

Suche nach geladenen Higgs-Bosonen mit dem ATLAS-Detektor

$$t\bar{t} \rightarrow (\tau[\text{had}]\nu b)(l\nu b)$$

Thies Ehrich, Siegfried Bethke, Sandra Horvat, Oliver Kortner,
Hubert Kroha und Susanne Mohrdieck-Möck

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

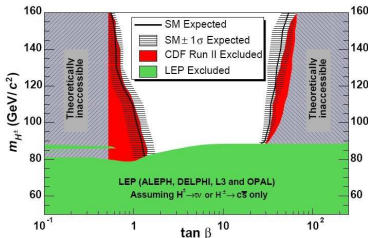
DPG-Frühjahrstagung
07. März 2008



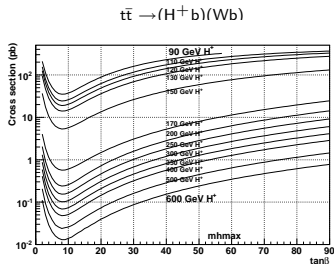
- 1 Geladene Higgs Bosonen - Grundlagen
- 2 Suche nach leichten Higgs-Bosonen
- 3 Optimierung der Schnitte
- 4 Ergebnisse und Ausblick



- geladene Higgs-Bosonen treten z.B. auf in:
 - Modellen mit >1 Higgs Doublets (THDM)
 - Modellen mit Higgs-Tripletts
 - einigen little-Higgs Modellen
- nach EW Symmetriebrechung in THDM 5 Higgs-Bosonen:
 - h^0, H^0 : CP gerade
 - A^0 : CP ungerade
 - H^\pm : geladen
- das prominenteste Modell mit geladenen Higgs-Bosonen ist MSSM (Minimal Supersymmetric Standard Model)
- auf tree-level vollständig festgelegt durch:
 - m_A
 - $\tan\beta = v_1/v_2$ (v : Vakuumerwartungswert des Higgs-Feldes)
- Produktions- und Zerfallsprozesse:
 - für $m_{H^\pm} < m_{\text{top}} - m_b$: $t \rightarrow H^\pm b$, $H^\pm \rightarrow \tau \nu$
 - für $m_{H^\pm} > m_{\text{top}} - m_b$: $gb \rightarrow H^\pm t$, $H^\pm \rightarrow tb$

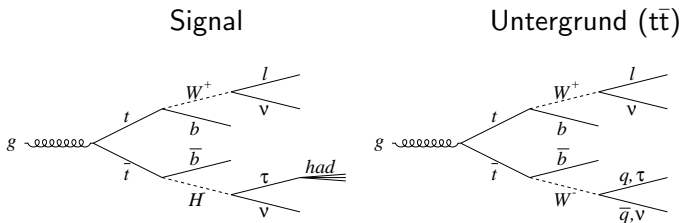


Phys. Rev. Lett. 96, 042003 (2006)



A. Sopczak (ATL-COM-PHYS-2008-013)

- $t\bar{t} \rightarrow (Wb)(Wb)$ -Wirkungsquerschnitt bei LHC $\sigma_{t\bar{t}} = 833 \pm 100 \text{ pb}$ (Standardmodell)
- Leichte geladene Higgs-Bosonen zerfallen fast immer in τ -Jets



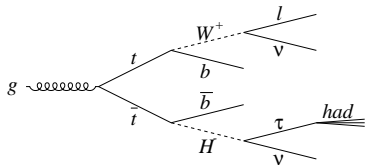
- Diese Studie konzentriert sich auf leichte Higgs-Bosonen
- Wegen Neutrinos in beiden top Zerfällen:
 - kann das W-Boson rekonstruiert werden
 - kann das Top-Quark nicht rekonstruiert werden
 - hilft transversale Higgs-Masse nicht, Signal vom Untergrund zu trennen.
- Das Signal kann lediglich als ein Überschuss an τ -Jets in $t\bar{t}$ -Zerfällen beobachtet werden.



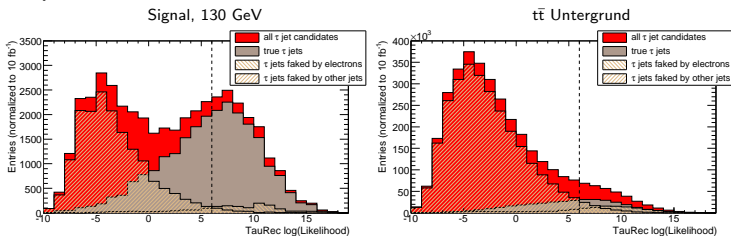
- alle Daten stammen aus der aktuellen offiziellen ATLAS Monte-Carlo Produktion
- es wurde ausschliesslich die volle Detektorsimulation (Athena 12.0.6) verwendet
- verwendete Generatoren:
 - Signals: Pythia
 - $t\bar{t}$: MC@NLO
 - W+Jets : Alpgen+Herwig
 - Single Top: AcerMC

Signal	90 GeV	110 GeV	120 GeV	130 GeV	150 GeV
Lumi [pb^{-1}]	822	1161	1410	1917	4317
	$t\bar{t} \geq 1\ell$	single top (Wt)	single top (s)	single top (t)	
Lumi [pb^{-1}]	965	524	2786	231	
$W \rightarrow e\nu + \text{Jets}$	+2 partons	+3 partons	+4 partons	+5 partons	
Lumi [pb^{-1}]	531	484	464	144	
$W \rightarrow \mu\nu + \text{Jets}$	+2 partons	+3 partons	+4 partons	+5 partons	
Lumi [pb^{-1}]	253	168	467	151	
$W \rightarrow \tau\nu + \text{Jets}$	+2 partons	+3 partons	+4 partons	+5 partons	
Lumi [pb^{-1}]	198	130	171	240	

- Trigger:
 - isoliertes Elektron + E_T^{miss}
 - isoliertes Myon + E_T^{miss}
 - isolierter τ -Jet + E_T^{miss} + 3 Jets
- $N_{e,\mu} \geq 1$
- $N_{\text{jets}} (= N_{\text{light jets}} + N_{\text{b jets}} + N_{\tau \text{ jets}}) \geq 3$
- $N_{\tau \text{ jet}} \geq 1$
- $N_{\text{b jet}} \geq 1$
- $p_T^\tau > 40 \text{ GeV}$
- $q_\tau + q_\ell = 0$ (Ladung τ jet \neq lepton)
- $E_T^{\text{miss}} > 180 \text{ GeV}$

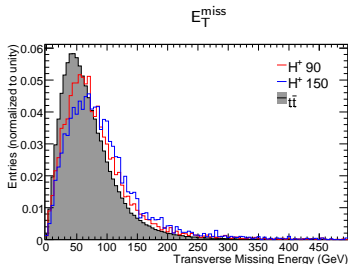
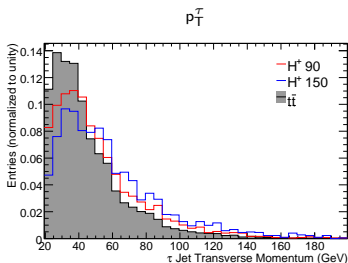


- Erinnerung: man möchte einen Überschuss an τ -Jets zählen
- hervorragende τ -Jet Identifikation ist notwendig
- Jets und τ -Jets werden durch einen log. Likelihood (LLH) separiert



- Quark-Jets werden effizient unterdrückt
- dennoch recht hohe Fehlrekonstruktions-Rate im $t\bar{t}$ -Untergrund (Schnitt bei LLH>6: $\sim 50\%$) \rightarrow zusätzliche Hintergrund Ereignisse
- dies ist zu gleichen Teilen verschuldet durch die hohe Jet Multiplizität im $t\bar{t}$ -Hintergrund und Elektronen

- generell nur sehr geringe Unterschiede zwischen $t\bar{t}$ - und Signalverteilungen
- Energie der τ -Zerfallsprodukte hängt von den Massen der H^+ /W-Bosonen ab

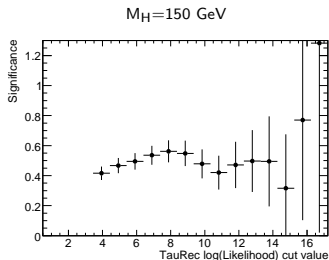
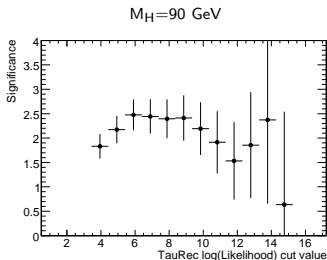




- Die Schnitte wurden auf eine hohe Signifikanz optimiert

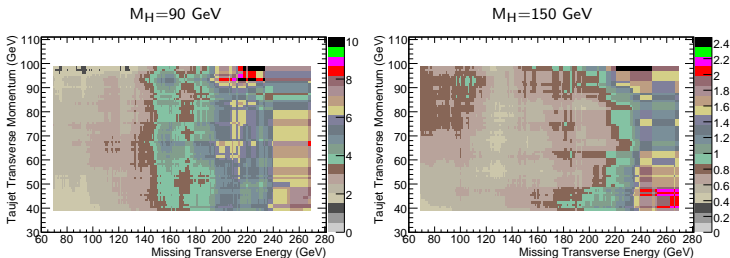
$$S = \frac{(N_{\text{Sig}} + N_{\text{t}\bar{\text{t}}}(\text{MSSM})) - N_{\text{t}\bar{\text{t}}}(\text{SM})}{\sqrt{N_{\text{t}\bar{\text{t}}}(\text{SM}) + (\Delta_{\text{sys}} \cdot N_{\text{t}\bar{\text{t}}}(\text{SM}))^2}}$$

- Dabei wurde ein systematischer Fehler $\Delta_{\text{sys}} = 10\%$ angenommen



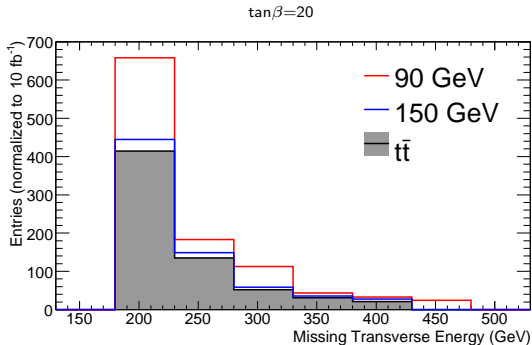
- Als Schnitt wurde ein LLH-Wert >6 gewählt

- als Diskriminierungs-Variablen wurden jetzt E_T^{miss} und p_T^τ gewählt
- die Signifikanz verbessert sich für grosses E_T^{miss}
- Bemerkung: Signifikanzen für sehr hohe Schnitt-Werte nicht korrekt, da Gauss-Statistik zur Signifikanz-Berechnung benutzt wurde.



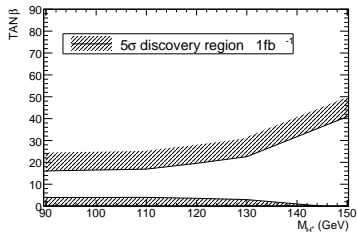
- Als Schnitt wurde $E_T^{\text{miss}} > 180$ GeV und $p_T^\tau > 40$ GeV gewählt

- Nach allen Schnitten erkennt man für kleine Massen den Überschuss an Events mit großer fehlender Energie (hier normiert auf 10 fb^{-1})
- Für große Massen ist dieser viel geringer
- Herausforderung: Abschätzung des $t\bar{t}$ -Backgrounds aus Daten

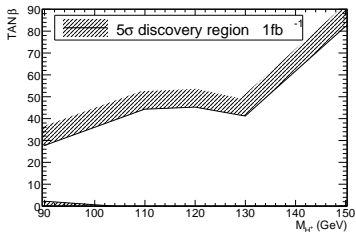


Fehlende Energie (Signal+Untergrund) nach allen Schnitten

ohne Systematik



mit 10% Systematik





- Geladene Higgs-Bosonen können in diesem Kanal über einen weiten $\tan\beta$ -Bereich nachgewiesen werden
- Als grösste Herausforderung bleibt die Abschätzung des $t\bar{t}$ -Untergrunds aus Daten
- Um eine verlässlichere Statistik zu erhalten, muss die Studie mit der schnellen Simulation wiederholt werden.
- Untersuchung von Pile-Up Effekten auf die Analyse