idw - Informationsdienst Wissenschaft
Nachrichten, Termine, Experten

Press release

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH Zürich)
Peter Rüegg
10/25/2023
http://idw-online.de/en/news822870

Research results, Scientific Publications
Geosciences, Physics / astronomy
transregional, national

Rätsel um Kern des Mars gelöst

Der Marskern aus flüssigem Eisen ist kleiner und dichter als gedacht. Darüber gibt es eine Schicht aus flüssigem Mantelmaterial. Das schliessen ETH-Forscher aufgrund von seismischen Daten der Sonde InSight.

Vier Jahre lang registrierte die Nasa-Sonde InSight mit ihrem Seismometer auf dem Mars Beben. Forschende an der ETH erfassten und analysierten die zur Erde übermittelten Daten, um die innere Struktur des Planeten zu bestimmen. «Obwohl die Mission bereits im Dezember 2022 beendet wurde, haben wir jetzt etwas sehr Interessantes entdeckt», sagt Amir Khan, Privatdozent im Departement Erdwissenschaften der ETH Zürich.

Die Analyse der registrierten Marsbeben kombiniert mit Computersimulationen zeigen ein neues Bild des Inneren des Planeten. Zwischen dem Marskern aus einer flüssigen Eisenlegierung und dem Mantel aus festem Silikatgestein befindet sich eine rund 150 Kilometer dicke Schicht aus flüssigen Silikaten. «Eine solche, völlig geschmolzene Silikatschicht sehen wir auf der Erde nicht», sagt Khan.

Diese Erkenntnis, die jetzt in der Wissenschaftszeitschrift Nature veröffentlicht wurde, liefert auch neue Werte für die Grösse und Zusammensetzung des Marskerns und löst damit ein Rätsel, das sich die Forscher bisher nicht erklären konnten. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch eine Studie unter der Leitung von Henri Samuel vom Institut de Physique de Globe de Paris, die gleichzeitig erschienen ist.

Die Analyse der ersten beobachteten Marsbeben hatte nämlich ergeben, dass die mittlere Dichte des Marskerns bedeutend kleiner sein musste als diejenige von reinem, flüssigen Eisen. Der Erdkern besteht zu rund 90 Gewichtsprozenten aus Eisen. Leichte Elemente wie Schwefel, Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff machen ungefähr 10 Gewichtsprozente aus. Im Marskern hatten die leichten Elemente gemäss der ersten Analysen einen Anteil von 20 Gewichtsprozenten. «Über dieses seltsame Resultat haben wir uns damals gewundert», sagt Dongyang Huang, Postdoktorand am Departement Erdwissenschaften der ETH Zürich.

Weniger leichte Elemente

Aufgrund der neuen Berechnungen beträgt der Radius des Marskerns nun anstatt 1800 bis 1850 Kilometer noch 1650 bis 1700 Kilometer und macht damit ungefähr 50 Prozent des Radius vom Mars aus. Ist der Marskern kleiner als bisher angenommen, aber gleich schwer, so bedeutet dies folgendes: Seine Dichte ist grösser, und er enthält weniger leichte Elemente. Gemäss der neuen Berechnungen sinkt der Anteil der leichten Elemente auf 9 bis 14 Gewichtsprozente. «Damit ist die mittlere Dichte des Marskerns zwar immer noch etwas klein, aber nicht mehr unerklärbar», sagt Paolo Sossi, Assistenzprofessor im Departement Erdwissenschaften der ETH Zürich und Mitglied des NCCR Planet S. Denn man nimmt an, dass der Mars sehr früh entstanden ist, als die Sonne noch von einem Gasnebel mit leichten Elementen umgeben war, die sich im Kern ansammeln konnten.

Die ersten Berechnungen stützten sich auf Beben, die ziemlich nahe bei der InSight-Sonde stattgefunden hatten. Im August und September 2021 registrierte das Seismometer jedoch zwei Beben, die sich auf der anderen Seite des Mars ereigneten. Eines davon stammte von einem Meteoriteneinschlag. «Diese Beben produzierten seismische Wellen, die durch den Kern liefen», erklärt Cecilia Duran, Doktorandin im Departement Erdwissenschaften der ETH Zürich. «Damit konnten wir den Kern durchleuchten.» Bei den früheren Beben hingegen wurden die Wellen an der Kerngrenze reflektiert und lieferten keine Informationen über den inneren Bereich des Roten Planeten. Neu konnten die Forschenden nun Profile der Dichte und der Geschwindigkeit der Bebenwellen im Kern erstellen, die bis in eine Tiefe von rund 1000 Kilometer im Kern reichen.

Simulationen mit Supercomputer

Um aus solchen Profilen auf die Zusammensetzung des Materials zu schliessen, vergleichen Forschende normalerweise die Werte mit jenen von künstlich hergestellten Eisenlegierungen, die unterschiedliche Anteile anderer Elemente enthalten. Im Labor setzt man diese Legierungen hohen Temperaturen und Drücken aus, wie sie im Planeteninnern herrschen, und misst die entsprechende Dichte und Geschwindigkeit der Bebenwellen. Doch die meisten dieser Experimente beziehen sich auf das Innere Erde und lassen sich kaum auf den Mars anwenden. Die ETH-Forschenden verwendeten deshalb eine andere Methode. Sie bestimmten die Eigenschaften verschiedenster Legierungen mit quantenmechanischen Berechnungen, die sie am Nationalen Hochleistungsrechenzentrum der Schweiz (CSCS) in Lugano durchführten.

Doch als die Forschenden die berechneten mit den gemessenen Profilen verglichen, stiessen sie auf ein Problem: Es gab kein Material, das gleichzeitig zu den Werten im Innern und am äusseren Rand des Kerns passte. An der Kerngrenze hätte die richtige Eisenlegierung beispielsweise viel mehr Kohlenstoff enthalten müssen als im Kerninnern. «Das brachte uns auf die Idee, dass der Bereich, den wir früher als den äusseren, flüssigen Eisenkern betrachtet hatten, gar nicht der Kern ist, sondern der tiefste Bereich des Mantels», erklärt Huang. Tatsächlich stimmten die in den äussersten 150 Kilometer gemessenen und berechneten Profile überein mit denjenigen einer flüssigen Schicht aus Silikatmaterial, aus dem auch der Marsmantel besteht.

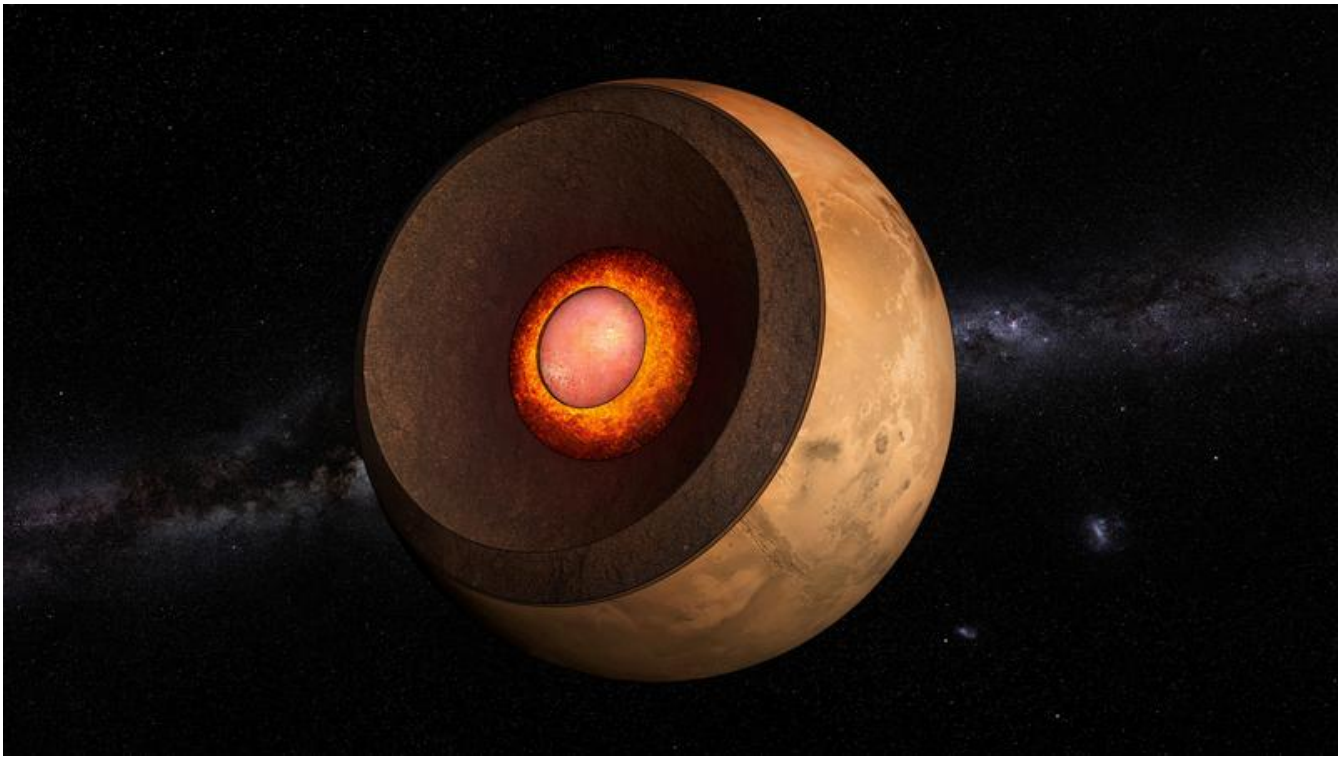
Weitere Analysen der früheren Marsbeben sowie zusätzliche Computersimulationen bestätigten dieses Resultat. Die Forschenden bedauern, dass die InSight-Sonde aufgrund der verstaubten Solarpanels keine weiteren Daten liefern konnte, die noch mehr Aufschluss über die genauere Zusammensetzung des Materials im Marsinnern hätten geben können. «Doch InSight war eine sehr erfolgreiche Mission, aus der wir viel herausgeholt und viel Neues gelernt haben», fasst Khan zusammen.

Original publication:

Khan A, Huang D, Duran C, Sossi PA, Giardini D, Murakami M: Evidence for a liquid silicate layer atop the Martian core. Nature, 26 Oct 2023, doi: 10.1038/s41586-023-06586-4

Samuel H, Drilleau M, Rivoldini A, et al. Geophysical evidence for an enriched molten silicate layer above Mars' core, Nature, 26 Oct 2023, doi: 10.1038/s41586-023-06601-8

URL for press release:
https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2023/10/raetsel-um-kern-des-mars-geloest.html



Die Analyse seismischer Daten, die von der InSight-Mission aufgezeichnet wurden, zeigt, dass der flüssige Eisenkern des Mars von einer 150 km dicken, geschmolzenen Silikatschicht. Der Kern (lachsfarben) ist folglich kleiner und dichter.
Thibaut Roger - NCCR Planet S - ETH Zürich