

## T 105: Kosmische Strahlung V

Zeit: Freitag 14:00–16:15

Raum: HG XII

T 105.1 Fr 14:00 HG XII

**Messung des dreidimensionalen E-Feldvektors der Radioemission hochenergetischer Luftschauer mit LOPES** — •DANIEL HUBER<sup>1</sup> und TIM HUEGE<sup>2</sup> für die LOPES-Kollaboration — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IEKP — <sup>2</sup>KIT, IK

Die Messung von Radioemission aus Luftschauern wird immer bedeutender, um Eigenschaften der kosmischen Strahlung zu untersuchen. Experimente, wie LOPES am Karlsruher Institut für Technologie und CODALEMA am Nancay Radio Observatory in Frankreich, haben bereits die zweidimensionale Projektion des E-Feldvektors der Radioemission gemessen. In einer weiteren Ausbaustufe wird LOPES für die Detektion aller drei Raumrichtungen mit zehn Tripolantennen ausgerüstet. Eine Tripolantenne besteht aus drei orthogonal zueinander angeordneten Dipolen, die in ost-west, nord-süd und vertikaler Richtung orientiert sind. Die Messung aller drei Dimensionen führt zu einer Information über das komplette physikalische Signal und erlaubt somit einen besseren Vergleich mit Emissionsmodellen, wie dem Geosynchrotronmodell. Zusätzliche Vorteile sind eine höhere Empfindlichkeit auf stark geneigte Schauer, Richtungsinformationen über die Schauerachse können aus einem einzelnen Tripol gewonnen werden und ein effektiverer Selbsttriggermechanismus ist eventuell möglich. Präsentiert werden Voruntersuchungen zum Umbau von LOPES, das neue Setup von LOPES und erste Messergebnisse.

T 105.2 Fr 14:15 HG XII

**Polarization measurements of EAS radio emission with the LOPES experiment** — •P.G. ISAR for the LOPES-Collaboration — Karlsruhe Institute of Technology/IK

Extensive air showers (EAS) are accompanied by emission of radio waves. Radio detection of EAS is an important issue because it can help in the understanding of the energy spectrum and mass composition of high energy cosmic rays. The LOPES experiment is a radio antenna array designed to perform radio measurements of EAS in the frequency range of 40 - 80 MHz. It is located at the site of the particle detector array KASCADE-Grande, which provides the well-calibrated EAS information. The goal of LOPES (LOfar PrototypE Station) is to understand characteristic features of the radio emission where polarization measurements play an important role. By measuring the east-west and the north-south components of the electric field, the geo-synchrotron process which is the main radio emission mechanism of EAS is tested. Dependencies of the field strength in each polarization direction on shower parameters like arrival direction or primary energy will be discussed as well as characteristics of the polarization vector.

T 105.3 Fr 14:30 HG XII

**Untersuchung der Nachweisschwelle und Effizienz eines Detektorsystems für Radioimpulse von kosmischen Luftschauern** — •MARKUS HELFRICH für die LOPES-Kollaboration — KIT Karlsruhe, Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik, Postfach 3640, 76021 Karlsruhe

Hochenergetische kosmische Teilchenschauer emittieren aufgrund des Geosynchrotron-Effekts Strahlung im Radiofrequenzbereich, die durch das LOPES-Antennen-Detektor-Array gemessen wird. Zur Verbesserung der verwendeten LPDA (Logarithmic Periodic Dipole Antenna) wurden die SALLA (Small Aperiodic Loaded Loop Antenna) entwickelt und auf dem Gelände des KIT-Campus Nord zu Vergleichsmessungen aufgestellt. Beide Antennen-Typen werden im LOPES<sup>STAR</sup>-Experiment eingesetzt und befinden sich innerhalb des KASCADE-Grande-Detektorfeldes, was die Nutzung des KASCADE-Triggers für die Datenerfassung für Ereignisse mit Energien  $> 5 \cdot 10^{16}$  eV ermöglicht.

Durch Vergleiche der Messungen von LPDA und SALLA und daraus folgende Rekonstruktionen können Detektoreigenschaften wie Nachweisschwelle und Effizienz, Abhängigkeit von Umgebungs- und Untergrundbedingung sowie mögliche daraus abgeleitete Folgerungen für zukünftige selbstgetriggerte Experimente gefolgert werden.

Vorgestellt werden Ergebnisse aus der laufenden Arbeit zur Untersuchung der Triggereffizienz.

T 105.4 Fr 14:45 HG XII

**Zeitkalibration von LOPES mit Hilfe eines Beacons** — •MICHAEL KONZACK<sup>1</sup>, FRANK SCHRÖDER<sup>2</sup> und HORIA BOZDOG<sup>2</sup>

für die LOPES-Kollaboration — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IEKP — <sup>2</sup>KIT, IK

Durch Wechselwirkung hochenergetischer kosmischer Strahlung mit den Atomen in den obersten Schichten der Atmosphäre bildet sich eine Kaskade von Sekundärteilchen, so genannte Luftschauer. Der Schauer besteht zum Großteil aus Elektronen und Positronen, welche sich mit relativistischer Geschwindigkeit im Erdmagnetfeld bewegen. Sie werden dabei abgelenkt und emittieren Synchrotronstrahlung im Radiofrequenzbereich. Mit LOPES, einem Array aus Radioantennen am Karlsruher Institut für Technologie, können diese kohärenten Radiopulse interferometrisch untersucht werden und Rückschlüsse auf das Primärteilchen und die Schauerentwicklung gezogen werden. Für die digitale Radiointerferometrie, im Frequenzbereich von 40-80 MHz, muss die relative Zeitkalibration zwischen den einzelnen Antennen auf ca. 1 ns genau sein. Dies wird erreicht durch schmalbandige Radiosignale, die kontinuierlich von einem Referenzsender (Beacon) emittiert werden und somit in jedem Ereignis vorhanden sind. In der Datenanalyse kann die Phase der Beaconsignale bestimmt werden und anhand der Phasendifferenzen verschiedener Antennen ein Monitoring der Zeitkalibration durchgeführt werden. Vorgestellt wird der Aufbau und die Funktionsweise des Beaconsystems, Testergebnisse sowie Pläne zum Betrieb eines weiterentwickelten Systems im Rahmen der Radioerweiterung AERA des Pierre-Auger-Observatoriums in Argentinien.

T 105.5 Fr 15:00 HG XII

**REAS3 als vervollständigtes Geosynchrotronmodell für Radioemission aus Luftschauern** — •MARIANNE LUDWIG<sup>1</sup> und TIM HUEGE<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IEKP — <sup>2</sup>KIT, IK

Durch Wechselwirkung von kosmischen Teilchen mit Luftmolekülen in der Atmosphäre entsteht eine Kaskade aus einer Vielzahl von Sekundärteilchen, darunter Elektronen und Positronen, die aufgrund geomagnetischer Emissionsmechanismen Radiostrahlung emittieren. Der Monte Carlo Code REAS beschreibt diese Radioemission mit Hilfe des Geosynchrotronmodells basierend auf der mikroskopischen Betrachtung der einzelnen Schauerelektronen und -positronen.

Ein bisher unberücksichtigter Beitrag ergibt sich aus der Änderung der Anzahl der Ladungsträger innerhalb eines Schauers. In REAS3 wurde das Geosynchrotronmodell um diese Emissionsbeiträge ergänzt, was zu einer vollständigen Beschreibung der Radioemission in Luftschauern führt. Die Erweiterung des Geosynchrotronmodells um diesen Anteil erfolgt in Form von Endpunktbeiträgen.

Es wird gezeigt, wie die Endpunktbeiträge in das Geosynchrotronmodell eingebunden werden, um dieses zu vervollständigen. Die Auswirkungen dieser Änderung auf das Ergebnis und ein Vergleich zwischen REAS2 und REAS3 werden ebenfalls vorgestellt.

T 105.6 Fr 15:15 HG XII

**Vergleich von LOPES-Messungen des Radiosignals von Luftschauern mit REAS3-Simulationen** — •FRANK SCHRÖDER und TIM HUEGE für die LOPES-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IK

Durch hochenergetische kosmische Strahlung produzierte Sekundärteilchen bilden einen ausgedehnten Luftschauer, der unter anderem aus Elektronen und Positronen besteht. Diese werden durch das Erdmagnetfeld abgelenkt und senden dabei einen Radiopuls aus, dessen Messung Aufschluss über Eigenschaften des Primärteilchens der kosmischen Strahlung geben kann. Das LOPES-Experiment am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) besteht im Wesentlichen aus 30 absolut kalibrierten Dipol-Antennen, die am KASCADE-Experiment aufgebaut wurden und diese Radiopulse im Frequenzbereich von 40 bis 80 MHz messen. Unter Zuhilfenahme der Rekonstruktion von KASCADE-Grande kann für hochenergetische ( $> 10^{17}$  eV) Ereignisse der Radiopuls in jeder einzelnen Antenne identifiziert und die Lateralverteilung des Radiosignals gemessen werden. Weiterhin ist es möglich, mit REAS3 die Radioemission von Luftschauern zu simulieren und für jedes einzelne Ereignis mit den Messwerten zu vergleichen. Dieser Vergleich von Messung und Simulation ist notwendig, um den Emissionsmechanismus der Radiopulse genauer zu untersuchen. Im Vortrag wird insbesondere auf Unterschiede zu den bereits präsentierten Vergleichen mit REAS2-Simulationen eingegangen. Beide basieren auf dem Geosynchrotronmodell, wobei REAS3 zusätzlich Endpunktbeiträ-

ge der Elektron- und Positronbahnen berücksichtigt.

T 105.7 Fr 15:30 HG XII

**Datenaufnahme- und Trigger-Elektronik für den Radionachweis von kosmischer Strahlung** — MATTHIAS BALZER, DIETMAR BORMANN, HARTMUT GEMMEKE, ARMIN HERTH, MATTHIAS KLEIFGES, OLIVER KRÖMER, SASCHA MENSNIKOV, •CHRISTOPH RÜHLE, MARTIN SCHERER, MICHAEL SCHLEICHER, ADRIAN SCHMIDT und YUE ZHU — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IPE

Elektronen und Positronen in Luftschauern hochenergetischer kosmischer Strahlung senden nach dem Geosynchrotronmodell durch ihre Ablenkung im Erdmagnetfeld Radiopulse aus. Um diese Pulse zu messen und zu untersuchen, wird am Pierre Auger Observatorium ein großes Feld aus 160 Antennen, das Auger-Engineering-Radio-Array (AERA), errichtet. Dabei ist an jeder Antenne eine eigene Ausleseelektronik angebracht. Aufgrund der großen Distanzen zwischen den Antennen wird für die Ausleseelektronik eine autarke Stromversorgung und kabellose Kommunikation zur Weiterleitung der Messdaten verwendet. Daraus ergeben sich sehr hohe Anforderungen an die Energieeffizienz der Elektronik und an die Reduktion der zu übertragenden Datenrate durch einen Triggeralgorithmus. Um ihnen zu genügen wurde eine neue Datenaufnahmeelektronik entwickelt, welche eine hohe Rechenleistung bei geringem Energieverbrauch bereitstellt und damit aufwendige Triggeralgorithmen effizient verarbeiten kann. Der Vortrag stellt die Ausleseelektronik vor und geht insbesondere auf die analogen Verstärker und Filter zur Störungsunterdrückung, das Kommunikationssystem sowie die digitale Datenaufnahmeelektronik mit deren Triggerlogik ein.

T 105.8 Fr 15:45 HG XII

**Analyse von Radiosignalen aus Luftschauern basierend auf Antennen mit zwei und drei Polarisationsrichtungen am Pierre-Auger-Observatorium** — •BENJAMIN FUCHS<sup>1</sup>, DANIEL HUBER<sup>1</sup> und TIM HUEGE<sup>2</sup> für die Pierre Auger-Kollaboration — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IEKP — <sup>2</sup>KIT, IK

Kosmische Strahlung löst beim Auftreffen auf die Erdatmosphäre Teilenschauer aus, welche am Pierre-Auger-Observatorium in Argentinien beobachtet werden. Durch diese Schauer ist es möglich, auf Eigenschaften der Primärteilchen kosmischer Strahlung zurück zu schließen.

Diese so genannten Luftschauer emittieren einen Radiopuls, welcher vom Auger Engineering Radio Array (AERA) untersucht wird. Dazu kommen zunächst Radio-Antennen im Frequenzbereich zwischen 30 und 80 MHz mit zwei Polarisationsrichtungen zum Einsatz. Für eine Analyse der Luftschauer ist eine volle Rekonstruktion des dreidimensionalen elektrischen Feldvektors des Radiosignals notwendig. Methoden, diese Rekonstruktion durchzuführen, sind ein Gegenstand des Vortrages. Für eine solche vollständige Rekonstruktion kann es darüber hinaus vorteilhaft sein, Antennen mit drei anstatt zwei Polarisationsrichtungen zu verwenden. Dies erlaubt eine direkte Messung aller Polarisationskomponenten des Radiosignals. Das Potential solcher Antennen, die Rekonstruktion zu verbessern, wird neben den Methoden das Radiosignal vollständig zu rekonstruieren vorgestellt.

T 105.9 Fr 16:00 HG XII

**Towards a Lateral Distribution Function Reconstruction of radio measurements in Offline with the Pierre Auger Observatory\***. — •PIETRO OLIVA and JULIAN RAUTENBERG for the Pierre Auger-Collaboration — Bergische Universität Wuppertal, Gaußstraße 20 42119 Wuppertal, Germany.

Cosmic ray induced air showers radiate appreciable power at radio frequencies via the geosynchrotron process. The Pierre Auger Observatory is constructing radio detection technique on large scales, the Auger Engineering Radio Array (AERA). For this purpose the Auger software-framework called Offline, is being enhanced to analyze and reconstruct radio data. Our target is to reconstruct the intensity of the measured radio emission versus the distance from the shower-axis, representing the lateral distribution, which needs to be reconstructed from the Auger-data collected at one of the test sites for radio detection, located in the western part of the observatory near the surface detector tank Olaia, where three poles forming an equilateral triangle with a baseline of 100 m constitutes our setup of dual-polarized log-periodic dipole antennas. Our analysis will focus on a comparison of different functional dependencies for the LDF, such as exponential and polynomial one. The final aim is to have an independent energy estimation, direction reconstruction and, if possible, composition of the primary particle which induced the shower, to compare and integrate with the Surface and Fluorescence Detector reconstructions.

\*Gefördert durch die BMBF Verbundforschung Astroteilchenphysik.