

## Calypso - 7 Jahre Stillstand ?

Im Juni 2009 konzentrierten sich die Arbeiten darauf, Spirit aus seiner Sandfalle westlich der Home Plate zu befreien. Weitere Fahrversuche des festsitzenden Rovers sollten erst unternommen werden, wenn seine exakte Situation und die lokalen Gegebenheiten, wie Sandstruktur, Felslagen, usw. genau analysiert waren. Während dieser Zeit blieben die Instrumente alle aktiv und die Kameras wurden dazu benutzt, u.a. die Rover-Unterseite aufzunehmen, Staubteufel zu fotografieren und ein hochaufgelöstes Panoramabild unter Benutzung aller Farbfilter zu erstellen.

Dieses Panoramafoto wurde Kalypso-Panorama genannt, in Anlehnung an die griechische Nymphe in der Odyssee, die den schiffbrüchigen Odysseus liebt und ihn sieben Jahre lang auf ihrer Insel festhielt. Hoffentlich kein allzu nah angelehnter Name ... :-)

Abb. 1: Das noch nicht ganz fertiggestellte Kalypso-Panorama am 5. Juni 2009. In der Bildmitte liegt Norden und das Gebiet, aus dem Spirit gekommen ist. Links geht der Blick auf die Erhöhung Tsiolkovsky westlich des Rovers und rechts liegt die Kante der Home Plate im Osten (Credits: [Benutzer alan bei UMSF](#))

Spirits Stromversorgung war exzellent. Die genauen Werte an Sol 1926, dem 3. Juni 2009, ergaben sich wie folgt:

- Energieaufnahme: **884 Wh/Tag** (starke Verbesserung. Der Idealwert ist 850-900 Wh/Tag)
- Tau-Wert:  **$\tau$  = 0.458** (starke Verbesserung)
- Staubfaktor auf den Solarpaneelen: **77.2 % Durchdringung** (gleichbleibender Wert)
- zurückgelegte Wegstrecke: **7.729,9 m**

Der starke Anstieg auf 884 Wh/Tag bei gleichzeitig gleichgebliebenem Staubfaktor war also durch die Verbesserung des Tau-Wertes verursacht, d.h. die Durchsichtigkeit der Atmosphäre hatte sich erhöht, wie es im Sommer in diesen Breiten auf dem Mars normal ist.

Am 9. Juni 2009 [gaben die Roverfahrer bekannt](#), dass aufgrund eines Problem mit der Erstellung der Testumgebung auf der Erde - eine Disk mit den gesammelten Messergebnissen war zerstört und es gab nur einen beschränkten Backup - die weiteren Arbeiten verzögert werden würden. Man ging davon aus, dass sich Spirit auf keinen Fall vor Mitte Juli 2009 würde bewegen können.

Abb. 2: testweise Drehung des linken Mittelrades an Sol 1933. Es bewegte sich ohne Probleme.

Es wurde auf der Erde zunächst versucht, die genaue Situation von Spirit im Testlabor abzubilden, einschließlich der Konsistenz und der Eigenschaften des Bodenmaterials. Durch die bisherigen Messungen in der Umgebung von Spirit war bis Mitte Juni 2009 im Testlabor eine Umgebung für Spirit zusammengebaut worden: der Rover lag mit 12° Neigung nach links fest und 5 von sechs Rädern waren bis etwas über die Hälfte im losen Bodenmaterial eingegraben. Das sechste, nicht festsitzende Rad war das rechte Vorderrad, was sich schon seit einigen Jahren nicht mehr bewegen liess. Hinzu kamen einige Felsbrocken unter dem Rover, von denen einer den Unterboden des Rovers möglicherweise leicht berührte. Außerdem war das linke Mittelrad offenbar von einem Felsbrocken blockiert, denn bei der letzten Bewegung des Rovers vor einigen Wochen hatte die Bordautomatik das Rad wegen starken Widerstands abgeschaltet.

Mit der Testbettkonfiguration vom 11. Juni 2009 versuchte man zunächst, sich über die Situation beim linken Mittelrad klarzuwerden und mit den Reaktionen des Testrovers auf der Erde zu vergleichen. Dazu wurde an Sol 1933 (11. Juni 2009) gesondert Spirits linkes Mittelrad auf dem Mars bewegt (siehe nebenstehendes Bild), um festzustellen, ob es wirklich von einem Stein blockiert wurde. Die Tests auf der

Erde hatten gezeigt, dass sich der Rover dabei nicht weiter in den Boden hineinwühlen würde. Die Test ergaben, dass sich das Rad ohne Probleme drehen liess und nicht wirklich festsaß. Offenbar befand sich der Stein ([im Unterbodenbild auf der rechten Seite](#)) noch vor dem Rad.

Es wurden zwei Strategien diskutiert, den Rover freizubekommen: entweder durch Vorwärtsfahrt zurück auf den Spuren, die der Rover bereits beim Rückwärtsfahren auf die Sandfalle hin gezogen hatte, oder aber durch eine 90° Seitwärtsbewegung nach links unter Ausnutzung der Schwerkraft des sich nach links absenkenden Bodens. Für das Vorwärtsfahren waren der Stein vor dem linken Mittelrad und das blockierte rechte Vorderrad die Problemzonen, denn Spirit müßte in einem solchen Fall das Hindernis zunächst überwinden und gegen das feststehende Vorderrad anschieben. Die Seitwärtsbewegung war insofern problematisch, als die Eckräder dazu im Boden um 90° gedreht werden mußten und es nicht sicher war, ob Spirit dies würde schaffen können.

Abb. 3: Teil des "Kalypso-Panoramas" mit Blick auf Spirits zentrale Strukturen. Im Bild sind die schüsselförmige High Gain-Antenne und die stabförmige Low Gain-Antenne zu sehen. Außerdem sieht man sehr schön, dass Teile des Roverdecks links vom zentralen Mast nicht vom Staub freigeblasen worden sind, da sie sich im Lee des von rechts kommenden Windes befinden (Credits: Benutzer [astro0 bei UMSF](#)). Auf jeden Fall mußte unter allen Umständen verhindert werden, dass Spirit weiter im Boden absank, denn sobald das Gewicht des Rovers nicht mehr auf den Rädern, sondern auf dem aufgesetzten Unterboden lag, war es vorbei mit der Beweglichkeit des Rovers. Spirit hatte eine Masse von etwa 180 kg, die auf dem Mars mit seiner gegenüber der Erde geringeren Schwerkraft mit etwa 68 kp (kilopond) auf den Boden drückte, also jedes der sechs Räder mit etwas mehr als 11 kp. Diese Auflagekraft wurde gebraucht, um die 180 kg Masse des Rovers bewegen zu können. Andernfalls würden die Räder durch die Masseträgheit verursacht einfach nur noch durchdrehen anstatt die Masse zu beschleunigen.

Das nebenstehende Bild zeigt einen Ausschnitt des Kalypso-Panormamas und einen sehr schönen Blick auf die zentralen Strukturen des Rovers mit der High Gain-Antenne und der stabförmigen Low-Gain-Antenne direkt daneben. Die High Gain-Antenne arbeitet hochperformant, sie muß dazu allerdings auf die Erde ausgerichtet sein. Die High Gain Antenne strahlt des Sendesignal ungerichtet ab und ermöglicht nur einen sehr viel geringeren Datendurchsatz. Sie funktioniert daher immer auch ohne genaue Ausrichtung zur Erde.

Übrigens: Spirits Standort wurde ab sofort "Troja" (engl. "Troy") genannt, wohl in Anbetracht der über 10-jährigen Bemühungen der Griechen vor Troja, die schöne Helena zu befreien. Die Befreiung von Spirit würde hoffentlich nicht 10 Jahre dauern ...

Die Arbeiten zur Befreiung von Spirit gestalteten sich sehr zäh. Neben dem Problem mit dem gecrashten Datenserver (s.o.) bereitete es offenbar größere Schwierigkeiten, die exakte Zusammensetzung des Marsbodens in der Testumgebung realitätsnah zu gestalten. Es wurden immer wieder Hochauflösungsaufnahmen mit dem Microscopic Imager des Instrumentenarms an verschiedenen Stellen in der Roverumgebung gemacht, um möglichst viele Details nachbilden zu können. Dies erforderte viel Zeit. Ein erster Vergleich des "Marsbodens" in der Testumgebung auf der Erde mit der Situation auf dem Mars lieferte der Drehtest des linken Mittelrades (siehe Abb. 2 oben auf dieser Seite). Laut Vorhersage des Testbettverhaltens auf der Erde sollte der Rover dabei nicht weiter im Untergrund versinken und sich das Rad leicht drehen lassen. Dies traf dann im realen Test auch wirklich so zu, es war kein Absinken des Rades zu beobachten. Daher nahm man nun an, die Konsistenz des Marsbodens in der irdischen Testumgebung gut getroffen zu haben.

Abb. 4: Spur des linken Vorderrades oberhalb des Versinkungsortes bei Troja

•

- Energieaufnahme: **828 Wh/Tag** (leichte Verschlechterung. Der Idealwert ist 850-900 Wh/Tag)
- Tau-Wert (Durchlässigkeit der Atmosphäre):  **$\tau$  = 0.502** (leichte Verschlechterung)
- Staubfaktor auf den Solarpaneelen: **74.9 % Durchdringung** (leichte Verschlechterung)
- zurückgelegte Wegstrecke: **7.729,9 m**

