



# Datenbasierte Untergrundabschätzung für die Suche nach top-Squarks im vollhadronischen Zerfallskanal mit dem ATLAS-Detektor

Nicolas Köhler

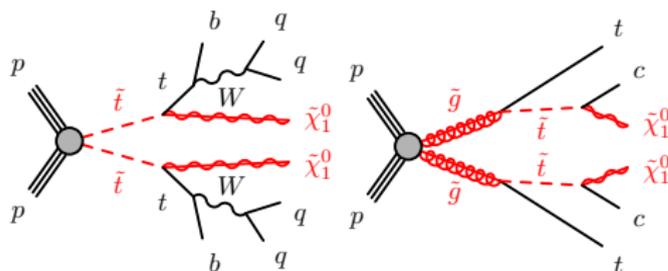
Max-Planck-Institut für Physik  
(Werner-Heisenberg-Institut)

29. Februar 2016



# $\tilde{t} \rightarrow 0\ell$ Analyse

Bereits gesehen:

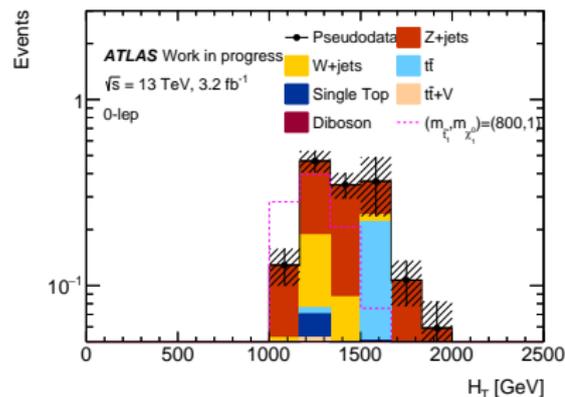


$\tilde{t} \rightarrow t + \tilde{\chi}_1^0$  (geboostet) Gluino-vermittelte Stops

- $W$ +Jets-Kontrollregion (Philipp)
- QCD Untergrundabschätzung (Christian)
- Optimierung der Signalregion (Christian)

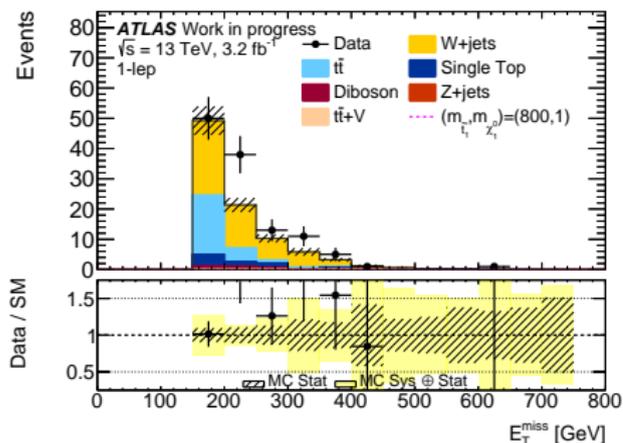
**Jetzt:** Die Rolle von  $t\bar{t}$ -Produktion in der  $Z/W$ +Jets Abschätzung und für weniger geboostete Signalregionen

Standardmodell Untergrundbeiträge  
in geboosteter Signalregion (SR):

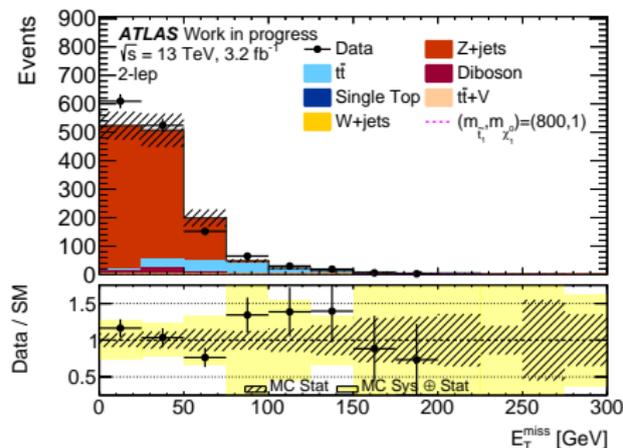


→ Standardmodell  $Z$ +Jets- und  $W$ +Jets- Produktion müssen verstanden sein

$\tilde{t} \rightarrow 0\ell$  Analyse

**W+Jets-Kontrollregion**  
 Aus Philipp's Vortrag


W+Jets ist schwer von  $t\bar{t}$  zu trennen

**Z+Jets-Kontrollregion**  
 Verwende 2 Lepton Selektion


Schlechte Modellierung von  $E_T^{\text{miss}} < 100$  GeV,  
 weshalb kein  $E_T^{\text{miss}} < 100$  Schnitt gegen  $t\bar{t}$   
 angewendet werden kann

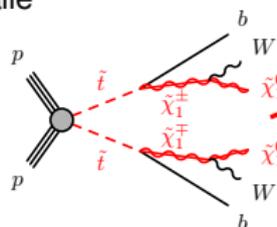
→ Für beiden Regionen gilt: Kein vernachlässigbarer  $t\bar{t}$ -Beitrag

# $\tilde{t} \rightarrow 0\ell$ Analyse

Bisher wurde nur die geboostete SR betrachtet

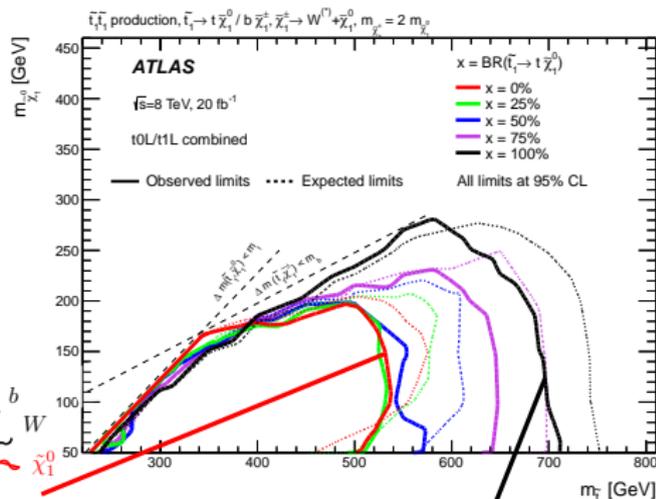
- Mit zunehmender Datennahme erhöht sich die Sensitivität auch für andere Regionen des SUSY-Parameterraums
- Betrachte Signalregionen ähnlich derer von Run 1

- $\tilde{t} \rightarrow b + \tilde{\chi}_1^\pm$  Zerfälle
- *Massendiagonale:*  
 $m_{\tilde{t}} \sim m_t + m_{\tilde{\chi}_1^0}$

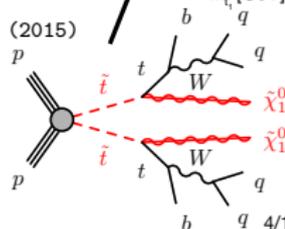


→ Weichere Schnitte notwendig

Run 1 Ausschlussgrenzen abhängig vom Verzweungsverhältnis  
 $\tilde{t} \rightarrow t + \tilde{\chi}_1^0$  bzw.  $\tilde{t} \rightarrow b + \tilde{\chi}_1^\pm$



Eur. Phys. J. C (2015)



# $\tilde{t} \rightarrow 0\ell$ Analyse

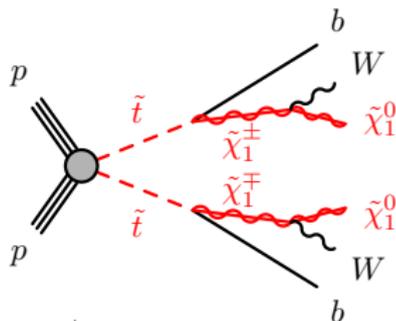
$\tilde{t} \rightarrow b + \tilde{\chi}_1^\pm$  Zerfälle:

- Deutlich weniger  $E_T^{\text{miss}}$  durch zusätzliches  $\tilde{\chi}_1^\pm$  in Zerfallskette
- $W/Z$ +Jets Produktion durch  $b$ -Jet Schnitte unterdrückt

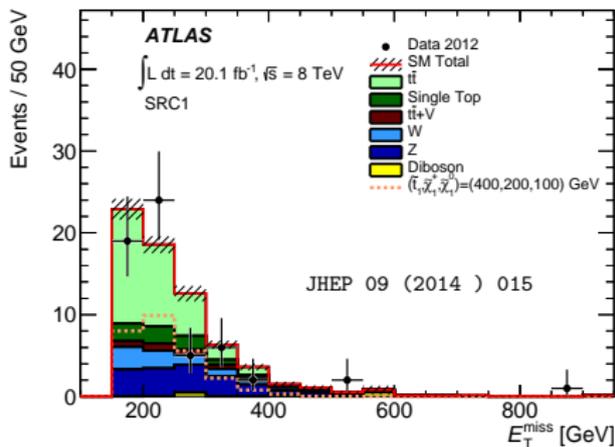
→ Signatur sehr ähnlich zu  $t\bar{t}$ -Produktion

	SRB (boosted)	SRC1 ( $b + \tilde{\chi}_1^\pm$ )
$t\bar{t}$	4%	46%
Z+jets	51%	22%
W+jets	20%	11%
Others	25%	21%

→ Untergrundabschätzung von  $t\bar{t}$  ist notwendig!



$\tilde{t} \rightarrow b + \tilde{\chi}_1^\pm$  Signalregion aus Run 1

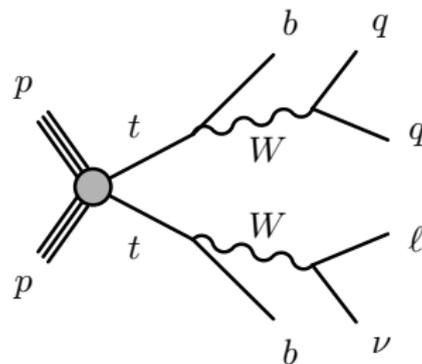
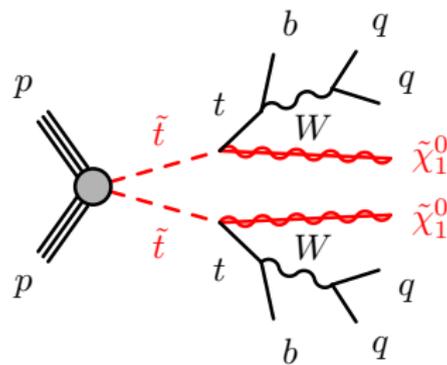


## Definition der $t\bar{t}$ -Kontrollregion

$t\bar{t}$  trägt zur 0-Lepton SR bei, wenn  $t$  mittels  $t \rightarrow b\ell\nu$  zerfällt, wobei  $\ell$  nicht identifiziert wird

→ Verwende 1-Lepton-Region um  $t\bar{t}$  mit Hilfe der Daten abzuschätzen

- Genau 1 Lepton mit  $p_T > 35$  GeV
- Mindestens 4 Jets mit  $p_T > (80, 80, 20, 20)$  GeV
- Mindestens 2  $b$ -Jets
- Masse des energiereichsten *Fat-Jets*  $> 70$  GeV
- $E_T^{\text{miss}} > 150$  GeV
- $40 \text{ GeV} < m_T(E_T^{\text{miss}}, \ell) < 120$  GeV

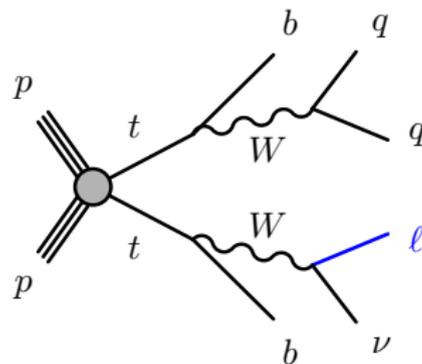
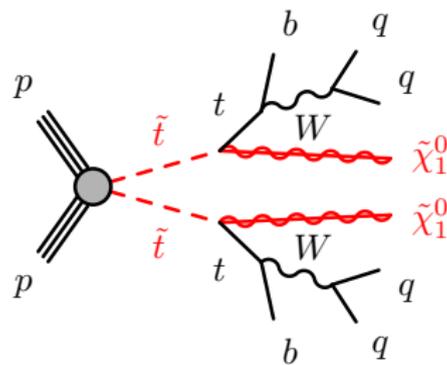


## Definition der $t\bar{t}$ -Kontrollregion

$t\bar{t}$  trägt zur 0-Lepton SR bei, wenn  $t$  mittels  $t \rightarrow b\ell\nu$  zerfällt, wobei  $\ell$  nicht identifiziert wird

→ Verwende 1-Lepton-Region um  $t\bar{t}$  mit Hilfe der Daten abzuschätzen

- Genau 1 Lepton mit  $p_T > 35$  GeV
- Mindestens 4 Jets mit  $p_T > (80, 80, 20, 20)$  GeV
- Mindestens 2  $b$ -Jets
- Masse des energiereichsten *Fat-Jets*  $> 70$  GeV
- $E_T^{\text{miss}} > 150$  GeV
- $40 \text{ GeV} < m_T(E_T^{\text{miss}}, \ell) < 120$  GeV

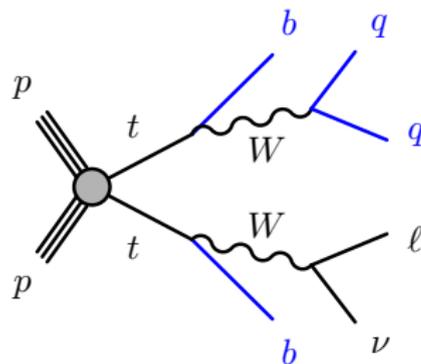
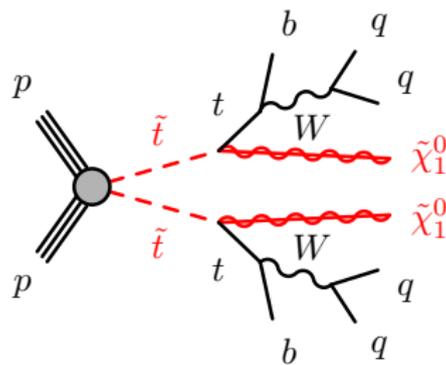


## Definition der $t\bar{t}$ -Kontrollregion

$t\bar{t}$  trägt zur 0-Lepton SR bei, wenn  $t$  mittels  $t \rightarrow b\ell\nu$  zerfällt, wobei  $\ell$  nicht identifiziert wird

→ Verwende 1-Lepton-Region um  $t\bar{t}$  mit Hilfe der Daten abzuschätzen

- Genau 1 Lepton mit  $p_T > 35$  GeV
- Mindestens 4 Jets mit  $p_T > (80, 80, 20, 20)$  GeV
- Mindestens 2  $b$ -Jets
- Masse des energiereichsten *Fat-Jets*  $> 70$  GeV
- $E_T^{\text{miss}} > 150$  GeV
- $40 \text{ GeV} < m_T(E_T^{\text{miss}}, \ell) < 120$  GeV

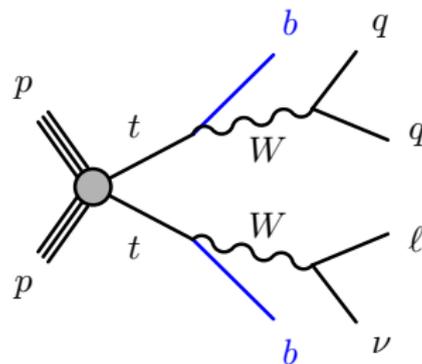
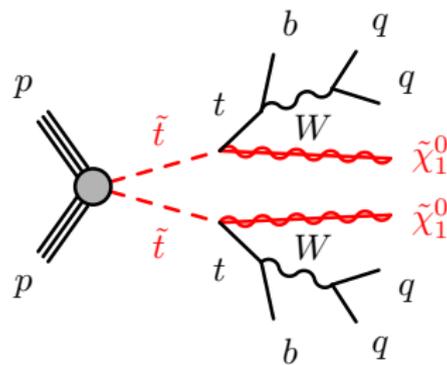


## Definition der $t\bar{t}$ -Kontrollregion

$t\bar{t}$  trägt zur 0-Lepton SR bei, wenn  $t$  mittels  $t \rightarrow b\ell\nu$  zerfällt, wobei  $\ell$  nicht identifiziert wird

→ Verwende 1-Lepton-Region um  $t\bar{t}$  mit Hilfe der Daten abzuschätzen

- Genau 1 Lepton mit  $p_T > 35$  GeV
- Mindestens 4 Jets mit  $p_T > (80, 80, 20, 20)$  GeV
- Mindestens 2  $b$ -Jets
- Masse des energiereichsten *Fat-Jets*  $> 70$  GeV
- $E_T^{\text{miss}} > 150$  GeV
- $40 \text{ GeV} < m_T(E_T^{\text{miss}}, \ell) < 120$  GeV

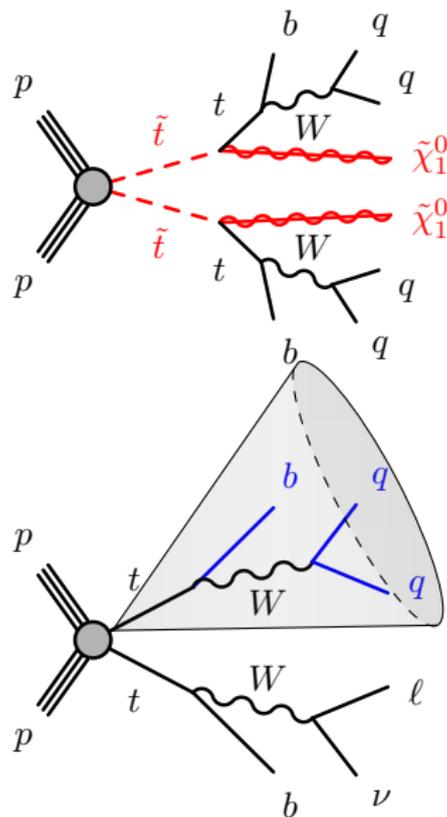


## Definition der $t\bar{t}$ -Kontrollregion

$t\bar{t}$  trägt zur 0-Lepton SR bei, wenn  $t$  mittels  $t \rightarrow b\ell\nu$  zerfällt, wobei  $\ell$  nicht identifiziert wird

→ Verwende 1-Lepton-Region um  $t\bar{t}$  mit Hilfe der Daten abzuschätzen

- Genau 1 Lepton mit  $p_T > 35$  GeV
- Mindestens 4 Jets mit  $p_T > (80, 80, 20, 20)$  GeV
- Mindestens 2  $b$ -Jets
- Masse des energiereichsten *Fat-Jets*  $> 70$  GeV
- $E_T^{\text{miss}} > 150$  GeV
- $40 \text{ GeV} < m_T(E_T^{\text{miss}}, \ell) < 120$  GeV

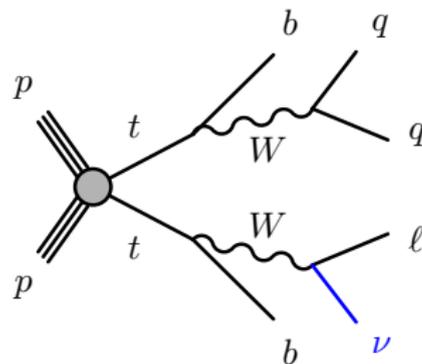
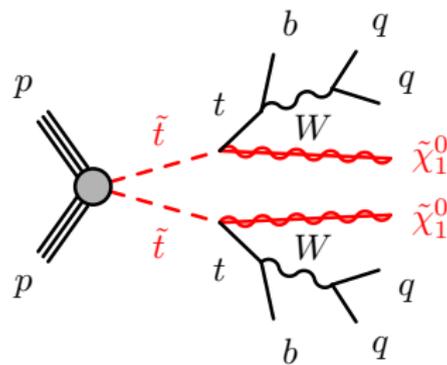


## Definition der $t\bar{t}$ -Kontrollregion

$t\bar{t}$  trägt zur 0-Lepton SR bei, wenn  $t$  mittels  $t \rightarrow b\ell\nu$  zerfällt, wobei  $\ell$  nicht identifiziert wird

→ Verwende 1-Lepton-Region um  $t\bar{t}$  mit Hilfe der Daten abzuschätzen

- Genau 1 Lepton mit  $p_T > 35$  GeV
- Mindestens 4 Jets mit  $p_T > (80, 80, 20, 20)$  GeV
- Mindestens 2  $b$ -Jets
- Masse des energiereichsten *Fat-Jets*  $> 70$  GeV
- $E_T^{\text{miss}} > 150$  GeV
- $40 \text{ GeV} < m_T(E_T^{\text{miss}}, \ell) < 120$  GeV



## Definition der $t\bar{t}$ -Kontrollregion

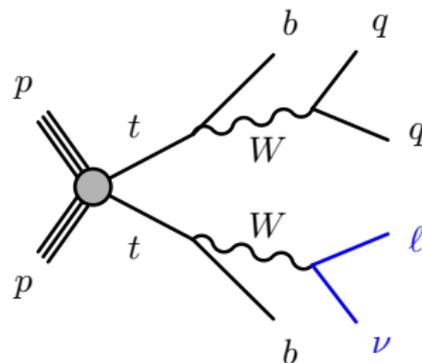
$t\bar{t}$  trägt zur 0-Lepton SR bei, wenn  $t$  mittels  $t \rightarrow b\ell\nu$  zerfällt, wobei  $\ell$  nicht identifiziert wird

→ Verwende 1-Lepton-Region um  $t\bar{t}$  mit Hilfe der Daten abzuschätzen

- Genau 1 Lepton mit  $p_T > 35$  GeV
- Mindestens 4 Jets mit  $p_T > (80, 80, 20, 20)$  GeV
- Mindestens 2  $b$ -Jets
- Masse des energiereichsten *Fat-Jets*  $> 70$  GeV
- $E_T^{\text{miss}} > 150$  GeV
- $40 \text{ GeV} < m_T(E_T^{\text{miss}}, \ell) < 120$  GeV

### Transversale Masse

$$\begin{aligned}
 m_T^2 &= (E_{T,1} + E_{T,2})^2 - (\vec{p}_{T,1} + \vec{p}_{T,2})^2 \\
 &\stackrel{(m_1=m_2 \approx 0)}{\simeq} 2 \cdot (E_{T,1}E_{T,2} - \vec{p}_{T,1}\vec{p}_{T,2}) \\
 &= 2 \cdot E_{T,1}E_{T,2}(1 - \cos(\phi))
 \end{aligned}$$

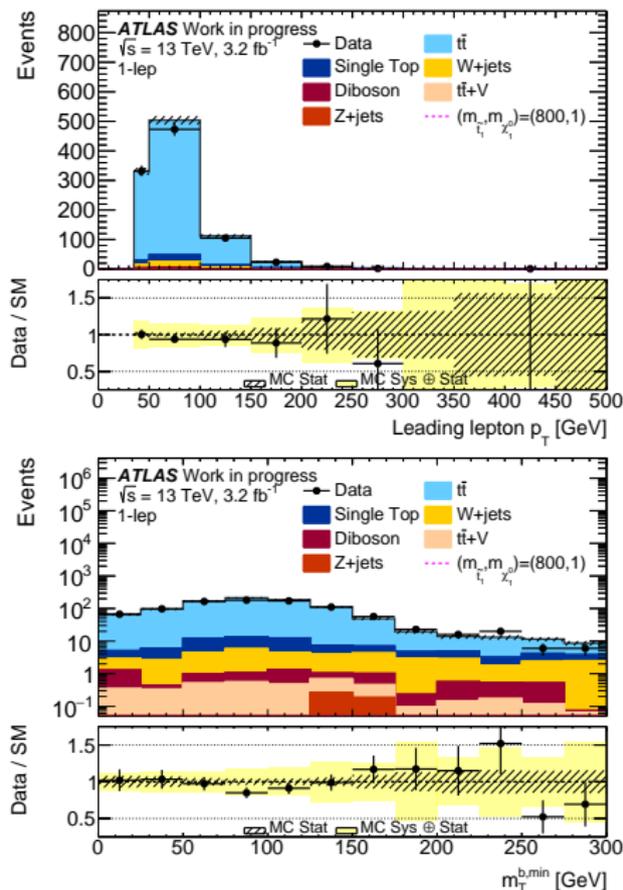


# Ereignisrate in $t\bar{t}$ - Kontrollregion

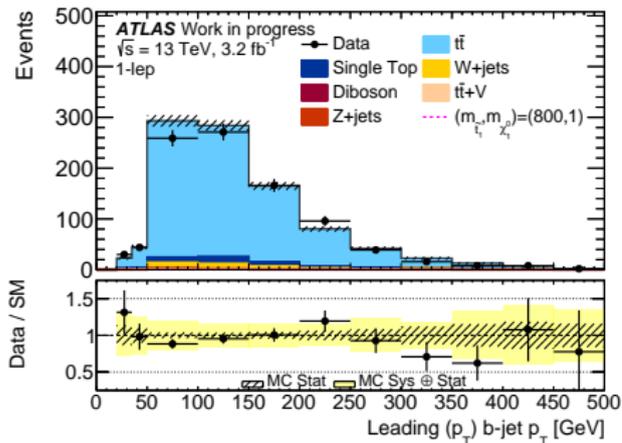
*ATLAS Work in progress*

	Anzahl Ereignisse
$(m_{\tilde{t}_1}, m_{\chi_1^0}) = (800, 1)$	0.29 ( $\pm 11.64\%$ )
$t\bar{t}$	888.00 ( $\pm 2.16\%$ )
Single Top	48.14 ( $\pm 5.33\%$ )
W+Jets	37.71 ( $\pm 7.71\%$ )
Diboson	5.88 ( $\pm 26.72\%$ )
$t\bar{t} + V$	3.59 ( $\pm 3.27\%$ )
Z+Jets	0.57 ( $\pm 53.62\%$ )
Summe MC	983.89 ( $\pm 1.99\%$ )
Daten	945.00 ( $\pm 3.25\%$ )

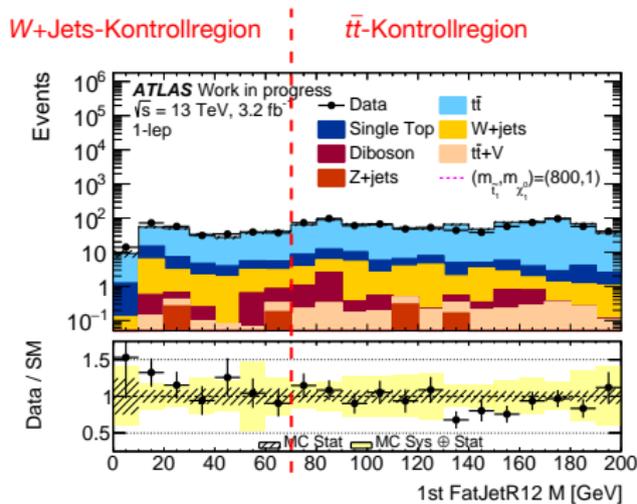
Data/MC-Übereinstimmung  
innerhalb von 4%,  
gute Übereinstimmung der Form der  
Verteilung,  
 $t\bar{t}$ -Reinheit:  $>90\%$



## Weitere Variablen



Gute Übereinstimmung der  
*b*-Jet-Kinematik



Masse des energiereichsten *Fat-Jets*  
(mit Radius 1.2)  
(ohne angewandten Schnitt)

## $0\ell$ $t\bar{t}$ -Validierungsregion

- Mindestens 5 Jets, 1  $b$ -Jet
- $E_T^{\text{miss}} > 250$  GeV
- $H_T > 500$  GeV
- $50 \text{ GeV} < m_T^{b,\text{min}} < 150$  GeV

Data/MC-Übereinstimmung

innerhalb von 6%,

$t\bar{t}$ -Reinheit: 63%

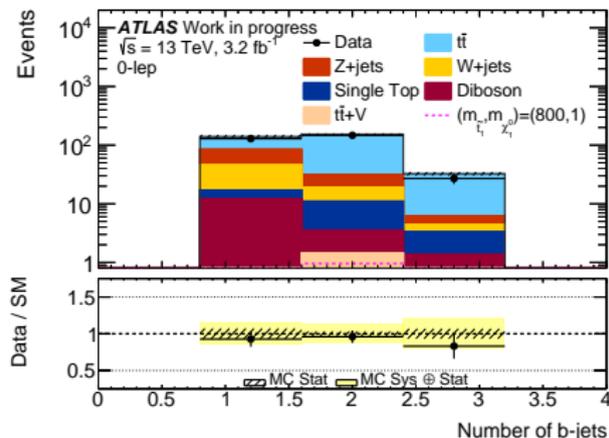
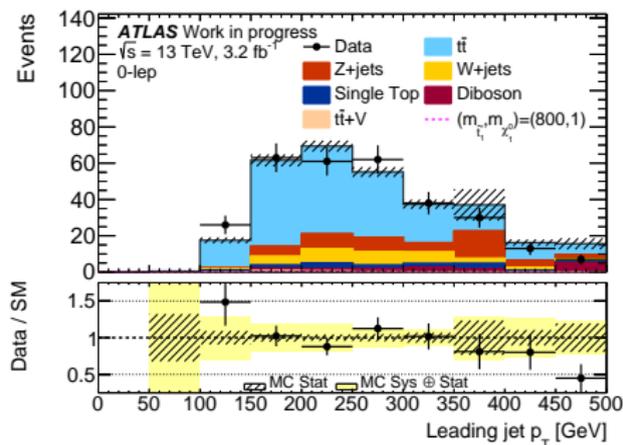
Signalbeitrag vernachlässigbar

Mit Schnitt auf Zahl der  $b$ -Jets

$\geq 2$ :  $t\bar{t}$ -Reinheit: 80%

→ Möglicherweise auch als

$0\ell$ -Kontrollregion verwendbar





## Zusammenfassung & Ausblick

$t\bar{t}$ -Untergrundabschätzung für  $\tilde{t} \rightarrow 0\ell$  Analyse vorgestellt

- Wichtig, um  $t\bar{t}$ -Beitrag in  $Z$ +Jets- und  $W$ +Jets-Kontrollregion abzuschätzen
- Notwendig für nicht geboostete Signalregionen (bspw.  $\tilde{t} \rightarrow b + \tilde{\chi}_1^\pm$ )
- Data/MC-Übereinstimmung innerhalb von 4%
- $t\bar{t}$ -Reinheit über 90%

→ Kontrollregion-Schnitte werden mit finalen SR-Definitionen optimiert

→ Geplante Veröffentlichung der  $\tilde{t} \rightarrow 0\ell$  Ergebnisse im Sommer 2016



## Zusammenfassung & Ausblick

$t\bar{t}$ -Untergrundabschätzung für  $\tilde{t} \rightarrow 0\ell$  Analyse vorgestellt

- Wichtig, um  $t\bar{t}$ -Beitrag in  $Z$ +Jets- und  $W$ +Jets-Kontrollregion abzuschätzen
- Notwendig für nicht geboostete Signalregionen (bspw.  $\tilde{t} \rightarrow b + \tilde{\chi}_1^\pm$ )
- Data/MC-Übereinstimmung innerhalb von 4%
- $t\bar{t}$ -Reinheit über 90%

→ Kontrollregion-Schnitte werden mit finalen SR-Definitionen optimiert

→ Geplante Veröffentlichung der  $\tilde{t} \rightarrow 0\ell$  Ergebnisse im Sommer 2016

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!