

Medienmitteilung, 5. Juli 2022

Überraschende chemische Komplexität des Kometen Chury enthüllt

Forschende unter der Leitung der Universität Bern konnten erstmals einen unerwarteten Reichtum an komplexen organischen Molekülen bei einem Kometen identifizieren. Dies gelang dank der Analyse von Daten, die während der Rosetta-Mission der ESA vom Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko, kurz Chury, gesammelt wurden. Solche organischen Stoffe, die durch Kometeneinschläge auch auf die frühe Erde gelangten, könnten dazu beigetragen haben, das kohlenstoffbasierte Leben, wie wir es kennen, in Gang zu setzen.

Kometen sind Fossilien aus der Urzeit und den Tiefen unseres Sonnensystems und sind Überbleibsel der Entstehung von Sonne, Planeten und Monde. Einem Team unter der Leitung der Chemikerin Dr. Nora Hänni vom Physikalischen Institut der Universität Bern, Abteilung Weltraumforschung und Planetologie, ist es nun gelungen, erstmals eine ganze Reihe komplexer organischer Moleküle bei einem Kometen zu identifizieren. Dies berichten die Forschenden in einer Studie, die Ende Juni in der renommierten Fachzeitschrift *Nature Communications* veröffentlicht wurde.

Genauere Analyse dank Berner Massenspektrometer

Mitte der 1980er Jahre schickten die grossen Raumfahrtagenturen eine Flotte von Raumfahrzeugen aus, um am Halleyschen Kometen vorbeizufiegen. An Bord befanden sich mehrere Massenspektrometer, die die chemische Zusammensetzung sowohl der Kometenkoma – der dünnen Atmosphäre, die durch die Sublimation von Kometeneis in der Nähe der Sonne entsteht –, als auch von Staubpartikeln untersuchten. Die von diesen Instrumenten gesammelten Daten verfügten jedoch nicht über die erforderliche Auflösung, um eine eindeutige Bestimmung der Zusammensetzung des Kometen zu ermöglichen. Mehr als 30 Jahre später hat das hochauflösende Massenspektrometer ROSINA, ein Instrument unter der Leitung der Universität Bern an Bord der ESA-Raumsonde Rosetta, zwischen 2014 und 2016 Daten über den Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko, auch bekannt als Chury, gesammelt. Diese Daten gestatten den Forschenden nun zum ersten Mal, Licht in den komplexen organischen Haushalt von Chury bringen.

Das Geheimnis lag im Staub verborgen

Als Chury sein Perihel erreichte, den sonnennächsten Punkt, wurde er sehr aktiv. Das sublimierende Kometeneis erzeugte einen «Ausfluss», der Staubpartikel mit sich zog. Die abgestossenen Partikel wurden durch die Sonneneinstrahlung auf Temperaturen aufgeheizt, die über denen liegen, die typischerweise auf der Kometenoberfläche herrschen. Dadurch gelangten grössere und schwerere Moleküle in die Gasphase und konnten vom hochauflösenden Massenspektrometer ROSINA-DFMS (Rosetta Orbiter Sensor for Ion and Neutral Analysis-Double Focusing Mass Spectrometer) gemessen werden. Die Astrophysikerin Prof. em. Dr. Kathrin Altwegg, Hauptverantwortliche für das ROSINA-Instrument und Mitautorin der neuen Studie, sagt: «Aufgrund der extrem staubigen Bedingungen musste sich die Raumsonde auf eine sichere Distanz von etwas mehr als 200 km über der Kometenoberfläche

zurückziehen, damit die Instrumente unter stabilen Bedingungen arbeiten konnten.» So war es möglich, Teilchen aufzuspüren, die aus mehr als einer Handvoll Atome bestehen und die zuvor im Kometenstaub verborgen geblieben waren.

Die Interpretation der komplexen ROSINA-Daten ist eine Herausforderung. Dem Berner Forschungsteam ist es jedoch gelungen, eine Reihe komplexer organischer Moleküle zu identifizieren, die bisher noch nie in einem Kometen nachgewiesen wurden. «Wir haben zum Beispiel Naphthalin gefunden, das für den charakteristischen Geruch von Mottenkugeln verantwortlich ist. Auch fanden wir Benzoesäure, ein natürlicher Bestandteil von Weihrauch. Und wir identifizierten Benzaldehyd, das weithin verwendet wird, um Lebensmitteln ein Mandelaroma zu verleihen und viele weitere Moleküle», erklärt die Chemikerin des ROSINA-Teams Nora Hänni. Diese komplexen organischen Stoffe würden den Geruch von Chury offenbar noch vielfältiger als bisher angenommen machen, aber auch angenehmer, so Hänni (siehe dazu auch die [Medienmitteilung von 2014](#)).

Abgesehen von wohlriechenden Molekülen wurden im organischen Haushalt von Chury auch viele mit sogenannter präbiotischer Funktionalität identifiziert (zum Beispiel Formamid). Solche Verbindungen sind wichtige Zwischenstufen bei der Synthese von Biomolekülen (zum Beispiel Zucker oder Aminosäuren). «Es scheint deshalb wahrscheinlich, dass einschlagende Kometen – als wesentliche Lieferanten von organischem Material – auch zur Entstehung von kohlenstoffbasiertem Leben auf der Erde beigetragen haben», erklärt Hänni.

Ähnliche organische Stoffe in Saturn und Meteoriten

Neben der Identifizierung einzelner Moleküle führten die Forschenden auch eine detaillierte Charakterisierung des gesamten Ensembles komplexer organischer Moleküle im Kometen Chury durch, um ihn in den grösseren Kontext des Sonnensystems einordnen zu können. Parameter wie die durchschnittliche Summenformel dieses organischen Materials oder die durchschnittliche Bindungsgeometrie der darin enthaltenen Kohlenstoffatome sind für diverse wissenschaftliche Bereiche von Bedeutung, von der Astronomie bis zur Sonnensystemforschung.

«Es hat sich herausgestellt, dass der komplexe organische Haushalt von Chury im Durchschnitt identisch ist mit dem löslichen Teil der organischen Materie von Meteoriten», erklärt Hänni und ergänzt: «Starke Ähnlichkeiten gibt es – abgesehen von der relativen Menge der Wasserstoffatome – auch zum organischen Material, das auf Saturn von seinem innersten Ring herabregnet, wie es mit dem INMS-Massenspektrometer an Bord der NASA-Raumsonde Cassini nachgewiesen wurde», erklärt Hänni.

«Wir finden nicht nur Ähnlichkeiten zu den organischen Reservoirs im Sonnensystem, sondern viele der organischen Moleküle von Chury sind auch in Molekülwolken, den Geburtsstätten neuer Sterne, vorhanden», so Prof. Dr. Susanne Wampfler, Astrophysikerin am Center for Space and Habitability (CSH) der Universität Bern und Mitautorin der Publikation. «Unsere Ergebnisse sind konsistent mit dem Szenario eines gemeinsamen präsolaren Ursprungs der verschiedenen organischen Reservoirs des Sonnensystems und bestätigen, dass Kometen tatsächlich Material aus der Zeit lange vor der Entstehung unseres Sonnensystems enthalten,» so Wampfler abschliessend.

Angaben zur Publikation und den Kontaktpersonen siehe nächste Seite

Angaben zur Publikation:

N. Hänni, K. Altwegg, M. Combi, S. A. Fuselier, J. De Keyser, M. Rubin, and S. F. Wampfler: Identification and characterization of a new ensemble of cometary organic molecules, Nature Communications, 13, 3639 (2022).

DOI : [10.1038/s41467-022-31346-9](https://doi.org/10.1038/s41467-022-31346-9)

<https://www.nature.com/articles/s41467-022-31346-9>

Blogbeitrag von Nora Hänni zur Publikation:

<https://astronomycommunity.nature.com/posts/fragrances-instead-of-polymers>

Kontaktpersonen:

Dr. Nora Hänni

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

Telefon: +41 78 727 41 04

E-Mail: nora.haenni@unibe.ch

Prof. em. Dr. Kathrin Altwegg

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

Telefon: +41 31 961 02 68

E-Mail: kathrin.altwegg@unibe.ch

Prof. Dr. Susanne Wampfler

Center for Space and Habitability (CSH), Universität Bern

Telefon: +41 31 684 33 17

E-Mail: susanne.wampfler@unibe.ch

Die Europäische Weltraumorganisation ESA

Europa ist seit Beginn des Weltraumzeitalters in der Raumfahrt und der Weltraumforschung aktiv. 1975 wurde die Europäische Weltraumorganisation ESA gegründet, in der die beteiligten Staaten ihre Aktivitäten bündelten und koordinierten. Die Schweiz gehörte zu den zehn Gründungsmitgliedern der ESA; diese besteht heute aus 22 Mitgliedsstaaten. Berner Forschende wurden dank ihrer ausgewiesenen Expertise schon sehr früh in die Beratungskommissionen der ESA berufen. So haben sie auch Einfluss, welche Weltraumprojekte und Missionen aus den Vorschlägen der Wissenschaftsgemeinde ausgewählt werden.

[Mehr Informationen](#)

Rosetta-Mission

Das Massenspektrometer ROSINA war ein Schlüsselexperiment der Rosetta-Mission der ESA. Die Rosetta-Sonde hat den Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko, kurz Chury genannt, während mehr als zwei Jahren im Detail untersucht und dabei sogar zum ersten Mal überhaupt ein Landemodul auf der Oberfläche eines Kometen abgesetzt. Das Massenspektrometer ROSINA (Rosetta-Orbiter Spektrometer für Ionen- und Neutralgasanalyse) wurde unter Leitung der Universität Bern entwickelt, gebaut, getestet und mittels Telekommandos beim Kometen betrieben. Es konnte viele Bestandteile der Atmosphäre von Chury nachweisen – einen Grossteil davon sogar zum ersten Mal bei einem Kometen. ROSINA trug so massgeblich dazu bei, neue Erkenntnisse zur Entstehung unseres Sonnensystems zu gewinnen. Die aktive Phase der Mission ging 2016 mit dem kontrollierten Absturz

der Rosetta-Sonde auf die Oberfläche des Kometen Chury zu Ende. Seither werden in Bern aber noch über 2 Millionen Datensätze von ROSINA ausgewertet und für Forschende weltweit zur Verfügung gestellt.

[Mehr Informationen](#)

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, 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.