

## T 106: Kosmische Strahlung VI (Radio)

Zeit: Donnerstag 16:45–19:10

Raum: VMP9 SR 30

**Gruppenbericht** T 106.1 Do 16:45 VMP9 SR 30  
**Das Auger Engineering Radio Array - AERA** \* — ●SEBASTIAN MATHYS für die Pierre-Auger-Kollaboration — Bergische Universität Wuppertal, Gaußstr. 20, 42119 Wuppertal

Das Auger Engineering Radio Array (AERA) ist eine Erweiterung des Pierre-Auger-Observatoriums zum Nachweis der Radioemission von kosmischer Strahlung im Frequenzbereich von 30 - 80 MHz. Diese wird seit 2011 mit der Möglichkeit der Kombination und Kalibration mit den anderen etablierten Detektortypen gemessen. Seitdem konnten mehr als 7200 Ereignisse koinzident detektiert werden. Das Ziel dieser Messung ist das Verständnis des Radio-Emissionsmechanismus ultrahochenergetischer kosmischer Strahlung, sowie die Bestimmung der Rekonstruktionspräzision von Richtung, Energie und Masse des Primärteilchens.

AERA besteht nach Fertigstellung der dritten Ausbauphase im Frühjahr 2015 aus 153 autonomen Radiostationen, die sich auf einer Fläche von 17 km<sup>2</sup> mit einem Abstand von 150 m bis zu 750 m zueinander befinden und ist sensitiv für kosmische Strahlung oberhalb einer Energie von 10<sup>17</sup> eV.

In diesem Gruppenbericht wird der Aufbau von AERA diskutiert und eine Übersicht aktueller Ergebnisse vorgestellt.

\* Gefördert durch die BMBF-Verbundforschung Astroteilchenphysik

**Gruppenbericht** T 106.2 Do 17:05 VMP9 SR 30  
**Status, results and plans after 3 years of Tunka-Rex operation** — ●ROMAN HILLER for the Tunka-Rex-Collaboration — Karlsruher Institut für Technologie

The Tunka Radio Extension (Tunka-Rex) is a radio detector for air showers from cosmic rays around 10<sup>17</sup> eV close to Lake Baikal in Russia. It currently consists of 44 antenna stations, distributed over 3 km<sup>2</sup>, and will be extended by another 19 antenna stations this year. As most radio experiments, it is hosted by another air-showers detector, providing trigger and an independent reconstruction. This has been Tunka-133, an air-Cherenkov detector at the site, limited to operation during moonless nights. From winter 2015 on, Tunka-Rex also jointly operates with Tunka-Grande, a newly installed scintillator detector at the site, capable of 24 h operation. The goal of the first stage of Tunka-Rex was to develop methods for competitive air shower measurements and determine the achievable precision for the most important air shower parameters, the energy and depth of the shower maximum. In the next stage, with the now available full duty cycle and powerful combination of radio and scintillator detector, the goal will be to contribute to measurements of the energy spectrum and mass composition of cosmic rays from 10<sup>17</sup> eV to 10<sup>18</sup> eV. Latest results and plans for Tunka-Rex will be reported. This includes an energy reconstruction with a single antenna station and the comparison of the absolute energy scale via radio measurements.

T 106.3 Do 17:25 VMP9 SR 30  
**Studien zur Massenkomposition hochenergetischer kosmischer Strahlung mittels Radiodetektion von ausgedehnten Luftschauern mit SKA1-Low** — ●ANNE ZILLES für die SKA - High Energy Cosmic Particles Focus Group-Kollaboration — EKP, Karlsruher Institut für Technologie, Deutschland

Im Jahr 2020 wird das Niederfrequenz-Antennenfeld der ersten Phase des Square Kilometre Array (SKA1-Low) in Westaustralien schon vor der geplanten Fertigstellung im Jahr 2023 in Betrieb genommen werden. In der ersten Phase wird der SKA1-Low-Kern bereits einen Durchmesser von ca. 700 m haben und aus ungefähr 70.000 doppel-polarisierten Antennen bestehen. Neben der noch nie dagewesenen Leistungsfähigkeit für diverse wissenschaftliche Fragestellungen im Bereich der Astronomie kann SKA durch moderate Modifizierungen auch zur Radiodetektion von ausgedehnten Luftschauern, ausgelöst durch Kosmische Strahlung, genutzt werden. Durch die sehr dichte und gleichmäßige Verteilung der Antennen auf einer Fläche von ca. 0,5 km<sup>2</sup> und die große Frequenzbreite von 50-350 MHz wird SKA1-Low im Stande sein, sehr präzise Messungen von individuellen Luftschauern zu liefern. Diese Präzisionsmessungen erlauben u.a. eine detaillierte Studie der Massenkomposition der Kosmischen Strahlung im Energiebereich des Übergangs vom galaktischen zum extragalaktischen Ursprung. Dieser Vortrag gibt einen Überblick über das geplante Projekt zur Radiodetektion von ausgedehnten Luftschauern mit SKA1-

Low und die ersten Ergebnisse der Simulationsstudie zur Messung der Massenkomposition.

T 106.4 Do 17:40 VMP9 SR 30  
**Radioemission von Luftschauern bei starken, atmosphärischen elektrischen Feldern mit dem Auger Engineering Radio Array**\* — JENS NEUSER und ●JULIAN RAUTENBERG für die Pierre-Auger-Kollaboration — Bergische Universität Wuppertal, Gaußstr. 20, 42119 Wuppertal

Das Auger Engineering Radio Array ist mit 153 Radio-Detektor-Stationen auf 17 km<sup>2</sup> das weltweit größte Experiment zur Untersuchung der Radioemission aus Luftschauern. Die Kombination mit den anderen Detektoren am Pierre-Auger-Observatorium in Argentinien ermöglicht eine bisher einzigartige Möglichkeit der Untersuchung verschiedenster Aspekte der kosmischen Strahlung.

Starke atmosphärische E-Felder beeinflussen den Emissionsmechanismus der Radiostrahlung, der auf der Beschleunigung von Elektronen/Positronen basiert. Ein Kriterium für eine Beeinflussung basierend auf den E-Feld Messungen am Boden wurde bestimmt. Die Erhöhung der Radioemission wurde für die so selektierten Ereignisse untersucht. Zusätzlich wurde die Polarisation der Radiosignale für dieses Ereignissample mit den theoretischen Erwartungen verglichen und mit einem modifizierten Model beschrieben. Zu ausgesuchten Ereignissen wurden Ereignisse simuliert, bei denen ein zweilagiges E-Feld in der Atmosphäre vorgegeben wurde.

\*Gefördert durch die BMBF-Verbundforschung Astroteilchenphysik

T 106.5 Do 17:55 VMP9 SR 30  
**Event reconstruction using the radio-interferometric technique in the frame of AERA** — ●DMYTRO ROGOZIN for the Pierre-Auger-Collaboration — Institut für Experimentelle Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

It is a well-known fact that there is coherent radio emission induced by extensive air-showers. This fact is exploited in the Auger Engineering Radio Array (AERA), the radio extension of the Pierre Auger Observatory. This is a unique radio experiment due to its world-largest size of 17 km<sup>2</sup>, and due to its precise nanosecond timing calibration. These features become crucial for detection of highly inclined air-showers with their very large foot-prints, and for the ability to apply interferometric reconstruction techniques.

The standard reconstruction techniques typically treat all radio stations as separate detectors. Nevertheless there is a possibility to do an interferometric analysis. This means combining all detected signals from all antennas in a specific way. In this talk we present a beam-forming interferometric technique and its application to AERA. According to the definition of the beam-forming quantities one can expect its correlation with the shower parameters such as energy of the primary particle and distance to the shower maximum. At the first step, Monte-Carlo simulations of AERA events including the noise from measured events were used to test these dependencies. The results and the future perspectives of this method are discussed with a particular emphasis on very inclined air-showers where the aforementioned correlations are assumed to be strongest.

T 106.6 Do 18:10 VMP9 SR 30  
**Joint measurements of Tunka-Rex, Tunka-133 and Tunka-Grande** — ●DMITRIY KOSTUNIN for the Tunka-Rex-Collaboration — KIT, Karlsruhe, Germany

The Tunka Radio Extension (Tunka-Rex) is an array of radio antennas deployed in the Tunka Valley near Lake Baikal, Siberia. It measures the radio emission from extensive air showers created by cosmic-ray primary particles of energies greater than 0.1 EeV. In 2012-2014 Tunka-Rex has been triggered by the air-Cherenkov array Tunka-133. A cross-check between the radio and air-Cherenkov detectors has shown, that Tunka-Rex has precisions of about 15% and 40 g/cm<sup>2</sup> for the reconstruction of the primary energy and shower maximum, respectively. The scintillator array Tunka-Grande has been deployed recently at the same site. This makes the Tunka facility a unique instrument, which performs combined air-Cherenkov, radio and particle measurements. We present the first results of joint operation of these three detectors and discuss the possibilities of studying the cosmic-ray composition by combining different techniques of detection.

T 106.7 Do 18:25 VMP9 SR 30

**Zeitsynchronisation des Tunka-Rex-Experiments** —  
 ●VIKTORIA KUNDEL für die Tunka-Rex-Kollaboration — Institut für  
 Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Tunka-Rex ist eine Erweiterung des Tunka-133-Experiments in der Baikalsee-Region von Russland zur Messung der Radiostrahlung von Luftschauern hochenergetischer kosmischer Strahlung. Tunka-Rex besteht mittlerweile aus 44 Antennen. Es wird sowohl von dem Photomultiplier-Array Tunka-133 für Čerenkovlicht-Messung als auch von dem Szintillator-Array Tunka-Grande getriggert. Während der letzten Jahre wurde eine Kreuzkalibrierung zwischen den Čerenkovlicht-Messungen von Tunka-133 und der Radiomessung des Tunka-Rex-Experimentes erfolgreich durchgeführt. Jedoch eröffnen sich durch diese Messungen neue Fragen in Hinblick auf die exakte Signalkorrelation zum Trigger und der Zeitgenauigkeit des Experimentes. Die Zeitgenauigkeit wird mit Hilfe eines Referenzsenders „Beacon“ und über eine Wellenfront-Analyse untersucht. Durch eine Offline-Auswertung der Tunka-133-Wellenfront soll die Zeitgenauigkeit von Tunka-Rex auf etwa 1 ns verbessert werden.

T 106.8 Do 18:40 VMP9 SR 30

**Hybridmessung von Myonen und Radioemission ausgedehnter Luftschauer am Pierre-Auger-Observatorium** — ●EWA MARLEN HOLT für die Pierre-Auger-Kollaboration — Institut für Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Wenn ein Teilchen der kosmischen Strahlung auf die Erde trifft, kommt es zu Wechselwirkungen mit Molekülen in der Atmosphäre. Durch diese inelastischen Stöße werden Teilchenschauer ausgelöst. Abhängig von der Energie und Masse des primären kosmischen Teilchens werden dabei bis zu Milliarden an Sekundärteilchen erzeugt, die den Erdboden

über mehrere Kilometer verteilt erreichen und dort nachgewiesen werden können. Diese Sekundärteilchen sind unter anderem Elektronen, Positronen und Myonen. Das Verhältnis der Anzahl an Elektronen und Positronen zu der Anzahl an Myonen im Luftschauer hängt von der Masse des Primärteilchens ab. Am Pierre-Auger-Observatorium in Argentinien werden die ausgedehnten Luftschauer mit verschiedenen Detektionstechniken nachgewiesen. Das 'Auger Engineering Radio Array' (AERA) misst dabei die von den Elektronen und Positronen in der Atmosphäre erzeugte Radioemission. Die Myonen werden von Szintillatoren des 'Auger Muons and Infill for the Ground Array' (AMIGA) in 2.3 m Tiefe im Boden gemessen. Eine Kombination dieser komplementären Messungen ermöglicht unter anderem eine Abschätzung der Masse des Primärteilchens. In diesem Vortrag werden neue Ergebnisse einer gemeinsamen Analyse der Daten dieser beiden Detektoren vorgestellt.

T 106.9 Do 18:55 VMP9 SR 30

**Radiodetektion horizontaler ausgedehnter Luftschauer mit AERA** — OLGA KAMBEITZ und ●EWA HOLT für die Pierre-Auger-Kollaboration — IKP, KIT

AERA, das Auger Engineering Radio Array, ist ein Teil des Pierre-Auger-Observatoriums und befindet sich in Malargüe, Argentinien. Die Installation der AERA Stationen wurde 2011 begonnen und ist in drei Phasen zu einem Antennenfeld von 153 Stationen mit einer Gesamtfläche von 17 km<sup>2</sup> erweitert worden. Obwohl AERA für einen Zenitwinkelbereich bis 55 Grad optimiert wurde, können durch die kombinierte Messung mit dem Auger Oberflächenarray auch horizontale Luftschauer analysiert werden.

In diesem Vortrag werden die Ergebnisse der Analyse von horizontalen Luftschauern im Zenitwinkelbereich von 62 bis 80 Grad vorgestellt.