



Korrektur von hochenergetischen Jets und fehlender transversaler Energie bei CMS

Christian Autermann, Ulla Gebbert, Sebastian Naumann-Emme,
Christian Sander, Peter Schleper, Torben Schum, Matthias Schröder,
Hartmut Stadie, Jan Thomsen, Roger Wolf

Universität Hamburg



DPG Frühjahrstagung München

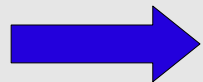
10.03.2009

GEFÖRDERT VOM



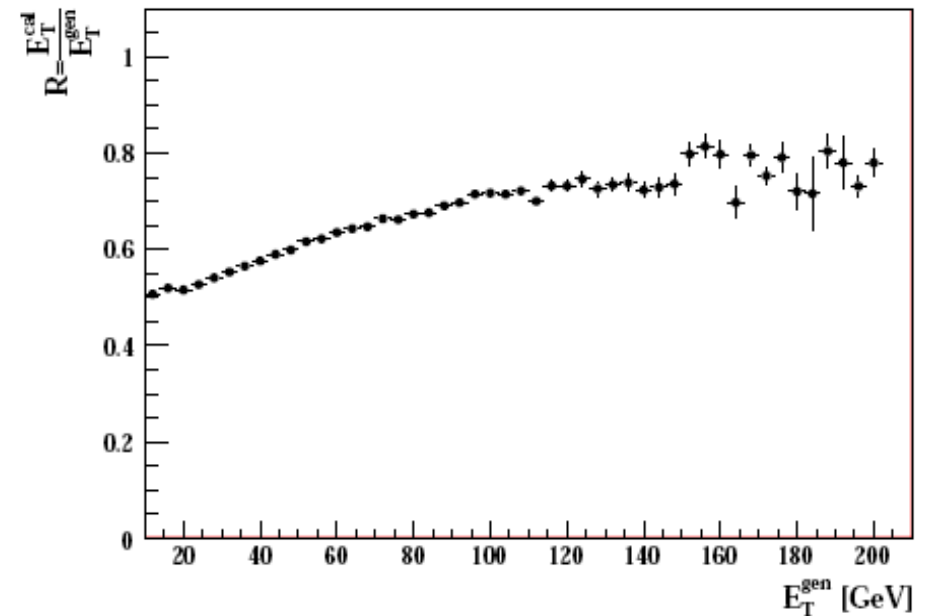
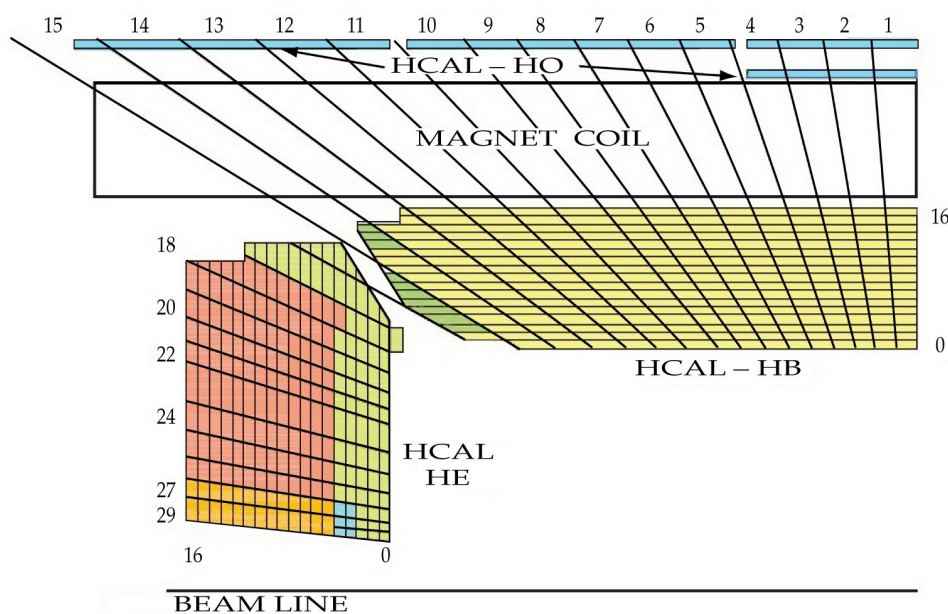
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

- Wichtige Aufgabe des Large Hadron Collider (LHC) und des CMS-Experiments:
Suche nach supersymmetrischen Signaturen
- Enzustände mit mehreren hochenergetischen Jets und fehlender transversaler Energie ($E_{\cancel{T}}$) vielversprechend für mögliche frühe Entdeckung

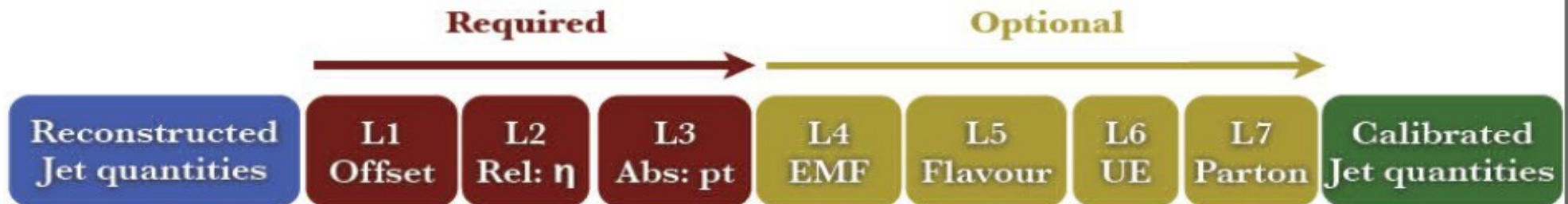


Kalibration dieser Objekte ist fundamental!

- 1) **Motivation und Überblick**
- 2) CMS Kalorimeter und Jetkalibration
- 3) Probleme bei hochenergetischen Jets und fehlender transversaler Energie
- 4) Kalibration mit der H-Matrix-Methode
- 5) Zusammenfassung und Ausblick



- Ansprechverhalten des Kalorimeters abhängig von der Jet-Energie, Winkel, Quark-Zusammensetzung, etc.
- CMS-Kollaboration verwendet für die Jet-Kalibration einen faktorisierten Ansatz



- Alternativer Ansatz: simultane Bestimmung aller Korrekturen unter Einbeziehung einzelner Kalorimeterzellen
- Vorteile:
 - Korrelationen zwischen einzelnen Effekten werden berücksichtigt
 - verbesserte Energieauflösung durch Nutzung der Kalorimeterzellen
- Minimierung globaler χ^2 -Funktion liefert Korrekturfaktoren
→ Ereignisse verschiedener Datensätze (γ -Jet, DiJet, tt) werden kombiniert
- Verwendetes Programm: Volker Blobel's LV-MINI (L-BFGS Algorithmus)
<http://www.desy.de/~blobel/largesc.html>



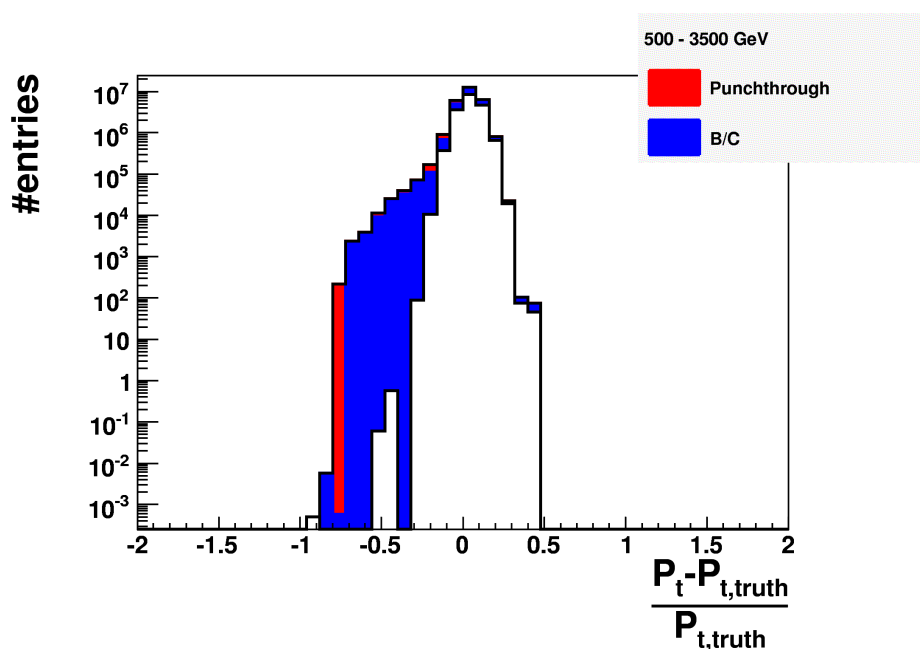
für weitere Details:

- Vorträge von Matthias Schröder und Jan Thomsen,
Sitzung QCD 3 (Donnerstag)

- MC: ca. 700.000 QCD-Zweijet-Ereignisse aus $\hat{P}_t$ -Bins ab 170 GeV
- Gewichtet auf $\sim 100 \text{ pb}^{-1}$
- Korrekturen für relative, absolute Jetenergieskala sowie Quarkzusammensetzung
- Nur Jets mit $E_t > 500 \text{ GeV}$ und $|\eta| < 1,2$ auf Hadronlevel



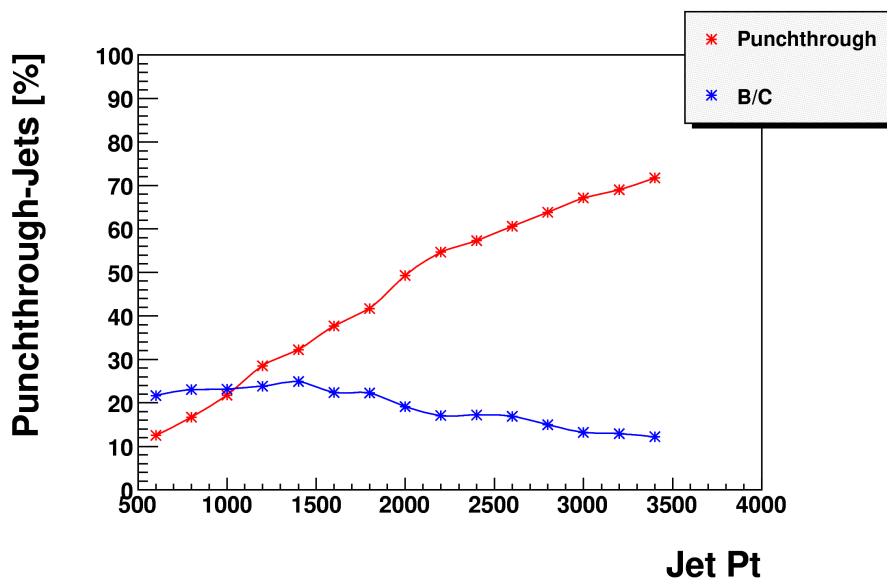
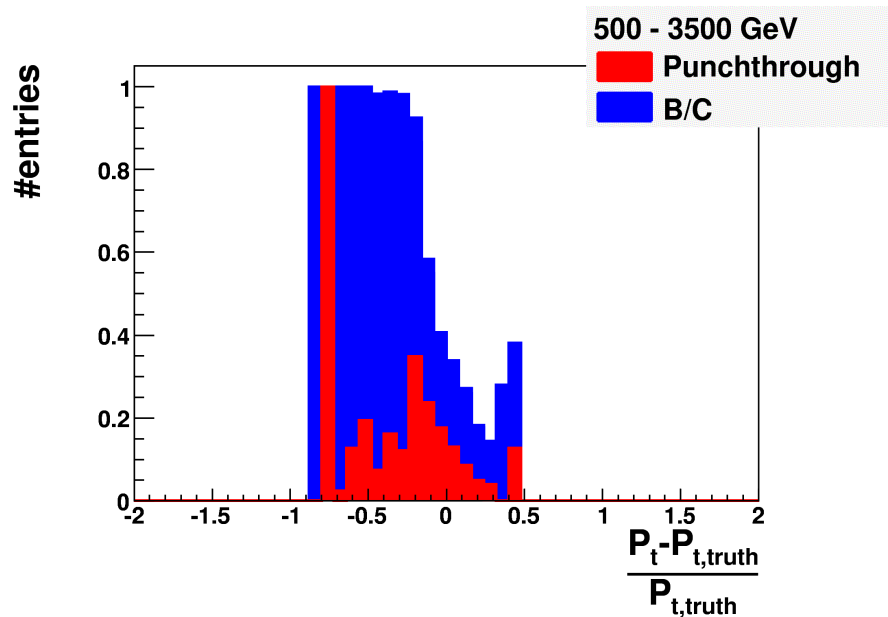
Nicht gaußische Ausläufer durch Jets die einen Teil ihrer Energie außerhalb des Kalorimeters deponieren



1) '**B/C-Jets**': hoher Bestandteil an schweren Quarks, dadurch viele Myonen und Neutrinos

2) '**Punchthrough**': hochenergetische Hadronen, Teil der Energie außerhalb des Kalorimeters deponiert

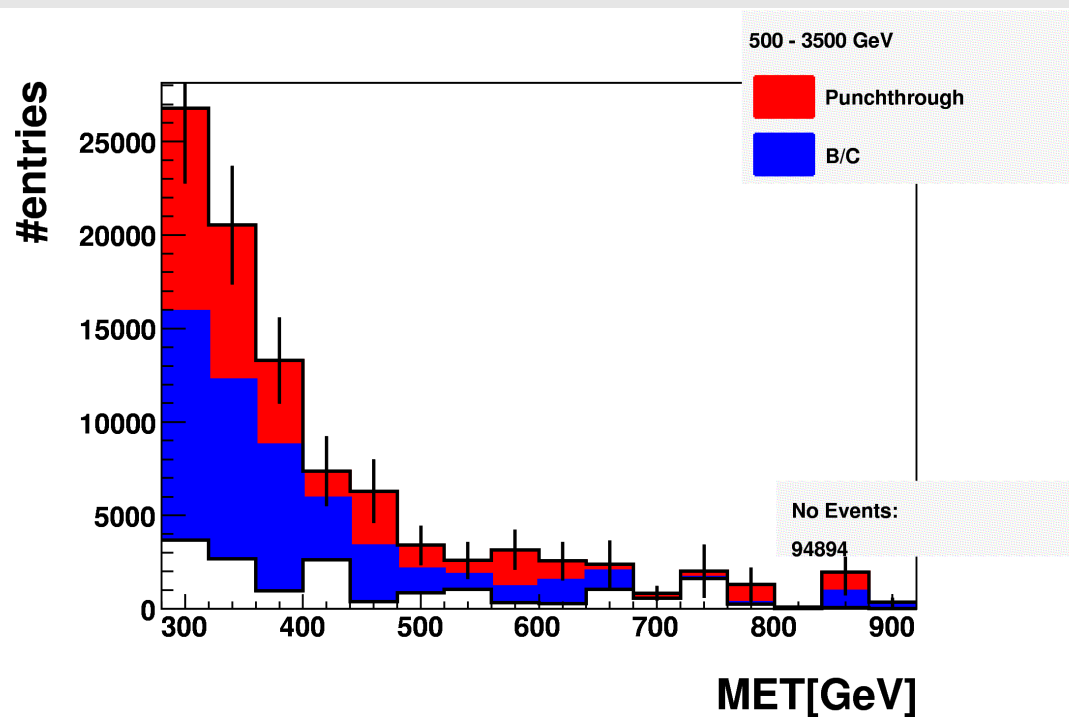
- Definition '**Punchthrough**': (Selektion auf Generator-Niveau)
 - Anteil der im äußeren had. Kalorimeter (HO) deponierten Jetenergie hoch
 - Spuren im Myon-System obwohl kein Myon erzeugt wurde
 - kein 'B/C-Jet'
- Anteil an 'Punchthrough'-Jets steigt mit der Jetenergie



- Suche nach SUSY in Ereignissen mit z.B. $E_t > 300$ GeV
- Große Auswirkungen auf Ausläufer der E_t -Verteilung
- Gezielte Selektion und Kalibration dieser Jets



Verbesserung der E_t -Auflösung?



- Idee: Korrelationen zwischen verschiedenen Observablen ($\mathbf{X}_{i=1 \dots M}$) und einer unbestimmten Variable ($\mathbf{X}_0$) werden verwendet um diese zu bestimmen
- Kovarianzmatrix mit allen Korrelationen (MC für $\mathbf{X}_0$):

$$H_{i,j=0 \dots M} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (X_i^{(n)} - \bar{X}_i)(X_j^{(n)} - \bar{X}_j)$$

- Für einzelne Messung n:

$$\chi_{(n)}^2 = \sum_{i,j=1}^M (X_i^{(n)} - \bar{X}_i) H_{ij} (X_j^{(n)} - \bar{X}_j)$$

- Minimierung des χ^2 durch Variation von $\mathbf{X}_0$ für jede Messung liefert:

$$\Delta X_0^{(n)} = X_0^{(n)} - \bar{X}_0 = C^{(n)} / H_{00} \quad \text{mit} \quad C^{(n)} = - \sum_{k=1}^M H_{0k} \cdot \Delta X_k^{(n)}$$

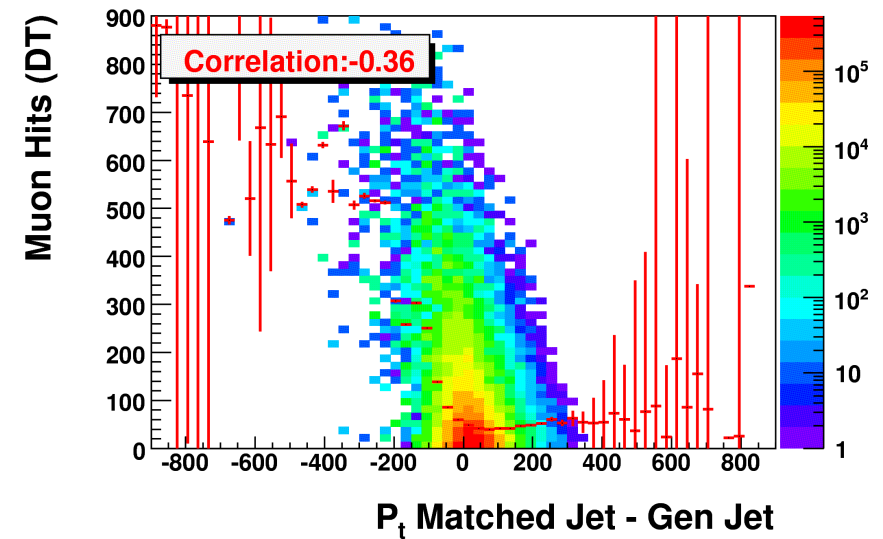
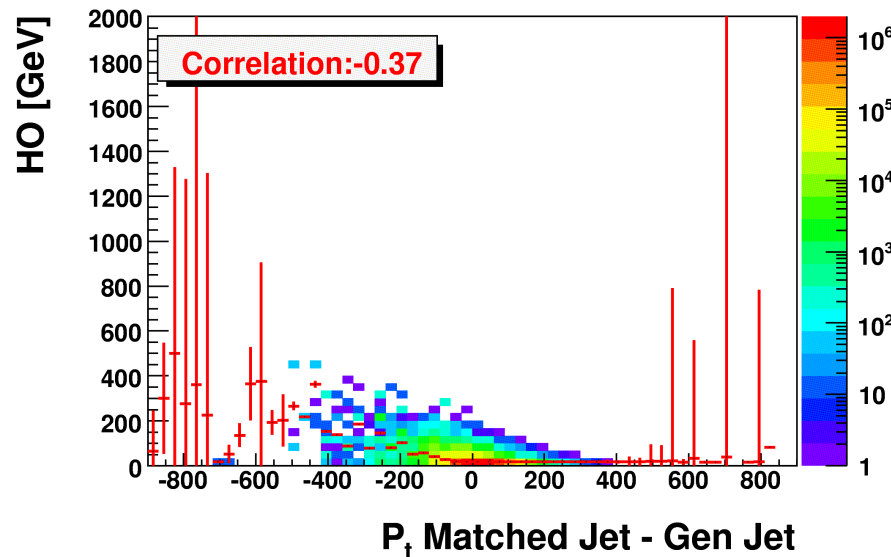
Mögliche Observablen:

- Energie im äußeren had. Kalorimeter (HO)
- Treffer in den einzelnen Teilen der Myonkammern
- Anteil der Energie im elektromagnetischen Kalorimeter und weitere Schauerform-Variablen

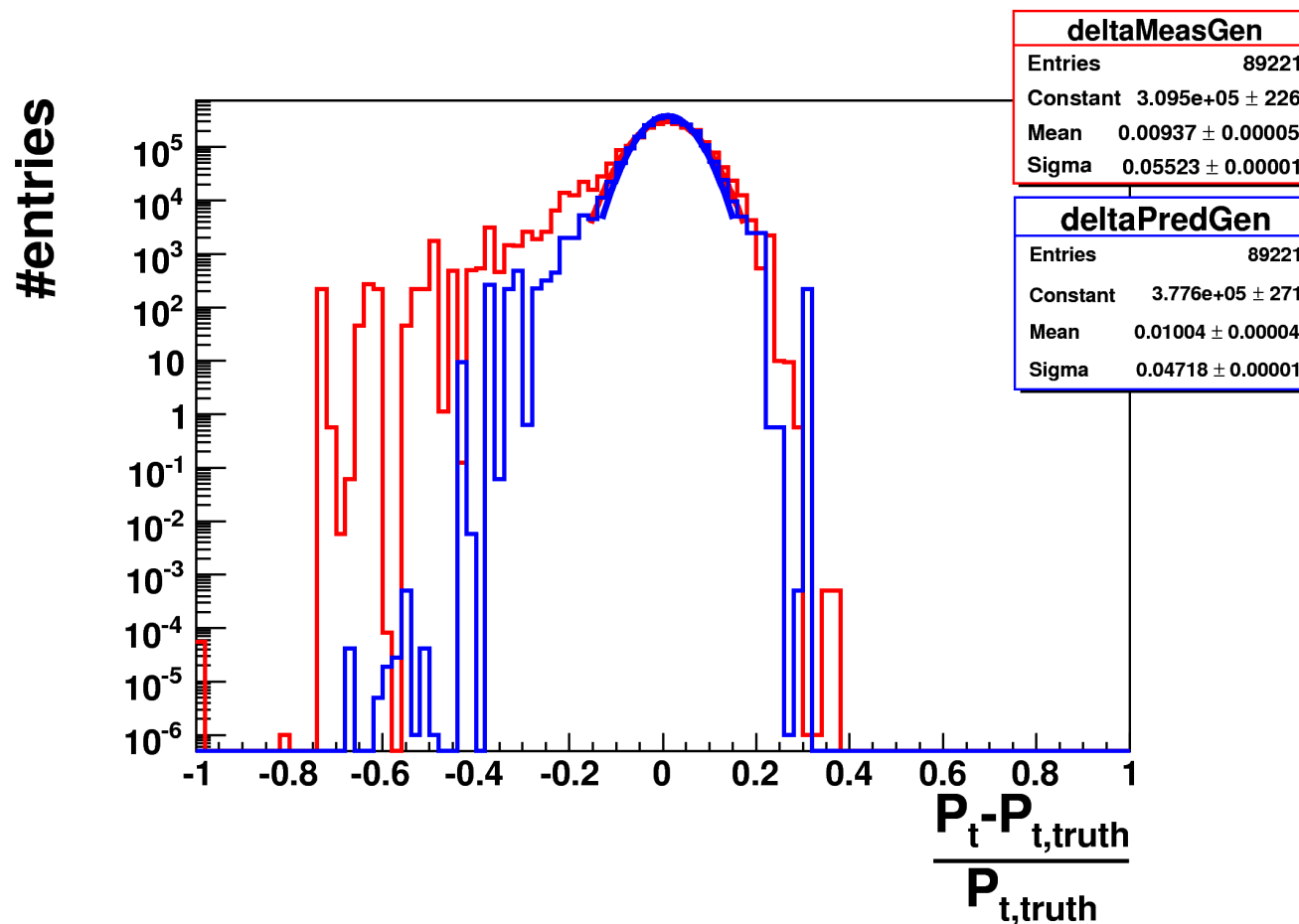


Wähle die Variablen mit größter Korrelation zur gesuchten Variablen

Hier: Differenz zwischen Jetenergie auf Detektor- und Generatorniveau



- Korrektur der 'Punchthrough'-Jets mit Hilfe der H-Matrix-Methode
- Erste vorläufige Ergebnisse



Zusammenfassung

- Gleichzeitiger Kalibrationsansatz mit Einbeziehung der einzelnen Kalorimeterzellen bietet Möglichkeiten zur Verbesserung der Jetenergieauflösung
- Gute Kalibration, auch der hochenergetischen Jets ist fundamental
- Gezielte Kalibration der zu niedrig rekonstruierten, hochenergetischen Jets kann die Auflösung der fehlenden transversalen Energie verbessern
- Erster Ansatz mit H-Matrix-Methode ist vielversprechend

Ausblick

- Selektion der zu korrigierenden Jets auf Datenniveau
- Optimierung der H-Matrix-Methode
- Evtl. Nutzung weiterer multivariater Methoden z.B. neuronales Netz