Eruption im Labor

Datum	24.8.2026
Subjekt	Leibniz-Gemeinschaft
Region	Nemecko
Kategorie	Technológie, Veda, technické a profesijné činnosti, Veda a výskum

Koronale Massenauswürfe treten bei der Sonne regelmäßig auf, werden aber sehr selten bei anderen Sternen beobachtet. Eine Studie zeigt, welche Rolle Magnetfelder dabei spielen.

Ein internationales Team aus Forschenden der Astrophysik und Plasmaphysik hat den ersten experimentellen Nachweis erbracht, dass starke Magnetfelder aktiver Sterne koronale Massenauswürfe vollständig unterdrücken können. Dies erklärt, warum massereiche stellare Eruptionen bei Sternen viel seltener beobachtet werden als bei der Sonne.

Koronale Massenauswürfe (Coronal Mass Ejections, kurz: CMEs) sind gewaltige Sterneruptionen, die riesige Mengen an magnetisiertem Plasma aus der Atmosphäre eines Sterns in den Weltraum hinausschleudern. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von Sternen, führen zum Verlust von Masse und Drehimpuls und beeinflussen das Weltraumwetter der die Sterne umkreisenden Planeten. Während koronale Massenauswürfe auf der Sonne regelmäßig beobachtet werden, sind eindeutige Nachweise bei anderen Sternen bislang überraschend selten geblieben.

Die aktuelle Studie, die kürzlich in der Fachzeitschrift „Physical Review Letters“ erschien, kombiniert astrophysikalische Simulationen, Hochenergie-Laser-Plasma-Experimente und moderne numerische 3D-Modellierung von Plasma. Die Ergebnisse zeigen, dass starke Magnetfelder aktiver Sterne koronale Massenauswürfe vollständig unterdrücken können, bevor diese in den Weltraum entweichen.

„Die einzigartige Kombination aus Theorie, Labortests und numerischen Simulationen liefert den ersten experimentellen Nachweis für eine seit langem bestehende Vorhersage, dass stellare Magnetfelder diese großräumigen Eruptionen eingrenzen können“, erklärt Julián D. Alvarado-Gómez. Er ist Wissenschaftler in der Forschungsgruppe „Sternphysik und Exoplaneten“ am Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam (AIP) und steuerte die astrophysikalische Modellierung bei, die die Laborexperimente mit realen Stern-umgebungen verknüpft.

Das internationale Team erzeugte im Labor lasergetriebene Plasmaströme, um den Kern von stellaren koronalen Massenauswürfen nachzubilden. Dabei nutzten die Forschenden passende Skalierungsgesetze, um die astrophysikalischen Bedingungen zu reproduzieren. Bei relativ schwachen Magnetfeldern breitete sich das Plasma frei aus. Stärkere Magnetfelder führten jedoch dazu, dass der Plasmastrom in Stücke aufbrach, instabil wurde und schließlich ganz zum Stillstand kam. “Das war für uns tatsächlich überraschend, als wir die Magnetfeldstärke erhöhten und die Veränderung im Verhalten des sich ausbreitenden Plasmas beobachteten. Aber genau darin liegt der Wert einer experimentellen Entdeckung.” ergänzt Julien Fuchs, damals Wissenschaftler am LULI/CNRS in Frankreich und nun Professor am Technion in Israel.

Detaillierte numerische Plasmasimulationen identifizierten eine Kink-Instabilität als den physikalischen Mechanismus, der für den Abbruch der Eruption verantwortlich ist. Im Laborexperiment wurde die Eruption dadurch ausgelöst, dass der Laser auf das Plasma traf, wodurch dessen thermischer Druck anstieg und sich das Plasmoid ausdehnte und zu bewegen

begann. Die Kink-Instabilität trat in der Plasmaströmung auf, als das äußere Magnetfeld stark genug wurde, um sie zu krümmen und sogar rückwärts fließen zu lassen.

Diese Ergebnisse helfen zu verstehen, warum koronale Massenauswürfe bei Sternen so selten sind: Obwohl aktive Sterne enorme Flares erzeugen, die gewaltige koronale Massenauswürfe hervorrufen sollten, zeigen die neuen Ergebnisse, dass viele dieser Eruptionen den Stern gar nicht verlassen, sondern das umgebende großräumige Magnetfeld sie stattdessen einfängt.

Die Forschungsergebnisse haben auch wichtige Auswirkungen auf Exoplaneten: koronale Massenauswürfe stellen eine extreme Form des stellaren Weltraumwetters dar und können sogar die Atmosphären von Planeten wegblasen oder deren chemische Zusammensetzung verändern, wodurch die langfristige Bewohnbarkeit von Planeten beeinflusst wird. Wenn viele koronale Massenauswürfe unterdrückt werden, könnten einige Exoplaneten einer weniger feindlichen Weltraumumgebung ausgesetzt sein, als bisher angenommen, mit einer verbesserten Chance auf eine langlebige Atmosphäre über Milliarden von Jahren hinweg.

Die Forschung wurde durch das Projekt GENESIS des Europäischen Forschungsrats (ERC), ELI-NP, das rumänische Ministerium für Forschung und Innovation, die US-amerikanische National Science Foundation (NSF) sowie bedeutende französische und europäische Hochleistungsrechner-Infrastrukturen unterstützt.

Originalpublikation

S. N. Chen, K. Burdonov, W. Yao, J-D. Alvarado-Gómez et al.: “Experimental evidence for coronal mass ejection suppression in strong stellar magnetic fields”, Physical Review Letters, https://doi.org/10.1103/hm32-h8q3

Weitere Informationen und Kontakt

Pressemitteilung des Leibniz-Instituts für Astrophysik Potsdam (AIP)

https://www.leibniz-gemeinschaft.de/ueber-uns/neues/forschungsnachrichten/forschungsnachrichten-single/newsdetails/sterneruptionen-im-labor