Studien zur Abschätzung des QCD-Untergrundes aus Daten in semileptonischen Top-Ereignissen für CMS

Lukas Kreczko, Sebastian Naumann, Peter Schleper, Georg Steinbrück , Roger Wolf

DPG Frühjahrstagung, München 2009

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Universität Hamburg

Übersicht

- Kurze Einleitung: CMS Experiment und Top-Quark
- Methode zur Bestimmung des QCD Untergrundes aus Daten
- Zusammenfassung

Universität Hamburg

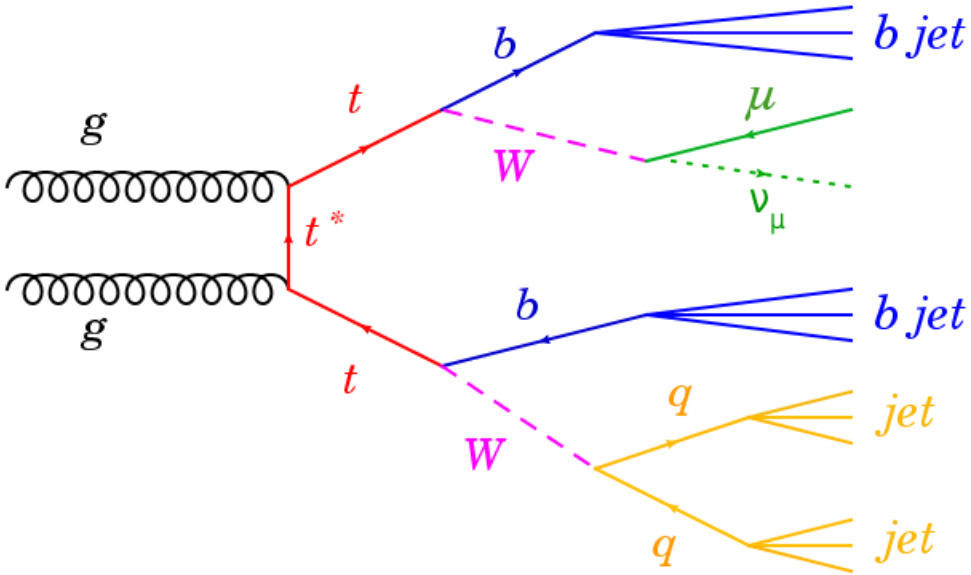
Das CMS Experiment

- Das CMS Experiment am Large Hadron Collider (LHC) ist eines der beiden Mehrzweck-Experimente
- In Proton-Proton Kollisionen bei 10 und 14TeV Schwerpunktsenergie wird nach neuer Physik gesucht
- Erste Daten werden zur Kallibration des Detektors und zur Wiederentdeckung bekannter Prozesse benutzt

Universität Hamburg

Top-Quark

Top-Signal



Bei voller Luminosität 10^5 Mal so viele Ereignisse wie am Tevatron

=>Wiederentdeckung des Top-Quark sehr früh möglich

Der semileptonische Zerfallskanal mit einem Muon im Endzustand bietet einen Mittelweg aus hoher Statistik und leicht zu erkennender Signatur

Selektion:

- Vier Jets mit $E_T > 20$ GeV und $|\eta| < 2.4$
- Ein Muon mit $p_T > 20$ GeV mit $|\eta| < 2.1$

Wichtige Untergründe:
- QCD Multijet Ereignisse
- W + n Jets
- andere Top-Antitop Ereignisse

Universität Hamburg

Matrix Methode

$$N_{loose} = N_{QCD} + N_{sig}$$

Anzahl der Ereignisse vor einem Schnitt

$$N_{tight} = \epsilon_{QCD} \cdot N_{QCD} + \epsilon_{sig} \cdot N_{sig}$$

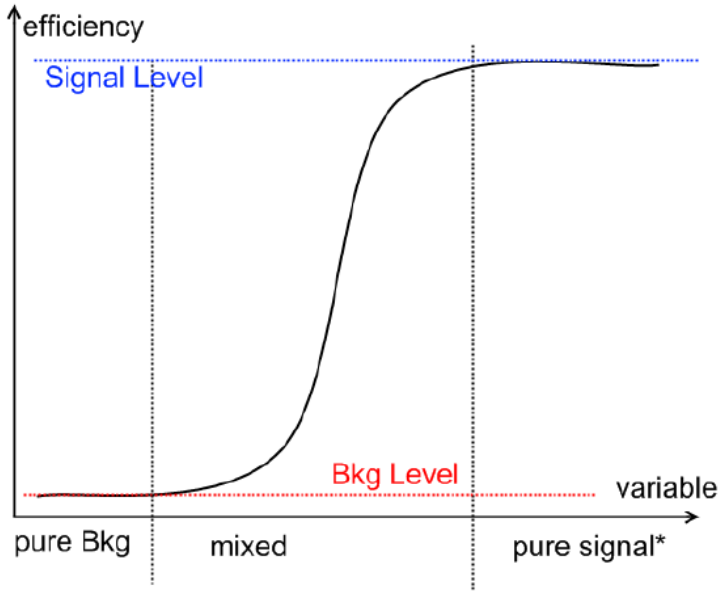
Anzahl der Ereignisse nach einem Schnitt

ε_{SIG} und ε_{QCD} sind die Effizienzen für das Passieren eines Schnitts

Mit der Kenntnis der Effizienzen und Anzahl der Ereignisse vor und nach dem Schnitt,lässt sich die Anzahl der Signal bzw. QCD Ereignisse abschätzen:

$$N_{sig} = \frac{N_{tight} - \epsilon_{QCD} \cdot N_{loose}}{\epsilon_{sig} - \epsilon_{QCD}}$$

$$N_{QCD} = \frac{\epsilon_{sig} \cdot N_{loose} - N_{tight}}{\epsilon_{sig} - \epsilon_{QCD}}$$



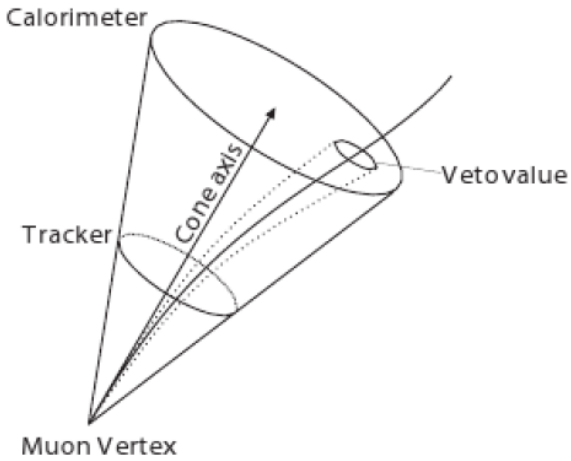
Schnittvariable: Muon Isolation

Die Muon Isolation beschreibt die Aktivität in verschiedenen Detektorkomponenten in einem Kegel von 0.3 in ΔR um das Muon herum

Spur Isolation: Summe aller transversalen Impulse von Spuren in dem Kegel muss kleiner als **3 GeV** sein.

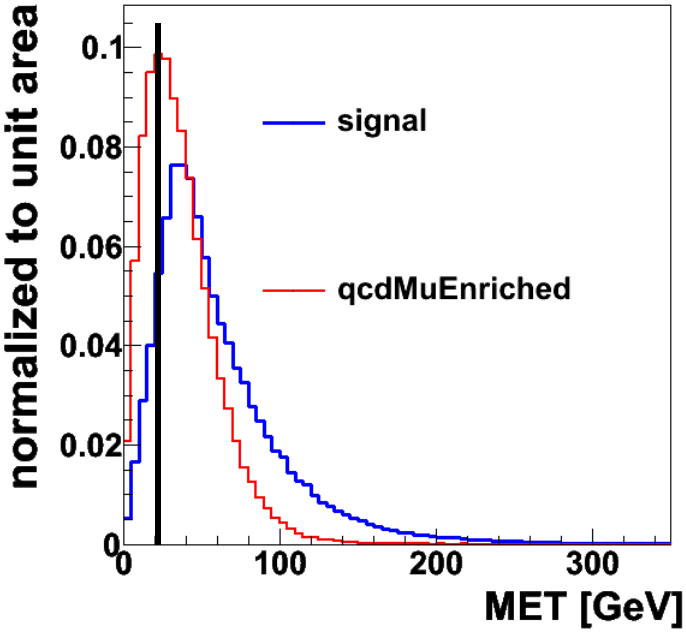
Kalorimeter Isolation: Summe aller transversalen Energien von Einschlägen im Kalorimeter in dem Kegel muss kleiner als **5 GeV** sein.

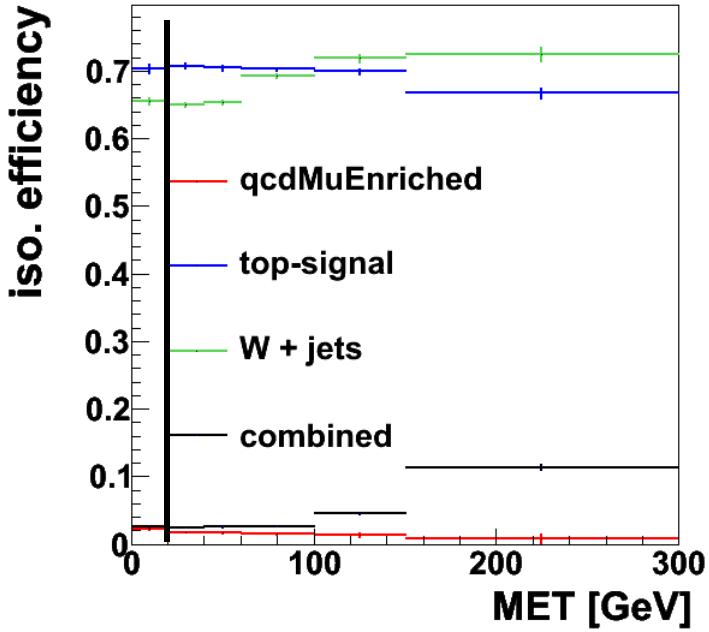
Abstand zum nächsten Jet: der zum Muon nächstgelegene Jet muss mindestens einen Abstand von **0.5 in ΔR** besitzen.



Da sowohl Top-Antitop Ereignisse als auch Ereignisse mit reelen W-Bosonen isolierte Muonen enthalten, werden beide als Signal angesehen.

Fehlende Transversalenergie als Kontrolvariable





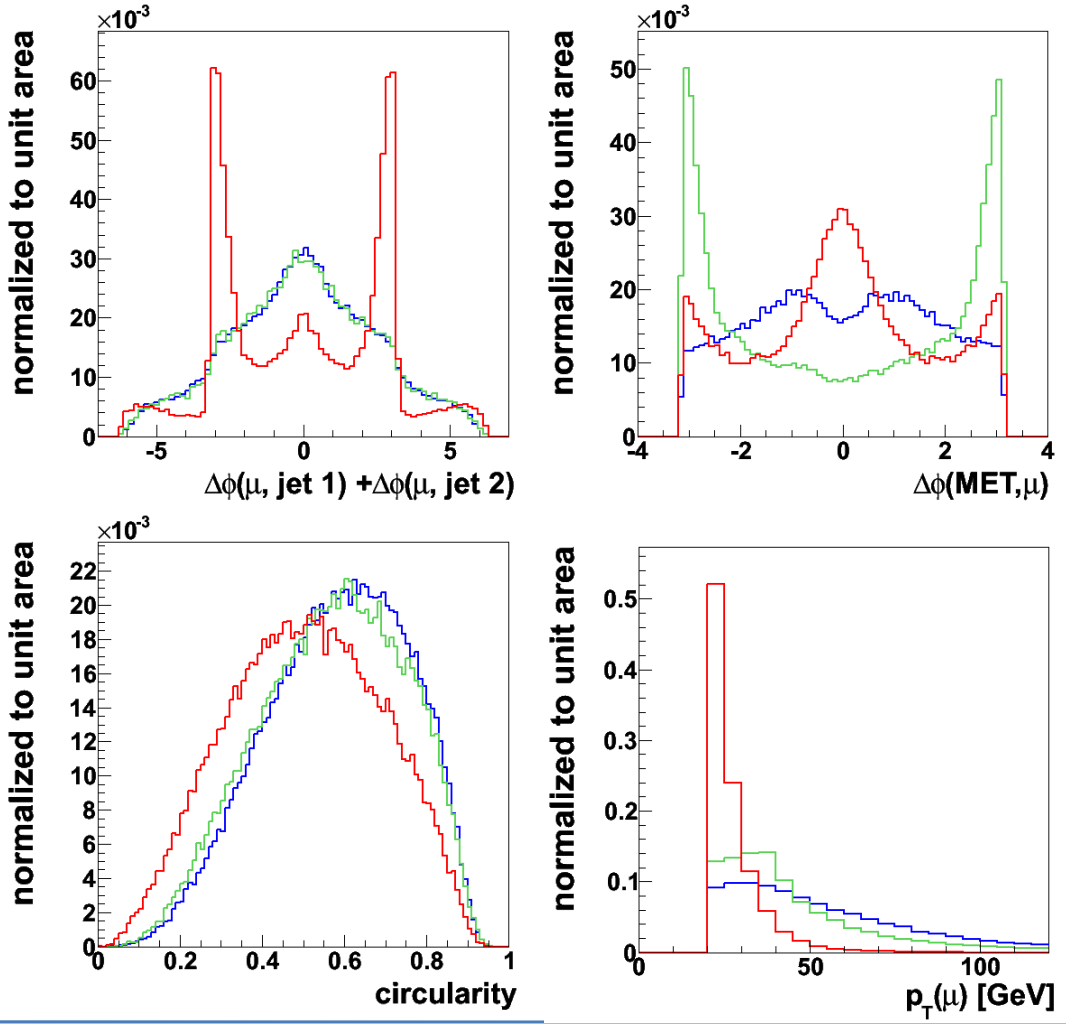
Abschätzung vor Isolationsschnitt:
- QCD: 469860 ± 394, wahre Anzahl: 465171
- Signal: 646 ± 394, wahre Anzahl: 5336

Abschätzung nach Isolationsschnitt:
- QCD: 11734± 245, wahre Anzahl: 8598
- Signal: 432 ± 268, wahre Anzahl: 3568

Starke Abweichungen zwischen Vorhersage und wahrer Anzahl an Ereignissen

Universität Hamburg

Neue Kontrolvariablen



QCDMuEnriched

W+ n Jets

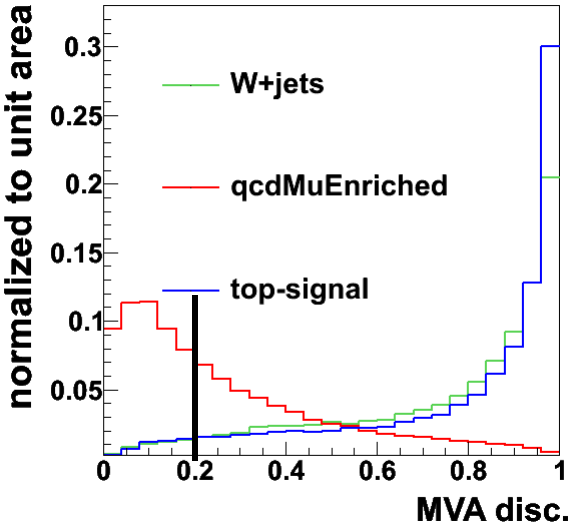
Top-Signal

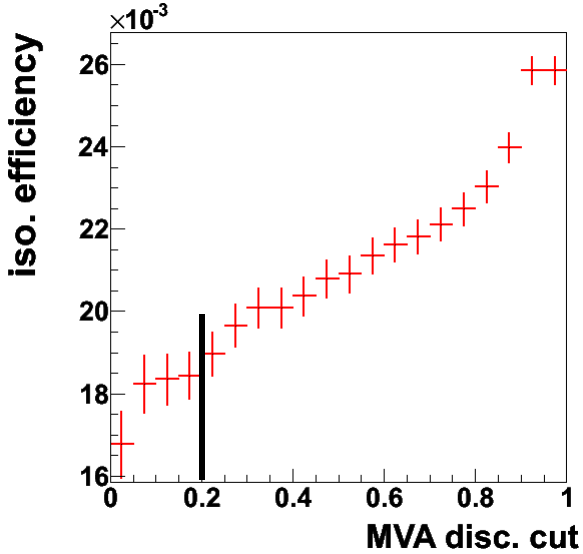
Voraussetzungen für neue Variable:

- möglichst unabhängig von Detektorkalibration
- unkorreliert mit Muon Isolation
- stabile Isolationseffizienz über den ganzen Bereich der Variable
- Unterscheidung zwischen Signal und QCD

Universität Hamburg

Multivariater Ansatz





Kontrolregion mit MVA Diskriminator < 0.2 gewählt: enthält 50% der gesamten QCD Ereignisse und besitzt eine Signalkontamination von lediglich 5%.

Abschätzung vor Isolationsschnitt:
- QCD: 465138 ± 436, wahre Anzahl: 465171
- Signal: 5369 ± 436 , wahre Anzahl: 5336

Abschätzung nach Isolationsschnitt:
- QCD : 8575 ± 270, wahre Anzahl: 8598
- Signal: 3591 ± 292, wahre Anzahl: 3568

Universität Hamburg

Zusammenfassung

- Im Gegensatz zur fehlenden Transversalenergie als Kontrolvariable erlauben MVA Techniken die Auswahl einer QCD reinen Kontrolregion

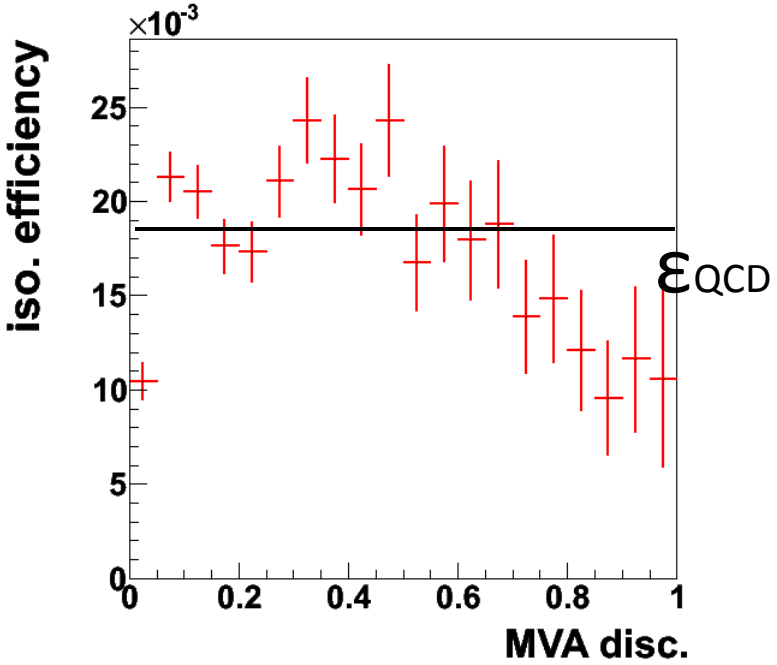
- Die Matrix Methode funktioniert bereits mit wenigen einfachen Variablen als Grundlage für die MVA Variable

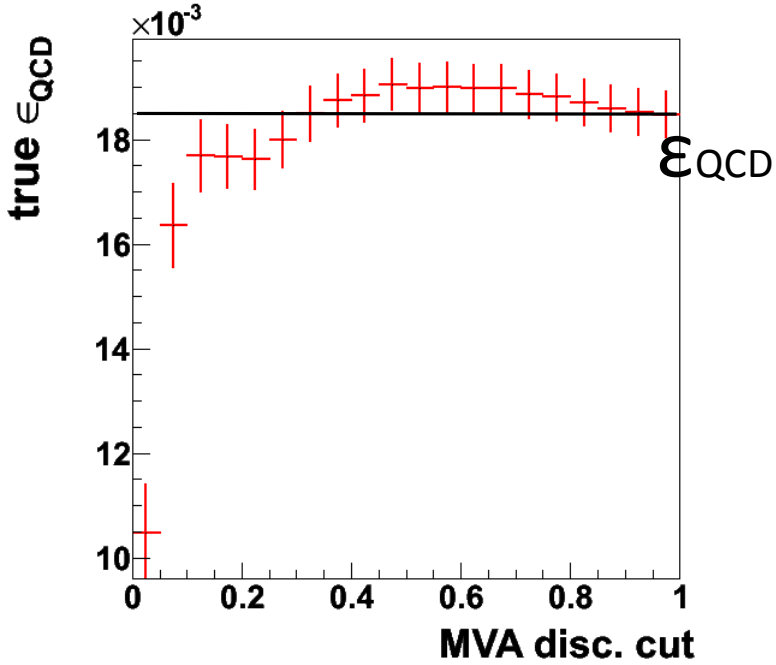
Universität Hamburg

Backup Seiten

Universität Hamburg

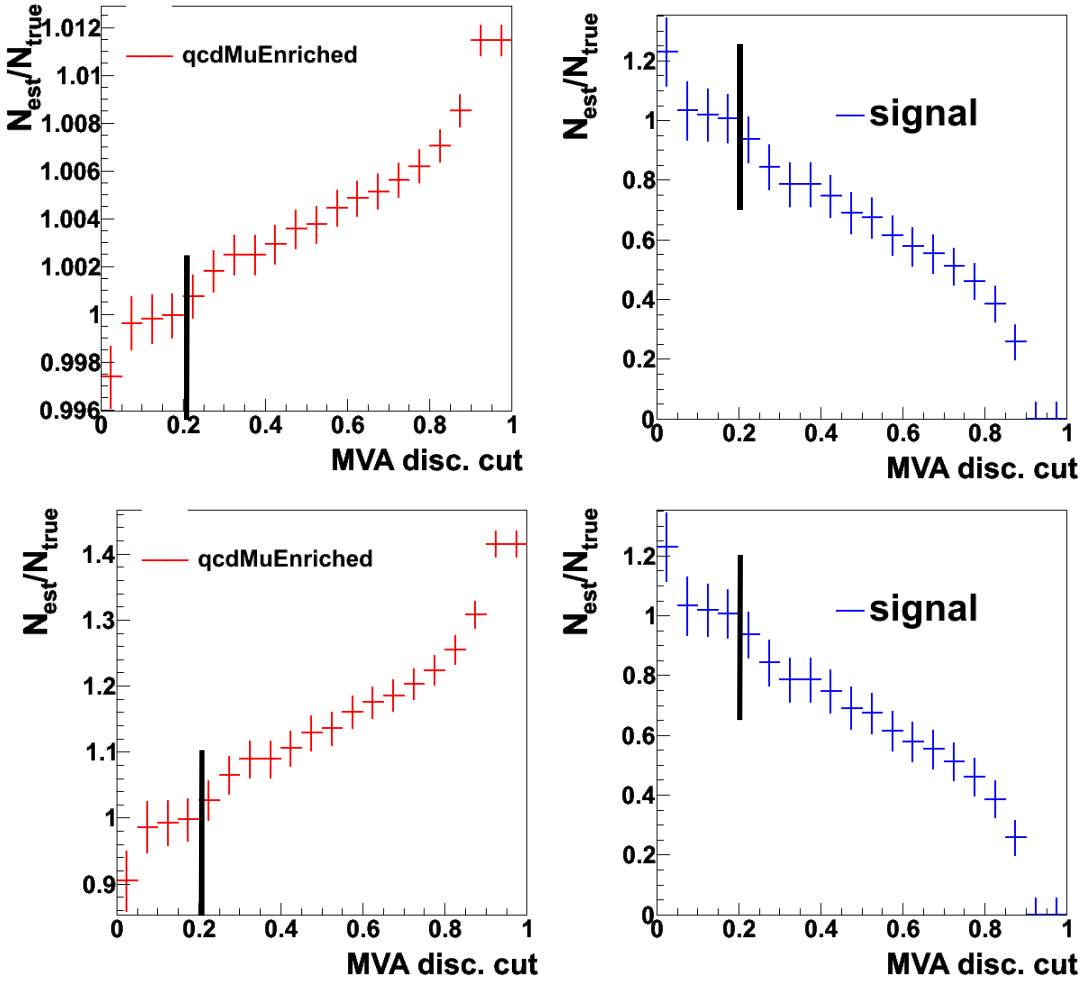
Backup Seiten

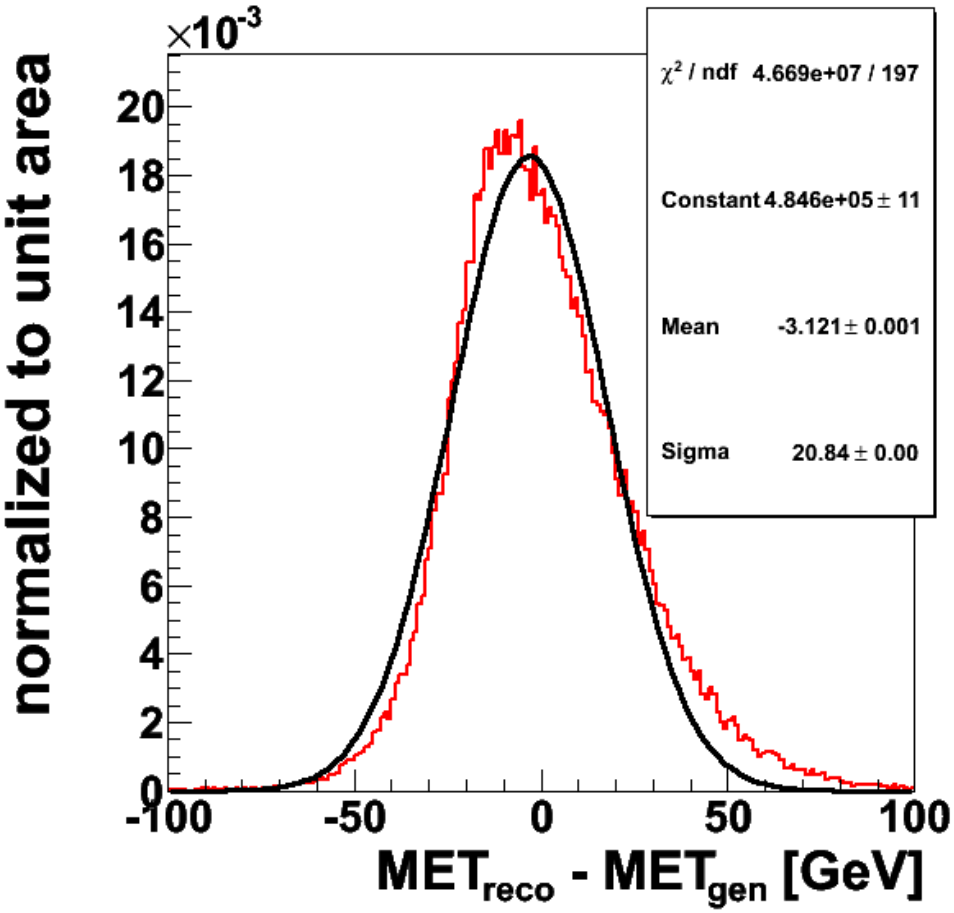




Universität Hamburg

Güte der Vorhersagen



Universität Hamburg

Backup Seiten