

Das MAGIC-Teleskop, Teil 3 - Analyse



Ruben Schmitt

-

Lehrstuhl für Astronomie,
Julius-Maximilians-Universität Würzburg



Lehrstuhl für
Astronomie
Universität Würzburg

Gliederung

1. Image Cleaning
2. Image Parameter
3. Gamma-Hadron-Separation
4. Energiespektrum
5. 1ES1218-304

Image Cleaning

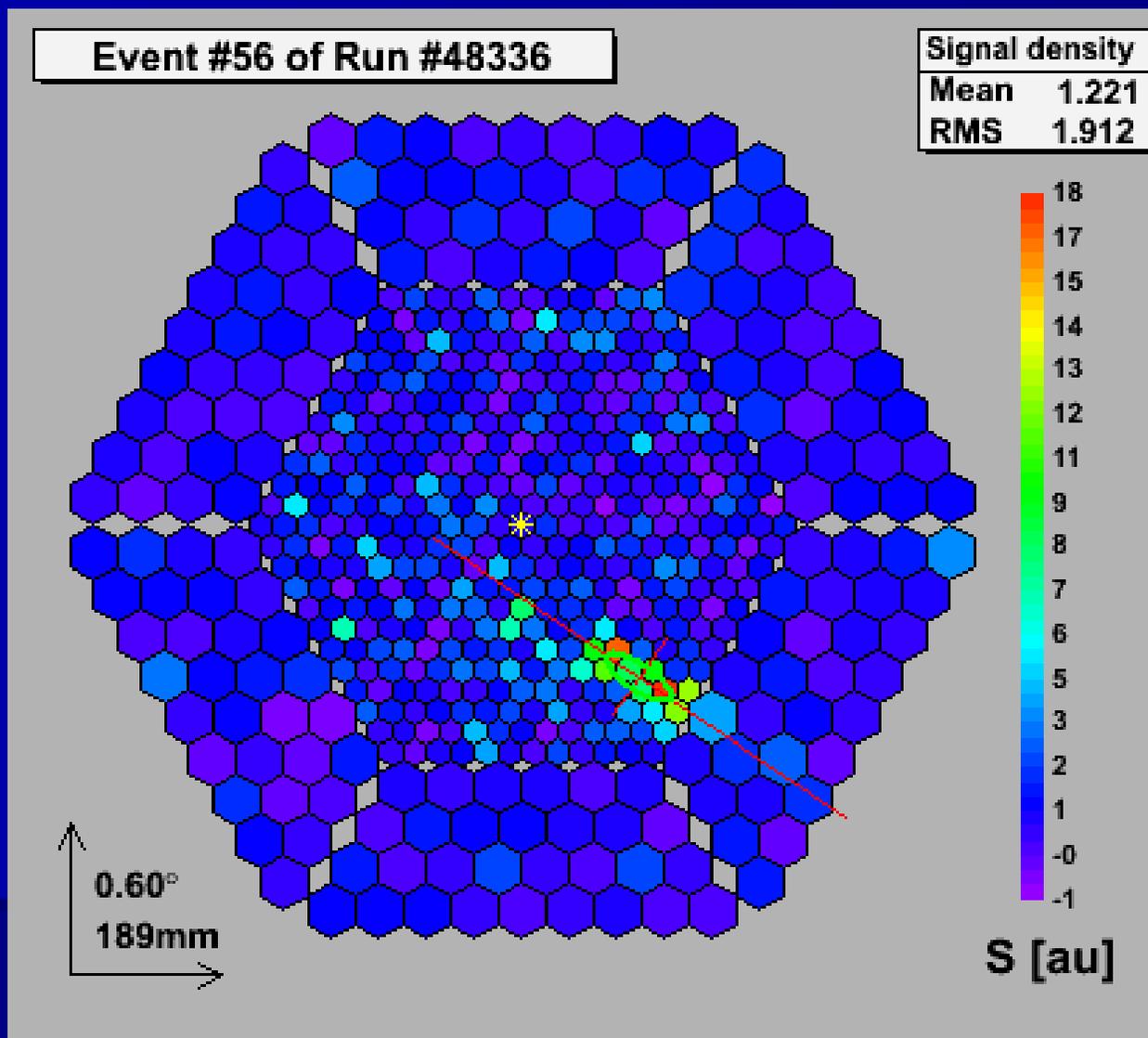


Image Cleaning

- ▶ Trennen der zum Schauer gehörigen Pixel von Rauschpixeln
- ▶ abhängig von Photoelektronenzahl (*Size*) in einzelnen Pixeln
- ▶ Unterscheidung von Kern- und Randpixeln
- ▶ zwei Arten:
 - relatives Cleaning
 - absolutes Cleaning

Image Cleaning

Relative Bildbereinigung:

- mittleres pedestal rms · Cleaningwert (zwei Level)
- sequenzspezifisch

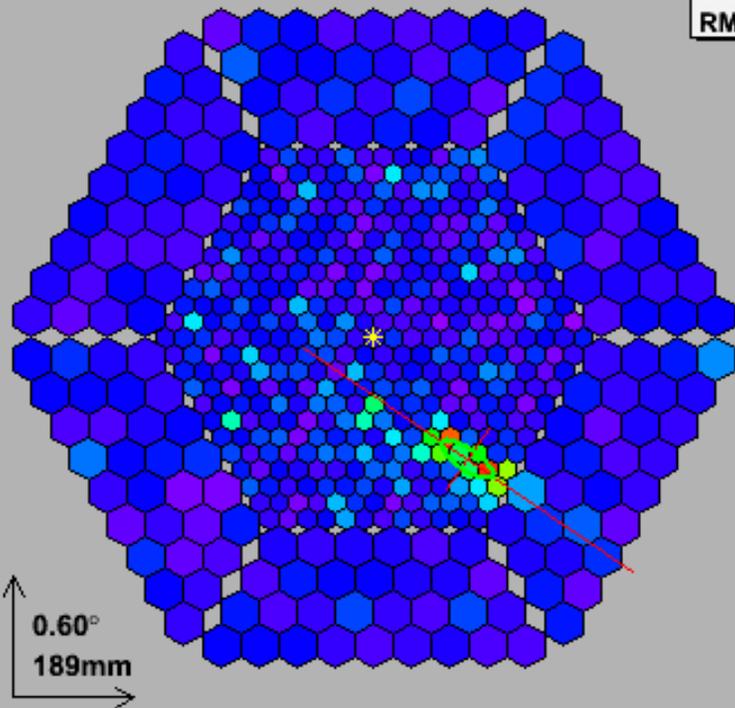
Absolute Bildbereinigung:

- zwei absolute Cleaninglevel (in Photoelektronen)
- für alle Sequenzen gleich

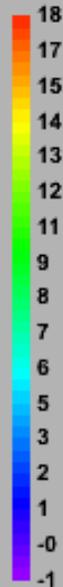
▶ MAGIC: Verwendung des absoluten Cleanings

Absolutes Cleaning

Event #56 of Run #48336

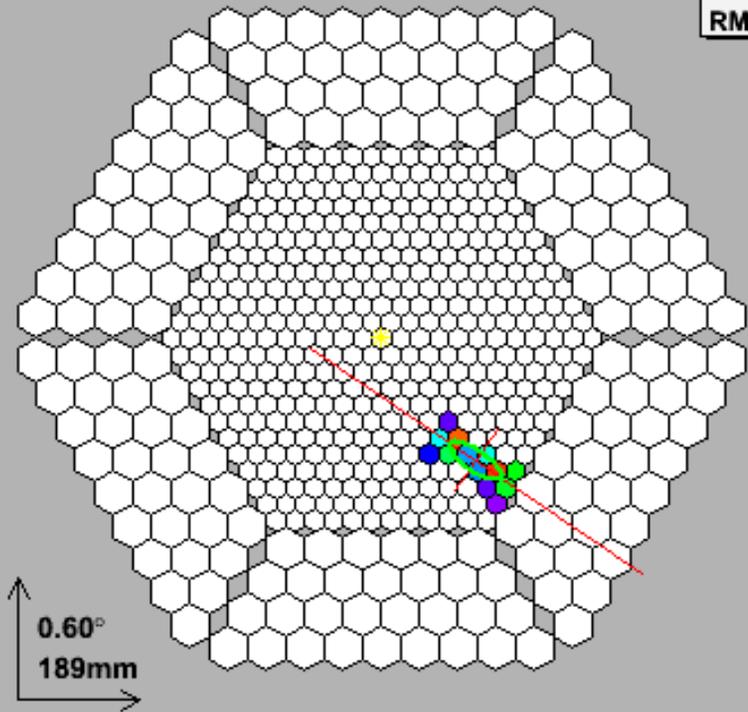


Signal density	
Mean	1.221
RMS	1.912



S [au]

Event #56 of Run #48336



Signal density	
Mean	9.849
RMS	4.065



S [au]

Image Parameter

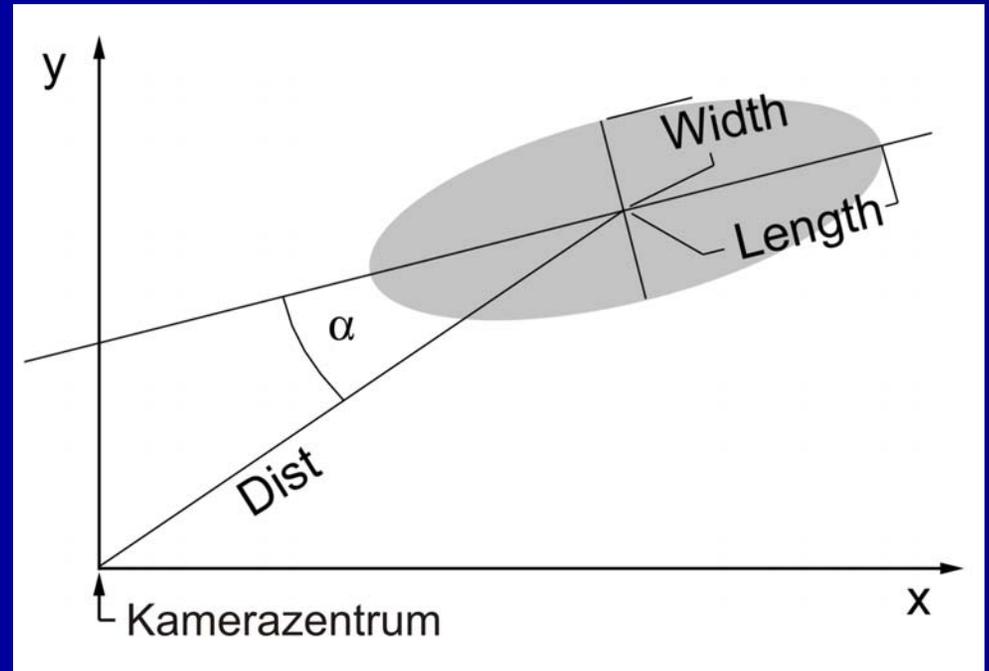
► Beschreibung des Schauerbildes (A.M.Hillas, 1985)

ursprünglich:

- *Length*
- *Width*
- *Dist*
- *Alpha* (α)

zusätzlich:

- *Size* (# Photoelektronen)
- *Area* ($\pi \cdot \text{Length} \cdot \text{Width}$)
- *3rd Moments* (M3)
- *DISP* (rekonstr. Quellposition)
- *Theta* (ϑ)



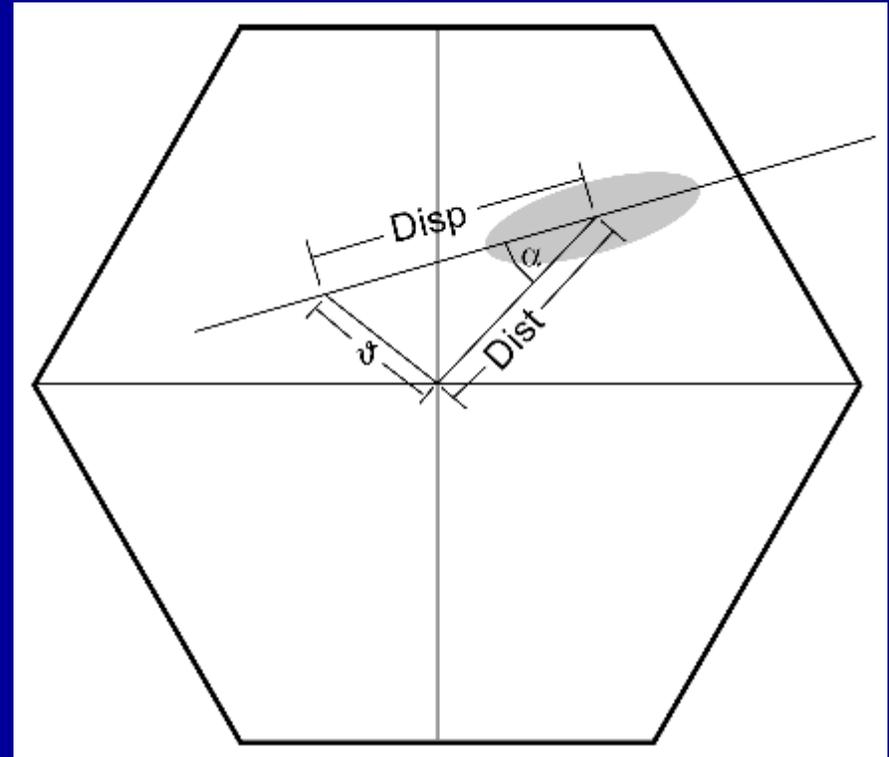
DISP und ϑ

DISP: Entfernung Schauerzentrum – rekonstruierte Quellposition

$$DISP = \xi \cdot (1 - Width/Length)$$

ϑ : Abstand rekonstruierte Quelle - Kamerazentrum

$$\vartheta = f(DISP, Dist, \alpha)$$



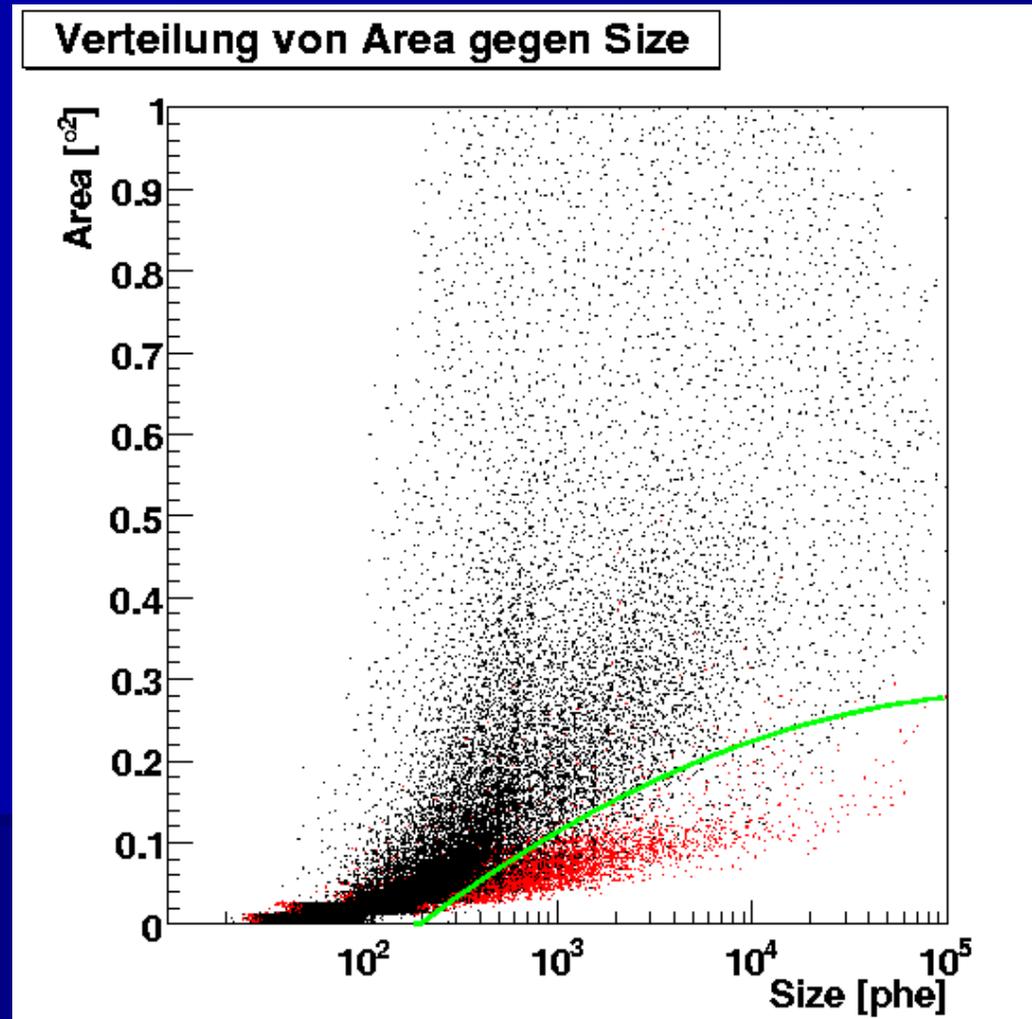
► Vorteil ϑ : mehr räumliche Information über Quelle

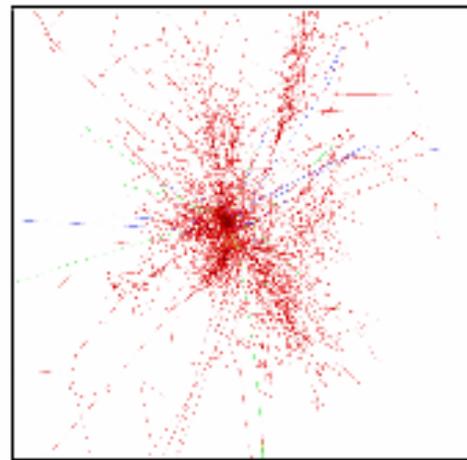
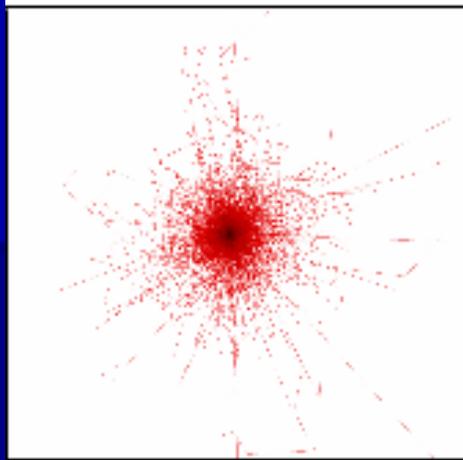
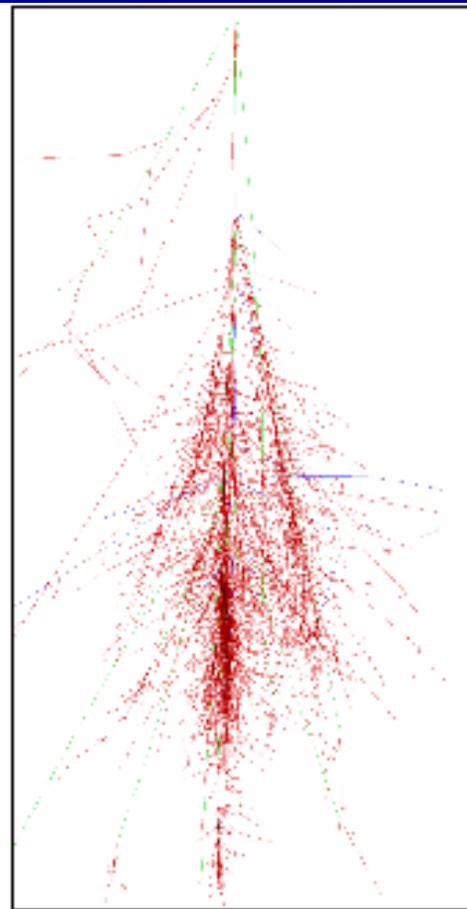
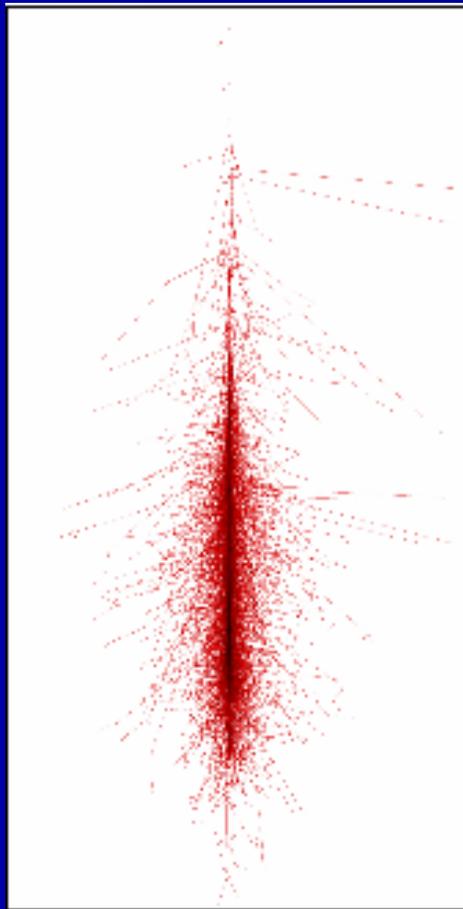
Gamma-Hadron-Separation

- ▶ prinzipielle Vorgehensweise:
 - Erzeugen von Monte-Carlo-Daten (simulierte Gammaschauer)
 - Plotten der Bildparameter für MC's und gemessene (Off-)Daten
 - Einfügen von Schnitten (Cuts) zur Trennung von hadronischen und Gammaschauern
 - Optimieren der Schnittparameter auf Signifikanz

Gamma-Hadron-Separation: Area-Cut

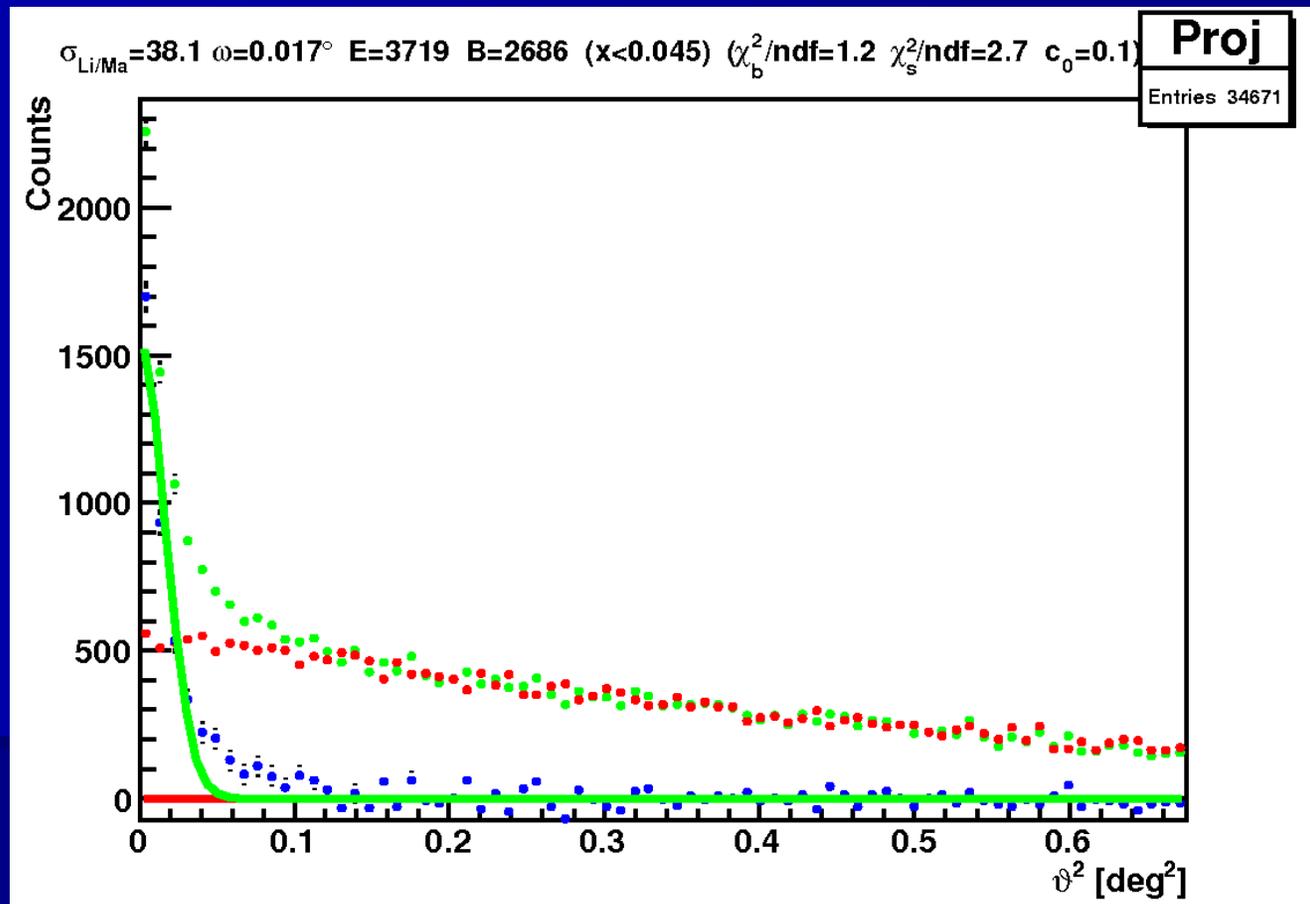
- ▶ parabelförmiger Schnitt: $Area = c_0 \cdot [1 - c_1 \cdot (\log_{10}(Size) - c_2)^2]$





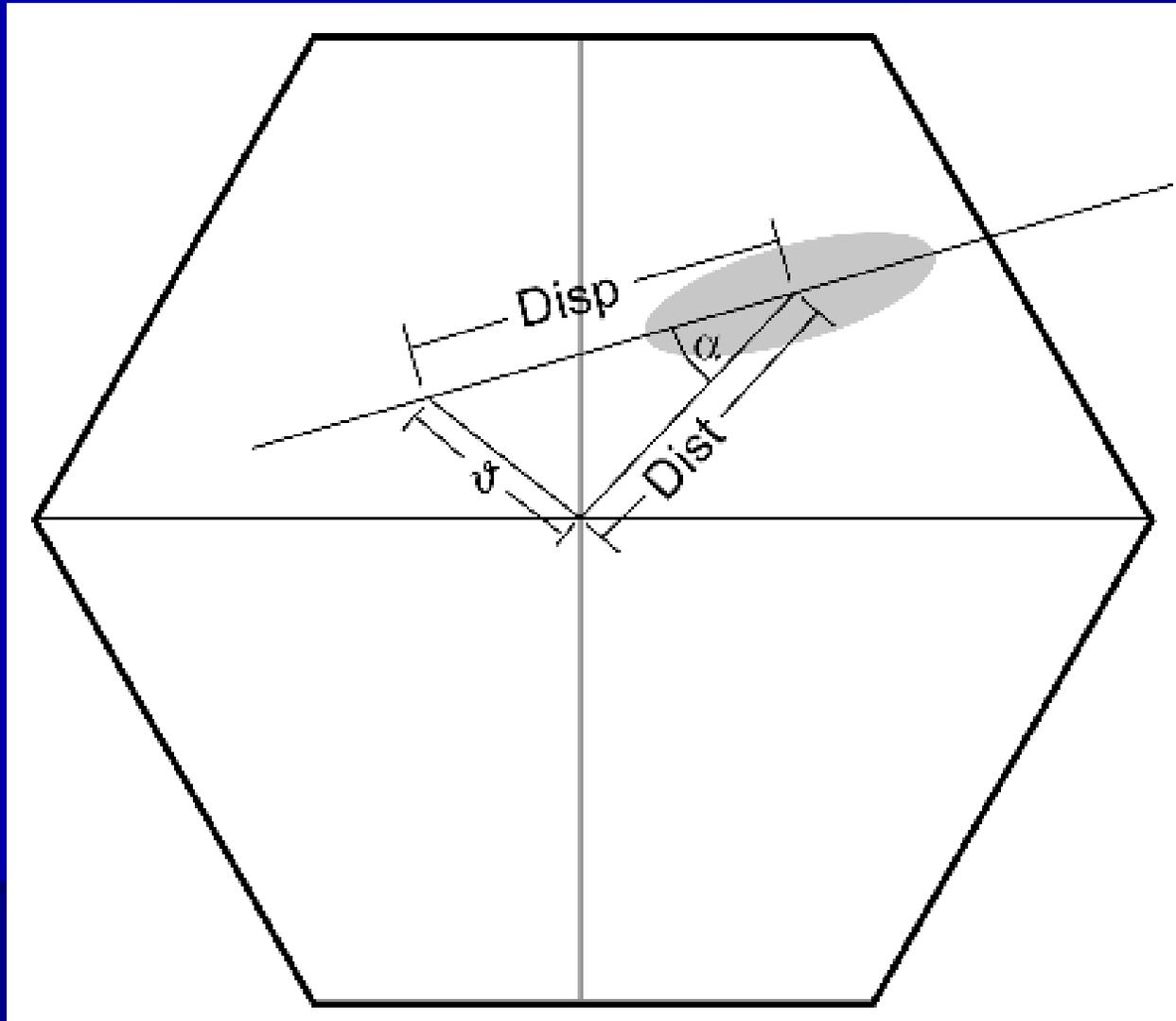
Gamma-Hadron-Separation: ϑ^2 -Plot

- ▶ Differenz von On- und Off-Daten
- ▶ Excess Events



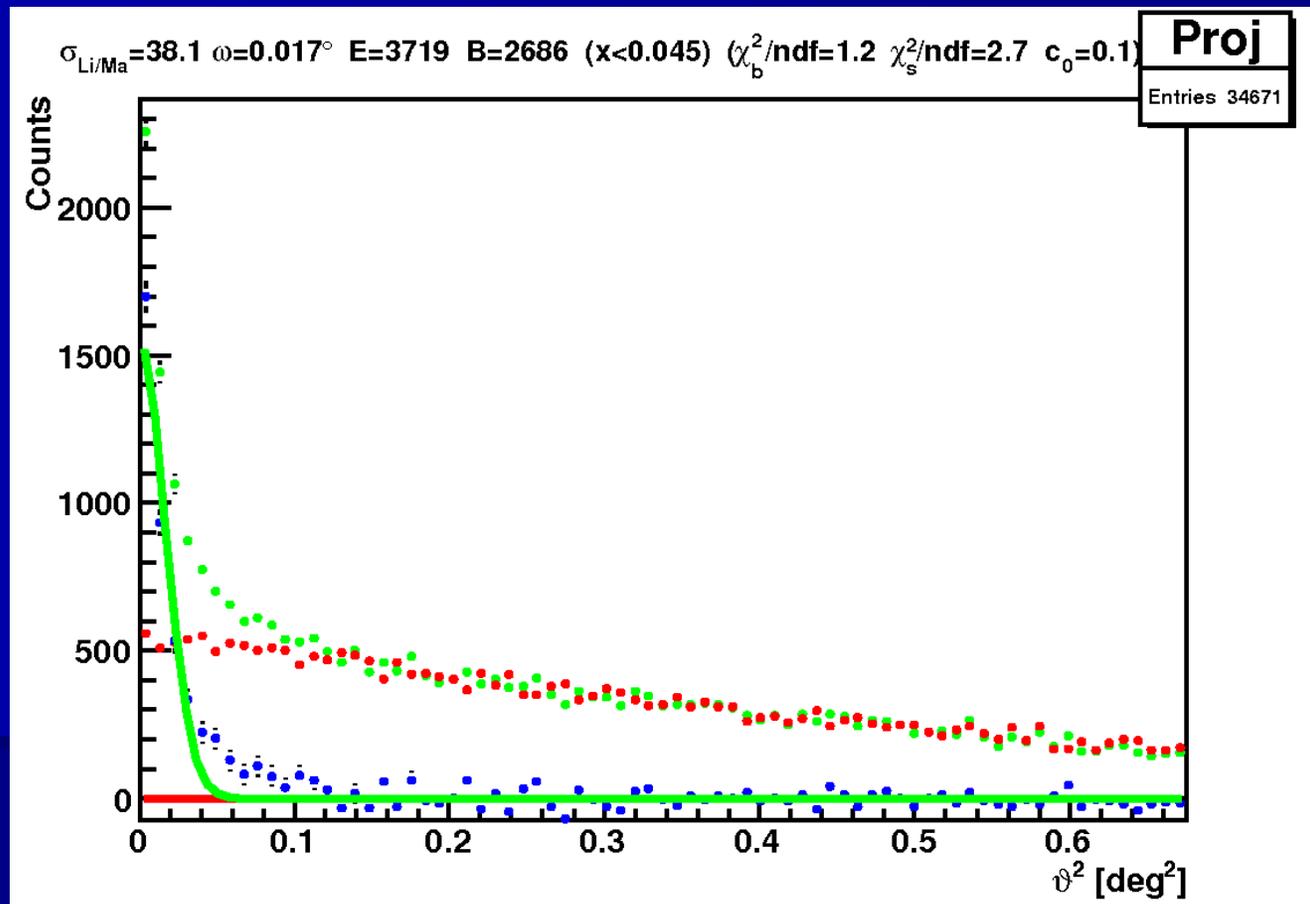
Krabbenebel,
Wobble-Datensatz ▶

Gamma-Hadron-Separation: ϑ^2 -Plot



Gamma-Hadron-Separation: ϑ^2 -Plot

- ▶ Differenz von On- und Off-Daten
- ▶ Excess Events



Krabbenebel,
Wobble-Datensatz ▶

Gamma-Hadron-Separation: Optimierung

- ▶ Ziel: maximaler Wert von $\sigma_{\text{Li/Ma}} \cdot \log_{10}(N_{\text{Excess}})$
- ▶ Optimierung an Krabbennebel-Daten (Standardkerze)
- ▶ robuster Parametersatz zur Detektion weiterer Quellen

Energy Estimation

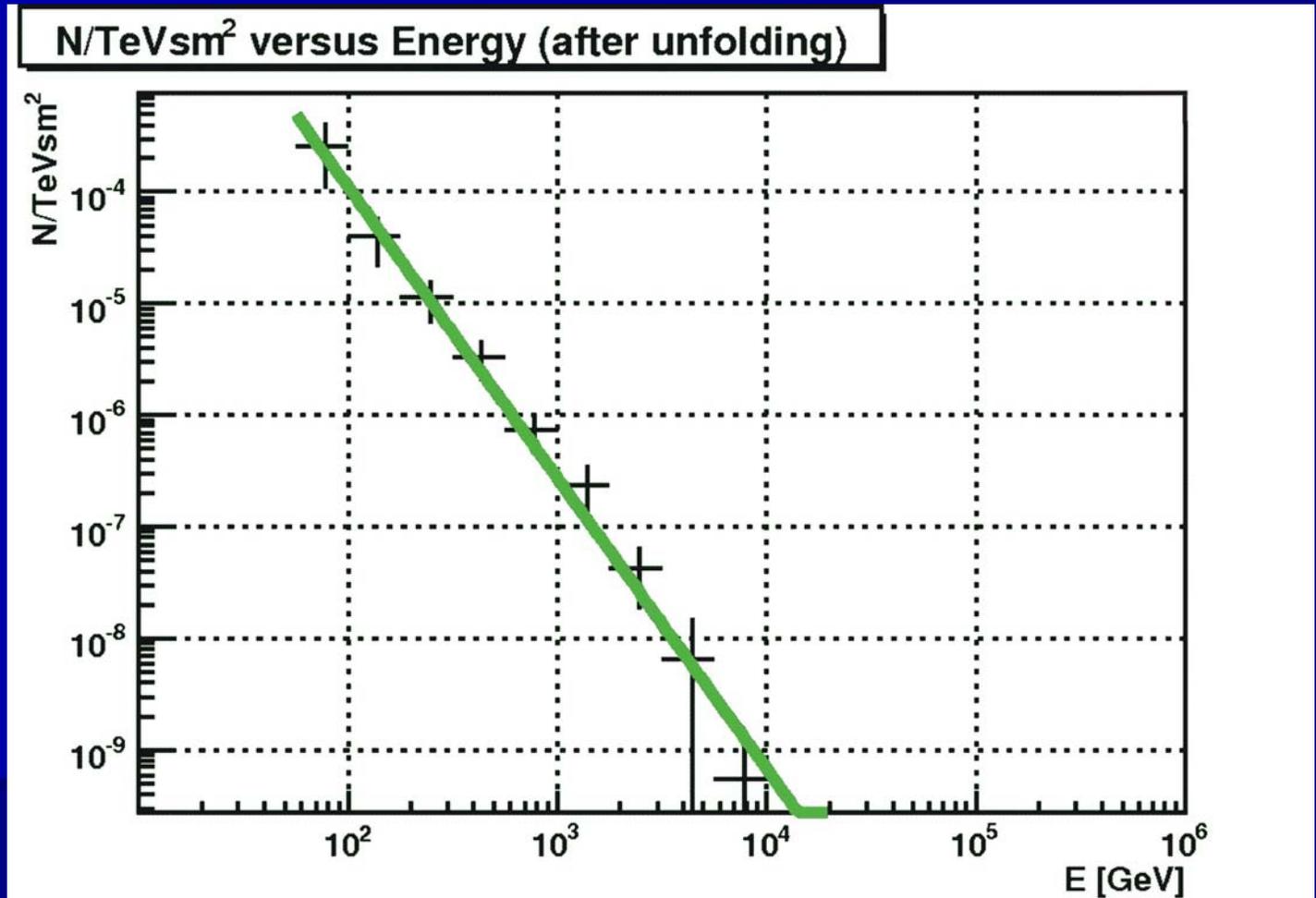
- ▶ Korrelation der *Size* gemessener Schauer mit der Energie von simulierten Gammaschauern (MC's):

$$E = (c_0 + c_1 \cdot \theta^2) \cdot Size^{c_2}$$

- ▶ Optimierung der Parameter an Monte-Carlo-Daten
- ▶ Korrekturen (Sammelfläche, Unfolding)
- ▶ Spektrum (Anzahl der Gammaereignisse pro Fläche, Zeit und Energie [*TeV*] gegen Energie [*GeV*])

Energiespektrum

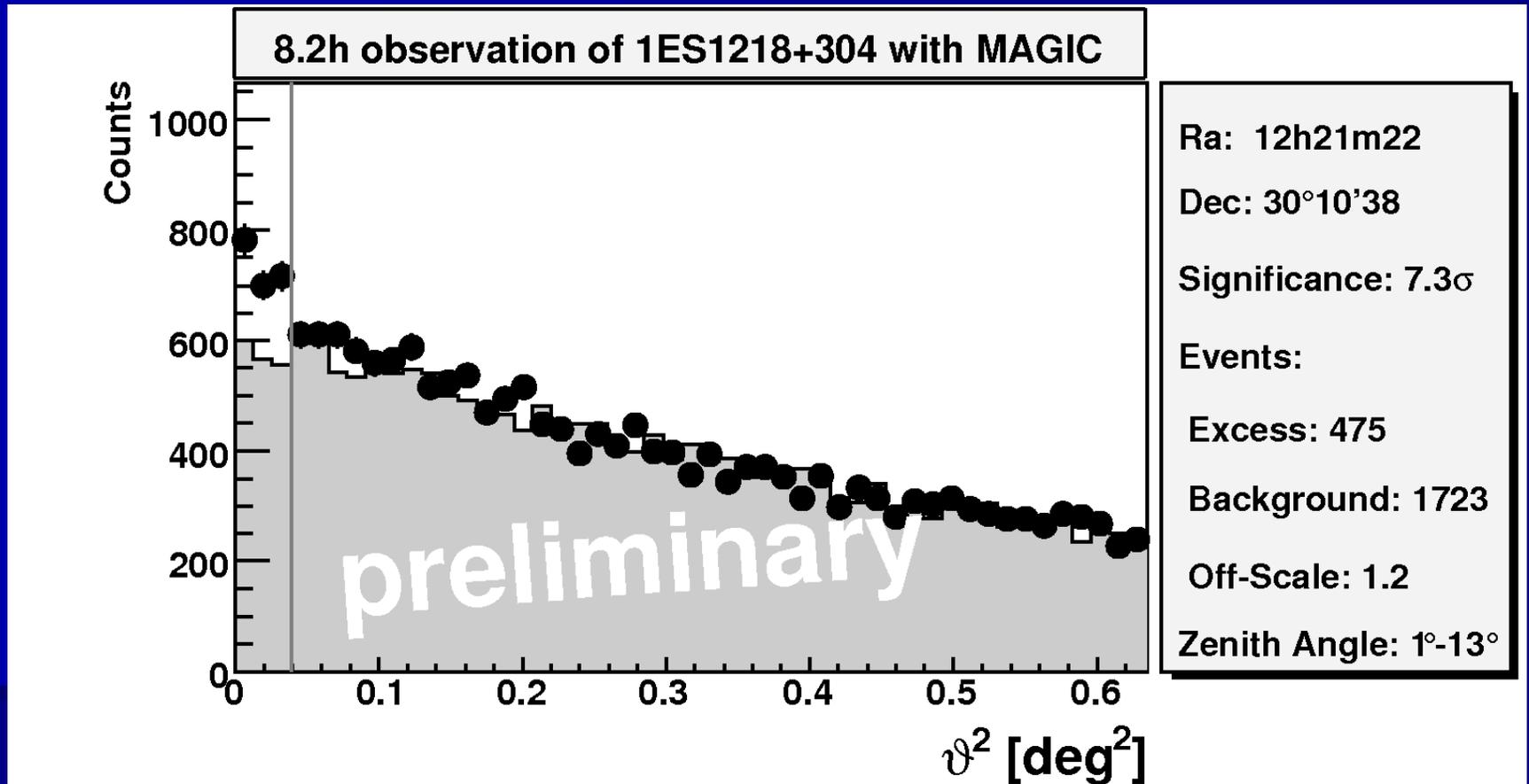
- ▶ gemessener Spektralindex (Krabbennebel): $-2,61 \pm 0,12$



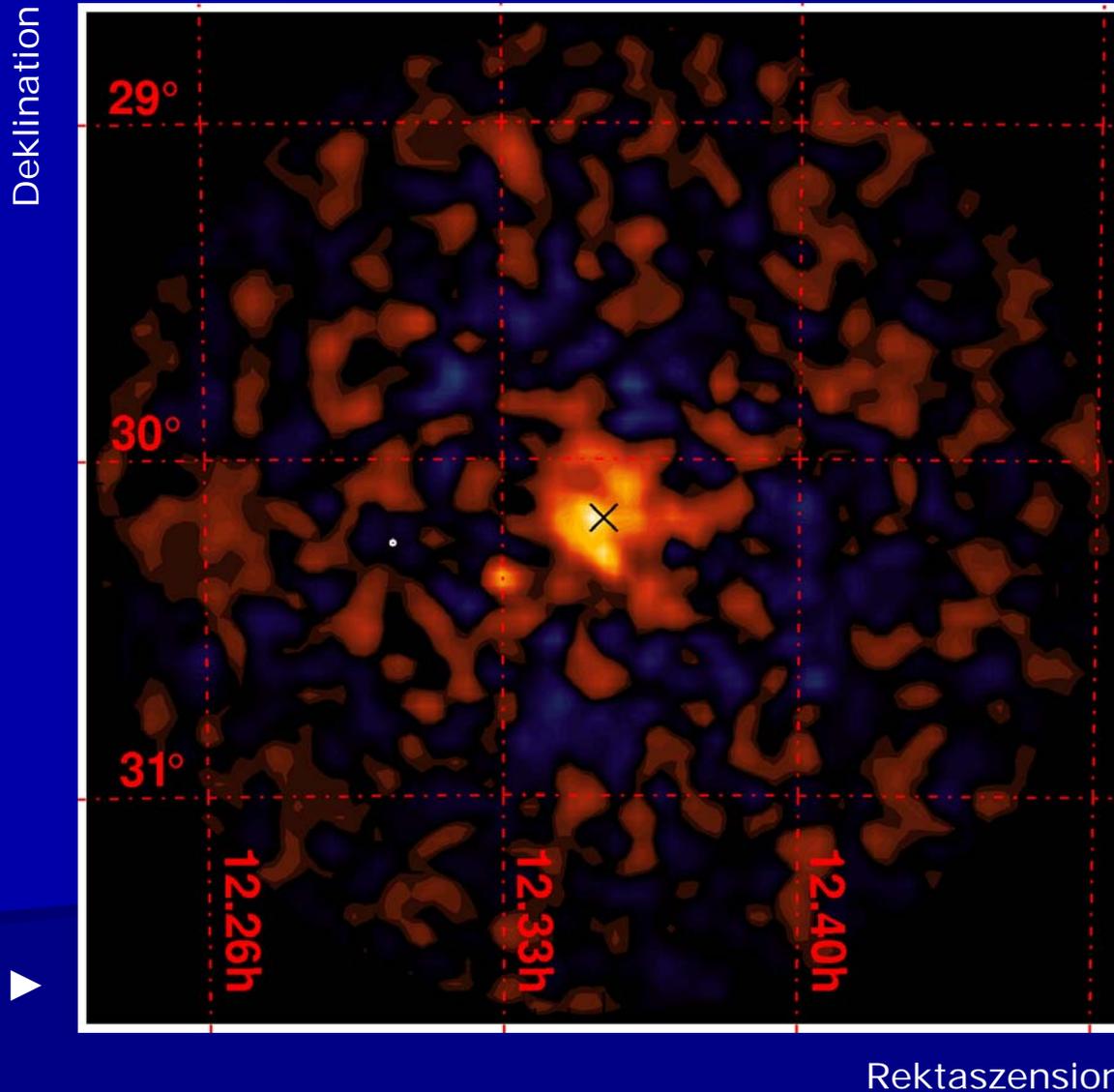
Krabbennebel,
Wobble-Datensatz ▶

Entdeckung von 1ES1218+304

- ▶ VHE-Blazar mit sehr großer Rotverschiebung ($z=0,182$)



Entdeckung von 1ES1218+304

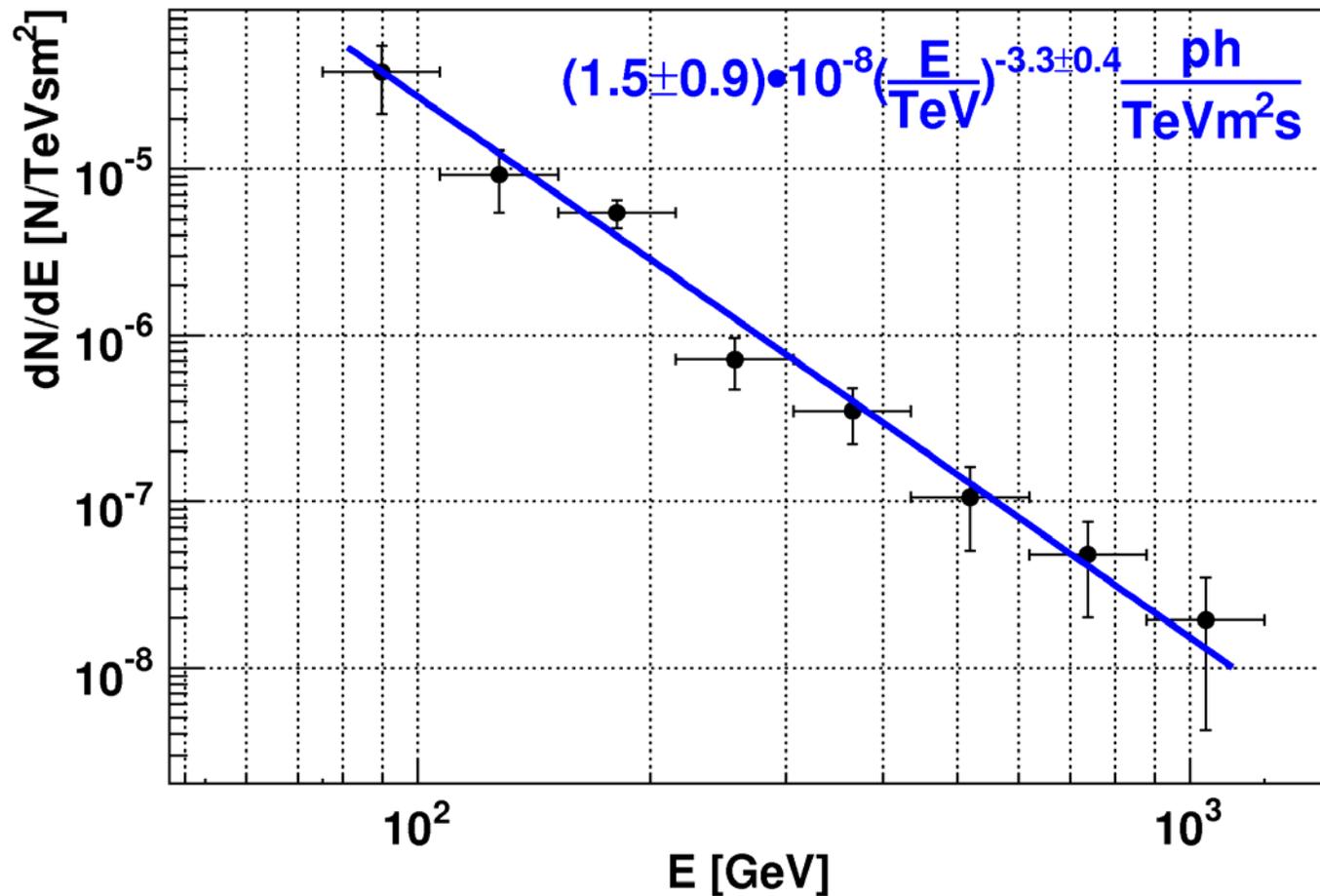


Full-Source-Plot ▶

Rektaszension

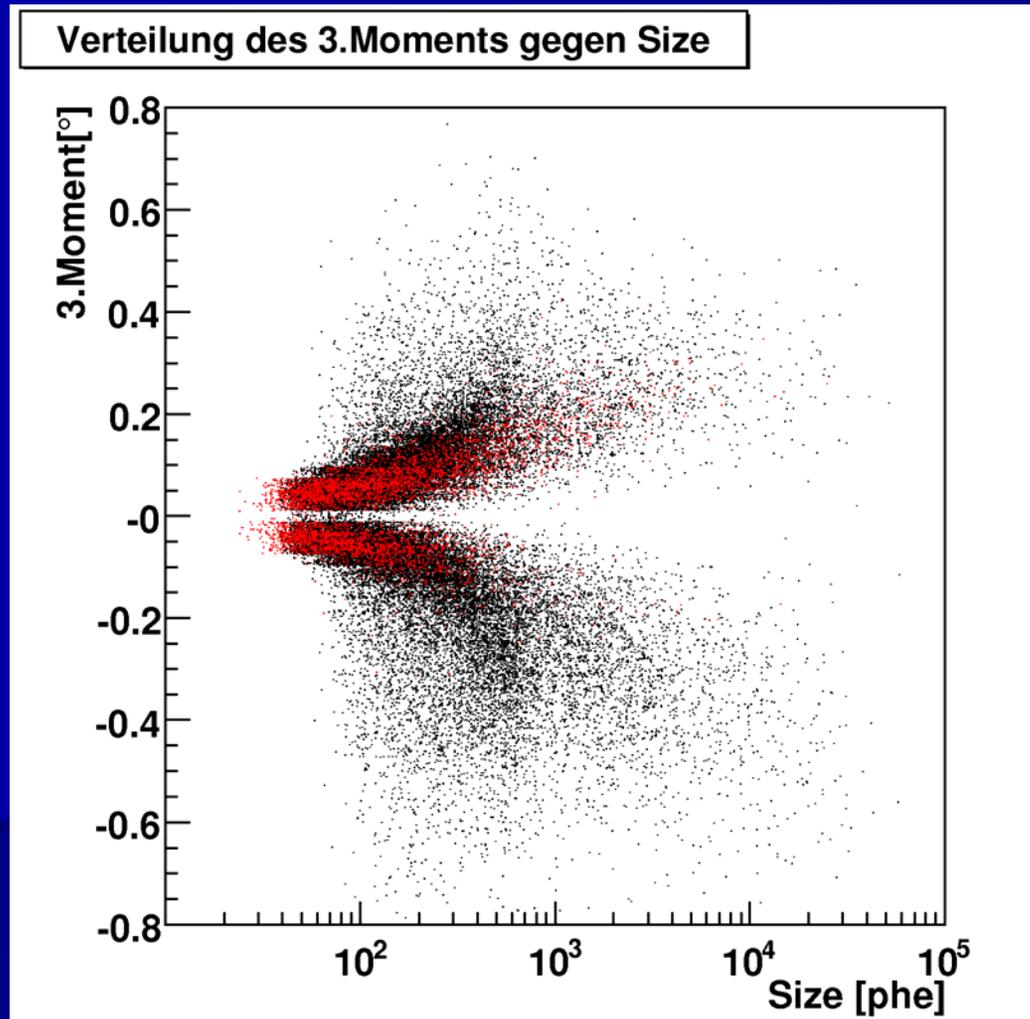
Entdeckung von 1ES1218+304

MAGIC: Measured spectrum of 1ES1218+304





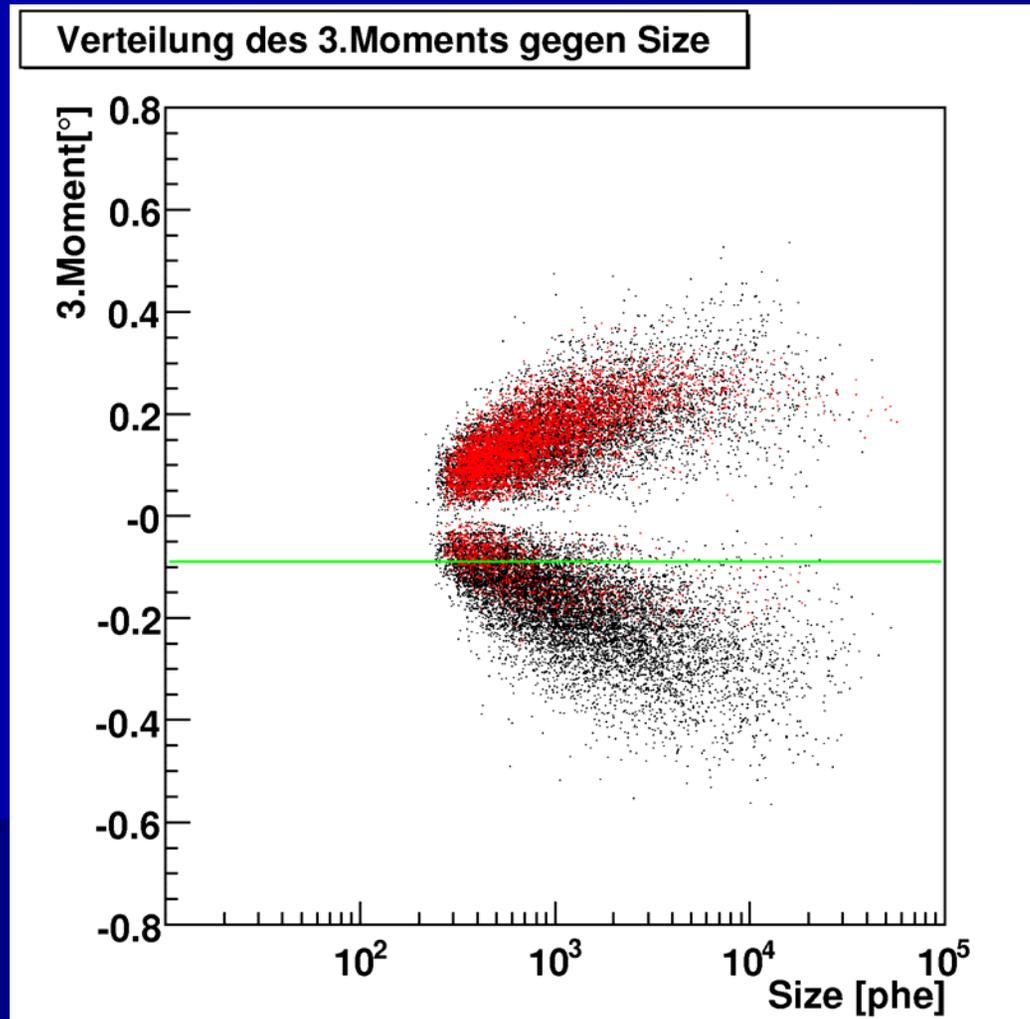
Gamma-Hadron-Separation: 3rd Moment-Cut



vor Area-Cut ▶

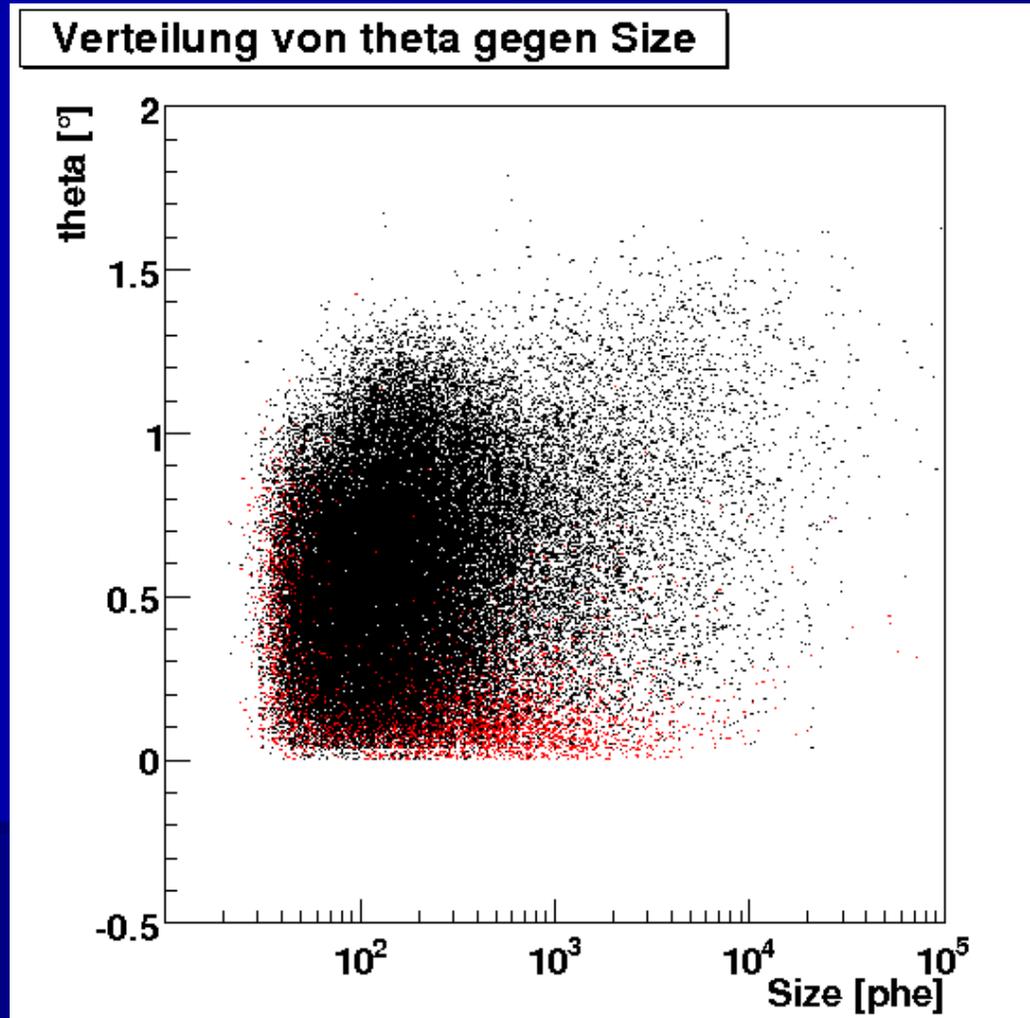
Gamma-Hadron-Separation: 3rd Moment-Cut

► Schnittgerade: $M3 = c_3$



nach Area-Cut ►

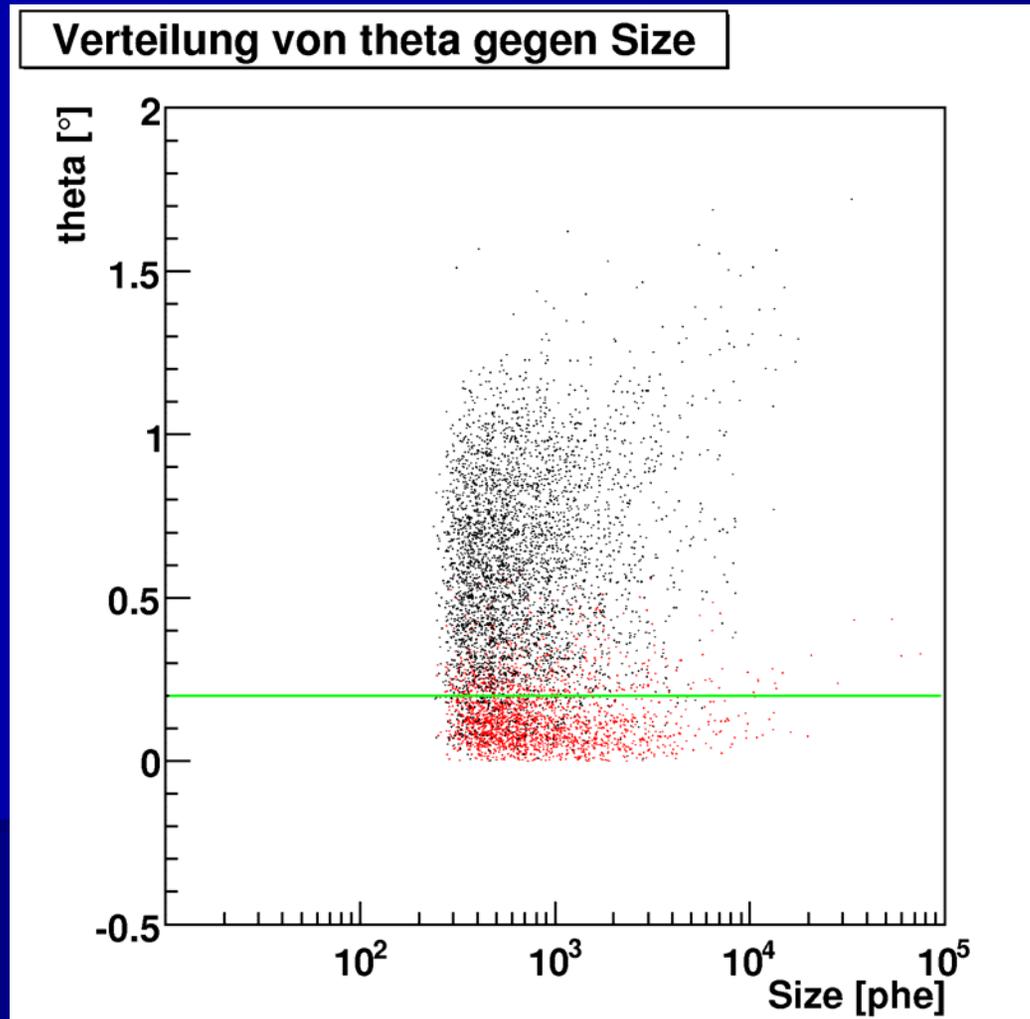
Gamma-Hadron-Separation: θ -Cut



vor Area-Cut ►

Gamma-Hadron-Separation: ϑ -Cut

► Schnittgerade: $\vartheta = c_4$ (*)



(*) ϑ über
DISP noch
implizit von
drei weiteren
Parametern
 c_5, c_6, c_7
abhängig

nach Area-Cut ►

Gamma-Hadron-Separation

- ▶ Trennen der gammaartigen Ereignisse vom Untergrund
- ▶ Trennen der Gamma- von den Hadronenschauern