Markus Pössel

Ferne Planetenwelten

Am 23. Mai 2012 erhielt die Heidelberger Astrophysikerin Lisa Kaltenegger den Heinz Maier-Leibnitz-Preis im Bereich Physik. Diese mit 16 000 Euro dotierte Auszeichnung wird jährlich von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung an herausragende Nachwuchsforscher in sechs Fachdisziplinen vergeben. Frau Kaltenegger leitet am Max-Planck-Institut für Astronomie eine Emmy-Noether-Gruppe zur »Charakterisierung extrasolarer Planeten«.

Sterne und Weltraum: *Frau Kaltenegger, ganz herzlichen Glückwunsch zum Heinz Maier-Leibnitz-Preis, den Sie im Mai für ihre Arbeiten auf dem Gebiet der Charakterisierung extrasolarer Planeten erhalten haben!*

Lisa Kaltenegger: Vielen Dank!

Ihr Forschungsgebiet ist noch relativ jung. Übt es gerade aus diesem Grund eine besondere Faszination auf Sie aus?

Ich finde es enorm spannend, wenn man sich vorstellt: 1995 – da fing ich gerade an, zu studieren – wurde der erste Planet gefunden, der um einen gewöhnlichen, sonnenähnlichen Stern kreist. Davor gab es schon Pulsarplaneten und andere substellare Objekte. Es hat sich schon sehr viel verändert, das ganze Feld ist wahnsinnig jung, spannend, dynamisch. Man kann mit simplen Fragen, die bisher keiner gefragt hat, einen ganz neuen Forschungszweig aufmachen, weil die Technologie noch nicht so weit war, dass wir überhaupt hätten Daten bekommen können.

Im Laufe der letzten Jahre ist die Anzahl der extrasolaren Planeten rapide auf mehr als 750 angestiegen. Was wissen wir inzwischen über diese fernen Welten?

Wir haben eine Menge Daten von großen jupiter- oder neptunähnlichen Gasplaneten dank der Weltraumobservatorien Kepler und Corot und der Dopplersuche vom Boden aus. Und jetzt gibt es die ersten kleinen Planeten, die heiß und felsig sind, Corot 9b und Kepler 10b. Das Gebiet geht mit Siebenmeilenschritten voran. Die wichtigsten Gase in der Atmosphäre der ersten großen Planeten sind schon charakterisiert.

Gibt es derzeit Programme, um speziell nach erdähnlichen Planeten – vielleicht sogar mit Spuren von Leben – zu suchen?

Es gibt das TESS-Konzept in Amerika, das versucht, die erdgroßen Planeten um die nächsten Sterne zu finden. Da bin ich dabei und daher etwas voreingenommen: Dahinter steht die Idee, nahe kleine Exoplaneten zu finden, um diese mit den nächsten Teleskopen durch die Aufnahme ihrer spektralen Fingerabdrücke zu charakterisieren.

Mit Ihrer Forschungsgruppe in Heidelberg modellieren Sie am Computer solche atmosphärischen Fingerabdrücke von Planeten. Was ist dabei Ihr wichtigstes Ziel?

Zum einen versuchen wir herauszufinden, wie sich bestimmte Eigenschaften des Planeten auf sein atmosphärisches Spektrum auswirken. Denn wenn wir diese spektralen Signaturen kennen, wissen wir, wonach wir suchen müssen, und können dann die zukünftigen Teleskope mit der passenden Technologie ausstatten.

Mit welcher dieser Planetenarten beschäftigen Sie sich bei Ihrer Forschung am liebsten?

Ein Postdoc in meinem Team modelliert die großen, jupiterähnlichen Planeten. Meine Faszination liegt aber bei den kleinen, von denen wir noch nicht so viele Daten haben.

Welche Eigenschaften untersuchen Sie in Ihren Modellplaneten?

Wir arbeiten an der Photochemie und an Klimamodellen von Planeten, die erdähnlich, aber nicht genau wie die Erde sind. Wir fragen uns: Was würde sich ändern, wenn der Planet größer oder kleiner wäre, was, wenn die Temperatur variiert würde, wenn er mehr oder weniger Wasser hätte. Wir machen hierzu gerade eine theoretische Durchmusterung mit Computermodellen, um ein Raster für Felsplaneten zu erstellen.

Wie lange braucht der Computer, bis zum Beispiel ein Atmosphärenmodell durchgelaufen ist und Sie ein neues, etwa mit einer anderen Temperatur, rechnen können?

Gott sei Dank geht das sehr schnell. Wir machen auch alles eindimensional. Das ist ein sehr guter und einfacher Ansatz.

Sie mitteln also über die gesamte Atmosphäre?

Ja, das funktioniert sehr gut für die Erde und die anderen Planeten des Sonnensystems. Das gemittelte Bild entspricht den künftigen Beobachtungen, bei denen man ein integriertes Bild bekommt, und kein zwei- oder dreidimensionales.

Vermutlich simulieren Sie auch solche Eigenschaften, die auf die Existenz von Leben auf den fremden Planeten hindeuten könnten?! Von welchen Voraussetzungen gehen Sie dabei aus?

Zunächst von verschiedenen biologischen Einflüssen, die auf der Erde einen Teil der Atmosphärenzusammensetzung bestimmen. Dann stellen wir uns die Frage, wie sich ein rein geologisches Modell eines Planeten von einem mit Leben unterscheiden lässt.

Da Planeten nicht selbst leuchten, spielt in den spektralen Fingerabdruck der Atmosphäre das Licht des Muttersterns hinein ...

Ja, das ist natürlich ganz wesentlich. Es wird von der Planetenatmosphäre teilweise reflektiert, teilweise absorbiert und reemittiert. Wie das vom Planeten abgestrahlte Licht aussieht, hängt also von zweierlei ab: den Eigenschaften der planetaren Atmosphäre und den spektralen Eigenschaften des Sternenlichts. Um das zu berechnen, verwenden wir einen Code zum Strahlungstransport für etablierte Sternmodelle und Sterndaten verschiedener Satellitenmissionen.

Was wäre, basierend auf der Grundlage der Modellrechnungen und der bereits vorliegenden Beobachtungsdaten, der nächste Schritt?

Was mich da sehr fasziniert, ist, die Erkenntnisse aus beiden Bereichen zu kombinieren: Wir haben jetzt schon die Atmosphären für einige Welten größer als Jupiter um andere Sterne charakterisiert, und wir haben auch die kleineren schon gefunden. Dadurch stellt sich die Frage: Welche Beobachtungsstrategie wird es uns erlauben, die Atmosphären der felsartigen Planeten zu untersuchen und zwischen lebensfreundlichen und anderen zu unterscheiden.

Welche Beobachtungsmöglichkeiten wird die Zukunft bieten?

Das James Webb Space Telescope, das JWST, und Nachfolger des Hubble-Teleskops, sowie das European Extremely Large Teleskope, das E-ELT, werden unsere nächsten großen Möglichkeiten sein. Darum ist eine Mission wie TESS sehr wichtig, damit wir wissen, wo die felsartigen Planeten in Sonnennähe sind, um deren Atmosphären dann mit JWST charakterisieren zu können. Je näher sie uns sind, desto besser kann man das Licht einfangen. Das Signal-Rausch-Verhältnis ist dann höher, und darum lassen sich auch schwache Signale wie Sauerstoff und Wasser finden, wenn man einige der Transits aufaddiert.

Mit diesen Daten könnten Sie dann ihre Modelle kombinieren?

Ja. Wir versuchen, mit unseren Modellannahmen ein Gesamtbild aufzubauen und möglichst breite Parameterbereiche abzudecken, damit wir wissen, was die nächsten Instrumente am JWST oder am E-ELT, können müssen, um extrasolare Planeten aufzuspüren.

Zu den geplanten Beobachtungsprojekten: Stoßen wir da nicht langsam auf echte technische Herausforderungen?

Die Frage ist wohl eher eine politische und finanzielle. Nun war in der ursprünglichen Planung des JWST gar nicht vorgesehen, dass mit diesem Satelliten auch nach extrasolaren Planeten gesucht werden sollte. Deshalb werden wir höchstwahrscheinlich sehr viel Beobachtungszeit benötigen, um solche Planeten zu detektieren.

Weil besonders die erdähnlichen Planeten so lichtschwach sind?

Das JWST ist zwar 6,5 Meter groß, aber die Planeten sind sehr klein, und die Atmosphären, die wir anschauen wollen, sind sehr, sehr dünn – da lässt sich der Vergleich mit einem Apfel und seiner Schale ziehen, und dabei ist es die Schale, die wir uns anschauen wollen.

Das heißt, Sie müssten die Zeit extra anfordern?

Ja, und da muss sich die Forschergemeinde zusammenraufen, denn jeder hat natürlich eigene Interessen. Es ist ein junges Gebiet, das heißt, Sie müssen auch davon ausgehen, dass in den großen, wichtigen Gremien sehr wenige Planetenforscher sitzen. Viele schätzen zwar das Gebiet, auch wenn sie es selbst nicht beforschen. Dennoch gibt es in Toppositionen bisher wenige richtige Fürsprecher. Das ist die politische Seite.

Wie sind Sie überhaupt zu ihrem Forschungsgebiet gekommen?

Ich hatte die großartige Gelegenheit, zur ESA gehen zu können. Die suchten gerade jemanden, der beim Design einer Mission zur Erdsuche und -charakterisierung mithelfen sollte, das war damals Darwin.

Was war bei dieser Arbeit Ihre Aufgabe?

In einem Designer-Team von drei Leuten habe ich an den Konfigurationen des Satelliten mitgearbeitet. Wir haben überlegt, welche Methode die beste wäre, um Ozon oder Methan auf einem extrasolaren Planeten zu finden.

Und das hat Sie so fasziniert, dass Sie dabei geblieben sind. Sie waren dann einige Zeit in den USA und sind auch weiterhin als Lecturer an der Harvard University tätig. Gibt es etwas im Forschungsalltag, was Ihnen dort vielleicht besonders zusagt?

Was mir in Amerika gut gefällt, ist die flache hierarchische Struktur. Wenn jemand eine gute Idee hat, ist es dort einfacher, mit der Forschung dazu anzufangen. Es fallen viele Zwischenschritte weg, wenn es darum geht, eine Finanzierung für neue Ideen zu finden. Für junge Leute gibt es gute Möglichkeiten.

Wie sehen Sie die Entwicklung in diese Richtung in Deutschland?

Es ist gut, dass wir das in Europa übernehmen, dass jetzt auch hier die Möglichkeiten für Nachwuchsgruppen geschaffen werden. Denn Forschung lebt davon, dass es einen Austausch von guten Leuten über Grenzen hinweg gibt. Diese verschiedenen Gruppen erlauben es, Leute von Topuniversitäten aus der ganzen Welt anzuziehen. Die Bürokratie hält sich im Rahmen, da man nicht für jeden einzelnen Mitarbeiter Gelder beantragen muss, sondern die Mittel gleich für eine ganze Gruppe auf einmal bekommen kann.

Frau Kaltenegger, wir bedanken uns herzlich für das Interview.

Das Gespräch führten Mike Beckers und Felicitas Mokler.

»Wie mein Forschungsalltag aussieht? Ich komme in mein Büro und denke mir einen Planeten aus.«