

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 79 (2021)
Heft: 4

Artikel: Mars attacks : der Rote Planet im Fokus der Forschung
Autor: Schwarz, Guido
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1049433>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Beitrag: Guido Schwarz

MARS ATTACKS – DER ROTE PLANET IM FOKUS DER FORSCHUNG

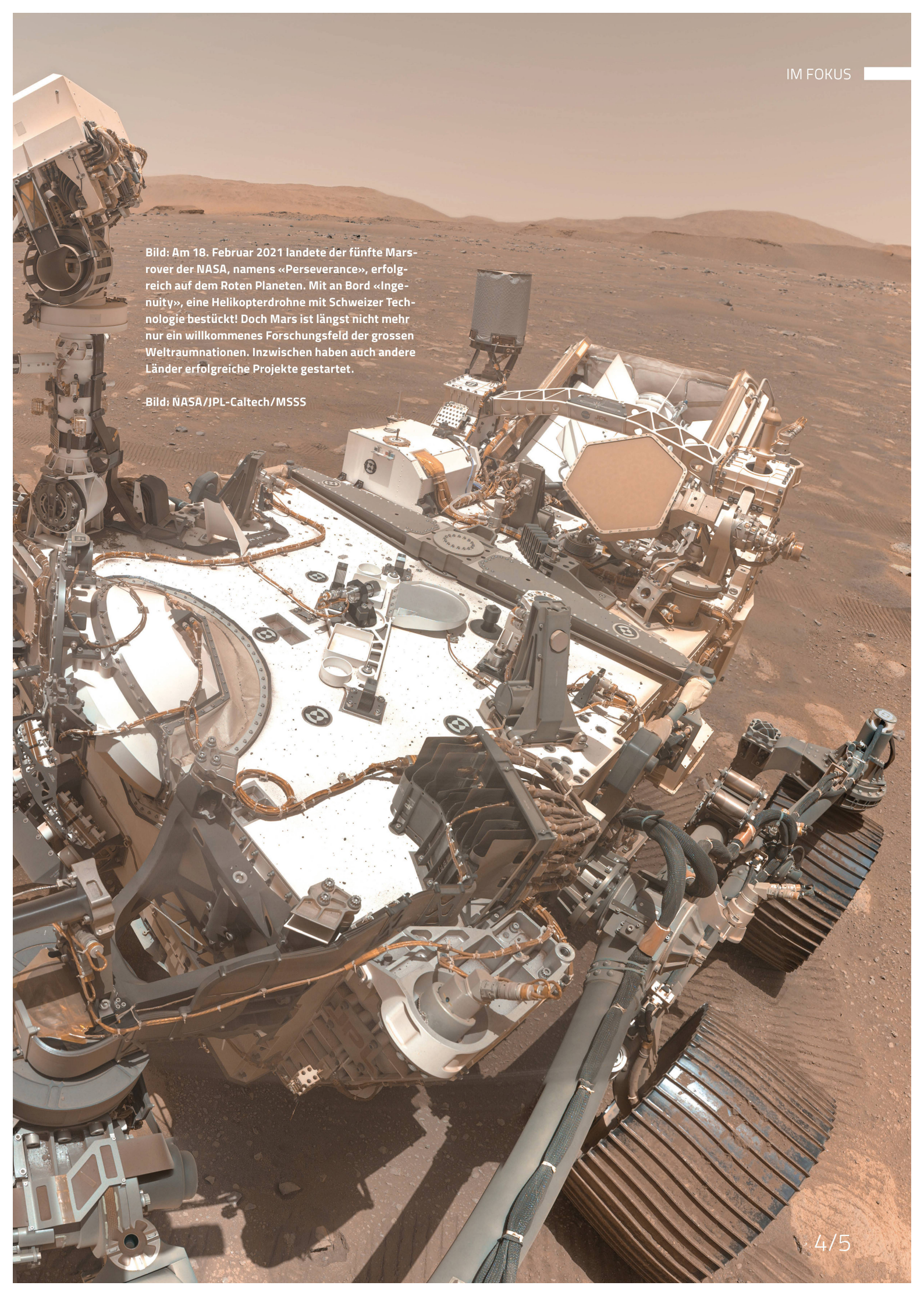


Bild: Am 18. Februar 2021 landete der fünfte Mars-rover der NASA, namens «Perseverance», erfolgreich auf dem Roten Planeten. Mit an Bord «Ingenuity», eine Helikopterdrohne mit Schweizer Technologie bestückt! Doch Mars ist längst nicht mehr nur ein willkommenes Forschungsfeld der grossen Weltraumnationen. Inzwischen haben auch andere Länder erfolgreiche Projekte gestartet.

Bild: NASA/JPL-Caltech/MSSS

Seit dem Frühjahr 2021 herrscht am Mars Stossverkehr. Nachdem am 9. Februar die Raumsonde Hope in den Marsorbit einschwenkte, landete am 18. Februar der NASA-Rover Perseverance

Am 18. Februar 2021 ist die Spannung im Kontrollzentrum des Jet Propulsion Laboratory (JPL) in Kalifornien, USA, kaum auszuhalten. Die NASA steht nur Sekunden davor, ihren neusten Marsrover auf dem roten Planeten abzusetzen. Auf dem Grossbildschirm sind gleichzeitig drei Kameraperspektiven zu sehen. Eine zeigt den Rover Perseverance von oben. Dieser hängt am Skycrane, der auf dem zweiten Bildausschnitt zu sehen ist. Die dritte Perspektive zeigt den Marsboden. Staub wirbelt auf.

Swati Mohan, Leiterin der Guidance und Controls Operations, kommentiert: «*Das Skycrane-Manöver hat begonnen.*» Jetzt kommt Bewegung ins Bild. Der Rover wird am Kran heruntergelassen. Im Hintergrund kommentiert ein Flight Controller: «*Wir empfangen Signale vom MRO*... Tango Delta.*» Erleichtert stösst Mohan aus: «*Touchdown bestätigt! Perseverance ist sicher auf der Mars-Oberfläche gelandet, um nach Anzeichen vergangenen Lebens zu suchen.*»

EINDRÜCKLICHES LANDEMANÖVER

Obwohl wir das Landemanöver bereits 2012 bei Curiosity miterleben konnten, so war es dieses Mal dank der Live-Bilder noch eindrücklicher. Ein technisches Meisterwerk, wenn man bedenkt, dass die eingekapselte Landeeinheit mit einer Geschwindigkeit von rund 20'000 km/h in die Mars-Atmosphäre eintritt und auf rund einen Meter pro Sekunde abgebremst werden muss, bevor der Rover mittels Skycrane – einem Kran, montiert an eine fliegende, von Düsen angetriebene Plattform – auf dem Mars abgesetzt werden kann.

Doch nicht nur die Landung beeindruckt. Perseverance, der auf der Konfiguration des Curiosity-Rovers basiert, ist ein fahrendes Labor von der Grösse eines Kleinwagens; 3 Meter lang, 2.7 Meter breit, 2.2 Meter hoch (ohne Arm) und rund eine Tonne schwer. Mit im Gepäck hat «Percy», wie der NASA-Rover Perse-

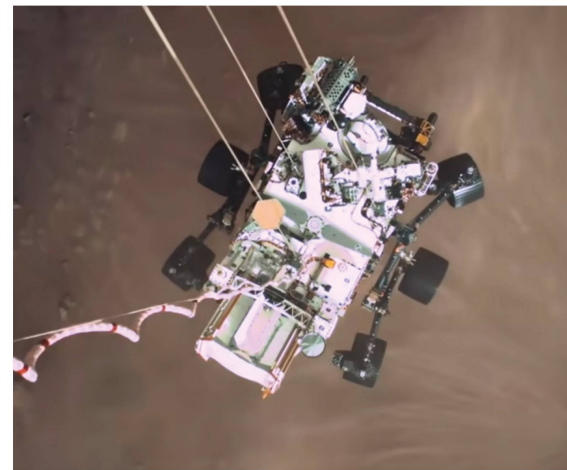
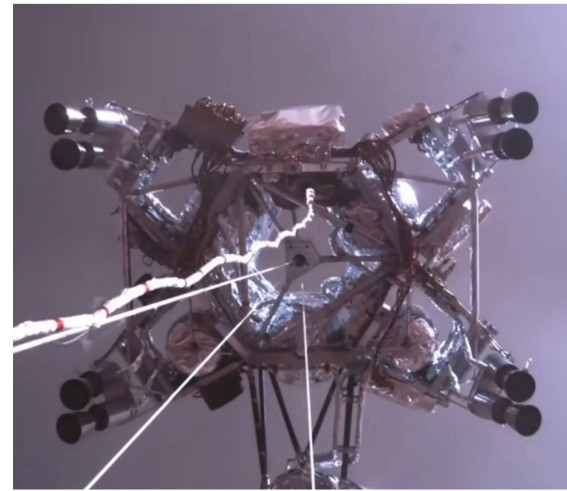


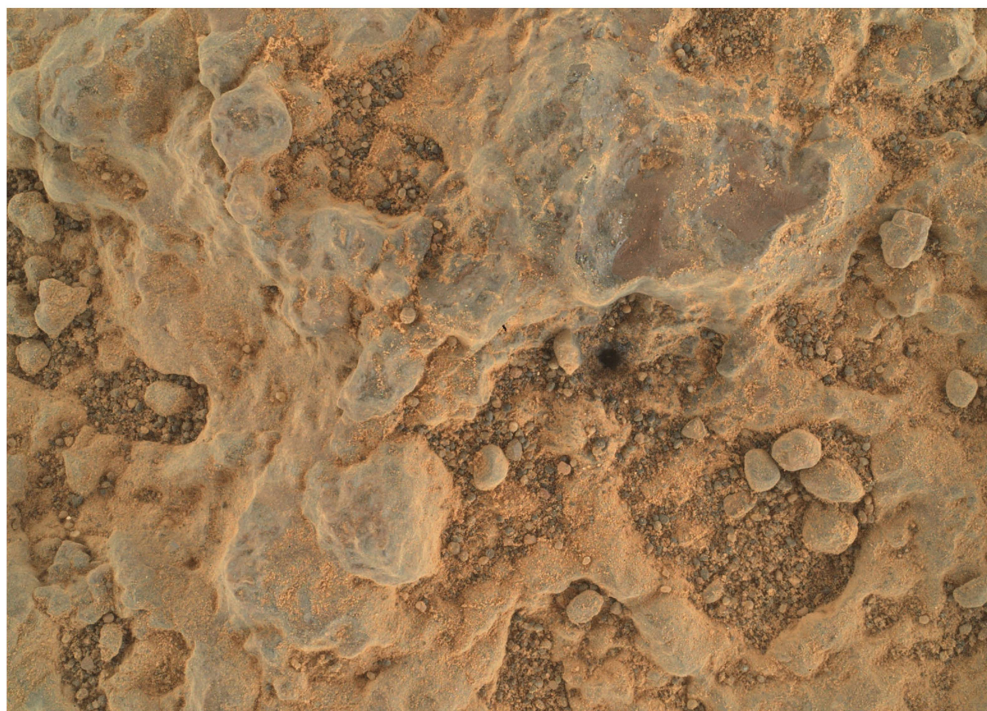
Bild: Spannung pur! Der Skycrane setzt am 18. Februar 2021 den NASA-Rover Perseverance auf dem Mars ab.

Bild: NASA/ Screenshot

im Jezero Krater; mit an Bord ein kleiner Helikopter. Am 14. Mai setzte schliesslich die chinesische Sonde Tianwen-1 erfolgreich einen Lander mit Rover auf dem roten Planeten ab. Weitere Missionen sind in Planung.

Bild: Der Marsrover Perseverance der NASA hat diese Nahaufnahme einer Gesteinsformation mit dem Spitznamen «Foux» mit seiner WATSON-Kamera geschossen, einem Teil des SHERLOC-Instruments am Ende des Roboterarms des Rovers.

Bild: NASA/JPL-Caltech/MSSS



verance vom JPL-Team liebevoll genannt wird, modernste wissenschaftliche Instrumente, welche unter anderem eines der Hauptziele der Mission unterstützen sollen: die Suche nach Spuren vergangenen Lebens.

HOCHPRÄZISE MESSGERÄTE

SHERLOC, ein Instrument am Ende des Roboterarms des Rovers, sucht nach sandkorngrossen Hinweisen im Marsgestein und arbeitet dabei mit WATSON zusammen, einer Kamera, die Nahaufnahmen von Gesteinstexturen macht. Gemeinsam untersuchen sie die Gesteinsoberflächen nach bestimmten Mineralien und organischen Molekülen ab, den kohlenstoffbasierten Bausteinen des Lebens auf der Erde.

MARS-SAMPLE-RETURN-MISSION

Der 2.1 m lange Arm von Perseverance trägt nicht nur SHERLOC und WATSON, sondern auch einen komplexen Bohrkopf,

der mit zehn verschiedenen Bohrern ausgerüstet ist. Die meisten sind für das Sammeln von Proben bestimmt, andere für das Abschleifen der Gesteinsoberfläche, um an Hinweise zu gelangen, die im Inneren der Felsen verborgen sind.

Bei den vielversprechendsten Gesteinen befiehlt das Perseverance-Team dem Rover, Kernproben von einem halben Zentimeter Breite zu entnehmen, sie in Metallröhrchen zu füllen, zu versiegeln und sie auf der Marsoberfläche zu deponieren. Die allererste Bohrung im Juli funktionierte zwar, doch der Bohrer konnte kein Gestein aufnehmen. Anfang September 2021 konnte schliesslich dem aktenkoffergrossen Felsen namens «*Rochette*» erfolgreich eine Probe entnommen werden.

Die Röhrchen mit den Bodenproben sollen bei einer künftigen Mission – einer sogenannten Mars-Sample-Return-Mission – zur Erde zurückgebracht werden, um sie genauer zu untersuchen. An der Planung der Mission, die voraussichtlich 2031 zum Mars starten soll, ist auch die europäische Weltraumagentur ESA be-

**) MRO ist die Abkürzung für den Mars Reconnaissance Orbiter, eine NASA-Sonde, die sich seit 2006 im Orbit um den roten Planeten befindet, fungiert als Relaisstation zwischen Perseverance und Mission Control.*

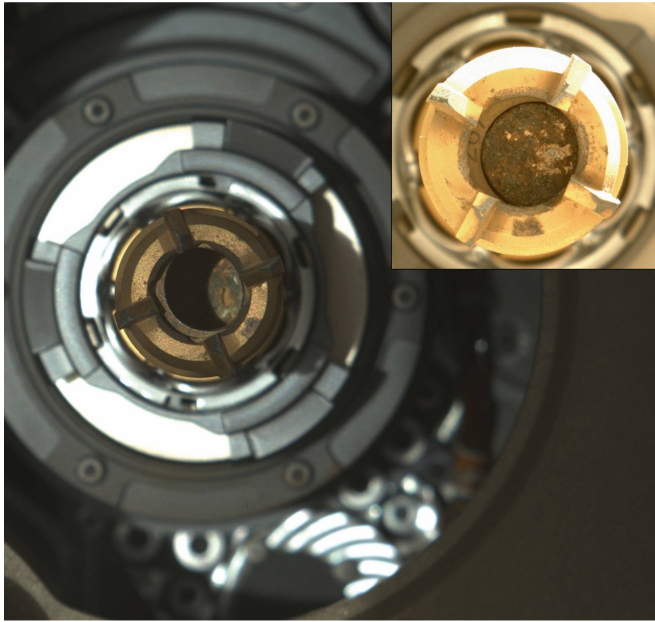


Bild: Diese Aufnahme vom 4. September 2021 beweist: die erste Bodenprobe konnte entnommen werden. Das kleine Bild, aufgenommen am 8. September, zeigt eine Nahaufnahme des Bohrkerns.

Bild: NASA/JPL-Caltech/ASU

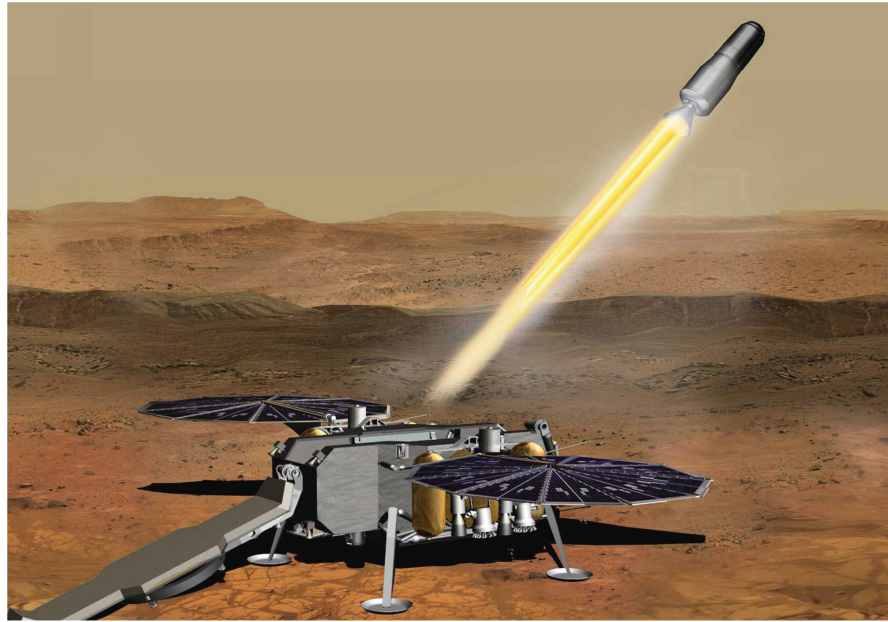


Bild: Diese Illustration zeigt, wie eine Mars-Sample-Return-Rakete mit Bodenproben, die der Rover Perseverance gesammelt hat, der-einst vom Mars Richtung Erde starten könnte. An der Verwirklichung der Mission, die 2031 fliegen soll, ist auch die ESA beteiligt.

Bild: NASA/JPL-Caltech

teilt. Und die Chancen stehen gut, dass entsprechendes Material auch in der Schweiz untersucht werden kann.

TECHNOLOGIE-DEMONSTRATOREN

Der NASA-Rover Perseverance hat aber auch sogenannte Technologie-Demonstratoren mit dabei, Technik also, die zu Testzwecken mitgeführt wird. Eines dieser Geräte ist MOXIE (Mars Oxygen ISRU Experiment), das wichtige Ergebnisse für künftige bemannte Missionen zum Mars liefern soll. Der Transport von lebensnotwendigem Sauerstoff für Treibstoff und Atemluft zum Mars ist extrem teuer, weshalb Astronauten auf entsprechenden Missionen in der Lage sein müssen, den Sauerstoff aus der Marsatmosphäre zu gewinnen. Ein buchstäbliches Aufatmen folgte im April, als die Ingenieure MOXIE in Betrieb genommen haben und beweisen konnten, dass die Technik funktioniert.

Ein weiterer Technik-Demonstrator, den Perseverance zum Mars mitgebracht hat, ist der Helikopter Ingenuity, der etwa die Grösse einer Schuhbox aufweist. Da die Atmosphäre auf dem Mars nur etwa $1/100$ so dicht ist wie auf der Erde, ist es für ein Fluggerät auf dem Mars viel schwieriger, Auftrieb zu erzeugen. Dass die Schwerkraft des Mars nur etwa ein Drittel der Schwerkraft der Erde aufweist, gleicht den Auftriebsverlust lediglich teilweise aus, was die Aufgabe zur Herausforderung macht. Die Ingenieure errechneten, dass ein Flug in der Nähe der Marsoberfläche einem Flug in mehr als 27 km Höhe über der Erde entspricht. Eine Höhe, die von bestehenden Hubschraubern nie erreicht wurde.

Und es hat tatsächlich geklappt! Den ersten Flug absolvierte Ingenuity am 19. April 2021. Der Helikopter hob ab, stieg auf etwa 3

Meter über dem Boden auf, schwebte kurz in der Luft, vollführte eine Drehung und landete wieder. Nach den ersten drei Flügen verlagerten die JPL-Ingenieure den Fokus weg von Technologie-Demonstration hin zu einem Betriebsmodus, in welchem Ingenuity den Rover durch Kartierung und Erkundung des Geländes unterstützt.

Ebenso wie bei allen bisherigen Rovern setzt die NASA auch beim Helikopter auf Schweizer Technik, wenn es um den Antrieb geht. Ingenuity ist mit sechs Elektromotoren der Firma Maxon Motor ausgestattet. Weitere zehn Motoren des Schweizer Herstellers sind im Rover verbaut.

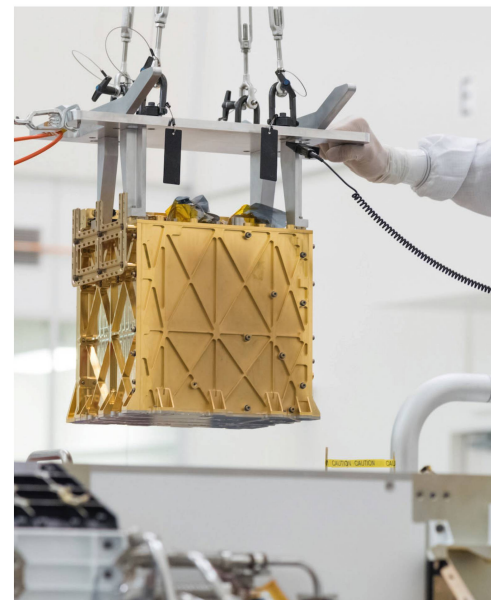


Bild: Techniker installieren das Instrument MOXIE im Bauch vom Rover Perseverance. MOXIE hat im April 2021 eindrücklich bewiesen, dass aus der CO₂-reichen Mars-Atmosphäre Sauerstoff gewonnen werden kann.

Bild: NASA/JPL-Caltech

Übrigens: Um die historische Dimension von Ingenuity zu unterstreichen, haben die Ingenieure unterhalb des Rotors an einem Kabel ein kleines Stoffstück der originalen Flügelbespannung des berühmten Flugzeugs Kitty Hawk befestigt, mit dem die Gebrüder Wright am 17. Dezember 1903 den ersten motorisierten Flug auf der Erde durchgeführt haben.

HOPE LIEFERT HINWEISE AUF VERLUST DES GLOBALEN MAGNETFELDS

Doch nicht nur der NASA-Rover Perseverance und sein Begleiter Ingenuity erforschen aktuell den Mars. Kurz bevor die beiden landeten, erreichte am 9. Februar 2021 die Raumsonde Al-Amal (Hope) der Vereinigten Arabischen Emirate den Mars.

Hope erforscht die täglichen und jahreszeitlichen Wetterzyklen sowie das Wetter in der unteren Atmosphäre in verschiedenen Regionen des Planeten. Zudem wollen die Wissenschaftler mehr über den Wasserstoff- und Sauerstoffverlust des Mars ins All und mögliche Gründe für die drastischen Klimaveränderungen in der Vergangenheit des Planeten herausfinden.

Erste Hinweise darauf liefern spektakuläre Bilder sogenannter «diskreter Auroras», welche Hope aufgenommen hat. Erstmals entdeckt wurden die Emissionen 2004 von der ESA-Sonde Mars Express. Auch die NASA-Sonde MAVEN hatte die Phänomene untersucht. Doch so klar und deutlich wie in den neusten Ergebnissen der Hope-Sonde konnten die Aurora-Lichter bislang nicht beobachtet werden. Die ultravioletten Leuchterscheinungen entstehen, wenn der Sonnenwind durch ein lückenhaftes Netzwerk von Magnetfeldern in der Marskruste dringt, mit Sauerstoff in der oberen Atmosphäre kollidiert und diesen zum Leuchten bringt.

Die Bilder der Hope-Sonde zeigen deutlich, dass der Mars sein globales Magnetfeld verloren hat. Dies könnte ein Grund dafür sein, warum der Planet seine frühere, dichtere Atmosphäre verloren hat.

Weiter auf S. 12 ▶

Bild: Die Raumsonde Hope wird von Ingenieuren der Vereinigten Arabischen Emirate für den Start vorbereitet.

Bild: UAE Space Agency

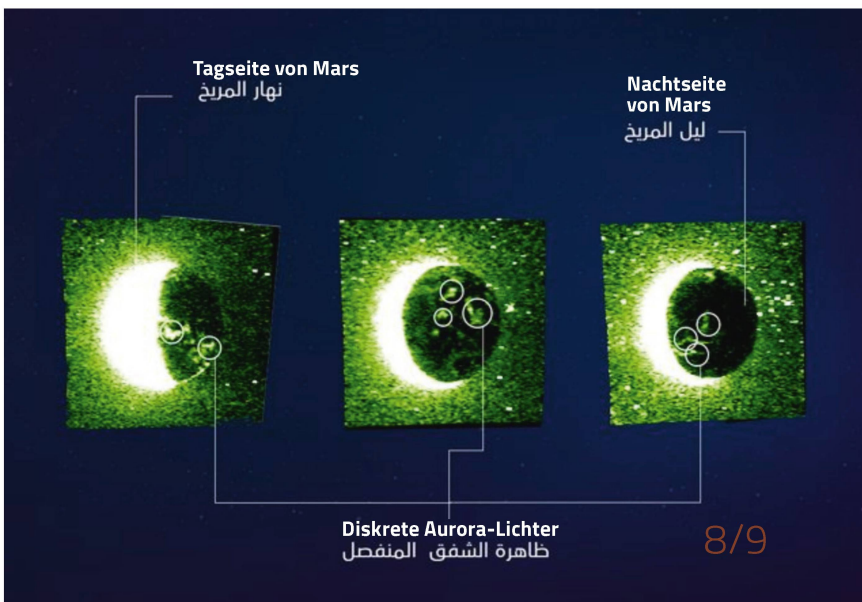
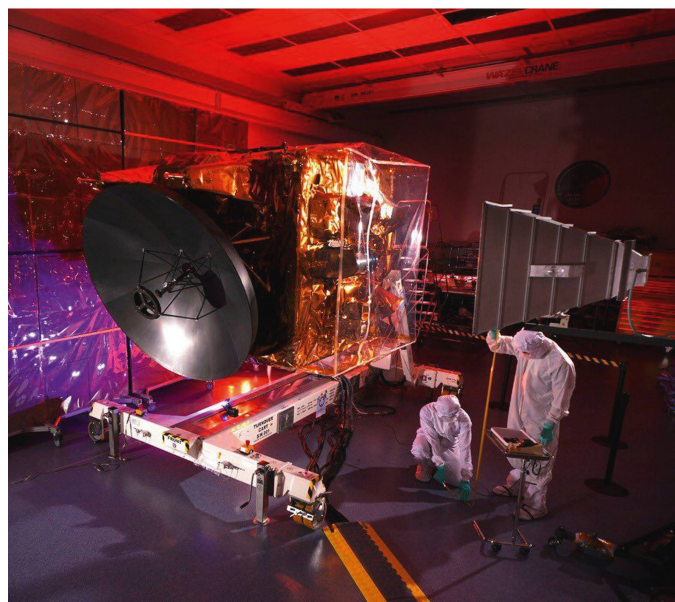


Bild: Er fliegt! Der Mars-Helikopter Ingenuity auf seinem zweiten Flug am 22. April 2021, fotografiert vom Mars-Rover Perseverance.

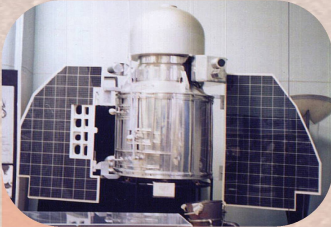
Bild: NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS

Bild: «Diskrete Auroras», aufgenommen von der Raumsonde Hope, liefern Hinweise darauf, weshalb der Mars seine frühere, dichtere Atmosphäre verloren hat.

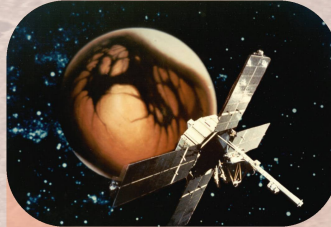
Bild: UAE Space Agency



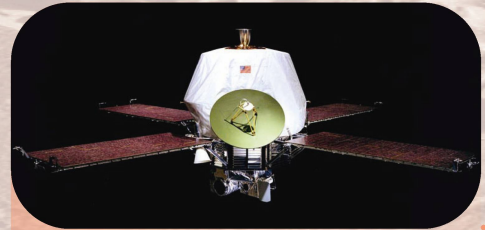
DIE WICHTIGSTEN EREIGNISSE IN DER ROBOTERGESTÜTZTEN MARS-FORSCHUNG IM ÜBERBLICK



10. Oktober 1960 – Marsnik 1
1960 wird die erste Mars-sonde auf den Weg zum Roten Planeten geschickt. Marsnik 1 erreicht aufgrund eines technischen Versagens der Startrakete aber nicht einmal den Erdborbit. Auch bei den nächsten Versuchen wird die Sowjetunion vom Pech verfolgt.



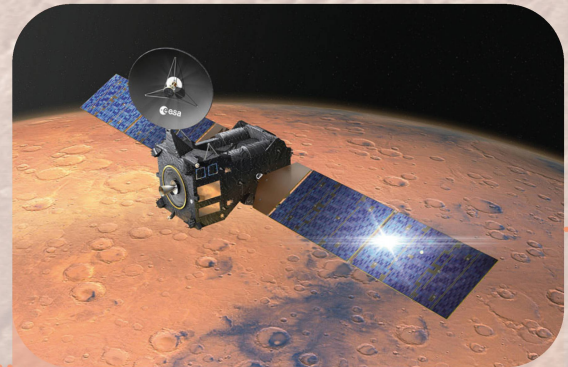
15. Juli 1965 – Mariner 4
1965 fliegt die erste Raumsonde am Mars vorbei und sendet 22 Bilder zur Erde. Die Forscher sind ernüchtert; die Fotos zeigen einen leblosen, von Kratern zernarbten Planeten.



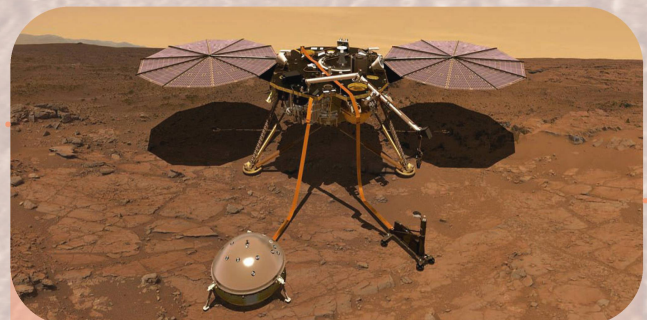
14. November 1971 – Mariner 9
Die amerikanische Sonde Mariner 9 schwenkt als erste Raumsonde in einen Mars-Orbit ein. Im Laufe von 349 Tagen kartografierte die Sonde die gesamte Oberfläche des Planeten.



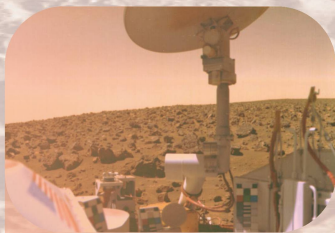
10. Juni 2018 – Rover Opportunity
Am 10. Juni 2018 sendet der Mars-Rover sein letztes Funksignal zur Erde. Der NASA-Rover war für eine Missionsdauer von 90 Mars-Tagen ausgelegt, funktionierte aber mit 5498 Tagen rund 55 Mal länger als geplant.



19. Oktober 2016 – ExoMars Trace Gas Orbiter
Mit der ESA-Raumsonde erreicht die Berner Stereokamera CaSSIS den Mars-Orbit und sendet seither faszinierende, hochauflösende Fotos des Mars zur Erde.



26. November 2018 – InSight
Der stationäre Lander hat zum Ziel, mehr über das Innere des Mars in Erfahrung zu bringen. Mit an Bord ist ein Seismometer, an dem die ETH Zürich beteiligt ist, um Marsbeben und Meteoriteneinschläge zu erforschen.



20. Juli 1976 – Viking 1

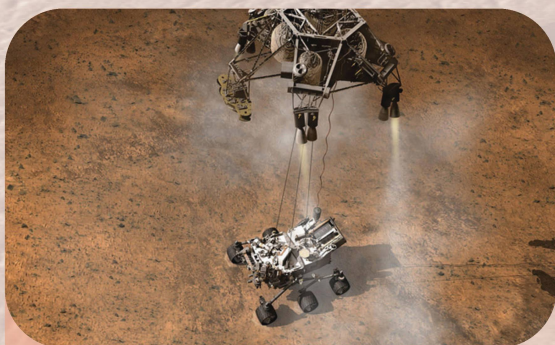
3. September 1976 – Viking 2

Im Abstand von drei Wochen landen die beiden amerikanischen Lander Viking 1 und 2 auf dem Mars. Sie senden erste Bilder von der Oberfläche des roten Planeten und untersuchen Bodenproben.



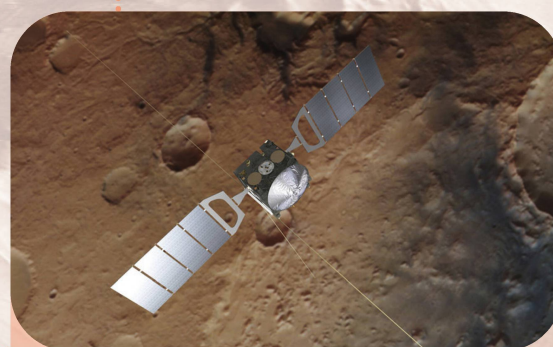
4. Juli 1997 – Landung des ersten Marsrovers Sojourner

Die amerikanische Sonde Pathfinder landet mit einem Airbag-System auf dem Mars und setzt den ersten Rover Sojourner ab, der 92 Sols (95 Erdtage) funktioniert.



12. August 2012 – Curiosity

Der amerikanische Rover Curiosity, der so gross wie ein Kleinwagen ist, landet auf spektakuläre Weise am Skycrane, einem fliegenden Kran.



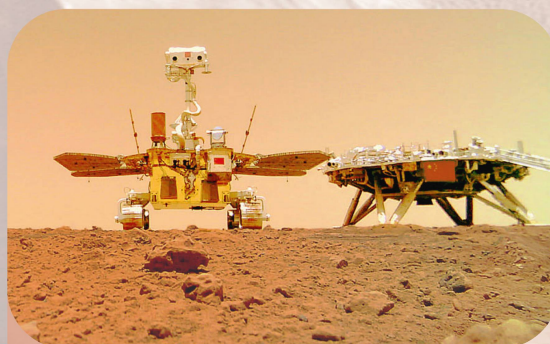
25. Dezember 2003 – Mars Express

Die erste europäische Mars-Sonde erreicht den roten Planeten. Der Lander Beagle 2 geht, noch bevor er den Marsboden erreicht, verloren. Mars Express funktioniert immer noch und wird bis mindestens Ende 2022 im Einsatz bleiben.



19. April 2021 – Ingenuity

Der erste Flug eines Helikopters auf einem anderen Planeten fasziniert die Öffentlichkeit. Zunächst als Technik-Demonstrator mitgeführt, unterstützt Ingenuity nun den Mars-Rover Perseverance bei seiner Arbeit.



14. Mai 2021 – Tianwen-1 und Zhurong

Die chinesische Raumsonde Tianwen-1 setzt den Lander auf der Mars-Oberfläche ab. Kurz darauf fährt der Rover Zhurong von der Rampe. China ist damit die zweite Nation, die einen Rover erfolgreich auf dem Mars gelandet hat.

CHINESEN ÜBERZEUGEN MIT ERFOLGREICHER MARS-LANDUNG

Historisches leistete am 14. Mai 2021 die chinesische Raumfahrtagentur CNSA. Als erste Nation ist es dem Land gelungen, beim ersten Versuch eine Raumsonde in den Marsorbit zu bringen, anschliessend erfolgreich zu landen und einen Mars-Rover abzusetzen. Diese technische Meisterleistung reiht sich in eine ganze Liste von Erfolgen, welche die chinesische Raumfahrtagentur CNSA in den vergangenen Jahren erzielt hat.

Nachdem die Marssonde Tianwen-1 am 10. Februar 2021 in den Orbit einschwenkte, machten sich die Ingenieure daran, einen geeigneten Landeplatz auszusuchen. Diesen fanden sie im Süden der Region Utopia Planitia.

Am 14. Mai koppelte die Landeeinheit vom Orbiter ab und trat in die Marsatmosphäre ein. Nachdem die Sonde durch den Strömungswiderstand von einer Geschwindigkeit von 17'280 km/h auf 460 m/s abgebremst wurde, öffnete sich in einer Höhe von 4 Kilometern der Fallschirm und bremste die Einheit weiter ab. In einer Höhe von 1.5 km wurde der Fallschirm abgeworfen, die Bremstriebwerke zündeten und der Lander – der in der Konstruktion den chinesischen Mondlandegeräten gleicht – setzte nach einer automatischen Landeplatzsuche auf dem roten Planeten auf. Bis zum 19. Mai musste sich die Öffentlichkeit gedulden, bis die CNSA Aufnahmen veröffentlichte, welche die Umgebung und den Lander zeigten.

Ein grosser Moment folgte schliesslich am 22. Mai, als der Rover von der Landeplattform auf den Marsboden rollte. Mit Zhurong – so heisst der chinesische Rover – hat Perseverance somit einen neuen Kollegen erhalten. Allerdings werden sich die beiden Rover kaum jemals begegnen: Zhurong ist rund 1'800 Kilometer von Perseverance entfernt gelandet.

Die chinesische Mars-Mission hat mehrere Ziele. Einerseits wollen die Wissenschaftler die Topographie und die geologische Zusammensetzung des Mars untersuchen – aus dem Orbit und von der Oberfläche aus. Ein spezieller Fokus liegt dabei auf der Suche nach Wassereis im Boden. Zudem sollen hochauflösende

Karten ausgewählter Gebiete erstellt werden. Und schliesslich wollen die Chinesen, genau so wie die Vereinigten Arabischen Emirate, mehr über die das Magnetfeld, das Wetter an der Oberfläche und die jahreszeitlichen Veränderungen des Marswetters herausfinden.

Während sich die aktuellen Mars-Erkundungen alle auf Roboter verlassen, so zeichnet sich bereits ab, dass es nicht dabei bleiben wird. Ende Juni 2021 verkündete die chinesische Raumfahrtagentur, dass sie bis 2033 eine bemannte Mission zum Mars entsenden will. Wird es ein chinesischer oder doch ein amerikanischer Fuss sein, der den Marsboden als erster berührt? Der Wettlauf ist lanciert. <

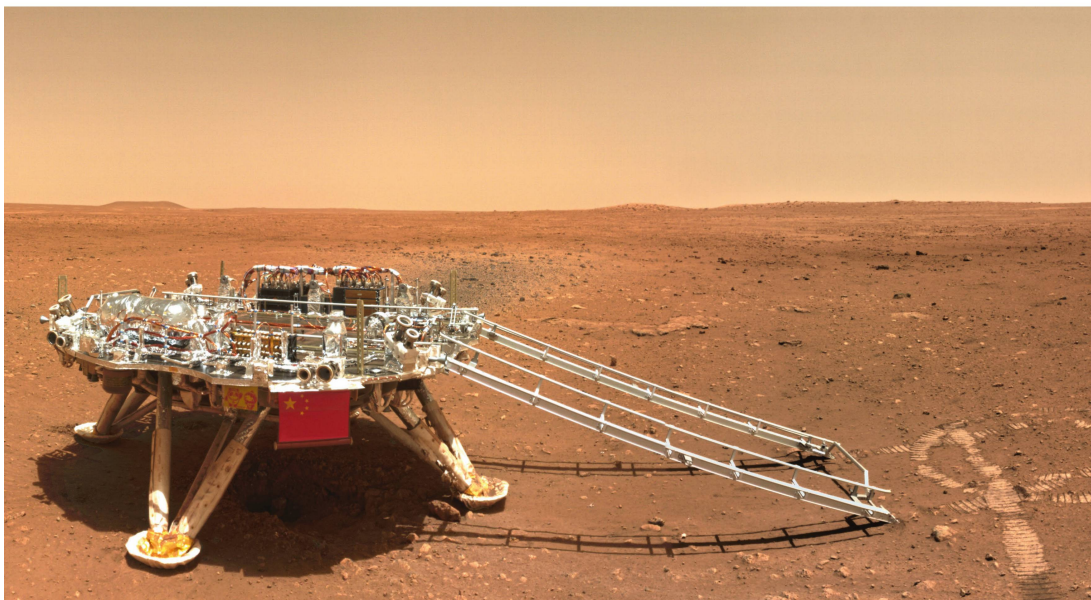
Online-Angebot zum Artikel

Zum Thema «Mars» gibt es unglaublich viele Links auf Webseiten und Filme. Via den QR-Code gelangen Sie direkt auf unser zusätzliches Online-Angebot.



DER AUTOR Guido Schwarz

Er ist Initiant und Leiter des Projekts Swiss Space Museum. Das Thema Welt-raum und Raumfahrt begeistert den 1965 geborenen Kulturvermittler und Kommunikationsfachmann seit seiner Kindheit. Ihn müsste man nicht zweimal bitten, wenn ein Platz in einer Mondra-kete frei würde. Schwarz ist Mitglied des ORION-Beirats.

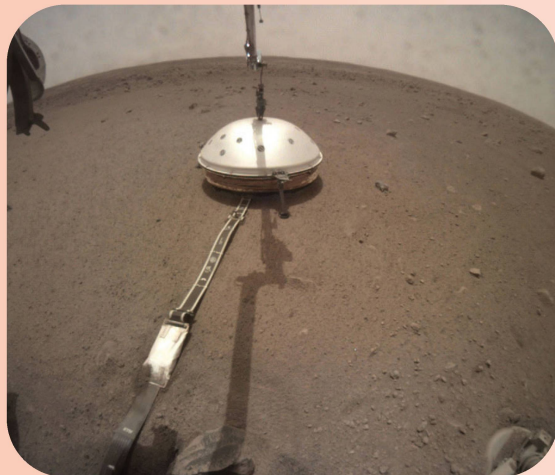


**Bild: Die Landeplatt-
form mit ausgefahrener
Rampe, über welche der
Rover Zhurong den
Marsboden erreicht
hat.**

Bild: China National Space
Administration CNSA

Schweizer Forschung am Roten Planeten

Schweizer Forscherinnen und Forscher arbeiten seit Jahren mit Daten verschiedenster Marssonden und Schweizer Elektromotoren sorgen dafür, dass Rover auf dem Mars herumfahren, ihre Arme bewegen und der Ingenuity-Helikopter fliegt. Doch die Schweiz ist auch mit eigenen Instrumenten an Missionen beteiligt. Drei wichtige Missionen sind hier beschrieben:



Mission: InSight

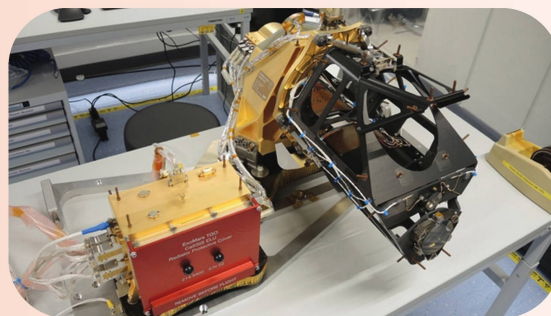
Agentur: NASA

Start: 5. Mai 2018, Landung: 26. November 2018

Schweizer Instrument: Elektronikbox für SEIS

Die Mars-Mission InSight (Interior Exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport) hat zum Ziel, unser Wissen über die früheste Geschichte der Prozesse, die den Mars geformt haben, zu verbessern. Zu diesem Zweck werden Grösse, Dicke, Dichte und Gesamtstruktur des Kerns, Mantels und der Kruste des Planeten untersucht. Zu den Instrumenten an Bord gehört SEIS, ein Seismometer, das Marsbeben und Meteoriteneinschläge aufzeichnet. Damit werfen die Forscher erstmals einen detaillierten Blick auf die internen Aktivitäten des Planeten. Mehrere Gruppen der ETH Zürich sind für die Datenerfassung und Steuerungselektronik des Sensors verantwortlich. Hergestellt hat die Elektronikbox, welche als missionskritisch eingestuft worden ist, die Firma Syderal Swiss SA in Neuchâtel. Zudem sind der Schweizerische Erdbebendienst (SED) und die Gruppe Seismologie und Geodynamik (SEG) am Institut für Geophysik der ETH Zürich für den Marsbebendienst verantwortlich. Der Marsbebendienst umfasst sowohl die Erkennung von Ereignissen als auch die Charakterisierung von lokalen seismischen Aktivitäten wie auch von Meteoriteneinschlägen. Dank der Analysen konnte zum Beispiel gezeigt werden, dass die Kruste des Mars dünner ist als angenommen. Der Marsmantel ähnelt zwar demjenigen der Erde, enthält aber viel mehr Eisen. Und der Radius des Kerns beträgt rund 1'840 Kilometer, das sind gut 200 Kilometer mehr, als man vor 15 Jahren bei der Planung der InSight-Mission angenommen hatte.

Die Raumsonde ExoMars TGO befindet sich seit dem Oktober 2016 im Marorbit. Mit an Bord ist die hochauflösende Stereokamera CaSSIS (Colour and Stereo Surface Imaging System), die an der Universität Bern entwickelt und gebaut worden ist. Die Daten sollen dabei helfen, aktive Prozesse auf der Oberfläche des Mars zu verstehen, die möglicherweise in Zusammenhang mit Quellen von Spurengasen stehen. Hierbei hilft es besonders, dass die Kamera 3D-Bilder erstellen kann. Sind entsprechende Regionen identifiziert, so werden diese genauer unter die Lupe genommen. Im Gegensatz zu den mit Kameras ausgestatteten NASA-Raumsonden kann CaSSIS die Marsoberfläche zu allen Tageszeiten untersuchen. Das bedeutet, dass viele dynamische Prozesse auf der Oberfläche untersucht werden können, darunter Eissublimation und Kondensation an den Rändern der Polkappen, tageszeitliche Veränderungen bei der Produktion von Staubteufeln, Staublawinen und Erdbeben an Kraterhängen. Seit Ankunft beim Mars hat die Kamera bisher weit über 10'000 Bilder geschossen.

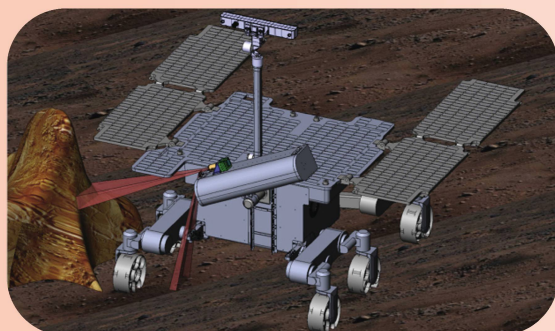


Mission: ExoMars Trace Gas Orbiter (TGO)

Agenturen: ESA/Roscosmos

Start: 14. März 2016; im Orbit seit: 19. Oktober 2016

Schweizer Instrument: Stereo-Kamera CaSSIS



Mission: ExoMars-Rover Rosalind Franklin

Agenturen: ESA/Roscosmos

Start: 2022 (geplant)

Schweizer Instrument: Kamerasystem CLUPI

2022 soll der ExoMars Rosalind Franklin Rover mit einer Proton-Rakete zum Mars gestartet werden. Der Rover wird die Marsoberfläche nach Anzeichen auf ehemalige oder aktuelle biologische Aktivitäten hin untersuchen und Bohrungen vornehmen, um die Bohrkern dann mit verschiedenen Instrumenten zu analysieren. An Bord des Rovers ist das Instrument CLUPI (Close-Up Imager). Entwickelt und gebaut wurde CLUPI am Space Exploration Institute in Neuchâtel. CLUPI ist eine Kamera für Makroaufnahmen, die vorne an der Bohrvorrichtung angebracht ist. Das Kamerasystem nimmt hochauflösende Farbbilder von Aufschlüssen, Gesteinen, Böden, Bohrkern und Bohrkernproben aus nächster Nähe auf. Die mit CLUPI gewonnenen visuellen Informationen sind vergleichbar mit denen, die ein Geologe mit einer Handlinse erhalten würde, wenn er sich auf dem Mars befände. Das Kamerasystem wird Bilder im Bereich von zehn Mikrometern bis Zentimetern aufnehmen. Zudem soll CLUPI bei der Suche nach morphologischen Biosignaturen helfen, primitiven Arten von Mikroorganismen, die auf dem Mars existiert haben könnten.