



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

Nicolas Köhler

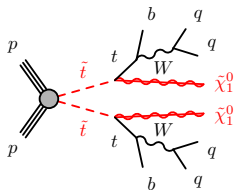
Max-Planck-Institut für Physik
(Werner-Heisenberg-Institut)

27. März 2017



MAX-PLANCK-GESellschaft

- Signalregionoptimierung für

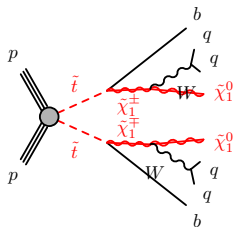


$$m_{\tilde{t}} \gg m_{\tilde{\chi}_1^0}$$

(P. Mogg, T 8.3)

$$m_{\tilde{t}} - m_{\tilde{\chi}_1^0} \sim m_t$$

(P. Mogg, T 8.3)



& gemischte Zerfälle

(C. Lütke, T 8.4)

→ Untergründe hängen stark von SR ab:

Z+Jets, $t\bar{t} + Z$

W+Jets, $t\bar{t}$

Wt, W+Jets

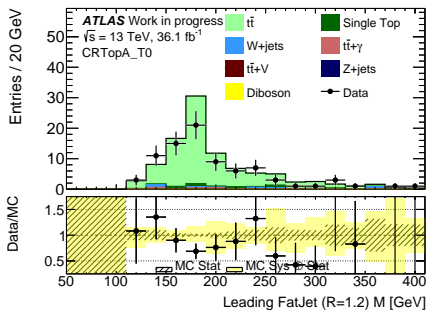
- QCD Untergrundabschätzung (C. Lütke, T 8.4)
- Jetzt:** Z+Jets, $t\bar{t} + V$, $t\bar{t}$, t-Quark Produktion und W+Jets

Definiere Kontrollregionen (CRs):

- SM Untergrund anreichern
- Statistisch unabhängig von Signalregionen (SR)
- Kinematisch ähnlich zu Signalregionen



Kontrollregion für $t\bar{t}$ Produktion:



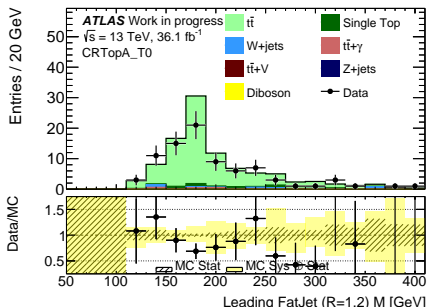
Definiere Kontrollregionen (CRs):

- SM Untergrund anreichern
- Statistisch unabhängig von Signalregionen (SR)
- Kinematisch ähnlich zu Signalregionen



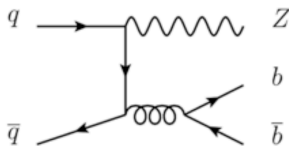
→ Minimiert Unsicherheiten von Untergrund in SR

Kontrollregion für $t\bar{t}$ Produktion:



→ Verwende Daten/MC-Verhältnis, um MC in SR zu skalieren

- Z+Jets Produktion trägt durch $Z \rightarrow \nu\nu$ bei



- Verwende 2ℓ Region

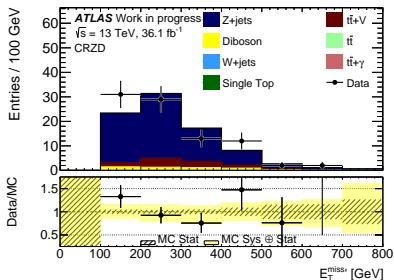
→ Erreicht hohe Reinheit in Z+Jets

- ≥ 4 Jets und ≥ 2 b -Jets wie in Signalregion

→ Keine Extrapolation in Anzahl der Jets nötig

- $86 \text{ GeV} < m_{\ell\ell} < 96 \text{ GeV}$
- Entferne Leptonen aus E_T^{miss} -Berechnung

→ $E_T^{\text{miss}'} > 100 \text{ GeV}$ (da $Z \rightarrow \nu\nu$)



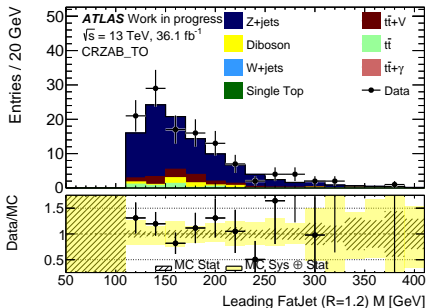
→ Gute Modellierung von $E_T^{\text{miss}'}$

Separate Kontrollregion für verschiedene Signalregionen

SRA_TO / SRB_TO

$$\tilde{t} \rightarrow t + \tilde{\chi}_1^0$$

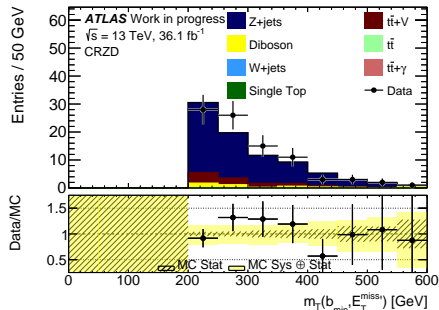
$$m_{\tilde{t}} \gg m_{\tilde{\chi}_1^0} / m_{\tilde{t}} - m_{\tilde{\chi}_1^0} \sim m_t$$



Schnitt auf Masse von $R = 1.2$ Jet

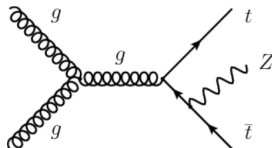
SRD

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



Schnitte auf m_T^{\min} / m_T^{\max}

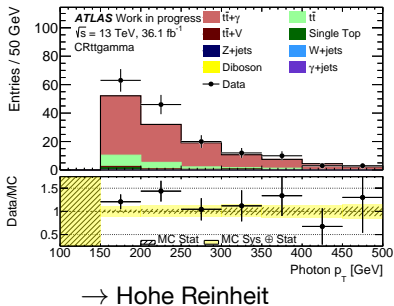
- $t\bar{t} + Z$ trägt durch $Z \rightarrow \nu\nu$ bei Kontrollregion mit $Z \rightarrow \ell\ell$ Zerfällen:
 - Kleines Verzweigungsverhältnis
 - Hoher Beitrag von Z +Jets und $t\bar{t}$



→ Verwende $t\bar{t} + \gamma$ Region

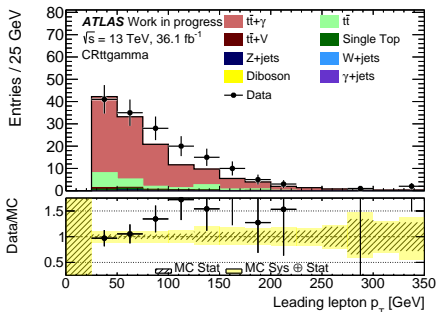
- Genau 1 Photon mit $p_T > 150$ GeV ($Z \rightarrow \nu\nu$ -Zerfall / Ähnlichkeit zu $t\bar{t} + Z$)
- Genau 1 Lepton (Trigger)
- ≥ 4 Jets und ≥ 2 b -Jets wie in Signalregion

→ Keine Extrapolation in Anzahl der Jets nötig

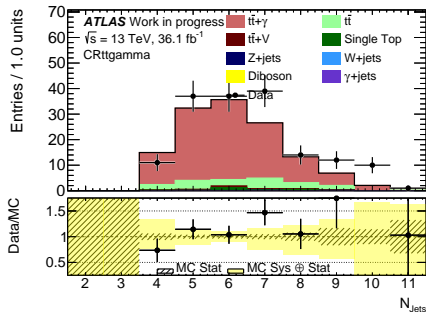


Begrenzte Statistik

→ Dieselbe Kontrollregion für alle SRs



Gute Modellierung der Leptonen



Gute Modellierung der Anzahl der Jets

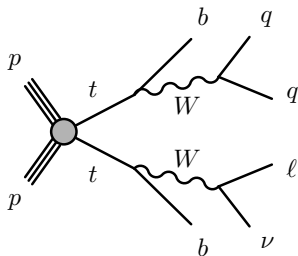
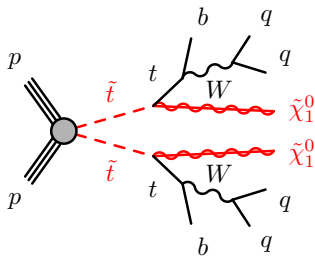
$t\bar{t}/Wt/W+Jets$ trägt bei, wenn t/W in

Lepton zerfällt, das

- nicht detektiert wird
- falsch identifiziert wird
- ein hadronisch zerfallendes τ ist

→ Genau 1 Lepton mit $p_T > 20$ GeV

- ≥ 4 Jets ($R = 0.4$) mit $p_T > (80, 80, 40, 40)$ GeV (betrachte Lepton als Jet)
- ≥ 2 b -Jets
- Masse von $R=1.2$ Jet > 70 GeV
- $E_T^{miss} > 250$ GeV
- $30 \text{ GeV} < m_T(E_T^{miss}, \ell) < 100$ GeV
- + Winkel zwischen b -Jets und Lepton



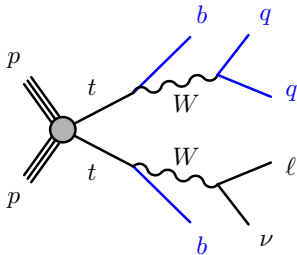
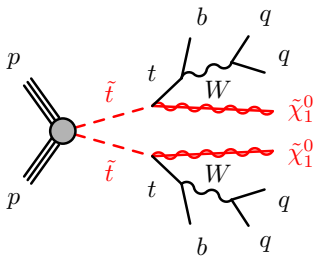
$t\bar{t}/Wt/W+J$ trägt bei, wenn t/W in

Lepton zerfällt, das

- nicht detektiert wird
- falsch identifiziert wird
- ein hadronisch zerfallendes τ ist

→ Genau 1 Lepton mit $p_T > 20$ GeV

- ≥ 4 Jets ($R = 0.4$) mit $p_T > (80, 80, 40, 40)$ GeV (betrachte Lepton als Jet)
- ≥ 2 b -Jets
- Masse von $R=1.2$ Jet > 70 GeV
- $E_T^{\text{miss}} > 250$ GeV
- $30 \text{ GeV} < m_T(E_T^{\text{miss}}, \ell) < 100$ GeV
- + Winkel zwischen b -Jets und Lepton



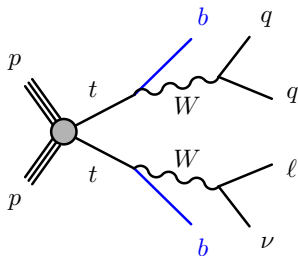
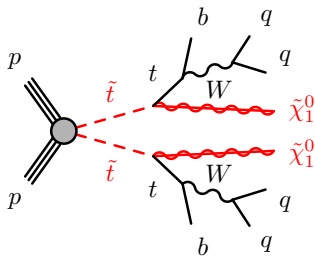
$t\bar{t}/Wt/W$ +Jets trägt bei, wenn t/W in

Lepton zerfällt, das

- nicht detektiert wird
- falsch identifiziert wird
- ein hadronisch zerfallendes τ ist

→ Genau 1 Lepton mit $p_T > 20$ GeV

- ≥ 4 Jets ($R = 0.4$) mit $p_T > (80, 80, 40, 40)$ GeV (betrachte Lepton als Jet)
- ≥ 2 b -Jets
- Masse von $R=1.2$ Jet > 70 GeV
- $E_T^{\text{miss}} > 250$ GeV
- $30 \text{ GeV} < m_T(E_T^{\text{miss}}, \ell) < 100$ GeV
- + Winkel zwischen b -Jets und Lepton



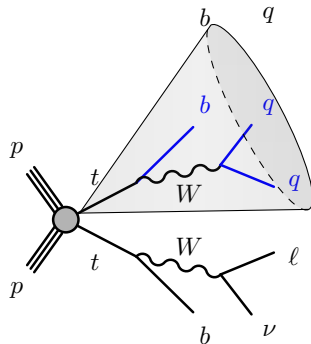
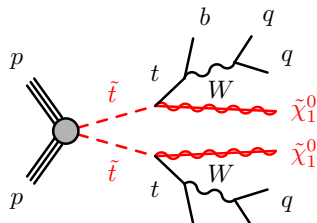
$t\bar{t}/Wt/W+J$ trägt bei, wenn t/W in

Lepton zerfällt, das

- nicht detektiert wird
- falsch identifiziert wird
- ein hadronisch zerfallendes τ ist

→ Genau 1 Lepton mit $p_T > 20$ GeV

- ≥ 4 Jets ($R = 0.4$) mit $p_T > (80, 80, 40, 40)$ GeV (betrachte Lepton als Jet)
- ≥ 2 b -Jets
- Masse von $R=1.2$ Jet > 70 GeV
- $E_T^{\text{miss}} > 250$ GeV
- $30 \text{ GeV} < m_T(E_T^{\text{miss}}, \ell) < 100$ GeV
- + Winkel zwischen b -Jets und Lepton



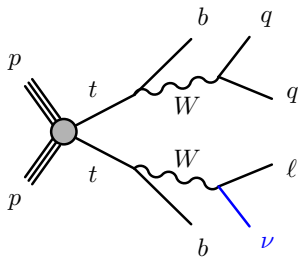
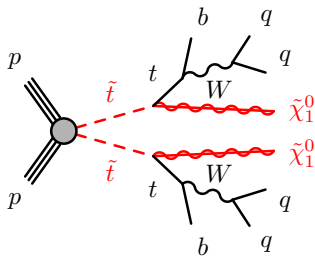
$t\bar{t}/Wt/W+J$ trägt bei, wenn t/W in

Lepton zerfällt, das

- nicht detektiert wird
- falsch identifiziert wird
- ein hadronisch zerfallendes τ ist

→ Genau 1 Lepton mit $p_T > 20$ GeV

- ≥ 4 Jets ($R = 0.4$) mit $p_T > (80, 80, 40, 40)$ GeV (betrachte Lepton als Jet)
- ≥ 2 b -Jets
- Masse von $R=1.2$ Jet > 70 GeV
- $E_T^{\text{miss}} > 250$ GeV
- $30 \text{ GeV} < m_T(E_T^{\text{miss}}, \ell) < 100$ GeV
- + Winkel zwischen b -Jets und Lepton



$t\bar{t}/Wt/W$ +Jets trägt bei, wenn t/W in

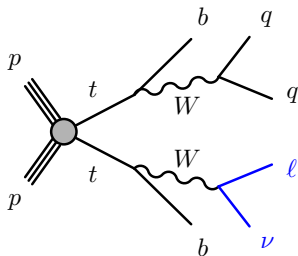
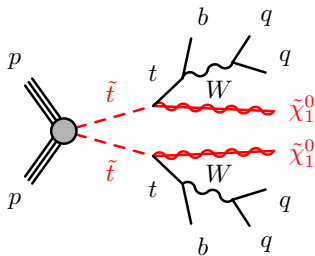
Lepton zerfällt, das

- nicht detektiert wird
- falsch identifiziert wird
- ein hadronisch zerfallendes τ ist

→ Genau 1 Lepton mit $p_T > 20$ GeV

- ≥ 4 Jets ($R = 0.4$) mit $p_T > (80, 80, 40, 40)$ GeV (betrachte Lepton als Jet)
- ≥ 2 b -Jets
- Masse von $R=1.2$ Jet > 70 GeV
- $E_T^{\text{miss}} > 250$ GeV
- $30 \text{ GeV} < m_T(E_T^{\text{miss}}, \ell) < 100$ GeV

+ Winkel zwischen b -Jets und Lepton



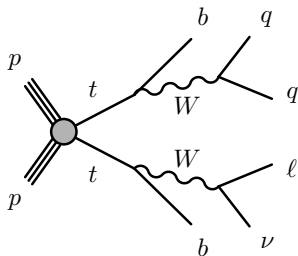
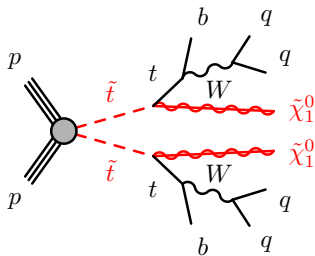
$t\bar{t}/Wt/W+J$ trägt bei, wenn t/W in

Lepton zerfällt, das

- nicht detektiert wird
- falsch identifiziert wird
- ein hadronisch zerfallendes τ ist

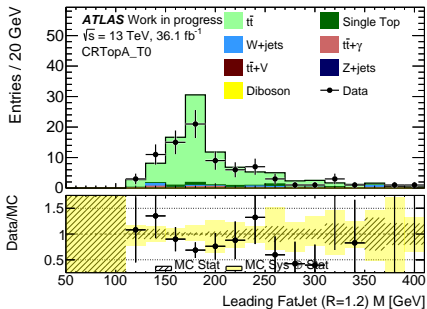
→ Genau 1 Lepton mit $p_T > 20$ GeV

- ≥ 4 Jets ($R = 0.4$) mit $p_T > (80, 80, 40, 40)$ GeV (betrachte Lepton als Jet)
- ≥ 2 b -Jets
- Masse von $R=1.2$ Jet > 70 GeV
- $E_T^{\text{miss}} > 250$ GeV
- $30 \text{ GeV} < m_T(E_T^{\text{miss}}, \ell) < 100$ GeV
- + Winkel zwischen b -Jets und Lepton

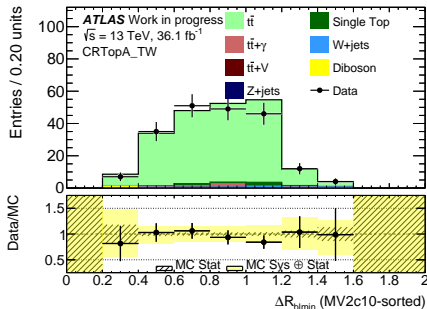


Dominierender Untergrund für $m_{\tilde{t}} - m_{\tilde{\chi}_1^0} \sim m_t$ und $\tilde{t} \rightarrow b + \tilde{\chi}_1^\pm$ Zerfälle

Separate Kontrollregionen für jede SR



Schnitt auf Masse von $R = 1.2$ Jet
wie in SR



Schnitt auf $\Delta R(b^{0-1}, \ell)_{\min}$
 \rightarrow Orthogonal zu W +Jets
 Kontrollregion

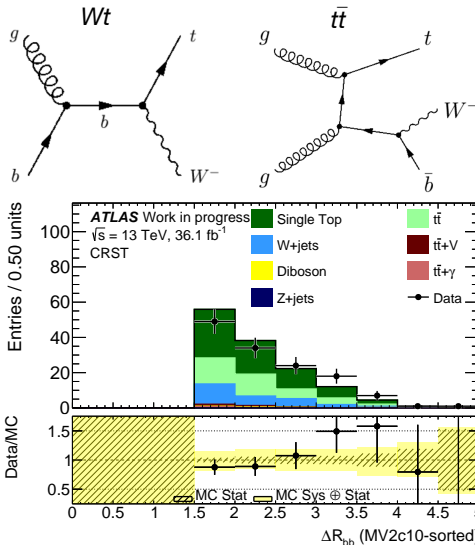
- Dominierender Untergrund für $\tilde{t} \rightarrow b + \tilde{\chi}_1^\pm$

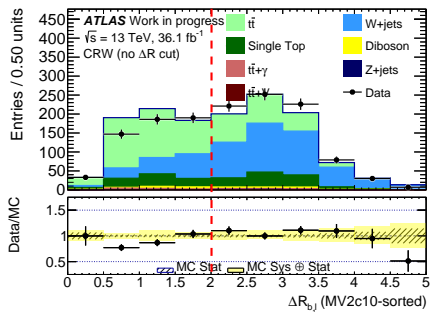
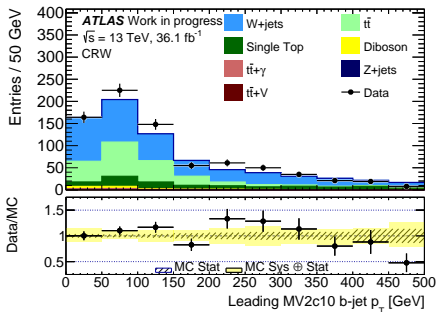
- Schwer von $t\bar{t}$ zu trennen

→ Verwende Schnitt auf Abstand zwischen b -Jets und Lepton, sowie $\Delta R_{bb} > 1.5$

- Begrenzte Statistik

→ Dieselbe Kontrollregion für alle SRs





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

→ Fordere genau 1 b-Jet

Schnitt auf $\Delta R(b^{0-1}, \ell)_{\min} > 2$

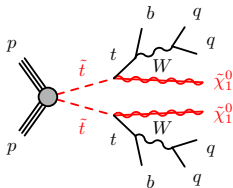
Begrenzte Statistik → Dieselbe Kontrollregion für alle SRs

- Datenbasierte Untergrundabschätzung für Suche nach hadronisch zerfallenden top-Squarks
 - $Z+{\text{Jets}}$: 2 Lepton Region
 - $t\bar{t} + Z$: $t\bar{t} + \gamma$ Region
 - $t\bar{t}, Wt, W+{\text{Jets}}$: 1 Lepton Region
- Hohe Reinheit und gute Übereinstimmung mit SM Prozessen
 - Angepasste Kontrollregionen für verschiedene Signalregionen
 - Veröffentlichung der Ergebnisse: ATLAS-CONF-2017-020

- Datenbasierte Untergrundabschätzung für Suche nach hadronisch zerfallenden top-Squarks
 - $Z+\text{Jets}$: 2 Lepton Region
 - $t\bar{t} + Z$: $t\bar{t} + \gamma$ Region
 - $t\bar{t}, Wt, W+\text{Jets}$: 1 Lepton Region
- Hohe Reinheit und gute Übereinstimmung mit SM Prozessen
 - Angepasste Kontrollregionen für verschiedene Signalregionen
 - Veröffentlichung der Ergebnisse: ATLAS-CONF-2017-020

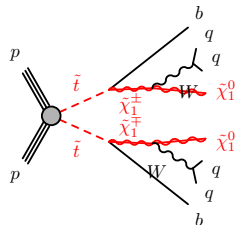
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

ANHANG

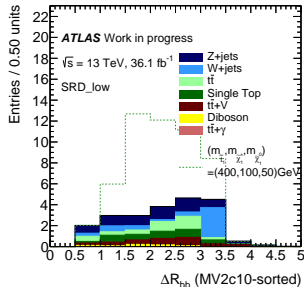
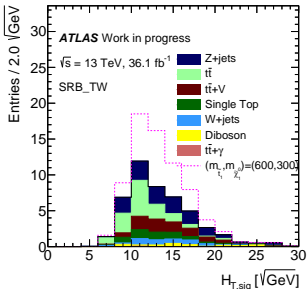
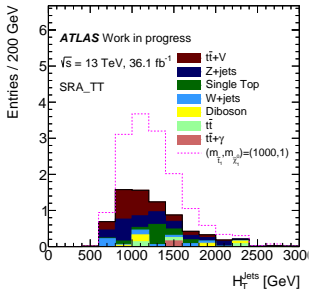


$$m_{\tilde{t}} \gg m_{\tilde{\chi}_1^0}$$

$$m_{\tilde{t}} - m_{\tilde{\chi}_1^0} \sim m_t$$



& gemischte Zerfälle



	CRZAB_TT_TW	CRZAB_TO	CRZD
Total MC	57.6 ± 1.9	105.1 ± 2.8	84.7 ± 2.1
Data	68.0 ± 8.2	119.0 ± 10.9	90.0 ± 9.5
Purity of Z+jets	0.71 ± 0.03	0.80 ± 0.03	0.82 ± 0.03
Data/MC SF of Z+jets	1.25 ± 0.21	1.17 ± 0.14	1.08 ± 0.14

	CRTopA_TT	CRTopA_TW	CRTopA_T0	CRTopB_TT	CRTopB_TW	CRTopB_T0
Total MC	118.9 ± 3.5	213.3 ± 3.6	98.2 ± 2.0	114.1 ± 3.4	438.6 ± 6.4	479.2 ± 6.2
Data	125.0 ± 11.2	204.0 ± 14.3	83.0 ± 9.1	122.0 ± 11.0	394.0 ± 19.8	421.0 ± 20.5
Purity of $t\bar{t}$	0.85 ± 0.04	0.93 ± 0.02	0.88 ± 0.02	0.83 ± 0.04	0.94 ± 0.02	0.93 ± 0.02
Data/MC SF of $t\bar{t}$	1.06 ± 0.12	0.95 ± 0.08	0.83 ± 0.11	1.08 ± 0.13	0.89 ± 0.05	0.87 ± 0.05

	CRST	CRW	CRttgamma
Total MC	134.4 ± 3.6	776.0 ± 11.6	133.8 ± 2.9
Data	134.0 ± 11.6	818.0 ± 28.6	161.0 ± 12.7
Purity	0.50 ± 0.02	0.55 ± 0.02	0.83 ± 0.02
Data/MC SF	0.99 ± 0.19	1.10 ± 0.08	1.24 ± 0.12