

## Mars Science Laboratory

MSL ([offizielle NASA Webseite hier](#)), das Mars-Wissenschaftslaboratorium, sollte in Fortführung der Missionen von [Spirit und Opportunity](#) und nach dem unbeweglichen [Phoenix-Lander](#) des Jahres 2009 als ein beweglicher Rover mit erheblich ausgeweitetem Aktionsradius auf dem Mars nach Spuren von Leben und der Entwicklungsgeschichte des Planeten Mars suchen. Die Mission ist als Vorbereitung einer weiteren Mission gedacht, die Proben vom Mars auf die Erde zurückholen soll. Anders als die darüberhinaus geplanten weiteren Missionen (z.B. eine Scout-Mission im Jahre 2011 oder eine Probenrückführungsmission in den 2015er Jahren) ist MSL finanziell gesichert und in das Marsprogramm der NASA voll integriert. So ist z.B. die Scout-Mission, die einen Ballon oder ein Leichtflugzeug in der Marsatmosphäre aussetzen soll, wegen der Mondlandungspläne der Bush-Regierung gerade von 2011 auf 2013 verschoben worden.

Der geplante Starttermin für MSL war in Ausnutzung des 2009er Startfensters zum Mars auf einen Termin zwischen dem 15. September 2009 und 04. Oktober 2009 festgelegt worden. Dementsprechend sollte der Mars am 10. Juli 2010 oder am 14. September 2010 erreicht werden. Am 4. Dezember 2008 wurde jedoch von der NASA [offiziell bekannt gegeben](#), dass MSL nicht rechtzeitig fertig werden würde. Hauptsächlich wegen Problemen mit den mehr als 30 Elektromotoren an Bord des Rovers, die erst Anfang Februar 2009 vom Herstellerwerk ausgeliefert und dann nicht mehr intensiv genug bis zum Herbst 2009 getestet werden konnten, wurde der Starttermin verschoben. Wegen der planetaren Orbitalgeometrie verschob sich damit der Starttermin um zwei ganze Jahre auf Herbst 2011 ! Testzeit war nun genug da, allerdings ergaben sich bis dahin geplante Mehrkosten von etwa 400 Mio \$, die woanders eingespart werden mußten. Ein weiteres ernstes Problem lag an anderer Stelle: MSL sollte nach seiner Landung auf dem Mars (würde nun Mitte 2012 stattfinden) etwa zwei Jahre lang den Mars erforschen, also bis 2014. Es gab aber bis dahin keine neuen Relay-Orbiter, die für die Erdkommunikation unverzichtbar waren. Die drei funktionsfähigen Orbiter waren im Jahre 2008 schon sehr lange im Einsatz: [Mars Odyssey](#) 7 Jahre, [Mars Reconnaissance Orbiter](#) 3 Jahre und der ESA-Raumer [Mars Express](#) 5 Jahre, d.h. in weiteren sechs Jahren bis 2014 würden sie ihre Laufzeit mehr als überschritten haben (13, 9 bzw. 11 Jahre). Der technisch vergleichbare vierte Orbiter [Mars Global Surveyor](#) war 2006 nach knapp 10 Jahren Lebenszeit funktionsunfähig geworden. Es würde also eng werden.

Dies alles bedeutete: es würde im zweijährigen möglichen Startfenster im Jahre 2009 keine Marsmission der Amerikaner geben !

Das Mars Science Laboratory sollte nun also ab 2011

- organische Verbindungen erkennen und identifizieren,
- geologische und andere Gegebenheiten identifizieren, die Effekte und Resultate biologischer Prozesse sind,
- Felsen und Oberflächenstrukturen untersuchen und die zur ihrer Bildung führenden Prozesse analysieren,
- die Marsatmosphäre,
- und die heutige Verteilung von Wasser und Kohlendioxid auf dem Boden untersuchen

Zur Realisierung dieser Missionziele hat das MSL folgende wissenschaftliche Instrumente an Bord:

1. die [Mast-Kamera](#) für Panoramaaufnahmen
2. den [Mars Hand Lens Imager](#) für Nahaufnahmen von eingesammelten Proben
3. den [Mars Descent Imager](#) für Videoaufnahmen bei der Marslandung
4. ein [Alphateilchen- Röntgenspektrometer](#) zur Röntgenanalyse von anorganischem Material
5. einen [Felsenverdampfungslaser \(CHemCam\)](#) zur Emissionsspektralanalyse von verdampftem Felsenmaterial (eine Laserkanone ;-))
6. ein [Röntgendiffraktometer](#) zur Analyse von pulverisiertem anorganischen Material
7. ein komplettes [Probenanalysenlabor](#) zur vollständigen Analyse der Zusammensetzung von

MSL ist im Wesentlichen ein Rover wie schon Spirit und Opportunity, allerdings um den Faktor 4 größer, schwerer und mit einer verbesserten Ausrüstung zur Analyse der Marsumgebung ausgestattet. Die Gesamtmasse des zu landenden Raumschiffs ist 850 kg ! Außerdem ist seine Beweglichkeit und Reichweite auf dem Mars mit 15-20 km etwa um den Faktor 10 größer als bei seinen Vorgängern (bis zu 2 km). Wenn man bedenkt, dass Spirit und Opportunity ihre eigentliche Reichweite um mehr als das Fünffache des prognostizierten Radius übertreffen konnten, besteht keine Grund, die effektive Reichweite des MSL nicht auf etwa 100 km und mehr zu spezifizieren. Darüberhinaus ist MSL mit einer Plutoniumbatterie ausgestattet, die Energie durch radioaktiven Zerfall von Plutonium produziert. Dadurch ist der MSL-Rover unabhängig von den Lichtverhältnissen auf der Marsoberfläche und die bei den MER-Rovern sonnenlichtabhängigen Energieprobleme werden vermieden.

Das folgende Bild gibt einen guten Eindruck von der Größe dieses Rovers:

Abb. 1: Der Roverprototyp des MSL in Aktion

Abb. 2: Vergleich des Science Laboratorys zu MER-Rover, Sojourner-Rover und Phoenix

Abb. 3: Noch ein Roververgleich (Credits: [Vortrag von M. Meyer beim MEPAG-Meeting in Rosslyn, Virginia](#))

Das gesamte Raumschiff ist somit ein lastwagengroßes, außerordentliches Schwergewicht von etwa 3,5 t, das schwerste Raumschiff der NASA in den letzten 30 Jahren, etwa vergleichbar in der Masse mit den [Viking-Schiffen](#) von 1976. Die Bestandteile sind folgende:

<b>Bestandteil</b>	<b>Masse</b>
Rover	850 kg
"sky crane"	829 kg
Betankung Landerumschiff ("Sky crane")	390 kg
Hitzeschild	382 kg
Cruise Stage	600 kg
Backshell	349 kg
<b>Gesamt</b>	<b>3400 kg</b>

Die große Masse dieses Raumschiffes benötigt eine besondere Landeprozedur, die der Phoenix-Lander im Mai 2008 in Ansätzen ausprobiert hat. Es gibt kein Airbag-Material, welches 850 kg Rover-Gewicht ohne Beschädigung abfangen könnte. Stattdessen landet der Rover an einem sog. "sky crane", einem mit Landerakteten ausgestatteten "Himmelskran", an einem Seil hängend direkt auf den Rädern. Es handelt sich bei der Landeprozedur um eine gemischte Technik aus MER-Lander und raketentriebene Abstiegsmotoren wie bei den Voyager-Raumschiffen oder dem Phoenix-Lander. Näheres dazu [siehe hier](#).

Das folgende Bild zeigt einer Zusammenstellung der reichhaltigen Instrumentierung des Raumschiffes, die eine Reihe von Problemen aufwarf. So war z.B. Mitte 2009 festgestellt worden, dass das zentrale chemische Analysenlabor SAM doppelt soviel Strom benötigen würde, als ursprünglich festgelegt worden war. Dies zog ein komplettes Redesign der Stromversorgung aus dem bordeigenen thermonuclearen Reaktor und der Ausstattung mit zusätzlichen Solarpaneelen nach sich. Es war einer der Gründe, die die finanzielle Kontrolle des Projektes so total aus dem Ruder laufen liess und das Raumschiff mit etwa 2.5 Mrd. Dollar doppelt so teuer machte wie ursprünglich geplant worden war.

Abb. 4: Instrumentierung des Mars Science Laboratories, das mittlerweile "Curiosity" getauft worden war.

Abb. 5: Status der MSL-Entwicklung, Stand August 2009 ([2 MB .pdf-Datei](#))

Abb. 6: Komponenten des Raumschiffes

