

Press release**Max-Planck-Institut für Astronomie****Dr. Markus Nielbock (MPIA Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)**

06/06/2024

<http://idw-online.de/en/news834648>Research results, Scientific Publications
Physics / astronomy
transregional, national**Planetenbildende Scheiben um sehr massearme Sterne sind anders**

Eine Forschungsgruppe mit Beteiligung des MPIA untersuchte mit dem Weltraumteleskop James Webb eine planetenbildende Scheibe um einen jungen und sehr massearmen Stern. Die Ergebnisse zeigen die bislang reichhaltigste chemische Zusammensetzung aus Kohlenwasserstoffen in einer protoplanetaren Scheibe, einschließlich des ersten Nachweises von Ethan außerhalb des Sonnensystems und einer relativ geringen Häufigkeit von sauerstoffhaltigen Verbindungen. Zusammen mit früheren Entdeckungen ergibt sich ein Trend, dass sich die Scheiben um sehr massearme Sterne chemisch von denen um massereichere Sterne wie die Sonne unterscheiden, was sich auf die Atmosphären der dort entstehenden Planeten auswirkt.

Planeten entstehen in Scheiben aus Gas und Staub, die junge Sterne umgeben. Der MIRI Mid-INfrared Disk Survey (MINDS) unter der Leitung von Thomas Henning vom Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA) in Heidelberg verfolgt das Ziel, eine repräsentative Stichprobe von Scheiben zu erstellen. Durch die Erforschung ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften mit MIRI (Mid Infrared Instrument) an Bord des Weltraumteleskops James Webb (JWST) stellt die Gruppe eine Verbindung zwischen diesen Scheiben und den Eigenschaften der Planeten her, die sich dort möglicherweise bilden. In einer neuen Studie untersuchte ein Forschungsteam die Umgebung eines sehr massearmen Sterns von 0,11 Sonnenmassen (bekannt als ISO-ChaI 147), dessen Ergebnisse in der Zeitschrift Science veröffentlicht wurden.

JWST ermöglicht neue Einblicke in die chemische Zusammensetzung planetenbildender Scheiben

„Diese Beobachtungen sind von der Erde aus nicht möglich, da die relevanten Gasemissionen durch die Atmosphäre abgeschirmt werden“, erklärt Hauptautorin Aditya Arabhavi von der Universität Groningen in den Niederlanden. „Bisher konnten wir von diesem Objekt nur die Strahlung von Ethin-Molekülen (C₂H₂) nachweisen. Die höhere Empfindlichkeit von JWST und die spektrale Auflösung seiner Instrumente ermöglichten es uns jedoch, schwache Signale von weniger häufig vorkommenden Molekülen zu erkennen.“

Die MINDS-Gruppe fand Gas mit Temperaturen um 300 Kelvin (ca. 30 Grad Celsius), das stark mit kohlenstoffhaltigen Molekülen angereichert ist, aber keine sauerstoffreichen Stoffe enthält. „Das unterscheidet sich grundlegend von der Zusammensetzung, die wir in Scheiben um sonnenähnliche Sterne sehen, wo sauerstoffhaltige Moleküle wie Wasser und Kohlendioxid dominieren“, fügt Inga Kamp von der Universität Groningen hinzu.

Ein eindrucksvolles Beispiel für eine sauerstoffreiche Scheibe ist die von PDS 70, wo das MINDS-Programm kürzlich große Mengen an Wasserdampf gefunden hat. Aus früheren Beobachtungen schließen die Astronominen und Astronomen, dass sich Scheiben um sehr massearme Sterne anders entwickeln als solche um massereichere Sterne wie die Sonne, was sich möglicherweise auf das Aufspüren von Gesteinsplaneten mit erdähnlichen Eigenschaften auswirkt. Da die Umgebungen in solchen Scheiben die Bedingungen für die Bildung neuer Planeten vorgeben, könnte ein solcher Planet zwar aus Gestein sein, sich aber in anderen Aspekten von der Erde deutlich unterscheiden.

Was bedeutet das für Gesteinsplaneten, die sehr massearme Sterne umkreisen?

Die Menge des Materials und seine Verteilung innerhalb dieser Scheiben begrenzt die Anzahl und Größe der Planeten, die die Scheibe mit dem notwendigen Material versorgen kann. Folglich deuten Beobachtungen darauf hin, dass sich in den Scheiben um sehr massearme Sterne, den häufigsten Sternen im Universum, Gesteinsplaneten mit erdähnlichen Größen effizienter bilden als jupiterähnliche Gasriesen. Daher beherbergen die masseärmsten Sterne bei Weitem die meisten terrestrischen Planeten.

„Die ursprünglichen Atmosphären dieser Planeten werden wahrscheinlich von Kohlenwasserstoffverbindungen dominiert und nicht so sehr von sauerstoffreichen Gasen wie Wasserdampf und Kohlendioxid“, so Thomas Henning. „Wir haben in einer früheren Studie gezeigt, dass der Transport von kohlenstoffreichem Gas in die Zone, in der sich normalerweise Gesteinsplaneten bilden, in diesen Scheiben schneller und effizienter erfolgt als in denen massereicherer Sterne.“

Obwohl es klar zu sein scheint, dass Scheiben um sehr massearme Sterne mehr Kohlenstoff als Sauerstoff enthalten, ist der Mechanismus, der zu diesem Ungleichgewicht führt, noch unbekannt. Die Zusammensetzung der Scheibe ist entweder das Ergebnis einer Anreicherung von Kohlenstoff oder einer Verarmung von Sauerstoff. Wenn der Kohlenstoff angereichert ist, liegt die Ursache wahrscheinlich in festen Partikeln in der Scheibe, deren Kohlenstoff verdampft und in die gasförmige Komponente der Scheibe freigesetzt wird. Die Staubkörner, die ihren ursprünglichen Kohlenstoff verloren haben, bilden schließlich feste Planetenkörper. Diese Planeten wären kohlenstoffarm, genau wie die Erde. Dennoch würde die auf Kohlenstoff basierende Chemie wahrscheinlich zumindest ihre ursprünglichen Atmosphären dominieren, die durch Scheibengas gespeist werden. Daher bieten Sterne mit sehr geringer Masse möglicherweise nicht die besten Voraussetzungen, um erdähnliche Planeten zu finden.

JWST entdeckt eine Fülle von organischen Molekülen

Um die Gase der Scheibe zu identifizieren, nutzte das Team den MIRI-Spektrografen, um die von der Scheibe empfangene Infrarotstrahlung in Signaturen kleiner Wellenlängenbereiche zu zerlegen – ähnlich wie sich das Sonnenlicht in einem Regenbogen aufspaltet. Auf diese Weise arbeitete das Team eine Fülle von Spuren heraus, die einzelnen Molekülen zugeordnet werden können.

Das Ergebnis ist, dass die beobachtete Scheibe die reichhaltigste Kohlenwasserstoffchemie enthält, die bisher in einer protoplanetaren Scheibe beobachtet wurde, bestehend aus 13 kohlenstoffhaltigen Molekülen bis zu Benzol (C₆H₆). Darunter befindet sich auch der erste Nachweis von extrasolarem Ethan (C₂H₆), dem größten vollständig gesättigten Kohlenwasserstoff, der außerhalb des Sonnensystems entdeckt wurde. Außerdem gelang es dem Team, Ethen (C₂H₄), Propin (C₃H₄) und das Methylradikal CH₃ zum ersten Mal in einer protoplanetaren Scheibe nachzuweisen. Dagegen zeigten die Daten keinen Hinweis auf Wasser oder Kohlenmonoxid in der Scheibe.

Den Blick auf Scheiben um sehr massearme Sterne schärfen

Als Nächstes will das Wissenschaftsteam seine Studie auf eine größere Stichprobe solcher Scheiben um sehr massearme Sterne ausweiten, um besser zu verstehen, wie häufig solche exotischen, kohlenstoffreichen Regionen sind, in denen sich terrestrische Planeten bilden. „Durch die Ausweitung unserer Studie werden wir besser verstehen, wie sich diese Moleküle bilden können“, erklärt Thomas Henning. „Zudem finden wir in den Webb-Daten mehrere Merkmale, die wir bislang keinen chemischen Verbindungen zuordnen können. Daher ist zusätzliche Spektroskopie erforderlich, um unsere Beobachtungen vollständig zu verstehen.“

Hintergrundinformationen

Die Studie wurde im Rahmen des ERC Advanced Grant „Origins - From Planet-Forming Disks to Giant Planets“ finanziert (Grant ID: 832428, Forschungsleiter: Thomas Henning, DOI: 10.3030/832428).

Die an dieser Studie beteiligte Forschungsteam des MPIA besteht aus Thomas Henning, Matthias Samland, Giulia Perotti, Jeroen Bouwman, Silvia Scheithauer, Riccardo Franceschi, Jürgen Schreiber und Kamber Schwartz.

Weitere Forschende sind Aditya Arabhavi (Universität Groningen, Niederlande [Groningen]), Inga Kamp (Groningen), Ewine van Dishoeck (Universität Leiden, Niederlande und Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik, Garching, Deutschland), Valentin Christiaens (Universität Lüttich, Belgien) und Agnes Perrin (Laboratoire de Météorologie Dynamique/IPSL CNRS, Palaiseau, Frankreich)

Das MIRI-Konsortium besteht aus den ESA-Mitgliedstaaten Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Irland, den Niederlanden, Spanien, Schweden, der Schweiz und dem Vereinigten Königreich. Die nationalen Wissenschaftsorganisationen finanzieren die Arbeit des Konsortiums - in Deutschland die Max-Planck-Gesellschaft (MPG) und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Die beteiligten deutschen Institutionen sind das Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg, die Universität Köln und die Hensoldt AG in Oberkochen, ehemals Carl Zeiss Optronics.

Das JWST ist das weltweit führende weltraumgestützte wissenschaftliche Observatorium. Es ist ein internationales Programm, das von der NASA gemeinsam mit ihren Partnern, der ESA (Europäische Weltraumorganisation) und der CSA (Kanadische Weltraumorganisation), geleitet wird.

Medienkontakt

Dr. Markus Nielbock
Referent für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Max-Planck-Institut für Astronomie
Heidelberg, Deutschland
Tel.: +49 6221 528-134
E-Mail: pr@mpia.de
<https://www.mpia.de/oeffentlichkeit/medienkontakte>

contact for scientific information:

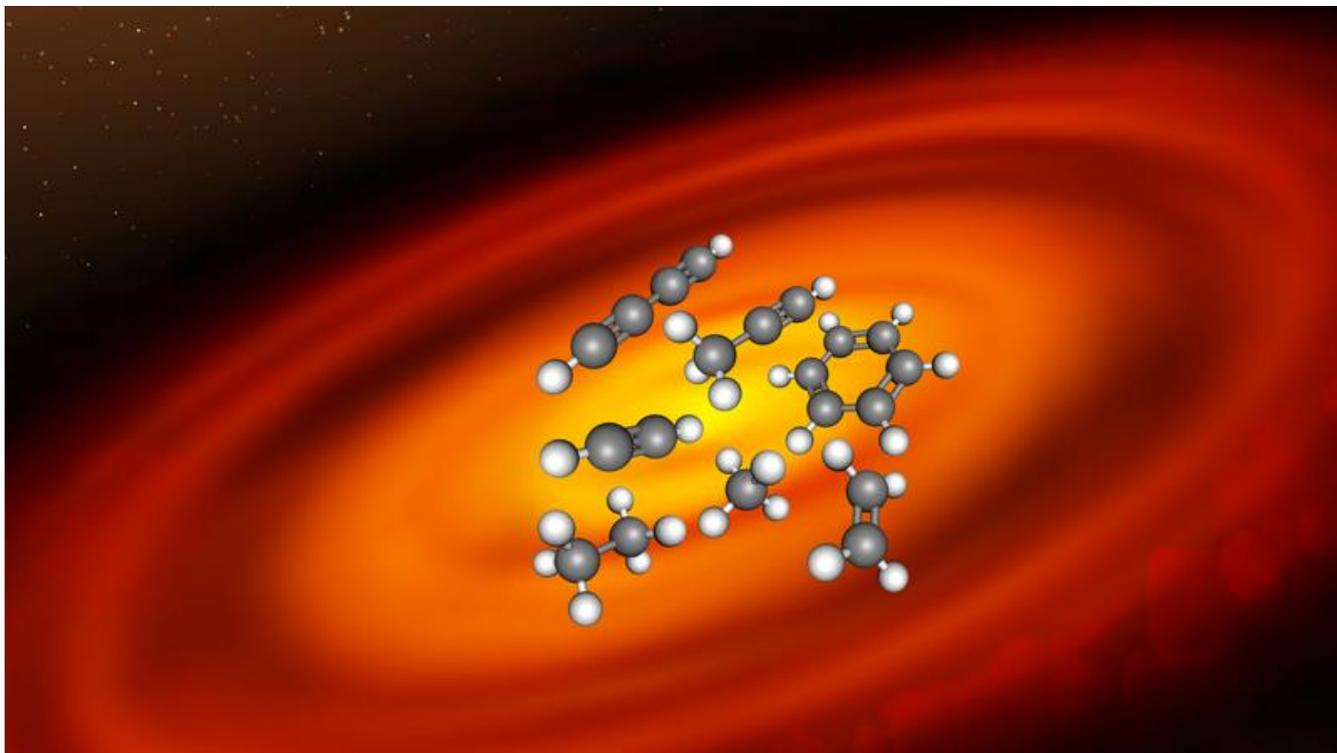
Prof. Dr. Thomas Henning
Max-Planck-Institut für Astronomie
Heidelberg, Deutschland
Tel.: +49 6221 528-200
E-Mail: henning@mpia.de
<https://www.mpia.de/de/thomas-henning.html>

Original publication:

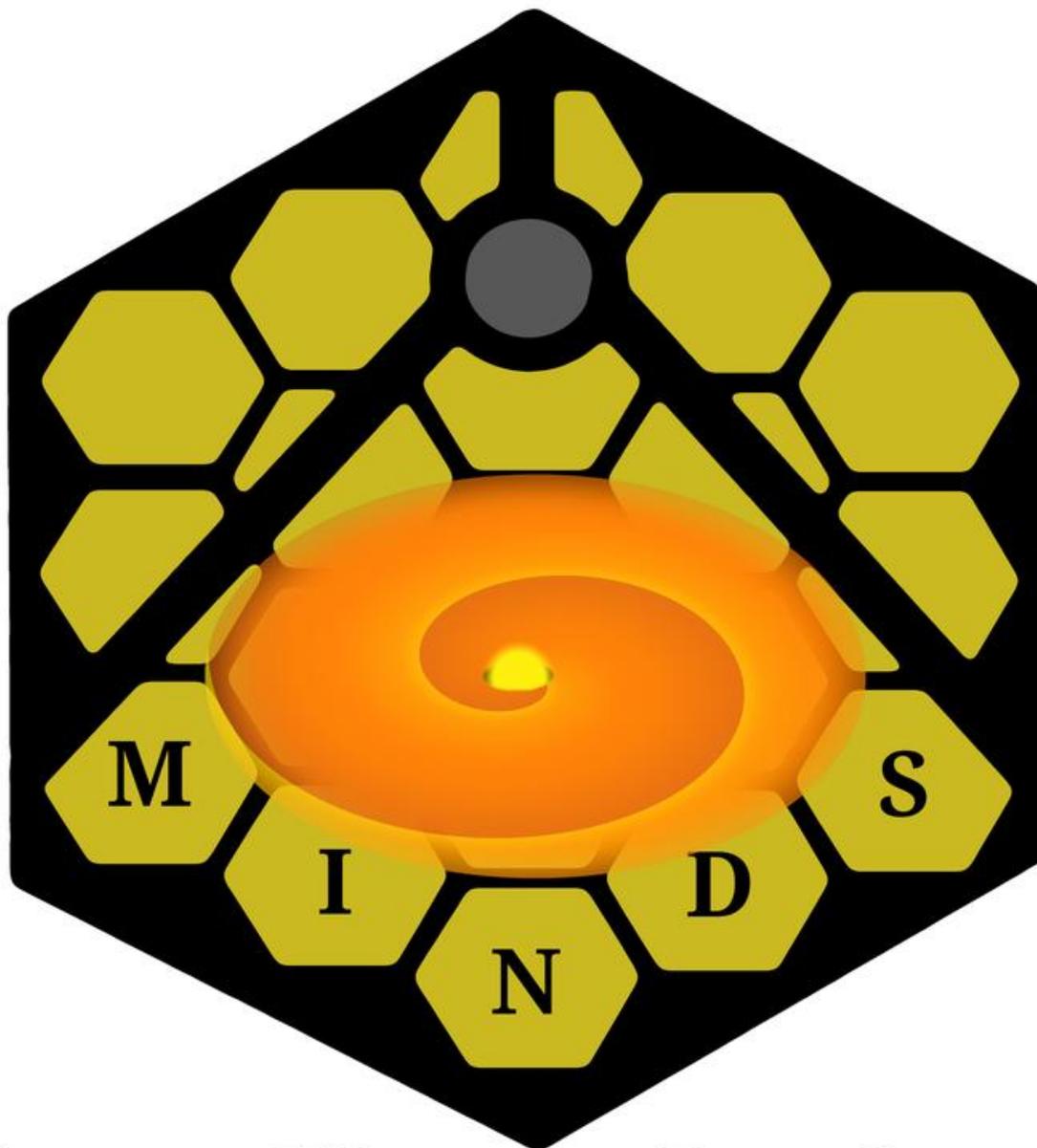
A. M. Arabhavi, I. Kamp, Th. Henning, E. F. van Dishoeck, V. Christiaens, et al. “Abundant hydrocarbons in the disk around a very-low-mass star”, *Science* (2024)

Vorabexemplare von Science-Artikeln können von registrierten Reportern aus dem SciPak-Pressepaket unter <https://www.eurekalert.org/press/scipak/> bezogen werden. Reporter, die Schwierigkeiten beim Zugriff auf die Zeitschrift aus dem Pressepaket haben, können sich an folgende E-Mail-Adresse wenden: scipak@aaas.org

URL for press release: <https://www.mpia.de/aktuelles/wissenschaft/2024-08-cha-i-147-disk> - Originalpressemitteilung des MPIA mit weiteren Informationen



Künstlerische Darstellung einer proto-planetaren Scheibe um einen sehr massearmen Stern. Sie beinhaltet eine Auswahl von Kohlen-wasser-stoff-mole-külen (Methan, CH₄; Ethan, C₂H₆; Ethen, C₂H₂; Diacetylen, C₄H₂; Propin, C₃H₄; Benzol, C₆H₆).
© ALMA (ESO/NAOJ/NRAO) / MPIA



MIRI MIDINFRARED DISK SURVEY

Logo des MINDS-Projekts
The MINDS Collaboration