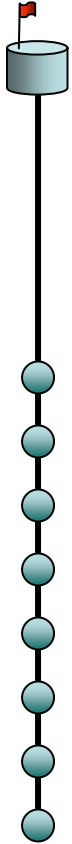


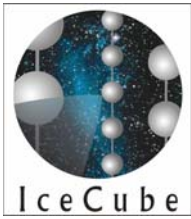
Erste Luftschauer-Rekonstruktionen mit dem IceTop-Array

S. Klepser, H. Kolanoski, F. Wendt

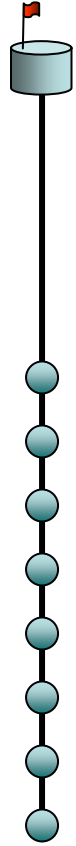
DESY Zeuthen,
Humboldt-Universität zu Berlin

Oktober 2005

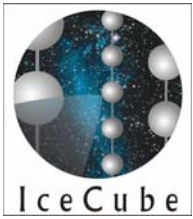




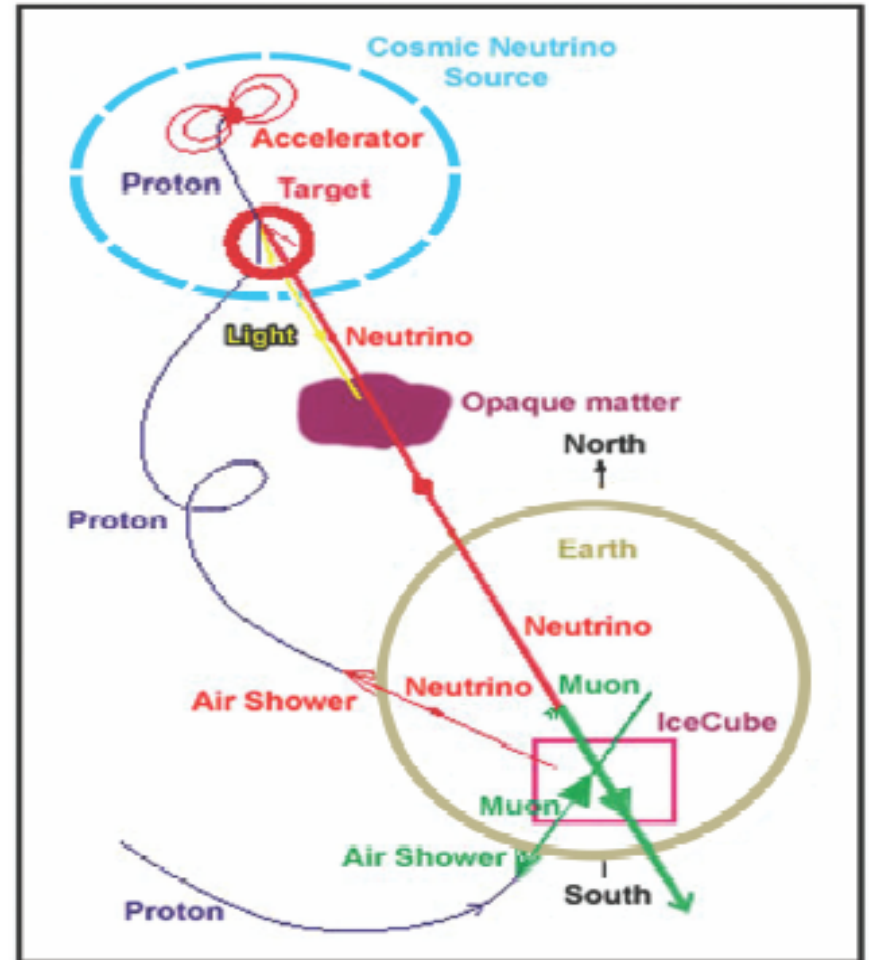
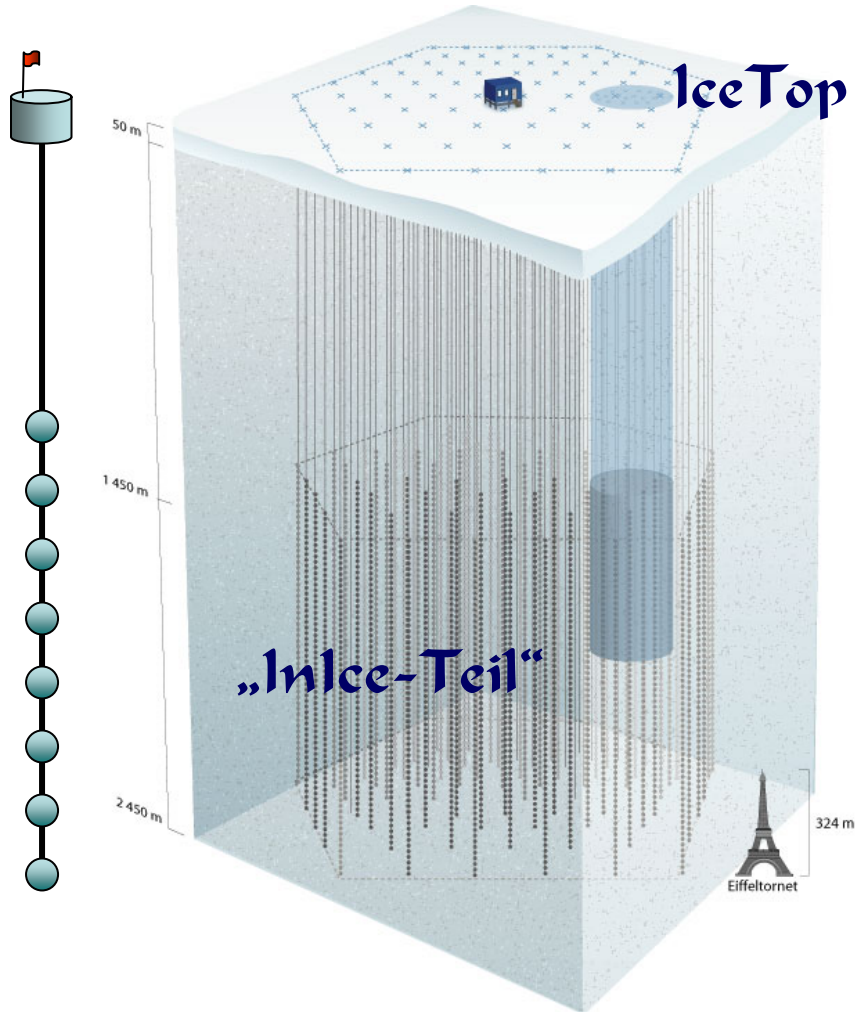
Überblick

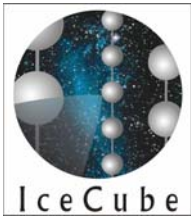


- **IceCube und IceTop**
- **Der IceTop-Detektor**
- **Erste Rekonstruktionen**
- **Bisherige Beiträge aus Zeuthen**
 - Physik-Monitoring
 - Atmosphären-Studien
- **Ausblick**

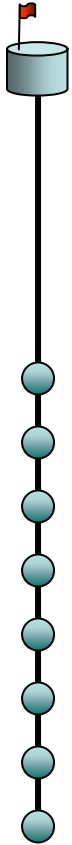


IceCube

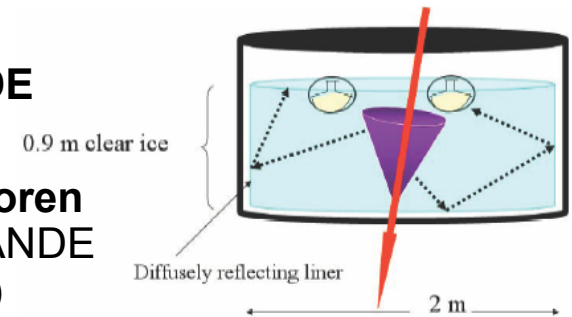


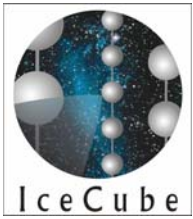


IceTop

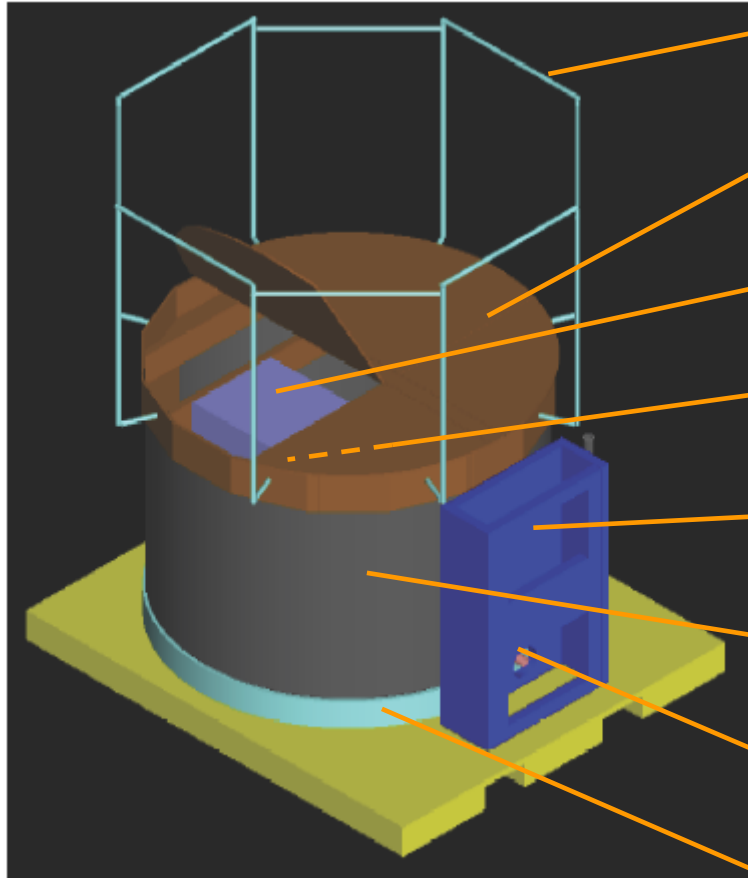
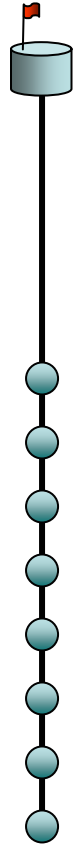


- **1 km² ≈ 2 x K-GRANDE**
- **Eis-Čerenkov-Detektoren**
(wie bei Auger; K-GRANDE hat Szintillator-Platten)
- **80 Stationen x 2 Tanks x 3.14 m²**
= 503 m² Detektorfläche (momentan 4 Stationen)
- **$3 \cdot 10^{14} \text{ eV} < E_0 < 3 \cdot 10^{17} \text{ eV}$**
→ **Eisen-Knie-Bereich**
- **IceCube misst hochenergetische Myonen** → **e/ μ**
→ **Primärteilchen**
- **Veto und Kalibrationshilfe für IceCube**





Der IceTop Detektor



Lichtabschirmung

Stabiler Deckel

DOM-Halter

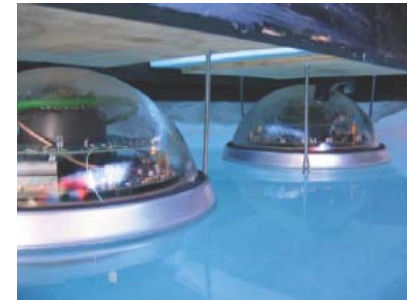
2 DOMs pro Tank

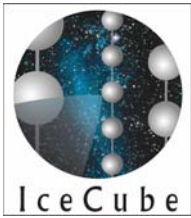
Druck- und Einfrier-System (für luft- und blasenfreies Einfrieren)

Isolierter Tank

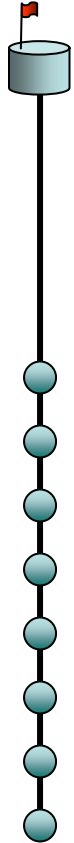
Druckablass-Ventil

Isolierender Boden





DAQ

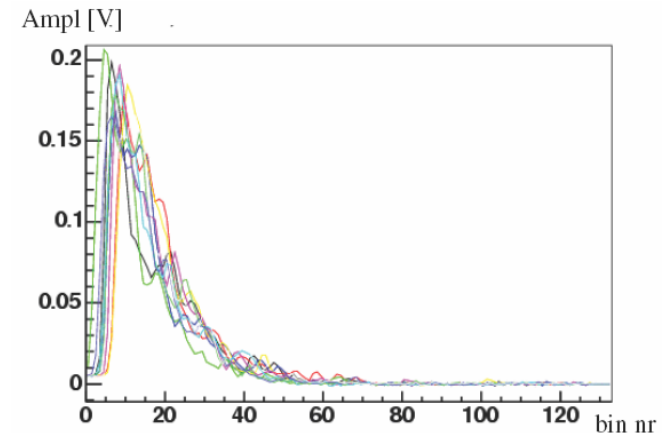


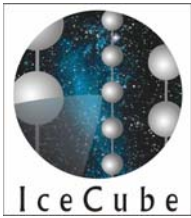
- **IceTop-DOM:**

- ist gleich dem InIce-DOM
 - Gemeinsame DAQ
 - Vortrag von *Bernhard Voigt* am Di, 11.10.
- Pulsform-Aufzeichnung (400ns à 3,5ns bins, einige μ s à 25ns bins)
 - Identifikation von einzelnen μ
 - Verifizierung des Detektorverständnisses
 - Separierung von μ und e

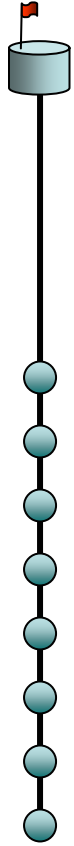
- **Trigger:**

- beide Tanks einer Station
- 12 DOMs insgesamt \approx 3 Stationen



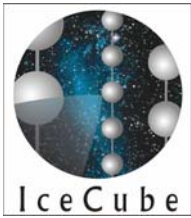


Die Software: IceTray I

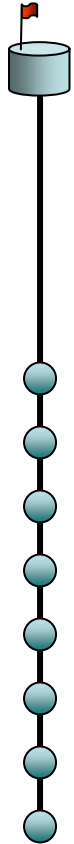


IceTray:

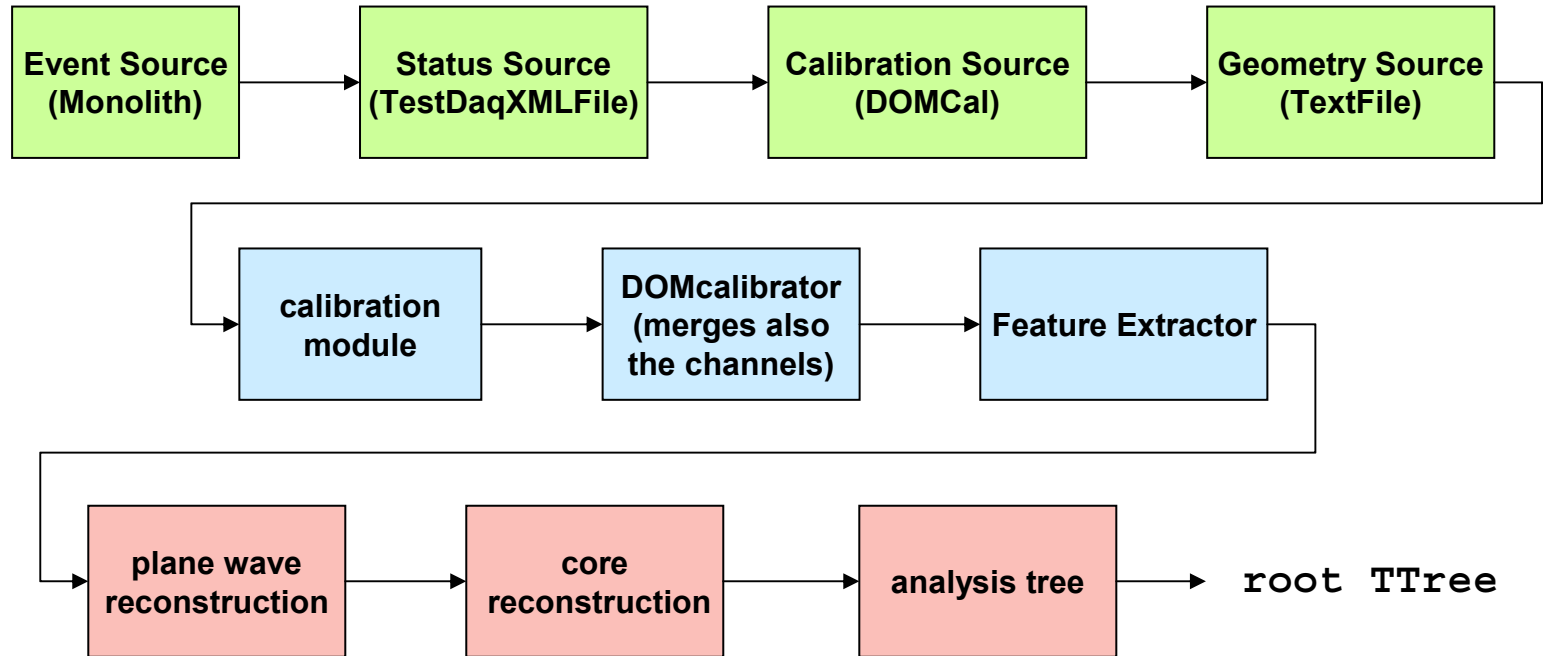
- Framework und Execution Model zur Rekonstruktion und Analyse der IceCube- (und IceTop-) Daten
 - Framework: Bietet alle Datenklassen und Routinen, basierend auf ROOT und C++
 - Execution Model: Steuert den Verlauf des Datenflusses durch alle erforderlichen Analyse- und Rekonstruktionsmodule
- Modulweiser Aufbau und projektweise Verwaltung mit SVN ermöglicht kollaborativ gleichzeitiges Arbeiten am Code

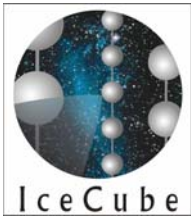


Die Software: IceTray II

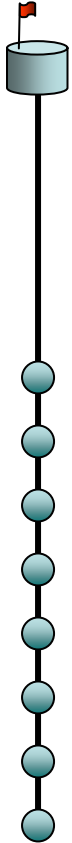


Beispiel: Analyse von IceTop-Daten:

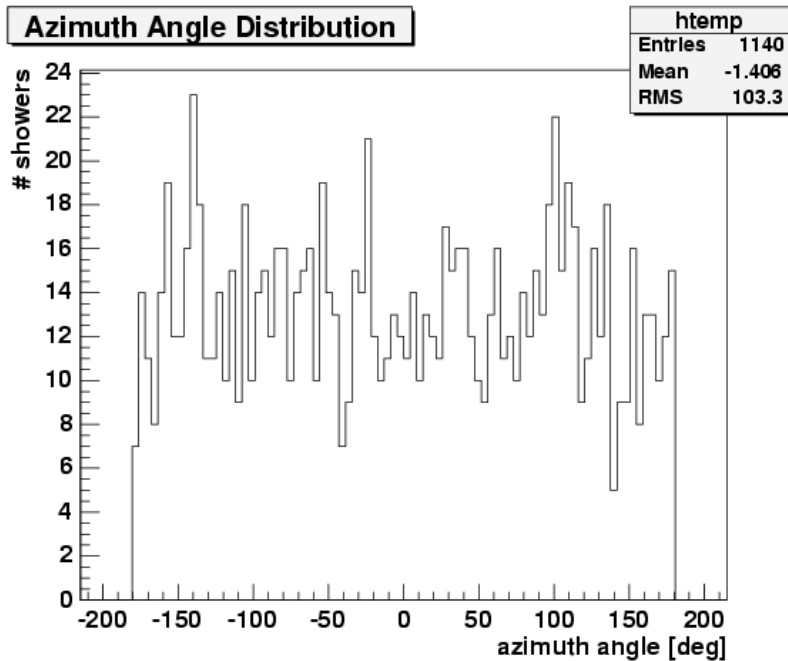




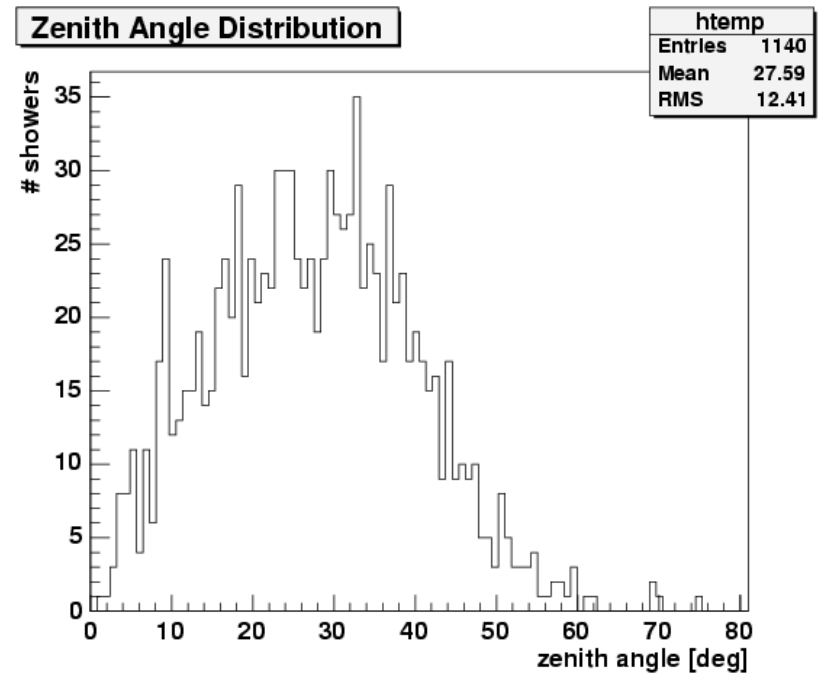
Rekonstruktionsergebnisse - roh

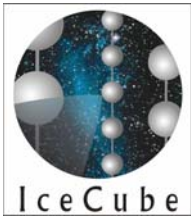


Azimuthwinkelverteilung:



(Unnormierte) Zenithwinkelverteilung:





Theorie zur Winkelverteilung

Die Atmosphäre wirkt als Filter für niederenergetische Schauer:

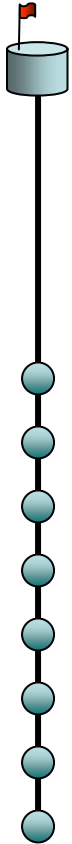
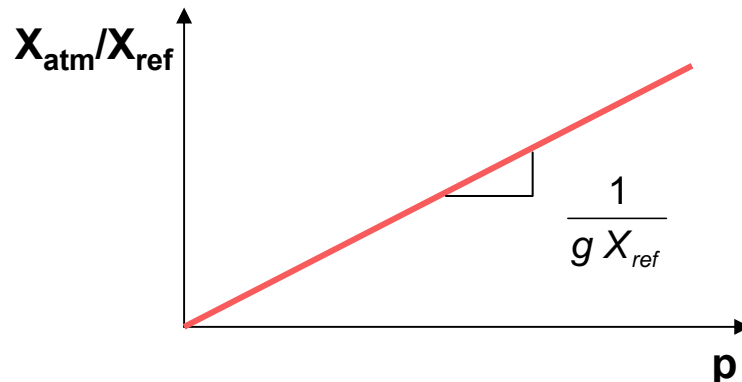
$$\frac{dN}{d\cos\theta} = \int_{E_{cut}}^{\infty} \frac{dN}{dE_0} dE \propto \exp\left(-\frac{(\gamma-1)X_{atm}}{X_{ref}} \frac{1}{\cos\theta}\right) \quad X: \text{atm. Tiefe [g/cm}^2\text{]}$$

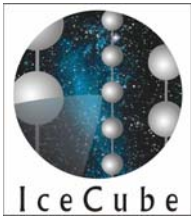
$$X_{shower} \geq \frac{X_{atmosphere}}{\cos\theta}$$

$$X_{shower} \approx X_{ref} \ln \frac{E_0}{E_{ref}}$$

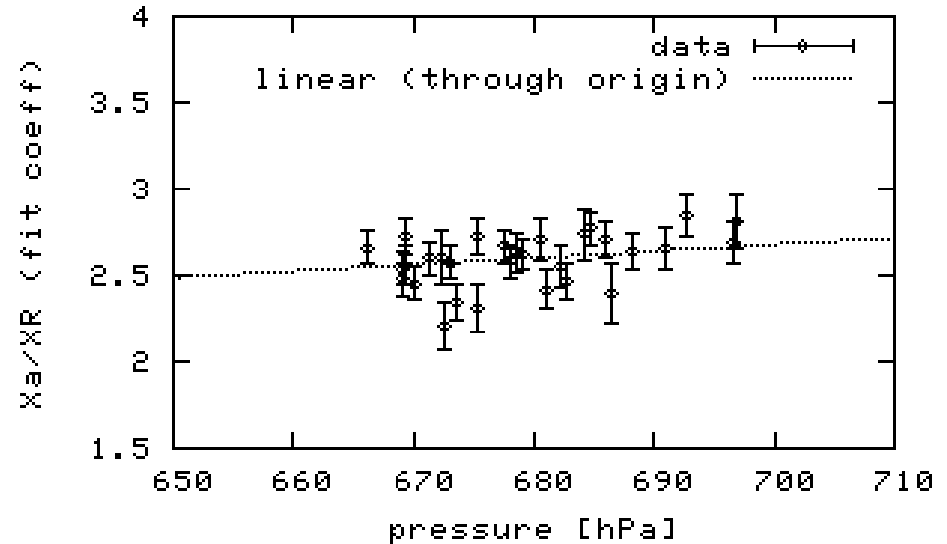
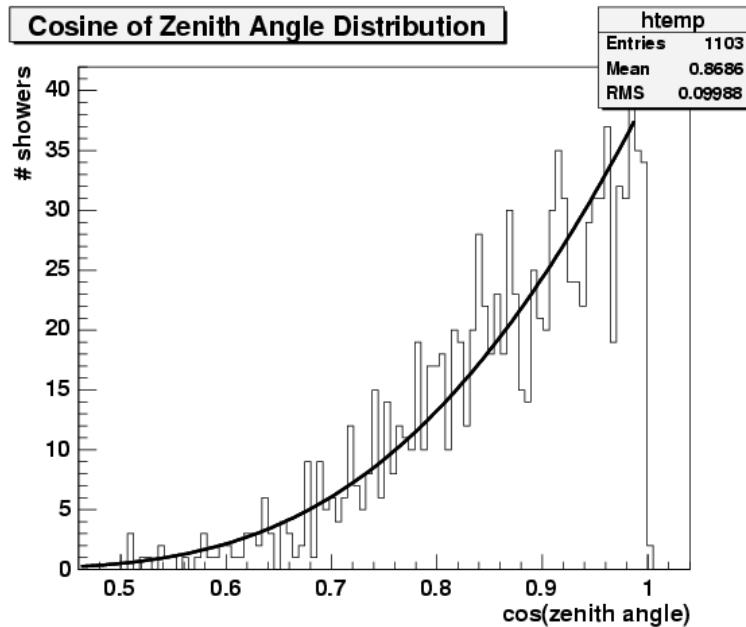
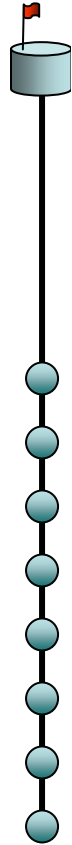
$$\frac{dN}{dE_0} \propto E_0^{-\gamma}$$

$$\frac{(\gamma-1)X_{atm}}{X_{ref}} \approx \frac{1.7}{g X_{ref}} \cdot p$$

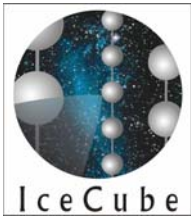




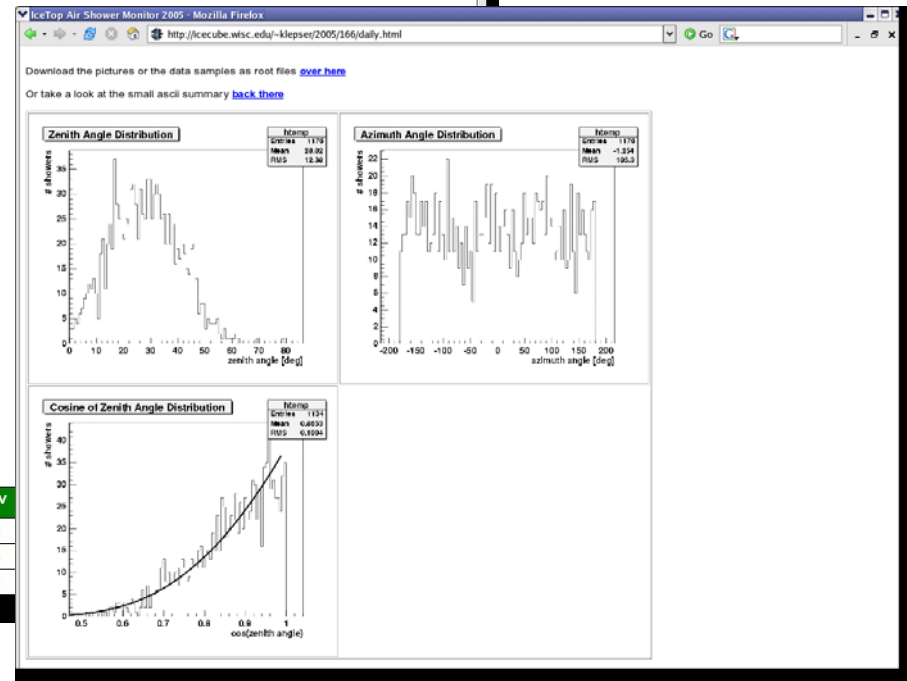
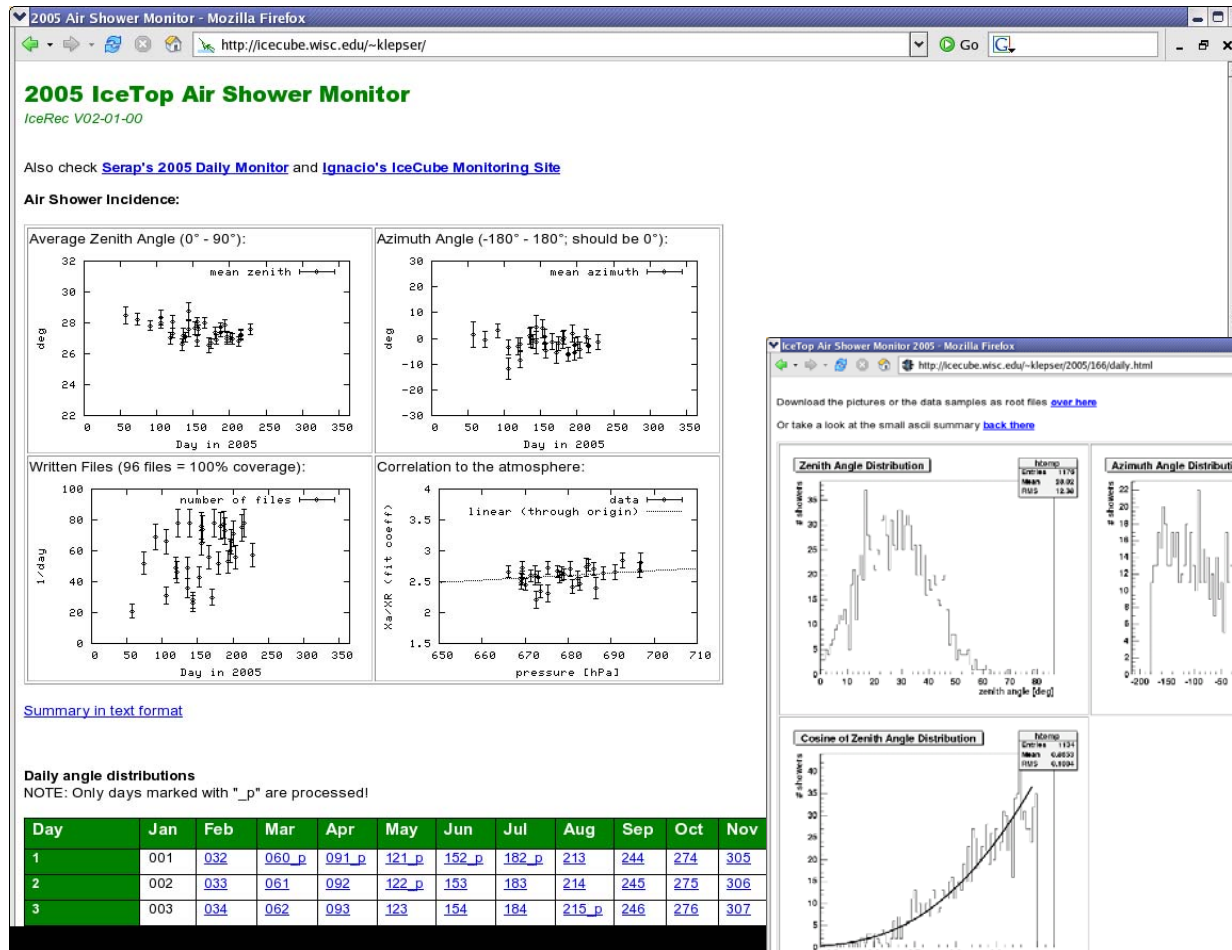
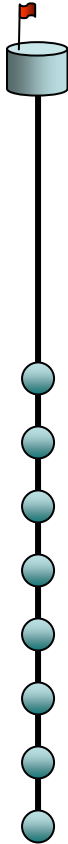
Rekonstruktionsergebnisse - gar

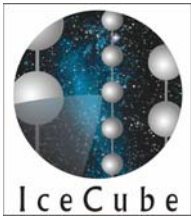


- $\rightarrow X_{\text{ref}} = (261 \pm 2) \text{ g/cm}^2$
- ($\Delta p \sim 50 \text{ hPa}$, ziemlich schlechtes Barometer...)



Monitoring





Atmosphärische Studien

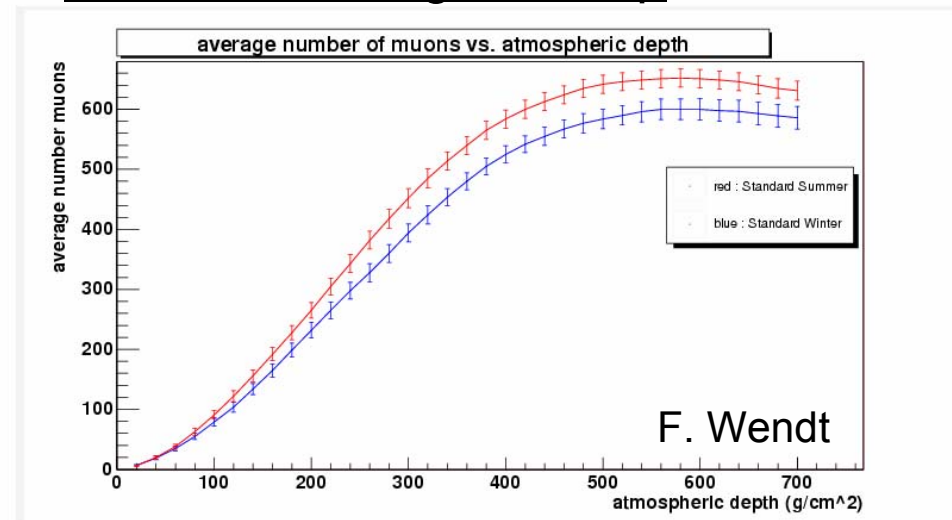
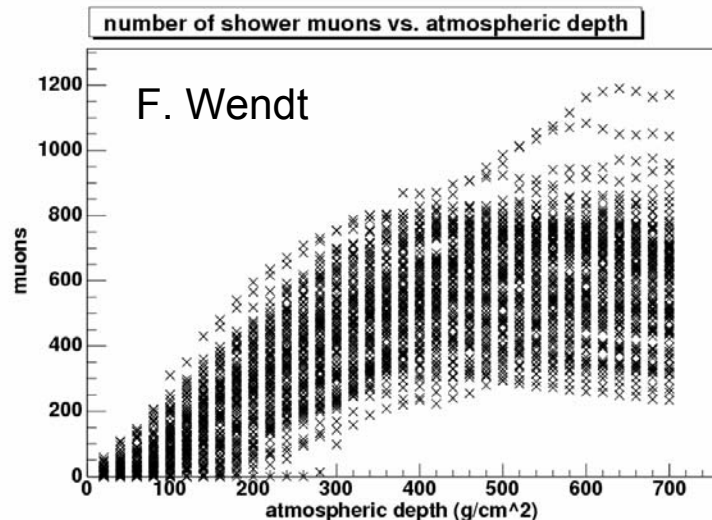
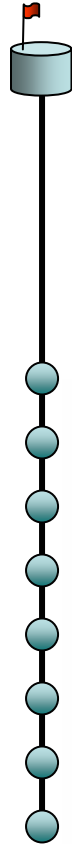
- **Corsika-Runs mit verschiedenen Atmosphären**

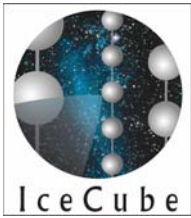
- **Was kann erwartet werden?**

wärmer → höhere Atmosphäre → geringere Dichte → ...

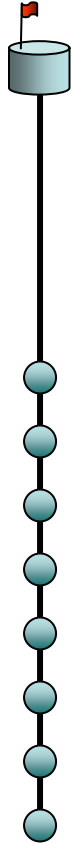
a) ... → längere Wege für μ → mehr $\mu < 3$ GeV zerfallen → weniger niederenergetische μ am Boden

b) ... → längere freie Weglängen → weniger Kollisionen, mehr Zerfälle für $\pi > 100$ GeV → mehr hochenergetische μ am Boden

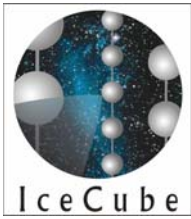




Ausblick



- **Nächste Saison: 12 weitere Stationen**
- **Dann: Rekonstruktion des Schauerzentrums**
- **Untersuchung/Verwendung der Pulsformen**
- **Simulationen**
- **IceTop/InIce-Koinzidenzen → Kalibration**



Winkelabhängige Energieschwelle

Mit $X_{shower} \approx X_{ref} \ln \frac{E_0}{E_{ref}}$ und $X_{shower} \geq \frac{X_{atmosphere}}{\cos \theta}$ bekommt man

$$E_{thr}(\theta) \approx E_{thr}(0) \cdot \exp\left(2.5\left(\frac{1}{\cos \theta} - 1\right)\right)$$

