

# INHALTSVERZEICHNIS

Editorial .....	4
<b>Teil I – Themen im Fokus.....</b>	<b>7</b>
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
<b>Teil II – Raumfahrt-Jahreschronik .....</b>	<b>199</b>
<b>Teil III – Raumfahrt-Statistik .....</b>	<b>299</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>309</b>
Über dieses Buch .....	310
Farbtafeln .....	312
Sponsoren .....	329



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.

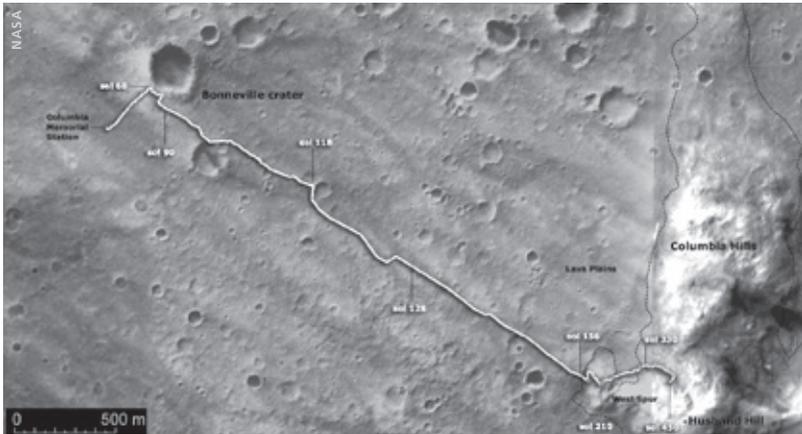
Das nächste große Rover-Projekt, das Mars Science Laboratory, das in vier Jahren auf die Reise gehen soll, wird fünfmal schwerer sein als Opportunity und Spirit. Und um einiges teurer. Wenn ein solcher Rover einfach im Sand versinken würde, wäre das nicht auszudenken. Purgatory ist also nicht nur ein 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**

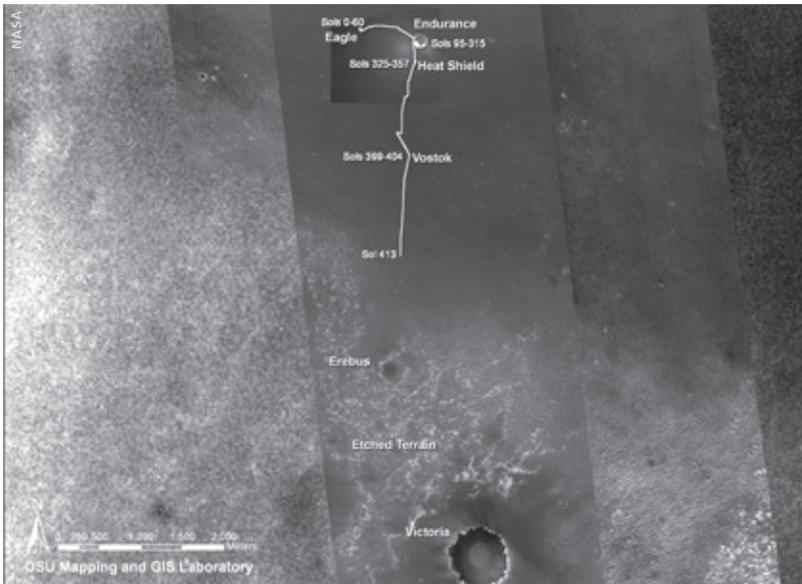
Der 9. Juni 2005 war für die beiden Mars Exploration Rover das, was die Amerikaner gerne als „Landmark“ bezeichnen: ein historisches Datum. An diesem Tag hatten die beiden Robots zusammen 1000 Sols, wie die Marstage genannt werden, auf dem Roten Planeten verbracht. 490 für Opportunity und 510 für Spirit. 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

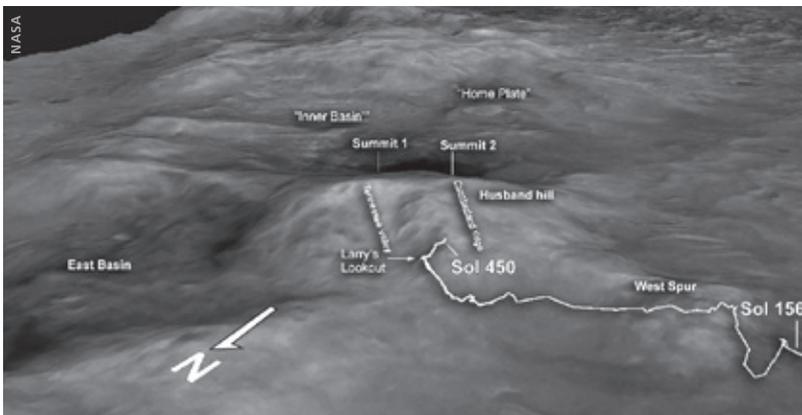
langer Zeit große Mengen flüssigen Wassers existiert haben müssen. Insgesamt hat das rollende Labor schon mehr als 5 Kilometer zurückgelegt, seit es auf seiner Landstufe im Januar 2004 im kleinen Eagle-Krater niederging. Das ist um ein Vielfaches mehr als auch die zuversichtlichste Schätzung vor dem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