

## Entfernungsaufgelöste Messung der atmosphärischen Transmission für die Verwendung in der Luftschauer Tscherenkov Astronomie mit LIDAR

Christian Fruck, Jürgen Hose, Razmik Mirzoyan, Masahiro Teshima  
cfruck@ph.tum.de



Max-Planck-Institut für Physik

DPG Tagung - Fachverband Teilchenphysik  
Karlsruhe 28.03.2011

LIDAR zur Messung atmosphärischer Effekte in der Luftschauer  
Tscherenkov Astronomie

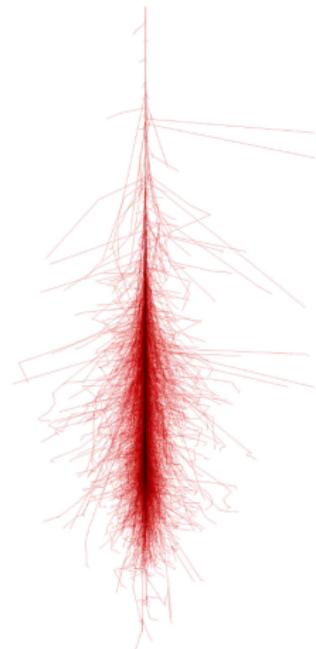
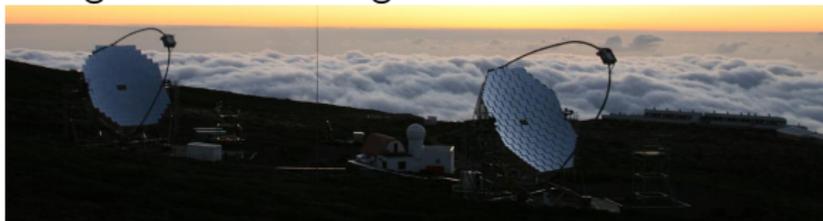
Das Micro-LIDAR System für MAGIC

Erste LIDAR Daten und Analysemethoden

Zusammenfassung

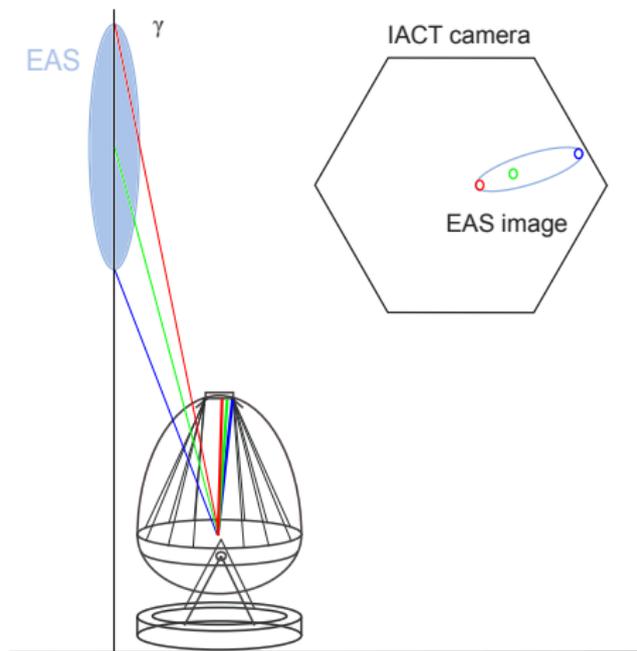
## Abbildende Luftschauer Tscherenkov Teleskope - Die Atmosphäre als Teilchendetektor

- ▶ Indirekte Beobachtungsmethode im Bereich der VHE- $\gamma$  Strahlung
- ▶ Das aufgezeichnete Licht entsteht nicht in der Quelle sondern in der Atmosphäre
- ▶ Genaue Kenntniss der optischen Eigenschaften der Atmosphäre wichtig für Energie- und Richtungsrekonstruktion

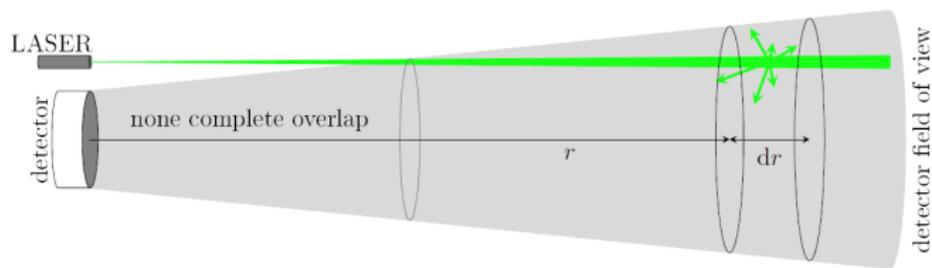


## Die Abbildende Luftschauer Tscherenkov Teleskop (IACT) Technik

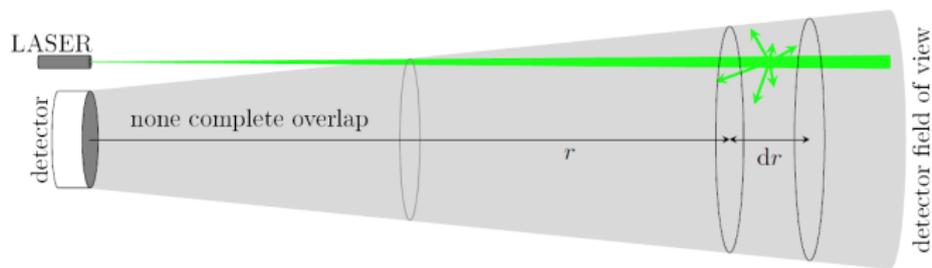
- ▶ Verschiedene Höhen werden in verschiedene Teile der Kamera abgebildet
- ▶ Die Geometrie des Luftschauers kann anhand des Abbilds rekonstruiert werden
- ▶ Höhenaufgelöste Informationen zur atmosphärischen Transmission wären nützlich



⇒ LIDAR: Light Detection And Ranging



## ⇒ LIDAR: Light Detection And Ranging



$$dN(r) = N_0 C G(r) \frac{A}{r^2} \beta(r) dr \exp\left(-2 \int_0^r \sigma(r') dr'\right)$$

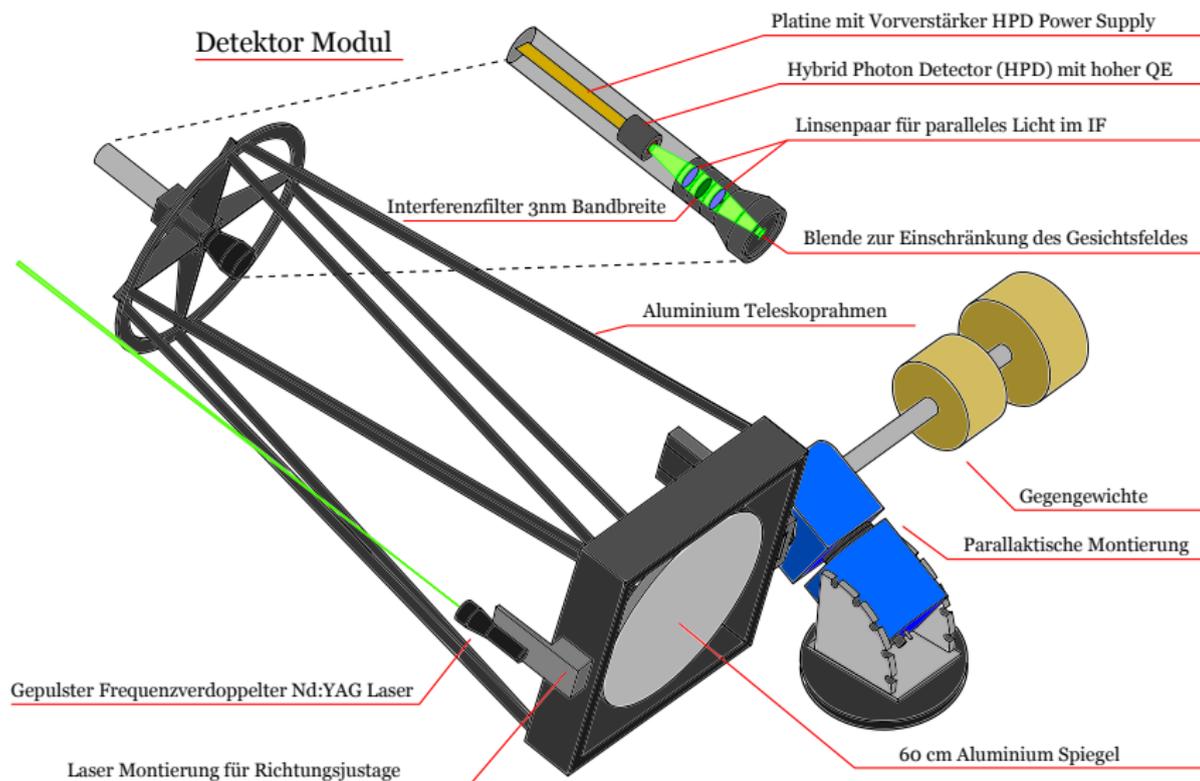
- ▶  $N_0, dN(r)$ : Photonen im Laser-Puls und aus Entfernungselement
- ▶  $C, G(r)$ : Absolute Effizienz, Überlapp (Laser-FOV) und Fokus
- ▶  $\frac{A}{r^2}$ : Raumwinkel (Detektorfläche vom Streuort)
- ▶  $\beta(r)dr$ : Rückstreuoeffizient
- ▶  $\exp\left(-2 \int_0^r \sigma(r') dr'\right)$  Integrale Abschwächung auf dem Weg

- ▶ Installiert unter einer wetterfesten Kuppel auf dem MAGIC-Kontrollhaus
- ▶  $\approx 50$  m von beiden Teleskopen
- ▶ Observatorio Astrofisico del Roque de los Muchachos  
⇒ 'micro' - LIDAR



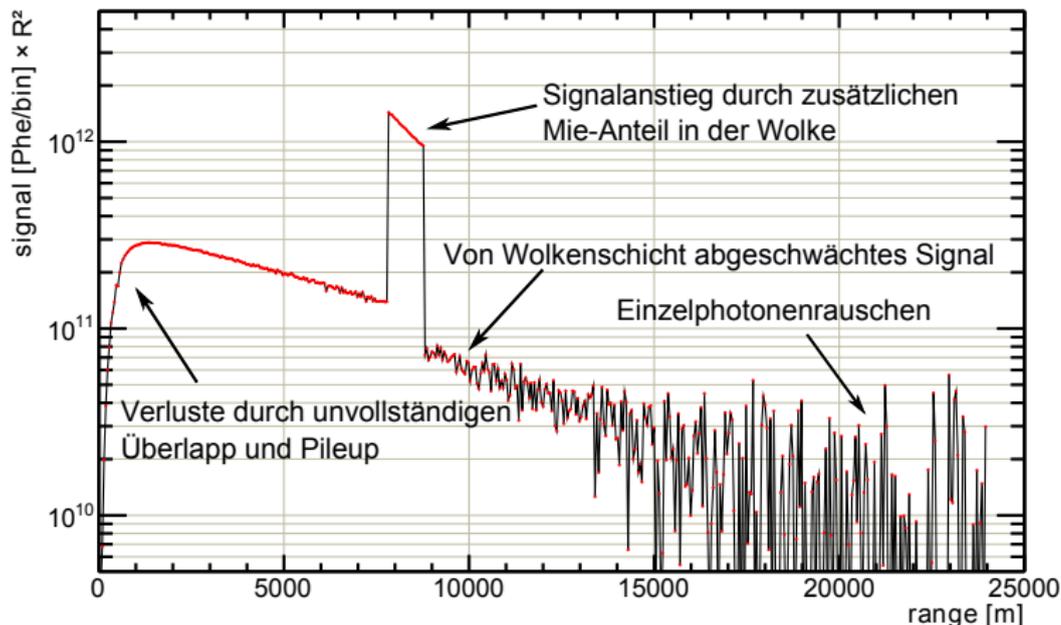
- ▶ Installiert unter einer wetterfesten Kuppel auf dem MAGIC-Kontrollhaus
- ▶  $\approx 50$  m von beiden Teleskopen
- ▶ Observatorio Astrofisico del Roque de los Muchachos  
⇒ 'micro' - LIDAR



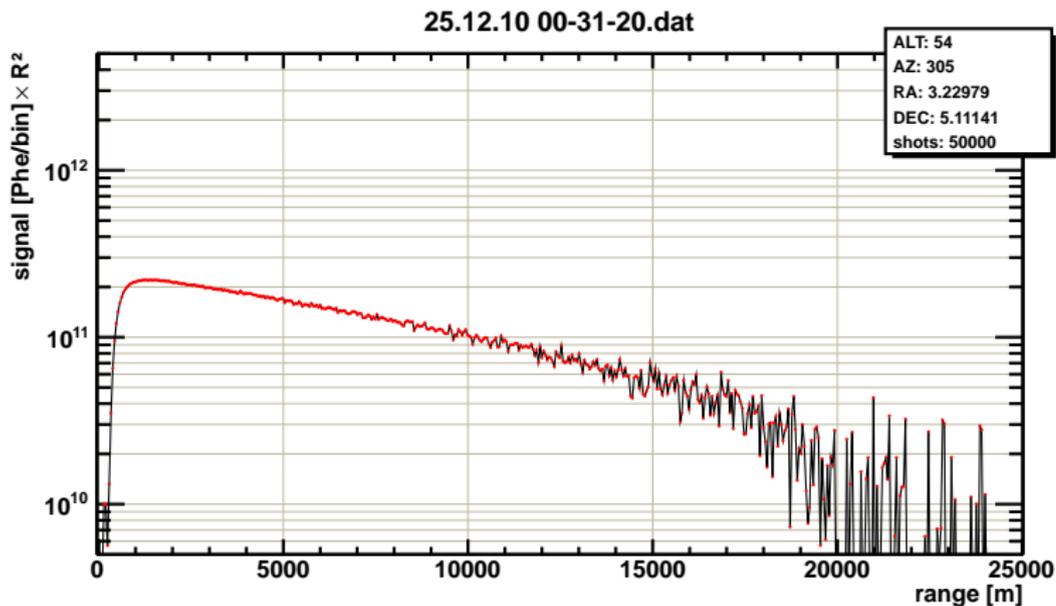


## Typisches LIDAR Atmosphärenprofil mit Wolkenschicht

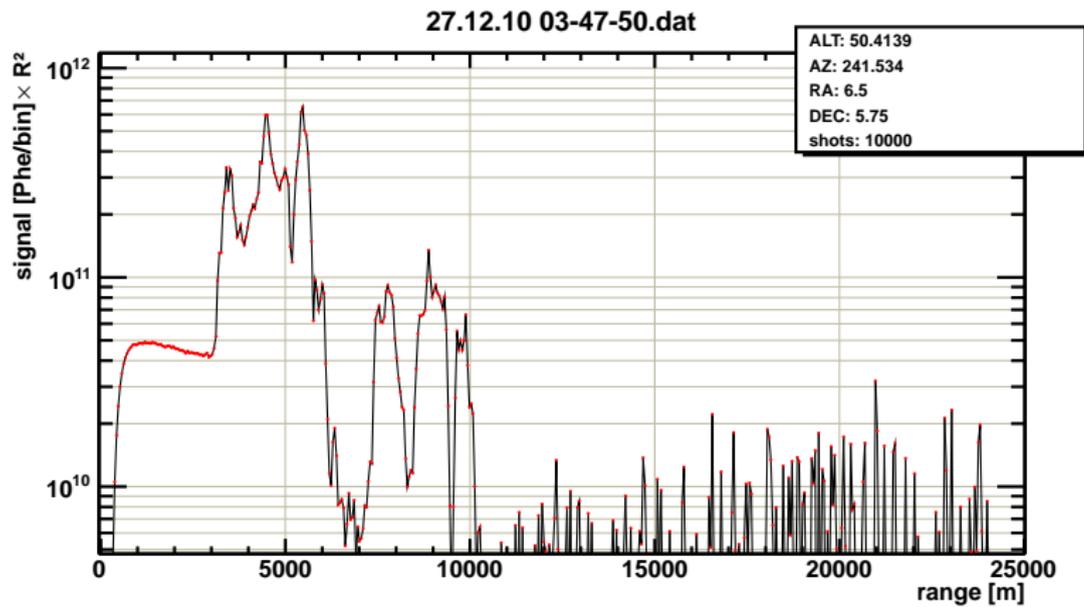
LIDAR SIM



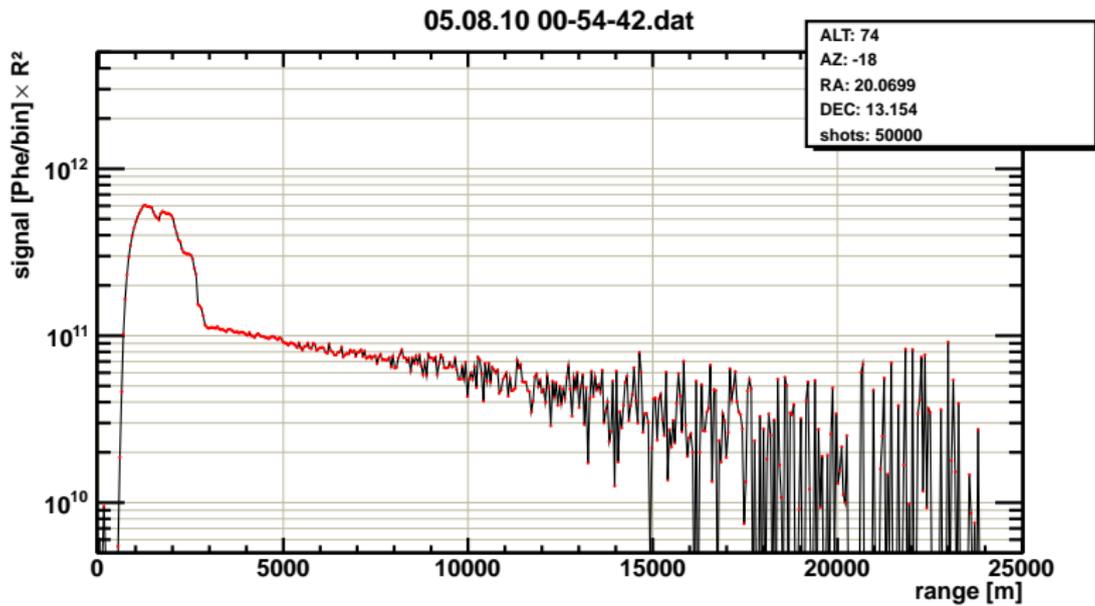
## Einige Beispielprofile



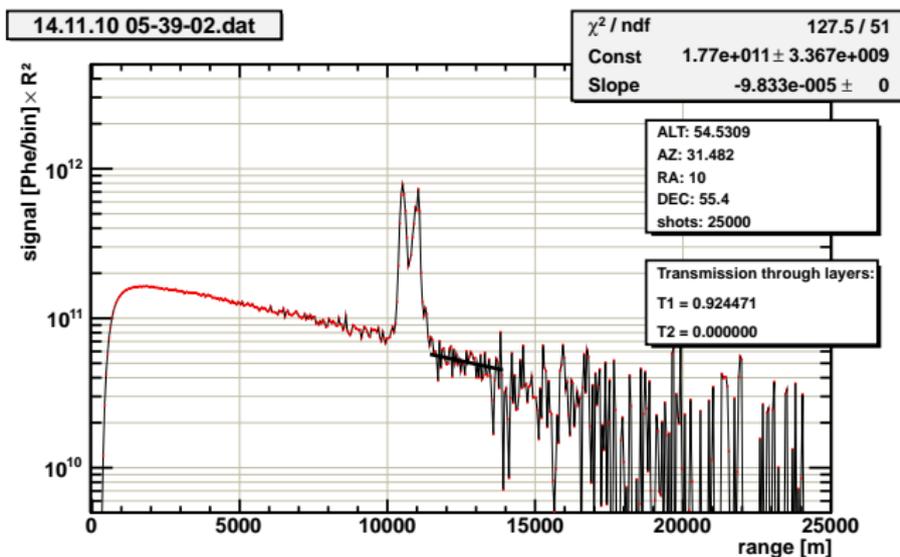
## Einige Beispielprofile



## Einige Beispielprofile



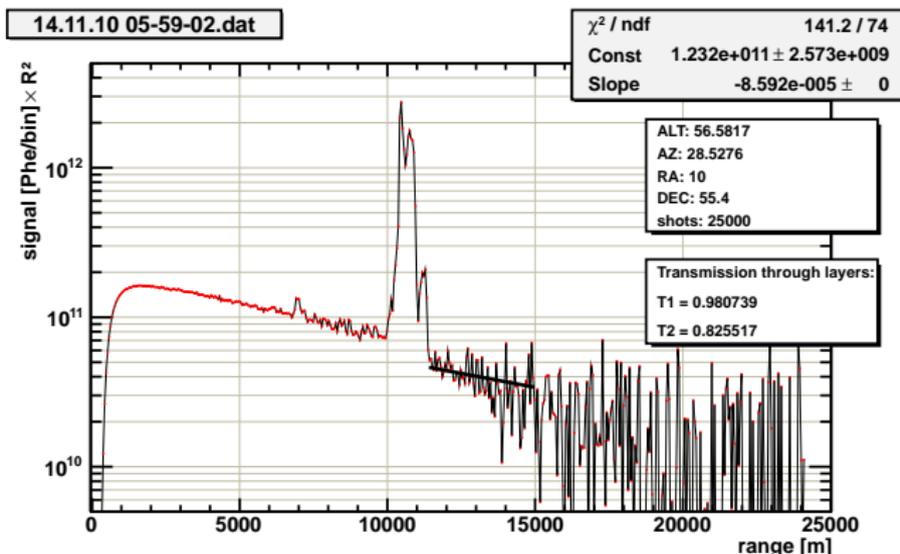
## Bestimmung des Transmissionskoeffizienten einer Wolkenschicht



- Rayleigh Atmosphäre ist lokal exponentiell:

$$N(r) \cdot r^2 = C \cdot \exp s \cdot r; \quad T = \sqrt{C_2/C_1}$$

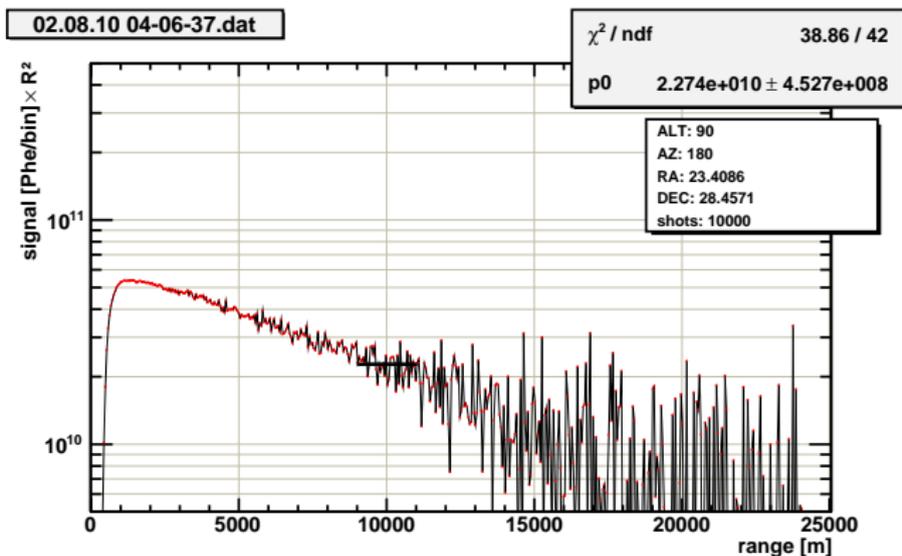
## Bestimmung des Transmissionskoeffizienten einer Wolkenschicht



- Rayleigh Atmosphäre ist lokal exponentiell:

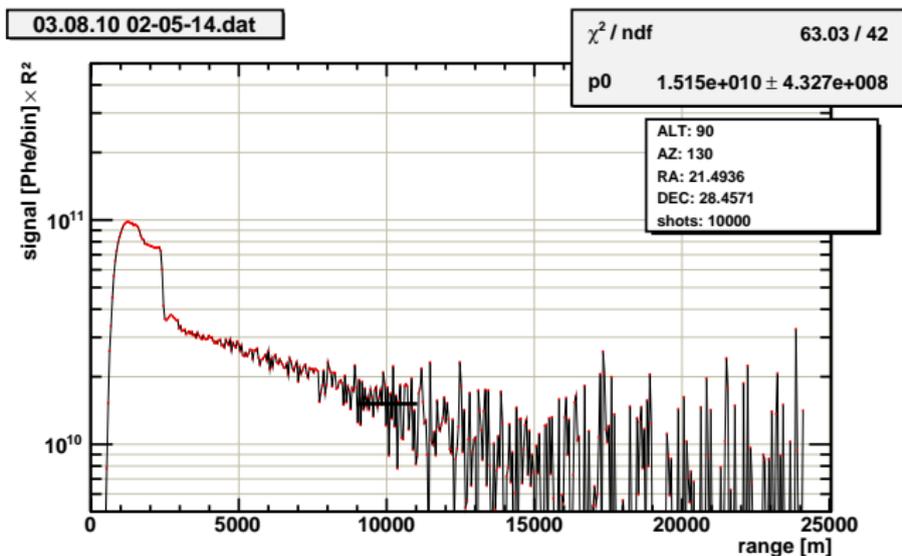
$$N(r) \cdot r^2 = C \cdot \exp s \cdot r; \quad T = \sqrt{C_2/C_1}$$

## Bestimmung des Transmissionskoeffizienten bei Calima

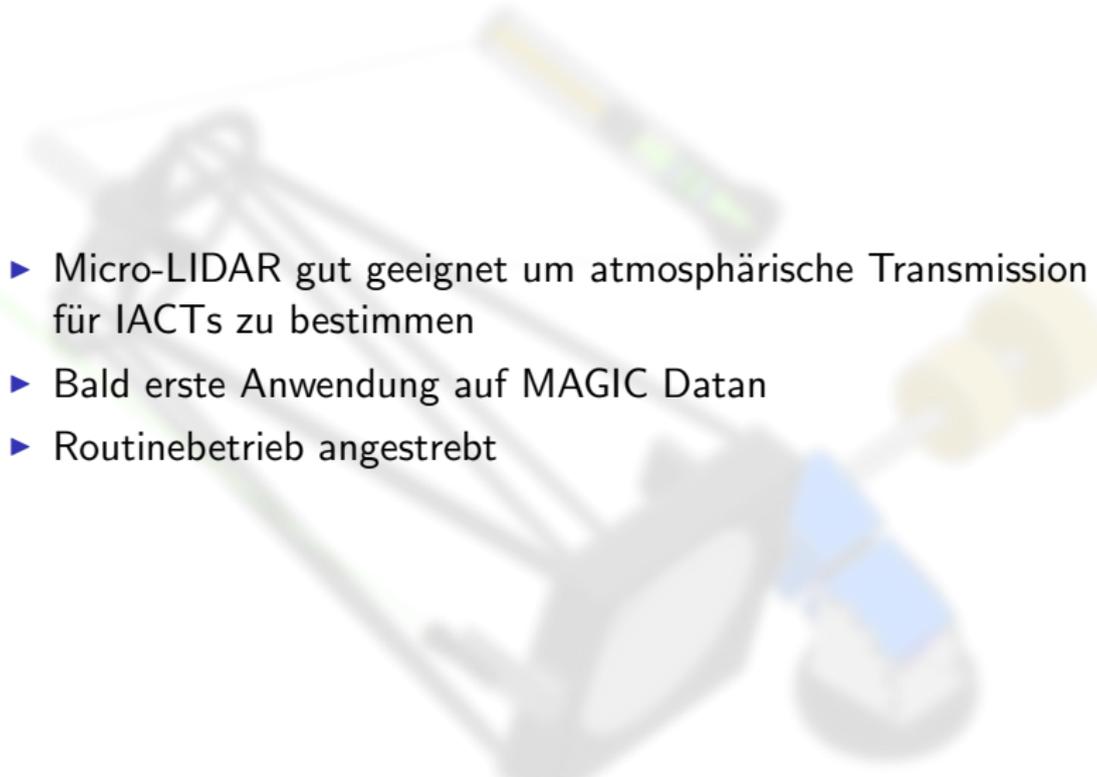


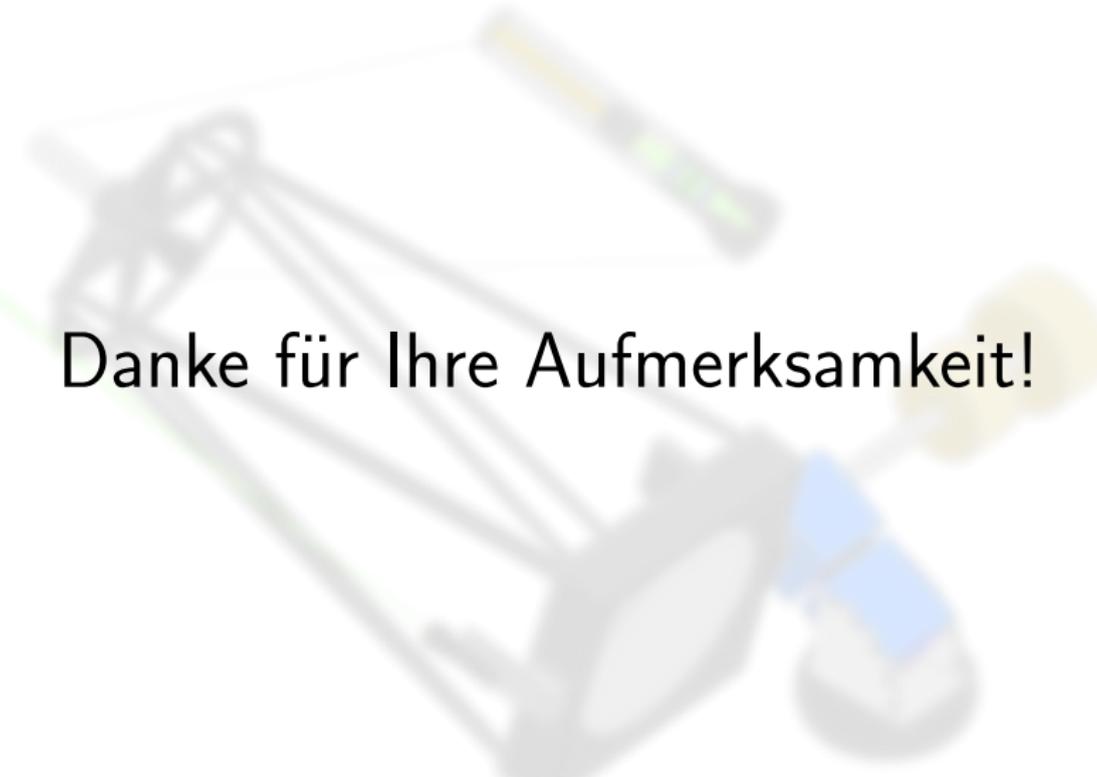
- ▶ Laser Licht passiert Luftschichten  $2 \times$
- ▶ Transmissionskoeffizient  $T = \sqrt{\frac{p_{02}}{p_{01}}} = 80\%$  here
- ▶  $\Rightarrow$  Räumliche Ausdehnung und Transmission

## Bestimmung des Transmissionskoeffizienten bei Calima



- ▶ Laser Licht passiert Luftschichten  $2 \times$
- ▶ Transmissionskoeffizient  $T = \sqrt{\frac{p_0}{p_1}} = 80\%$  here
- ▶  $\Rightarrow$  Räumliche Ausdehnung und Transmission

- 
- ▶ Micro-LIDAR gut geeignet um atmosphärische Transmission für IACTs zu bestimmen
  - ▶ Bald erste Anwendung auf MAGIC Daten
  - ▶ Routinebetrieb angestrebt



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!