

dem Zentrum unserer Galaxie Teilchenenergien erwarten, die niedriger sind, als es für die effiziente Detektion durch den Oberflächendetektor erforderlich ist. In diesem Bereich zeigt der Detektor instabiles Verhalten, welches u.a. von der Wetterlage beeinflusst wird. In diesem Beitrag wird eine Möglichkeit zur Kompensation der Instabilität diskutiert und ihre Anwendung in der Frage eines möglichen Teilchenüberschusses aus der Richtung des Milchstraßenzentrums wird beschrieben.

T 103.8 Mi 15:55 HG XII

**Untersuchungen zur Massenzusammensetzung der ultrahochenergetischen kosmischen Strahlung mit dem Pierre Auger Observatorium** — ●MICHAEL UNGER für die Pierre Auger-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie

Wir präsentieren die Messung der longitudinalen Entwicklung von Luftschauern mit den Fluoreszenzteleskopen des Pierre Auger Observatoriums und diskutieren Implikationen für die Massenzusammensetzung der kosmischen Strahlung mit Energien oberhalb von  $10^{18}$  eV.

## T 104: Kosmische Strahlung IV

Zeit: Donnerstag 16:45–19:00

Raum: HG XII

**Gruppenbericht** T 104.1 Do 16:45 HG XII  
**Das LOPES-Experiment** — ●KATRIN LINK für die LOPES-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IEKP

Kosmische Strahlung erzeugt beim Eintritt in die Atmosphäre einen Luftschauer aus Sekundärteilchen, hauptsächlich Elektronen und Positronen, welche infolge der Wechselwirkung mit dem Erdmagnetfeld (Geosynchrotroneffekt) Radiostrahlung emittieren.

LOPES (LOFAR Prototype Station) konnte 2005 in Zusammenarbeit mit dem Teilchendetektorexperiment KASCADE-Grande erstmals mit digitaler Interferometrie diese Radiosignale eindeutig Luftschauern zurechnen. Seitdem etabliert LOPES diese Detektionsmethode, welche eine gute Ergänzung zu Teilchen- und Fluoreszenzdetektoren darstellt. Mit inzwischen 30 Antennen beobachtet das LOPES-Experiment die Radioemission von Luftschauern im Energiebereich bis  $10^{18}$  eV. Die Messungen zeigen, dass die Radiopulse Rückschlüsse auf die Eigenschaften des Primärteilchens wie Energie oder Ankunftsrichtung zulassen. Der Vergleich von gemessenen Daten mit simulierten Ereignissen liefert Informationen über den Emissionsmechanismus. Darüber hinaus dient das LOPES-Experiment als Testumgebung für neue technische Entwicklungen wie LOPES<sup>STAR</sup> und Tripolmessungen.

Dieser Vortrag gibt einen Überblick über die bisherigen Ergebnisse, den aktuellen Status und die Perspektiven des LOPES-Experimentes.

T 104.2 Do 17:05 HG XII

**Erste Signaturen der Massenkomposition kosmischer Strahlung in Radiomessungen des LOPES-Experiments** — ●NUNZIA PALMIERI für die LOPES-Kollaboration — Karlsruhe Institute of Technology (KIT), IEKP

In der Wechselwirkung hochenergetischer kosmischer Strahlung mit den Atomen der Atmosphäre wird eine große Anzahl von Sekundärteilchen produziert (ausgedehnter Luftschauer) und eine kohärente Geosynchrotron-Strahlung emittiert. Diese Strahlung im Radiofrequenzbereich kann mit einfachen Radioantennen gemessen werden.

Das LOPES-Experiment am KIT besteht aus einem Array von Radio-Dipolantennen, die den Frequenzbereich von 40 bis 80 MHz abdecken und in Koizidenz mit dem KASCADE-Grande Experiment messen. Das KASCADE-Grande Experiment liefert hierfür die Trigger und die Luftschauerinformationen.

Simulationen der Radioemissionen, basierend auf dem Geosynchrotronmodell, sagen eine charakteristische Abhängigkeit der Steilheit der Lateralverteilung von der atmosphärischen Tiefe des Luftschauermaximums ( $X_{max}$ ) und damit von der Masse der Primärteilchen voraus.

Eine Analyse über den Steilheitsparameter  $R_0$  der Lateralverteilung wird durchgeführt und erste Hinweise für eine mögliche Signatur der Zusammensetzung kosmischer Strahlung in den LOPES-Daten aufgezeigt.

**Gruppenbericht** T 104.3 Do 17:20 HG XII  
**Detecting High Energy Cosmic Rays with LOFAR** — ●ANDREAS HORNEFFER for the LOFAR Cosmic Ray-Collaboration — Dep. Astrophysics, Radboud University Nijmegen, The Netherlands

LOFAR, the Low Frequency Array is a new radio telescope for the frequency range of 10–250 MHz, that is being built in the Netherlands. It is the first so called "digital radio telescope" that uses fields of simple antennas as sensing elements, digitizes the signal from each antenna, and does all further processing with digital computers. LOFAR can detect cosmic particles in two ways: by measuring radio pulses from air showers and by searching for radio pulses from particle similar cascades in the lunar regolith.

Designed primarily as a radio interferometer, LOFAR will have a core with a high density of radio antennas, which will be extremely

well calibrated. This high sensitivity and excellent calibration will make LOFAR an unique tool to study the radio properties of single air showers and thus test and refine our theoretical understanding of the radio emission process. In addition it will be possible to form several independent tied array beams with the full LOFAR array to cover the moons surface. Searching for radio pulses originating from one spot on the lunar surface will give it unprecedented sensitivity to cosmic rays or neutrinos at energies around  $10^{22}$  eV.

Triggering for both detection methods means detecting a radio pulse of some tens of nanoseconds width and discriminating real events from radio interference. Together this can only be done with a digital radio telescope, such as LOFAR.

**Gruppenbericht** T 104.4 Do 17:40 HG XII  
**AERA, das Auger Engineering Radio Array** — ●STEFAN FLIESCHER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Zur Zeit befindet sich am Pierre Auger-Observatorium das Auger Engineering Radio Array, AERA, im Aufbau. Mit einer Fläche von  $20 \text{ km}^2$  wird AERA das weltweit größte Antennenfeld zur Vermessung von Radiosignalen aus ultra-hochenergetischen kosmischen Teilchenschauern sein. AERA wird in den nächsten Jahren die Technologie der Radio-Detektion von Luftschauern im Hinblick auf große, erdgebundene Messfelder weiterentwickeln. Eingebettet in den Oberflächendetektor und an gleicher Stelle wie die Erweiterungen HEAT und AMIGA des Pierre Auger-Observatoriums gelegen, wird AERA die präzise Vermessung von Radiopulsen ultra-hochenergetischer Luftschauer ermöglichen und verspricht somit neue Einblicke in die Eigenschaften kosmischer Teilchenschauer oberhalb von  $10^{17}$  eV.

In diesem Vortrag geben wir einen Überblick über Design und Status von AERA. Insbesondere werden die Pläne für das Antennenfeld, die verwendeten Hardwarekomponenten und die Software zur Simulation und Datenanalyse vorgestellt. Zudem diskutieren wir das Physik-Potential des AERA Detektors.

T 104.5 Do 18:00 HG XII

**Radio Detektion kosmischer Teilchenschauer im Hinblick auf AERA, dem Auger Engineering Radio Array** — ●KLAUS WEIDENHAUPT, MARTIN ERDMANN, STEFAN FLIESCHER, OLIVER SEGER und MAURICE STEPHAN — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Das zur Zeit im Aufbau befindliche Auger Engineering Radio Array AERA verspricht mit einer Größe von  $20 \text{ km}^2$  neue Einblicke in die Eigenschaften kosmischer Teilchenschauer bei Energien oberhalb von  $10^{17}$  eV. Unter Berücksichtigung der Charakteristik der verwendeten Hardwarekomponenten simulieren wir Methoden zur Optimierung der Nachweifeffizienz des AERA-Detektors. Außerdem zeigen wir mit den Messdaten mehrerer Prototyp-Stationen Untersuchungen zur Rekonstruktion der Radiosignale und der Kinematik des kosmischen Primärteilchens.

T 104.6 Do 18:15 HG XII

**Untersuchung der Anwendbarkeit eines globalen Atmosphärenmodells für das südliche Pierre-Auger-Observatorium** — ●DORIT EPPERLEIN, JOHANNES BLÜMER, BIANCA KEILHAUER und HANS-OTTO KLAGES für die Pierre Auger-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Das Pierre-Auger-Observatorium untersucht die höchstenergetische kosmische Strahlung über die Detektion von ausgedehnten Luftschauern. Die Atmosphäre übt dabei einen direkten Einfluss auf die Entwicklung und den Nachweis dieser Schauer aus. Daher ist es notwendig, die Höhenprofile der atmosphärischen Parameter Druck, Temperatur und

Feuchte, vor Ort und zum Zeitpunkt eines Schauerereignisses genau zu kennen. Aus diesem Grund werden regelmäßig Radiosondierungen am Ort des Experiments durchgeführt. Zusätzlich nehmen vier ortsfeste Wetterstationen kontinuierlich Werte am Boden auf. Mit diesen Daten wurden Monatsmodelle für das Gebiet des südlichen Pierre-Auger-Observatoriums erstellt, die bisher in den Analysen der ausgedehnten Luftschauper verwendet werden.

In dieser Arbeit werden Daten von globalen Atmosphärenmodellen untersucht, die 3-stündlich und mehrere Jahre zurückgehend öffentlich zugänglich sind. Vergleiche mit den bisherigen Modellen und den mit den Radiosondierungen gemessenen Profilen wurden durchgeführt. Es wird angestrebt mit Hilfe dieser neuen Daten die Monatsmodelle durch ein kontinuierliches Modell zu ersetzen.

T 104.7 Do 18:30 HG XII  
**Auswirkung der kosmischen Strahlung auf die Atmosphäre**  
 — ●FABIAN CLEVERMANN — TU Dortmund

Die Ladungsverteilung in der unteren Atmosphäre ist schon vor langer Zeit gemessen worden, jedoch sind die Gründe für diese Verteilung noch nicht vollständig verstanden. Einen Beitrag dazu kann die Ionisation durch die geladene kosmische Strahlung liefern. Diesen Einfluss haben wir berechnet. Dazu wurden mehrere Simulationen bei unterschiedlichen Energien und Magnetfeldern mit dem Luftschauper Monte-Carlo-Programm CORSIKA erzeugt und ausgewertet. Die simulierten

Ergebnisse werden mit Messungen von Ballonexperimenten verglichen.

T 104.8 Do 18:45 HG XII  
**Meteorologische Radiosonden-Aufstiege nach höchstenergetischen Luftschauper-Ereignissen** — ●BIANCA KEILHAUER, HANS-OTTO KLAGES und MARTIN WILL für die Pierre Auger-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Das Pierre-Auger-Observatorium in Argentinien untersucht die kosmische Strahlung mit Energien  $\gtrsim 5 \cdot 10^{17}$  eV. Insbesondere die höchstenergetischen Ereignisse, welche von beiden Detektorsystemen - Oberflächen-Cherenkov-Detektoren und Fluoreszenz-Teleskope - mit Energien oberhalb von rund  $2 \cdot 10^{19}$  eV mit guter Qualität gemessen werden, sind zur Energie-Kalibration des Gesamt-Detektors von großer Relevanz. Daher wurde im März 2009 ein dediziertes Monitoring-Programm der atmosphärischen Bedingungen zum Zeitpunkt dieser Luftschauper-Ereignisse gestartet.

In dieser Arbeit wird das Verfahren zur Messung der atmosphärischen Profile bzgl. Temperatur, Druck und Luftfeuchte vorgestellt. Die ermittelten Daten werden in die Rekonstruktions-Algorithmen des Auger-Observatoriums eingebunden und unter Berücksichtigung aktueller Fluoreszenzlicht-Berechnungen angewandt. Die Resultate werden mit den Ergebnissen von Rekonstruktionen verglichen, bei denen lokale Monatsmodelle der Atmosphäre verwendet werden.

## 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 Luftschauper 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 Luftschaupern wird immer bedeutender, um Eigenschaften der kosmischen Strahlung zu untersuchen. Experimente, wie LOPES am Karlsruher Institut für Technologie und CODALEMA am Nançay 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 Radioimpluse von kosmischen Luftschaupern** — ●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 zur 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 Luftschauper. 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 Zeitka-