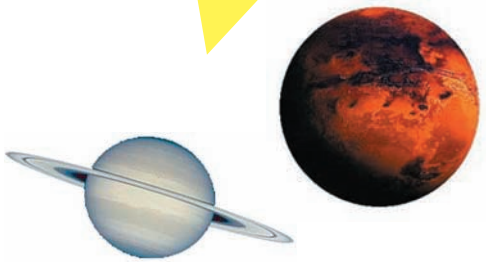
Die kleinen Gaia-Bücher

DIE SUCHE NACH PLANETEN



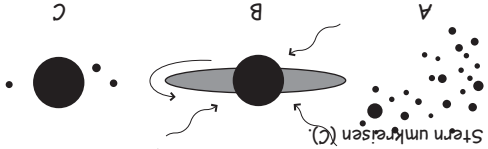
Oktober 2008

Die Bestätigung, dass die Erde nicht Mittelpunkt des Weltalls ist, sondern dass sie zusammen mit sieben anderen Planeten die Sonne umkreist, revolutionierte das Bild, das sich der Mensch vom Weltall machte. Die Entdeckung von mehr als 300 Planeten außerhalb unseres Planetensystems in den letzten Jahren markiert einen weiteren grundlegenden wissenschaftlichen Fortschritt. Damit hat eine lange Spekulation über die Existenz von extrasolaren Planetensystemen ein Ende gefunden.

Die Frage, wie unser Planetensystem entstanden ist, und ob es Leben auf anderen Planeten gibt, ist der Antrieb für die Fortsetzung von Planetensuchprogrammen.

Wie entstanden Planeten und unser Sonnensystem?

Nach unserem heutigen Verständnis bilden sich Sterne und Planeten beim Zusammensturz von rotierenden interstellaren Gas- und Staubwolken. Diese dichten Wolken (A) ziehen sich unter der Eigengravitation zusammen und bilden dabei einen zentralen Stern mit einer umgebenden Scheibe aus interstellarem Material (B). Aus dem Material in dieser flachen Scheibe können sich unter Umständen Planeten bilden, die den zentralen Stern umkreisen (C).



A B C

1

Erdähnliche Planeten in unserem Sonnensystem (Merkur, Venus, Erde und Mars) sind verhältnismäßig klein und bestehen hauptsächlich aus Gestein und Metallen. Nach heutiger Vorstellung haben sie sich durch **Akkretion** auf einen zentralen Kern gebildet, was vorausgesetzt, dass sich die zirkumsolaren Staubteilchen zusammenklumpten und dabei immer größer werdende Körper, sogenannte Planetesimals bildeten, deren Kollisionen untereinander unsere Planeten heranwachsen ließ.

Die **Riesenplaneten** (Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun) kreisen weiter außen um die Sonne und bestehen aus einem festen Kern, der von einer gasförmigen Hülle umgeben ist. Die Bildung dieser festen Kerne kann ebenfalls durch Akkretion von Planetesimals erklärt werden. Die festen Kerne saugen dann ihrerseits Gas aus der umgebenden zirkumsolaren Hülle auf.

Die neuentdeckten extrasolaren Planeten haben Massen im Bereich von 0,1 bis 10 Jupitermassen. Sie kreisen sehr dicht um ihren Zentralstern und haben meist hohe Exzentrizitäten. Im Gegensatz hierzu sagen die Planetentheorien nahezu kreisförmige Bahnen und Entstehungsorte für Riesenplaneten weit vom Stern entfernt vorraus, nämlich genau so, wie es für unser eigenes Sonnensystem zutrifft.

Daher wird ein **Bahnwanderungsmechanismus** vermutet, um der Wanderung eines Riesenplaneten von seinem Entstehungsort weit weg vom Zentralstern zu einer engen Umlaufbahn Rechnung zu tragen. Die hohen Exzentrizitäten der neuentdeckten Planeten entziehen sich noch einer theoretischen Erklärung.

2

Um unser Verständnis für die Entstehung von Planetensystemen zu verbessern, müssen wir eine statistisch signifikante Anzahl von Sternen und Planeten beobachten und diese Beobachtungen unter Einbeziehung der Bahnparameter der Planeten (Exzentrizität, Periode, Neigung), ihrer Masse, sowie des Spektraltyps des Zentralsterns klassifizieren.

Gibt es außer der Erde andere Planeten, auf denen Leben möglich ist?

Falls außerirdisches Leben ähnlichen Gesetzmäßigkeiten folgt wie auf unserer Erde, benötigt es zu seiner Entwicklung flüssiges Wasser und eine Übergangszone zwischen flüssiger und fester Materie. Die einzigen Objekte im Weltraum, die diese Bedingungen erfüllen, sind erdähnliche Planeten in der **bewohnbaren Zone**, also feste Planeten in einem Sternabstand, der flüssiges Wasser ermöglicht.

Hochentwickeltes Leben dürfte sich nur auf Planeten entwickelt haben, die sonnenähnliche Sterne umkreisen. Solche Sterne werden alt genug, um komplexen Organismen genug Zeit zur Entwicklung zu geben, und sie besitzen eine relativ gleichmäßige Energieabstrahlung, die auf ihren Planeten für stabile Verhältnisse sorgt.

Die gleichzeitige Existenz von mindestens einem massereichen Planeten in größerer Entfernung vom Stern und einem erdähnlichen Planeten innerhalb der bewohnbaren Zone dürfte eine bevorzugte Konfiguration für das Vorhandensein von höherentwickeltem Leben auf dem inneren Planeten darstellen, da dieser durch den massereichen äußeren Planeten vor lebensbedrohlichen Zusammenstößen mit Kometen geschützt wird.

3

Bis jetzt wurden keine Planeten gefunden, die all diese Anforderungen erfüllen. Aber die Nachweismethoden werden immer ausgefeilter und man kann die Entdeckung von bewohnbaren Planeten in der nahen Zukunft erwarten. Daher ist es sinnvoll, Teleskope zu planen, die die Spektren von Planetenatmosphären messen können, um durch den Nachweis von Wasserdampf oder Ozon Hinweise auf die Existenz von Leben zu finden.

Zukunftsperspektiven

Egal, ob es um das Verständnis der Planetenbildung oder um die Suche nach extraterrestrischem Leben geht, es sind noch viele Beobachtungen und theoretische Überlegungen notwendig.

Die Suche nach extrasolaren Planeten wird durch Gaia revolutioniert werden. Gaia ist ein Astrometrie-Satellit, den die europäische Weltraum-Agentur ESA bis spätestens 2011 in eine Umlaufbahn bringen will. Gaia wird voraussichtlich zwischen ca. 10.000 Jupiterähnliche Planeten nachweisen, je nach ihrer genauen Nachweisempfindlichkeit und nach Bahnvertreilungshypothesen. Dieses umfangreiche Material wird grundlegende Tests der Theorien über Bildung und Entwicklung von Planetensystemen erlauben.

Gaia

4

Europas Weltraumteleskop zur Planetenjagd COROT ist bereits in Betrieb. Von seinem polaren Orbit aus hält es Ausschau nach steinigen Planteten die nahe Nachbarsterne umkreisen und um ein Vielfaches grösser sind als unsere Erde.

★ Gravitationslinsen: Ein Planet kann eine vorübergehende Gravitationsverstärkung des Lichts eines Hintergrundsternes erzeugen. Dies ist ein Effekt der speziellen Ausbreitung von Licht in einem gekrümmten Raum-Zeit-Medium. Bisher wurde nach dieser Methode bereits eine Planetenentdeckung erzielt.

★ Abbildungsverfahren: Planeten strahlen nicht selbst, sondern reflektieren das Licht ihres Zentralsterns. Es muss also dieses reflektierte Licht nachgewiesen werden. Dies ist eine sehr schwierige Aufgabe, weil der Zentralstern so hell ist, dass er das viel schwächere Bild des Planeten überstrahlt. Geplante Satelliten wie die ESA/NASA-Missionen Darwin/Terrestrial Planet Finder werden raffinierte Abbildungstechniken benutzen, um nach erdähnlichen Planeten in der bewohnbaren Zone zu suchen.

Wir leben in einer aufregenden Zeit, in der die Entdeckung anderer uns ähnlicher Welten, sowie das Verständnis der Entstehung unseres eigenen Planetensystems und sogar die Beobachtung von Planeten mit möglichem Leben in unsere Reichweite gerückt sind.

esa

Ausführlichere Informationen über Gaia gibt es im Internet unter: **http://sci.esa.int/Gaia**

in der Radialgeschwindigkeit eines Sterns nachzuweisen. Die meisten der zur Zeit bekannten extrasolaren Planeten wurden mit dieser Technik entdeckt. Sie funktioniert am besten bei massereichen Planeten, die den Stern in geringem Abstand umkreisen; für Planeten mit Erdmasse reicht ihre Empfindlichkeit nicht aus.

★ Astrometrie: Die Messungen suchen nach Änderungen von Sternpositionen, die durch die Anziehungskraft eines umlaufenden Planeten verursacht werden. Diese Technik ist am empfindlichsten für massereiche Planeten, die mit großen Perioden nahe massearme Sterne umkreisen. Der große Vorteil dieser Methode liegt darin, dass sie die Bestimmung von Masse und Bahnneigung des Planeten erlaubt. Astrometrische Messungen werden jedoch von der Erdatmosphäre gestört, so dass eine Planetenjagd nach dieser Methode Satelliten wie Gaia erfordert, die ihre Beobachtungen vom Weltall aus durchführen.

★ Photometrie (Bedeckungen): Diese Methode misst die Helligkeitsabnahme eines Sterns beim Vorübergang eines

Planeten vor dem Stern. Für einen Planeten von Jupitergröße verschluckt diese Abdeckung ungefähr 1% des Sternlichts. Diese Methode ist besonders erfolgreich bei großen Planeten, die den Stern in geringem Abstand umkreisen. Die erste erfolgreiche Beobachtung eines solchen Planeten-Vorübergangs wurde mit einem erdgebundenen Teleskop an dem Stern HD 209458 durchgeführt.

6

Gaia könnte also auch eine Rolle bei der Suche nach bewohnten Welten spielen, und zwar nicht durch direkten Nachweis erdähnlicher Planeten, sondern durch Aufspüren von Systemen mit einem Riesenplaneten in großem Abstand von einem sonnenähnlichen Stern; eine Voraussetzung, die die Wahrscheinlichkeit für das Auffinden eines inneren bewohnten Planeten erhöhen würde.

Zunehmend leistungsstärkere Computer werden eine schnelle Weiterentwicklung der numerischen Simulationen von Planetenentstehung und Planetenentwicklung ermöglichen. Diese Simulationen stellen ein wertvolles Werkzeug für theoretische Studien auf diesem Gebiet dar.

Nachweismethoden

Es gibt eine Reihe verschiedener Methoden, mit deren Hilfe eine Planetensuche möglich ist:

★ Dynamische Störung des Sterns durch den Planeten: Wenn ein Planet einen Stern umkreist, übt er einen Gravitationseffekt auf ihn aus, der dazu führt, dass der Stern eine entsprechende Spiegelbewegung in Bezug auf das gemeinsame Massenzentrum ausführt. Der Stern beschreibt dann eine kleine elliptische Bahn mit der gleichen Periode wie der Planet.

Zwei Methoden zielen auf den Nachweis dieser Wackelbewegung des Sterns:

★ Radialgeschwindigkeit: Die Messungen versuchen die durch einen Planeten verursachte periodische Variation

5