

Drell-Yan Wirkungsquerschnitte bei hohen invarianten Massen

Eine präzise Messung des differentiellen Wirkungsquerschnitts des sogenannten Drell-Yan Prozesses $Z/\gamma^* \rightarrow \ell^+\ell^-$ in Proton-Proton-Kollisionen liefert bei hohen invarianten Dilepton-Massen ($116 \text{ GeV} < m_{\ell\ell} < 1500 \text{ GeV}$) wichtige Informationen über die Quarkverteilungen im Proton, insbesondere für große Werte der Bjorkenvariable x . Bei hohen invarianten Dilepton-Massen spielt zudem ein von Photonen induzierter Beitrag eine wichtige Rolle ($\gamma\gamma \rightarrow \ell^+\ell^-$), der Rückschlüsse über die wenig bekannte Photonverteilung (Photon-PDF) im Proton zulässt. Der ATLAS Kollaboration ist es gelungen in diesem Bereich präzise doppelt-differentielle Wirkungsquerschnitte als Funktion der invarianten Masse und der Rapidität des Lepton-Paares (bzw. der Pseudorapiditätsdifferenz der beiden Leptonen) zu messen. Hierfür wurden Daten der ATLAS Kollaboration verwendet, die bei einer LHC-Schwerpunktenergie von $\sqrt{s} = 8 \text{ TeV}$ aufgenommen wurden.

Im September 2016

Die Messung der differentiellen Wirkungsquerschnitte wurde getrennt für e^+e^- - und $\mu^+\mu^-$ -Paare durchgeführt und anschließend kombiniert, um eine weitere Reduktion der statistischen und systematischen Unsicherheiten zu erreichen. Abb. 1 zeigt den gemessenen kombinierten doppelt-differentiellen Wirkungsquerschnitt als Funktion des Betrags der Rapidität in fünf verschiedenen Bereichen der invarianten Dilepton-Masse; bei niedrigen invarianten Massen werden Unsicherheiten unter 1% erreicht.

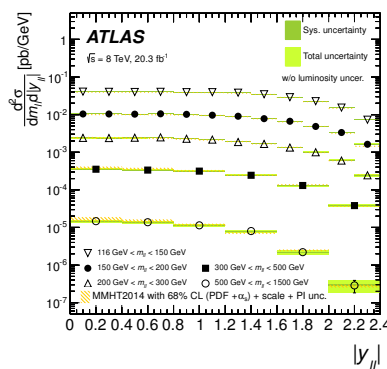


Abb. 1: Differentieller Wirkungsquerschnitt als Funktion von invarianter Masse und Rapidität.

Die gemessenen Wirkungsquerschnitte wurden — für verschiedene Partonverteilungsfunktionen (PDFs) — mit der Erwartung perturbativer QCD-Rechnungen auf NNLO-Niveau verglichen; diese beinhalten auch elektroschwache Effekte auf nächstführender Ordnung. Es zeigt sich, dass die dominanten Unsicherheiten in den theoretischen Rechnungen aufgrund der PDFs typischerweise größer sind als die Unsicherheiten in der vorliegenden Messung.

Weiterhin wurde mit einer Bayesianischen Umgewichtungsmethode der Einfluss der Messung auf die Unsicherheit der Photon-PDF untersucht. Abb. 2 zeigt eine deutliche Reduktion der Unsicherheiten anhand der NNPDF2.3qed PDF-Fits sowohl vor (gelb) als auch nach (schwarz kariert) Berücksichtigung der vorliegenden Messungen.

Der größte Teil der Analyse wurde am Institut für Physik der Universität Mainz von Markus Zinser

in der Gruppe von Stefan Tapprogge unter Leitung von Frank Ellinghaus (jetzt Universität Wuppertal) durchgeführt. Zusätzlich beteiligt waren Wissenschaftler der Queen Mary University, London.

Theorierechnungen und Hilfe bei den PDF-Sensitivitätsstudien kamen von der Universität Heidelberg und DESY (Mykhailo Liso-vyi, Kristin Lohwasser, Voica Radescu) sowie der University of Liverpool. Die Messung ist im Journal of High Energy Physics veröffentlicht [JHEP 1608 (2016) 009].

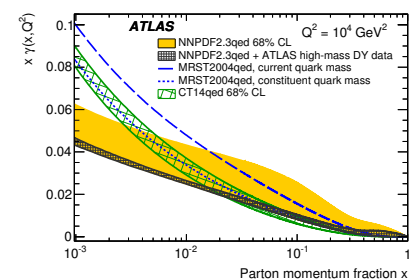


Abb. 2: Einfluss der Messung auf die Unsicherheiten der Photon-PDF.

Kontakt:

Prof. Dr. Hans-Christian Schultz-Coulon, coulon@kip.uni-heidelberg.de
 Prof. Dr. Stefan Tapprogge, tapprogg@uni-mainz.de