

Verbesserung der Winkelauflösung des Myonspurdetectors von KASCADE und Bestimmung von Myonproduktionshöhen

Das KASCADE-Experiment dient zur Untersuchung der kosmischen Strahlung im Kniebereich. Durch die Kombination der Bestimmung der Schauerrichtung mit dem Array und der Richtung der Myonen mit dem Myonspurdetektor kann durch Triangulation die Myonproduktionshöhe in Luftschauern analysiert werden. Durch den Umbau von paarweise ausgelesenen Streamertubezellen auf Einzeldrahtauslese wurde die Richtungsbestimmung der Myonen mit einer verbesserten Winkelauflösung ermöglicht. Dazu wurde eine bestmögliche Trennung der Drahtsignale durch eine geeignete Pulsformung entwickelt.

Die Untersuchung des Radialwinkels sowie der Myonenproduktionshöhe stellt eine direkte Beobachtung der longitudinalen Schauerentwicklung in der Atmosphäre dar. Beim Vergleich der Messdaten mit Simulationen zeigen sich systematische Unterschiede. Dafür sind zwei Erklärungen denkbar. Im einen Fall verlassen in den Simulationen die Myonen unter einem zu geringen Transversalimpuls die Schauerachse und im anderen Fall entwickeln sich die Luftschauer zu hoch in der Atmosphäre als es in der Realität der Fall ist. Besonders die verwendeten hadronischen Wechselwirkungsmodelle müssen hierbei überdacht werden. Systematische Untersuchungen schließen Detektoreffekte sowie Geometrieabweichungen als Ursache aus. Die Verwendung der korrelierten Array-Parameter von Myonen- und Elektronenzahl ermöglicht eine Unterteilung in Luftschauer, die von leichten, bzw. schweren Primärteilchen herrühren. Deren Unterschied spiegelt den zwischen Proton- und Eisensimulationen wider. Mit Hilfe der angereicherten Datensätze konnte die Sensitivität des Myonspurdetektors mittels Radialwinkel oder Myonproduktionshöhe auf die Masse des Primärteilchens bestätigt werden.

Improvement of the angular resolution of the Muon Tracking Detector in KASCADE and determination of muon production heights

The KASCADE-Experiment investigates cosmic rays in the region of the knee. Because of the combined determination of the shower direction by the array and the direction of muons with the Muon Tracking Detector, the muon production height in extended air showers can be analysed. Modifying the readout from two combined streamer tube cells to single wire readout, the determination of the direction of muons with an improved angular resolution was enabled. For that purpose, a separation of the combined wire signals was achieved by an adequate pulse shaping.

The investigation of radial angles as well as muon production heights represents a direct study of the longitudinal shower development in the atmosphere. The comparison of measured data with simulations exhibit a systematic discrepancy. Two different explanations are possible. In one case the muons leave the shower axis in the simulations with a relatively low transverse momentum and in the other case the air showers develop relatively high in the atmosphere as compared to reality. Especially, the used hadronic interaction models have to be reconsidered. Systematic investigations exclude detector effects and geometric uncertainties. The use of correlated array parameters of muon and electron shower size allows a classification in air showers induced by light and heavy primary particles. The difference between light and heavy agrees with the difference between simulations with proton and iron. With the enriched data samples the sensitivity of the muon tracking detector via radial angle or muon production height to the mass of the primary particle could be confirmed.