

Medienmitteilung, 30. Juli 2024

Erklärung gefunden, wie organische Makromoleküle um junge Sterne entstehen

Ein internationales Forschungsteam unter der Leitung der Universität Bern hat mittels computerbasierter Modellierung und Beobachtungen eine Erklärung dafür gefunden, wie sich in den Gas- und Staubscheiben um junge Sterne innert kurzer Zeit Makromoleküle bilden können. Diese Erkenntnisse könnten entscheidend sein für das Verständnis, wie Bedingungen für Leben um verschiedene Arten von Exoplaneten und Sternen entstehen können.

Organische Makromoleküle gelten als Bausteine für das Leben, da sie von entscheidender Bedeutung für die lebensfreundliche Kohlenstoff- und Stickstoffzusammensetzung der Erde sind.

Planetenforscherinnen und Planetenforscher gehen seit langem davon aus, dass diese organischen Makromoleküle auf der Erde von sogenannten Chondriten stammen. Bei Chondriten handelt es sich um Gesteinsbausteine, aus denen sich die Erde vor etwa 4.6 Milliarden Jahren unter anderem gebildet hat und die wir heute als Meteoriten kennen. Chondriten entstehen in den frühen Phasen durch die Akkumulation von Staub und kleinen Partikeln in der protoplanetaren Scheibe, die sich um einen jungen Stern bildet. Bisher war jedoch unklar, wie die Makromoleküle in diesen Akkumulationen entstanden sind. Forschende unter der Leitung von Niels Ligterink präsentieren nun in einer Studie, die soeben in *Nature Astronomy* erschienen ist, eine Erklärung dafür. Ligterink, Erstautor der Studie, war bis Ende Juni 2024 in der Abteilung Weltraumforschung und Planetologie am Physikalischen Institut an der Universität Bern tätig und ist nun Assistenzprofessor an der Technical University in Delft.

Staubfallen und Strahlung als Schlüsselkomponenten

«Die makromolekulare Materie als solche ist für die Kohlenstoff- und Stickstoffzusammensetzung der Erde verantwortlich und gibt ihr die Voraussetzungen für Leben,» erklärt Ligterink. Bislang sei aber nicht klar gewesen, wo im Weltraum sich diese makromolekulare Materie bildet.

Für die aktuelle Studie kombinierte das Forschungsteam, das von Ligterink zusammengestellt worden war, in seinem Modell zwei bereits bekannte Phänomene. Das erste ist das Phänomen, dass es in der Staubscheibe, die einen jungen Stern umkreist, Regionen gibt, in denen sich Staub und Eis ansammeln. In einer solchen sogenannten Staub- oder Eisfalle in einer planetaren Scheibe bleibt der eisige Staub nicht stehen, sondern bewegt sich auf und ab und es spielen sich wichtige Mechanismen für die Bildung von sogenannten Planetesimalen, Vorläufer und Bausteine für Planeten, ab.

Das zweite Phänomen ist die starke Bestrahlung einfacher Eisgemische, zum Beispiel durch Sternenlicht. Laboruntersuchungen haben gezeigt, dass sich durch Bestrahlung sehr komplexe

Moleküle mit einer Grösse von Hunderten von Atomen bilden können. Diese Moleküle enthalten meist Kohlenstoffatome und können mit schwarzem Russ und Graphen verglichen werden.

Die Forschenden gingen davon aus, dass wenn es Staubfallen gäbe, die intensivem Sternenlicht ausgesetzt sind, sich dort organische Makromoleküle bilden könnten. Um ihre Hypothese zu testen, erstellten sie ein Modell, mit dem sie verschiedene Bedingungen berechnen konnten.

Überraschend rasche Bildung von Makromolekülen

Das Modell zeigte, dass sich unter den richtigen Bedingungen in nur wenigen Jahrzehnten in Staubfallen tatsächlich Makromoleküle bilden können. «Wir hatten dieses Ergebnis erwartet, aber es war eine schöne Überraschung, dass es so offensichtlich war», sagt Ligterink. «Ich hoffe, dass die Forschung in Zukunft der Wirkung von intensiver Strahlung auf komplexe chemische Prozesse mehr Aufmerksamkeit schenken wird. Die meisten Forschenden konzentrieren sich bislang nämlich auf relativ kleine organische Moleküle von einigen Dutzend Atomen Grösse. Chondriten, Gesteinsbausteine für Planeten, enthalten jedoch meist grosse Makromoleküle», so Ligterink weiter.

«Es ist wirklich toll, dass wir jetzt ein auf Beobachtungen basierendes Modell verwenden können, um zu erklären, wie sich grosse Moleküle bilden können», sagt Mitautorin Nienke van der Marel von der Universität Leiden in den Niederlanden. Vor elf Jahren waren sie und ihre Kollegen die ersten, die die Existenz von Staubfallen überzeugend nachweisen konnten. Seitdem ist sie von diesem Thema nicht mehr losgekommen. «Unsere Forschung ist eine einzigartige Kombination aus Astrochemie, Beobachtungen mit dem Radioteleskop-Observatorium ALMA, Laborarbeit, Staubentwicklung und dem Studium von Meteoriten aus unserem Sonnensystem.»

In Zukunft wollen die Forschenden untersuchen, wie verschiedene Arten von Staubfallen unterschiedlich auf Strahlung und bewegte Staubströme reagieren. «Dies wird uns helfen, mehr über die Wahrscheinlichkeit von Leben um verschiedene Arten von Exoplaneten und Sternen zu erfahren,» so Ligterink abschliessend.

Publikationsangaben:

The rapid formation of macromolecules in irradiated ice of protoplanetary disk dust traps. By: Niels F.W. Ligterink, Paola Pinilla, Nienke van der Marel, Jeroen Terwisscha van Scheltinga, Alice S. Booth, Conel M. O'D. Alexander, My E.I. Riebe. In: Nature Astronomy.

<https://www.nature.com/articles/s41550-024-02334-4>

DOI: [10.1038/s41550-024-02334-4](https://doi.org/10.1038/s41550-024-02334-4)

Kontakte:

Dr. Niels Ligterink

Planetary Exploration, Faculty of Aerospace Engineering, Delft University of Technology,
bis Juli 2024 Abteilung Weltraumforschung und Planetologie, Physikalisches Institut, Universität Bern
E-Mail: Niels.Ligterink@tudelft.nl

Dr. Nienke van der Marel

Leiden Observatory, Leiden University, the Netherlands
nmarel@strw.leidenuniv.nl

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 Solar Wind Composition Experiment (SWC), welches von Prof. Dr. Johannes Geiss und seinem Team am Physikalischen 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 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.