

Pressemitteilung

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH Zürich)

Peter Rüegg

28.06.2024

<http://idw-online.de/de/news836180>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Geowissenschaften
überregional



Forschende weisen tägliche Meteoriteneinschläge auf dem Mars nach

Ein internationales Team von Forschenden kombiniert Bilder aus dem Weltraum mit seismologischen Daten von der InSight-Sonde, um die Einschlagsrate von Meteoriten auf dem Mars neu zu bestimmen. Die Seismologie liefert ausserdem neue Erkenntnisse über die Dichte von Marskratern und das Alter verschiedener Regionen eines Planeten.

Einem internationalen Team von Forschenden unter gemeinsamer Leitung der ETH Zürich und des Imperial College London ist anhand von seismischen Daten erstmals eine Schätzung der globalen Meteoriteneinschläge auf dem Mars gelungen. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass jedes Jahr zwischen 280 und 360 Meteoriten auf dem Planeten einschlagen und zur Bildung von Kratern mit einem Durchmesser von über 8 Metern führen. Géraldine Zenhäusern von der ETH Zürich, eine der Leiterinnen der Studie, kommentiert: «Die ermittelte Rate ist etwa fünfmal höher als die Zahl der Einschläge, die allein anhand von bildgebenden Verfahren geschätzt wurde. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Seismologie in Kombination mit der Analyse von Weltraumbildern ein hervorragendes Instrument zur Messung der Einschlagsraten ist.»

Seismisches «Pfeifen» als Hinweis auf neue Erdbebenart

Ermöglicht wurde dies durch die Aufzeichnung eines kurzen Pfeifens, das Meteoriten bei ihrem Eintritt in die Marsatmosphäre verursachen. Die Forschenden werteten Daten des Seismometers aus, das von der InSight-Mission der Nasa eingesetzt wurde. Sie stellten fest, dass sechs seismische Ereignisse, die in der Nähe der Sonde aufgezeichnet wurden, zuvor als Meteoriteneinschläge identifiziert worden waren (Garcia et al., 2023). Zenhäusern von der ETH Zürich, ihre Co-Leiterin Natalia Wójcicka vom Imperial College London und das Forschungsteam fanden nun heraus, dass diese sechs seismischen Ereignisse Teil einer viel grösseren Gruppe von Marsbeben waren, die als Ereignisse mit sehr hoher Frequenz (very high frequency, VF) bezeichnet werden. Solche Beben entstehen mit viel grösserer Geschwindigkeit als tektonische Marsbeben vergleichbarer Stärke. So braucht es für ein normales Beben der Stärke 3 auf dem Mars mehrere Sekunden, bei einem durch einen Hochgeschwindigkeitseinschlag verursachten Ereignis derselben Stärke jedoch nur 0,2 Sekunden oder weniger. Durch die Analyse der Spektren von Marsbeben wurden weitere 80 Beben identifiziert, als deren Ursache nun Einschläge von Meteoroiden angenommen werden.

Seismischen Daten leiten erstmals Einschlagsrate von Meteoriten her

Jedes Jahr fallen rund 17 000 Meteoriten auf die Erde. Solange ihr Schweif nicht am Nachthimmel zu sehen ist, werden sie nur selten bemerkt. Die meisten Meteore zerfallen, wenn sie in die Erdatmosphäre eintreten. Auf dem Mars ist die Atmosphäre jedoch hundertmal dünner. Dadurch ist die Oberfläche des Planeten grösseren und häufigeren Meteoriteneinschlägen ausgesetzt.

Bisher verliessen sich Planetenforschende auf Weltraumbilder und Modelle, die aus gut erhaltenen, durch Meteoriteneinschläge verursachten Kratern auf dem Mond abgeleitet wurden. Diese Schätzungen konnten aber nicht ohne Weiteres auf den Mars übertragen werden. So müssen Forschende die stärkere Anziehungskraft des Mars und die

Nähe des Roten Planeten zum Asteroidengürtel berücksichtigen. Beide Faktoren führen dazu, dass mehr Meteoriten auf dem Mars einschlagen. Aufgrund regelmässiger Sandstürme sind die Krater auf dem Planeten zudem weniger gut erhalten als auf dem Mond und können daher durch Weltraumbilder nicht so leicht entdeckt werden. Beim Einschlag eines Meteoriten auf dem Mars breiten sich die durch die Kollision verursachten seismischen Wellen durch die Kruste und den Mantel aus und können von Seismometern aufgezeichnet werden. Dadurch bietet sich eine vollkommen neue Möglichkeit, die Einschlagsrate auf dem Mars zu messen.

Wójcicka erklärt: «Wir haben die Durchmesser der Krater anhand der Stärke und Entfernung der Hochfrequenz-Marsbeben geschätzt. Anhand dieser Schätzungen haben wir dann berechnet, wie viele Krater sich im Laufe eines Jahres um die InSight-Sonde gebildet hatten. Diese Daten haben wir extrapoliert, um die Anzahl der jährlichen Einschläge auf der gesamten Marsoberfläche zu schätzen.»

Zenhäusern fügt hinzu: «Neue Krater sind auf flachem, staubigem Gelände am besten zu sehen, denn dort fallen sie besonders auf. Allerdings ist diese Art von Gelände nur auf weniger als der Hälfte der Marsoberfläche zu finden. Das empfindliche Seismometer der InSight-Mission konnte jedoch jeden einzelnen Einschlag innerhalb der Reichweite der Sonde aufzeichnen.»

Erkenntnisse über das Alter des Roten Planeten und zukünftige Mars-Missionen

Ähnlich wie Linien und Falten in einem Gesicht geben Grösse und Dichte der durch Meteoriteneinschläge entstandenen Krater Aufschluss über das Alter verschiedener Regionen eines Planeten. Das heisst: Je weniger Krater, desto jünger ist die betreffende Region. So weist Venus zum Beispiel fast keine sichtbaren Krater auf, weil der Planet durch eine dicke Atmosphäre geschützt ist und seine Oberfläche durch Vulkanismus laufend neu gebildet wird. Die uralten Oberflächen des Planeten Merkur und des Mondes sind hingegen von Kratern übersät. Der Planet Mars liegt irgendwo dazwischen, denn dort gibt es einige junge und einige alte Regionen, die sich anhand der Zahl der Krater unterscheiden lassen.

Aus den neuen Daten geht hervor, dass auf der Oberfläche des Mars fast jeden Tag ein neuer Krater von 8 Metern Durchmesser entsteht, ein Krater mit 30 Metern Durchmesser etwa einmal im Monat. Da durch Hochgeschwindigkeitseinschläge Explosionszonen entstehen, deren Durchmesser oft mindestens hundertmal so gross ist wie der Krater, ist es für die Sicherheit von Missionen – jetzt noch mit Robotern, künftig auch mit Menschen – wichtig, die genaue Zahl der Einschläge zu kennen.

«Diese Arbeit ermittelt als erste ihrer Art anhand von seismologischen Daten, wie häufig Meteoriten auf der Oberfläche des Mars einschlagen, was eines der Ziele der ersten Stufe der Mars-Mission InSight war», kommentiert Domenico Giardini, Professor für Seismologie und Geodynamik an der ETH Zürich und Co-Principal Investigator der InSight-Mission der Nasa. «Diese Daten werden in die Planung zukünftiger Missionen zum Mars einfließen.»

Um diese Forschungen voranzutreiben, ist nach Auskunft von Zenhäusern und Wójcicka geplant, bei den nächsten Schritten Technologien des maschinellen Lernens einzusetzen. Sie sollen die Forschenden dabei unterstützen, weitere Krater auf Satellitenbildern sowie seismische Ereignisse in den Daten zu identifizieren.

wissenschaftliche Ansprechpartner:
Géraldine Zenhäusern, ETH Zürich

Originalpublikation:

Zenhäusern, G, Wójcicka, N, Stähler, SC, Collins, GS, Daubar, IJ, Knapmeyer, M, Ceylan, S, Clinton, JF, Giardini, D: An estimate of the impact rate on Mars from statistics of very-high-frequency marsquakes. Nature Astronomy, 2024,

doi.org/10.1038/s41550-024-02301-z (externe Seite <https://doi.org/10.1038/s41550-024-02301-z> call made)

URL zur Pressemitteilung: <https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2024/06/forschende-weisen-taegliche-meteoriteneinschlaege-auf-dem-mars-nach.html>

