



Studien zur Kalibration des hadronischen Kalorimeter des CMS-Detektors mit isolierten Pionen



von Clemens Günter, Peter Schleper, Hartmut Stadie
Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg

DPG 08 Frühjahrstagung, Freiburg



BMBF - Förderschwerpunkt

Elementarteilchenphysik

Großgeräte der physikalischen
Grundlagenforschung

GEFÖRDERT VOM

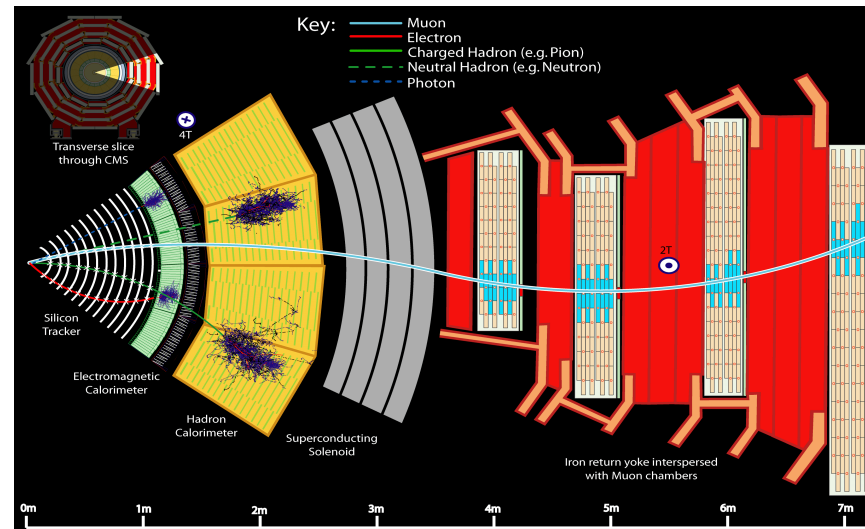
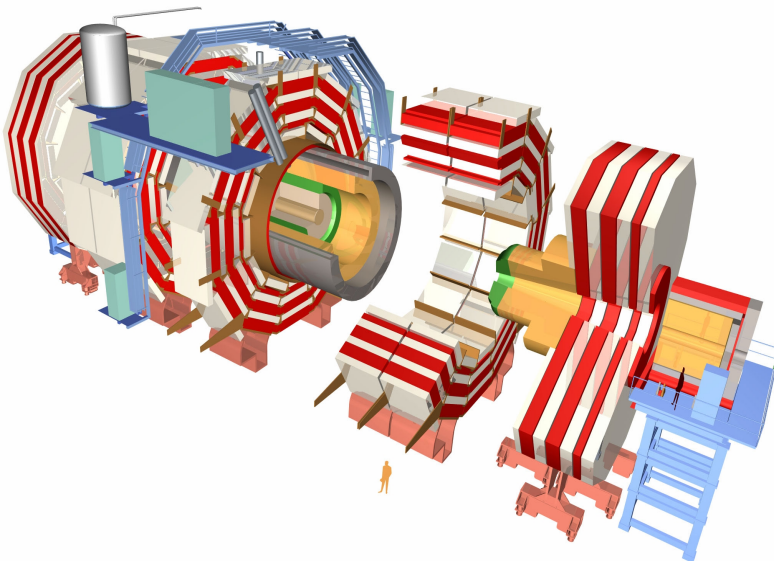


Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

1. Übersicht über den CMS-Detektor
2. Übersicht über die Kalibrationsmethode
3. Studium des Pionendatensatzes
4. Selektion bei „echten“ Daten
(Ratenabschätzung)

CMS Detektor

- von innen nach außen:
- Silizium-Pixeldetektor
 - Silizium Spurdetektor
 - Elektromagnetisches Kalorimeter (Barrel)
 - Hadronisches Kalorimeter (Barrel)
 - Solenoidmagnet (Feldstärke 3,8 T)
 - Hadronisches Kalorimeter (Outer)
 - Myon-Kammern und Rückführjoch für das Magnetfeld



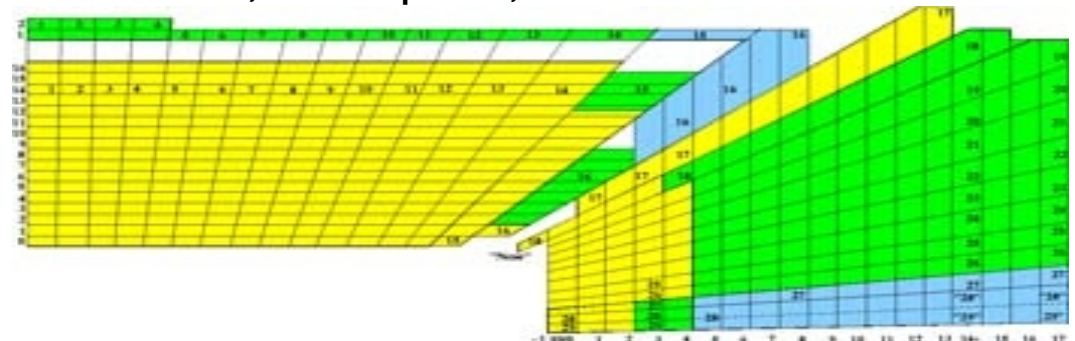
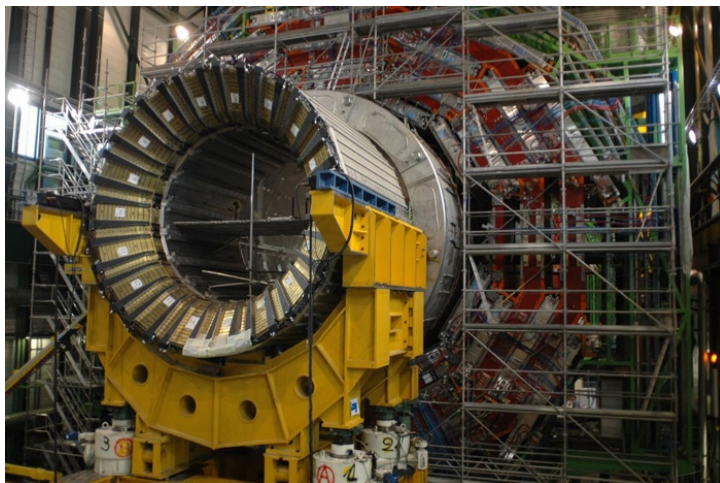
Das Kalorimeter des CMS-Detektors ist in 2 Subsysteme unterteilt, das Elektromagnetische Kalorimeter (ECAL, Dicke: $25,8 X_0$) und das Hadronische Kalorimeter (HCAL, Dicke: mindestens 11λ für Barrel+Outer).

ECAL: - die einzelnen Tower bestehen aus Blei-Wolframat-Kristallen ($PbWO_4$)

- in 2 Bereiche unterteilt: - *Barrel* $-1,479 < \eta < 1,479$
- *Endcap* $1,479 < |\eta| < 3,0$

HCAL: - die Tower bestehen aus sich abwechselnden Lagen aus Szintillator und Messing

- in 4 Bereiche unterteilt: - *Barrel* $-1,4 < \eta < 1,4$
- *Endcap* $1,3 < |\eta| < 3,0$
- *Forward* $3,0 < |\eta| < 5,0$
- *Outer* $-1,26 < \eta < 1,26$



Möglichkeiten zur Kalibrierung des HCAL

- mit **Di-Jet** Ereignissen :
Jets werden gegeneinander balanciert
- mit **Photon+Jet** Ereignissen :
Jet wird gegen das im ECAL gemessene Photon balanciert
- mit **isolierten Pionen** :
die getroffenen Tower werden gegen die Spur balanciert

Vorteile von isolierten Pionen

- Cluster sind kleiner
- keine *Out of Cone*-Korrekturen (Jet-Algorithmen)
- balancieren gegen Spurimpuls (gute Referenzgröße)

Grobes Schema zur Kalibrierung mit isolierten Pionen

- Energie des isolierten Pions wird im Tracker bestimmt (Anhand der Spurkrümmung)
- Aufschlagspunkt des Pions auf HCAL wird berechnet
- Energiedeposition im getroffenen Tower sowie der umliegenden wird aufsummiert (3x3)
- Aus dem Verhältnis von Kalorimeterenergie / Spurenergie lassen sich die Korrekturfaktoren für die Kalorimetertower berechnen

Simulierte Pionen:

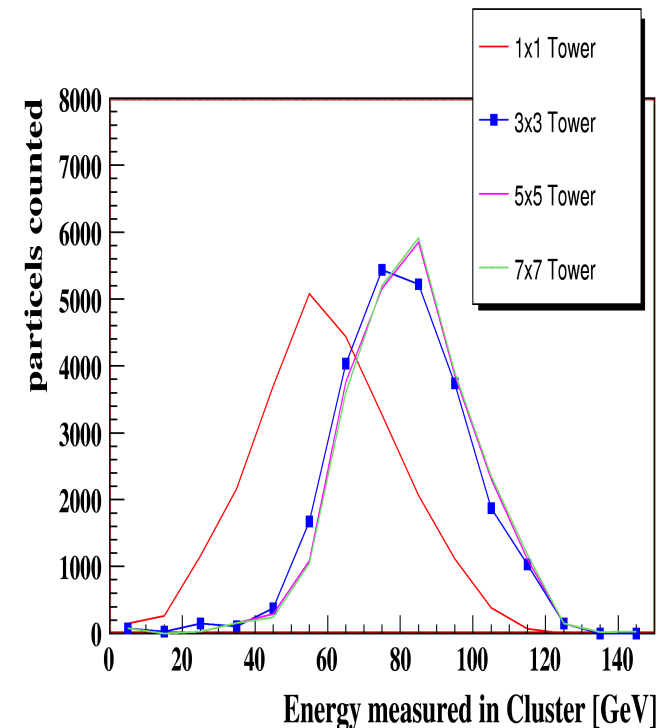
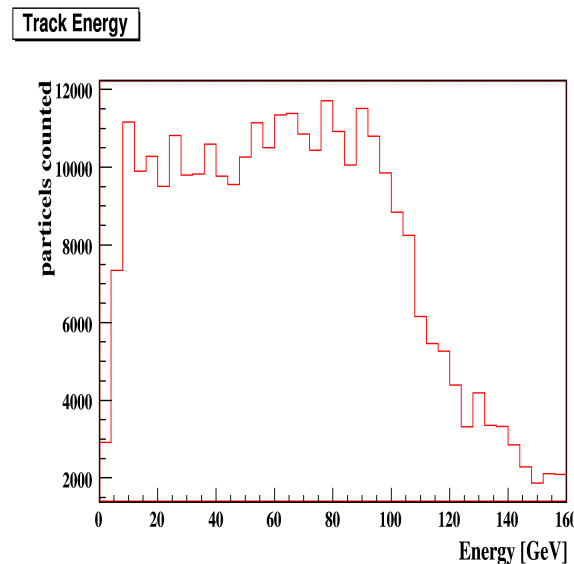
-produziert flach in P_T :

$$5 \text{ GeV} < P_T < 100 \text{ GeV}$$

$$-1.392 < \eta < 1.392$$

450 000 Events

CMS-Detektorsimulation



Die Response-Funktion ist das Verhältnis von gemessener Energie zu der tatsächlichen:

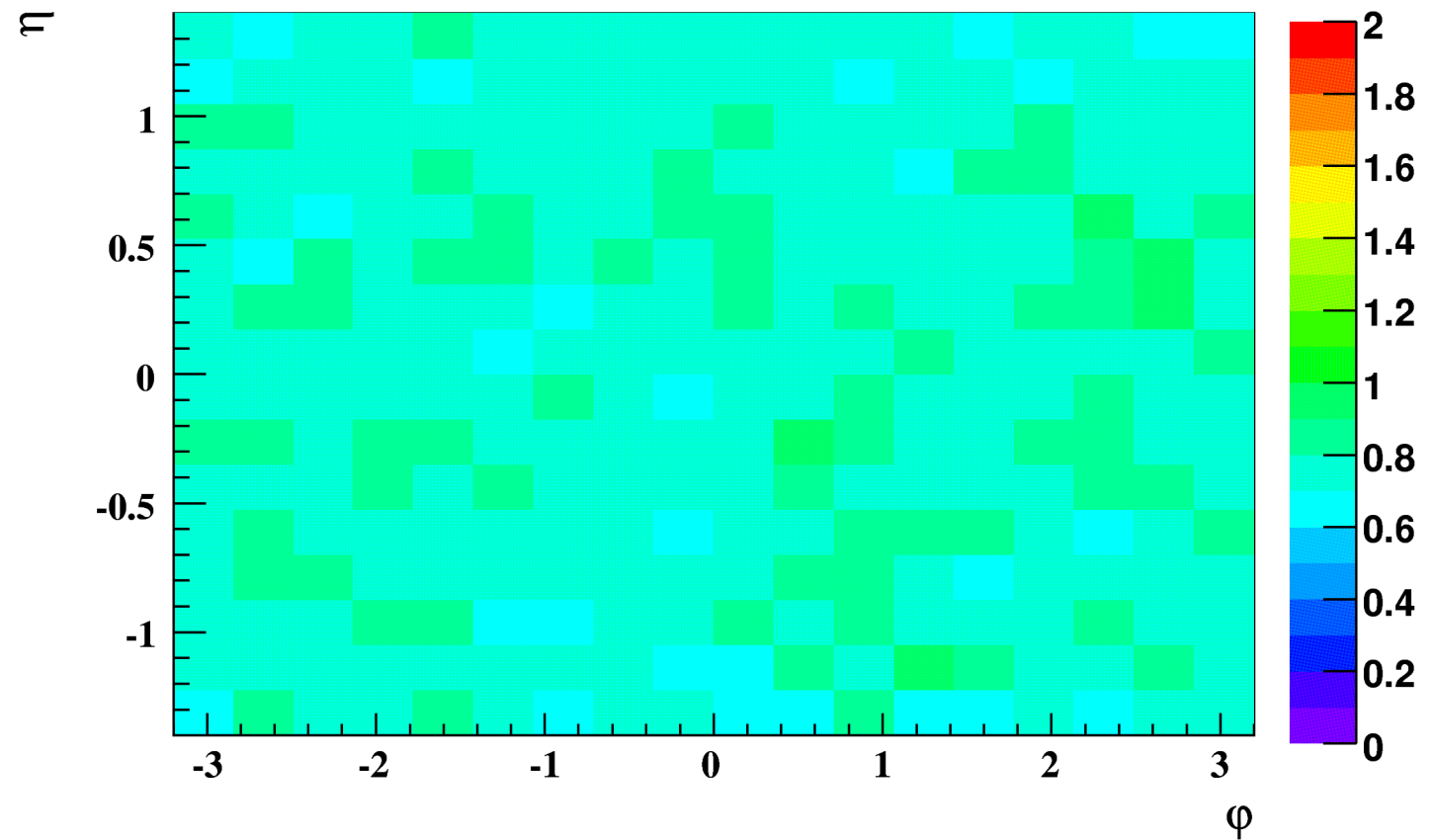
$$R = \frac{E}{P}$$

Die Response-Funktion des Kalorimeters und seiner Einzelteile hängt von den folgenden Faktoren ab:

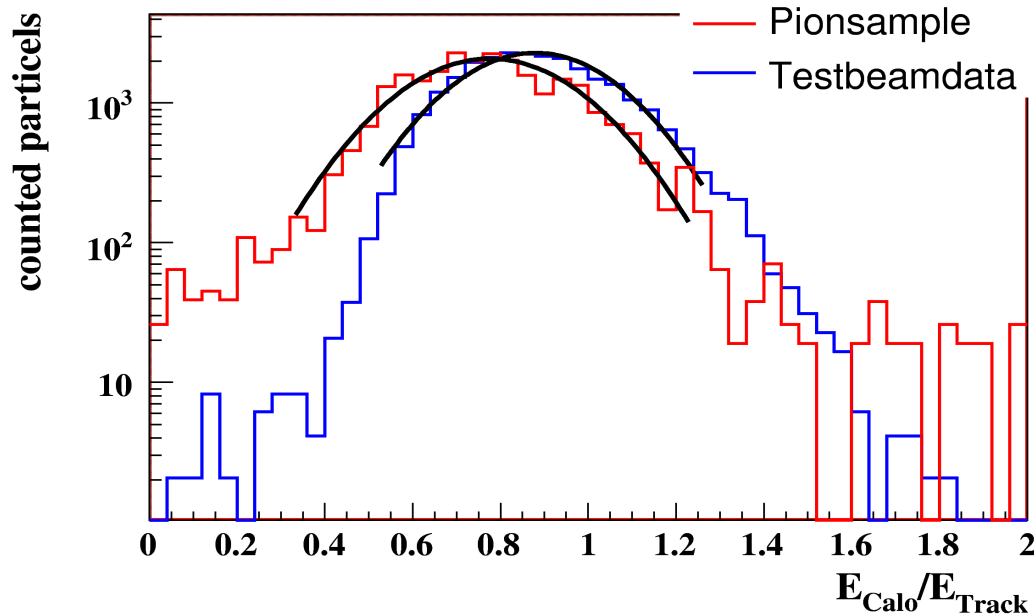
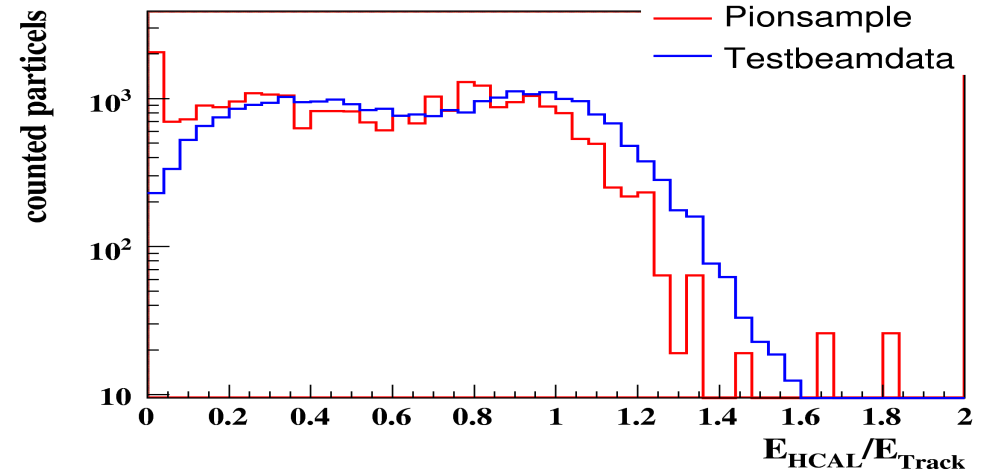
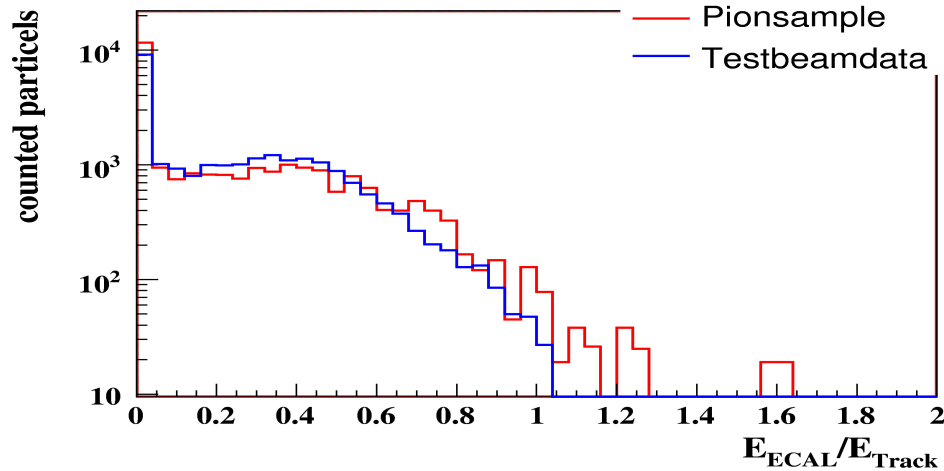
- Energie des einfallenden Teilchens (Spurimpuls)
- Aufschlagpunkt des Teilchens auf Kalorimeter(η , φ)
- Anfangspunkt des Schauers (ECAL oder HCAL)
- Em-Fraction: (Verhältnis von Calo-Energie zu ECAL-Energie)

Eta-Phi-Map

keine signifikanten
Unregelmäßigkeiten
für die Gesamt-
Response im
Barrelbereich



Spurenergie: 45-55 GeV



Spurenergie: MC-Pionen: 45-55 GeV

Teststrahlraten 50 GeV

Werte des Fits:

MC-Pionen:

Mean : 0,775

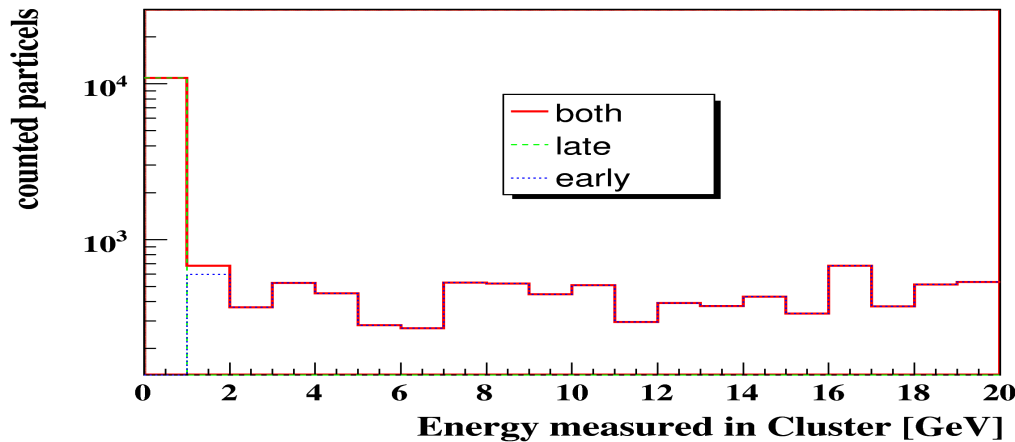
σ : 0,195

Teststrahlraten:

Mean : 0,879

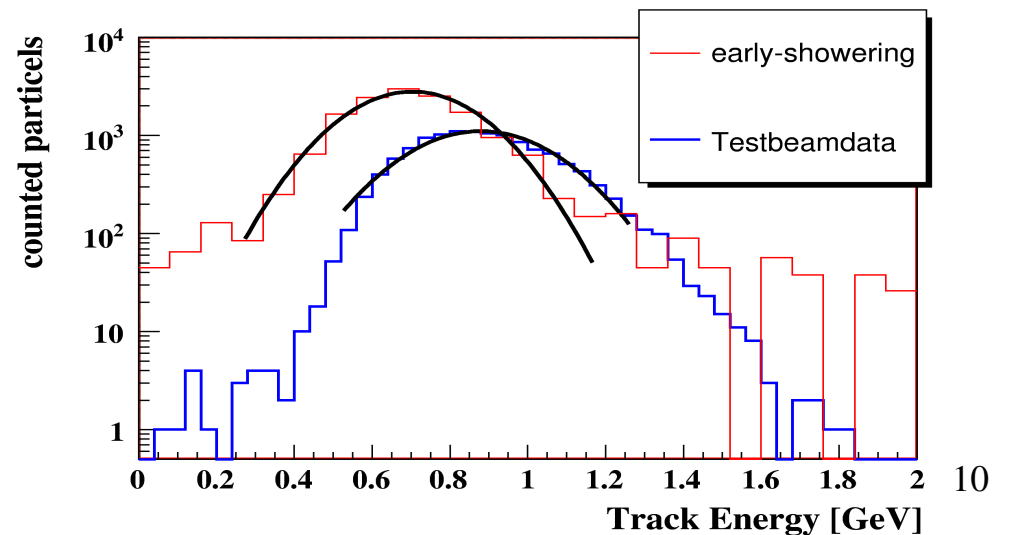
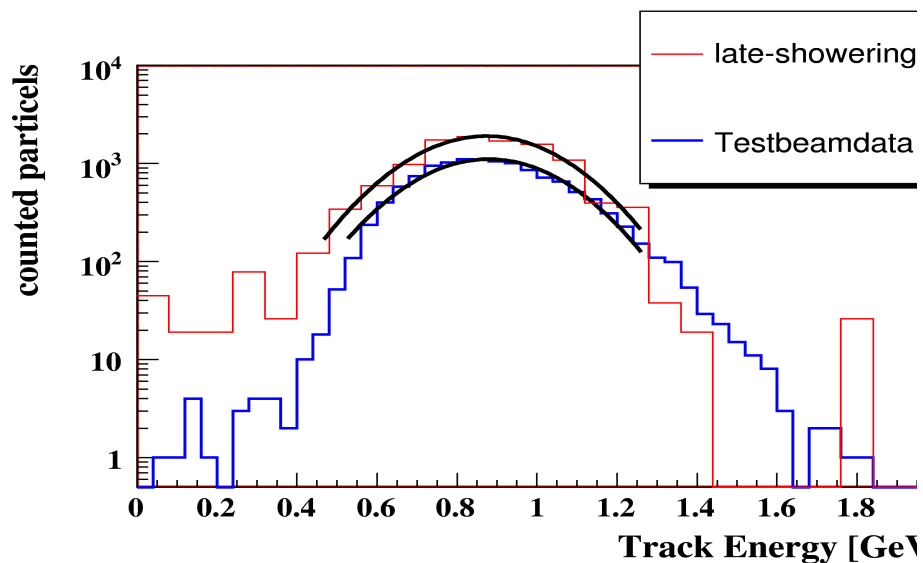
σ : 0,182

Response-Funktion für *early-* und *late-showering*

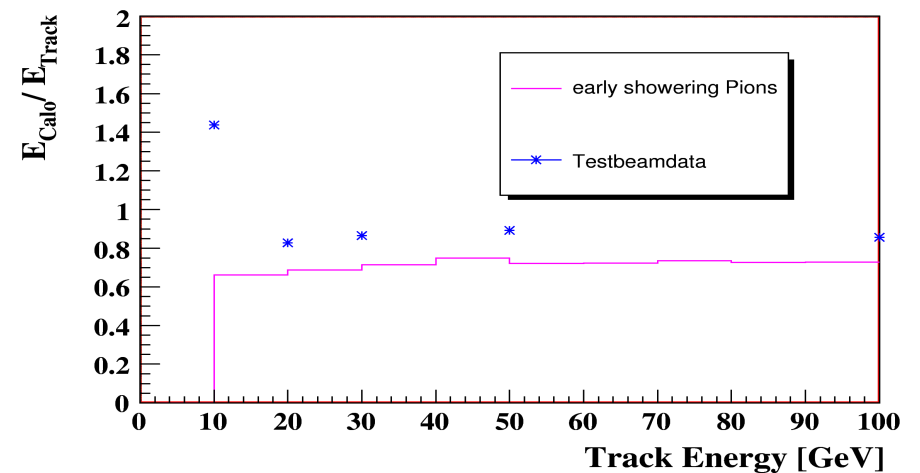
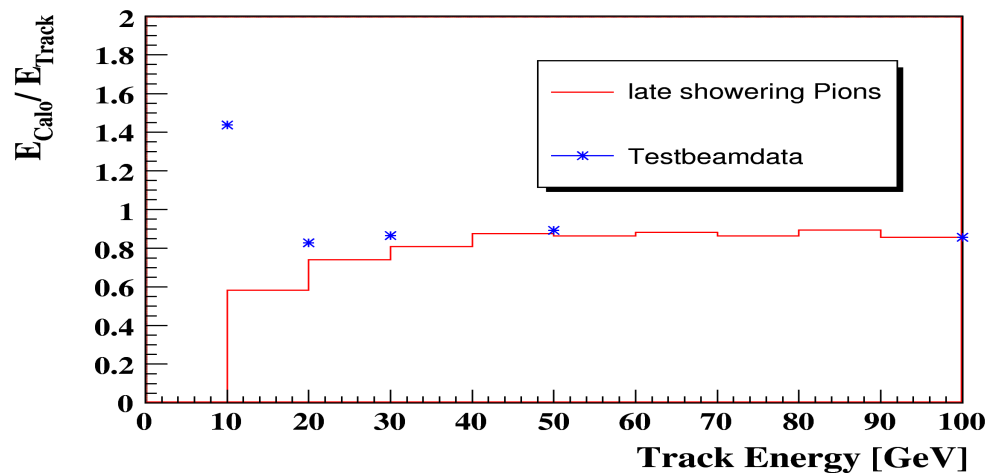
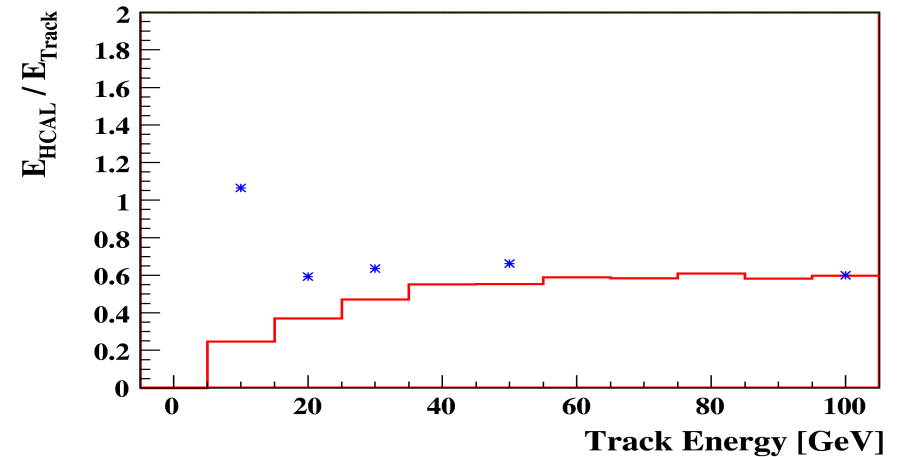
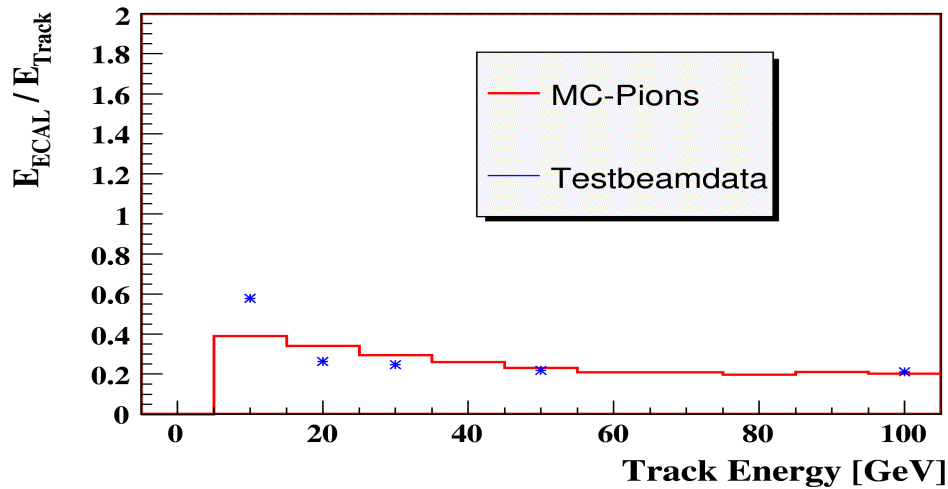


Als *late-showering* werden solche Pionen bezeichnet, die weniger als 1,2 GeV im ECAL deponieren

Die Response für die *late-showering* stimmt mit den Teststrahl Daten überein, die Response für die *early-showering* ist zu niedrig



Mittelwerte der Response in Abhängigkeit der Spurenergie



Bei Energien größer 40 GeV wird die Response für beide Pionenarten linear!

Finden wir isolierte Pionen in “echten” Ereignissen?

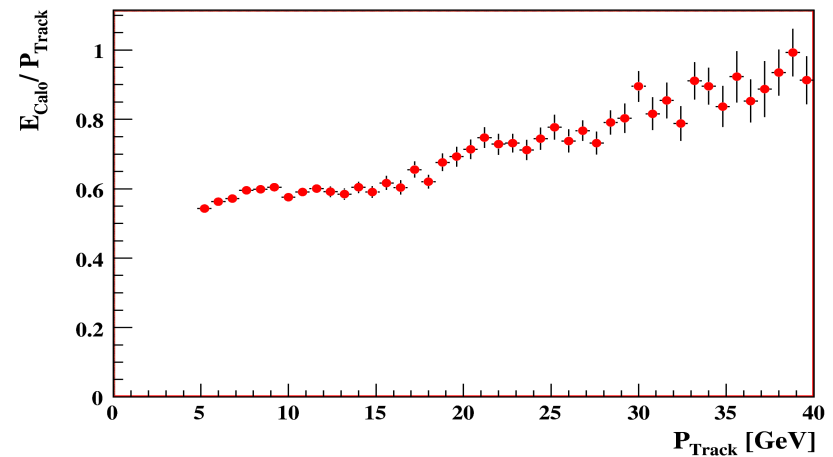
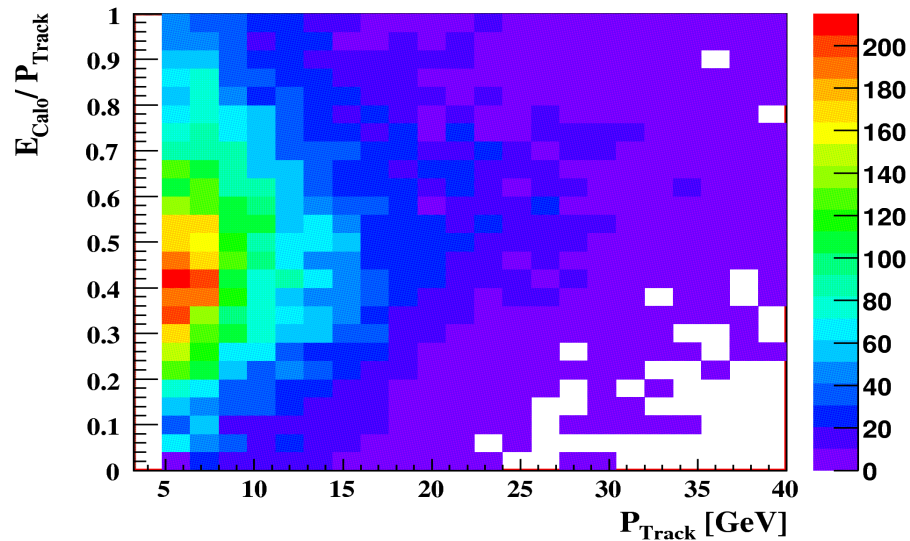
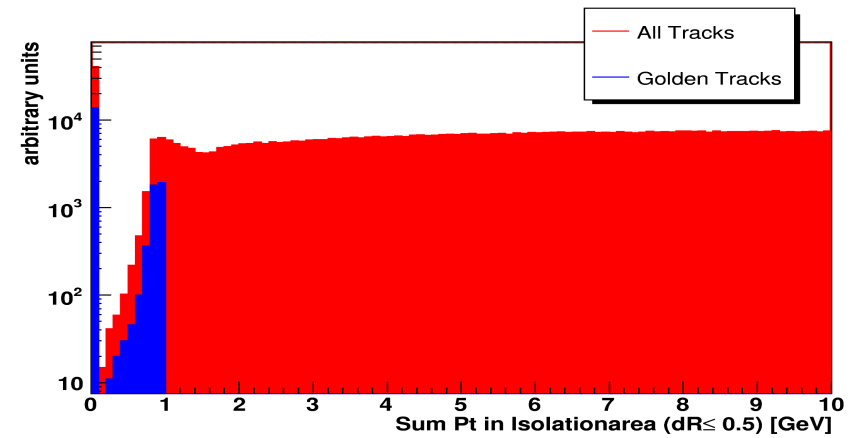
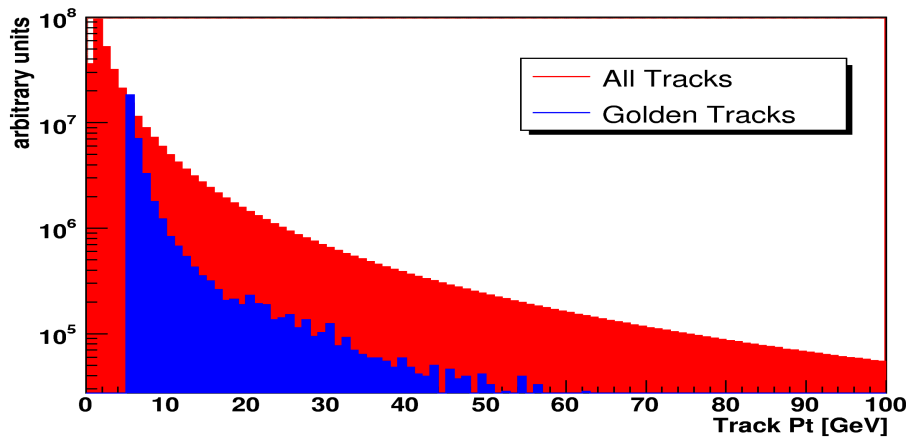
Dazu wurde das MC-QCD-Sample untersucht:

Als isolierte Pionen werden bis jetzt folgende Teilchen bezeichnet:

- $P_T > 5 \text{ GeV}$
- $N_{Hits} > 9$
- $\sum_{dR0.5} \textcolor{red}{i} P_T < 1,0 \text{ GeV}$ (Spurisololation)
- $\frac{ECAL5x5Cluster}{ECAL3x3Cluster} < 1.05$ (ECAL-Isolation)

bei der obigen Kriterien überleben ca 18000 von 344 Mio Spuren !

Finden wir isolierte Pionen in “echten” Ereignissen?



Der Vergleich von MC-Pionendatensatz und Teststrahldaten brachte folgendes Ergebnis:

- die Pionenschauer geben den wesentlichen Teil ihrer Energie in einem *3x3-Cluster* um den getroffenen Tower ab
- die Response-Funktion weist eine merkliche Energieabhängigkeit auf
- am besten teilt man die Pionen nach *late*- und *early-showering* auf, da sonst die *early-showering* Pionen systematisch zu niedrig korrigiert werden

Ratenabschätzung:

- es scheinen ausreichend Pionen gefunden zu werden, jedoch müssen die Isolationskriterien noch verbessert werden (neutrale Teilchen)

Zukunft:

- Einbau in das Uni-HH-Kalibration-Paket
- Verbesserung der Pionenisolationskriterien

Testbeam Setup

