



Erste Präzisionsmessung der W-Boson-Masse am LHC

Das ATLAS Experiment präsentierte nach fünfjähriger Arbeit die erste Präzisionsmessung der W-Boson-Masse am LHC. Die vorhergesagte W-Boson-Masse im Standardmodell hängt insbesondere von der Top-Quark-Masse und der Masse des Higgs-Bosons ab. Mit einer genauen Messung im Vergleich zum vorhergesagten Wert kann folglich die Selbstkonsistenz des Standardmodells getestet werden. Die neue ATLAS-Messung resultiert in einer W-Boson-Masse von 80370 ± 19 MeV und erreicht somit die gleiche Genauigkeit wie die bisher beste Messung am Tevatron-Beschleuniger. Das Ergebnis ist in guter Übereinstimmung mit der Vorhersage des Standardmodells.

Im Dezember 2016

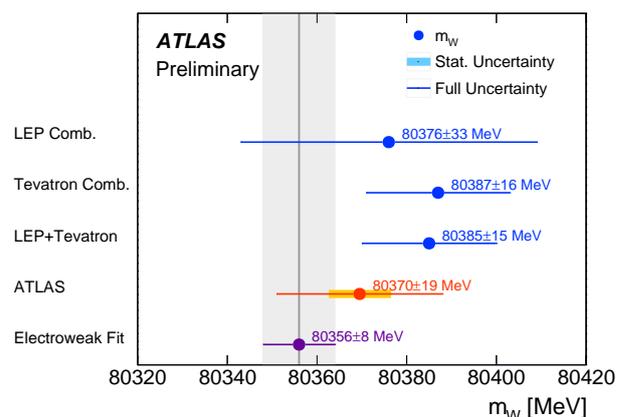
Das W-Boson als Austauscheteilchen der schwachen Wechselwirkung wurde 1983 am CERN SPS Beschleuniger erstmals entdeckt. Obwohl die Eigenschaften des W-Bosons seit mehr als 30 Jahren studiert werden, gilt die Präzisionsmessung seiner Masse immer noch als eine der wichtigsten und größten Herausforderungen am LHC. Die genaue Kenntnis der W-Boson-Masse spielt für das Verständnis des elektroschwachen Sektors im Standardmodell eine große Rolle, da seine vorhergesagte Masse sowohl von der Masse des Top-Quarks als auch von der Masse des Higgs-Bosons abhängt. Der Vergleich des gemessenen Wertes mit der Vorhersage, erlaubt folglich nicht nur einen wichtigen Test des Standardmodells, sondern kann auch Hinweise auf neue Physik liefern. Der bisherige Weltmittelwert der W-Boson-Masse wird hauptsächlich von den Messungen am Tevatron-Beschleuniger bestimmt und ergibt sich zu 80385 ± 15 MeV, wobei das Standardmodell einen Wert von 80358 ± 8 MeV vorhersagt.

Die ATLAS-Kollaboration hat nun nach fünfjähriger Arbeit erstmals eine Präzisionsmessung der W-Boson-Masse am LHC präsentiert, die mit Daten des Jahres 2011 bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV und einer integrierten Luminosität von 4.6 fb^{-1} durchgeführt wurde. Die W-Massenmessung am LHC ist deshalb besonders schwierig, da gleichzeitig mehrere Proton-Proton Kollisionen mit einem W-Boson-Ereignis aufgezeichnet werden und Quarks der zweiten Generation eine wichtige Rolle bei der Produktion von W-Bosonen am LHC spielen.

Die eigentliche Massenmessung beruht auf einem Vergleich der gemessenen Energien und Impulse der Zerfallsprodukte der W-Bosonen — in diesem Fall Elektronen, Myonen und Neutrinos — sowie abgeleiteten kinematischen Größen mit Monte-Carlo-Vorhersagen. Dies erfordert eine extrem genaue Kalibration des Detektors, die anhand der Analyse von sehr gut bekannten Z-Boson-Ereignissen erfolgt. So konnte am Ende eine relative Impuls- und Energiegenauigkeit von 0.01% erreicht werden.

Die theoretische Beschreibung der Produktion von W-Bosonen, sowie die Kenntnis der dafür wichtigen Protonstruktur, wurde durch frühere Messungen am ATLAS-Experiment überprüft und verbessert. Insbesondere spielten hier die Messungen von differentiellen Wirkungsquerschnitten der Produktion von W und Z-Bosonen, sowie deren Polarisation eine entscheidende Rolle.

Die vom ATLAS-Experiment gemessene Masse des W-Bosons von 80370 ± 19 MeV ist in sehr guter Übereinstimmung mit der Vorhersage des Standardmodells und erreicht damit die gleiche Präzision wie die bisher beste Einzelmessung, die mit dem CDF-Detektor durchgeführt wurde. Die Messung wurde von deutscher Seite maßgeblich von der Universität Mainz, der Universität Würzburg und DESY Hamburg durchgeführt. Die Analyse der weitaus größeren Datensätze aus den Jahren 2012 bis 2016 sowie ein verbessertes Verständnis der Produktion von W-Bosonen versprechen signifikante Verbesserungen in der Zukunft. Die Messung ist auf den ATLAS Webseiten zu finden [ATLAS-CONF-2016-113] und wird bei EPJ-C zur Veröffentlichung eingereicht.



Übersicht der bisherigen Messungen der W-Boson-Masse, sowie die Vorhersage des Standardmodells.

Kontakt:

Prof. Dr. Hans-Christian Schultz-Coulon, coulon@kip.uni-heidelberg.de
 Prof. Dr. Matthias Schott, schottm@uni-mainz.de