



Doctoral Thesis

QCD corrections and non-linear mappings

Author(s):

Herzog, Franz

Publication Date:

2012

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-009761334> →

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. 20549

QCD Corrections and Non-linear Mappings

A dissertation submitted to

ETH Zurich

for the degree of

Doctor of Sciences

presented by

Franz Herzog

MPhys, University of Edinburgh

born May 07th, 1984

citizen of Germany

accepted on the recommendation of

Prof. C. Anastasiou examiner

Prof. E. N. Glover co-examiner

2012

Abstract

Complicated overlapping singularities are faced in higher order perturbative QCD calculations. In this thesis we develop a new technique to factorise singularities of dimensionally regulated singular integrals. The technique will be based on a special non-linear mapping, which allows to rescale parameters of integration with respect to each other. We will demonstrate that this approach can be applied quite systematically on a number of examples. We will then consider some of the most singular one and two-loop integrals and demonstrate how they can be factorised and evaluated numerically.

Furthermore, we will consider infra-red singular phase-space integrals as they occur in next-to and next-to-next-to-leading-order perturbative QCD corrections in both decay and hadronic production processes. In particular we shall develop a method, based on the non-linear mapping, for double real emission corrections to hadronic productions of massive final states.

With the techniques developed we will compute the fully differential decay width of a Higgs boson decaying into a bottom quark anti-quark pair at the next-to-next-to-leading order accuracy. For this purpose we compute and present all the required amplitudes needed for the calculation using conventional Feynman diagrammatic methods. We check that our result is in agreement with existing inclusive results and present a number of differential observables, namely jet rates and the distribution of the maximum energy of the leading jet.

Furthermore, we compute the fully differential next-to-next-to-leading-order Higgs production cross section in bottom quark anti-quark annihilation. We present a number of differential distributions, including the rapidity and transverse momentum distribution as well as jet-rates and pt-veto plots of the 125 GeV Higgs-boson at the LHC. We study the factorisation and renormalisation scale dependence of a number of fully differential observables as well as a number of observables associated with the Higgs boson decay into two photons.

Zusammenfassung

Komplizierte überlappende Singularitäten treten in höheren Korrekturen der perturbativen QCD auf. In dieser Dissertation, wird eine neue Methode zur Faktorisierung solcher Singularitäten in dimensionell regularisierten Integralen entwickelt. Diese Methode basiert auf speziellen nicht-linearen Transformationen welche es erlauben Integrationsparameter miteinander zu reskalieren. Anhand von mehreren Beispielen wird gezeigt wie diese Methode systematisch angewendet werden kann. Die Methode wird dann auf einige maximal singuläre Ein- und Zwei-Schleifenintegrale angewandt.

Des weiteren werden infrarot divergente Phasenraumintegrale, für Zerfalls- und hadronische Produktions-Prozesse, in Betracht gezogen. Hierbei wird eine allgemeine Methode für doppelt reelle Emissionen zur hadronischen Produktion von massiven Endzuständen entwickelt.

Als erste praktische Anwendung der Methoden wird die voll-differentielle Zerfallsbreite des Higgs-Bosons in ein Bottomquark-Antiquark Paar zur dritten Ordnung berechnet. Für die Rechnung werden alle benötigten Amplituden mit modernen Feynman diagrammatischen Methoden berechnet. Es wird gezeigt dass das berechnete Resultat für die inklusive Zerfallsbreite mit existierenden Resultaten übereinstimmt. Ausserdem werden Jetraten und die Energieverteilung des führenden Jets berechnet.

Des weiteren wird der voll-differentielle Wirkungsquerschnitt des Higgs-Bosons in der Bottomquark Annihilierung zur dritten Ordnung berechnet. Es werden einige differentielle Verteilungen präsentiert, unter anderem beinhalten diese die Rapiditäts- und die Transversalimpuls- Verteilung und Jetraten des 125 GeV Higgs-Bosons am LHC. Die Abhängigkeit von Renormierungs- und Faktorisierungs-Skalen einiger Observablen werden analysiert und ein paar Observablen im Photonen-Zerfall des Higgs-Bosons präsentiert.