der Start erfolgte von der Sea Launch Meeresplattform südlich der Hawaii-Inseln. In Mitteleuropa war es zum Startzeitpunkt 4.51 Uhr am 1. März. Die Mission der 20 Stockwerke hohen Rakete begann erst nach fast zweiwöchiger Verzögerung, verursacht durch schlechtes Wetter, raue See und technische Probleme. Die erste und zweite Stufe, beide in der Ukraine gebaut, führten ihre Brennanöver planmäßig durch, bevor dann die in Russland hergestellte Block DM-SL Oberstufe den weiteren Antrieb übernahm. Zwei Zündungen dieser Stufe, zeitlich 30 Minuten voneinander getrennt, brachten den Satelliten schließlich in einen Übergangorbit mit einem niedrigsten Bahnpunkt in 2.450 Kilometern und einem höchsten Bahnpunkt in 35.600 Kilometern Höhe. Als sich die Kombination aus Drittstufe und Satellit über der Küste von Gabun befand zündeten Trennbolzen, und mittels kleiner Federn wurde der 4.900 Kilogramm schwere Raumflugkörper schließlich freigegeben. In den kommenden Tagen wird sich XM 3 mit seinen Bordtriebwerken in den geostationären Orbit bewegen, und schließlich über einem Punkt bei 85 Grad westlicher Länge über dem Äquator „geparkt“. Die Mission am Montag war die 15. für Sea Launch, seitdem die Gesellschaft im Jahre 1999 den aktiven Dienst aufgenommen hat. Und es war die erste, seitdem die Rakete wegen eines Problems mit der Block DM-SL Oberstufe im letzten Sommer vorübergehend aus dem Betrieb genommen worden war. Die „Odyssey“-Startplattform und das Sea Launch Commander-



Oberstufe mit Nutzlastverkleidung werden zum Hafen gebracht



Start der Zenith 3 SL mit XM 3 an Bord

Kontrollschiff machten sich nach dem Start sofort wieder auf den Weg nach Los Angeles um die nächste Rakete und Nutzlast aufzunehmen. Sea Launch will in diesem Jahr insgesamt sechs Starts durchführen.



Atlas 5 vor dem Start

12.03.2005 – Atlas-Familie erweitert Erfolgserie

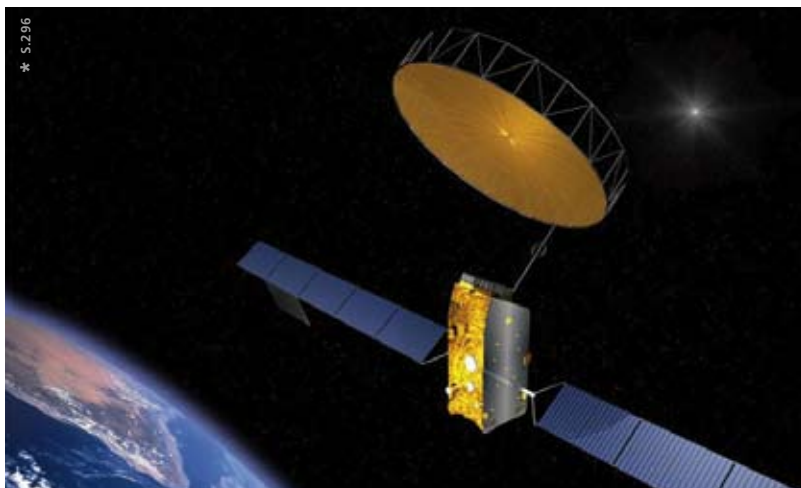
Gestern wurde der weltweit schwerste Kommunikationssatellit mit der bislang stärksten Version der Atlas 5-Trägerrakete von Cap Canaveral aus in den Orbit gebracht. Inmarsat 4-F1, so die Bezeichnung der Nutzlast, wird der Eckpfeiler in einem neuen Netzwerk für mobile Breitband-Kommunikation für Nutzer in der Luft, auf dem Land, und vor allem auf hoher See. Die zusammen mit dem Träger ca. 250 Millionen Dollar teure Mission musste aus technischen Gründen um einen Tag verschoben werden. Im zweiten Anlauf konnte der Countdown dann ohne besondere Vorkommnisse abgewickelt werden.

Die Techniker betankten die über 60 Meter hohe Rakete am Komplex 41, und der Start erfolgte um 16:42 Uhr nachmittags Ortszeit, also um 22:42 Uhr mitteleuropäischer Zeit. Die drei 20 Meter langen Feststoffbooster und das RD-180 Haupttriebwerk erwachten zum Leben und der Träger ließ die Rampe mit erheblicher Beschleunigung hinter sich. Der Start bot optisch einen signifikanten Unterschied zu einem Atlas 5-Liftoff ohne

Feststoffbooster. Innerhalb von fünf Sekunden hatte der Träger diesmal die fast 200 Meter hohen Blitzableitertürme passierte. Bei Atlas 5-Starts ohne Zusatzraketen dauert das 13 Sekunden. Die komplette Startsequenz lief über einen Zeitraum von 32 Minuten und beinhaltete eine Reihe von Manövern über dem Atlantik. Die Trennung des Satelliten von der Centaur-Oberstufe erfolgte über Afrika.

Danach war ein recht ungewöhnlicher supersynchroner Orbit erreicht, mit einem höchsten Bahnpunkt von über 90.000 Kilometern und einem niedrigsten Bahnpunkt von 440 Kilometern. Die Inklination betrug 20,83 Grad. Dieser extrem hohe Transferorbit wurde gewählt, um das Leistungsvermögen des Trägers optimal auszunutzen, und speziell für den Inklinationswechsel des

Satelliten eine treibstoffsparende Bahn wählen zu können. Über die nächsten drei Wochen wird das bordeigene Antriebssystem des Satelliten den Orbit in 35.750 Kilometer Höhe zirkularisieren und die Bahnneigung auf Null Grad zum Äquator abbauen. Die beim gestrigen Start eingesetzte Konfiguration des Trägers – mit drei Feststoffboostern – war noch nie zuvor geflogen. Diese spezielle Version, mit der Bezeichnung Atlas 5-431 ist mit einer Vier-Meter durchmessenden Nutzlastverkleidung ausgestattet, benutzt drei Feststoffmotoren und eine Centaur-Oberstufe mit einem Triebwerk. Das Debüt verlief tadellos und erweiterte damit die Serie erfolgreicher Atlas-Missionen in ununterbrochener Reihenfolge auf 76. Seit Einführung der Version Atlas 2 im Jahre 1993 gab es damit keinen einzigen Fehlstart einer Atlas. Lockheed Martin konzipierte die Atlas 5-Familie so, dass sie den unterschiedlichsten Nutzlastanforderungen gerecht wird. Die Rakete kann mit bis zu fünf großen Feststoff-Motoren ausgestattet werden, mit unterschiedlichen Nutzlastverkleidungen, und auch die Oberstufe gibt es in zwei Triebwerksvarianten. In der stärksten Kombination ist die Atlas 5 in der Lage bis zu 8.600 Kilogramm in den geostationären Transferorbit zu bringen, oder etwa 22 Tonnen in eine niedrige Umlaufbahn. Vor dem Flug vom Freitag war die stärkste bislang eingesetzte Version die Variante mit zwei Boostern gewesen. Der Inmarsat 4-F1 Satellit wog beim Start 5.925 Kilogramm und ist damit der schwerste kommerzielle Nachrichtensatellit, der jemals von Cape Canaveral aus gestartet wurde. Die Mission wurde von der gemeinsamen



Künstlerische Darstellung von Inmarsat 4-F1



Atlas 5 hebt mit Inmarsat 4-F1 ab

US-Russischen Firma „International Launch Services“ managed, die sowohl die amerikanische Atlas als auch die russische Proton-Trägerrakete vermarktet. Inmarsat 4-F1 ist das erste Exemplar einer neuen Serie von Inmarsat-Satelliten, die unter dem Slogan „Breitband-Dienst für einen mobilen Planeten“ eingesetzt werden. Die Satelliten dieser Serie werden von EADS Astrium gebaut. Die Inmarsat 4-Serie wird Breitband-Services für Internet, Email, Voice-Mail und Datenrelay-Services bereitstellen. Um diese Dienste in Anspruch nehmen zu können braucht der Nutzer nicht mehr als eine Kleinantenne an einem Laptop

oder Terminals in der Größe eines Palm. Der Service läuft weltweit, auf See, in der Luft und an Land. Zusätzlich werden die Inmarsat 4 Satelliten die bisherigen Service-Leistungen der in London beheimateten Inmarsat-Gesellschaft weiter anbieten: Das sind im wesentlichen Nofalldienste für die Schifffahrt und die Luftfahrt mit einer niedrigeren Übertragungsrate, und die Bereitstellung von Navigationssignalen für Luftverkehrszwecke.

Die äußerst fortschrittlichen Satelliten übertragen mehr als 200 Spot-Beams mit starken Signalen an sehr kleine terrestrische Empfänger. Jeder der Satelliten hat einen gigantischen Entfalt-Reflektor, mit einem Durchmesser von mehr als 10 Metern. Die neuen Raumfahrzeuge sind 60-mal leistungsfähiger und haben 20-mal mehr Kapazität als ihre Vorgänger, die Satelliten der Inmarsat 3-Serie. Inmarsat hat derzeit neun aktive Satelliten im Orbit. Inmarsat 4-F1 wird bei 64 Grad über dem Indischen Ozean stationiert werden, und von dort Europa, Afrika, den mittleren Osten und Asien abdecken. Der Schwestersatellit Inmarsat 4-F2 wird später im Jahr an Bord einer Sea Launch Rakete gestartet werden und dann Süd- und Nordamerika, den Atlantik und Teile des Pazifischen Raums versorgen. Inmarsat 4-F3 bleibt zunächst als Reservergerät auf dem Boden.

29.03.2005 – Thomas Reiter erneut für Raumflug nominiert

Der Astronaut Thomas Reiter darf sich als erster deutscher Raumfahrer auf einen Flug zur Internationalen Raumstation freuen. Die Ankunft Reiters auf der Station ist derzeit für Juli geplant. Er soll mit der amerikanischen Raumfähre Atlantis eintreffen. Reiter soll sich danach insgesamt sieben Monate an Bord der ISS aufhalten. Der genaue Flugtermin hängt davon ab, ob und wann ein

amerikanischer Shuttle für die ISS-Mission eingesetzt werden kann. Thomas Reiter bringt bereits Weltraumerfahrung mit. Der Deutsche hatte schon vom 3. September 1995 bis zum 29. Februar 1996 insgesamt 179 Tage als Flugingenieur an Bord der russischen Raumstation Mir verbracht. Während dieses Aufenthalts führte er auch zwei Außenbordmanöver durch. Die Weltraumausflüge dienten der Installation und der späteren Überprüfung der „European Space Exposure Facility“, einer Experimentenplattform die auf der Außenhülle der Mir angebracht war. Thomas Reiter genießt in Raumfahrerkreisen einen ausgezeichneten Ruf. Nach dem Aufenthalt auf der Mir kehrte er „fasziniert von dem Gefühl der Schwerelosigkeit, dem traumhaften Blick auf die Erde und den Außenbordeinsätzen“ zurück. Reiter wäre der erste Deutsche überhaupt an Bord der ISS und der erste Langzeitbewohner, der nicht aus den Vereinigten Staaten oder Russland stammt. Der am 23. Mai 1958 in Frankfurt geborene Reiter ist verheiratet und hat zwei Kinder.



Thomas Reiter

31.03.2005 – Express AM-2 im Orbit

Eine russische Trägerrakete vom Typ Proton K brachte am Dienstagabend den russischen Kommunikationssatelliten Express AM-2 in den Orbit. Die Dienstleistungen von Express AM-2 werden über eine Milliarde Menschen in weiten Teilen Asiens erreichen. Der Start des Boosters erfolgte um 23:31 Uhr mitteleuropäischer Zeit vom Kosmodrom Baikonur in Kasachstan. Die ersten drei Stufen der Proton absolvierten ihre Brennphasen planmäßig und gaben danach die Block-DM Oberstufe mit dem Satelliten frei. Diese Oberstufe führte in den nächsten Stunden eine Reihe von Manövern durch, die schließlich Express AM-2 in den vorgesehenen geostationären Transferorbit beförderten.

Um 6:05 Uhr am Mittwochmorgen wurde Express AM-2 von der Oberstufe freigegeben. Nach einer mehrwöchigen Testphase wird der neue Nachrichtensatellit in seinen operationellen Slot, knapp 36.000 Kilometer über dem Äquator, bei 80 Grad östlicher Länge über dem Indischen Ozean, manövriert. Von dort wird er Nachrichtendienste von und nach Russland, Teilen Chinas, Nordindien, Bangladesch, Bhutan, Nepal und anderen nördlich gelegenen Länder in Indochina erledigen. Express AM-2 wird von der russischen Satellite



Express AM-2 bei den Startvorbereitungen

Communications Company sowohl für staatliche als auch für kommerzielle Kunden betrieben. Die Struktur des Raumfahrzeugs wurde von NPO PM in Sibirien gebaut, die Kommunikationsnutzlast kam von Alcatel Space in Frankreich. Der Satellit trägt 16 C-Band Transponder, 12 Ku-Band Transponder und einen L-Band Transponder. Der gut 2.600 Kilogramm schwere Satellit hat eine Entwurfs-Lebensdauer von 12 Jahren. Er ist der vierte in einer Flotte von fünf Raumfahrzeugen der Express AM-Serie. Der

erste Satellit dieses Typs war im Dezember 2003 gestartet worden. Der Flug am Dienstag war der zweite Einsatz einer Proton in diesem Jahr und der 313. insgesamt, seit dieser Träger in seiner frühesten Version vor nunmehr 40 Jahren erstmals eingesetzt wurde. Die nächste Proton soll im Mai starten. Dann wird der kommerzielle Nachrichtensatellit DirecTV-8 an Bord sein.

April

11.04.2005 –

Minotaur bringt militärischen Technologie-Demonstrator in den Orbit

Heute früh wurde von der Luftwaffenbasis Vandenberg in Kalifornien der militärische Technologie-Demonstrator XSS-11 erfolgreich in den Orbit gestartet. Der Satellit ist ein Vorläufer zukünftiger kleiner Raumfahrzeuge, die weitgehend autonom agieren mit dem Ziel, Satelliten zu inspizieren und Reparaturen durchzuführen. Das Experimental Satellite System-11 (XSS-11) der amerikanischen Air Force Research Laboratory's erreichte den Weltraum an Bord einer vierstufigen, 18 Millionen Dollar teuren Festoffrakete vom Typ Orbital Sciences Minotaur. Der Start erfolgte um 14:35 Uhr MEZ (6:35 Uhr morgens Ortszeit) von der Startanlage 8 im Südbereich des Startkomplexes von Vandenberg. Offizielle Stellen der Luftwaffe bestätigten, dass sich das Raumfahrzeug wie vorgesehen vom Träger getrennt und mit seinen Aktivitäten begonnen hat. In den nächsten Wochen wird ein kompletter Checkout aller Satellitensysteme durchgeführt.

Der Test der Rendezvous-Sensoren und der Rendezvous-Software wird in den nächsten drei bis sechs Wochen durchgeführt. Zu diesem Zweck wird XSS-11 die vierte Stufe der Minotaur-Trägerrakete ansteuern, die sich noch auf der gleichen Bahn wie der Satellit befindet. Die Mission wird zwischen

12 und 18 Monaten dauern. XSS-11 wird dabei vor allem autonome Navigationstechniken demonstrieren, und Annäherungsmanöver an sechs oder sieben ausgebrannte Raketentufen und stillgelegte US-Satelliten durchführen. Das Gehirn von XSS-11 ist ein strahlungsgehärteter Power PC 750 Prozessor, der als Master Avionics Box fungiert und es dem Satelliten ermöglicht seine Mission autonom durchzuführen, ohne auf Instruktionen von der Bodenstation angewiesen zu sein.

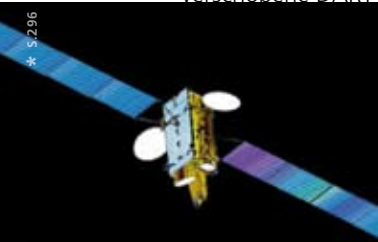
Das US-Militär hat 56 Millionen Dollar in das XSS-11 Raumfahrzeug investiert. Weitere sechs Millionen sind für die Missionsunterstützung über die gesamte Lebensdauer des Programms vorgesehen. Bei den ersten Rendezvous-Versuchen des Satelliten werden die Controller auf dem Boden noch aktiv eingeschaltet sein. Im Laufe der weiteren Erprobung werden sie sich aber dann mehr und mehr zurückziehen und nur noch eine beobachtende Rolle einnehmen. XSS-11 sollte seine Aufgaben in dieser Phase ohne menschliche Intervention erledigen.

Bei der Auswahl der Zielobjekte ist es wichtig, dass diese Objekte amerikanischer Herkunft sind, und sich in etwa im selben Orbit befinden wie XSS-11. Hier gibt es eine Reihe ausgebrannter Raketentendstufen und zwei oder drei inaktive Satelliten, darunter ein toter Wettersatellit der NOAA-Serie. XSS-11 soll allerdings zunächst nicht näher als etwa zwei Kilometer an die Ziele heran fliegen. Gegen Ende der Mission sind aber auch nahe Inspektionen der Ziele vorgesehen. Die exakte Länge des Einsatzes wird erst im Projektverlauf genau festgelegt, und hängt im Wesentlichen vom Treibstoffverbrauch ab, der sich bei den verschiedenen Rendezvous-Manövern ergibt. Die heutige Mission war erst die dritte einer Orbital Sciences Minotaur Rakete. Dieser Trägertyp nutzt in der ersten und zweiten Stufe ausgemusterte Minuteman-Interkontinentalraketen, und in den oberen beiden Stufen die zweite und dritte Stufe der Pegasus. Die bei diesem Start eingesetzte erste Stufe war bereits im Jahre 1967 gebaut worden, die zweite Stufe stammt aus dem Jahre 1981. Die



Minotaur vor dem Start

Minotaur hatte ihre ersten beiden Flüge im Jahre 2000. In diesem Jahr sollen noch zwei weitere Missionen mit diesem Träger folgen, eine im Juli, die andere im Dezember. Beide ebenfalls von Vandenberg aus. Die erste wird den Forschungssatelliten Streak der US-Luftwaffen in den Orbit befördern, die zweite den taiwanesisch-amerikanischen Atmosphären-Forschungssatellitenkonstellation COSMIC. Für die Vandenberg Air Force Basis war der heutige Start die erste Kampagne des Jahres 2005. Als nächstes steht am Freitag die mehrmals verschobene DART-Mission der NASA zum Start bereit.



Künstlerische Darstellung Apstar 6

12.04.2005 – Kommunikationssatellit mit Chinesischer Rakete gestartet

Die Volksrepublik China führte am Dienstag den ersten kommerziellen Weltraumstart seit sechs Jahren durch. Eine Trägerrakete des Typs „Langer Marsch“ brachte den Chinesischen Telekommunikationssatelliten Apstar 6 in den Orbit. Mit diesem Raumfahrzeug werden Kommunikations-Dienstleistungen für den asiatischen und pazifischen Raum zur Verfügung gestellt. Der Start der dreistufigen Long March 3B Rakete mit vier zusätzlichen Flüssigboostern erfolgte um 13:00 Uhr mitteleuropäischer Zeit von Raumflugzentrum Xichang im Südwesten der chinesischen Provinz Sichuan. Der knapp 4.700 Kilogramm schwere Satellit wurde von der Oberstufe des Trägers in einem hochelliptischen Transferorbit mit einem niedrigsten Bahnpunkt von 209 Kilometern und einem höchsten Bahnpunkt von ca. 50.000 Kilometern ausgesetzt.

Die Inklination, also die Bahnneigung zum Erdäquator, betrug bei der Trennung 26 Grad. In den nächsten Wochen wird Apstar 6 mit seinen eigenen Triebwerken nach und nach auf eine geostationäre Kreisbahn bugsiiert, wo dann eine lange Serie von Checkouts und Tests stattfinden werden, bevor dann, etwa Anfang Juni, der neue Satellit den kommerziellen Dienst aufnehmen kann. Die operationelle Position des Raumfahrzeugs wird dann in 35.750 Kilometern Höhe liegen, genau über dem Äquator auf 134 Grad östlicher Länge. Dieser Punkt befindet sich über Neu Guinea. Apstar 6 ist der inzwischen fünfte Nachrichtensatellit der APT Satellite Holdings Limited, die ihren Sitz in Hongkong hat. Der erste Satellit des Unternehmens, Apstar 1A, wurde vor gut neun Jahren gestartet und ist immer noch im aktiven Dienst. Apstar 6 soll ihn nun aber ablösen. Seine 38 C-Band Transponder werden die bislang bereit

gestellte Kapazität beträchtlich erweitern. Sie sind für Kommunikationsdienste in China, Indien, Südostasien, Australien und den westpazifischen Inseln vorgesehen. Zusätzlich sind weitere 12 Ku-Band-Transponder für innerchinesische Kunden bestimmt. Hinter diesen nicht genannten Inlandsklienten verbergen sich wohl auch Militär und Geheimdienst, denn Apstar 6 ist mit Anti-Störeinrichtungen ausgerüstet worden. Apstar 6 ist weltweit einer der ersten Nachrichtensatelliten, die keinerlei US-Bauteile enthalten. Dies war eine der Bedingungen von APT Satellite, da die amerikanischen ITAR-Restriktionen einen Start von amerikanischen Komponenten auf einer chinesischen Trägerrakete nicht zulassen. Es mussten daher eine Reihe von Bauteilen, die bislang in Europa nicht existierten, erst noch entwickelt werden. Dies betraf vor allem die Elektronik und Komponenten im Triebwerksbereich. Wegen dieser vielen Neuentwicklungen und dem relativ ungewöhnlichen Trägerfahrzeug war es auch nicht möglich, die Mission in voller Höhe zu versichern. So verblieb eine Deckungslücke von 50 Millionen Euro, welche APT selbst hätte zahlen müssen, wenn der Satellit beim Start oder in der ersten Indienststellungsphase zerstört worden wäre. Der Gesamtwert von Satellit und Trägerrakete wird mit 183 Millionen Dollar beziffert. Apstar 6 basiert auf der Spacebus 4000 C1 Plattform der französischen Firma Alcatel. Wesentliche Unteraufträge, wie zum Beispiel für das Antriebssystem und die Solargeneratoren gingen nach Deutschland.



Long March 3 B beim Start

15.04.2005 – Sojus bringt ISS Crew sicher in den Orbit

Nach einem Bilderbuchstart vom russischen Weltraumbahnhof Baikonur in Kasachstan erreichte die neue Stammbesatzung der Internationalen Raumstation den Orbit. Damit begann eine zweitägige Verfolgungsjagd, die am Samstagmorgen mit einem Anlegemanöver am Pirs-Modul der ISS ihr Ende finden wird. Der Liftoff fand um 2:46 Uhr mitteleuropäischer Zeit (6:46 Uhr Ortszeit) statt und erfolgte von derselben Rampe, von der aus schon Juri Gagarin im Jahre 1961 ins Weltall gestartet war. Die bewährte Sojus U Trägerrakete trug die Raumkapsel Sojus TMA 6 mit dem Kommandanten der Expedition 11, Sergei



Expedition 11 Crew.
Von links: Vittori, Krikalev, Philipps



Soyuz TMA 6 beim Start von Baikonur

Krikalev, dem NASA Astronauten und Wissenschaftsoffizier John Phillips, und dem ESA-Wissenschaftsastronauten Roberto Vittori sicher in die Umlaufbahn. Neun Minuten nach dem Verlassen der Startrampe trennte sich die Sojus-Raumkapsel von der Oberstufe des Trägers. Einige Momente später wurden die Solarzellen und die Antennen entfaltet, und damit war die Startphase des Unternehmens abgeschlossen. Die neue Mannschaft wird von der Crew der Expedition 10, dem amerikanischen Kommandanten Leroy Chiao von der NASA und dem russischen Flugingenieur Salizhan Sharipov, bereits sehnsüchtig erwartet. Diese beiden waren am 14. Oktober des vergangenen Jahres zur Station gestartet. Wenn alles nach Plan geht, werden Chiao, Sharipov und Vittori, ein italienischer Testpilot, der die ISS bereits 2002 besuchte, am 24. April zur Erde zurückkehren, und zwar in derselben Sojus, mit der die Expeditionscrew 10 vor sechs Monaten gestartet war. Krikalev und Phillips sind beide Veteranen früherer Flüge zur Internationalen Raumstation. Voraussichtlich im Juli werden sie die Besatzung des

Space Shuttle Discovery begrüßen können, die dann die erste Raumfährenmission seit der Columbia-Katastrophe durchführen soll. Die Raumstations-Crew spielt auch eine wesentliche Rolle im Sicherheitsplan der Nach-Columbia-Ära, denn die Astronauten der ISS sollen während der letzten Annäherungsphase die Unterseite des Orbiters fotografieren, um den Ingenieuren am Boden Bilder vom Zustand der Hitzeschutzkacheln zu übermitteln. Krikalev und Phillips werden die Crew der Discovery auch bei den drei geplanten Außenbordmanövern unterstützen, und ihr helfen, Fracht vom Shuttle zur ISS und umgekehrt zu transportieren. Die Discovery wird eine größere Anzahl wissenschaftlicher Instrumente, Bordgeräte, Versorgungsgegenstände, Kleidung und Verpflegung zur Station befördern. Und sie wird noch mehr Material zur Erde zurückbringen, angefangen von alter Kleidung, Geräten, die entweder defekt sind oder nicht länger an Bord der Raumstation benötigt werden, bis hin zu einer großen Anzahl von Abfallbehältern. Diese Fracht wird in einem Logistik-Modul verstaut, das sich an Bord der Discovery befinden wird. Sollte die Discovery im Juli

fliegen können, dann sind die Chance gut, dass die Expeditionscrew 11 noch eine weitere Shuttle-Besatzung begrüßen kann, nämlich die Crew der Atlantis im September. Phillips, der erst kürzlich seinen 54 Geburtstag gefeiert hat, war bereits im Jahre 2001 einmal in der ISS. Damals im Rahmen einer 12-tägigen Shuttle-Mission. Der 46-jährige Krikalev ist derzeit der erfahrenste Astronaut der Welt. Er hat bereits fünf Raumflüge absolviert, inklusive zweier Aufenthalte auf der Raumstation Mir und eines Langezeitaufenthaltes auf der ISS. Einer seiner beiden Mir-Aufenthalte dauerte über 10 Monate. Krikalev war in seinen Jugendjahren Europameister im Kunstflug. Während seiner Tätigkeit als Astronaut absolvierte er bislang sieben Außenbordmanöver. Insgesamt hat Krikalev ein Jahr, fünf Monate und 10 Tage im Orbit verbracht. Am 124. Tag der gegenwärtigen Mission wird er einen neuen Weltrekord für die längste kumulierte Zeit im Weltraum erzielt haben: 747 Tage. Zum Zeitpunkt seiner Rückkehr im Herbst werden es sogar über 800 Tage sein.

16.04.2005 – 11. Langzeitcrew erreicht die ISS

Eine russische Sojus-Kapsel mit der 11. Langzeitcrew der Internationalen Raumstation legte am heutige Samstag nach einem problemfreien Anflug am Pirs-Modul der ISS an. Sojus TMA-6 mit Kommandant Sergei Krikalev, dem amerikanischen Wissenschafts-Offizier John Philipps und dem ESA-Astronauten Roberto Vittori war vor zwei Tagen in Kasachstan gestartet. Krikalev überwachte die automatische Annäherung der Sojus, die schließlich um 4:20 Uhr mitteleuropäischer Zeit etwa 400 Kilometer über Zentralasien an der Station anlegte. Die letzten Momente der Annäherung und des Docking waren nicht ohne Spannung, denn die Kapsel begann unmittelbar vor dem Kontakt mit der Station etwa 10-15 Grad um die Vertikalachse zu rollen. „Die Rollabweichung ist momentan recht groß“, rief jemand aus dem russischen Flugkontrollzentrum. „Seid ihr bereit? Nur für den Fall“ (die Handsteuerung zu übernehmen: Anmerkung d. Red.). Krikalev musste dann allerdings die manuelle Steuerung doch nicht übernehmen. Am Schluss, als die beiden Raumfahrzeuge Kontakt bekamen, war die Abweichung nicht mehr sehr groß.



Unmittelbar vor dem Anlegen



Krikalev, Vittori und Phillips „schweben“ in die Station

„Wir haben Kontakt, der Dockingmechanismus ist eingerastet“, sagte jemand, als die Docking-Haken in der Nase der Sojus in den Anlegekonus des Pirs Moduls einklinkten. Sekunden später rollte die Sojus wieder um die Vertikalachse zurück. Krikalev sagte „Wir drehen uns im Konus zurück“. Sekunden später war die Fehllage ausgeglichen. Nach den üblichen Leck-Tests und anderen Vorbereitungen begrüßten der Kommandant der Expedition 10, NASA-Astronaut Leroy Chiao und Wissenschaftsastronaut Salizhan Sharipov die neue Mannschaft an Bord. Krikalev und der NASA Wissenschaftsoffizier John Phillips waren von Roberto Vittori begleitet worden, einem Astronauten der Europäischen Weltraumbehörde. Vittori wird am 24. April mit Chiao und Sharipov zur Erde zurückkehren, nachdem er eine Reihe von Experimenten der ESA durchgeführt hat. Wenn die Landung wie geplant stattfindet, dann werden Chiao und Sharipov seit ihrem Start am 14. Oktober letzten Jahres 192 Tage und 19 Stunden im Weltraum verbracht haben.



Integration des DART-Raumfahrzeuges (ganz links in der Goldfolie) mit der Trägerrakete

17.04.2005 – DART bricht Mission vorzeitig ab

DART, ein 110 Millionen Dollar teurer Hightech-Satellit der NASA, mit der Aufgabe autonome Rendezvous-Verfahren für zukünftige bemannte und unbemannte Raumfahrzeuge zu erproben, näherte sich seinem Zielobjekt in der Nacht zum Freitag bis auf etwa 100 Meter. Dann aber ging dem Raumfahrzeug zur Enttäuschung der Projekttechniker unerklärlicherweise vorzeitig der Treibstoff aus. Eine Korrektur von der Erde war bei diesem vollständig autonomen Flug weder möglich noch vorgesehen. Die „Demonstration of Autonomous

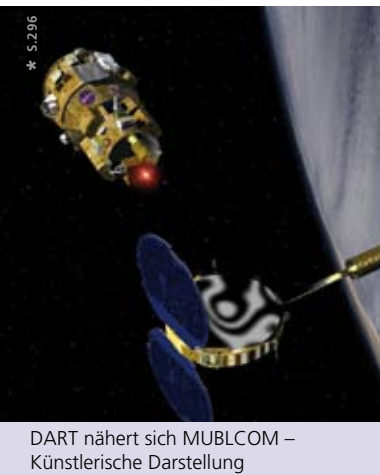
Rendezvous Technology Mission“, kurz DART, war an Bord einer Pegasus XL-Trägerrakete um 18:27 Uhr mitteleuropäischer Zeit (10:27 Uhr Ortszeit) vor der kalifornischen Küste ohne Zwischenfall in den Orbit transportiert worden, um dort eine auf nur 24 Stunden angesetzte Mission durchzuführen. Die Pegasus XL ist der weltweit einzige Satellitenträger, der von einem Trägerflugzeug auf große Höhe gebracht wird, und dann erst nach dem Abwurf sein Triebwerk zündet um den Orbit anzusteuern. Das komplexe, 400 Kilogramm schwere und zwei Meter lange Raumfahrzeug ist mit einem neuartigen Bordcomputer und hoch empfindlichen Sensoren ausgestattet. Sie erlauben es, ein Ziel automatisch zu identifizieren und sich dem Objekt zu nähern, ohne dass dazu der Input von einer Missionskontrolle auf der Erde erfolgen muss.

Eine halbe Stunde nach dem Start überquerte DART die McMurdo Bahnverfolgungsstation in der Antarktis und übermittelte erste Daten. Obwohl die Ingenieure auf dem Boden dem Satelliten keine Kommandos zuspielen



Montage der Rakete unter das Trägerflugzeug

konnten, erwarteten sie doch angespannt die Information vom Fortgang der Mission. Der Satellit führte eine Überprüfung aller Bordsysteme durch. Der Test zeigte keine offensichtlichen Anomalien. Rückblickend allerdings meinten die Missionsmanager, dass einige Navigationsfehler aufgetreten seien, die jenseits der erwarteten Toleranzgrenzen lagen. Die nächsten sieben Stunden der Mission verliefen wie vorgesehen. DART führte planmäßig die Rendezvous-Phase durch, um den US-Militärsatelliten MUBLCOM zu erreichen. MUBLCOM (das Acronym steht für MULTiple Paths, Beyond-Line-of-Sight COMMunications) war im Mai



DART nähert sich MUBLCOM –
Künstlerische Darstellung

1999 gestartet worden. Der Satellit ist nicht mehr aktiv, und war als Ziel für DART ausgewählt worden, weil er über große reflektierende Flächen verfügt. Als sich DART etwa drei Kilometer an MUBLCOM angenähert hatte, aktivierte er das Kurzstrecken-Rendezvousprogramm. Etwa zu diesem Zeitpunkt bemerkten die Ingenieure auf der Erde, dass DART einen exzessiven Treibstoffverbrauch meldete. Die Techniker konnten den Satelliten aber nur zeitweilig verfolgen. Es kam zu Lücken von mehr als 30 Minuten bis DART wieder über einer Bodenstation war, um Daten zu übermitteln. Elf Stunden nach dem Start war DART nur noch 100 Meter von MUBLCOM entfernt. Aber offensichtlich konnte nun keine weitere Annähe-

rung mehr erfolgen, weil der Treibstoffvorrat eine kritische Marke unterschritten hatte. Der Bordcomputer befahl dem Raumfahrzeug daraufhin, sich wieder vom Ziel abzusetzen.

DART's Sensoren hatten ermittelt, dass die 35 Kilogramm Stickstoff für die 16 Kaltgas-Lageregelungstriebwerke nahezu verbraucht waren. Damit wäre er nicht mehr in der Lage gewesen, seine Position genau einzuhalten. Die Sicherheitsroutine der Rendezvous-Software brach den Anflug deshalb an dieser Stelle ab. Eigentlich war im Missionsscript vorgesehen, in unmittelbarer Nähe von MUBLCOM eine Reihe von Manövern durchzuführen. So sollte sich DART dem Zielsatelliten bis auf vier Meter nähern, dann wieder auf größeren Abstand gehen, das Ziel umkreisen und die ganze Sequenz noch mindestens einmal wiederholen. Die Designer waren der Meinung, dass für all diese Manöver ausreichend Sprit an Bord wäre, inklusive einer zusätzlichen Reserve von 30 Prozent. Aber DART ging der Treibstoff schon aus, bevor er überhaupt den Rendezvous-Korridor für den geplanten engen Formationsflug erreichte. Die Telemetrie zeigt keine Anzeichen für ein Leck oder einen Druckverlust in den Tanks. Warum das Raumfahrzeug den Treibstoff so schnell verbraucht hatte, blieb zunächst ein Rätsel.

Somit war DART aufgrund seiner Instruktionen dazu angehalten, die Nähe des Zielsatelliten zu verlassen und sich auf den so genannten „concluding retirement engine burn“ vorzubereiten, die „Missionabschluss-Zündung“ sozusagen. Und genau das tat DART dann auch. Er trieb zunächst über 12 Stun-

den in freier Drift dahin bevor er am Samstagnachmittag sein Haupttriebwerk so lange feuerte, bis auch der letzte Tropfen Hydrazin verbraucht war. Damit erreichte DART einen niedrigeren Orbit, der dazu führen wird, dass er in etwa 10 Jahren wieder in die Erdatmosphäre eintreten wird. Obwohl DART keine Chance hatte, komplexe Manöver in der Nähe von MUBLCOM zu fliegen, führte er doch das erste vollständig autonome Rendezvous ohne einen Eingriff von Menschen in der Geschichte der Raumfahrt durch. Für die DART-Mission war von vorneherein keine Möglichkeit vorgesehen, irgendwelche Instruktionen vom Boden aus an den Satelliten zu übermitteln. Auch die Missionsdauer war sehr kurz gehalten: Nur 24 Stunden. Dies machte es möglich, auf Solargeneratoren zu verzichten. An Bord befanden sich für die Stromversorgung lediglich Batterien. Auch die Telemetriedaten, die der Satellit übermittelte wurden nicht über die NASA Datenrelay-Satelliten gesendet, sondern nur in begrenztem Umfang über einige Bodenstationen. Schon von der begrenzten Dauer der Mission her hätte keine Möglichkeit bestanden, eventuelle Fehler, beispielsweise in der Software, vom Boden aus zu beheben. Die NASA entwickelte die DART Mission ursprünglich, um dem inzwischen eingestellten Orbital Space Plane die Fähigkeit für die Durchführung autonomer Rendezvous-Manöver mitzugeben. DART wurde weiter geführt, denn diese Technologie wird als wichtig für zukünftige bemannte Raumfahrzeuge, Frachtraumschiffe und Service-Satelliten angesehen. Die NASA betrachtet sie auch als bedeutend für die Zwecke der Space Exploration Initiative, mit der amerikanische Astronauten zurück zum Mond und weiter zum Mars kommen wollen.

19.04.2005 – Nachschlag DART

Heute gab es zwei Stellungnahmen zur nur teilweise erfolgreichen Mission des „Demonstration of Autonomous Rendezvous Technology“ (DART) Satelliten, die am Freitag und Samstag letzter Woche durchgeführt worden war. Eine der Meldungen kam von Orbital Sciences, die sowohl die Pegasus XL-Trägerrakete als auch den Satelliten gebaut hat. Die andere Stellungnahme kam von der NASA. Orbital gab bekannt, dass der Start des DART-Raumfahrzeugs ein voller Erfolg war, jedoch die daran anschließenden Orbit-Aktivitäten des Fahrzeugs nur einen Teil der Missionsziele erfüllte, und darüber hinaus der Einsatz früher als geplant beendet wurde. Nach etwa 12 Stunden in der für 24 Stunden angesetzten Missionsdauer initiierte das autonome Kontrollsystem des Raumfahrzeugs die Rückzugsphase, nachdem der Bordcomputer festgestellt hatte, dass



die Mindest-Treibstoffmenge unterschritten war. Der Grund für den exzessiven Treibstoffverbrauch ist derzeit noch nicht klar. Die DART Mission begann mit einem erfolgreichen Start der Pegasus XL-Trägerrakete um 19:26 Uhr mitteleuropäischer Zeit am Freitag, dem April 15. Nach einem 12-minütigen Flug in den Orbit platzierte die Pegasus das DART-Raumfahrzeug exakt im geplanten Orbit, einer Kreisbahn 545 Kilometer über der Erde. Der Start war der 22. erfolgreiche Einsatz einer Pegasus in ununterbrochener Reihenfolge, und der 36. Flug seitdem dieses Modell im Jahre 1990 in Dienst gestellt worden war. Danach begann DART mit seiner auf 24 Stunden angesetzten Mission, die zu einem Rendezvous und einigen Flugmanövern in der unmittelbaren Nähe eines ausgedienten Airforce Satelliten führen sollte. DART sollte seine gesamte Mission komplett autonom ausführen, eine Intervention vom Boden aus war weder vorgesehen noch möglich. Orbital gab bekannt, dass DART die Aufspür- und Rendezvousphase erfolgreich abschloss und sich dem Zielsatelliten bis auf 92 Meter näherte. Dieser Zielsatellit, der „Multiple Paths Beyond Line-of-Sight Communications“ (MUBLCOM) war im Jahre 1999 ebenfalls von Orbital gebaut und gestartet worden, und hat in der Zwischenzeit seinen aktiven Dienst beendet. Die nachfolgend geplanten Manöver in der Nähe des Zielsatelliten konnten mangels Lageregelungs-Treibstoff nicht mehr durchgeführt werden. Der Wortlaut der NASA-Information zum vorzeitigen Ende der DART-Mission war jetzt aber doch etwas anders. Danach sind sich die beiden Satelliten keineswegs nur auf etwa 100 Meter nahe gekommen, wonach sich DART dann wieder entfernt

hätte. Die Bahndaten und die Telemetrieauswertung zeigen, dass DART und MUBLCOM zusammengestoßen sind, ohne aber einander zu beschädigen. Erst danach setzte sich DART vom Zielobjekt ab. Die NASA hat eine Kommission eingesetzt, welche die Fehlfunktion genau untersuchen soll.

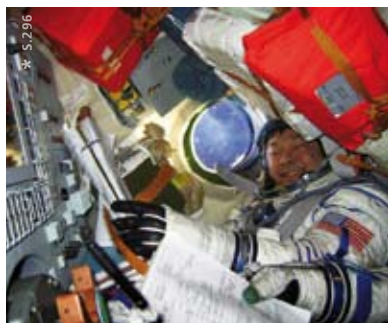
24.04.2005 –

Expeditionscrew 10 kehrt zur Erde zurück

Die scheidende Crew der Internationalen Raumstation kehrte heute in den frühen Morgenstunden, nach einem sechsmonatigen Aufenthalt in der Internationalen Raumstation, an Bord einer russischen Sojus-Raumkapsel sicher zur Erde zurück. Der spektakuläre Eintritt in die Erdatmosphäre konnte von der neuen ISS-Crew beobachtet werden. Die beiden Besatzungsmitglieder überspielten ein Video des Ereignisses zur Erde. Wegen Bedenkens über zu einen niedrigen Spannungspegel in einer Ersatzbatterie führte Sojus-Kommandant Shalizhan Sharipov ein stromsparendes manuelles Ablegemanöver durch. Die Sojus und die ISS trennten sich um 20:45 Uhr mitteleuropäischer Zeit etwa 400 Kilometer über Zentralasien.

Der russische Kosmonaut Sharipov, der amerikanische Astronaut Leroy Chiao, Kommandant der Expedition 10, und der italienische Astronaut Roberto Vittori feuerten um 23:17 Uhr die Bremstriebwerke der Sojus für vier Minuten und 23 Sekunden. Die heimkehrende Crew

führte den Eintritt in die Erdatmosphäre durch, nachdem das Antriebs- und das Orbitalmodul abgesprengt worden waren. Videobilder von der Raumstation, die zu diesem Zeitpunkt 280 Kilometer über der Sojus flog, zeigten die beiden abgeworfenen Module, wie sie als helle Meteore in der frühen Morgendämmerung durch die Erdatmosphäre rasten, schließlich auseinanderbrachen und verglühten. Das Rückkehrmodul mit der Besatzung war ebenfalls sichtbar, aber deutlich vor den beiden zerbrechenden Teilen. Es war ein kleiner, schnell bewegender heller Punkt. Nach dem Öffnen der Fallschirme und einem abschließenden kurzen Raketenbremsstoß, berührte das Abstiegsmodul um 0:08 Uhr



Leroy Chiao im rechten Sitz der Sojus



Feuriger Eintritt in die Erdatmosphäre



Nach der Landung.
Von links: Vittori, Sharipov, Chao

mitteleuropäischer Zeit (4:08 Ortszeit) in der Nähe von Arkalyk kasachischen Boden. Das Raumfahrzeug kam nach der Landung auf der Seite zu liegen. Es war nur 20 Meter neben einem Fluss in einem lehmigen Ufergebiet niedergegangen. Wegen des schmutzigen Untergrunds wurde die Besatzung nicht wie üblich vor Ort untersucht, sondern gleich nach Arkalyk zur medizinischen Untersuchung ausgeflogen. Alle drei Crewmitglieder zeigten sich in guter Verfassung. Vittori, ein Repräsentant der Europäischen Raumfahrtagentur ESA, war am 14. April zusammen mit der Expeditionscrew 11, dem Kosmonauten Sergei Krikalev und dem amerikanischen Flugingenieur John Phillips, zur Station gekommen. Diese beiden werden jetzt bis Ende September in der ISS bleiben. Der Touchdown von Chiao und Sharipov beendete eine 193-tägige Orbitmission, die am 12. Oktober letzten Jahres mit dem Start in Baikonur begonnen hatte. Die beiden waren die 10. Langzeitcrew der ISS seit im November 2000 die erste Besatzung ihren Dienst angetreten hatte. Dieser ersten Besatzung hatte damals übrigens auch Sergeij Krikalev angehört. Seit dieser Zeit ist die Station 2.348 Tage lang von insgesamt 28 US Astronauten und russischen Kosmonauten ununterbrochen besetzt gewesen.

30.04.2005 – Final Countdown auf Cape Canaveral

Cape Canaveral sagte gestern, nach 168 Starts in knapp fünf Jahrzehnten, Good-bye zur Titan-Raketenfamilie. In der Nacht vom 29. auf den 30. April donnerte der letzte Träger dieses Typs in den sternenklaaren Nachthimmel und verschwand für immer von der Ostküste Floridas. Die Titan wird zukünftig durch die modularen Trägerraketenfamilien Atlas 5 und Delta 4 ersetzt, mit denen dann die schweren Nutzlasten der amerikanischen Regierung in den Orbit gebracht werden. Die neuen Typen sind flexibler, benötigen wesentlich weniger Betreuung und sind erheblich billiger in der Fertigung als die Titan 4B, die praktisch für jede Mission einzeln maßgeschneidert gefertigt werden musste.

Der „Final Countdown“ verlief am Freitagabend ruhig und problemlos und erreichte seinen Kulminationspunkt um 20:50 Uhr Ortszeit (2:50 Uhr mitteleuropäischer Zeit am Samstag morgen). Dann hatte die Countdown-Uhr auf Null herunter gezählt, die beiden gewaltigen Feststoffbooster der Titan 4B zündeten, und der Nachthimmel über Florida wurde in weitem Umkreis taghell erleuchtet. Unter der mehr als 20 Meter langen Nutzlastverkleidung des Trägers war die neueste geheime Nutzlast für das U.S. National Reconnaissance Office versteckt, die supergeheime Regierungsbehörde, die zuständig ist für Konstruktion und Betrieb der amerikanischen Spionagesatelliten-Flotte. Als

die Rakete mit einem Schub von über 1.500 Tonnen auf dem mächtigen Flammenstrahl in den Himmel kletterte, und dann über den Atlantik parallel zur amerikanischen Ostküste nach Nordosten hinausstieg, war sie hunderte von Kilometern weit zu sehen. Gut zwei Minuten nach dem Liftoff wurden die beiden mit Hydrazin und Stickstoffretroxid betriebenen Zentralstufentriebwerke des Trägers gezündet. Per Definition ist dies die erste Stufe des Trägers, obwohl sie erst in einer Höhe von über 40 Kilometern in Betrieb genommen wird. Sekunden später wurden die großen Feststoffbooster abgeworfen, und trotz der großen Entfernung war es vom Cape aus schon mit einem Feldstecher möglich zu beobachten, wie sie sich taumelnd und überschlagend von der Rakete entfernten.

Für die nächsten drei Minuten trieb dann die Zentralstufe die Titan 4B an. Danach erfolgte die Stufenentrennung und die zweite Stufe übernahm den weiteren Antrieb. Dank der exzellenten Beobachtungsbedingungen konnte auch der Lichtblitz der Stufenentrennung fünf Minuten und 30 Sekunden nach Missionsbeginn vom Boden aus gut beobachtet werden. Dieses Ereignis fand in Höhe der Neuenglandstaaten statt. Neuneinhalb Minuten nach Missionsbeginn war auch die zweite Stufe ausgebrannt, gab die geheime Nutzlast frei, und feuerte die Retro-Triebwerke, um sich vom Satelliten zu entfernen. Auch dieser Vorgang war mit bloßem Auge zu beobachten, sofern man sich in Maine oder Ost-Kanada aufhielt.

Die Titan begann ihre „Karriere“ als zweistufige Interkontinentalrakete. Der erste Start von Cap Canaveral aus erfolgte im Jahre 1959. Später wurde aus der Titan die Titan 2, die es in mehreren Versionen gab. Unter anderem als schwere Interkontinentalrakete, von der 54 Stück gebaut wurden, und als Trägerfahrzeug für die Gemini-Raumkapseln der NASA. Dann entstanden die schweren Satellitenträger Titan 3 und Titan 34D, und schließlich die Titan 4A und ihr Nachfolger, die letzte noch im Einsatz befindliche Version, die Titan 4B. Die Titan brachte eine Vielzahl schwerer Militärsatelliten in den Orbit, aber auch eine ganze Reihe komplexer NASA-Raumfahrzeuge, wie etwa die beiden Viking-Marssonden und die beiden Voyager-Raumfahrzeuge zu den Grenzen des Sonnensystems und die Kombination Cassini/Huygens zu Saturn und Titan.



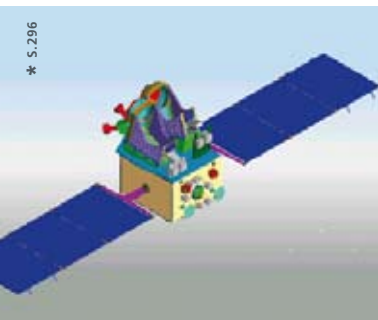
Letzter Titan 4B-Start von Cap Canaveral

Insgesamt war Cape Canaveral „Gastgeber“ für 168 Titan-Starts, nämlich

- | | |
|---------------------|----------------------|
| ↳ 47 Titan 1 ICBM | ↳ 36 Titan 3C |
| ↳ 23 Titan 2 ICBM | ↳ 7 Titan 3E |
| ↳ 12 Titan 2-Gemini | ↳ 8 Titan 34D |
| ↳ 4 Titan 3A | ↳ 31 Titan 4A und 4B |

Während auf dem Cape die Zeit für diesen Träger endgültig abgelaufen ist, steht auf der Vandenberg Airforce Basis noch eine letzte Titan 4B vor ihrem Einsatz. Sie soll am 10. Juli einen geheimen Satelliten des NRO in den Orbit bringen. Danach ist es aber auch an der Westküste vorbei. Die Mission wird der 39. und letzte Flug einer Titan von Vandenberg aus sein.

Mai



Cartosat 1 – Künstlerische Darstellung

05.05.2005 – Indien startet Erdkundungssatelliten

Heute Morgen wurde die indische Konstellation von Erdüberwachungssatelliten um ein neues Mitglied erweitert, als Cartosat 1 auf einer PSLV-Trägerrakete von einer brandneuen Startrampe in den Orbit aufbrach. Aufgabe des Satelliten wird es sein, präzise 3D-Landkarten für eine große Zahl unterschiedlicher Disziplinen zu produzieren. Indiens neuntes Polar Satellite Launch Vehicle (PSLV) hob um 6:44 Uhr mitteleuropäischer Zeit von der neu konstruierten Startrampe am Satish Dhawan Space

Center in Sriharikota an der Bucht von Bengalen ab. Die letzten Stunden des Countdown waren von Wetterproblemen überschattet. Es gab schweren Regen und stürmischen Wind, aber die Ingenieure erwischten schließlich doch noch eine Wolkenlücke, die groß genug war, um die Rakete sicher himmelwärts zu senden. 18 Minuten nach dem Start wurde Cartosat 1 erfolgreich im vorgesehenen sonnensynchronen Orbit ausgesetzt. Kurz nach dem Absetzen der letzten Stufe der Trägerrakete wurden die beiden Solargeneratoren ausgefahren. Danach begannen die Systemtests, die sich über einen Zeitraum von mehreren Wochen erstrecken werden. Danach wird der neue künstliche Erdtrabant endgültig seinen Dienst aufnehmen. Als nunmehr sechstes Mitglied

der indischen Flotte von Erderkundungssatelliten füllt Cartosat 1 eine Nische, die noch von keinem anderen Service-Anbieter weltweit bedient wird. Es geht hier um die Bereitstellung präziser dreidimensionaler Bilder mit der Möglichkeit, dieselbe Örtlichkeit im Abstand von fünf Tagen erneut aufzunehmen. Zwei Kameras, die auf den gegenüberliegenden Seiten des Raumfahrzeugs angebracht sind, produzieren schwarz-weiß-Fotos mit einem Auflösungsvermögen von 2,5 Metern pro Bildpunkt. Ein Schwenkmechanismus sorgt dafür, dass die Kameras exakt auf das Ziel ausgerichtet bleiben und die Eigenbewegung des Satelliten kompensiert wird. Die hoch auflösenden Stereobilder, die der 1.560 Kilogramm schwere Satellit während seiner fünfjährigen Mission übermitteln soll, dienen Zwecken wie Ressourcen-Management, Desaster Monitoring, landwirtschaftlicher Planung und Umweltschutz. Die amerikanische Firma Space Imaging hat mit der Antrix Corporation eine Vereinbarung getroffen, die Daten der indischen Erdbeobachtungssatelliten weltweit zu vermarkten. Antrix ist eine Abteilung der Indischen Weltraumagentur. Der Nachfolger von Cartosat 1 soll bereits im kommenden Jahr in den Erdborbit gebracht werden. Dieser Satellit wird mit einer völlig neu entwickelten Instrumentenausrüstung in der Lage sein, Bilder mit einem Auflösungsvermögen von nur einem Meter zu machen. Im Jahre 2007 soll zusätzlich noch ein Radar-Bildsatellit gestartet werden. Die vierstufige PSLV Rakete trug neben Cartosat 1 noch einen kleinen Mikrosatelliten mit der Bezeichnung Hamsat, ein Amateurfunksatellit, mit einer Missionsdauer von zwei Jahren. Die nur 43 Kilogramm schwere Nutzlast trägt zwei Transponder – eine von einem Indischen Amateurfunker gebaut, die andere von einem holländischen Studenten. Indiens erster Start des Jahres 2005 war ein wichtiger Meilenstein im nationalen Raumfahrtprogramm.

Es war der Jungfernflug von der neuen Startanlage am Satish Dhawan Raumfahrtzentrum. Dieser neue Startturm soll nicht nur die Starts der PSLV unterstützen, sondern auch die der größeren indischen Trägerrakete, das Geostationary Satellite Launch Vehicle (GSLV) und auch zukünftige Raketen, die heute noch im Entwurfsstadium sind. Die Raketen werden in einem Integrati-



Am Abend vor dem Start

onsgebäude zusammengebaut, bevor sie einen Kilometer weit auf Schienen zur Startrampe gerollt werden. Dort finden die abschließenden Tests statt. Die neue Anlage liegt etwa einen Kilometer von der alten Startrampe entfernt.



Missionslogo am Rumpf der Rakete

20.05.2005 – Neue Wetterstation im Weltraum

Heute morgen wurde die vorletzte meteorologische Beobachtungsplattform der NOAA-Reihe in den Weltraum geschickt. NOAA ist eine Satellitenserie, die auf eine 45jährige Historie zurückblicken kann. Bei dem Raumfahrzeug handelt es sich um den gut 1,5 Tonnen schweren NOAA-N der um 12:22 Uhr mit einer Boeing Delta 2 Trägerrakete von der Luftwaffenbasis Vandenberg in Kalifornien in den Orbit transportiert wurde. Der Start der insgesamt 341 Millionen Dollar teuren Mission war erst im fünften Anlauf erfolgreich.

Die ersten beiden Versuche mussten wegen starker Höhenwinde und wegen elektrischer Probleme an der Startrampe abgesagt werden. Die Starttermine drei und vier verstrichen ungenutzt, weil eine defekte Treibstoffleitung einen Kontaminierungsscheck des Satelliten notwendig machte. Am heutigen Morgen ging alles glatt, und der Liftoff erfolgte genau zu Beginn des

Startfensters. Eine niedrige Wolkendecke und Nebel behinderten allerdings die Sicht im Startgelände, und ruinierten damit speziell den Reportern vor Ort, die das Ereignis im Bereich der Luftwaffenbasis verfolgen wollten, die Chance auf schöne Bilder. Einige Kilometer außerhalb von Vandenberg aber bot der Start einen spektakulären Eindruck, als die Rakete aus der Nebelbank auftauchte, und mit dem untergehenden Mond als malerischem Hintergrund in die beginnende Morgendämmerung stieg.

65 Minuten nach dem Liftoff, über Afrika, trennte sich die zweite Stufe von der Nutzlast und komplettierte damit den Start. Der von Lockheed Martin gebaute NOAA-N entfaltete die Solargeneratoren und begann seine Berufslaufbahn im Weltraum. Nach dem erfolgreichen Start benannten die Controller, einer alten NOAA-Tradition folgend, den Satelliten in NOAA-18 um. Der Brauch geht zurück in die Anfangstage der Raumfahrt, als es bei den häufigen Fehlstarts oft Probleme mit der Nummerierung gab. NOAA-18 wird mehrere

Wochen lang getestet, bevor er im Sommer offiziell in Dienst gestellt wird. Er wird dann NOAA-16 ersetzen, der bald das Ende seiner technisch nutzbaren Lebensdauer erreicht haben wird. Die Wettersatelliten der NOAA-Serie umkreisen die Erde auf niedrigen polaren Bahnen und umrunden den Planeten dabei 14 Mal täglich. Sie sammeln Bilddaten, führen Temperaturmessungen durch und bestimmen Atmosphärenprofile für Meteorologen zur Erstellung von Wettervorhersagen.

Wie bereits seine Vorgänger ist auch NOAA-18 mit dem internationalen Search and Rescue Satellite-Aided Tracking System ausgestattet, das den Namen COSPAS-SARSAT trägt. In den letzten 23 Jahre haben allein in den USA über 5000 Menschen, die mit einer Notfallbake ausgestattet waren, den NOAA-Satelliten ihr Leben zu verdanken. Weltweit dürften es in dieser Zeit etwa 18.000 gewesen sein. Dieses einzigartige Rettungssystem stellt eine Funkverbindung zwischen dem Satelliten und den Notfallsendern her, die sich in Flugzeugen, Booten und Fahrzeugen befinden, aber auch von einzelnen Personen getragen werden. Im letzten Jahr hatte Alaska mit 37 Einsätzen die meisten Rettungen durch das NOAA-System innerhalb der amerikanischen Bundesstaaten. Florida folgte mit 36 Einsätzen. Wenn sie ein Notsignal empfangen, alarmieren die Wettersatelliten die Leitstelle in Suitland, Maryland.

Von da wird dann entweder das Rettungs-Koordinationszentrum der US Küstenwache (bei Notfällen im Marinebereich) oder das Koordinationszentrum der Luftwaffe (bei Such- und Rettungsaktionen an Land) benachrichtigt. Eine weitere Einheit der NOAA-Serie, NOAA-N Prime, der letzte der Baureihe, soll im Dezember 2007 starten. Dieser Satellit machte vor etwa einem Jahr Schlagzeilen, weil er bei einem seltsamen Unfall in der Montagehalle von Lockheed Martin schwer beschädigt wurde. NOAA-N Prime fiel damals von einer Montagplattform auf den Boden, weil die Techniker vergessen hatten, die Sicherungsschrauben in die Haltevorrichtung zu montieren. Das Raumfahrzeug musste danach von Grund auf wieder neu aufgebaut werden.



NOAA N wird für das Verladen zum Träger vorbereitet



DIRECTV 8 – Künstlerische Darstellung

23.05.2005 – DIRECTV 8 im Weltraum

Für einige Millionen Amerikaner, die mit pizzagroßen Satellenschüsseln für digitalen Direktempfang auf ihren Hausdächern ausgerüstet sind, wird sich mit dem Start von DIRECTV 8 am gestrigen Sonntag das Programmangebot bald erheblich erweitern. Das Raumfahrzeug wurde gestern Abend um 19:59 Uhr mitteleuropäischer Zeit, nach eintägiger Verzögerung wegen eines nicht näher spezifizierten technischen Problems, vom russischen

Raumfahrtzentrum Baikonur aus gestartet. Die Trägerrakete vom Typ Proton M/Breeze M benötigte etwa 9 Stunden bis sie den knapp vier Tonnen schweren Satelliten auf die vorgesehene geostationäre Übergangsbahn gebracht hatte.

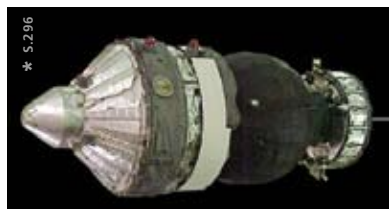
Der Transferorbit war recht ungewöhnlich gestaltet, mit einem niedrigsten Bahnpunkt von 15.000 Kilometern über der Erdoberfläche und einen höchsten Bahnpunkt von 35.600 Kilometern. Im Laufe der nächsten zwei Wochen werden die Missionskontroller den Satelliten in einen kreisförmigen geostationären Orbit bugsieren. Seine endgültige Position, bei dem dann jede Erdumkreisung exakt einen Tag dauert, wird bei 101 Grad westlicher Länge über dem Pazifischen Raum sein. Hier kann der Satellit Fernseh- und Rundfunkprogramme den Haushalten auf dem amerikanischen Kontinent und auf Hawaii direkt zur Verfügung zu stellen. DIRECTV 8 ist für eine Einsatzlebensdauer von 12 Jahren ausgelegt. Er trägt 32 Ku-Band Transponder, über die er seine Sendedienste abstrahlt. Zusätzlich hat das Raumfahrzeug aber auch eine Ka-Band Sende- und Empfangseinrichtung an Bord, mit der er sich mit anderen DIRECTV-Satelliten im Orbit vernetzen kann.

Dies ist ein Schritt in die von der Gesellschaft angestrebte Richtung, den gesamten Umfang digitaler Funk- und Fernsehverbindungen, sowie Internet-Breitband-Services bis zum Herbst an Haushalte überall in den USA bereitstellen zu können. DIRECT TV 8 wird einen älteren Satelliten ersetzen, und damit nicht unmittelbar zum Ausbau der Konstellation beitragen. Insgesamt wird aber mit der neuen Einheit auch das gesamte DIRECTV System gestärkt, weil er die neuesten technischen Features trägt, mit denen die älteren Satelliten noch nicht ausgestattet wurden. In den nächsten Jahren wird das gesamte DIRECTV-Netz komplett umgestaltet und mit neuen Satelliten bestückt. Der erste von mehreren Starts mit dieser Aufgabenstellung wurde bereits am 26. April

mit Spaceway F1 durchgeführt, der momentan die abschließenden Tests absolviert und in diesem Sommer seinen Dienst aufnehmen soll. Neben Spaceway F1 werden in der nächsten Zukunft noch drei weitere Satelliten neu in Dienst gestellt: Spaceway F2 später in diesem Jahr, DIRECTV 10 und DIRECTV 11 im Jahre 2007. Space Systems/Loral baute DIRECTV 8 im kalifornischen Palo Alto, und brachte ihn dann zum Startplatz nach Zentralasien. Es war bereits der zweite DIRECTV Satellit der mit der russischen Proton gestartet wird.

31.05.2005 – Experimente von Columbia und Foton-M1 erneut im Weltraum

Eine bunte Sammlung wissenschaftlicher Experimente aus einer ganzen Reihe europäischer Länder befindet sich nach einem fehlerlosen Start an der Spitze einer russischen Sojus U-Rakete im Weltraum. Foton-M2, der dreizehnte Micro-Gravity-Forschungssatellit der Foton-Serie, soll sich 16 Tage lang im Weltraum aufhalten, bevor er Mitte Juni wieder zur Erde zurückkehren wird. Das unbemannte Raumfahrzeug startete heute Nachmittag um 14:00 Uhr mitteleuropäischer Zeit vom Startkomplex 2 am Kosmodrom von Baikonur in Kasachstan. Neun Minuten später platzierte die dreistufige Rakete das Raumfahrzeug exakt im vorgesehenen Orbit mit einem Apogäum von 300 Kilometern, einem Perigäum von 260 Kilometern und einer Bahnneigung von 63 Grad zum Äquator. Foton-M2 transportiert mehr als drei Dutzend Experimente im Gesamtgewicht von 600 Kilogramm für eine ganze Reihe von Wissenschaftsfeldern, wie z.B. Experimentalphysik, Biologie, Fluidik, Exobiologie und Materialwissenschaften. An Bord befinden sich auch etliche Technologiedemonstrationen. Viele der wissenschaftlichen Experimente werden schon das zweite Mal auf die Reise in den Weltraum geschickt. Sie waren schon an Bord von Foton-M1, die zerstört wurde, als der Sojus-Booster nur Sekunden nach dem Liftoff im Oktober 2002 explodierte. Alle Experimente der damaligen Mission wurden noch einmal produziert und sind jetzt mit dabei, zusammen mit einigen neuen Experimenten. Zusätzlich dabei ist auch ein Experiment, das ursprünglich an Bord der Raumfähre Columbia war, und beim Absturz der Fähre im Februar 2003 vernichtet wurde. Es geht hier um die Erpro-



Fotografie von Foton-M2

Missionlogo



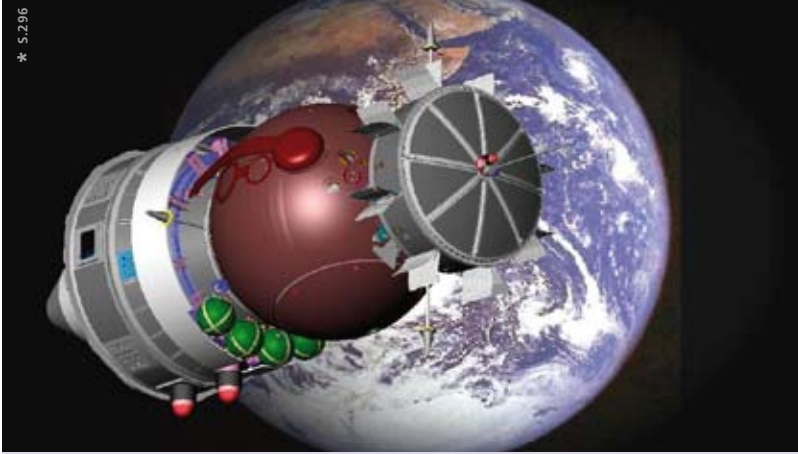
bung eines Wärmetauscher-Systems für die Temperaturregelung zukünftiger Raumfahrzeuge. Die größte Nutzlast an Bord der Foton ist eine automatische Anlage zur Untersuchung des physikalischen Verhaltens von Flüssigkeiten, die vier individuelle Einzel-Experimente beinhaltet. Mit ca. 190 Kilogramm nimmt „FluidPac“, wie die Anlage heißt, gewichtsmäßig etwa ein Drittel und vom Raumbedarf her die Hälfte des gesamten Nutzlastvolumens ein. Ein 30 Kilogramm schweres Experiment mit der Bezeichnung „Biopan“ ist auf der Außenhülle der Foton angebracht. Es enthält eine große Anzahl organischer Proben, wie zum Beispiel Bakterien und Pilzsporen. Manche der Proben werden dem Weltraum direkt ausgesetzt, für andere wird eine Umgebung simuliert, die der des Planeten Mars entspricht. Das knapp sieben Tonnen schwere Foton-M2 Raumfahrzeug wird die Erde für annähernd 16 Tage umkreisen.

Danach soll das Wiedereintrittsmodul am 16. Juni um 10:32 in der Nähe der Stadt Orenburg in Russland, nahe der kasachischen Grenze, am Fallschirm landen. Die heute gestartete Mission ist der inzwischen elfte Foton-Einsatz (hier ist auch die Vorläufer-Serie mit der Bezeichnung „Bion“ mitgezählt), bei der die ESA teilweise oder ganz partizipierte. Der erste Bion-Einsatz mit westeuropäischer Beteiligung fand schon im Jahre 1987 statt. Das Design der Foton geht zurück auf die russischen Wostok-Kapsel, mit der bereits Juri Gagarin im Jahre 1961 den ersten Orbitalflug in der Geschichte der Raumfahrt unternahm. Russland flog in den Jahren 1985-1999 insgesamt 12 Foton-, resp. Bion-Missionen. Im Jahre 2002 kam es dann, ausgerechnet mit der Nummer 13, zum Fehlschlag der Foton-M1. Die Foton-M Reihe weist gegenüber dem ursprünglichen Entwurf eine Reihe von Verbesserungen auf, wie zum Beispiel eine größere Batterie-Kapazität, die es erlaubt größere Nutzlasten mit höherem Stromverbrauch mitzunehmen. Alle früheren Foton-Flüge starteten vom Kosmodrom in Plesetsk in Nordrussland. Der Start von Foton-M2 ist somit der erste, der von Kasachstan aus in den Orbit geht. Der nächste Einsatz, mit Foton-M3, soll im Oktober 2006 stattfinden.

Juni

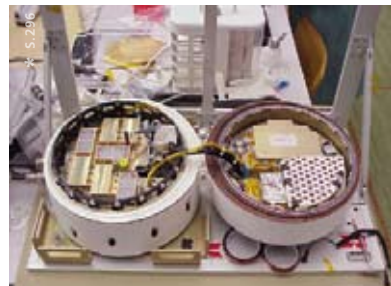
16.06.2005 – Foton kehrt zur Erde zurück

Eine internationale Kollektion von Experimenten kehrte heute Morgen nach einem feurigen Wiedereintritt an Bord der Rückkehrkapsel von Foton-M2 aus



Foton im Erdorbit – Künstlerische Darstellung

dem Weltraum zurück. Die Versuchsanordnungen hatten 16 Tage im Orbit zu- gebracht. Foton-M2 landete um 9:37 Uhr mitteleuropäischer Zeit etwa 150 Kilometer südöstlich der Stadt Kostanay in Kasachstan, nahe der russischen Grenze. Jeeps und Helikopter aus der Provinzhauptstadt Orenburg warteten schon im Landegebiet, um die Kapsel zu bergen. Nach einem 45 Sekunden dauernden Retro-Brennmanöver über Südafrika hatte sich das kugelförmige Wiedereintrittsmodul des Raumfahrzeugs von den anderen Komponenten des Satelliten getrennt. 30 Minuten später erreichte die Kapsel die obersten Ausläufer der Erd-Atmosphäre. Nach der „heißen“ Phase des Bremsmanövers öffneten sich hintereinander drei Fallschirme. Zunächst die Stabilisierungsballute noch im Überschallbereich und in großer Höhe, dann ein kleiner Bänderfallschirm und schließlich der große Hauptfallschirm. Unmittelbar vor dem Bodenkontakt wurden dann die Bremsraketen abgefeuert, um den Aufprall auf dem Erdboden abzumildern. Im Inneren der Rückkehrkapsel befanden sich mehr als drei Dutzend Experimente aus einer Reihe meist europäischer Länder, welche die Mikrogravitationsbedingungen nutzten um Grundlagenforschung, Technologiedemonstrationen und Versuche im Ingenieurwissenschaftlichen Bereich durchzuführen. Insgesamt war die Foton mit einer Nutzlast von 600 Kilogramm bestückt. Einige Wissenschaftler waren mit dem Bergungsteam zur Landestelle gekommen um



Detailfoto des Bio-Pan Experimentes an Bord von Foton

besonders zeitkritische Experimente und empfindliche Proben gleich vor Ort zu entnehmen. Die meisten der Versuchsanordnungen verblieben aber in der Kapsel, die mit dem Hubschrauber und danach per Flugzeug zum Herstellerwerk in Samara transportiert wurde. Die Techniker werden dann dort das Raumfahrzeug selbst genau untersuchen, die restlichen Experimente entnehmen und einige der Versuche gleich vor Ort auswerten.

Foton-M2 war am 31. März an Bord einer Sojus-Rakete vom Kosmodrom in Baikonur aus gestartet worden. Das Fahrzeug hatte danach 16 Tage im Orbit verbracht und dabei die Erde 250mal umkreist. Diese Mission war der 11. Einsatz einer Foton (und deren direkten Vorgänger Bion), an dem sich die Europäische Raumfahrtbehörde ESA beteiligte. Der erste dieser gemeinsamen Forschungsflüge datiert auf das Jahr 1987 zurück. Die nächste Mission im Rahmen dieses internationalen Mikro-Gravitationsprogrammes ist für Oktober 2006 angesetzt. Dann soll Foton-M3 wieder eine große Anzahl wissenschaftlicher Experimente in den Orbit befördern.

17.06.2005 – Frachtschiff unterwegs zur ISS

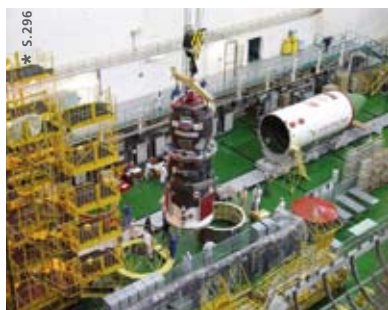
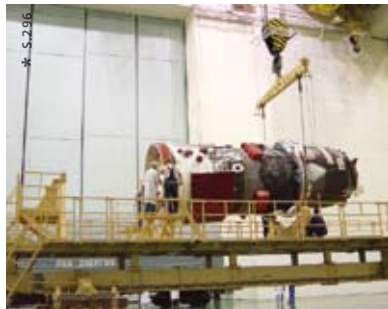
Die zweiköpfige Besatzung der Internationalen Raumstation wird in Kürze Nachschub erhalten: Frische Nahrung, Sauerstoff, Ausrüstungsgegenstände, Kleidung und vieles mehr. Das alles befindet sich an Bord des russischen Raumfrachters Progress M-53, der heute morgen um 0:09 Uhr mitteleuropäischer Zeit (3:09 Uhr Moskauer Zeit) vom Kosmodrom Baikonur in Kasachstan gestartet wurde. Der knapp acht Meter lange Transporter wurde an der Spitze einer dreistufigen Sojus U-Trägerrakete in den Orbit transportiert.

Die automatische Kopplung an der ISS soll, nach einem zweitägigen Anflug, am Samstag um 2.44 Uhr mitteleuropäischer Zeit am Docking-Port des russischen Svesda-Service Moduls erfolgen. Das Anlegemanöver wird in einer Höhe von knapp 400 Kilometer über Peking stattfinden. Das Progress-Raumschiff, in der Montage-Matrix der ISS auch unter der Nummer Progress 18P bekannt, erreichte neun Minuten nach dem Liftoff einen vorläufigen Orbit und trennte sich von der verbrauchten Drittstufe der Sojus. Der Bordcomputer fuhr dann autonom die Kommunikations- und Navigationsantennen aus und entfaltete die 10 Meter spannenden Solargeneratoren. Eine Serie von präzisen Triebwerksmanövern, verteilt über die nächsten zwei Tage, wird notwendig sein, um die Progress nach und nach in den Orbit der ISS zu heben. Der Svesda-Docking-Port wurde am Mittwoch freigegeben, als Progress 17P (Progress M-52), die seit einigen

Monaten an dieser Anlegestelle gekoppelt war, voll mit Müll und nicht mehr benötigter Ausrüstung von der Station ablegte, ein Retro-Brennmanöver durchführte und in der Erdatmosphäre verglühte. Die neue Progress trägt insgesamt 2.150 Kilogramm an Versorgungsgütern. Dies teilt sich auf in „trockene“ und „nasse“ Güter. Unter den als „trocken“ definierten Gegenständen befinden sich 116 russische und 75 amerikanische Lieferpositionen. Diese „trockene Ladung“ nimmt etwa 1.400 Kilogramm an Gewicht ein.

Zu den „nassen“ Vorräten gehören die etwa 200 Kilogramm Treibstoff, die in das russische Segment der Station gepumpt werden. Sie sind für die Manövertriebwerke des Außenpostens bestimmt. Weitere 430 Kilogramm der „nassen“ Zuladung sind tatsächlich nass im Sinne des Wortes, denn es handelt sich dabei um Wasser. Ebenfalls den „nassen“ Gütern zugerechnet, obwohl eigentlich gasförmig oder fest, sind die etwa 120 Kilogramm Sauerstoff in Druckbehältern und die 40 Oxidatorkartuschen, die wie Fackeln im Inneren der Station abgebrannt werden müssen um Sauerstoff zu erzeugen. Die anhaltenden Probleme mit dem russischen Elektron-Sauerstoffgenerator haben dazu geführt, dass die ISS Crew derzeit jeden Tag zwei dieser „Sauerstoff-Kerzen“, wie sie genannt werden, verwenden muss.

Unter den Ausrüstungsgegenständen, welche die Progress zur Station bringt, sind denn auch Ersatzteile für den Elektron-Sauerstoffgenerator. An Bord der ISS befindet sich derzeit die Expedition 11, mit dem russischen Kommandanten Sergei Krikalev und dem NASA-Wissenschaftsoffizier John Phillips. Sie sind seit zwei Monaten im Orbit, und haben noch weitere vier Monate Dienstzeit vor sich, bevor sie im Herbst von der Langzeitcrew 12 abgelöst werden.



Progress M53 wird zur Integration mit der Trägerrakete vorbereitet



Die Molnija wird zum Start vorbereitet

21.06.2005 – Fehlschlag für Molnija

Ein russischer Militär-Kommunikationssatellit stürzte heute Morgen zur Erde zurück, als es der Trägerrakete nicht gelang, das Raumfahrzeug vom Typ Molnija 3K in einem elliptischen Erdorbit abzuliefern. Der Start des Molnija M Boosters mit seiner geheimen Nutzlast fand um 3:49 Uhr mitteleuropäischer Zeit am Kosmodrom in Plesetzk im Norden Russlands statt. Der Satellit sollte 54 Minuten nach dem Liftoff den vorgesehenen Orbit erreicht haben. Aus noch unerklärlichen Gründen versagte dann in der fünften Flugminute die Trennung zwischen zweiter und dritter Stufe, wodurch die Zündung der Drittstufe gar nicht erst eingeleitet wurde. Die gesamte Kombination aus zweiter, dritter und vierter Stufe, sowie dem Satelliten schlug wenige Minuten später in der dünn besiedelten westsibirischen Region Tyumen ein. Der Einschlag, etwa

400 Kilometer von der Stadt Uvat entfernt, wurde von niemandem beobachtet. Es gab weder Sach- noch Personenschäden. Die dritte Stufe der Molnja wird von einem RD-0110 Triebwerk mit vier Schubkammern angetrieben. Der Motor verbrennt Kerosin und Sauerstoff und gilt als extrem zuverlässig. In 35 Jahren hat er nicht einmal versagt, was die erste Meldung über eine fehlerhafte Stufe-trennung verstärken würde. Die Molnija M ist eine speziell auf den Startplatz Plesetzk zugeschnittene Variante der Sojus-Rakete, die seit fast 40 Jahren das russische Raumfahrtprogramm dominiert.

Obwohl die Erfolgsquote der Sojus und ihrer Varianten insgesamt beeindruckend ist, kommt es doch immer wieder zu einzelnen Fehlschlägen. Der letzte liegt drei Jahre zurück, als ebenfalls eine Molnija, mit dem Forschungssatelliten Foton M1 an Bord, unmittelbar nach dem Start explodierte. Dabei kam damals ein Soldat ums Leben, der von einem der kilometerweit herumfliegenden Trümmer der Rakete erschlagen wurde. Der Kommunikationssatellit sollte auf einen hochelliptischen Orbit gebracht werden, mit einem niedrigsten Bahnpunkt bei etwa 400 Kilometern über der Erdoberfläche und einem höchsten Bahnpunkt von etwa 40.000 Kilometern. Dieser höchste Bahnpunkt wird dabei über hohen nördlichen Breitengraden erreicht. Diese spezielle Bahn ist besonders für die Versorgung der polarnahen Regionen Russlands mit

Kommunikationsdiensten vorteilhaft. Die Molnija ist in der Lage, etwa 2 Tonnen Nutzlast auf eine solche Bahn zu bringen. Der Fehlstart am heutigen Dienstag war der erste in diesem Jahr, beim 22. Weltraumstart in 2005 insgesamt. Raumfahrt-Träger des Typs Molnija-M starten seit dem Februar 1970 regelmäßig vom Kosmodrom Plesetzk. Insgesamt wurden – zusammen mit dem heute missglückten Flug – 223 Starts durchgeführt, von denen acht (mit dem heutigen) scheiterten. In sieben weiteren Fällen, bei denen der Fehler nicht an der Trägerrakete lag (sondern am Satellitenantrieb oder einer vierten Stufe), wurde die nominale Einschussbahn nicht genau erreicht. Die in den unzureichenden Orbit transportierten Satelliten konnten ihre Aufgaben aber zumindest teilweise wahrnehmen.

22.06.2005 – Per Aspera ad Astra

Nach einiger Konfusion in den letzten Stunden ist nunmehr klar: Die Mission von Cosmos 1 Solar Sail ist gescheitert. Cosmos 1 war der erste praktische Versuch, ein Raumfahrzeug zu konstruieren, das direkt vom Druck des Sonnenlichtes angetrieben wird. Theoretisch kann ein solches Fahrzeug eine Geschwindigkeit erreichen, die weit über der heutiger Raumfahrzeuge liegt. Ein solches Vehikel braucht große Flächen um möglichst viele Photonen einzufangen. Es ist eine Art Windjammer des Weltalls. Ähnlich, wie der Wind ein Segelschiff über das Wasser schiebt, wird ein Sonnen-Segler durch die „Schubkraft“ des Sonnenlichtes bewegt. Erstmals wurde ein Raumfahrtvorhaben von einer privaten Organisation durchgeführt: der Planetary Society und den New Yorker Cosmos Studios. Die Mission kostete die Beteiligten eine nicht näher bekannte Summe. Die einzige bekannte detaillierte Kostenposition des Projektes sind vier Millionen Dollar, die für den Träger, eine „pensionierte“ Interkontinentalrakete der russischen Marine, und die Startdurchführung zu bezahlen waren. Nach den geltenden Maßstäben für eine Orbitalrakete ein Spottpreis. Ein vergleichbarer amerikanischer Träger hätte das Vierfache gekostet. Wie wäre der Flug nominal abgelaufen?



Dazu kam es nicht mehr: Cosmos Solar Sail im Orbit

Die drei Stufen der flüssigkeitsbetriebenen Trägerrakete hätten Cosmos 1 in eine suborbitale Flugbahn mit einem Scheitelpunkt in 800 Kilometer Höhe bringen sollen. Der Brennschluss der dritten Stufe wäre sechs Minuten nach dem Start erfolgt und der Satellit wäre im Orbit abgesetzt worden. Im



Cosmos Solar Sail in der Endmontage

Idealfall wäre ein annähernd kreisförmiger Orbit in einer Höhe von 800 Kilometern erreicht gewesen. 44 Minuten nach dem Start wären die vier Solargeneratoren ausgefahren worden, um die Batterien zu entlasten, die bis zu diesem Zeitpunkt für die Bordstromversorgung gesorgt hätten. Die acht sternförmig angeordneten Sonnensegel hätten sich nach dem Checkout des Satelliten, etwa vier bis fünf Tage nach dem Start, paarweise entfaltet. Jedes der Blätter ist etwa 15 Meter lang. Das ganze Gebilde hätte dann ausgesehen wie ein riesiges Windmühlenrad von 30 Metern Durchmesser. Und dann hätte man mit den Experimenten begonnen. Der anfängliche Orbit hätte, nur durch den Druck der solaren Photonen auf die „Segel“ des Satelliten, nach und nach höher geschraubt werden sollen. Die Planetary Society hatte Amateurbe-

obachter weltweit mobilisiert um Daten über die Helligkeit des Objektes zu erhalten. Dies hätte Rückschlüsse auf das Reflexionsverhalten des Segels gegeben, und damit auf seine potentielle „Antriebsleistung“. Nach der Stabilisierung der Solarsegel wäre dann versucht worden, die Folien zu drehen, um damit das Raumfahrzeug zu steuern. Nach einigen Wochen, so die Hoffnung, hätte man durch Vermessung der Bahnparameter einen Hinweis darauf bekommen, dass sich durch die Effekte des Lichtdrucks die Bahn verändert hätte. Der Countdown verlief planmäßig, dann erfolgte der Abschuss von der getauchten K-496 Borisolebsk, einem Atom U-Boot der Delta III Klasse.

Startort war die Barents-See etwa 50 Kilometer vom Hafen Severomorsk entfernt. Der Schuss aus dem Silo an Bord des Schiffes erfolgte unter der Wasseroberfläche, die Zündung und die erste Minute des Aufstiegs verliefen reibungslos. Nachdem die Volna nur spärlich mit Telemetrie-Einrichtungen bestückt ist, war der Verlauf der Mission unklar. Das Projektil war nur für etwa 30 Sekunden im bleigrau bewölkten Himmel des Nordmeeres zu sehen. Um einen erfolgreichen Einsatz bestätigen zu können musste man entweder warten bis sich der Satellit selbst meldete, oder bis die Flugauswertung der russischen Militärs zur Verfügung stand. Die aber war erst Stunden nach dem Start zur Verfügung. Die Projektingenieure hatten zwei tragbare UHF Kommunikationsstationen in Petropavlovsk auf der Halbinsel Kamchatka und auf der Insel Majuro

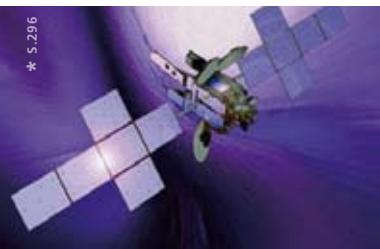
auf den pazifischen Marshallinseln aufgestellt. Keine der beiden Anlagen berichtete über einen Telemetrie-Kontakt mit dem Raumfahrzeug, und Enttäuschung machte sich bei den Offiziellen breit. Beim zweiten Durchsehen der Daten glaubte man aber ein Doppler-Tracking-Signal der Petropavlovsk Station identifiziert zu haben, das etwa 10 Minuten nach dem Start für einen kurzen Moment aufgefangen worden sein sollte. Doch bald zeigte sich, dass dem nicht so war. Tage später wurde dieses seltsame Phänomen als „Phantomsignal“ bezeichnet. Auch die Versuche des amerikanischen Militärs, Cosmos 1 mit Hilfe der Überwachungsanlagen von NORAD aufzufinden, blieben erfolglos. Die letzte Hoffnung schwand als die russischen Offiziellen verkündeten, dass bereits während der Brennzeit der ersten Stufe Anomalien aufgetreten seien. Weitere Stunden später gaben die russischen Militärs bekannt, dass es 83 Sekunden nach dem Start aus noch ungeklärten Gründen zu einem vorzeitigen Brennschluss des Erststufenmotors gekommen sei. Danach hat wahrscheinlich auch die Trennung zwischen erster und zweiter Stufe nicht stattgefunden.



Abschuss vom U-Boot –
Künstlerische Darstellung

23.06.2005 – Intelsat 8 für die beiden Amerikas

Auf der Odyssey-Startplattform im Äquatorial-Pazifik, weitab vom nächsten Festland, erwachte in der beginnenden Morgendämmerung des 23. Juni eine 20 Stockwerke hohe Rakete tosend zum Leben, um einen Kommunikationssatelliten in den Orbit zu befördern, der künftig Nachrichten- und Mediendienstleistungen für Nord- und Südamerika zur Verfügung stellen soll. In Mitteleuropa war es bereits 16:03 Uhr, als die Sea Launch Zenith 3SL Rakete mit dem 5.530 Kilogramm schweren Intelsat 8 Satelliten die Plattform verließ. Zuvor war es noch zu einer 65-minütigen Verzögerung im Countdown gekommen, weil es Probleme mit der Bodenausrüstung gegeben hatte. Dann aber konnte der inzwischen 17. Sea Launch-Träger zu einem problemlosen 35-minütigen Einsatz starten. Die Zenith verwendet in der Ukraine hergestellte Erst- und Zweitstufen. Sie sorgen in den ersten acht Flugminuten für den Antrieb. Danach übernimmt eine in Russland produzierte Block DM-SL Oberstufe, beschleunigt die Nutzlast auf etwa 10 Kilometer pro Sekunde, und bringt sie auf die Zielhöhe. Bei allen früheren Sea Launch Missionen wurden zwei Brennmanöver der Oberstu-



Künstlerische Darstellung von Intelsat 8

fe durchgeführt, dieses mal war nur eine Zündung notwendig. Der Träger lieferte Intelsat Americas 8 (IA-8) in einen Orbit mit einem höchsten Bahnpunkt von 35.430 Kilometer und einem niedrigsten Bahnpunkt von 201 Kilometern. Die Bahnneigung betrug exakt Null Grad. Die Bodenkontrolle wird das Raumfahrzeug in den nächsten Tagen in den endgültigen kreisförmigen Orbit in 35.600 Kilometern Höhe steuern. Wenn der Satellit im August

seinen Betrieb aufnimmt, wird er unterschiedliche Kommunikationsdienste in drei Wellenbereichen bereitstellen: Rundfunk, Fernseh- und Datentransfer im C-Band, Ku-Band und Ka-Band für Nord- und Südamerika, für die Karibik, Hawaii und Alaska von einer Orbitposition auf 89 Grad westlicher Länge. Ursprünglich war der Satellit von Space Systems/Loral unter dem Namen Telstar 8 für den Operator Loral Skynet hergestellt worden.

Im letzten Jahr wurde das Raumfahrzeug zusammen mit dem anderen Betriebsvermögen von Loral Skynet an Intelsat verkauft. Danach kam es zu einer längeren Startverzögerung, weil Intelsat Americas 7, vorher bekannt unter dem Namen Telstar 7, einen rätselhaften Totalausfall im Orbit erlebte. Während die Untersuchung der Fehlerursache noch lief, entschied sich Intelsat, den Satelliten vorerst noch nicht zu starten. Der Grund ist einleuchtend: Intelsat 7 und 8 sind nahezu baugleiche Einheiten, und die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fehler des einen Satelliten auch beim anderen Raumfahrzeug auftritt, ist groß. Die Untersuchung ergab schließlich einen Konstruktionsfehler an einem Kabelbaum, der an einer Stelle lag, wo einer der Solargeneratoren über ein Joch mit dem Satellitenbus verbunden ist. Hier gab es eine Reihe nicht aktiver elektrischer Leitungen, die in der Verkleidung unterhalb des Kabelbaums lagen. In diesen Drähten baute sich eine elektrische Spannung auf, die zu einem Kurzschluss an den benachbarten aktiven Leitungen führte. Die Bodencrew konnte nach einiger Zeit die Kontrolle über den Satelliten wiedererlangen. Bis auf den heutigen Tag ist Intelsat 7 aber nicht wieder voll funktionsfähig. Loral teilte mit, dass der neue IA-8 Satellit nicht dieselbe fatale Design-Schwäche aufweist wie sein Vorgänger. Diese Auskunft gab Intelsat schließlich die Zuversicht, den IA-8 starten zu können. Die heutige Mission war der dritte Sea-Launch Einsatz des Jahres 2005. Als nächster Auftrag für Sea Launch steht im Herbst der Start des Inmarsat 4-F2 Mobilfunk-Kommunikationssatelliten auf der Agenda.

25.06.2005 – Neuer russischer Inlands-Kommunikationssatellit im Orbit

Ein neuer russischer Inlands-Kommunikationssatellit, Ekspress AM-3, wurde gestern Abend von Baikonur aus gestartet. Als Trägerfahrzeug wurde eine Chronichev Proton K mit einer Energiya Block DM-2 Oberstufe eingesetzt. Frühere Express Satelliten nutzten die modernisierte DM-2M Version der Oberstufe, während die kommerziellen Flüge (die International Launch Services durchführt) die verbesserte Proton M mit der Breeze-M Oberstufe nutzen. Ekspress AM-3 wurde von NPO PM gebaut und befindet sich im Besitz von RSCC, der staatlichen russischen Kommunikations-Satelliten-Gesellschaft. Die Kommunikationsnutzlast stammt von Alcatel und verfügt über Transponder im Ku-Band und im C-Band, sowie einen L-Band Tansponder für Mobilfunk. Die Block DM-2 brachte den Satelliten mit einem ersten Brennmanöver zunächst in einen Transfer-Orbit mit einem niedrigsten Bahnpunkt von 231 Kilometern, einem höchsten Bahnpunkt von 35689 Kilometern und einer Inklination von 48.8 Grad. Ein zweites Brennmanöver, um 3:15 Uhr mitteleuropäischer Zeit am heutigen Samstag, brachte den Satelliten direkt in den geostationären Orbit.



Ekspress AM-3 bei Startvorbereitungen

Juli

06.07.2005 – China wieder im Weltraum

China brachte am frühen Mittwochmorgen einen kleinen Experimentalsatelliten in den Orbit. Als Trägerrakete diente eine Long March 2D Rakete. Der Start erfolgte vom Jiuquan Raumfahrtzentrum in Nordwestchina gegen 6:40 Uhr Ortszeit (0:40 Uhr mitteleuropäischer Zeit).

Sie lieferte den Satelliten mit der Bezeichnung Shijian-7 (SJ-7) 12 Minuten nach dem Liftoff in einem niedrigen Erdborbit ab. Chinesische Medien berichten nur kurz und relativ lakonisch über den Satelliten. SJ-7 soll „den Weltraum beobachten“ und „Raumflugexperimente und Technologische Studien“ durchführen. Die Missionsdauer ist auf drei Jahre angesetzt. Der Start ist der insgesamt 85. einer Trägerrakete der Long-March-



Start von SJ-7

Serie, seit dem Jahre 1970, und der 43. erfolgreiche Start seit Oktober 1996. Der erste Satellit der SJ-Serie wurde im Jahre 1971 gestartet.

10.07.2005 – Japan startet Astronomie-Satelliten

Eine japanische Trägerrakete brachte am Sonntag einen 150 Millionen Dollar teuren astronomischen Forschungssatelliten mit der Bezeichnung ASTRO E2 in den Orbit. Seine Aufgabe wird die Erforschung hochenergetischer Vorgänge im Universum sein. Die ausschließlich mit festem Treibstoff betriebene M 5 Rakete brachte damit den inzwischen 23. wissenschaftlichen Satelliten Japans in den Weltraum. Der Start erfolgte um 5:30 Uhr mitteleuropäischer Zeit (12:30 Uhr japanischer Standard-Zeit) vom Uchinoura Raumfahrtzentrum. Beim Start der M 5 wird die Rakete, das ist eine Besonderheit bei diesem Typ, auf der Rampe bereits auf die Flugkoordinaten entsprechend dem Startwinkel und der Bahninklination ausgerichtet. Der Start verlief planmäßig und die Rakete erreichte einen Orbit mit einem niedrigsten Bahnpunkt von 247 Kilometer und einem höchsten Bahnpunkt von 560 km. Die Inklination betrug 31,4 Grad. Der Satellit ist auf Röntgen-Phänomene und die Erforschung von Schwarzen Löchern und Supernovae spezialisiert. Die Mission am Sonntag war der fünfte erfolgreiche Einsatz einer M5-Rakete. Der bislang einzige Fehlschlag mit dieser Trägerrakete ereignete sich im Februar 2002. Damals war der Vorgänger von Astro E2 an Bord.



Zündung – Die M 5-Trägerrakete ist noch in der Haltevorrichtung

26.07.2005 – Rückkehr des Shuttle in den Weltraum

Zunächst ein blendender Lichtblitz. Dann ein tiefes, in der Lautstärke schnell zunehmendes Grollen wie von einem nahenden Gewitter, Sekunden später noch einmal überläutet von einem hellem Knattern. So zeigte die Discovery die Rückkehr der USA in die bemannte Raumfahrt an. Majestätisch stieg die Raumfähre aus einer gewaltigen Wasserdampfwolke heraus und donnerte in weitem Bogen himmelwärts. Wenige Sekunden nach dem Abheben stieß die Discovery durch eine leichte Zuckerwatte-Bewölkung und hatte dann nur noch den kristallblauen Himmel über sich. Nach einem problemlosen Countdown erfolgte der Liftoff um 16:39 Uhr mitteleuropäischer Zeit. Ein Bilderbuchstart, wie es zunächst schien, aber die diversen Außenbordkameras, mit denen der Start genau beobachtet wurde, zeigten schon in den ersten Minuten des Aufstiegs, dass kleine Teile von der Tankisolierung und vom Hitzeschild des Orbiters absplitterten.

Gut zwei Minuten nach dem Liftoff, kurz nach dem Abtrennen der Feststoffraketen, löste sich ein großes Stück Schaumstoff vom Tank und fiel nach unten, ohne allerdings den Orbiter zu treffen. Acht Minuten und 30 Sekunden nach dem Liftoff trennte sich der Orbiter von seinem gigantischen Außentank, ein Ereignis, das zum ersten mal in spektakulären Bildern von einer Fernsehkamera auf dem Tank direkt zur Missionskontrolle übermittelt wurde. Zwei Wochen zuvor hatte der Start noch abgesagt werden müssen, weil einer der Treibstoff-Füllanzeigen im Boden des Wasserstoff-Tanks nicht richtig funktioniert hatte. Der Defekt konnte behoben werden. Um alle Anzeichen einer eventuellen Beschädigung zu erfassen, gab es neben einer ganzen Anzahl von Kameras an Bord der Discovery, an den Feststoffboostern und dem Außentank, nicht weniger als 107 Kameras auf dem Boden, die jeden Aspekt des Starts



Die Crew auf dem Weg zur Rampe



Lange vermisster Anblick – Liftoff eines Space Shuttles

aufzeichneten. Zusätzlich filmte ein B57 Überwachungsflugzeug den Start aus einer Höhe von über 20 Kilometern und lieferte die detailgenauesten Aufnahmen der Boostertrennung, die es im Shuttle-Programm je gegeben hatte. Die Vielzahl der eingesetzten Medien zeigte schnell, dass das Problem des sich ablösenden Schaumstoffs keineswegs vollständig gelöst ist. Gut zwei Minuten nach dem Liftoff, kurz nach der Abtrennung der Feststoffraketen, löste sich ein kopfkissengroßes Stück Schaumstoff von etwa 900 Gramm Gewicht. Das Objekt passierte allerdings den rechten Flügel des Orbiters in sicherem Abstand. Wäre dieses Schaumstück nur 30 Sekunden eher abgebrochen, und hätte es den Flügel getroffen, und dann wäre die Situation vergleichbar der gewesen, die sich bei der Columbia ereignete. Es wurden beim Start noch weitere Hitzekacheln leicht beschädigt, diese Schäden liegen aber gut innerhalb der akzeptablen Toleranzen. Insgesamt aber, und das ging bei dem Presserummel um das große Schaumstoffstück völlig unter, ist wohl noch nie ein Orbiter so „sauber“ in der Umlaufbahn angekommen wie die Discovery.



Der große Außentank kurz nach der Trennung vom Shuttle



An dieser Stelle löste sich das große Schaumstoff-Stück

30.07.2005 – Wie groß war die Gefahr wirklich?

Die derzeit laufende Shuttle-Mission sieht sich weiterhin einer beispiellosen Hysterie in den Medien ausgesetzt. Betrachten wir deshalb einmal die Tatsachen, und vergleichen den Start mit dem der Columbia vor zweieinhalb Jahren. Der Flügel der Columbia wurde seinerzeit von einem kompakten Schaumstück in der Größe eines Koffers beschädigt, das etwa 1,5 Kilogramm wog. Im Moment als es abbrach, das war 82 Sekunden nach dem Liftoff, flog Das Shuttle mit einer Geschwindigkeit von 2.500 Kilometern pro Stunde in einer Höhe von etwa 25 Kilometern. 16/100 Sekunden später war dieses Schaumstück durch die in dieser Höhe noch recht dichte Luft auf 1.600 Kilometer pro Stunde abgebremst worden.

Die relative Geschwindigkeit mit der das Geschoss damals auf den Flügel der Columbia auftraf betrug somit 900 Kilometer pro Stunde. Das vom Discovery-Außentank abgebrochene Stück wog erheblich weniger, nur etwa 450 Gramm und es löste sich auch später vom Tank, nämlich 125 Sekunden nach dem Start. Das Ereignis geschah in einer Höhe von fast 50 Kilometern. Die

Luft ist dort so dünn, dass keine rapide Abbremsung des Schaumstoff-Stückes mehr erfolgen konnte. Es trudelte somit mit etwa 40-50 Kilometern pro Stunde am Flügel vorbei. Bei einem Aufprall hätte es keinerlei Schaden angerichtet. Wäre es aber 30 Sekunden früher abgefallen, dann hätte es durchaus zu einem ernsten Problem führen können. Aber auch dann hätte die Flügelvorderkante gehalten, denn dieser Bereich ist seit der Columbia-Katastrophe verstärkt worden. Das große Schaumstoff-Stück stammt vom so genannten „Protuberance Air Load Ramp“. Interessanterweise war genau diese Stelle Gegenstand besonders langer Untersuchungen in der Folge des Columbia-Unglücks gewesen. Dieser Schaum-Damm wird von Hand aufgetragen. Er dient dazu, Leitungen vor dem Luftstrom zu schützen. Lange Zeit war erwogen worden, den Schaumstoffdamm an dieser Stelle komplett zu eliminieren. Man hatte es aber unterlassen, weil man Bedenken hatte, dass dann der Überschall-Luftstrom zu stark an den freiliegenden Leitungen rütteln und diese möglicherweise beschädigen würde. Man kann trotz der beobachteten Abplatzungen von Schaumstoff- und Kachelteilen davon ausgehen, dass dieser Flug der „cleanste“ ist, der jemals durchgeführt wurde. Erst jetzt wird klar, was für ein Schauer an Trümmern bei den 113 vorausgegangenen Flügen vom Tank abgeplatzt sein muss, und zum Teil auch auf dem Orbiter aufgeprallt ist. Es ist Fakt, dass es keinen einzigen Flug in der Geschichte der Shuttles gab, bei dem nicht nach der Landung zumindest mehrere dutzend Schadstellen in den Kacheln gefunden wurden. Insgesamt wurden bei allen Flügen zusammen etwa 15.000 schadhafte Hitzeschutzkacheln gezählt.

Bei jedem einzelnen Flug werden im Schnitt etwa 100 Kacheln komplett ersetzt, einige hundert werden repariert. Während auf der Erde auf der einen Seite die pure Aufregtheit angesagt war, oder auch nur die Suche nach der Ursache der abblätternden Schaumstoffverkleidung gesucht wurde, ging die Arbeit im All planmäßig weiter. Am 28. Juli um 13:17 Uhr mitteleuropäischer Zeit legte die Discovery an der Station an. Um 14:54 Uhr wurden die Luken geöffnet, und nach der inzwischen üblichen Begrüßungszeremonie mit



Die Unterseite des Shuttle kann von der ISS-Crew begutachtet werden



Endanflug zur ISS

Brot und Salz begann die achttägige gemeinsame Mission. Obwohl der Flug im Prinzip eine Testmission ist, bringt die Discovery doch fast 15 Tonnen an Ausrüstungsgegenständen mit zur Station. Unter anderem Sauerstoff, Wasser, einen neuen Stabilisierungskreislauf für die Lageregelung der Station und eine Montageplattform für zukünftige Außenarbeiten. Der Kommandant der ISS, der russische Kosmonaut Sergei Krikalev, und der amerikanische Flugingenieur John Phillips werden mit Hilfe der Discovery-Crew auch Abfälle und nicht mehr benötigte Ausrüstungsgegenstände in die Fähre umladen. Gestern wurde auch das Raffaello-Transportmodul mit dem Greifarm aus der Nutzlastbucht des Shuttle gehoben und mit dem Robotarm der Fähre an der Station angedockt.

August

03.08.2005 – China bringt Rückkehr-Satelliten in den Orbit

Die Volksrepublik China brachte gestern um 9:30 Uhr mitteleuropäischer Zeit (15:30 Uhr Peking Zeit) ihren 21. Rückkehr-Satelliten des Typs FSW in den Orbit. Als Trägerrakete diente eine CZ-2C-3 Rakete, eine verlängerte Version der Long March 2C. Der Start erfolgte vom Satellitenstartzentrum Jiuquan in der Provinz Gansu. 20 Minuten nach dem Liftoff erreichte der Satellit seine vorgesehene Umlaufbahn. Nach Auskunft der Nachrichtenagentur Xinhua soll der Satellit für Erdbeobachtungszwecke und Kartografierung eingesetzt werden. Tatsächlich handelt es sich bei den meisten Satelliten der FSW-Serie aber eher um militärische Foto-Aufklärungssatelliten, entsprechend den amerikanischen Typen Corona, Discoverer und Keyhole der sechziger bis neunziger Jahre. Der Satellit wird voraussichtlich nach zwei bis drei Wochen im Orbit zur Erde zurückkehren. Das FSW-Programm besteht seit 30 Jahren. Der Start am Dienstag war der 86. mit einer Trägerrakete der Long March Serie und der 44. erfolgreiche in ununterbrochener Reihenfolge seit dem Oktober 1996. Der Satellit mit einer Masse von ca. 3.000 Kilogramm umkreist die Erde auf einer Bahn mit einem erdnächsten Punkt von nur 165 Kilometern. Das Apogäum, also der höchste Bahnpunkt, liegt bei ca. 500 Kilometern. Die Inklination – die Bahnneigung zum Äquator – beträgt 63 Grad.

09.08.2005 – Landung in Kalifornien

Die Landung der Raumfähre Discovery war eigentlich für den gestrigen Montag während des Erdumflugs 201 geplant. Und sie sollte in Florida stattfinden. Es

wurde aber dann ein Tag mehr, weil sich das Wetter am Cap Canaveral unbeständig zeigte. Der zuständige Flugdirektor für Start und Landung der Discovery war Leroy Cain. Derselbe, der auch für die Landung der Columbia vor zweieinhalb Jahren zuständig gewesen war. Leroy Caine hätte die Discovery natürlich gerne in Florida nach Hause gebracht, schon der Kosten und der Zeitdauer einer Rückführung aus Kalifornien wegen.

Aber auch die eintägige Wartezeit half nichts, denn am Dienstag, wie schon am Tag zuvor, türmten sich mächtige Gewitterwolken über dem Cape. Damit blieb Caine keine andere Wahl, als die Discovery nach Kalifornien umzuleiten. So wurden es schließlich 219 Orbits, bis das Shuttle an diesem frühen Dienstagmorgen um 5:11 Uhr Ortszeit (14:11 Uhr mitteleuropäischer Zeit) auf der Runway 22 der Edwards Air Force Basis etwa 45 Minuten vor Sonnenaufgang aufsetzte. Obwohl die Medien die Mission um jeden Preis zur Beinahe-Katastrophe hoch stilisieren wollten, funktionierte in Wirklichkeit nahezu alles, was mit dem Außentank erprobt werden sollte. Die Discovery kam sechsmal „cleaner“ in der Umlaufbahn an, als der „durchschnittliche“ Shuttle davor. NASA Chef Michael Griffin meinte dazu: „Nahezu alle der Änderungen am Tank haben funktioniert. Einige wenige allerdings nicht. Jetzt müssen wir herausfinden, was der Unterschied ist zwischen den Bereichen, wo es funktioniert hat, und den Bereichen wo das nicht der Fall war. Und dann werden wir den Fehler beheben. Wir haben jetzt eine Menge bester Testdaten. Sie werden uns helfen, das Design weiter zu verbessern.“

Die Discovery hatte den beiden Langzeitbewohnern der Raumstation über einen Kubikmeter Frischwasser geliefert, 700 Kilogramm Ausrüstungsgegenstände die im Unterdeck des Shuttle verstaut waren, und weitere 1.500 Kilogramm, die im Service-Modul untergebracht waren. Die ISS selbst bekam eine neue Instrumentenplattform, die über eine



Landung der Discovery eine Stunde vor Sonnenaufgang



Kurz vor dem Aussteigen der Besatzung



Traditionelles Crew-Foto nach Landung



Die Discovery wird nach der Landung weg geschleppt

Tonne wog, und einen neuen 300 Kilogramm schweren Lagekontrollkreisel. Fast so wichtig wie die „Aufwärtsfracht“ ist auch die Rückführung der auf der ISS nicht mehr benötigten Ausrüstungsgegenstände. Unter anderem waren das nicht weniger als 11 Kurs-Navigationssysteme der russischen Sojus- und Progress Raumfahrzeuge. Sie sind zu wertvoll, um sie als „Abfall“ in der Erdatmosphäre verglühen zu lassen. Auch persönliche Gegenstände von Raumstations-Besatzungen der vergangenen zweieinhalb Jahre brachte die Discovery mit zur Erde. In den extrem engen Sojus-Kapseln konnten die Besatzungsmitglieder nur jeweils ein Kilogramm an persönlichen Stücken mitnehmen. Mit zur Erde kam auch ein defekter Lagekontrollkreisel, eben jener, den die Astronauten bei einem Außenbordmanöver durch eine neue Einheit ersetzt hatten. Das Gesamtgewicht der „Abwärtsfracht“ betrug über 3,5 Tonnen.



Künstlerische Darstellung von iSTAR

11.08.2005 – Ariane 5 stemmt Schwergewicht

Heute morgen stellte die europäische Trägerrakete Ariane 5 ihre Leistungsfähigkeit einmal mehr unter Beweis, als sie den schwersten Kommunikationssatelliten der Welt in einen geostationären Übergangorbit transportierte. Im ersten Einsatz seit nahezu sechs Monaten donnerte die Rakete knapp eine Stunde vor Sonnenaufgang von der ELA-3 Startrampe des europäischen Weltraumzentrums

Kourou in den fast wolkenlosen Himmel über Französisch Guyana. Der Liftoff erfolgte um 10:20 Uhr mitteleuropäischer Zeit (5:20 Uhr Ortszeit). Der blendend helle Feuerschweif der Rakete verwandelte die Nacht an der südamerikanischen Küste in den hellen Tag. Es war die insgesamt 22. Ariane 5, die seit dem Jahre 1996 gestartet wurde, und die erste einer neuen Version, der Ariane 5 GS. Sie ist mit verbesserten Feststoffboostern ausgestattet und zusätzlichem Treibstoff in der Oberstufe. Ein erster Startversuch war 15 Sekunden vor der Zündung abgebrochen worden.

Ein – wie sich später herausstellte – falsches Sensorssignal hatte auf ein Problem mit dem Spark Igniter System hingedeutet. Dieses System wird eingesetzt, um unmittelbar vor dem Start den Aufbau gefährlicher Wasserstoffkonzentrationen unter der Rakete zu verhindern. Die kumulierte Startverzögerung betrug schließlich 101 Minuten. Dann aber konnte der Liftoff schließlich erfolgen. Nachdem das Problem behoben war, brauchte die Rakete weitere 28 Minuten um den 6.486 Kilogramm schweren iSTAR Satelliten in einen präzisen

Orbit zu bringen. Die Trennung des Raumfahrzeugs von der Oberstufe erfolgte in einer Höhe von ca. 1.800 Kilometern auf einem elliptischen Orbit mit einem höchsten Bahnpunkt von 35.600 Kilometern und einem niedrigsten Bahnpunkt von etwa 520 Kilometern. Die Bahnneigung zum Äquator betrug sieben Grad. In den kommenden Wochen wird iPSTAR sein eigenes Antriebssystem einsetzen um das Perigäum auf geostationäre Höhe anzuheben und die Inklination auf Null Grad zu reduzieren. Danach wird er auf seine endgültige Position über dem Äquator bei 120 Grad östlicher Länge über Indonesien gesteuert.

Sobald der Satellit vom Hersteller, der Firm Space Systems/Loral, getestet worden ist, wird die Kontrolle über iPSTAR – auch bekannt unter dem Namen Thaicom 4 – an Shin Satellite übergeben. Shin Satellite ist eine in Thailand ansässige Firma, die bereits drei Satelliten betreibt, die allesamt in den neunziger Jahren gestartet worden waren. Die drei früheren Satelliten von Shin Satellite wurden in den Jahren 1993 bis 1997 jeweils von Ariane 4 Raketen in den Orbit gebracht. Die fünf Solarpaneele auf jeder Seite des Raumfahrzeugs erstrecken sich über eine Spannweite von 25 Metern und liefern eine Stromleistung von 17,6 Kilowatt am Beginn der auf 12 Jahre festgelegten Einsatzdauer des Supersatelliten. iPSTAR wird der Eckpfeiler einer neuen Breitband-Kommunikationsarchitektur werden, die einer großen Anzahl von Nutzern Hochgeschwindigkeits-Internet-Zugang für etwa 50 Dollar pro Monat bietet. Ziel ist es, einen Service bereit zu stellen, der vergleichbar ist mit terrestrischen DSL-Verbindungen. Mit seiner Mischung aus 84 Ku-band und 18 Ka-band Transpondern kann iPSTAR Kunden in mindestens 14 Nationen entlang der asiatischen und amerikanischen Pazifikküste erreichen, darunter Japan, Australien und Neuseeland.

Die gesamte digitale Kapazität an Bord von iPSTAR entspricht der von 1000 Transpondern mit konventionellem Coding. Die Datentransferkapazität liegt bei 45 Gigabit pro Sekunde. Die Mission heute morgen war erst die zweite, die in diesem Jahr von Arianespace durchgeführt wurde. Am 12. Februar hatte es den Testflug für die Ariane 5 ECA gegeben, der erfolgreich verlaufen war. Seit damals haben die Startteams die Lieferung mehrere Nutzlasten erwartet, die aus verschiedensten Gründen entweder nicht stattfanden, oder sich verzögerten. Die Manager von Arianespace hoffen, in diesem Jahr noch

* 5.296



Diesen Bereich deckt iPSTAR ab

vier weitere Flüge durchführen zu können, inklusive einer weiteren Mission mit einer Ariane 5 ECA. Die nächste Mission ist derzeit für den 29. September geplant. Dann soll eine Ariane 5G in der Mission 168 einen Doppelstart durchführen. Alles in allem hat Arianespace derzeit einen Auftragsbestand von 40 Nutzlasten. Dies schließt neun Starts ein, mit denen die sogenannten ATV's, die Automated Transfer Vehicle für den Einsatz zur Versorgung der Internationalen Raumstation, in den Orbit gebracht werden sollen.

12.08.2005 –

Leistungsfähiger Späher auf dem Weg zum Mars

Eine Trägerrakete vom Typ Lockheed Martin Atlas 5 brachte heute den Mars Reconnaissance Orbiter der NASA in den Weltraum und läutete damit eine 720 Millionen Dollar teure Mission ein, deren Hauptzweck die Auskundschaftung zukünftiger Landeplätze für unbemannte Landesonden und spätere bemannte Missionen sein wird. Die 2.300 Kilogramm schwere Raumsonde ist mit einer drei Meter durchmessenden Sende- und Empfangsantenne bestückt, um die gewaltigen Datenströme zur Erde zu senden. Später in diesem Jahrzehnt soll der Mars Reconnaissance Orbiter auch für die nächsten Landesonden als Relais-Satellit eingesetzt werden. Hauptinstrument des MRO ist eine gewaltige Kamera für ultrascharfe Bilder mit einem Auflösungsvermögen von 1,2 Gigapixel. Sie wird in der Lage sein, aus der 300-Kilometer-Umlaufbahn

noch Objekte in der Größe von 40 Zentimetern zu fotografieren. Neben der Kamera gibt es noch fünf weitere Experimente an Bord, mit denen die Oberflächenbeschaffenheit des Roten Planeten ausgekundschaftet werden soll. Während seiner zweijährigen Primärmission wird der Mars Reconnaissance Orbiter etwa 34 Terabit an Informationen zur Erde senden. Das ist ein Mehrfaches des kombinierten Datenoutputs aller anderen derzeit aktiven Planetensonden. Der Einsatz des Mars Reconnaissance Orbiters begann heute früh um 7:43 Uhr ost-amerikanischer Zeit (13:43 Uhr in Mitteleuropa) als das RD 180 Triebwerk der Atlas 5 brüllend zum Leben erwachte. Sekunden später hatte die Rakete den Startkomplex 41 an der Cap Canaveral Airforce Station hinter sich gelassen. Ein Startversuch am gestrigen Donnerstag war abgebrochen worden weil es



Die Trägerrakete vor dem Start von MRO

Probleme mit dem Befüllungssystem für den flüssigen Wasserstoff der zweiten Stufe gegeben hatte. Es stellte sich heraus, dass die Meldung durch einen Sensor-Fehler hervorgerufen worden war. Heute gab es keine signifikanten Probleme, und 58 Minuten nach dem Verlassen der Rampe wurde MRO von der Oberstufe der Rakete freigegeben. Innerhalb von 20 Minuten entfalteten sich dann die Solargeneratoren und die große Hauptantenne und rasteten wie vorgesehen ein. Es wird sieben Monate dauern, bis das Raumfahrzeug sein Ziel erreicht hat. In der Zeit wird die Sonde in einem weiten Bogen um die Sonne fast eine halbe Milliarde Kilometer zurückgelegt haben. Im kommenden März wird MRO dann in eine Umlaufbahn um den Mars einschwenken. In einer Bahn, die über die Pole des Planeten führt, wird er seine sechs Triebwerke für 25 Minuten feuern. Durch dieses Manöver wird das Raumfahrzeug um etwa 3.500 Kilometer pro Stunde verlangsamt und sich danach in einem lang gezogenen elliptischen Orbit befinden. Dieser erste Orbit wird einen niedrigsten Bahnpunkt von 300 Kilometern aufweisen und einen höchsten Bahnpunkt von 50.000 Kilometern über der Oberfläche des Roten Planeten. Über die nächsten sechs Monate wird MRO dann in einem Prozess, der als Aerobraking bezeichnet wird, die obersten Ausläufer der Marsatmosphäre nutzen, um den höchsten Bahnpunkt nach und nach abzusenken. Dieser Aerobraking-Prozess wird dazu führen, dass MRO schließlich im November 2006 in seinem kreisförmigen, polaren Arbeitsorbit in 300 Kilometern Höhe ankommt.

Nach dem Fein-Tuning aller Instrumente beginnt dann die wissenschaftliche Arbeit. Das Instrument, das mit Abstand den größten Anteil der Übertragungskapazität beansprucht ist das High Resolution Imaging Science Experiment, kurz HiRSE, eine 70 Kilogramm schwere Kamera, gebaut von Ball Aerospace und gemanagt von Alfred McEwen von der Universität von Arizona. Die HiRSE Kamera ist um einen 50-Zentimeter Hauptspiegel und eine Anordnung von 14 CCD-Detektoren herum gebaut. Es ist die größte Kamera, die je für eine Anwendung außerhalb des Erdborbits angefertigt wurde. Die Kamera wird Bildbänder produzieren, die einen Bereich von etwa fünf Kilometern Breite und 15 Kilometer Länge abdecken. McEwen's Team plant, während der Primärmission mindestens 1.000 dieser hoch aufgelösten Bilder und weitere 9.000 Bil-



* S.296
Mars Reconnaissance Orbiter
im Marsorbit – Künstlerische Darstellung

der mit niedrigerer Auflösung anzufertigen. HiRSE ist im Prinzip nichts anderes als eine riesige Digitalkamera. Ihre Bilder werden 20.000 Pixel breit und 60.000 Pixel hoch. Um ein HiRSE Bild mit voller Auflösung zu sehen zu können, müsste man 1.200 Computer mit 17 Zoll Bildschirmen zusammenstellen. Weitere Instrumente an Bord von MRO sind der „Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer“, der nach spektralen Fingerabdrücken von Oberflächenmineralien sucht, die sich in der Anwesenheit von Wasser auf dem Mars gebildet haben könnten. Weiter befindet sich eine so genannte Kontext-Kamera an Bord, mit einem Auflösungsvermögen von etwa 25 Metern.

Diese Kamera stellt Bilder her, die jeweils einen 30-Kilometer breiten Streifen der Oberfläche abbilden. Der „Mars Color Imager“ wird einen globalen Überblick über Phänomene in der Mars-Atmosphäre liefern, und der „Mars Climate Sounder“ wird nach Wasserdampf, Staub und Eis suchen. Und schließlich gibt es noch ein letztes Gerät an Bord, das „Shallow Subsurface Radar“, mit dem bis in 1,5 Kilometern Tiefe nach Eis-Lagerstätten gesucht werden kann.



Start der Sojus-Fregat mit Galaxy 14

14.08.2005 – Sojus springt für Ariane ein

Raumfahrt, und mehr noch die kommerzielle Raumfahrt, ist international. Ein Beispiel dafür ist der Start von Galaxy 14, der heute in den frühen Morgenstunden erfolgte. Eine russische Rakete, die von einer multinationalen europäischen Firma vermarktet wurde, brachte einen amerikanischen Nachrichtensatelliten erfolgreich in den Orbit. Der Start der insgesamt 1.699. Sojus erfolgte um 1:28 Uhr mitteleuropäischer Zeit von der Startrampe 6 des Kosmodroms von Baikonur in Zentral-Kasachstan. Die über 300 Tonnen schwere Rakete schwenkte auf Ostkurs und erreichte neun Minuten nach dem Liftoff einen ersten Übergangorbit. Während der Antriebsphase zeigten Kameras in Baikonur wie die Sojus der aufgehenden Sonne entgegen flog (in Kasachstan war es 5:28 Uhr). Der Flammenstrahl aus den Triebwerken breitete sich aus, je mehr die Rakete an Höhe gewann, und lieferte damit ein spektakuläres Bild für die Fernsehzuschauer und die Beobachter am Boden.

Nach dem Orbiteinschuss erfolgten zwei Brennmanöver der Fregat-Oberstufe, die erst zum siebten Mal zum Einsatz kam. Sie brachten den gut 2.000 Kilogramm schweren Galaxy 14-Satelliten exakt auf die geplante

geostationäre Transferellipse. Der höchste Bahnpunkt liegt 72.000 Kilometern über der Erdoberfläche, der niedrigste Punkt immerhin noch bei 6.630 Kilometern. Die Inklination betrug nach dem abschließenden Brennmanöver 49,3 Grad. Die Fregat setzte einen Federmechanismus ein, um die Nutzlast nach Abschluss der Antriebsphase freizugeben. Eine Stunde und 37 Minuten nach dem Start war die Mission des Trägers beendet. Galaxy 14 ist nach dem Start in guter Verfassung und wird sich in den nächsten Tagen und Wochen mit seinem eigenen Antriebssystem in den endgültigen Orbit manövrieren. Der Start wurde von Starsem abgewickelt, einer internationale Organisation, an der auch Arianespace beteiligt ist. Galaxy 14 war insgesamt bereits der 13. Sojus-Start, der von Starsem gemanagt worden ist. In diesem aktuellen Fall wurde die Mission von der Ariane 5 abgezogen, damit der Start zum Wunschtermin des Kunden – dem amerikanischen Satellitenoperator PanAmSat – durchgeführt werden konnte. Arianespace hat derzeit Probleme das ziemlich gut gefüllte Auftragsbuch (derzeit 40 Nutzlasten) termingerecht abzuarbeiten. PanAmSat will Galaxy 14 auf einem permanenten Slot über dem Äquator auf 125 Grad westlicher Länge einsetzen. Diese Position liegt über dem Zentralpazifik.

Er wird dort zusammen mit Galaxy 12 Dienst tun, der seit zwei Jahren an dieser Position steht. Galaxy 14 ist mit 24 C-Band Transpondern ausgestattet und soll ca. 15 Jahre lang Kunden hauptsächlich an der amerikanischen Westküste und auf Hawaii bedienen. Haupteinsatzgebiete sind Breitband-Internetdienste, Digital-Fernsehen und Fernsehübertragungen für Kabelgesellschaften. Galaxy 14 wurde von Orbital Sciences in Dulles, Virginia gebaut. Das Raumfahrzeug basiert auf dem Star-2 Satellitenbus. Galaxy 14 ist der zweite in einem Trio von Orbital Sciences Satelliten für PanAmSat. Galaxy 12 war im April 2003 von einer Ariane 5 in den Orbit gebracht worden, Galaxy 15 wird in einigen Wochen folgen, und soll ebenfalls von einer Ariane 5 gestartet werden. Der nächste zivile Sojus-Start ist derzeit für den 8. September geplant. Dann soll eine Sojus U das 19. Progress-Versorgungsschiff auf den Weg zur Internationalen Raumstation bringen.

24.08.2005 – Dnepr sendet zwei japanischer Satelliten in den Orbit

Eine russische Rakete mit einer langen militärischen Biografie startete heute Nacht aus einem unterirdischen Startsilos um zwei japanische Technologiesatelliten in den Orbit zu befördern. Der Start der Dnepr 1 erfolgte gestern um 23:10 Uhr mitteleuropäischer Zeit vom militärischen Startkomplex 109 am



OICETS – Künstlerische Darstellung



INDEX – Künstlerische Darstellung

Weltraumzentrum Baikonur in Zentral-Kasachstan. Die Rakete steuerte nach dem Liftoff auf einen fast genau südlichen Kurs, der über den Iran und die Arabische Halbinsel führte. Die beiden Satelliten wurden schließlich hoch über der Ostküste von Somalia freigegeben. Die Flugcontroller bestätigten, dass sich die beiden Raumfahrzeuge wie vorgesehen 15 Minuten nach Beginn der Mission von der dritten Stufe der Dnepr 1 getrennt hatten. Der erzielte Orbit ist annähernd kreisförmig in 610 Kilometern Höhe und weist eine Bahnneigung von 97,8 Grad zum Äquator auf. Es war dies die fünfte zivile Orbitmission des modifizierten militärischen Atomwaffenträgers vom Typ SS-18 unter der Leitung von Kosmotras.

Zu Sowjetzeiten trug diese Rakete die Nato-Codebezeichnung „Satan“, was nicht ganz falsch war, denn das 211 Tonnen schwere Projektil ist die schwerste Interkontinentalrakete, die jemals gebaut wurde. In den letzten 25 Jahren sind über 160 Starts mit ihr durchgeführt worden. Die Dnepr galt schon zu ihrer aktiven Militärzeit als sehr zuverlässig. Dies ist sie auch in ihrer zivilen Rolle. Alle bisherigen Satellitenstarts verliefen erfolgreich. Die Dnepr wurde zu Sowjet-Zeiten in der Ukraine gebaut. Die Rakete wird heute von dem internationalen Joint-Venture Kosmotras vermarktet, das die Rakete für das Marktsegment der kleinen und mittelgroßen Satelliten für den niedrigen Erdorbit anbietet. Die Nutzlast bei diesem Flug bestand aus zwei japanischen Technologiesatelliten der japanischen Weltraumbehörde JAXA. Hauptnutzlast war der Optical Inter-orbit Communications Engineering Test Satellite (OICETS). Als Secondary Payload war der Innovative Technology Demonstration Experiment Satellite, kurz INDEX, an Bord.

Nach der Aktivierung und dem üblichen Checkout wird OICETS über einen Zeitraum von einem Jahr Kommunikationstests im Weltraum durchführen. Dabei geht es um die Etablierung von Kommunikationslinks zwischen mehreren Satelliten in unterschiedlichen Umlaufbahnen. Getestet werden Laser-Links und neuartige Sensoren. Die Versuche werden dabei in Zusammenarbeit mit dem experimentellen europäischen Kommunikationssatelliten Artemis durchgeführt. Weil Artemis bei seinem eigenen Start im Jahre 2001 in einem

falschen Orbit abgeliefert wurde, und es bis zum Januar 2003 dauerte, bis er mit Hilfe seiner Ionentriebwerke in der richtigen Umlaufbahn ankam, verzögerte sich auch der Start von OICETS. Der 570 Kilogramm schwere OICETS trägt eine große optische Kommunikationsnutzlast mit der Bezeichnung Laser Utilizing Communications Equipment, kurz LUCE. Dieses Instrument besteht aus einem 25 cm-Teleskop, das die Funktion einer Antenne wahrnimmt, einem Empfänger und einem Transmitter. Mit an Bord der Dnepr 1 war auch der 70 Kilogramm schwere Technologiesatellit INDEX. Seine Aufgabe ist es, eine Reihe von Komponenten und Technologien unter den harten Bedingungen des Welt-raums für künftige Weltraum-Anwendungen zu testen. Das Raumfahrzeug hat verbesserte Computerprozessoren an Bord, einen glasfaseroptischen Lagekontrollkreis, verkleinerte GPS-Empfänger, neuartige Solargeneratoren und eine Mangan-Lithiumionen-Batterie. Mit weiteren Instrumenten an Bord von INDEX wird die polare Aurora der Erde beobachtet und die Energie ihrer Elektronen und Ionen gemessen. Einem japanischen Brauch folgend wurden beide Satelliten nach der erfolgreichen Ankunft im Orbit und ihrer Aktivierung umbenannt. OICETS heißt jetzt Kirari und INDEX wird ab jetzt Reimei genannt.

27.08.2005 – Monitor-E wieder unter Kontrolle

Russische Missionscontroller haben die Kontrolle über einen Erdbeobachtungssatelliten wiedererlangt, der sich nach dem Absetzen in der Umlaufbahn nicht wie geplant bei der Bodenstation meldete. Trotz eines problemlosen Starts an Bord einer Rokot-Rakete vom Kosmodrom Plesetzk am Freitag um 20:34 Uhr mitteleuropäischer Zeit, gelang es den Flugcontrollern zunächst nicht, den Kontakt mit ihrem Monitor-E Satelliten aufzunehmen. Erst einige nervenaufreibende Stunden später konnte die Verbindung hergestellt werden. Die Ursache der Anomalie ist noch ungeklärt. Nach Auskunft der Verantwortlichen ist das Raumfahrzeug aber in gutem Zustand und funktioniert einwandfrei. Nach Angaben des Herstellers Chrunitchev ist Monitor-E1 (Monitor Experimental 1) ein experimenteller Erderkundungssatellit der mit zwei opto-elektronischen Kameras ausgerüstet ist, die für zivile Erdbeobachtungszwecke eingesetzt werden. Die wissenschaftlichen Hauptziele für Monitor E beinhalten Kartografie, Studien der Umweltverschmutzung und Disaster-Monitoring. Der 750 Kilogramm schwere Satellit bewegt sich auf einer sonnensynchronen Kreisbahn in einer Höhe von 540 Kilometern. Laut Chrunitchev ist das Raumfahrzeug für eine Missionsdauer von mindestens fünf Jahren ausgelegt.



Start einer Long March 2D von Jiuquan aus (Archivbild)

29.08.2005 – Einer runter, einer rauf

Erhebliches Verkehrsaufkommen im Luft- und Weltraum über China. Nur wenige Stunden nach der Landung der Rückkehrkapsel von FSW 21 startete China erneut einen Rückkehrsatelliten der FSW-Serie. Auch hier gaben die offizielle Stellen bekannt, dass es sich um einen Erderkundungssatelliten handelt, der wissenschaftliche und technologische Experimente durchführen soll.

Tatsächlich wird es sich aber auch hier um eine militärische Foto-Aufklärungsmission handeln. Die Kapseln sind Bestandteil des seit 30 Jahre bestehenden FSW-Programmes, bei dem Rückkehrkapseln verwendet werden, um Filmmaterial und Experimente wieder aus dem Weltraum zurück zu bringen. FSW 21 war 27 Tage in der Umlaufbahn verblieben. FSW 22 wird wahrscheinlich ähnlich lange im Orbit bleiben, und Ende September wieder in China landen. Der Start am Montagnachmittag vom Startzentrum Jiuquan in Nordwest-China war die 45. erfolgreiche Weltraummission Chinas in ununterbrochener Folge seit Oktober 1996. Insgesamt war es die 87. Raumflug des Landes in den vergangenen 35 Jahren. Und um bei den Zahlen zu bleiben: Die Mission ist der 7. Flug

der zweistufigen, gut 40 Meter langen, Long March 2D. Es gab in China bislang erst einmal zwei derart knapp aufeinander folgende Missionen, und das war im letzten Jahr mit Rückkehrkapseln ähnlichen Typs. Ein Zeichen dafür, dass das chinesische Weltraumprogramm mehr und mehr an Moment gewinnt, und offensichtlich auch die militärischen Aspekte zusehends Gewicht bekommen. In Kürze wird die chinesische Raumfahrt die Aufmerksamkeit der Weltöffentlichkeit auf sich ziehen, denn Mitte Oktober wird der zweite bemannte Raumflug



Rückkehrkapsel von FSW 21

des Landes stattfinden. Bei dieser Mission werden zwei Astronauten, oder Taikonauten, wie die Chinesen sagen, an Bord des Raumschiffs Shenzhou 6 in den Orbit starten. Der Flug wird fünf Tage dauern, und erstmals wird sich die Besatzung dabei frei im Raumfahrzeug bewegen und das Servicemodul in Betrieb nehmen.

02.09.2005 – Erfolg beim 1.700. Sojus-Start

Die älteste russische Raketendynastie passierte am Freitag einen neuen Meilenstein in ihrer Familiengeschichte, als eine Sojus U vom Weltraumbahnhof in Baikonur einen neuen Satelliten für das russische Verteidigungsministerium in den Orbit brachte. Der Start um 11:50 Uhr mitteleuropäischer Zeit war schon der siebte Einsatz einer Sojus in diesem Jahr und der 1.700. insgesamt. Die Nutzlast bekam nach dem Start die bei Militärsatelliten übliche nichts sagende fortlaufende Nummer: Kosmos 2415. Der dreistufige Booster brachte die Nutzlast offensichtlich sicher in den beabsichtigten Orbit. Diese Umlaufbahn ist

extrem niedrig, ein Hinweis darauf, dass es sich bei dem Raumfahrzeug um einen Fotoaufklärer handelt. Die Tracking-Daten belegen, dass Kosmos 2415 sich auf einer Bahn mit einer Inklination von 65 Grad in einem leicht elliptischen Orbit mit einem höchsten Bahnpunkt von etwa 300 Kilometern und einem niedrigsten Bahnpunkt von etwa 180 Kilometern bewegt. Die Bahndaten weisen daraufhin dass es sich bei Kosmos 2415 um einen Aufklärungssatelliten vom Typ Kometa handelt. Satelliten dieses Typs belichten normalen chemischen Film und bringen diesen zur Erde zurück. Sie sind etwa 6.600 Kilogramm schwer und basieren auf der Yantar 1KFT-Plattform. Bisher wurden 21 Kometa/Yantar-Satelliten gestartet, der erste bereits im Jahre 1981. Satelliten der Yantar-Klasse bleiben im Schnitt 45 Tage im Orbit bevor sie zur Erde zurückkehren.



Sojus U (Archivbild)

09.09.2005 – Frachtschiff unterwegs zur ISS

Ein automatisches Versorgungsfahrzeug, beladen mit 2,5 Tonnen Nahrungsmittel, Wasser, Ausrüstungsgegenständen und Treibstoff, begann gestern nachmittag nach einem erfolgreichen Start vom russischen Kosmodrom in Baikonur an der Spitze einer Sojus U-Trägerrakete seine zweitägige Reise zur Internationalen Raumstation. Der Start in der zentralasiatischen Steppe von Kasachstan erfolgte genau nach Plan um 15:08 Uhr mitteleuropäischer Zeit. Das Frachtschiff erreichte neun Minuten später einen ersten Übergangsortbit und trennte sich von der dritten Stufe der Trägerrakete. Danach entfalteten sich die 10 Meter spannenden Solargeneratoren und die Navigationsantennen. Der Frachter



Progress 19 P auf dem (Schienen-)Weg zur Startrampe

wird in der Montagesequenz der Raumstation unter der Bezeichnung Progress 19P geführt, bezeichnet also die inzwischen 19. Versorgungsmission zum Außenposten. Die russische Raumfahrtbehörde führt das Fahrzeug unter der Bezeichnung Progress M-54. Es ist dies der dritte Progress-Start in diesem Jahr. Das automatische Anlegemanöver am Zvezda-Dockingport der ISS ist für Samstag gegen 16:50 Uhr mitteleuropäischer Zeit geplant. Dieser Docking-Port wurde erst gestern wieder frei, als Progress

18P (M-53) mit einer Ladung Müll und nicht mehr benötigter Ausrüstung von der Station ablegte. Drei Stunden nach dem Un-Docking feuerte das Raumfahrzeug seine Triebwerke um die Umlaufbahn zu verlassen. Weitere 45 Minuten später verglühte die Progress über dem Südpazifik in den oberen Schichten der Erdatmosphäre. Im Frachtcontainer von Progress 19P befinden sich 146 russische und 83 amerikanische Ausrüstungsgegenstände im Gesamtgewicht von 1.240 Kilogramm. Im Treibstoffmodul befinden sich 800 Kilogramm Treibstoff, die in das russische Segment der Raumstation gepumpt werden. Dieser Treibstoff wird für die Lageregelungs-Triebwerke der ISS benötigt. Und schließlich bringt die Progress noch 110 Kilogramm Sauerstoff und zusätzliche so genannten Oxydator-Kartuschen, die im Notfall eingesetzt werden, um den Sauerstoffgehalt der Bordatmosphäre zu erhöhen, sowie 210 Liter Frischwasser.

10.09.2005 – Proton startet kanadischen Satelliten

Gestern in den frühen Morgenstunden erreichte eine leistungsstarke Übertragungsplattform für Fernsehen, Daten- und Luftverkehrsnavigation nach einem problemlosen neunstündigen Aufstieg in den Orbit die vorgesehene Umlaufbahn. Der kanadische Telekommunikationssatellit Anik F1R begann seine auf 15 Jahre angesetzte Weltraummission um 23.54 Uhr mitteleuropäischer Zeit mit einem Start vom Kosmodrom Baikonur in Kasachstan. Es war dies der zweite Orbitalstart innerhalb von nur fünf Stunden vom russischen Weltraumzentrum. Zuvor war Progress 19P auf den Weg zur ISS geschickt worden. Innerhalb von 10 Minuten brachten die drei ersten Antriebsstufen der kommerziellen Proton Breeze M den 4,5 Tonnen schweren Satelliten in eine suborbitale Bahn, bevor die Breeze M Viertstufe den weiteren Antrieb übernahm. Eine erste Triebwerkszündung dieser Einheit brachte die verbliebene Kombination in eine niedrige Kreisbahn von etwa 200 Kilometern, mit einer Inklination von 51,6 Grad zum



Aufrichten der Rakete am Launch Pad

Äquator. In den darauf folgenden neun Stunden erhöhten vier weitere Brennmanöver der Breeze M den Orbit auf einen höchsten Bahnpunkt von 35.680 Kilometern und einen niedrigsten Bahnpunkt von 3.400 Kilometern über der Erde. Gleichzeitig wurde die Bahnneigung zum Äquator auf 10 Grad abgesenkt. Das bordeigene Antriebssystem von Anik F1R wird die Zirkularisierung des Orbits vornehmen, und den Satelliten auf seiner Parkposition auf 107,3 Grad West über dem Äquator in einer geosynchronen Kreisbahn von 35.600 Kilometern stationieren. Diese Position liegt über dem Ostpazifik.

Die Mission der Rakete wurde von International Launch Services gemanagt, die alle kommerziellen Missionen der russischen Proton unter ihren Fittichen hat. Dieses US/russische Joint Venture war vor 10 Jahren gebildet worden um die russische Proton und die amerikanische Atlas-Trägerrakete gemeinsam zu vermarkten. Eigentümer des Satelliten ist Telesat, ein Unternehmen, das bereits im Jahre 1969 gegründet worden war und das im Jahr 1972 den ersten kommerziellen Inlandssatelliten in den geostationären Orbit bringen ließ. Anik F1R wird nach der Testphase im Herbst seinen Dienst aufnehmen. Das neue Raumfahrzeug ist mit 32 Ku-Band und 24 C-Band Transpondern für Fernseh- und Datenübertragung ausgestattet. Zusätzlich trägt der Satellit noch ein Navigationspaket für den C-Band und L-Band-Bereich, mit dem auf GPS-



Anik F1R an der Spitze der Trägerrakete

Daten basierende Leitinformationen an Flugzeuge auf tausenden kleinen und mittleren Flugplätzen und Landestreifen übermittelt werden. Das Raumfahrzeug wurde von EADS Astrium gebaut und basiert auf dem Eurostar 3000-Bus. Anik F1, R ersetzt den fünf Jahre alten Anik F1 der wegen eines Problems mit seinen Solargeneratoren eine erhebliche Verkürzung seiner Einsatzlebensdauer hinnehmen musste. Dieser Start war die dritte ILS Proton Mission des laufenden Jahres. In diesem Jahr hat ILS auch bereits drei Atlas-Missionen organisiert. Alle Flüge waren erfolgreich.

23.09.2005 –

Minotaur malt Spiralen in den Abendhimmel

Der Start einer Orbital Sciences Minotaur am Donnerstag vom amerikanischen Weltraumbahnhof Vandenberg erzeugte ein spektakuläres Schauspiel am kalifornischen Abendhimmel. Die optischen Effekte faszinierten die kundigen Zuschauer und erschreckten die unwissende Bürger im gesamten Südwesten der USA. Die sechs Stockwerke hohe Minotaur verließ die Startrampe gestern abend um 19:24 Uhr amerikanischer Westküstenzeit (4:24 Uhr mitteleuropäischer Zeit am 23.9.). An Bord der ausschließlich mit festen Treibstoffen betriebenen Rakete befand sich ein experimenteller Militärsatellit.

Der Start war schon im Vorfeld als potentiell spektakuläres Himmelspektakel angekündigt worden. Und die Prognose bewahrheitete sich. Die Abgase der Rakete erzeugten eine schnell wachsende Farbwolke, die sich spiralförmig in den Abendhimmel schraubte. Die Anwohner in Zentral- und Südkalifornien hatten dabei die Logenplätze für dieses Schauspiel, aber auch weit entfernt lebende Menschen in Utah, Nevada und Arizona konnten das unglaubliche Schauspiel mit ansehen. Fernsehstationen und Polizeidienststellen im ganzen Südwesten der USA wurden mit Anfragen irritierter Bürger überflutet. Der Aufstieg der Rakete in den gewünschten Orbit war perfekt dafür getimed, ein spektakuläres „Dämmerungsphänomen“ zu produzieren. Es spielt sich immer dann ab, wenn Raketen mit Feststoffantrieben unmittelbar vor oder nach dem Sonnenauf- oder untergang starten. Nicht verbrannte Treibstoffpartikel und Wassertropfen im Abgasstrahl der Rakete gefrieren in den oberen Schichten der Atmosphäre und werden vom Sonnenlicht in den höheren Luftschichten



* S.296
Fremdartige optische Effekte

reflektiert. Dazu kamen Höhenwinde, welche dem Kondensstreifen den eigenartigen Korkenziehereffekt mitgaben. Auf den Startanlagen der Vandenberg Air Force Base, die sich etwa 200 Kilometer nordwestlich von Los Angeles an der Pazifikküste befindet, haben seit dem Dezember 1958 mehr als 1.700 Starts stattgefunden. Aber nur ein winziger Bruchteil dieser Starts lieferte ähnlich spektakuläre Bilder. Die von Orbital Sciences „zusammengestellte“ Minotaur besteht aus nicht mehr benötigten Erst- und Zweitstufen der Minuteman 2 Interkontinentalrakete und aus der Dritt- und Viertstufe des von Orbital produzierten Satellitenträgers Pegasus. Dieses Hybridvehikel wird eingesetzt, um der US-Regierung ein zuverlässiges Startfahrzeug für Kleinsatelliten zur Verfügung zu stellen. Nutzlast an Bord der etwa 20 Millionen Dollar teuren Minotaur war ein Technologiesatellit der amerikanischen Streitkräfte mit der Bezeichnung Streak.



* S.296
Riesiger Kondensstreifen über der Stadt

Die allgemein und vage gehaltene Aufgabenbeschreibung des Satelliten, eigentlich nur Worthülsen im typischen offiziellen Verlautbarungsslang, deuten auf eine hochgeheime Nutzlast hin. Die Minotaur brachten den Satelliten auf eine sonnensynchrone Umlaufbahn. Streak wurde von General Dynamics C4 Systems/Spectrum Astro Space Systems in Gilbert, Arizona gebaut. Betrieben wird das Raumfahrzeug von der „Defense Advanced Research Projects Agency“, kurz DARPA. DARPA ist die amerikanische Verteidigungsorganisation, deren Aufgabe es nach eigenem Bekunden ist „die technologische Überlegenheit des US-Militärs zu sichern, technologischen Überraschungen, welche die

Sicherheit des Landes gefährden könnten, frühzeitig zu erkennen und revolutionäre, viel versprechende Technologien zu unterstützen und zu erproben, und die Lücke zwischen fundamentalen neuen Erkenntnissen und ihrer militärischen Anwendung zu schließen“. Der heutige Einsatz war die insgesamt vierte Mission einer Minotaur. Ein weiterer Einsatz ist für den 18. Dezember geplant. Dann soll ein Taiwanesisch-amerikanisches Vorhaben mit der Bezeichnung COSMIC gestartet werden, bei der eine Konstellation von sechs Kleinsatelliten in einem niedrigen Erdorbit platziert wird.



Die neue Generation von GPS-Satelliten in künstlerischer Darstellung

26.09.2005 – GPS Modernisierung beginnt

Eine Boeing Delta 2 brachte am Samstagabend den ersten Satelliten der modernisierten GPS-Serie in den Welt- raum. Nach einem völlig problemfreien Countdown hob sich um 23:37 Uhr ostamerikanischer Ortszeit (5:37 Uhr mitteleuropäischer Zeit am 26. September) die Rakete von der Startanlage 17 der Cap Canaveral Airforce Station ab und donnerte auf einem blendend hellen Feuerstrahl in den Nachthimmel über Florida. Der Start war noch im einige hundert Kilometer südlich gelegenen Miami gut zu erkennen. Der gut zwei Tonnen schwere GPS 2R-M1 wurde von der dreistufigen Delta zunächst in einen Übergangsortbit transportiert, der einen niedrigsten

Bahnpunkt von 220 Kilometern und einen höchsten Bahnpunkt von 17.500 Kilometern aufwies. Diese Bahn war 25 Minuten nach dem Verlassen der Star- trampe erreicht. Die Flugkontroller auf dem Boden werden die nächsten Tage damit verbringen, den 75 Millionen Dollar teuren Satelliten auf seine endgültige Umlaufbahn zu steuern. Dazu muss in einigen Tagen der so genannte „Kickmotor“ gezündet werden, um den niedrigsten Bahnpunkt anzuheben. Erst danach werden die Solargeneratoren und Antennen komplett entfaltet.

Nach der Bahnanpassung beginnt eine viermonatige Testphase, in welcher der von Lockheed Martin gebaute Satellit auf Herz und Nieren geprüft wird. GPS 2R-M1 ist eine neue Generation von GPS-Satelliten. Sie stellen nicht nur das bislang bekannte Navigationssignal zur Verfügung sondern auch zwei neue Signaltypen für das amerikanische Militär und ein weiteres für die zivile Nutzung. Die Verbesserung für das Militär betreffen ein besser störungsgesichertes Signal und spezielle Zielführungsalgorithmen für GPS-gelenkte Waffen

wie zum Beispiel Cruise Missiles. Das neue zivile Signal korrigiert Navigationsfehler die durch Einflüsse der Ionosphäre entstehen. Lockheed Martin hat einen Auftrag über 21 GPS 2R Satelliten für die US Airforce. Mit dem heutigen sind davon bislang 14 gestartet worden. Vor fünf Jahren entschlossen sich die Militärs die letzten acht Satelliten dieser Serie in einer modernisierten Ausführung zu starten. Diese Änderungen passten noch in den existierenden Design der GPS 2R Serie, obwohl die neuern Satelliten etwa 30 Kilogramm schwerer sind, als die bisherige Version. Sie haben neben Änderungen in der Elektronikausstattung ein neu konstruiertes Antennenpanel, effizientere Solargeneratoren und leistungsstärkere Transmitter. Der zweite modernisierte Satellit wird gegen Ende des Jahres nach Cap Canaveral transportiert. Er soll Anfang nächsten Jahres gestartet werden. Das genaue Startdatum wird festgelegt, wenn die Resultate der Tests von GPS 2R-M1 vorliegen. Das US-amerikanische GPS-Netz ist für 24 Primär- und mehrere Back-up Satelliten ausgelegt, die auf sechs verschiedenen Orbitalbahnen laufen. Die ersten GPS-Starts erfolgten 1989.

Momentan befinden sich 28 funktionierende GPS-Satelliten im Orbit. GPS 2R-M1 wird auf der Bahnebene C im Slot 4 positioniert. Er übernimmt dort die Position von GPS 2A-20, der im Mai 1993 gestartet worden war. Dieser Satellit nähert sich langsam dem Ende seiner Einsatzlebensdauer und wird für den Rest seiner nutzbaren Dienstzeit auf einer anderen Position in derselben Bahnebene als Reservesatellit Dienst tun. Die Air Force beabsichtigt, im nächsten Jahr drei neue GPS Satelliten in Dienst zu stellen. Das liegt im normalen Schnitt für die Konstellation, denn seit Jahren werden regelmäßig zwischen zwei und vier Satelliten pro Jahr gestartet, um entweder das Netz zu erweitern oder aber alte Satelliten zu ersetzen. Während die neue Serie grade in Dienst geht ist bereits die nächste Generation in Arbeit. Die GPS 2F Satelliten werden bei Boeing in Kalifornien hergestellt werden. Sie werden das gleiche Signalangebot haben wie die GPS 2R-M-Serie aber noch ein zusätzliches Signalangebot für die Luftfahrtindustrie haben. Ein Dutzend dieser Satelliten sind bereits bestellt. Sie werden ab 2007 von Cap Canaveral aus in den Orbit gebracht werden. Der Start am Sonntag war der 53. Start eines GPS-Satelliten und der 42. der mit einer Delta 2 durchgeführt wurde. Für Boeings Arbeitspferd markierte das den 118 erfolgreichen Einsatz einer Delta 2 bei insgesamt 120 Einsätzen seit 1997. Seit 1997, vor 65 Starts, gab es keinen Fehlstart mehr. Der nächste Einsatz einer Delta 2 wird von der Vandenberg Air Force Basis aus erfolgen. Als

Startzeitpunkt ist der 26. Oktober geplant. Dann sollen zwei NASA-Forschungssatelliten in den Orbit gebracht werden: CloudSat und CALIPSO, zwei Umweltforschungssatelliten. Die nächste Delta 2, die von Cap Canaveral aus auf die Reise in den Orbit gehen soll, wird Anfang nächsten Jahres entweder GPS 2R-M2 oder den militärischen Experimentalsatelliten MITEK der Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) in die Umlaufbahn transportieren.

Oktober



Die Trägerrakete wird montiert

01.10.2005 – Neue Crew auf dem Weg zur ISS

Eine russische Sojus-Rakete startete in den frühen Morgenstunden des Samstag vom Kosmodrom in Baikonur und brachte eine frische zweiköpfige Besatzung und den dritten Weltraumtouristen in der Geschichte der Raumfahrt in den Orbit. Ziel der drei Raumfahrer ist die Internationale Raumstation, die am Sonntagabend erreicht werden soll. Unter einem teilweise bedeckten Himmel zündeten die Triebwerke des Sojus U-Trägers am Samstag um 5:54 Uhr. Neun Minuten später hatte das Raumfahrzeug den Orbit erreicht. Die Entfaltung der Solargeneratoren und Antennen verlief nominal, und die Crew berichtete, dass alle Systeme wie geplant funktionierten. An Bord befinden sich Expedition 12 Commander Bill McArthur, Flugingenieur und Sojus-Kommandant Valery Tokarev und der amerikanische Geschäftsmann Gregory Olsen, der den Russen etwa 20 Millionen Dollar dafür bezahlt hat, die Internationale Raumstation besuchen zu dürfen.

Wenn alles klar geht, wird Tokarev am Sonntag um 19:32 Uhr das vollautomatische Andockmanöver an der Pirs -Luftschleuse der ISS überwachen. Nach dem Öffnen der Luken, etwa drei Stunden später, werden die ankommenden Raumfahrer von der Crew der Expedition 11, Commander Sergei Krikalev und dem amerikanischen Flugingenieur John Phillips begrüßt. Krikalev und Phillips werden zusammen mit Olsen am 10. Oktober zur Erde zurückkehren. Die Landung in Kasachstan wird dann einen sechsmonatigen Aufenthalt in der ISS beenden. McArthur und Tokarev werden bis zum nächsten März an Bord der Station bleiben, und danach von der Expeditionscrew 13 abgelöst werden. McArthur sollte ursprünglich mit dem Shuttle zur Erde zurückkehren,

aber die anhaltenden Probleme mit den amerikanischen Raumfähren verhinderten dies. Der nächste Shuttle-Flug wird derzeit nicht vor dem nächsten Mai erwartet.

03.10.2005 – Expeditionscrew 12 erreicht ISS

Das vorgestern gestartete russische Raumschiff Sojus TMA-7 legte heute morgen um 7:27 Uhr mitteleuropäischer Zeit an der Internationalen Raumstation an. Der zweitägige Transferflug war ohne Probleme verlaufen. Auch das vollautomatische Anlegemanöver klappte reibungslos. Damit ist die 12. Langzeitcrew der ISS an Bord ihrer neuen Residenz gegangen. Mit ihnen flog der amerikanische Geschäftsmann Greg Olson, der insgesamt dritte Weltraumtourist im Orbit, zur ISS. Das Anlegema-



Pressekonferenz an Bord der ISS – Greg Olson links hinten

nöcher erfolge am Pirs-Docking Modul, im russischen Teil der Internationalen Raumstation, 400 Kilometer über Zentralasien. Zwei Orbits später wurden die Luken zwischen der Kapsel und der Station geöffnet, und Bill McArthur, Flugingenieur Valery Tokarev und Greg Olson konnten in die ISS hinüberschweben. Tokarev und McArthur werden die nächsten sechs Monate an Bord der Station verbringen. Tourist Greg Olsen hat etwa 20 Millionen Dollar an die Russische Weltraumagentur bezahlt, und verbringt dafür acht Tage an Bord der Station. Er wird am 10. Oktober mit Sergei Krikalev und John Phillips, der Langzeitcrew der scheidenden Expedition 11, zur Erde zurückkehren. Die beiden haben dann insgesamt 179 Tage an Bord der Station verbracht.

09.10.005 – Rokot versenkt Cryosat im Eismeer

Der dritte Fehlschlag bei einem Satellitenstart in diesem Jahr geht erneut auf das Konto einer russischen Trägerrakete. Auch in diesem Fall versagte eine modifizierte Interkontinentalrakete mit welcher der Kunde einen möglichst preisgünstigen Zugang zum Weltraum suchte. Den Schaden hat diesmal die ESA, die gestern Nachmittag versuchte, den Umweltmonitoring-Satelliten Cryosat mit einem russischen Träger vom Typ Rokot in eine polare Umlaufbahn zu transportieren. Der Start am Samstag schien zunächst normal zu verlaufen. Cryosat an der Spitze einer Trägerrakete des Typs Rokot, einer modifizierten Interkontinentalrakete des Typs SS 19 mit einer Breeze M Oberstufe, verließ den Startsilos am 17:02 Uhr mitteleuropäischer Zeit am russischen Kosmodrom von Plesetzsk.



Die Trennung der Nutzlastverkleidung –
künstlerische Darstellung



Dazu kam es nicht: Cryosat im Orbit

Die Probleme begannen aber, als der Bordcomputer dem Triebwerk der zweiten Stufe nicht das Kommando für den Brennschluss gab. Das Stilllegen des Zweitstufenmotors führt automatisch zur Stufentrennung und dies wiederum löst die Zündung der Drittstufe aus. Durch dieses nicht erfolgte Kommando lief das Triebwerk der Zweitstufe bis der Treibstoff komplett aufgebraucht war. Danach aber blieb die Kombination aus Zweit- und Drittstufe mit dem Satelliten weiter verbunden. Der ca. 150 Millionen Dollar teure Cryosat stürzte daraufhin wenige Minuten später in die eisige Lincoln-See in der Nähe des Nordpols. Er wurde damit ausgerechnet in dem Bereich begraben, den er eigentlich erforschen sollte. Der Absturz des Satelliten bedeutete den Verlust von sechs Jahren Arbeit für die am Projekt beteiligten Ingenieure und Wissenschaftler. Es war geplant gewesen, dass Cryosat um 18:36 Uhr mitteleuropäischer Zeit nach zwei Brennmanövern der Breeze-KM Oberstufe freigegeben werden sollte. Die ersten beiden Stufen hätten ihre Aufgabe in den ersten

fünf Flugminuten nach dem Start beenden sollen. Die russischen Bodenstationen sollten bei dieser Mission nur etwa acht Minuten lang Kontakt mit dem Satelliten halten. Danach hätte er bei nominalem Flugverlauf den russischer Bodenstationen verlassen. Der nächste Kontakt hätte erst einige Minuten vor dem geplanten Trennmanöver zwischen Satellit und Oberstufe stattgefunden, und zwar mit der Station Redu in Belgien. Redu bekam aber keinen Kontakt, und da war es bereits klar, dass etwas schief gegangen sein musste.

Der gestrige Start war der sechste kommerzielle Einsatz der Rokot seit dem Jahre 2000. Die vorausgegangenen fünf Flüge waren für Eurokokot, das Unternehmen, das EADS und Chrunitchev für die Vermarktung des Trägers gegründet hatten, erfolgreich verlaufen. Erst vor sechs Wochen war der vorausgegangene Einsatz einer Rokot noch erfolgreich verlaufen. Welchen Einfluss der heutige Fehlstart für den nächsten Einsatz einer Rokot haben wird, bei der ein Wissenschaftssatellit für Korea gestartet werden soll, ist noch nicht bekannt. Der knapp 700 Kilogramm schwere Cryosat sollte über einen Zeitraum von mindestens drei Jahren die Polarregionen überfliegen und mit einem fortschritt-

lichen Radar, dem Synthetic Aperture Interferometric Radar Altimeter die Dicke und die Masse der polaren Eisschilde messen, und die Geschwindigkeit mit der ihre Stärke zu- oder abnimmt, bestimmen. Dieser spezielle Radarhöhenmesser ist das erste Gerät, das ausschließlich dafür bestimmt ist, die Eismassen der Pole zu vermessen. Der Satellit sollte sich dabei auf einem kreisförmigen, polaren Orbit in einer Bahnhöhe von 720 Kilometern bewegen. Die Bahnneigung zum Äquator sollte 92 Grad betragen. Damit wäre der Satellit nahezu direkt über die Pole geflogen.

11.10.2005 –

Sojus TMA-6 sicher zur Erde zurückgekehrt

Drei Stunden nach dem Abdocken von der Internationalen Raumstation ISS ist ein das russische Raumschiff Sojus TMA-6 am Morgen sicher in der kasachischen Steppe gelandet. Wie ein Sprecher des russischen Kontrollzentrums in Moskau der Agentur Itar-Tass sagte, ging die Kapsel um 03.09 Uhr mitteleuropäischer Zeit etwa 85 Kilometer nördlich von Arkylik nieder. An Bord befanden sich der russische Kosmonaut Sergej Krikalev und sein US-Kollege John Phillips sowie der amerikanische Weltraumtourist Greg Olsen (60), der sich ein einwöchiges Weltraumbenteuer für 20 Millionen Euro gegönnt hatte.

Die Landung in Kasachstan verlief planmäßig und problemlos. Bremsraketen federten in den letzten Sekunden vor dem Bodenkontakt den Landestoß ab. Helfer erreichten die Sojus-Kapsel innerhalb weniger Minuten, um Krikaljow, Phillips und Olsen abzuholen. Krikalev und Phillips hatten 179 Tage und 23 Minuten auf der ISS gearbeitet. Sie wurden von William McArthur aus den USA und Valeri Tokarew aus Russland abgelöst, die nun ihrerseits sechs Monate im All bleiben. Neben den beiden sollte eigentlich auch der deutsche Astronaut Thomas Reiter in der ISS forschen und arbeiten. Wegen der andauernden Probleme der US-Raumfahrtbehörde Nasa mit den Space Shuttles war der Starttermin für den Deutschen aber mehrfach verschoben worden. Reiter soll jetzt als Passagier bei dem geplanten Shuttle-Start im Mai 2006 zur ISS reisen. Nach diesem Flug ist Sergei Krikalev der Mensch mit der größten Weltraumerfahrung. Er hat bei nunmehr sechs Raumflügen insge-



Krikalev schließt die Luke der Sojus



Nach der Landung: Sergei Krikalev

samt 803 Tage, 9 Stunden und 39 Minuten im Orbit verbracht. Der bisherige Rekordhalter, Sergei Avdeyev, hatte es auf 747 Tage, 14 Stunden und 14 Minuten gebracht.



Die beiden Taikonauten auf dem Weg zur Rampe

12.10.2005 –

Zwei Chinesen mit Shenzhou 6 im Weltraum

China begann heute in den frühen Morgenstunden mit dem nächsten Schritt zur Eroberung des Weltraums, als zwei ehemalige Militärpiloten von einem Startplatz in einer Steppengegend in Nordchina für eine auf fünf Tage angesetzte Orbitalmission aufbrachen, die den Weg für weitere Meilensteine in der Weltraumforschung Chinas ebnen soll. Die beiden Taikonauten, wie die Chinesen ihre Raumfahrer nennen, starteten an Bord des Raumschiffes Shenzhou 6 an der Spitze einer Long March 2F Rakete in den Orbit. Der Liftoff erfolgte um 3:00 Uhr mitteleuropäischer Zeit. In China war es da schon mittlerer Vormittag. Der Start erfolgte vom Raumflugzentrum Jiuquan in der nordwestlichen Provinz Gansu am Südrand der Wüste Gobi. Die Fernseh-Direktübertragung aus dem Flugkontrollzentrum zeigte mehrere Reihen von Ingenieuren in weißen Kitteln, die hinter ihren Konsolen saßen. Als der Countdown den Zeitpunkt Null erreichte, drückte einer der Controller auf einen Roten Knopf, und Sekunden später zündeten die acht Triebwerke der Long March. Die Rakete stieg in den Himmel und verschwand nach wenigen Sekunden in einer geschlossenen Wolkendecke. Die Telemetriedaten zeigten aber, dass alles planmäßig verlief, bis das Triebwerk der dritten Stufe den Brennschluss meldete und sich das Raumfahrzeug vom Träger trennte.

Im Kontrollzentrum brach daraufhin lauter Jubel aus. Schon in den Minuten zuvor war jeder Meilenstein des Starts von lautem Klatschen begleitet gewesen. Die vor dem Start bekannt gegebenen Plandaten für den Orbit betragen für das Apogäum, also den höchsten Bahnpunkt, 345 Kilometer und für das Perigäum, den niedrigsten Bahnpunkt, 200 Kilometer bei einer Inklination, also einer Bahnneigung zum Äquator, von 42,4 Grad. Einige Stunden nach dem Start wurde ein Anpassungsmanöver durchgeführt, das die Bahn in 350 Kilometern Höhe zirkularisierte. In diesem Orbit soll das Raumfahrzeug für den Rest der auf fünf Tage angesetzten Mission verbleiben. Kameras innerhalb und außerhalb des Raumfahrzeugs zeigten dramatische Perspektiven des Aufstiegs



Startgelände Jiuquan, aufgenommen aus dem Weltraum von dem Erdbeobachtungssatelliten IKONOS. Die Rakete, noch eingerüstet im Service-Tower, ist links oben zu erkennen.

in den Weltraum und der Stufentrennung, aber auch die lächelnd in die Kameras winkenden Taikonauten. Die Bestätigung, dass sich die Solargeneratoren und die Antennen wie vorgesehen entfaltet hatten, kam bereits wenige Minuten nach dem Bahneinschuss, zusammen mit der Meldung, dass die Besatzung wohlauf sei. Ursprünglich sollte die Mission erst am Donnerstag beginnen. Dann gab es Rumor, dass wegen einer zu erwartenden Schlechtwetterfront der Start um etliche Tage verschoben werden sollte. Und schließlich kamen die chinesischen Offiziellen zu einer Lösung, die es bei den Russen oder den Amerikanern noch nie gegeben hat: Der Start wurde um einen Tag vorverlegt. Die Crew besteht aus den von Experten erwarteten Kandidaten.

Es handelt sich um die beiden Ersatzleute von Yang Liwei, der vor ziemlich genau zwei Jahren in einer Solomission zum ersten chinesischen Raumflug gestartet war. So waren diesmal Fei Junlong und Nie Haisheng an der Reihe. Unter den etwa 15.000 geladenen Zuschauern beim Start war auch der chinesische Premierminister Wen Jiabao und eine ganze Reihe hochrangiger Parteikader. Die beiden Taikonauten sind Mitglieder des seit 1998 bestehenden ursprünglichen Corps von 14 Aspiranten, die seit einer ganzen Reihe von Jahren für einen Raumflug trainieren. Sie wurden aus einer Gruppe von 6 Männern ausgewählt, die bis zuletzt für diesen Flug als Kandidaten in Frage kamen. Fei ist 40 Jahre alt, Nie ist 41. Beide waren früher Kampfpiloten in der chinesischen Luftwaffe. Anders als der Start von Shenzou 5, der nur zeitversetzt

im chinesischen Fernsehen gebracht worden war, wurde der Start von Shenzou 6 direkt über alle Medien übertragen, im Fernsehen, im Rundfunk und per Live-Webcast. Und anders als bei Yang Liweis Raumflug werden die beiden Taikonauten diesmal das Gerätemodul in Betrieb nehmen, und dort arbeiten. Liwei verbrachte noch seine gesamte Flugzeit in der Rückkehrkapsel, und legte auch seinen Raumanzug während der gesamten Mission nicht ab. Alles in allem wurden gegenüber Shenzou 5 110 Modifikationen vorgenommen. Die Landung wird für den Montag nächster Woche erwartet, und dürfte in der Inneren Mongolei stattfinden, der nördlichsten chinesischen Provinz, in einer Steppenlandschaft in der Südgobi. Dort sind auch die früheren Shenzou-Landungen erfolgt. Insgesamt verläuft das bemannte chinesische Raumfahrtprogramm recht geruhsam. Nach dieser Mission ist erst für 2007 ein weiterer Einsatz geplant.

Dann soll die Besatzung von Shenzou 7 erstmals ein Außenbordmanöver durchführen. Shenzou 8 und 9 dürften im Jahre 2008 fliegen, wobei diese beiden Einsätze nur wenige Monate voneinander getrennt sein werden. Es ist anzunehmen, dass Shenzou 9 an das in der Umlaufbahn verbliebene Orbitalmodul von Shenzou 8 anlegen wird. Die mittelfristige Planung um das Jahr 2010 sieht einen so genannten „Man-tended-freeflyer“ vor, eine Art zeitweilig besetzter Mini-Raumstation, an der die Shenzou-Fahrzeuge für Zeiträume von bis zu 30 Tagen anlegen können. Für die Zeit danach ist es möglich, dass sich China in das Programm der Internationalen Raumstation mit einlinkt, oder aber selber eine permanente Raumstation errichtet. Langfristig dürfte aber der Mond das Ziel der bemannten chinesischen Raumfahrt sein.

14.10.2005 – Liftoff für Ariane-Flug 168

Heute morgen um 0:32 Uhr mitteleuropäischer Zeit startete eine Ariane 5GS mit zwei Kommunikationssatelliten an Bord vom europäischen Weltraumbahnhof Kourou in Französisch Guyana. Die gewaltigen Feststoffbooster des Trägers zündeten sieben Sekunden nach dem Vulcain 1 Haupttriebwerk, und stellten damit die Leistung zur Verfügung, mit der der schwere Träger die Rampe verlassen konnte. Die beiden Nutzlasten an Bord waren der 3.700 Kilogramm schwere militärische Kommunikationssatellit Syracuse 3A, gebaut von Alcatel Alenia Space für das französische Verteidigungsministerium und der 2.000 Kilogramm schwere Galaxy 15, ein von Orbital Sciences Corporation, USA, gebauter Nachrichtensatellit für den Provider PanAmSat. Galaxy 15 hat 28 C-Band Transponder für High-Definition Video-Services in den Vereinigten Staaten an Bord, und

eine speziell für die Flugüberwachung in den USA vorgesehene L-Band-Nutzlast. Galaxy 15 ist bereits der 20. Satellit der von einer Ariane für diesen Kunden gestartet wurde. Zum Zeitpunkt der Freigabe Syracuse 3A, 26 Minuten nach dem Abheben, bewegte sich die Ariane 5 mit einer Geschwindigkeit von 8.633 Meter pro Sekunde in einer Höhe von 1.560 Kilometern. Galaxy 15 wurde 10 Minuten nach Syracuse 3A freigegeben. Beide Satelliten erreichten die vorgesehene Transferbahn mit sehr hoher Präzision. Flug168 war der 23. Einsatz einer Ariane 5.



Die Rakete wird zum Startplatz gerollt

17.10.2005 – Chinesische Astronauten sicher zurück

Nach einer Missionsdauer von 115 Stunden und 32 Minuten kehrten die beiden „Taikonauten“ Fei Junlong und Nie Haisheng gestern um 22:33 Uhr mitteleuropäischer Zeit sicher aus dem Orbit zurück. Die beiden Raumfahrer umkreisten in dieser Zeit die Erde 75mal. Die Landung erfolgte in einer nordchinesischen Steppenregion kurz vor Sonnenaufgang. Die Missionscontroller gaben bekannt, dass Shenzhou 6 weniger als zwei Kilometer vom vorgesehenen Zielgebiet landete. Dieser Punkt war interessanterweise nur sechs Kilometer von der Stelle entfernt, an der vor zwei Jahren Shenzhou 5 nieder ging. Die Bergungseinheiten verfügten über 14 Fahrzeuge, vier Hubschrauber und etwa 300 Hilfskräfte. Die Hubschrauber erreichten die Kapsel 10 Minuten nach der Landung, die Bodeneinheiten weitere 20 Minuten später. Die Kapsel war aufrecht gelandet, berichtet die chinesische Nachrichtenagentur Xinhua. Etwa eine Stunde nach der Landung kletterten die beiden Besatzungsmitglieder durch die Luke ins Freie. Zuerst Fei Junlong, danach Nie. Die beiden zeigten sich in ausgezeichneter Verfassung und bester Laune. Nach einer kurzen ärztlichen Untersuchung bekamen die beiden zur Begrüßung Blumen überreicht und wurden danach mit dem Hubschrauber zum nächstgelegenen Flughafen transportiert. Weniger als drei Stunden nach ihrer Rückkehr aus dem Weltraum traten sie die Reise nach Peking an. Sie werden dort Bericht erstatten und ihre Familien wieder treffen. Die Landesequenz wurde um 21:44 Uhr mitteleuropäischer Zeit eingeleitet. Zu



Taikonaut Fei Junlong verlässt Shenzhou 6

diesem Zeitpunkt wurde das Wohn- und Experimentenmodul von der Kombination aus Landekapsel und Servicemodul abgetrennt. Diese Einheit wird jetzt mehrere Monate lang selbständig im Orbit operieren. Kurz darauf wurden die Bremstriebwerke gezündet. Gleich danach wurde auch der Antriebsblock abgeworfen. Er verglühte schließlich beim Eintritt in die Erdatmosphäre.

Die Retrozündung erfolgte über der Westküste von Südafrika. Danach überquerte die Kapsel Zentralafrika, Saudi Arabien und schließlich Asien. Um 22:08 Uhr überflog Shenzou 6 die chinesische Landesgrenze. Nach dem üblichen Kommunikationsblackout, und nachdem Shenzou tiefere Luftschichten erreicht hatte, entfalteten sich nacheinander die Stabilisierungsballute, der Drog-Chute und der Hauptfallschirm. Unmittelbar vor der Bodenberührung zündeten kleine Feststoffraketen um den Landeschock abzumildern. Dieser zweite bemannte chinesische Raumflug knüpfte dort an, wo die Aufgaben von Shenzou 5 im Jahre 2003 geendet hatten. Damals führte der Taikonaut Yang Liwei einen 21 stündigen Soloflug durch. Die nächste Mission, Shenzou 7 wird voraussichtlich erst im Jahre 2007 starten. Es wird angenommen, dass bei diesem Flug ein EVA-Manöver durchgeführt wird, bei dem erstmals ein Chinese sein Raumfahrzeug verlässt. Weiter wird vermutet, dass China bis zum Jahre 2010 eine eigene Raumstation im Orbit haben wird.

19.10.2005 – Goodbye, Titan

Die mächtige Titan, einer der Eckpfeiler der amerikanischen Raumfahrt seit Anbeginn des Raketenzeitalters, hatte am Mittwoch ihren letzten spektakulären Auftritt. Das 16 Stockwerke hohe Vehikel hob um 20:05 Uhr mitteleuropäischer Zeit (11:05 Uhr kalifornischer Ortszeit) mit einem Top-geheimen Spionagesatelliten des U.S. National Reconnaissance Office an Bord von der Startplattform SLC-4E der Vandenberg Luftwaffenbasis in Kalifornien ab.

Weniger als 10 Minuten später komplettierte der von Lockheed Martin gebaute Träger seinen Job und gab die massive Nutzlast, die ein Gesamtgewicht von annähernd 20.000 Kilogramm haben dürfte, in einem niedrigen polaren Erdorbit frei. Details des Satelliten wurden nicht bekannt gegeben. Aus den Orbitdaten ist jedoch zu erkennen, dass es sich um einen Foto-Aufklärer handelt, der mit starken Objektiven ausgerüstet ist, und noch Objekte in der Größe von zwei Zentimetern auf der Erdoberfläche erkennen kann. Unten auf der Erde sahen hunderte von Technikern mit Erleichterung, dass ihr Baby seine letzte Aufgabe mit Bravour erledigte.

Das Titan-Programm begann bereits Mitte der fünfziger Jahre mit der Entwicklung einer Interkontinentalrakete als Back-up für den Fall, dass das Atlas-Programm scheitern sollte. Neben 158 militärischen Erprobungs- und Übungsstarts der Versionen Titan 1 und 2 wurden zahlreiche Varianten der Titan als Satellitenträger und 12 mal sogar als Trägerfahrzeug im bemannten Gemini-Programm eingesetzt. Der gestrige Start war der insgesamt 200. Einsatz einer Titan von Vandenberg aus. Im Einzelnen waren das 78 Titan 1 und 2 Interkontinentalraketen, 13 Titan 2 Satellitenträger, 57 Titan 3B, 22 Titan 3D, 11

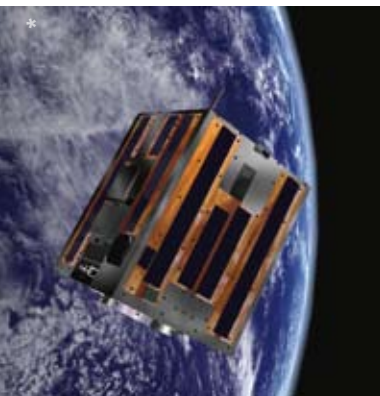
Titan 34B, 7 Titan 34D und 12 Titan 4. Von Cape Canaveral aus starteten 168 Titans, und zwar 70 Interkontinentalraketen der Typen Titan 1 und 2, 12 Titan 2-Träger im Gemini-Programm, 4 Titan 3A, 36 Titan 3C, 7 Titan 3E, 8 Titan 34D, 4 kommerzielle und 27 militärische Titan 4. Die Titan widmete ihre Dienstzeit hauptsächlich militärischen Einsätzen. Einige wenige brachten aber auch bedeutende wissenschaftliche Nutzlasten in den Weltraum, unter anderem die beiden Viking-Raumsonden zum Mars, Ulysses um die Sonnenpole, die beiden Voyagers zu den äußeren Planeten und Cassini zum Saturn. Aber die Forderung nach einer Modernisierung und Kostensenkungen erfassten schließlich auch das Titan-Programm. Die Titan ICBM war gefürchtet wegen ihrer Komplexität. Jede Rakete war mehr oder weniger eine Einzelanfertigung, und der Stückpreis für die Rakete allein betrug mehr als 400 Millionen Dollar. So wurde vor etwa einem Jahrzehnt das Programm der „Evolved Expendable Launch Vehicles“ aus der Taufe gehoben, aus dem dann die Atlas 5 und die Delta 4 hervorgingen. Diese Raketen können modular für jede Mission aus Serienkomponenten maßgeschneidert werden, kosten weniger als die Hälfte einer gleichstarken Titan und werden sie nun endgültig ablösen.

27.10.2005 – Zehn auf einen Streich

Eine russische Trägerrakete des Typs Kosmos 3M brachte am frühen Donnerstagmorgen eine Flottille von Kleinsatelliten in den Orbit. Der Start war um 8:52 Uhr mitteleuropäischer Zeit vom Raketentestzentrum Plesetsk erfolgt. An Bord des Trägers waren insgesamt acht Kleinsatelliten. Einer dieser Satelliten setzte seinerseits wiederum zwei Mikrosatelliten aus. Der Start verlief erfolgreich und die Nutzlast gelangte wie vorgesehen in den Orbit. Einer der Kleinsatelliten war



Letzter Start einer Titan-Rakete



SSETI Express – künstlerische Darstellung

der kubische SSETI Express, der von mehr als 400 Universitätsstudenten für die Europäische Weltraumagentur gebaut worden war. SSETI Express ist der erste von drei Studentensatelliten, die unter der Schirmherrschaft der ESA geplant sind. Das Akronym SSETI steht für „Student Space Exploration Technology Initiative“. Damit soll das Interesse von Studenten an Raumfahrt und Ingenieurwissenschaften geweckt werden, während sie gleichzeitig praktische Erfahrung bei der Entwicklung und dem Bau von Satelliten sammeln können.

SSETI Express wurde aus Komponenten zusammengebaut, die von Luft- und Raumfahrtfirmen gespendet worden waren. Der Satellit wiegt 62 Kilogramm, hat in etwa die Größe einer kleinen Waschmaschine. Er soll Fotos von der Erde machen und als Radiotransponder für Funkamateure dienen. Der Satellit trug seinerseits drei noch kleinere Sub-Satelliten, würfelförmige Einheiten mit nur je 10 Zentimeter Kantenlänge. Diese drei Pico-Satelliten wogen jeder nicht einmal ein Kilogramm. Ihre Bezeichnung: UWE-1, XI-V und NCube 2.

Leider entwickelte SSETI Express schon bald nach dem erfolgreichen Start Probleme, die Batterien luden sich nicht auf. Vorher gelang es aber noch, UWE-1 (für: University of Würzburg Satellite 1) und XI-V (von der Universität Tokio) freizugeben. NCube 2 aus Norwegen scheint allerdings nicht von SSETI-Express frei gekommen zu sein und dessen ungewisses Schicksal zu teilen.

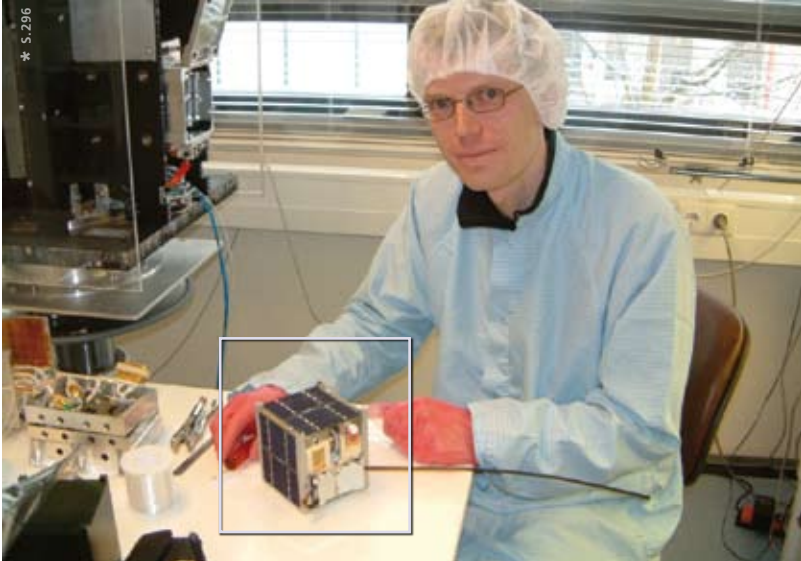
Zusammen mit SSETI Express und den drei Picosatelliten gingen noch der russische Mozhayets-5 (der sich nicht von der Endstufe des Trägers löste), der britische TopSat, gebaut von Quinetiq und Surrey Limited, Irans Sina-1, Japans XI-5 und Chinas DMC-4, auch bekannt unter der Bezeichnung Peking 1 und der ebenfalls deutsche, von OHB in Bremen gebaute Rubin 5 in den Orbit.

Der Start der kleinen Armada hatte ursprünglich schon am 30. September stattfinden sollen, Verzögerungen bei der Anlieferung von Sina-1 führten jedoch zur Verlegung des Starttermins auf das heutige Datum.

Eugen Reichl

*** Hauptquellen für News und Bilder der Chronik:**

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.



Der Pico-Satellit NCube2 eine der Nutzlasten für SSETI Express



Die Blüte Europas – auf Nachtschicht bei der Integration von SSETI Express



RAUMFAHRT-STATISTIK
1.10. 2005 – 31.10. 2005
+ GEPLANTE STARTS BIS 31.12.2005

DAS JAHR 2005 IM ÜBERBLICK

Im Jahr 2005 wurden bis zum 31. Oktober insgesamt 46 Weltraummissionen durchgeführt. 14 weitere Missionen sind bis zum Jahresende noch geplant. Insgesamt sollen bis zum 31. Dezember 2005 57 Orbitalstarts und 3 Raumsondenmissionen durchgeführt sein. Im Jahre 2004 waren es insgesamt 55 Weltraummissionen gewesen, aufgeteilt auf 53 Orbitalstarts und 2 Raumsondenmissionen. Bis Ende Oktober waren 43 der 46 durchgeführten Missionen erfolgreich. Die drei Fehlstarts ereigneten sich alle auf russischer Seite. Zwei davon waren zeitlich nur wenige Stunden voneinander getrennt. Sie betrafen am 21. Juni die Missionen Molnija 3K und Solar Sail, die mit Molnija M und einer Volna-Trägerrakete gestartet werden sollten. Der dritte Fehlstart ereignete sich am 8. Oktober, als eine Rokot versagte, die den ESA Forschungssatelliten Cryosat in einen polaren Orbit bringen sollte.

Russland und Ukraine

Russland und die Ukraine brachten in diesem Jahr sieben verschiedene Trägertypen zum Einsatz, wenn man die Zenith 3SL mitzählt, die von der Ukraine (Erst- und Zweitstufe) und Russland (Drittstufe) gebaut, aber von einer internationalen Betreibergesellschaft mit amerikanischer Majorität gestartet wird. Es flogen die Sojus (in den Varianten Sojus U, Sojus FG und Molnija, sowie die Sojus FG mit Fregat-Oberstufe), die Proton (in den Versionen Proton K und M), die Kosmos 3M, die Zenith 3SL, die Volna und die Dnepr in der Version Dnepr 1 sowie die Rokot. Insgesamt führten Russland und die Ukraine, wenn man die Projektion bis zum Jahresende fortsetzt, 27 Orbitalmissionen durch. Im Jahre 2004 waren es 23, wenn man die Einsätze der Zenith 3SL nicht mitzählt.

USA

Die USA setzten im Jahre 2005 acht verschiedene Trägertypen ein: Die Delta 2 in zwei verschiedenen Versionen, die Atlas 3B, die Atlas 5 in den Versionen 401 und 431 (letztere mit einer vier Meter weiten Nutzlastverkleidung, drei Feststoff-Raketen und einer Centaur-Oberstufe mit einem einzelnen Triebwerk), die Minotaur (eine Kreuzung aus Minuteman 2-Interkontinentalrakete und Pegasus), die nach einer mehrjährigen Pause heuer zweimal zum Einsatz kam, die Pegasus XL, die letzten beiden Titan 4B, das Space Shuttle. Und die Delta 4.

Besonders zu erwähnen neben dem Shuttle, der zweieinhalb Jahre nach der Columbia-Katastrophe wieder zu einem Einsatz kam. Der Erstflug der privat finanzierten und entwickelten Falcon X stand zum Zeitpunkt der Drucklegung der Chronik noch aus. Die US-Aktivitäten waren in diesem Jahr leicht über den Zahlen des Vorjahres. 2003 hatten 26 Weltraumstarts stattgefunden, 2004 waren es lediglich 19, in diesem Jahr stieg die Zahl wieder auf 20. Dabei sind die Sea-Launch Starts mit erfasst, obwohl diese eine ukrainisch/russische Trägerrakete nutzen und die Starts Offshore vor der Küste von Hawaii stattfinden. Sea Launch wird aber von Boeing dominiert und dieses amerikanische Unternehmen stellt auch die überwiegende technische Expertise für die Starts.

Volksrepublik China

Die Aktivitäten der Volksrepublik China waren auch in diesem Jahr auf hohem Niveau. Nachdem im letzten Jahr insgesamt 8 Orbitalstarts auf vier verschiedenen Trägertypen stattgefunden hatten, waren es heuer bis zum 31. Oktober bereits 5 Starts auf den Trägerraketen-Typen Long-March 2B, 2C und 2D sowie der Long-March 3B und der Long March 2F. Weitere Starts in den letzten beiden Monaten sind möglich, aber in der unten stehenden Tabelle nicht erfasst, da aus China Angaben zu geplanten Starts nicht frei gegeben werden.

Europa

Mit der Landung der Raumsonde Huygens auf dem Saturnmond Titan im Januar hatte die europäische Raumfahrtbehörde ESA den wahrscheinlich größten Missionserfolg in ihrer Geschichte. Das Jahr ging positiv weiter, als die Ariane 5 ECA ihren ersten erfolgreichen Einsatz hatte, nachdem diese schubverstärkte Version des europäischen Großträgers zwei Jahre zuvor noch wegen eines Versagens der Triebwerksdüse wenige Minuten nach dem Liftoff hatte gesprengt werden müssen. Im Frühjahr wurden auch die Verträge mit Russland unterzeichnet, welche die Mitnutzung des europäischen Raumflughafens Kourou für die russische Sojus-Trägerrakete regelt. Ebenfalls in diesem Jahr wurde auch mit dem Bau einer eigenen Sojus-Startrampe in Kourou begonnen. Insgesamt wurden von Europa im Jahre 2005 5 Missionen durchgeführt (inklusive der Projektion), 2004 waren es auch nur drei Missionen gewesen, 2003 vier und 2002 sogar 12. Damals war allerdings auch noch die Ariane 4 im Einsatz gewesen.

Indien

Nach zwei Starts im Jahre 2003 führte Indien im Jahre 2004 nur einen Start durch. Auch im Jahre 2005 war es nur eine Mission.

Japan

Zwei Jahre lang hatte es in Japan keine Orbitmissionen gegeben. In diesem Jahr fanden dafür gleich zwei statt. Am 26.2. kehrte die H-2A nach einer zweijährigen Unterbrechung mit dem erfolgreichen Start von MSat 1R in den aktiven Dienst zurück und am 10.7. brachte eine M 5 den Astronomiesatelliten Astro E 2 in den Orbit. Dieser Satellit stellt den Ersatz für Astro E dar, der beim Fehlstart einer M 5 verloren ging. Leider blieb aber die japanische Raumfahrt vom Pech verfolgt, denn nur wenige Wochen nach dem Start fiel das Hauptinstrument von Astro E 2 aus.

Eugen Reichl

CHRONOLOGIE DER WELTRAUMSTARTS

1.1.2005 – 31.10.2005 & Geplante Weltraumstarts 1.11.2005 – 31.12.2005

Nr.	Datum	Trägerrakete	Nutzlast	Mission
1	12. Jan	Delta 2-7925-9.5	Deep Impact	Raumsonde zum Kometen 9P/Tempel 1
2	20. Jan	Kosmos 3M	Kosmos 2414, Tatyana	Militärischer Navigationsatellit, Forschungssatellit d. Univ. Moskau
3	03. Feb	Proton M/Breeze M	AMC 12	Kommunikationssatellit
4	03. Feb	Atlas 3B	NOSS 3-F3-1, NOSS 3-F3-2	Militärische See-Überwachungssatelliten
5	12. Feb	Ariane 5 ECA	XTAR-EUR, Slosnat, Maqusat B2	Kommunikationssatellit, Forschungssatellit, Instrumentierter Gewichtsdummy
6	26. Feb	H-2A	MT-SAT 1R	Wettersatellit
7	28. Feb	Sojus U	Progress M-52 (17P)	ISS-Versorgungsschiff
8	01. Mar	Zenith 3 SL	XM 3	Kommunikationssatellit
9	11. Mar	Atlas 5 - 431	Inmarsat 4-F1	Kommunikationssatellit
10	30. Mar	Proton K	Express AM-2	Kommunikationssatellit
11	11. Apr	Minotaur	XSS-11	Militärischer Rendezvous-Demonstrator
12	12. Apr	Long March 3B	Apstar 6	Kommunikationssatellit
13	15. Apr	Sojus FG	Sojus TMA-6	Besatzungstransfer zur ISS
14	15. Apr	Pegasus XL	DART	Experimentalmission für Rendezvoustechnik
15	26. Apr	Zenith 3 SL	Spaceway 1	Kommunikationssatellit
16	29. Apr	Titan 4B	NRO L-16	Militärischer Radar-Beobachtungssatellit
17	05. Mai	PSLV	Cartosat 1, Hamsat	Erdbeobachtungssatellit, Amateurfunksatellit
18	20. Mai	Delta 2-7320-10C	NOAA 18 (NOAA-N)	LEO Wettersatellit
19	22. Mai	Proton M/Breeze M	DIRECTV 8	Kommunikationssatellit
20	31. Mai	Sojus U	Foton-M2 (Foton 14)	Forschungssatellit
21	17. Juni	Sojus U	Progress M-53 (18P)	ISS-Versorgungsschiff
22	21. Juni	Molnija	Molnija 3K	Militärischer Kommunikationssatellit
23	21. Juni	Volna	Cosmos Solar Sail	Technologie-Erprobung
24	23. Juni	Zenith 3 SL	Intelsat Americas 8	Kommunikationssatellit
25	25. Juni	Proton K/DM-2M	Ekspress AM-3	Kommunikationssatellit
26	6. Juli	Long March 2B	SJ-7	Forschungssatellit

Nr.	Datum	Trägerrakete	Nutzlast	Mission
27	10. Juli	M 5	Astro E2	Astronomiesatellit
28	26. Juli	Space Shuttle	Discovery	Testflug/ISS-Versorgungsmission
29	2. Aug.	Long March 2C-3	FSW 21	Rückkehrfähiger Erdbeobachtungs-Satellit
30	11. Aug.	Ariane 5 GS	iPSTAR	Kommunikationssatellit
31	12. Aug.	Atlas 5 401	Mars Reconnaissance Orbiter	Orbitsonde zum Mars
32	14. Aug.	Sojus FG Fregat	Galaxy 14	Kommunikationssatellit
33	23. Aug.	Dnepr 1	OICETS & INDEX	Technologie-Satelliten
34	26. Aug.	Rokot	Monitor E1	Erdbeobachtungssatellit
35	29. Aug.	Long March 2C	FSW 22	Rückkehrfähiger Erdbeobachtungs-Sat.
36	02. Sep.	Sojus U	Kosmos 2415	Militärischer Foto-Aufklärer
37	08. Sep.	Sojus U	Progress M-54 (19P)	ISS-Versorgungsschiff
38	08. Sep.	Proton M/Breeze	Anik F1R	Kommunikationssatellit
39	23. Sep.	Minotaur	Streak	Militärischer Technologiesatellit
40	26. Sep.	Delta 2	GPS 2R-14M	Militärischer GPS Satellit
41	01. Okt.	Sojus FG	Sojus TMA-7	Besatzungstransfer zur ISS
42	08. Okt.	Rokot	Cryosat	ESA Umwelt-Monitoring Satellit
43	12. Okt.	Long March 2F	Shenzou 6	Bemannter Testflug des Shenzou-Systems
44	14. Okt.	Ariane 5 GS	Syracuse 3A, Galaxy 15	Militärischer Kommunikationssatellit, Kommerzieller Kommunikationssatellit
45	19. Okt.	Titan 4B	NRO L-20	Militärischer Foto-Aufklärer
46	27. Okt.	Kosmos 3M	Peking 1, TopSat, SSETI-Express, Moszhayets-5, Sinah 1, Cubesat XI-V, UWE 1, Ncube 2, Rubin 5	Experimentelle Kleinsatelliten aus sechs verschiedenen Ländern
47	4. Nov..	Zenith 3 SL	Inmarsat 4 B	Ziviler Kommunikationssatellit
48	8. Nov..	Sojus Fregat	Venus Express	Raumsonde zur Venus
49	10. Nov..	Ariane 5 ECA	Spaceway 2, Telkom 2	Kommunikationssatelliten
50	15. Nov..	Delta 4 M	MRO-L 22	Militärischer Funkaufklärer
51	20. Nov..	Delta 2	Cloudsat & Calypso	NASA Forschungssatelliten
52	25. Nov..	Delta 4 M	GOES M	Wettersatellit
53	01. Dez..	Proton M/Breeze	AMC 23	Kommunikationssatellit
54	10. Dez..	Falcon X	Falconsat 2	Militärischer Forschungssatellit
55	15. Dez..	Kosmos 3M	Gonets D1M	Militärischer Mobilfunksatellit
56	20 Dez..	Ariane 5 ECA	Insat 4A, MSG 2	Kommunikationssatellit, Wettersatellit
57	21. Dez..	Sojus U	Progress M 55	ISS Versorgungsschiff
58	25. Dez..	Proton K/DM	3 Uragan M	GPS-Satelliten
59	26. Dez.	Sojus Fregat	GSTB V2-A	Galileo-Prototyp
60	27. Dez.	Rokot	Kompsat 2	Erdbeobachtung

STARTS NACH MISSIONSTYP

1.1.2005 – 31.10.2005

Datum	Startplatz	Träger	Launch Provider	Status	Nutzlast	Masse in kg	Orbit / Ziel	Mission	Hauptauf-tragnehmer Nutzlast	Kunde
Bemannte Missionen und unbemannte Unterstützungsflüge zur ISS										
28. Feb.	Baikonur	Sojus U	TsSKB-Progress	Erfolg	Progress M 52 (17 P)	7 250	LEO	Cargo, ISS Servicing	RKK Energiya	Rosaviakosmos
15. Apr.	Baikonur	Sojuz FG	TsSKB-Progress	Erfolg	Sojus TMA-6	7 250	LEO	Bemannt, ISS	RKK Energiya	FKA, NASA
17. Jun.	Baikonur	Sojus U	TsSKB-Progress	Erfolg	Progress M 53 (18 P)	7 250	LEO	Cargo, ISS Servicing	RKK Energiya	Rosaviakosmos
26. Jul.	Cap Canaveral	Space Shuttle	United Space Alliance	Erfolg	Shuttle Discovery	121485	LEO	Testflug/ISS Support	Boeing Reusable Launch Systems	NASA
9. Sep.	Baikonur	Sojus U	TsSKB-Progress	Erfolg	Progress M 54 (19 P)	7 250	LEO	Cargo, ISS Servicing	RKK Energiya	Rosaviakosmos
1. Okt.	Baikonur	Sojuz FG	TsSKB-Progress	Erfolg	Sojus TMA-7	7 250	LEO	Bemannt, ISS	RKK Energiya	FKA, NASA
12. Okt.	Jiuquan	Long March 2F	China Great Wall	Erfolg	Shenzou 6	7 800	LEO	Testflug Shenzou System	Shanghai Academy SF	China Aerospace
Militärische Missionen										
20.Jan.	Plesetzsk	Kosmos 3M	AKO Polyot	Erfolg	Kosmos 2414, Tatyana	820, 30	LEO	Militärische Navigation, Hochschulexperiment	NPO Prikladnoy Mehaniki, Lomonossow Universität	VKS (Streitkräfte), Lomonossow Universität
03. Feb.	Cap Canaveral	Atlas 3B	ILS	Erfolg	2 x NOSS 3F3	4.000	LEO	Militärische Seeüberwachung	Lockheed Martin	NRO
11. Mar.	Vandenberg	Minotaur	Orbital Sciences	Erfolg	XSS-11	145	LEO	Militärische Autonome Rendezvous Technologie	Lockheed Martin	US Air Force Research Lab.
29 Apr.	Cap Canaveral	Titan 4B	Lockheed Martin	Erfolg	NRO L-16	14.500	LEO	Militärischer Radar-Überwachungssatellit	Lockheed Martin	NRO.
21 Jun.	Plesetzsk	Molniya M	TsSKB Progress	Fehl-schlag	Molniya 3K	1 750	LEO	Militärischer Kommunikationssatellit	NPO Prikladnoy Mehaniki	VKS
2 Sep.	Baikonur	Sojus U	TsSKB Progress	Erfolg	Kosmos 2415	6 600	LEO	Militärischer Aufklärungssatellit	TsSKB Progress	VKS
23. Sep.	Vandenberg	Minotaur	Orbital Sciences	Erfolg	Streak	n.a.	LEO	Militärisches Technologieprogramm	General Dynamics	DARPA
26 Sep.	Cap Canaveral	Delta 2-7925-9.5	Boeing	Erfolg	Navstar GPS 2R-14M	2.030	MEO	Militärischer Navigationssatellit	Lockheed Martin	US Air Force
19 Oct.	Vandenberg	Titan 4B	Lockheed Martin	Erfolg	NRO L-20	20 000	LEO	Militärischer Fotoaufklärer	Lockheed Martin	NRO
Erdbeobachtung, Meteorologie, Technologie										
26. Feb.	Tanegashima	H- 2A	Rocket System Corp.	Erfolg	MTSAT-1R	3.100	GTO	Meteorologie	Space Systems Loral	Ministry of Land, Infrastr. & Transp.

Datum	Startplatz	Träger	Launch Provider	Status	Nutzlast	Masse in kg	Orbit / Ziel	Mission	Hauptauf-tragnehmer Nutzlast	Kunde
15. Apr	Vandenberg	Pegasus XL	Orbital Sciences.	Teilerfolg	DART	360	LEO	Autonome Rendezvous Technologie	Orbital Sciences	NASA
Erdbeobachtung, Meteorologie, Technologie										
05 Mai.	Sriharikota	PSLV	ISRO	Erfolg	CartoSat 1, Hamsat	1.560, 43	LEO	Erdbeobachtung, Radioamateur-satellit	ISRO, Amsat Indien	ISRO, Amsat Indien
20 Mai.	Vandenberg	Delta 2-7320-10C	Boeing	Erfolg	NOAA-18	1.420	LEO	Meteorologie, SAR	Lockheed Martin	National Oceanic & Athmo-sphere Administ. NOAA
31 Mai.	Baikonur	Sojuz U	TsSKB Progress	Erfolg	Foton-M2 (Foton 14)	6.410	LEO	Multi-Purpose	TsSKB Progress	Roskosmos/ ESA
21 Juni.	U-Boot, Barents-See	Volna	GRTsKB Makajew	Fehl-schlag	Cosmos Solar Sail	103	LEO	Sonnensegel-Tech-nologie	NPO Lavochkin	Planetary Society
06 Juli	Jiuquan	Long March 2B	China Great Wall Industries	Erfolg	SJ-7	Keine Info	LEO	Multi-Purpose	unbekannt	China Great Wall Industries
10 Juli	Kagoshima	M 5	ISAS	Erfolg	Astro E-2	1.680	LEO	Astronomie	NEC Toshiba	JAXA
02 Aug	Jiuquan	Long March 2C-3	China Great Wall Industries	Erfolg	FSW 21	3.000	LEO	Erdbeobachtung	Chinesische Akademie für Weltraumwis-sensch.	China Great Wall Industries
23 Aug	Baikonur	Dnepr 1	MKK Kosmotras	Erfolg	OICETS, INDEX	570, 70	LEO	Technologie	NEC Toshiba, Mitsubishi Electric.	JAXA
26 Aug	Plesetz	Rokot	Eurokot	Erfolg	Monitor E1	600	LEO	Erdbeobachtung	Chrunitshev.	Roskosmos
29 Aug	Jiuquan	Long March 2D	China Great Wall Industries	Erfolg	FSW 22	3.000	LEO	Erdbeobachtung	Chinesische Akademie für Weltraumwis-sensch.	China Great Wall Industries
08 Okt	Plesetz	Rokot	Eurokot	Fehl-schlag	Cryosat	690	LEO	Erdbeobachtung	EADS Astrium	ESA
27 Okt	Plesetz	Kosmos 3M	?	Erfolg	SSETI Express, u.a.	?	LEO	Technologie, Erdbeobachtung, Amateurfunk	Diverse	Diverse

Datum	Startplatz	Träger	Launch Provider	Status	Nutzlast	Masse in kg	Orbit / Ziel	Mission	Hauptauf-tragnehmer Nutzlast	Kunde
Kommerzielle Missionen										
3. Feb	Baikonur	Proton M/Breeze M	ILS	Erfolg	AMC 12	4.974	GTO	Kommunikation	Alcatel Space	WorldSat
1. Mar	Offshore	Zenith 3 SL	Sea Launch	Erfolg	XM 3	4.703	GTO	Kommunikation	Boeing Satellite Systems	XM Sat. Radio
11. Mar	Cap Canaveral	Atlas 5-431	International Launch Services	Erfolg	Inmarsat 4 F1	5.959	GTO	Kommunikation	Astrium	Inmarsat International
30. Mar	Baikonur	Proton K/DM-2M	GKNTP Churnitshhev	Erfolg	Express AM-2	2 600	GTO	Kommunikation	NPO Prikladnoj Machaniki, Alcatel Space	PO Komic-heskaya Sviaz
12. Apr	Xichang	Long March 3B	China Great Wall Industries	Erfolg	Apstar 6	4 650	GTO	Kommunikation	Alcatel Space	APT Satellite
26. Apr	Offshore	Zenith 3 SL	Sea Launch	Erfolg	Spaceway 1	5.993	GTO	Kommunikation	Boeing Satellite Systems	Direct TV Inc.
22. Mai	Baikonur	Proton M/Breeze M	ILS	Erfolg	DIRECTV 8	3 711	GTO	Kommunikation	Space Systems/Loral	DirectV Inc.
23. Jun	Offshore	Zenith 3 SL	Sea Launch	Erfolg	Intelsat Americas 8	5.500	GTO	Kommunikation	Space Systems/Loral	Intelsat.
11. Aug	Kourou	Ariane 5 GS	Arianespace	Erfolg	IPSTAR	6.486	GTO	Kommunikation	Space Systems/Loral	Shin Satellite.
14. Aug.	Baikonur	Sojus FG Fregat	TsSKB Progress	Erfolg	Galaxy 14	2 000	GT=	Kommunikation	Orbital Sciences	PanAmSat
08. Sep	Baikonur	Proton M/Breeze M	ILS	Erfolg	Anik F1R	4 500	GTO	Kommunikation	EADS Astrium	Telesat Canada.
14. Okt	Kourou	Ariane 5 GS	Arianespace	Erfolg	Syracuse 3A, Galaxy 15	5.700	GTO	Kommunikation	Alcatel Alenia Space, Orbital Sciences	Franz. Vert. Minist., PanAmSat.
Testflüge										
12. Feb	Kourou	Ariane 5 ECA	Arianespace	Erfolg	XTAR-EUR, Sloshtat, Maqu-sat B2	3 600, 120, 3.500	GTO	Kommunikation, Forschung Experimental	Space Systems Loral, NRL (Dutch N. Aeorsp.), Kayser Threde	XTAR LLC, ESA, Ariane-space
Raumsonden										
12. Jan	Cap Canaveral	Delta 2-7925-9.5	Boeing	Erfolg	Deep Impact	1.020	Tempel 1	Kometen-Einschlag- und Vorbeiflugsonde	Ball Aerospace	NASA,JPL
12. Aug	Cap Canaveral	Atlas 5 401	ILS	Erfolg	Mars Reconnaissance Orbiter	2 180	Mars	Mars Orbiter	Lockheed Martin	NASA,JPL

Eugen Reichl



ANHANG

ÜBER DIESES BUCH

Die Jahrbücher des VFR e.V. bereichern die deutschsprachige Raumfahrt-Literatur um einen ebenso informativen wie unterhaltsamen Rundumblick auf das aktuelle Raumfahrtgeschehen. Dabei geht es den Machern um eine ehrliche Information der interessierten Öffentlichkeit, jenseits aller Hochglanz-Prospekte. Ein Projekt wie „Space 2006“ konnte daher nur mit echtem Engagement und viel Idealismus entstehen.



Verein zur Förderung der Raumfahrt e.V. – macht Lehnstuhlastronauten aktiv

Viele gute Gründe sprechen dafür, dass die Raumfahrt in Zukunft eine noch größere Rolle spielen sollte als bisher. Wir bringen Raumfahrt-Insider mit der Öffentlichkeit zusammen, organisieren Ausstellungen, Vorträge in Schulen, Filmpremieren, Studienfahrten und vieles mehr. Auch „Space 2006“ ist Teil dieses Engagements, Mitglieder erhalten die Raumfahrtjahrbücher übrigens kostenlos. Getreu unserem Motto „Faszination Raumfahrt Erleben!“ tragen wir durch diese Öffentlichkeitsarbeit selbst zum Fortschritt der Raumfahrt bei.

Mehr Infos erhalten Sie unter www.vfr.de oder mit einer Anfrage per Post an VFR e.V. – Postfach 801966 – 81619 München



Eugen Reichl – der Hauptautor von „Space 2006“

Herr Reichl ist Vorstandsrat im VFR e.V. und veröffentlicht u.a. die „Spaceexpress News“ auf der Vereinswebsite. Mit den Raumfahrtjahrbüchern des VFR e.V., deren 2006er-Ausgabe Sie in den Händen halten, wird dieses spannende Stück Raumfahrtgeschichte als Nachlese dokumentiert. Herr Reichl schreibt auch für die deutsche Raumfahrt-Publikation „Raumfahrt Concret“ und das amerikanische Magazin „Ad Astra“ der National Space Society. Er hält Vorträge für EADS, den VFR, für DGLR und DLR, für Schulen und Bildungseinrichtungen wie die bayerische Hans Seidel Stiftung. Beiträge für Wissenschaftssendungen des Bayerischen Rundfunks und Teilnahme an Kulturveranstaltungen wie dem Münchner „Salon 97“ runden das raumfahrtbezogene Tätigkeitsprofil von Eugen Reichl ab. Beruflich ist Eugen Reichl bei der EADS Space Transportation GmbH München im Bereich Träger- und Satellitenantriebe tätig. Er nimmt dort eine Schnittstelle zwischen Technik und Wirtschaft wahr. Das Vermitteln komplexer technischer Sachverhalte in möglichst verständlicher Form für die Entscheidungsträger des Unternehmens gehört dabei zum täglichen „Geschäft“.



Stefan Schiessl – der Gestalter von „Space 2006“

Herr Schiessl ist als stellv. Vorstand im VFR e.V. für den Bereich Medien zuständig – Nicht von ungefähr, denn beruflich ist er Kommunikationsdesigner und hat sich 2003 erfolgreich mit „schiessl design“ selbstständig gemacht. In „Space 2006“ waren vor allem funktionelles Print-Design und Organisation gefragt, doch das Leistungsspektrum umfasst auch Corporate Design, Webdesign, Illustrationen und Infografiken. Von Kindheit an fasziniert Herr Schiessl nichts so sehr wie die Erforschung des Alls. In seiner Freizeit betreibt er über den VFR e.V. Raumfahrt-Öffentlichkeitsarbeit und setzt sich auch künstlerisch mit dem All auseinander. Mehr Infos auf www.schiessl design.de



Aydogan Koc – Der Verleger von „Space 2006“

Herr Koc, Gründer der Firma Koc Consulting, war nach seinem Maschinenbau-Studium zunächst mehr als 18 Jahre im EADS-Konzern (ehemals MBB/DASA) als Senior Manager tätig. Als erfolgreicher Projektleiter, Integrator und Entrepreneur beschäftigte er sich in dieser Zeit hauptsächlich mit Geschäftsentwicklungen, Akquisition und Umsetzungen von internationalen Projekten bzw. Prozessen in der Luft- und Raumfahrtindustrie. Für den VFR e.V. engagiert sich Herr Koc seit 2004 als Verleger des Raumfahrtjahrbuchs.



Bernhard Schmidt – organisatorischer Support für „Space 2006“

Herr Schmidt, der sich schon früh für Astronomie und Raumfahrt interessierte, startete seine Berufslaufbahn 1986 nach einem Maschinenbaustudium im Raumfahrtbereich von MBB als Entwicklungsingenieur für Raketenantriebe. Nach mehreren Stationen als Projektgenieur für das Raumtransporterprojekt Sänger, Assistent des MBB-Raumfahrtchefs und Hermes-Teamleiter in Toulouse wechselte er in die Unternehmens-Strategie. Heute ist er für die Strategische Planung der EADS Astrium verantwortlich. Bernhard Schmidt ist auch seit 1996 Vorsitzender des VFR e.V.



Andreas Kruselburger – Autor von „Zurück in die Zukunft mit dem VFR e.V.“

Der Autor, seit Jahren aktives Mitglied des VFR, studiert an der TU München Luft- und Raumfahrttechnik, mit Studienaufenthalten in Indien und Sri Lanka. Zur Zeit arbeitet er im Rahmen seiner Diplomarbeit bei EADS Astrium an Experimenten für interplanetare Missionen und Rover.



Maria Pflug-Hofmayr – Autorin des „AustroMars“-Beitrags

Die Autorin beschäftigt sich seit 22 Jahren beruflich und privat mit Astronomie und Raumfahrt. Sie unterstützt dabei unter anderem das österreichische Weltraumforum. Daneben ist sie künstlerisch tätig, und auch auf diesem Gebiet – der Space Art – Astronomie und Raumfahrt verbunden. In den Jahren 1997 bis 2005 war sie für das Weltraum-Magazin Star Observer tätig, zuletzt in der Position der Chefredakteurin.



Norbert Frischauf – Autor der Beiträge „ESA – Visionen und kosmische Horizonte“ und „Eis, Wasser, Formaldehyd – Basis für Leben auf dem Mars?“

Dipl.-Ing. Norbert Frischauf ist Hochenergiephysiker und Elektroniker und arbeitet seit mehreren Jahren als Berater von Booz Allen Hamilton für die ESA. Anfangs als Avionik-Ingenieur im Rahmen des ATV-Projektes und seit Herbst 2001 als Systemingenieur für zukünftige Technologien und Missionen.



Thomas Allekotte –Autor des „ATV“-Beitrags

Der Autor ist Rechtsanwalt aus Dinslaken und hat mit 10 Jahren die Mondlandung fasziniert am Bildschirm miterlebt. Mit aufkommendem Internet ist seit Beginn der Arbeiten an der ISS das Interesse an Raumfahrt und Astronomie wieder voll erwacht, wobei das hautnahe Miterleben von Raumfahrtmissionen über Web-TV und aktueller Berichterstattung von ESA, NASA und anderen Internetquellen den größten Reiz ausübt.





Spirit nähert sich der Felsformation „Methuselah“. Diese Falschfarben-Aufnahme wurde aus mehreren Bildern der Panorama-Kamera zusammengesetzt. Sie entstand an Spirts Sol 454, dem 13. April 2005.



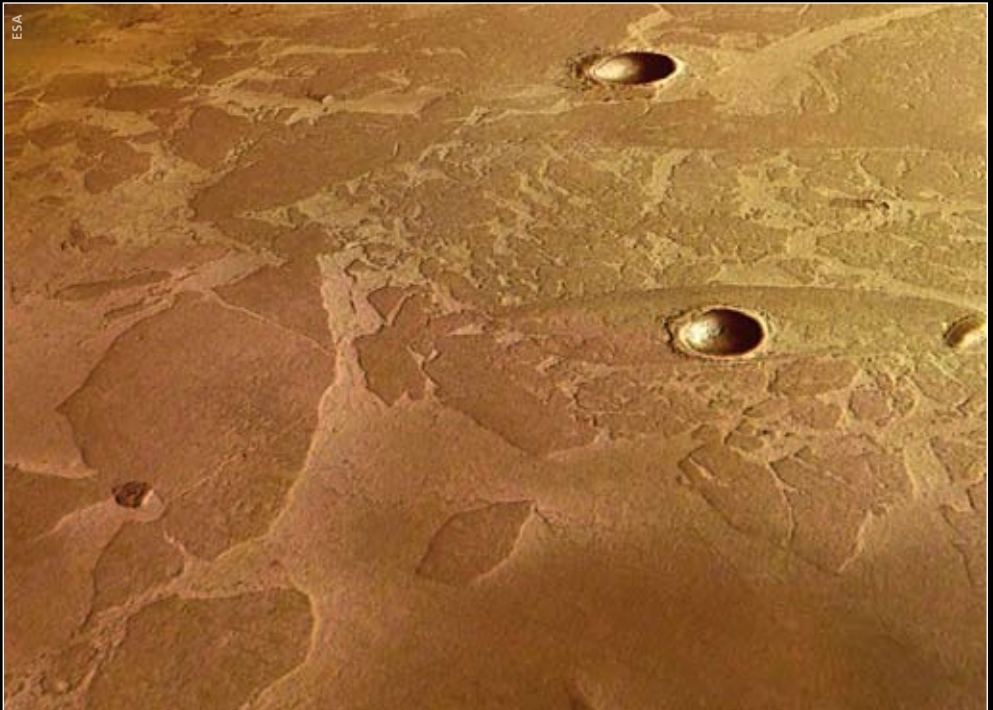
Anfang Mai 2005: Die Rover-Ingenieure erproben im Testaufbau des Jet Propulsion Laboratory Methoden, um Opportunity wieder flott zu bekommen.

NASA



Spirit: Sonnenuntergang am Gusev-Krater

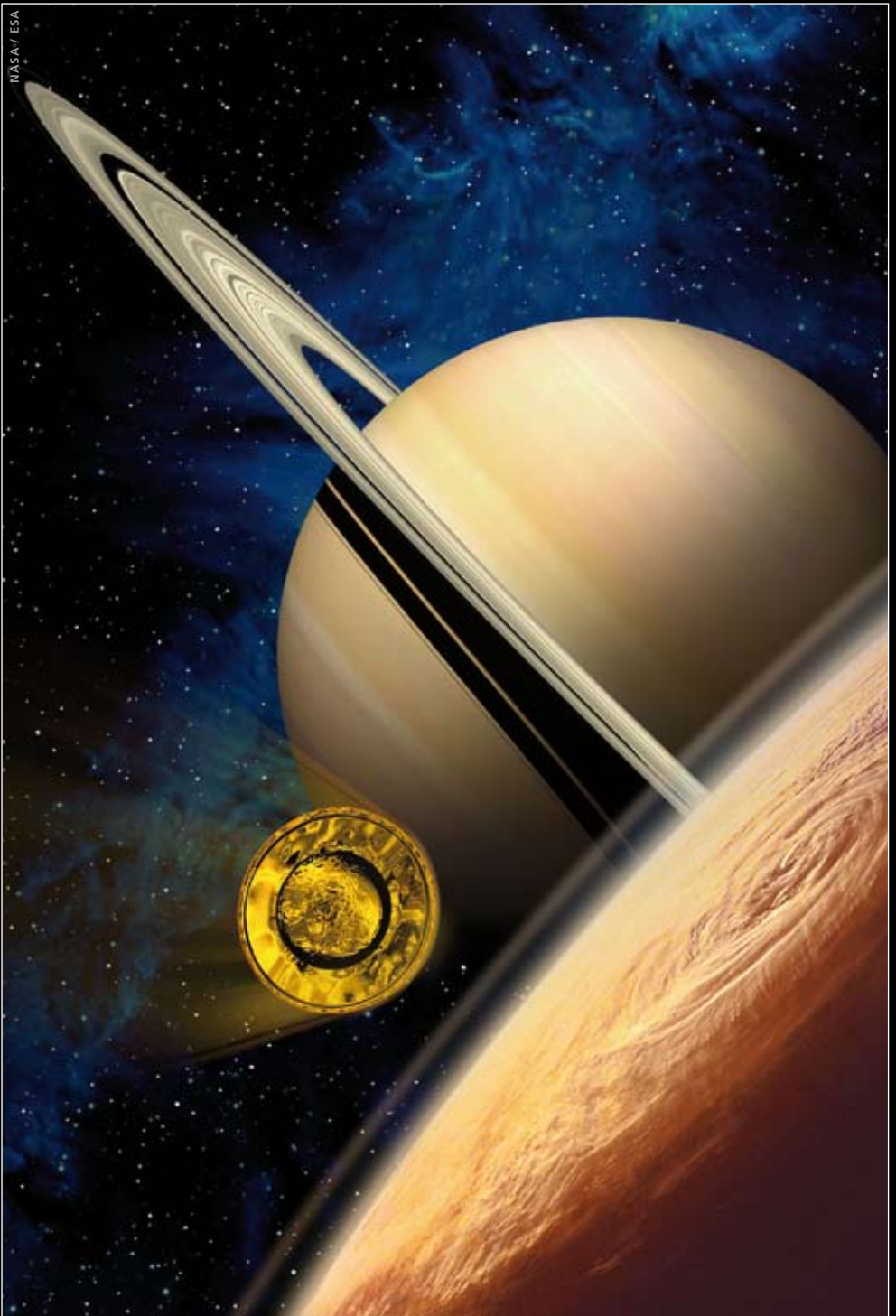
ESA



Diese Aufnahme von Mars Express zeigt eine Vielzahl riesiger plattenförmige Strukturen, die Experten als Packeisshollen interpretieren



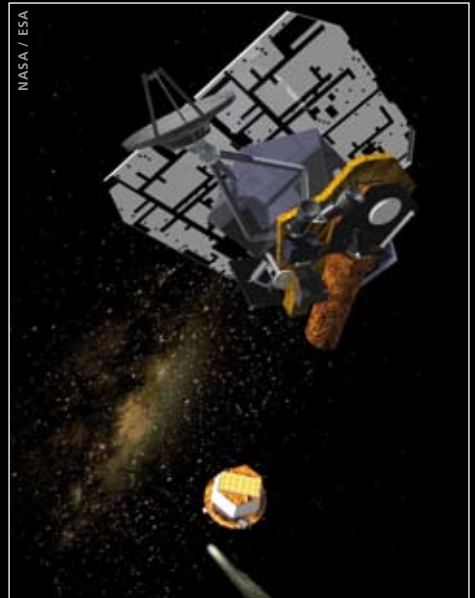
Die Ariane 5 ECA wartet auf den Start



Die Huygens-Sonde dringt in die Titan-Atmosphäre ein – künstlerische Darstellung



Aufnahme der Titan-Atmosphäre in Realfarben



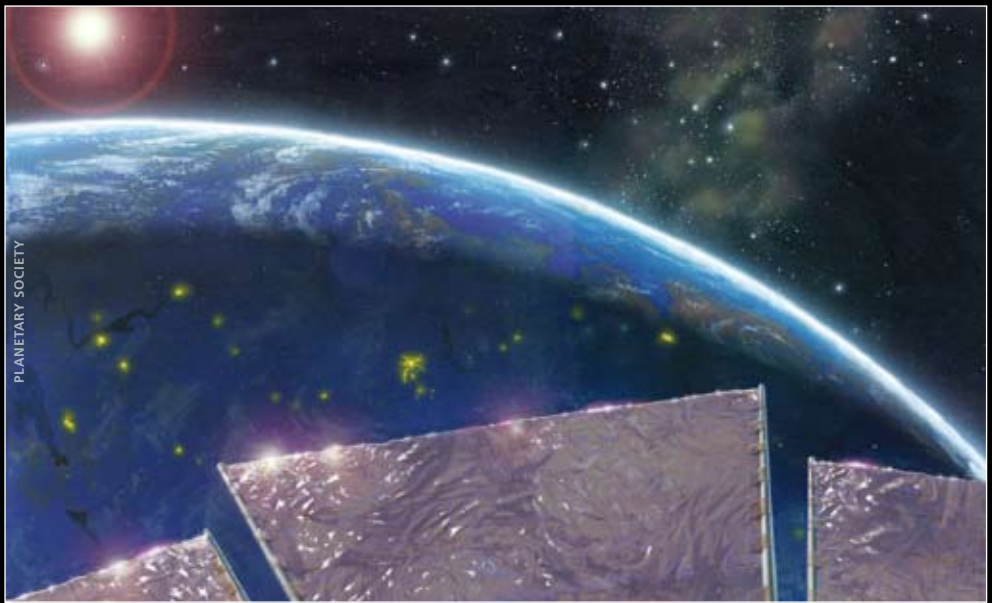
„Deep Impact“ trennt sich in „Flyby“ und den „Impactor“ – Künstlerische Darstellung



Erste Farbaufnahme von der Titan-Oberfläche. Die Oberfläche ist dunkler als ursprünglich angenommen, sie besteht aus einer Mischung von Wasser- und Hydrokarbonateis. Es gibt Hinweise auf Erosion am Fuß der (Eis-)Brocken, die eine Flüssigkeitseinwirkung nahelegen.



Cosmos 1 Solar Sail – Solarsegel beim Packen bei der russischen Firma NPO Lavochkin



PLANETARY SOCIETY

Cosmos 1 Solar Sail – entfaltete Sonnensegel in künstlerischer Darstellung



PLANETARY SOCIETY

NASA

STS-114-Crew von links nach rechts: Robinson, Lawrence, Thomas, Kelly, Camarda, Collins, Noguchi



STS-114: Der neue Außentank wird ins Vehicle Assembly Building gebracht



STS-114: Luftaufnahme der Startanlage 39B, von der die Discovery gestartet ist



STS-114: Überwachung des Starts aus der Luft



STS-114: Gleich nach der Abtrennung vom Außentank fotografieren die Astronauten die Stelle, an der sich das Stück abgelöst hat.



STS 114: Stephen K. Robinson beim dritten EVA



STS-114: Widerlegt die Hysterie in den Medien – Noch nie dürfte ein Orbiter so clean den Start überstanden haben



STS-114: Gut zu sehen auf diesem Bild, das Stephen K. Robinson während des dritten EVA's machte, die Hitzeschutzkacheln auf der Unterseite der Discovery,



STS 114: Das Haupttriebwerk des Space Shuttle sucht auch im 21. Jahrhundert noch seinesgleichen



Fluchtturm der Sojus-Rakete für das bemannte Sojus-System



X-38 wurde zu Testzwecken von einem B 52 Bomber auf große Höhe gebracht und abgeworfen



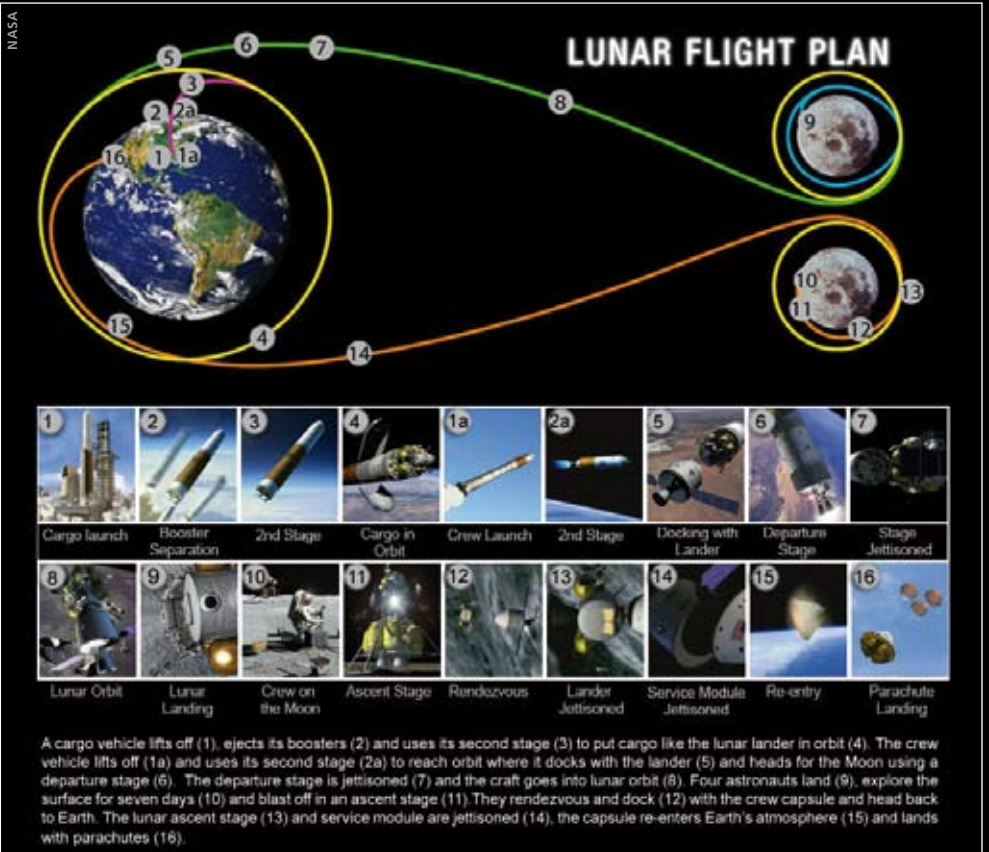
Venus Express – die aktuellste Mission des ESA Wissenschaftsprogramms „Horizon 2000“ – künstlerische Darstellung



Projekt Constellation: Rückkehr zum Mond – 2018 soll es soweit sein – künstlerische Darstellung



Projekt Constellation: „The Monster“ bringt separat den Mondlander und die für die Mondfahrt vorgesehene Raketenstufe in den Orbit – künstlerische Darstellung



Missionsschema für die Rückkehr auf den Mond



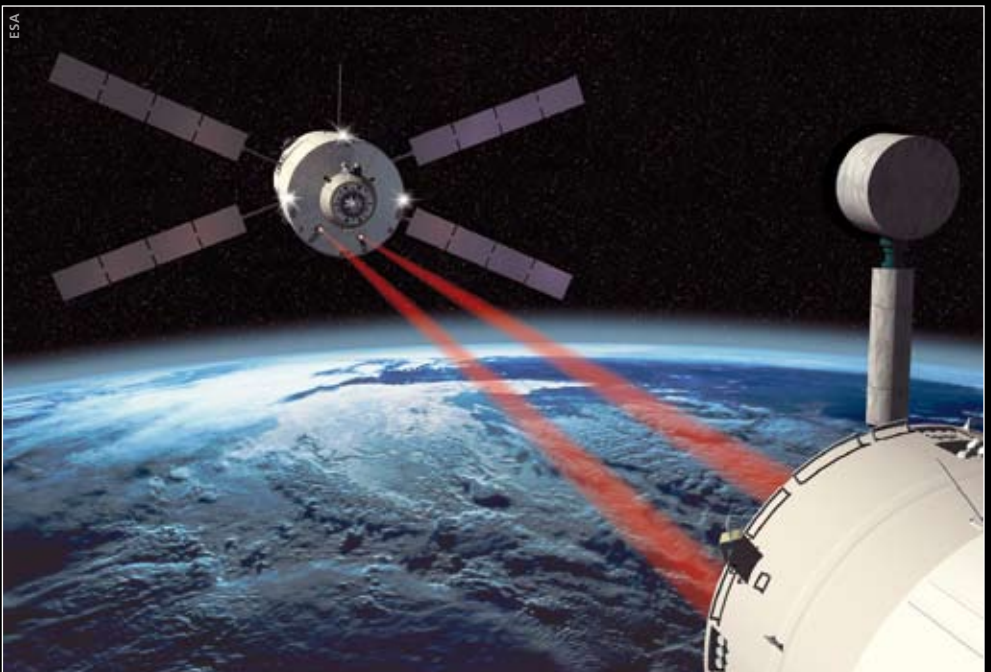
Projekt Constellation: Das CEV soll auch an die ISS andocken können



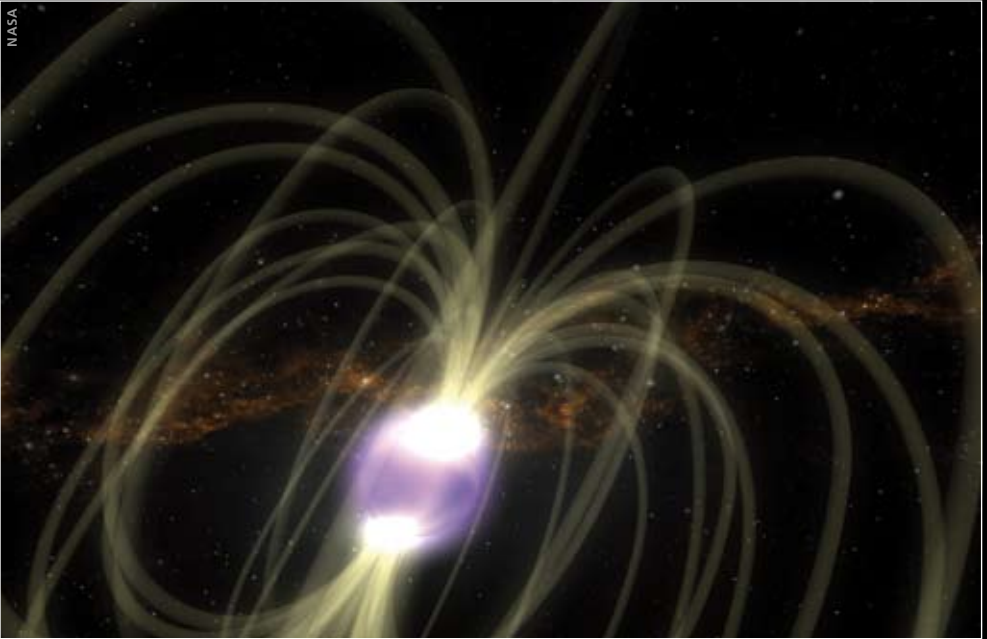
Projekt Constellation: Die Landung der Kapsel erfolgt nicht wie bei Apollo im Meer, sondern auf Land, abgedefert mit Airbags à la Pathfinder, Spirit & Co.



Das VFR-Raumschiffkonzept MSV (Manned Space Vehicle) – künstlerische Darstellung



Künstlerische Darstellung eines Andockmanövers des ATV an die ISS



Künstlerische Darstellung des Magnetars SGR 1806-20, die auch die Magnetfeldlinien zeigt.



Die Darwin-Mission – sechs Weltraumteleskope suchen mit vereinten Kräften nach erdähnlichen Planeten

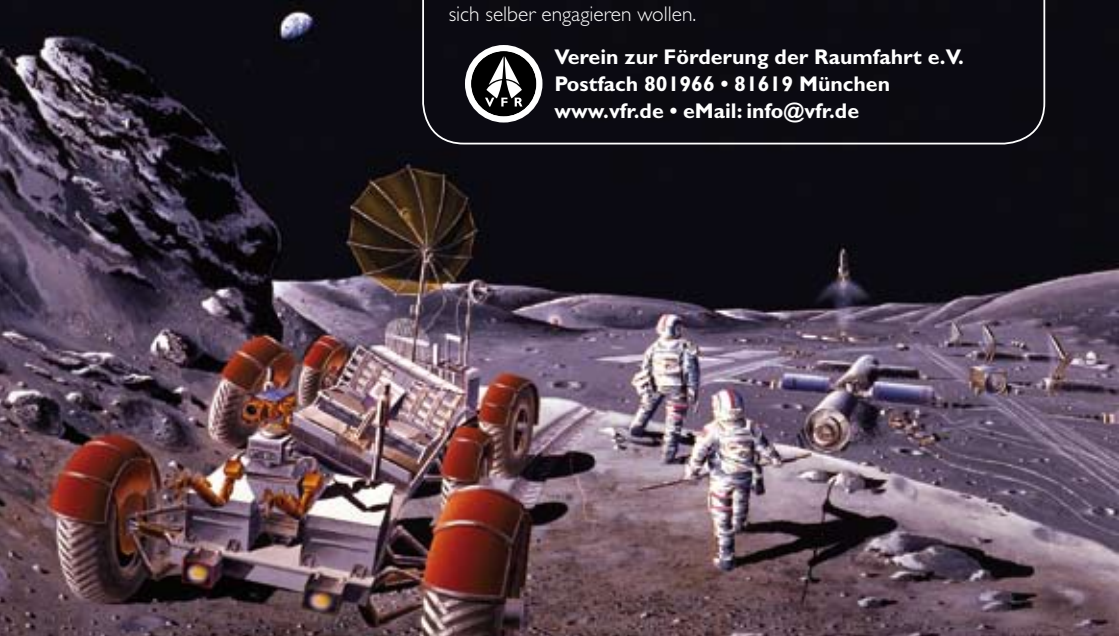
Faszination Raumfahrt erleben!

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.



Verein zur Förderung der Raumfahrt e.V.
Postfach 801966 • 81619 München
www.vfr.de • eMail: info@vfr.de





**WIR DANKEN UNSEREN
SPONSOREN FÜR IHRE
UNTERSTÜTZUNG!**

World Trade Center for Chips



Global Sourcing
Price Advantages in Long Term Business
Obsolete Products
Shortage Management
Excess Management
Benchmarking

Phone: +49 (89) 9971-0 Mail: info@consumer.de
www.consumer.de



Astronauten-Training
in Schwerelosigkeit

WWW.GERMAN-SPACE-SHOP.DE

Zero-G-Flight

4. Parabelflugkampagne 2005/2006 · Star City



12 000 Fachleute in vier europäischen Ländern. Drei strategische Geschäftsfelder. Und alles unter dem Dach eines Unternehmens. Wir entwickeln und bauen Satelliten sowie Trägersysteme und bieten komplette Dienstleistungen.

EADS SPACE TRANSPORTATION – EADS ASTRIUM – EADS SPACE SERVICES

All the space you need



EADS
SPACE

www.space.eads.net