

Das nahe Ende einer äusserst erfolgreichen Mission

In den letzten vier Jahren hat die Marssonde InSight zahlreiche Messdaten von unserem Nachbarplaneten zur Erde geschickt. Doch nun geht InSight langsam die Energie aus. Dennoch dürften die gewonnenen Daten noch jahrelang neue Erkenntnisse über den Mars liefern.

Es ist zweifellos eine der erfolgreichsten Missionen auf unserem Nachbarplaneten. Doch nun zeichnet sich ab, dass die Mars-Sonde InSight, an deren Entwicklung auch Forschende der ETH Zürich massgeblich beteiligt waren, demnächst für immer verstummen wird. Die Energieversorgung der Sonde ist zunehmend prekär, da sich inzwischen auf den Solarzellen eine dicke Staubschicht abgelagert hat. Die NASA erwartet, dass das Ende der Mission in den nächsten Wochen kommen wird.

Das Kernstück von InSight ist das Seismometer, das inzwischen mehr als 1300 Marsbeben aufgezeichnet hat, seit die Sonde im November 2018 auf der Oberfläche des roten Planeten aufsetzte. Die Auswertung dieser umfangreichen Datensammlung, die in einem ersten Schritt am Marsbebenzentrum an der ETH Zürich erfolgt, ermöglichte in den letzten Jahren neue Einblicke, wie das Innere des roten Planeten aufgebaut ist. Ähnlich wie die Erde besteht auch der Mars aus verschiedenen Schichten unterschiedlicher Dicke und Zusammensetzung.

Keine grosse Rettungsaktion

Die NASA wird die Mission für beendet erklären, sobald InSight zwei aufeinanderfolgende Kommunikationssitzungen mit der Raumsonde in der Marsumlaufbahn verpasst, die Teil des Mars-Relais-Netzwerks ist. Danach wird das Deep Space Network der NASA vorsichtshalber eine Zeit lang noch mithören, ob die Sonde wirklich keine Signale mehr sendet. Doch weitere Massnahmen, um den Kontakt mit InSight wiederherzustellen, werde es nicht geben, erklärt die NASA. Es ist zwar grundsätzlich denkbar, dass eine starke Windböe die Solarpanele wieder freilegt; doch dass dies tatsächlich stattfinden wird, ist doch eher unwahrscheinlich.

Arbeit für viele Jahre

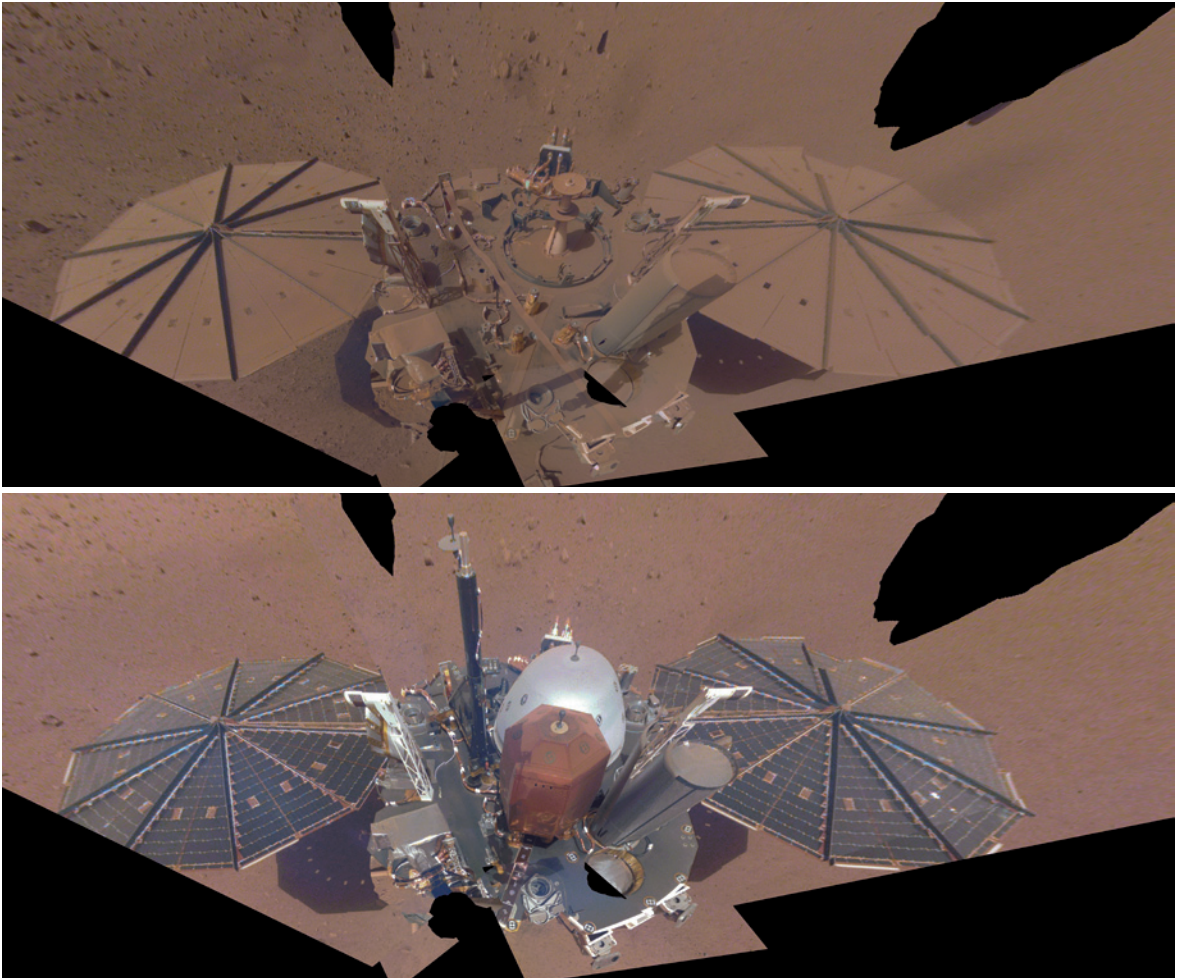
Auch wenn InSight keine Messungen mehr machen wird, gehen die Verantwortlichen doch davon aus, dass der umfangreiche Datenschatz noch etliche neue Erkenntnisse über unseren Nachbarplaneten zu Tage fördern wird. Tatsächlich zeigen zwei Publikationen, die im Oktober veröffentlicht wurden, dass wir über den Mars noch viel lernen können.

Die erste Publikation bezieht sich auf ein Ereignis, auf das die Wissenschaftler lange gewartet haben: Fast drei Jahre lang wurden auf dem Mars nur seismische Wellen registriert, die sich vom jeweiligen Bebenherd durch den tiefen Mars hindurch ausgebreitet haben. Die Forschenden hofften jedoch, ein Ereignis zu registrieren, das auch Wellen erzeugt, die entlang der Planetenoberfläche reisen. Am 24. Dezember 2021 war es soweit: Ein Meteoriteneinschlag auf dem Mars bescherte ihnen die ersehnten Oberflächenwellen.

Bei diesem Ereignis wurden die seismischen Wellen nicht durch eine tiefliegende Quelle ausgelöst, sondern durch ein Ereignis an der Oberfläche. Tatsächlich zeigten Aufnahmen des Mars Reconnaissance Orbiter am Tag darauf, dass es in 3500 Kilometern Entfernung zu InSight einen neuen Einschlagkrater gab, just dort also, wo die Seismologen die Quelle des Bebens vermutet hatten.

Dass Oberflächenwellen für die Geophysiker so wichtig sind, hat einen guten Grund: Während die anderen seismischen Wellen Hinweise auf die Strukturen in grosser Tiefe geben, liefern Oberflächenwellen Informationen über die Marskruste, also den obersten Bereich des Planeten.

Die Auswertung der Oberflächenwellen überraschte die Geophysiker: Die Marskruste zwischen der InSight-Sonde und dem Einschlagkrater hat im untersuchten Bereich im Durchschnitt eine sehr einheitliche Struktur und eine hohe Dichte. Direkt unter der Sonde hingegen hatten die Forschenden zuvor eine dreischichtige Kruste nachgewiesen und eine geringere Gesteinsdichte gemessen. Worauf diese Unterschiede zurückzuführen sind, darüber sind sich die Forschenden noch nicht einig. Möglicherweise geben diese Daten auch Hinweise, warum die Süd- und Nordhalbkugel des Mars so unterschiedlich aussehen.



Mit der Kamera an seinem Roboterarm hat die NASA-Sonde InSight diese beiden «Selfies» am 6. Dezember 2018 – nur 10 Tage nach der Landung auf dem Mars – (unten) und am 24. April 2022 (oben) aufgenommen. Gut erkennbar ist die dicke Staubschicht, die sich in den dreieinhalb Jahren auf der Sonde und den kreisförmigen Solarzellen abgelagert hat. (Bilder: NASA/JPL-Caltech)

Aufschluss erhoffen sich die Wissenschaftler von einem Ereignis im Mai 2022. Damals beobachtete InSight das bisher grösste Marsbeben mit einer Magnitude 5, bei dem ebenfalls Oberflächenwellen aufgezeichnet wurden.

Ist der Mars immer noch aktiv?

In einer anderen Arbeit, ebenfalls unter Leitung der ETH Zürich, haben Forschende mehr als 20 neuere Marsbeben analysiert, die ihren Ursprung in den *Cerberus Fossae* hatten, einer markanten Region, die aus verschiedenen Gräben und Brüchen besteht. Die seismischen Daten zeigten, dass diese Beben recht tieffrequente Signale erzeugen. Das deutet darauf hin, dass die Marsbeben in relativ weichem, potenziell warmem Gestein entstanden. Eine mögliche Erklärung ist, dass innerhalb der letzten Jahrtausend-

de Magma in 20 bis 30 km Tiefe eingedrungen ist – oder anders gesagt: dass es in jüngerer Zeit auf dem Mars immer noch vulkanische Aktivität gab.

Als sie die Epizentren der Beben mit Bildern des entsprechenden Bereichs verglichen, entdeckten die Forschenden zudem, dass die Beben bei einer relativ jungen Spalte auftraten, um die herum bereits zuvor Ascheablagerungen entdeckt worden waren. Bemerkenswert ist, dass diese Asche nicht nur in der Hauptwindrichtung zu finden ist, sondern in verschiedene Richtungen um die *Cerberus Fossae* herum verstreut wurde. Der dunkle Farbton dieser Asche weist auf neuere vulkanische Aktivität hin, vielleicht sogar innerhalb der letzten 50 000 Jahre.

Felix Würsten