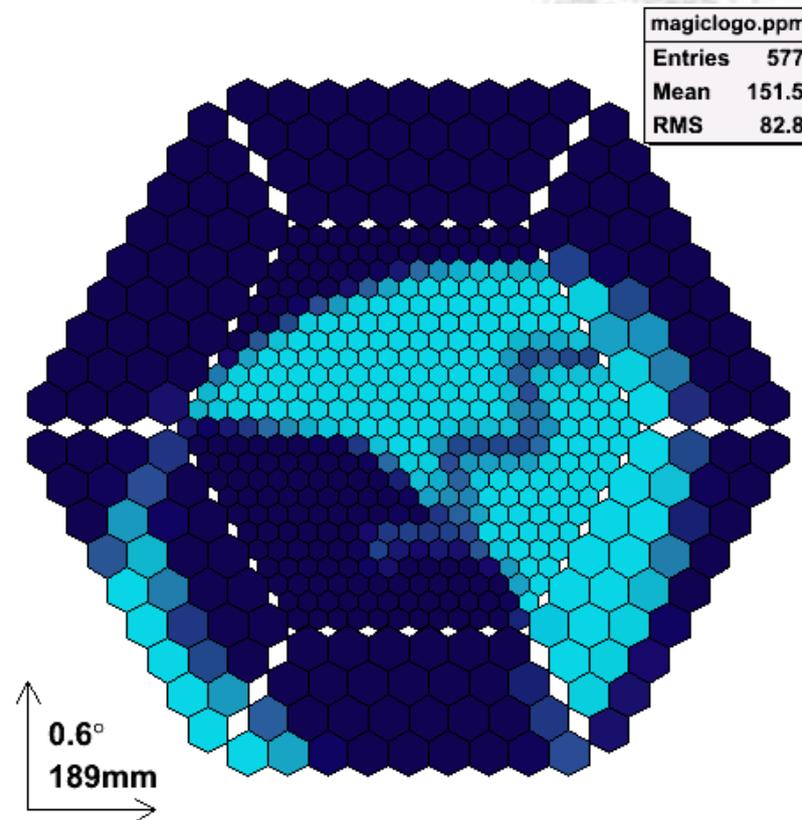


Abbildende Luft-Cherenkov Teleskope Vom Schauer zum Alphaplot



Daniela Dorner, Universität Würzburg



bmb+f - Förderschwerpunkt

Astro-Teilchenphysik

Großgeräte der physikalischen
Grundlagenforschung

Inhalt

- Funktionsweise
- Einfache Analyse
 - Bild in der Kamera
 - Cleaning
 - Bild-Parameter
 - Gamma-Hadron-Separation
 - Alphaplot

MAGIC site: Roque de los Muchachos, La Palma (~2200m)



Teilchenschauer

SHOWER ID: 20031020_test12

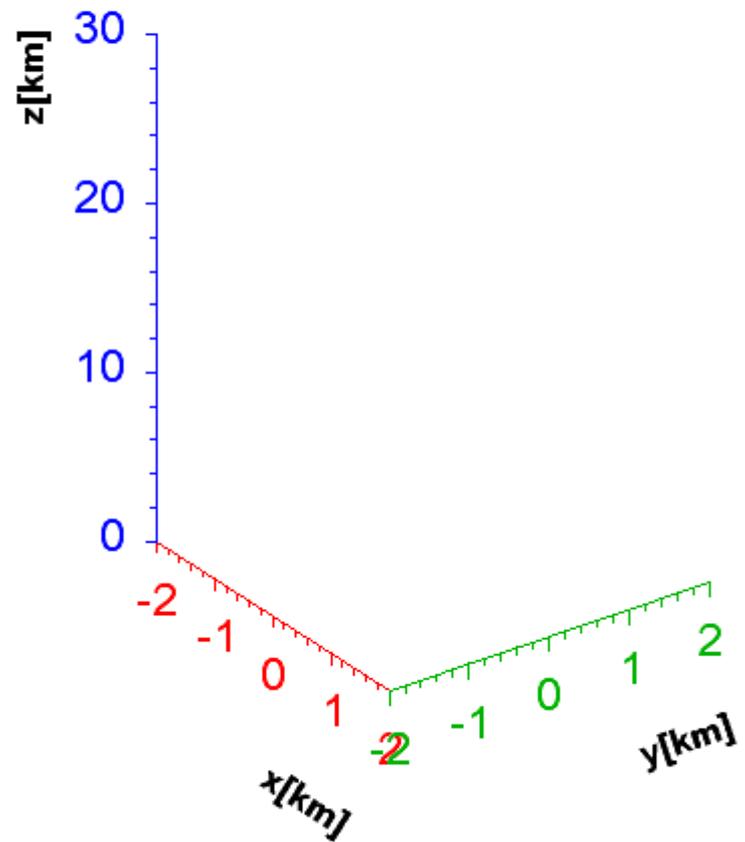
PRIMARY PARTICLE: GAMMA, 500.00 GeV

ANGLE: 0° ZENITH, 0° AZIMUTH

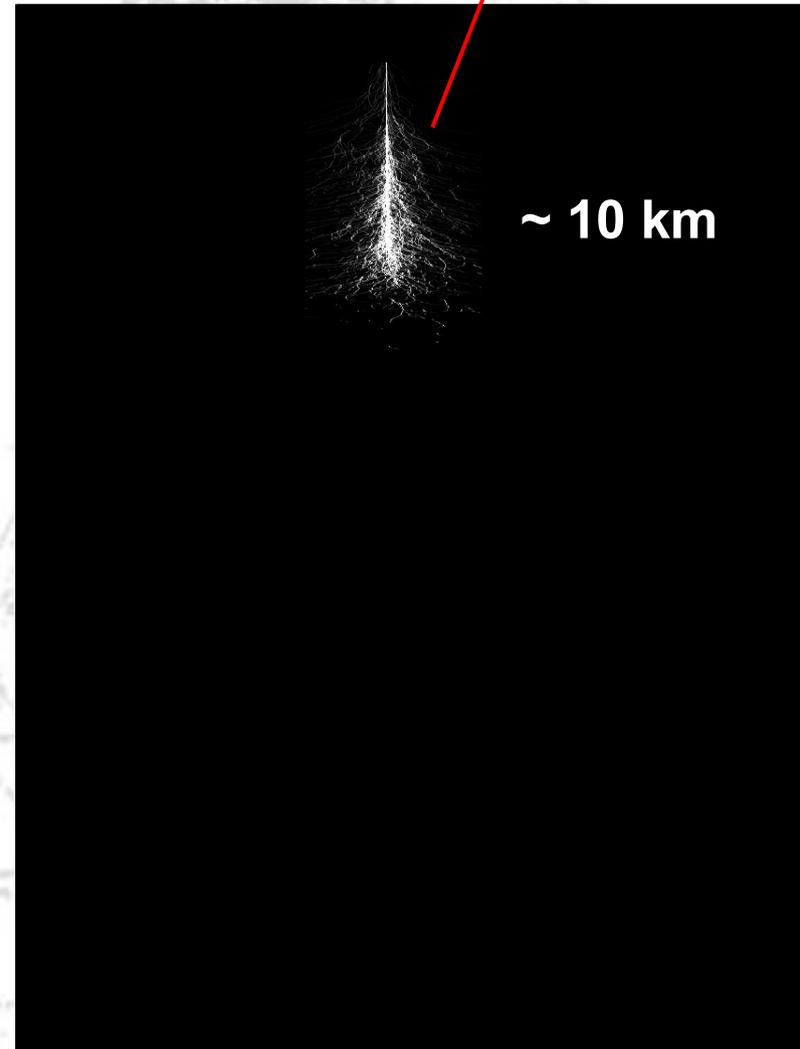
ALL PARTICLES

OF PARTICLES: 0

SHOWER TIME: 0.00 - 0.00 [μ sec]

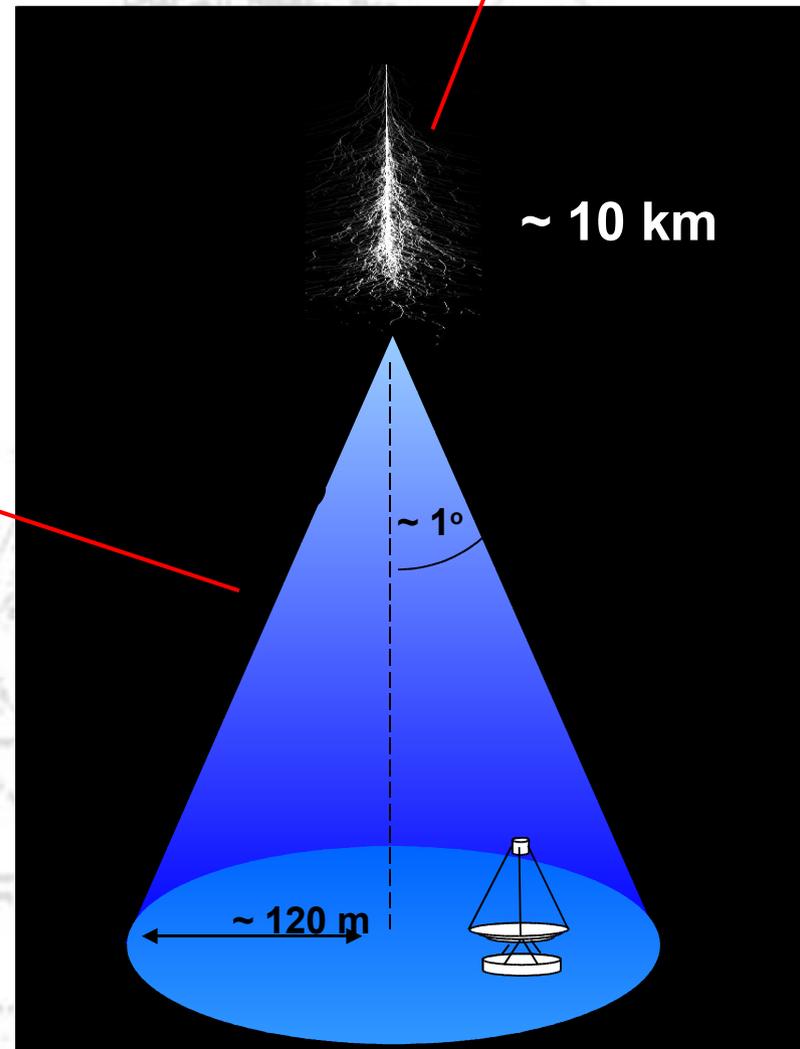


K.S. Kim ETHZ/EWHA



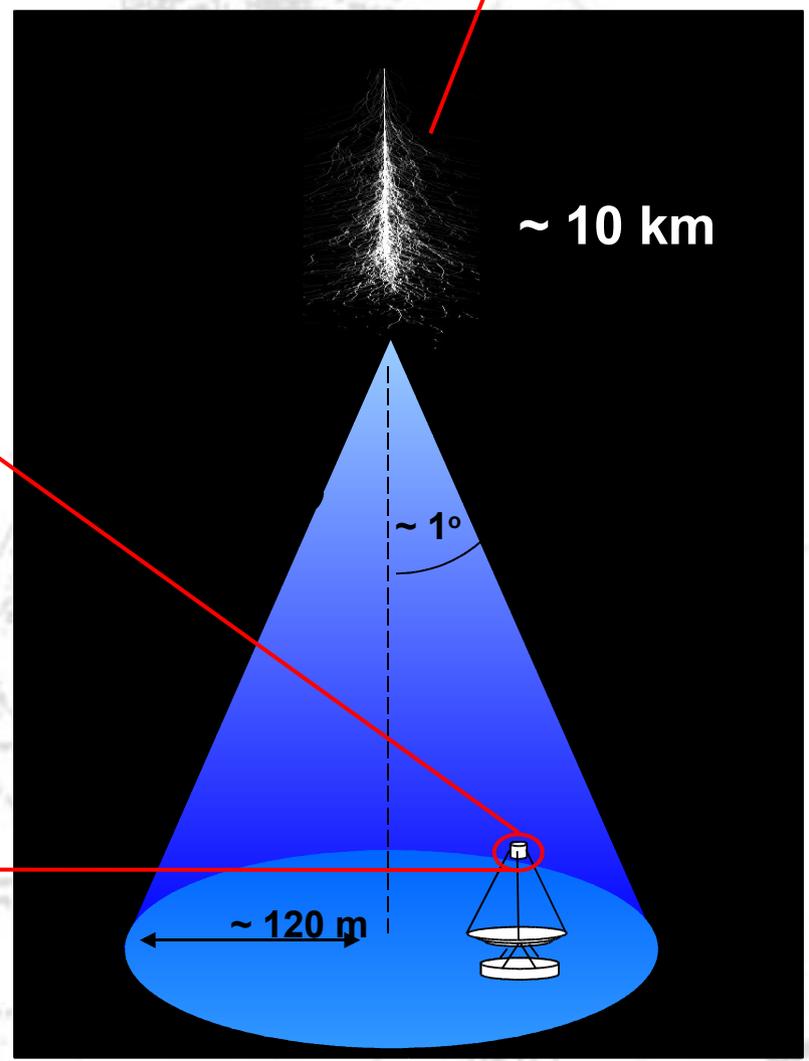
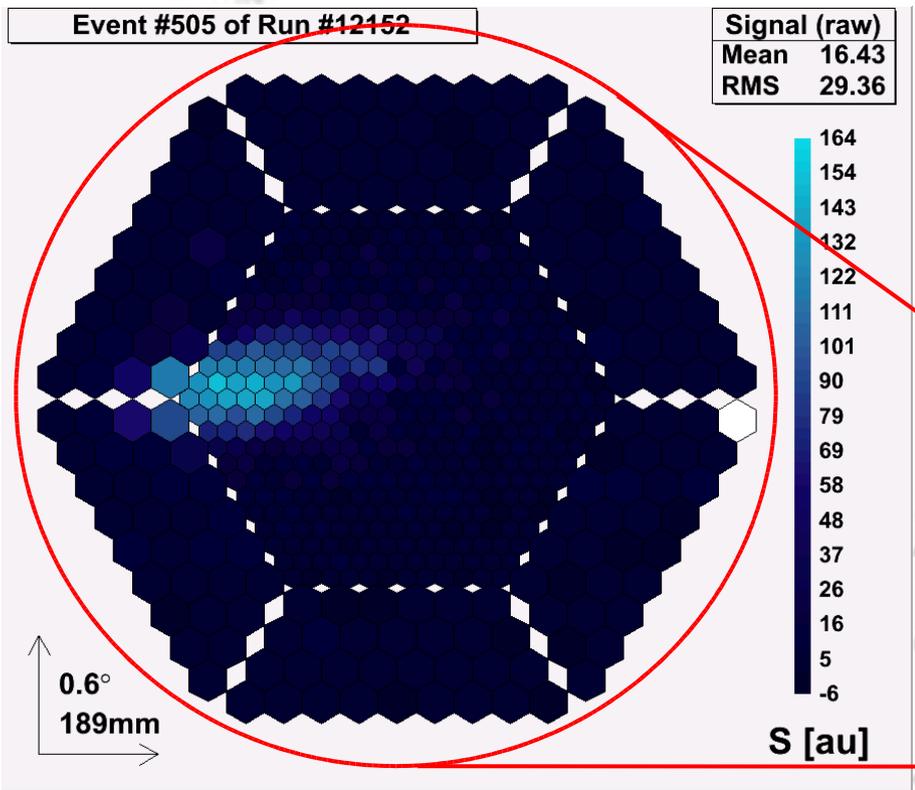
Teilchenschauer

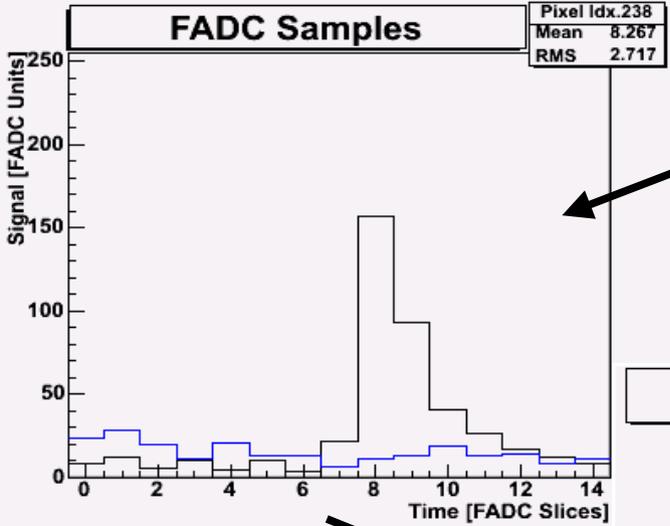
Cherenkov-Lichtkegel



Teilchenschauer

Bild eines Teilchenschauers
in der MAGIC-Kamera





Ein FADC (Flash ADC) digitalisiert das Signal, das der Lichtpuls in den PMTs auslöst.

Event #505 of Run #12152

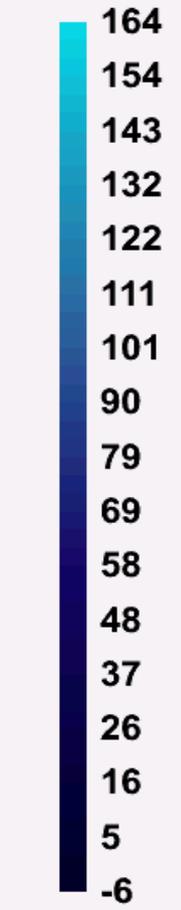
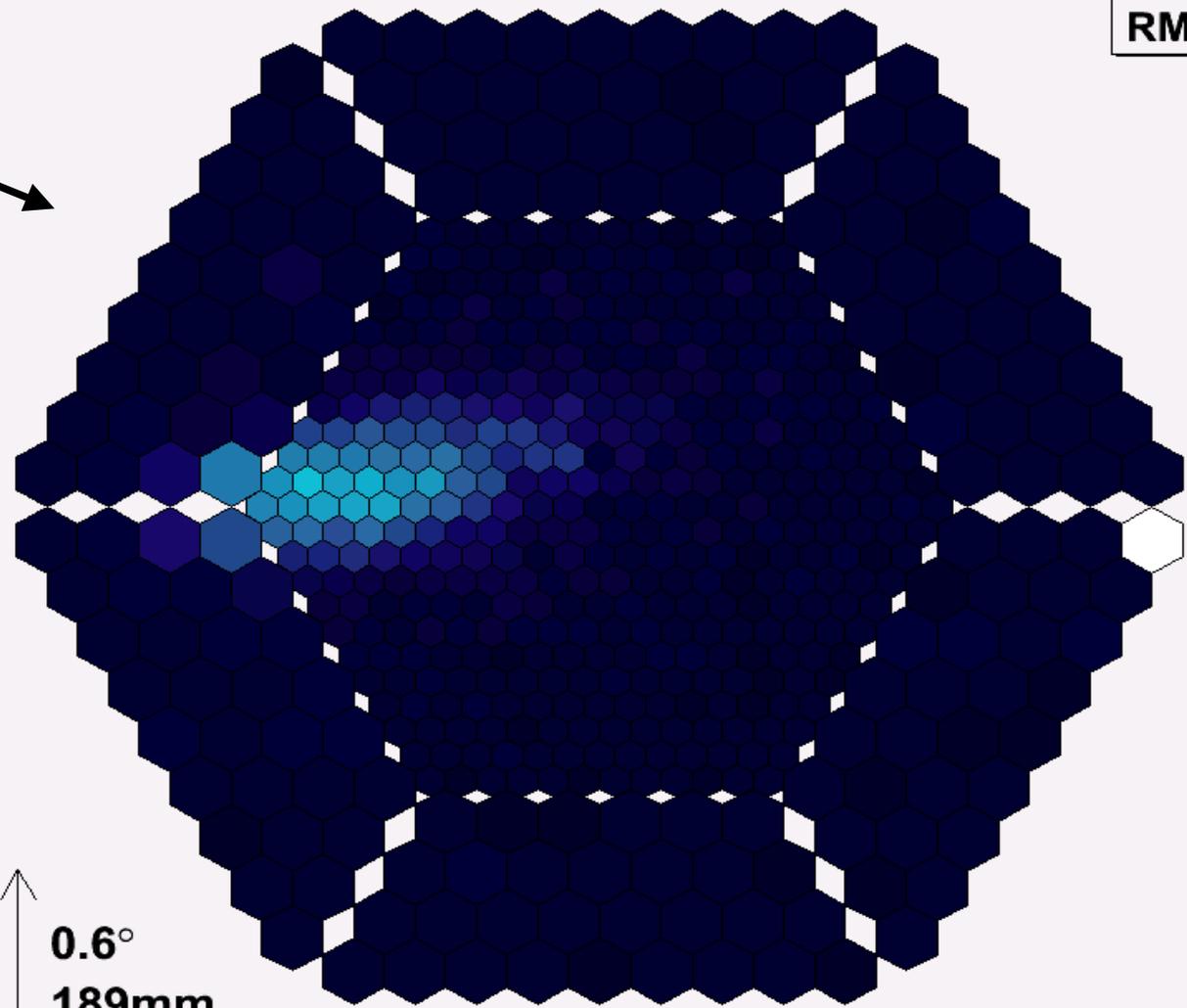
Signal (raw)	
Mean	16.43
RMS	29.36

Daraus ergibt sich das Abbild eines Lufschauers in der PMT Kamera.

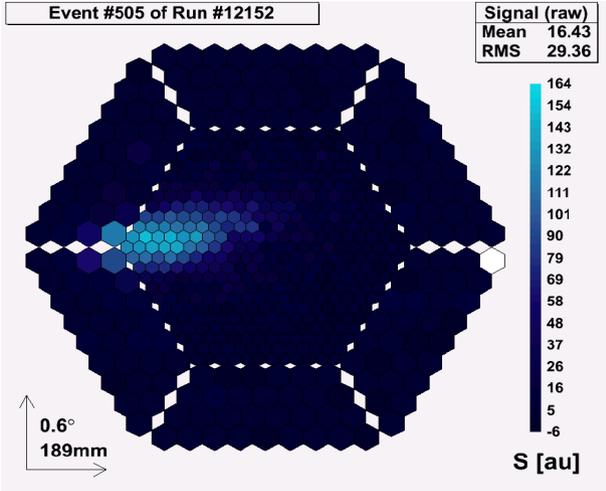
Die Belichtungszeit ist mit ca. 50ns extrem kurz.

Stammt dieses Bild von einem Gamma-Schauer?

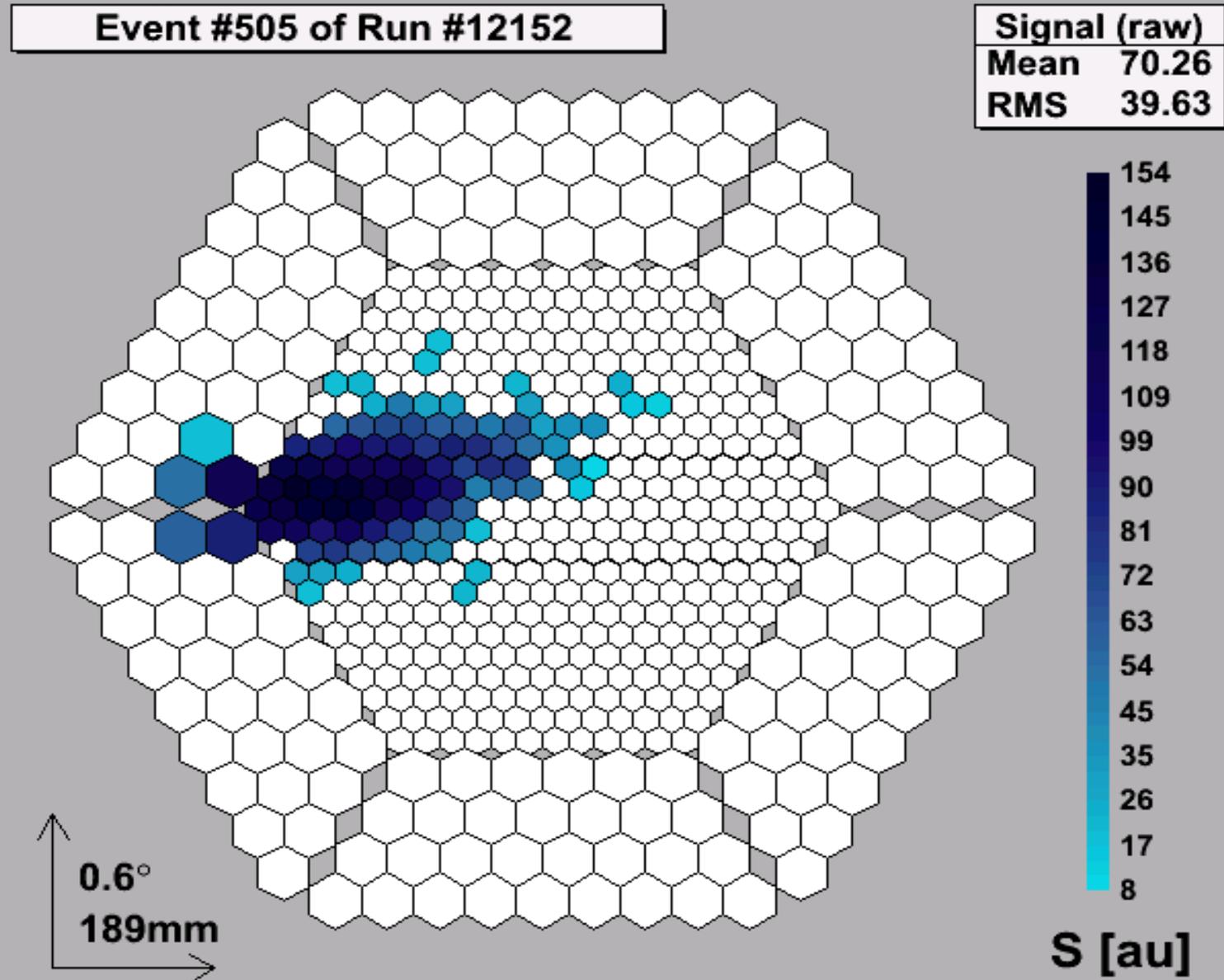
=> Bilderkennung



S [au]

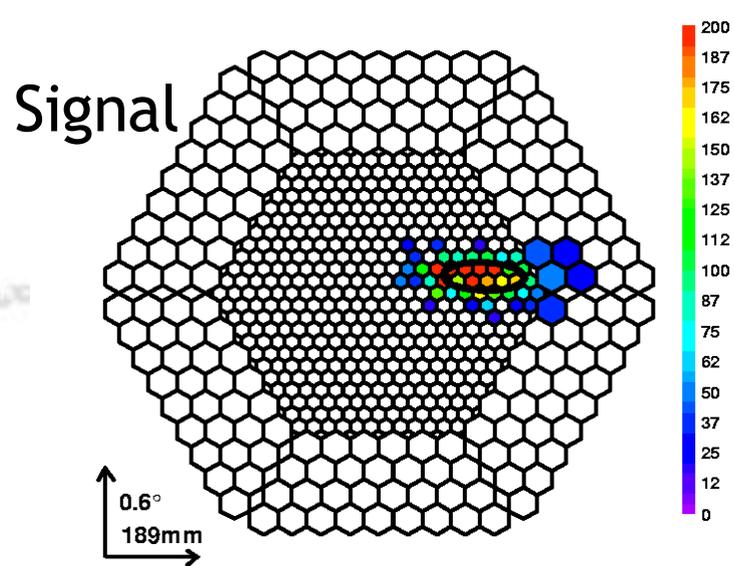
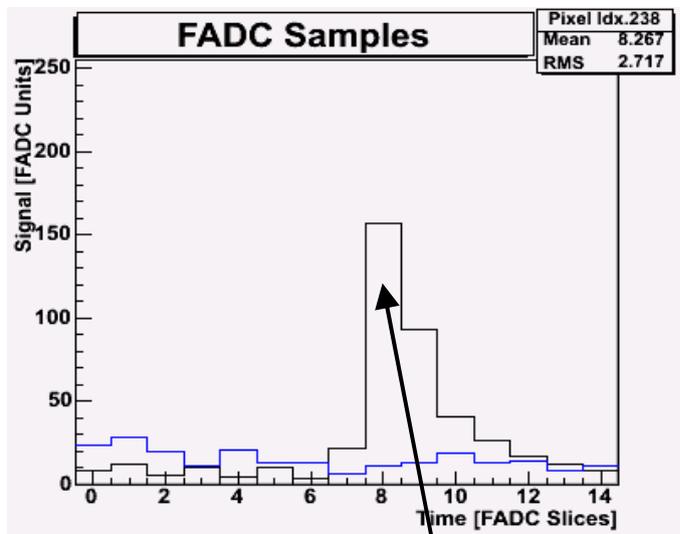


einfachste Methode der Bilderkennung:
'Image Cleaning' - der Untergrund
wird entfernt

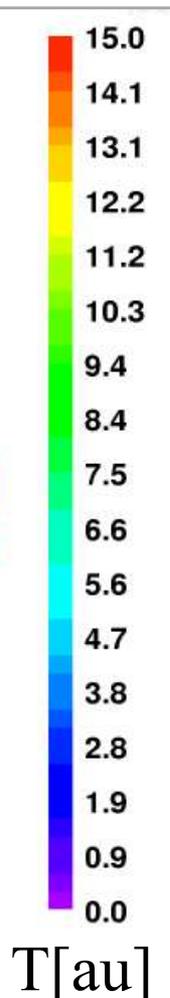
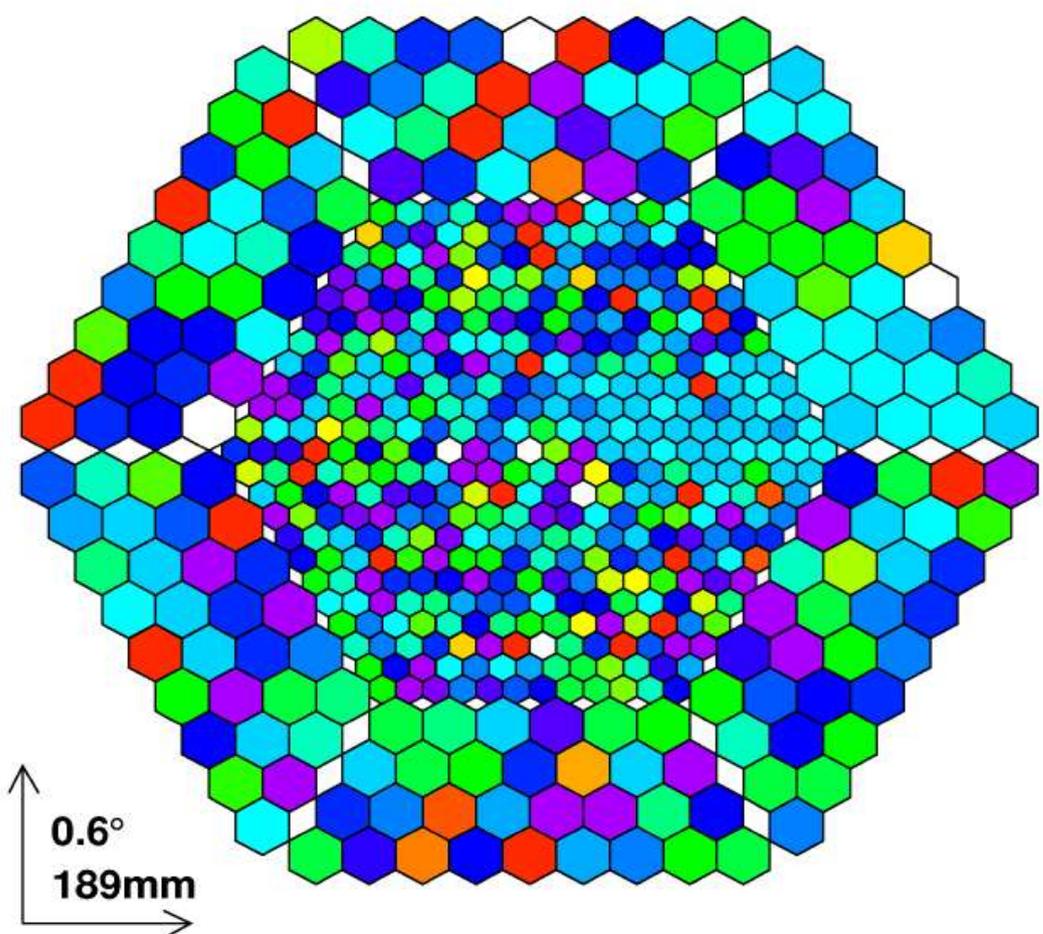


Verschiedene
Methoden:

- Schnitt bei einem absoluten Wert
- Schnitt im Signal-Untergrund-Verhältnis
- Ankunftszeit des Signals



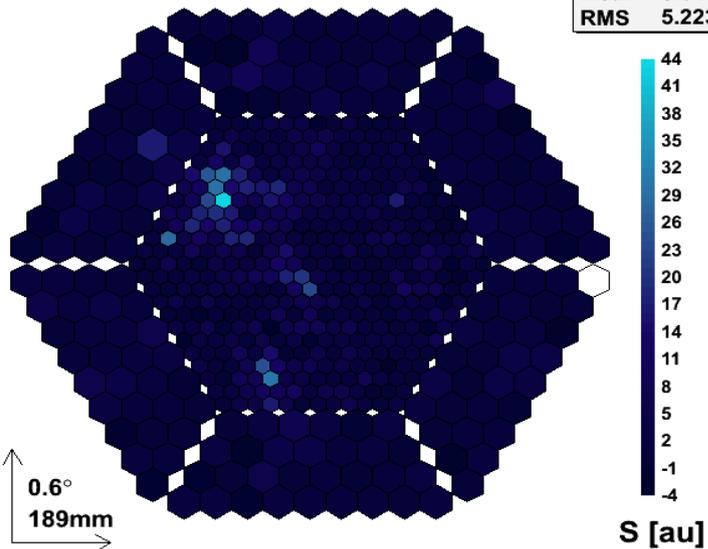
Ankunftszeit



Schauer sind auch in der Ankunftszeit des Signals zu sehen

Event #240 of Run #12424

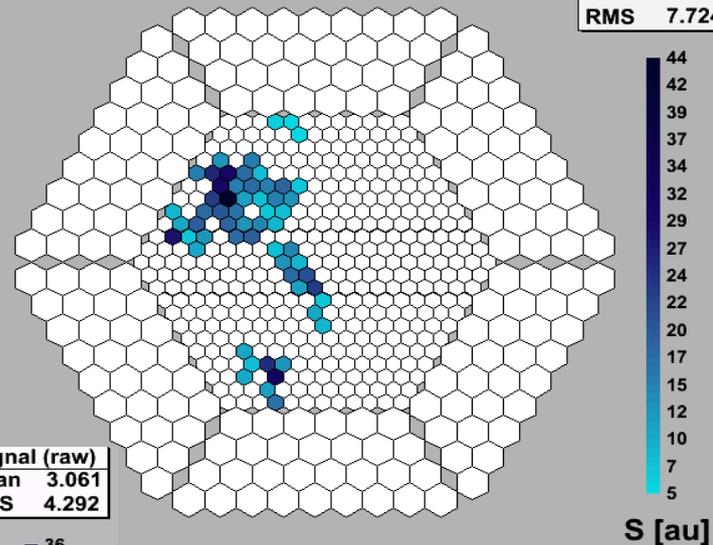
Signal (raw)
Mean 3.644
RMS 5.223



Hadron

Event #240 of Run #12424

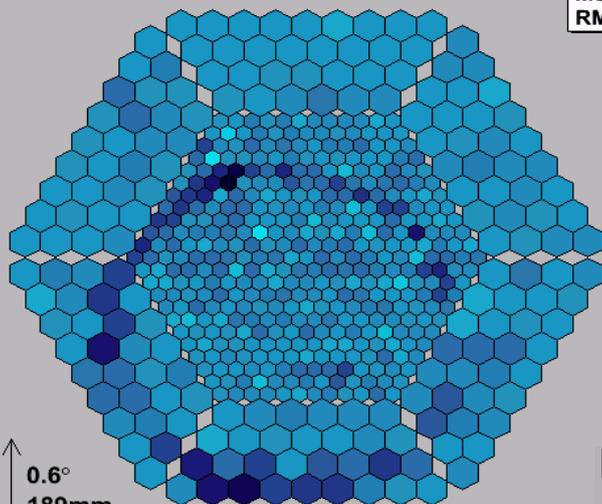
Signal (raw)
Mean 14.59
RMS 7.724



Event #1023 of Run #17071

Signal (raw)
Mean 3.061
RMS 4.292

Myon

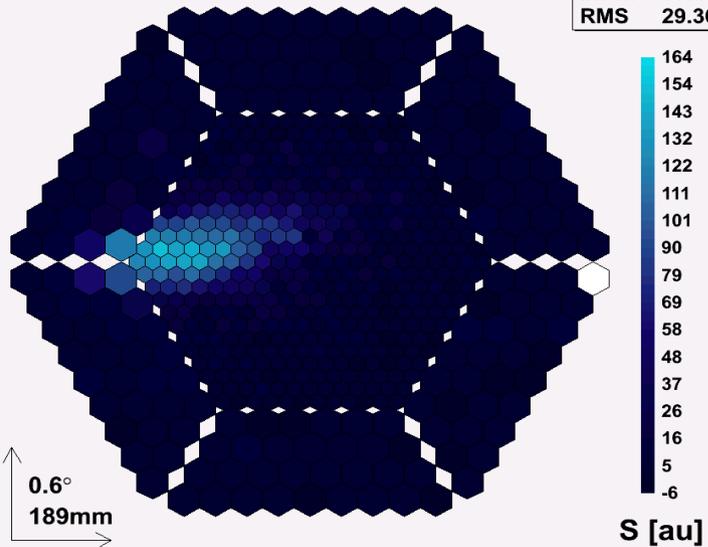


Unterschiede:

- Form
- Dichte
- Homogenität

Event #505 of Run #12152

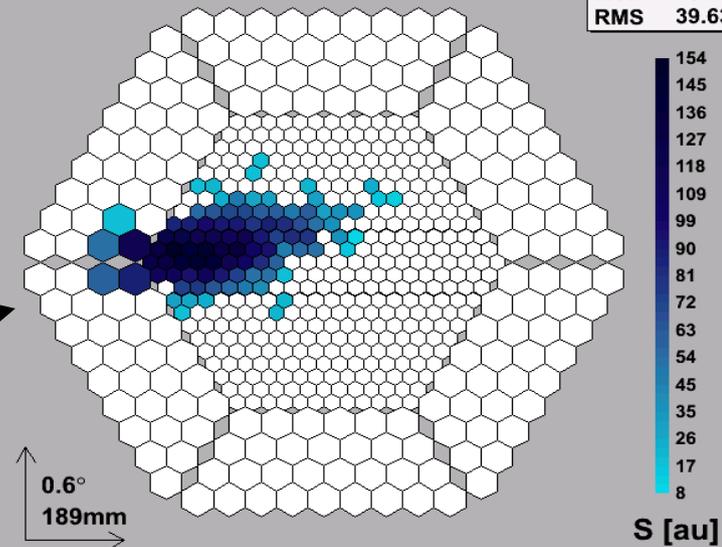
Signal (raw)
Mean 16.43
RMS 29.36

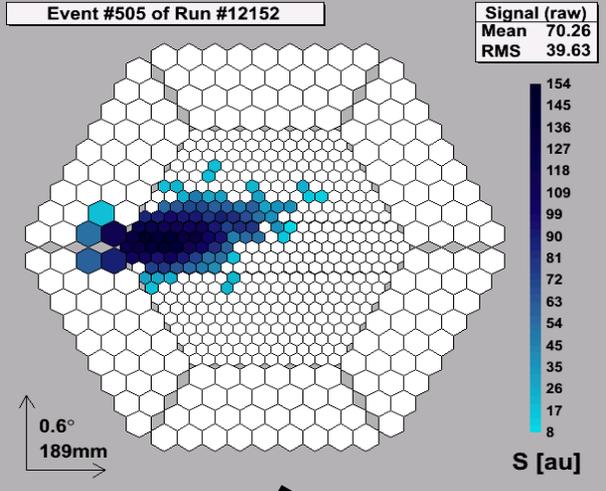


Gamma

Event #505 of Run #12152

Signal (raw)
Mean 70.26
RMS 39.63





Berechnung der Bild-Parameter:

Schwerpunkt der Lichtverteilung
(statistischer Mittelwert)

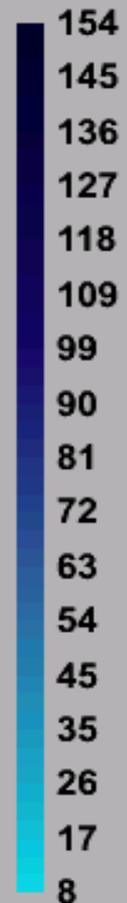
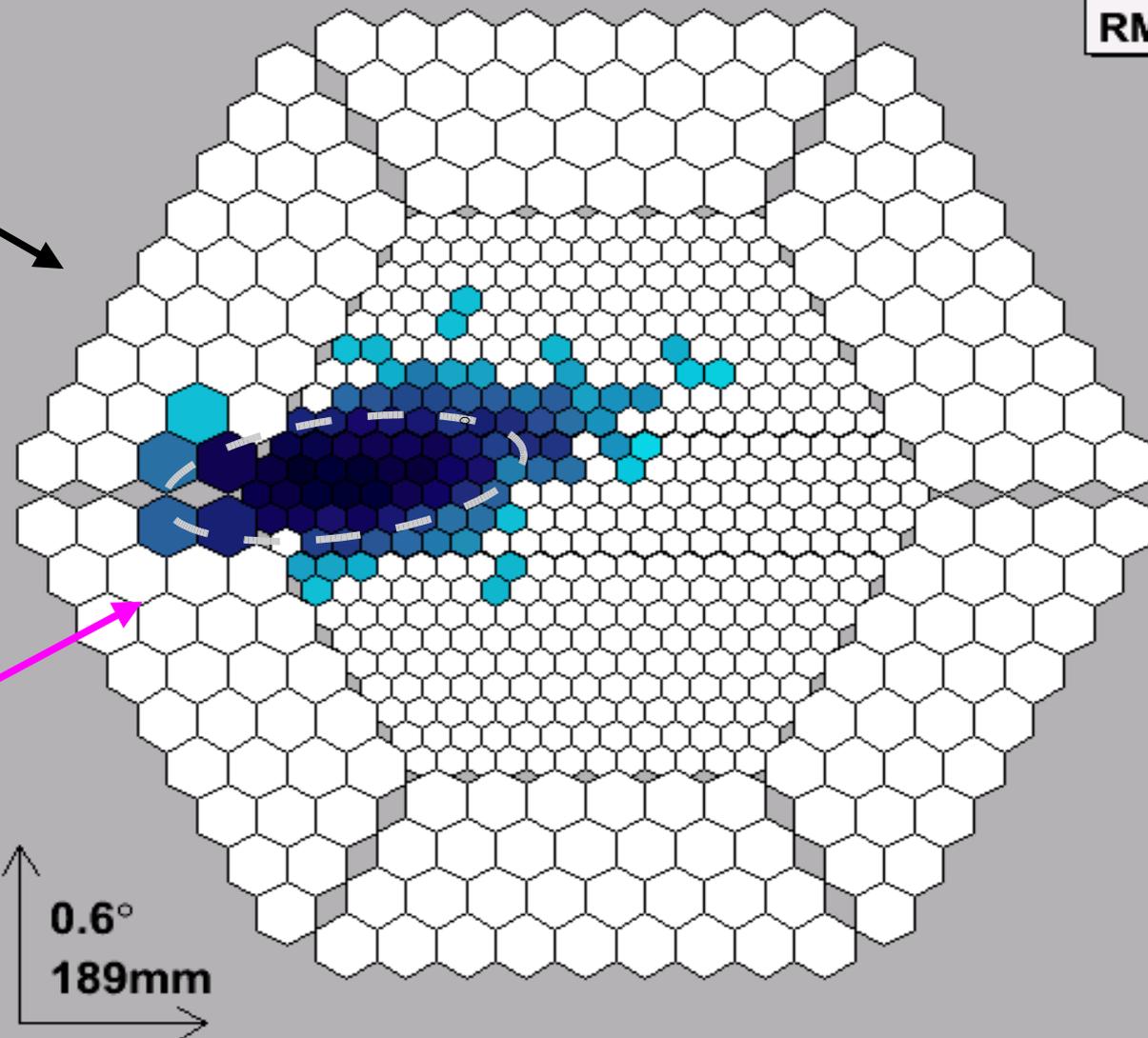
Event #505 of Run #12152

Signal (raw)	
Mean	70.26
RMS	39.63

zweite Momente
(die Standard-
abweichung) der
Lichtverteilung

Darstellungsform:
Hauptachsen
einer Ellipse

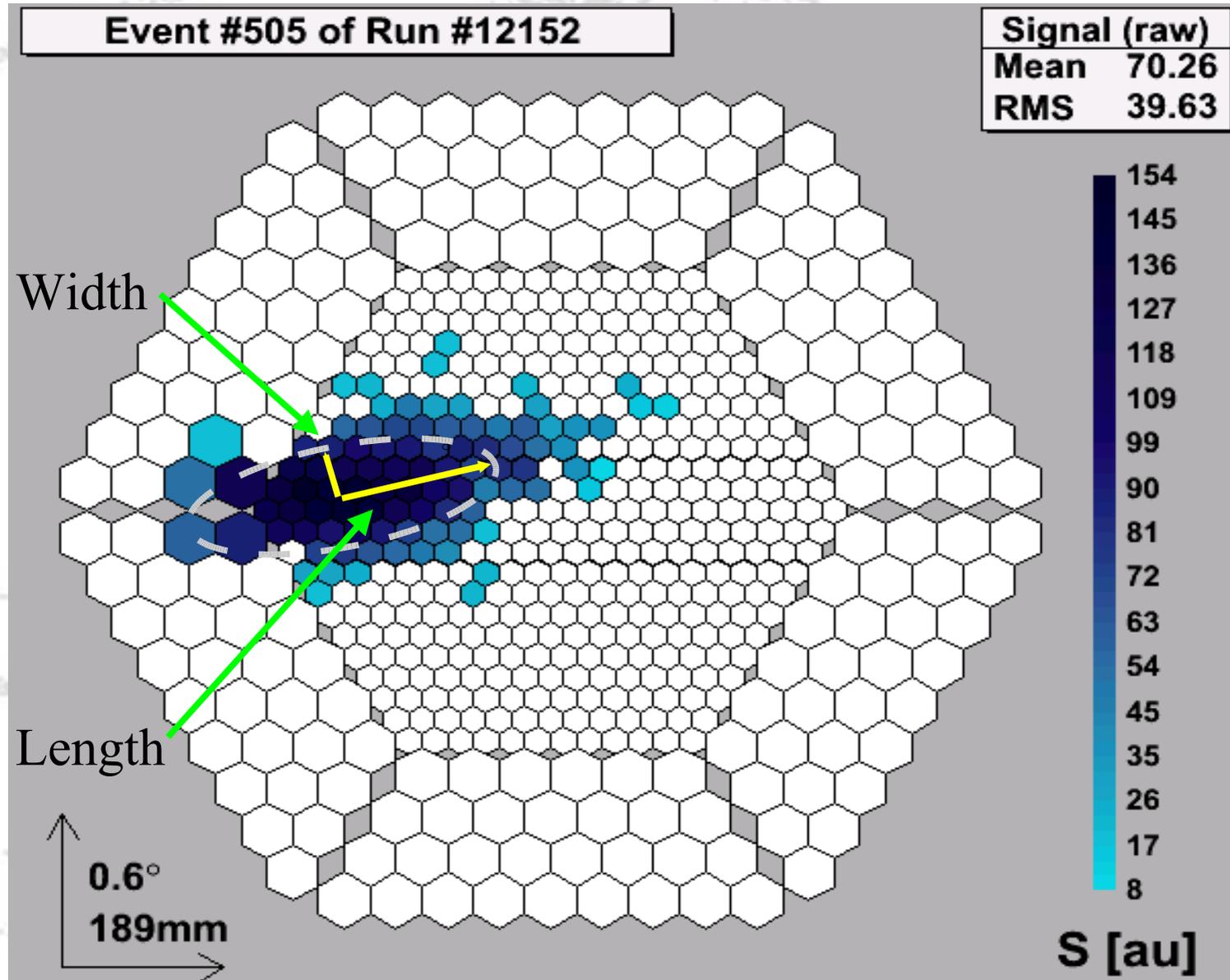
- Width
- Length



S [au]

gesamte Lichtmenge eines Schauers: Size
(Maß für die Energie des Primärteilchens)

Unterscheidung
von hadronischen
und Gamma-
Schauern mit Hilfe
der Bildparameter:
z.B. hadronische
Schauer wegen
ihrer Subschauer
breiter



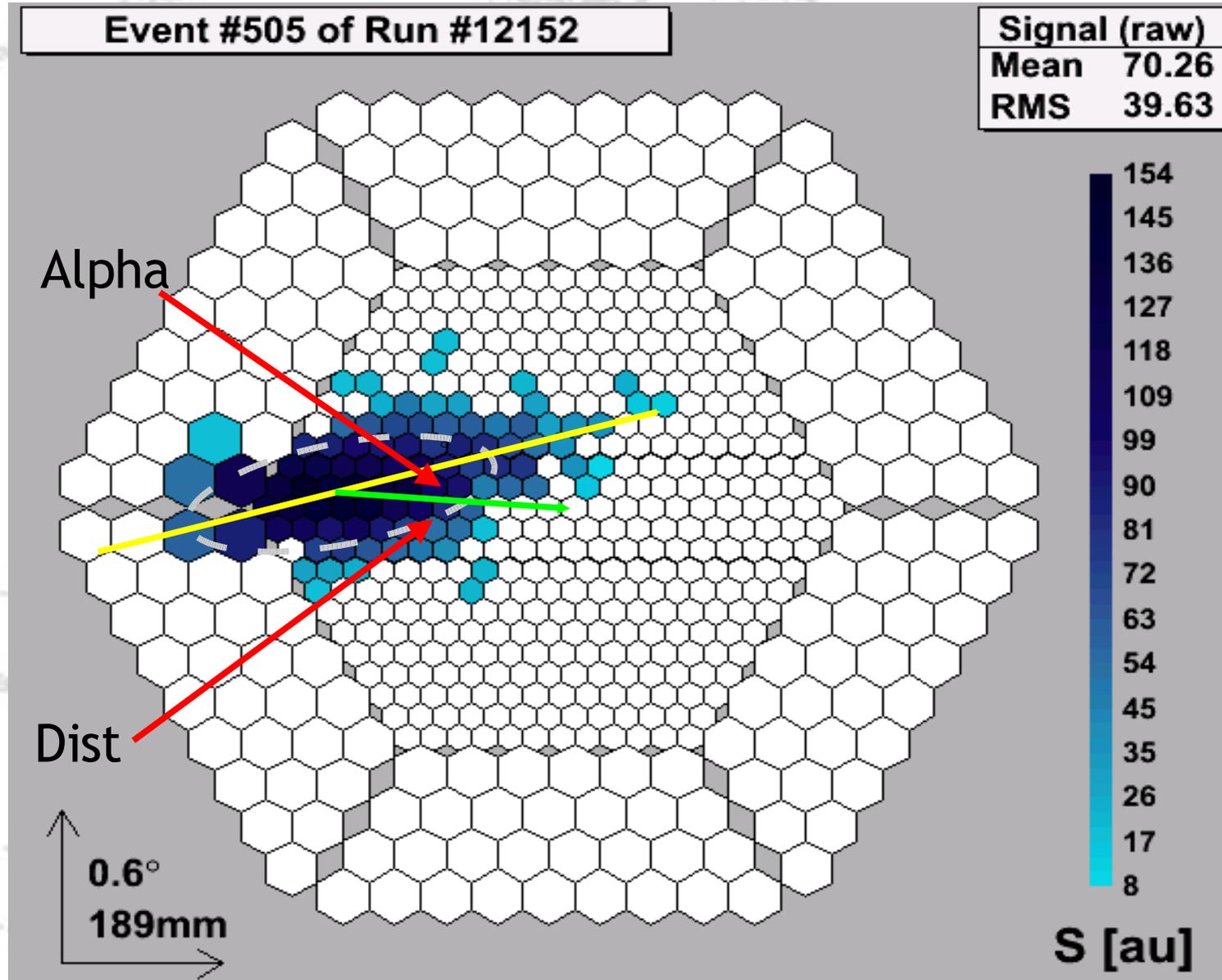
Annahme: Quelleposition = Zentrum der Kamera

Winkel Alpha: beschreibt die Ankunftsrichtung des Luftschauers
(Maß dafür, ob ein Schauer von der Quelle kommt oder nicht)

Alpha=0°
Schauer zeigt auf
die Quellposition!

Der hadronische
Untergrund ist
diffus!

Dist: Abstand des
Schauers vom
Kamerazentrum
(Maß für die Ent-
fernung des
Schauers vom
Teleskop)

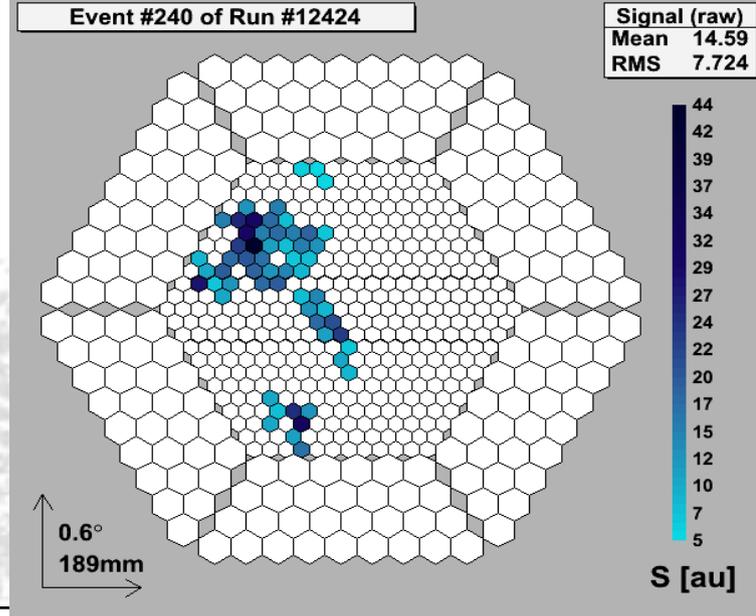


Gamma oder Hadron?

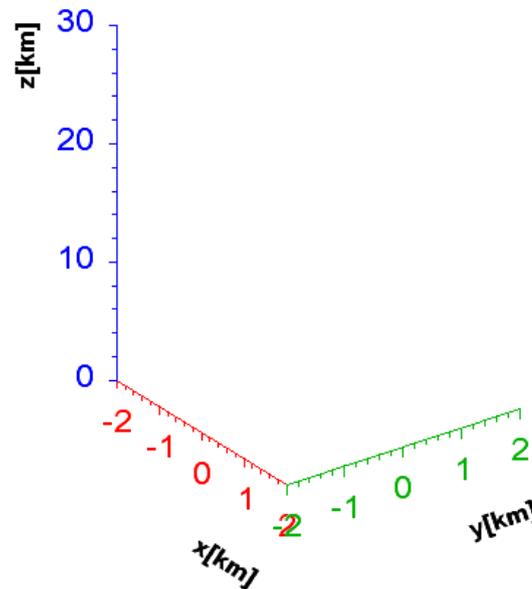
Unterscheidung mit Hilfe
der Bildparameter

Methoden zur Gamma-Hadron-
Separation:

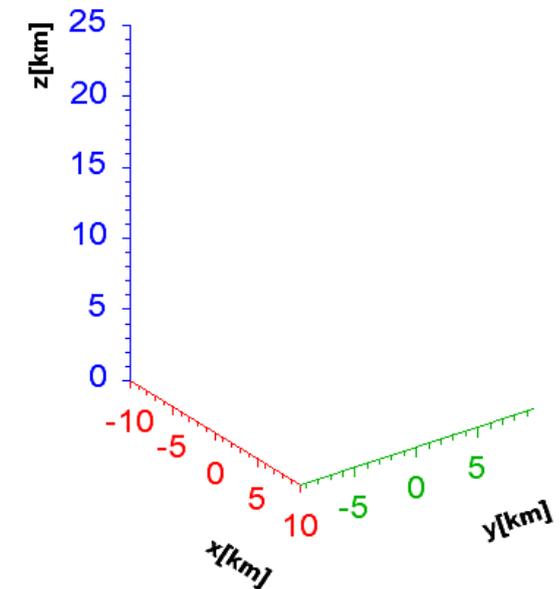
- statische Cuts
- dynamische Cuts
- Random Forrest
- Neurales Netz



SHOWER ID: 20031020_test12
PRIMARY PARTICLE: GAMMA, 500.00 GeV
ANGLE: 0° ZENITH, 0° AZIMUTH
ALL PARTICLES
OF PARTICLES: 0
SHOWER TIME: 0.00 - 0.00 [μsec]

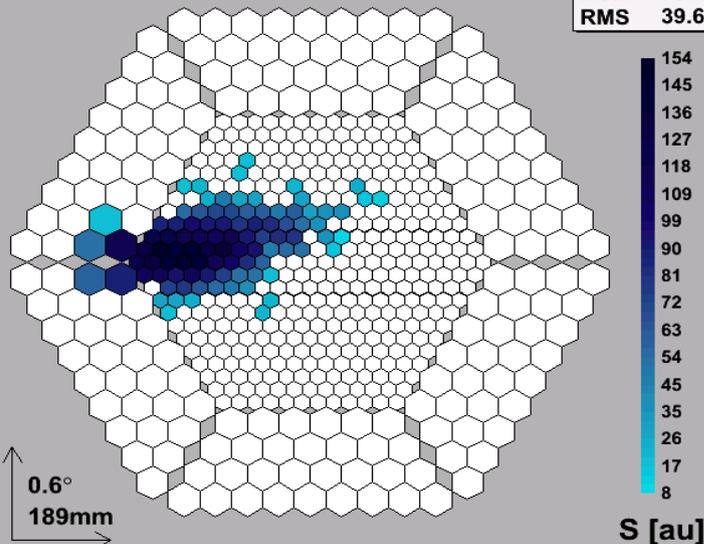


SHOWER ID: 20031020_test52
PRIMARY PARTICLE: PROTON, 500.00 GeV
ANGLE: 0° ZENITH, 0° AZIMUTH
ALL PARTICLES
OF PARTICLES: 0
SHOWER TIME: 0.00 - 0.00 [μsec]

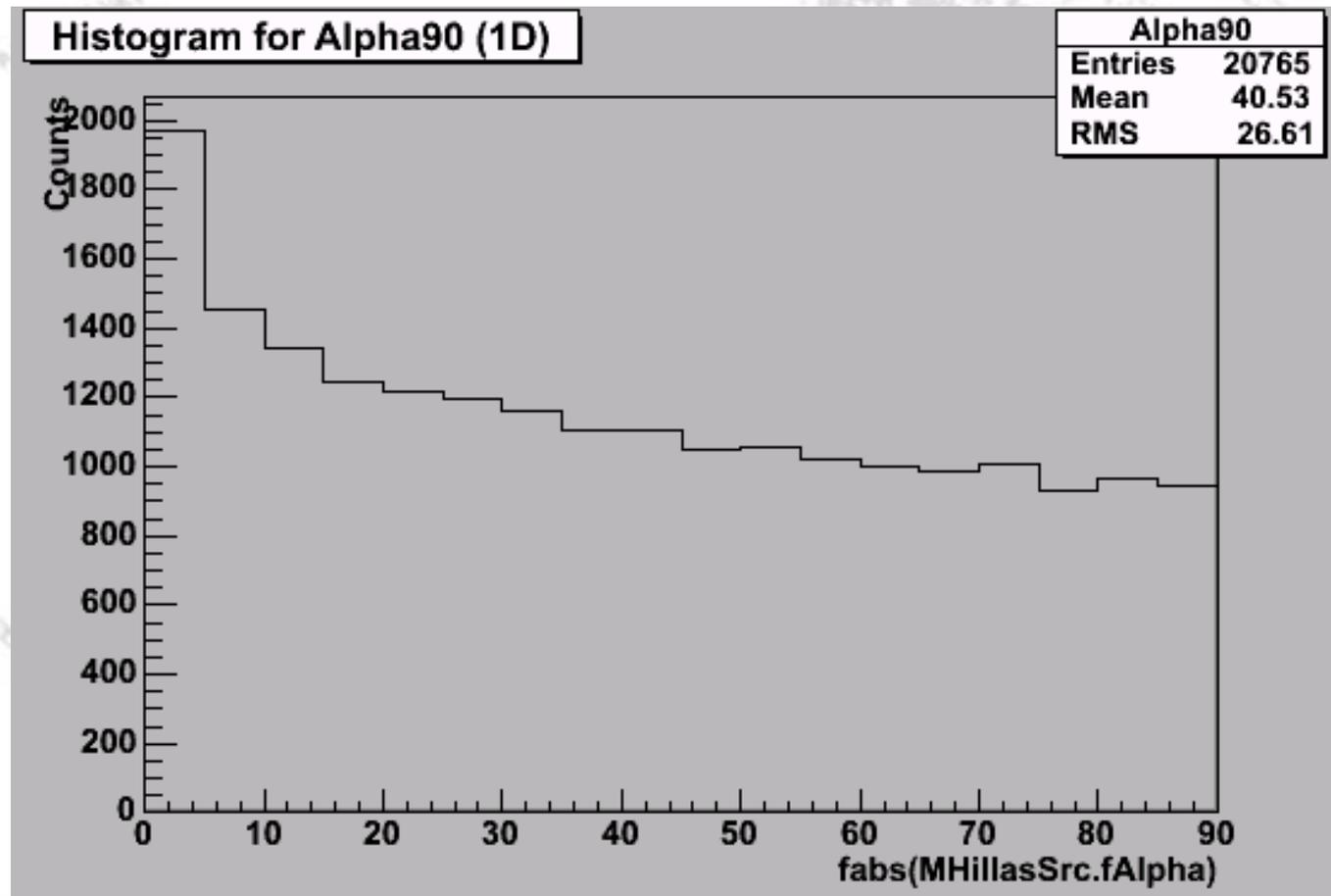


Event #505 of Run #12152

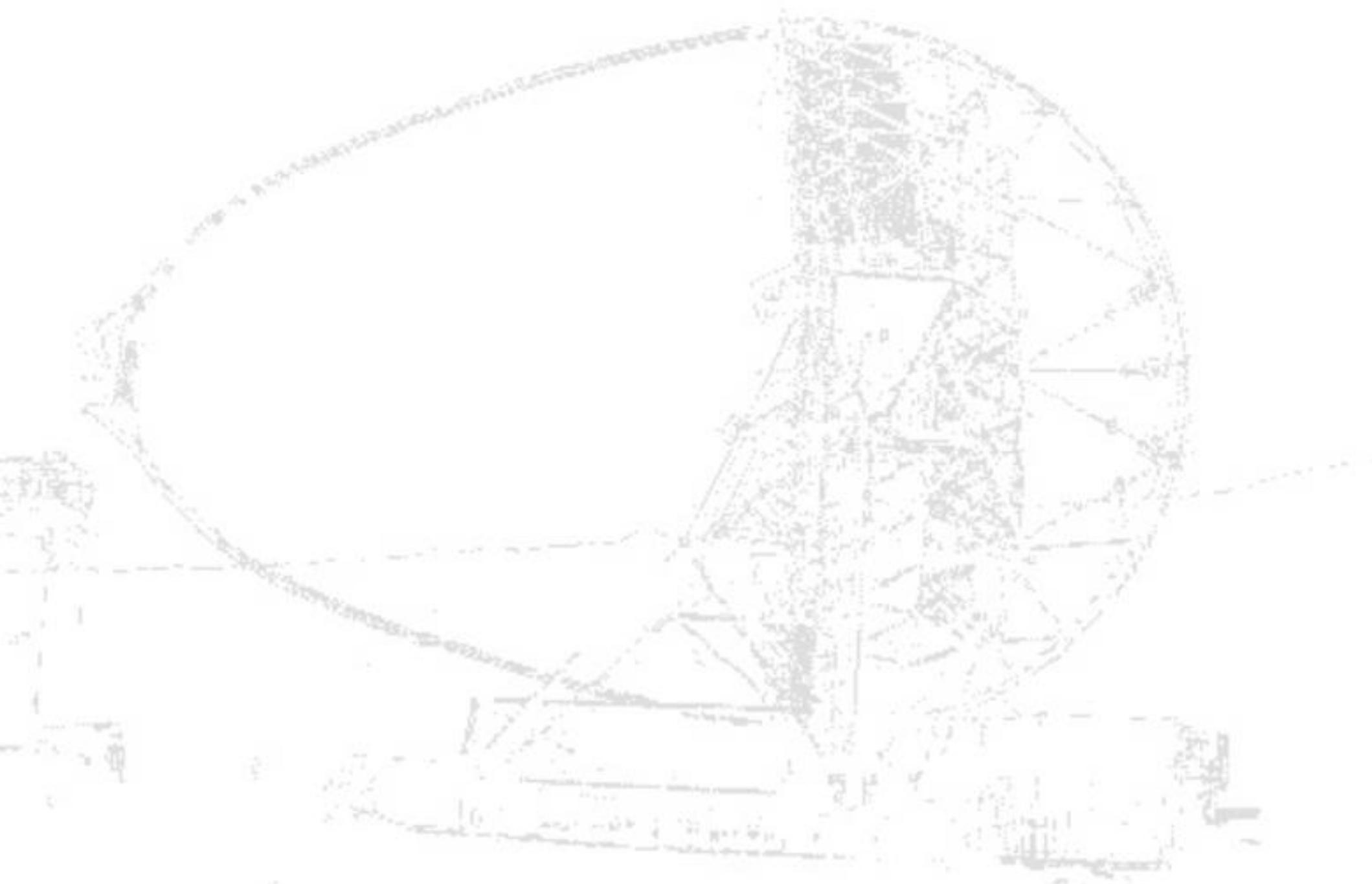
Signal (raw)
Mean 70.26
RMS 39.63



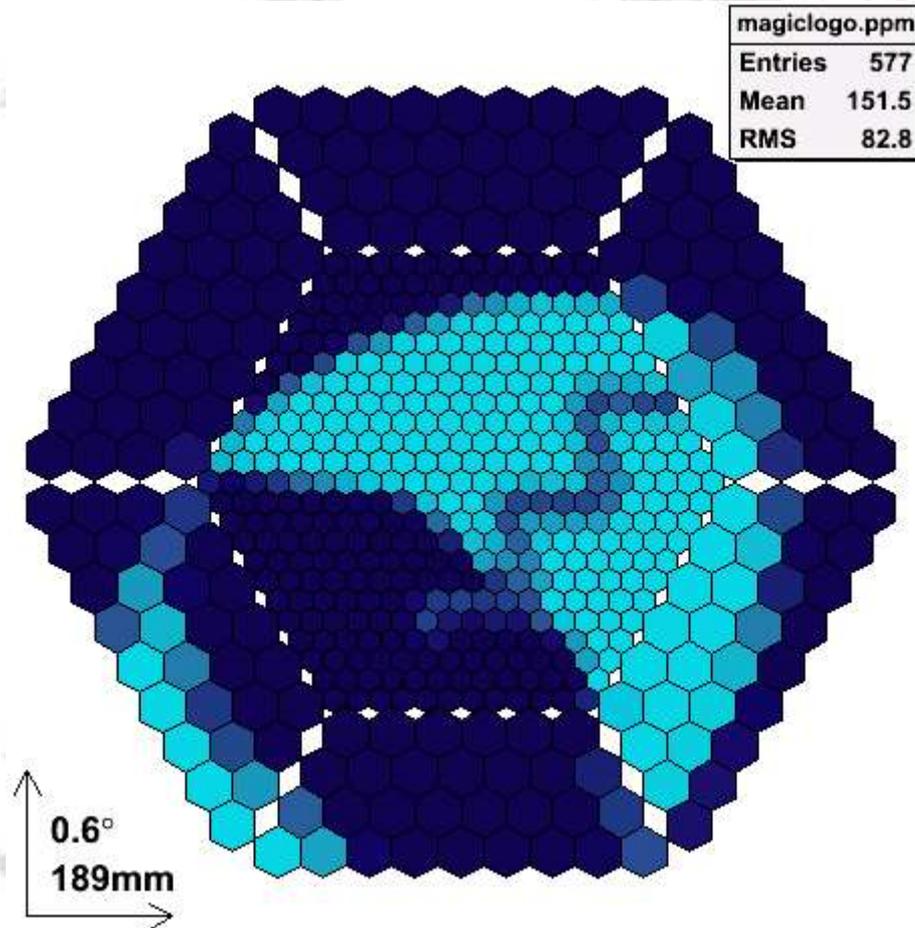
Gamma-Hadron-Separation:
'überlebende' Ereignisse
werden in Histogramm gefüllt
=> Alphaplot



Alphaplot - und wie weiter? => nächster Vortrag



Von der Detektion zur *Physik*



Thomas Bretz
Universität Würzburg

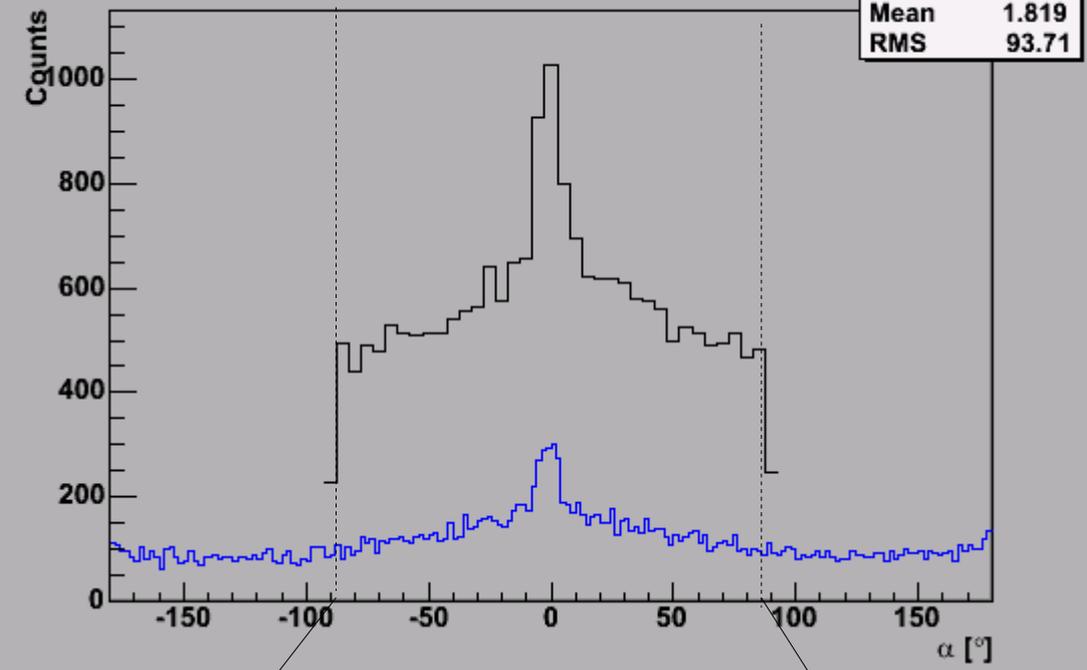


bmb+f - Förderschwerpunkt

Astro-Teilchenphysik

Großgeräte der physikalischen
Grundlagenforschung

Alpha180 of Ellipse



Gamma von der Quelle?

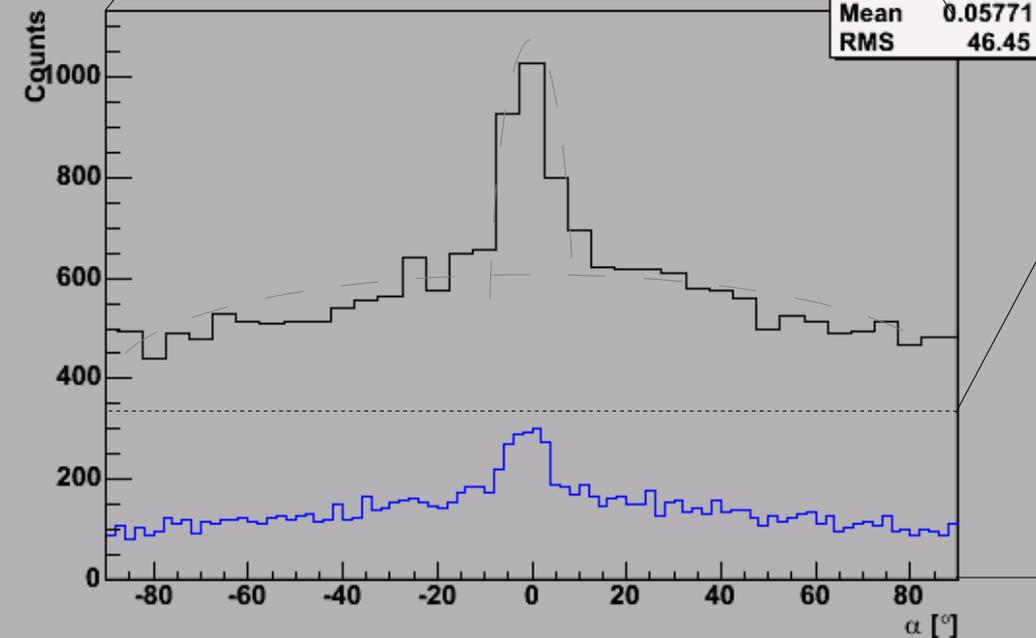
- Wichtigster Parameter: Alpha
- Typisch: $\text{Alpha} < 15^\circ$

Signal? Fit, On-Off

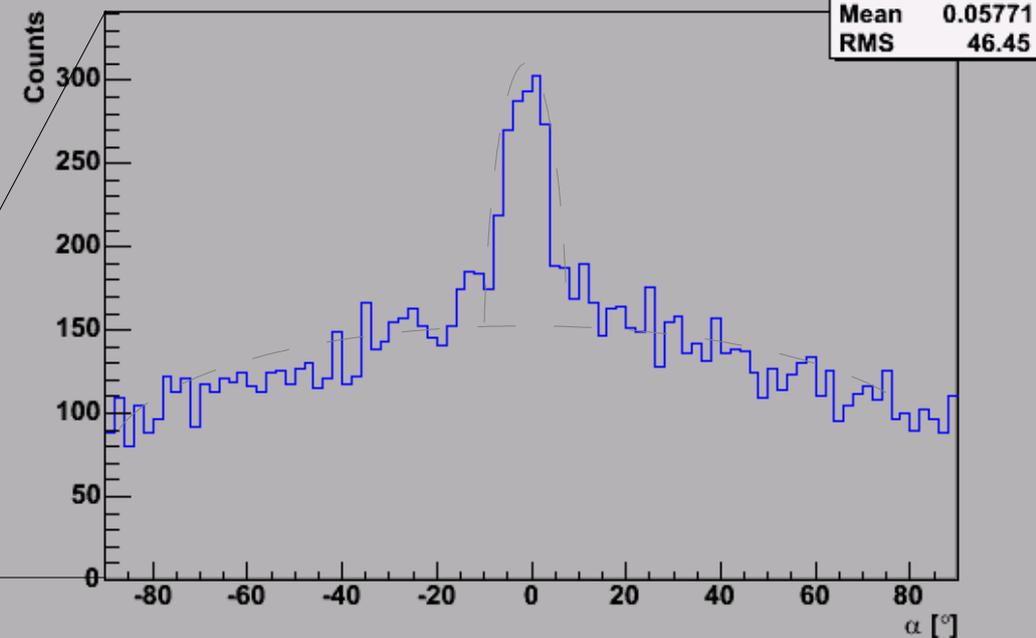


3. Moment
Ankunftszeit

Alpha180 of Ellipse



Alpha180 of Ellipse



Fit des Untergrundes: Polynom für $40^\circ < \alpha < 80^\circ$ (Randeffekte)

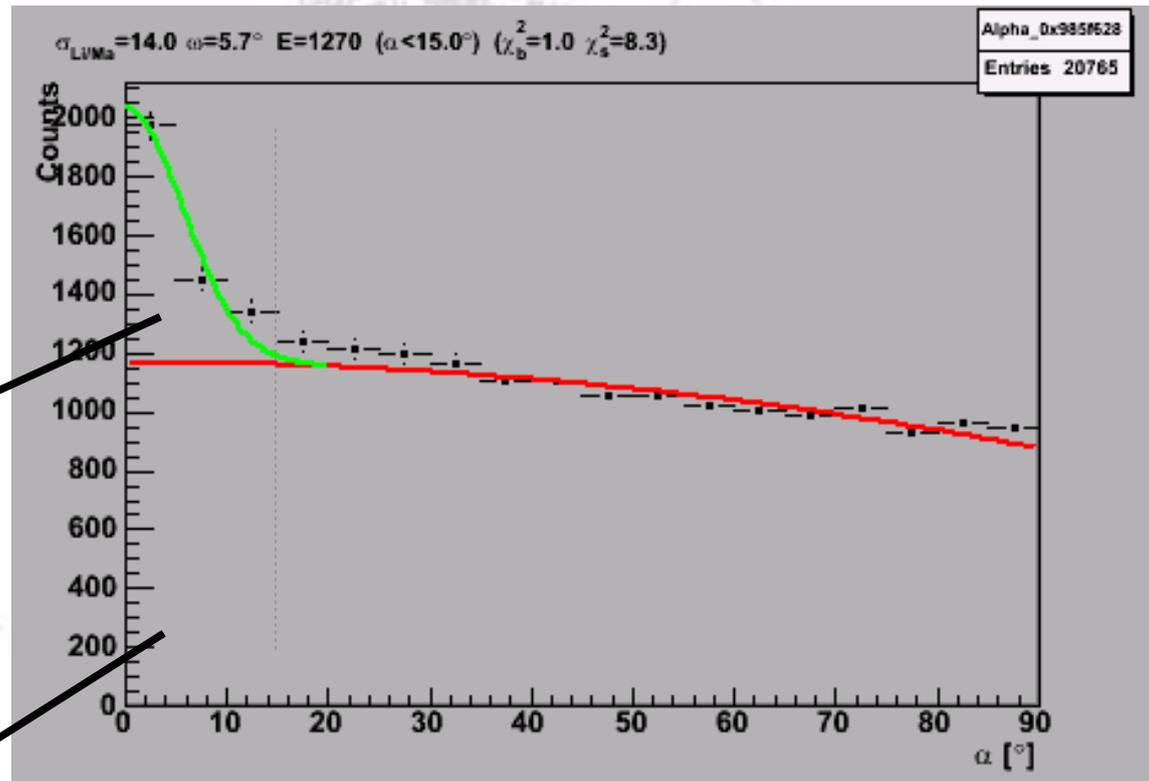
Fit des Signals: Gauß für $\alpha < 25^\circ$

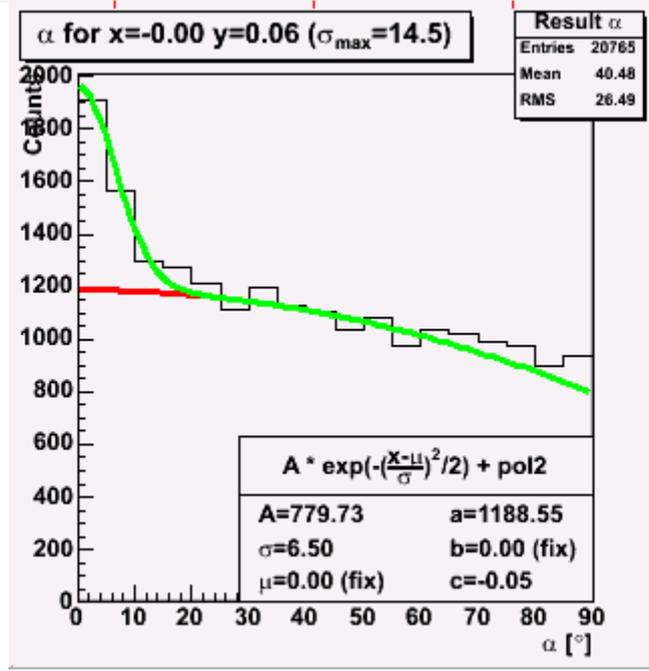
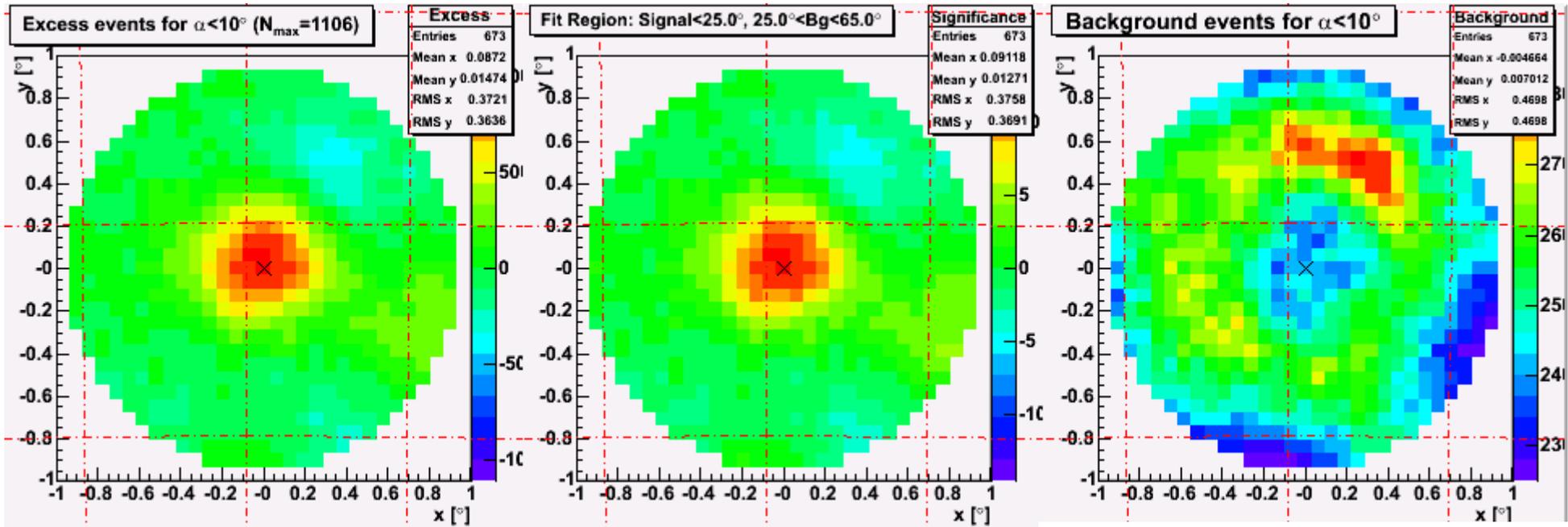
Symmetrie für $\alpha = 0^\circ$

Anzahl Signal-/Excess-
events

Typisch $10-15^\circ$

Anzahl Untergrundevents (oder aus Off-Daten)





Hier:
 am 21.4. ~23:30h
 Mkn-421 detektiert
 mit 14.5sigma
 (vorläufig)

Detektion!
 Aber
 Fluß/Spektrum?
 →

Excess Events:

- Anzahl der Teilchen die:
 - * als Gammas identifiziert wurden
 - * aus der Quellrichtung kommen

- * Nur On-Daten
- * On-Off Daten

$$\text{Teilchen Fluß} = \frac{\text{Anzahl beobachteter Teilchen}}{\text{Meß-Zeit} * \text{Beobachtete-Fläche}}$$

Effektive Meßzeit:

- Korrektur für *ausgefallene* Meßzeit (Tot-Zeit, Down-Time, ...)

- * Uhrzeit
- * Zenithwinkel
- * Atmosphäre

Effektive Fläche:

- Korrektur für *ausgefallene* Teilchen (Kein Trigger, keine Rekonstruktion, ...)

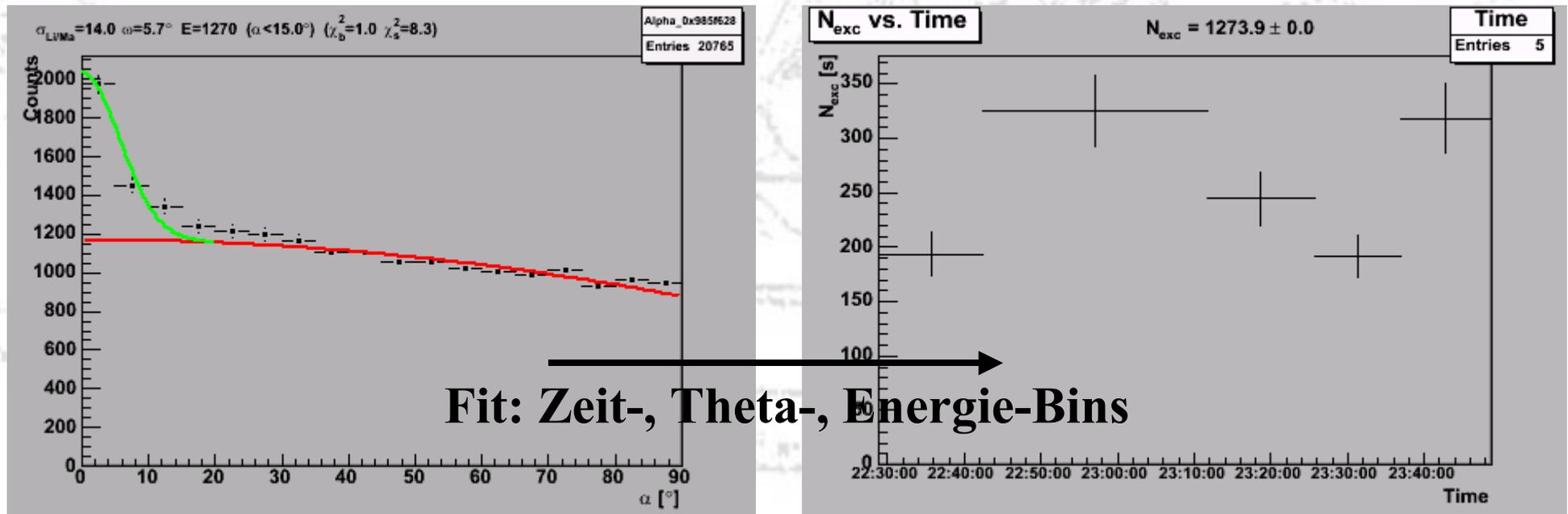
- * Energy
- * Zenithwinkel
- * Atmosphäre

Excess Events:

- Anzahl der Teilchen die:
 - * als Gammas identifiziert wurden
 - * aus der Quellrichtung kommen
- * Nur On-Daten (Cut-Abhängig, Systematische Effekte)
- * On-Off Daten (Off Daten aus anderer Himmelregion zu anderer Zeit)

Anzahl beobachteter Teilchen

Teilchen Fluß = -----
Meß-Zeit * Beobachtete-Fläche

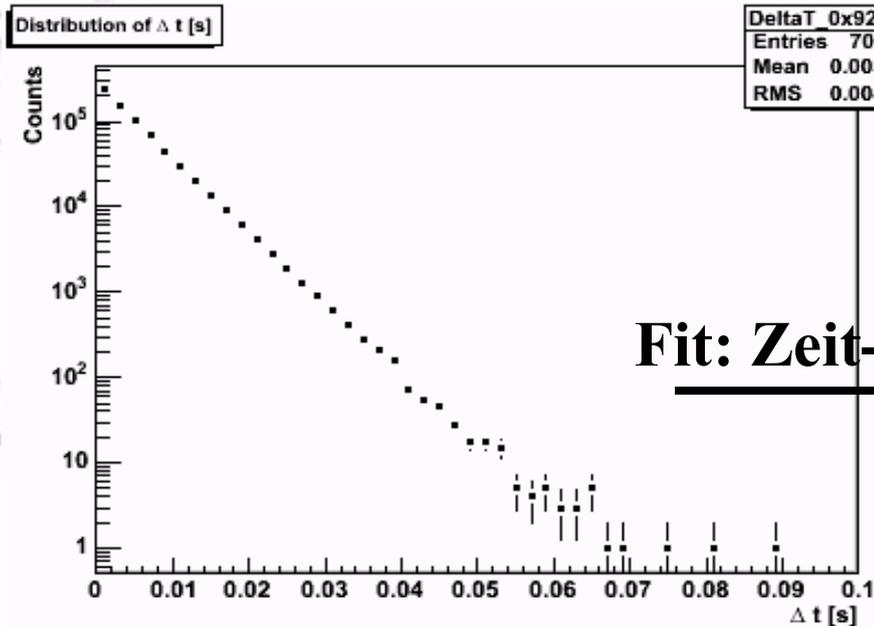


Effektive Meßzeit:

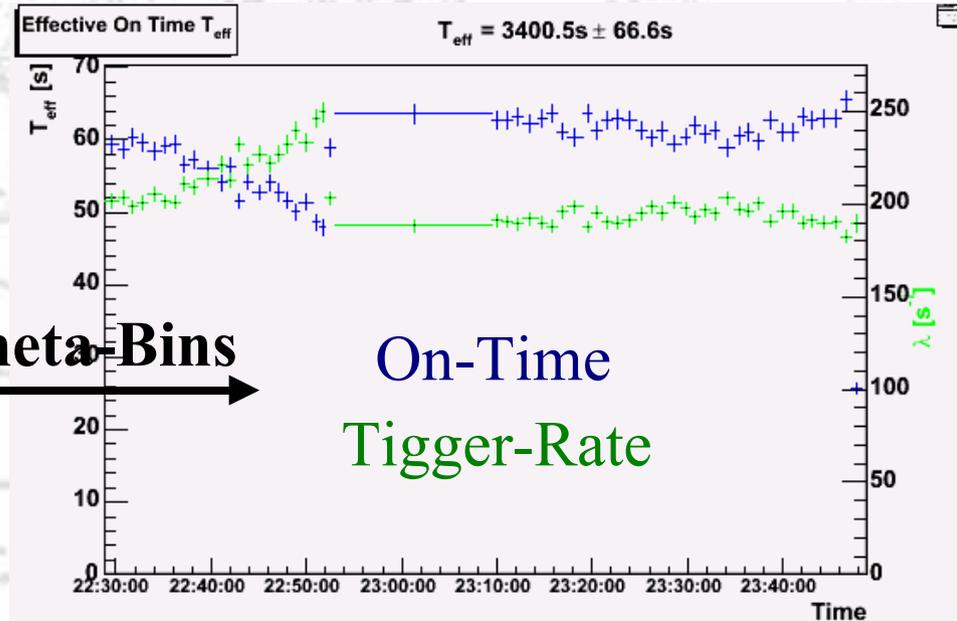
- Korrektur für *ausgefallene* Meßzeit
(Tot-Zeit, Down-Time, ...)

- * Uhrzeit (zeitlich veränderte Bedingungen, zB Detektor Temperatur)
- * Zenithwinkel (Nachtlichthintergrund)
- * Atmosphäre (Wolken, Extinktion)

$$\text{Teilchen Fluß} = \frac{\text{Anzahl beobachteter Teilchen}}{\text{Meß-Zeit} * \text{Beobachtete-Fläche}}$$



Fit: Zeit-, Theta-Bins



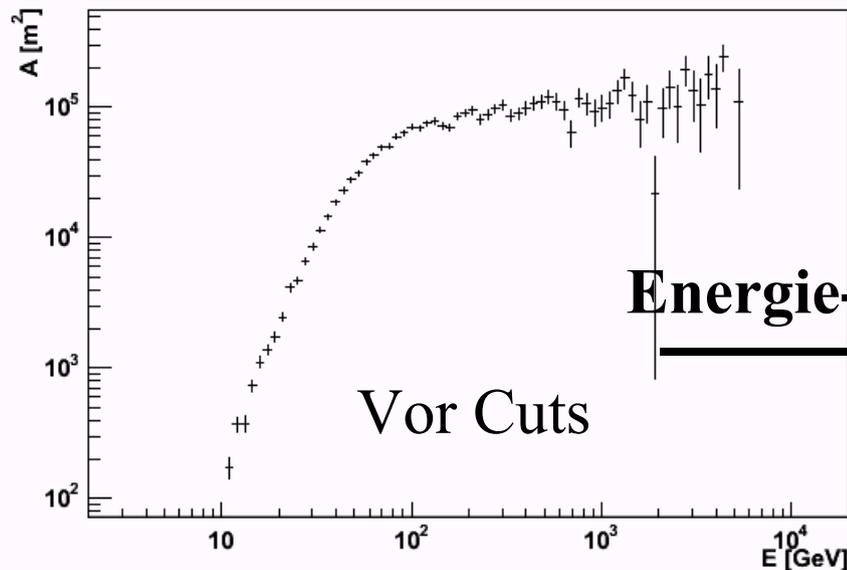
Effektive Fläche:

- Korrektur für *ausgefallene* Teilchen
(Kein Trigger, keine Rekonstruktion, ...)

- * Energy (Größe der einzelnen Schauer)
- * Zenithwinkel (Unterschiedliche Schauergröße bei gleicher Energie)
- * Atmosphäre (Transmission, Absorption von Cerenkov-Licht)

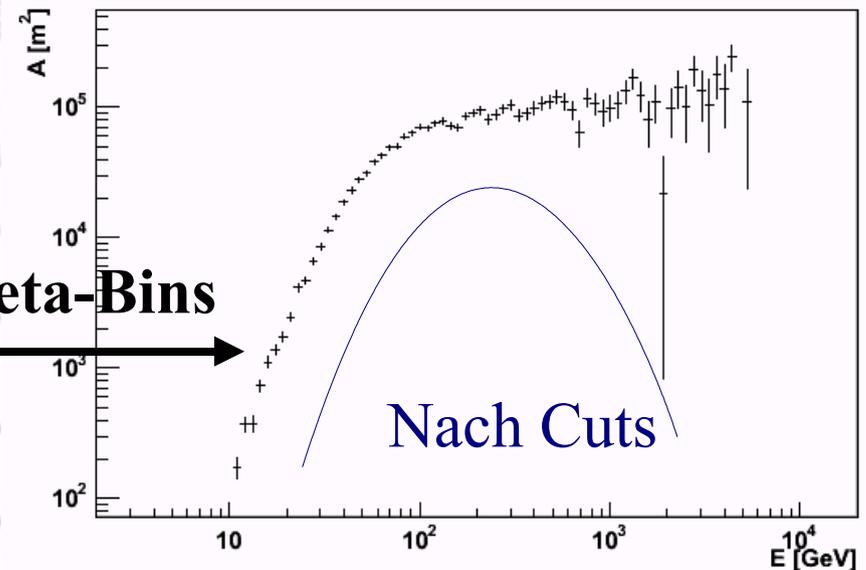
$$\text{Teilchen Fluß} = \frac{\text{Anzahl beobachteter Teilchen}}{\text{Meß-Zeit} \cdot \text{Beobachtete-Fläche}}$$

Effective tigger area vs. Energy

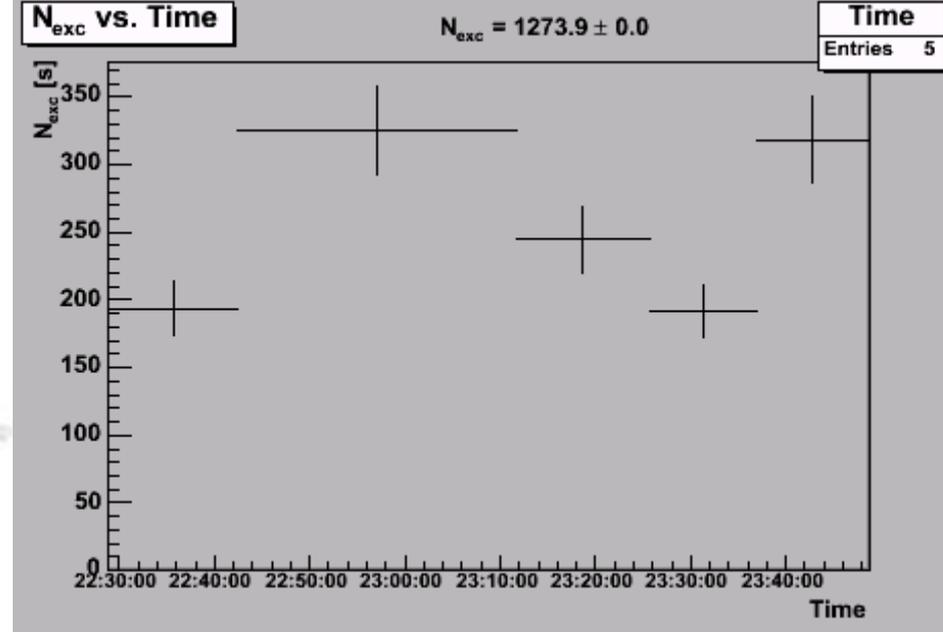


Energie-, Theta-Bins

Effective tigger area vs. Energy



...pro Zeitintervall
 ...pro Zenithwinkel
 ...pro Energiebin

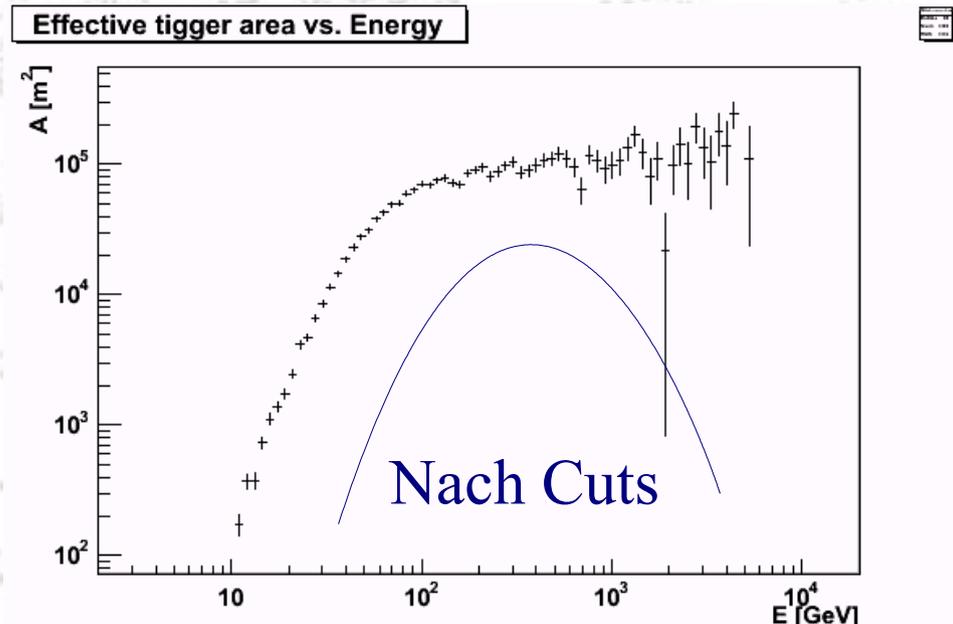
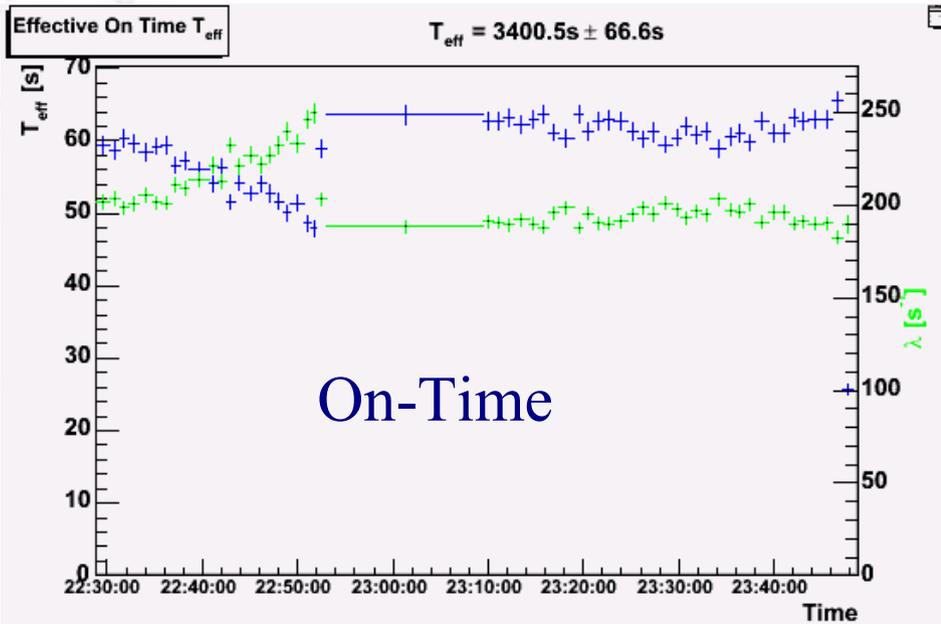


--> Lightcurve
 --> Cross-Check
 --> Spektrum

Anzahl beobachteter Teilchen

Teilchen Fluß = -----

Meß-Zeit * Beobachtete-Fläche



Spektrum und Lightcurve für:

- *Mkn-421*

- *Crab*

**bis zu unserem unteren
Energy-Threshold (April 2004, ~150GeV)**

COMMING SOON!

