

Abstract

A search for an excited quark state, called q^* , is presented using data of proton-proton collisions at the LHC recorded by the CMS experiment during the years 2016, 2017 and 2018 with a centre-of-mass energy of $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ and an integrated luminosity of 137.19 fb^{-1} . Its decay channels to $q + W$ and $q + Z$ with the vector bosons further decaying hadronically to $q + q\bar{q}'$ resp. $q + q\bar{q}$, resulting in two jets in the final state, are analysed. The dijet invariant mass spectrum of those two jets is then used to look for a resonance and to reconstruct the q^* mass. To identify jets originating from the decay of a vector boson, a V-tagger is needed. For that, the new DeepAK8 tagger, based on a neural network, is compared to the older N-subjettiness tagger. In the result, no significant deviation from the Standard Model can be observed, therefore the q^* is excluded up to a mass of 6.1 TeV (qW) resp. 5.5 TeV (qZ) with a confidence level of 95 %. This limit is about 1 TeV higher than the limits found by a previous research of data with an integrated luminosity of 35.92 fb^{-1} collected by the CMS experiment in 2016, excluding the q^* particle up to a mass of 5.0 TeV resp. 4.7 TeV . The DeepAK8 tagger is found to currently be at the same level as the N-subjettiness tagger, giving a 0.1 TeV better result for the decay to qW but a by 0.6 TeV worse one for the decay to qZ . By optimizing the neural network's training for the datasets of 2016, 2017 and 2018, the sensitivity can likely be improved.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird eine Suche nach angeregten Quarkzuständen, genannt q^* , durchgeführt. Dafür werden Daten von Proton-Proton Kollisionen am LHC mit einer integrierten Luminosität von 137.19 fb^{-1} analysiert, welche über die Jahre 2016, 2017 und 2018 bei einer Schwerpunktsenergie von $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ vom CMS Experiment aufgenommen wurden. Es wird der Zerfall des q^* Teilchens zu $q + W$ und $q + Z$ untersucht, bei anschließendem hadronischen Zerfall des Vektorbosons zu $q\bar{q}'$ bzw. $q\bar{q}$. Der gesamte Zerfall resultiert damit in zwei Jets, mithilfe deren invariantem Massenspektrum die q^* Masse rekonstruiert und nach einer Resonanz gesucht wird. Zur Identifizierung von Jets, welche durch den Zerfall eines Vektorbosons entstanden sind, wird ein V-Tagger benötigt. Hierfür wird der neue DeepAK8 Tagger, welcher auf einem neuronalen Netzwerk basiert, mit dem älteren N-Subjettiness Tagger verglichen. Im Ergebnis kann keine signifikante Abweichung vom Standardmodell beobachtet werden. Das q^* Teilchen wird mit einem Konfidenzniveau von 95 % bis zu einer Masse von 6.1 TeV (qW) bzw. 5.5 TeV (qZ) ausgeschlossen. Das Limit liegt etwa 1 TeV höher, als das anhand des 35.92 fb^{-1} großen Datensatzes von 2016 gefundene von 5.0 TeV bzw. 4.7 TeV. Beim Zerfall zu qW erzielt der DeepAK8 Tagger ein um 0.1 TeV besseres Ergebnis, als der N-Subjettiness Tagger, beim Zerfall zu qZ jedoch ein um 0.6 TeV schlechteres. Durch Verbesserung des Trainings des neuronalen Netzwerkes für die drei Datensätze von 2016, 2017 und 2018, gibt es aber noch Potential die Sensitivität zu verbessern.