

# Abstract

In this thesis, we perform phenomenological studies in the Minimal Supersymmetric Standard Model (MSSM) and in the model of large extra dimensions by Arkani-Hamed, Dimopoulos, and Dvali (ADD).

In the MSSM, parts of the up-type squark flavor structure are inaccessible in low-energy precision measurements. We discuss the prospects to constrain these parts by measuring a macroscopic lifetime of a directly produced light stop. Such a lifetime can exceed the order of picoseconds in the Minimal-Flavor-Violation scheme if the light stop ( $\tilde{t}_1$ ) predominantly decays as  $\tilde{t}_1 \rightarrow c\tilde{\chi}_1^0$  to a charm quark ( $c$ ) and a lightest neutralino ( $\tilde{\chi}_1^0$ ). We discuss kinematics of this decay for stops hypothetically produced in the  $pp \rightarrow \tilde{t}_1\tilde{t}_1\bar{t}\bar{t}$  channel at the Large Hadron Collider (LHC). We find that the transverse impact parameters of the charmed decay products can be of  $\mathcal{O}(180\ \mu\text{m})$  for a stop lifetime of 1 ps. We further discuss  $\tilde{t}_1 \rightarrow c\tilde{\chi}_1^0$  for a bino-like  $\tilde{\chi}_1^0$  subsequently decaying to a photon and a light gravitino in  $\tilde{t}_1\tilde{t}_1^*$  events. This scenario is significantly constrained by early 7-TeV LHC data.

In the ADD model, we discuss graviton-enhanced dilepton production within the Asymptotic-Safety Scenario of quantum gravity, using a newly developed implementation of the relevant processes in the Monte-Carlo generator PYTHIA 8. From the results of recent  $20\text{-fb}^{-1}$  CMS searches for anomalous dilepton production at high dilepton invariant masses, we derive bounds on the transition scale associated with the ultraviolet fixed-point of Newtons coupling in the Asymptotic-Safety Scenario.

# Zusammenfassung

Inhalt dieser Dissertation sind phänomenologische Studien zum minimalen supersymmetrischen Standardmodell (MSSM) und zum ADD-Modell der großen zusätzlichen Dimensionen nach Arkani-Hamed, Dimopoulos und Dvali.

Teile der Flavorstruktur des MSSMs können nicht in niederenergetischen Präzisionsmessungen untersucht werden. Wir erörtern, ob sie stattdessen durch Messungen der Lebensdauern direkt erzeugter leichter Stops beschränkt werden können. Wenn Flavorverletzung minimal realisiert ist, kann das leichtere Stop ( $\tilde{t}_1$ ) eine Lebensdauer in der Größenordnung von Pikosekunden haben, sofern es primär ein Charm-Quark und ein leichtestes Neutralino ( $\tilde{\chi}_1^0$ ) zerfällt. Wir untersuchen die Kinematik des hypothetischen Stopzerfalls in ( $pp \rightarrow \tilde{t}_1\tilde{t}_1\bar{t}\bar{t}$ )-Produktion für den LHC. Hier erwarten wir, dass die transversalen Impaktparameter der hadronischen Zerfallsprodukte in der Größenordnung von  $180\ \mu\text{m}$  für eine Stoplebensdauer von einer Pikosekunde liegen. Wir betrachten außerdem den Fall, dass in  $\tilde{t}_1\tilde{t}_1^*$ -Ereignissen ein binoartiges  $\tilde{\chi}_1^0$ , welches in  $\tilde{t}_1 \rightarrow c\tilde{\chi}_1^0$  produziert wurde, in ein Photon und ein leichtes Gravitino zerfällt. Frühe LHC-Ergebnisse mit 7 TeV Schwerpunktsenergie schränken den erlaubten Parameterraum für diese Zerfallskette bereits stark ein.

Im ADD-Modell betrachten wir Leptonenpaarproduktion im Szenario der asymptotisch sicheren Quantengravitation. Wir adaptieren Schranken aus  $20\text{-fb}^{-1}$  CMS-Suchen nach anormalen Leptonenpaarproduktionsraten und geben Schranken an jene Skala an, die den Übergang von Newtons Kopplung in ein asymptotisch sicheres Fixpunktregime charakterisiert. Die Berechnung erfolgt mittels einer neuentwickelten Implementierung der relevanten Prozesse im Monte-Carlo-Generator PYTHIA 8.