Hessisches Kompetenzzentrum
für Hochleistungsrechnen

Simulationsrechnungen zum zukünftigen PANDA Experiment



Researchers
R. Novotny, H. G. Zaunick, A. Pitka, C. Rosenbaum and S. Diehl

Principal Investigator
Prof. Dr. Kai-Thomas Brinkmann

Project Term
2013 - 2015

Project Areas
Statistical Physics, Soft Matter, Biological Physics, Nonlinear Dynamics

Clusters
Skylla Cluster Gießen

Institute
I. Physikalisches Institut der JLU Gießen

University
Justus Liebig University Giessen

Introduction

PANDA ist einer der geplanten Detektoren an der im Bau befindlichen FAIR-Forschungseinrichtung am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung bei Darmstadt. Forschungsobjekt ist dabei nahezu ausschließlich die starke Wechselwirkung. Diese ist einerseits für die anziehende Kraft zwischen Quarks verantwortlich, in komplexerer Form bindet sie jedoch auch die Protonen und Neutronen in Atomkernen. Vermittelt wird diese durch Gluonen (engl. „Glue“ - Kleber), ähnlich wie Photonen, die elektromagnetische Kraft zwischen geladenen Teilchen vermitteln.

Gebundene Zustände, die von der starken Wechselwirkung gebildet werden, unterscheidet man nach Bindungszuständen aus drei Quarks (Baryonen) und solchen aus einem Quark und einem Antiquark (Mesonen). Abgesehen von ihren bekanntesten Vertretern (Proton und Neutron) sind diese Zustände ausnahmslos sehr kurzlebig.

Methods

Zum Studium solcher Zustände sollen bei PANDA kontrolliert Antiprotonen (die Antiteilchen des Protons) mit Wasserstoff und schweren nuklearen Targets zur Reaktion gebracht werden. Dies ermöglicht über die Analyse des Anregungsspektrums der entstehenden Teilchen eine Untersuchung der starken Wechselwirkung, ähnlich wie eine Untersuchung des Anregungsspektrums des Wasserstoffatoms, Aufschluss über die zugrunde liegende Wechelwirkung zwischen Proton und Elektron gibt.

JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN · TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT · UNIKASSEL VERSITÄT · Philipps Universität Marburg

Geplant sind aber auch Untersuchungen zum Verhalten von Mesonen und Baryonen in Kernmaterie und die Suche nach gebundenen Zuständen, die ausschließlich aus Gluonen bestehen, den sogenannten Gluebälle.[1] Gießener Beiträge zur technischen Entwicklung des PANDA-Detektors beziehen sich größtenteils auf den Mikro-Vertex-Detektor (Ortsmessung), das Elektromagnetisches Kalorimeter (Energiemessung) und die Cherenkov-Detektoren (Teilchenidentifikation).[2]

Die Verwendung des Gießener Rechenclusters Skylla erlaubt aufwändige Computersimulationen, die einerseits zur technischen Optimierung der jeweiligen Detektorkomponenten dienen, aber auch Machbarkeitsstudien bezüglich spezieller Reaktionskanäle des angestrebten physikalischen Programms ermöglichen.Simulationen zum Elekromagnetischen Kalorimeter: Mit dem Elektromagnetischen Kalorimeter (EMC) bestehend aus ca. 15.000 Bleiwolframat Kristallen unterschiedlicher Geometrien verwendet bei -25°C sollen Photonen und Elektronen im gesamten Raumwinkel nachgewiesen werden.[3] Für den Detektor sind sehr detaillierte Leistungsfähigkeiten und Effizienzen über einen großen Energiebereich von 10 MeV bis zu 15 GeV vorgesehen.

Results

In der Phase der Forschung und Entwicklung des Detektors sind daher Simulationen des gesamten Detektors nötig, um die Erreichbarkeit dieser Ziele zu überprüfen. In einer Studie werden daher am Targetpunkt ausschließlich Photonen erzeugt und die Detektoreffizienz, d.h. das Verhältnis von erzeugten und detektierten Photonen, überprüft. Des Weiteren werden Energie-, Positions- und Zeitauflösung des Elektromagnetischen Kalorimeters aus diesen Simulationen bestimmt und mit experimentellen Tests von Prototypen verglichen.

Antiteilchen-Teilchen-Mischung von D-Mesonen: Seit den 1960er Jahren ist bekannt, dass sich elektrisch neutrale Mesonen in ihre Antiteilchen umwandeln können.[4] Abhängig von der Lebensdauer eines Teilchens lassen sich dabei periodische Oszillationen zwischen Teilchen und Antiteilchen beobachten. Von besonderem Interesse sind derartige Systeme auch, weil sich in ihnen eine kleine Verletzung der Teilchen-Antiteilchen Symmetrie (CP-Erhaltung) zeigt.

Outlook

Die im Gang befindliche Studie beschäftigt sich mit der prinzipiellen Messbarkeit der CP-Verletzung an schweren D-Mesonen am PANDA Detektor.

Reference

[1] PANDA Kollaboration (2009), Physics Performance Report for PANDA – Strong Interation Studies with Antiprotons.
https://doi.org/10.48550/arXiv.0903.3905

[2] PANDA Kollaboration (2005), Full Technical Progress Report.

[3] PANDA Kollaboration (2008), EMC Technical Design Report.

[4] J.H. Christenson, J.W. Cronin, V.L. Fitch, and R. Turlay (1964), Regeneration of K1 Mesons and the K1-K2 Mass Difference, Physical Review, 140(1B): 74-84.

Last Update: 2022-06-30 23:01