

Messung der positron fraction $e^+/(e^+ + e^-)$ im Bereich von 5-50 GeV mit dem AMS01-Detektor

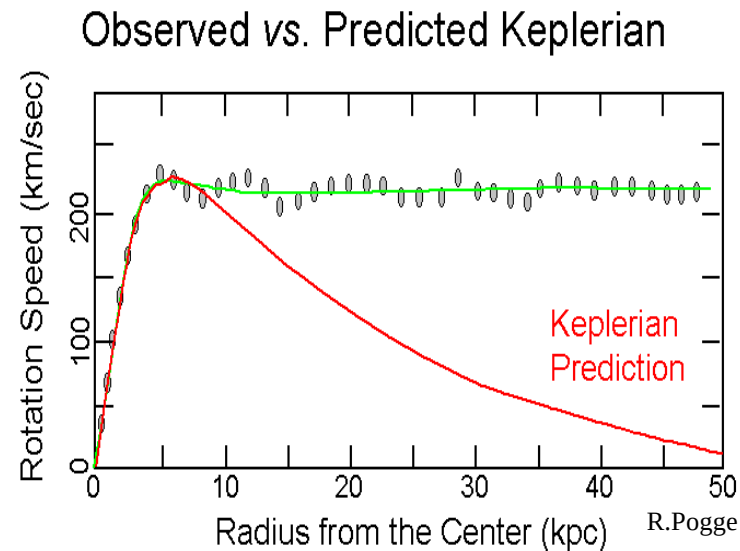
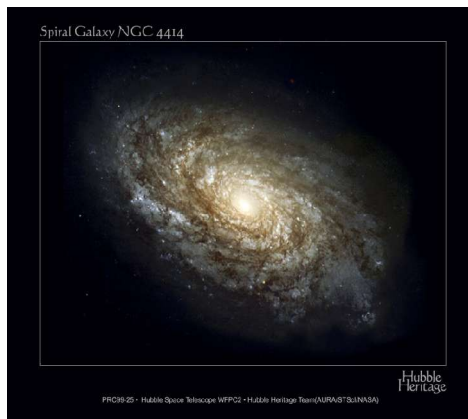
Henning Gast und Jan Olzem

für die

AMS-Kollaboration

Motivation (I)

Evidenz für **dunkle Materie**,
z.B.



Rotationskurve einer Spiralgalaxie → Massenverteilung →
massiver, nicht-leuchtender Halo

→ Kandidaten

Neues Teilchen?

- stabil
- nur schwache WW mit "normaler" Materie

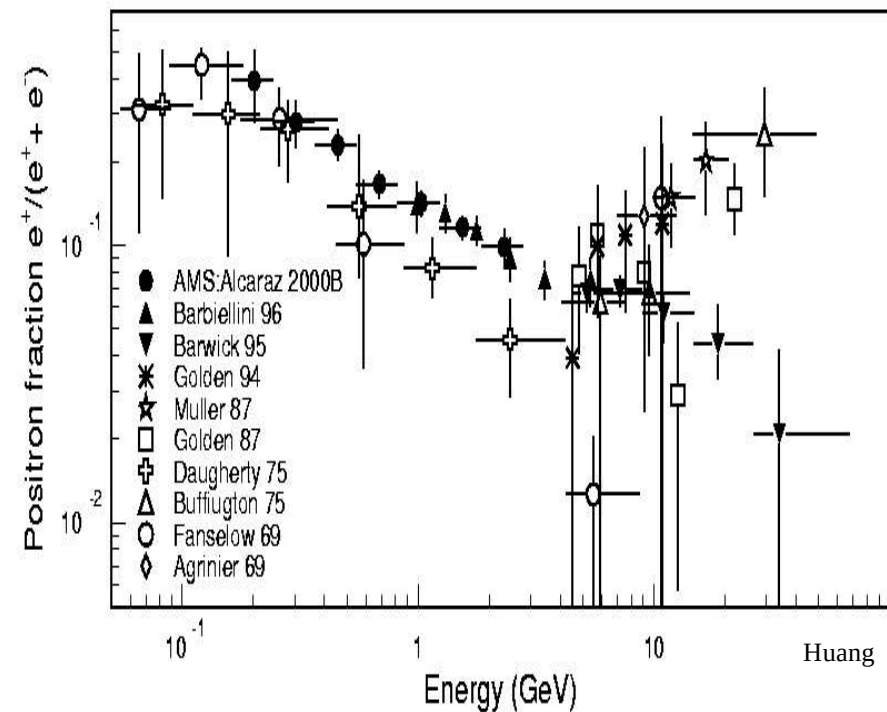
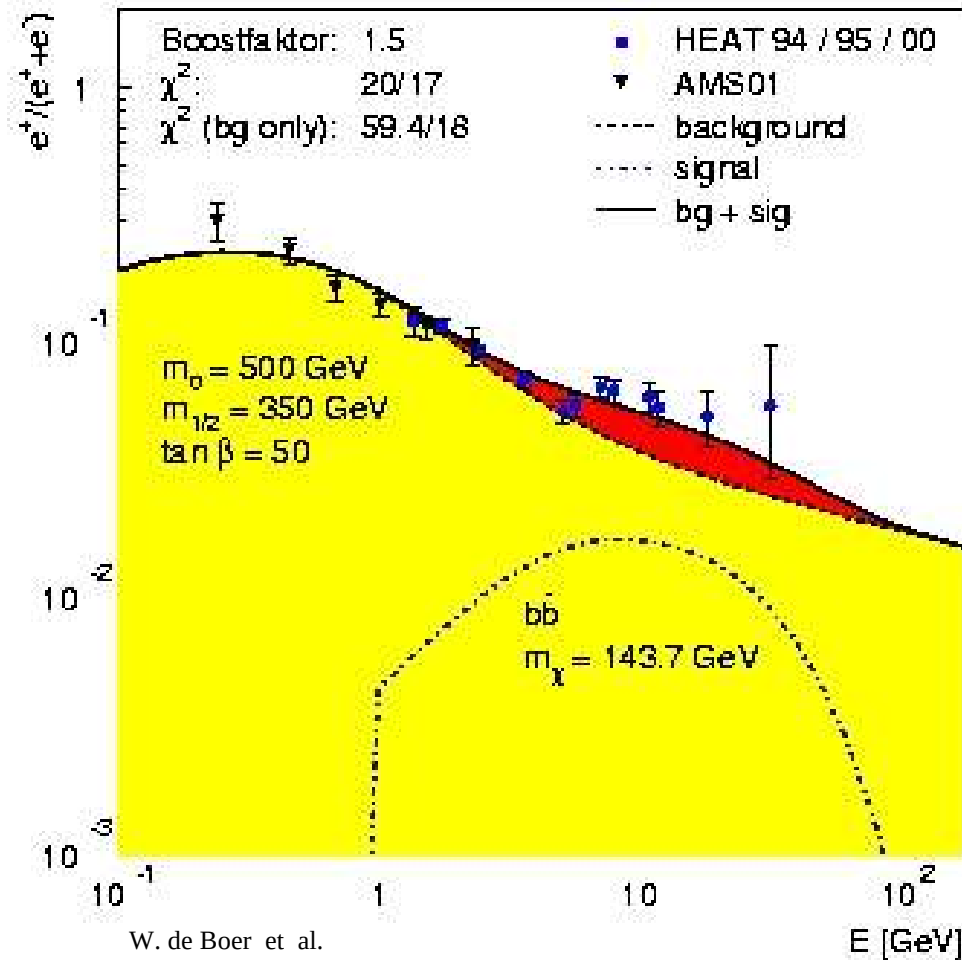
Eigenschaften des in bestimmten SUSY-Modellen vorhandenen
Neutralino χ

Annihilation u.a.

$$\chi\chi \rightarrow l^+l^-, W^+W^-, qq, \dots$$

Motivation (II) und Geschichte

→ Messung der positron fraction



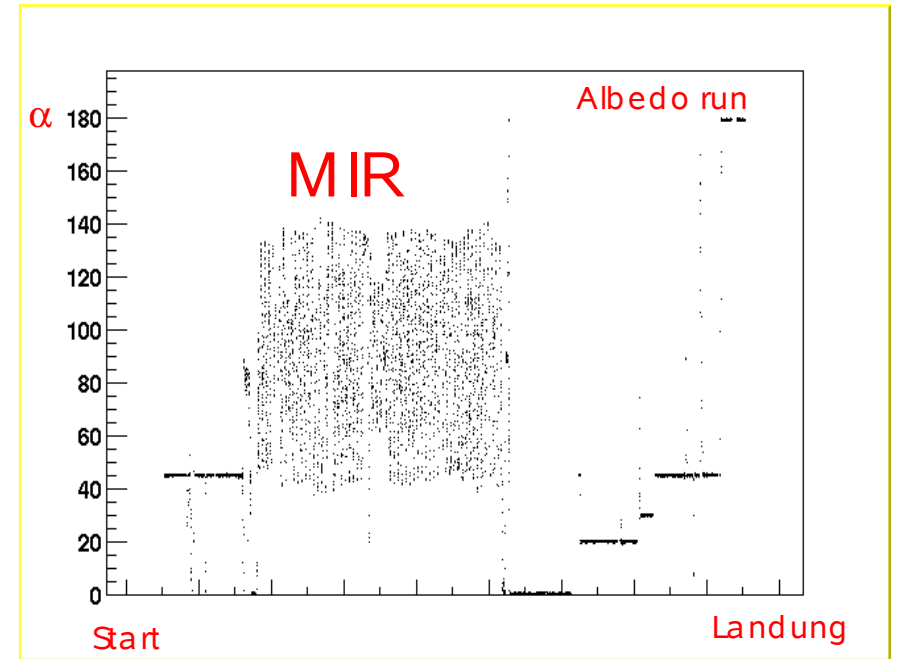
Der AMS01-Detektor im Weltraum



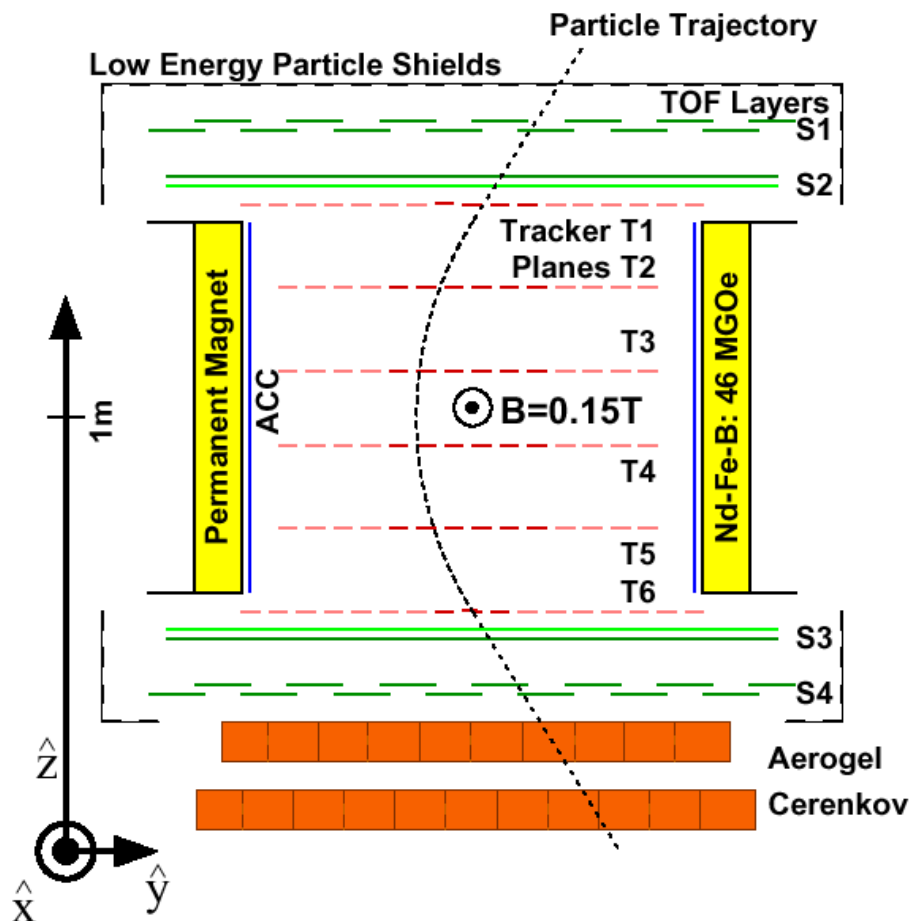
AMS01 geflogen in der Discovery
2. - 12. Juni 1998

ca 10^8 Ereignisse aufgenommen

Winkel der Shuttleachse zum Erdboden



Detektor: Wichtige Komponenten



Time of Flight: 2x2 Lagen Szintillatormaterial

- Trigger
- Bestimmung der Flugrichtung
- Energieverlustmessung

Spurkammer: 6 Lagen Si-Streifendetektoren

- Impulsmessung
- Ortsmessung

Magnet:

- Feldstärke 0,15T

Schwellen-Cerenkov-Zähler:

- e/p -Trennung bis 3,5 GeV/c

Die Methode

Ziel: Messung des Verhältnisses der e^+ - und e^- -Flüsse oberhalb der Cerenkov-Schwelle.

Problem: Verhältnis von p zu e^+ in der kosmischen Strahlung ist ca 1000:1

Lösungsansatz: Suche nach konvertierten Bremsstrahlungspotonen.

Wahrscheinlichkeit, dass ein Teilchen der Energie E und Masse m ein Photon der Energie fE abstrahlt:

$$p(E, f) df dx = \left(\frac{m_e}{m} \right)^2 \frac{G(E, f)}{f} df dx$$

$$G(E, f)|_{e^\pm} = 1 + (1-f)^2 - \frac{2}{3}(1-f) + \frac{1}{9}(1-f)/\ln(183/Z^{1/3}) \sim \mathcal{O}(1)$$

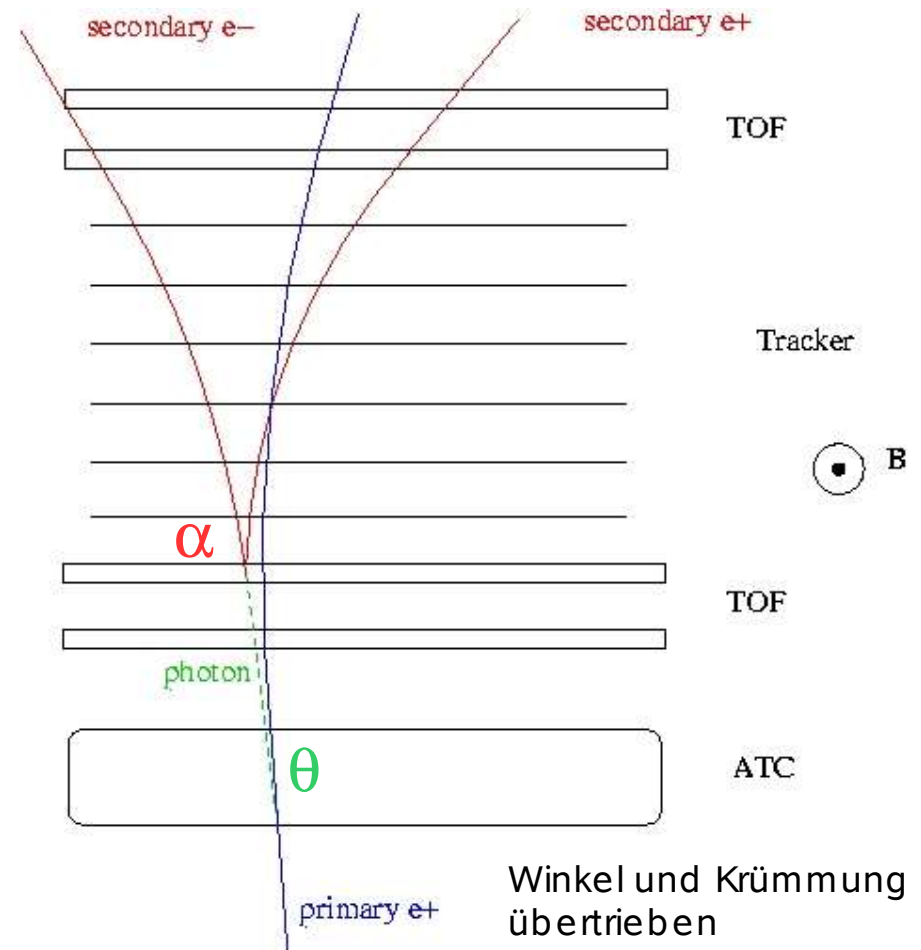
Mittlerer Winkel der Abstrahlung:

$$\theta_{\text{rms}} \propto \frac{\ln \gamma}{\gamma}$$

Invariante Masse des sekundären Elektron-Positron-Paares:

$$m_{\text{inv}}^2 \approx 4p_1 p_2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$

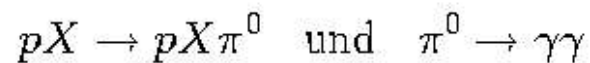
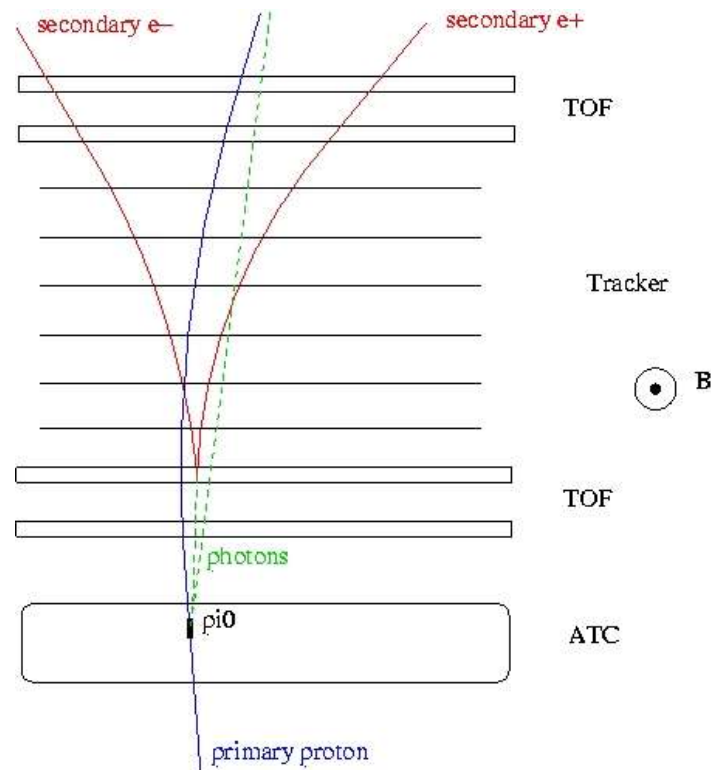
Gesuchte Signatur:



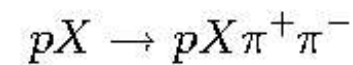
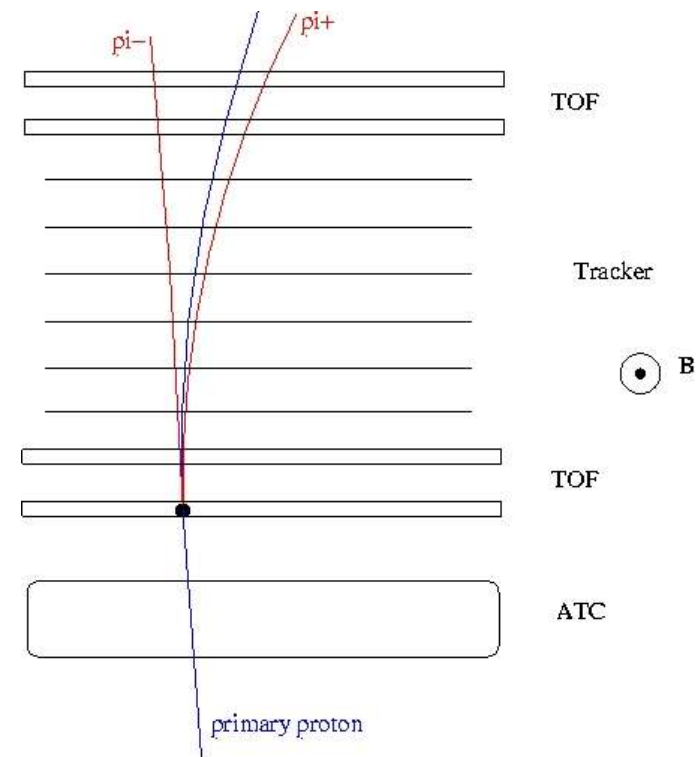
Winkel und Krümmung
übertrieben

Der Untergrund

1



2

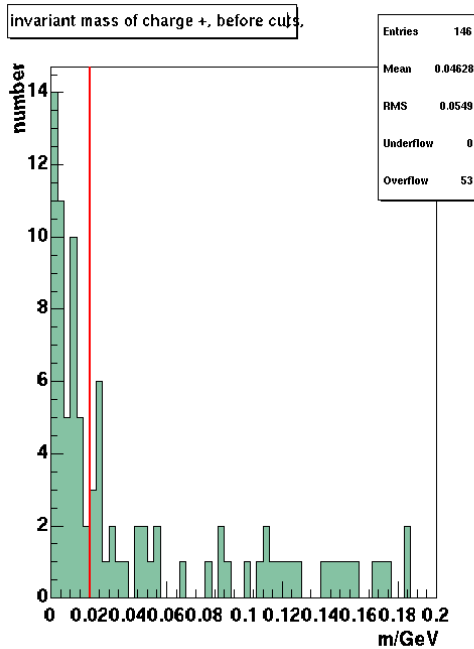


3 Bei hohen Energien: Fehlrekonstruierte Elektronen (falsches Vorzeichen des Impulses)

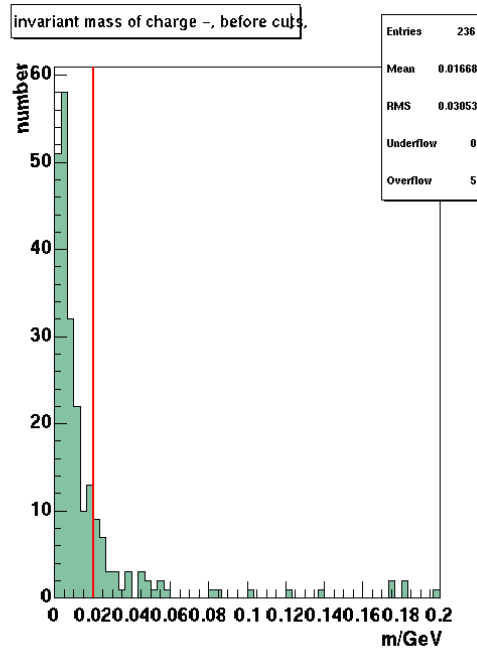
Schnittgrößen (I): Invariante Masse der Sekundärspuren

Von oben kommende Teilchen ("Normalfall")

e^+ , p

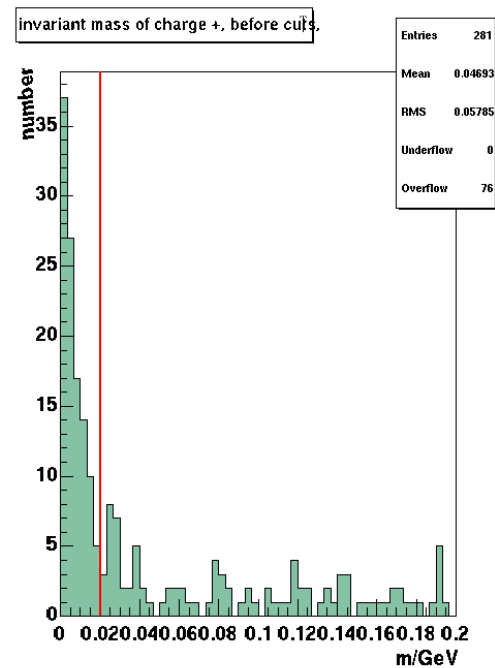


e^-

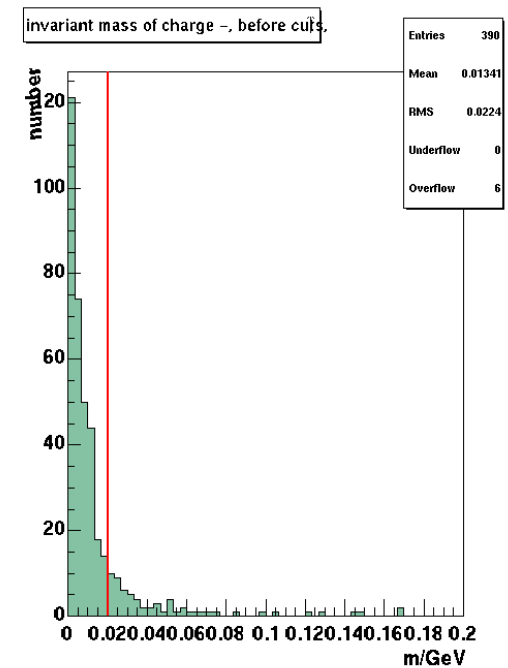


Von unten durch das Shuttle kommende Teilchen

e^+ , p



e^-

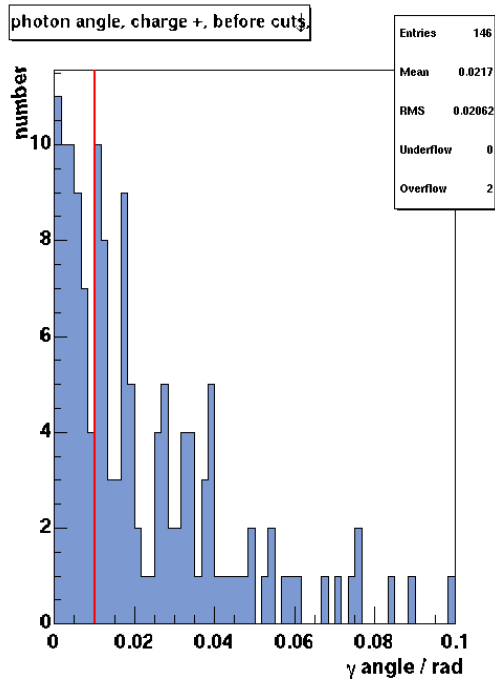


(nur Ereignisse mit $\geq 3 \times 3$ Clustern)

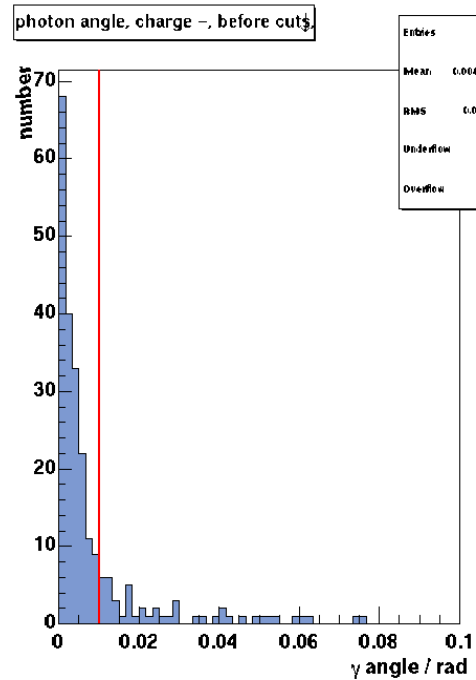
Schnittgrößen (II): Winkel der Abstrahlung

Von oben kommende
Teilchen ("Normalfall")

e^+ , p

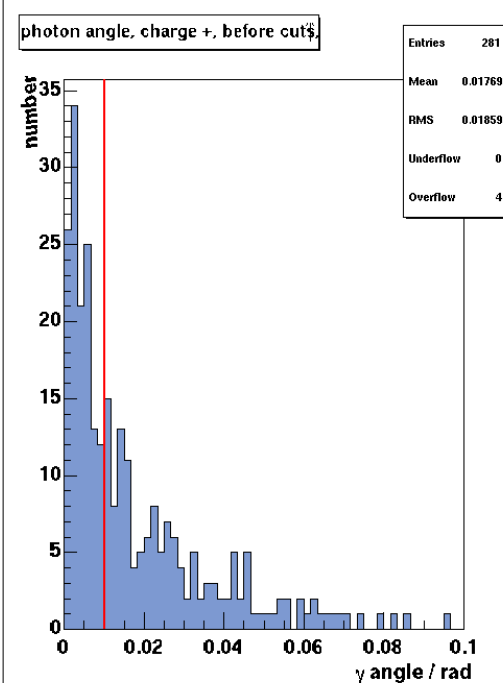


e^-

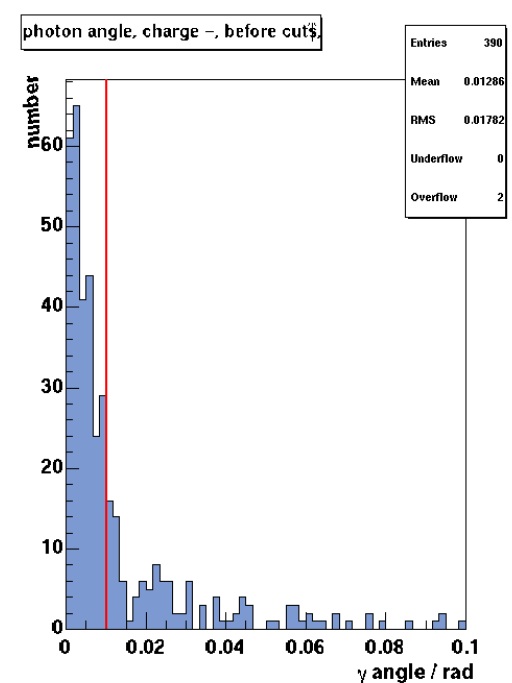


Von unten durch das Shuttle
kommende Teilchen

e^+ , p



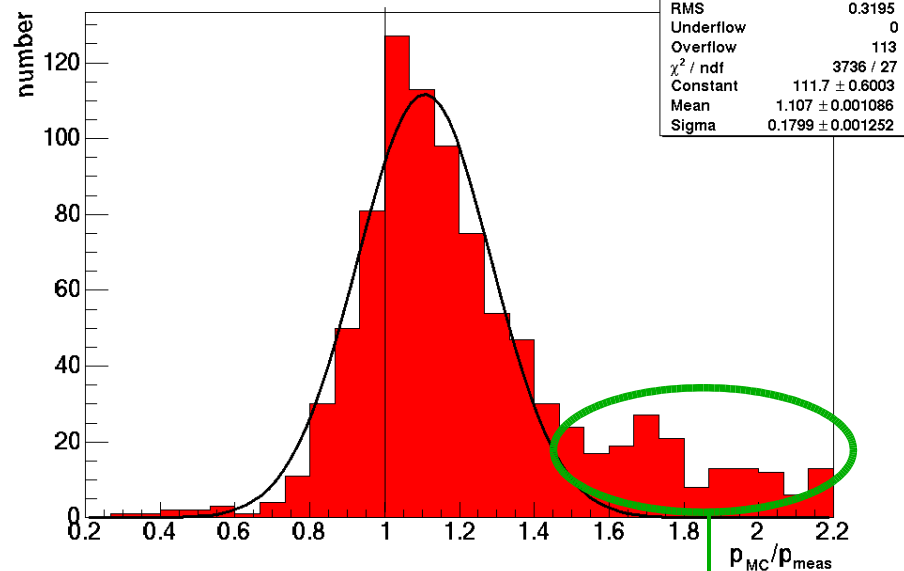
e^-



(nur Ereignisse mit $\geq 3 \times 3$ Clustern)

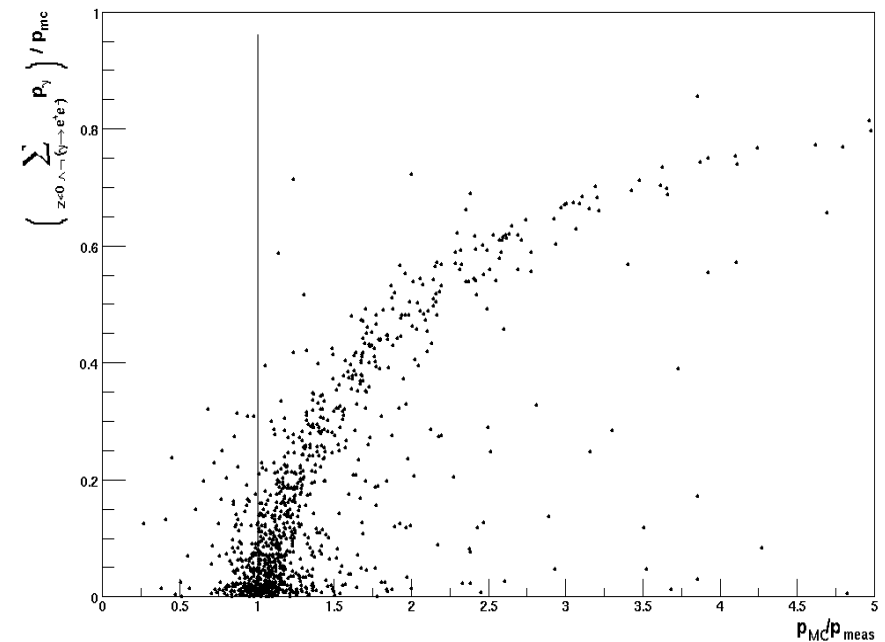
Monte Carlo -Studien: Impulsauflösung

Measured Momentum vs MC momentum for accepted events



Zusätzliche Bremsstrahlungsfotonen

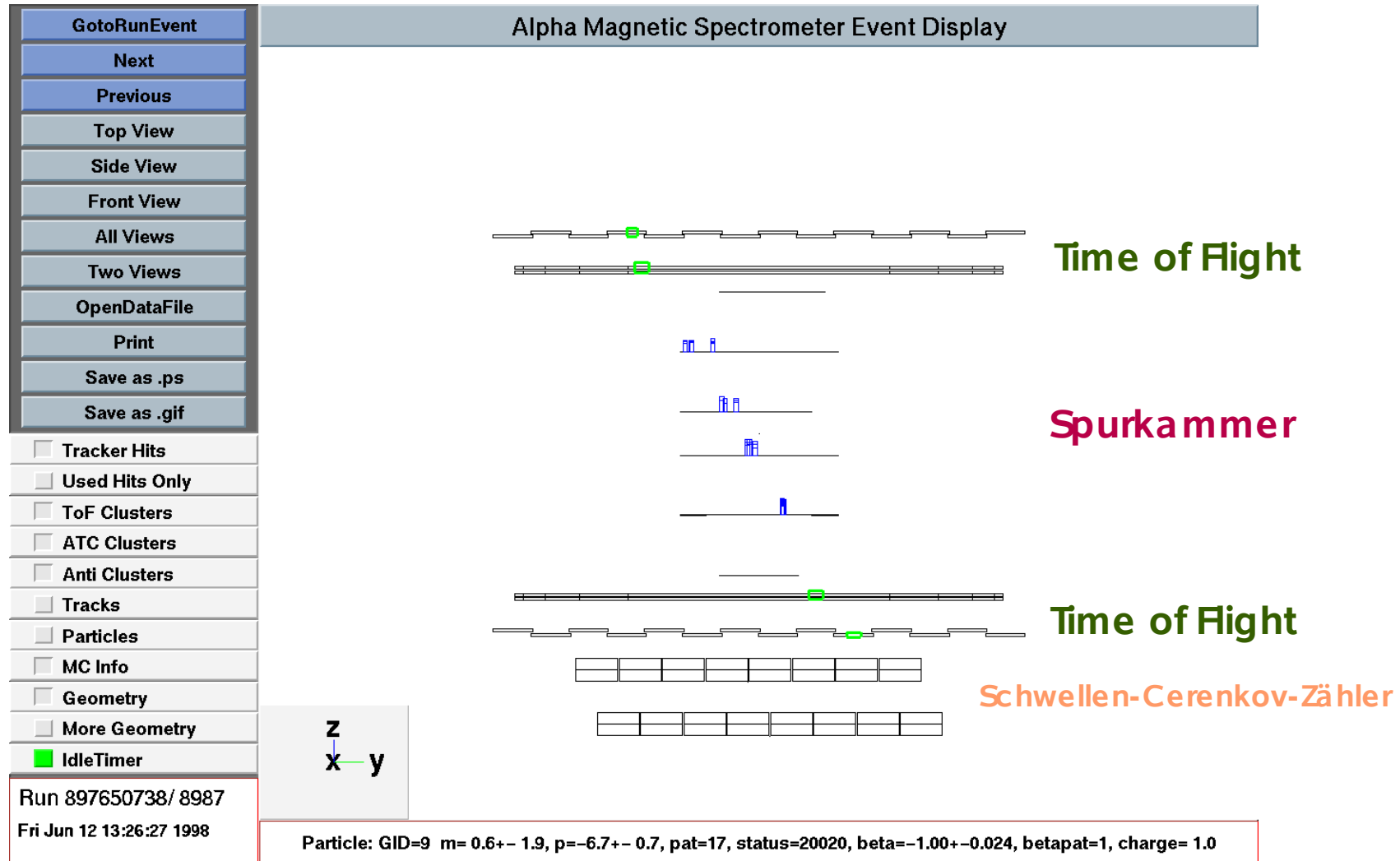
momentum lost to additional photons vs momentum resolution



Tatsächlicher Impuls zu rekonstr. Impuls

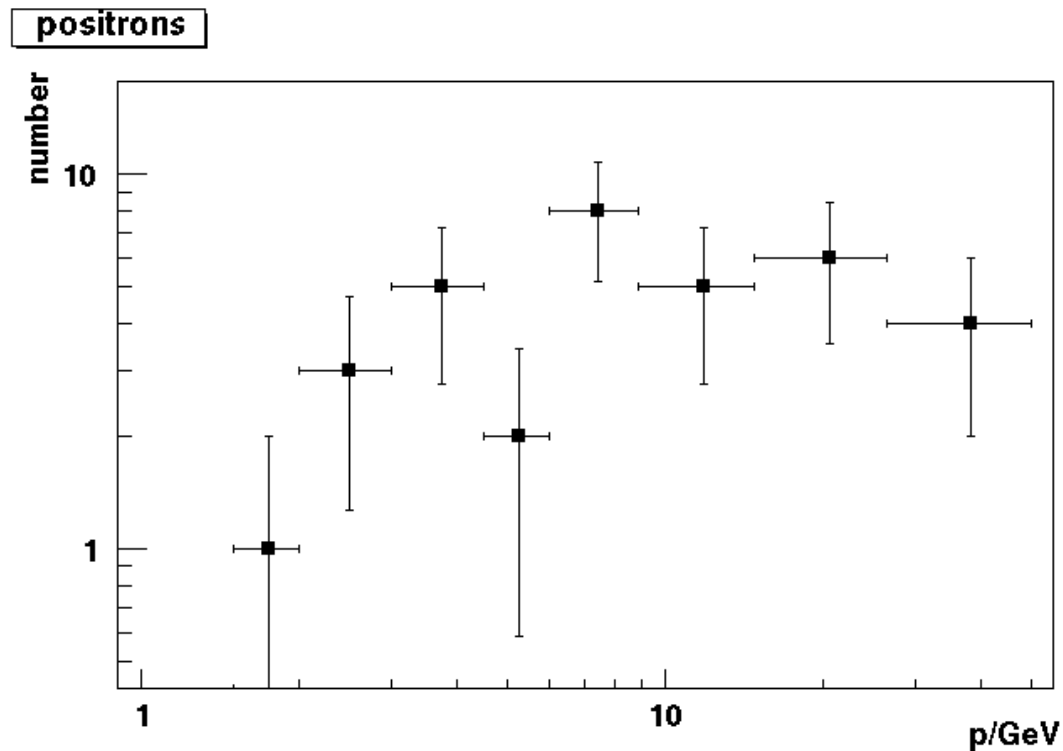
Fehlbestimmung des Gesamtimpulses durch zusätzlich abgestrahlte Bremsstrahlungsfotonen.

Beispiel-Ereignis: e^+



Erste Ergebnisse

Spektrum der Positronkandidaten,
ohne Untergrundkorrektur



Statistik:
oberhalb 10 GeV

• 15 Positronen (unkorrigiert)

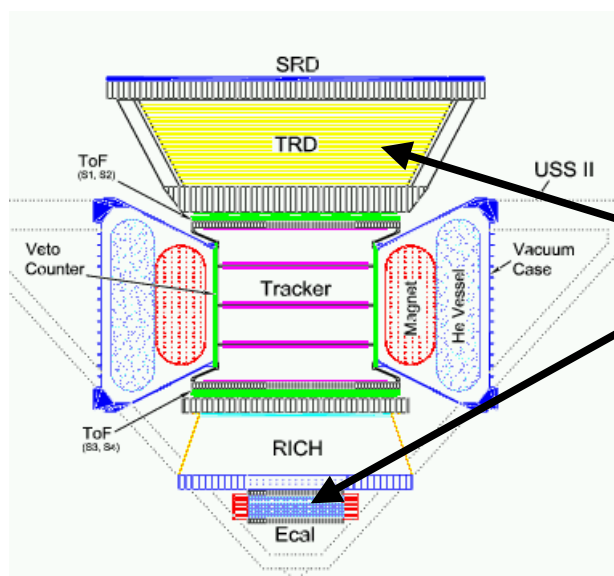
zum Vergleich:
HEAT00

◆ 35 Positronen (unkorrigiert)

Ausblick

Noch zu tun bei dieser Analyse:

- Untergrundkorrektur
- Erhöhung der Statistik möglich?
- Berechnung der positron fraction



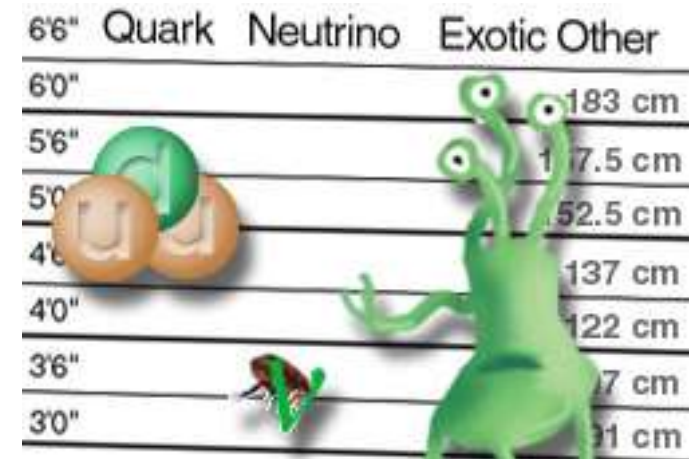
AMS02 auf der ISS:

- TRD
- Elektromagnetisches Kalorimeter

zur e/p-Trennung mit 10^6

Start: 2007

Missionsdauer: 3 Jahre



"All right... which of you punks is responsible for dark matter?"

Particle Data Group

Gang der Analyse

Ca 10^8 Ereignisse mit AMS01 aufgenommen.

Clustering

→ **Vorselektion** zur schnellen Reduktion des Datensatzes

→ Typisches **Drei-Spur-Ereignis?**

→ **Spurfindung**

→ **Vertexfindung**

→ **Schnitte:**

- Qualitätsschnitte
- invariante Masse der zwei Sekundärspuren
- Winkel der Photonabstrahlung
- Energieeintrag im TOF
- Geomagnetischer Cutoff

Gang der Analyse im Detail

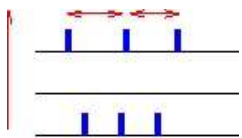
Zusammenfassung
von einzelnen Treffern
auf den Lagen der
Spurkammer zu
Gruppen ("cluster")

↓
Vorselektion zur schnellen
Reduktion des Datensatzes:

- 4 TOF-Treffer
- 8 cluster in Spurkammer
- 2 Lagen mit 3 Clustern

↓
Typisches **Drei-Spur-
Ereignis?**

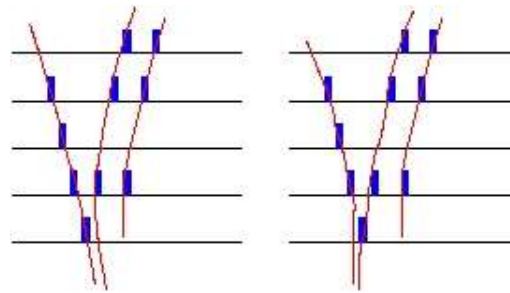
- ≥ 2 Lagen mit genau 3 clustern
- Clusterabstand wächst in Flugrichtung



Ca 10^8 Ereignisse mit AMS01
aufgenommen.

Spurfindung:

- Aufstellen aller Hypothesen der Clusterzuordnung zu den drei Spuren.
- Methode von Saxon und Hart zur Spuranpassung im inhomogenen Magnetfeld.
- Entscheidung für Hypothese mit kleinstem χ^2



usw...

Schnitte:

- Qualitätsschnitte
- invariante Masse der zwei Sekundärspuren
- Winkel der Photonabstrahlung
- Energieeintrag im TOF
- Geomagnetischer Cutoff

Vertexfindung:

- Startpunkt, Richtung und Impuls der Spur aus Spuranpassung
- Parallele Verfolgung der jeweiligen Spuren durch das Magnetfeld mit GRKUTA (Geant)
- Rekonstruktion des Photons und der Primärspur über Impulserhaltung

