

## Hinweise

Empfohlen wird die Verwendung dieser Vorlage mit der jeweils aktuellsten TeXLive Version (Linux, Windows) bzw. MacTeX Version (MacOS). Aktuell ist dies TeXLive 2021. Download hier:

<https://www.tug.org/texlive/>

Die Vorlage `thesis.tex` ist für die Kompilierung mit `lualatex` ausgelegt, mit wenigen Anpassungen kann sie aber auch mit `pdflatex` oder `xelatex` verwendet werden. Die Dokumentenklasse `tudothesis.cls` kann mit allen drei Programmen verwednet werden.

Achten Sie auch auf die Kodierung der Quelldateien. Bei Verwendung von Xe<sup>L</sup>A<sub>T</sub>E<sub>X</sub> oder Lua<sup>L</sup>A<sub>T</sub>E<sub>X</sub> (empfohlen) müssen die Quelldateien UTF-8 kodiert sein. Bei Verwendung von pdflA<sub>T</sub>E<sub>X</sub> nutzen Sie die Pakete `inputenc` und `fontenc` mit der korrekten Wahl der Kodierungen.

Eine aktuelle Version dieser Vorlage steht unter

<https://github.com/maxnoe/tudothesis>

zur Verfügung.

Alle verwendeten Pakete werden im L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X Kurs von Pep et al. erklärt:

<http://toolbox.pep-dortmund.org/notes>

Für Rückmeldungen und bei Problemen mit der Klasse oder Vorlage, bitte ein *Issue* auf GitHub aufmachen oder eine Email an [maximilian.noethe@tu-dortmund.de](mailto:maximilian.noethe@tu-dortmund.de) schreiben.

Wenn Sie die Dokumentenklasse mit der Option `tucolor` laden, werden verschiedene Elemente in TU-Grün gesetzt.

**Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades  
Bachelor of Science**

**Search for single top-quark production  
in the s-channel with the ATLAS  
experiment**

Alfredo Manente  
geboren in Dortmund

2025

Lehrstuhl für Experimentelle Physik IV  
Fakultät Physik  
Technische Universität Dortmund

Erstgutachter: PD Dr. Andrea Helen Knue  
Zweitgutachter: Dr. Salvatore La Cagnina  
Abgabedatum: 15. Dezember 2025

## Kurzfassung

In dieser Arbeit werden Studien zur Messung des Wirkungsquerschnitts für die Erzeugung einzelner Top-Quarks im s-Kanal bei Proton-Proton Kollisionen mit einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$  durchgeführt. Die Daten stammen aus Kollisionsexperimenten des LHC und wurden vom ATLAS Detektor in den Jahren 2015 bis 2018 aufgenommen. Zur Extrahierung des Wirkungsquerschnitts wird ein Profile Likelihood Fit verwendet, wobei als Diskriminante die Ergebnisse eines *Deep Neural Networks*(DNN) fungieren. Die Signal Signatur besteht aus einem geladenen Lepton, entweder Elektron oder Myon, zwei b-tagged Jets und fehlendem transversalen Impuls. Eine Vielzahl an von kinematischen Variablen wird hinsichtlich ihrer Trennkraft zwischen Signal und Untergrund untersucht.

Was mache ich denn eigentlich genau in meiner Arbeit? Was könnte ich noch dazu schreiben?

- Run 2 Daten
- integrierte Luminosität
- Wie funktioniert die DNN? Es nutzt high-level kinematic variables. Was ist das überhaupt?
- Mache deutlicher dass ich simulierte Daten verwende
- Erkenntnisse aus dem Resultat vielleicht hier noch mit rein schreiben?
- Welche Uncertainties behindern uns am meisten? Background modelling, signal modelling, detector modelling
- kleiner Wirkungsquerschnitt des s-kanals und großer hintergrund bei ähnlichen signaturen
- s kanal bis jetzt nicht präzise gemessen, andere single top channel schon präzise genug gemessen
- Machen wir einen Asimov Fit? Was ist das genau?

## Abstract

The abstract is a short summary of the thesis in English, together with the German summary it has to fit on this page.

# **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Theory</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>detector</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>objet definition and event selection</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>main study and results</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Summary and outlook</b>	<b>6</b>
<b>A</b>	<b>Ein Anhangskapitel</b>	<b>7</b>

# 1 Introduction

The Standard Model (SM) of particle physics is the best descriptor for the behaviour of elementary particles and the interactions between them. Despite its major successes, like the discovery of the Higgs boson or the top quark, many phenomena remain unexplained. Physics beyond the Standard Model (BSM) is needed to make breakthroughs in dark matter, neutrino oscillations or the matter-antimatter disbalance.

As the heaviest fermion with a mass of about 172.5 GeV, the top quark is the strongest coupler with the Higgs field and may act as a potential probe for electroweak symmetry breaking. Therefore it lies potential in uncovering BSM physics. The challenge lies in its short lifetime of  $5 \times 10^{-25}$  s, which makes hadronisation impossible and almost exclusively leads to a  $W$ -boson and a bottom-quark as decay products.

At the ATLAS experiment of the Large Hadron Collider (LHC) top-quarks predominantly come in pairs of  $t\bar{t}$  via the strong interaction. Although, top quarks can be produced singly via the electroweak interaction, with the single-top production in the s- and t-channel, as well as in  $tW$  associated production. The s-channel has the smallest cross section of 10.32 pb of all mentioned processes and is dominated heavily by background processes. Unlike the other single modes, the s-channel has not yet been measured precisely with a significance over  $5\sigma$ , with the latest ATLAS measurement achieving an observed (expected) significance of 3.3(3.9). Even with its small cross section, the major hindrance in the measurement is the systematic uncertainties. To get a better measurement, this thesis will use a more modern approach, with a DNN output as the discriminant for a profile likelihood fit. Simulated data from proton-proton collisions in the LHC at  $\sqrt{s} = 13$  TeV corresponding to the full Run 2 dataset with a luminosity of 140/fb from the ATLAS detector is used.

The structure of this work constitutes the following content. In Kapitel 2 an overview of the SM, the s-channel production mode as well as the dominant backgrounds and the previous measurement is given. Kapitel 3 presents the ATLAS detector. Kapitel 4 lists the samples, the object definitions and event selections used. Kapitel 5 describes the main study presented in this thesis. Finally Kapitel 6 gives a short summary of the results and an outlook for further advances in the measurement of the single top s-channel.

## 2 Theory

### **3 detector**

## **4 objet definition and event selection**

## **5 main study and results**

## **6 Summary and outlook**

## 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

## (Affidavit)

Name, Vorname  
(surname, first name)

Matrikelnummer  
(student ID number)

Bachelorarbeit  
(Bachelor's thesis)

Masterarbeit  
(Master's thesis)

Titel  
(Title)

---

---

---

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Abschlussarbeit mit dem oben genannten Titel 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.

I declare in lieu of oath that I have completed the present thesis with the above-mentioned title independently and without any unauthorized assistance. I have not used any other sources or aids than the ones listed and have documented quotations and paraphrases as such. The thesis in its current or similar version has not been submitted to an auditing institution before.

Ort, Datum  
(place, date)

Unterschrift  
(signature)

### 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 50.000,00 € 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:

### Official notification:

Any person who intentionally breaches any regulation of university examination regulations relating to deception in examination performance is acting improperly. This offense can be punished with a fine of up to EUR 50,000.00. The competent administrative authority for the pursuit and prosecution of offenses of this type is the Chancellor of TU Dortmund University. In the case of multiple or other serious attempts at deception, the examinee can also be unenrolled, Section 63 (5) North Rhine-Westphalia Higher Education Act (*Hochschulgesetz, HG*).

The submission of a false affidavit will be punished with a prison sentence of up to three years or a fine.

As may be necessary, TU Dortmund University will make use of electronic plagiarism-prevention tools (e.g. the "turnitin" service) in order to monitor violations during the examination procedures.

I have taken note of the above official notification.\*

Ort, Datum  
(place, date)

Unterschrift  
(signature)

**\*Please be aware that solely the German version of the affidavit ("Eidesstattliche Versicherung") for the Bachelor's/ Master's thesis is the official and legally binding version.**