

# Perseverance

Deutschland beteiligt sich an der Suche nach Leben auf dem Mars

Bild: NASA/JPL-Caltech/MSSS



Am 6. April 2021, dem 46. Tag auf dem Mars, machte der Rover Perseverance aus 62 Aufnahmen zweier Kameras am Roboterarm ein „Selfie“ mit dem Helikopter Ingenuity, der etwa 3,9 Meter vom Rover entfernt auf dem „Gebrüder-Wright-Flugfeld“ steht

„Die Suche nach Leben ist eine Suche nach Biosignaturen.“

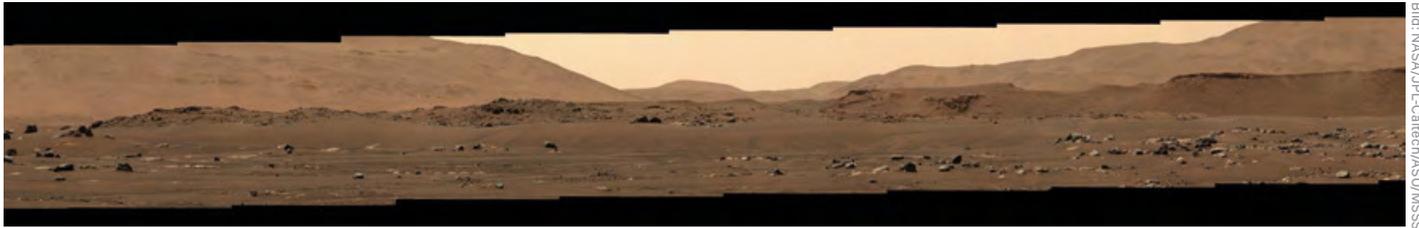


Bild: NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS

Ein Teil des ersten 360-Grad-Panoramas der Mastcam-Z an Bord des Mars-Rovers Perseverance zeigt im Hintergrund den Rand des Jezero-Kraters und davor die Front einer fächerförmigen Ablagerung von Sedimenten, die als uraltes Flussdelta interpretiert werden. Im Vordergrund das mit Gesteinen übersäte ehemalige Seebett des Jezero-Kratersees. Das Panorama wurde auf der Erde aus 79 Einzelbildern zusammengesetzt, die an Sol 4, dem vierten Marstag der Mission, aufgenommen wurden.

**18.** Februar 2021, 21:55 Uhr MEZ (Mittleuropäische Zeit), Jezero-Krater, Mars: Nach sieben Monaten Flug und einer 480 Millionen Kilometer langen Reise setzt der Rover Perseverance der amerikanischen Raumfahrtagentur NASA sanft auf der Oberfläche des Roten Planeten auf. An diesem Tag beginnt ein neues Kapitel der Suche nach Spuren von Leben auf dem Mars. Das *Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)* ist im Wissenschaftsteam der NASA-Mission *Mars 2020* vertreten und an der Auswertung der Daten und Bilder beteiligt. Ziel der Mission ist es, anhand von Gesteins- und Sedimentanalysen zur Klärung der Frage beizutragen, ob sich auf dem Mars jemals Leben entwickelt hat.

Als die Atlas-V-Trägerrakete am 30. Juli 2020 um 13:50 Uhr MESZ (Mittleuropäische Sommerzeit) von Cape Canaveral abhebt, hat sie das komplexeste Marsfahrzeug an Bord, das die NASA je gebaut hat. Der Rover *Perseverance* (deutsch: Beharrlichkeit) wiegt auf der Erde 1.025 Kilogramm und ist so groß wie ein Kleinwagen. Mit seinen sieben wissenschaftlichen Instrumenten soll Perseverance die Geologie seiner Landestelle analysieren, nach Anzeichen früheren Lebens in Gestein und Sedimenten suchen und die vielversprechendsten Proben für eine spätere Analyse auf der Erde finden.

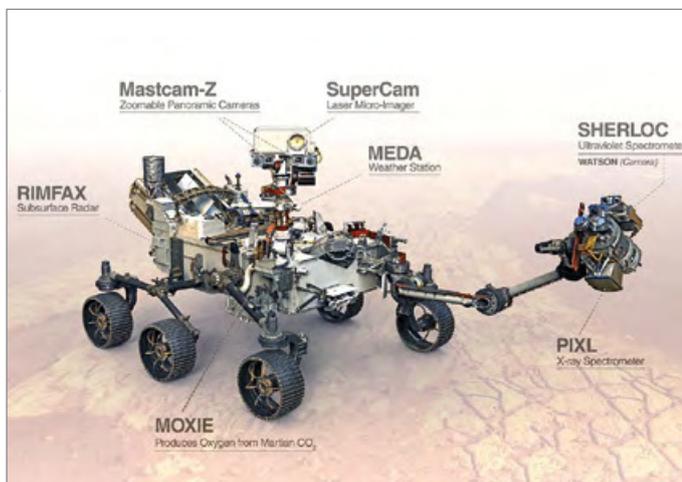
Denn erstmals in der Geschichte der Erkundung des Mars hat der Rover auch **38 Behälter** zum Einsammeln von **Proben** an Bord, die mit Bohrkernen aus bis zu 20 Zentimeter Tiefe gefüllt und für einen späteren Transport zur Erde zunächst auf dem Mars deponiert werden sollen. Zwei zukünftige, gemeinsam von NASA und der *Europäischen Weltraumorganisation ESA* geplante Missionen sollen die etwa bleistiftgroßen Proben in den frühen 2030er-Jahren abholen. Auf der Erde sollen diese dann von Wissenschaftlern auf der ganzen Welt mit Geräten, die viel zu groß und komplex wären, um sie direkt zum Roten Planeten zu schicken, eingehend analysiert werden. Außerdem hat Perseverance eine weitere Premiere im Gepäck: Den kleinen, 1,8-Kilogramm leichten Hubschrauber *Ingenuity* (deutsch: Einfallsreichtum). Erstmals seit Beginn der Raumfahrt wird mit diesem Helikopter bei der Mission Mars 2020 ein motorisiertes Fluggerät mitgeführt. Ingenuitys Aufgabe ist es, sich in der dünnen Marsatmosphäre und der Umgebung bis zu fünf Meter über die Landestelle von Perseverance zu erheben und Aufnahmen der Umgebung zu machen.

### Sieben Minuten des Schreckens

Die Landung auf dem Mars war die erste von vielen Hürden, die der Rover Perseverance während der Mission überwinden muss. Am 18. Februar 2021 um 21:38 Uhr MEZ trat die Transferstufe mit Perseverance im Gepäck mit knapp 19.500 Kilometer pro Stunde in die Marsatmosphäre ein. In sieben entscheidenden Minuten, die unter NASA-Ingenieuren als die berühmten **Seven Minutes of Terror** gelten, bremste das Raumfahrzeug mit Hitzeschild, Fallschirm und Bremstriebwerken auf null, um den Rover um 21:45 Uhr MEZ in einem letzten, entscheidenden Akt an Seilen schwebend im Krater Jezero abzusetzen. Wegen der Signallaufzeit von etwa elf Minuten vom Mars zur Erde kam die Bestätigung der Landung erst um 21:55 Uhr MEZ unter großem Jubel im Kontrollzentrum der NASA im Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, Kalifornien, an.

Die fast **punktgenaue Landung** auf dem Mars wurde auch durch deutsche Beiträge ermöglicht. Hochauflösende digitale Geländemodelle, die aus Daten der DLR-Stereokamera *HRSC (High Resolution Stereo Camera)* an Bord der ESA-Mission *Mars Express* gewonnen wurden, haben einen bedeutenden Anteil an der Auswahl und Erforschung der Landestelle geleistet.

Bild: NASA/JPL-Caltech



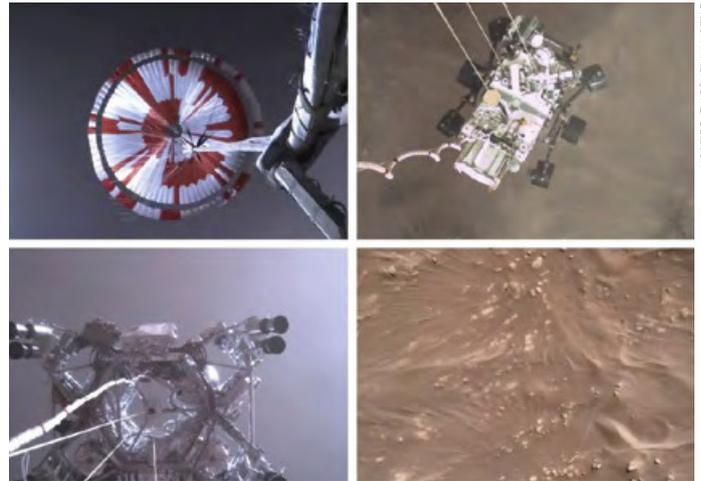
Perseverance hat sieben wissenschaftliche Instrumente an Bord. Wissenschaftler des DLR sind an der Auswertung von Daten der Stereokamera Mastcam-Z, dem Laser-Spektrometer SuperCam und der Wetterstation MEDA beteiligt.

Ferner wurde die Landung von zwei **Teleskopen** beobachtet: Eines steht in den Appalachen in West Virginia (USA), ein zweites steht auf dem Effelsberg bei Bad Münstereifel. Von diesem Teleskop des *Max-Planck-Instituts für Radioastronomie* in Bonn sind wichtige Forschungsdaten der Marssonde in den kritischen Momenten der Landung aufgezeichnet worden – dabei geht es konkret um einen Ton in der Trägerfrequenz. Aus der Frequenzveränderung beim Abbremsen der Sonde lassen sich Schlüsse über den Verlauf der Landung ziehen.

### Ein Flussdelta und ein ausgetrockneter Kratersee

Aus dem Abgleich erster Aufnahmen der Roverkameras mit hochauflösenden Aufnahmen von Forschungssatelliten in der Umlaufbahn des Mars konnten bereits in den ersten Tagen der Mission die **Koordinaten** der nach der amerikanischen Science-Fiction-Autorin **Octavia E. Butler** (1947–2006) benannten Landestelle innerhalb des Kraters *Jezero* ermittelt werden: 18,4447 Grad Nord, 77,4508 Grad Ost – mitten im Jezero-Krater, geradezu perfekt.

Der 45 Kilometer große **Krater** wurde in fünfjährigen Beratungen ausgewählt und ist ein vielversprechender Ort, um nach Anzeichen für vergangenes mikrobielles Leben zu suchen. Vor mehr als 3,5 Milliarden Jahren war das heute knochentrockene Kraterbecken die Heimat eines stehenden Gewässers, eines Sees, in dem von zwei Zuflüssen abgelagerte Sedimente ein vielgestaltiges Flussdelta hinterlassen haben. Jetzt könnten die Überreste dieses Flussdeltas, sowie Felsen und Gesteine, die über das trockene Seebett verstreut sind, den Wissenschaftlern helfen, die geologische Geschichte dieses Gebiets auf dem Mars zu rekonstruieren und herauszufinden, ob dort jemals Leben existierte.



Bilder: NASA/JPL-Caltech

Während der Landung wurden erstmals auch hochauflösende Videos übertragen

**Alter** und **Mineralogie** der Gesteine, sowie die **Stratigraphie** des Deltas und des ehemaligen Seebetts können Aufschluss darüber geben, wann der See entstand und wann er austrocknete. Die Erstellung einer Stratigraphie, einer Zeitleiste, die eine Abfolge der geologischen Ereignisse in der Region aufzeigt, wird bei der Datierung der Gesteinsproben helfen, die der Rover in den nächsten Jahren sammelt. Diese Proben, die von zukünftigen Missionen zur Erde zurückgebracht werden, könnten sogenannte Biosignaturen enthalten, uralte Spuren von früherem Leben.

Neben dem Alter der Gesteine ist vor allem deren vielfältige mineralogische **Zusammensetzung** von Bedeutung, da Wissenschaftler anhand der Minerale auf die Umweltbedingungen während und nach ihrer Entstehung schließen können. Sowohl im Delta selbst als auch im Wassereinzugsgebiet, von dem aus Material

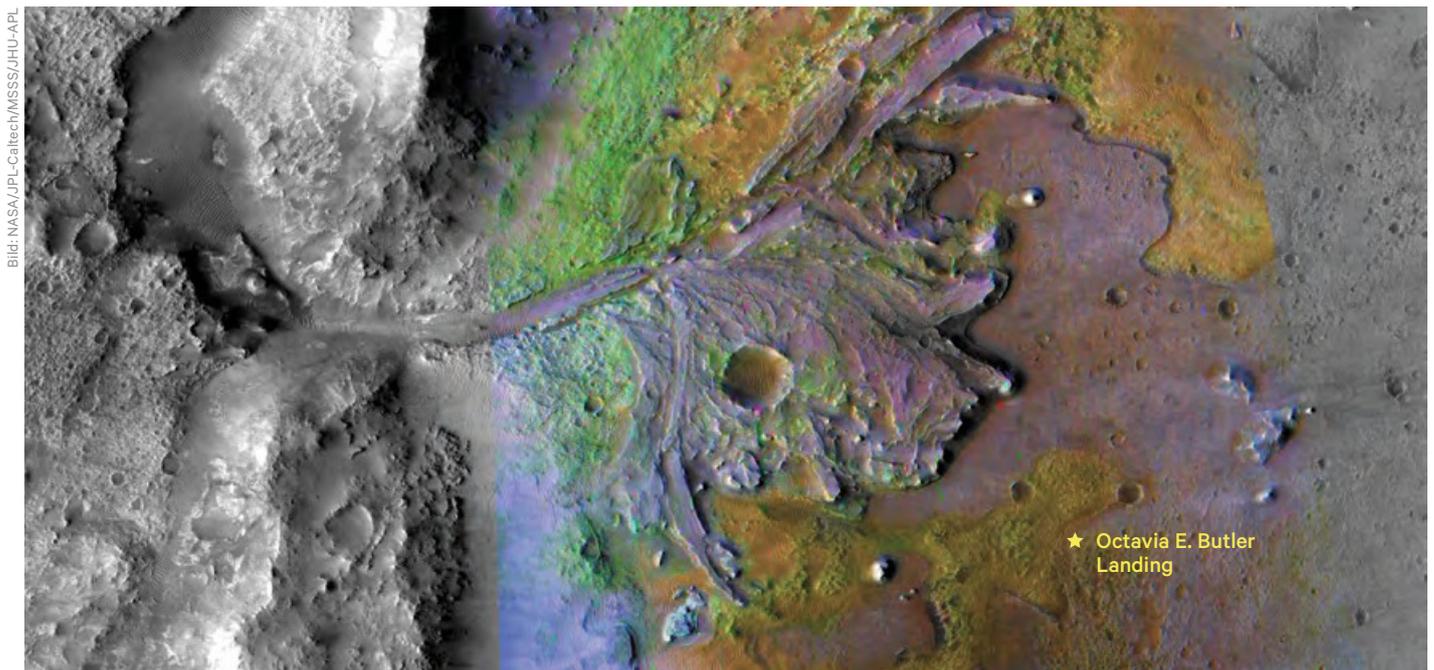


Bild: NASA/JPL-Caltech/MSSS/JHU-APL

In der Frühzeit des Mars hat das Wasser Kanäle gegraben und Sedimente transportiert. Es entstanden Fächer und Deltas innerhalb von Seebecken. Die Untersuchung von Spektraldaten aus dem Orbit zeigt, dass einige dieser Sedimente Mineralien enthalten, die auf chemische Veränderungen durch Wasser hinweisen. Hier im Jezero-Kraterdelta enthalten die Sedimente Tone und Karbonate. Das Bild kombiniert Informationen von zwei Instrumenten auf dem Mars Reconnaissance Orbiter der NASA: dem **CRISM-Spektrometer** (*Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars*) und der Kontext-Kamera.

der Umgebung durch die Flüsse in den Krater transportiert und in den beiden Deltas abgelagert wurde, hat man mit verschiedenen Spektrometern auf Raumsonden in der Marsumlaufbahn vielfältige Minerale detektiert. Olivine und Pyroxene sind in Vulkaniten gesteinsbildend, Karbonate sind auf der Erde typische Sedimentgesteine, und Tonminerale entstehen beim Kontakt erstarrter Magmen und Laven mit Wasser: Diese drei Mineraltypen wurden sowohl im Delta als auch an anderen Stellen innerhalb des Kraters gefunden. Vor allem von einigen Karbonaten (Kalksteine) vermutet man, dass sie direkt im See gebildet wurden. Solche Seekarbonate und vor allem auch die Tonminerale sprechen für lebensfreundliche Frischwasserbedingungen und haben zudem das Potenzial, Spuren von Leben, die Biosignaturen, in ihrem Inneren ganz besonders gut zu konservieren.

### Deutsche Expertise für die Erforschung des Mars

Eine speziell auf die Fähigkeiten des Rovers abgestimmte Suite von wissenschaftlichen Experimenten ermöglicht es, die Geologie der Landestelle zu analysieren, nach Anzeichen früheren Lebens in den feinkörnigen Ablagerungen des Flussdeltas zu suchen und die vielversprechendsten Gesteins- und Sedimentproben für einen Rücktransport zur Erde auszuwählen.

Gleich mehrere **Kameras** und **Spektrometer**, die für unterschiedliche Wellenlängen des elektromagnetischen Spektrums ausgelegt sind, kommen für die visuelle Erkundung sowie für die mineralogische und geochemische Untersuchung von Gesteinen und Sedimenten zum Einsatz. Deutsche Wissenschaftler sind an der taktischen und strategischen Planung der Messungen sowie an der Auswertung der Daten beteiligt. In die Verarbeitung und wissenschaftliche Auswertung der Bilder der **Mastcam-Z**, eine Panoramakamera mit Stereo- und Zoomfunktion, fließt die langjährige Expertise der Planetenforscher des DLR in Berlin und der Freien Universität Berlin ein, die sie bereits mit Kameradaten bei anderen Missionsbeteiligungen zu Mars, Mond, Asteroiden und Kometen gesammelt haben.

In direkter Nachbarschaft zu den beiden „Augen“ der Stereokamera Mastcam-Z befindet sich ebenfalls auf dem Mast des Rovers das Spektrometer **SuperCam**, ein Instrument, das kontaktlos eine Analyse der chemischen Zusammensetzung und Mineralogie in der Umgebung des Rovers erlaubt. Die beteiligten Forscher des DLR-Instituts für Optische Sensorsysteme in Berlin nutzen den gepulsten Laser des Instruments, um die Geochemie von Gestein und Boden zu untersuchen. Darüber hinaus setzt SuperCam drei weitere spektroskopische Techniken und ein Mikrofon ein, um den Mineralgehalt und die Härte des Gesteins zu untersuchen. DLR-Forscher aus der Planetenforschung in Berlin und Köln sind in die Kalibrierung der Feuchtesensoren und die Datenanalyse der „Wetterstation“ **MEDA (Mars Environmental Dynamics Analyzer)** eingebunden.

### Die ersten 100 Tage

Zum Mars fliegen, landen und los geht's? Nicht ganz. Die ersten einhundert **Sols** genannten Marstage (sie haben eine Länge von 24 Stunden und 40 Minuten) bis Anfang Juni 2021 standen erst einmal ganz im Zeichen der sogenannten **SOX-Phase (Surface**

**Operations Transition)**. Nach der langen Reise und der Landung in einer fremden, schon aufgrund der tiefen Nachttemperaturen von bis zu minus 90 Grad Celsius extremen Umgebung, mussten erst einmal Schritt für Schritt alle Systeme und Instrumente des Rovers in Betrieb genommen, überprüft und nachkalibriert werden.

Außerdem stand ein historisches Ereignis auf dem Programm: der erste motorisierte Flug eines Fluggeräts auf einem anderen Planeten erfolgte am 19. April 2021 durch den kleinen Hubschrauber **Ingenuity**. Zur Vorbereitung musste Perseverance ein geeignetes Flugfeld für Ingenuity finden und ihn dann in einem mehrere

## DIE SUCHE NACH BIOSIGNATUREN

Wie lässt sich Leben auf einem anderen Himmelskörper finden und nachweisen? Die Forschung wertet existierende Bilder, Aufzeichnungen und experimentelle Daten aus, beobachtet mit Teleskopen oder nähert sich den Planeten, Monden, Asteroiden und Kometen des Sonnensystems erneut mit Raumsonden. Dort werden Experimente und Messungen durchgeführt und auf Bildern nach „verdächtigen“ Strukturen gesucht. So sind die auf dem Mars eindeutig erkennbaren Täler ein Beweis dafür, dass hier große Mengen an Wasser flossen – Wasser ist eine Voraussetzung für Leben. In der „Königsklasse“ der Raumfahrt finden Landungen statt, um robotisch vor Ort untersuchen und Proben nehmen zu können.

Die Suche nach Leben ist eine Suche nach **Biosignaturen**. Wir kennen Leben nur auf der Erde, also fahnden wir fern der Erde nach ähnlichen Zeichen, wie sie das Leben hier hinterlässt, die auf die einstige oder auch gegenwärtige Existenz von Leben schließen lassen. Fossilien sammeln suchen nach Überbleibseln vergangenen Lebens aus dem Verlauf der Erdgeschichte; deren Erforschung ist die Paläontologie. Lebewesen haben selbst in primitivster Form eine komplexe physikalische und chemische Struktur, benötigen für ihre Existenz und die Produktion ihrer Biomasse freie Energie, erzeugen Stoffwechselprodukte – beispielsweise Sauerstoff durch Photosynthese – und hinterlassen „Biomüll“ der natürlichen Art. Was für die Erde gilt, kann auch auf andere Himmelskörper übertragen werden. Allerdings ist die Entdeckung von Biosignaturen nicht zwingend ein Beweis für die Existenz von Leben.

Was konkret können Biosignaturen sein? **Mikrofossile**, beispielsweise über Jahrmilliarden erhalten in Stromatolithen, den ältesten von Mikroorganismen schichtförmig aufgebauten Sedimentgesteinen auf der Erde. Oder molekulare Strukturen, sogenannte **Biomarker**: Isotope, unterschiedliche „Atomsorten“ von Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff in organischen Substanzen. Auch bestimmte **Muster von Sauerstoff-Schwefel-Isotopenverhältnissen** in Mineralien, sogar in leicht oxidierenden Metallen wie Eisen, Chrom, Molybdän oder Seltenen Erden, können Biosignaturen sein. Und natürlich komplexere **organische Verbindungen**. Um dieses weite Spektrum an Biosignaturen erfassen zu können, bedarf es der Entwicklung ganz unterschiedlicher optischer und analytischer Experimente und Instrumente für Marsmissionen wie *Perseverance* oder *ExoMars*.

Tage dauernden Manöver vorsichtig absetzen. Während der ersten fünf Testflüge blieb der Rover, der auch als Basisstation für die Kommunikation des Hubschraubers mit der Erde dient, in Reichweite und dokumentierte die Flüge mit seinen Kameras und einem Mikrofon in Bild, Video und Ton. Die NASA bezeichnete diese Pioniertat adäquat als „Gebrüder-Wright-Augenblick“.

Das Team nutzte jede Möglichkeit, um sich mit den betriebsbereiten Instrumenten einen ersten Überblick über die **Geologie** an der Landestelle zu verschaffen. Bereits die ersten Panorama- und auch Einzelaufnahmen der Mastcam-Z eröffneten den Wissenschaftlern den Blick in eine **faszinierende Landschaft**: im Vordergrund der mit losem Gestein und Felsen übersäte Kraterboden (das ehemalige Seebett), dazwischen Sand und vom Wind geformte Dünen. Im Hintergrund erkennt man die etwa zwei Kilometer vom Landeplatz entfernte Front des Flussdeltas. Die beobachteten Schichtungen könnten die Phasen der Sedimentablagerung über einen langen Zeitraum hinweg widerspiegeln. Die Vermessung der Zusammensetzung und der feinskaligen Struktur der Ablagerungen könnten Informationen über das umgebende Wassereinzugsgebiet und die Umgebung des Sees zum Zeitpunkt der Ablagerung liefern. Hinter den Ablagerungen des Deltas ragt in der Ferne der Rand des Kraters auf.

Erste Messungen mit den Kameras und Spektrometern auf dem Mast des Rovers konzentrierten sich unter anderem auf die Bestimmung der **Gesteinsarten** rund um die Landestelle. Denn das ist für die Wissenschaftler eine wichtige Information: Wenn es sich tatsächlich um Sedimentgesteine, wie zum Beispiel Sandstein handelt, haben sie sich wahrscheinlich im und am Wasser gebildet und könnten auch feinkörnige Tonmineralien als Bindemittel enthalten, die Anzeichen von vergangenem Leben gut konservieren. Durch Vulkanismus entstandenes Gestein hingegen kann helfen, das Alter des Kraterbodens zu bestimmen. Das liegt daran, dass geschmolzenes Gestein radioaktive Elemente beinhaltet, die entsprechend ihrer bekannten Halbwertszeit zu ganz bestimmten Isotopen zerfallen und sozusagen als Uhr verwendet werden können, um zu datieren, wann das Material ursprünglich geschmolzen wurde und dann erstarrte.

Die Gesteine waren im Laufe der Zeit Wind, Wasser, Strahlung und dem Bombardement von kleinen und größeren Meteoriten ausgesetzt und sind mit Sand und Staub bedeckt. Hier auf der Erde würde ein Geologe einen Stein aufbrechen, um mehr über ihn zu erfahren. Perseverance kann die Felsen in seiner Umgebung nicht mit einem Hammer bearbeiten, aber er hat ein Werkzeug an seinem Roboterarm, das die Oberfläche von Felsen abschleifen und das Innere besser sichtbar machen kann. Die Spektrometer auf dem Mast und Arm des Rovers können dann auf das mineralische Gefüge des Gesteins blicken, um mehr über die darin vorkommenden chemischen Elemente und Minerale zu erfahren.

Erste spektroskopische Daten des Laserspektrometers SuperCam zeigen unter anderem, dass in mehreren dieser Gesteine, unter anderem in *Yeehgo*, einem ersten genauer untersuchten Stein, hydratisierte, **wasserhaltige Minerale** vorkommen, also dass Wasser im Kristallgerüst dieser Minerale eingebaut ist. Diese Entdeckungen passen zu dem, was das Team in Jezero erwartet hatte – nämlich, dass das Gestein auf dem Kraterboden im Laufe der Zeit in Wechselwirkung mit Wasser gestanden hat.

### **Perseverance ist jetzt bereit, die Geschichte des Jezero-Kraters zu entschlüsseln**

Der 98. Tag auf dem Mars, **Sol 98**: Die SOX-Phase ist nun, Anfang Juni 2021, abgeschlossen. Auch Ingenuity benötigt die in der ersten Testphase so kritische nahe Präsenz des Rovers nicht mehr: Der kleine Helikopter wird in der nächsten Zeit seine Fähigkeiten als Scout demonstrieren, indem er streckenweise unabhängig vom Rover selbst gesuchte, neue Landeplätze anfliegt und mit seinen Kameras auskundschaftet. Perseverance bereitet sich jetzt auf seine **Hauptmission** vor und wird die nächsten Monate damit verbringen, eine größere Region südlich und westlich der Landestelle Octavia E. Butler zu erforschen. Das primäre Ziel der Kampagne ist es, die verschiedenen Materialien des Kraterbodens geologisch zueinander in Bezug zu setzen und einige Proben zu sammeln, bevor sich der Rover weiter nach Nordwesten in Richtung des alten Flussdeltas bewegt. Das Rover-



Dieses hochauflösende Farbmosaik der Mastcam-Z-Kamera wurde an Sol 24 aufgenommen und zeigt die erodierte Front des Deltas, das sich an der Westseite des Jezero-Kraters früh in der Marsgeschichte gebildet hat. Der Teil des Deltas im Mittelteil erhebt sich mehr als 75 Meter über den Kraterboden.

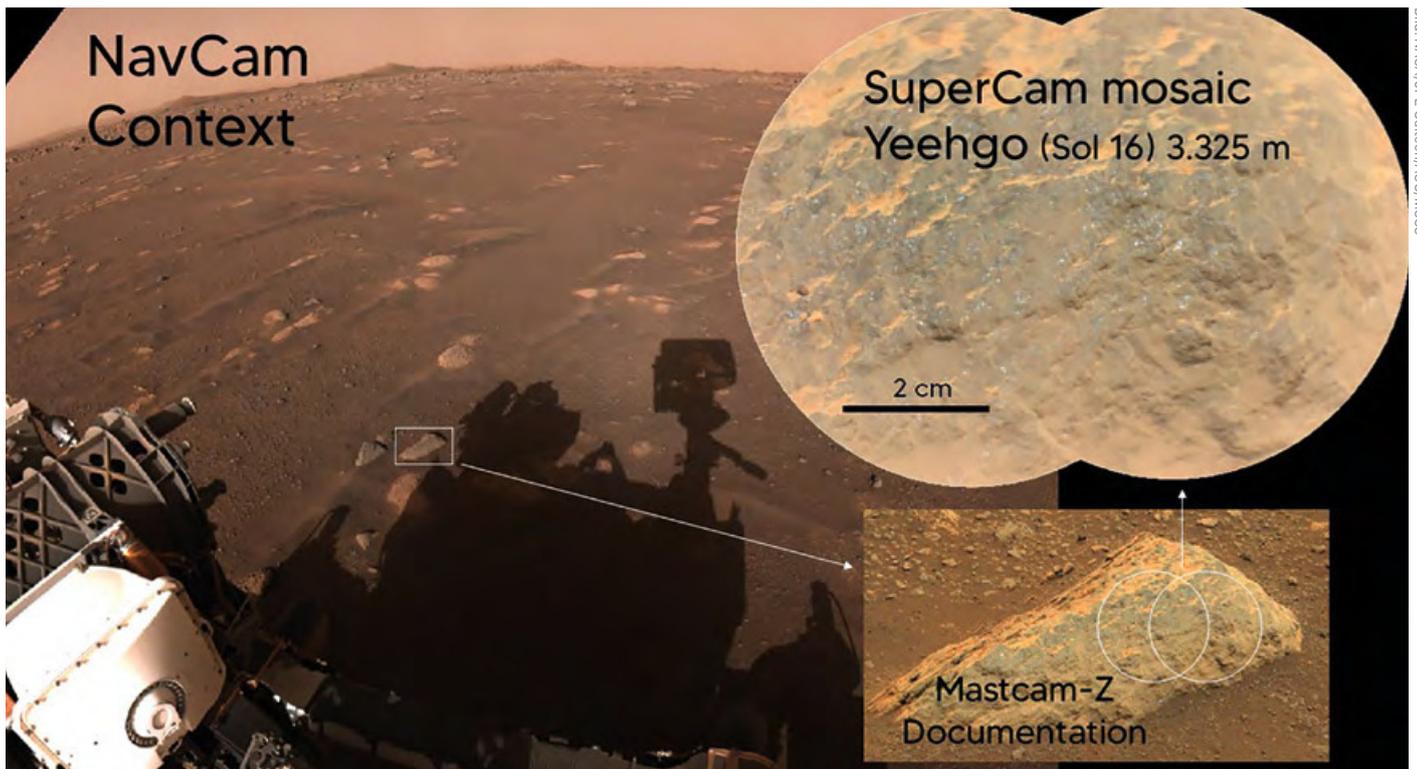


Bild: NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS

Aufnahmen des Steins Yeehgo: rechts im Bild ein Mosaik aus zwei Bildern des Remote Micro-Imagers (RMI) der SuperCam. Jedes der beiden Bilder im Mosaik zeigt ein Sichtfeld mit einem Durchmesser von 6,2 Zentimetern. Die Navigationskameras (NavCam) und die Mastcam-Z-Kamera nahmen ebenfalls gleichzeitig Bilder von diesem Bereich auf, um mehrere Ansichten von Yeehgo zu liefern.

Wissenschaftsteam glaubt, dass es hier einige der ältesten Materialien auf dem Roten Planeten finden wird.

Nach diesen Untersuchungen wird sich Perseverance nach Nordwesten in Richtung des alten Flussdeltas bewegen. Bereits im Juli 2021 könnte Perseverance dann auch seine erste Probe erbohrt haben. Vorher müssen noch weitere Komponenten in Betrieb genommen werden, darunter das Probennahmesystem und die Autonavigation, die es dem Rover erlauben wird, längere Wegstrecken autonom gesteuert und damit schneller zurückzulegen.

Ingenuity wird den Flugbetrieb spätestens Ende August 2021 beenden, damit das Roverteam sich auf einen Kommunikationsausfall zwischen Mars und Erde vorbereiten kann. Denn Mitte Oktober 2021 werden sich die beiden Planeten auf gegenüberliegenden Seiten der Sonne befinden und für eine kurze operative Zwangspause sorgen.

### Verstärkung kommt im Jahr 2023 – aus Europa

Auch im nächsten Startfenster zum Mars im Herbst 2022 ist geplant, einen Rover von der Erde zum Roten Planeten zu schicken, der nach Spuren früheren Lebens suchen soll: Im Rahmen des *ExoMars-Programms* der ESA und der russischen Raumfahrtagentur *Roskosmos* wird der 300 Kilogramm schwere Rover **Rosalind Franklin**, benannt nach der britischen Biochemikerin und DNA-Forscherin **Rosalind Elsie Franklin** (1920 – 1958), dabei unter anderem Proben aus bis zu zwei Meter Tiefe an die Marsoberfläche befördern und mit seinen Analysegeräten hochgenau nach Biosignaturen untersuchen. In der Tiefe sind organische Verbindungen vor der Zerstörung durch kosmische Strahlung besser geschützt.

Das **DLR** steuert einen Teil der wissenschaftlichen Nutzlast zu Rosalind Franklin bei: Eine hochauflösende Kamera auf dem Mast des Rovers wird es den Wissenschaftlern ermöglichen, verschiedene Gesteine zu interpretieren und den bestmöglichen Platz für die Bohrungen festzulegen. Dieser zur Panorama Camera gehörende High Resolution Channel entstand am DLR und ist einer der wichtigsten deutschen Hardwarebeiträge zum nächsten großen Unternehmen bei der Suche nach Lebensspuren jenseits der Erde. ●

## DIE AUTOREN

**Nicole Schmitz** ist Planetenforscherin im DLR-Institut für Planetenforschung. Als Wissenschaftlerin, Ingenieurin und Projektleiterin ist sie maßgeblich beteiligt an verschiedenen Missionen zur Erkundung von Planeten, Monden und Asteroiden in unserem Sonnensystem, zum Beispiel *Mars 2020* und *ExoMars 2022*, *Hayabusa 2*, *Jupiter Icy Moons Explorer (JUICE)*, *Martian Moons Explorer (MMX)* und *Luna-27*. Als Wissenschaftlerin im Perseverance-Team ist sie in den täglichen wissenschaftlichen Betrieb der Roverkamera Mastcam-Z und in die Datenauswertung der Mars-Mission eingebunden. Sie studierte Maschinenbau mit Schwerpunkt Luft- und Raumfahrttechnik an der RWTH Aachen.

**Ulrich Köhler** ist Planetengeologe am DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin-Adlershof. Dort beschäftigt er sich unter anderem mit dem Vulkanismus der inneren, also der erdähnlichen Planeten, aber auch mit der „Geologie“ der Eismonde von Jupiter und Saturn sowie von Asteroiden und Kometen.