

Medienmitteilung, 14. Februar 2023

Vier Klassen von Planetensystemen

Schon lange ist der Astronomie klar: Planetensysteme sind nicht zwingend wie unser Sonnensystem aufgebaut. Forschende der Universitäten Bern und Genf sowie des Nationalen Forschungsschwerpunkts PlanetS zeigen erstmals: Es gibt insgesamt vier Klassen von Planetensystemen.

In unserem Sonnensystem scheint alles seine Ordnung zu haben: Die kleineren Gesteinsplaneten, wie die Venus, die Erde oder der Mars kreisen relativ nahe um unseren Stern. Die grossen Gas- und Eisriesen, wie Jupiter, Saturn oder Neptun ziehen dagegen in weiten Bahnen um die Sonne. Forschende der Universitäten Bern und Genf, sowie des Nationalen Forschungsschwerpunkt (NFS) PlanetS, zeigen in zwei im Fachmagazin *Astronomy & Astrophysics* veröffentlichten Studien: damit steht unser Planetensystem ziemlich alleine da.

Wie Erbsen aus derselben Schote

«Bereits vor über einem Jahrzehnt stellten Astronominnen und Astronomen aufgrund von Beobachtungen mit dem damals bahnbrechenden Kepler Teleskop fest, dass Planeten in anderen Systemen ihren jeweiligen Nachbarn meist in Grösse und Masse ähneln – wie Erbsen in einer Schote», sagt Studienhauptautor Lokesh Mishra, der an der Universität Bern und Genf, sowie dem NFS PlanetS forscht. Doch lange war unklar, ob diese Erkenntnis durch Einschränkungen bei den Beobachtungsmethoden zustande kam. «Es war unmöglich festzustellen, ob sich die Planeten in einem gewissen System genug ähnlich sind, um in die Klasse der 'Erbsen-in-einer-Schote'-Systeme zu fallen, oder ob sie sich doch eher unterschieden – so, wie in unserem Sonnensystem», so Mishra.

Daher entwickelte der Forscher ein Konzept, um die Unterschiede und Ähnlichkeiten von Planeten derselben Systeme zu ermitteln. Und stelle dabei fest: es gibt nicht zwei, sondern vier solche Systemarchitekturen.

Vier Klassen von Planetensystemen

«Wir bezeichnen diese vier Klassen als 'ähnlich', 'geordnet', 'anti-geordnet' und 'gemischt', so Mishra. Planetensysteme, bei denen die Massen der benachbarten Planeten einander ähnlich sind, haben eine ähnliche Architektur. Geordnete Planetensysteme sind solche, bei denen die Masse der Planeten tendenziell mit dem Abstand zum Stern zunimmt – so, wie auch in unserem Sonnensystem. Wenn die Masse der Planeten dagegen mit dem Abstand zum Stern abnimmt, sprechen die Forschenden von einer anti-geordneten Architektur des Systems. Und gemischte Architekturen treten auf, wenn die Planetenmassen in einem System von Planet zu Planet stark schwanken.

«Dieses Konzept kann auch bei jeder anderen Messgrösse angewendet werden, wie etwa Radius, Dichte oder Wasseranteilen», sagt Studienmitautor Yann Alibert, der an der Universität Bern und am NFS PlanetS forscht. «Damit haben wir nun erstmals ein Werkzeug, um Planetensysteme als Ganzes zu untersuchen und mit anderen Systemen zu vergleichen».

Die Erkenntnisse werfen auch Fragen auf: Welche Architektur ist die häufigste? Welche Faktoren steuern das Entstehen eines Architekturtyps? Welche Faktoren spielen keine Rolle? Einige davon können die Forschenden beantworten.

Eine Brücke über Milliarden von Jahren

«Unsere Ergebnisse zeigen, dass 'ähnliche' Planetensysteme die häufigste Art von Architekturen sind. Etwa acht von zehn Planetensysteme um die Sterne, die am Nachthimmel sichtbar sind, weisen eine solche 'ähnliche' Architektur auf», sagt Mishra. «Das erklärt auch, warum bereits in den ersten Monaten der Kepler-Mission Hinweise auf diese Architektur gefunden wurden». Überrascht hat das Team, dass die «geordnete» Architektur – also jene, zu der auch das Sonnensystem zählt – die seltenste Klasse zu sein scheint.

Es gäbe Hinweise, so Mishra, dass sowohl die Masse der Gas- und Staubscheibe, aus der die Planeten hervorgehen, als auch die Häufigkeit von schweren Elementen im jeweiligen Stern eine Rolle spielen. «Aus eher kleinen, wenig massiven Scheiben und Sternen mit wenig schweren Elementen gehen 'ähnliche' Planetensysteme hervor. Aus grossen, massiven Scheiben mit vielen schweren Elementen im Stern entstehen eher 'geordnete' und 'anti-geordnete' Systeme. 'Gemischte' Systeme entstehen aus mittelgrossen Scheiben. Dynamische Wechselwirkungen zwischen Planeten – wie etwa Kollisionen oder Auswürfe – beeinflussen die endgültige Architektur», erklärt Mishra.

«Ein bemerkenswerter Aspekt dieser Ergebnisse ist, dass sie die Ausgangsbedingungen der Planeten- und Sternentstehung mit einer messbaren Eigenschaft – der Systemarchitektur – verbindet. Dazwischen liegen Milliarden von Jahren der Entwicklung. Uns ist es erstmals gelungen, diese riesige zeitliche Lücke zu überbrücken und überprüfbare Vorhersagen zu machen. Es wird spannend zu sehen, ob sie bestehen werden», resümiert Alibert.

Angaben zu den Publikationen:

L. Mishra, Y. Alibert, S. Udry, C. Mordasini, *A framework for the architecture of exoplanetary systems. I. Four classes of planetary system architecture*, Astronomy and Astrophysics, Accepted December 2022

<https://www.aanda.org/component/article?access=doi&doi=10.1051/0004-6361/202243751>

DOI: [10.1051/0004-6361/202243751](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202243751)

L. Mishra, Y. Alibert, S. Udry, C. Mordasini, *A framework for the architecture of exoplanetary systems. II. Nature versus nurture: Emergent formation pathways of architecture classes*, Astronomy and Astrophysics, Accepted December 2022

<https://www.aanda.org/component/article?access=doi&doi=10.1051/0004-6361/202244705>

DOI: [10.1051/0004-6361/202244705](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202244705)

Research Highlight Article in Nature Astronomy:

Maltagliati, L. *Finding order in planetary architectures*. Nat Astron 7, 8 (2023).

<https://www.nature.com/articles/s41550-023-01895-0>

DOI: [10.1038/s41550-023-01895-0](https://doi.org/10.1038/s41550-023-01895-0)

Kontakt:

Dr. Lokesh Mishra

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

Abteilung für Astronomie, Naturwissenschaftliche Fakultät, Universität Genf

NFS PlanetS

Tel: +41 22 379 22 75

E-Mail: lokesh.mishra@unige.ch

Prof. Dr. Yann Alibert

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

Tel: +41 31 684 55 47

E-Mail: yann.alibert@unibe.ch

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 Physikalisches Institut der Universität Bern geplant, gebaut 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 Physikalisches 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

Der erste Exoplanet wurde 1995 von zwei Forschern der Universität Genf, Michel Mayor und Didier Queloz, entdeckt, die [2019 mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet wurden](#). Diese Entdeckung verhalf der [Abteilung für Astronomie der Universität Genf](#) zu einer Spitzenposition in der Forschung auf diesem Gebiet, insbesondere durch den Bau und die Installation von HARPS am 3,6-m-Teleskop der ESO in La Silla im Jahr 2003, einem Spektrographen, der zwei Jahrzehnte lang der weltweit leistungsfähigste zur Bestimmung der Masse von Exoplaneten war. HARPS wurde dieses Jahr jedoch von ESPRESSO übertroffen, einem weiteren Spektrographen, der in Genf gebaut und am VLT auf dem Paranal installiert wurde.

Die Schweiz hat sich mit der CHEOPS-Mission auch an der Beobachtung von Exoplaneten aus dem Weltraum beteiligt. Diese Mission ist das Ergebnis zweier nationaler Expertisen: zum einen aus dem Weltraum-Know-how der Universität Bern in Zusammenarbeit mit ihrer Genfer Partneruniversität, zum anderen die Bodenerfahrung der Universität Genf, die von ihrer Partneruniversität in der Hauptstadt unterstützt wird. Zwei wissenschaftliche und technische Kompetenzen, die auch zur Gründung des [Nationalen Forschungsschwerpunkts \(NFS\) PlanetS](#) geführt haben.