

Medienmitteilung, 8. Juni 2023

Geheimnisvolle Planeten spielen «Verstecken» mit CHEOPS

Mit Hilfe des Weltraumteleskops CHEOPS ist es einem internationalen Team europäischer Astronominnen und Astronomen gelungen, die Existenz von vier neuen Exoplaneten eindeutig zu bestätigen. Die vier sogenannten Mini-Neptune sind kleiner und kühler und daher schwieriger zu finden als die sogenannten Heissen Jupiter, die bereits in grosser Zahl entdeckt worden sind. Zwei der vier Studien stammen von Forschenden der Universität Bern und der Universität Genf, die auch Mitglieder des Nationalen Forschungsschwerpunkts (NFS) PlanetS sind.

CHEOPS ist eine gemeinsame Mission der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) und der Schweiz, unter der Leitung der Universität Bern in Zusammenarbeit mit der Universität Genf. Seit dem Start im Dezember 2019 haben die extrem präzisen Messungen von CHEOPS zu mehreren wichtigen Entdeckungen auf dem Gebiet der Exoplaneten beigetragen.

Die NFS PlanetS-Mitglieder Dr. Solène Ulmer-Moll von den Universitäten Bern und Genf und Dr. Hugh Osborn von der Universität Bern nutzten die einzigartige Synergie von CHEOPS und dem NASA-Satelliten TESS, um eine Reihe von schwer identifizierbaren Exoplaneten zu entdecken. Die Planeten mit den Namen TOI 5678 b und HIP 9618 c haben die Grösse von Neptun oder etwas kleiner mit 4,9 und 3,4 Erdradien. Die entsprechenden Studien wurden soeben in den Fachzeitschriften *Astronomy & Astrophysics* und *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* veröffentlicht. Zwei weitere Mitglieder des internationalen Teams, Amy Tuson von der Universität Cambridge (Grossbritannien) und Dr. Zoltán Garai vom ELTE Gothard Astrophysical Observatory (Ungarn) haben die gleiche Technik verwendet, um zwei ähnliche Planeten in anderen Systemen zu identifizieren.

Die Synergie von zwei Satelliten

Der CHEOPS-Satellit beobachtet die Helligkeit von Sternen, um die leichte Abschwächung zu erfassen, die auftritt, wenn ein Planet in seiner Umlaufbahn aus unserer Sicht vor seinem Stern vorbeizieht. Durch die Suche nach diesen Verdunkelungsereignissen, den sogenannten Transits, konnten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die meisten der Tausenden von Exoplaneten entdecken, von denen bekannt ist, dass sie andere Sterne als unsere Sonne umkreisen.

«Der NASA-Satellit TESS ist hervorragend darin, die Transits von Exoplaneten aufzuspüren, selbst bei den am schwierigsten zu entdeckenden Kleinplaneten. Allerdings wechselt er alle 27 Tage sein Sichtfeld, um den grösstmöglichen Teil des Himmels schnell abzutasten. Dies hindert TESS daran, Planeten auf längeren Umlaufbahnen zu finden», erklärt Hugh Osborn. Dennoch konnte der TESS-Satellit einzelne Transite von Planeten um die Sterne TOI 5678 und HIP 9618 beobachten. Als er

nach zwei Jahren in das gleiche Sichtfeld zurückkehrte, konnte er erneut ähnliche Transits um dieselben Sterne beobachten. Trotz dieser Beobachtungen war es noch nicht möglich, eindeutig auf die Anwesenheit von Planeten um diese Sterne zu schliessen, da immer noch entscheidende Informationen fehlten. «An dieser Stelle kommt CHEOPS ins Spiel: der Satellit konzentriert sich jeweils auf einen einzelnen Stern, und somit ist CHEOPS eine Nachfolgemission, die perfekt geeignet ist, diese Sterne weiter zu beobachten, um die fehlenden Informationen zu liefern», ergänzt Solène Ulmer-Moll.

Ein langwieriges «Versteckspiel»

Da das CHEOPS-Team das Vorhandensein von Exoplaneten vermutete, entwickelte es eine Methode, um nicht blindlings kostbare Beobachtungszeit zu vergeuden, in der Hoffnung, zusätzliche Transits zu entdecken. Die Forschenden wählten einen gezielten Ansatz, der auf den wenigen Hinweisen basierte, die die von TESS beobachteten Transits lieferten. Auf dieser Grundlage entwickelte Osborn eine Software, die für jeden Planeten mögliche Zeiträume vorschlägt und priorisiert. «Wir spielen dann mit den Planeten und mit dem CHEOPS-Satelliten eine Art Versteckspiel», so Osborn.

«Wir richten CHEOPS zu einem bestimmten Zeitpunkt auf ein Ziel, und je nachdem, ob wir einen Transit beobachten oder nicht, können wir einige der Möglichkeiten ausschliessen und es zu einem anderen Zeitpunkt erneut versuchen, bis wir eine eindeutige Lösung für die Umlaufzeit gefunden haben.» Es brauchte fünf bzw. vier Versuche, bis die Forschenden die Existenz der beiden Exoplaneten eindeutig bestätigen und feststellen konnten, dass TOI 5678 b eine Umlaufzeit von 48 Tagen hat, während HIP 9618 c eine Umlaufzeit von 52,5 Tagen aufweist.

Ideale Ziele für das JWST

Für die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ist die Geschichte damit noch nicht zu Ende. Mit den neu gefundenen begrenzten Zeiträumen für die Transits konnten sie sich bodengestützten Beobachtungen zuwenden, bei denen eine andere Technik, die Radialgeschwindigkeits-Methode, verwendet wurde. Dies ermöglichte es dem Team, Massen von 20 Erdmassen für TOI 5678 b respektive 7,5 Erdmassen für HIP 9618 c zu bestimmen. Wenn sowohl die Grösse als auch die Masse eines Planeten bekannt sind, lässt sich daraus normalerweise die Dichte ableiten, und die Forschenden können sich ein Bild davon machen, woraus er besteht.

«Bei Mini-Neptunen reicht die Dichte jedoch nicht aus, und es gibt noch einige Hypothesen über die Zusammensetzung der Planeten: Es könnte sich entweder um Gesteinsplaneten mit viel Gas handeln oder um Planeten, die reich an Wasser sind und die eine sehr dampfige Atmosphäre haben», erklärt Ulmer-Moll. «Da die vier neu entdeckten Exoplaneten helle Sterne umkreisen, sind sie auch für die Mission des James Webb Space Telescope JWST von grösstem Interesse: Das JWST könnte helfen, das Rätsel ihrer Zusammensetzung zu lösen», so Ulmer-Moll weiter.

Die meisten bisher beobachteten Exoplaneten-Atmosphären sind die von Heissen Jupitern, welches sehr grosse und heisse Exoplaneten sind, die nahe an ihrem Mutterstern kreisen. «Die vier neuen Planeten, die wir entdeckt haben, haben viel moderatere Temperaturen von 'nur' 217 bis 277°C. Bei diesen Temperaturen können Wolken und Moleküle überleben, die andernfalls durch die grosse Hitze der Heissen Jupiter zerstört würden. Und sie könnten möglicherweise vom JWST entdeckt werden», erklärt Osborn. Die vier neu entdeckten Planeten, die kleiner sind als Heisse Jupiter und eine längere Umlaufzeit haben, sind ein erster Schritt zur Beobachtung von erdähnlichen Transitplaneten.

Angaben zu den Publikationen:

Two Warm Neptunes transiting HIP 9618 revealed by TESS & Cheops by H. P. Osborn et al. is published in the Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.

<https://doi.org/10.1093/mnras/stad1319>

TOI-5678 b: a 48-day transiting Neptune-mass planet characterized with CHEOPS and HARPS by S. Ulmer-Moll et al. is published in Astronomy & Astrophysics.

<https://www.aanda.org/10.1051/0004-6361/202245478>

Refined parameters of the HD 22946 planetary system and the true orbital period of the planet d by Z. Garai et al. is published in Astronomy & Astrophysics.

<https://www.aanda.org/10.1051/0004-6361/202345943>

TESS and CHEOPS Discover Two Warm Mini-Neptunes Transiting the Bright K-dwarf HD15906 by A. Tuson et al. is published in the Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.

<https://doi.org/10.1093/mnras/stad1369>

Kontakt:

Dr. Hugh Osborn (Französisch/Englisch)

Physikalisches Institut, Weltraumforschung und Planetologie (WP), Universität Bern und NFS PlanetS

E-Mail: hugh.osborn@unibe.ch

Tel: +41 31 684 36 08

Dr. Solène Ulmer-Moll (Französisch/Englisch)

Physikalisches Institut, Weltraumforschung und Planetologie (WP), Universität Bern und Département d'Astronomie, Universität Genf und NFS PlanetS

E-Mail: solene.ulmer-moll@unige.ch

Tel: +41 22 379 22 82

CHEOPS – Auf der Suche nach potenziell lebensfreundlichen Planeten

Die CHEOPS-Mission (CHaracterising ExOPlanet Satellite) ist die erste der neu geschaffenen «S-class missions» der ESA – Missionen der kleinen Klasse mit einem Budget, das kleiner ist als das von grossen und mittleren Missionen, und mit einer kürzeren Zeitspanne von Projektbeginn bis zum Start.

CHEOPS widmet sich der Charakterisierung von Exoplaneten-Transiten. Dabei misst CHEOPS die Helligkeitsänderungen eines Sterns, wenn ein Planet vor diesem Stern vorbeizieht. Aus diesem Messwert lässt sich die Grösse des Planeten ableiten und mit bereits vorhandenen Daten daraus die Dichte bestimmen. So erhält man wichtige Informationen über diese Planeten – zum Beispiel, ob sie überwiegend felsig sind, aus Gasen bestehen oder ob sich auf ihnen tiefe Ozeane befinden. Dies wiederum ist ein wichtiger Schritt, um zu bestimmen ob auf einem Planeten lebensfreundliche Bedingungen herrschen.

CHEOPS wurde im Rahmen einer Partnerschaft zwischen der ESA und der Schweiz entwickelt.

Unter der Leitung der Universität Bern und der ESA war ein Konsortium mit mehr als hundert Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, Ingenieurinnen und Ingenieuren aus elf europäischen Nationen während fünf Jahren am Bau des Satelliten beteiligt.

CHEOPS hat am Mittwoch, 18. Dezember 2019 an Bord einer Sojus-Fregat-Rakete vom Europäischen Weltraumbahnhof Kourou, Französisch-Guyana, seine Reise ins Weltall angetreten. Seither umkreist CHEOPS die Erde innerhalb von ungefähr anderthalb Stunden in einer Höhe von

700 Kilometer entlang der Tag-Nacht-Grenze.

Der Bund beteiligt sich am CHEOPS-Teleskop im Rahmen des PRODEX-Programms (PROgramme de Développement d'Expériences scientifiques) der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Über dieses Programm können national Beiträge für Wissenschaftsmissionen durch Projektteams aus Forschung und Industrie entwickelt und gebaut werden. Dieser Wissens- und Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Industrie verschafft dem Werkplatz Schweiz letztlich auch einen strukturellen Wettbewerbsvorteil – und er ermöglicht, dass Technologien, Verfahren und Produkte in andere Märkte einfließen und so einen Mehrwert für unsere Wirtschaft erbringen.

Mehr Informationen: <https://cheops.unibe.ch/de/>

Berner Weltraumforschung: Seit der ersten Mondlandung an der Weltspitze

Als am 21. Juli 1969 Buzz Aldrin als zweiter Mann aus der Mondlandefähre stieg, entrollte er als erstes das Berner Sonnenwindsegel und steckte es noch vor der amerikanischen Flagge in den Boden des Mondes. Dieses Solarwind Composition Experiment (SWC), welches von Prof. Dr. Johannes Geiss und seinem Team am Physikalischen Institut der Universität Bern geplant und ausgewertet wurde, war ein erster grosser Höhepunkt in der Geschichte der Berner Weltraumforschung.

Die Berner Weltraumforschung ist seit damals an der Weltspitze mit dabei: Die Universität Bern nimmt regelmässig an Weltraummissionen der grossen Weltraumorganisationen wie ESA, NASA oder JAXA teil. Mit CHEOPS teilt sich die Universität Bern die Verantwortung mit der ESA für eine ganze Mission. Zudem sind die Berner Forschenden an der Weltspitze mit dabei, wenn es etwa um Modelle und Simulationen zur Entstehung und Entwicklung von Planeten geht.

Die erfolgreiche Arbeit der [Abteilung Weltraumforschung und Planetologie \(WP\)](#) des Physikalischen Instituts der Universität Bern wurde durch die Gründung eines universitären Kompetenzzentrums, dem [Center for Space and Habitability \(CSH\)](#), gestärkt. Der Schweizer Nationalfonds sprach der Universität Bern zudem den [Nationalen Forschungsschwerpunkt \(NFS\) PlanetS](#) zu, den sie gemeinsam mit der Universität Genf leitet.

Exoplanetenforschung in Genf: 25 Jahre Expertise mit Nobelpreis ausgezeichnet

CHEOPS wird wichtige Informationen über Grösse, Form und Entwicklung bekannter Exoplaneten liefern. Die Einrichtung des «Science Operation Center» der CHEOPS-Mission in Genf unter der Leitung von zwei Professoren der [Astronomieabteilung der UniGE](#) ist eine logische Fortsetzung der Forschungsgeschichte auf dem Gebiet der Exoplaneten – denn hier wurde 1995 der erste Exoplanet von [Michel Mayor und Didier Queloz, den Nobelpreisträgern für Physik von 2019](#), entdeckt. Mit dieser Entdeckung positionierte sich die Astronomieabteilung der Universität Genf an der Weltspitze auf diesem Gebiet, was unter anderem 2003 zum Bau und der Installation von [HARPS](#) führte. Der Spektrograph auf dem 3,6m-Teleskop der ESO in La Silla war zwei Jahrzehnte lang der weltweit effizienteste, wenn es um die Bestimmung der Masse von Exoplaneten ging. 2018 wurde HARPS jedoch von ESPRESSO übertroffen, einem weiteren Spektrographen, der in Genf gebaut und auf dem VLT in Paranal installiert wurde.

CHEOPS ist somit das Ergebnis von zwei nationalen Expertisen: einerseits dem Weltraum-Know-how der Universität Bern in Zusammenarbeit mit ihren Genfer Kolleginnen und Kollegen, und andererseits die Bodenerfahrung der Universität Genf in Zusammenarbeit mit ihrem Pendant in der Hauptstadt. Zwei wissenschaftliche und technische Kompetenzen, die auch den [Nationalen Forschungsschwerpunkt \(NFS\) PlanetS](#) ermöglichten.