

500 TeV und 1 EeV - von knapp oberhalb des Knies bis ungefähr zum Knöchel des primären Energiespektrums. Dieser Bereich ist besonders interessant, da dort der Übergang von galaktischer zu extragalaktischer Strahlung, und somit ein Wechsel in der chemischen Zusammensetzung vermutet wird. Die Signalauswertung in den einzelnen IceTop-Tanks sowie die Messung von koinzidenten Muonen mit IceCube ermöglichen verschiedene Ansätze zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung der Kosmischen Strahlung. Der Vortrag gibt einen Überblick über den aktuellen Status von IceTop und die Ergebnisse erster Analysen.

T 93.5 Mo 18:05 M118

**Rekonstruktion des Energiespektrums der kosmischen Strahlung mit IceTop** — ●FABIAN KISLAT<sup>3</sup>, STEFAN KLEPNER<sup>1</sup>, HERMANN KOLANOSKI<sup>2</sup> und TILO WALDENMAIER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut de Física d'Altes Energies, Edifici Cn. Facultat Ciències UAB, E-08193 Bellaterra, Spain — <sup>2</sup>Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, D-12489 Berlin, Germany — <sup>3</sup>DESY, D-15738 Zeuthen, Germany

Der Luftschauerdetektor IceTop befindet sich derzeit als Oberflächenkomponente des IceCube-Observatoriums im Aufbau. Bereits mehr als die Hälfte der 80 Stationen sind fertiggestellt. Jede Station besteht aus 2 Eis-Cherenkov-Tanks in einem Abstand von 10m, die Stationen haben einen nominellen Abstand von 125m. Ziel von IceTop ist die Messung des Energiespektrums und der chemischen Zusammensetzung der kosmischen Strahlung im Energiebereich von 500 TeV bis etwa 1 EeV.

Im Vortrag wird ein erstes vorläufiges Energiespektrum gezeigt und zwei Methoden zur Erstellung dieses Spektrum aus den gemessenen Daten verglichen. Einmal wurde die Constant Intensity Cut Methode verwendet, die auch bei anderen Experimenten eingesetzt wird. Des Weiteren wurde das Energiespektrum ohne Einsatz von Constant Intensity Cuts für drei Zenitwinkelbereiche rekonstruiert. Aus der Annahme eines isotropen Flusses ergibt sich, dass diese drei Einzelspektren übereinstimmen müssen. Dies erlaubt Rückschlüsse auf die chemische Zusammensetzung der kosmischen Strahlung.

**Gruppenbericht** T 93.6 Mo 18:20 M118  
**Das KASCADE-Grande Experiment** — ●ANDREAS HAUNGS —

Institut für Kernphysik, Forschungszentrum Karlsruhe, Germany  
 Das Energiespektrum der kosmischen Strahlung weist im Bereich einiger PeV ein Abknicken auf, das als Knie bezeichnet wird. Der Ursprung des Knies gilt als wichtiger Schlüssel zum Verständnis der Herkunft und Propagation der galaktischen kosmischen Strahlung. Das KASCADE-Grande Experiment widmet sich dieser Fragestellung durch die Messung ausgedehnter Luftschauer, die von primärer kosmischer Strahlung im Energiebereich von 0.1 PeV bis 1000 PeV ausgelöst werden. Durch die Erweiterung des ursprünglichen KASCADE Experimentes zu KASCADE-Grande ist jetzt auch der obere Energiebereich für die Messungen zugänglich, in dem der Übergang von galaktischem zu extragalaktischem Ursprung der kosmischen Strahlung erwartet wird. Zielsetzung ist die präzise Bestimmung des Energiespektrums und der chemischen Zusammensetzung der primären Strahlung über die Messung der Sekundärteilchen der Luftschauer. Status und Ergebnisse des Experimentes werden im Beitrag vorgestellt.

T 93.7 Mo 18:40 M118

**Rekonstruktion von Luftschauern mit Zenitwinkeln oberhalb von 60° am Pierre Auger Observatorium** — ●HANS DEMBINSKI und THOMAS HEBBEKER — RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland

Das Pierre Auger Observatorium in Argentinien vermisst kosmische Strahlung mit ultrahohen Energien über ausgedehnte Luftschauer.

Der Oberflächendetektor ist für den Nachweis von Schauern mit Zenitwinkeln bis 90° geeignet. In den meisten Analysen werden jedoch nur Schauer unterhalb von 60° verwendet, da bei stärkerer Neigung Effekte wie geomagnetische Verzerrungen der ausgedehnten Schauerfront die Rekonstruktion erschweren. Stark geneigte Schauer bieten jedoch auch interessante Perspektiven. Ihre Rekonstruktion erhöht die Ereignis-Statistik um 30 %, vergrößert den Sichtbereich des Observatoriums am Himmel und erlaubt ein isoliertes Studium der myonischen Schauerkomponente.

Im Vortrag wird besonders auf speziellen Eigenschaften der stark geneigten Schauer eingegangen und die aktuelle Rekonstruktionsmethode vorgestellt. Als Resultat wird das Energiespektrum der stark geneigten Schauer präsentiert und mit Referenzen verglichen.

## T 94: Kosmische Strahlung 2

Zeit: Montag 17:00–19:05

Raum: M105

**Gruppenbericht** T 94.1 Mo 17:00 M105  
**Das LOPES Experiment** — ●TIM HUEGE für die LOPES-Kollaboration — Institut für Kernphysik, Forschungszentrum Karlsruhe

In den vergangenen Jahren ist das Interesse an der Radiodetektion von Luftschauern kosmischer Strahlung kontinuierlich gewachsen. Die Radiotechnik hat das Potential, Messungen mit Teilchendetektoren und Fluoreszenzteleskopen hervorragend zu ergänzen, da sie zu ihnen komplementäre Informationen liefert und Beobachtungen rund um die Uhr ermöglicht. Das LOPES Experiment hat im Jahre 2005 in koinzidenten Messungen mit dem KASCADE-Grande Experiment den erstmaligen Nachweis von Radioemissionen aus Luftschauern mit modernen interferometrischen Methoden erbracht. Seither vermisst es die Radioemissionen im Detail, um deren Eigenschaften im Energiebereich bis 10<sup>18</sup> eV zu studieren und mit theoretischen Modellen des Emissionsmechanismus zu vergleichen. Gleichzeitig dient das LOPES Experiment als einzigartige Testumgebung für die Entwicklung der Radiotechnik zur Anwendung auf großen Skalen. Dieser Vortrag gibt einen Überblick über die bisherigen Ergebnisse, den Status und die Perspektiven des LOPES Experiments.

T 94.2 Mo 17:20 M105

**Polarization studies of the radio emission generated by cosmic ray air showers in the atmosphere with the LOPES experiment** — ●PAULA GINA ISAR for the LOPES-Collaboration — Forschungszentrum Karlsruhe, Institut fuer Kernphysik, Deutschland

Cosmic ray air showers are cascades of relativistic particles generated in the Earth's atmosphere. At the interaction with the Earth's magnetic field, the charged particles (mainly electrons and positrons) are deflected, and therefore, generate short pulsed radio signals via the proposed geo-synchrotron effect. LOPES experiment is an array of

dipole radio antennas designed to detect such radio signals in the frequency range between 40 - 80 MHz. LOPES is localized in the area of KASCADE - Grande providing trigger and shower information for primary energies in the range of 10<sup>16</sup> - 10<sup>18</sup> eV. For recording the full radio signal, the LOPES antennas are oriented to measure both, the east-west and north-south polarization directions of the electric field. Polarization studies of the cosmic ray air showers radio emission will be reported.

T 94.3 Mo 17:35 M105

**Messung der Lateralverteilung des Radiosignals von Luftschauern mit LOPES** — ●FRANK SCHRÖDER, STEFFEN NEHLS, TIM HUEGE und ANDREAS HAUNGS für die LOPES-Kollaboration — Forschungszentrum Karlsruhe, Postfach 3640, 76021 Karlsruhe

Durch hochenergetische kosmische Strahlung produzierte Sekundärteilchen bilden einen ausgedehnten Luftschauer. Dieser besteht unter anderem aus Elektronen und Positronen, die im Erdmagnetfeld abgelenkt werden und dabei nach dem Geosynchrotronmodell einen Radiopuls aussenden. Dessen Messung gibt wiederum Aufschluss über Eigenschaften des auslösenden Primärteilchens der kosmischen Strahlung. Das LOPES-Experiment am Forschungszentrum Karlsruhe besteht aus 30 absolut kalibrierten Dipol-Antennen, die im KASCADE-Detektorfeld positioniert sind und diese Radiopulse im Frequenzbereich von 40 bis 80 MHz messen. Das KASCADE-Feld hat dabei eine Ausdehnung von 200 m x 200 m, wobei die LOPES-Antennen über einen Großteil dieser Fläche verteilt sind.

Unter Zuhilfenahme der Rekonstruktion von KASCADE-Grande kann für einige hochenergetische (> 10<sup>17</sup> eV) Ereignisse der Radiopuls in jeder einzelnen Antenne identifiziert werden und so die Abschwächung des Radiopulses in Abhängigkeit von der Entfernung zur Achse des Luftschauers untersucht werden. Eine Analyse dieser Lateralverteilung wurde im Sommer 2008 erstmals auf der Basis

von kalibrierten Einzelantennen durchgeführt und mit Simulationen des REAS2-Codes verglichen. Außerdem wird eine erste Abschätzung möglicher Fehlerquellen und systematischer Effekte vorgestellt.

T 94.4 Mo 17:50 M105

**Messung der Radioemission von Luftschauern im kHz-Frequenzbereich** — ●KATRIN LINK<sup>1</sup>, ANDREAS HAUNGS<sup>2</sup> und HORIA BOZDOG<sup>2</sup> für die LOPES-Kollaboration — <sup>1</sup>Universität Karlsruhe — <sup>2</sup>Forschungszentrum Karlsruhe

Durch hochenergetische kosmische Strahlung entstehen in der Atmosphäre ausgedehnte Luftschauer aus Sekundärteilchen. Diese Luftschauer produzieren auf verschiedene Weise auch Radiostrahlung. Experimente wie LOPES messen die durch den Geosynchrotron-Effekt emittierte Strahlung im MHz-Frequenzbereich. In älteren Experimenten wurden auch Emissionen im kHz-Bereich in Koinzidenz mit Luftschauern gemessen, wobei der Entstehungsmechanismus noch unklar ist. Das LOPES-Antennenfeld wurde im November 2008 um drei Antennen erweitert, welche Radiostrahlung im Bereich von 10-500kHz mit verschiedenen Polarisationsrichtungen messen können. LOPES misst in Koinzidenz mit KASCADE-Grande, einem Feld aus Teilchendetektoren. KASCADE-Grande und LOPES dienen für diese Messung einerseits als Trigger für hochenergetische Luftschauer, andererseits können gemessene Signale im kHz-Bereich mit den gemessenen und rekonstruierten Daten von KASCADE-Grande und LOPES verglichen werden. Erste Messungen und Analysen werden vorgestellt.

T 94.5 Mo 18:05 M105

**F&E: Antennen für den Nachweis kosmischer Teilchenschauer mit einem grossen Antennenmessfeld** — ●KLAUS WEIDENHAUPT, MARTIN ERDMANN, STEFAN FLIESCHER und GÜNTER HILGERS — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

Mit dem Pierre-Auger-Observatorium in Argentinien wird die kosmische Strahlung bei Energien oberhalb von  $10^{18}$  eV untersucht. Neben dem Nachweis durch Oberflächendetektoren und Fluoreszenzteleskope wird zur Zeit eine dritte Nachweisteknik etabliert, mit der die kosmische Strahlung anhand von Radiosignalen nachgewiesen werden kann. Dazu wird bereits ein Messfeld aus Radioantennen verwendet, das in der nächsten Ausbaustufe auf ca. 160 Antennen auf einer Fläche von  $20 \text{ km}^2$  vergrößert wird. Ausgehend von den Anforderungen an einen solchen Detektor wird die Auslegung und Konstruktion einer Antenne für den Radionachweis vorgestellt. Im Vordergrund stehen hierbei die elektrische und mechanische Optimierung mit Hilfe von Simulationen und Messungen.

T 94.6 Mo 18:20 M105

**Analysis of Radio measurements at the Pierre Auger Observatory** — ●NUNZIA PALMIERI für die Pierre Auger-Collaboration — Universität Karlsruhe, IEKP

Cosmic Rays are high-energy particles coming from space that strike the Earth from all directions. In the interactions of energetic CRs with the atoms of the atmosphere a large number of secondary particles is generated, creating the so-called Extensive Air Showers (EAS).

One of the largest experiments for measuring EAS is the southern Pierre Auger Observatory (PAO) in which two different detection techniques, the Surface Particle Detectors and the Fluorescence Detectors are employed. A third technique which can complement the existing detection methods is the Radio Detection of pulsed radio signals emitted by EAS.

The application of the Radio Detection technique on large scales is currently being developed in the framework of the Pierre Auger Observatory. An analysis of Radio data gathered in the PAO with a prototype antenna array will be presented. Various aspects are taken into account and, in particular, a detailed analysis of polarization measurements has been performed.

T 94.7 Mo 18:35 M105

**Nachweis von Radio Signalen kosmischer Teilchenschauer mit dem Auger Radio Detektor** — ●STEFAN FLIESCHER, MARTIN ERDMANN und KLAUS WEIDENHAUPT — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

Neben den etablierten Methoden zur Detektion kosmischer Teilchenschauer ist es auch möglich Luftschauer aufgrund ihrer Emission von elektro-magnetischer Strahlung im Bereich der Radiofrequenzen nachzuweisen. Ein R&D Radio Detektor wird zur Zeit am Pierre-Auger-Experiment in Argentinien betrieben. Dieser besteht aus 7 kreuzpolarisierten logarithmisch periodischen Dipolantennen, die im Frequenzbereich von 30 bis 70 MHz sensitiv sind. Wir zeigen Daten, die mit diesem Detektor selbstgetriggert aufgezeichnet wurden, und untersuchen diese auf die Präsenz von Radiosignalen kosmischer Teilchenschauer. Im Hinblick auf den  $20 \text{ km}^2$  Radio Detektor der ab 2009 am Pierre-Auger-Experiment aufgebaut wird, betrachten wir insbesondere die Energieschwelle für die Nachweisbarkeit von Teilchenschauern mit den Radio Antennen.

T 94.8 Mo 18:50 M105

**Selbstgetriggerte Messung der Radioemission ausgedehnter Luftschauer** — ●ADRIAN SCHMIDT für die Pierre Auger-Kollaboration — Forschungszentrum Karlsruhe, IPE

Elektronen und Positronen in höchstenergetischen kosmischen Schauern emittieren wegen ihrer Ablenkung im Erdmagnetfeld Synchrotronstrahlung im Radiofrequenzbereich. Für die Messung und Untersuchung dieses Effekts soll am Pierre Auger Observatorium ein mehrere Quadratkilometer großes Array aus über 150 Radioantennen aufgebaut werden.

Wegen der großen Distanzen zwischen den Antennen wird eine autarke Solarstromversorgung und kabellose Kommunikation notwendig. Daraus ergeben sich hohe Anforderungen an die Triggerelektronik hinsichtlich niedrigem Energiebedarf und stark reduzierter Datenrate. Dabei muss eine Vielzahl von sowohl monofrequenten als auch transienten Störungen im Radioband unterdrückt werden.

Der Vortrag präsentiert den aktuellen Stand des Triggeralgorithmus sowie neueste Ergebnisse aus Testmessungen am Forschungszentrum Karlsruhe, als auch vom Pierre Auger Observatorium in Argentinien.

## T 95: Kosmische Strahlung 3

Zeit: Dienstag 16:45–18:45

Raum: M118

T 95.1 Di 16:45 M118

**Anisotropie Untersuchungen mit dem Pierre Auger Observatorium - Multipol-Fits** — ●MARIUS GRIGAT und THOMAS HEBBEKER — III. Physikalisches Institut (3a), RWTH Aachen

Das Pierre Auger Observatorium in Malargüe (Argentinien) misst Luftschauer, die von primären kosmischen Teilchen mit Energien von mehr als  $10^{18}$  eV induziert werden. Ein wichtiges Ziel dieses Experimentes ist es, die Verteilung der Ankunftsrichtungen der hochenergetischen kosmischen Strahlung auf Anisotropie zu untersuchen.

Für die Suche nach Anisotropie auf großen Skalen sind diverse Methoden verfügbar: Es wird nach Modulationen in einer Dimension und nach lokalen Mustern von Häufungen in zwei Dimensionen gesucht. In diesem Vortrag wird unter anderem ein Dipol-Fit präsentiert, in dem gleichzeitig sowohl beide Richtungskomponenten als auch die Amplitude ermittelt werden. Hierfür werden verschiedene Fit-Methoden angewandt und verglichen.

T 95.2 Di 17:00 M118

**Methoden zur Rekonstruktion großräumiger Anisotropien der kosmischen Strahlung** — ●SVEN OVER, PETER BUCHHOLZ und DIRK KICKELBICK für die KASCADE-Grande-Kollaboration — Universität Siegen, Fachbereich Physik, 57068 Siegen

Das KASCADE Experiment am Forschungszentrum Karlsruhe ist durch das Grande-Array, bestehend aus 37 Detektorstationen des ehemaligen EAS-TOP Experiments, auf eine Nachweisfläche von etwa  $0,5 \text{ km}^2$  erweitert worden um ausgedehnte Luftschauer von Primärteilchen bis  $10^{18}$  eV zu messen. Auf der Grundlage der von diesen Detektorstationen gemessenen Teilchendichten und Ankunftszeiten werden unter anderem die Position des Schauerkerne und die Einfallrichtung rekonstruiert. Aufgrund des begrenzten Sichtfelds des Experiments, sowie veränderlicher Messbedingungen und Messunterbrechungen, sind spezielle Verfahren nötig, um aus dem Datensatz die tatsächliche Richtungsverteilung kosmischer Strahlung zu extrahieren. Es werden solche Verfahren vorgestellt und deren Leistungsfähigkeit