



Doctoral Thesis

Measurement of BB angular correlations based on secondary vertex reconstruction in proton-proton collisions at radicals = 7 TeV

Author(s):

Wehrli, Lukas David

Publication Date:

2011

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-006706027> →

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](#).



**Measurement of $B\bar{B}$ Angular Correlations
based on Secondary Vertex Reconstruction
in Proton-Proton Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV**

A dissertation submitted to
ETH ZURICH
for the degree of
DOCTOR OF SCIENCES

presented by
LUKAS DAVID WEHRLI
Dipl. Phys. ETH
born on March 4, 1982
citizen of Küttigen (AG)

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Günther Dissertori (examiner),
Prof. Dr. Christophorus Grab (co-examiner) and
Prof. Dr. Thomas Kurt Gehrman (co-examiner)

2011

Abstract

In proton-proton collisions at the CERN Large Hadron Collider (LHC), pairs of beauty quarks are abundantly produced through strong interaction. Studies of the b quark production and the angular correlations between b and \bar{b} quarks reveal substantial information on the dynamics of the hard scattering subprocesses within perturbative Quantum Chromodynamics (QCD). Beauty quarks are relevant for physics studies with top quarks and for low mass Higgs searches and $b\bar{b}$ production is a main background for many new physics searches.

A measurement of the angular correlations between beauty and anti-beauty hadrons ($B\bar{B}$) produced in proton-proton collisions at a center-of-mass energy of 7 TeV is presented. The region of small angular separation between the two hadrons is probed for the first time. The B hadrons are identified by the presence of displaced secondary vertices from their decays and the angle is measured between the directions from the reconstructed primary-interaction vertex to the secondary vertex positions. To reconstruct $B\bar{B}$ pairs even at small opening angle, a method based on an iterative secondary vertex finder is introduced.

The differential $B\bar{B}$ production cross section is measured as a function of the opening angle using data collected with the Compact Muon Solenoid (CMS) detector during 2010 and corresponding to an integrated luminosity of 3.1 pb^{-1} . The measurement is performed for different event energy scales, characterized by the leading jet transverse momentum. The data exhibit a substantial enhancement of the cross section in the collinear region. The relative amount of $B\bar{B}$ pairs produced with small opening angles, compared to the pairs with back-to-back topology, increases with the event energy scale. The measurements are compared to theoretical predictions based on perturbative QCD calculations. It is observed that in particular in the collinear region the measured data is not described well by any of the Monte Carlo predictions.

Zusammenfassung

In Proton-Proton Kollisionen am Large Hadron Collider (LHC) am CERN werden Paare von Beauty Quarks durch die starke Wechselwirkung sehr zahlreich erzeugt. Studien zur Produktion von b Quarks und zur Verteilung der Öffnungswinkel zwischen b und \bar{b} Quarks können umfangreiche Erkenntnisse über die Dynamik des harten Streuprozesses innerhalb der störungstheoretischen Quantenchromodynamik (QCD) liefern. Beauty Quarks spielen eine wesentliche Rolle in Physikstudien mit top Quarks und für die Suche nach dem Higgs Boson, falls es relativ leicht ist. Weiter sind $b\bar{b}$ Paare ein Hauptuntergrund für viele Studien, welche nach neuer Physik jenseits des Standardmodells suchen.

In dieser Doktorarbeit wird eine Messung der Winkelverteilung zwischen beauty und anti-beauty Hadronen ($B\bar{B}$), welche in Proton-Proton Kollisionen mit einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV erzeugt wurden, vorgestellt. Zum ersten Mal können auch kleine Öffnungswinkel gemessen werden. Um die B Hadronen zu identifizieren, werden ihre sekundären Zerfallsvertices rekonstruiert. Die Öffnungswinkel werden zwischen den Richtungen vom rekonstruierten primären Kollisionsvertex zu den beiden sekundären Vertices gemessen. Um auch B Hadronpaare mit kleinem Öffnungswinkel richtig rekonstruieren zu können, wird eine Methode vorgestellt, die auf einem iterativen Rekonstruktionsalgorithmus für sekundäre Vertices basiert.

Der differentielle $B\bar{B}$ Wirkungsquerschnitt wird als Funktion des Öffnungswinkels gemessen. Dazu werden Daten verwendet, welche mit dem Compact Muon Solenoid (CMS) Detektor im Laufe des Jahres 2010 gemessen wurden. Sie entsprechen einer integrierten Luminosität von 3.1 pb^{-1} . Die Messung wird für verschiedene Energieskalen durchgeführt. Die Energieskala wird durch den Transversalimpuls des energiereichsten Jets charakterisiert. Der höchste Wirkungsquerschnitt wird bei kleinen Winkeln gemessen. Die relative Zahl von gemessenen Ereignissen mit kleinem Winkel im Vergleich zu Ereignissen mit einem grossen Winkel (nahe 180°) steigt mit der Energie. Die Messungen werden mit zahlreichen auf der störungstheoretischen QCD basierenden theoretischen Vorhersagen verglichen. Es zeigt sich, dass vor allem für kleine Winkel keine der Monte Carlo Vorhersagen die Daten sehr gut beschreibt.