

Gigantischer Teilchenbeschleuniger am Himmel

Elektronen werden in den Van-Allen-Strahlungsgürteln lokal auf extrem hohe Energien erhitzt Das Magnetfeld der Erde fängt hochenergetische Teilchen ein. Als die ersten Satelliten ins All geschossen wurden, entdeckten Forschende unter der Leitung von James Van Allen die Regionen mit hochenergetischer Teilchenstrahlung, die später nach ihrem Entdecker Van-Allen-Strahlungsgürtel benannt wurden. Visualisiert sehen diese wie zwei gigantische Donuts aus, die unseren Planeten umschließen. Nun zeigt eine neue Studie unter der Leitung von Forschenden des Deutschen GeoForschungsZentrums GFZ, dass Elektronen in den Strahlungsgürteln lokal auf sehr hohe Geschwindigkeiten beschleunigt werden können.

Das Magnetfeld der Erde fängt hochenergetische Teilchen ein. Als die ersten Satelliten ins All geschossen wurden, entdeckten Forschende unter der Leitung von James Van Allen die Regionen mit hochenergetischer Teilchenstrahlung, die später nach ihrem Entdecker Van-Allen-Strahlungsgürtel benannt wurden. Visualisiert sehen diese wie zwei gigantische Donuts aus, die unseren Planeten umschließen. Nun zeigt eine neue Studie unter der Leitung von Forschenden des Deutschen GeoForschungsZentrums GFZ, dass Elektronen in den Strahlungsgürteln lokal auf sehr hohe Geschwindigkeiten beschleunigt werden können. Die Studie zeigt, dass die Magnetosphäre wie ein sehr effizienter Teilchenbeschleuniger funktioniert, der Elektronen auf so genannte ultra-relativistische Energien beschleunigt. Die von Hayley Allison, Postdoc-Stipendiatin am GFZ Potsdam, und Yuri Shprits, Sektionsleiter am GFZ und Professor an der Universität Potsdam, durchgeführte Studie wird in Nature Communications veröffentlicht.

Um den Ursprung der Van-Allen-Gürtel besser zu verstehen, startete die NASA 2012 die Zwillingsmission der Van-Allen-Sonden, um diese harsche Umgebung zu durchqueren und detaillierte Messungen in dieser gefährlichen Region durchzuführen. Die Messungen umfassten eine ganze Reihe von Partikeln, die sich mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und in verschiedene Richtungen bewegen, sowie Plasmawellen. Plasmawellen ähneln den Wellen, die wir auf der Wasseroberfläche sehen, sind aber für das bloße Auge unsichtbar. Sie können mit Wellen im elektrischen und magnetischen Feld verglichen werden. Neuere Beobachtungen haben gezeigt, dass die Energie der Elektronen in den Strahlungsgürteln bis zu so genannten ultra-relativistischen Energien gehen kann. Diese Elektronen mit Temperaturen etwa 40 Milliarden Grad Celsius bewegen sich so schnell, dass ihre Bewegungsenergie viel höher ist als ihre Ruheenergie, die durch Einsteins berühmte Formel $E=mc^2$ gegeben ist. Sie sind so schnell, dass sich der Zeitfluss für diese Teilchen deutlich verlangsamt.

Die Wissenschaftler waren überrascht, diese ultra-relativistischen Elektronen zu finden, und nahmen an, dass so hohe Energien nur durch eine Kombination von zwei Prozessen erreicht werden können: der Transport von Teilchen herein aus den äußeren Bereichen der Magnetosphäre, der sie beschleunigt, sowie eine lokale Beschleunigung der Teilchen durch Plasmawellen.

Die neue Studie zeigt jedoch, dass Elektronen solche unglaublichen Energien lokal, im Herzen der Van-Allen-Gürtel, erreichen, indem sie all diese Energie den Plasmawellen entziehen. Dieser Prozess erweist sich als äußerst effizient. Die unerwartete Entdeckung, wie die Beschleunigung von Teilchen auf ultrarelativistische Energien im erdnahen Raum

funktioniert, könnte den Wissenschaftlern helfen, die grundlegenden Prozesse der Beschleunigung von Partikeln auf der Sonne, in der Nähe von äußeren Planeten und sogar in den fernen Winkeln des Universums, die von Raumsonden nicht erreicht werden können, zu verstehen.

Medienkontakt:

Josef Zens

Head of press and public relations

josef.zens@gfz-potsdam.de

Phone: +49 331 288-1040

contact for scientific information:

Prof. Dr. Yuri Shprits

Leiter der Sektion Magnetosphärenphysik

E-Mail: yuri.shprits@gfz-potsdam.de

Tel: +49 331 288-28899

Original publication:

Originalstudie: Hayley Allison, Yuri Shprits: "Local heating of radiation belt electrons to ultra-relativistic energies" in "Nature Communications", DOI: 10.1038/s41467-020-18053-z

Wissenschaftlicher Kontakt