

Studie zur Bestimmung der Top-Masse mit Monte-Carlo-Event-Generatoren

Science Project of Fabian Behrens with the „Bergische Universität Wuppertal“



BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL

Warum ist das Top-Quark interessant ?

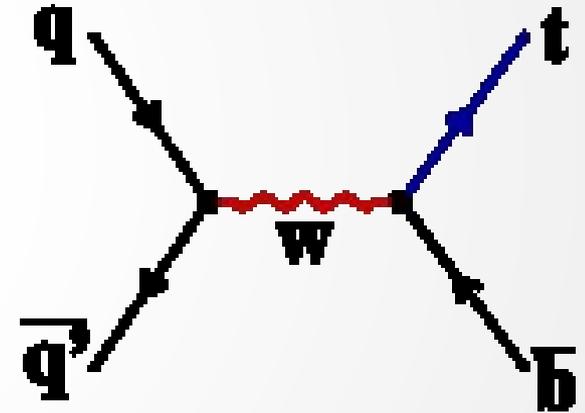
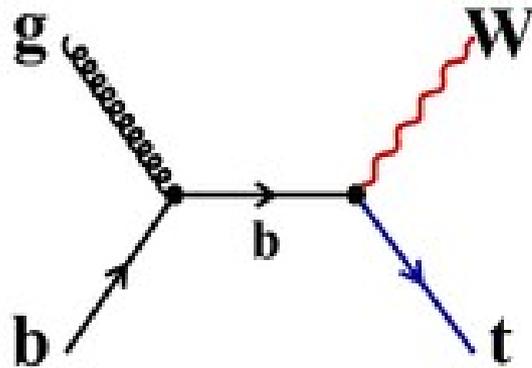
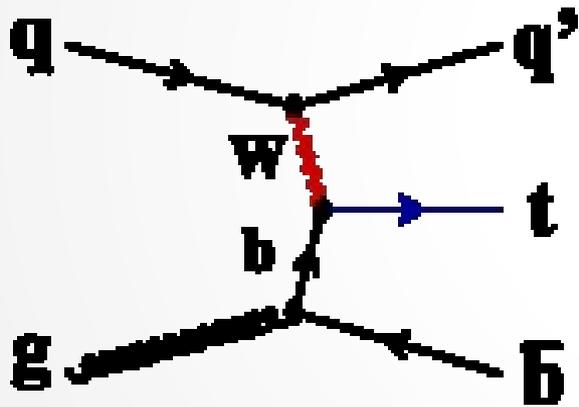
STANDARD MODEL OF ELEMENTARY PARTICLES

Q U A R K S	UP mass 2,3 MeV/c ² charge 2/3 spin 1/2 u	CHARM 1,275 GeV/c ² 2/3 1/2 c	TOP 173,07 GeV/c ² 2/3 1/2 t	GLUON 0 0 1 g	HIGGS BOSON 126 GeV/c ² 0 0 H	
	DOWN 4,8 MeV/c ² -1/3 1/2 d	STRANGE 95 MeV/c ² -1/3 1/2 s	BOTTOM 4,18 GeV/c ² -1/3 1/2 b	PHOTON 0 0 1 γ	G A U G E B O S O N S	
	ELECTRON 0,511 MeV/c ² -1 1/2 e	MUON 105,7 MeV/c ² -1 1/2 μ	TAU 1,777 GeV/c ² -1 1/2 τ	Z BOSON 91,2 GeV/c ² 0 1 Z		
	ELECTRON NEUTRINO <2,2 eV/c ² 0 1/2 ν _e	MUON NEUTRINO <0,17 MeV/c ² 0 1/2 ν _μ	TAU NEUTRINO <15,5 MeV/c ² 0 1/2 ν _τ	W BOSON 80,4 GeV/c ² ±1 1 W		
				pixers		

- Top-Quark mit der größten Masse im Standardmodell(=Masse eines Rhenium-Atoms)
- $M_{top} = 173 \pm 0.4 \text{ GeV}$; Fermion daher Spin = $1/2$; Ladung = $2/3$
- Koppelt das Higgs-Feld mit (Yukawa)-Faktor von eins
- Zerfällt bevor es hadronisiert

Top-Quark: Entstehungs- / Zerfallswege

- Entstehung: Einzel- oder Doppel-Produktion
- Einzel-Top-Quark-Produktion: s, t, Wt- Kanal



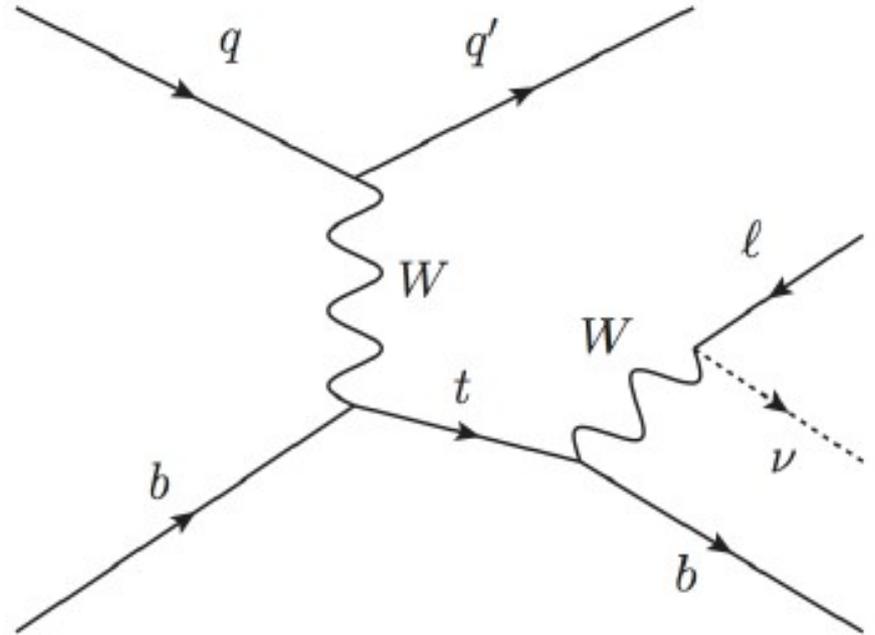
- T-Kanal(mit Quark und Gluon)

Wt

S

Top-Quark Zerfall

- T-Channel(mit Quark und B);
verwendeter Verlauf
- Entstandenes Top zerfällt in:
 $t \rightarrow W^+ b$, ($W^+ \rightarrow l + \nu_l$)
- (Außerdem q' bildet einen
Jet)



Zielsetzung

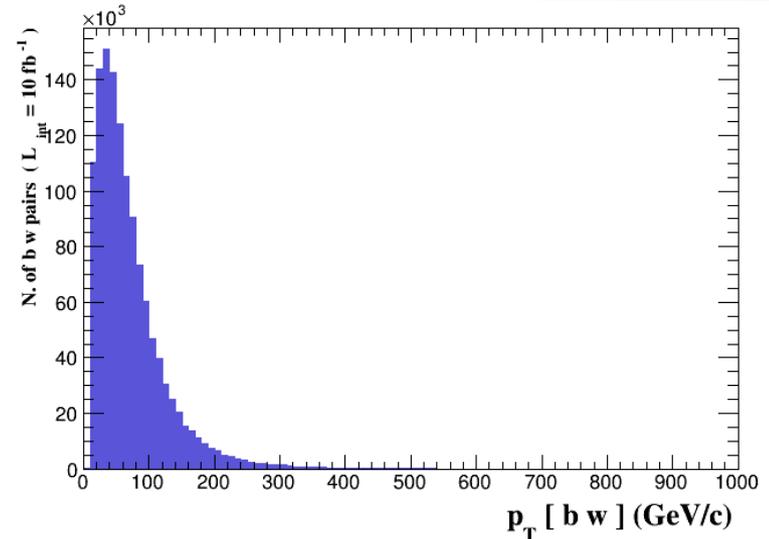
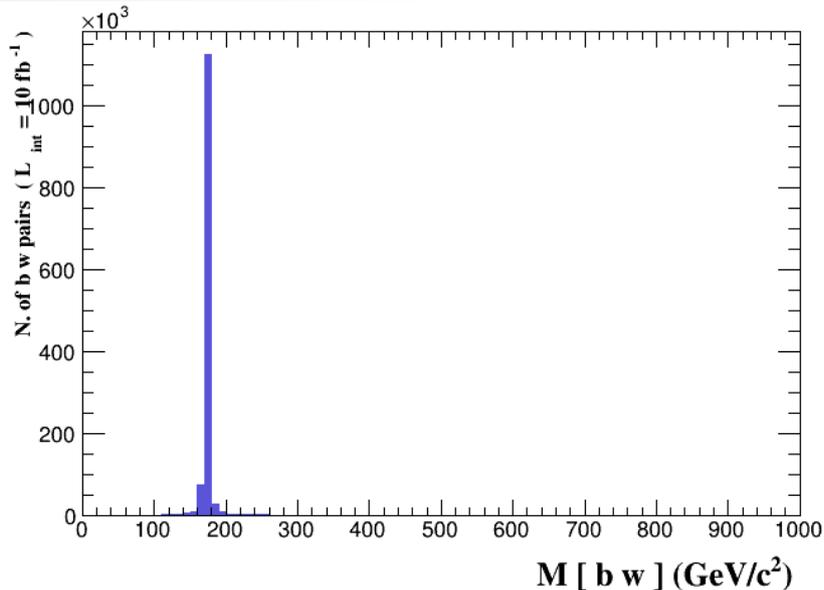
- Bestimmung der Top-Masse für gewöhnlich über $t\bar{t}$ -Prozess, Top-Produktion am häufigsten über $t\bar{t}$
- Ziel: Vergleich von Simulation verschiedenen Top-Massen(170 – 175 GeV) mit gemessenen Daten
- Crosssections (13TeV):
 - Single-Top-T-Channel: 217pb
 - $t\bar{t}$: 830 pb
- Bestimmung der Top-Masse über die Single-Top-Quark Produktion zur Reduzierung von:
 - Systematischen Fehlern
 - Statistischen Fehlern

Monte-Carlo-Event-Generatoren

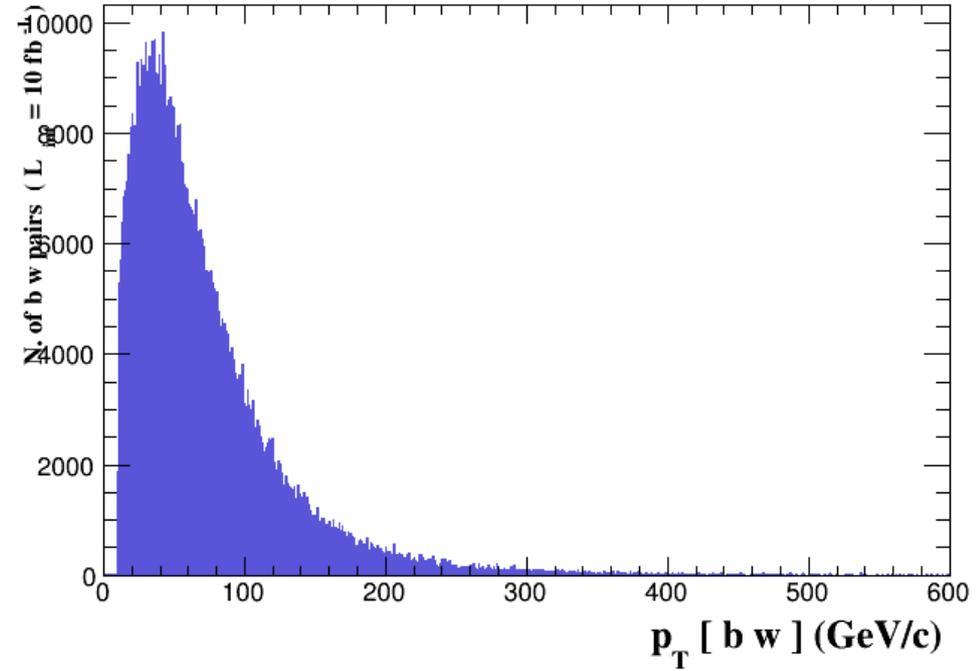
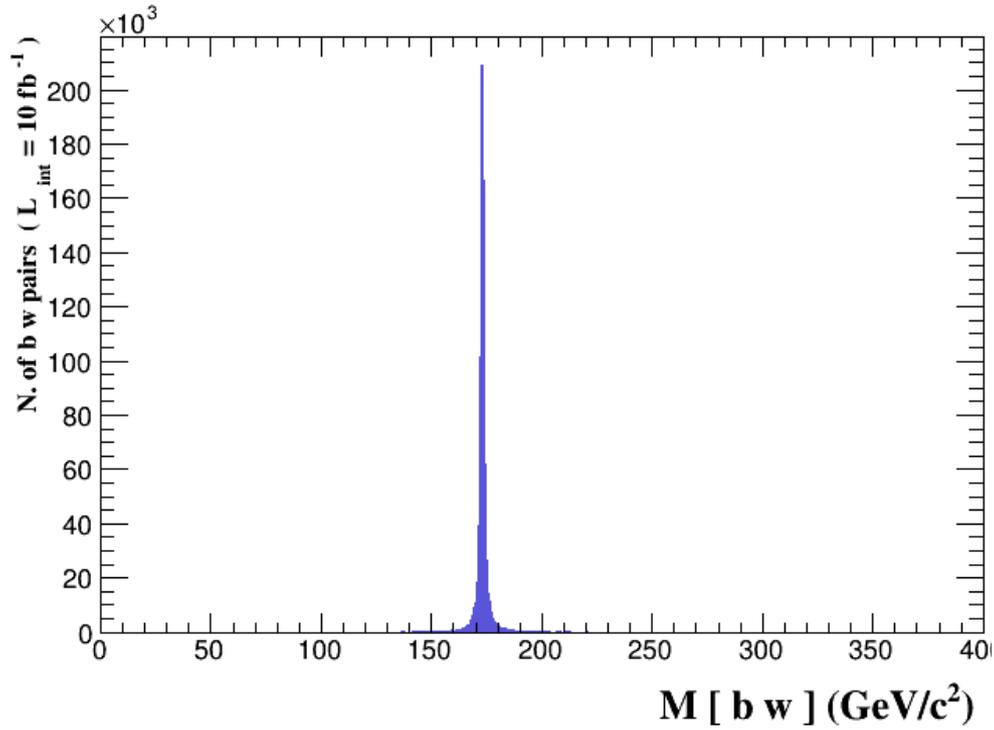
- Ereignisse werden generiert basierend auf Atlas Daten
- Mit Monte-Carlo-Methode aus der Stochastik
- Verwendeter Generator: [MadGraph5_aMC@NLO](#)
(Simulationen jedoch nur mit LO)
- 1. Schritt: Top-Masse bestimmen über W und b :
 $p p > w+ b j$ (W zerfällt nicht)

1. Schritt: Analyse mit MadAnalysis

- Generierte Events(100 000): Bei der Einzel-Top-Produktion ergeben sich folgende Histogramme:
- Die rekonstruierte Masse von b und W entspricht der des Tops (Addition des Vierervektors)



Top-Masse Analyse

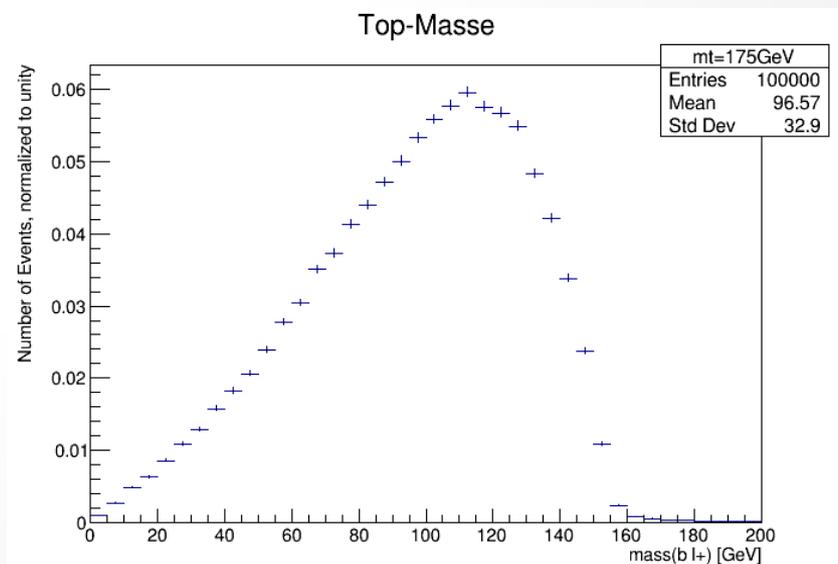
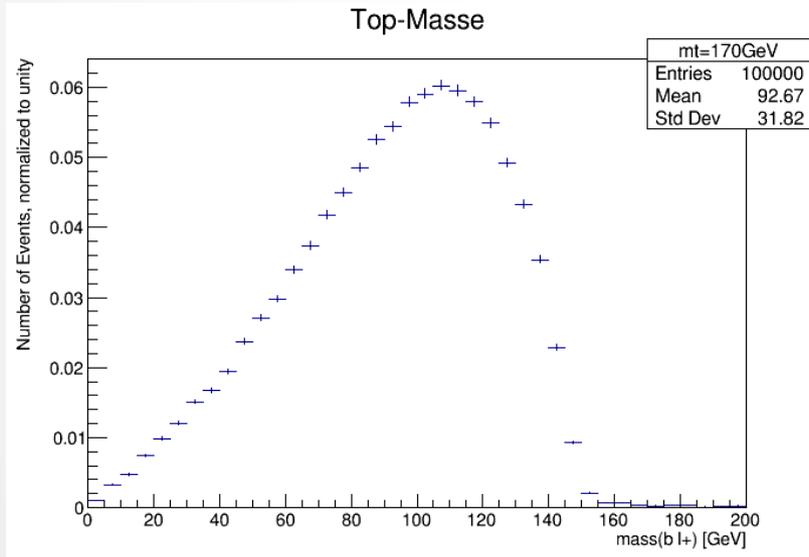


2. Schritt: Event Generation mit W-Zerfall

- 100 000 generierte Events mit: $p p > w^+ b j, w^+ > l^+ \nu_l$
- Untersuchung der rekonstruierten Masse vom b und vom Lepton l , Neutrino wird nicht detektiert
- Untersuchung: Verhalten von $M(b l)$, wenn die Masse des Tops variiert wird.
- Das W zerfällt nun in ein positiv geladenes Lepton und ein Neutrino
- ... Probleme mit dem Event-Generator, keine Veränderung tritt auf

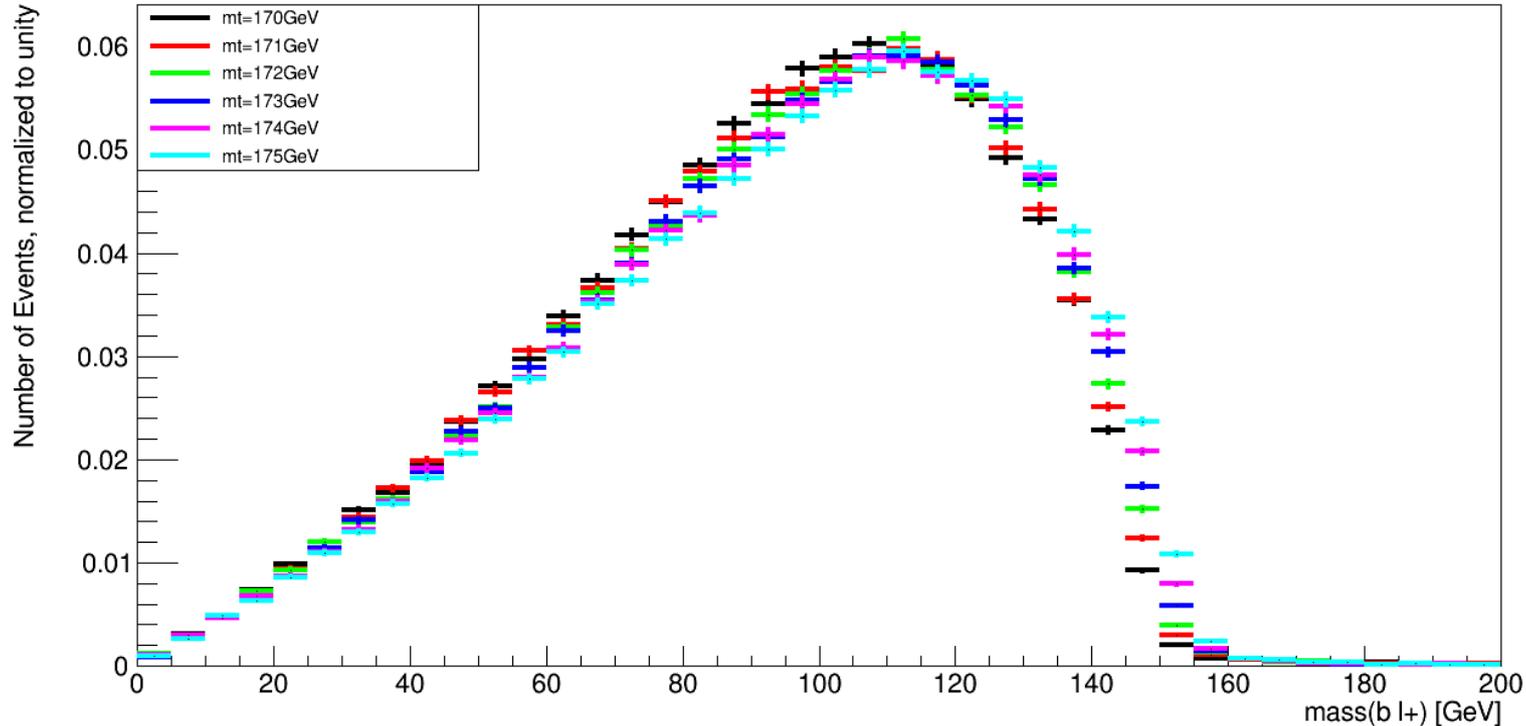
Analyse der Abhängigkeit über Python

- Insg. Wurden 600000 Events generiert mit Top-Massen von 170 GeV bis 175 GeV
- Daten eingelesen mit Python, 4erVektor addiert, 6 Histogramme plotten lassen: (hier: 170 und 175 GeV)

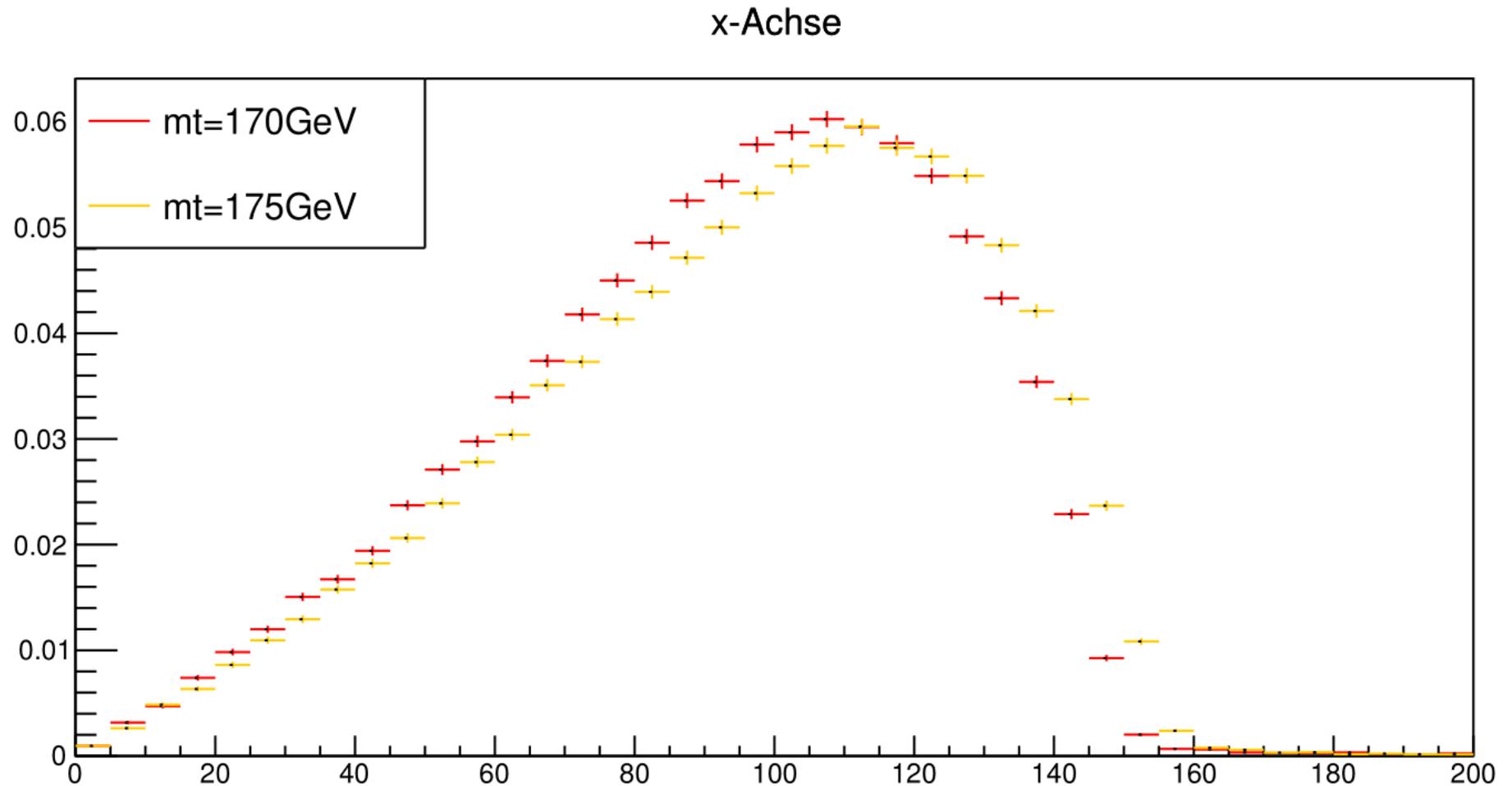


Analyse der Abhängigkeit

- Legt man alle Diagramme über einander so ergibt sich:

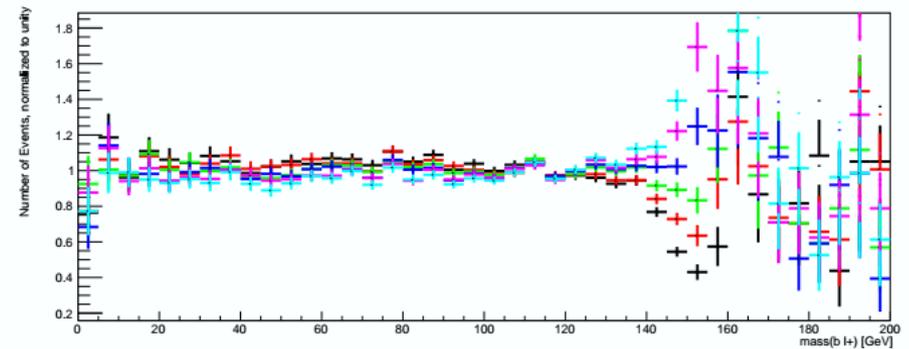
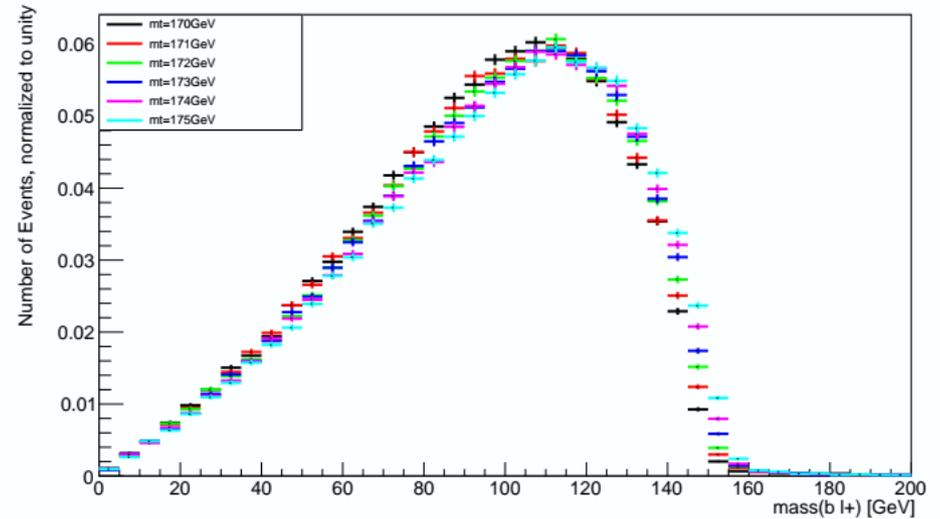


Top-Massen-Abhängigkeit

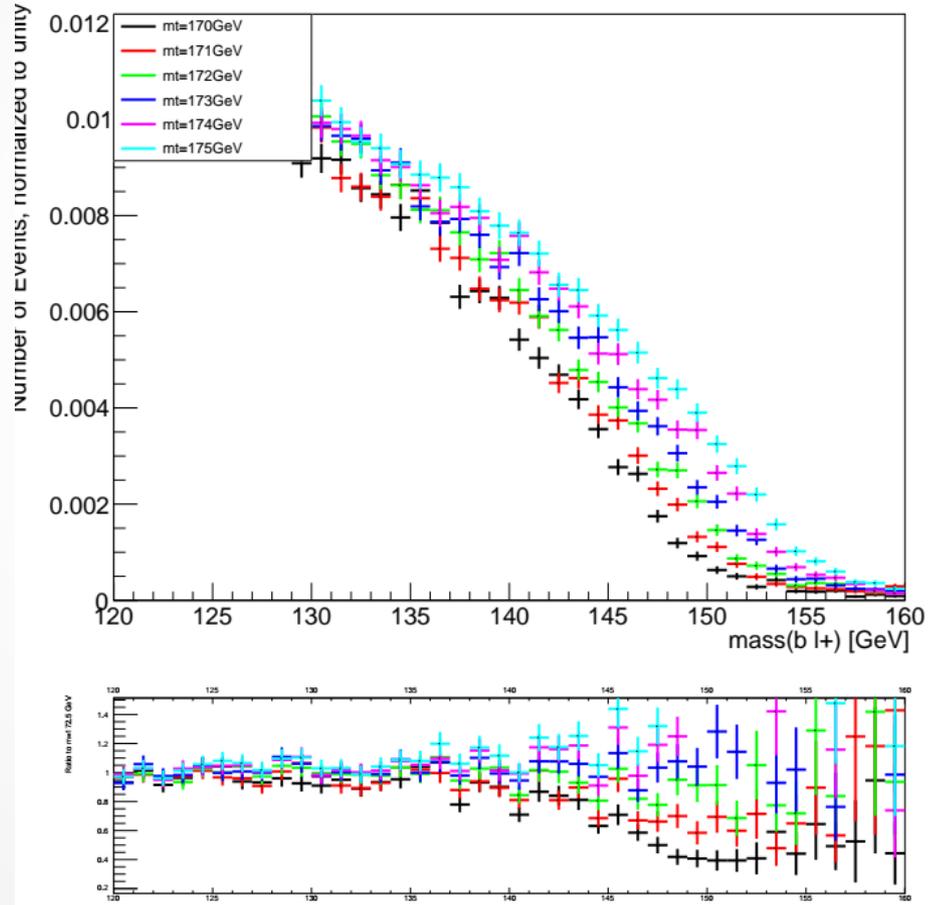


Ratioplot zu $M_{\text{top}} = 172.5 \text{ GeV}$

- Vergleich der Daten:
Verhältnis zu $M_{\text{top}} = 172.5 \text{ GeV}$

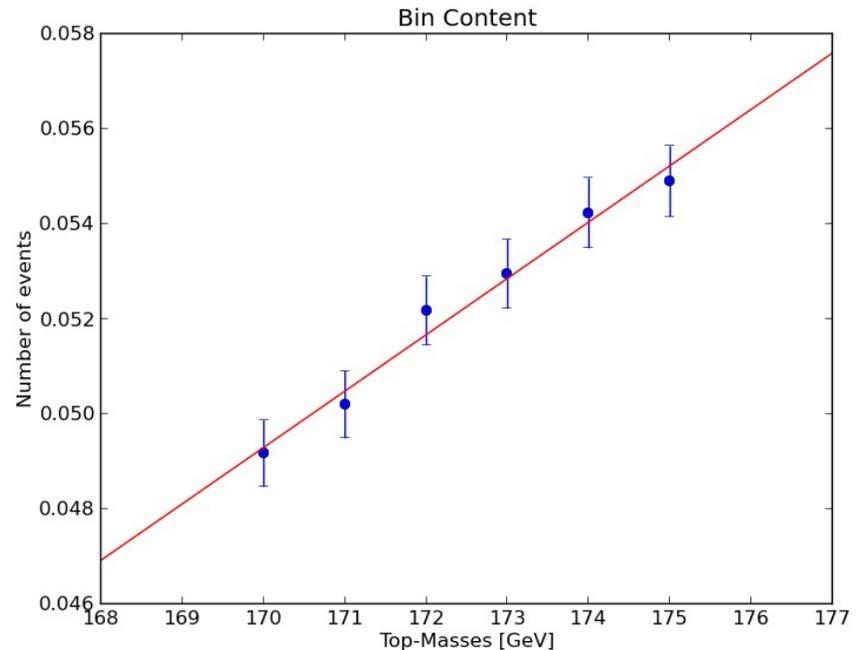
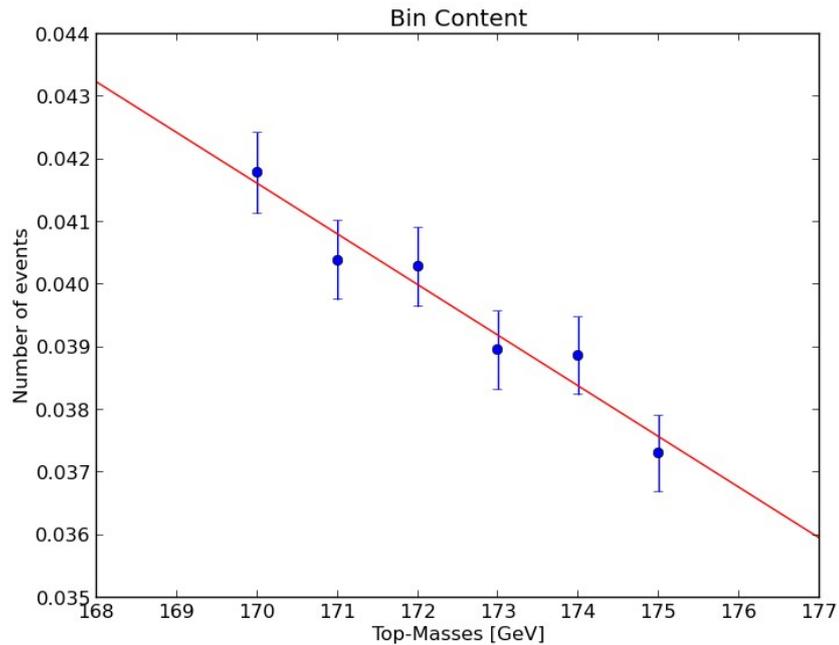


Ratioplot zu $M_{\text{top}} = 172.5 \text{ GeV}$



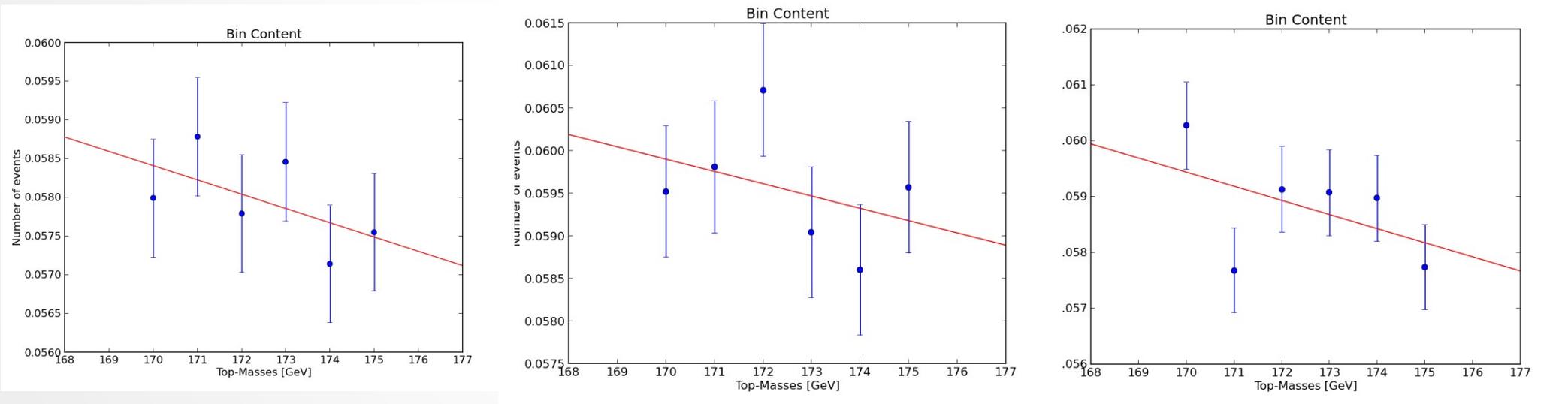
Bin-Inhalt

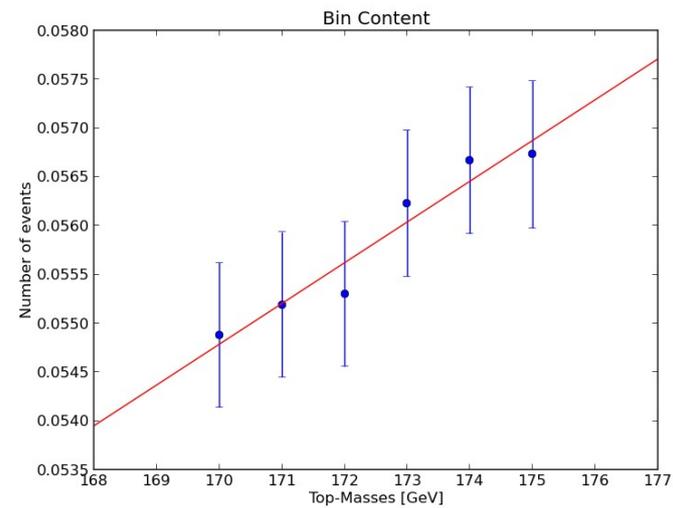
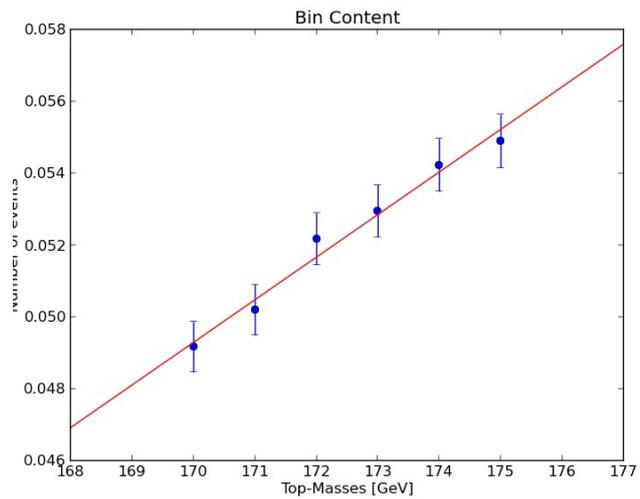
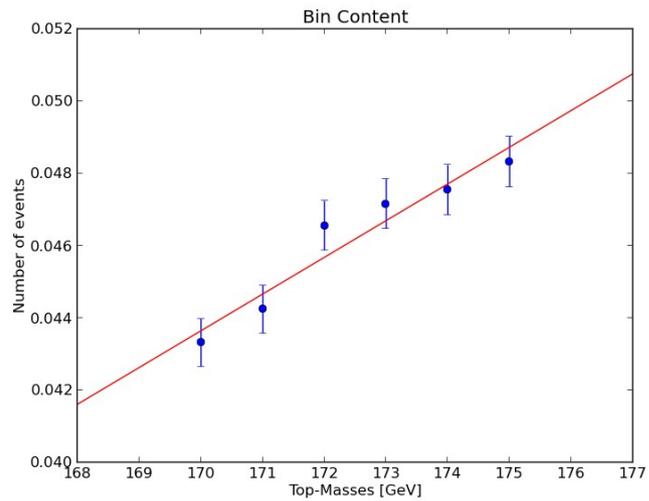
- Betrachtung der Unterschiede in jedem Bin, für die verschiedenen Top-Massen:
bei ca. 60 GeV bei ca 120 GeV.



Bin Content

- Bei 40 Bins – 40 Histogramme mit 6 Datenpunkten: Umschwung beobachtbar





Ausblick

- Ergebnisse und beobachtete Zusammenhänge entsprechen der Erwartung
- Ggf. Noch mehr verwendete Events zur besseren Bestimmung der Top-Masse
- Simulation nur in LO, Analyse noch mit höherer Genauigkeit zur weitere Bestimmung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit