
News-Archiv bis 2007

Deutscher Marsbohrer absolviert kompletten Funktionstest

18. Dezember 2003

Reportage aus dem Beagle 2-Kontrollzentrum in Leicester/England: DLR-Wissenschaftler bereitet die erste Bohrung auf einem fremden Planeten vor



Beagle 2 auf der Marsoberfläche

Köln / Leicester (GB) - Während die Mission Mars Express der Europäischen Weltraumorganisation ESA seit über sechs Monaten auf den roten Planeten zurast und mit einer Geschwindigkeit von zehn Kilometern pro Sekunde wie eine Kanonenkugel nur ballistischen Gesetzen folgt, wird im Kontrollzentrum für das Landegerät Beagle 2 im englischen Leicester konzentriert gearbeitet: Durchschnittlich zehn Wissenschaftler sind hier damit beschäftigt, zu programmieren, zu testen, zu begutachten und zu beratschlagen. Und dies alles findet in einem Wechsel von lässigem Warten und dann wieder gespanntem und genauen Beobachten statt. Im Zentrum ihres Interesses steht das Testmodell des Beagle 2 Landers, eine Art überdimensionale, aufgeklappte Taschenuhr mit einem Durchmesser von 60 Zentimetern. Daran befestigt sind vier kreisrunde schwarze Flächen mit Solarzellen sowie ein beweglicher Arm mit sechs wissenschaftlichen Instrumenten, die ab Januar 2004 nach Lebensspuren auf unserem nächsten Nachbarplaneten suchen sollen.

Dieses Gerät, von dem ein baugleiches Exemplar bereits seit dem 2. Juni 2003 auf dem Weg zum Mars ist, gehört zur ersten europäischen Planetenmission. Sie soll am 25. Dezember 2003 den Mars erreichen und in eine Umlaufbahn eintreten. Gleichzeitig wird Beagle 2 auf der Marsoberfläche aufsetzen, nach der Abtrennung von der Mars Express Muttersonde am Freitag, 19. Dezember 2003. Die Wissenschaftler wollen insbesondere wissen, ob es auf dem Mars früher einfaches Leben gab, zu einer Zeit, in der auf dem Planeten flüssiges Wasser stabil war. Der Name Beagle 2 wurde in Anlehnung an das Schiff Beagle gewählt, mit dem Charles Darwin unterwegs war, als er seine Studien zur Evolution der Lebewesen auf der Erde machte. Beagle 2, das kleine wissenschaftliche Gerät aus der Neuzeit, wird zum Zeitpunkt der Landung, am ersten Weihnachtstag 2003, rund 90 Millionen Kilometer von der Erde entfernt sein.

Programmierung der Steuer codes in Leicester/England



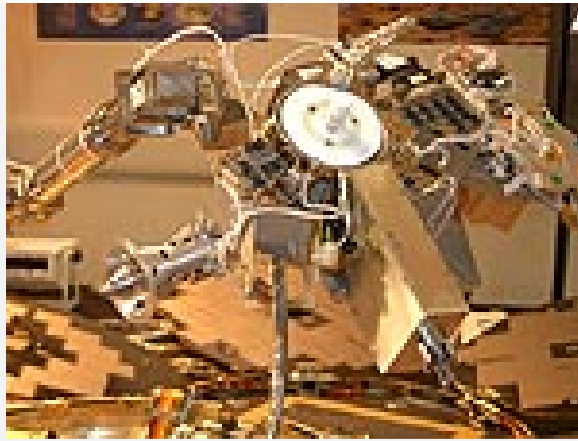
Instrumentenarm von Beagle 2

Doch bevor die Programmcodes, die nach der Landung den Betrieb der Lander Nutzlasten steuern, auf den weiten Weg zum Mars geschickt werden, müssen sie hier unten im Kontrollzentrum in Leicester programmiert und überprüft werden. Zunächst geschieht dies im Computer mit einem so genannten Virtual Reality-Programm, das alle Funktionen und Aktionen des realen Gerätes genau nachbilden kann. Geht dieser erste Check in Ordnung, erfolgt an dem bau- und funktionsgleichen Modell des Mars-Landegerätes die reale Überprüfung des Ablaufs in Echtzeit. Ist auch dieser Test erfolgreich, so ist der Programmcode fehlerfrei und kann auf die weite Reise geschickt werden.

Die Verantwortung für diesen Test hat Derek Pulan, der Instrument-Manager des Lander-Greifarms im Beagle 2-Kontrollzentrum: "Bisher haben wir hier in unserem Testlabor nur einzelne Sequenzen der komplizierten Abläufe getestet, die Bohrung und den Bohrer, die Armbewegung, die Probenabgabe in unser Minilabor, aber niemals dies alles im Zusammenhang. Darum geht es nun genau", erklärt der Geophysiker. Normalerweise arbeitet der für die University of Leicester, aber nun ist er seit rund fünf Jahren – seit Beginn der europäischen Mission Mars Express - vollständig in das anspruchsvolle Projekt einbezogen. Seine Arbeitsstätte ist nun ein nüchterner Raum, rund acht mal acht Meter, in dem 13 Standard-Computer untergebracht sind. Der Raum hat ein Fenster, aber dieses geht nicht nach draußen, sondern in eine Halle, die zu einem Museum gehört, dem National Space Center. Die Raumfahrt-interessierten Museumsbesucher drücken sich ab und an von der anderen Seite die Nase an der Scheibe platt, um die Wissenschaftler direkt bei ihrer Arbeit zu beobachten.

Dabei können die Beobachter draußen nur grob erahnen, was hier genau passiert. Denn von hier aus werden in den nächsten Monaten sämtliche Aktionen des Landers auf der Marsoberfläche betreut. Und alles muss genauestens vorgedacht sein und perfekt funktionieren, denn es wird niemals einen direkten Funkkontakt zum Landegerät geben, nicht nur aufgrund der Signallaufzeit Erde-Mars von rund 20 Minuten. Das Signal und die Daten des Landegerätes müssen zusätzlich zu einer Art Relaisstation ins All kurz übertragen werden. Diese Aufgabe sollen Sonden in der Umlaufbahn des Mars übernehmen, zuerst die amerikanische Sonde Mars Odyssey und später der europäische Mars Express Orbiter. Dieser umkreist den Mars auf einer elliptischen Bahn und kommt nur alle vier Tage in die Nähe des Landers. Nur dann kann der Orbiter mit Beagle 2 Kontakt aufnehmen, um entweder Signale zu empfangen oder auch zu übertragen.

Der Maulwurfbohrer PLUTO aus Deutschland



Instrumententräger von Beagle 2 mit Spitze des Maulwurfbohrers PLUTO

Im Mittelpunkt der nun ablaufenden Aktionen im Kontrollzentrum steht ein metallisch glänzender Stift, der am Ende des Arms des Landers, am Instrumententräger, angebracht ist. Wie eine Metallhülse einer Havanna-Zigarre sieht er aus, ähnliche Größe, unten aber spitz und oben platt, an einem Metallseil hängend. Dieser Maulwurfbohrer PLUTO (PLANetary UNDERground TOol), vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln entwickelt, soll sich bis zu eineinhalb Meter in den Marsboden eingraben und aus dieser Tiefe Proben entnehmen. Diese werden dann in einem Minilabor des Landers auf Lebensspuren, insbesondere auf Kohlenstoffverbindungen und chemische Spuren früherer Lebensprozesse, analysiert. Da die Oberfläche des Mars permanent der aggressiven UV-Strahlung der Sonne ausgesetzt ist, erwarten die Wissenschaftler nur in geschützten Bereichen wie unter großen Steinen oder unterhalb der Marsoberfläche Lebensspuren, wenn überhaupt.

Das Landedatum kommt näher: Arbeiten mit Blick auf die Marsuhr

Auf einer elektronischen Anzeige im Kontrollzentrum, links neben dem Ausgang gut sichtbar für jeden, mahnen wechselnde, gepunktete Leuchtschriften in grün und rot nicht nur den Countdown bis zur Landung an: Dass die lokale Zeit als UTC bis auf die Sekunden genau angezeigt wird, ist da eigentlich völlig überflüssig. Entscheidend ist die Zeitangabe, die zurückzählt: Die bevorstehende Landung wird dort unerbittlich - von Sekunde zu Sekunde - und für alle im Raum deutlich sichtbar herabgezählt: 18 Tage, 20 Stunden, 25 Minuten, 33 Sekunden bis zur Landung (Anm. d. Red.: Diese Zeitangabe bezieht sich auf den 05.12.2003). Inzwischen sind es schon wieder drei Sekunden weniger. Aber noch zwei andere ebenfalls angezeigte Zeiten sind hier von Bedeutung: Nach der LOBT (Lander OnBoard Time) richten sich hier alle Aktionen. Kurz vor dem Start der Mission Anfang Juni ist diese Lander-eigene Zeit und Uhr gestartet worden, und auf ihren Sekundentakt beziehen sich alle Kommandos, die hier in Leicester für den Lander geschrieben und hinaufgefunkt werden.

Weiterhin gibt es eine Uhr, die nach 24 Stunden und 37 Minuten wieder bei Null beginnt. Auch wenn der Marstag nur etwa eine halbe Stunde länger ist als der irdische, so müssen sich die Wissenschaftler darauf einstellen, denn davon wird letztlich der Ablauf ihrer Experimente bestimmt. Auch diese Zeit läuft auf dem Laufband mit, und zwar als LTST (Local True Solar Time), als Marszeit am Landeplatz, in der Ebene namens Isidis Planitia. Diese Zeitangabe sagt den Wissenschaftlern hier unten auf der Erde, mit welchen Bedingungen ihr Landegerät gerade klarkommen muss, beispielsweise ob es gerade Tag oder Nacht in der gelandeten Region ist. Nur dann wissen sie, ob die Umgebungstemperatur gerade plus 10 Grad Celsius oder gerade minus 90 Grad Celsius beträgt, nur dann wissen sie, ob die Solarzellen genügend Energie für ihre Experimente liefern. Nach dieser Zeit am Landeplatz muss also letztlich die Planung und Ausführung der Experimente erfolgen.

Dass ein Marsjahr im Gegensatz zum irdischen 687 Tage hat, tangiert die Wissenschaftler dagegen weniger. Die Lebenszeit für ihren Lander wird etwa sechs Monate betragen, dann wird sich auf den Solarpanelen soviel Marsstaub und Sand abgelagert haben, dass eine ausreichende Energieversorgung für Experimente und zur Ladung der Batterien nicht mehr gewährleistet ist.

Der Mole-Man aus Deutschland



Entwickler des Maulwurf-Bohrers, Dr. Lutz Richter, beobachtet Bohrer und Bohrhülse bei der Arbeit

Doch zuerst muss die Ausführung des ersten Bohr-Versuchs hier unten auf der Erde erfolgen. Dafür kommt gerade die richtige Person in den Testraum, Lutz Richter vom DLR in Köln: "Ahh, the Mole-Man", so wird er freudig von seinen englischen Kollegen begrüßt. Er ist für die Konstruktion des Mole, des Maulwurf-Bohrers, verantwortlich und hat ihn bereits mehrmals in unterschiedlichem Gelände getestet. Sein Bohrer ist extrem leicht und klein, genau das, was die Raumfahrt benötigt, denn Beagle 2 durfte nur eine Nutzlast von neun Kilogramm an Bord haben.

Der von Richter konstruierte Bohrer ist kein drehender, sondern ein schlagender: In seinem Innern befindet sich ein kleiner Schlagbolzen, der etwa alle vier Sekunden einen Schlag und damit die Vorwärtsbewegung auslöst. Er gräbt sich also selbsttätig in den Boden ein, ähnlich einem Maulwurf, woher zuerst der Bohrer seinen eigentlichen englischen Namen Mole erhalten hat. Zudem ist der Bohrer nicht wie üblich über ein Bohrgestänge mit der Basis verbunden, sondern er hängt nur an einem Metallseil.

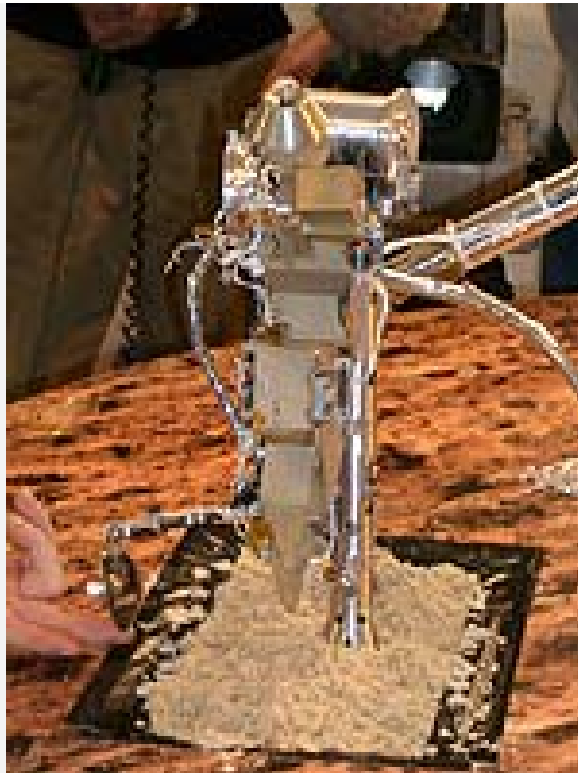
Der Maulwurfbohrer aus Deutschland gräbt sich in den englischen Sand ein

Ob dies nun alles wie geplant funktioniert, muss sich nun zeigen: Der Lander-Arm hat die Bohrhülse bereits in den Sand gedrückt, dann erfolgt für vier Sekunden ein Surren, die Feder des Schlagmechanismus wird gespannt, dann ein leichtes metallisches Klack, der erste Schlag ist erfolgt. Die Umstehenden schauen gespannt auf die Löcher in der Bohrhülse oder auf das große Plasma-Display, das den Bohrer in dreifacher Größe wiedergibt: Die Schlagbewegung des Bohrers ist deutlich zu erkennen, was alle mit sichtlicher Erleichterung und Freude wahrnehmen: Es funktioniert! Im vier-Sekunden-Rhythmus wird der Maulwurf-Bohrer nun Millimeter für Millimeter in den Sand getrieben. Zuvor muss er jedoch eine Kruste durchstoßen, die ähnlich wie auf Mars eine Art zementierter Boden ist, der durch Salze verhärtet ist. Schließlich taucht auch das flache Ende des Bohrers auf, und dann ist auch das Stahlseil zu sehen, auf dem Bildschirm in der Vergrößerung kann man sogar die geflochtene Struktur des Seils erkennen. Schließlich ist der Bohrer komplett verschwunden, er gräbt sich weiter ein und bleibt für die nächsten 40 Minuten verschwunden, nicht im Marsboden, sondern in der Sandkiste im Kontrollzentrum in Leicester.

Nach 30 Minuten ist Ruhe in der Kiste, kein Schlagen ist mehr zu hören: "Lutz!", geht der Ruf durch das Control-Center: "Der Bohrer hat gestoppt." Er steht von seinem Laptop auf, geht zum Instrumenten-Arm, checkt die Daten auf dem Kontroll-Bildschirm und sagt: "Das muss nichts Böses heißen: Entweder hat er die notwendigen Schläge schon gemacht oder die erforderliche Kabellänge ist schon abgerollt." Die beiden Parameter - Anzahl der Schläge und abgerollte Kabellänge - bestimmen den Ablauf der Bohrung, je nachdem, welcher früher erreicht ist beendet den Vorgang. "Das werden wir später an den Daten sehen", erklärt Richter völlig entspannt. "Dies ist der Zeitpuffer, der in den Test eingefügt wurde. Da die mechanischen Prozesse auch mit einer gewissen Autonomie ablaufen, lässt sich nicht genau sagen, was in dieser Zeit passiert", erklärt Richter. "Bei den realen Bohrungen auf dem Mars können wir ja auch nicht eingreifen, da müssen die Prozesse auch mit einer gewissen Autonomie ablaufen."

"Der Bohrer müsste jetzt 80 Zentimeter tief sein", erklärt Richter. Er stützt seine Prognose auf die programmierte Schlaganzahl von 375, die gesamte Schlagdauer von 30 Minuten sowie die Schlagfrequenz von 4,8 Sekunden, die in der virtuellen Simulation 80 Zentimeter Schlagtiefe ergeben haben.

Der Bohrer kommt zurück



Bohrhülse sitzt auf dem Sand auf

20 Minuten später: Der Mole-Man hat bereits um absolute Ruhe gebeten, nun schaut er, Kopf und Ohr ganz nahe am Instrumentenarm, auf die Uhr mit der genauen Lander-Zeit und zählt runter: 20 Sekunden, zehn, fünf. Dann erfolgt das erste Geräusch. "Er nimmt die Probe", dann das zweite Geräusch: "Er zieht die Seilwinde an", stellt Richter mit seinen Kollegen erleichtert fest. "In achthundert Sekunden bekommen wir die Daten", erklärt er und schaut auf die Uhr mit der Lander-Zeit. Als der Bohrer wesentlich früher an der Oberfläche auftaucht als vermutet, schaut Richter zuerst ein wenig verwundert: "Offensichtlich sind wir doch nicht so tief gekommen wie wir wollten."

Danach schwenkt der mechanische Arm des Landers langsam zurück, deponiert die Probe über dem Minilabor und befördert sie durch zwei Schläge auf die Ablage über demselben. Danach fallen einige Sandkörner in den Glaskolben, man muss schon ganz genau hinsehen, um diesen kurzen Vorgang zu erkennen. Als Richter die Probe aus dem Lander entnimmt und sie schüttelt, meint er: "Das ist ausreichend, soviel benötigt man für die Analyse".

Einige Parameter müssen neu eingestellt werden

Später misst Derek Pulan das Bohrloch mit einem Bandmaß nach, das kontinentale Maßeinheiten trägt. Er leuchtet das Bohrloch aus: "33 Zentimeter", lautet sein ernüchterndes Ergebnis. Die erreichte Tiefe beträgt gerade fünf Zentimeter mehr als der Bohrer lang ist.

Später bei der Datenauswertung in Deutschland wird Richter feststellen: "Wir müssen die Kontroll-Parameter für die Software des Testmodells in Leicester neu festlegen: Beim Test sind mehr Schläge gezählt worden als der Bohrer wirklich gemacht hat, und deswegen hat er so früh abgeschaltet, erklärt Richter. Eine andere Messung aus England stimmt ihn dagegen sehr zuversichtlich: "Die abgerollte Kabellänge ist präzise erfasst worden. Damit können wir also aufgrund dieses Parameters später genau sagen, wie weit wir in den Boden vorgedrungen sind", sagt er zufrieden.

Erste europäische Landung auf dem Mars am 25. Dezember 2003

Richter ist mit dem Testverlauf und den Ergebnissen aus England sehr zufrieden: "Nun sind wir bestens vorbereitet. Ich erwarte nun mit Spannung wie die anderen Wissenschaftler von Mars Express nicht auf Heiligabend, sondern auf den ersten Weihnachtstag, den 25. Dezember 2003. Um 03.54 Uhr MEZ soll Beagle 2 landen, etwa vier Stunden später können wir erstmalig davon erfahren", erklärt Richter. Doch bevor die Wissenschaftler mit ihren Forschungen so richtig loslegen können, muss Beagle 2 die erste kalte Nacht mit minus 90 Grad Celsius gut überstehen und am Marsmorgen alle Systeme einschalten: "Nur wenn das gelingt, haben wir auch wirklich eine Mission", erklärt der Mole-Man aus Deutschland. Doch er ist zuversichtlich, denn alles, was sie tun konnten, haben sie bereits gemacht oder werden es noch tun, hier in Leicester, im Kontrollzentrum für die erste europäische Marslandung.

Kontaktdaten für Bild- und Videoanfragen sowie Informationen zu den DLR-Nutzungsbedingungen finden Sie im Impressum der Website des DLR.