



Doctoral Thesis

Associated MSSM Higgs production with heavy quarks SUSY-QCD corrections & impact of A_0 on the mSUGRA parameter space

Author(s):

Häfliger, Petra

Publication Date:

2006

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005336554> →

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. 16970

ASSOCIATED MSSM HIGGS PRODUCTION WITH HEAVY QUARKS:
SUSY-QCD CORRECTIONS

&

IMPACT OF A_0 ON THE mSUGRA PARAMETER SPACE

A dissertation submitted to
ETH ZURICH

for the degree of
DOCTOR OF NATURAL SCIENCES

presented by
PETRA HÄFLIGER
Dipl. Phys. ETH
born July 13th, 1976
citizen of Luzern (LU)

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Felicitas Pauss, examiner
PD Dr. Michael Spira, co-examiner

2006

Abstract

The associated neutral Higgs production with heavy quarks in the framework of the minimal supersymmetric extension of the Standard Model (MSSM) is an important process at e^+e^- colliders as well as at hadron colliders. It allows to measure the top Yukawa coupling and, for the bottom quark final state, the $\tan\beta$ parameter of the MSSM. At the Large Hadron Collider (LHC) the associated neutral MSSM Higgs production with bottom quarks is the dominant Higgs production process for large $\tan\beta$ values. The leading order (LO) cross sections are plagued by large uncertainties due to the scale dependence. The next to leading order (NLO) corrections within Quantum Chromodynamics (QCD) significantly stabilise the theoretical predictions. However, NLO supersymmetric QCD (SUSY-QCD) corrections, which are the subject of this thesis, are needed to reduce the uncertainties further. In e^+e^- collisions they turn out to range within 10–20% and are thus important for a future International Linear Collider (ILC). At the LHC and the Tevatron these corrections can amount up to 50%. Therefore, including NLO SUSY-QCD corrections can strongly enhance or reduce the predicted cross sections of associated Higgs production with heavy quarks at hadron colliders.

The MSSM based on minimal supergravity models (mSUGRA) provides an excellent cold dark matter (CDM) candidate with the lightest supersymmetric particle, the neutralino. The allowed mSUGRA parameter space can be significantly reduced, if the experiment limits on the CDM relic density, obtained with the WMAP satellite, are taken into account. The impact of the scalar trilinear coupling A_0 on the CDM relic density is explored in this thesis. With a vanishing A_0 and fixed $\tan\beta$ values, the range of allowed mSUGRA models in the $m_0 - m_{1/2}$ plane shrinks to narrow lines, the WMAP strips. By using fixed but non-vanishing trilinear couplings within \pm a few TeVs these lines are shifted significantly in the $m_0 - m_{1/2}$ plane.

Zusammenfassung

Die neutrale Higgs Produktion zusammen mit schweren Quarks in der minimalen supersymmetrischen Erweiterung des Standard Modells (MSSM) ist sowohl für e^+e^- Beschleuniger als auch für Hadron Beschleuniger ein wichtiger Prozess. Er erlaubt, die Top Yukawa Kopplung und für Bottom Quarks im Endzustand den Parameter $\tan\beta$ des MSSM zu messen. Am Large Hadron Collider (LHC) ist die neutrale Higgs Produktion zusammen mit Bottom Quarks der dominante Higgs Produktions Prozess für grosse $\tan\beta$ Werte. Die Wirkungsquerschnitte in führender Ordnung (LO) weisen grosse Unsicherheiten aufgrund der Skalenabhängigkeit auf. Die nächst höheren (NLO) Korrekturen innerhalb der Quanten-Chromodynamik (QCD) stabilisieren die theoretische Vorhersage deutlich. Trotzdem sind NLO supersymmetrischen QCD (SUSY-QCD) Korrekturen, welche das Thema dieser Arbeit sind, notwendig, um die Unsicherheiten weiter zu reduzieren. In e^+e^- Kollisionen stellt sich heraus, dass sie von der Grössenordnung 10–20% sind und daher für einen zukünftigen Internationalen Linearbeschleuniger (ILC) von Bedeutung. Am LHC und am Tevatron betragen diese Korrekturen bis zu 50%. Daher können die vorhergesagten Wirkungsquerschnitte für die neutrale Higgs Produktion zusammen mit schweren Quarks an Hadron Beschleunigern durch einbeziehen der NLO SUSY-QCD Korrekturen stark erhöht oder reduziert werden.

Das MSSM basierend auf minimalen Supergravitations Modellen (mSUGRA) bietet mit dem leichtesten supersymmetrischen Teilchen, dem Neutralino, einen ausgezeichneten Kandidaten für die kalte dunkle Materie (CDM). Der mSUGRA Parameterraum kann durch die Grenzen an die CDM Dichte, welche aus den Daten des WMAP Satelliten abgeleitet werden können, deutlich reduziert werden. Der Einfluss der skalaren trilinearen Kopplung A_0 auf die CDM Dichte wird in dieser Arbeit untersucht. Für einen verschwindenden A_0 und einen festen $\tan\beta$ Wert schrumpft das erlaubt Gebiet in der $m_0 - m_{1/2}$ Ebene zu schmalen Linien, den WMAP Streifen. Unter der Verwendung fester, aber nicht verschwindenden trilinearen Kopplungen innerhalb \pm einiger TeV's werden diese Linien in der $m_0 - m_{1/2}$ Ebene signifikant verschoben.