

Sie fahnden nach Leben im All

Zwergsterne wie TRAPPIST-1 und ihre Planeten sind die neuen Favoriten bei der Suche nach erdähnlichen, lebensfreundlichen Bedingungen draussen im All. Teams der Universität Bern zählen zur Weltspitze in diesem Forschungsgebiet.

Von Barbara Vonarburg

Brice-Olivier Demory ist begeistert: «Mit unserem Fachwissen hier an der Universität Bern können wir sämtliche Aspekte des TRAPPIST-1-Systems untersuchen – das kann kaum eine andere Forschungsgruppe in Europa.» Der Professor am Center for Space and Habitability (CSH) ist Mitentdecker des 40 Lichtjahre entfernten Planetensystems. Am liebsten möchten die Astronomen und Astronominen einen Erdzwilling finden, der im gleichen Abstand wie unser Planet einen Stern in der Grösse der Sonne umkreist, und darauf Hinweise auf Leben entdecken. Doch dies ist mit den heutigen Instrumenten nicht möglich. Eine Alternative sind kleine Sterne wie TRAPPIST-1: Hier lassen sich kleine, erdähnliche Planeten einfacher beobachten.

«Die TRAPPIST-1-Planeten sind zurzeit unsere besten Kandidaten bei der Suche nach erdähnlichen, lebensfreundlichen Bedingungen ausserhalb unseres Sonnensystems», sagt Brice-Olivier Demory. Der Stern ist etwa zehnmal kleiner als die Sonne, seine Oberflächentemperatur ist viel niedriger. Deshalb gilt er als ultrakühler, roter Zwerg. Da der Stern nur schwach strahlt, haben seine sieben Planeten eine gemässigte Oberflächentemperatur, obwohl sie ihm sehr nah sind. Dank dieser Nähe können sie überhaupt beobachtet werden: Von uns aus gesehen ziehen sie direkt vor dem Stern durch und verdunkeln ihn dabei leicht. Diese sogenannten Transite verraten die Existenz und Grösse der Planeten.

Es begann im Wallis beim Fondue

Die Entdeckungsgeschichte begann im April 2007. Brice-Olivier Demory, der damals an der Universität Genf doktorierte, reiste zusammen mit dem belgischen Postdoktoranden Michaël Gillon ins Observatorium Saint-Luc oberhalb Nendaz. «Wir assen ein Fondue, diskutierten und liessen das Teleskop automatisch den roten Zwerg Gliese 436 beobachten», erinnert sich Demory: «Als wir am Ende der Nacht zum Computer gingen, sahen wir in den Daten einen Transit.» Weitere Untersuchungen zeigten, dass das Objekt nur etwa so gross ist wie Neptun: Es war der kleinste Planet, der bis dahin mit der Transitmethode beobachtet

worden war. Der Stern Gliese 436 ist etwa halb so gross wie die Sonne.

Der Erfolg in den Walliser Bergen motivierte Michaël Gillon, bei noch kleineren Sternen nach noch kleineren Planeten zu suchen. Mit einem eigens dafür gebauten Teleskop namens TRAPPIST in Chile entdeckte ein Team unter seiner Leitung bei einem roten Zwerg schliesslich drei nur erdgrösse Planeten. Der Stern erhielt den Namen TRAPPIST-1. Das Spitzer-Weltraumteleskop der NASA spürte dort vier weitere Planeten auf. «Vor TRAPPIST-1 glaubte niemand, dass man diese Art Planeten bei solchen Sternen finden kann», sagt Demory: «Wir haben damit eine neue Tür für die Exoplaneten-Forschung aufgestossen.» Die Forschenden sind überzeugt, dass sie schon bald viele weitere erdähnliche Planeten bei ultrakühlen Sternen finden werden.

Teleskop in Mexiko für die Vorauswahl

Noch diesen Sommer soll unter der Leitung von Brice-Olivier Demory ein neues Teleskop in Mexiko am Nordhimmel nach solchen Objekten fahnden. Finanziert wurde das 1,3 Millionen Franken teure Projekt vom CSH der Universität Bern, dem Nationalen Forschungsschwerpunkt (NFS) PlanetS und den Universitäten Cambridge und Genf, betrieben wird es in Zusammenarbeit mit der mexikanischen «Universidad Nacional Autónoma». Sein Name «SAINT-EX» steht offiziell für «Search and Characterisation of Transiting EXoplanets» (Suche und Charakterisierung von vorüberziehenden Exoplaneten). Als begeisterter Flieger erinnert Demory damit aber vor allem an den Schriftsteller und Piloten Antoine de Saint-Exupéry. Das SAINT-EX-Team am CSH entwickelt zurzeit die Software für den wissenschaftlichen Betrieb des automatischen Teleskops, das sich von der Universität Bern aus fernsteuern lässt.

CHEOPS-Satellit für die heissen Kandidaten

Von den Beobachtungen des SAINT-EX-Teleskops wird ein anderes Exoplaneten-Projekt profitieren: In den letzten fünf Jahren wurde an der Universität Bern das

Weltraumteleskop CHEOPS entwickelt und zusammengebaut. CHEOPS (Characterising Exoplanet Satellite) wird ebenfalls Transite beobachten. Der Start der Mission unter der gemeinsamen Leitung der Schweiz und der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) ist für Anfang 2019 vorgesehen. «SAINT-EX kann eine Vorauswahl der CHEOPS-Ziele treffen, um sicherzustellen, dass wir den Satelliten auf vernünftige Weise nutzen und keine Zeit für Dinge verlieren, die wir vom Boden aus erledigen können», erklärt Brice-Olivier Demory.

Grösse, Masse und Dichte errechnet

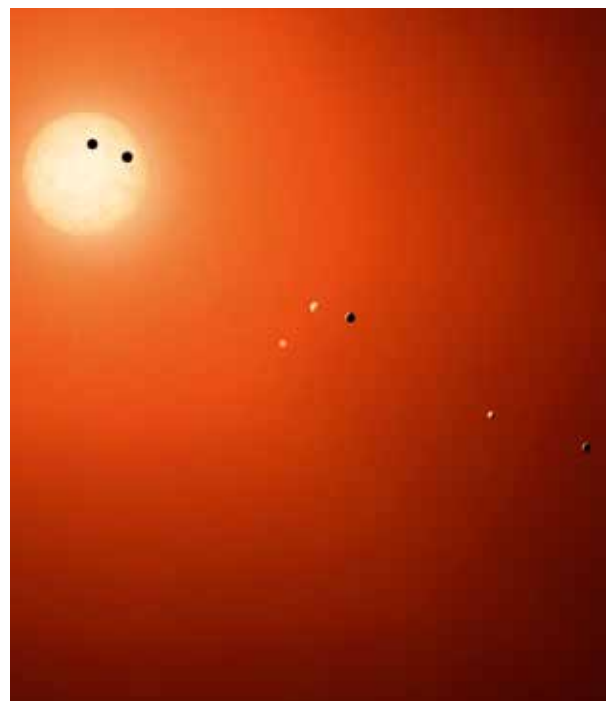
CHEOPS wird Sterne beobachten, von denen man weiss, dass sie von Exoplaneten umkreist werden. Die Details, die sich anhand von Transiten herausfinden lassen, sind erstaunlich. Das zeigen die Untersuchungen des TRAPPIST-1-Systems. So gelang es Simon Grimm vom CSH, die Massen der sieben Planeten zu berechnen. Während man die Grösse eines Planeten relativ direkt aus der Abnahme der Sternhelligkeit bei seinem Transit ableiten kann, ist die Bestimmung der Masse viel komplizierter. Theoretisch lässt sie sich aus Bahnabweichungen berechnen, weil sich die Planeten gegenseitig stören. Praktisch schien dies für ein solch grosses und kompaktes Planetensystem wie TRAPPIST-1 unmöglich, bis sich Simon Grimm mit einem von ihm entwickelten Computercode an die Arbeit machte. Während sich die Codes anderer Forschungsteams als zu langsam erwiesen, konnte der CSH-Wissenschaftler das entsprechende 35-dimensionale Problem lösen und die Masse der TRAPPIST-1-Planeten bis auf 10 Prozent genau bestimmen.

«Weiss man, wie gross und wie schwer die Planeten sind, kann man deren Dichte berechnen», erklärt Simon Grimm: «Dann lässt sich anhand von Modellrechnungen interpretieren, wie sie aussehen könnten.» So fand das Team heraus, dass alle TRAPPIST-1-Planeten hauptsächlich aus Gestein bestehen. Der vierte Planet ist der Erde am ähnlichsten in Bezug auf Grösse, Dichte und Strahlungsmenge, die er von seinem Stern erhält. An seiner



Das CHEOPS-Weltraumteleskop – hier im Reinraum im Gebäude der Exakten Wissenschaften der Universität Bern – soll ab 2019 weitere erdähnliche Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems (Exoplaneten) aufspüren.

© Thomas Beck/Universität Bern



Das TRAPPIST-1-System: Sieben Planeten kreisen um einen Zwergstern. Sie wurden entdeckt, weil sie von uns aus gesehen direkt vor dem Stern durchziehen und diesen dabei leicht verdunkeln.

© NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (IPAC)

Oberfläche könnte es Wasser in flüssiger Form geben, was nötig ist für Leben, wie wir es kennen.

Lebhafte Suche nach dem richtigen Modell

Laut den Berechnungen enthalten einige der TRAPPIST-1-Planeten bis zu fünf Prozent Wasser – ein Ergebnis, das den Theoretikern von CSH und NFS PlanetS zurzeit Kopfzerbrechen bereitet. Ihre Aufgabe ist es, die Daten in Modellen zu verknüpfen und daraus Schlüsse zu ziehen. «In unseren Computersimulationen haben die Planeten bei solch kühlen Zwergsternen entweder gar kein Wasser oder einen viel höheren Wasseranteil von 20 bis 30 Prozent», sagt Yann Alibert, Astrophysik-Professor der Universität Bern: «Andere Eigenschaften des Systems, wie beispielsweise die Grösse der Planeten, können wir jedoch im Modell gut reproduzieren.» Bei einem ihrer regelmässigen Treffen haben sich Alibert und vier weitere CSH-Wissenschaftler in einem Sitzungszimmer versammelt, eine Forscherin ist aus Zürich angereist, ein Kollege ist via Skype aus Heidelberg zugeschaltet. Anhand von farbigen Grafiken zeigen die Astrophysiker, wie sich in ihren Modellen aus einer Scheibe aus Gas und Staub in den

ersten Millionen Jahren Planeten formen. «Jeder versucht, mit einem etwas anderen Ansatz zu erklären, wie das TRAPPIST-1-System funktioniert», sagt Yann Alibert. Nun will die Gruppe herausarbeiten, welche Konsequenzen die verschiedenen Szenarien haben und wie sie sich testen lassen.

Spuren von Leben wären in der Atmosphäre zu finden

Besonders interessiert sind die Forschenden an der Atmosphäre der Exoplaneten. Denn dort bietet sich die Chance, auf Spuren von Leben zu stossen. Kevin Heng, Direktor des CSH, ist Spezialist für Exoplaneten-Atmosphären und hat kürzlich vom Europäischen Forschungsrat einen Zuschuss von zwei Millionen Euro für ein neues Projekt erhalten. «Die Studie dreht sich um kleine Planeten bei kleinen Sternen und heisst deshalb EXOKLEIN», erklärt Kevin Heng: «Findet man viele weitere solche Exoplaneten, stellt sich natürlich die Frage, ob sie bewohnbar sind, was keineswegs offensichtlich ist.» Denn selbst wenn die Planeten in Grösse und Masse der Erde gleichen, unterscheiden sich ihre Muttersterne deutlich von der Sonne. Rote Zwerge sind nicht nur kleiner und kühler, sie strahlen auch aktiver im ultravioletten

Bereich. «Es gibt einige wichtige Unterschiede zwischen TRAPPIST-1-Systemen und unserem System», erklärt Kevin Heng: «Ziel des EXOKLEIN-Projekts ist, die Auswirkungen dieser Unterschiede auf die Planetenatmosphären zu erfassen und damit das ganze System zu verstehen.» Erst dann liessen sich Biosignaturen – also Beweise für Leben – in der Atmosphäre auch richtig erkennen.

Die Atmosphären von kleinen Planeten bei roten Zwergsternen können möglicherweise mit dem James-Webb-Weltraumteleskop beobachtet werden, das 2020 als Nachfolger von Hubble starten soll. «Das wird zwar schwierig, ist aber nicht ausgeschlossen», sagt Brice-Olivier Demory. Doch erst einmal freut er sich auf die bevorstehende Inbetriebnahme des Teleskops in Mexiko und den Start von CHEOPS und meint: «Hier in Bern haben wir eine lange Tradition in der Weltraumforschung, die wir nun konsequent auf Exoplaneten ausdehnen können.»

Weitere Informationen: nccr-planets.ch

Autorin: Barbara Vonarburg, Kommunikationsbeauftragte NCCR Planets, barbara.vonarburg@space.unibe.ch