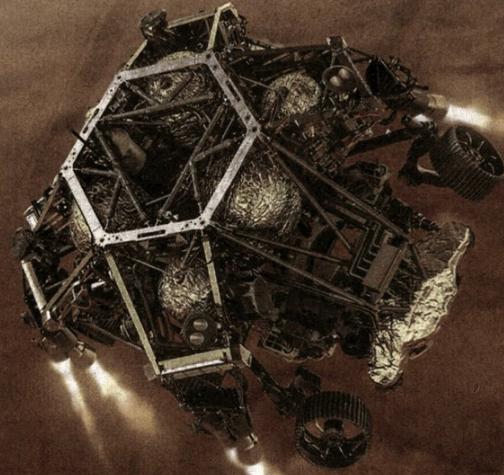




Mit 19.000 km/h in Richtung Roter Planet

Minuten des hoffnungsvollen Bangens im Kontrollzentrum der US-Raumfahrtbehörde NASA in Kalifornien, dann der Jubel: Nach rund sechs Monaten Flugzeit ist der Rover „Perseverance“ (Beharrlichkeit) auf dem Mars gelandet (im Animationsbild das Modul, an dem der Rover hängt). Als Landestelle wurde der Jezero-Krater ausgesucht. Der Rover soll dort erstmals in der Geschichte der Marsmissionen Gesteinsproben sammeln. In dem Krater befand sich einst ein See. Das Gestein könnte Auskunft über Spuren früherer günstiger Lebensbedingungen auf dem Roten Planeten geben. Seite 11

BILD: S/NASA/PIU/CALTECH



Beharrlichkeit führt auf den Mars

„Perseverance“, der Rover der NASA, wird das Wissen um den Mars erweitern. Zum ersten Mal sollen Gesteinsproben gesammelt werden.

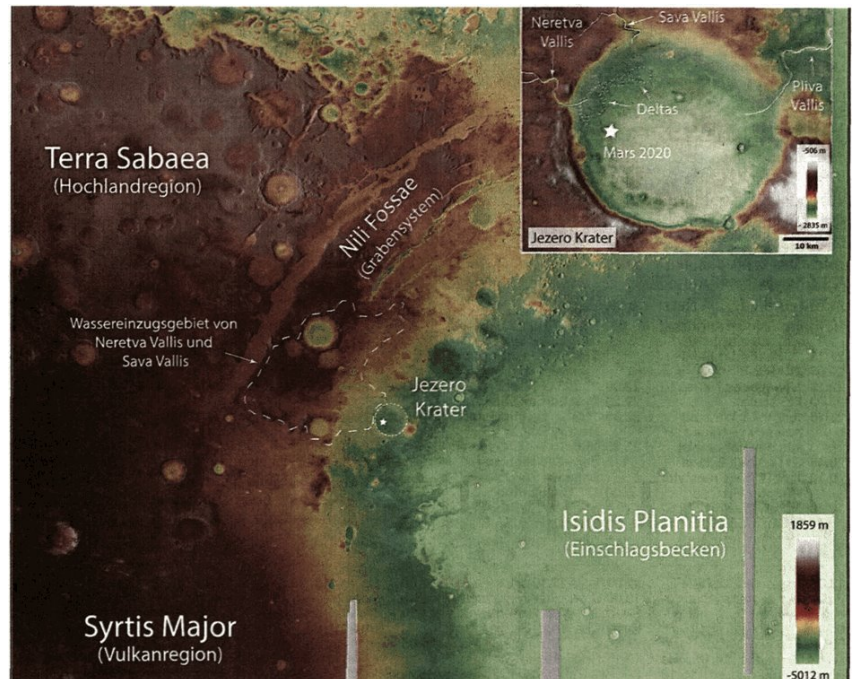
URSULA KASTLER

SALZBURG, BERLIN. Selbst ungeübte Sterngucker können ihn am Nachthimmel entdecken, denn der Planet Mars, mit 228 Millionen Kilometern mittlerer Entfernung der äußere Nachbar der Erde, verrät sich durch seine rötliche Färbung. Die gesamte Oberfläche ist mit Eisenoxidstaub bedeckt, der manchmal stark die Sicht trübt. Im Mars-Frühjahr können mehr als 100 Stundenkilometer schnelle Staubstürme große Teile des Mars verhüllen.

Für die erfahrenen Wissenschaftler der US-amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA, der europäischen Weltraumorganisation ESA, des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt und viele andere beteiligte Forscher wird Donnerstagnacht alles klar sein, wenn „Perseverance“ (Beharrlichkeit) nach sechs Monaten Flugzeit erfolgreich auf dem Mars gelandet ist. Elf Minuten braucht zum Zeitpunkt der Landung ein Funksignal vom Mars zur Erde. Für die Experten im Kontrollzentrum in Kalifornien sind es bange Minuten: „Wenn das Signal des Rovers die Erde erreicht, hat er punktgenau aufgesetzt oder auch nicht. Niemand kann zu diesem Zeitpunkt eingreifen. Das Modul, an dem der Rover hängt, kann allerdings autonom bis zu 600 Meter

weit nach rechts oder links schwenken, wenn die Sensoren ein Hindernis bei der Landung melden“, sagt Daniela Tirsch, Planetengeologin am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Berlin. Dass eine geeignete Landestelle gefunden werden konnte, ist unter anderem einer hochauflösenden Stereokamera (HRSC) zu verdanken, die vom DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin entwickelt wurde und seit 2004 auf der ESA-Mission „Mars Express“ eingesetzt wird. Die Fähigkeit der Kamera liegt darin, die Marsoberfläche gleichzeitig in sehr hoher Auflösung, in Farbe und dreidimensional abzubilden. Die daraus berechneten digitalen Geländemodelle gaben Aufschluss über Geländeneigung und Höhenunterschiede.

Der Rover der NASA in der Größe eines Kleinwagens wird ein Geologe auf sechs Rädern sein. An der Verarbeitung der Daten aus den 23 Kameras sind Forscher des Grazer Joanneum Research und des Wiener Forschungszentrums für Virtual Reality und Visualisierung (VRVis) beteiligt. Das Gefährt hat zudem erstmals in der Geschichte der Erkundung des Mars 32 kleine Röhren zum Einsammeln von Proben an Bord. Sie sollen auf dem Mars deponiert und in weiteren Missionen zur Erde zurückgebracht werden.



Das Bild zeigt die Topografie des Kraters Jezero sowie seiner Umgebung. Erstellt wurde es aus Daten der vom DLR betriebenen High Resolution Stereo Camera (HRSC).
BILD: SN/ESA/DLR/FU BERLIN/CC BY SA 3.0 IGO

Der Mars ist der Erde geologisch sehr ähnlich und wie die Erde 4,5 Milliarden Jahre alt. Er hatte wie die Erde ein Magnetfeld und eine dichte Atmosphäre. Es gab dort etwa vor 3,4 bis 3,7 Milliarden Jahren Flüsse und Seen – genau zu jener Zeit, als auf der Erde Leben entstand. Fünf Jahre lang haben Fachleute die passende Landestelle gesucht. Der 45 Kilometer große Jezero-Krater entstand einst durch einen Meteoriteneinschlag und befindet sich am Rand der Tiefebene Isidis Planitia.

Diese nördlich des Marsäquators gelegene Region ist wissenschaftlich gesehen besonders spannend. Die Gesteine und Ablagerungen in und um den Krater entstammen allen geologischen Epochen des Mars: Der Krater liegt an der Grenze zwischen der Hochlandregion Terra Sabaea, in der noch Gesteine

aus dem Marsaltertum (Noachium: 4,1–3,7 Mrd. Jahre vor heute) zu finden sind, und dem ähnlich alten Isidis-Einschlagsbecken, das vor 3,9 Mrd. Jahren entstand. Dessen heutige Ebene Isidis Planitia wurde von jüngeren Ablagerungen gebildet, die sich im Marsmittelalter (Hesperium: 3,7–3,0 Mrd. Jahre vor heute) und der Marsneuzeit (Amazonium: drei Mrd. Jahre bis heute) bildeten. „Im Jezero-Krater befand sich einst ein See, in dem sich auch Flussdeltas gebildet haben. Die mineralogische Zusammensetzung der Deltasedimente kann uns über die Umweltbedingungen zur Zeit ihrer Entstehung informieren. Die dort zu findenden Tonminerale etwa zeigen an, dass einst lebensfreundliche Bedingungen mit moderaten Temperaturen und einem neutralen pH-Wert des Wassers geherrscht haben“, sagt Daniela Tirsch.

Von den vielen Instrumenten, die „Perseverance“ an Bord hat, sind zwei außergewöhnlich: Im Bauch des Rovers befindet sich ein kleiner Hubschrauber namens „Ingenuity“ (Einfallsreichtum), den eine Österreicherin mitentwickelt hat. Cornelia Altenbuchner, in Oberösterreich geboren, begann 2008 bei der NASA zu arbeiten. Seit 2016 forscht sie im Jet Propulsion Laboratory (JPL) der NASA in Pasadena, Kalifornien. Es sei eine Herausforderung gewesen, einen Hubschrauber zu bauen, der leicht sei und in der dünnen Marsatmosphäre genügend Auftrieb erzeugen könne, sagt sie. „Ingenuity“ wurde mit gegenläufig rotierenden Rotoren ausgestattet,

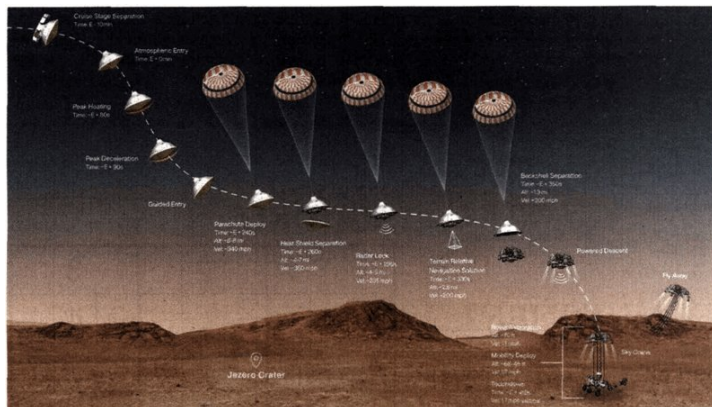
die fast 3000 Umdrehungen pro Minute schaffen. Das sind zehn Mal so viele wie bei einem herkömmlichen Hubschrauber. Die Drohne soll den Radius des Rovers erweitern und dort Fotos machen, wo er nicht hinkommt. Einer der Entwickler des Systems, mit dem sich der Hubschrauber orientiert, ist der an der Universität Klagenfurt forschende Schweizer Stephan Weiss.

Das Instrument namens „Moxie“ (Mars Oxygen In-Situ Resource Util-



Daniela Tirsch, Planetengeologin DLR

„Die Proben vom Mars bringen die Wissenschaft voran.“



Mit einer Geschwindigkeit von 19.000 km/h rast der Rover durch die Marsatmosphäre. Der Fallschirm des Rovers bremst die Raumsonde ab.

BILD: SN/NASA/JPL/CALTECH

ization Experiment) ist eine Technologydemonstration zur Herstellung von Sauerstoff aus dem Kohlendioxid der Marsatmosphäre. „Sauerstoff wird für eine bemannte Mission benötigt werden und für die Gewinnung von Treibstoff“, sagt Daniela Tirsch.

Die Landung von „Perseverance“ verfolgt auch Christian Köberl aufmerksam mit. Als Professor für Planetare Geologie und Impaktforschung an der Universität Wien ist er Spezialist für Meteoriteneinschläge. Er bekommt die hochauflösenden Bilder vom Mars in Echtzeit und sucht in den Kratergesteinen nach Deformierungen, die für Impakte charakteristisch sind.