

Reduzierung der systematischen Unsicherheit bei
der Peakeextraktion neutraler Pionen durch
Monte Carlo Template Fits

Marvin Hemmer

7. September 2018

Inhaltsverzeichnis

0	Einleitung	3
1	Experimenteller Aufbau	3
2	Analyse	3
2.1	Daten	3
2.1.1	Datensatz	3
2.1.2	Trigger und Cuts	3
2.2	Peak Extraktion mit der Standard Methode	3
2.2.1	Rekonstruktion	3
2.2.2	Abschätzung des unkorrelierten Untergrunds	5
2.2.3	Abschätzung des korrelierten Untergrunds	5
2.3	Peak Extraktion mit Templates	5
2.3.1	Templates	5
2.3.2	Fit Methode	5
3	Korrigierter Yield	5
3.1	Korrekturen	5
3.2	Variationen	5
4	Zusammenfassung und Aussicht	5

0 Einleitung

1 Experimenteller Aufbau

2 Analyse

2.1 Daten

2.1.1 Datensatz

2.1.2 Trigger und Cuts

2.2 Peak Extraktion mit der Standard Methode

Messungen mit dem EMCal liefern Ort und Energie von u.a. Photonen Kandidaten. Mit diesen Informationen ist es möglich neutrale Pionen zu rekonstruieren, da ein π^0 zu $(98.823 \pm 0.034) \%$ in zwei Photonen zerfällt. Der Zerfall findet statistisch Verteilt nach eine Durschnittslänge von $c\tau = 25.5\text{nm}$ vom primären Vertex statt, wobei dieser mit Hilfe der ITS bestimmt. Mit dem Wissen, wo sich der primären Vertex befindet, sowie der Ortsauflösung des EMCals kann der Zerfallswinkel zwischen zwei Photonen Kandidaten, welche durch das EMCal detektiert wurden, bestimmt werden. Die Energien der beiden Photonen $E_{\gamma 1}$ und $E_{\gamma 2}$, sowie der Zerfallswinkel sind für die Berechnung der invariante Masse erforderlich. Für diese gilt:

$$m_{inv} = \sqrt{2E_{\gamma 1}E_{\gamma 2}(1 - \cos(\theta_{\gamma\gamma}))} \quad (1)$$

Außerdem kann aus den vorangegangenen Daten die Aufteilung des Impulses der Photonen Kandidaten bestimmt werden, welche wiederum notwendig ist, um den transversalen Impuls p_T des π^0 zu Kalkulieren. Es gilt:

$$p_{T\pi^0} = \sqrt{(p_{x1} + p_{x2})^2 + (p_{y1} + p_{y2})^2} \quad (2)$$

Die Zahlen in den Indizes beziehen sich dabei auf die Nummerierung der beiden Photonen.

2.2.1 Rekonstruktion

Aus dem gewählten Datensatz werden alle möglichen Kombinationen von zwei Photonen Kandidaten aus der gleichen Kollision (*same event*) mit korrespondierendem $\theta_{\gamma\gamma}$ benutzt, um m_{inv} nach 1 zu berechnen, sowie p_{T,π^0} nach 2 und so eine invariante Massenverteilung zu erhalten (vgl. Abbildung 1a). In dieser Verteilung ist bereits eine auffallende Struktur bei $m_{inv} \approx 0.135\text{GeV}/c^2$ zu erkennen, welche auf richtig rekombinierte π^0 schließen lässt. Abbildung 1b zeigt eine invariante Massenverteilung bei der Photonen Kandidaten aus unterschiedlichen Kollisionen (*mixed event*) miteinander kombiniert werden, auf welche in Kapitel 2.2.2 genauer eingegangen wird.

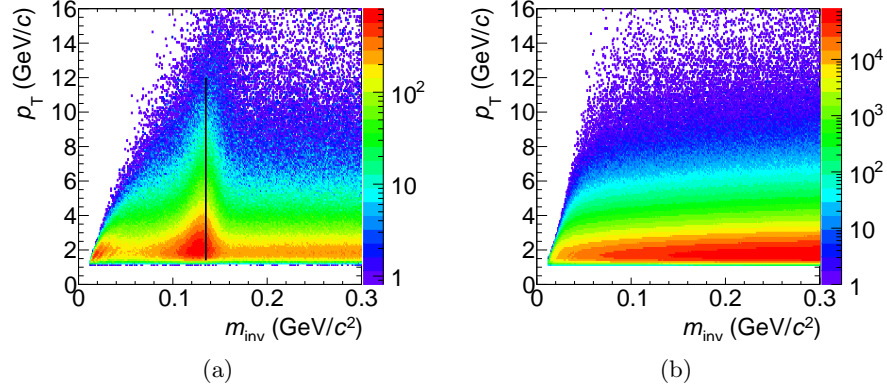


Abbildung 1:

(a): Rekombination von Cluster-Paaren aus jeweils der gleichen Kollision (*same event*). Die schwarze Linie liegt im Bereich $m_{inv} = 0.135 \text{ GeV}/c^2$ was ungefähr der π^0 Masse entspricht. Dort ist eine deutliche Peakstruktur zu Erkennen.

(b): Rekombination von Cluster-Paaren aus jeweils unterschiedlichen Kollision (*mixed event*). Beides in Abhängigkeit der invarianten Masse, sowie des transversalen Impulses.

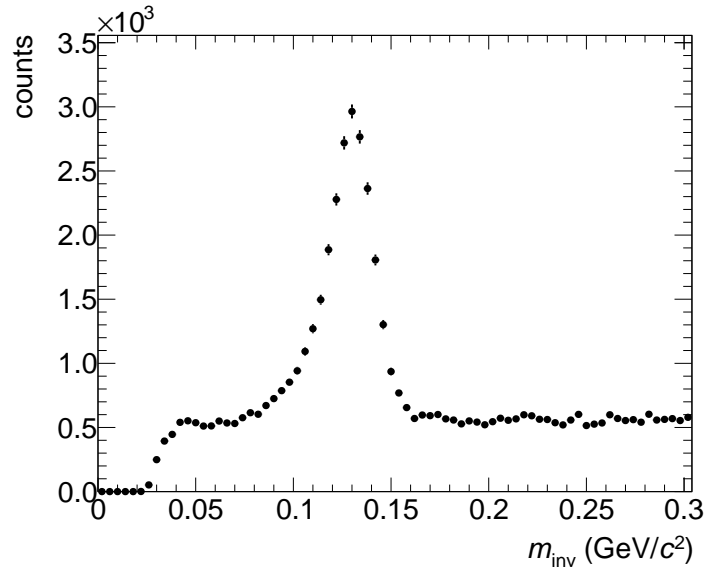


Abbildung 2: text

Um π^0 s in einzelnen p_T -Intervallen zählen zu können wird die Verteilung in entsprechende Abständen auf die Y-Achse projiziert. Die Intervalle werden so gewählt, dass sie möglichst klein sind, während die statistischen Unsicherheiten nicht zu groß werden. Man erhält Verteilungen der invarianten Masse, welche aus Signal, sowie korreliertem und unkorreliertem Untergrund bestehen. Dennoch ist ein deutlicher Peak im Bereich der Pionenmasse von ca. $135\text{MeV}/c^2$ zu erkennen. Um das Signal zu extrahieren werden im Folgende die beiden Komponenten des Untergrunds abgeschätzt.

2.2.2 Abschätzung des unkorrelierten Untergrunds

Durch das kombinieren aller Photonenkandidaten ist ein großer Anteil der rekonstruierten Massen nicht korreliert, da die beiden Photonen nicht zusammenhängen über beispielsweise einen Zerfall. Um diesen unkorrelierten Untergrund abzuwägen kombiniert man im sogenannten Eventmixing Photonen aus unterschiedlichen Events zusammen, da so sicher keine Verbindung zwischen den beiden Photonen besteht.

Die Verteilung aus den mixed Events weist keinen Peak auf und hat eine größere Anzahl Einträge, als die Verteilung aus dem selben Events, weshalb die mixed Event Verteilung an die der same Events skaliert werden muss. Die Skalierung erfolgt im rechten Bereich außerhalb des π^0 -Peaks und es ergibt sich für den Skalierungsfaktor:

$$\alpha = \frac{\sum_{i \neq j} \sum_n m_{inv}(\gamma_i^{(n)}, \gamma_j^{(n)})}{\sum_{i,j} \sum_{n \neq m} m_{inv}(\gamma_i^{(n)}, \gamma_j^{(m)})} \quad (3)$$

Die oberen Indizes stehen hierbei für das Event, aus welchem ein Photon kommt.

2.2.3 Abschätzung des korrelierten Untergrunds

2.3 Peak Extraktion mit Templates

2.3.1 Templates

2.3.2 Fit Methode

3 Korrigierter Yield

3.1 Korrekturen

3.2 Variationen

4 Zusammenfassung und Aussicht