

Das Erdmagnetfeld als Lebenshilfe? [30. März]

Vor rund 4 Milliarden Jahren entstanden auf der Erde erste Lebensformen. Das Leben konnte sich entwickeln, weil die Erde eine feste, felsige Oberfläche besaß, ausserdem flüssiges Wasser und eine Atmosphäre mit günstigen Eigenschaften.

Jedoch benötigt die Entwicklung von Leben eine weitere wichtige Zutat: die Anwesenheit eines schützenden Magnetfelds [1]. Mit der Rolle des Magnetfelds als Lebenshilfe für Planeten beschäftigt sich eine neue Studie:

Das frühe Sonnensystem [1] unterscheidet sich von dem der Gegenwart ganz enorm; es war eher chaotisch anstatt geordnet wie wir es kennen.

Eine neue Forschungsarbeit

Neue Forschungsergebnisse zeigen, dass die junge Sonne chaotischer war als in der Gegenwart und das Erdmagnetfeld [1] als Schlüssel für die Entwicklung des Lebens auf der Erde anzusehen ist.

Die Erkenntnisse stammen aus der Untersuchung des Sterns ϵ Ceti (ϵ Ceti) [1] im Sternbild Walfisch (Cet). Der Stern befindet sich in rund 30 Lichtjahren (Lj) [1] Entfernung von der Erde. ϵ Ceti gleicht in vielem unserer Sonne, ist jedoch wesentlich jünger. Das Alter des Sterns beträgt nur rund 400-600 Millionen Jahre; das entspricht dem Zeitpunkt als erstmals Leben auf der Erde entstand. Das Alter der Sonne beträgt inzwischen rund 4,6 Milliarden Jahre.

Ein junger, aktiver Stern

Die Analyse des jungen Sterns ermöglicht den Forschern einen Einblick wie die Sonne ausgesehen haben könnte als auf der Erde Leben entstand.

Beispielsweise ist ϵ Ceti magnetisch wesentlich aktiver als unsere Sonne. Der junge Stern emittiert einen kontinuierlichen Sonnenwind [1], der rund 50 mal stärker ist als der unserer Sonne (Abb. 1).

Auch die Sternoberfläche ist aktiver und chaotischer als der unseres Sterns: auf der Sternoberfläche befinden sich unzählige Sternflecken [1], die im Gegensatz zu den oftmals wenigen Sonnenflecken [1] viel grösser und vor allem häufiger sind als gewöhnliche Sonnenflecken (Abb. 1).

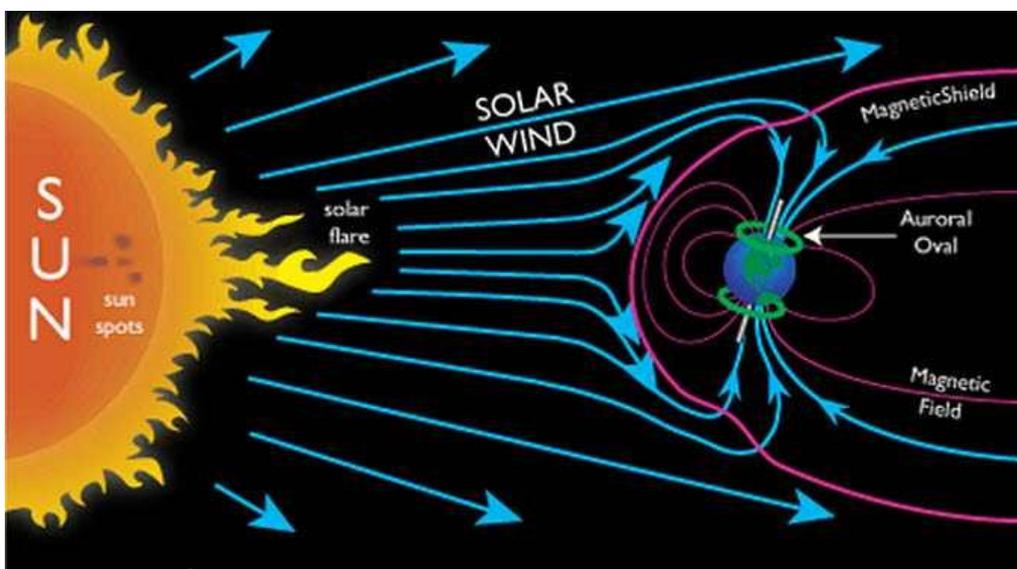


Abb. 1 Schematische Darstellung der Aktivität der Sonne.

Die Sonne ist ein aktiver Stern. Anzeichen dafür sind die Sonnenflecken (sun spots) auf ihrer Oberfläche, die Flares (solar flares) sowie der kontinuierlich ausgestrahlte Sonnenwind (solar wind). Ein Planet wie die Erde wird durch sein Magnetfeld vor diesen Einflüssen weitestgehend geschützt. Die blauen Pfeile entsprechen der Richtung des Sonnenwinds, die blauen geschlossenen Linien dem Weg der geladenen Teilchen bis zu den Polen der Erde. Die pinkfarbenen Linien stellen das Erdmagnetfeld dar. Die grünen Kreise bezeichnen die polnahen Regionen, in denen aufgrund der Wechselwirkung der geladenen Teilchen der Sonne mit dem Erdmagnetfeld Nordlichter [1] zu sehen sind.

© Edufrn/UFRN

Von der Sonne kennen wir Flares [1], die regelmäßig zur Erde gelangen; als die Sonne sehr jung war, traten diese Ereignisse wesentlich häufiger auf und waren viel energiereicher. ¹ Cet zeigt sog. Super-Flares [1]. Die Ereignisse ähneln den Flares der Sonne, setzen jedoch 10-100 Millionen Mal mehr Energie frei.

Falls das frühe Leben auf der Erde mit derartigen energiereichen und gewaltigen Ereignissen der jungen Sonne zu kämpfen hatte, wie konnte es überleben?

Welcher Mechanismus verhinderte, dass der Sonnenwind die Erdatmosphäre wegbließ und damit die Grundlage der Entwicklung des Lebens?

Damals wie heute schützt uns das elektromagnetische Feld [1] der Erde (Abb. 2). Jedoch waren sowohl die Sonne als auch das die Erde schützende Feld in der Vergangenheit anders als in der Gegenwart - wahrscheinlich war es schwächer.

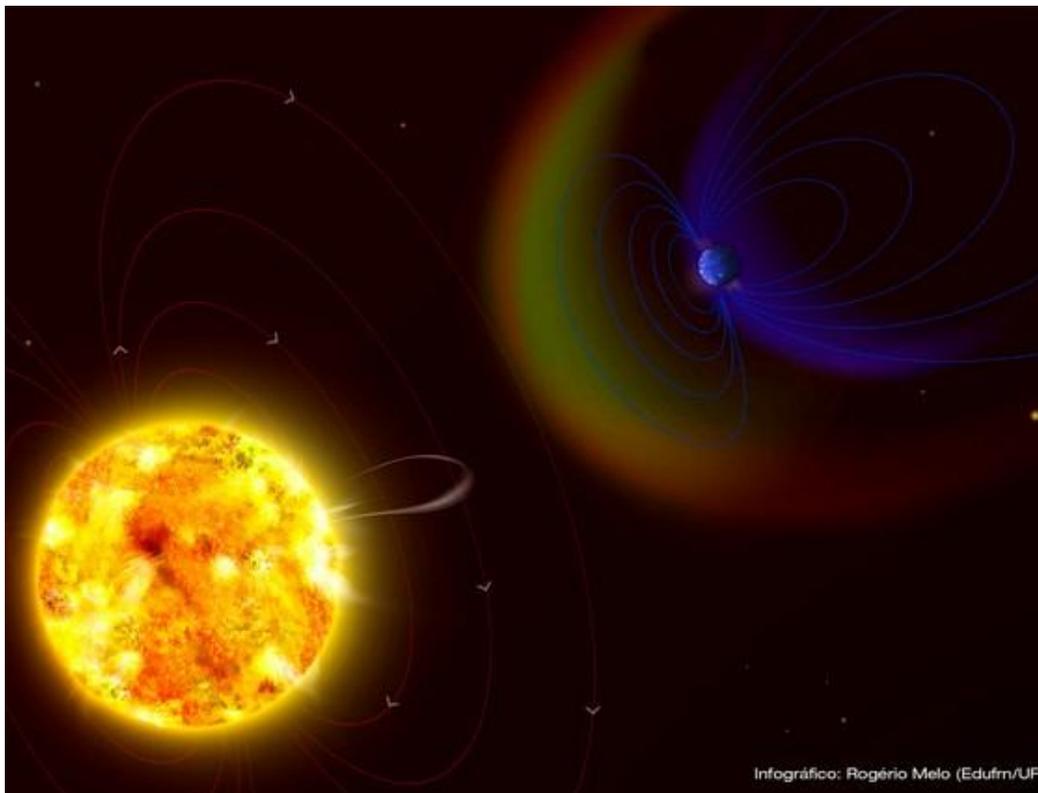


Abb. 2 Künstlerische Darstellung der Aktivität des Sterns α^1 Cet.

Falls die junge Sonne ein ähnlich starkes Magnetfeld wie der Stern α^1 Cet besaß, war die Erde enormen Strahlungsausbrüchen ausgesetzt. Jedoch schützte bereits ein frühes Magnetfeld die Erde vor dieser hochenergetischen Strahlung und bereitete ideale Bedingungen für die Entstehung von Leben auf unserem Planeten.

© Edufrn/UFRN

Ein schwächeres Magnetfeld?

Neue wissenschaftliche Ergebnisse zeigen, dass das Erdmagnetfeld in der Vergangenheit tatsächlich schwächer war: die Magnetosphäre [1] der Erde betrug nur 34-48 Prozent ihres heutigen Werts [2].

Die magnetische Wechselwirkung des Sternwinds und des jungen Magnetfelds der Erde konnten trotzdem verhindern, dass die Exosphäre [1] der Erde stabil blieb und sich lebensfreundliche Bedingungen entwickeln konnten. Zwar hatte die frühe Erde nicht den intensiven Schutz, den das irdische Magnetfeld heute bietet, doch war er offensichtlich ausreichend.

Spektropolarimetrische Beobachtungen [1] des Sterns α^1 Cet erlauben den Forschern nun die Topologie [1] des damaligen Magnetfelds der Photosphäre [1] der Sonne zu rekonstruieren und damit die Wechselwirkung zwischen dem Sonnenwind und das die Sonne umgebende Planetensystem zu untersuchen. Information über den frühen Zustand der magnetischen Aktivität der Sonne erhalten die Wissenschaftler aus großskaligen Messungen des Magnetfelds des Sterns α^1 Cet.

Die wichtigste Information zum Ursprung und der Entwicklung des Lebens auf der Erde stammt von der Entwicklung der Sonne selbst, insbesondere aus frühen Entwicklungsphasen ihres Strahlungsfeldes [1] sowie des Teilchen- und des Magnetfelds (Abb. 3).

Dabei definiert das Strahlungsfeld die sog. habitable Zone [1], eine Region, innerhalb der Planeten flüssiges Wasser auf ihren Oberflächen halten können.

Die Teilchen- und die magnetische Umgebung definieren die Art der Wechselwirkung zwischen Stern und den Planeten. Falls die Planeten Magnetfelder besitzen - wie die Erde, die innerhalb der letzten rund 4 Milliarden Jahre ein Magnetfeld entwickelt hat -, wechselwirken diese mit dem stellaren Wind, lenken ihn ab und schützen die oberen Atmosphären und Ionosphären [1] der Planeten gegen den Einschlag des Sternwinds und der hochenergetischen Teilchen.

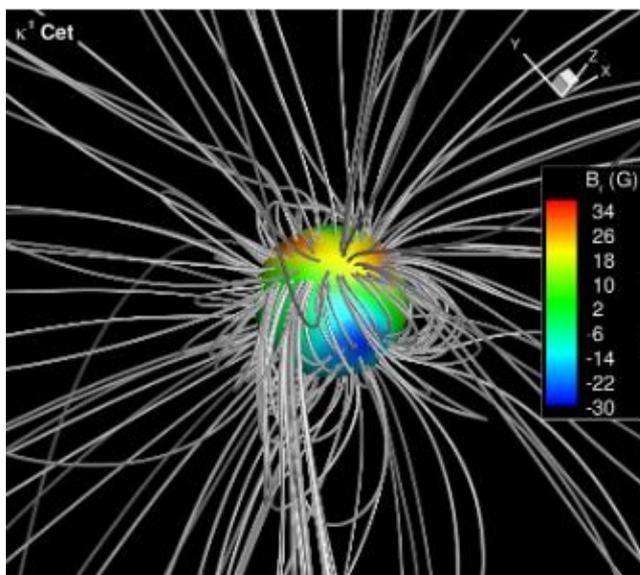


Abb. 3 Rekonstruiertes Magnetfeld des Sterns ϵ Cet.

Die Darstellung zeigt wie das gemessene Magnetfeld des Sterns in dessen Sternwind eingebettet ist. Die grauen Linien entsprechen dem Verlauf des Magnetfelds bis zur Sternoberfläche. Die Färbung der Sternoberfläche entspricht der dortigen Magnetfeldstärke. Rote und gelbliche Bereiche entsprechen einer hohen Magnetfeldstärke. Angaben in Gauss (G) [1].

© [2]

Bei dem Stern ϵ Cet (HD 20630, HIP 15457 [1]) handelt es sich um einen nahen Stern mit einer ähnlichen Spektralklasse [1] (G5) wie die der Sonne. Der Stern ist rund 400-600 Millionen Jahre alt und besitzt eine ähnliche Masse wie unser Zentralstern. Die Oberflächentemperatur [1] beträgt rund 5.750 Grad, ähnlich der der Sonne. ϵ Cet rotiert mit rund 8,8 Tagen etwa dreimal langsamer um sich selbst als unsere Sonne.

Leben auf ϵ Cet möglich?

Mit diesen Eigenschaften könnte ϵ Cet in der Zukunft ein Fenster für die Entwicklung von Leben öffnen, das auf der Erde bereits vor mindestens 3,8 Milliarden Jahren begonnen hat. Auf der Erde entspricht das einer Periode als wichtige physiochemische und geologische Bedingungen für die Entstehung von Leben entstanden, lange nach dem letzten grossen Bombardement [1].

In diesem Zeitraum verlor der Planet Mars [1] wahrscheinlich sein flüssiges Oberflächenwasser (vor rund 3,7 Milliarden Jahren). Im Gegensatz zur Erde besitzt der rote Planet lediglich ein schwaches Magnetfeld. Daher reicht der Sonnenwind näher an die Oberfläche und kann zudem einen Teil seiner Atmosphäre wegreißen [3].

In diesem Zusammenhang ergibt sich die bisher ungeklärte Frage, ob es das starke Erdmagnetfeld war, das es der Erde ermöglichte riesige Mengen an Wasser während ihrer Entwicklung zu halten - ganz im Gegensatz zum Mars, der den Grossteil seines Oberflächenwassers bereits vor langer Zeit verlor.

Das Studium des Sterns ϵ Cet kann somit verdeutlichen, welche biologischen Bedingungen bezüglich der von der jungen Sonne kommenden hochenergetischen Teilchen auf die Entstehung des Lebens auf der Erde herrschten.

Weitere Analyse

Bevor man jedoch weitreichende Schlüsse in Bezug auf die Entstehung des Lebens auf der jungen Sonne oder anderen jungen sonnenähnlichen Sternen zieht, müssen weitere helle Sterne mit sonnenähnlichen Eigenschaften untersucht werden, die sich in der gleichen Entwicklungsphase befinden.

Beispiele hierfür sind ausser dem Stern ϵ Cet die Sterne α UMa [1] im Sternbild Grosser Wagen [1] und EK Dra [1] im Sternbild Drache [1]; diese beiden Sterne sind zwar hell genug, um sie im Detail untersuchen zu können, jedoch wesentlich jünger als ϵ Cet. Der Stern Eri besitzt zwar ein ähnliches Alter wie ϵ Cet, jedoch weniger Masse.

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

* 2m-Bernard Lyot Telescope (TBL), Pic du Midi Observatory, Frankreich

Quellenangaben:

[1] Mehr Information über Objekte des Sonnensystems und astronomische Begriffe
www.wikipedia.de

[2]
do Nascimento Jr., J.-D., et al., ApJL (17 March 2016)
<http://newsdesk.si.edu>

[3] Mehr Information zur dünnen Marsatmosphäre
<http://theskyatnight.de/sites/default/files/siding%20springs%20am%20mars%20-%20ergebnisse%20-%20maerz%202016%20-%20tsan.pdf>