

Ja, wo laufen sie denn? – Die Suche nach extrasolaren Planeten

Man kann es sich jetzt kaum noch vorstellen. Bis vor nur 20 Jahren war unser Sonnensystem das einzige Planetensystem, das man kannte. Es wurde zwar vermutet, dass außer der Sonne auch andere Sterne Planeten besitzen, beweisen konnte man es aber nicht. Das änderte sich in den 90er Jahren. Inzwischen können wir uns vor extrasolaren Planeten, auch Exoplaneten genannt, nicht mehr retten. Um alle eventuell vorhandenen Unklarheiten zu beseitigen: Ein extrasolarer Planet ist ein Planet, der sich außerhalb unseres Sonnensystems befindet und nicht um die Sonne kreist. Ende Oktober 2010 enthielt die internationale Enzyklopädie der extrasolaren Planeten (The Extrasolar Planets Encyclopaedia, <http://exoplanet.eu>) Einträge für fast 500 Objekte.

Extrasolare Planeten zu entdecken ist schwierig. Im Verhältnis zu den zugehörigen Sternen sind sie sehr lichtschwach, und außerdem sind selbst bei nahen Planetensystemen die Winkelabstände zwischen Zentralstern und Planeten so klein, dass das Licht der Planeten nicht von dem des Zentralsterns zu trennen ist. Bei einigen Systemen ist es in den letzten Jahren gelungen, den Zentralstern bei der Messung abzudecken oder die Daten mathematisch so zu bearbeiten, dass das Licht des Sterns entfernt wurde, so dass die Planeten sichtbar wurden. Bislang sind das aber Ausnahmen.

Die meisten Exoplaneten, die wir heute kennen, wurden auf indirektem Wege entdeckt. Eine Methode besteht darin, die Radialgeschwindigkeit eines Sterns über einen möglichst langen Zeitraum extrem genau zu messen. Wenn nun ein Planet diesen Stern umkreist, bewegt sich nicht nur der Planet sondern auch der Stern. Beide bewegen sich nämlich um den gemeinsamen Massenschwerpunkt des Systems, und der liegt irgendwo innerhalb des Sterns, aber nicht im Sternzentrum. D.h. der Stern zeigt eine kleine Wackelbewegung, und den radialen Anteil (also von uns weg oder auf uns zu) kann man messen. Diese Daten ermöglichen Rückschlüsse auf die Masse des Planeten, seine Umlaufperiode und seine Entfernung vom Stern. Allerdings wissen wir nicht, mit welchem Winkel wir auf die Bahnebene des Planeten blicken, weswegen nur eine Untergrenze der Planetenmasse bestimmt werden kann. Die meisten bislang gefundenen Exoplaneten wurden mit dieser Methode entdeckt.

Die Radialgeschwindigkeitsmethode funktioniert am besten für Planeten mit großer Masse und mit kleiner Umlaufzeit. Wie man sich denken kann, ist eine unglaubliche Genauigkeit bei der Radialgeschwindigkeitsmessung nötig, um Exoplaneten zu finden. Erst jetzt kommt man so langsam in den Messbereich, in dem Planeten entdeckt werden können, die eine Masse ähnlich der Masse der Erde aufweisen.

Eine weitere Methode ist die Messung eines Transits, d.h., der Planet zieht vor dem Stern vorbei, wodurch das beobachtete Licht des Sterns etwas absinkt. Ein solcher Transit kann

natürlich nur dann stattfinden, wenn wir von der Erde aus in einem Winkel von genau 0° auf die Bahn des Exoplaneten blicken. Mit Hilfe der Lichtkurve des Sterns während des Transits kann man die Größe des Planeten relativ zur Größe des Sterns und die Geschwindigkeit des Planeten auf seiner Bahn bestimmen.

Man muss allerdings im Kopf behalten, dass die Transitmessungen sehr schwierig und oft unsicher sind. Ein Beobachter, der das Sonnensystem von außen sieht und einen Jupitertransit beobachtet, misst eine Abnahme der Sonnenhelligkeit um 0,01 Größenklassen. Bei einem Erdtransit nimmt die scheinbare Sonnenhelligkeit nur um 0,0001 Größenklassen ab! Es kommt immer wieder vor, dass ein vermeintlicher Transit nichts weiter ist als eine kleine Schwankung der Leuchtkraft des Sterns selber. Aufgrund dieser Unsicherheiten muss ein Transit immer mit einer unabhängigen Methode bestätigt werden. Das kann man mit der Radialgeschwindigkeitsmethode tun. Durch sie weiß man nämlich, wann der Exoplanet vor dem Stern, wann neben dem Stern und wann hinter ihm steht. Wenn der vermeintliche Transit genau dann stattfindet, wenn der Planet laut Radialgeschwindigkeitskurve vor dem Stern zu sein hat, dann sind die Chancen gut, dass es sich wirklich um einen Transit handelt. Außerdem kann man, wenn man sowohl Radialgeschwindigkeitsmessungen als auch Transitdaten hat, die Masse des Planeten genau bestimmen. Mit Hilfe der Größe kann man dann auch die mittlere Dichte ermitteln (und in mehr oder weniger gewagte Spekulationen über die chemische Zusammensetzung ausbrechen).

Eine der spannendsten Fragen bei der Suche nach Exoplaneten ist natürlich: Gibt es Planeten wie die Erde, die womöglich sogar Leben haben? Dazu muss man nach Kandidaten suchen, die eine Masse ähnlich der Erdmasse haben und die sich in einer solchen Entfernung vom Stern aufhalten, dass die Temperaturen auf der Oberfläche ähnlich der auf der Erde sind. Am besten sind Oberflächentemperaturen zwischen 0°C und 100°C , weil dann flüssiges Wasser existieren kann.

Es scheint, dass der Stern Gliese 581 von solchen Planeten umkreist wird. Im Jahr 2007 machte die Entdeckung von Gliese 581 c Schlagzeilen, ein Planet mit einer Masse zwischen 5,6 und 10,4 Erdmassen, einem Abstand vom Zentralstern von 0,073 AE und einer Umlaufperiode von 12,9 Tagen. Laut den Berechnungen der Wissenschaftler liegt seine mittlere Oberflächentemperatur irgendwo zwischen -3°C und $+40^\circ\text{C}$. Dass es auf dem Planeten trotz seiner geringen Entfernung vom Stern so kalt sein kann, hat den ganz einfachen Grund, dass es sich bei Gliese 581 um einen roten Zwerg handelt, der wesentlich kühler und leuchtschwächer ist als die Sonne.

Im September 2010 wurde von der Entdeckung eines weiteren erdähnlichen Planeten im System von Gliese 581 berichtet. Gliese 581 g besitzt eine Masse zwischen 3,1 und 4,3 Erdmassen und umkreist den Stern in einer Entfernung von 0,146 AE mit einer Periode von 37 Tagen. Seine Oberflächentemperatur liegt wahrscheinlich zwischen -70°C und -10°C . Im Gegensatz zu Gliese 581 c konnte die Existenz von Gliese 581 g bislang nicht von anderen Wissenschaftlern bestätigt werden. Daher wird er in der Enzyklopädie der extrasolaren Planeten im Moment als unbestätigt geführt. Ob es ihn wirklich gibt werden zukünftige Untersuchungen zeigen.

Zum Schluss noch einige Worte zur Bezeichnung von Exoplaneten. Der Name eines Exoplaneten besteht aus dem Namen des zugehörigen Sterns gefolgt von einem kleinen lateinischen Buchstaben. Diese Buchstaben werden in alphabetischer Reihenfolge beginnend mit „b“ (nicht mit „a“) gemäß der zeitlichen Reihenfolge der Entdeckung vergeben. D.h., der erste Planet, der in einem System gefunden wurde, bekommt die Bezeichnung „b“, der zweite Planet „c“, usw. Wenn mehrere Planeten gleichzeitig entdeckt werden, werden die Buchstaben nach der Entfernung der Planeten vom Zentralstern (von innen nach außen) vergeben. Beispiele für Planetenbezeichnungen sind HD 1461 b, 55 Cnc c, 55 Cnc d, CoRoT-7 c, WASP-19 b und eben auch Gliese 581 g.

Es ist übrigens sehr interessant, mal einen Blick in die Enzyklopädie der extrasolaren Planeten zu werfen. Man bekommt einen guten Überblick über die bis jetzt bekannten Exoplaneten. Darüber hinaus ist die Enzyklopädie ja vielleicht auch bei der Planung der nächsten Urlaubsreise nützlich...