

## Übung 12

zur Vorlesung im SS 2009

### Detektoren in der Elementarteilchenphysik

#### 12.1 Elektromagnetisches Kalorimeter

Eine Spezialität des HERA-B-Experimentes am 920 GeV-Protonen-Ring in Hamburg war der Nachweis von Reaktionen mit  $J/\psi$ -Mesonen im Endzustand. Das  $J/\psi$ -Meson hat eine besonders klare Signatur, wenn es in zwei Leptonen,

$$J/\psi \rightarrow e^+e^- \text{ oder } J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-,$$

zerfällt. Der mittlere Impuls der Leptonen beträgt 34 GeV, kann aber auch Werte bis zu 200 GeV erreichen. Dies entspricht der höchsten Elektronenenergie, die im elektromagnetischen Kalorimeter des Experimentes nachgewiesen werden muß. Die niedrigsten Energien rühren von minimalionisierenden Teilchen her.

Das HERA-B-Kalorimeter war vom sog. Schaschlik-Typ (siehe Abbildung). Die folgende Tabelle stellt Eigenschaften der Kalorimeterzellen zusammen.

Absorber	Pb
Zellgröße	5.6 cm $\times$ 5.6 cm
Absorber : Szintillator (Vol.)	3 : 6
Dicke der Pb-Platten	3 mm
Dicke der Szi-Platten	6 mm

- Berechnen Sie die Strahlungslänge  $X_0$  einer derartigen Anordnung von Blei- und Szintillatorplatten.
- Etwa  $20 X_0$  sind notwendig, um die gesamte Energie des Schauers nachzuweisen. Aus wievielen Platten sollte eine Kalorimeterzelle bestehen?
- Welche Energie verliert ein Myon mit einem Impuls von 34 GeV beim Durchqueren einer Zelle? Um welchen Winkel wird es aufgrund der Vielfachstreuung abgelenkt? Welche Ortsungenauigkeit ergibt sich am Ort einer Spurkammer, die sich 2 m hinter dem Kalorimeter befindet?
- In welcher Tiefe liegt das Schauermaximum für ein Elektron mit einem Impuls von 34 GeV? Wie groß ist der Moliere-Radius des Schauers? Erstreckt sich der Schauer

auch in benachbarte Zellen, wenn das Elektron genau senkrecht auf die Mitte einer Kalorimeterzelle auftrifft? Beachten Sie dazu, dass sich der Moliere-Radius  $R_M$  für Materialgemische wie folgt berechnet:

$$\frac{1}{R_M} = \sum_j \frac{w_j}{R_{M_j}}$$

wobei  $w_j$  die relativen Gewichtsanteile und  $R_{M_j}$  die Moliere-Radien der Einzelkomponenten darstellen.

Hinweis: Nehmen Sie an, daß das Szintillatormaterial in allen physikalischen Eigenschaften (Dichte, Strahlungslänge) zu Wasser äquivalent ist.

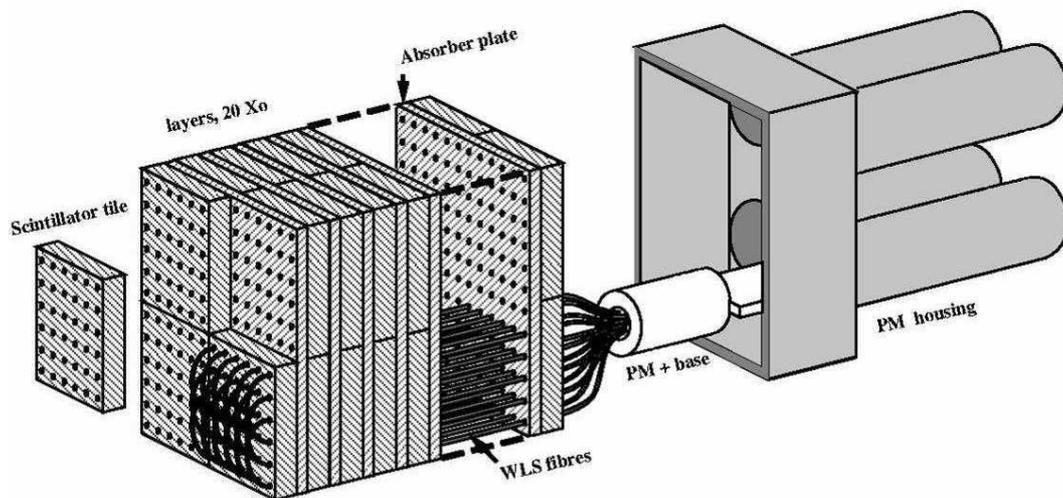


Abbildung 1: Aufbau eines Schaschlik-Kalorimeters: Ein Sandwich aus sich abwechselnden Blei- und Szintillatorplatten wird durch Wellenlängenschieber-Fasern ausgelesen. Die Fasern verlaufen hier in der Richtung der Schauerentwicklung von vorn nach hinten, wo das Licht auf einen Photomultiplier geleitet wird.

Besprechung am Donnerstag 16.07.2009, in der Übung