

SIMULIERTE WELTEN: SIMULATION UND EINFACHE ANALYSE VON KOLLISIONSDATEN DER HOCHENERGIEPHYSIK

Beschreibung Teilchenbeschleuniger wie der Large Hadron Collider (LHC) am CERN in Genf bringen Protonen bei höchsten Energien zur Kollision. Dabei werden neue Teilchen aus der freiwerdenden Energie erzeugt. Die Kollisionsereignisse werden mit komplexen Detektoren aufgezeichnet, um anschließend rekonstruiert und analysiert zu werden.

Für eine Datenanalyse ist der Vergleich von gemessenen Daten mit simulierten Daten, sogenannten Monte Carlo (MC) Ereignissen unabdingbar. Die Simulation von MC erfolgt im World-Wide LHC Computing Grid (WLCG), einem Verbund von weltweit verteilten Grid-Rechenzentren. Das Steinbuch Centre for Computing des KIT betreibt das nationale Tier-1 Grid-Zentrum "GridKa" für die vier LHC Experimente ALICE, ATLAS, CMS und LHCb.

Die Simulation von MC erfolgt in mehreren Schritten. Der MC-Generator berechnet basierend auf theoretischen Modellen die physikalischen Prozesse bei einer Teilchenkollision. Um dem statistischen Charakter der Natur gerecht zu werden, gehen Zufallszahlen in die Simulation mit ein. Daher der Name Monte Carlo. Weitere Programme simulieren die Wechselwirkung der Teilchen mit Materie, also dem Detektor, die Digitalisierung der von Detektor gemessenen Signale sowie die Rekonstruktion des Ereignisses anhand von der Messdaten.



Im Rahmen des Projektes „Simulierte Welten“ soll der erste Schritt einer MC-Simulation durchgeführt werden. Dazu wird ein MC-Generator installiert, konfiguriert und anschließend dazu benutzt einen physikalischen Prozess zu simulieren. In unserem Beispiel betrachten wir die Produktion eines Z-Bosons und dessen Zerfall in Leptonen. Z-Bosonen sind Austauschteilchen der schwachen Wechselwirkung und haben ähnliche Eigenschaften wie Licht (Photonen), sind aber im Gegensatz zu Licht massiv und kurzlebig. Leptonen sind eine Gruppe von Elementarteilchen, zu denen auch die Elektronen gehören.

Aus den generierten MC-Daten lassen sich im Anschluss mit Hilfe des Analyse-Werkzeugs ROOT die Eigenschaften der Z-Bosonen extrahieren und visualisieren.

AUFGABEN

- Installation und Konfiguration eines Monte Carlo Generators
- Simulation des physikalischen Prozesses $Z \rightarrow l^+l^-$
- Selektion geeigneter Ereignisse
- Darstellung von kinematischen Verteilungen mit Hilfe von ROOT Histogrammen
- Rekonstruktion der Masse des Z-Bosons aus den Zerfallsprodukten

VORAUSSETZUNGEN

- Kenntnisse im Umgang mit dem Betriebssystem LINUX
- Gute Programmierkenntnisse (Bevorzugt: Python)
- Englisch (Lesen von Dokumentation)
- Allgemeines Interesse für Physik

