

Untersuchung von Myonlateralverteilungen und Myonproduktionshöhen in ausgedehnten Luftschauern

Das Luftschauerexperiment KASCADE ist ein erdgebundenes Detektorsystem, mit dem ein gleichzeitiger Nachweis der elektromagnetischen, myonischen und hadronischen Komponente erfolgt. Der Myonspurdetektor registriert in drei horizontalen Detektorebenen Myonen mit einer Schwelle von $E_\mu=0.8$ GeV. Er ermöglicht eine detaillierte Rekonstruktion von Myonspuren sowie der Winkelkomponenten in Bezug zur Schauerachse. In den Analysen werden zudem Schauerobservablen verwendet, die mit dem 200×200 m² großen Detektor-Feld (Array) rekonstruiert wurden, beispielsweise die Schauer-richtung, die Koordinaten des Schauerzentrums und die Array-Myonzahl, mit deren Hilfe die Energie des primären kosmischen Teilchens abgeschätzt werden kann. Es wurden Daten in einem Energiebereich von $4\cdot 10^{14}$ - $3\cdot 10^{16}$ eV analysiert.

Die erstmals aus Spuren gewonnenen Myonlateralverteilungen werden in Anlehnung an die Form der Elektronlateralverteilung (NKG-Funktion) beschrieben. Die gemessenen Verteilungen werden mit Ergebnissen aus Monte-Carlo-Simulationen von proton- und eiseninduzierten Luftschauern verglichen. Es wurden die in CORSIKA implementierten hadronischen Wechselwirkungsmodelle QGSJet und NEXUS verwendet. Die mit dem Myonspurdetektor gemessenen Myondichten besitzen im Mittel größere Werte (max. 25%) als die der Monte-Carlo-Simulationen. Durch einen Vergleich der Form der Lateralverteilungen von Meßdaten und Monte-Carlo-Simulationen läßt sich der Anteil der leichten und schweren Teilchen in der primären kosmischen Strahlung ermitteln.

Die Myonproduktionshöhen werden im Rahmen der vorliegenden Arbeit erstmals aus der relativen Orientierung der Myonspuren zur Schauerrichtung berechnet. Aufgrund ihrer wenigen Wechselwirkungen werden die Myonen auf ihrem Weg durch die Atmosphäre kaum abgelenkt. Somit werden die Myonen erstmals als Sonden der longitudinalen Schauerentwicklung eingesetzt. Eine Umrechnung der Produktionshöhen unter Verwendung des Atmosphärenprofils erlaubt daher die Untersuchung der Eindringtiefe der primären kosmischen Strahlung. Aus der Analyse der Form der Myonlateralverteilungen, der mittleren Radialwinkel und der mittleren Produktionshöhen ergibt sich ein größer werdender Anteil der schweren Teilchen mit zunehmender Array-Myonzahl.

Investigation of muon lateral distributions and muon production heights in extensive air showers

The air shower experiment KASCADE is a groundbased detector system that measures simultaneously the electromagnetic, muonic and hadronic component. The Muon Tracking Detector registers muons with an energy threshold of 0.8 GeV in three horizontally arranged detector layers. It enables a detailed reconstruction of muon tracks as well of the angle components relative to the shower axis.

The lateral distributions, determined by using tracks, are described analogous to the form of the electron lateral distribution (NKG-function). Measured distributions are compared to results of Monte Carlo simulations of proton and iron induced air showers. Used are the hadronic interaction models QGSJet and NEXUS that are implemented in CORSIKA. The muon densities determined with the Muon Tracking Detector have in average larger values than the ones of the Monte Carlo simulations. By comparing the form of the lateral distributions of measured data and Monte Carlo simulations one can determine the fractions of light and heavy particles of the primary cosmic rays.

The muon production heights are calculated using the relative orientation of muon tracks to the shower direction. On the way through the atmosphere muons are hardly scattered because of little interactions. Thus the muons are used as probes of the longitudinal shower development. A re-calculation of the production heights using the atmospheric profile allows the investigation of the penetration depth of the primary cosmic rays. Analysis of the form of the muon lateral distributions, the mean radial angles and the mean production heights show a rise of the fraction of the heavy particles with increasing energy.