

# Das MAGIC-Teleskop, Teil 3 - Analyse



Ruben Schmitt

-

Lehrstuhl für Astronomie,  
Julius-Maximilians-Universität Würzburg

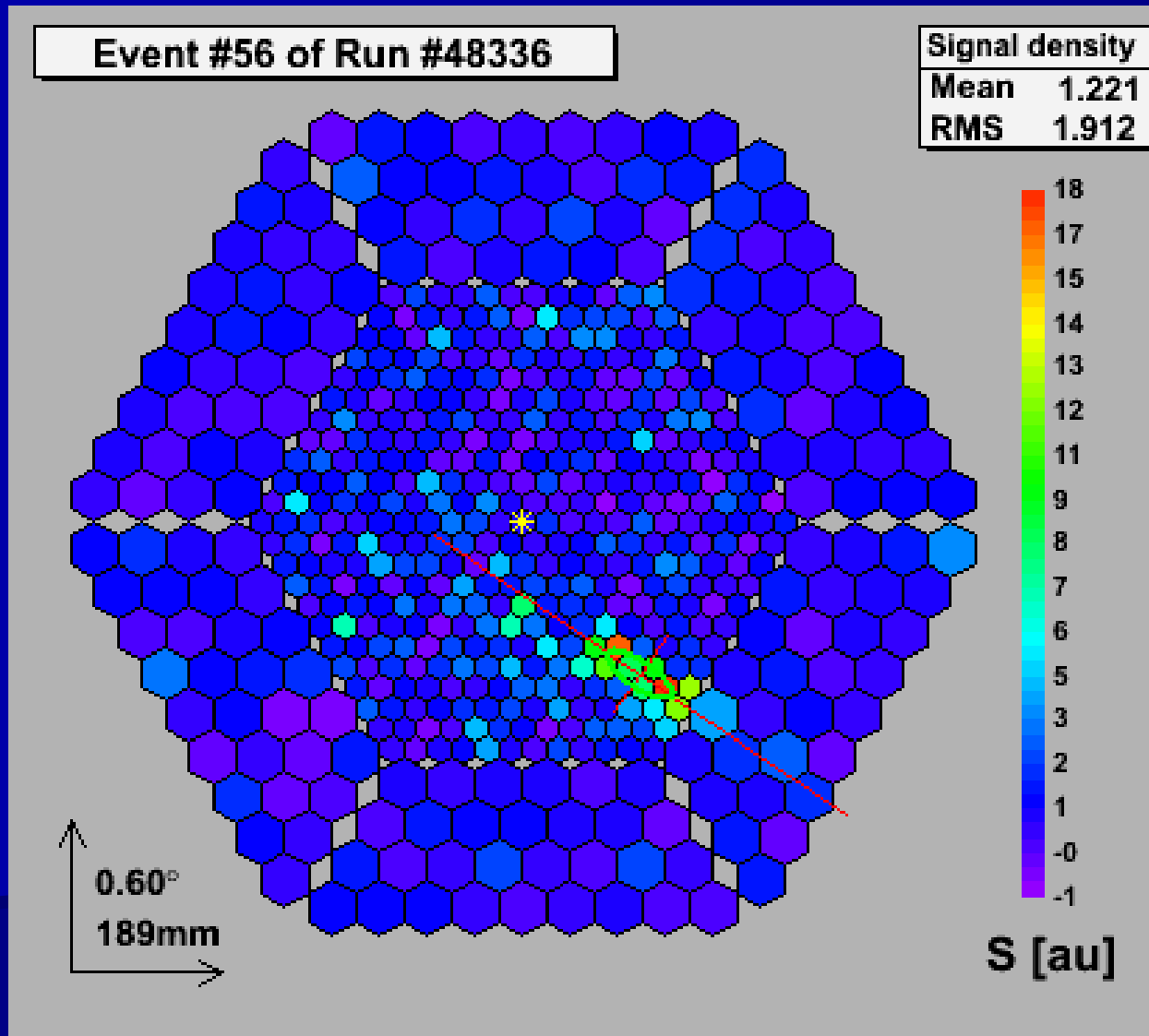


Lehrstuhl für  
**Astronomie**  
Universität Würzburg

# 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

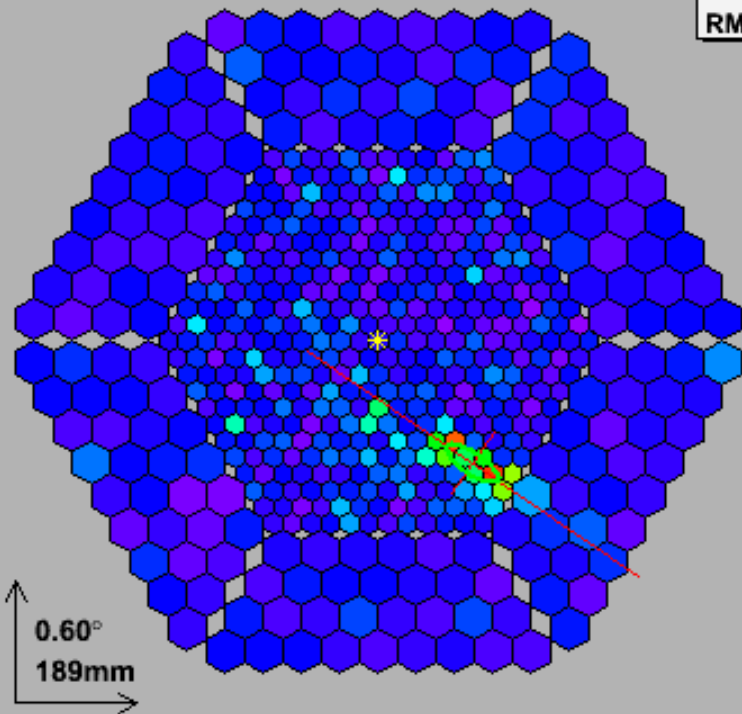
## Absolute Bildbereinigung:

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

▶ MAGIC: Verwendung des absoluten Cleanings

# Absolutes Cleaning

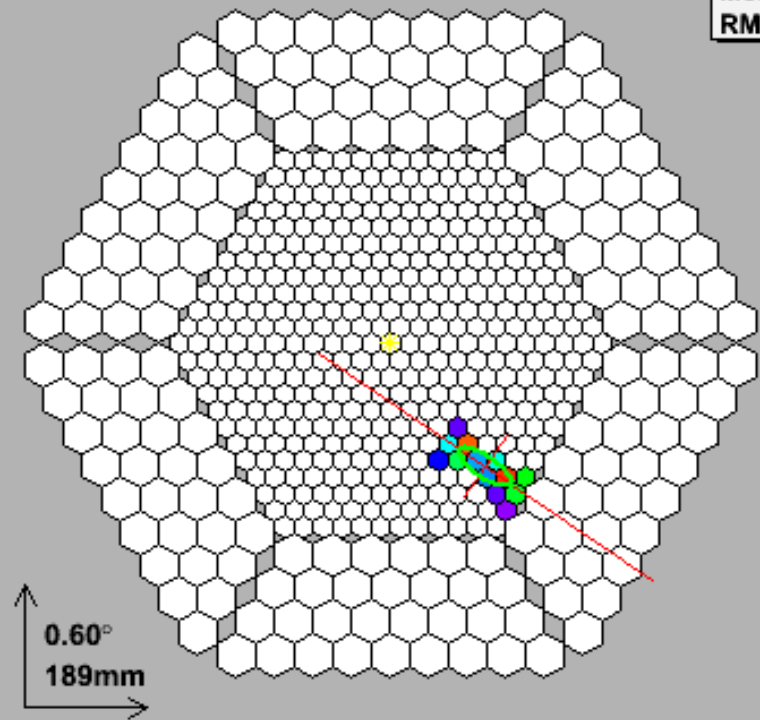
Event #56 of Run #48336



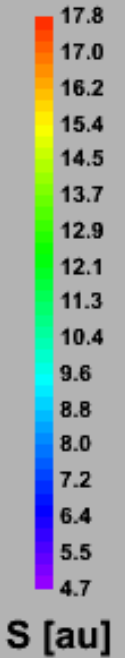
Signal density	
Mean	1.221
RMS	1.912



Event #56 of Run #48336



Signal density	
Mean	9.849
RMS	4.065



# Image Parameter

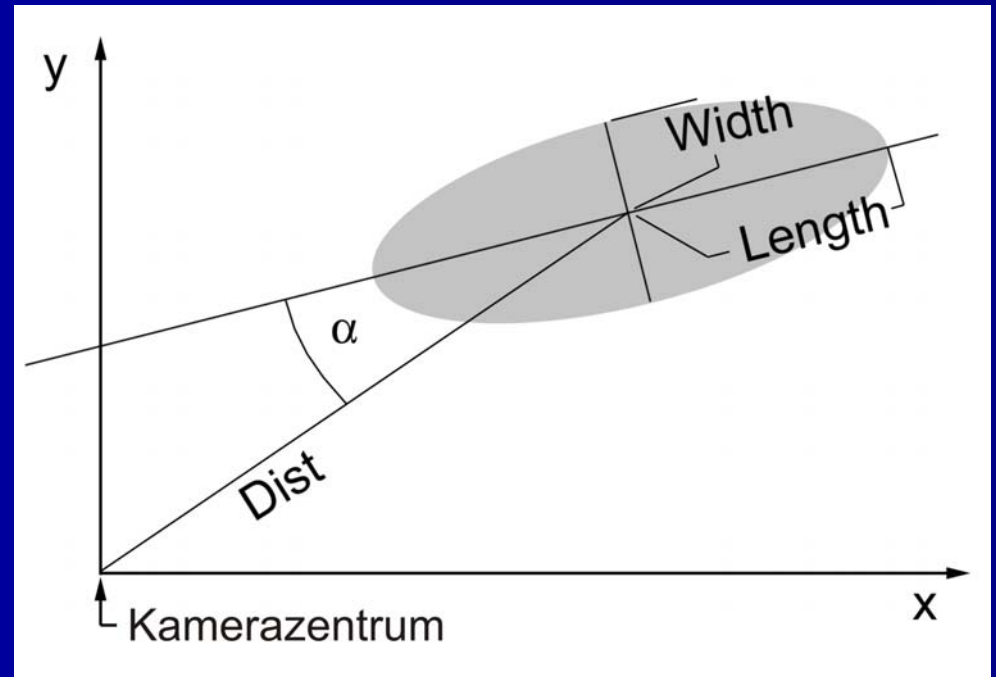
## ► Beschreibung des Schauerbildes (A.M.Hillas, 1985)

ursprünglich:

- *Length*
- *Width*
- *Dist*
- *Alpha* ( $\alpha$ )

zusätzlich:

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



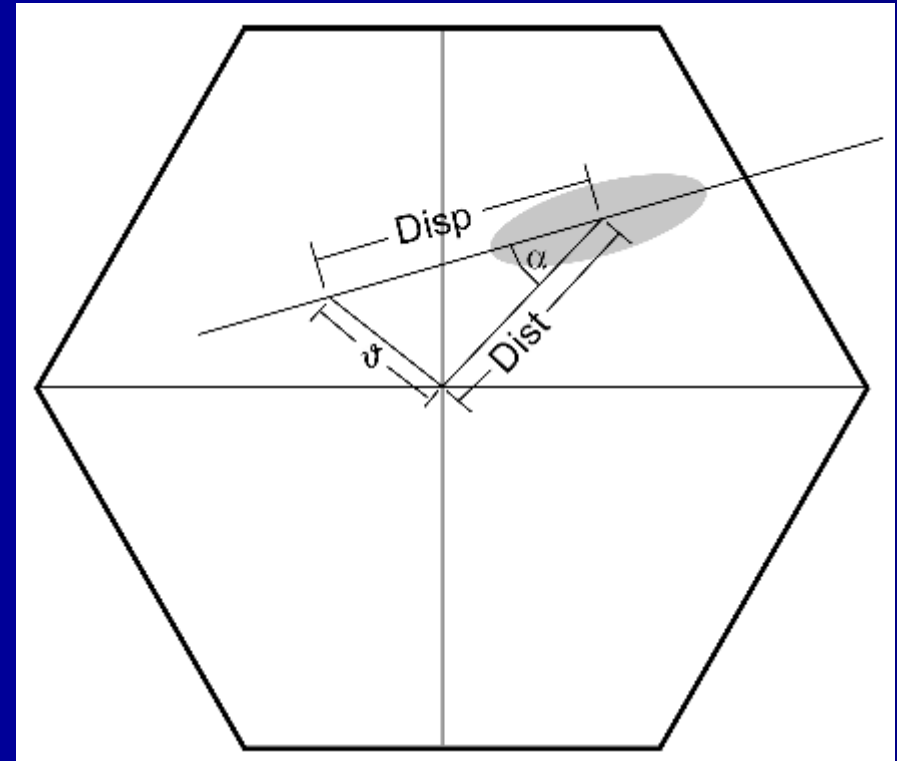
# DISP und $\vartheta$

*DISP*: Entfernung Schauerzentrum – rekonstruierte Quellposition

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

$\vartheta$ : Abstand rekonstruierte Quelle - Kamerazentrum

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



► Vorteil  $\vartheta$ : mehr räumliche Information über Quelle

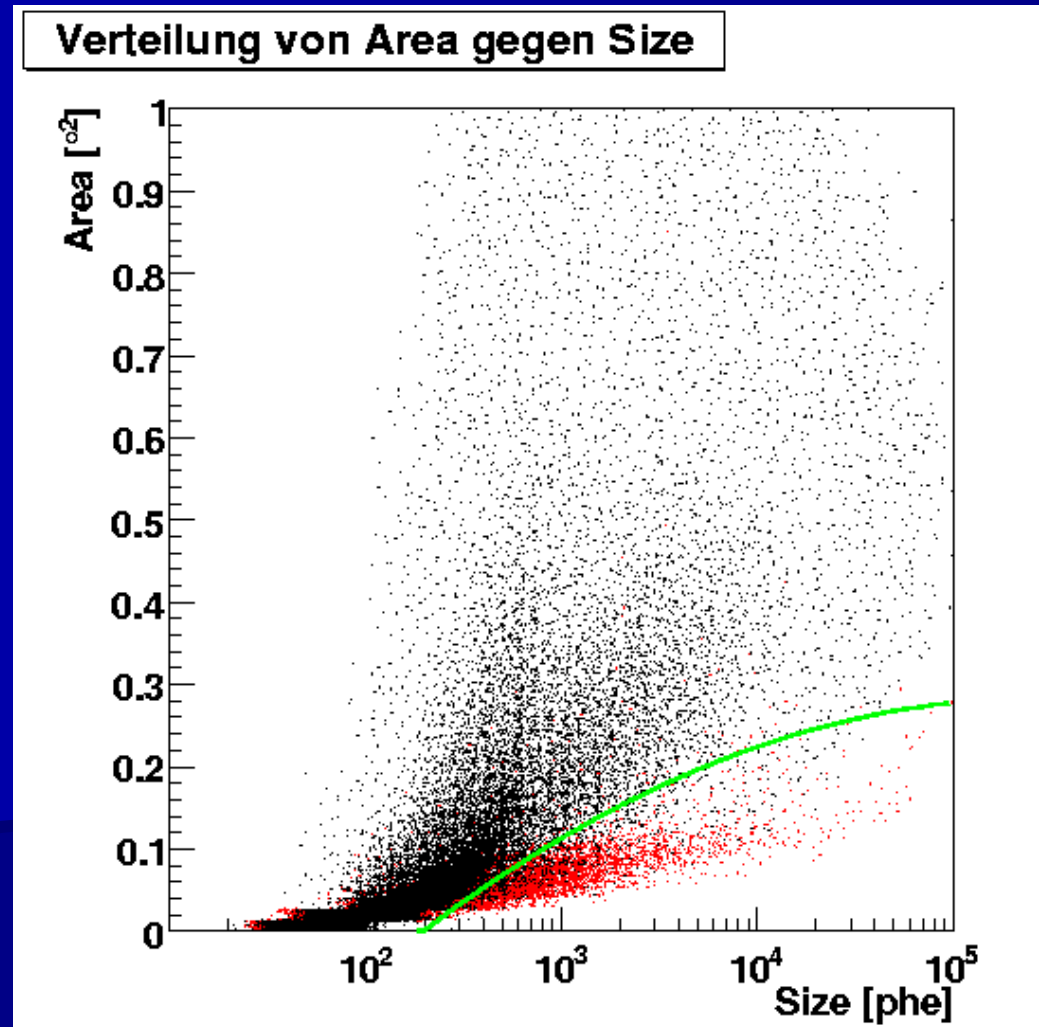


# Gamma-Hadron-Separation

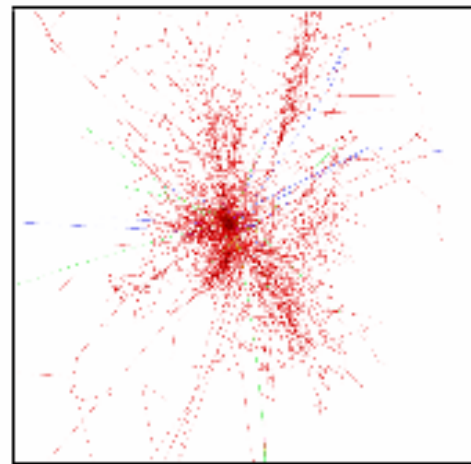
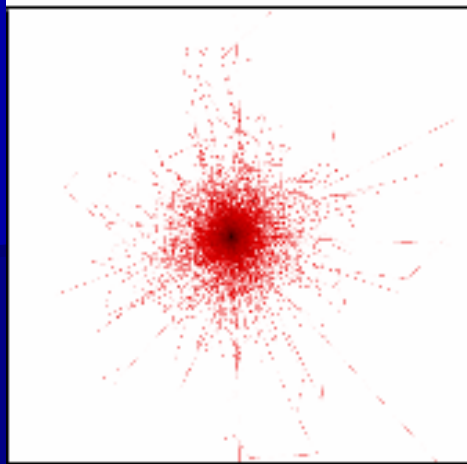
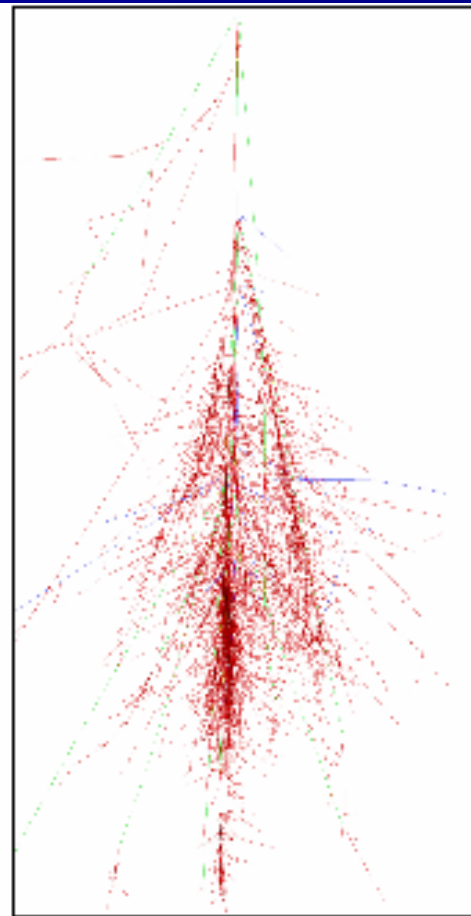
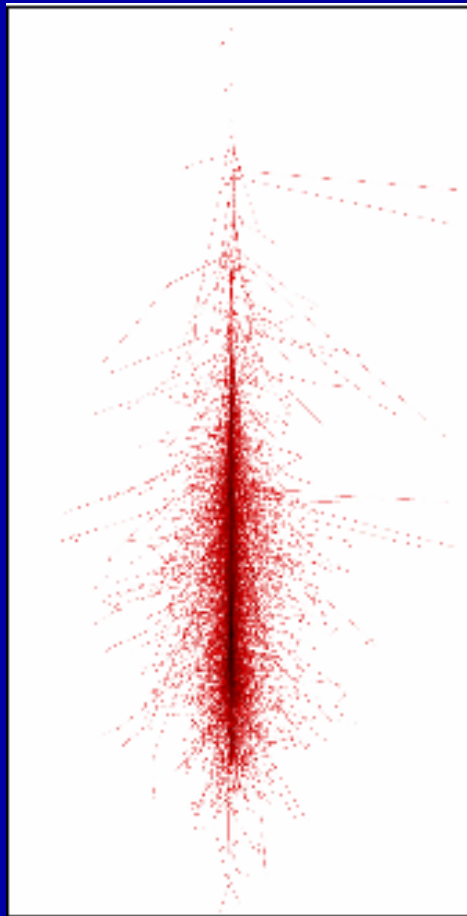
- ▶ prinzipielle Vorgehensweise:
  - Erzeugen von Monte-Carlo-Daten (simulierte Gammaschauer)
  - Plotten der Bildparameter für MC's und gemessene (Off-)Daten
  - Einfügen von Schnitten (Cuts) zur Trennung von hadronischen und Gammaschauern
  - Optimieren der Schnittparameter auf Signifikanz

# Gamma-Hadron-Separation: Area-Cut

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

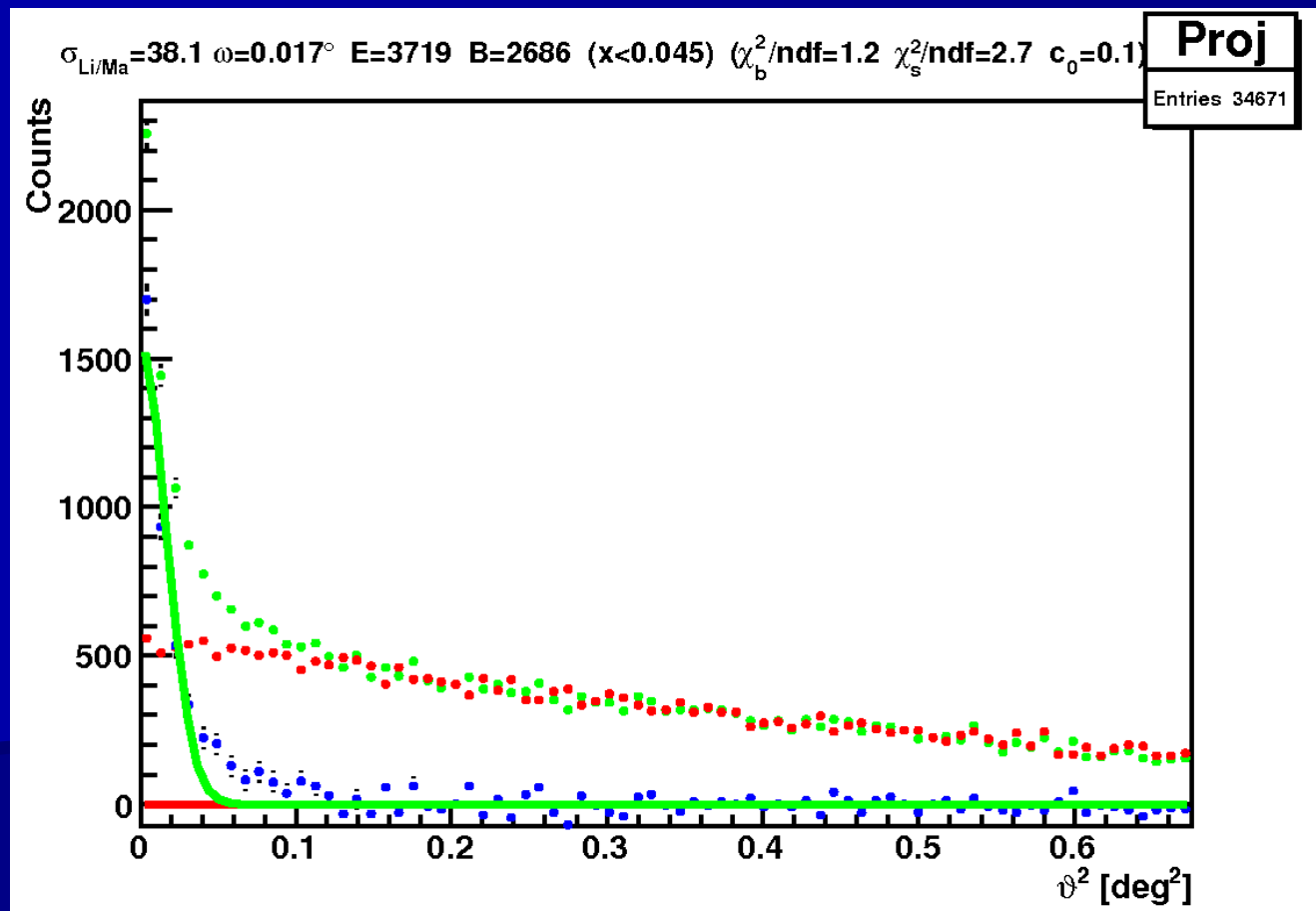


- Off-Daten
- MC-Gammas



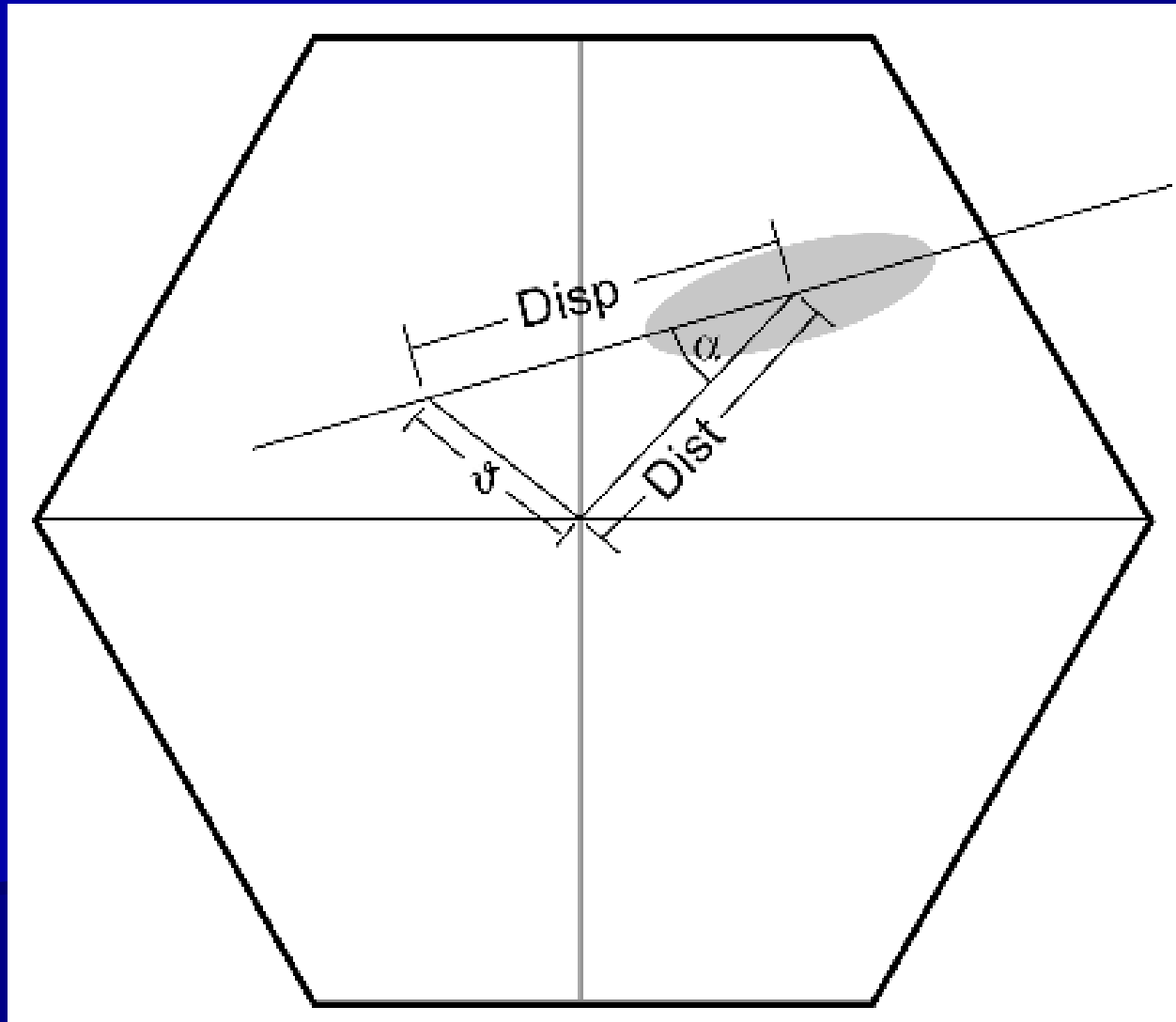
# Gamma-Hadron-Separation: $\vartheta^2$ -Plot

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



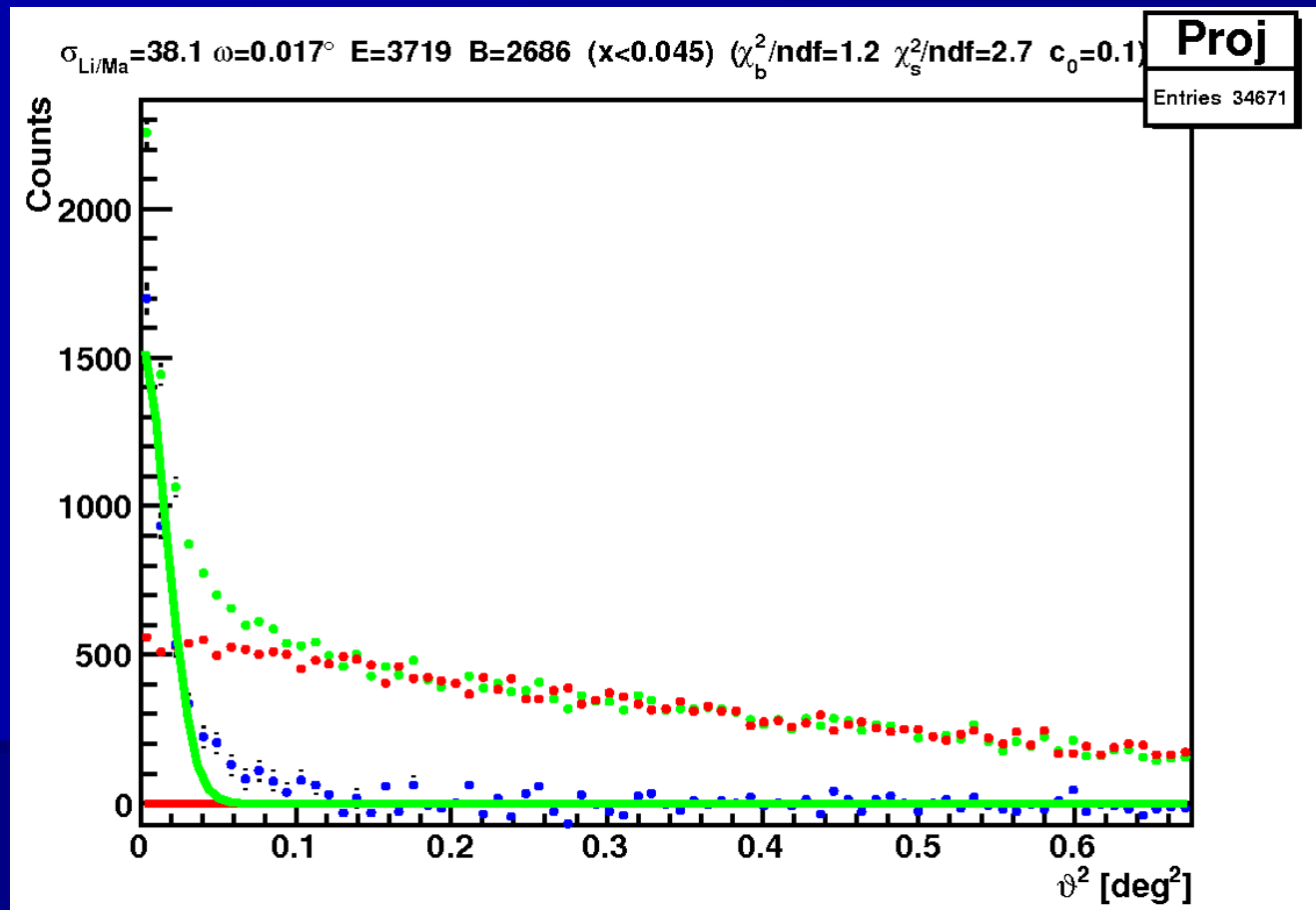
Krabbennebel,  
Wobble-Datensatz ▶

# Gamma-Hadron-Separation: $\vartheta^2$ -Plot



# Gamma-Hadron-Separation: $\vartheta^2$ -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):

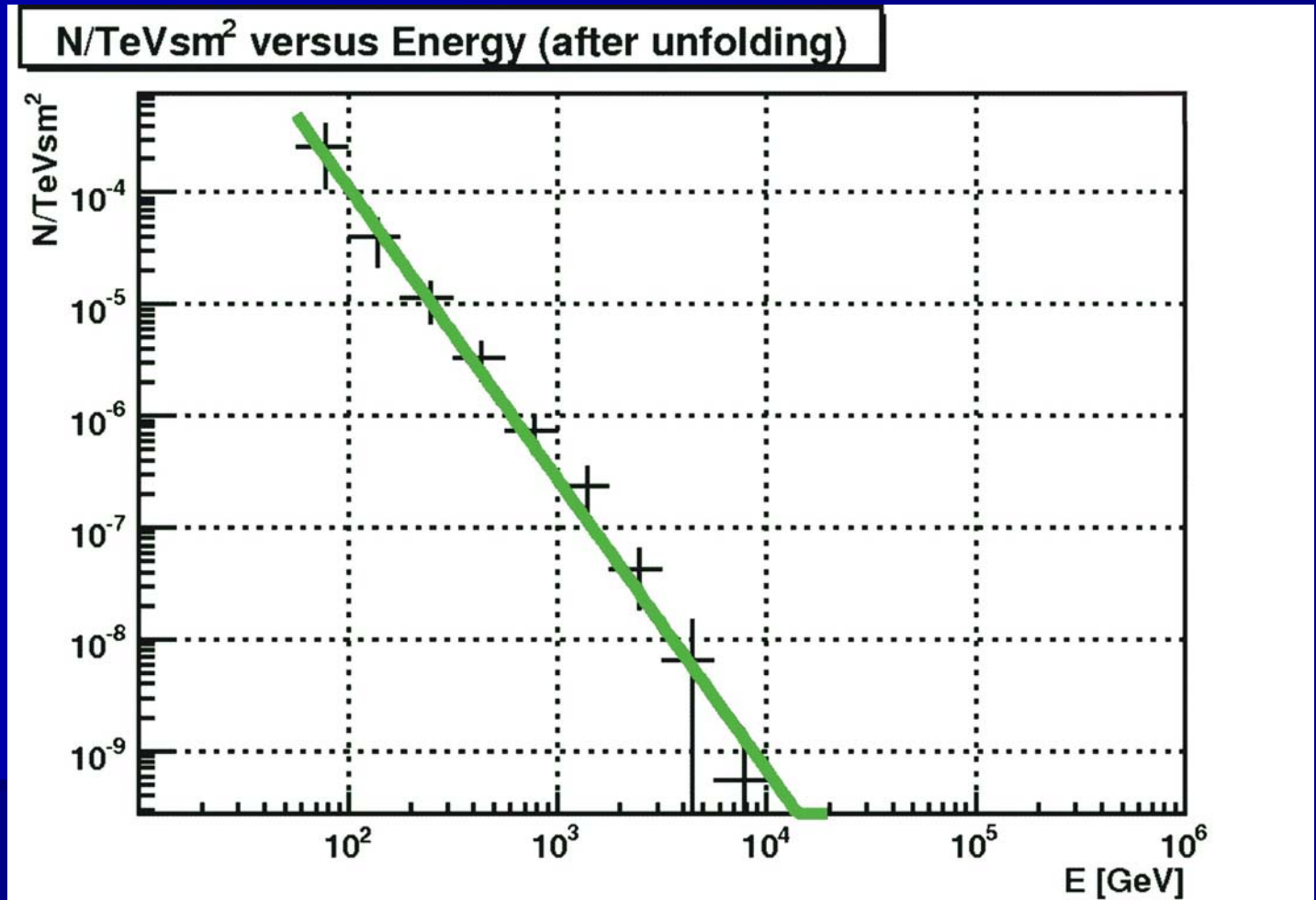
$$E = (c_0 + c_1 \cdot \theta^2) \cdot Size^{c_2}$$

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



# Energiespektrum

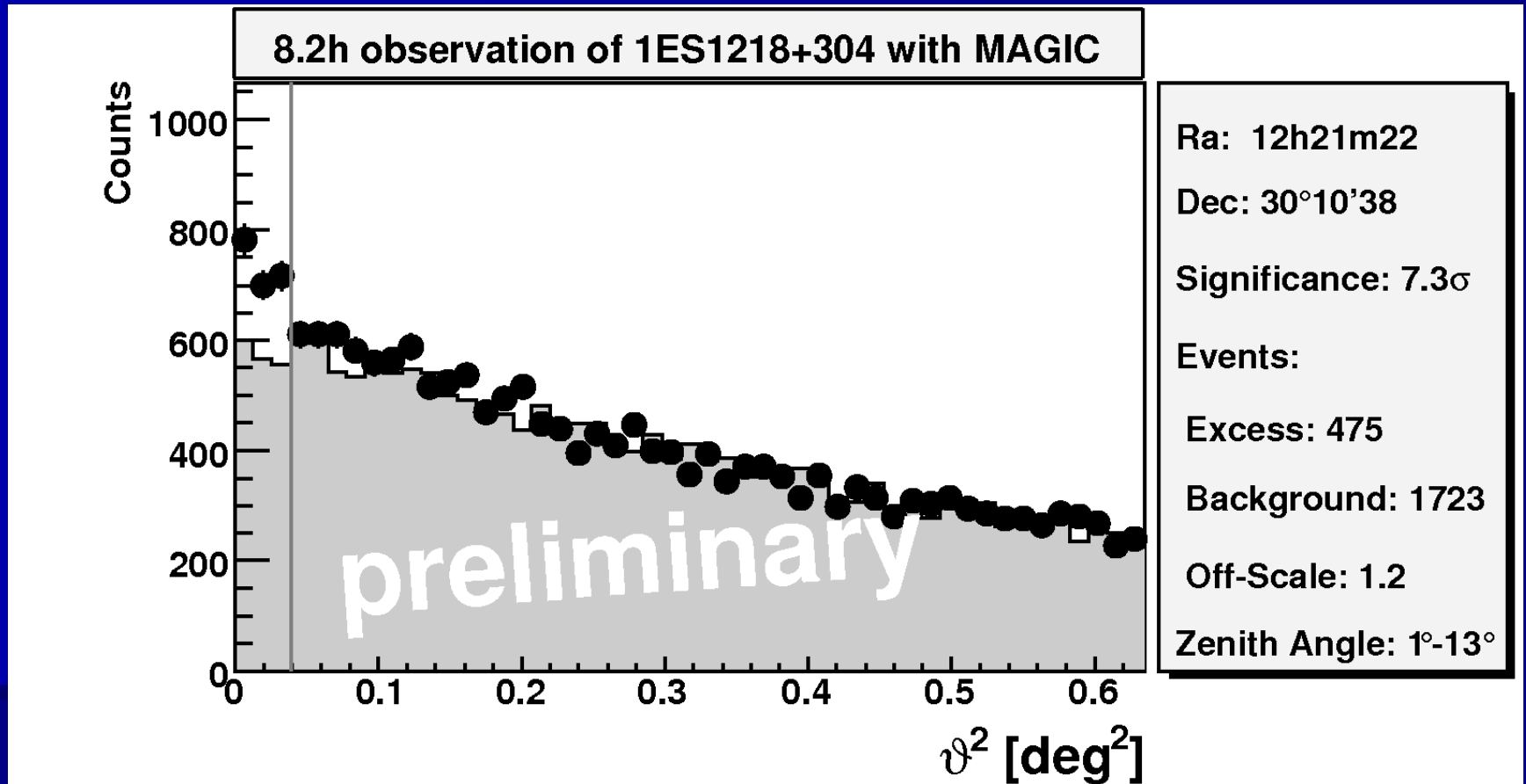
- ▶ gemessener Spektralindex (Krabbennebel):  $-2,61 \pm 0,12$



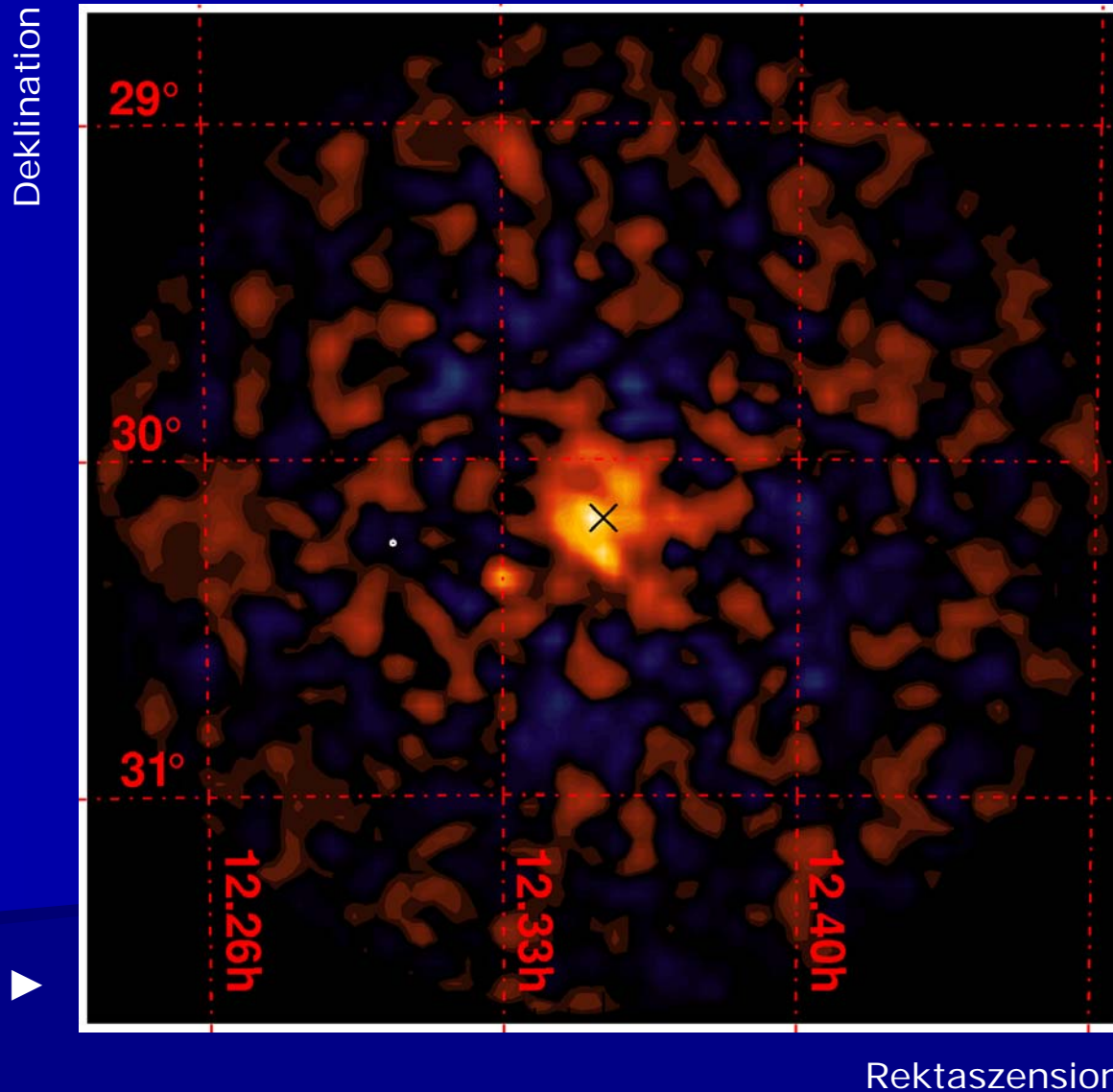
Krabbennebel,  
Wobble-Datensatz ▶

# Entdeckung von 1ES1218+304

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



# Entdeckung von 1ES1218+304

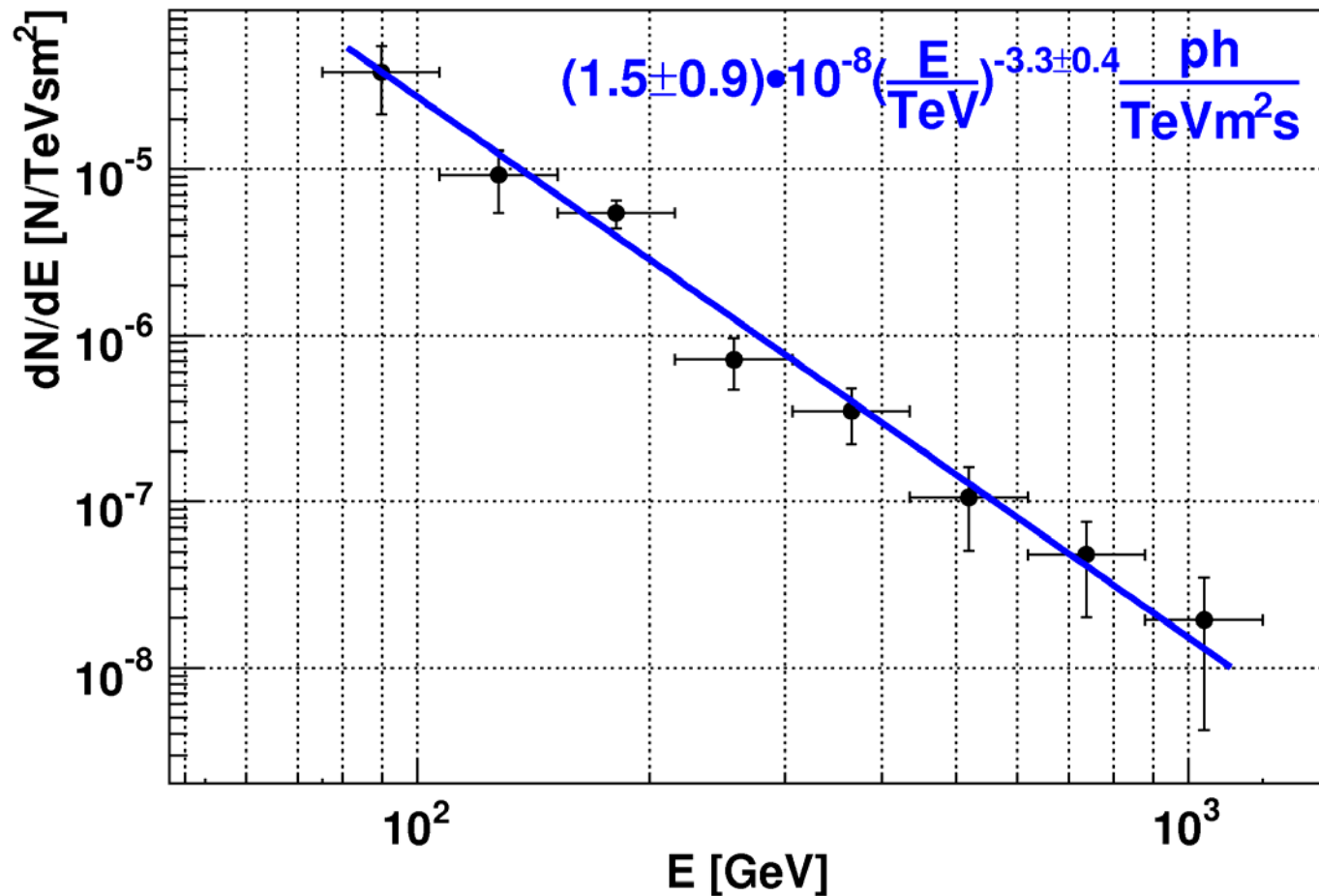


Full-Source-Plot ▶

Rektaszension

# Entdeckung von 1ES1218+304

MAGIC: Measured spectrum of 1ES1218+304

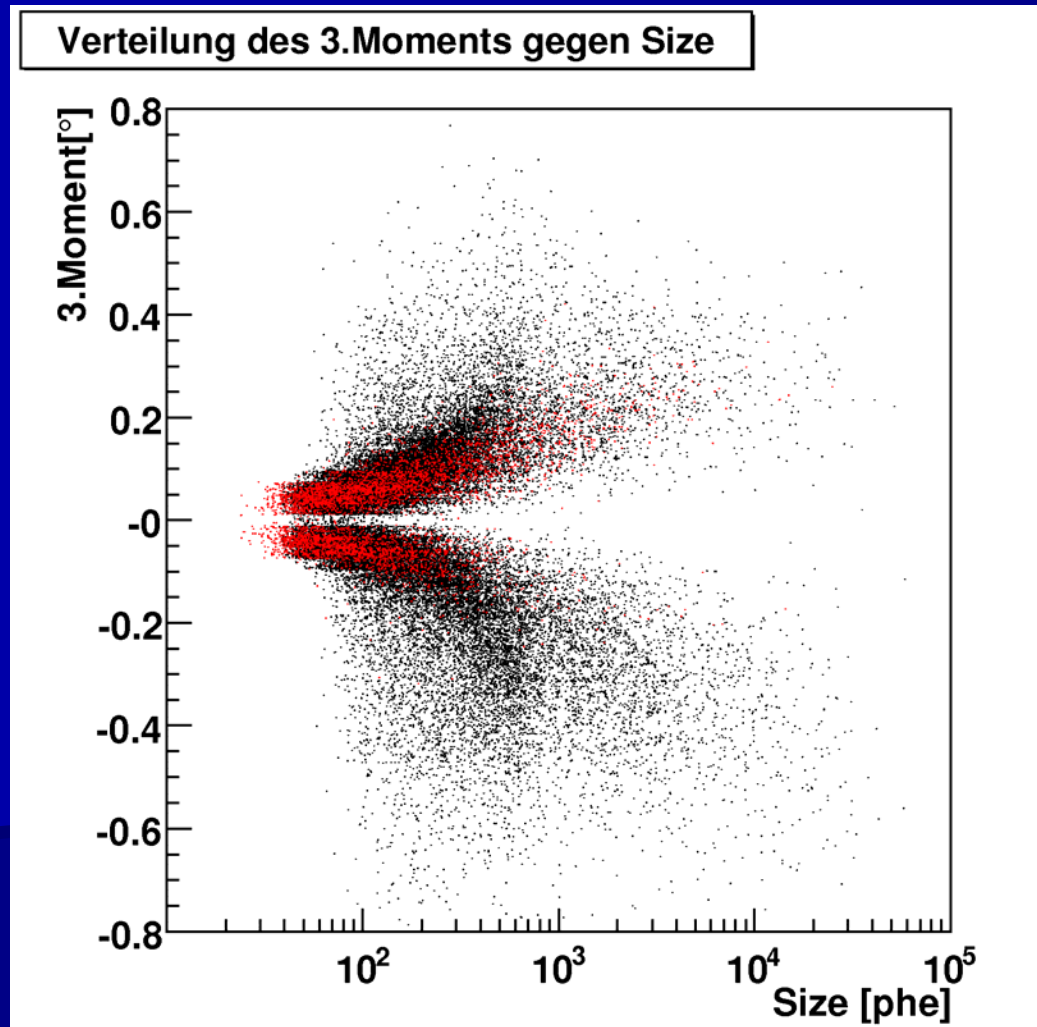








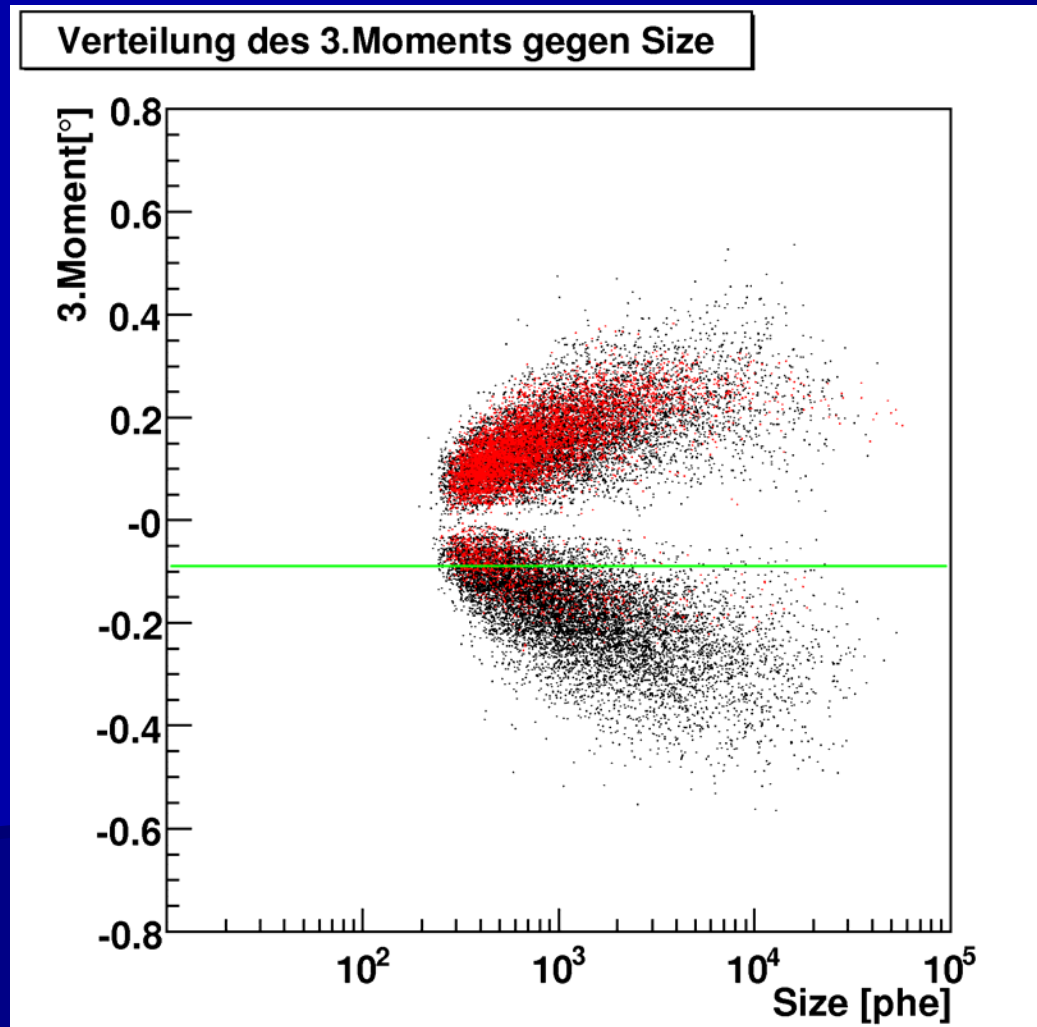
# Gamma-Hadron-Separation: 3<sup>rd</sup> Moment-Cut



vor Area-Cut ▶

# Gamma-Hadron-Separation: 3<sup>rd</sup> Moment-Cut

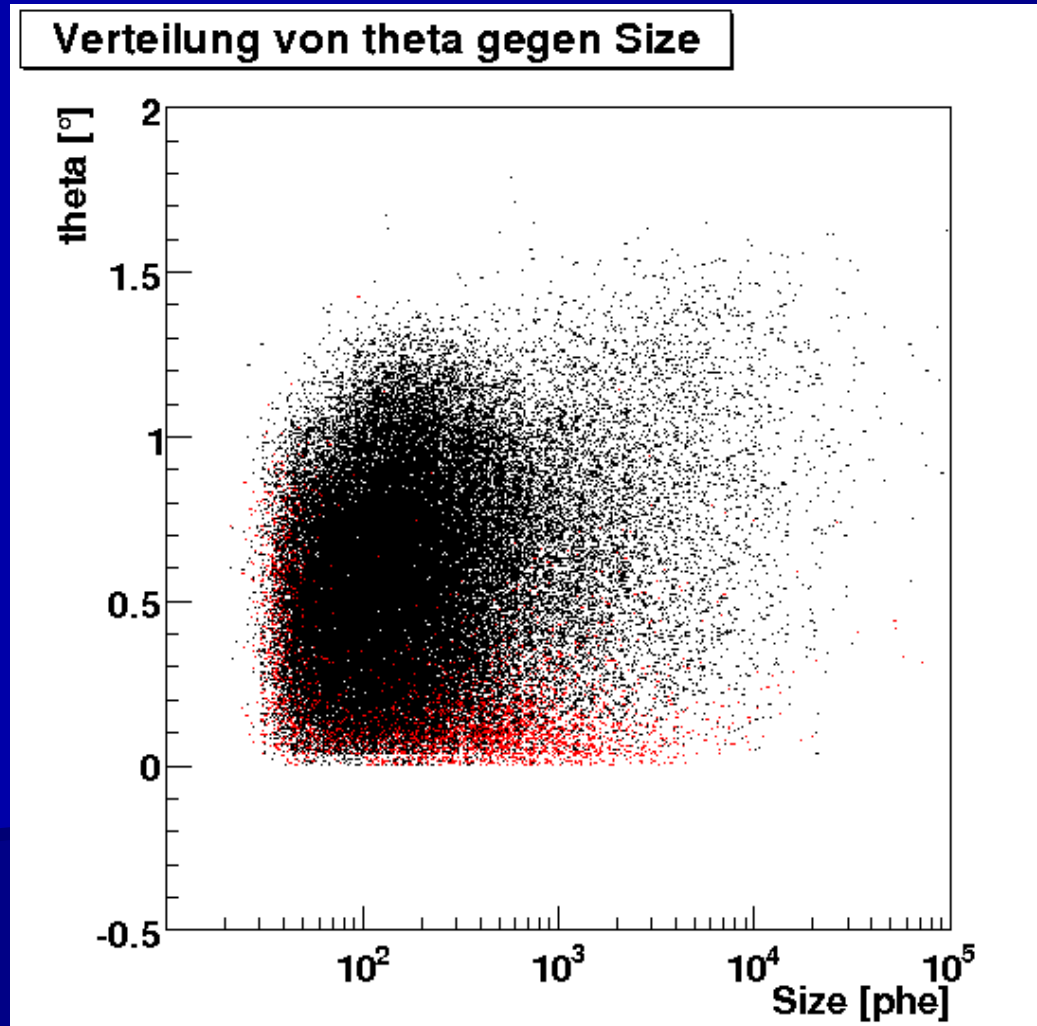
► Schnittgerade:  $M3 = c_3$



nach Area-Cut ►



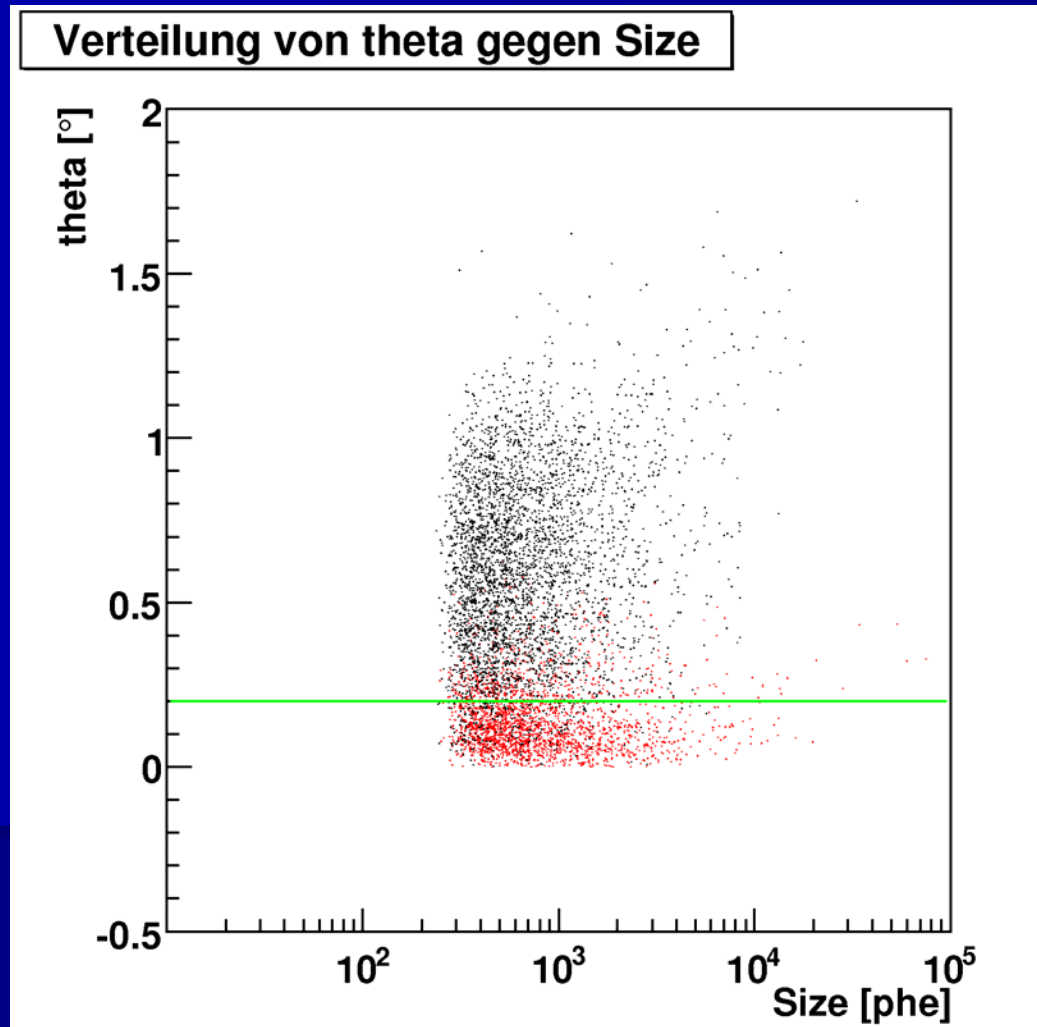
# Gamma-Hadron-Separation: $\theta$ -Cut



vor Area-Cut ►

# Gamma-Hadron-Separation: $\vartheta$ -Cut

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



(\*)  $\vartheta$  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