

SPIEGEL ONLINE - 11. Juni 2007, 18:45

URL: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/0,1518,487918,00.html>

LEBEN IM ALL

## Ferne Hochdruckwelt gilt als neue zweite Erde

Von Holger Dambeck

**Die Suche nach einer zweiten Erde ist noch nicht zu Ende: Ein Planet, der als heißer Kandidat galt, ist womöglich zu heiß. Als Ursache gilt zu viel Kohlendioxid in der Atmosphäre. Aber es gibt schon einen neuen Anwärter für Leben im All.**

Werner von Bloh hatte von Anfang an Zweifel. Der Wissenschaftler vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) wollte nicht so recht glauben, was Astronomen im April berichtet hatten: Im Sternbild Waage, 20 Lichtjahre von der Erde entfernt, gebe es **einen erdähnlichen, potentiell lebensfreundlichen Planeten**.

Die Suche nach einer zweiten Erde, einem Planeten, auf dem Leben möglich ist, wie wir es kennen, beschäftigt Astronomen seit langem. Darum galt die Veröffentlichung des Forscherteams um Stéphane Udry vom Observatorium Genf auch als kleine Sensation, mit der zum jetzigen Zeitpunkt kaum ein Experte gerechnet hatte.

### ASTRONOMIE: DIE SUCHE NACH DER ZWEITEN ERDE



Fotostrecke starten: Klicken Sie auf ein Bild (5 Bilder)

Der neu entdeckte Planet mit dem Namen Gliese 581c sei rund 50 Prozent größer als die Erde und etwa fünfmal so schwer, sagte Udry. "Unseren Schätzungen zufolge liegt die mittlere Temperatur auf seiner Oberfläche zwischen Null und 40 Grad." Laut dem Modell der Forscher sollte der Planet entweder felsig oder von Ozeanen bedeckt sein - ideale Bedingungen für Leben.

Der Geophysiker von Bloh ist jedoch der Meinung, dass Udry und seine Kollegen etwas Entscheidendes übersehen haben: die Atmosphäre. Leben erfordere nicht nur ein leuchtendes Zentralgestirn und moderate Temperaturen, sondern auch Kohlendioxid in der Atmosphäre. Und genau davon gebe es bei dem Planeten Gliese 581c zu viel.

Das Planetensystem Gliese 581 weist vermutlich drei Planeten auf, die um einen Roten Zwerg kreisen. Dieser Zentralstern leuchtet etwa hundertmal schwächer als unsere Sonne. Die beiden ins Visier genommenen Planeten sind sogenannte Super-Erden, also Planeten, die bis zu zehnmal mehr Masse als die Erde besitzen.

Von Bloh hat gemeinsam mit Kollegen ein Modell entwickelt, mit dem er den CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre beliebiger Planeten abschätzen kann - so auch bei dem vermeintlichen Erdzwilling Gliese 581c. Das klingt zunächst völlig verrückt: Schließlich weiß man über den Planeten eigentlich fast nichts außer seiner Masse, dem Abstand zum Stern und einem Schätzwert für den Radius.

### Zu heiß, zu wenig CO<sub>2</sub>

Trotzdem glaubt von Bloh, Rückschlüsse auf das lebenswichtige Kohlendioxid ziehen zu können. "Nach einigen hunderttausend Jahren befindet sich das CO<sub>2</sub> in einer Planetenatmosphäre im Gleichgewicht. Die CO<sub>2</sub>-Konzentration ändert sich also nicht mehr", sagte er im Gespräch mit SPIEGEL ONLINE. CO<sub>2</sub>-Quellen, also Vulkane, und CO<sub>2</sub>-Senken, verwitternde Silikate, die CO<sub>2</sub> als Karbonat zurück in den Erdmantel brächten, hielten sich die Waage.

Wo dieses Gleichgewicht liegt, kann der Geophysiker berechnen, sofern er die Parameter Planetenmasse, Planetenradius, Wasserbedeckung, Abstand zur Sonne, Leuchtkraft der Sonne und Alter des Planeten kennt. Alles bis auf die Wasserabdeckung ist für Gliese 581c zumindest grob bekannt. Bei der Wasserabdeckung rechneten von Bloh und seine Kollegen deshalb mit den beiden Extremen: Entweder ist der Planet komplett mit Wasser bedeckt oder hat gar keine Meere und Seen.

Das Ergebnis der Modellrechnungen: Auf der angeblichen zweiten Erde ist es vermutlich zu heiß, weil der Treibhauseffekt zu stark ist. Gliese 581c befinde sich zu dicht an seinem Zentralgestirn, erklärten die Forscher.

Ein wesentlicher Bestandteil des Planetenmodells ist die Plattentektonik, also die Verschiebung von Kontinenten auf dem Planeten - die Ursache von Vulkanismus. "Man muss berücksichtigen, dass größere Planeten langsamer auskühlen als kleinere", sagte von Bloh. Entsprechend höher sei die sogenannte Spreading-Rate der Platten, umso mehr Vulkanismus gebe es und umso mehr CO<sub>2</sub> gelange permanent aus dem Planetenmantel in die Atmosphäre.

Für die Strahlungsbilanz wichtig ist natürlich auch die Wirkung von CO<sub>2</sub> als Treibhausgas: Je mehr Kohlendioxid in der Atmosphäre vorhanden ist, umso stärker wärmt das Zentralgestirn diese auf. Ein Effekt, der als Hauptauslöser des dramatischen Klimawandels gilt, den

Forscher auf der Erde für die nächsten Jahrzehnte vorhersagen.

## METHODEN DER PLANETENJAGD

### Die Jagd auf Planeten



David A. Hardy/  
PPARC

Die Entdeckung der ersten Planeten außerhalb unseres Sonnensystems galt als wissenschaftliche Sensation. 1992 wiesen Forscher die ersten Exoplaneten im Orbit um den Pulsar PSR B1257+12 nach. 1995 fanden Michel Mayor und Didier Queloz erstmals einen Planeten in der Umlaufbahn um einen Stern, der unserer Sonne ähnelt. Zuvor war es unter Forschern heftig umstritten, ob es überhaupt Planeten in den Tiefen des Alls gibt - oder ob unser Sonnensystem das einzige seiner Art ist.

Inzwischen sind jedoch weit über 200 Exoplaneten in mehr als 180 Systemen bekannt.

Mit heutigen Teleskopen können Exoplaneten nur unter größten Schwierigkeiten direkt beobachtet werden, da ihr Heimatstern sie bei weitem überstrahlt. Astronomen sind deshalb auf indirekte Methoden angewiesen, die in den vergangenen Jahren immer weiter verfeinert wurden und die Entdeckung immer kleinerer Planeten erlauben. Das begehrteste Objekt ist eine "zweite Erde": Ein Felsplanet, der in Größe und Masse der Erde ähnelt und seinen Stern in der sogenannten Grünen Zone umkreist, in der die Existenz von flüssigem Wasser auf der planetaren Oberfläche möglich ist.

### Radialgeschwindigkeits-Messung

Die Messung der Radialgeschwindigkeit ist das älteste Verfahren zum Nachweis extrasolarer Planeten. Wenn ein Planet einen Stern umrundet, zwingt er ihm eine leichte Taumelbewegung auf: Der Stern schlingert wie ein Hammerwerfer. Dadurch bewegt er sich minimal auf den Betrachter zu und von ihm weg. Durch den Doppler-Effekt wird das Licht dabei abwechselnd kurzwelliger und langwelliger.

Anfangs war diese Methode noch so grob, dass mit ihr nur große Gasplaneten vom Kaliber des Jupiters entdeckt werden konnten, die ihren Stern zudem in einem engen Orbit umrunden. Leben ist auf diesen glühend heißen Giganten aber kaum möglich. Erst seit kurzem können Wissenschaftler mit dieser Methode auch kleinere Planeten von der Größe der Erde entdecken - vorzugsweise im Orbit um Rote Zwergsterne. Sie sind wesentlich kleiner und kühler als unsere Sonne, weshalb erdähnliche Planeten sie in einer engen Bahn umkreisen und dennoch lebensfreundlich sein können.

### Transitmethode

Die Transitmethode kann angewandt werden, wenn ein Planet von der Erde aus gesehen direkt vor seinem Heimatstern vorbeizieht. Dabei verdeckt er einen Teil des Sternenlichts. Anhand der Abdunkelung können Astronomen auf die Existenz des Planeten schließen. Und nicht nur das: Die Transitmethode erlaubt auch gewisse Rückschlüsse auf die Atmosphäre eines Planeten. Während des Transits werden je nach Zusammensetzung der Gashülle verschiedene Wellenlängen des Sternenlichts unterschiedlich stark absorbiert. Auf diese Weise konnten Forscher **in der Atmosphäre von HD 209458b Wasserstoff, Sauerstoff und möglicherweise sogar Wasserdampf nachweisen.**

### Gravitationslinsen-Methode

Beim Gravitationslinsen-Effekt, auch "gravitational microlensing" genannt, wird das Licht eines Himmelskörpers durch ein Objekt im Vordergrund verstärkt. Der Effekt wird von Albert Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie beschrieben: Die Schwerkraft eines Objekts mit großer Masse, etwa eines Sterns oder einer Galaxie, krümmt die Raumzeit und lenkt das Licht ab - so, als ob eine gigantische optische Linse im Raum schweben würde. Befindet sich das Gravitationsfeld genau an der richtigen Stelle zwischen Betrachter und Hintergrundobjekt, bündelt es das Licht am Ort des Betrachters, der sich dann im Brennpunkt der Gravitationslinse befindet. Auf diese Weise können auch

Von Bloh hat jedoch auch gute Nachrichten für alle, die auf Leben irgendwo im All hoffen. Ein anderer Planet im System Gliese mit dem Namen 581d liege in einer sogenannten habitablen Zone, erklärte der Forscher.

Laut den Potsdamer Klimaforschern müsste auf Gliese 581d, der Planet ist achtmal so schwer wie die Erde, ein extrem hoher Druck in der Atmosphäre herrschen: Allein das Kohlendioxid habe einen Partialdruck von fünf bis zehn Bar. Der Druck der Erdatmosphäre auf Meeresspiegelhöhe ist wesentlich kleiner und beträgt rund ein Bar.

Zu den fünf bis zehn Bar käme der Partialdruck anderer möglicher Atmosphärenbestandteile hinzu. "Dort können also nur Organismen existieren, die solche hohen Drücke aushalten." Laut von Bloh könnten sich bei so hohem Druck zudem CO<sub>2</sub>-Wolken in der Atmosphäre bilden und die Sonneneinstrahlung mindern - womöglich sinken dann die Temperaturen zu stark, damit Einzeller oder Organismen überhaupt existieren können.

Und vor einem weiteren Hindernis für Leben warnt der Potsdamer Forscher: dem Sonnenwind. Die Magnetfelder beider Planeten seien relativ schwach. Im schlimmsten Fall habe der Sonnenwind die Atmosphären bereits zerstört: in den ersten zwei Milliarden Jahren, als das Zentralgestirn deutlich aktiver war als heute. In jedem Fall spreche der Sonnenwind "eher nur für primitive Lebensformen", so von Bloh.

Weitere Aufklärung erhoffen sich die Planetenjäger unter anderem von der für 2015 geplanten Satellitenmission "Darwin", bei der extrasolare Planeten beobachtet werden sollen, um Anzeichen für Leben zu finden. Bis dahin müssen sie sich wohl weiterhin mit Modellrechnungen begnügen.

*Korrektur: Im Text hieß es fälschlicherweise, in der Atmosphäre von Gliese 581c mangle es an CO<sub>2</sub>. Das Gegenteil ist der Fall.*

lichtschwache Objekte sichtbar werden, die Astronomen sonst verborgen blieben. **Mit dieser Methode wurden bereits mehrere Exoplaneten entdeckt.**

© SPIEGEL ONLINE 2007

Alle Rechte vorbehalten

Vervielfältigung nur mit Genehmigung der SPIEGELnet GmbH

#### Zum Thema in SPIEGEL ONLINE:

- Zweite Erde: Forscher melden Entdeckung eines bewohnbaren Planeten (25.04.2007)  
<http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/0,1518,479046,00.html>
- Mysteriöses Phänomen: Staubfänger geht auf Leuchtwolken-Jagd (25.04.2007)  
<http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/0,1518,479227,00.html>
- Premiere im All: HD 209458b - erstmals Wasser auf fernem Planeten entdeckt (11.04.2007)  
<http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/0,1518,476546,00.html>