

## T 100: Kosmische Strahlung III

Zeit: Dienstag 16:45–18:45

Raum: 30.34: 022

T 100.1 Di 16:45 30.34: 022

**Radiomessungen zur Untersuchung des gegenseitigen Einflusses von Gewittern und Kosmischer Strahlung** — ●STEFAN BRAUN für die Pierre Auger-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP)

Die Ablenkung geladener Teilchen in Luftschauern durch das Erdmagnetfeld führt zu kohärenter Radioemission. Das LOPES-Experiment am KIT Campus Nord misst die Radioemission von Luftschauern. Auch bei AERA am Pierre-Auger-Observatorium in Argentinien kommt diese Technik zum Einsatz.

Wenn in der Atmosphäre hohe elektrische Felder auftreten, werden die geladenen Teilchen des Luftschauers zusätzlich beschleunigt, was einen Einfluss auf die Radioemission hat. Besonders während Gewittern können solche hohen elektrischen Felder herrschen. Aus diesem Grund soll ein Lightning Mapping System aufgebaut werden, um Gewitter zu erkennen und zu untersuchen.

Dazu soll zunächst das Lightning Mapping System am LOPES-Experiment getestet und anschließend bei LASS (Lightning Air Shower Study) am Pierre-Auger-Observatorium aufgebaut werden. Bei LASS sollen mittels mehrerer Bodenstationen Blitze mit Hilfe ihres Radiosignals sehr genau geortet werden. Außerdem soll mit LASS eine mögliche Korrelation zwischen Luftschauern und Blitzen genauer untersucht werden.

T 100.2 Di 17:00 30.34: 022

**Bestimmung der Radiowellenfront von kosmischen Luftschauern mit LOPES und REAS3** — ●FRANK SCHRÖDER<sup>1</sup> und MARIANNE LUDWIG<sup>2</sup> für die LOPES-Kollaboration — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IK — <sup>2</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IEKP

Wenn hochenergetische kosmische Strahlung auf die Erdatmosphäre trifft, löst sie Luftschauer aus Sekundärteilchen aus. Diese bestehen teilweise aus Elektronen und Positronen, die durch das Erdmagnetfeld abgelenkt werden und dabei einen Radiopuls emittieren. Die Wellenfront der Radiopulse wurde nun erstmals durch Messungen von Pulsankunftszeiten am digitalen Antennenfeld LOPES am KIT Campus Nord untersucht. Außerdem wurden die LOPES-Messungen mit REAS3-Simulationen verglichen.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Wellenfront nicht, wie zuvor angenommen, sphärisch, sondern näherungsweise konisch ist. Die Simulationen sind dabei mit den Messungen kompatibel. Sie sagen voraus, dass das Maximum der Schauerentwicklung (und somit die Masse des Primärteilchens) mit dem Öffnungswinkel der konischen Wellenfront korreliert ist. Daher bieten Ankunftszeitmessungen in einzelnen Antennen eine Methode, die Masse des Primärteilchens abzuschätzen.

T 100.3 Di 17:15 30.34: 022

**Radio-Funktionalität im Offline-Analyse-Framework des Pierre-Auger-Observatoriums** — ●TIM HUEGE für die Pierre Auger-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Kernphysik

Für die Analyse von Daten des Auger Engineering Radio Arrays (AERA) wurde Radio-Funktionalität in das Offline-Analyse-Framework des Pierre-Auger-Observatoriums eingebettet. Diese Funktionalität erlaubt eine feingliedrige Prozessierung der Radiodaten mit fortgeschrittenen Signalverarbeitungs-Algorithmen, eine detaillierte Simulation aller relevanten Detektoreffekte auf simulierte Radioemissionen und die Rekonstruktion des dreidimensionalen elektrischen Feldvektors aus zweidimensionalen Messungen. Zudem bietet die Einbettung in das bestehende Analyse-Framework eine ideale Basis für die Entwicklung "radio-hybrider" Analyseverfahren unter Einbeziehung von Messdaten der Oberflächendetektoren und Fluoreszenzteleskope. Wir stellen die Philosophie, Implementierung und Funktionsweise der Radio-Funktionalität in Offline vor. Diese kann interessierten Nutzern auf Anfrage im Quellcode zugänglich gemacht werden.

T 100.4 Di 17:30 30.34: 022

**REAS3 zur Simulation der Radioemission aus Luftschauern** — ●MARIANNE LUDWIG<sup>1</sup>, TIM HUEGE<sup>2</sup>, TANGUY PIEROG<sup>2</sup> und FRANK G. SCHRÖDER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IEKP — <sup>2</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IK

Das Monte-Carlo-Programm REAS3 berechnet die Radioemission der

elektromagnetischen Komponente eines durch kosmische Strahlung erzeugten Luftschauers. Dabei wird eine universelle Methode, der Endpunktformalismus, zur Berechnung der Strahlungsbeiträge angewendet. Dies gewährleistet eine vollständige Beschreibung aller Emissionsprozesse. REAS3 beinhaltet keine freien Parameter und greift auf detaillierte Schauerinformationen von CORSIKA zurück. Bereits mehrfach wurde es für den Vergleich zwischen Simulationen und Daten aus Radioexperimenten genutzt. Für den Vergleich mit LOPES-Daten wurde jetzt ein spezielles Kriterium zur Auswahl des simulierten Luftschauers erarbeitet. Dieses basiert auf der mit KASCADE gemessenen Myonenzahl und ermöglicht damit die Selektion eines Schauers, der den gemessenen Schauer besonders gut reproduziert. In diesem Vortrag werden REAS3 sowie Details zum Auswahlverfahren vorgestellt. REAS3 ist für die Öffentlichkeit frei verfügbar.

T 100.5 Di 17:45 30.34: 022

**Radiomessung hochenergetischer Kosmischer Strahlung beim TUNKA-133-Experiment in Sibirien** — ●JAN OERTLIN<sup>1</sup>, FRANK G. SCHRÖDER<sup>1</sup>, ANDREAS HAUNGS<sup>1</sup>, OLIVER KRÖMER<sup>2</sup>, HARTMUT GEMMEKE<sup>2</sup>, LEONID A. KUZMICHEV<sup>3</sup> und VASILY V. PROSIN<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Kernphysik (IK) — <sup>2</sup>KIT, Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (IPE) — <sup>3</sup>Moscow State University, Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics

In der Nähe des Baikalsees wurde 2009 das 133 Photomultiplier umfassende Experiment TUNKA-133 in Betrieb genommen, um hochenergetische Kosmische Strahlung mit Energien um  $10^{17}$  eV zu messen. Diese Strahlung erzeugt in der Erdatmosphäre Luftschauer aus vielen Sekundärteilchen, deren Cherenkov-Licht mit den Photomultipliern detektiert wird. Die Teilchenkaskaden bestehen unter anderem auch aus Elektronen und Positronen, welche im Erdmagnetfeld abgelenkt werden und Radiopulse emittieren. Um diese Radiopulse zu messen wurde im August 2009 eine Antenne beim TUNKA-133-Experiment installiert und mit dieser seit Oktober 2009, getriggert durch die Photomultiplier, Daten aufgenommen.

In diesem Vortrag werden die Ergebnisse der Analyse der ersten Daten präsentiert. Insbesondere werden Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen den gemessenen Radiopulsen und der Kosmischen Strahlung vorgestellt.

T 100.6 Di 18:00 30.34: 022

**GDAS-Daten in der Luftschauer-Rekonstruktion des Pierre-Auger-Observatoriums** — ●BIANCA KEILHAUER für die Pierre Auger-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Mit dem Hybrid-Detektor des Observatoriums werden Teilchen von ausgedehnten Luftschauern am Erdboden gemessen, zusammen mit der Beobachtung der Fluoreszenz-Emission, welche beim Durchgang des Luftschauers durch die Erdatmosphäre entsteht. Für die Rekonstruktion von Luftschauern muss die Atmosphäre am Standort sehr genau bekannt sein. Dies gilt insbesondere für Daten, die mit der Fluoreszenz-Technik aufgezeichnet werden. Für deren Analyse sind nicht nur die Bedingungen nahe der Erdoberfläche relevant, sondern in verstärktem Maße die höhenabhängigen Profile. Durch eine Kampagne zur Messung von Atmosphären-Profilen unmittelbar nach höchstenergetischen Luftschauern hat sich gezeigt, dass lokal durchgeführte meteorologische Radiosondierungen schwer einschätzbar sind bezüglich ihrer zeitlichen Gültigkeit. Die Daten des *Global Data Assimilation System* (GDAS) bieten Atmosphären-Profile alle 3 Stunden aus Modell-Rechnungen basierend auf realen Messungen des US-Wetterdienstes für die gesamte Erde. Vergleiche von Daten für das Gebiet des Auger-Observatoriums haben eine gute Übereinstimmung mit lokalen Messungen ergeben. Daher werden die GDAS-Daten, welche ab Anfang 2005 verfügbar sind, in die Luftschauer-Rekonstruktion der Auger-Daten implementiert. Mit dieser Studie werden die Genauigkeit der Rekonstruktion, sowie systematische Effekte bzgl. rekonstruierter Primärenergie und der Position des Schauermaximums gezeigt.

T 100.7 Di 18:15 30.34: 022

**Untersuchung zu optischen Eigenschaften der Atmosphäre in Colorado, USA** — ●MARTIN WILL<sup>1,2</sup> und LAWRENCE WIENCKE<sup>2</sup> für die Pierre Auger-Kollaboration — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie — <sup>2</sup>Colorado School of Mines

Die Kenntnis des Zustandes der Atmosphäre ist äußerst wichtig beim Nachweis von Luftschauern wie mit dem Pierre-Auger-Observatorium. Dabei kann zwischen den molekularen Eigenschaften der Atmosphäre und Aerosolen unterschieden werden. Höhenabhängige Profile der Temperatur, des Drucks und der Luftfeuchtigkeit können mit meteorologischen Radiosondierungen bestimmt werden. Für die Messung der Aerosolkonzentration wurden im Südosten Colorados, USA, zwei Messapparaturen aufgebaut. Ein UV-Laser wird senkrecht in die Atmosphäre geschossen. Die zurückgestreuten Photonen werden von einem Raman-Lidar gemessen und unter Berücksichtigung der Rayleigh-Streuung an kleinen Molekülen der Atmosphäre wird die optische Dichte der Luft aufgrund von Aerosolen bestimmt. Außerdem misst ein optisches Teleskop, das den Fluoreszenz-Teleskopen des Auger-Observatoriums sehr ähnelt, das seitlich aus dem Laserstrahl herausgestreute Licht. Da die Laserenergie und die Laser-Teleskop-Geometrie bekannt sind, lässt sich aus der Menge des empfangenen UV-Lichts ebenfalls die optische Dichte bestimmen. Ein Ziel dieser Untersuchung ist es, die maximale Reichweite bzw. den optimalen Abstand von Fluoreszenz-Teleskopen an einem möglichen Standort eines Luftschauer-Observatoriums zu bestimmen.

T 100.8 Di 18:30 30.34: 022

**Unmittelbare Atmosphärenmessungen nach besonderen Luftschauerereignissen am Pierre-Auger-Observatorium —**

•MARTIN WILL für die Pierre Auger-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie

Atmosphärische Parameter beeinflussen die Detektion von Luftschauern am Pierre-Auger-Observatorium. Dabei sind vor allem die molekulare Atmosphäre, die Aerosolkonzentration und Wolken bei der Detektion mit Fluoreszenz-Teleskopen wichtig. Um diese Effekte bei der Rekonstruktion berücksichtigen zu können, wird die Atmosphäre während der nächtlichen Datennahme ständig überwacht. Hochenergetische oder exotische Schauer sind von großer Bedeutung und Interesse. Das Ziel der unmittelbaren Atmosphärenmessungen ist es, die Zeit zwischen Detektion des Luftschauers und der Messung der Atmosphäre bei interessanten Schauern auf ein Minimum zu verkürzen. Nach der Detektion eines Schauers, der bestimmte Kriterien erfüllt, werden eines oder mehrere der drei involvierten Subsysteme ausgelöst: Sondierungen der Zustandsgrößen der Atmosphäre mit Wetterballonen, Wolkendetektion mit Lidar-Stationen und das FRAM-Teleskop zur Messung der atmosphärischen Extinktion. Die so gesammelten Daten ergänzen die regelmäßig durchgeführten Messungen. Nur mit diesen Maßnahmen können kurzzeitige Variationen in der Atmosphäre innerhalb einer Nacht nachgewiesen und somit die Unsicherheiten in der Schauerrekonstruktion deutlich verkleinert werden. Insbesondere die Bewertung von exotischen Luftschauern ist erst nach Bewertung der optischen Atmosphären-Eigenschaften wirklich zuverlässig möglich.