

Diebesgut des Kometen Siding Spring [27. März]

Erinnern Sie sich?

Am 19. Oktober 2014 flog der Komet c/2013 A1 (Siding Spring) [1, 2] in einem Abstand von lediglich rund 140.000 Kilometern am Planeten Mars [1] vorbei (Abb. 1a) - ein Jahrhundertereignis.



Abb. 1a Schematische Darstellung der Begegnung des Kometen mit dem Mars.
Vor rund 1,5 Jahren flog der Komet Siding Spring (links) in direkter Nähe des roten Planeten (rechts) vorbei. Die am Mars vorhandenen Sonden und Rover mussten sich vorsichtshalber abwenden, um ihre Detektoren vor den Teilchen der Kometenkoma zu schützen. Die blaue bzw. rote Linie markiert die Magnetosphäre.
© NASA/Univ. Colorado

Die Begegnung beider Himmelskörper war so eng, dass sich sämtliche auf und um den roten Planeten kreisende Marsmissionen "abwenden" mussten [2] (Abb. 1b). Lange war unklar, welche Auswirkungen die Begegnung haben würde.



Abb. 1b Schematische Darstellung der Begegnung des Kometen mit dem Mars.
Während der Begegnung des Kometen Siding Spring (oben) und dem Mars mussten sich sämtliche dort vorhandenen Sonden und Rover vorsichtshalber abwenden bzw. sich auf der gegenüberliegenden Seite des Mars aufhalten (rechts unten).

© NASA

Bei dem Vorbeiflug wechselwirkte das Magnetfeld [1] des Kometen mit dem schwachen Magnetfeld des Planeten Mars. Dabei wurde ein Teil der äusseren Marsatmosphäre in den Weltraum gerissen, so die Forscher.

Der Komet habe das Magnetfeld des Mars sozusagen ins Chaos gerissen, so einer der beteiligten Wissenschaftler. Bei der Begegnung der ungleichen Himmelskörper sei ein Teil der oberen Marsatmosphäre weggerissen [4-6] worden, ähnlich wie bei einem starken Sonnensturm [1].

Das Magnetfeld als Anker

Das Magnetfeld der Erde umgibt unseren Planeten wie ein starker Schutzschild. Dabei lenkt es den Grossteil der Materie, die von der Sonne zu uns gelangt, in den Weltraum, weg von der Erde (Abb. 2a).

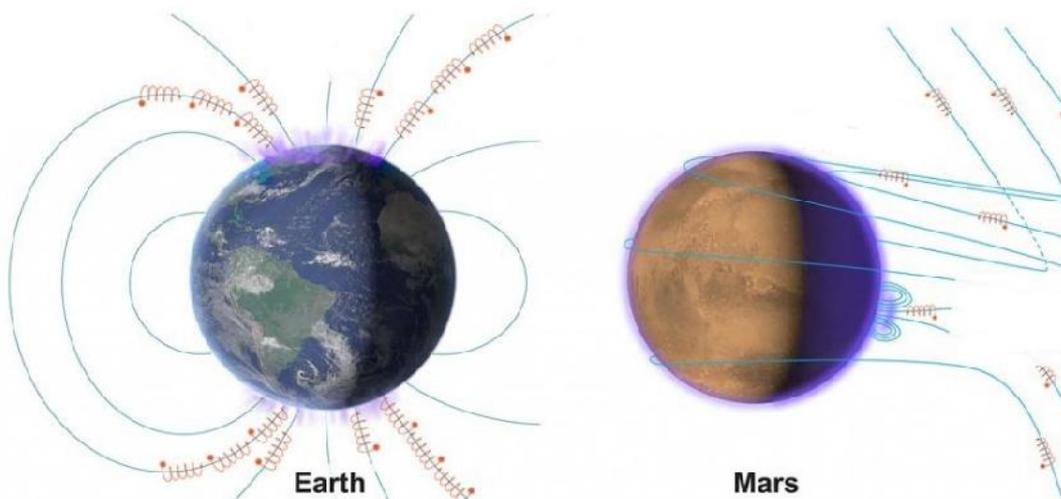


Abb. 2a Schematische Darstellung der Magnetfelder der Erde und des Mars.
Im Gegensatz zu den symmetrischen geschlossenen Magnetfeldlinien der Erde (links) sind die des Mars offen und nicht symmetrisch (rechts).

© NASA/pbs.org

Im Fall des roten Planeten ist die Situation anders: das Magnetfeld des Mars entsteht nicht innerhalb des Kerns des roten Planeten, sondern eher in dessen Atmosphäre (Abb. 2a).

Die oberen Schichten der Marsatmosphäre bestehen aus Plasma [1], das bei der Wechselwirkung mit geladenen Teilchen des Sonnenwindes [1] sowie dem interplanetaren Magnetfeld [1] ein schwaches Magnetfeld ausbildet. Dieses Magnetfeld schützt den roten Planeten gegenüber solaren Strahlungsausbrüchen.

Kometen besitzen ebenfalls Magnetfelder: Die Gasteilchen der äusseren Kometenkoma [1] werden durch die solare UV-Strahlung [1] ionisiert. Das dabei entstehende Plasma stiehlt dem Sonnenwind Impuls [1] und bildet eine kometare Magnetosphäre [1] aus.

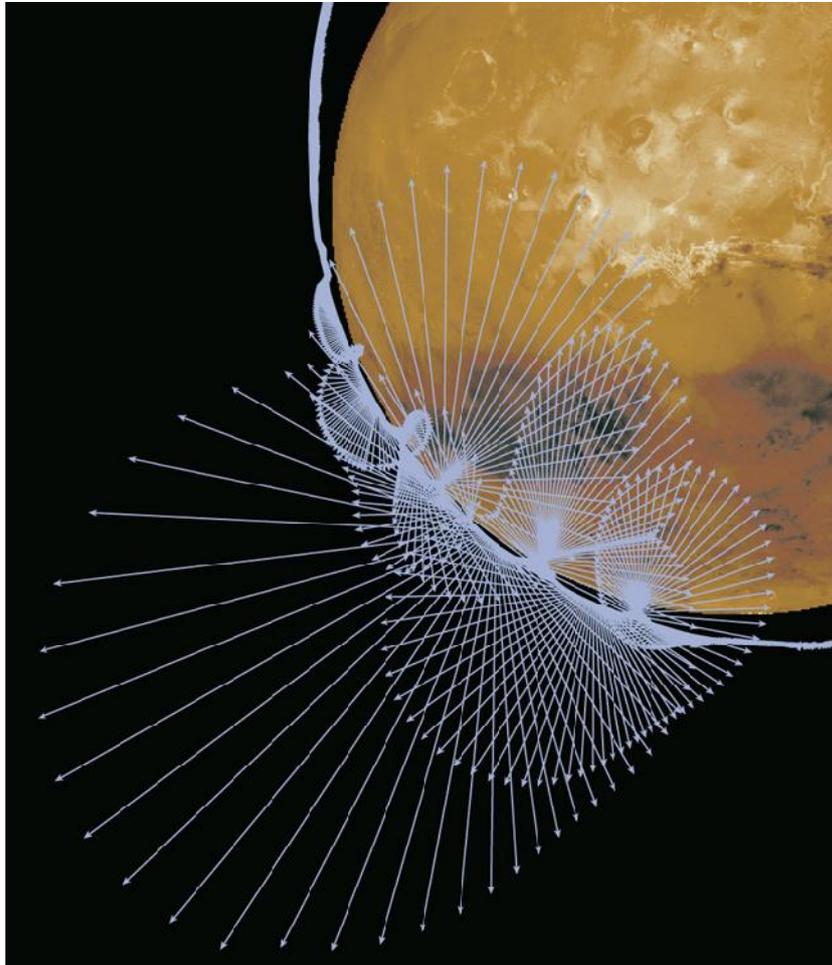


Abb. 2b Schematische Darstellung des Magnetfelds des Planeten Mars.
 Im Gegensatz zum Erdmagnetfeld variiert das Magnetfeld des Mars von Ort zu Ort.
 Die weissen Pfeile markieren die Stärke des Magnetfeldes.

© NASA

Der Komet Siding Spring besitzt ebenfalls ein Magnetfeld (Abb. 3). Es entsteht - wie beschrieben - durch die Wechselwirkung des Sonnenwinds mit dem Plasma in der Kometenkoma, die den Kometenkern [1] umgibt. Der Kometenkern von Siding Spring ist klein, sein Durchmesser beträgt nur etwa 0,5 Kilometer; dagegen erstreckt sich die Koma über rund eine Million Kilometer.

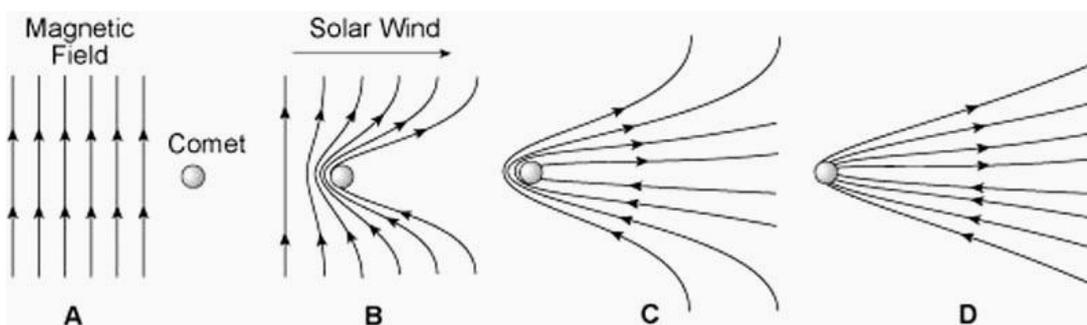


Abb. 3 Schematische Darstellung der Ausbildung eines Magnetfelds an Kometen.
Aufgrund der Wechselwirkung mit dem Sonnenwind (Solar Wind) entsteht um den Kometenkern ein Magnetfeld (Magnetic Field), das ihn vollständig umgibt. (von links nach rechts) Die Pfeile geben die Richtung des Magnetfelds an.
© daejeonastronomy

Die Wechselwirkung

Das Rendezvous zwischen dem Kometen und dem Mars fand kurz nach der Ankunft der indischen Marsmission MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution) [1, 2] am roten Planeten statt. Die Mission soll die obere Marsatmosphäre untersuchen und sich auf die Wechselwirkung mit dem Sonnenwind konzentrieren. MAVEN soll erklären, weshalb der rote Planet in der Vergangenheit seine Atmosphäre und grosse Mengen flüssigen Wassers verlor.

MAVEN befindet sich derzeit in einer stabilen Bahn um den Planeten. Zum Zeitpunkt der Passage des Kometen konnte MAVENs Magnetometer [1] Messungen im Hinblick auf die Wechselwirkung beider Himmelskörper durchführen.

Bei der Begegnung tauchte der Planet während einiger Stunden in die Kometenkoma ein. Dabei erreichte dichtes Material der inneren Koma die Oberfläche des roten Planeten. Die beiden Magnetfelder verschmolzen. Das stärkere Magnetfeld des Kometen überdeckte das schwache Magnetfeld des Planeten. Teile der dünnen Marsatmosphäre wurden ionisiert [1] (Abb. 4). [4-6]

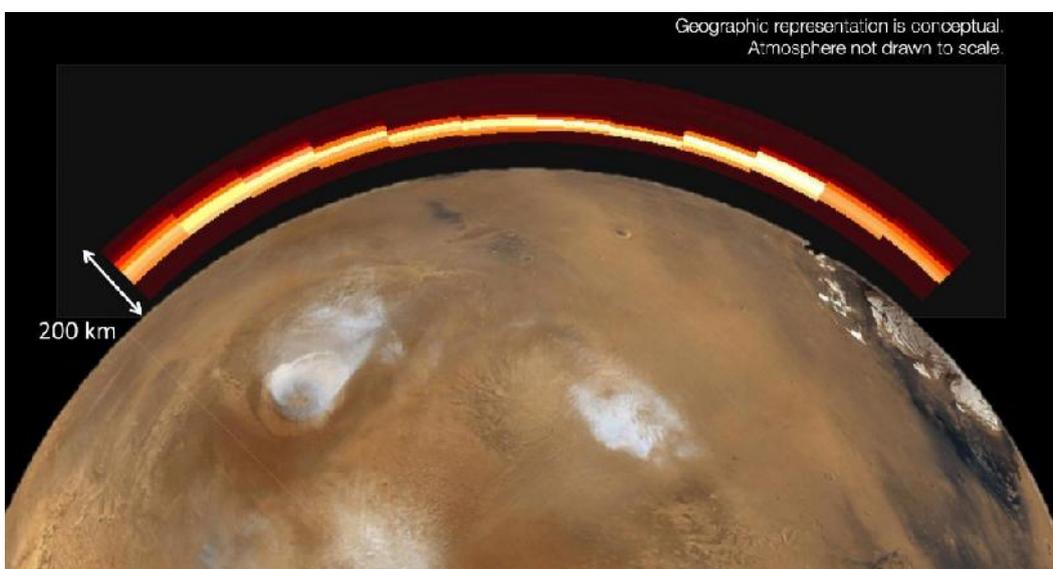


Abb. 4 Die Begegnung des Kometen Siding Spring ionisierte die Marsatmosphäre.
Der obere Teil der Abbildung zeigt die Marsatmosphäre wie sie von einem Beobachter auf der Oberfläche mit für ultraviolette Strahlung empfindlichen Augen nach der Begegnung mit dem Kometen Siding Spring wahrgenommen worden wäre.

© NASA/Univ. Colorado

Auswirkungen der Begegnung

Die intensivste Wechselwirkung der Kometenkoma mit dem roten Planeten erfolgte zum Zeitpunkt der grössten Annäherung. Dabei konnte die

Magnetosphäre des roten Planeten "spüren", dass sie in den äusseren Rand der Kometenkoma eintauchte.

Die ersten Veränderungen waren gering: ein Teil des Planetenmagnetfelds änderte seine Richtung. Mit der weiteren Annäherung von Siding Spring wurde der Effekt verstärkt, zum Zeitpunkt der grössten Annäherung befand sich das Magnetfeld des Mars in einem völlig chaotischen Zustand (Abb. 5).



Abb. 5 Künstlerische Darstellung der chaotischen Marsatmosphäre nach der Begegnung mit dem Kometen Siding Spring.

Die Wechselwirkung des Magnetfelds des Kometen Siding Spring mit dem des Planeten Mars verwandelte Letzteres in einen chaotischen Zustand.

© NASA

Nach der Begegnung war das Magnetfeld des roten Planeten noch immer in Aufruhr, MAVEN konnte noch Tage nach der Passage des Kometen Magnetfeldstörungen aufzeichnen. [4-6]

Die Wissenschaftler vergleichen die Störung des marsianischen Magnetfelds mit den Auswirkungen eines starken, jedoch kurz andauernden Sonnensturms. Bei der Begegnung verlor der rote Planet einen Teil seiner ohnehin dünnen Atmosphäre (Abb. 6).



Abb. 6 Künstlerische Darstellung des Atmosphärenverlusts des roten Planeten.
Die Wechselwirkung des Magnetfelds des Kometen Siding Spring mit dem des Planeten Mars verwandelte Letzteres in einen chaotischen Zustand und entriss dem Mars einen Teil seiner dünnen Marsatmosphäre (blau).
© NASA

MAVENs Beobachtungen lassen vermuten, dass das Plasma der Marsatmosphäre in Form von kohärenten Strukturen [1] - ähnlich Wolken - verlorengelht und durch eine Art Schneepflugeffekt beschleunigt wird. Dabei hängt das Entweichen der Atmosphärenteilchen von dem Impulstransfer der Protonen [1] des Sonnenwinds auf die Ionen der Marsatmosphäre ab [6].

Mithilfe von MAVEN möchten die Forscher verstehen wie die Sonne und der Sonnenwind mit dem roten Planeten wechselwirken. Die Untersuchung der Magnetosphären des Kometen und des Planeten Mars soll zum Verständnis der detaillierten Prozesse beitragen.

Falls Sie Fragen und Anregungen zu diesem Thema haben, schreiben Sie uns unter kontakt@ig-hutzi-spechtler.eu

Ihre
IG Hutzi Spechtler – Yasmin A. Walter

Quellenangaben:

[1] Mehr Information über astronomische Begriffe
www.wikipedia.de

[2] Unsere Kurzartikel zu Mars und MAVEN
http://www.ig-hutzi-spechtler.eu/aktuelles_marsbesucher.html
http://ig-hutzi-spechtler.eu/aktuelles_ankunft_des_marskometen2.html
http://ig-hutzi-spechtler.eu/aktuelles_ankunft_des_marskometen.html
http://ig-hutzi-spechtler.eu/aktuelles_mars-komet.html
http://ig-hutzi-spechtler.eu/aktuelles_sonnenwind_raubt_marsatmosphaere.html

[3] Espley, J. R., et al., Geophys. Lett. 42, 21 (2015)

[4] Crismani, M. M. J., et al., Geophys. Lett. 42, 21 (2015)

[5] Connerney, J. E. P., et al., Geophys. Lett. 42, 21 (2015)

[6] Geophys. Research Lett., Special Edition, Vol. 43, 4 (28 Feb 2016)
Jakosky, B. M., et al. (online 05 Nov 2016)
Halekas, J. S., et al. (online 10 Feb 2016)
see <http://lasp.colorado.edu/home/maven/science/released-results/publications/>