

Medienmitteilung

Sperrfrist: 22.07.2021, bis 20.00 Uhr MEZ

ETH-Forschende analysieren Marsbeben

Die Anatomie eines Planeten

Zürich, 22. Juli 2021

Forschende der ETH Zürich konnten zusammen mit einem internationalen Team mithilfe seismischer Daten erstmals ins Innere des Mars blicken. Sie haben Kruste, Mantel und Kern vermessen und deren Zusammensetzung eingegrenzt. Die drei resultierenden Artikel erscheinen gleichzeitig im Fachmagazin «Science» als Titelgeschichte.

Seit Anfang 2019 haben Forschende im Rahmen der InSight-Mission Marsbeben aufgezeichnet und ausgewertet. Möglich gemacht hat das ein Seismometer, dessen Datenerfassungs- und Steuerungselektronik an der ETH Zürich entwickelt wurde. Mit Hilfe dieser Daten haben die Forschenden nun Kruste, Mantel und Kern des roten Planeten vermessen – Daten, die helfen werden, die Entstehung und Entwicklung des Planeten und somit auch des ganzen Sonnensystems zu erschliessen.

Mars einst vollständig geschmolzen

Von der Erde weiss man, dass sie aus Schalen aufgebaut ist: Auf eine dünne Kruste aus leichtem, festem Gestein folgen der dicke Erdmantel aus schwerem, zähflüssigem Gestein und darunter der Erdkern, der grösstenteils aus Eisen und Nickel besteht. Bei den terrestrischen Planeten und damit auch beim Mars wurde ein ähnlicher Aufbau vermutet. «Nun bestätigen seismische Daten, dass der Mars einst wohl vollständig geschmolzen war und sich heute in eine Kruste, einen Mantel und einen Kern unterteilt hat, die sich aber von der Erde unterscheiden», sagt Amir Khan, Wissenschaftler am Institut für Geophysik der ETH Zürich und am Physik-Institut der Universität Zürich. Er analysierte zusammen mit seinem ETH-Kollegen Simon Stähler Daten der NASA-Mission InSight, an der die ETH Zürich unter der Leitung von Professor Domenico Giardini beteiligt ist.

Keine Plattentektonik auf dem Mars

Die Forschenden haben herausgefunden, dass die Marskruste unter dem Landeplatz der Sonde in der Nähe des Marsäquators eine Dicke von 15 bis 47 Kilometer hat. Eine solch dünne Kruste muss einen relativ hohen Anteil an radioaktiven Elementen enthalten, was die bisherigen Modelle zur chemischen Zusammensetzung der gesamten Kruste infrage stellt.

Unter der Kruste folgt der Mantel mit der Lithosphäre aus festerem Gestein, die bis in eine Tiefe von 400 bis 600 Kilometern reicht, doppelt so tief wie auf der Erde. Dies könnte daran liegen, dass es auf dem Mars heute nur eine einzige Kontinentalplatte gibt, im Gegensatz zur Erde mit ihren sieben grossen, in Bewegung befindlichen Platten. «Die dicke Lithosphäre passt gut zum Modell vom Mars als «One-Plate-Planet», fasst Khan zusammen.

Die Messungen zeigen zudem, dass der Marsmantel mineralogisch dem oberen Erdmantel gleicht. «So gesehen ist der Marsmantel eine simplere Version des Erdmantels», so Khan. Die Seismologie enthüllt aber auch Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung. Der Marsmantel enthält zum Beispiel viel mehr Eisen als jener der Erde. Wie kompliziert man sich die Schichtung des Marsmantels vorstellen muss, hängt aber auch von der Grösse des darunterliegenden Kerns ab, und auch hier gelangten die Forschenden zu neuen Erkenntnissen.

Der Kern ist flüssig und grösser als erwartet

Der Kernradius beträgt nämlich rund 1840 Kilometer und ist damit gut 200 Kilometer grösser, als man vor 15 Jahren bei der Planung der InSight-Mission aufgrund der geringen Dichte des Planeten vermutet hatte. Die Grösse des Kerns konnte nun mithilfe seismischer Wellen neu kalkuliert werden. «Aus dem jetzt bestimmten Radius können wir die Dichte des Kerns berechnen», erklärt Simon Stähler.

«Ist der Kernradius gross, muss die Dichte des Kerns relativ niedrig sein», so sein Fazit. «Der Kern muss also – neben Eisen und Nickel – auch einen grossen Anteil leichter Elemente enthalten.» In Frage kommen Schwefel, aber auch Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff, allerdings müsste deren Anteil unerwartet gross sein. Die Forschenden schliessen daraus, dass die Zusammensetzung des gesamten Planeten noch nicht völlig verstanden ist. Die aktuellen Untersuchungen bestätigen jedoch, dass der Kern – wie vermutet – flüssig ist, auch wenn der Mars heute über kein Magnetfeld mehr verfügt.

Mit unterschiedlichen Wellenformen zum Ziel

Die neuen Resultate erzielten die Forschenden durch die Analyse verschiedener seismischer Wellen, die bei Beben entstehen. «Schon früher konnten wir bei den InSight-Daten die unterschiedlichen Wellen sehen und wussten deshalb, wie weit weg von der Sonde diese Bebenherde auf dem Mars waren», sagt Giardini. Um etwas über die innere Struktur von Planeten sagen zu können, braucht es auch Bebenwellen, die an oder unterhalb der Oberfläche oder am Kern reflektiert werden. Nun gelang es den Forschenden erstmals, solche Bebenwellen auf dem Mars zu messen und zu analysieren.

«Die InSight-Mission war eine einmalige Gelegenheit, diese Daten zu erfassen», so Giardini. Der Datenstrom wird in einem Jahr enden, wenn die Solarzellen des Landers nicht mehr genügend Strom produzieren. «Doch wir sind mit der Auswertung aller Daten noch lange nicht zu Ende – der Mars gibt uns noch viele Rätsel auf, vor allem die Frage, ob er sich zur gleichen Zeit und aus demselben Material wie unsere Erde gebildet hat.» Besonders wichtig sei, zu verstehen, wie die innere Dynamik des Mars zum Verlust des aktiven Magnetfeldes und des gesamten Oberflächenwassers führte. «Dies ermöglicht uns, zu erahnen, ob und wie diese Prozesse auf unserem Planeten ablaufen könnten», erklärt Giardini. «Deshalb sind wir auf dem Mars, um seine Anatomie zu untersuchen.»

Literaturhinweis

Khan A et al.: Upper mantle structure of Mars from InSight seismic data. *Science*, **373**, (6553) p. 434-438. doi: 10.1126/science.abf2966

Stähler S et al.: Seismic detection of the Martian core. *Science*, **373**, (6553) p. 443-448. doi:10.1126/science.abi7730

Knapmeyer-Endrun B et al.: Thickness and structure of the Martian crust from InSight seismic data. *Science*, **373**, (6553) p. 438-443. doi:10.1126/science.abf8966

Weitere Informationen

Informationen zur InSight-Mission: <http://www.insight.ethz.ch> →

Ausführlicher ETH-News-Artikel: [Dank Marsbeben zum Kern](#) →

Kontakt

ETH Zürich
PD Dr. Amir Khan
Institut für Geophysik
Telefon: +41 44 633 26 26
amir.khan@erdw.ethz.ch

ETH Zürich
Dr. Simon Stähler
Institut für Geophysik
Telefon: +41 44 633 26 56
simon.staehler@erdw.ethz.ch

ETH Zürich
Franziska Schmid
Medienstelle
Telefon: +41 44 632 89 41
franziska.schmid@hk.ethz.ch

InSight-Mission

InSight (Interior Exploration using **S**eismic Investigations, **G**eodesy and **H**eat Transport) ist eine unbemannte Mars-Mission der NASA. Im November 2018 gelangte der stationäre Lander, der mit einem Seismometer und einer Wärmeflusssonde ausgestattet ist, sicher auf die Marsoberfläche. Die geophysikalischen Instrumente auf dem roten Planeten erlauben es, sein Inneres zu erforschen. Eine Reihe von europäischen Partnern, darunter das französische Centre National d'Études Spatiales (CNES) und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), unterstützen die InSight-Mission. Das CNES stellte der NASA das Instrument Seismic Experiment for Interior Structure (SEIS) zur Verfügung, wobei der Hauptforscher am IPGP (Institut de Physique du Globe de Paris) angesiedelt ist. Wesentliche Beiträge für SEIS kamen vom IPGP, dem Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung (MPS) in Deutschland, dem Imperial College London und der Universität Oxford in Großbritannien sowie dem Jet Propulsion Laboratory (USA).