

# Nachweis des Mondschattens mit dem AMANDA Detektor

*Astroteilchenschule Bärnfels 14.10.2004*

Marc Hellwig

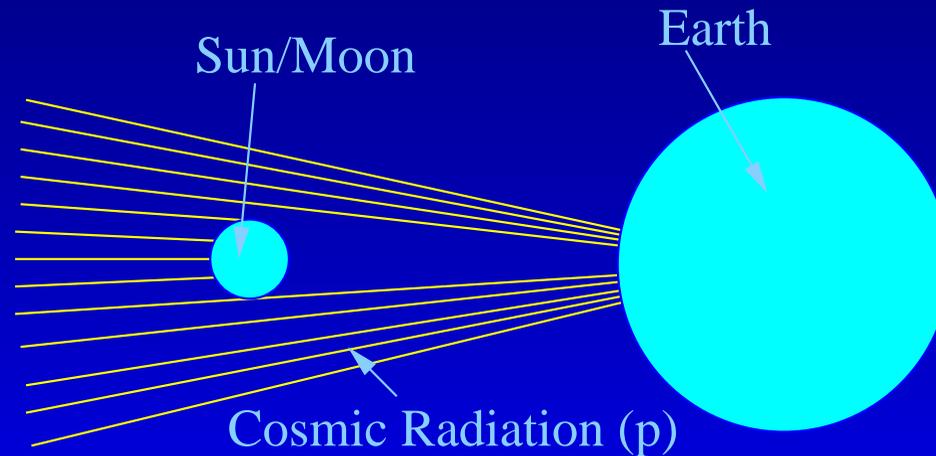
Marc.Hellwig@uni-mainz.de

# Überblick

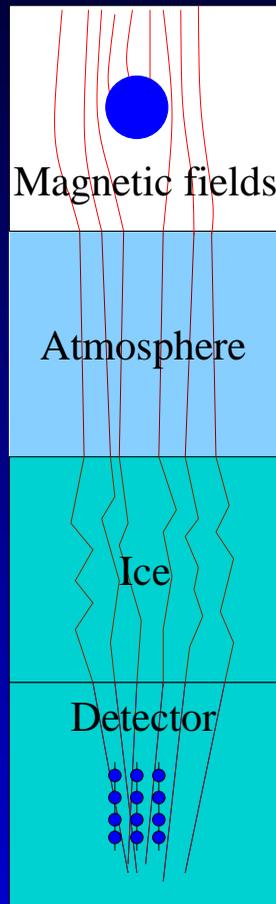
- Einführung
- Motivation / Ist Nachweis mit Amanda möglich?
- Vorgehensweise
- Spielzeug Monte Carlo
- Zusammenfassung / Ausblick

# Einführung

- Primäre hadronische kosmische Strahlung  
→ atm. Myonen
- AMANDA Hintergrund
- Mond blockiert Hadronen und wirft Schatten auf Erde  
(Clark, 1957)
- leider ist Realität komplizierter . . .



# Einführung



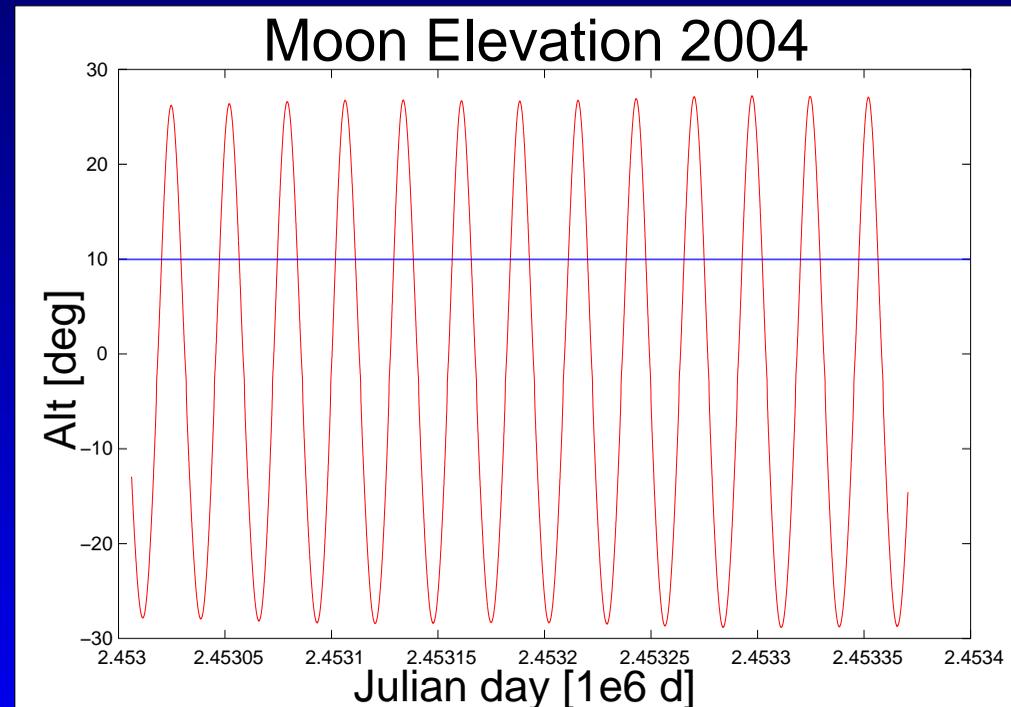
- schwache Ablenkung im Erdmagnetfeld  
(Energieabhängig)  
→ klar def. Schatten
- starke Ablenkung in Sonnenmagnetfeld
- Winkel Primärteilchen → Myon
- Mehrfachstreuung im Eis
- Auflösung der Rekonstruktion
- Nachweis in Luftschauer- und Untergrunddetektoren gelungen  
(MACRO, Milagrito, Tibet Air Shower Array, EAS, Soudan2)

# Motivation

- Keine Punktquellen gefunden
- Mond sichere Myonensenke
- Überprüfung der Rekonstruktion und Auflösung
- Standardmethoden (Punktquellensuche) ?
- Problem: Durchmesser Mond  $\approx 0.5$  Grad, Auflösung Spur  $\approx 2$  Grad
- schwieriger Nachweis  $\longrightarrow$  keine Resultate/Limits erwartet

# Nachweis mit AMANDA möglich?

- Große Statistik notwendig !
- Daten 2000-2003 (jeweils 260d, 80Hz Trigger)  $7.2 * 10^9$  Ereignisse
- Niedrige Anz. von Er.  $< 10$  Grad über Horizont
- Erwartete Ereignisse (2 Grad)  $\approx 350000$



# Vorgehensweise

Daten wurden erneut in 2004 analysiert

—→ spez. Datenstrom

—→ Entwicklung der entsprechenden Tools

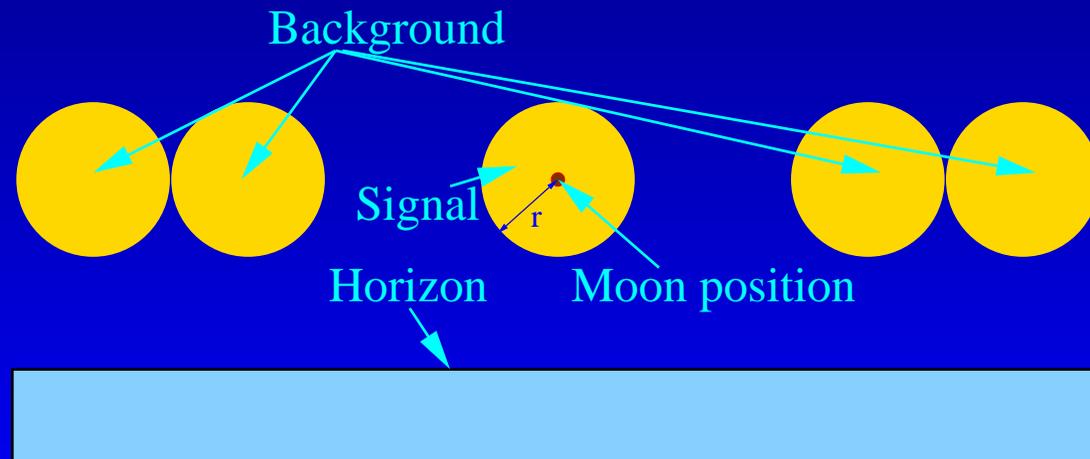
1. Berechnung der Mondposition
2. Ereignisauswahl
3. Reimplementation der ereignisindividuellen Auflösung

Spielzeug MC zur Bestimmung des Signals &

Entwicklung der Analyse

# Ereignisauswahl

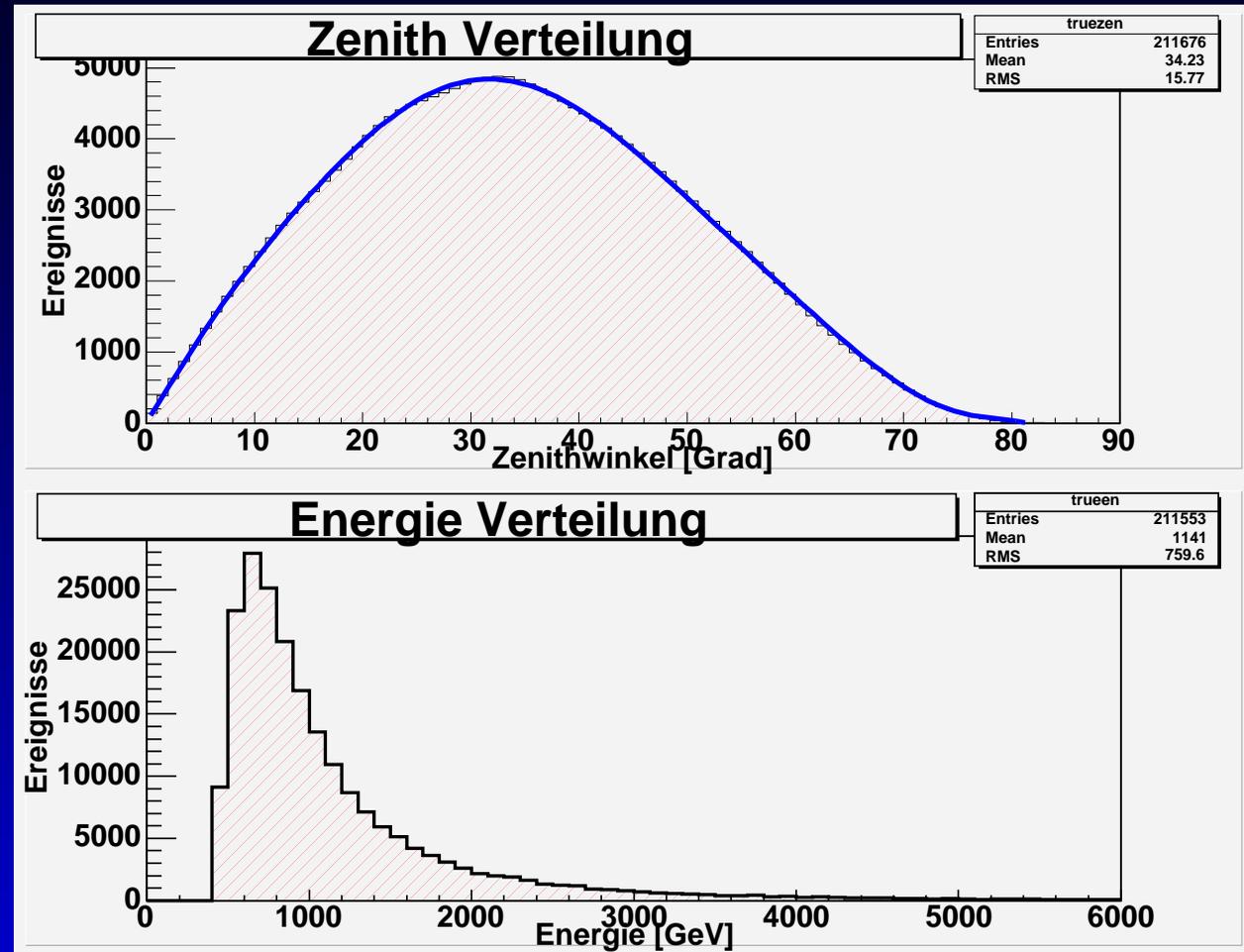
- Auswahl nach erstem Fit (Direct Walk, JAMS)
  - schlechte Aufl.
  - Auswahl großer Bereich um Mond
- Kompromiss Raumwinkel  $\longleftrightarrow$  Rechenzeit
- Auswahl Hintergrund (gleicher Zenith Winkel)
- Circa 2% der Gesamtdaten (mehr Hintergrund wäre hilfreich)



# Atmosphärisches MC

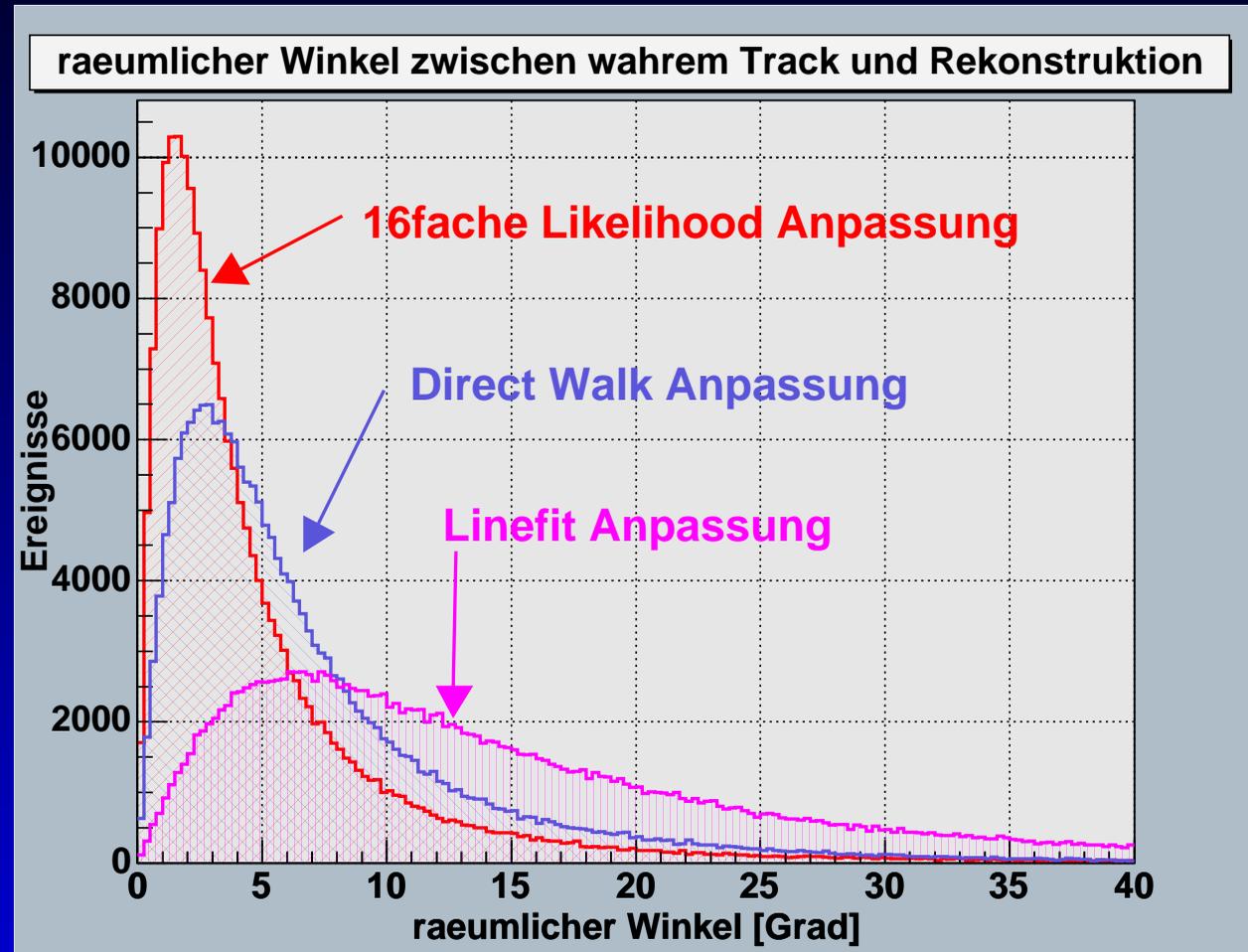
- MC Zenithwinkel Verteilung kompatibel mit Theorie  
(ICRC2003 Talk Paolo Desiati)
- Flache Azimuth Verteilung
- Primäres Teilchen  $\rightarrow$  Myon  $\rightarrow$  Eis  $\rightarrow$  Simulation des Detektors
- Aber: Vollständige Rekonstruktion nur für Bruchteil der Daten
- Und: Beschränkte simulierte Laufzeit, enorme Datenmenge, Variation von Parametern unmöglich
- $\rightarrow$  schnelles Spielzeug MC

# Spielzeug MC



- Polynom Fit an Zenithwinkel Verteilung

# Spielzeug MC



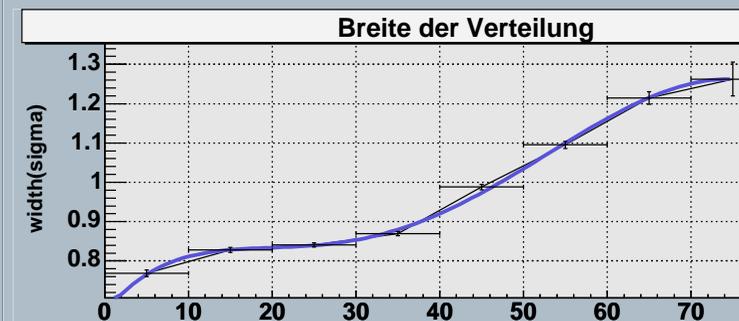
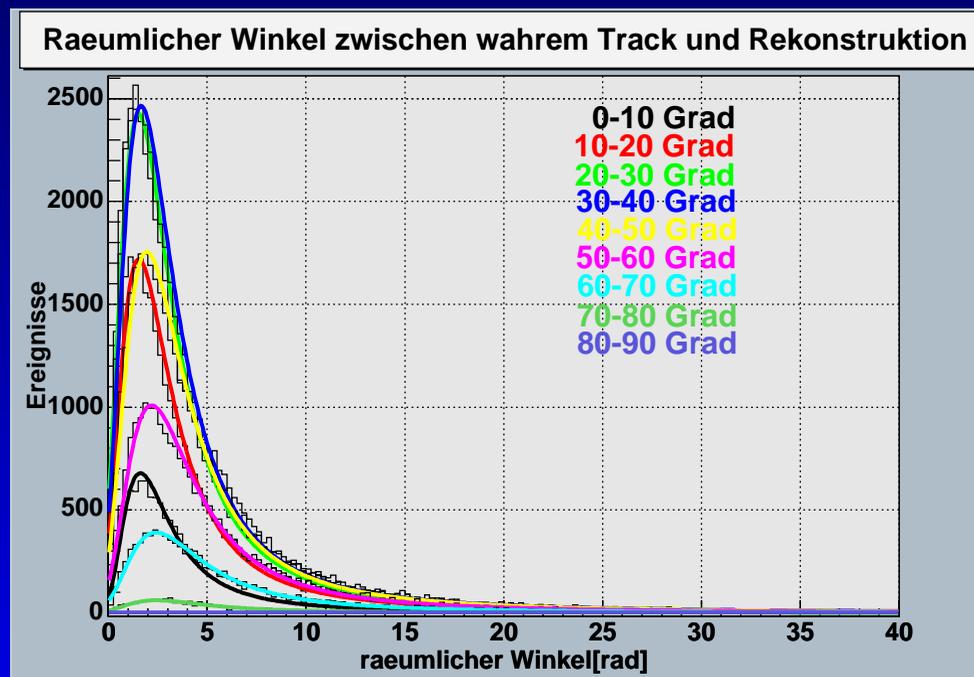
- Auflösung der verschiedenen Methoden

- Zenith-/Energieabhängigkeiten

# Spielzeug MC

## Zenithwinkelverteilung

- Parametrisierung mittels Landau Vertlg. (Überschätzung Große Winkel)
- Gute Anpassung



# Spielzeug MC

## Ablauf

- Erzeugung von Spuren mit flacher Azimuth Vertlg. and def. Zenith Vertlg.
- Verschmierung (Aufl. Rekonstruktion)
- Bestimmung der Auflösungsschätzer
- Auswahl um Mond Position, Markierung der Mondereignisse
- Projektion in Mond Koordinaten System

## Produktion

- 4 Jahre
- $\approx 2$  Detektorjahre / Tag / CPU

# Einfache Analyse

- Beobachtete ( $N_{obs}$ ) und Hintergrundereignisse ( $N_{bkg}$ ) gegen räumlichen Winkel ( $C_{bkg}$  = Anzahl der Hintergrund Selektionen)

$$N_{diff} = N_{obs} - \frac{N_{bkg}}{C_{bkg}}$$

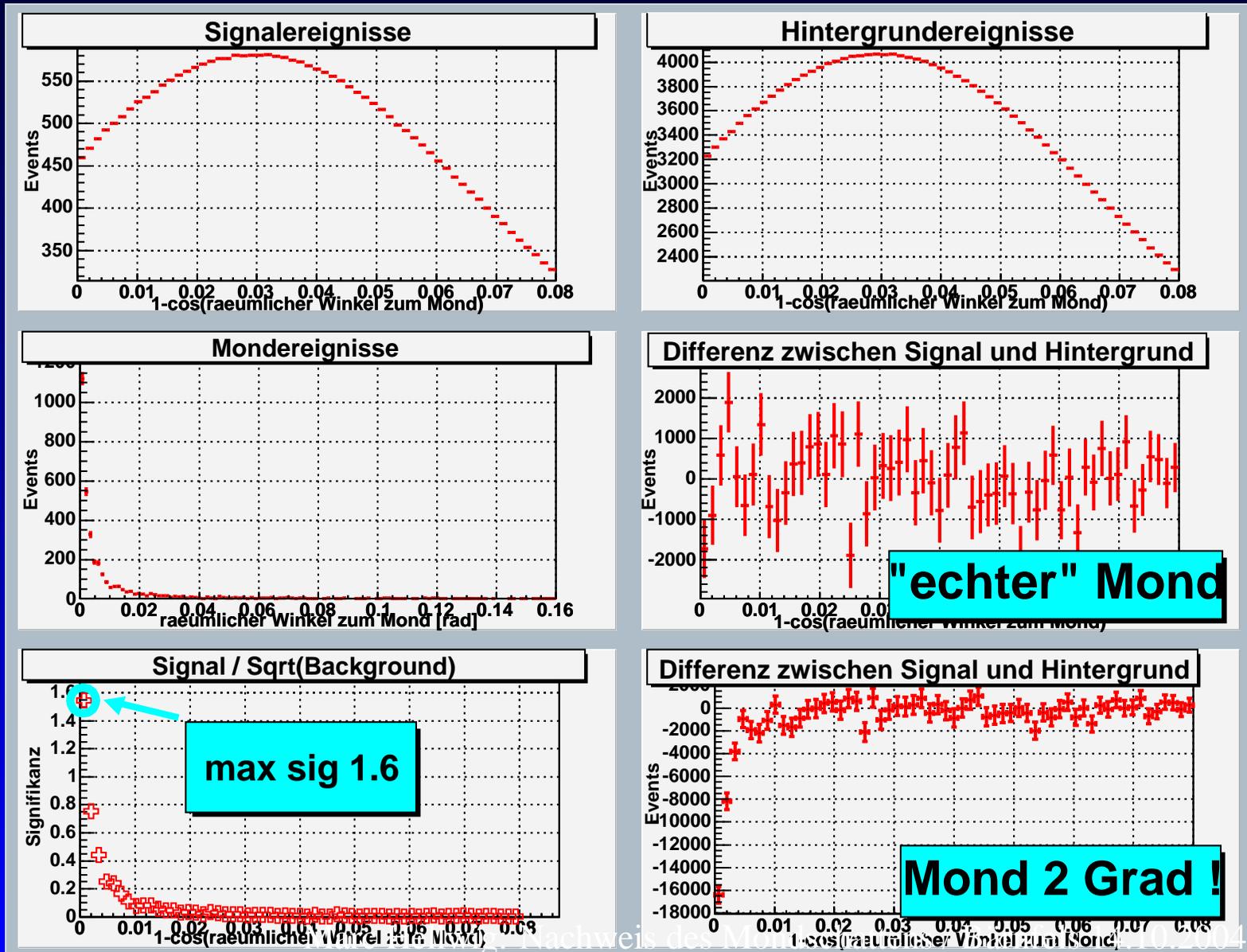
- Expected signal

$$\sigma_{diff} = \frac{N_{sig}}{\sqrt{N_{obs} + \frac{N_{bkg}}{C_{bkg}^2}}}$$

- Mehr Hintergrund  $\longrightarrow$  max. besser Faktor 2
- Bins Größenordnung Auflösung

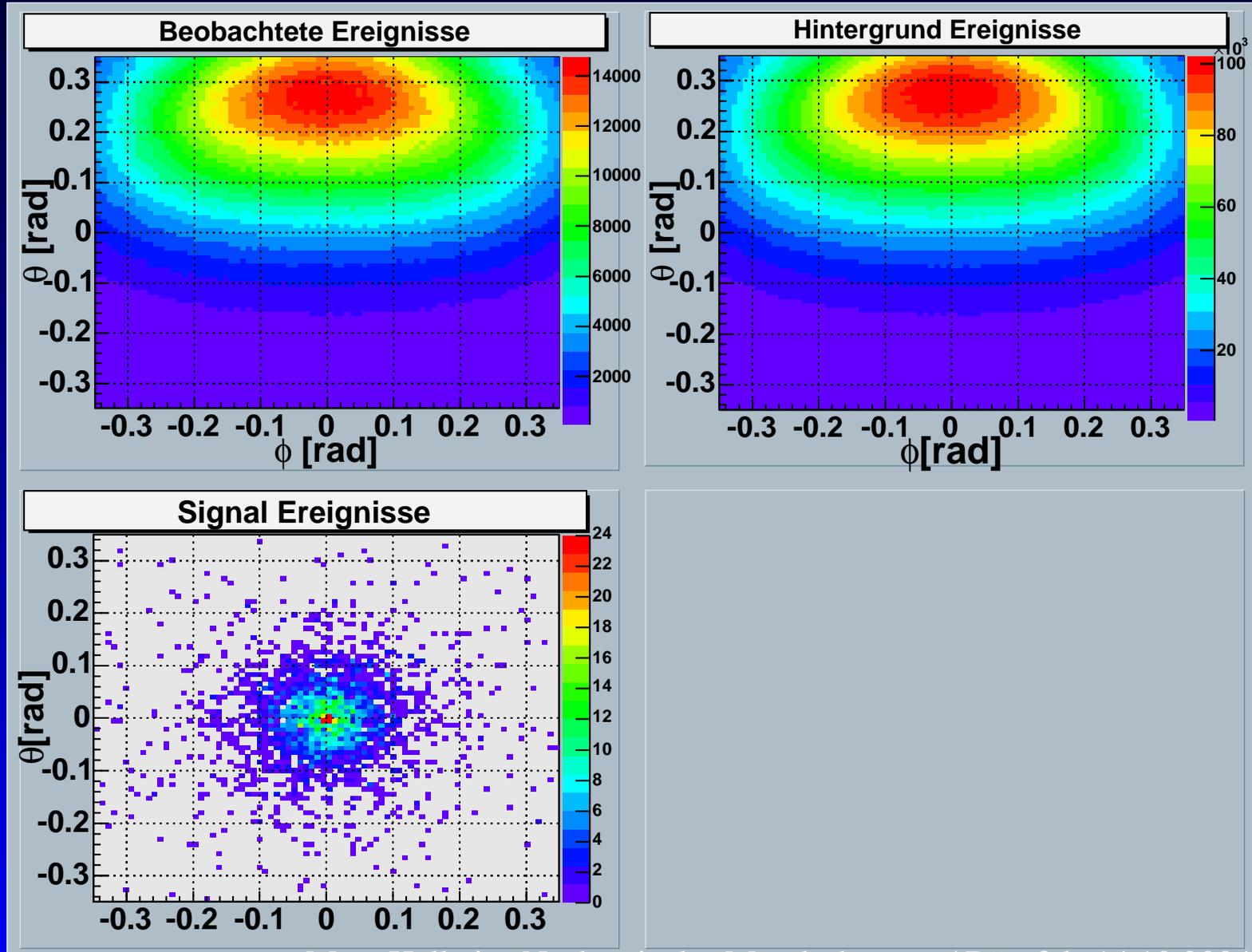
# Einfache Analyse

Nur  $1.6\sigma$  mit wirklicher Mondgröße (0.5 Grad)



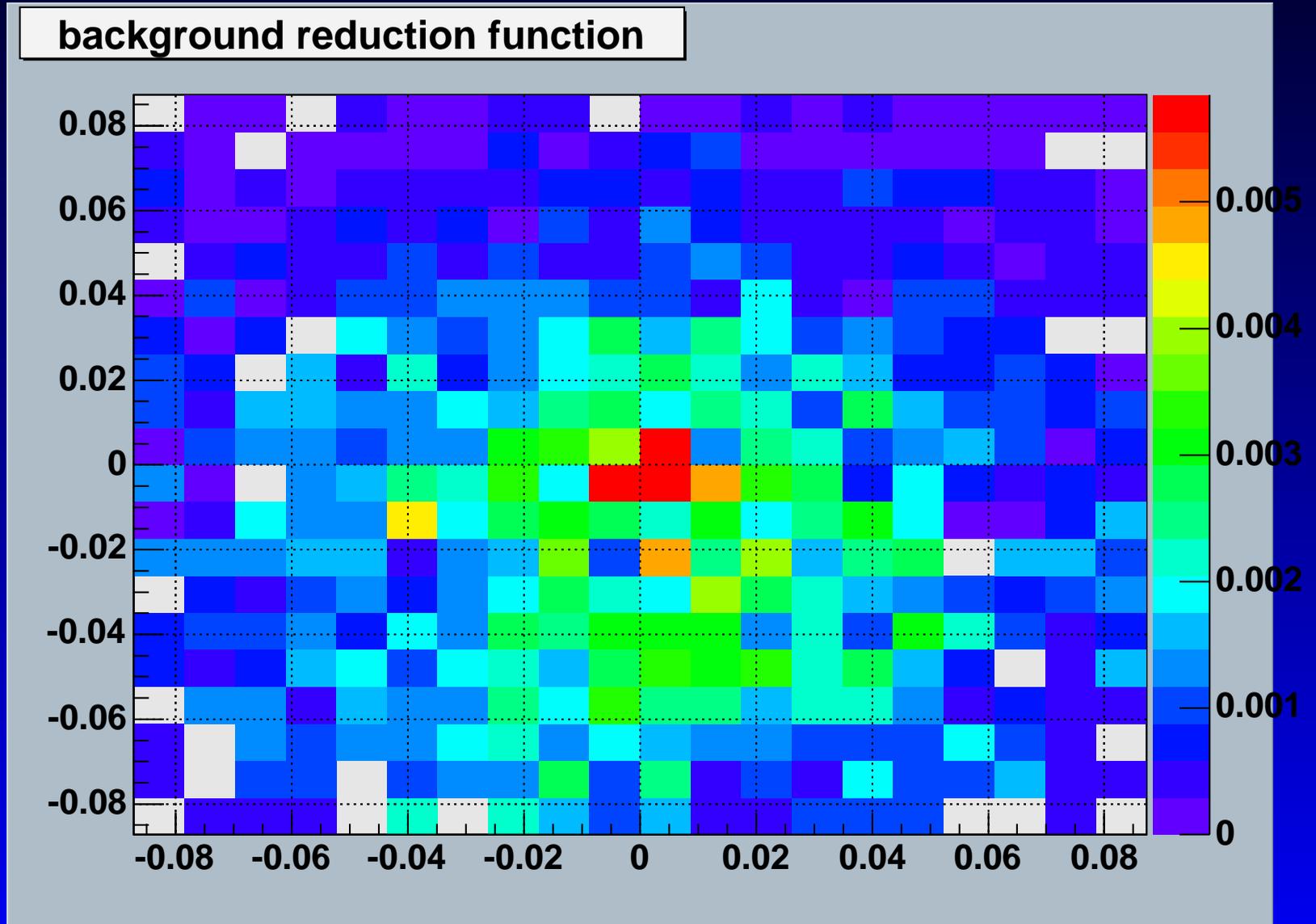
# Likelihood Methode

Reduktions Faktor = Anzahl Mondspuren / Spuren insgesamt  $\rightarrow$  Berechnet mittels MC



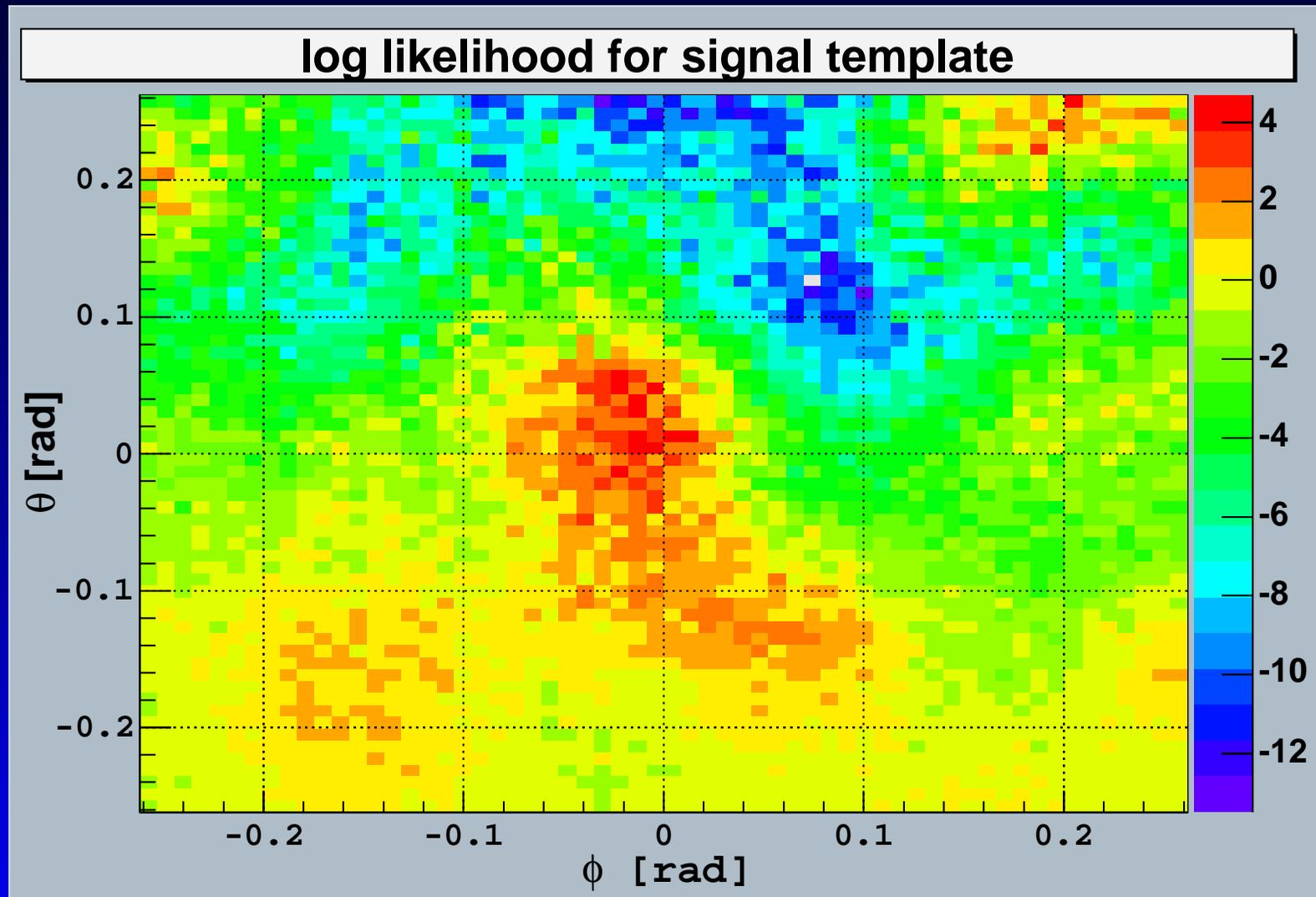
# Likelihood Methode

10·10 Grad Bereich um Mond  $\longrightarrow I$



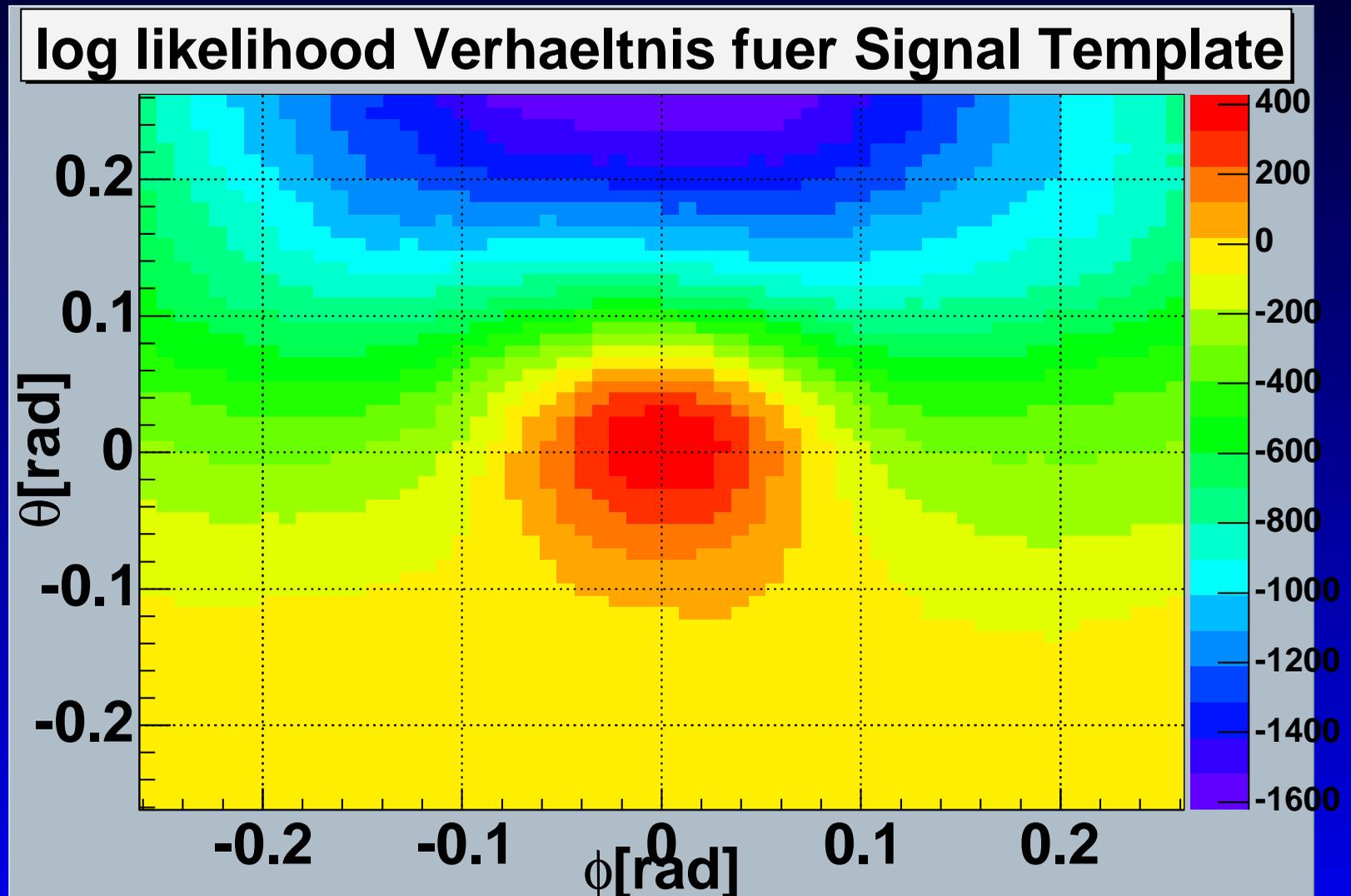
# Likelihood Methode

Likelihood um Mond (30·30 Grad)



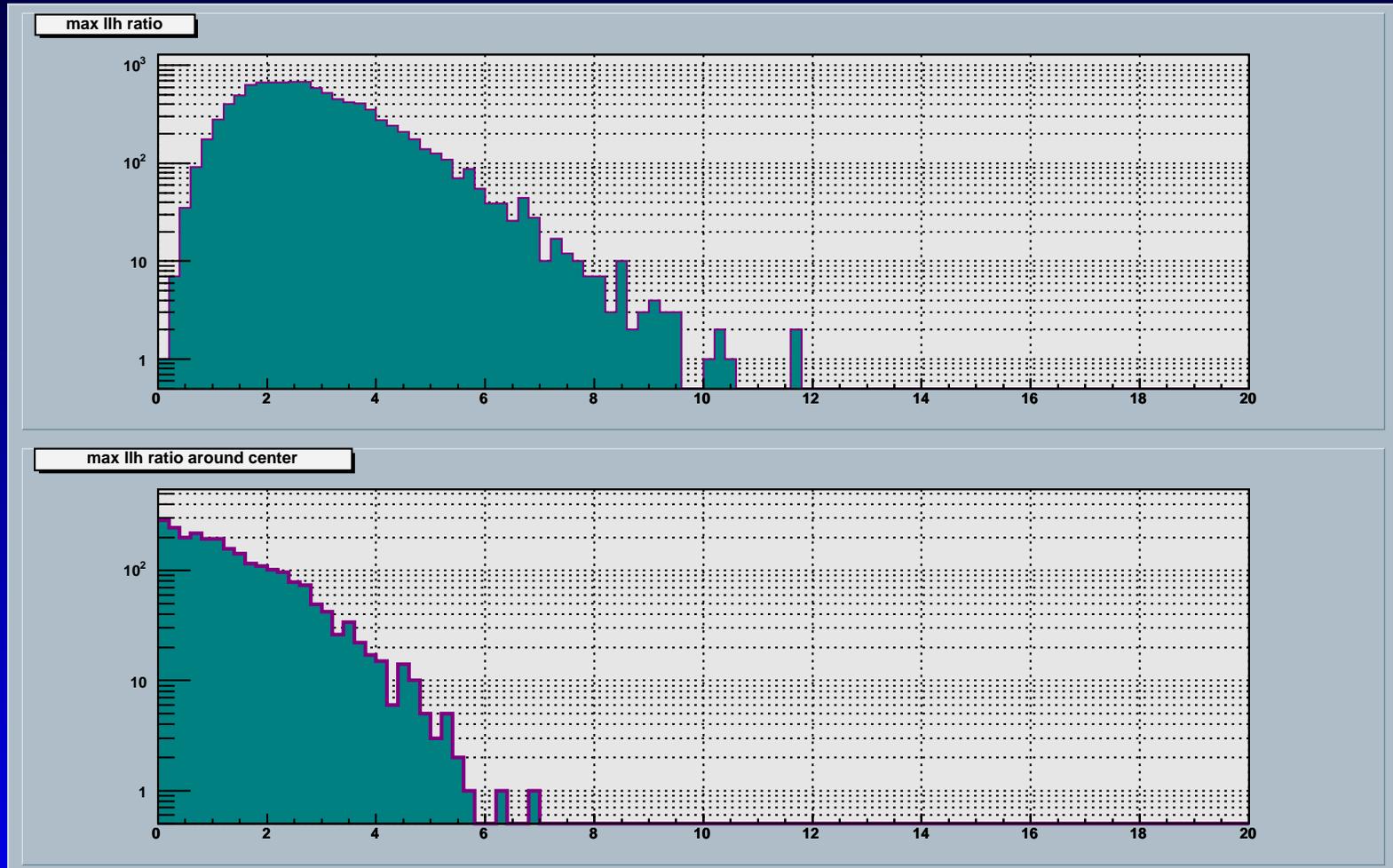
# Likelihood Methode

Als Vergleich 2 Grad Mond



# Likelihood Methode

Maximum likelihood Verteilung ohne Signal (10000 Simulationen)



# Zusammenfassung / Ausblick

## Bereits erledigt

- Ereignisselektion
- Spielzeug MC
- Produktion von 4 Detektorjahren MC
- Test der Analysemethoden mit MC
- Daten vorselektiert in Zeuthen / Rekonstruktion aufgesetzt

## Bald

- Vergleich MC mit Daten !  
nachfolgend Rekonstruktion
- Verbesserung von Spielzeug MC
- Schnitt auf ereignisindividuelle Auflösung ?
- Weitere Schnitte, um Signal/Bkg zu verbessern
- Auflösungsverbesserung (PDF) ?
- Detektion mit IceCube ?