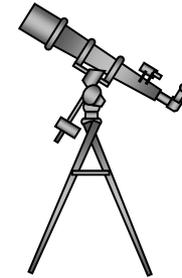


**ASTRONOMIE
WAHLFACH**



**DIE ERFORSCHUNG DES
PLANETEN MARS**

Diese Abbildung zeigt die Erde und ihren Nachbarplaneten Mars im direkten Größenvergleich. In diesem Vortrag soll die Geschichte der Erforschung dieses Planeten skizziert werden. Benannt ist der Planet nach dem römischen Kriegsgott, was er seiner roten Farbe verdankt.

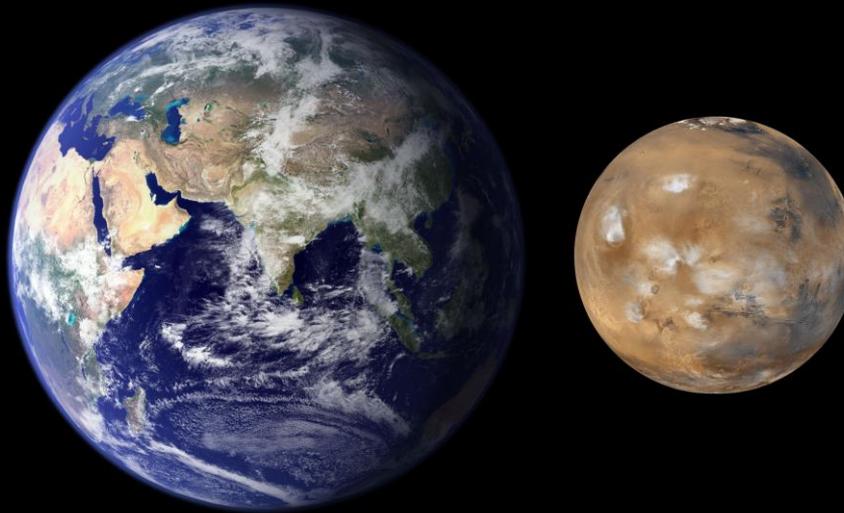


Bild: „Mars Earth Comparison 2“ von NASA/JPL/MSSS & User:DrLee [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mars_Earth_Comparison_2.jpg ; basierend auf https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Water_ice_clouds_hanging_above_Tharsis_PIA02653.jpg [Public Domain (PD-USGov)] und https://commons.wikimedia.org/wiki/File:North_America_from_low_orbiting_satellite_Suomi_NPP.jpg [Public Domain (PD-USGov)]

ENTRETIENS
SUR
LA PLURALITÉ
DES MONDES.

Par Monsieur DE FONTENELLE,
de l'Académie Française.

NOUVELLE EDITION,
augmentée de Pièces diverses.



A PARIS,
Chez MICHEL BRUNET, grand'Salle
du Palais, au Mercure Galant.

M DCC XXIV.
AVEC PRIVILEGE DU ROY.

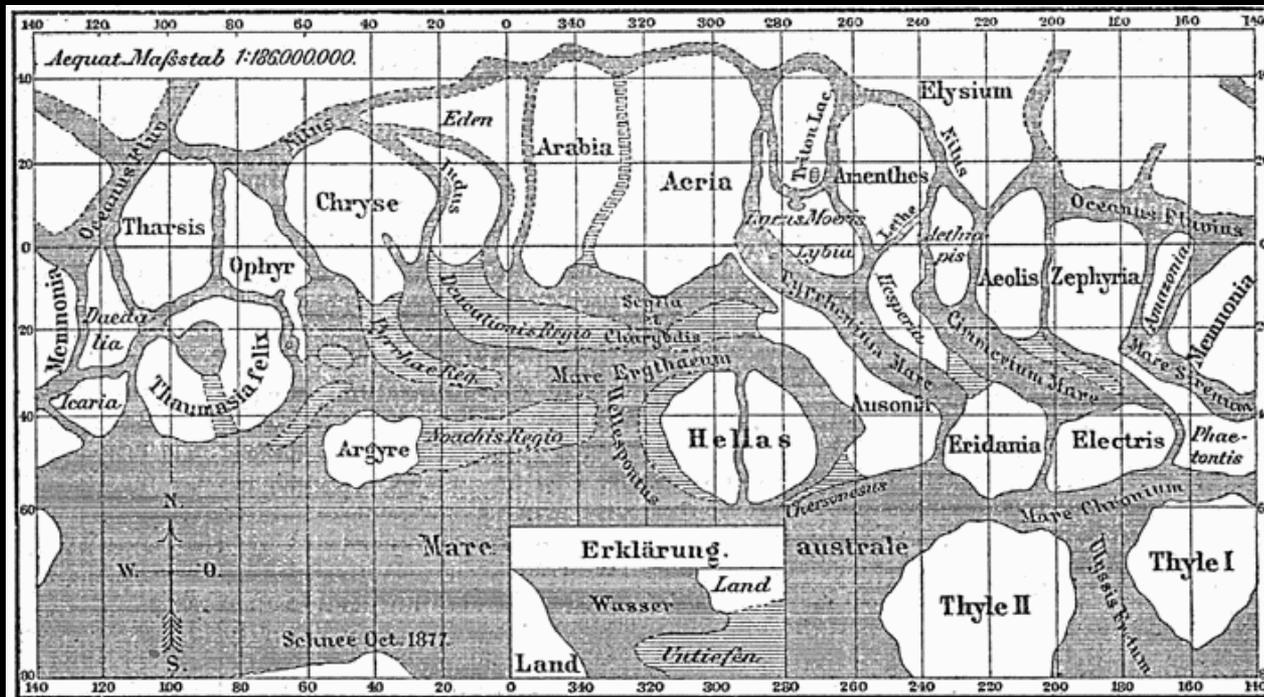
Heutzutage ist der Planet Mars sowohl in der Literatur, als auch in Filmen ein „Star“ der Science-Fiction, doch diese war nicht immer so. Im Jahre 1686 veröffentlichte der französische Autor Bernard de Fontenelle in seinen *Entretiens sur la pluralité des mondes* einen literarischen Rundflug durch das gesamte damals bekannte Sonnensystem. Der rote Planet kommt hierbei über das folgende (enttäuschende!) Fazit nicht hinaus: „Mars n'a rien de curieux que je sache“ – zu deutsch: „Über Mars weiß ich nichts von Interesse zu berichten“.

Bild: „Fontenelle - Entretiens sur la pluralité des mondes.djvu“ von Bernard Le Bovier de Fontenelle (1657–1757) [Public Domain] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fontenelle_-_Entretiens_sur_la_pluralit%C3%A9_des_mondes.djvu



Erst im Jahre 1865 hat das erste Mal ein vermeintlicher Bewohner des Planeten Mars einen Auftritt in der Literatur. Im Roman *Un habitant de la planète Mars* von Henri de Parville landet ein mumifizierter Marsianer in einem Meteoriten auf der Erde. Die daraufhin einberufenen Wissenschaftskonferenzen bieten dem Autor die Gelegenheit, das damalige Bild dieses Planeten ausführlich zu beschreiben.

Bild: „Momie martienne de Riou“ von Édouard Riou (1833-1900) [Public Domain] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Momie_martienne_de_Riou.jpg



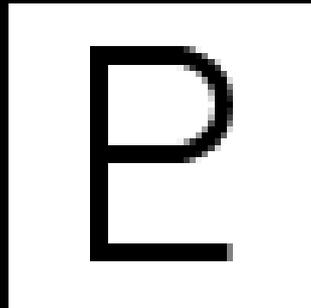
Im Jahre 1877 entdeckte der italienische Astronom Giovanni Schiaparelli ein Muster auf dem Mars, das er auf Italienisch als *canali* beschrieb. Dieses Wort bedeutet Rille oder Furche. Fälschlicherweise wurde dies aber mit Kanäle übersetzt: Die Idee einer hochtechnisierten Marsbevölkerung war geboren. Geboren war auch die Angst vor einer Invasion vom Mars, da man Angst hatte, die Marsianer würden ihren vertrocknenden (daher das Kanalsystem!) Planeten bald verlassen müssen.

Bild: „Karte Mars Schiaparelli MKL1888“ - Unknown author (1877) [Public Domain] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Karte_Mars_Schiaparelli_MKL1888.png

Zwei Astronomen, die wesentlich zu der Idee eines bewohnten Mars beigetragen haben, waren der Amerikaner Percival Lowell und der Franzose Camille Flammarion.



Percival Lowell
(1855 – 1916)



Symbol des
Planeten Pluto



Camille Flammarion
(1842 – 1925)

Die Initialen von Percival Lowell finden sich in dem Symbol des Explaneten Pluto verewigt. Lowell selbst hatte lange Jahre vergeblich nach diesem Himmelskörper gesucht.

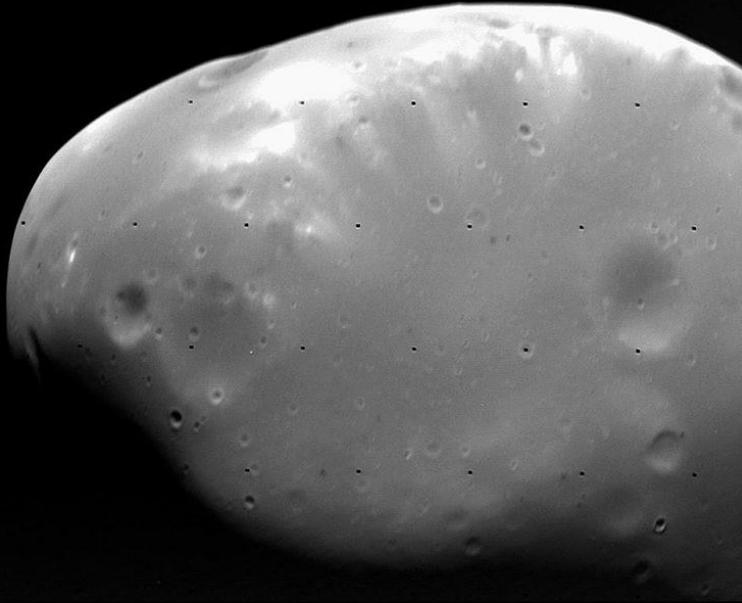
Bild links: „Percival Lowell“ von James E. Purdy (1904) [Public Domain] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Percival_Lowell.jpg

Bild Mitte: „Pluto symbol“ von Lexicon [Public Domain] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pluto_symbol.svg

Bild rechts: „Camille Flammarion by Eugène Pirou“ von Eugène Pirou (1883) [Public Domain] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Camille_Flammarion_by_Eug%C3%A8ne_Pirou.jpg



Deimos



Phobos



Vor diesem Hintergrund eines vermeintlich bewohnten Planeten Mars ist es nicht verwunderlich, dass die (ebenfalls im Jahre 1877 entdeckten!) Marsmonde die Namen *Deimos* und *Phobos* tragen – zu deutsch: Furcht und Schrecken.

Bild links: „Deimos viking2“ von der NASA [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Deimos_viking2.jpg

Bild rechts: „Phobos colour 2008“ von NASA / JPL-Caltech / University of Arizona [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phobos_colour_2008.jpg



Bis zum Jahr 1963 hatte man nur erdgestützte Beobachtungen des Planeten Mars. In dem hieraus resultierenden Marsbild gingen viele Wissenschaftler davon aus, dass der Mars Leben beheimatet, und sei es nur in Form von primitiven Pflanzen. Einen Hinweis hierauf lieferte die im zeitlichen Rhythmus der Jahreszeiten wechselnde Farbe einiger Marsregionen (Mare).

Auch die Polarkappen, von denen man annahm, dass sie aus gefrorenem Wasser bestehen, folgten diesen jahreszeitlichen Schwankungen. Ferner ging man von Marstemperaturen zwischen -32°C und 28°C und von einer Marsatmosphäre aus, die vom Druck her 10% der Erdatmosphäre entspricht und hauptsächlich aus Stickstoff und in geringen Teilen aus Sauerstoff und Wasserdampf besteht. Darüber hinaus waren weiße Marswolken beobachtet worden, nach deren Passage der Marsboden dunkler erschien, was man als Regen interpretierte. Alles in allem sah man bis in das Jahr 1963 hinein im Mars einen sehr erdähnlichen Planeten.

Bild : „Percival Lowell observing Venus from the Lowell Observatory in 1914“ - Unknown author [Public Domain] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Percival_Lowell_observing_Venus_from_the_Lowell_Observatory_in_1914.jpg

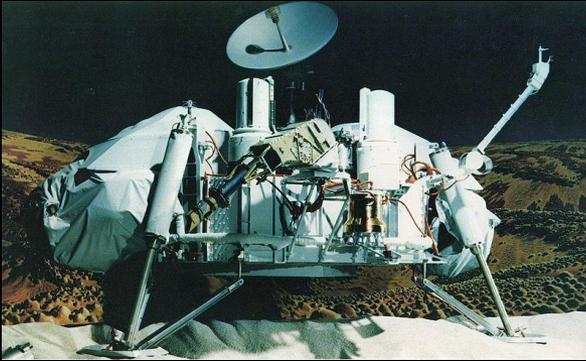


Der Vorbeiflug der US-amerikanischen Raumsonde Mariner 4 im Jahr 1966 zeigte einige Marskrater und sorgte daher für ein eher mondähnliches Marsbild.

Der erste künstliche Marssatellit war dann die Raumsonde Mariner 9, die im Jahre 1971 in den Marsorbit einschwenkte. Hierbei gelang eine 100%ige Kartographierung des Mars.

Das eher mondähnliche Marsbild von Mariner 4 wurde durch Mariner 9 wieder in Richtung eines eher irdischen Marsbildes korrigiert. Der Mars zeigte sich nun als ein von Vulkanismus geprägter Planet, auf dem es Wasser gegeben haben muss, auf dem es mittlerweile aber kein Wasser mehr geben kann. Die Temperaturen bewegen sich in einem Bereich zwischen -122°C und 26°C und die Atmosphäre besteht zu 95% aus Kohlenstoffdioxid und enthält in Spuren Kohlenstoffmonoxid, Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Wasserdampf und Ozon. Der Atmosphärendruck liegt bei ca. 2,8 bis 5 Millibar. Die ursprünglich beobachteten *canali* konnten nicht bestätigt werden und auch nach Leben auf dem roten Planeten konnten die Mariner-Sonden nicht suchen. Dies blieb den beiden Viking-Sonden vorbehalten.

Bild: „Mariner 4 craters“ von Mariner 4 - NASA [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mariner_4_craters.gif



Im Jahre 1976 landeten die beiden Viking-Sonden der Nasa als erste Sonden auf dem roten Planeten. Sie entnahmen Gesteinsproben und Proben aus dem Sand, konnten aber keine Spuren von Leben feststellen.

Diese beiden Sonden verfestigten das Marsbild einer kalten und toten Steinwüste, die von einem lachsfarbenen Himmel überzogen wird.

Bild links: „Viking Lander model“ von der NASA [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Viking_Lander_model.jpg

Bild rechts: „Mars Viking 12f203“ von "Roel van der Hoorn (Van der Hoorn)" - Own work based on images in the NASA Viking image archive [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mars_Viking_12f203.png



Es dauerte 21 Jahre bis im Jahre 1997 die nächste Marssonde auf dem Mars landen sollte. Mit der Mission Pathfinder brachte die NASA erstmals einen fahrbaren, nur 10,6kg schweren Roboter namens Sojourner auf den Mars.



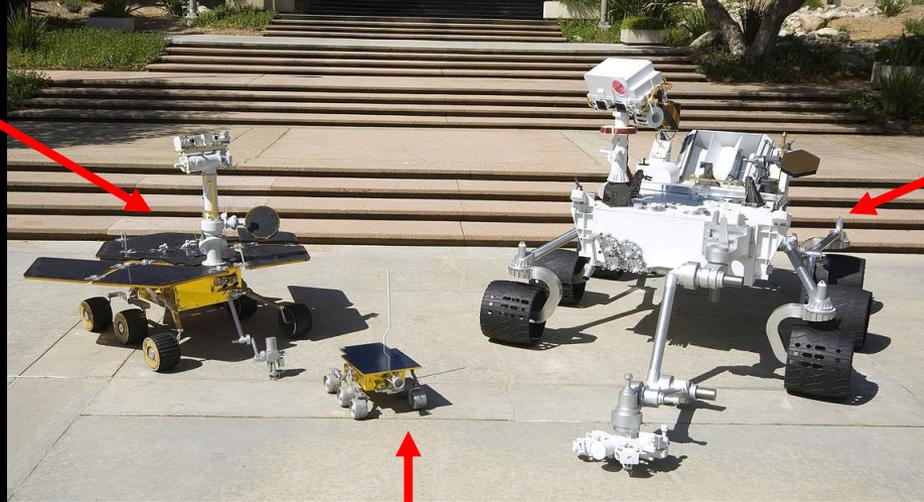
Der Rover Sojourner sendete 550 Marsphotos und 15 chemische Bodenanalysen zur Erde zurück, aber auch er konnte keine Spuren von Leben finden.

Bemerkenswert ist auch die vierstufige Landetechnik der Sonde: Zunächst wurde die Landeeinheit in den oberen Atmosphäreschichten mit einem Hitzeschild gebremst, dann kam ein Fallschirm zum Einsatz, danach kamen Bremsraketen zum Einsatz, bevor die Landeeinheit schlussendlich durch viele Airbags geschützt auf die Marsoberfläche prallte und dort noch wie ein Ball hüpfte.

Bild: „Pathfinder01“ von der NASA [Public Domain (PD-USGov)] via <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pathfinder01.jpg>

Dieses Bild verdeutlicht, wie in den letzten Jahren die Marsrover immer größer wurden. Insgesamt befinden sich nun vier Rover auf dem roten Planeten, von denen Curiosity als einziger noch aktiv ist.

Spirit und Opportunity
(Zwillingssonden,
2004)

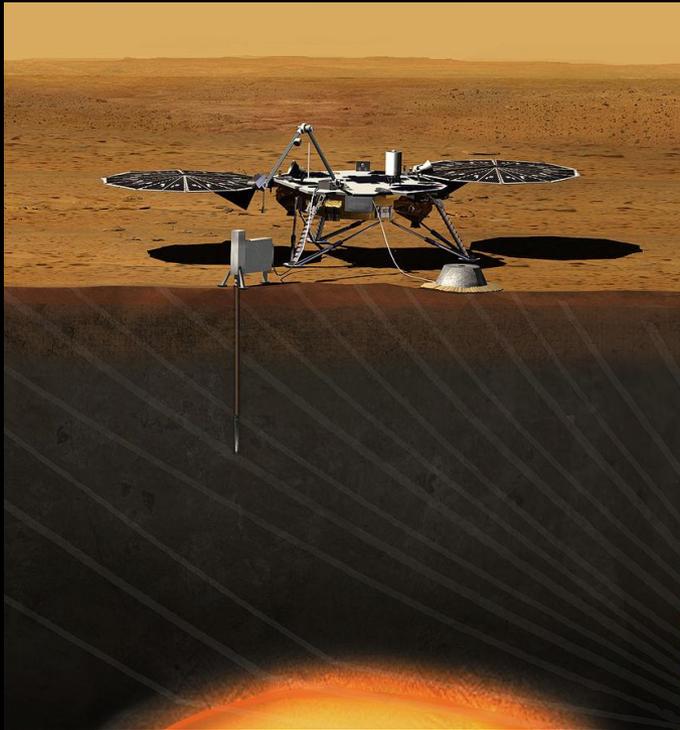


Curiosity
(2012)

Sojourner (1997)

Bild: „Mars Science Laboratory mockup comparison“ von der NASA/JPL/Thomas “Dutch” Slager [Public Domain (PD-USGov)]
via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mars_Science_Laboratory_mockup_comparison.jpg, Ausschnitt

Neben diesen vier mobilen Raumsonden gibt es mittlerweile auch vier stationäre Raumsonden auf dem Mars. Neben den beiden bereits erwähnten Viking-Sonden aus dem Jahr 1976 sind das die beiden baugleichen Raumsonden Phoenix (2008) und InSight (2018), die beide auch in den Marsboden graben bzw. bohren konnten. Die Sonde InSight ist noch aktiv.



Die Bohrungen dieser beiden Sonden erlauben Rückschlüsse auf tiefer liegende Marsschichten. Auch Marsbeben konnten schon nachgewiesen werden.



Dieses Bild zeigt Eis, das die Sonde Phoenix freigelegt hat.

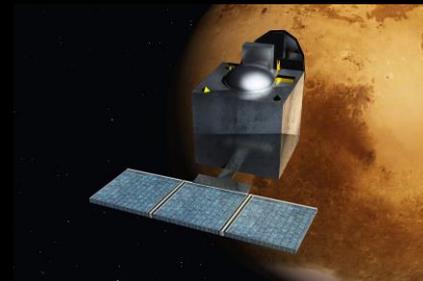
Bild links: „InSight Lander“ von JPL/NASA [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:InSight_Lander.jpg

Bild rechts: „PIA10903- "Dodo-Goldilocks" Trench“ NASA/JPL-Caltech/University of Arizona/Texas A&M University [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PIA10903-_%22Dodo-Goldilocks%22_Trench.jpg

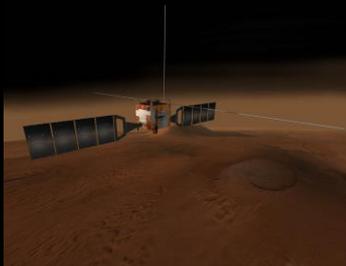
Eine (Zwischen!)-Bilanz: Von den insgesamt 45 Sonden, die zum Mars gestartet sind, waren 18 erfolgreich, davon 14 von der NASA. Unter den anderen vier erfolgreichen Sonden – allesamt Orbiter - gab es eine russische Sonde (Mars 5, 1973), eine indische Sonde Mars Orbiter Mission (2013) und zwei europäische Sonden: Mars Express (2003) und Exo Mars Trace Gas Orbiter (2016).



Mars 2



Mars
Orbiter
Mission



Mars
Express



Exo Mars
Trace Gas
Orbiter

Bild links oben: „1972 CPA 4113“ (USSR Post) [PD] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1972_CPA_4113.jpg

Bild rechts oben: „Mars Orbiter Mission - India - ArtistsConcept“ von Neshad [CC BY-SA 4.0] via

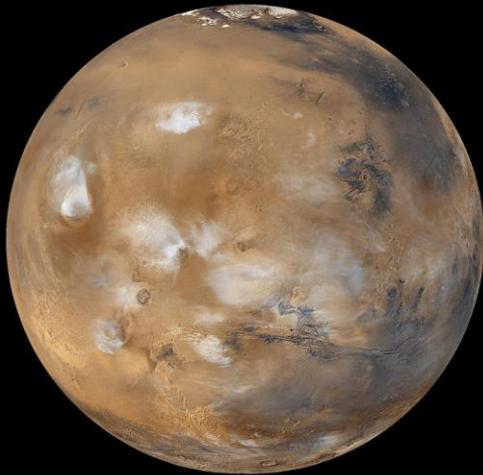
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mars_Orbiter_Mission_-_India_-_ArtistsConcept.jpg

Bild links unten: „Mars-express-volcanoes-sm“ von NASA/JPL/Corby Waste [Public Domain (PD-USGov)] via

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mars-express-volcanoes-sm.jpg>

Bild rechts unten: „ExoMars Trace Gas Orbiter“ - Unknown author [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ExoMars_Trace_Gas_Orbiter.jpg

Die Beobachtung all dieser Sonden liefert das heutige Marsbild, nach dem der Mars eine staubige Atmosphäre besitzt, die aus den folgenden Bestandteilen besteht: 95,97% Kohlenstoffdioxid, 1,89% Stickstoff, 1,93% Argon, 0,146% Sauerstoff, 0,0557% Kohlenstoffmonoxid – ferner Spuren von Wasserdampf, Methan, Schwefeldioxid und Ozon. Der mittlere Druck beträgt 0,0064 bar, was einem irdischen Luftdruck in etwa 35km Höhe entspricht. Es wurden bis jetzt keine eindeutigen Zeichen für Leben auf dem Mars entdeckt. Seine rötliche Farbe verdankt der Planet dem Eisenoxid-Staub (besser bekannt als Rost) auf seiner Oberfläche.



Die Polkappen des Mars bestehen aus Kohlendioxideis und Wassereis und sublimieren im Sommer teilweise. Die Temperaturen schwanken zwischen -85°C in der Nacht und 20°C am Tag, der Mittelwert liegt dabei bei -55°C . Diese starken Temperaturunterschiede führen zu heftigen Winden, die das Ausmaß von Sandstürmen, auch mit Gewittern, erreichen können. Der Mars ist also eine leblose, stürmische und kalte Steinwüste.

Bild: „Water ice clouds hanging above Tharsis PIA02653 black background“ von NASA/JPL/MSSS [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Water_ice_clouds_hanging_above_Tharsis_PIA02653_black_background.jpg



Der nächste Schritt in der Erforschung des roten Planeten besteht darin, eine Bodenprobe des Planeten auf die Erde zurückzubringen. Eine solche Mission nennt man eine Sample Return Mission. Diese Mission braucht vier Raumsonden und ist in Zusammenarbeit der NASA und der ESA wie folgt geplant.

- a) Die Mars Rover 2020 Mission der NASA wird voraussichtlich im Sommer 2020 einen Rover auf den Mars bringen.
- b) Die von diesem Rover gesammelten Bodenproben werden vom Sample Fetch Rover der ESA im Jahre 2026 eingesammelt...
- c) ... und zum Mars Sample Retrieval Lander der NASA transportiert werden. Von dort aus werden die Proben mit einem MAV (Mars Ascent Vehicle) in einen Marsorbit geschossen werden.
- d) Den Rücktransport der Proben zur Erde wird der Earth Return Orbiter der ESA ebenfalls im Jahre 2026 übernehmen. Die Proben werden planmäßig im Jahre 2031 auf der Erde eintreffen.

.... es bleibt spannend!