

Dielectron production in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV measured in a dedicated low magnetic-field setting with ALICE

Dielektronen bei niedriger invarianter Masse stellen ein außerordentliches Werkzeug dar, um unser Verständnis des Quark-Gluon-Plasmas, welches in der Kollision von ultra-relativistisch beschleunigten Schwerionen entsteht, zu vertiefen. Paare von Elektronen und Positronen werden in allen Phasen der Kollision produziert und geben daher Aufschluss über die Entwicklung der gesamten Kollision. Da elektromagnetische Sonden nicht der starken Wechselwirkung unterliegen, werden sie nach ihrer Produktion von der darauffolgenden Entwicklung des Systems nicht weiter beeinflusst und können dieses ungehindert verlassen. Somit behalten sie ihre ursprüngliche Korrelation resultierend aus ihrer jeweiligen Produktionsprozess. Folglich beibehalten das Spektrum der invarianten Masse von Dielektronen als auch des transversalen Paarimpulses Informationen über die Bestandteile und Beschaffenheit des entstandenen Mediums. Unter anderem kann es Aufschluss über die Modifizierungen des elektromagnetischen Strom-Strom-Korrelators durch dieses Medium ermöglichen, was dabei helfen kann die Frage nach der Generierung der Masse von Hadronen und der chiralen Struktur von stark wechselwirkender Materie unter extremen Bedingungen zu beantworten.

Um die relevanten Signaleigenschaften des QGP zu identifizieren, ist es notwendig, zunächst die Produktion von Elektron-Positron-Paaren im Vakuum zu verstehen, die in einem elementaren System wie Proton-Proton-Kollisionen in Abwesenheit eines Mediums untersucht werden kann. Das ALICE Experiment eignet sich besonders, um diese Studien durchzuführen, da es über hervorragende Spurfundungs- und Teilchenidentifikationsmöglichkeiten bei niedrigen Impulsen verfügt. Jedoch führen Dalitz-Zerfälle und Konversionen von Photonen im Detektormaterial zu einem hohen kombinatorischen Untergrund, was in einem Signal-zu-Untergrundverhältnis von 1:10 in Proton-Proton- bis hin zu 1:1000 in Blei-Blei-Kollisionen resultiert, abhängig von der invarianten Masse des rekonstruierten Paares. Daher ist die Minimierung dieses Untergrundes ein wichtiger Aspekt dieser Analyse.

Die Rekonstruktionseffizienz von Elektronen mit niedrigen Impuls kann deutlich verbessert werden, indem das Magnetfeld der zentralen Detektoren von 0,5 T auf 0,2 T reduziert wird. Dies erlaubt eine bessere Unterdrückung des Untergrunds aus Konversionen und Dalitzzerfällen, verbessert die Akzeptanz der Flugzeitmessung und erlaubt den messbaren Phasenraum der Dielektronenmessung entscheidend zu vergrößern. Eine solche Detektorkonfiguration ist zudem für ALICE als Teil der Blei-Blei-Kampagne in LHC Run3 und 4 ab 2021 geplant.

Jedoch wurden bereits in diesem elementaren Kollisionssystem nicht triviale Effekte beobachtet, die der Vakuum erwartungen widersprechen. Bereits 1987 wurde am Intersecting Storage Ring (ISR) am CERN ein Überschuss an Dielektronen über der Erwartung von bekannten Dielektronenquellen vom AFS Experiment bei niedrigen invarianten Massen m_{ee} und niedrigen transversalen Paarimpulsen $p_{T,ee}$ in Proton-Proton-Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von $\sqrt{s} = 63$ GeV gemessen.

Mit einem reduzierten Magnetfeld kann ALICE einen vergleichbaren Phasenraum für Elektron-Positron-Paare wie das ISR Experiment abdecken, um somit die Messung eines Überschuss in elementaren Proton-Proton-Kollisionen bei LHC Energien zu bestätigen.

In dieser Arbeit werden vorläufige Ergebnisse der Dielektronmessung in Proton-Proton Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von $\sqrt{s} = 13$ TeV von Testläufen des ALICE Experiments bei einem Magnetfeld von $B = 0,2$ T präsentiert. Es wird gezeigt, wie die Analyse an die niedrige Magnetfeldeinstellung angepasst wurde. Die Ergebnisse werden mit den veröffentlichten Referenzdaten, welche mit normaler Magnetfeldstärke aufgenommen wurden, verglichen, um die Vorteile der niedrigen Magnetfeldeinstellung zu verdeutlichen. Schliesslich, werden die Spektren der invarianten Massen und des transversalen Paarimpulses mit der Erwartung von hadronischen Quellen mit einer Elektronenselektion von $p_T > 0.075$ GeV/c verglichen, um die Frage nach einem möglichen Überschuss von Dielektronen bei niedrigen m_{ee} und $p_{T,ee}$ zu beantworten.