

Kern- und Teilchenphysik, Monobachelor Physik

Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2017/2018,
Prof. Dr. H. Lacker, Dr. J. Dietrich, Dr. S. Mergelmeyer

Präsenzübung 9

Aufgabe 1: Strukturfunktionen

1. Was ist eine Strukturfunktion und was ist ein Formfaktor?
2. Wie stellt man fest, wenn man nur die Leptonkinematik gemessen hat, ob eine Lepton-Nukleon-Streuung elastisch oder inelastisch war?
3. Was bedeutet Bjorken-Scaling?
4. Wie wird Bjorken-Scaling im Partonmodell des Nukleons erklärt?
5. Welche anschauliche Bedeutung hat die Bjorken-Variable x im Quarkpartonmodell?
6. Welche Information liefern die Strukturfunktionen über die Zusammensetzung des Protons/Neutrons?
7. Wie schließt man aus den Strukturfunktionen auf den Spin der Quarks im Proton/Neutron?
8. Wie schließt man aus den Strukturfunktionen auf die Quarkladungen?
9. Aus welchen experimentellen Befunden schließt man auf die Existenz von Gluonen im Proton/Neutron?

Aufgabe 2: Lepton-Nukleon-Streuung

Zeigen Sie, dass folgender Zusammenhang zwischen den Strukturfunktionen der Neutrino-Nukleon und Elektron-Nukleon Streuung gilt, wenn Sie den Strangequarkanteil bei den Seequarks vernachlässigen:

$$F_2^{\nu N}(x) = \frac{18}{5} F_2^{eN}(x).$$

Aufgabe 3: Interpretation von LHC-Event Displays

Beim LHC kollidieren Protonen sehr hoher Energie miteinander. Quarks, Antiquarks und Gluonen des einen Protons können mit denen des anderen Protons wechselwirken. Meistens streuen diese Protonkonstituenten über die starke Wechselwirkung. Nach der Streuung werden diese Konstituenten aus dem jeweiligen Proton hinausgeschleudert. Da (Anti)Quarks und Gluonen nicht frei existieren, sondern nur in gebundenen Zuständen, den Hadronen, sieht man im Detektor stattdessen Bündel von Hadronen, sogenannte Jets, die vorzugsweise in Richtung der rausgeschleuderten (Anti)Quarks bzw. Gluonen fliegen. Diese Hadronen können z. B. mit dem ATLAS-Detektor elektronisch nachgewiesen werden. Mit einem Event-Display kann die Detektorantwort auf die Wechselwirkung verschiedener Teilchen mit dem Detektor visualisiert werden. So lassen sich die Spuren geladener Teilchen und die Position von Energieeinträgen in den Kalorimetern zusammen mit der Größe der Energiedeposition

graphisch darstellen.

Manchmal können in den Proton-Proton-Kollisionen aber auch neue, kurzlebige Teilchen, wie z. B. ein W - oder Z -Boson, entstehen, deren langlebige Zerfallsprodukte nachgewiesen werden können.

In der Aufgabe betrachten und interpretieren Sie solche Event-Displays für Kollisionsereignisse, die mit dem ATLAS-Detektor aufgenommen wurden. Das benutzte Programm heißt “Atlantis” und wird hier in einem Web-Tutorial namens “Minerva” verwendet.

- Öffnen Sie die Webseite <http://atlas-minerva.web.cern.ch/atlas-minerva/>
- Drücken Sie “Enter Website”.
- Drücken Sie “Start Minerva”, um durch das Tutorial geführt zu werden. Hier wird Ihnen das Event-Display erklärt und einige Prozesse vorgestellt, die man mit Hilfe des Event-Displays rekonstruieren kann. Dabei handelt es sich z. B. um die Produktion von Z -Bosonen, die u. a. in e^+e^- oder $\mu^+\mu^-$ zerfallen, um die Produktion von W^\pm -Bosonen, die z. B. in $e^+\nu_e$ bzw. $e^-\bar{\nu}_e$ oder $\mu^+\nu_\mu$ bzw. $\mu^-\bar{\nu}_\mu$ zerfallen, oder die Produktion von Hadronjets aus (Anti-)Quarks oder Gluonen.
- Ganz am Ende des Tutorials (Pfeiltaste immer vorwärts drücken), drücken Sie auf “Download MINERVA”, um Kollisionsereignisse zu betrachten. Die ersten fünf Ereignisse sind für Ihre Übung vorgesehen.
- Drücken Sie “Submit Answers”, um Ihre Antworten für die ersten fünf Ereignissen zu überprüfen. Füllen Sie das Formular aus und drücken Sie auf “Check”.