

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 75 (2017)  
**Heft:** 403

**Artikel:** Was macht eigentlich "Curiosity"? : Auf den Spuren des grössten Marsrovers  
**Autor:** Baer, Thomas  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-897127>

### **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:** 01.04.2025

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

Was macht eigentlich «Curiosity»?

# Auf den Spuren des grössten Marsrovers

■ Von Thomas Baer

*Mars dominiert das nächstjährige Himmelsgeschehen durch seine enge Erdannäherung im kommenden Juli. Wir widmen dem roten Planeten daher in loser Folge den einen oder anderen Artikel. Diesmal folgen wir den Pfaden von «Curiosity», dem 900 kg schweren Mars-Rover, der seit dem 6. August 2012 aktuell schon ein Dutzend Kilometer zurückgelegt hat.*

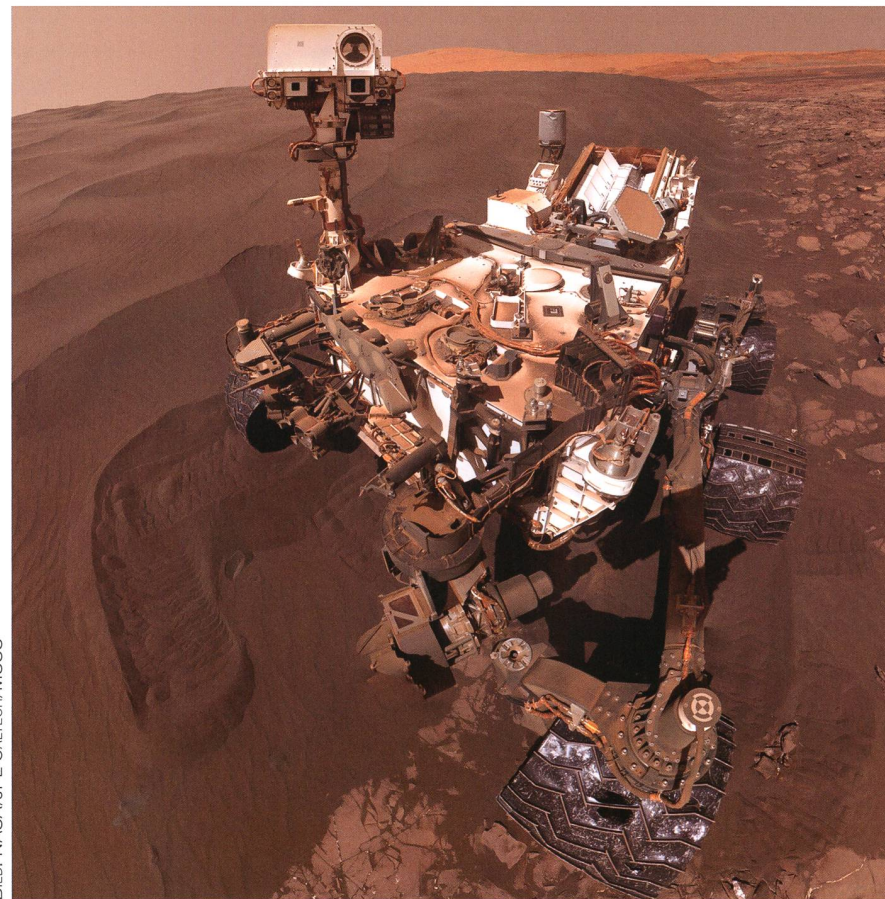


BILD: NASA/JPL-CALTECH/MSSS

Abbildung 1: «Curiosity» am Rand der «Namib-Düne» (Teil der «Bagnold-Dünen»). Die rund 12 km Fahrt haben ihre Spuren hinterlassen. Gut zu sehen ist der Verschleiss, die Verformungen und die Ausbruchstellen an den Reifen des Rovers.

Die Landung von «Curiosity» vor mehr als fünf Jahren war spektakulär, denn niemand konnte garantieren, dass der fast eine Tonne wiegende Rover heil auf dem roten

Planeten aufsetzen würde. Doch dann verlief alles in Perfektion und die Überprüfung sämtlicher Instrumente konnte beginnen. Mit Ausnahme eines Windsensors funktio-

nierte alles, auch das Gefährt scheint Flug und Landung gut überstanden haben. Auf dem Weg zu einer geologisch interessanten Formation namens Glenelg, die etwa 400 m vom Landeplatz entfernt lag, wurden auch der Probenehmer sowie das interne «Chemielabor» Chemistry & Mineralogy (CheMin) getestet.

## Im Kiesbett gelandet

Bevor es auf die lange Entdeckungstour ging, mussten nach der Ankunft während Wochen diverse Instrumente kalibriert und das Fahrsystem auf seine Funktionstüchtigkeit hin geprüft werden. Auf ersten Aufnahmen gut einen Monat nach der Landung entdeckten die Wissenschaftler Kiesvorkommen; ein klarer Beweis dafür, dass nur fließendes Wasser solche Ablagerungen, wie wir sie von der Erde her kennen, hinterlassen kann. Aufgrund der Schichtung des Materials konnten die Planetenforscher ermitteln, dass der untersuchte Schwemmkegel bis zu einem knappen Meter tief unter Wasser gestanden und eine Fließgeschwindigkeit von rund einem Meter pro Sekunde geherrscht haben muss.

Noch im selben Jahr wurden Bodenproben entnommen und mit sämtlichen bordeigenen Instrumenten untersucht. Organische Verbindungen wurden bei den ersten Bohrungen keine gefunden.

## Erhöhte Strahlenbelastung

Am 12. März 2013 förderte schliesslich eine gut 6 cm tiefe Bohrung tatsächlich «Bausteine des Lebens» zutage, wie auch ORION darüber berichtete. Gefunden wurden die Elemente Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor und Schwefel in verschiedenen Oxidationszuständen. Dies deutet ebenfalls darauf hin, dass die untersuchte Region «lebte», sprich, Schwefelverbindungen die Nahrungsgrundlage von Mikroorganismen gewesen sein könnten.

Eine zentrale Frage, die sich im Zusammenhang mit einem einst geplanten bemannten Marsflug stellt, ist die Strahlenbelastung. Auch hierzu lieferte «Curiosity» Antworten. Während der gesamten Reise zum roten Planeten wurde eine Do-

sis von 1.8 Millisievert registriert, wobei der grösste Anteil, nämlich 97% von der Kosmischen Strahlung ausging. Die Sonne verhielt sich damals eher ruhig. Ein koronaler Masseauswurf hätte auf Astronauten fatale Folgen. Schon so wären sie einer erhöhten Bestrahlung, jenseits der aktuellen Grenzwerte von 0.7  $\mu\text{Sv}$  pro Jahr (!) ausgesetzt gewesen. Spätere Messungen ergaben eine durchschnittliche tägliche Strahlenbelastung von 0.67  $\mu\text{Sv}$  pro Tag. Ohne zusätzlichen Strahlenschutz lässt die NASA keine Astronauten zum Mars fliegen.

## Schonung der Räder

Inzwischen hatte «Curiosity» bereits eine rund 6 km lange Strecke zurückgelegt, als der Rover im Juli 2014 auf dem Zabriskie-Plateau aufgrund spitzer Steine ein Ausweichmanöver vornehmen musste, da Schäden an den Aluminiumrädern festgestellt wurden. Doch es gab weitere Schwierigkeiten: Der Backup-Computer, welcher die Steuerung übernahm, bereitete Probleme. Zwei Tage lang stand der Rover still, doch dann konnte im Kontrollzentrum Entwarnung gegeben werden. Das Zielgebiet, «Pahrump Hills» genannt, eine Gegend aus verschiedenen einzeln stehenden Felsen, lag zu diesem Zeitpunkt noch knapp 3 km weiter südwestlich. Die Geologie änderte sich fortan: Der Rover befand sich nicht mehr am Grund des Gale-Kraters, sondern in zunehmend hügeligem Gelände (siehe Abb. 3).

Die Probenentnahme am Fusse der Erhebung zeigte ein Ähnliches Resultat, wie aus dem Orbit. Der feine rötliche Staub enthält weit mehr Roteisenerz (Hämatit) als man bisher vermutet hatte. Ende 2014 schloss «Curiosity» eine erste Erkundungsrunde im Gebiet der «Pahrump Hills» ab und begann nun gezielte Untersuchungen ausgewählter Felsformationen. Man fand heraus, dass es sich auch hier um Sedimentgesteine handelt, die allerdings erst zu einem geologisch späteren Zeitpunkt verfestigt haben müssen. Da «Curiosity» in sandigem Gelände oft Mühe bekundete und nicht selten eines der Räder durchdrehte, testete man vor der zweiten Runde das Fahrwerk auf einer Sandablagerung und ersetzte den schwächer werdenden Fokus-

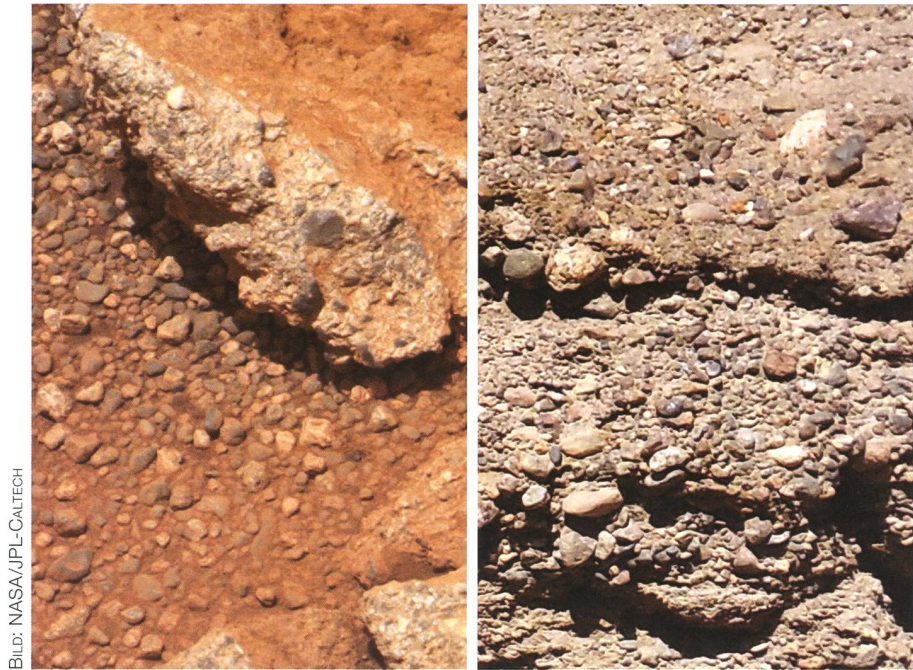


BILD: NASA/JPL-CALTECH

Abbildung 2: Kiesablagerungen auf Mars (links) und der Erde (rechts).

sier-Laser des ChemCam-Spektrometers durch den Hauptlaser.

## Xenon in der Atmosphäre

Das Jahr 2015 begann für «Curiosity» mit weiteren Bodenproben, die abermals bewiesen, dass es auf Mars vor langer Zeit Wasser in grossen Mengen gab. Die chemischen Analysen förderten hohe Mengen an Gelbeisenerz zutage, das in vor-

nehmlich saurer Umgebung oxidiert. Die Wissenschaftler können bislang nicht genau sagen, ob das nachgewiesene Jarosit in den Sedimenten unter Wasser gebildet oder die Gegend erst in einer späteren Phase geflutet wurde.

Eine weitere interessante Beobachtung machte das SAM-Instrument (Sample Analysis at Mars), das in der Lage ist, Gase aus der Atmosphäre und aus Bodenproben zu untersuchen. Es wurde das schwere



BILD: NASA/JPL-CALTECH/UNIV. OF ARIZONA

Abbildung 3: Der Weg ins hügelige Gelände erforderte eine gute Routenplanung.

Edelgas Xenon nachgewiesen, allerdings in sehr kleinen Mengen. Da Edelgase die Eigenschaft besitzen, nicht mit anderen Elementen zu reagieren, gibt insbesondere das Xenon wichtige Erkenntnisse auf die frühe Marsatmosphäre. Jeder Planet verliert einen Teil seiner Gas-hülle an den Weltraum, insbesondere die leichteren Elemente. Der rote Planet muss vor rund 4.5 Milliarden Jahren eine wesentlich dichtere Atmosphäre gehabt haben, denn aufgrund der geringen Menge von Xenon-Isotopen gehen die Forscher davon aus, dass damals selbst die schwereren Elemente ans Welt-all «verloren» wurden.

Der inzwischen gänzlich ausgefallene Laser der ChemCam lieferte nur noch ungenaue Messungen, und so musste der Hauptlaser einspringen. Man versuchte fieberhaft das Problem softwaremässig zu beheben. Nach einer funktechnischen Zwangspause im Juni 2015 – Mars zog von der Erde aus gesehen hinter der Sonne durch – entdeckte «Curiosity» Tridymit, eine kristalline Form von Siliciumdioxid. Dieses Mineral ist auf der Erde nur im Bereich kieselsäurereicher Vulkane nachgewiesen worden, was nun die Frage aufwirft, ob der Marsvulkanismus viel heftiger und explosiver war, als angenommen.

Der Rover hatte seit seiner Landung 11.1 km zurückgelegt. Die immer wieder hohen Anteile von Wasserstoff diverser Proben, festigen das Bild eines einst wasserreichen Planeten. Dass die Marsoberfläche vor rund 3.5 Milliarden Jahren von Seen und Flüssen bedeckt war, gab die NASA im Oktober 2015 bekannt. Man fand Sedimente, die bis 200 Meter über der Basis des Berges, ein Hinweis, wie hoch der Wasserpegel einst gestanden haben könnte. Fliessendes Wasser, so sind sich die Forscher einig, ist nur mit einer wesentlich dichteren Atmosphäre, die ausregnet oder «ausschneit», erklärbar.

### Fotos statt Bohrungen

Bis Anfang Februar 2016 untersuchte «Curiosity» die Veränderungen von Sanddünen unter den auf Mars herrschenden Bedingungen. Von der Erde weiss man sehr genau, wie die Sandkörner bei bestimmten Windgeschwindigkeiten abgelagert werden. Mars besitzt im Unterschied zur Erde eine viel dünnere Atmosphäre. Allerdings kann es auch dort sehr stürmisch zu und her gehen, so dass sich die Dünen auch dort beständig verändern.

Aktuell hat «Curiosity» die südwestlichen Ausläufer der Bagnold-Düne durchquert und erreichte im Juli dieses Jahres den Vera Rubin Grat (Abbildungen 4 und 5). Die Fahrt geht nun an den Flanken des Mount Sharp's weiter, wo abermals interessante geologische Untersuchungen anstehen.

Die Primärmission war einst auf 669 Mars Sols oder 687 Erdentage ausgelegt. «Curiosity» ist mittlerweile schon knapp dreimal länger unterwegs als geplant. Nach weit über tausend Bodenproben, fast dreihundertmal mehr chemischen Analysen und einer zurückgelegten Strecke von über 17 km, ist der Rover im Herbst seines Lebens angekommen.

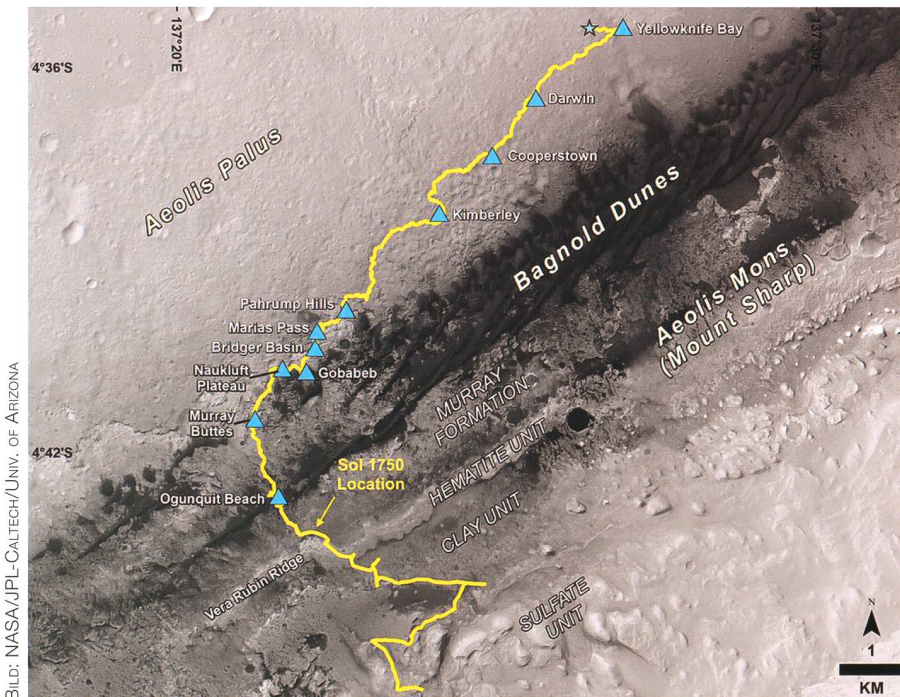


Abbildung 4: Nicht immer führte die Strecke durch günstiges Gelände. Um den Rover vor weiteren Abnützungserscheinungen etwas zu schonen, musste da und dort ein Umweg in Kauf genommen werden. Wir sehen hier die gesamte Route seit der Landung bis Juli 2017 (Sol 1750) sowie die geplante Weiterreise.

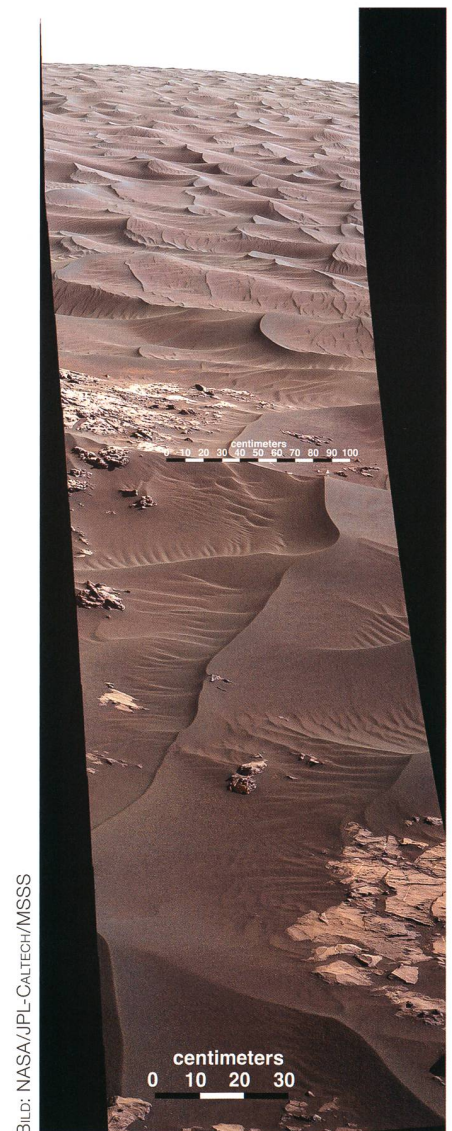


Abbildung 5: Wir «stehen» hier am Fusse der Bagnold-Düne. Die durch den Wind geformten Rippelmarken wandern bis zu einem Meter jährlich.



Bild: NASA/JPL-CALTECH/UNIV. OF ARIZONA

Abbildung 6: Die HiRISE-Kamera an Bord des Mars Reconnaissance Orbiter hat «Curiosity» aus grosser Distanz aufgenommen.

## Virtueller Rundgang auf dem Mars

Auf <https://accessmars.withgoogle.com> können Interessierte virtuell mit «Curiosity» mitreisen. Die US-Raumfahrtbehörde NASA und Google haben die rund 200'000 Bilder, die der Marsrover auf seiner langen Reise geschossen hat, zu einem faszinierenden Rundgang zusammengesetzt. Wer eine Google Cardboards oder Daydream besitzt oder HTC Vive oder Oculus Rift nutzt, kann den roten Planeten dreidimensional erkunden. Google unterstützt mit dem Projekt Access Mars alle 3D-Brillen. Selbstverständlich kann man alles auch im 360°-Rundumblick erleben!

Dazu gibt es zahlreiche interessante Informationen. Die NASA liefert immer noch neue Bilder, solange «Curiosity» funktioniert. Die amerikanische Raumfahrtbehörde startet allerdings bereits im kommenden Mai die Marsmission «InSight», welche mit Tiefenbohrungen vor allem das Innere des Planeten erforschen soll. ■

Der Bohrer funktioniert nach 15 Bohrungen seit einiger Zeit nicht mehr wunschgemäss, doch ist man bemüht, die Probleme andersweitig zu umgehen. Die Enttäuschung hält sich bei den Forschern jedoch in Grenzen, denn «Curiosity» hat bereits jetzt mehr erreicht, als man je hätte erwarten dürfen. Wie lange der Rover noch unterwegs sein wird, entscheidet sein Fahrwerk.

### ExoMars Rover 2020

Im Rahmen des ExoMars-Programms plant die Europäische Weltraumorganisation ESA in Zusammenarbeit mit der russischen Raumfahrtagentur Roskosmos im Jahr 2020 ihren ersten Rover auf Mars zu schicken. Im selben Jahr soll auch die Mission Mars Sample Return (MSR) ablaufen, bei der, wie der

Name verrät, Proben des roten Planeten zur Erde zurückgeführt werden sollen. Schon im kommenden Mai startet die NASA die Mission InSight (Interior Exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport), bei der die frühgeologische Entwicklung unseres äusseren Nachbarplaneten genauer untersucht werden soll, indem in die Tiefe gebohrt wird. ■

**Seit 25 Jahren TELE VUE aus erster Hand**  
 Profitieren Sie von unserer langjährigen Erfahrung als Vertragspartner von TeleVue und nutzen Sie die Vorteile

**www.aokswiss.ch**  
 041 534 5116 / 076 331 4370