VLT liefert erstaunliche Daten : mit neuer Optik den Exoplaneten auf der Spur

Autor(en): **Quanz, Sascha P.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **68 (2010)**

Heft 361

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-898019

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

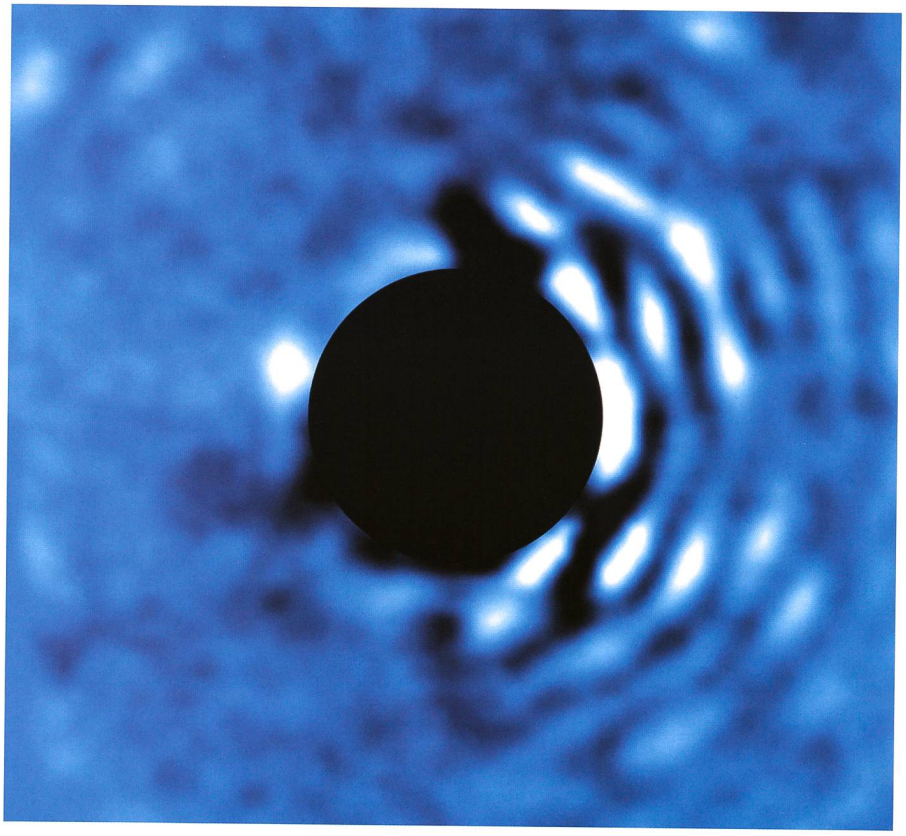
http://www.e-periodica.ch

VLT liefert erstaunliche Daten

Mit neuer Optik den Exoplaneten auf der Spur

Von Sascha P. Quanz

Das Very Large Telescope (VLT) in Chile liefert erstaunliche Daten zu Exoplaneten. Neue Aufnahmen zeigen diese Exoplaneten nun detailliert, trotz schwieriger Lichtbedingungen. Ermöglicht werden die Aufnahmen dank einer neuen Optik, an deren Entwicklung das Institut für Astronomie der ETH Zürich massgeblich beteiligt ist.



Dieses Bild zeigt den Planeten Beta Pic b im Wellenlängenbereich von 4.05 Mikrometern, aufgenommen mit dem VLT NACO-Instrument und einem Koronografen (schwarzer Kreis) am 3. April 2010. Beta Pictoris ist abgedeckt. Rechts sind durch die Lichtbrechung am Teleskop entstandene Beugungsringe erkennbar, während wir links der schwarzen Scheibe den Planeten in einem Abstand von 6.5 Astronomischen Einheiten sehen. Der Planet selber hat die neunfache Jupitermasse. (Bild: ESO)

Sie heissen Antu, Kueyen, Melipal und Yepun, was in der Sprache der Mapuche-Indianer Sonne, Mond, Kreuz des Südens und Venus bedeutet. Hinter den archaischen Namen verbergen sich hochtechnologische Teleskopeinheiten des sogenannten Very Large Telescope (VLT). Die Europäische Südsternwarte (ESO) betreibt dieses einmalige Grossteleskop mit dem schlichten Namen in einer Wüste im Norden Chiles. Astronomen lieferten in den vergangenen Wochen und Monaten mit Hilfe des VLTs spektakuläre Resultate zu Exoplaneten. Bisher ist es jedoch nur bei einer Handvoll von Exoplaneten gelungen, direkte Bilder von ihnen aufzunehmen. Nun soll eine neue Optik, die von einer internationalen Forschergruppe unter der Leitung des Instituts für Astronomie der ETH Zürich und der Sterrewacht Leiden (NL) entwickelt wurde, die Suche nach und das direkte Fotografieren von Exoplaneten erleichtern. Erste Aufnahmen eines bekannten Exoplaneten sind bereits gelungen, und die Resultate werden in Kürze in Fachzeitschriften (unter anderem auch exklusiv im ORION) publiziert.

Mehr sehen bei zu viel Licht

Koronografen werden eingesetzt, um die helle Lichtscheibe eines Sterns abzudecken, so dass die Korona, der feine Strahlenkranz um einen Stern oder lichtschwächere Objekte in unmittelbarer Nähe des Sterns, besser beobachtet werden können. Dabei muss das Licht im richtigen Masse abgedämpft werden, wie man das zum Beispiel von Sonnenfinsternissen her kennt. Die meisten Koronografen verwenden zwei optische Komponenten, die exakt aufeinander abgestimmt sein müssen, um das Licht des angepeilten Sterns zu unterdrücken.
Die neu entwickelte Optik namens Apodizing Phase Plate (APP) verwendet nur eine, welche gezielt die Streuung des Sternenlichts minimiert. Das APP nutzt dafür die Eigenschaften des Lichts, um die störenden Beugungsmuster auf einer Seite des Sterns aufzuheben. Die Oberfläche der neuen Optik, durch die das Licht des Teleskops geschickt wird, lässt sogenannte Phasenvariationen entstehen, welche die Lichtwellen verändern. Vielleicht lässt sich dieses Phänomen bildlich etwa so erklären, wie wenn man im Ozean taucht und gegen den Himmel blickt. Der beobachtete Effekt ist annähernd mit dieser Phasenvariation vergleichbar. Das Sonnenlicht wird an den Wellen der Wasseroberfläche gebeugt und lässt den Himmel und die Wolken ganz anders erscheinen. Unsere Optik funktioniert nach einem ähnlichen Prinzip.

Mehr Informationen über «Beta Pic b»

Was die neue APP Technik leistet, konnte das Team der ETH Zürich

und des Observatoriums Leiden nun an einem Beispiel unter Beweis stellen. Erst Anfang Juni meldete die ESO, dass es ANNE-MARIE LAGRANGE vom Laboratoire d'Astrophysique in Grenoble am VLT gelungen ist, die Bewegung eines Exoplaneten, der den hellen Stern Beta Pictoris umkreist, direkt zu beobachten. Das Team konnte nun mit Hilfe der neuen Optik diese Entdeckung rund um «Beta Pic b» – wie der Exoplanet offiziell heisst – bestätigen. Zudem konnten sie Daten liefern, die den Planeten Beta Pic b an einem weiteren Punkt seiner Umlaufbahn zeigen. Eine Umlaufbahn, die bis vor kurzem Rätsel aufgeben hat (siehe Kasten).

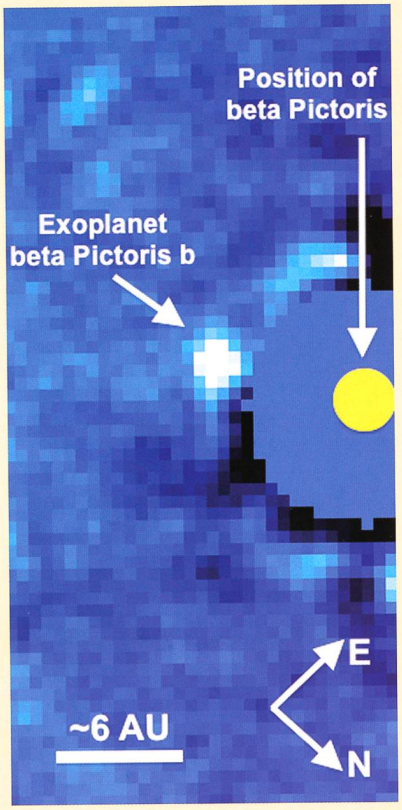
Da die APP in einem leicht anderen Wellenlängenbereich arbeitet als der Filter, der von Dr. LAGRANGE verwendet wurde, konnte das Team zusätzlich Informationen über die Temperatur und die Atmosphäre des Exoplaneten sammeln. Die Resultate lassen sich wie folgt zusammenfassen: Zwar war dieser Exoplanet schon vorher bekannt, doch die Resultate zeigen klar die Kapazitäten der neuen Technologie. Sie ist einfach anzuwenden, weil sie keine spezielle Ausrichtung auf den Zielstern erfordert. Bei beta Pictoris b halfen uns die neuen Daten, die Temperatur des Planeten einzuschränken. Dazu haben wir die «Farbe» des Planeten bestimmt, in dem wir die Helligkeit bei 3,8 Mikrometer Wellenlänge von Dr. LAGRANGE mit der Helligkeit bei 4 Mikrometer Wellenlänge aus unseren Daten verglichen haben. Die so bestimmte Farbe hängt direkt mit dem Temperatur des beobachteten Objektes zusammen. Durch einen Vergleich der Farbe des Exoplaneten mit den Farben von bekannten Braunen Zwergen, konnten wir feststellen, dass der Planet einen Spektraltyp zwischen L0 und L7 hat (siehe Abbildung rechts). Das wiederum bedeutet, dass seine Temperatur etwa zwischen 1500 und 1900 Kelvin liegt. Diese hohe Temperatur liegt zum einen an der Masse des Objektes vor allem aber an dem noch jungen Alter von angenommenen 12 Millionen Jahre.

Vielfältige Anwendungsmöglichkeiten der neuen Optik

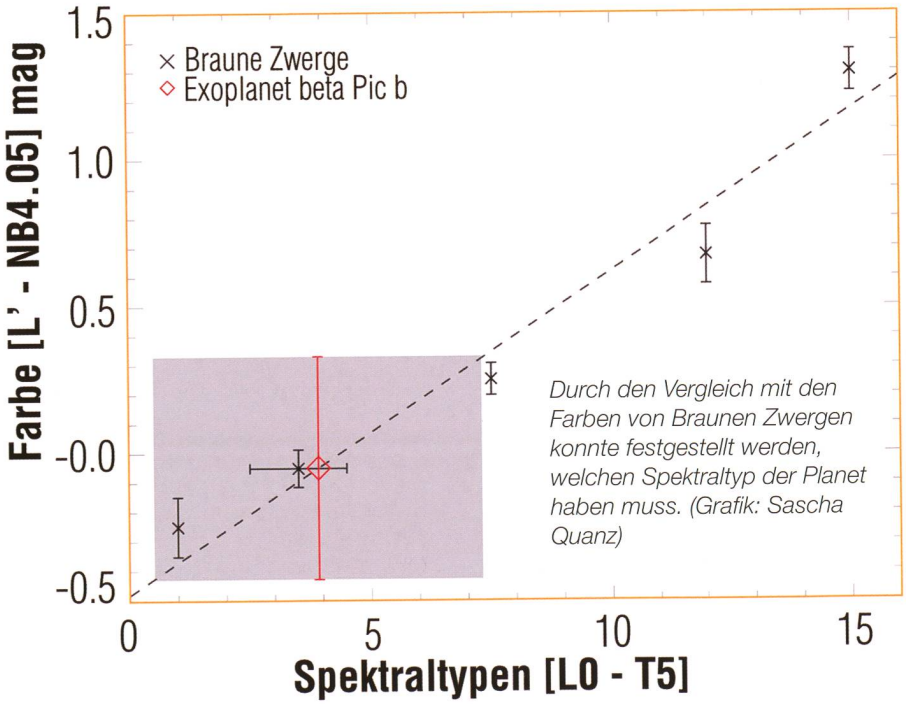
In Zukunft könnten neue Daten des Teleskops dabei helfen, neue Exo-

Beta Pictoris und sein Exoplanet

Beta Pictoris (kurz: Beta Pic) ist der zweithellste Stern im Sternbild des Malers. Der massereiche, heisse Stern befindet sich in einer Entfernung von etwa 63 Lichtjahren. Das VLT konnte im Jahr 2003 ein Bild aufnehmen, das nahe beim Beta Pictoris ein Objekt zeigte, welches als Planet mit etwa achtfacher Jupitermasse (1 Jupitermasse = 320 Erdmassen) angesehen wurde, auf späteren Aufnahmen aber rätselhaft verschwunden blieb. Neue Aufnahmen bestätigten jedoch die Existenz des Exoplaneten. Er trägt den Namen Beta Pic b, denn Exoplaneten werden mit dem Namen des Sterns sowie einem angehängten Kleinbuchstaben bezeichnet. Die Nummerierung erfolgt dabei in der Reihenfolge der Entdeckung, beginnend mit „b". Als Extrasolarer Planet oder kurz Exoplanet wird ein Planet bezeichnet, der nicht unserem Sonnensystem angehört, sondern einen anderen Stern umkreist. Heutzutage sind bereits mehr als 450 Exoplaneten bekannt. Allerdings sind die meisten dieser Exoplaneten nur indirekt nachgewiesen worden. Nur von wenigen Exoplaneten gibt es bisher direkte Aufnahmen – dazu gehört der Beta Pic b.



Exoplanet Beta Pic b mit APP fotografiert. Die zentrale, helle Region des Muttersterns Beta Pictoris wurde abgedeckt, um die genaue Position des Exoplaneten bestimmen zu können. Die Pixel stammen von der Teleskop-Kamera. (Bildrechte: Sascha Quanz/ETH Zürich)



Durch den Vergleich mit den Farben von Braunen Zwergen konnte festgestellt werden, welchen Spektraltyp der Planet haben muss. (Grafik: Sascha Quanz)

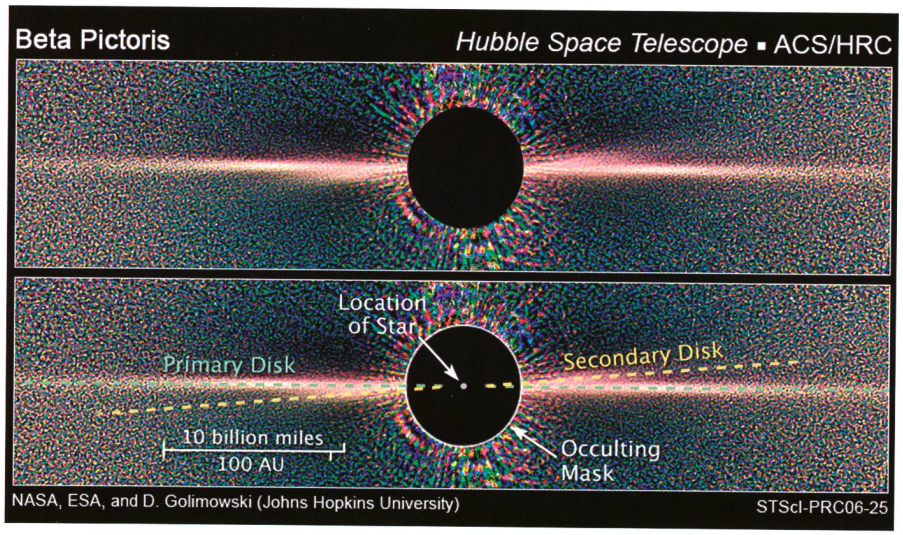
planeten zu entdecken und die Temperatur und gegebenenfalls die Masse besser zu bestimmen, was ein grosses Ziel der Forscher ist. Doch auch andere Forschungsgebiete können von der neuen APP-Technologie profitieren. «Wir sind gespannt, wie die Astronomen des VLTs die neuen Kapazitäten für ihre Forschung zukünftig einsetzen. Sie kann ja nicht nur für extrasolare Planeten verwendet werden, sondern auch für andere lichtschwache Strukturen um junge Sterne oder Quasare», freut sich Michael R. Meyer, Co-Autor und Projektleiter des APPs.
Überhaupt werden uns die Exoplaneten die nächsten Jahre oder Jahrzehnte weiter beschäftigen. Wie auf Seite 17 in dieser ORION-Ausgabe zu lesen ist, dürfte das Augenmerk vermehrt auch potentiell «bewohnbaren» Planeten gelten.

Dr. Sascha P. Quanz
Institute for Astronomy – Department of Physics,Swiss Federal Institute of Technology (ETH)
Wolfgang-Pauli-Strasse 27
Building HIT, Floor J
CH-8093 Zurich

492 Exoplaneten!

Seit der Erstentdeckung eines Exoplaneten um einen sonnenähnlichen Stern im Jahre 1995 durch die beiden Schweizer Astronomen Michel Mayor und Didier Queloz (51 Pegasi) ist die Zahl bis heute (Stand: 30. September 2010) auf 492 gestiegen! 363 Sterne werden von nur einem Planeten umkreist, die restlichen haben zwei bis sogar sieben Planeten. Die meisten der bis jetzt entdeckten Systeme unterscheiden sich von unserem Sonnensystem. (tba)

Staubscheibe um Beta Pictoris ist seit 1983 bekannt



HST-Aufnahme von Beta Pictoris. Damit die beiden Staubscheiben sichtbar werden, wurde der Stern abgeblendet (dunkle Scheibe). (Bild: NASA/ESA)

Bereits 1983 wurde die Akkretionsscheibe um den Stern Beta Pictoris mit dem Infrarotsatelliten IRAS (niederländisch: Infra-Rood Astronomische Satelliet) entdeckt. Dieser Satellit war das erste Weltraumteleskop, welches im mittleren und fernen Infrarot aufzeichnen konnte. Nach der sensationellen Entdeckung konnte die Staubscheibe bald auch mit erdgebundenen Teleskopen fotografiert werden. Sie hat einen Durchmesser von rund 400 Astronomischen Einheiten (1 Astronomische Einheit entspricht der mittleren Distanz Sonne - Erde, also 150 Millionen km). Schon damals gingen die Astronomen davon aus, dass sich in der Scheibe Planeten bilden könnten. Das Hubble Space Telescope HST registrierte im inneren Bereich tatsächlich eine durch die Masse eines möglichen, damals noch unbekannten Planeten, hervorgerufene «Verbiegung». Erst hochauflösende Bilder der Advanced Camera for Surveys konnten aber den Nachweis erbringen. Anfänglich gingen die Wissenschafter von einem Planeten oder einem Braunen Zwergstern mit etwa 20-facher Jupitermasse aus.
Auf einem im Jahre 2003 mit dem Very Large Telescope VLT gewonnenen Bild konnte 2008 nahe des Sterns Beta Pictoris erstmals ein Objekt identifiziert werden, das der vermutete Planet sein könnte. In der Folge korrigierte man die Masse nach unten (8-fache Jupitermasse). Auch ein leichter Helligkeitsabfall des $+3.9^{mag}$ hellen Sterns könnte durch den Planeten hervorgerufen worden sein, als dieser vor ihm durchlief. Interessant wird sein, ob es zwischen September 2013 und Dezember 2020 erneut zu einem Helligkeitsabfall kommt. Damit wäre Beta Pictoris der bislang hellste bekannte Stern mit einem so genannten «Transit-Planeten», was weitere interessante Optionen zur Erforschung einer möglichen Planetenatmosphäre eröffnete.

Erstmalige Beobachtung einer Bewegung

Im Juni diesen Jahres meldete die Europäische Südsternwarte ESO, dass es gelungen sei, mit dem NACO-Instrument des VLT, das Objekt erneut aufzuspüren, zur Überraschung der Astronomen auf der anderen Seite des Sterns! Damit konnte ausgeschlossen werden, dass es sich um einen möglichen Hintergrundstern handelte. Vielmehr wurde erstmals der Umlauf eines Exoplaneten um sein Zentralgestirn direkt beobachtet. Damit sind auch jegliche Zweifel verflogen, dass es sich beim beobachteten Objekt nicht um den vermuteten Planeten handeln könnte. In den kommenden Jahren oder Jahrzehnten wird es mit den stets weiter entwickelten technischen Möglichkeiten machbar sein, den vollen Umlauf des Planeten um seinen Zentralstern aufzuzeichnen. Nach wie vor ist unklar, ob der Planet vor oder hinter Beta Pictoris durchgewandert ist. (tba)