

Ein Planetensystem aus der Frühzeit des Universums

Europäische Astronomen haben ein Planetensystem entdeckt, das rund 13 Milliarden Jahre alt sein und damit aus einer der frühesten Phasen kosmischer Entwicklung stammen dürfte. Das System besteht aus dem Stern HIP 11952 und zwei Planeten mit Umlaufzeiten von 290 bzw. 7 Tagen. Üblicherweise entstehen Planeten in Wolken, die schwerere chemische Elemente enthalten. Der Stern HIP 11952 dagegen weist kaum Elemente außer Wasserstoff und Helium auf. Das System verspricht daher, wichtige Informationen darüber zu liefern, wie Planeten bereits im frühen Universum entstehen konnten – unter Bedingungen, die ganz anders sind als bei der Entstehung jüngerer Planetensysteme wie unseres Sonnensystems.

Den heutigen Vorstellungen entsprechend entstehen Planeten in Scheiben aus Gas und Staub, die junge Sterne umgeben. Im Detail gibt es zur Planetenentstehung freilich noch viele offene Fragen – darunter die Frage, welche Voraussetzungen denn eigentlich erfüllt sein müssen, damit sich Planeten bilden. Mit einer Stichprobe von mittlerweile mehr als 750 sicher nachgewiesenen Exoplaneten – also Planeten, die andere Sterne umkreisen als die Sonne – haben die Astronomen einen Eindruck von der beachtlichen Vielfalt der möglichen Planetensysteme gewonnen. Dabei zeigen sich zudem bestimmte Trends: Statistisch gesehen ist die Wahrscheinlichkeit, bei einem „metallreichen“ Stern – im Sprachgebrauch der Astronomen heißen alle chemischen Elemente außer Wasserstoff und Helium „Metalle“ – einen oder mehrere Planeten anzutreffen, größer als bei metallarmen Sternen.

Das legt die folgende Frage nahe: Ursprünglich enthielt unser Weltraum außer Wasserstoff und Helium so gut wie keine weiteren Elemente. Fast alle schwereren Elemente sind erst über Milliarden Jahre hinweg im Inneren von Sternen produziert und dann im Rahmen der Supernova-Explosionen, mit denen massereiche Sterne ihr Leben beenden, hinaus ins All geschleudert worden. Wie steht es aber dann unter den Bedingungen, die im frühesten Universum vor rund 13 Milliarden Jahren herrschten, mit der Planetenentstehung? Wenn sich um metallreichere Sterne mit größerer Wahrscheinlichkeit Planeten bilden, gibt es dann umgekehrt Sterne mit so geringem Metallgehalt, dass gar keine Planeten entstehen? Und wenn ja: Wann würden wir dann im Laufe der kosmischen Geschichte erwarten, dass sich die ersten Planeten bilden?

Jetzt haben Astronomen vom Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg und weiteren Instituten ein Planetensystem entdeckt, welches zur Beantwortung dieser Fragen beitragen könnte. Im Rahmen einer Durchmusterung, bei der gezielt nach Planeten metallarmer Sterne gesucht wurde, fanden sie zwei Planeten um einen Stern mit der Katalognummer HIP 11952, der von der Erde aus gesehen im Abstand von rund 375 Lichtjahren im Sternbild Walfisch liegt. Für sich genommen sind die beiden Planeten, HIP 11952b und HIP 11952c, nichts besonderes. Sehr ungewöhnlich ist aber, dass sie um einen derart metallarmen und vor allem: um einen so ausnehmend alten Stern kreisen!

Im Rahmen der klassischen Modelle der Planetenentstehung, die metallreiche Sterne begünstigen, sollte die Bildung von Planeten um solch einen Stern ein extrem seltenes Ereignis sein. Veronica Roccatagliata (Universitätssternwarte München), Koordinatorin („principal investigator“) der Durchmusterung metallarmer Sterne, die zu der Entdeckung der Planeten führte, erklärt: „Im Jahre 2010 haben wir das erste Planetensystem eines derart metallarmen Sterns gefunden: HIP 13044. Damals dachten wir, dies sei ein einzigartiger Fund; jetzt sieht es stattdessen so aus, als hätten metallarme Sterne deutlich häufiger Planeten als erwartet.“

HIP 13044 wurde berühmt, weil es sich bei ihm um den ersten extragalaktischen Exoplaneten handeln dürfte – der Stern ist Teil eines sogenannten Sternstroms, Überrests einer anderen Galaxie, die vor Milliarden von Jahren von unserer Heimatgalaxie, der Milchstraße, verschlungen wurde.

Im Vergleich mit anderen Exoplanetensystemen ist HIP 11952 nicht nur eines der metallärmsten, sondern mit einem geschätzten Alter von 12,8 Milliarden Jahre auch eines der ältesten. „Wir haben in unserem kosmischen Hinterhof eine archäologische Entdeckung gemacht“ sagt Johny Setiawan (Max-Planck-Institut für Astronomie), der die Untersuchungen an HIP 11952 geleitet hat: „Diese Planeten haben sich wahrscheinlich zu einer Zeit gebildet, als unsere Heimatgalaxie selbst noch ein Baby war.“

„Wir möchten noch weitere Planetensysteme dieses Typs finden und untersuchen; mit den Ergebnissen können wir hoffen, unsere Theorien zur Entstehung von Planeten deutlich zu verfeinern. Unsere Entdeckung zeigt jedenfalls, dass während aller Perioden kosmischer Geschichte neue Planeten entstanden sind“ fügt Anna Pasquali (Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg) hinzu, eine Koautorin des Fachartikels, welcher den Fund beschreibt.

Kontakt

Dr. Johny Setiawan (Erstautor)
Max-Planck-Institut für Astronomie
Aktuelle Adresse: Botschaft der Republik Indonesien
Tel.: (030) 47807 242
E-Mail: setiawan@indonesian-embassy.de

Dr. Veronica Roccatagliata (Koordinatorin der Durchmusterung)
Universitätssternwarte München
Tel.: 089-2180-6973
E-Mail: vrocca@usm.lmu.de

Dr. Markus Pössel (Öffentlichkeitsarbeit)
Max-Planck-Institut für Astronomie
Tel.: (06221) 528-261
E-Mail: pr@mpia.de

Bildunterschrift

Künstlerische Darstellung des Sterns HIP 11952 und seiner zwei jupiterähnlichen Planeten.
Bild: Timotheos Samartzidis

Hintergrundinformationen

Die hier beschriebene Studie wird veröffentlicht als Setiawan et al., „Planetary companions around the metal-poor star HIP 11952“, in der Fachzeitschrift *Astronomy & Astrophysics*. Die Koautoren sind Johny Setiawan (Max-Planck-Institut für Astronomie), Veronica Roccatagliata (Space Telescope Science Institute und Max-Planck-Institut für Astronomie), Davide Fedele (Johns Hopkins University), Thomas Henning (Max-Planck-Institut für Astronomie), Anna Pasquali (Zentrum für Astronomie der Heidelberg University), M. Victoria Rodríguez-Ledesma (Georg-August-Universität Göttingen), Elisabetta Caffau (Zentrum für Astronomie der Heidelberg University), Ulf Seemann (Georg-August-Universität Göttingen und Europäische Südsternwarte) und Rainer J. Klement (Klinik und

Poliklinik für Strahlentherapie am Universitätsklinikum Würzburg und Max-Planck-Institut für Astronomie).

Die PDF-Version des Artikels kann abgerufen werden unter <http://www.aanda.org/articles/aa/pdf/forth/aa17826-11.pdf>

Informationen zum aktuellen Stand der Theorien zur Planetenentstehung und zu der Rolle, die der Metallgehalt von Sternen darin spielt, bietet der Artikel C. Mordasini et al., “Extrasolar planet population synthesis IV. Correlations with disk metallicity, mass and lifetime”, <http://adsabs.harvard.edu/abs/2012arXiv1201.1036M>

Der vorangehende Fund HIP 13044 wird beschrieben in der MPIA-Pressemitteilung vom 18. November 2010. http://www.mpia.de/Public/menu_q2.php?Aktuelles/PR/2010/PR101118/PR_101118_en.html

Fragen und Antworten

Wie wurden die zwei Planeten nachgewiesen?

HIP 11952 b und HIP 11952 c wurden mit der so genannten Radialgeschwindigkeitsmethode nachgewiesen, einer Standardmethode zum Auffinden von Exoplaneten, die seit mehr als zwanzig Jahren im Einsatz ist. Die Methode nutzt aus, dass der Stern und seine Planeten um ihren gemeinsamen Schwerpunkt kreisen. Ist das System so orientiert, dass sich der Stern dabei immer wieder (und nur sehr geringfügig!) auf die Erde zu und von ihr fort bewegt, dann lässt sich diese Bewegung nachweisen, indem man das Licht des Sterns analysiert und nachmisst, wie sich bestimmte charakteristische Merkmale des Lichts (so genannte Spektrallinien) im Rhythmus der Sternbewegung hin- und her verschieben.

Welche Teleskope und Instrumente kamen zum Einsatz?

Der Stern HIP 11952 wurde zwischen 2009 und 2011 mit dem Spektrografen FEROS (Fibre-fed Extended Range Optical Spectrograph, wörtlich “Optischer Spektrograf mit vergrößerter Reichweite, dem das Licht per Glasfaserkabel zugeführt wird”), der am 2,2 m-Teleskop der Max-Planck-Gesellschaft und der Europäischen Südsternwarte (MPG/ESO) am La Silla-Observatorium der ESO in Chile installiert ist.

Woher kommt die Bezeichnung von “HIP 11952” und seinen Planeten?

HIP 11952 ist die Katalognummer des Sterns (11952) im Katalog jener Sterne, die mit dem Astrometriesatelliten Hipparcos (HIP) beobachtet worden sind. Die Planeten eines Sterns werden benannt, indem man ihnen, in der Reihenfolge ihrer Entdeckung, kleingeschriebene Buchstaben anhängt: alphabetisch ab dem Buchstaben b.

Welches sind die Eigenschaften von HIP 11952?

Der Mutterstern des System hat sehr geringe Metallizität – seine Atmosphäre enthält nur äußerst wenige chemische Elemente schwerer als Wasserstoff oder Helium. Ein gebräuchliches Maß für die Metallizität ist der Gehalt an Eisen. Der Eisengehalt von HIP 11952 beträgt nur rund 1% des Eisengehaltes unserer Sonne. HIP 11952 ist ein Stern der so genannten Population II, zu der die ältesten und metallärmsten Sterne gehören, die Astronomen kennen.

Alte und metallarme Sterne wie HIP 11952 sind in der kosmischen Nachbarschaft unserer Sonne sehr selten – dort findet man vorwiegend vergleichsweise metallreiche und junge Sterne. Das wirft die interessante Frage nach dem Geburtsort von HIP 11952 auf. Es ist

möglich, dass HIP 11952, wie sein Vorgänger HIP 13044, Teil eines so genannten Sternstromes ist – des Überrestes einer anderen Galaxie, die vor Milliarden von Jahren von unserer Milchstraße verschlungen worden ist.

Wie wurde das Alter von HIP 11952 bestimmt?

Astronomen verfügen über verlässliche Modelle der Sternevolution. Im Zuge dieser Evolution ändert ein Stern (abhängig von Anfangsbedingungen wie dem Metallgehalt) charakteristische Größen wie seine intrinsische Helligkeit und seine Oberflächentemperatur. Aus diesen Änderungen lässt sich umgekehrt auf das Alter des Sternes schließen; für HIP 11952 kommt man so auf die angegebenen 12,8 Milliarden Jahre.

Das genaue Entwicklungsstadium des Sterns ist allerdings, nicht zuletzt aufgrund der Unsicherheiten dieser Art von Altersbestimmung, unklar. Es könnte sich gerade noch um einen so genannten Hauptreihenstern handeln, entsprechend der Phase, in der Sterne den Großteil ihres Lebens verbringen, während sich der durch Kernfusion in ihrem Inneren erzeugte Druck und der Einfluss ihrer Schwerkraft die Waage halten. Die Sonne ist ein solcher Hauptreihenstern; alternativ könnte es sich bei HIP 11952 um einen Stern handeln, der die Hauptreihe bereits verlassen hat.