

Kruste, Mantel, Kern – so ist der rote Planet aufgebaut

Im November 2018 landete die Mars-sonde «Insight» erfolgreich auf dem roten Planeten. Seither hat sie eine Fülle an wissenschaftlich wertvollen Daten zur Erde geschickt. Diese führen nun zu einem detaillierteren Bild, wie der Mars im Inneren aussieht.

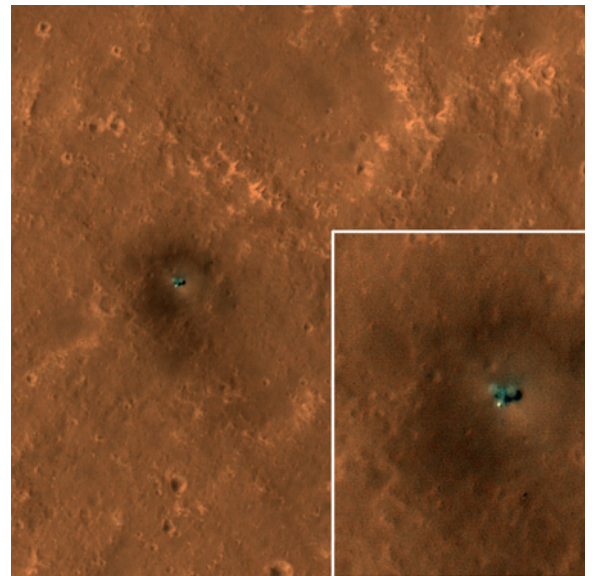
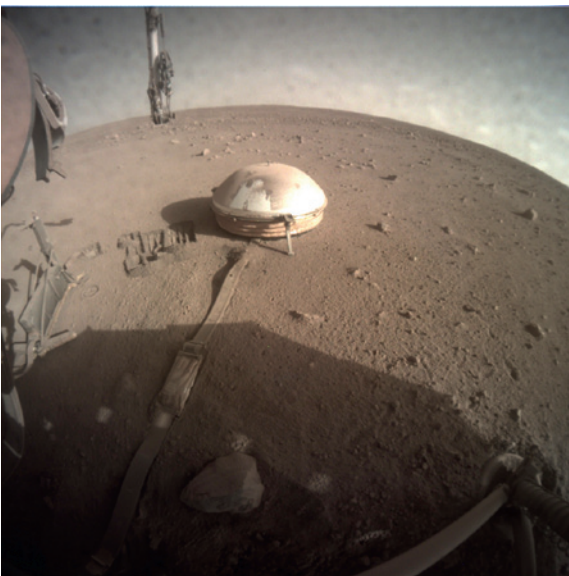
dienst, der sich ebenfalls an der ETH Zürich befindet. Bisher registrierte das Gerät über 1000 Marsbeben. Der umfangreiche Datensatz erlaubt es den Forschenden nun, ein detaillierteres Bild zu zeichnen, wie der rote Planet im Inneren aussieht. Die neuen Erkenntnisse haben die Wissenschaftler Anfang Juli in der Fachzeitschrift «Science» publiziert.

Die Erleichterung in Zürich war gross: Als die Mars-sonde «Insight» im November 2018 erfolgreich auf unserem Nachbarplaneten landete, hatte die Mission die grösste Hürde erfolgreich bewältigt. Mit an Bord: Ein Seismometer, das von der Gruppe von ETH-Professor Domenico Giardini entwickelt wurde. Nach jahrelanger Vorbereitung und vielen Rückschlägen wurde die harte Arbeit endlich belohnt. Das Gerät mit der markanten Abdeckung konnte seinen Betrieb aufnehmen (s. dazu auch VJS 4/2018).

Das Seismometer ist eines der zentralen Messgeräte der Insight-Mission. Seit Anfang 2019 zeichnet es Marsbeben auf und sendet die Daten via das Deep Space Network der NASA an den Marsbeben-

Unterschiedliche Schichten

Das wichtigste Resultat: Die seismischen Daten bestätigen, dass der Mars – so wie die Erde – ein differenzierter Planet mit einem schalenförmigen Aufbau ist. Er war wohl einst vollständig geschmolzen und hat sich danach in eine Kruste, einen Mantel und einen Kern unterteilt. Direkt unter dem Landeplatz der Sonde in der Nähe des Marsäquators hat die Marskruste eine Dicke von 25 bis 45 Kilometern. Darunter folgt der Mantel mit der Lithosphäre aus festerem Gestein. Die Lithosphäre ist beim Mars viel dicker als bei der Erde. Sie reicht auf dem Mars bis in eine Tiefe von 400 bis 600 Kilometern, auf der Erde hingegen nur bis maximal 250 Kilometer.



Links: So sieht die Landschaft rund um den Landeplatz der Marssonde Insight aus. Gut sichtbar ist das Seismometer, das einige Meter von der Sonde entfernt platziert ist. Die Aufnahme wurde am 22. August 2021 gemacht. Rechts: Aufnahme der Marssonde vom Mars Reconnaissance Orbiter aus, der seit 2006 in einer Höhe von 270 km um den roten Planeten kreist. Auf dem Bild zu erkennen sind die beiden Sonnensegel von Insight sowie das Seismometer (weisser Punkt). Der dunkle, haloförmige Kreis rund um die Sonde entstand, als bei der Landung durch die Bremstriebwerke Staub aufgewirbelt wurde. (Bild: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona)

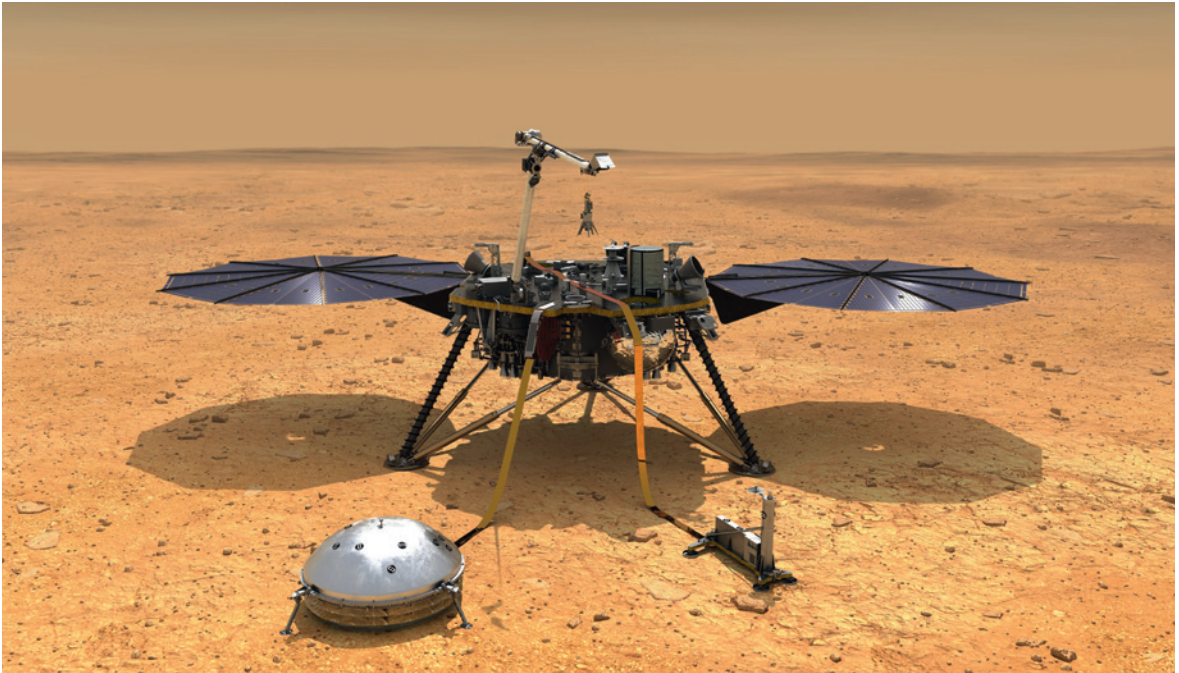


Illustration der Marssonde InSight. Gut sichtbar sind die beiden grossen Sonnensegel sowie der 2,4 Meter lange Roboterarm, der mit einer Kamera ausgerüstet ist. Vorne links ist das Seismometer zu sehen, rechts daneben die Wärmeflusssonde. Diese misst, wie viel Wärme vom Inneren des Planeten an die Oberfläche fliesst. (Bild: NASA/JPL-Caltech)

Diese grössere Tiefe könnte erklären, warum es auf dem Mars keine Indizien für Plattentektonik gibt. Anders als bei der Erde, bei der die Kruste aus sieben grossen Kontinentalplatten und zahlreichen kleineren Mikroplatten besteht, scheint beim Mars die Kruste aus einer einzigen Platte zu bestehen.

Marskern wesentlich grösser

Aus den neuen Daten lässt sich auch die Grösse des Marskerns genauer abschätzen. Dieser hat einen Radius von rund 1840 Kilometern. Er ist also etwa halb so gross wie der Erdkern, aber doch gut 200 Kilometer grösser als man vor 15 Jahren bei der Planung der InSight-Mission vermutet hatte.

Da der Kernradius grösser ist als erwartet, muss im Gegenzug die Dichte des Kerns geringer sein als früher gedacht. Neben Eisen enthält der Kern vermutlich auch einen grossen Anteil leichterer Elemente, beispielsweise Schwefel, Sauerstoff, Kohlenstoff oder Wasserstoff. Bestätigt werden konnte hingegen die Vermutung, dass der Marskern flüssig ist, auch wenn der Planet – anders als die Erde – heute über kein Magnetfeld mehr verfügt.

Der relativ grosse Kern schliesst zudem aus, dass es auf dem Mars einen unteren Mantel gibt so wie auf der Erde. Die Messungen deuten vielmehr

daraufhin, dass der Marsmantel mineralogisch dem oberen Erdmantel gleichen muss, der hauptsächlich aus dem Mineral Olivin besteht.

Unterschiedliche Wellentypen

Die neuen Erkenntnisse gewannen die Forschenden durch die Analyse von verschiedenen seismischen Wellen. Neben den wichtigen P- und S-Wellen haben sie auch noch Wellen analysiert, die beispielsweise unterhalb der Oberfläche oder am Kern reflektiert werden.

Der Mars ist nun – nach der Erde und dem Mond – der dritte Himmelskörper, dessen Inneres mit Hilfe von seismischen Wellen untersucht wurde und über dessen Aufbau man dank solcher Daten mehr weiss. Dabei zeigt sich: Die Beben auf dem Mars sind vergleichsweise schwach und weisen eine Magnitude von weniger als 4 auf. Die registrierten Signale sind aber im Durchschnitt stärker als diejenigen, die man nach der Apollo-11-Mission auf dem Mond gemessen hat.

Felix Würsten

Ausführlichere Informationen finden sich auf der InSight-Projektwebseite der ETH Zürich:
<http://www.insight.ethz.ch>