

Im Zentrum dieses Mosaiks liegen die Valles Marineris – ein gigantisches Grabensystem mit einer Länge von 4000 Kilometern. Die Aufnahmen gewann der Viking Orbiter 1 in den 1970er-Jahren.

NASA / USGS

Junger Vulkanismus auf dem Mars

WIS wissenschaft in die schulen!

In einer der tiefsten Schluchten des Valles Marineris auf dem Mars wurde eine Gruppe von Vulkanen gefunden. Sie weisen wasserhaltige Silikatminerale auf, die durch hydrothermale Prozesse entstanden sein könnten und für die Astrobiologie interessante Ziele darstellen.

Das riesige Talsystem der Valles Marineris erstreckt sich über fast 4000 Kilometer entlang des Marsäquators und ist bis zu 10 Kilometer tief (siehe Bild oben). Es wurde vor mehr als 45 Jahren auf den Bildern der Raumsonde Mariner 9 entdeckt und übt auf Planetenforscher eine faszinierende Anziehungskraft aus.

Tektonische Prozesse spielten zweifellos eine große Rolle bei der Entstehung

der Valles Marineris. Entgegen früherer Annahmen ist es nicht ohne weiteres mit den Grabenbrüchen der ostafrikanischen Rifts zu vergleichen, die durch das Auseinanderbrechen der kontinentalen Kruste infolge von Dehnung entstanden. Schon früh wurde spekuliert, welchen Anteil ein vertikaler Kollaps der Oberfläche gehabt haben könnte, also ein Einsturz als Folge von Volumenverlust in der Tiefe,

analog zu Karsterscheinungen, zum Beispiel Höhlen in Karbonatgesteinen, auf der Erde. Es fehlen allerdings Anzeichen dafür, dass auf dem Mars unterirdisch nennenswerte Mengen von löslichen Mineralen wie etwa Kalk vorhanden sind. Deswegen gehen neueste geophysikalische Modelle von einem Absinken infolge der Auflast durch Sedimente in den Senken aus. Dennoch ist die genaue Bil-

dungsursache der Valles Marineris nach wie vor ungeklärt.

Seit Jahrzehnten rätseln die Wissenschaftler daher, ob Vulkanismus auch im Inneren der Valles Marineris tätig war. Nun haben vier Wissenschaftler, darunter auch ich, ein Gebiet mit 130 kleinen Vulkanen auf dem Grund der Valles Marineris entdeckt. In unserer Studie, die von Petr Brož von der Tschechischen Akade-

Förderzentren von Lava und pyroklastischen Materialien. Allerdings waren wir uns bei der Interpretation der Art der Vulkane zunächst nicht ganz sicher. Die bis zu 400 Meter hohen Kegel wurden nämlich auch schon als Schlammvulkane interpretiert. Als Schlammvulkane bezeichnet man Erhebungen, die morphologisch oft einem normalen Vulkan ähneln und an denen eine Mischung aus Wasser

Auf der Erde wird das meiste Methan durch Lebewesen erzeugt. In geringerem Umfang wird es auch durch geologische Prozesse wie Schlammvulkanismus freigesetzt. Marsforscher begannen denn auch sofort, nach möglichen Schlammvulkanen zu suchen. Tatsächlich identifizierten sie einige kegelförmige Erhebungen auf der Marsoberfläche als mögliche Kandidaten. Auch die Erhebungen in Coprates Chasma waren darunter.

Wir waren allerdings skeptisch, denn wir hatten bereits bei früheren Meldungen von Schlammvulkanen anderswo auf dem Mars Zweifel angemeldet. Das Problem besteht in der Ähnlichkeit zwischen echten Vulkanen und Schlammvulkanen,

Nach der Entdeckung von Methan in der Marsatmosphäre wurden Schlammvulkane für Marsforscher interessant.

mie der Wissenschaften koordiniert wurde, zeigen wir, dass in der Schlucht Coprates Chasma, einer der tiefsten Stellen der Valles Marineris, eine große Anzahl Vulkankegel und erstarrter Lavaströme existiert (siehe Bild unten). Unser Befund basiert auf der Auswertung von hoch aufgelösten Bildern der NASA-Raumsonde Mars Reconnaissance Orbiter (MRO), auf denen diese Tuff- und Aschekegel zu sehen sind.

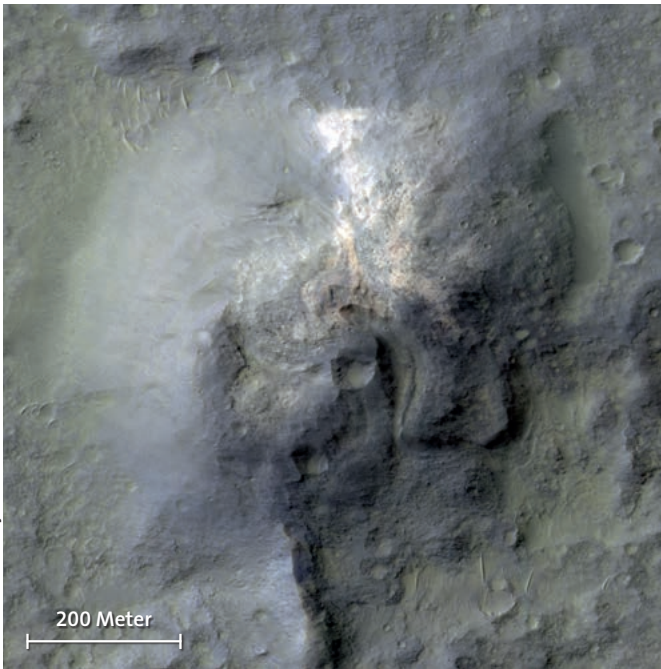
Diese Art von Vulkanen sind auch auf den Kontinenten der Erde die häufigsten

und mehr oder weniger feinkörnigen Sedimenten (sprich: Schlamm) austritt. Da dies oft mit der Freisetzung von Methan einhergeht, wurden Schlammvulkane schlagartig auch für Marsforscher interessant, nachdem im Jahr 2004 verschiedene Studien gezeigt hatten, dass sich möglicherweise Methan in der Marsatmosphäre befindet. Da Methan aber unter gegenwärtigen Bedingungen auf dem Mars schnell zersetzt wird, würde das bedeuten, dass dort derzeit Methan – kontinuierlich oder episodisch – freigesetzt wird.

Eine Gruppe von Vulkanen auf dem Boden von Coprates Chasma, der tiefsten Senke der Valles Marineris auf dem Mars. Sie sind entweder als Folge von »normaler« magmatischer Aktivität entstanden, oder als Folge des Austritts von Schlamm aus dem Untergrund. Einige morphologische Details im geologischen Kontext sprechen eher für eine magmatische Entstehung.



NASA / JPL / Malin Space Science Systems / DLR



Das hochauflösende Falschfarbenbild zeigt einen Vulkankegel, auf dem in Spektraldaten Anzeichen für wasserhaltige Silikate (Opal) gefunden wurden (helle Bereiche rechts oben im Bild). Diese Minerale sind möglicherweise durch hydrothermale Prozesse entstanden.

Diese Beobachtung lässt das Vulkanfeld von Coprates Chasma auch für eine zukünftige Untersuchung hinsichtlich der Frage interessant erscheinen, ob auf dem Mars in solchen warmen, wässrigen Umgebungen Leben entstanden sein könnte. Von der Erde weiß man, dass in opalinen Mineralgemeinschaften potenzielle Spuren früheren Lebens gut erhalten werden. Deshalb könnten diese Opale auch auf dem Mars eine mögliche Fundstätte für so genannte Biosignaturen darstellen. Doch auch andere Fragen ließen sich in den Valles Marineris beantworten, da an den kilometerhohen Abhängen Gesteinsschichten sichtbar sind, die wahrscheinlich bis zu mehrere Milliarden Jahre alt sind. Zudem beobachtet man an eben diesen Hängen die jahreszeitliche Bildung dunkler Spuren, die sich hangabwärts ausbreiten. Obwohl ihre Ursache kontrovers diskutiert wird, sind manche Wissenschaftler der Ansicht, dass sie durch das langsame hangabwärts gerichtete Sickers von flüssigem Wasser im Untergrund stammen. Coprates Chasma, schon mehrfach als Landestelle für zukünftige Rover vorgeschlagen, wäre daher nicht nur wegen der Frage nach einst vorhandenem Leben auf dem Mars interessant.

ERNST HAUBER ist Planetengeologe am Institut für Planetenforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Berlin. Er ist an mehreren aktiven und zukünftigen Raumfahrtmissionen beteiligt und forscht vorwiegend über Oberflächenprozesse auf den terrestrischen Planeten.

die in Satellitenaufnahmen sehr schwer auseinanderzuhalten sind. Es ist daher nötig, auch den Kontext zu beachten, also Landschaftselemente in der Umgebung der fraglichen Erhebungen, die eventuell indirekte Hinweise geben können.

In Coprates Chasma beobachteten wir unmittelbar neben den Kegeln morphologische Details wie das Aufwölben erstarrter Lava durch die Injektion jüngerer Lava unter der erkalteten Kruste oder charakteristische Oberflächenmuster, die denen von Lavafeldern auf der Erde gleichen. Das bestärkte uns in der Annahme, dass es sich hier in der Tat um magmatischen Gesteinsvulkanismus handelt und nicht um flüssigen Schlamm. Auch die räumliche Verteilung der Kegel deutet darauf hin, dass sie vulkanischen Ursprungs sind. Sie scheinen gehäuft entlang tektonischer Bruchstrukturen aufzutreten, die an der Oberfläche den Grabenbruch haben entstehen lassen, und deren Bruchflächen sich im Untergrund fortsetzen und dort für das Magma Aufstiegswege schufen. Schließlich ist auch die Ähnlichkeit der Kegelberge in Coprates Chasma mit Vulkankegeln an anderer Stelle auf dem Mars, wo definitiv kein Schlammvulkanismus möglich ist, ein starkes Argument dafür, dass es sich um Vulkane handelt, die von Magma gespeist wurden. Dennoch sind auch diese Überlegungen kein endgültiger Beweis, und eine endgültige Klärung wäre wohl nur durch eine Untersuchung durch robotische Missionen vor Ort möglich.

Neben der Entdeckung der Vulkane ist ihr junges Alter die zweite Überraschung

unserer Untersuchung. Sie sind für den Mars, der schneller erkaltet ist als die Erde, relativ jung: gerade einmal 200 bis 400 Millionen Jahre alt. Mit der ursprünglichen Entstehung der Valles Marineris haben sie demnach nichts zu tun, da sie viel jünger sind. Wir konnten dieses Alter anhand der Häufigkeit von Einschlagskratern in den umliegenden Ebenen bestimmen. Die Methode beruht auf der Tatsache, dass sich umso mehr Krater auf einer Fläche anhäufen, je länger sie dem Bombardement von Asteroiden und Meteoriten ausgesetzt ist. Sieht man fast keine Krater, so spricht dies für ein geologisch sehr geringes Alter.

Eine potenzielle Fundstätte für fossiles Leben

Um mehr über die Zusammensetzung der Laven und der Vulkankegel herauszubekommen, untersuchten wir die Gegend zusätzlich mit Hilfe von Spektraldaten. Dabei stießen wir auf Minerale mit hohem Siliziumanteil, an einem der Kegel sogar auf opalartige Substanzen. Opale sind amorphe, wasserhaltige Silikatminerale, die keine Kristallstruktur ausgebildet haben. Eine solche mineralogische Zusammensetzung kann durch so genannte hydrothermale Prozesse entstehen, wenn also Minerale aus übersättigten heißen Lösungen ausfallen und mineralisieren. Das macht Coprates Chasma auch für astrobiologische Untersuchungen interessant, denn auf der Erde finden in einer solchen warmen, Energie spendenden und mineralreichen Umgebung Mikroorganismen eine ideale Umgebung vor.

Literaturhinweise

Brož, P. et al.: Amazonian volcanism inside Valles Marineris on Mars. In: *Earth and Planetary Science Letters* 473, S. 122–130, 2017

Brož, P., Hauber, E.: Hydrovolcanic tuff rings and cones as indicators for phreatomagmatic explosive eruptions on Mars. In: *Journal of Geophysical Research-Planets* 118, S. 1656–1675, 2013

Okubo, C.H.: Morphologic evidence of subsurface sediment mobilization and mud volcanism in Candor and Coprates Chasmata, Valles Marineris, Mars. In: *Icarus* 269, S. 23–27, 2016

W I S Didaktische Materialien:
www.wissenschaft-schulen.de/artikel/1057255

Verpackung
keine
Achtung: Anzeige noch
tauschen, sobald diese
mit korrektem Titelbild
vorliegt.



Nachweis € 8,750), mehr als 10 % günstiger
als der Normalpreis.

Wunschgeschenk:

Wählen Sie Ihren persönlichen Favoriten.
Auch wenn Sie ein Abo verschenken möchten,
erhalten Sie das Präsent.

Keine Mindestlaufzeit:

Sie können das Abonnement jederzeit kündigen.

Auch als Kombiabo:

Privatkunden erhalten für einen Aufpreis von
nur € 6,-/Jahr Zugriff auf die digitale Ausgabe
des Magazins im PDF-Format.

Buch »Die Physik der Zukunft«

Wie werden wir leben – in 20, 60, 100 Jahren?
Der Physiker Michio Kaku beschreibt in seinem
Buch auf spannende Weise den Weg in die
Zukunft. Er befragte weltweit 300 namhafte
Forscher aus den Bereichen künstliche
Intelligenz, Raumfahrt, Medizin und Biologie
bis hin zu Technik, um so ein realistisches
Szenario vorzustellen.



WÄHLEN
SIE IHR
GESCHENK



Sterne und Weltraum CD-ROM 2017

Auf der CD-ROM von Sterne und Weltraum
finden Sie den kompletten Jahrgang 2017 als
elektronische Datei inklusive aller Bilder und
eine Datei mit allen Jahreshaltsverzeichnissen
sämtlicher Ausgaben von 1962 bis 2017 im
Portable Document Format (PDF).

Bestellen Sie jetzt Ihr Abonnement!

service@spektrum.de | Tel.: 06221 9126-743
www.sterne-und-weltraum.de/abo

