

# Kern- und Teilchenphysik, Kombibachelor Physik

Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2019/2020,  
Prof. Dr. H. Lacker

## Übung 11 (Besprechung: 16.1.2020)

### Aufgabe 1: Compton-Streuung

Berechnen Sie die kinetische Energie, die ein Elektron in einer Compton-Streuung erhält, wenn das einfallende Photon unter  $180^\circ$  gestreut wird.

Berechnen Sie den Wert, wenn die Energie des einfallenden  $662 \text{ keV}$  beträgt.

### Aufgabe 2: 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 Quarks, Antiquarks 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".

- Analysieren Sie nun die nächsten 20 Ereignisse, indem Sie im Atlantis GUI jeweils auf “Next” drücken und füllen Sie das entsprechende Web-Formular aus, das sie nach Beantworten des ersten Web-Formulars öffnen können.
- Diese Antworten stellen die Lösung der Übungsaufgabe dar.

Abgabe: 16.01.2020, bis 11:00 (New 15, Metallkasten vor Raum 1'415 oder in der Vorlesung)