

Soft Photons

Martin Völkl

Universität Heidelberg
2020-10-08



**UNIVERSITÄT
HEIDELBERG**
ZUKUNFT
SEIT 1386

- Wie Robust ist die Vorhersage basierend auf Eventgeneratoren?
 - Bisher: Wenig Multiplizitätsabhängigkeit
 - To-do: Mehr Test mit Generatorsettings/unterschiedlichen Generatoren
 - Generator verlässlich bei hohen Rapiditäten?
 - To-do: Bremsstrahlung aus Zerfallsprozessen?
- Wo kann man die Bremsstrahlungsphotonen messen und welchen Detektor bräuchte man?
 - Neu: Vergleich mit Zerfallsphotonen
- Wie kann man die Experimente variieren um Systematische Effekte zu untersuchen/mehr Informationen über einen möglichen Überschuss sammeln?
 - Bisher: Multiplizität hilft nicht
 - Neu: $\text{Max } p_T$, $\text{mean } p_T$
 - Neu: Ist das generell möglich?

Berechnung des Photonenspektrums

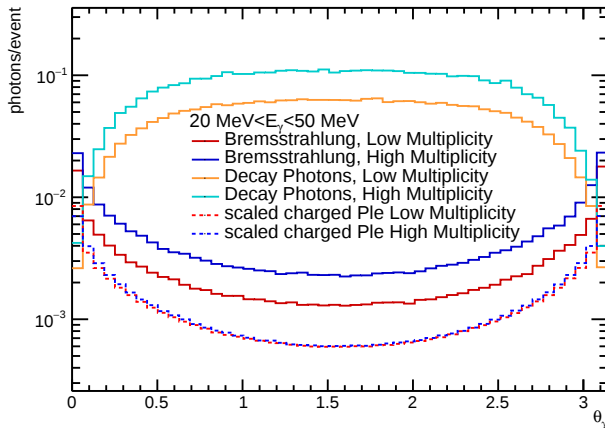
- 1 Erzeuge PYTHIA8 event
- 2 Erzeuge 40 photonen mit $20 < E_\gamma < 40\text{MeV}$, gleichverteilt in dp^3 , für jedes photon j :
- 3 Für jedes geladene Teilchen i , addiere

$$\frac{\eta_i e_i \mathbf{P}_i}{\mathbf{P}_i \mathbf{K}_j}$$

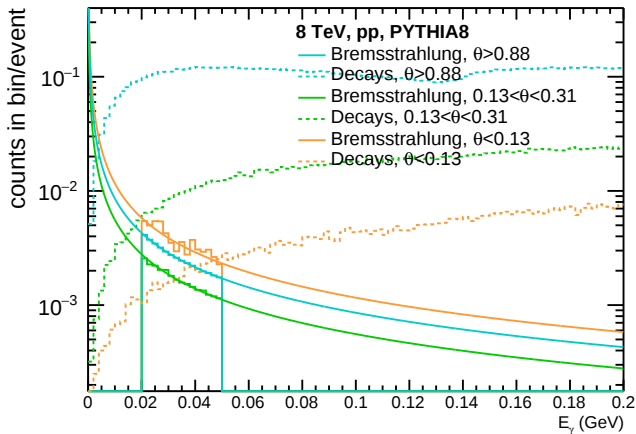
- 4 Quadriere (als Vierervektor), $\cdot - 1/E_{\text{gamma}}$
- 5 Vorfaktor von Low Theorem: $\alpha/(2\pi)^2$ (2π z.B. in Wong, A. Kalweit's Folien)
- 6 Vorfaktor von Normierung: $1/N_{\text{Events}}$
- 7 Vorfaktor von MC Integration ($\int_a^b f(x)dx \approx \frac{(b-a)}{N} \sum f(x_i)$):

$$\frac{1}{40} \frac{1}{\frac{4\pi}{3} (E_{\gamma, \text{max}}^3 - E_{\gamma, \text{min}}^3)}$$

$$\text{Berechnet : } \frac{dN}{d^3\vec{k}} = -\frac{\alpha}{(2\pi)^2} \frac{1}{E_{\text{gamma}}} \left(\sum_{\text{Particle } i} \frac{\eta_i e_i \mathbf{P}_i}{\mathbf{P}_i \mathbf{K}} \right)^2$$

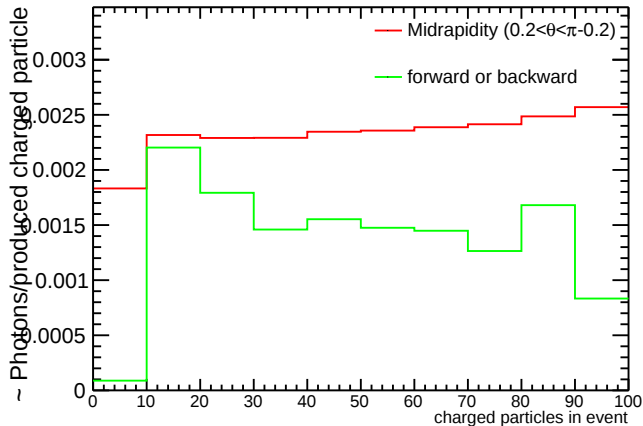


- Bremsstrahlungs-Verteilung unabhängig von Energieintervall



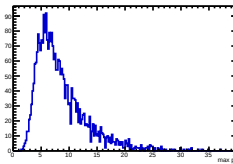
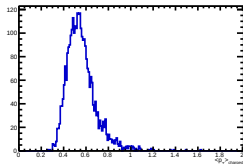
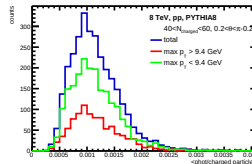
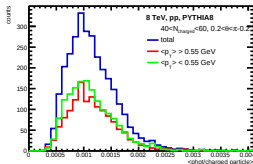
- Extrapolation, da $1/E_\gamma$ Abhängigkeit bekannt
- θ in beide Richtungen begrenzt
- Um nahe der Beampipe zu messen muss PYTHIA dort gute Vorhersagen machen (low-x, low p_T)

Multiplicity dependence



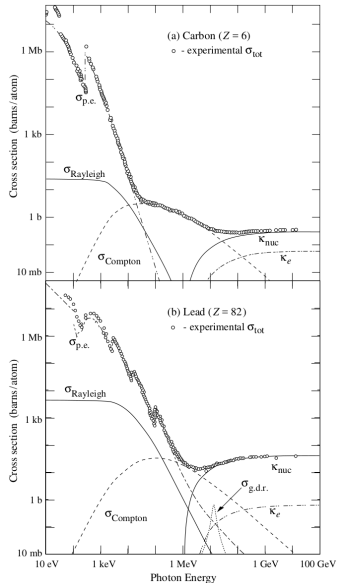
- Wie vorher, korrekt skaliert
- Signal und Untergrund ungefähr proportional, kann nicht als Cross-check verwendet werden

Fluktuationen/Selektionskriterien



- Event-by-Event Fluktuationen des Erwartungswertes der Photonenanzahl/geladenes Teilchen
- Es gibt Variationen – wie unterscheiden? Selektionskriterium sollte leicht zu messen sein
- Erster Versuch: $N \sim \gamma^2$, Impulse der Teilchen $\rightarrow \max p_T$, mittlerer p_T
- Funktioniert nicht (auch möglich $\langle p \rangle$, $\max p$)

Photonen-Konversionswahrscheinlichkeit



- Low Theorem sollte auch für Zerfälle gelten, die geladene Teilchen enthalten
- In PYTHIA, nicht sonderlich viele Resonanzen; während in PbPb (SHM) Resonanzen sehr relevant
- Aus IDs: Hauptsächlich ρ und ω Zerfälle ($\rightarrow \pi$)
- Falls kaum Teilchen aus Resonanzen/Zerfällen, wohl wenig Beitrag (Λ -Messung von PYTHIA unterschätzt, aber hängt wahrscheinlich vom Tune ab)
- Welcher Anteil von π , N aus Resonanzen in pp ?

- In Vorwärtsrichtung Zerfallsphotonen geboostet, weniger Untergrund
- Soft-Photons nicht sehr selten
- Messung vermutlich am Besten < 100 MeV
- Konversionswahrscheinlichkeit nicht so klein, Elektronenabsorption möglicherweise relevant
- Multiplizität, $\langle p_T \rangle$ und $\max p_T$ nicht geeignet um bei unterschiedlichen Signal/Background zu Messen
- Polarwinkel funktioniert dagegen sehr gut
- Bremsstrahlung aus Zerfällen?

Appendix: Winkelverteilung $p\bar{p} \rightarrow \text{neutrals}$

