



Doctoral Thesis

Observation of diffractive W and Z boson production and standard model Higgs boson search in the $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$ channel in radicals = 7 TeV pp collisions at CMS

Author(s):

Eugster, Jürg

Publication Date:

2012

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-007635916> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH No. 20683

**Observation of Diffractive
W and Z Boson Production
and
Standard Model Higgs Boson Search
in the $H \rightarrow WW \rightarrow \ell\nu\ell\nu$ Channel
in $\sqrt{s} = 7$ TeV pp Collisions at CMS**

A dissertation submitted to
ETH ZÜRICH

for the degree of
Dr. Sc. ETH Zürich

presented by
Jürg Eugster

Dipl.-Phys. ETH Zürich
born October 21th 1981
citizen of Obereregg, AI - Switzerland

accepted on the recommendation of
Prof. G. Dissertori, examiner
Prof. Ch. Anastasiou, co-examiner

Abstract

In this thesis, two analyses using proton-proton (pp) collision data at a center of mass energy of $\sqrt{s} = 7$ TeV, recorded with the Compact Muon Solenoid (CMS) experiment at the Large Hadron Collider (LHC), are presented:

The first analysis, using an integrated luminosity of 36 pb^{-1} of low pile-up data recorded in 2010, uses the forward energy flow and the central charged particle multiplicity in events with leptonically decaying W and Z bosons to study the effects of the underlying event model. None of the studied Monte Carlo simulations describes the observed distributions from data sufficiently. Weak boson events with no significant energy deposits in one of the forward calorimeters are observed. This corresponds to a large pseudorapidity gap (LRG) of at least 1.9 units. The fraction of W(Z) events having a LRG is found to be $1.46 \pm 0.09(\text{stat.}) \pm 0.38(\text{syst.})\%$ ($1.57 \pm 0.25(\text{stat.}) \pm 0.42(\text{syst.})\%$). The majority of the charged leptons from these W/Z decays are found in the hemisphere opposite to the gap. This gives a strong indication of a diffractive component in the weak boson production, and the fraction of diffractively produced W bosons is found to be $0.73 \pm 0.34\%$ which is in agreement with observations from the Tevatron.

The second analysis presents the search for the SM Higgs boson decaying to a pair of W bosons in the fully leptonic final state. The pp collision data corresponding to a luminosity of 4.9 fb^{-1} recorded in 2011 are used. The W^+W^- event candidates are selected by requiring exactly two oppositely charged leptons and large missing transverse momentum from the escaping neutrinos. The shapes of the distributions of a multivariate discriminator are used to calculate upper limits on the SM Higgs production cross section. Different systematic uncertainties are studied in detail and included in the limit setting procedure using the 2011 dataset. The SM Higgs boson is excluded in the mass range of 134–211 GeV at the 95% confidence level. This is a slightly smaller range than the expected exclusion range of 125–230 GeV. An excess of about 2σ significance is observed in the low mass region below 140 GeV, consistent with a SM Higgs boson with a mass around 125 GeV.

Zusammenfassung

In dieser Dissertation werden zwei Analysen vorgestellt, welche Daten von Proton-Proton (pp) Kollisionen mit einer Schwerpunktsenergie von $\sqrt{s} = 7$ TeV verwenden, die mit dem Compact Muon Solenoid (CMS) Experiment am Large Hadron Collider (LHC) aufgezeichnet wurden.

Die erste Analyse verwendet Daten aus 2010 mit einer integrierten Luminosität von ungefähr 36 pb^{-1} . Sie benützt den vorwärts gerichteten Energiefluss und die zentrale Multiplizität der geladenen Teilchen in W und Z Ereignissen mit leptonischem Endzustand, um die unterliegende Struktur (*underlying event*) von pp Kollisionen zu untersuchen. Keines der untersuchten Simulations-Modelle beschreibt diese Verteilungen vollständig. Zusätzlich werden W und Z Ereignisse beobachtet, welche keine signifikante vorwärts gerichtete Energie aufweisen. Dies entspricht einem Unterbruch im Energiefluss (*Large Rapidity Gap*, LRG) von mindestens 1.9 Einheiten der Pseudorapidität. Der relative Anteil von W (Z) Ereignissen welche einen solchen LRG aufweisen wird als $1.46 \pm 0.09(\text{stat.}) \pm 0.38(\text{syst.})\%$ ($1.57 \pm 0.25(\text{stat.}) \pm 0.42(\text{syst.})\%$) bestimmt.

Die Mehrzahl der geladenen Leptonen vom W/Z Boson Zerfall werden in der dem LRG gegenüberliegenden Hemisphäre gefunden. Das ist ein starkes Indiz für eine diffraktive Komponente in der Produktion von W und Z Bosonen. Der Anteil der so erzeugten W Bosonen beträgt $0.73 \pm 0.34\%$, was kompatibel ist mit der Messung welche am Tevatron durchgeführt wurde.

Die zweite Analyse befasst sich mit der Suche nach dem vom Standard Modell der Teilchenphysik vorhergesagten Higgs Boson, welches unter anderem in zwei W Bosonen zerfällt. Diese W^+W^- -Kandidaten sind charakterisiert durch genau zwei entgegengesetzt geladene Leptonen sowie durch grossen fehlenden transversalen Impuls von den, einer Detektion entgehenden, Neutrinos. Die pp Kollisionen wurden 2011 aufgezeichnet und entsprechen einer integrierten Luminosität von 4.9 fb^{-1} .

Die Formen der Verteilungen einer multivariaten Diskriminierenden werden für die Berechnung eines oberen Limits für den Wirkungsquerschnitt der Higgs Produktion benützt. Verschiedene systematische Unsicherheiten werden im Detail studiert und fliessen in die Limit-Berechnung mit ein. Der beobachtete Bereich in dem das SM Higgs Boson mit 95% Aussagewahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann ist 134–211 GeV. Dieser ist etwas kleiner als der erwartete Bereich von 125–230 GeV. Unterhalb von etwa 140 GeV kann ein Überschuss an Daten mit einer Signifikanz von ca. 2σ beobachtet werden.