

Kein Grund in Sicht?

Der Boden des Roten Planeten stellt den „Marsmaulwurf“ des DLR weiterhin vor Herausforderungen.

Seit einem Jahr befindet sich die NASA-Landesonde InSight auf dem Mars, um dort mit geophysikalischen Messungen den inneren Aufbau und den Wärmehaushalt des Planeten zu erkunden.¹⁾ Dafür hat das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) das Instrument HP3 (Heat Flow and Physical Properties Package) beigesteuert, das speziell für Wärmeflussmessungen mit einem Bohrmechanismus ausgestattet ist. Hauptziel des Experiments ist es, den thermischen Zustand des Marsinneren abzuleiten. Mithilfe der Daten lassen sich Modelle der Entwicklung des Mars, seiner chemischen Zusammensetzung und des inneren Aufbaus überprüfen. Das ermöglicht auch Schlüsse auf die frühe Entwicklung der Erde.

HP3 besteht aus einem Radiometer zur Oberflächentemperaturmessung und dem „Marsmaulwurf“ – einer 40 Zentimeter langen Sonde, die den Wärmefluss bis in eine Tiefe von fünf Metern messen könnte. Der Maulwurf funktioniert ähnlich wie eine Rammsonde: Ein Motor, der an einem Getriebe in seinem Inneren befestigt ist, komprimiert eine Feder erst langsam und löst sie dann schnell aus, um einen Wolframhammer gegen das Innere der Maulwurfspitze zu treiben. Ein richtiger Bohrer kam nicht infrage, denn er würde einen zu großen, leistungsfähigeren Motor erfordern.

Im Februar 2019 begann der Marsmaulwurf zu hämmern, blieb zunächst stecken und konnte Anfang Oktober 2019 mithilfe des Roboterarms von InSight und zusätzlichem seitlichen Halt fast vollständig in den Marsboden eindringen. Danach setzte der Marsmaulwurf ohne Unterstützung durch die Schaufel des Arms zu einer überraschend schnellen Rückwärtsbewegung an, wodurch er zuletzt knapp zur Hälfte wieder aus dem Marsboden herauskam. Anvisiert ist, mit erneuter Hilfe des ro-



Auch mit Unterstützung des Greifarms von Mars InSight konnte der „Maulwurf“ des DLR nicht ausreichend tief unter die Marsoberfläche gelangen.

botischen Arms den Marsmaulwurf wieder tiefer in den Boden zu bringen. Dies erfordert eine ausführliche Planung sowie vorausgehende Tests auf der Erde. Das Missionsteam möchte vermeiden, oben auf die Rammsonde zu drücken, da dort die empfindlichen Kabel für Stromversorgung und Übertragung der Messdaten herausragen.

Das HP3-Team geht davon aus, dass die Sonde bisher nicht tiefer graben konnte, weil der Boden nicht genügend seitlichen Halt durch Reibung bietet. Rund um den Lander würde der Maulwurf wahrscheinlich das gleiche Problem mit der Bodenbeschaffenheit haben. Dass der Marsmaulwurf an einem Stein abgeprallt ist, wird mittlerweile ausgeschlossen. Der Landeplatz Elysium Planitia wurde unter anderem ausgewählt, weil es dort wenige sichtbare Steine an der Oberfläche gibt, was auf wenige unterirdische Steine hindeutet. Der Maulwurf ist zudem stark genug, um kleine Brocken aus dem Weg zu räumen. Darüber hinaus ist er in der Lage, mittelgroße Brocken mit einem Durchmesser von unter zehn Zentimetern zu umgehen, sobald er vollständig eingegraben ist. Weitere Analysen sollen genauer klären, warum der Marsmaulwurf sich aus dem Loch rückwärts herausgearbeitet hat.

Das Roboterarm-Testfeld im Jet Propulsion Laboratory der NASA in Kalifornien hilft beim Lösen der Probleme nur beschränkt. Zwar lassen sich damit die Auswirkungen der niedrigeren Schwerkraft des Roten Planeten simulieren, aber das Graben nur unvollständig. Die Verhältnisse sind nur in Computersimulationen nachzubilden. Indizien, dass der Schlagwerksmechanismus beschädigt ist, gibt es nicht. Das Seismometer von InSight kann die Vibrationen jedes Hammerschlags erkennen und dient dazu, winzige (Millisekunden-)Variationen eines Schlags auf Anzeichen von Problemen zu analysieren.

Auch aus dem bisherigen Mislingen einer tieferen Bohrung lässt sich etwas lernen: Der Maulwurf wurde entsprechend der losen, sandigen Böden entworfen, wie sie sich den Mars-Rovern Spirit und Opportunity zeigten. Der Boden unter InSight unterscheidet sich aber wohl davon. Das Missionsteam versucht daher, die überraschenden Gegebenheiten, wie die Bildung der Grube um den Maulwurf herum und ihre Widerstandsfähigkeit sowie die „Selbsextraktion“ des Maulwurfs, weiter zu analysieren, um die Variationen des Marsbodens besser zu verstehen.

DLR / Alexander Pawlak

1) www.dlr.de/content/de/missionen/insight.html; Physik Journal, April 2019, S. 14