

## Analyse der $WW\gamma$ - und $WZ\gamma$ -Produktion

Die ATLAS-Kollaboration hat ihr Studium von Endzuständen, die drei elektroschwache Eichbosonen enthalten, ausgeweitet. Diese Analysen testen den elektroschwachen Sektor des Standardmodells und die darin beschriebene Selbstwechselwirkung der Bosonen. Vor allem die quartischen Eichkopplungen können mit Hilfe der Dreiboson-Endzustände studiert werden. Der Wirkungsquerschnitt der  $WW\gamma$ -Produktion in Protonenkollisionen konnte erstmals im Endzustand, der ausschließlich Leptonen und Photonen enthält, mit einer Signifikanz von 1,4 Standardabweichungen bestimmt werden. Im Kanal in dem ein schweres Eichboson hadronisch zerfällt, wurden obere Grenzen auf den  $WW\gamma$ - und  $WZ\gamma$ -Produktionswirkungsquerschnitt gesetzt. Darüber hinaus wurden Ausschlussgrenzen auf Anomalien der quartischen Eichkopplung bestimmt. Alle Ergebnisse stimmen mit den Vorhersagen des Standardmodells überein und wurden nun im *European Physical Journal C* veröffentlicht.

Im November 2017

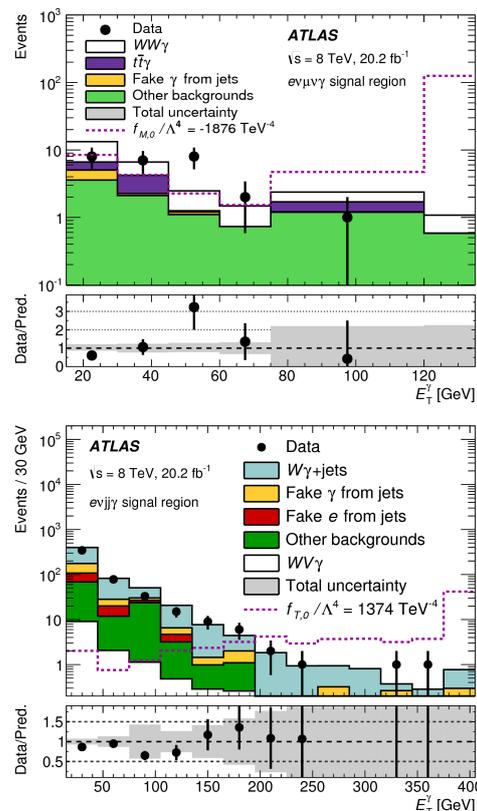
Die Analyse von Dreiboson-Endzuständen erlaubt es, den nicht-Abelschen Teil des elektroschwachen Sektors des Standardmodells zu testen, der die direkte Wechselwirkung von drei oder vier elektroschwachen Eichbosonen miteinander beschreibt. Vor allem bei hohen Energien sind diese Prozesse noch nicht vollends erforscht. Die nun veröffentlichte Studie untersucht die Produktion von  $WW\gamma$ - und  $WZ\gamma$ -Ereignisse in drei verschiedenen Zerfallskanälen: dem voll-leptonischen  $e\nu\mu\nu\gamma$ -Kanal und den beiden semi-leptonischen Kanälen  $e\nu jj\gamma$  und  $\mu\nu jj\gamma$ , wobei  $j$  einen Jet bezeichnet. Dazu wurde der volle Proton-Proton-Datensatz, der bei einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 8$  TeV aufgezeichnet wurde, analysiert.

Eine der größten Herausforderungen der Analyse besteht in der Seltenheit der Prozesse. Der erwartete Wirkungsquerschnitt pro Kanal liegt nur bei wenigen Femtobarn, so dass wenige Signalereignisse erwartet werden. Deshalb müssen alle Untergrundprozesse gut verstanden und abgeschätzt werden. Hierzu wurden datenbasierten Methoden sowie Monte Carlo Simulationen verwendet.

Im  $e\nu\mu\nu\gamma$ -Kanal wurde der  $WW\gamma$ -Produktionswirkungsquerschnitt mit einer Signifikanz von  $1,4\sigma$  zu  $1.5 \pm 0.9(\text{stat.}) \pm 0.5(\text{syst.})$  fb bestimmt - erwartet waren  $1,6\sigma$ . Die Sensitivität der semi-leptonischen Zerfallskanäle ist vor allem durch den hohen Beitrag des  $W\gamma$ +jets-Untergrunds geringer. Deshalb wurde hier der Wirkungsquerschnitt nicht bestimmt, sondern es wurden Ausschlussgrenzen auf die  $WW\gamma$ - und  $WZ\gamma$ -Produktion gesetzt. Durch die Kombination der beiden semi-leptonischen Kanäle konnten Wirkungsquerschnitte ausgeschlossen werden, die die Standardmodell-Erwartungen um das 2,5-fache überschreiten. Die Abbildung zeigt die selektierten Ereignisse im  $e\nu\mu\nu\gamma$ - und im  $e\nu jj\gamma$ -Kanal. Ausschlussgrenzen auf Anomalien der quartischen Eichkopplungen wurden mittels einer effektiven Feldtheorie gesetzt. Dabei wurden Vertrauensintervalle für

14 Kopplungsstärken neuer Operatoren bestimmt.

Die Analyse wurde im Rahmen zweier Doktorarbeiten am Kirchhoff-Institut für Physik der Universität Heidelberg (A. Baas, J. Djuvsland) durchgeführt. Mehr Details unter: <https://atlas.web.cern.ch/Atlas/GROUPS/PHYSICS/PAPERS/STDM-2016-05>.



Erwartete und beobachtete Verteilung der Transversalenergie des Photons in der  $e\nu\mu\nu\gamma$ - (oben) und  $e\nu jj\gamma$ -Signalregion (unten).

Kontakt:

Priv. Doz. Dr. Monica Dunford, monica.dunford@kip.uni-heidelberg.de

Prof. Dr. Hans-Christian Schultz-Coulon, coulou@kip.uni-heidelberg.de