Mars
Der rote Planet

@KVHS Astro-Stammtisch

Reinhard Woltmann

14.03.2014

Der Mars ist, von der Sonne aus gesehen, der vierte Planet im Sonnensystem und der äußere Nachbar der Erde. Er zählt zu den erdähnlichen (terrestrischen) Planeten.

Sein Durchmesser ist mit knapp 6800 Kilometer etwa halb so groß wie der Erddurchmesser, sein Volumen beträgt gut ein Siebentel der Erde. Damit ist der Mars nach dem Merkur der zweitkleinste Planet des Sonnensystems. Mit einer durchschnittlichen Entfernung von 228 Millionen Kilometern ist er rund 1,5 AE von der Sonne entfernt.

Wegen seiner orange- bis roten Farbe wurde er nach dem römischen Kriegsgott Mars benannt bei den alten Griechen Ares und wird oft auch als der Rote Planet bezeichnet. Diese Färbung geht auf Eisenoxid-Staub (Rost) zurück, der sich auf der Oberfläche und in der dünnen CO_2-Atmosphäre verteilt hat.

Der Mars besitzt zwei kleine, unregelmäßig geformte Monde, die 1877 entdeckt wurden: Phobos und Deimos (in griechisch für Furcht und Schrecken).

Umlaufbahn

Der Mars bewegt sich in einem Abstand von 206,6 bis 249,2 Millionen Kilometern (1,38 AE bis 1,67 AE) in knapp 687 Tagen (etwa 1,9 Jahre) auf einer elliptischen Umlaufbahn um die Sonne.

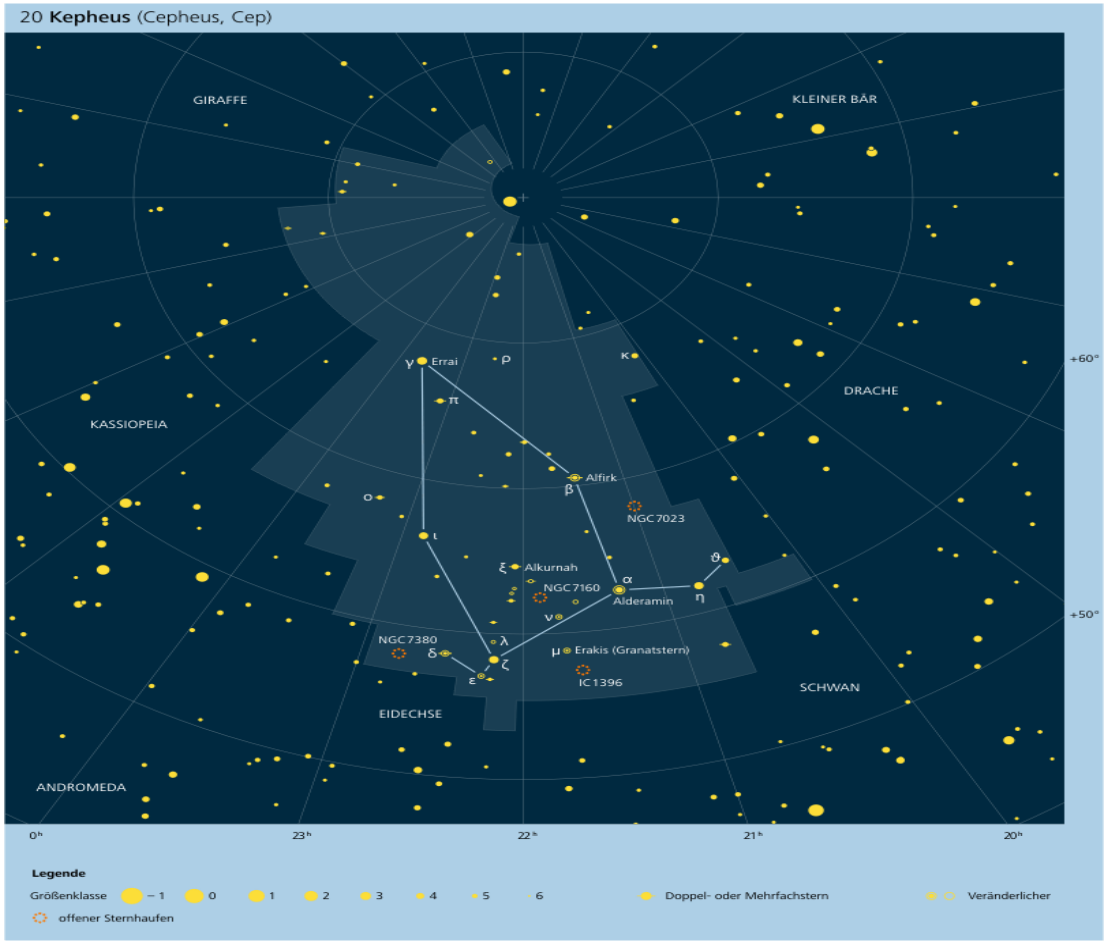
Seine Bahngeschwindigkeit beträgt im Mittel 24,13 km/s, im Vergleich dazu die der Erde 29,80 km/s. Die Bahnexzentrizität beträgt 0,0935. Nach der Umlaufbahn des Merkurs ist das die zweitgrößte Abweichung von der Kreisform unter allen Planetenbahnen des Sonnensystems.

Rotation

Der Mars rotiert in rund 24 Stunden und 37 Minuten einmal um die eigene Achse. In Bezug auf seinen Lauf um die

Sonne ergibt sich daraus ein Marstag von knapp 24 Stunden und 40 Minuten, der auch Sol genannt wird. Da die Äquatorebene des Planeten um 25° 12′ gegen die Bahnebene geneigt ist, gibt es, wie auf der Erde, Jahreszeiten. Sie dauern jedoch fast doppelt so lang wie die irdischen Jahreszeiten, da ihnen das Marsjahr mit 687 Tagen zugrunde liegt. Zudem sind sie unterschiedlich lang, da die Bahn des Mars um die Sonne elliptischer ist als die der Erde.

Die Drehachse führt zudem eine Präzessionsbewegung mit einer Periode von 170.000 Jahren aus. Der marsianische Polarstern des Nordens ist zur Zeit Alderamin (alpha Cephei) im Sternbild Kepheus, irgendwann in 100.000 Jahren wird es Deneb im Sternbild Schwan sein. Auch die Erde führt eine Präzession aus. Bei ihr wird, wie schon vor 14.000 Jahren, in etwa 12.000 Jahren wieder die Wega im Sternbild Leier der Nordstern sein.



Der Äquatordurchmesser des Mars von 6792 km ist etwa doppelt so groß wie der des Erdmonds und halb so groß wie der der Erde. Seine Oberfläche beträgt etwa ein Viertel der Erdoberfläche, seine Masse ein Zehntel der Erdmasse. Die Oberfläche des Mars entspricht mit 144 Mio. km^2 ungefähr der Gesamtoberfläche aller Kontinente der Erde (149 Mio. km^2).

Die Fallbeschleunigung auf seiner Oberfläche beträgt 3,69 m/s^2, dies entspricht etwa 38 % der irdischen. Mit einer Dichte von 3,9 g/cm^3 weist der Mars den geringsten Wert der terrestrischen Planeten auf.

Atmosphäre und Klima

Mars besitzt eine sehr dünne Atmosphäre. Dadurch ist der Atmosphärendruck sehr niedrig, und Wasser kann nicht in flüssiger Form auf der Marsoberfläche existieren, ausgenommen kurzzeitig in den tiefstgelegenen Gebieten.

Über dem Marshorizont ist die Atmosphäre als dunstiger Schleier erkennbar. Links ist der einem Smiley ähnelnde Krater *Galle* zu sehen. Viking, 1976 (Quelle: NASA)

Da die dünne Marsatmosphäre nur wenig Sonnenwärme speichern kann, sind die Temperaturunterschiede auf der Oberfläche sehr groß. Die Temperaturen erreichen in Äquatornähe max. 20 °C am Tag und sinken bis auf –85 °C in der Nacht. Die mittlere Temperatur des Planeten liegt bei etwa –55 °C.

Zusammensetzung

Die Marsatmosphäre besteht zu 95,3 % aus Kohlenstoffdioxid. Dazu kommen noch 2,7 % Stickstoff, 1,6 % Argon, geringe Anteile an Sauerstoff und Kohlenmonoxid sowie Spuren von Wasserdampf und anderen Verbindungen oder Elementen.

Die Atmosphäre ist ziemlich staubig. Sie enthält Teilchen mit etwa 1,5 µm im Durchmesser, die den Himmel über dem Mars in einem blassen gelb- bis orange-braunen Farbton erscheinen lassen.

Die Atmosphäre wurde wahrscheinlich im Laufe der Zeit vom Sonnenwind abgetragen und in den Weltraum mitgerissen. Dies wurde durch die geringe Schwerkraft des Planeten und sein schwaches Magnetfeld begünstigt, das kaum Schutz vor den hochenergetischen Teilchen der Sonne bietet.

Abhängig von den Jahreszeiten und der Intensität der Sonneneinstrahlung finden in der Atmosphäre dynamische Vorgänge statt. Die vereisten Polkappen sublimieren im Sommer teilweise, d.h. sie gehen vom festen direkt in den gasförmigen Zustandüber und kondensierter Wasserdampf bildet dabei ausgedehnte Zirruswolken. Die Polkappen selbst bestehen aus Kohlendioxideis und Wassereis.

Jahreszeiten

Die vergleichsweise große Exzentrizität seines Orbits führt zu einer beträchtlichen Auswirkung auf die Jahreszeiten. Befindet sich der Mars nahe dem Perihel seiner Bahn, dann ist auf der Südhalbkugel Sommer, auf der Nordhalbkugel Winter. Nahe dem Aphel ist es umgekehrt.

Das hat zur Folge, dass die Jahreszeiten in der südlichen Hemisphäre viel deutlicher ausgeprägt sind als in der nördlichen. Die Sommertemperaturen im Süden können bis zu 30 °C höher sein als die vergleichbaren Temperaturen im Sommer des Nordens. Die Jahreszeiten sind aufgrund der Exzentrizität der Umlaufbahn unterschiedlich lang. Auf der Nordhalbkugel dauern der Frühling 199,6, der Sommer 181,7, der Herbst 145,6 und der Winter 160,1 irdische Tage.

Stürme

Während des Marsfrühjahrs können in den ausgedehnten flachen Ebenen heftige Staubstürme auftreten, die mitunter große Teile der Marsoberfläche verhüllen.

Die Aufnahmen von Marssonden zeigen auch Windhosen, die über die Marsebenen ziehen und auf dem Boden dunkle Spuren hinterlassen.

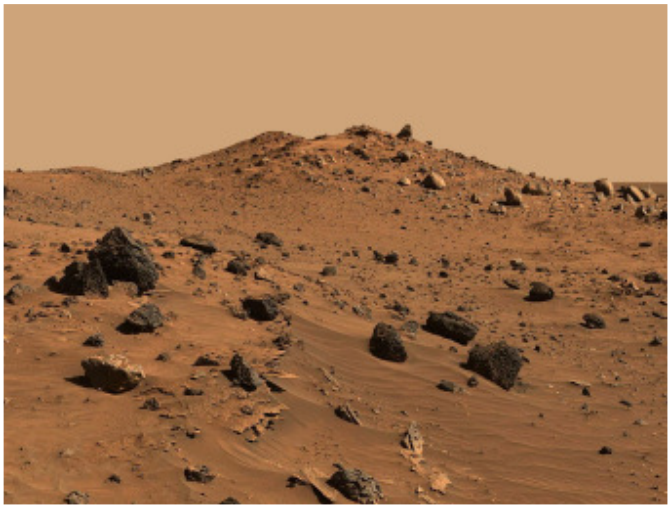
Staubstürme treten gewöhnlich während des Perihels auf, da der Planet zu diesem Zeitpunkt 40 Prozent mehr Sonnenlicht empfängt als während des Aphels. Während des Aphels bilden sich in der Atmosphäre Wolken aus Wassereis, die ihrerseits mit den Staubpartikeln interagieren und so die Temperatur auf dem Planeten beeinflussen. Die Windgeschwindigkeiten in der oberen Atmosphäre können bis zu 650 km/h erreichen, auf dem Boden immerhin fast 400 km/h.

Staubsturm in der Syria-Region,
fotografiert von Mars Global Surveyor im Mai 2003 (Quelle:NASA)

Gewitter

Bei heftigen Staubstürmen scheint es auch zu Gewittern zu kommen. Im Juni 2006 untersuchten Forscher mit einem Radioteleskop den Mars und stellten im Mikrowellenbereich Strahlungsausbrüche fest, wie sie bei Blitzen auftreten. In der Region, in der man die Strahlungsimpulse beobachtet hat, herrschte zu der Zeit ein heftiger Staubsturm mit hohen Staubwolken. Sowohl der beobachtete Staubsturm wie auch das Spektrum der Strahlungsimpulse deuten auf ein Staubgewitter mit Blitzen bzw. großen Entladungen hin.

Oberfläche



Typisches Felsengestein auf der Marsoberfläche
aufgenommen von Mars Pathfinder (Quelle:NASA)

Wegen seiner mysteriösen roten Färbung faszinierte der Mars die Menschen schon immer. Die Farbe verdankt der Planet dem Eisenoxid-Staub, der sich auf der Oberfläche und in der Atmosphäre verteilt hat. Somit ist der Rote Planet ein „rostiger Planet“.

Topografische Hemisphären

Auffallend ist die Dichotomie, die „Zweiteilung“, des Mars. Die nördliche und die südliche Hemisphäre unterscheiden sich deutlich, wobei man von den Tiefebenen des Nordens und den Hochländern des Südens sprechen kann.

Auf der nördlichen Halbkugel sind flache sand- und staub-bedeckte Ebenen vorherrschend. Dunkle Oberflächen-merkmale, die in Teleskopen sichtbar sind, wurden einst für Meere gehalten und erhielten Namen mit der Endung Mare. Die ausgedehnteste dunkle Struktur, die von der Erde aus gesehen werden kann, ist Syrtis Major, die „große Syrte“.

Die südliche Halbkugel ist durchschnittlich sechs Kilometer höher als die nördliche und besteht aus geologisch älteren Formationen. Die Südhalbkugel ist zudem stärker verkratert. Unter den zahlreichen Einschlagkratern der Südhalbkugel befinden sich die größten Marskrater die teilweise Durchmesser bis zu 2100 km aufweisen.

Die deutlichen Unterschiede der Topografie können durch innere Prozesse oder aber Impaktereignisse verursacht worden sein. In letzterem Fall könnte in der Frühzeit der Marsentstehung ein größerer Asteroid auf der Nordhalbkugel eingeschlagen sein und die silikatische Kruste durchschlagen haben. Aus dem Innern könnte Lava ausgetreten sein und das Einschlagbecken ausgefüllt haben.

Wie sich gezeigt hat, hat die Marskruste unter den nördlichen Tiefebenen eine Dicke von etwa 40 km, die dann auf 70 km bis zum Südpol hin zunimmt.

Gräben

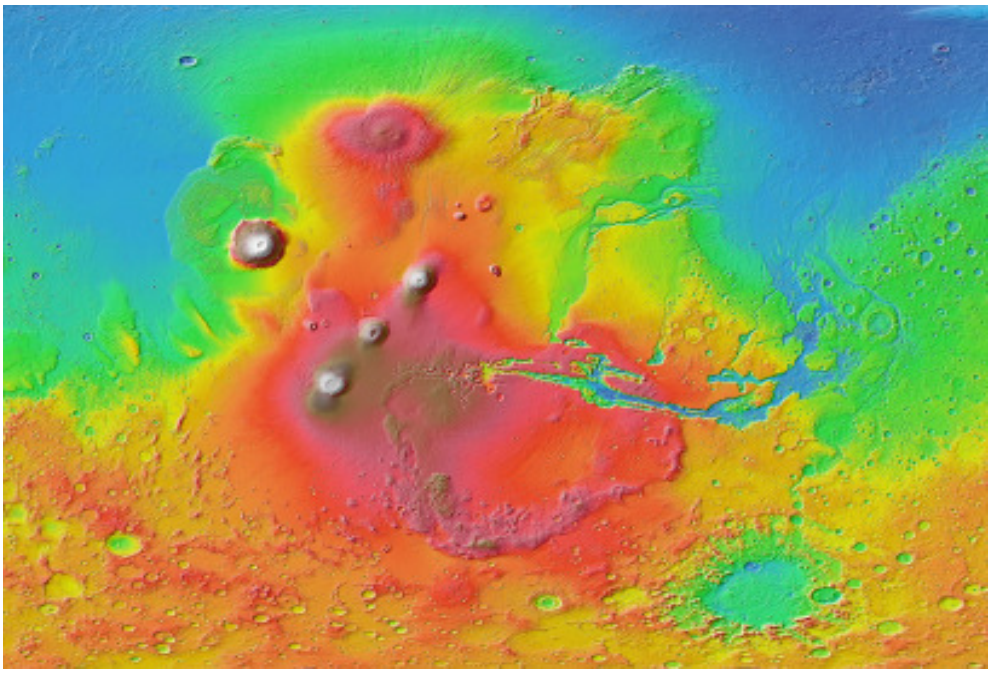
In der Bildmitte liegt das System der Mariner-Täler. Ganz links die Tharsis-Vulkane
Bildmosaik von Viking 1 Orbiter, 1980 (Quelle:NASA)

Südlich am Äquator und fast parallel zu ihm verlaufen die Valles Marineris (die Mariner-Täler), das größte bekannte Grabensystem des Sonnensystems. Es erstreckt sich über 4000 km und ist teilweise bis zu 700 km breit und bis zu 7 km tief. Es handelt sich um einen gewaltigen tektonischen Bruch. In seinem westlichen Teil verästelt er sich zu einem chaotisch anmutenden Gewirr zahlreicher Schluchten und Täler, die bis zu 20 km breit und bis zu 5 km tief sind.

Vulkane

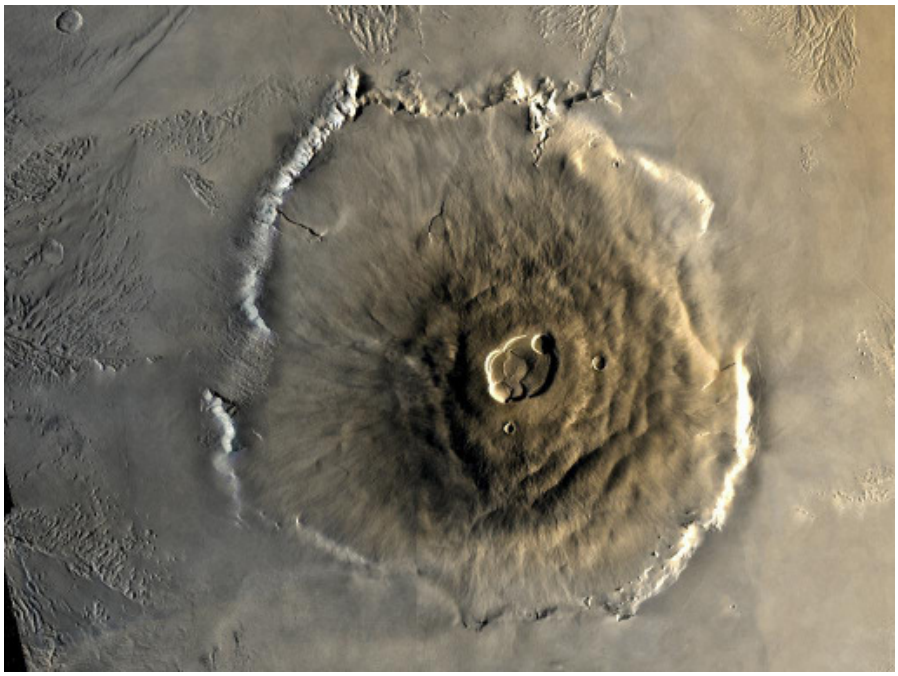
Nördlich und westlich des Valles Marineris befindet sich an Rand des Tharsisrückens der Vulkanriese Alba Patera. Er ragt rund 6 km über das umgebende Tiefland und ist mit

einem Basisdurchmesser von über 1200 km der flächengrößte Vulkan im Sonnensystem. Alba Patera ist anscheinend wegen seiner vergleichsweise geringen Höhe einmal durch einen Kollaps in sich zusammengefallen.



Tharsis-Region basierend auf Daten des Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA)

Unmittelbar südwestlich von Alba Patera ragt der höchste Vulkan, Olympus Mons, 26,4 km über die Umgebung des nördlichen Tieflands. Er ist damit die höchste bekannte Erhebung im Sonnensystem.



Olympus Mons, der mit 27 km höchste Berg im Sonnensystem (Quelle:MOLA)

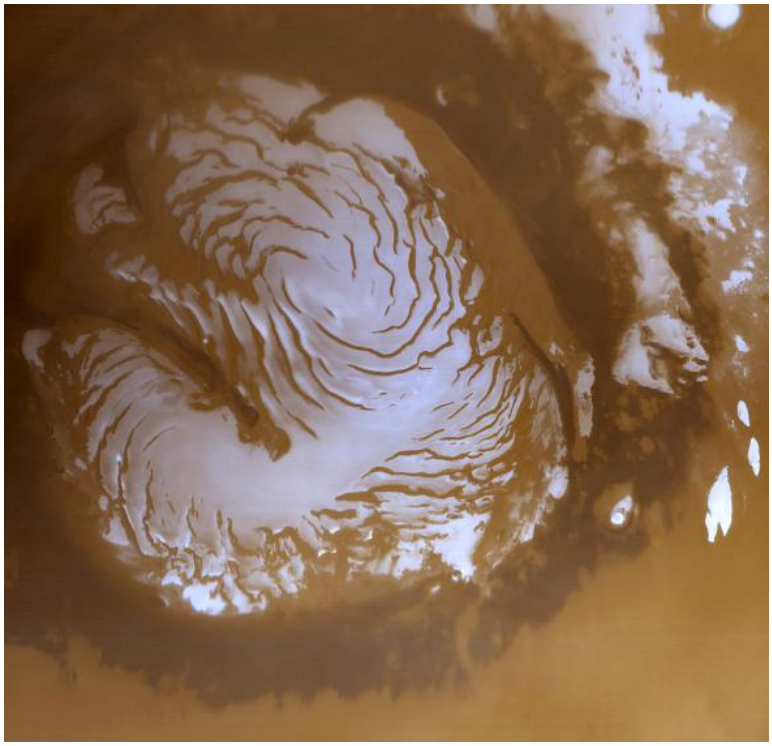
Stromtäler

Kasei Vallis, das größte Stromtal des Mars (Quelle:NASA)

Auf der Marsoberfläche verlaufen Stromtäler, die mehrere hundert Kilometer lang und mehrere Kilometer breit sein können. Die heutigen Trockentäler beginnen ziemlich abrupt und haben keine Zuflüsse. Die meisten entspringen an den Enden der Mariner-Täler und laufen nördlich im Chryse-Becken zusammen. In den Tälern erheben sich mitunter stromlinienförmige Inseln. Sie weisen auf eine vergangene Flutperiode hin, bei der über einen geologisch relativ kurzen Zeitraum große Mengen Wasser geflossen sein müssen. Es könnte sich um Wassereis gehandelt haben, das sich unter der Marsoberfläche befand, danach durch vulkanische Prozesse geschmolzen wurde und dann abgeflossen ist.

Darüber hinaus finden sich an Abhängen und Kraterrändern Spuren von Erosionen, die möglicherweise ebenfalls durch flüssiges Wasser verursacht wurden.

Polkappen



Die Nordpolregion, aufgenommen von Mars Global Surveyor (Quelle:NASA)

Der Mars besitzt zwei auffällige Polkappen, die zum größten Teil aus gefrorenem Kohlendioxid (Trockeneis) sowie einem geringen Anteil an Wassereis zusammengesetzt sind. Die nördliche Polkappe hat während des nördlichen Marssommers einen Durchmesser von rund 1000 Kilometern. Ihre Dicke wird auf 5 km geschätzt. Die südliche Polkappe ist mit 350 km Durchmesser und einer Dicke von 1½ km weniger ausgedehnt. Die Polarkappen zeigen spiralförmige Einschnitte, deren Entstehung bislang nicht geklärt ist.

Wasservorkommen

Der Mars erscheint heute als trockener Wüstenplanet. Die bislang vorliegenden Ergebnisse der Marsmissionen lassen jedoch den Schluss zu, dass die Marsatmosphäre in der Vergangenheit (vor Milliarden Jahren) wesentlich dichter war und auf der Oberfläche des Planeten reichlich flüssiges Wasser vorhanden war. Die schon lange gehegte Vermutung, dass sich unter der Oberfläche des Mars

Wassereis befinden könnte, erwies sich 2005 durch Entdeckungen der ESA-Sonde Mars-Express als richtig.

Geologen gehen von wiederkehrenden Vereisungsperioden auf dem Mars aus, ähnlich irdischen Eiszeiten. Die Forscher schließen dies aus Orbiter-Fotos, die Spuren einstiger Gletscher in äquatornahen Gebieten zeigen. Zusätzlich stützen auch Radarmessungen aus der Umlaufbahn die Existenz beträchtlicher Mengen an Bodeneis in ebendiesen Gebieten. Diese Bodeneis-vorkommen werden als Reste solcher „Eiszeiten“ gedeutet.

Flüssiges Wasser

Da der Druck der Marsatmosphäre so gering ist, kann flüssiges Wasser an der Oberfläche nicht für längere Zeiträume existieren. Außerdem ist es auf der Oberfläche meist zu kalt dafür.

Innerer Aufbau

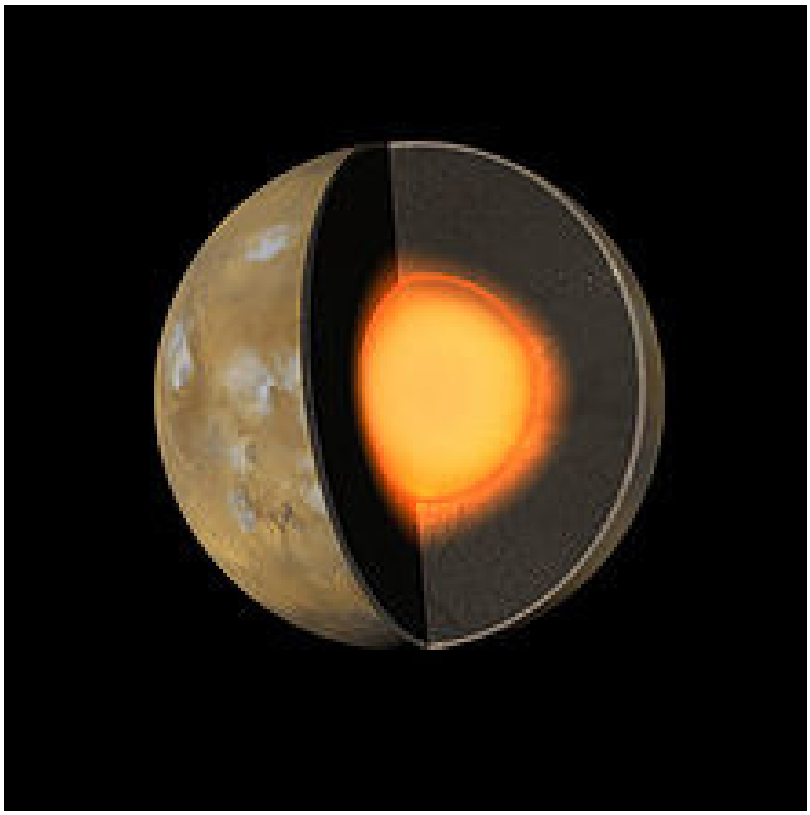


Illustration des vermuteten Marsaufbaus (Quelle:NASA)

Über den inneren Aufbau des Mars ist nur wenig bekannt, da bislang nur begrenzt seismische Messungen vorgenommen werden konnten.

Sein Inneres gliedert sich ähnlich dem Schalenaufbau der Erde in eine Kruste, einen Gesteinsmantel und einen Kern, der überwiegend aus Eisen und zu etwa 14 bis 17 Prozent aus Schwefel besteht. Der Kern beinhaltet etwa doppelt so viele leichte Elemente wie der Erdkern. Deshalb ist die Dichte des Kerns niedriger, als es bei einem reinen Eisen-Nickelkern der Fall wäre.

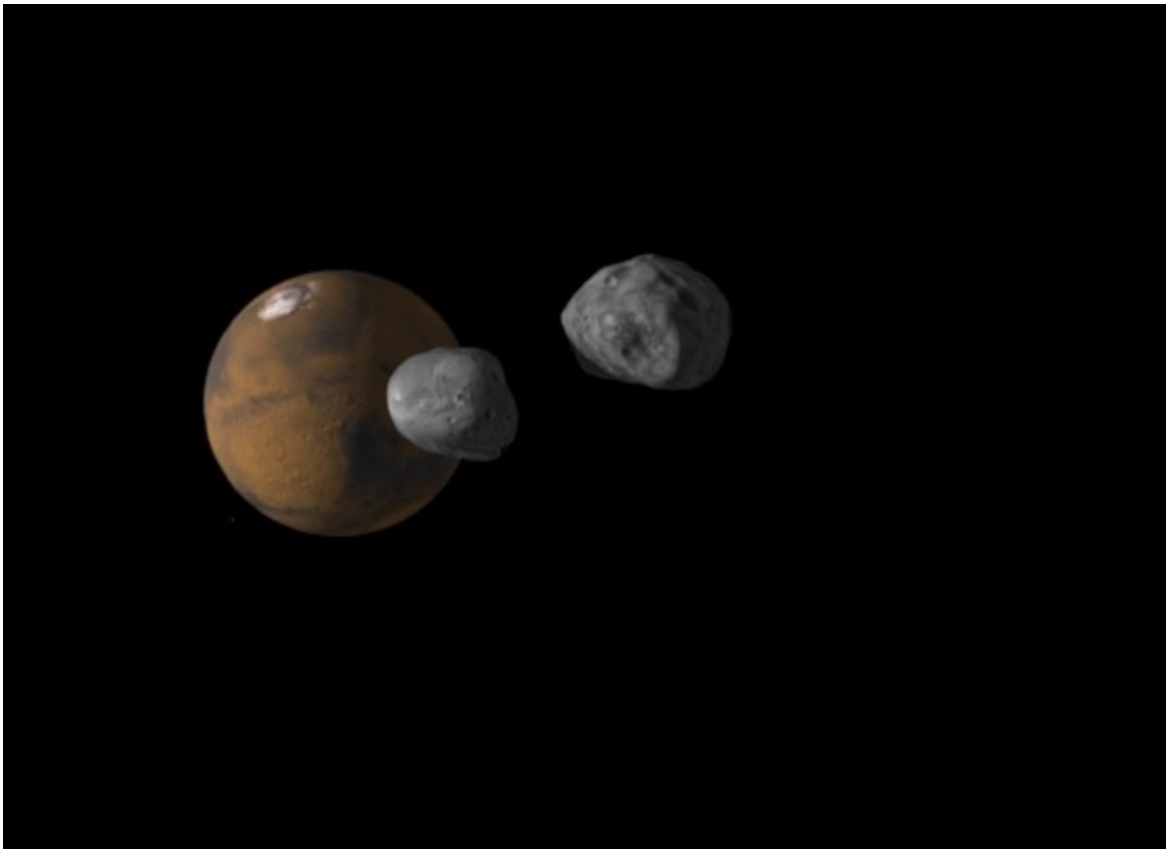
Der Kern ist von einem Mantel aus Silicaten umgeben, der viele der tektonischen und vulkanischen Merkmale des Planeten formte, nun aber inaktiv zu sein scheint. Die durchschnittliche Dicke der Planetenkruste beträgt etwa 50 km, mit einem Maximum von 125 km.

Magnetfeld

Anders als die Erde und der Merkur besitzt der Mars kein globales Magnetfeld mehr, seit er es ca. 500 Millionen Jahre nach seiner Entstehung verlor. Vermutlich erlosch es, als der Zerfall radioaktiver Elemente nicht mehr genügend Wärmeenergie produzierte, um im flüssigen Kern Konvektionsströmungen anzutreiben, denn da der Mars keinen festen inneren Kern besitzt, konnte er den Dynamo-Effekt nicht auf die gleiche Art aufbauen wie die Erde.

Monde

Zwei kleine Monde, Phobos und Deimos (griech. Furcht und Schrecken), umkreisen den Mars. Sie wurden 1877 entdeckt und nach den beiden Begleitern, die den Wagen des Kriegsgottes Ares ziehen, benannt.



Phobos (oben) und Deimos (unten) im Größenvergleich

Phobos (Durchmesser 26,8 × 22,4 × 18,4 km) und Deimos (Durchmesser 15,0 × 12,2 × 10,4 km) sind zwei unregelmäßig geformte Felsbrocken. Möglicherweise handelt es sich um Asteroiden, die vom Mars eingefangen wurden.

Die Umlaufzeit von Phobos ist kürzer als die Rotationszeit von Mars. Der Mond kommt dem Planeten durch die Gezeitenwechselwirkung auf einer Spiralbahn langsam immer näher und wird schließlich auf diesen stürzen oder durch die Gezeitenkräfte auseinander gerissen werden, so dass er für kurze Zeit zu einem Marsring wird. Für ihn berechneten DLR-Forscher, basierend auf neueren Daten der europäischen Raumsonde Mars Express, dass dies in ca. 50 Millionen Jahren geschehen wird. Deimos wird dagegen in einer noch ferneren Zukunft dem Mars entfliehen. Er driftet durch die Gezeitenwechselwirkung langsam nach außen, wie alle Monde, die langsamer um einen Planeten kreisen, als dieser rotiert.

Entstehungsgeschichte

Anhand der astrogeologischen Formationenvielfalt und der Verteilung von Einschlagskratern kann ein Großteil der Geschichte des Planeten abgeleitet werden. Der Mars entstand, wie die übrigen Planeten des Sonnensystems, vor etwa 4,5 Milliarden Jahren durch Zusammenballung kleinerer Körper, sogenannter Planetesimale, innerhalb der protoplanetaren Scheibe zu einem Protoplaneten. Vor 4 Milliarden Jahren bildete der im Innern noch glutflüssige planetare Körper eine feste Gesteinskruste aus, die etwa 600 Millionen Jahre einem heftigen Bombardement von Asteroiden und Kometen ausgesetzt war.

Die ältesten der heute noch vorhandenen Formationen, wie etwa das Hellas-Becken, und die verkraterten Hochebenen, wurden vor 3,8 bis 3,5 Milliarden Jahren gebildet. Durch starke vulkanische Eruptionen wurden weite Teile des Planeten von Ablagerungen aus vulkanischer Lava und Asche bedeckt. Diese wurden an vielen Stellen durch Wind und Wasser wieder abgetragen und ließen ein Netzwerk von Tälern zurück.

Im geologische „Mittelalter“ des Mars vor etwa 3,5 bis 1,8 Milliarden Jahren ergossen sich riesige Lavamengen aus ausgedehnten Spalten in der Marskruste und bildeten weite Ebenen. Es entstanden auch die ältesten Vulkane der Tharsis-Region, wobei die Gesteinskruste stark verformt wurde und sich das Grabensystem der Valles Marineris öffnete. Es bildeten sich die gewaltigen Stromtäler, in denen große Wassermengen flossen und sich stellenweise aufstauten.

Es entwickelte sich auf dem Mars ein Wasserkreislauf. Im Unterschied zur Erde gab es jedoch keinen Wetterzyklus mit Verdunstung, Wolkenbildung und anschließendem Niederschlag. Das Wasser versickerte einfach im

Untergrund und wurde später durch hydrothermale Prozesse wieder an die Oberfläche getrieben. Da jedoch der Planet immer weiter abkühlte, endete dieser Prozess vor etwa 1,5 Milliarden Jahren, und es hielten sich nur noch Gletscher an der Oberfläche. Zeichen dieser Aktivität sind vor kurzem entdeckte Moränen am Olympus Mons.

Die geologische Neuzeit des Mars begann vor 1,8 Milliarden Jahren. In dieser Phase entstanden die jüngeren Vulkane der Tharsis-Region, aus denen große Lavamassen flossen und weite Ebenen bildeten.

Gegenwärtig wird die Oberfläche des Mars hauptsächlich durch Winderosion und Hangrutschung geformt.

Erforschung des Mars vor dem Raumfahrtzeitalter

- **Tycho Brahe (1546–1601) vermaß die Planetenpositionen des Mars mit bis dahin nicht gekannter Genauigkeit und ermöglichte es so Johannes Kepler (1571–1630), die elliptische Bahn des Planeten zu berechnen und die drei Keplerschen Gesetze abzuleiten.**
- **Christiaan Huygens entdeckte 1659 eine dunkle, dreieckige (große Syrte) auf der Marsoberfläche. Aus deren Positionsveränderungen errechnete er die Eigenrotation des Mars zu 24,5 Stunden (heutiger Wert: 24,623 Stunden).**
- **Giovanni Domenico Cassini beschrieb 1666 die weißen Polkappen des Mars.**
- **Wilhelm Herschel bestimmte 1784 die Neigung der Rotationsachse gegenüber der Umlaufbahn.**
- **Wilhelm Beer fertigte 1830 die erste Marskarte an.**

- **Giovanni Schiaparelli nahm 1877 auf der Marsoberfläche zarte Linienstrukturen wahr, die er „Canali“ (italienisch für „Rinnen“ oder „Gräben“) nannte und in eine detaillierte Karte eintrug.**
- **Asaph Hall entdeckt bei der günstigen Opposition 1877 die beiden Marsmonde Phobos und Deimos.**

Missionen zum Mars

Viele unbemannte Raumsonden wurden schon zum Mars entsandt, von denen einige sehr erfolgreich waren und nur wenige gänzlich versagten. Im Unterschied zur Erkundung des Erdmondes gibt es bis heute keine Gesteinsproben, die vom Mars geholt wurden, so dass Marsmeteoriten die einzige Möglichkeit sind, Material vom Mars in irdischen Laboratorien zu erforschen.

1971 landete mit der sowjetischen Mars 3 die erste Sonde weich auf dem Mars, nachdem Mars 2 wenige Tage zuvor gescheitert war. Der Funkkontakt brach jedoch 20 Sekunden nach der Landung ab. Mögliche Ursache war ein gerade tobender globaler Staubsturm, der den Lander umgeworfen haben könnte.

In den 1970er-Jahren landeten die Viking-Sonden erfolgreich auf dem Mars und lieferten die ersten Farbbilder sowie Daten von Bodenproben: Viking 1 schaffte am 20. Juni 1976 als erste US-amerikanische Sonde eine weiche Landung. Die Sowjetunion versuchte noch weitere Landungen auf dem Mars, scheiterte jedoch.

Der große Felsen links von der Mitte ist etwa zwei Meter breit.
Er wurde Big Joe getauft. Viking1(Quelle:NASA)

1992 wurde die US-Sonde Mars Observer gestartet. Sie ging 1993 kurz vor dem Einschwenken in die Umlaufbahn verloren.

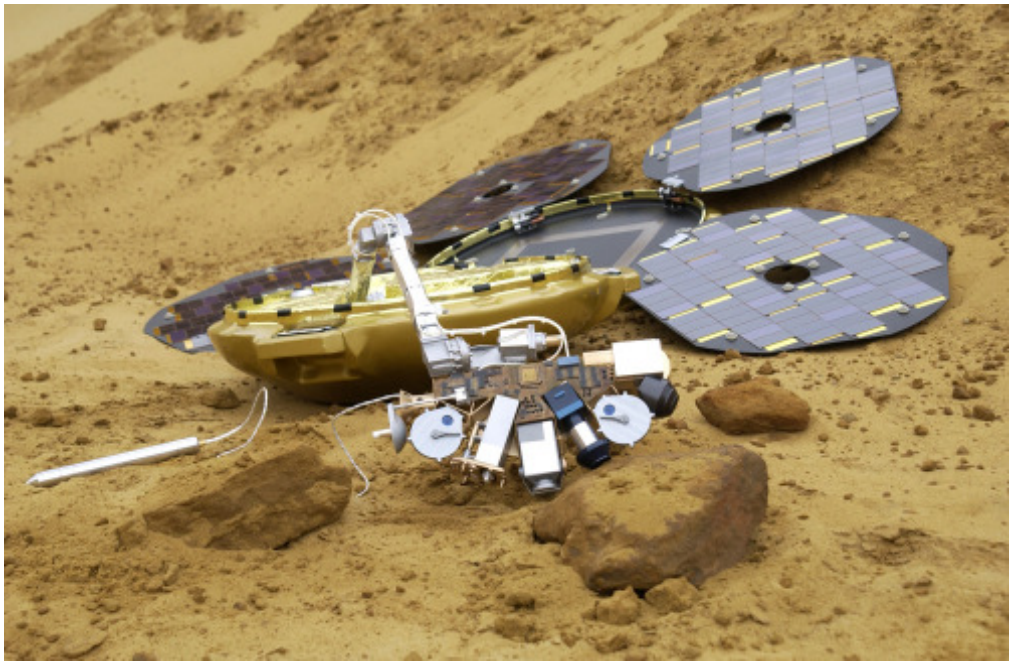
Besonderes Aufsehen erregte 1997 der Mars Pathfinder, bei dem zum ersten Mal ein kleines Marsmobil, der Rover Sojourner, eingesetzt wurde. Er landete publikumswirksam am 4. Juli, dem amerikanischen Unabhängigkeitstag, und lieferte viele Aufnahmen von der Umgebung der Landestelle, die von der NASA zum ersten Mal sofort im Internet veröffentlicht wurden.

Der Marsrover Sojourner (Quelle:NASA)

Eine weitere erfolgreiche Mission war 1997 die des Mars Global Surveyor, bei der die Marsoberfläche in einer hohen Auflösung kartografiert wurde. Am 2. November 2006 – fünf Tage vor dem 10-jährigen Jubiläum seines Starts – brach der Kontakt mit dem Satelliten ab.

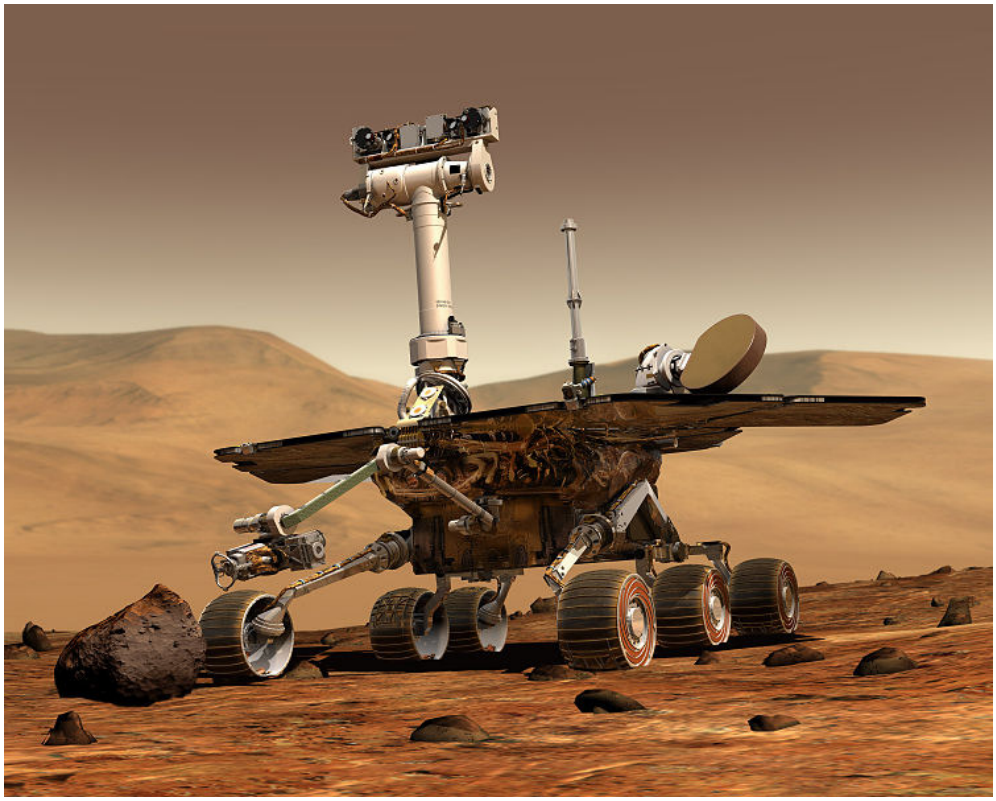
Seit dem 24. Oktober 2001 umkreist außer dem Global Surveyor noch 2001 Mars Odyssey den roten Planeten, der spezielle Instrumente zur Fernerkundung von Wasservorkommen an Bord hat.

Am 2. Juni 2003 startete im Rahmen der ersten europäischen Marsmission die ESA-Raumsonde Mars Express mit dem Landegerät Beagle 2 erfolgreich zum Mars. Beagle 2 landete am 25. Dezember 2003 auf der Marsoberfläche, allerdings konnte der Kontakt niemals aufgebaut werden. Es wird vermutet, dass Beagle 2 bei der Landung auf der Oberfläche zerschellte. Mars Express arbeitet jedoch erfolgreich in der Marsumlaufbahn und konnte unter anderem viele Aufnahmen von Formationen machen, von denen man annimmt, dass sie ausgetrocknete oder ausgefrorene Flusstäler seien.



Ladegerät der ESA-Raumsonde Mars Express (Quelle:ESA)

Am 10. Juni 2003 wurde die US-amerikanische Marssonde Spirit (MER-A) zum Mars gestartet. An Bord befand sich ein Rover, der nach der Landung drei Monate lang Gesteinsproben entnehmen und nach Spuren von ehemals vorhandenem Wasser suchen sollte. Die Landung erfolgte am 4. Januar 2004. Im Frühjahr 2009 fuhr sich der Rover in einer Sandanhäufung fest und konnte seit dem 22. März 2010 auch nicht mehr kontaktiert werden.

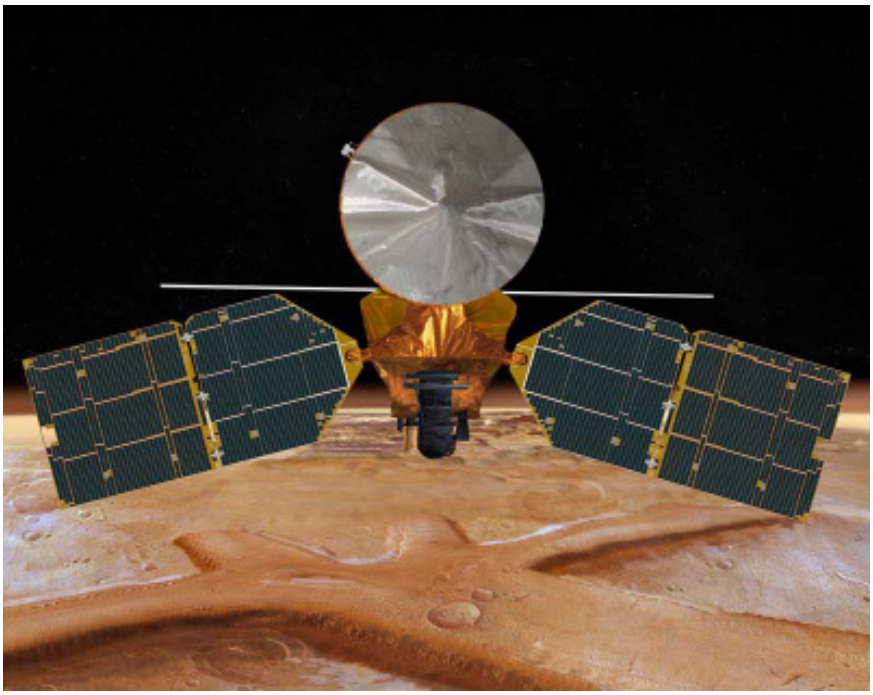


Marsrover Spirit (Quelle:NASA)

Am 8. Juli 2003 wurde die baugleiche Sonde Opportunity (MER-B) gestartet. Opportunity ist die Schwestersonde von Spirit und gehört ebenfalls zur Mars Exploration Rovers Mission (MER). Sie landete am 25. Januar 2004. Die Sonden befinden sich auf zueinander komplementären Marshemisphären. Die vom Rover Opportunity gesammelten Beweise, dass der Mars einst warm und feucht war, wurden im Jahresrückblick der Fachzeitschrift Science mit der Wahl zum „Durchbruch des Jahres 2004“ gewürdigt. Opportunity ist noch immer aktiv (Stand: Dezember 2013).

Dieses Panoramabild (Fotomontage) wurde von Opportunity vom 6. Oktober bis 6. November 2006 aufgenommen. Es zeigt den Victoria-Krater vom Cap Verde (Quelle:NASA)

Am 12. August 2005 wurde die US-Sonde Mars Reconnaissance Orbiter mit einer Atlas-V-Rakete auf die Reise geschickt und erreichte am 10. März 2006 den Orbit des Planeten. Sie soll den Mars mit ihren hochauflösenden Kameras kartografieren, um unter anderem nach geeigneten Landestellen für spätere Rover-Missionen zu suchen. Außerdem soll die Sonde für die Hochgeschwindigkeitskommunikation zwischen zukünftigen Raumsonden auf der Marsoberfläche und der Erde dienen.

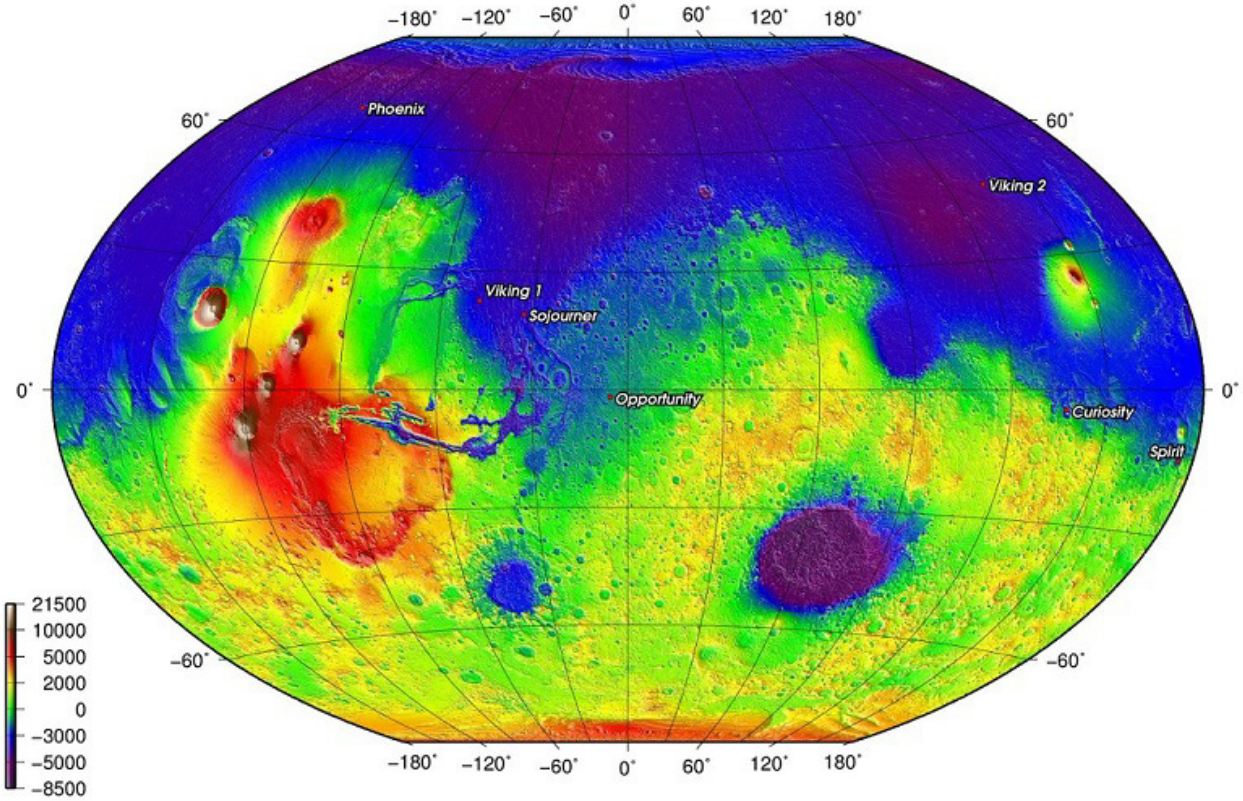


Mars Reconnaissance Orbiter MRO (Quelle:NASA)

Am 30. November 2005 fand die ESA-Sonde Mars Express unter der Ebene Chryse Planitia ein Eisfeld mit 250 km Durchmesser.

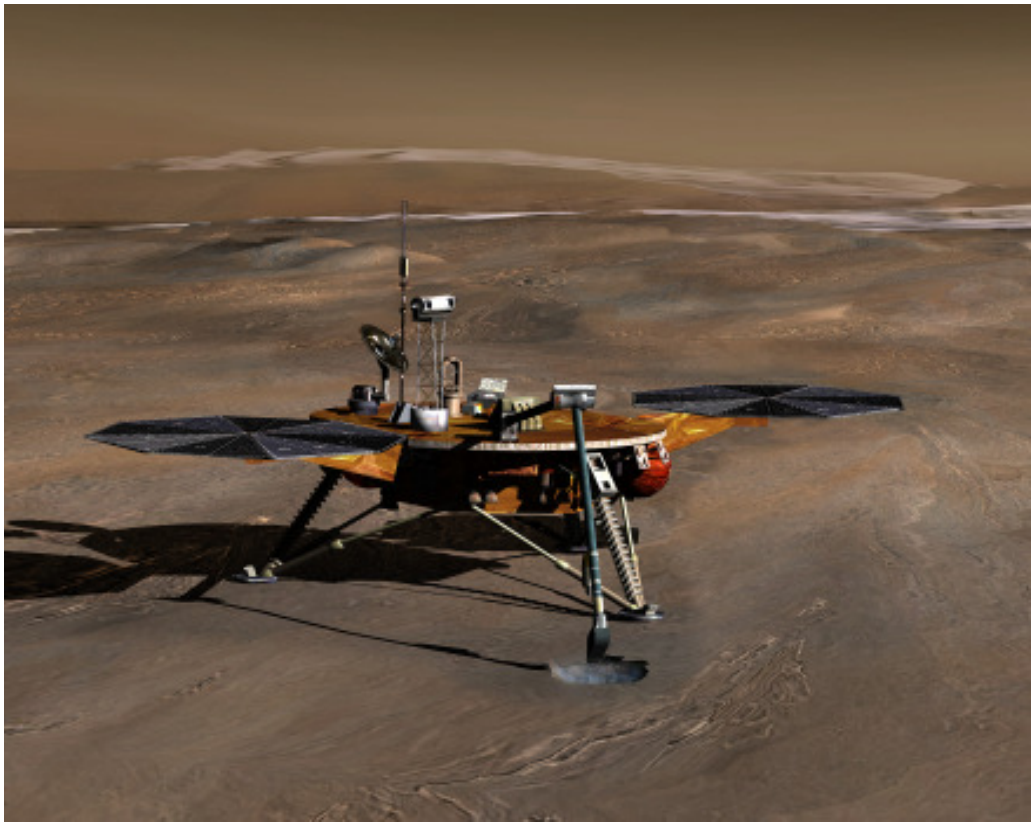
Sonnenuntergang auf dem Mars beim Krater Gusev (Spirit am 19. Mai 2005)

Mittels der Sonde Mars Odyssey wies die NASA im März 2008 ein umfangreiches Salzlager in den Hochebenen der Südhalbkugel des Mars nach. Den Wissenschaftlern am JPL in Pasadena nach bildeten sich die Salzablagerungen wahrscheinlich vor 3,5 bis 3,9 Milliarden Jahren. Vermutlich entstanden die Salze durch mineralienreiches Grundwasser, das an die Oberfläche gelangte und dabei verdunstete. Die Bilder von „Mars Odyssey“ zeigen kanalähnliche Strukturen, die in den Salzbecken enden. Insgesamt wurden mehr als 200 Gebiete mit Salzvorkommen, die jeweils zwischen 1 und 25 km² groß sind, ausgemacht. Die Entdeckung deutet möglicherweise darauf hin, dass auf dem Mars vor langer Zeit einmal ein wärmeres und deutlich feuchteres Klima geherrscht haben muss.



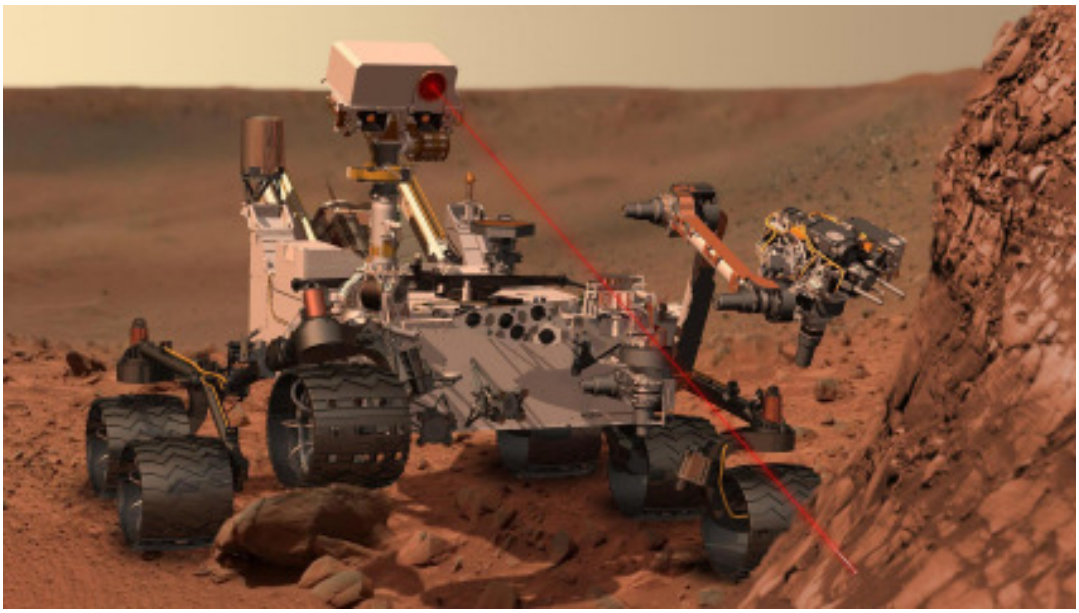
Die Orte der sieben geglückten Marslandungen

Am 26. Mai 2008 landete die Sonde Phoenix im nördlichen Polargebiet des Planeten. Dort suchte sie bis November 2008 im Marsboden nach Wassereis und „habitablen Zonen“, also für primitive Organismen bewohnbare Umgebungen. Dafür trug sie einen Roboterarm mit sich, der Proben aus etwa 50 cm Tiefe holen konnte, um diese dann in einem Minilabor zu analysieren. Phoenix entdeckte bei einer Grabung weiße Klümpchen, die nach einigen Tagen verschwanden. Wissenschaftler vermuteten, dass es sich dabei um Wassereis handelt, was am 31. Juli bestätigt wurde – beim Erhitzen einer Gesteinsprobe trat Wasserdampf aus.



Sonde Phoenix auf dem Mars (Simulation, Quelle :NASA)

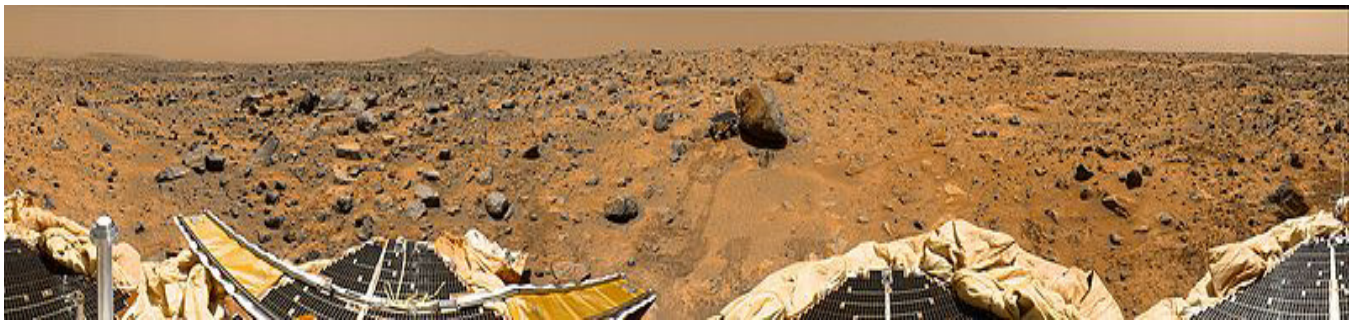
Am 6. August 2012 ist die Rover-Mission Mars Science Laboratory (Curiosity) der NASA erfolgreich auf dem Mars gelandet. Dieser Rover soll weite Strecken zurücklegen und umfassende Untersuchungen eines großen Umkreises durchführen. Ziel des Projektes ist es in erster Linie, geologische Analysen durchzuführen.



Curiosity auf dem Mars (Quelle:NASA)

Geplante Missionen

Weitere Pläne der NASA und ESA zur Marserforschung enthalten unter anderem das Aussetzen von kleineren Flugzeugen in der Atmosphäre und – nach 2020 – die Rückführung von Marsproben zur Erde (Mission Mars Sample Return).

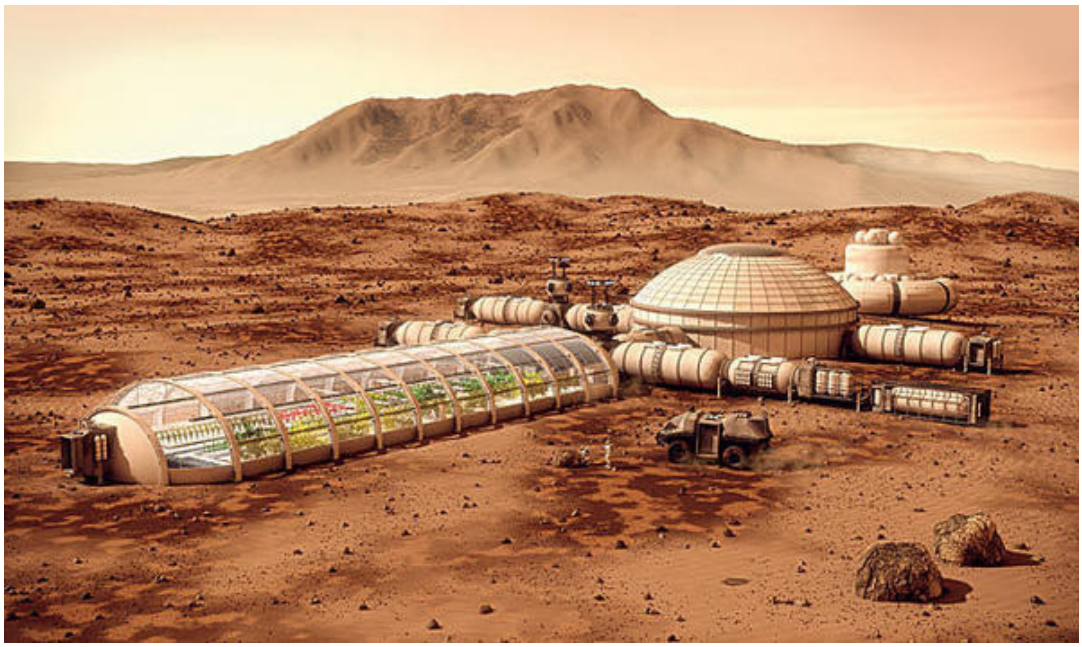


Panoramabild der Marsoberfläche, aufgenommen von der Sonde Pathfinder

Im Januar 2004 kündigte US-Präsident George W. Bush Anstrengungen der USA für eine bemannte Marsmission an. Im Rahmen des Raumfahrtprogramms Constellation plante die NASA bemannte Flüge für die Zeit nach 2020 zunächst zurück zum Mond und später zum Mars, der ehemalige NASA-Direktor Michael Griffin nannte dafür etwa die Zeit bis 2037. Constellation wurde aber unter Barack Obama aus Kostengründen gestrichen.

Der Flug zu Mars, wird er eines Tages Realität?

Auch das langfristig angelegte europäische Raumfahrtprogramm Aurora strebt insbesondere die Landung eines Menschen auf dem Mars an und plant sie für das Jahr 2033.



Könnte es irgendwann so aussehen auf dem Mars?

Quellen:

- http://www.wdr.de/Fotostrecken/planet-wissen/natur_technik/mars.jsp?hi=Natur/Technik&kat=28#
- http://en.wikipedia.org/wiki/Tharsis
- http://de.wikipedia.org/wiki/Mars_(Planet)
- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tharsis_-_Valles_Marineris_MOLA_shaded_colorized_zoom_32.jpg
- http://www.blinde-kuh.de/weltall/mars.html
- http://mola.gsfc.nasa.gov/images.html
- http://mars.jpl.nasa.gov/multimedia/images/

Diese Ausarbeitung dient keiner kommerziellen Nutzung sondern wurde ausschließlich zu Informationszwecken bei unserem Astro-Stammtisch benutzt. Etwaige Copyright-Verletzungen wären unbeabsichtigt, der Verfasser bittet dies zu Entschuldigen.