

Optimierung der Eventselektion bei der Suche nach Z-prime-Bosonen mithilfe von Daten des ATLAS-Experiments

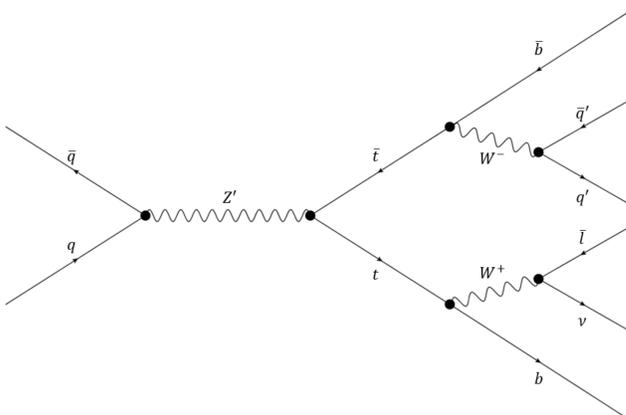
Kurzfassung

Die Suche nach neuen, theoretisch vorhergesagten Elementarteilchen ist eines der Hauptforschungsgebiete der Teilchenphysik. Mit dem ATLAS-Detektor wird unter anderem nach Z-prime-Bosonen gesucht. Ein untersuchter Zerfallskanal dieses Teilchens ist $\bar{q}q \rightarrow Z' \rightarrow \bar{\ell}t \rightarrow W^- W^+ \bar{b}b \rightarrow \bar{\ell}\nu \bar{q}'q'\bar{b}b$. Die dabei entstehenden Teilchen gilt es zu rekonstruieren, um gezielt nach dem Z-prime-Boson zu suchen. Hierbei ist eine Optimierung der Eventselektion sehr sinnvoll, um Signal- noch besser von Untergründereignissen trennen zu können. Zudem ist das bei dem Zerfall entstehende Neutrino im Detektor nicht nachweisbar. Deshalb ist es notwendig geeignete Massenrekonstruktionsvariablen zu finden, die die invariante Masse des Zerfalls abschätzen, um damit auf die Z-prime-Boson-Masse schließen zu können.

Das Z-prime-Boson

- Herkunft: Folge einer Erweiterung der elektroschwachen Wechselwirkung um eine neue Kraft (z.B. Sequentielles Standardmodell)
- Status: hypothetisches Teilchen (genauso wie das W-prime-Boson)
- Zerfallskanäle: ähnlich dem des bekannten Z-Bosons
- Masse: je nach Theorie entweder masselos oder massebehaftet
- Reichweite: je nach Theorie dementsprechend unendlich oder endlich

Der betrachtete Zerfallskanal



$$\bar{q}q \rightarrow Z' \rightarrow \bar{\ell}t \rightarrow W^- W^+ \bar{b}b \rightarrow \bar{\ell}\nu \bar{q}'q'\bar{b}b$$

Da das entstandene Top-Quark und Anti-Top-Quark wiederum instabil sind, zerfallen sie unter Abstrahlung eines W-Bosons in ein Bottom- bzw. in ein Anti-Bottom-Quark. Eines der beiden W-Bosonen zerfällt nun leptonic in ein elektrisch geladenes Lepton (also Elektron, Myon oder Tau) und das dazugehörige Neutrino. Das andere W-Boson zerfällt hadronisch in zwei Quarks. Ein solcher Z-prime-Boson-Zerfall nennt sich semileptonisch und wurde in dieser Arbeit mittels geeigneter Cuts rekonstruiert.

Ausblick

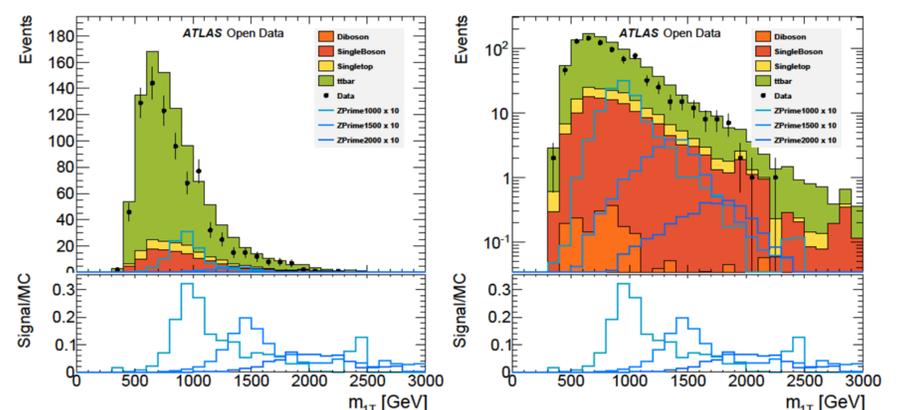
Die Datenanalyse mittels ROOTbooks stellt eine optimale Möglichkeit für Lernzwecke dar. Dies sind Dateien, die aus Quelltext und auch aus beschreibenden Textelementen bestehen. Somit kann die schwierige Analyse dieser Arbeit auch Anfängern zugänglich gemacht werden. Während der CERN-Projektwochen 2017 des Netzwerks Teilchenwelt habe ich mit dem Erstellen von ROOTbooks beginnen können - in verschiedenen Schwierigkeitsgraden, in Python und C++.

Analyse der Daten des ATLAS

OpenData-Portals

Um auf die Daten des ATLAS-Experiments Zugriff zu bekommen, lädt man sich im Internet unter opendata.atlas.cern eine virtuelle Maschine mit allen notwendigen Programmen herunter. Für eine Analyse von Kollisionen in der Teilchenphysik benötigt man zuerst sogenannten Input. Dieser besteht einerseits aus real aufgenommenen Daten vom ATLAS-Detektor und andererseits aus Daten, die mit Monte-Carlo-Simulationen erstellt wurden. Die Input-Daten werden anschließend von Analyseprogrammen untersucht, um so möglichst Signal von Untergrund zu trennen. Zuletzt gibt es Programme, die den Output der Analyseprogramme einlesen und daraus Diagramme erstellen. Ein Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Suche durch sogenannte Cuts bzw. Selektionskriterien zu verbessern. Dabei wurde wie folgt vorgegangen: Zuerst wurde die vorinstallierte Analyse des Z-prime-Bosons durchgeführt. Danach wurden die einzelnen Eventcuts Schritt für Schritt verbessert, um so das bestmögliche Ergebnis zu erreichen. In der hier vorliegenden Arbeit wird das Ergebnis aus $\frac{S}{\sqrt{B}}$ als Maß für die Qualität des Selektionskriteriums genutzt.

Ergebnisse der Analyse



Dargestellt ist in beiden Diagrammen die Transversalmasse mit Schrankencharakter. Es ist erkennbar, dass jenes mit logarithmischer Ordinatenachse die Ergebnisse besser wiedergibt, da das Signal für diverse Z-prime-Boson-Massenhypothesen besser zu sehen ist. Zudem ließen sich alle Massenhypothesen gut rekonstruieren, was zeigt, dass die gewählte Massenvariable hierfür geeignet ist.