

Softwarekompensation für hadronische Schauer mit den CALICE-Kalorimetern

Katja Seidel

Max-Planck-Institut für Physik

DPG Frühjahrstagung 2010
18.03.2010



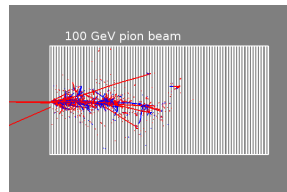
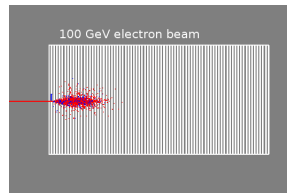
Max-Planck-Institut für Physik
(Werner-Heisenberg-Institut)



- 1 Softwarekompensation
- 2 Schauerrekonstruktion
- 3 Wichtung durch Energiedichte
- 4 Neuronales Netz
- 5 Zusammenfassung

Hadronische Schauer:

- Elektromagnetische, sichtbare hadronische und nicht sichtbare / detektierbare Komponenten
- Große Fluktuationen der elektromagnetischen und hadronischen Anteile von Ereignis zu Ereignis
- Bei gleicher Energie höheres Detektorsignal für elektromagnetischen Schaueranteil: $\frac{e}{\pi} > 1$
 - Softwarekompensation um $\frac{e}{\pi} = 1$ zu erreichen



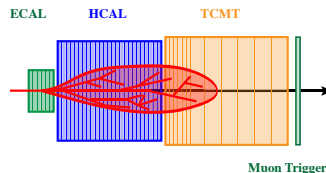
Softwarekompensation durch zwei Analysen:

- verschiedene Schauervariablen und ein neuronales Netz
- Energiedichte der Schauer um Anteile der had. und elektrm. abzuschätzen. Stärkere Wichtung von Schauern mit großer hadronischer Komponente.

Auf Schauerrekonstruktion basierende Softwarekompensation

Beide Analysen behandeln nur den Schauer als ganzes!
Keine Subschaueranalyse!

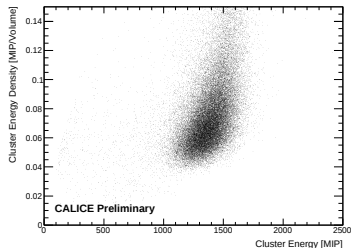
- 1 Schauerrekonstruktion im analogen hadronischen Kalorimeter (AHCAL) und Tail-Catcher Clustering von Schauern, die im AHCAL starten
- 2 Berechnung der Schauervariablen der Teststrahl-Daten und der Simulation
- 3 Analyse entwickelt mit Simulation verschiedener hadronischer Modelle: FTF_BIC und QGSP_BERT
- 4 Anwendung der Gewichte bzw. des trainierten Neuronalen Netzes auf Teststrahl Daten



- ⇒ Globale Methode
- ⇒ Vorteile: Ermittlung durch Simulation; Test der Simulation

Gewichtung mit Hilfe der Energiedichte der Schauer

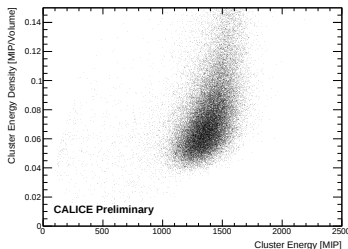
Hadronische Schauer mit hoher Energiedichte ρ
 $\Rightarrow$ hohe rekonstruierte Energie



Gewichtung mit Hilfe der Energiedichte der Schauer

Hadronische Schauer mit hoher Energiedichte ρ
 $\Rightarrow$ hohe rekonstruierte Energie

$$\begin{aligned} E_{rec}[GeV] &= \sum_{hit} E_{hit}[MIP] \cdot \omega(\rho, E) \\ &= E_{rec}[MIP] \cdot \omega(\rho, E) \end{aligned}$$

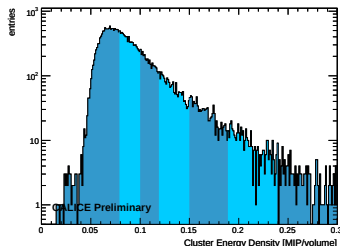


Gewichtung mit Hilfe der Energiedichte der Schauer

Hadronische Schauer mit hoher Energiedichte ρ
⇒ hohe rekonstruierte Energie

$$\begin{aligned} E_{rec}[GeV] &= \sum_{hit} E_{hit}[MIP] \cdot \omega(\rho, E) \\ &= E_{rec}[MIP] \cdot \omega(\rho, E) \end{aligned}$$

- Individuelle Gewichte durch Minimierung der Funktion $\chi^2 = E_{rec} \cdot \omega - E_{beam}$

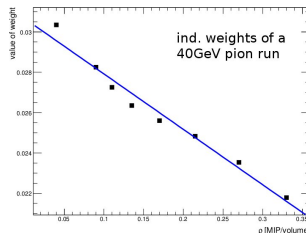
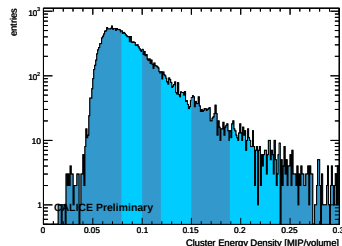


Gewichtung mit Hilfe der Energiedichte der Schauer

Hadronische Schauer mit hoher Energiedichte ρ
⇒ hohe rekonstruierte Energie

$$\begin{aligned} E_{rec}[GeV] &= \sum_{hit} E_{hit}[MIP] \cdot \omega(\rho, E) \\ &= E_{rec}[MIP] \cdot \omega(\rho, E) \end{aligned}$$

- Individuelle Gewichte durch Minimierung der Funktion $\chi^2 = E_{rec} \cdot \omega - E_{beam}$
- Parametrisierung der individuellen Gewichte durch $\omega = a(E) \cdot \rho + b(E)$

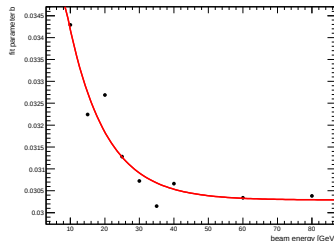
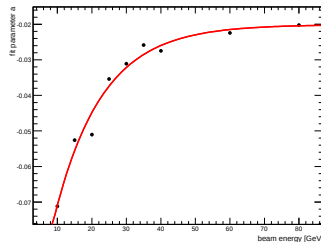


Gewichtung mit Hilfe der Energiedichte der Schauer

Hadronische Schauer mit hoher Energiedichte ρ
⇒ hohe rekonstruierte Energie

$$\begin{aligned} E_{rec}[GeV] &= \sum_{hit} E_{hit}[MIP] \cdot \omega(\rho, E) \\ &= E_{rec}[MIP] \cdot \omega(\rho, E) \end{aligned}$$

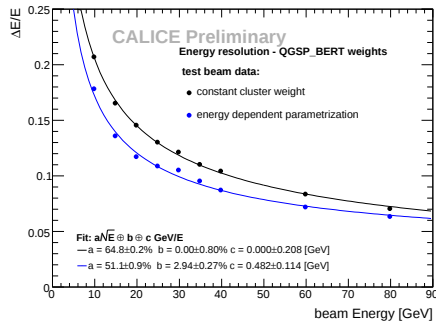
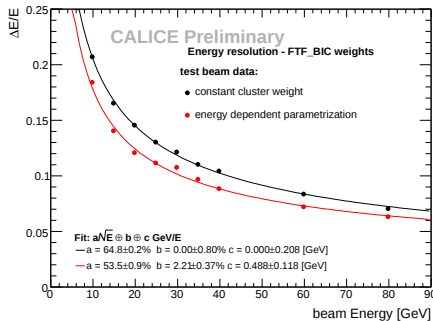
- Individuelle Gewichte durch Minimierung der Funktion $\chi^2 = E_{rec} \cdot \omega - E_{beam}$
- Parametrisierung der individuellen Gewichte durch $\omega = a(E) \cdot \rho + b(E)$
- Parametrisierung der Energieabhängigkeit durch Funktionen für $a(E)$ und $b(E)$,
 $E = E_{rec}$



⇒ Bestimmung der Gewichte somit Teststrahlendaten unabhängig!

Ergebnisse mit der Parametrisierung

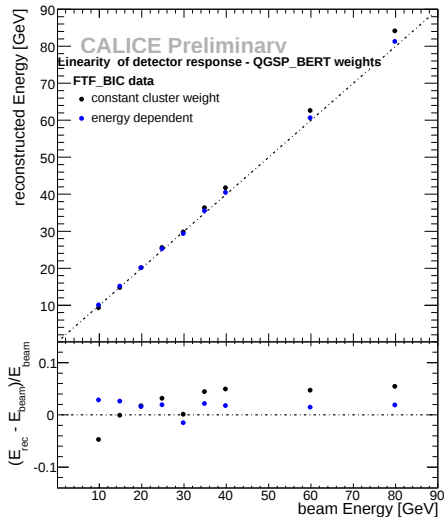
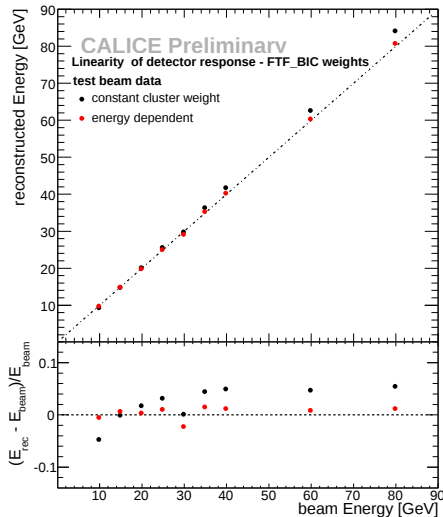
Energieauflösung:



- Ohne Gewichtung: $\frac{\sigma}{E} = \frac{64.8 \pm 0.2\%}{\sqrt{E}} \oplus 0.0 \pm 0.8\% \oplus \frac{0.0 \pm 0.2}{E}$
- Stochastischer Term:
FTF_BIC: 53.5 %, QGSP_BERT: 51.1 %
- Konstanter Term:
FTF_BIC: 2.2 %, QGSP_BERT: 2.9 %
- Vergleichbare Verbesserung der Energieauflösung → ca. 15 %

Ergebnisse mit der Parametrisierung

Linearität:



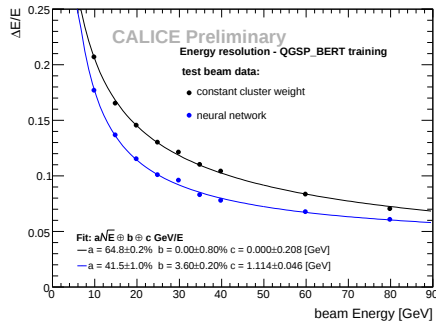
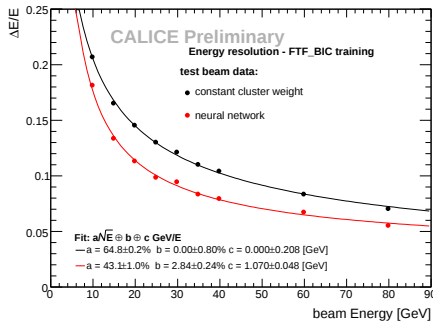
TMVA - Toolkit for Multivariate Data Analysis with ROOT Input:

- Training: Monte Carlo Ereignisse mit kontinuierlicher Energie
- Zwei hadronische Modelle: QGSP_BERT und FTF_BIC von GEANT4
- 6 Eingangsvariablen
- Targetwert: Strahlenergie
- Ausgangsneuron: rekonstruierte Energie
- Anwendung des trainierten neuronalen Netzes auf Teststrahl Daten



Ergebnisse mit dem Neuronalen Netz

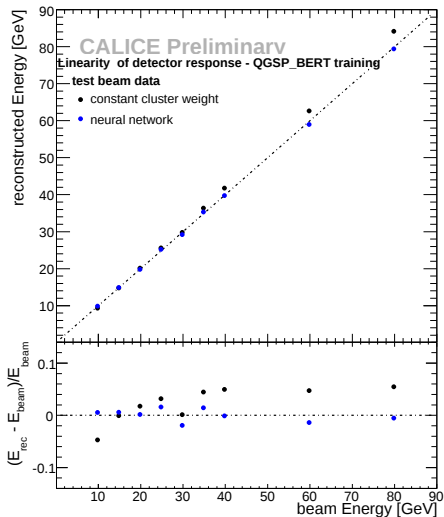
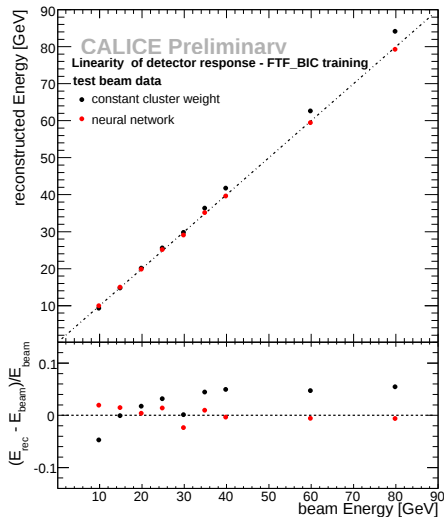
Energieauflösung:



- Ohne Gewichtung: $\frac{\sigma}{E} = \frac{64.8 \pm 0.2\%}{\sqrt{E}} \oplus 0.0 \pm 0.8\% \oplus \frac{0.0 \pm 0.2}{E}$
- Stochastischer Term:
FTF_BIC: 43.1 %, QGSP_BERT: 41.5 %
- Konstanter Term:
FTF_BIC: 2.8 %, QGSP_BERT: 3.6 %
- Vergleichbare Verbesserung der Energieauflösung → ca. 23 %

Ergebnisse mit dem Neuronalen Netz

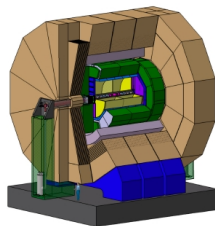
Linearität:



- Softwarekompensation für das analoge hadronische Kalorimeter und den Tail-Catcher von CALICE für hadronische Schauer
- Verbesserung der Energieauflösung von ca. 25 % durch Neuronales Netz
- Verbesserung der Energieauflösung von 18 % durch Parametrisierung von Gewichten basierend auf der Energiedichte der Schauer

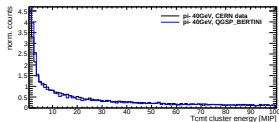
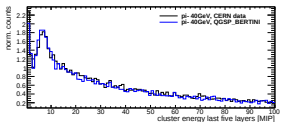
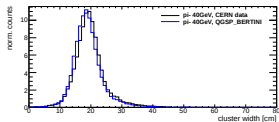
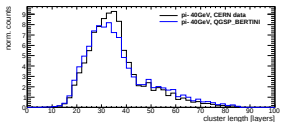
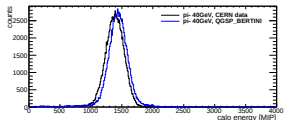
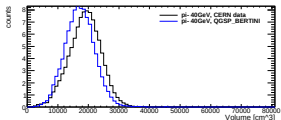
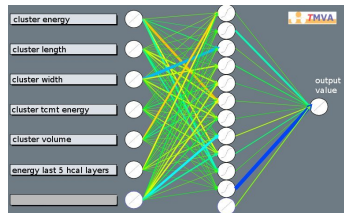
Ausblick:

- Anwendung einer Softwarekompensationsmethode auf Simulationen des gesamten International Large Detektors (ILD) für den ILC

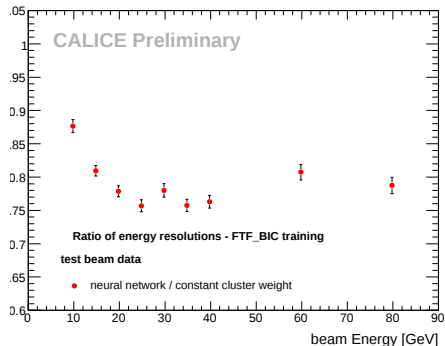
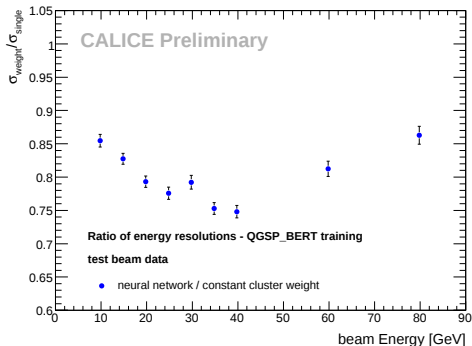


Backup slides

Neuronales Netz



Gain of Energy Resolution with NN



Gain of Energy Resolution with Weighting Technique

