idw - Informationsdienst Wissenschaft
Nachrichten, Termine, Experten

Press release

Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dr. Joachim Hoffmann

05/25/2005

http://idw-online.de/en/news113647

Research results
Mathematics, Physics / astronomy
transregional, national

Kosmische Radioblitze in der Atmosphäre

Mit einem internationalen Experiment konnten Wissenschaftler im Forschungszentrum Karlsruhe die hellsten und kurzlebigsten Radioblitze am Himmel nachweisen Im Rahmen des internationalen LOPES-Projektes wurden am Forschungszentrum Karlsruhe hochenergetische kosmische Teilchen mit Hilfe digitaler Radioantennen nachgewiesen. Die aus dem Universum in die Atmosphäre eindringenden Atomkerne erzeugen kurze, sehr intensive Radioblitze, die für wenige Nanosekunden die hellste Radioquelle am Himmel darstellen. Solche Radioblitze konnten Wissenschaftler nun durch Vergleich mit dem KASCADE-Grande-Experiment im Forschungszentrum Karlsruhe erstmals zweifelsfrei einzelnen Teilchen der hochenergetischen kosmischen Strahlung zuweisen. Dies ist ein Meilenstein bei der Entwicklung neuer Techniken zur Messung höchstenergetischer Teilchen im Universum. Die internationale Fachzeitschrift "Nature" hat die Forschungsergebnisse in ihrer neuesten Ausgabe veröffentlicht.

Atomkerne der kosmischen Strahlung lösen beim Zusammenstoß mit der Erdatmosphäre große Schauer von Sekundärpartikeln aus, die in der Luft eine Leuchtspur erzeugen und als Teilchenteppich auf die Erdoberfläche vordringen. Detektorfelder wie das Pierre Auger-Observatorium in Argentinien oder das kleinere KASCADE-Grande-Experiment im Forschungszentrum können diese Teilchenschauer messen.

Seit rund 40 Jahren ist bekannt, dass die Teilchenschauer neben dem ultravioletten Fluoreszenzlicht in der Atmosphäre auch Strahlung im Radio-Frequenzbereich emittieren. Bisher war es technisch nicht möglich, das extrem kurze Signal von nur wenigen Milliardstel Sekunden Dauer vom allgegenwärtigen Strahlungs-Hintergrund zu trennen. Das neuartige digitale Radioteleskop LOFAR (Low-Frequency Array) soll diese Teilchenschauer sowie andere Signale aus dem Kosmos kontinuierlich in einem breiten Frequenzbereich aufnehmen und digital verarbeiten. In einigen Jahren wird LOFAR einen Großteil der Niederlande und von Nordrhein-Westfalen abdecken.

Eine internationale Kooperation von Wissenschaftlern hat nun einen Prototyp von LOFAR im Forschungszentrum Karlsruhe innerhalb des KASCADE-Grande-Messfeldes aufgebaut. Unter dem Akronym LOPES (LOFAR PrototypE Station) entstand ein Feld mit zehn Radioantennen, ähnlich denen, die auch in gewöhnlichen Radioempfängern zum Einsatz kommen. Die Antennen bilden einen breitbandigen Empfänger, der eine Vielzahl unterschiedlicher Frequenzen gleichzeitig aufnehmen kann und die Signale in eine digitale Elektronik speist.

Im parallelen Betrieb der LOPES-Antennen und des KASCADE-Grande-Messfeldes konnten die Wissenschaftler nun erstmals zeigen, dass hochenergetische Teilchen der kosmischen Strahlung, die in der Erdatmosphäre einen Teilchenschauer auslösen, gleichzeitig auch ein Radiosignal aus der Richtung des einfallenden Teilchens erzeugen. Die Stärke der Radiosignale ist proportional zur Energie dieses Teilchens und außerdem mit dem Winkel des ankommenden Teilchenschauers und der Richtung des Magnetfeldes der Erde korreliert.

"KASCADE-Grande und sein Vorläufer, das Experiment KASCADE, messen seit vielen Jahren im Forschungszentrum Karlsruhe Teilchenschauer der kosmischen Strahlung. Aus den Signalen können der Entstehungsort des

Teilchenschauers in der Atmosphäre sowie die Energie und Art der einfallenden Teilchen ermittelt werden", erläutert Professor Dr. Johannes Blümer, Leiter des Instituts für Kernphysik des Forschungszentrums Karlsruhe. "Im Vergleich der Daten aus KASCADE-Grande mit LOPES konnten wir nun die Tauglichkeit der neuen Methode für die Messung kosmischer Strahlung zeigen. Radiodetektion kosmischer Strahlung birgt ein phantastisches Potenzial."

Die Ergebnisse wurden am 19. Mai 2005 in der wissenschaftlichen Fachzeitschrift Nature veröffentlicht (Falcke et al.: "Detection and localization of atmospheric radio flashes from cosmic air showers").

Zur Zeit wird das Antennenfeld in Karlsruhe von 10 auf 30 Antennen erweitert, um mit besserer Statistik vor allen Dingen bei höheren Energien das Radiosignal im Detail zu studieren. Das Forscherteam des LOPES-Projektes möchte mit den dann erzielten Ergebnissen einerseits die neue Messtechnik etablieren, andererseits die Emissionsmechanismen in der Atmosphäre verstehen und so den Weg zu einer verbesserten Messung der höchstenergetischen kosmischen Strahlung ebnen. Damit könnte das LOPES-Experiment einen wichtigen Beitrag für die Instrumentierung des zweiten Pierre Auger-Observatoriums auf der Nordhalbkugel sein, dessen Aufbau Forschergruppen weltweit vorbereiten.

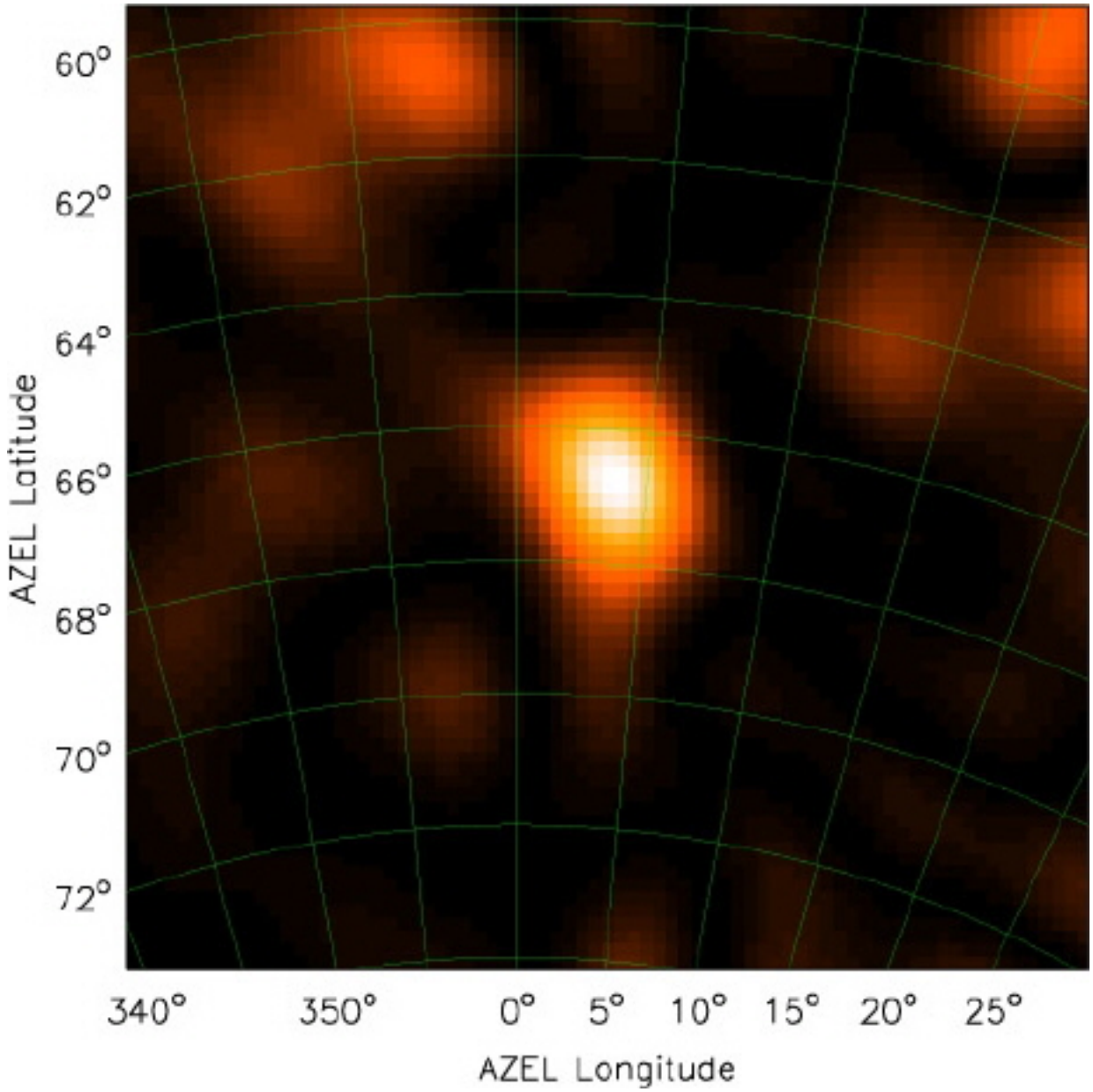
Das LOPES-Projekt wird in internationaler Zusammenarbeit mit starker deutscher und niederländischer Beteiligung betrieben. Die Kollaboration umfasst neben der kompletten Beteiligung der KASCADE-Grande-Mitglieder mit 8 Instituten aus 4 Ländern (Institut für Kernphysik des Forschungszentrums Karlsruhe, Universitäten Karlsruhe, Siegen und Wuppertal aus Deutschland, Universität Turin und INFN Sektion Turin aus Italien, das Soltan Institut aus Lodz, Polen und IFIN-HH aus Bukarest, Rumänien) auch das Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik des Forschungszentrums Karlsruhe, das Max-Planck-Institut für Radioastronomie in Bonn, die Universität Nijmegen und die Forschungseinrichtung ASTRON (verantwortlich für den Aufbau von LOFAR) aus den Niederlanden.

Das Forschungszentrum Karlsruhe ist Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft, die mit ihren 15 Forschungszentren und einem Jahresbudget von rund 2,1 Milliarden Euro die größte Wissenschaftsorganisation Deutschlands ist. Die insgesamt 24000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Helmholtz-Gemeinschaft forschen in den Bereichen Struktur der Materie, Erde und Umwelt, Verkehr und Weltraum, Gesundheit, Energie sowie Schlüsseltechnologien.

Joachim Hoffmann 18. Mai 2005

Die Farbfotos senden wir Ihnen auf Wunsch gerne zu (Telefon 07247 82-2861).

Drei der digitalen LOPES Radioantennen zwischen den Detektorhütten des Luftschauerexperimentes KASCADE-Grande im Forschungszentrum Karlsruhe.
Foto: Forschungszentrum Karlsruhe



Radio-Karte eines Luftschauers. Durch Auswertung der Antennensignale kann die Herkunftsrichtung des Blitzes und somit die Teilchenschauer-Richtung bestimmt werden. Das Ereignis ist als 2.4° mal 1.8° großer Punkt am Himmel zu erkennen. Die schwächeren Punkte sind auf Untergrundrauschen aufgrund des relativ kleinen Antennenfeldes zurückzuführen.
Foto: LOPES