



Pressemitteilung

EMBARGO BIS 16. APRIL 20:00 Uhr MESZ

Weltraumteleskop untersucht Röntgenemission des Sonnensystems

SRG/eROSITA zeigt erstmals, wie unser Sonnensystem das Erscheinungsbild des Röntgenhimmels verändert

Garching, 16. April 2026

Extraktion der Röntgenstrahlung des Sonnensystems

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern am MPE ist es gelungen, mithilfe des Weltraumteleskops SRG/eROSITA die Röntgenstrahlung aus unserem Sonnensystem von ähnlicher Strahlung, die aus dem fernen Weltraum zu uns gelangt, zu trennen. Dies wurde durch vier Himmelskarten ermöglicht, die zwischen 2019 und 2021 in etwa 1,5 Millionen Kilometer Entfernung (etwa dem Vierfachen des Mondabstands) von der Erde entfernt erstellt wurden.

Dieser Erfolg liefert den bislang klarsten Blick auf den „weichen“ Röntgenhimmel (d.h. bei Röntgenenergien unter 1 keV). Zudem wird die bisher nur als Störung angesehene Strahlung aus dem Sonnensystem als wertvolles Signal genutzt, das Untersuchungen der Zusammensetzung und des Ionisationszustands des Sonnenwinds über alle Breiten in Abhängigkeit von der Sonnenaktivität ermöglicht und die Verteilung interstellaren Gases im Sonnensystem sichtbar macht.

Ursprung der weichen Röntgenstrahlung

Die Röntgenstrahlung entsteht, wenn hochionisierte Sonnenwind-Teilchen wie Kohlenstoff und Sauerstoff Elektronen von neutralen Atomen einfangen – ein Vorgang, der als solar wind charge exchange (SWCX) bezeichnet wird. Da Atome in der oberen Erdatmosphäre (der sogenannten Geokorona) und im gesamten Sonnensystem (der Heliosphäre) vorhanden sind, führt das zu einer allgegenwärtigen Vordergrundstrahlung. Sie beeinflusst praktisch jede Untersuchung des diffusen weichen Röntgenhimmels – von der hunderte Lichtjahre großen Lokalen Heißen Blase um das Sonnensystem und dem Milchstraßenhalo bis zu den Außenbereichen entfernter Galaxienhaufen, wo sie Temperatur- und Dichtemessungen verfälschen kann, die für kosmologische Modelle entscheidend sind. Eine präzise Bestimmung der SWCX-Komponente ist daher von großer Bedeutung; sie war aber bisher nur teilweise möglich.

Was die eROSITA-Beobachtungen auszeichnet

Es sind zwei Besonderheiten. Erstens sind sie aufgrund der einzigartigen Beobachtungsposition, fern von der Erde, frei von der Röntgenstrahlung der Geokorona, die

frühere Beobachtungen beeinträchtigte. Zweitens wurde der Röntgenhimmel viermal vollständig kartiert in einem Zeitraum von zwei Jahren, der das Minimum und den nachfolgenden Anstieg der Sonnenaktivität überdeckte. Durch den Vergleich von Beobachtungen bei unterschiedlichen Sonnenaktivitäten gelang es dem Team um Konrad Dennerl, die heliosphärische SWCX-Komponente zu isolieren und den weichen Röntgenhimmel so zu rekonstruieren, wie er bei Beobachtung von außerhalb des Sonnensystems erscheinen würde. Der mit eROSITA erzielte Fortschritt geht jedoch über eine reine Datenbereinigung hinaus: die SWCX-Emission selbst konnte als wertvolles Signal genutzt werden.

Die Röntgenemission des Sonnensystems im Sonnenzyklus

Die Daten zeigen eine klare Entwicklung der heliosphärischen Röntgenemission über den Sonnenzyklus. Während des Sonnenminimums ist die Emission schwach und auf niedrige heliosphärische Breiten beschränkt. Mit zunehmender Sonnenaktivität wird sie intensiver und dehnt sich auf höhere Breiten aus. Dies bestätigt Vorhersagen aus Sonnenwindmessungen. Demnach sollte man zunächst eine Region reduzierter Röntgenemission bei hohen Breiten vorfinden, die sich dann allmählich schließt, „gerade so, als würde man das Sonnensystem im Röntgenlicht atmen sehen“, erklärt Gabriele Ponti, dem erstmals aufgefallen war, dass in einem bestimmten Himmelsareal die diffuse Emission zeitliche Schwankungen zeigte.

Eine ortsfeste Röntgenquelle nahe der Erdbahn

Weitere Untersuchungen ergaben Hinweise auf eine Röntgenquelle nahe der Erdbahn, die nicht die Sonne umkreist – scheinbar im Widerspruch zur Himmelsmechanik. Die Erklärung liegt in der Bewegung unseres Sonnensystems um das Milchstraßenzentrum. Dabei wird es von Gas, das Heliumatome enthält, durchströmt. Die Gravitation der Sonne verbiegt deren Flugbahnen und erzeugt auf der strömungsabgewandten Seite einen konzentrierten Strom – den Helium-Fokussierungskegel. Dieser wurde bereits seit den 1970er-Jahren vorhergesagt und durch Messungen interstellaren Heliums und UV-Beobachtungen bestätigt, doch Röntgennachweise blieben bislang unklar. Mit eROSITA gelang nun die Kartierung des Helium-Fokussierungskegels ohne vorherige Annahmen über seine Lage, allein durch Analyse der aus verschiedenen Positionen beobachteten Röntgenstrahlung.

Dreidimensionale Modellierung der räumlich und zeitlich variablen Röntgenemission

Aus Sonnenwindmessungen und Daten zur Verteilung interstellaren Materie im Sonnensystem wurde ein dreidimensionales, zeitlich aufgelöstes Modell der SWCX-Emission erstellt. Es ermöglichte eine Bestimmung der zu erwartenden Röntgenstrahlung aus der eROSITA-Perspektive und konnte somit direkt überprüft werden; der Vergleich ergab eine insgesamt gute Übereinstimmung. Das Modell zeigt, dass die Emission zu jedem Zeitpunkt hauptsächlich in spiralförmigen Strukturen innerhalb der Marsumlaufbahn entsteht, die sich als Folge unterschiedlicher Sonnenwindgeschwindigkeiten ausbilden. Wir sehen sie am Röntgenhimmel als Aufhellungen, die je nach Blickrichtung zeitliche Signaturen von Stunden bis Tagen aufweisen. Erst bei Mittelung über mehrere Tage wird der Helium-Fokussierungskegel deutlich sichtbar.

Ein Paradigmenwechsel in der Röntgenastronomie

Die Ergebnisse markieren einen Wandel der Perspektive, indem sie ein bisher störendes Ärgernis in ein wertvolles diagnostisches Werkzeug umdefinieren. „Wenn man verfolgen kann, wie der Sonnenwind das Erscheinungsbild des Röntgenhimmels zeitlich verändert, ermöglicht uns das nicht nur eine Bereinigung von Beobachtungen des fernen Universums, sondern liefert uns auch bisher nicht mögliche Einblicke in die Sonnenphysik und die Dynamik der Heliosphäre“, bemerkt Konrad Dennerl, einer der Entdecker der

Röntgenemission von Kometen im Jahr 1996, die zu einer Erklärung der heliosphärischen Röntgenstrahlung führte. „Das Verständnis der Röntgenemission unseres Sonnensystems ist der Schlüssel zur korrekten Interpretation des diffusen Röntgenhimmels.“

Die Ergebnisse unterstreichen die Wichtigkeit der Berücksichtigung von Prozessen im Sonnensystem bei der Analyse von Röntgendaten und verdeutlichen die Bedeutung von eROSITA auch für die Erforschung der Heliosphäre.

Kontakt:

Dr. Konrad Dennerl | +49 89 30000-3862 | kod@mpe.mpg.de

Dr. Gabriele Ponti | +49 89 30000-3572 | ponti@mpe.mpg.de

Dr. Xueying Zheng | +49 89 30000-3527 | zhengxy@mpe.mpg.de

Hintergrund:

Das Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik (MPE) erforscht physikalische und chemische Prozesse im Universum – von der Stern- und Planetenentstehung bis hin zu den Ursprüngen des Lebens.

Die Pressemitteilung ist auch unter:

<https://www.mpe.mpg.de/8190322/news20260416> verfügbar

Die Forschungsarbeit erscheint in Science:

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adt914>

Pressekontakt:

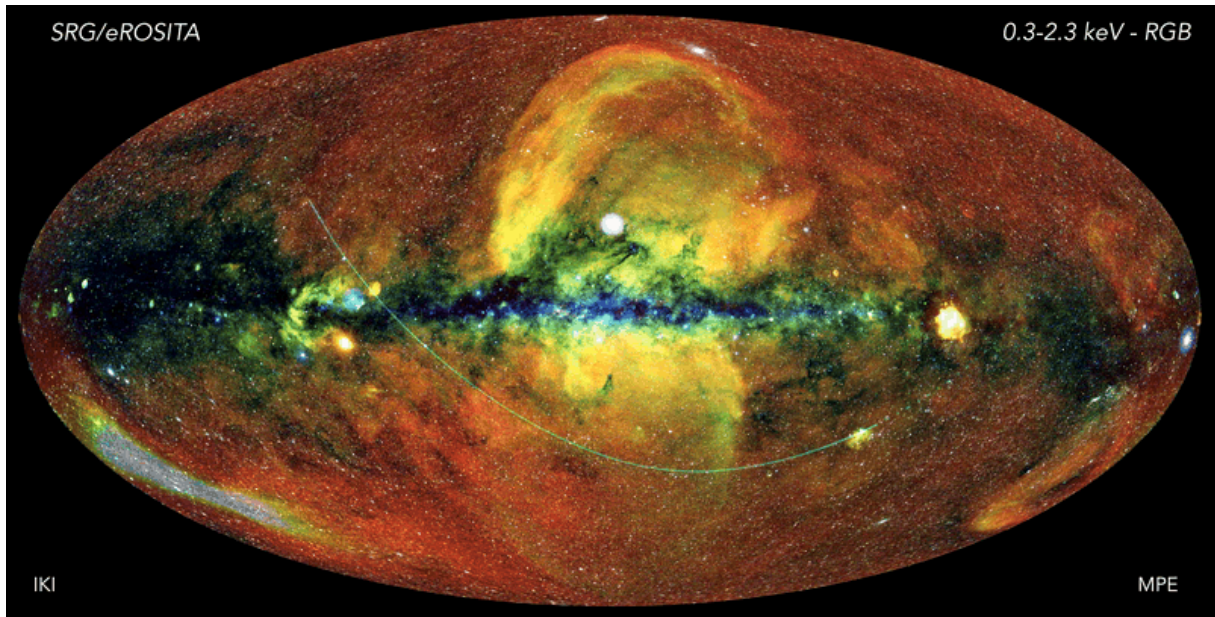
Isabelle Kessler

Pressesprecherin

Telefon: +49 (0)89 30000 – 3980

E-Mail: pr@mpe.mpg.de

Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik
Gießenbachstraße 1
D-85748 Garching
www.mpe.mpg.de



Rekonstruktion, wie der diffuse Röntgenhimmel für eROSITA von Mai bis Oktober 2021 ausgesehen haben sollte. Zu jedem Zeitpunkt beobachtete eROSITA allerdings nur ein Gebiet von einem Grad Durchmesser auf seinem Scan-Kreis, der mit einer hellblauen Linie markiert ist. Jeder 360-Grad-Scan dauerte 4 Stunden und wurde annähernd senkrecht zur Richtung der Sonne durchgeführt; sie befindet sich in dem überbelichteten Gebiet. Weitere Informationen zum unterlegten Bild des Röntgenhimmels sind unter <https://www.mpe.mpg.de/7461950/erass1-presskit> zu finden.

© K. Dennerl, J. Sanders, H. Brunner & the eSASS team (MPE); E. Churazov, M. Gilfanov (IKI)