



Zusammenfassung

In diesem Dokument werden zwei Analysen auf dem Gebiet der Teilchenphysik vorgestellt. Erstens, Studien über die Performanz der Rekonstruktion von Myonen unter Verwendung von Kalorimeterinformationen während der HL-LHC Phase des ATLAS Detektors. Zweitens, die Suche nach der simultanen Produktion von vier Top-Quarks, wie vom Standard Modell (SM) prognostiziert, unter Verwendung des vollständigen Run-II-Datensatzes, der von ATLAS aufgenommen wurde. Dieser Datensatz entspricht einer integrierten Luminosität von $L = 139 \text{ fb}^{-1}$ von Proton-Proton Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$.

Für diese Arbeit, wird die Performanz der Rekonstruktion von Myonen für verschiedene pile-up Szenarien untersucht, wie sie für die HL-LHC-Phase erwartet werden, und im Hinblick auf verschiedene Rauschsznarien, die den Verlust der Energieauflösung und die Verschlechterung der Detektorakzeptanz aufgrund von Alterung und Bestrahlung der Detektorkomponenten nachbilden. Diese Studie wird durchgeführt, um vorgeschlagene Szenarien für die Aufrüstung des Detektors vor ihrer Implementierung zu testen. Die Suche nach der vom SM prognostizierten Produktion von vier Top-Quarks, konzentriert sich auf die Zerfallsmoden mit zwei Leptonen gleicher Ladung oder mehr Leptonen im Endzustand. Die Suche nach diesem Prozess ist unter anderem durch die sehr hohen involvierten Energien motiviert und durch die Tatsache, dass derzeit verfügbare Datensätze möglicherweise für eine Entdeckung ausreichen. Die finalen Messergebnisse werden mit einem Profile-Likelihood-Fit erzielt der das Ergebnis eines Boosted-Decision-Trees beinhaltet, welcher darauf trainiert ist zwischen Signal und Untergrund zu unterscheiden. Der Fit führt zu einem Wirkungsquerschnitt von $\sigma(p \rightarrow t\bar{t}\ell\ell) = 24_{-6}^{+7} \text{ fb}$ [1], was einer beobachteten (erwarteten) Signifikanz von $Z = 4,3$ ($Z = 2,4$) entspricht. Dies repräsentiert den ersten Nachweis (Evidence) für diesen Prozess. Das erhaltene Ergebnis ist mit der SM Vorhersage [2] innerhalb von 1,7 Standardabweichungen kompatibel.

Auf diesen ersten Nachweis aufbauend, wird die Möglichkeit der Rekonstruktion des vier Top-Quark Systems unter Verwendung eines kinematischen Likelihood Fits entwickelt und getestet. Die Entwicklungen und Tests werden mit dem KLFFitter Software Paket [3] durchgeführt und erzielen eine Effizienz der korrekten Zuordnung aller vier Top-Quarks von $\epsilon = 33 \pm 4 \%$ unter optimalen Bedingungen für den Endzustand mit einem Lepton.

- [1] ATLAS Collaboration. 'Evidence for $t\bar{t}\ell\ell$ production in the multilepton final state in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ with the ATLAS detector'. *Eur. Phys. J. C* 80 (2020)
- [2] Rikkert Frederix et al. 'Large NLO corrections in $t\bar{t}W \pm$ and $t\bar{t}\ell\ell$ hadroproduction from supposedly subleading EW contributions'. *JHEP* 02 (2018)
- [3] Johannes Erdmann et al. 'A likelihood-based reconstruction algorithm for top-quark pairs and the KLFFitter framework'. *Nucl. Instrum. Meth. A* 748 (2014)