

Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades  
Bachelor of Science

**Suche nach dem Zerfall  $J/\Psi \rightarrow e^\pm \mu^\mp$   
bei LHCb**

**Normierung über den Kontrollkanal  $J/\Psi \rightarrow \mu^\pm \mu^\mp$**

Kevin Sedlaczek  
geboren in Dortmund

2016

Lehrstuhl für Experimentelle Physik V  
Fakultät Physik  
Technische Universität Dortmund

Erstgutachter:	Dr. Johannes Albrecht
Zweitgutachter:	Prof. Dr. Zweitgutachter
Abgabedatum:	04. Juli 2016

## **Kurzfassung**

Deutsch

## **Abstract**

English

# Inhaltsverzeichnis

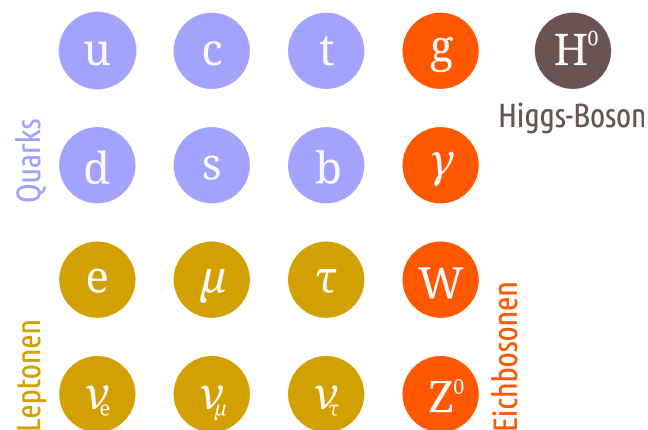
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Physikalischer Hintergrund</b>	<b>2</b>
2.1	Standardmodell der Teilchenphysik . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Der Zerfall bei LHC</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Analyse des Kontrollkanals</b>	<b>5</b>
4.1	Datensatz . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Ergebnisse der Analyse</b>	<b>6</b>
<b>A</b>	<b>Ein Anhangskapitel</b>	<b>7</b>

# 1 Einleitung

## 2 Physikalischer Hintergrund

### 2.1 Standardmodell der Teilchenphysik

Das Standardmodell (SM) der Teilchenphysik beschreibt den Aufbau der Materie, sowie ihre Wechselwirkung auf elementarer Ebene. Sie stellt eine seit vielen Jahrzehnten bestehende und damit vielfältig getestete Theorie dar und unterliegt auch heute weiter regelmäßigen Tests. Die Grundkonstituenten nach dem Standardmodell sind die drei Generationen von Quarks, sowie drei Generationen von Leptonen, wie sie unten aufgeführt sind.



**Abbildung 2.1:** Die Elementarteilchen im Standardmodell der Teilchenphysik.

Die Unterteilung in diese zwei Gruppen, sowie in die verschiedenen Generationen erfolgt über die Eigenschaften der Teilchen. Leptonen sind beispielsweise punktförmige ganzzahlig geladene Fermionen und Quarks solche mit  $1/3$  beziehungsweise  $2/3$  Ladung. Es gilt für diese Darstellung dass die Teilchenmassen zwischen den Generationen von links nach rechts zunehmen.

Im Standardmodell unterscheidet man zwischen drei Wechselwirkungen der Elementarteilchen untereinander: die starke Wechselwirkung zwischen farbgeladenen Teilchen, die schwache Wechselwirkung an welcher alle Elementarteilchen teilnehmen, sowie die elektromagnetische Wechselwirkung, welcher nur elektrisch geladene Teilchen

unterliegen. Die letzten beiden lassen sich im Rahmen des SM zur elektroschwachen Wechselwirkung vereinigen. Die Farbladung in der starken Wechselwirkung beschreibt das Konzept einer Quantenzahl deren Existenz zur theoretischen Umsetzung des sogenannten *confinement* dient. *confinement* meint hierbei die Tatsache, dass alle elementaren Teilnehmer der starken Wechselwirkung nur in "farbneutralen" (z.B. Farbe + Antifarbe) Zuständen frei existieren; freie Quarks lassen sich, da sie eine von null verschiedene Farbladung tragen also nicht frei beobachten.

Die Übertragung der Wechselwirkungen findet über sogenannte Bosonen statt. Bei der starken Wechselwirkung sind dies die acht verschiedenen Gluonen ( $g$ ). Sie tragen eine Farbladung und einen ganzzahligen Spin  $\hbar$  ( $\hbar$ : reduziertes Plancksches Wirkungsquantum). Die Austauschteilchen der elektroschwachen Wechselwirkung sind die Photonen ( $\gamma$ ) für den elektromagnetischen Teil, sowie für die schwache Wechselwirkung das neutrale Z-Boson und die geladenen  $W^\pm$ -Bosonen.

Aus den oben aufgeführten Quarks existieren über Kombination mehrere so genannte Hadronen - also über Resonanz aus Quarks zusammengesetzte Teilchen. Hierbei unterscheidet man die aus Quark und Antiquark bestehenden Mesonen und die aus drei Quarks bestehenden Baryonen. Zu den Mesonen zählt beispielsweise auch das  $J/\psi$ , während das Proton ein prominenter Vertreter der Baryonen ist.

### 3 Der Zerfall bei LHC



## **4 Analyse des Kontrollkanals**

### **4.1 Datensatz**

## 5 Ergebnisse der Analyse

## A Ein Anhangskapitel

Hier könnte ein Anhang stehen, falls Sie z.B. Code, Konstruktionszeichnungen oder ähnliches mit in die Arbeit bringen wollen. Im Normalfall stehen jedoch alle Ihre Resultate im Hauptteil der Bachelorarbeit und ein Anhang ist überflüssig.



## Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Abschlussarbeit mit dem Titel „Suche nach dem Zerfall  $J/\psi \rightarrow e^\pm \mu^\mp$  bei LHCb“ selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, sowie wörtliche und sinngemäße Zitate kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift

## Belehrung

Wer vorsätzlich gegen eine die Täuschung über Prüfungsleistungen betreffende Regelung einer Hochschulprüfungsordnung verstößt, handelt ordnungswidrig. Die Ordnungswidrigkeit kann mit einer Geldbuße von bis zu 50 000 € geahndet werden. Zuständige Verwaltungsbehörde für die Verfolgung und Ahndung von Ordnungswidrigkeiten ist der Kanzler/die Kanzlerin der Technischen Universität Dortmund. Im Falle eines mehrfachen oder sonstigen schwerwiegenden Täuschungsversuches kann der Prüfling zudem exmatrikuliert werden (§ 63 Abs. 5 Hochschulgesetz –HG–).

Die Abgabe einer falschen Versicherung an Eides statt wird mit Freiheitsstrafe bis zu 3 Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

Die Technische Universität Dortmund wird ggf. elektronische Vergleichswerkzeuge (wie z. B. die Software „turnitin“) zur Überprüfung von Ordnungswidrigkeiten in Prüfungsverfahren nutzen.

Die oben stehende Belehrung habe ich zur Kenntnis genommen.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift