

MAGIC I

Von der Quelle zum Bild

2. Astroteilchenschule

Obertrubach-Bärnfels

7. Oktober 2005

Manuel Poller

Lehrstuhl für Astronomie

Universität Würzburg

Diplomand

Gliederung

- Kosmische Strahlung – Cosmic Radiation CR
 - Bestandteile
 - Quellen
 - Entstehung von Gammastrahlung
- Luftschauder - Extended Air Shower EAS
 - Entstehung
 - Entwicklung
 - Luft-Cherenkov-Effekt
- Detektion mit dem MAGIC-Teleskop
Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov

Bestandteile kosmischer Strahlung

- geladene Teilchen
 - 98% Atomkerne
 - 87% Wasserstoff (Protonen)
 - 12% Heliumkerne
 - 1% schwere Kerne
 - 2% freie Elektronen und Positronen
- neutrale Teilchen
 - Neutrinos
 - Neutronen
 - Photonen ! für MAGIC interessant !

Quellen kosmischer Strahlung

- galaktische Quellen
 - Supernova SN
 - Supernovaüberreste SNR's
 - Pulsare, Doppelpulsar- und Neutronensternsysteme (punktförmig)
 - Pulsarwindnebel PWN (ausgedehnt)
 - Sonne (flares)
 - Molekülwolken

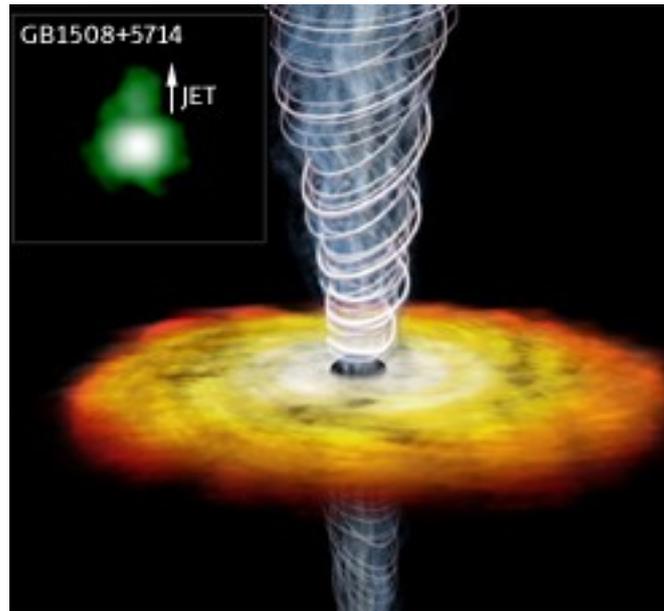
Quellen kosmischer Strahlung

- extragalaktische Quellen
 - Aktive Galaxienkerne AGN's (punktförmig)
 - Quasare (quasistellare Objekte)
 - Blazare (BL Lacertae Objekte)
 - Annihilation Dunkler Materie
- Gamma Ray Bursts GRB's
sehr kurze Gamma-Ausbrüche; heller als Galaxis

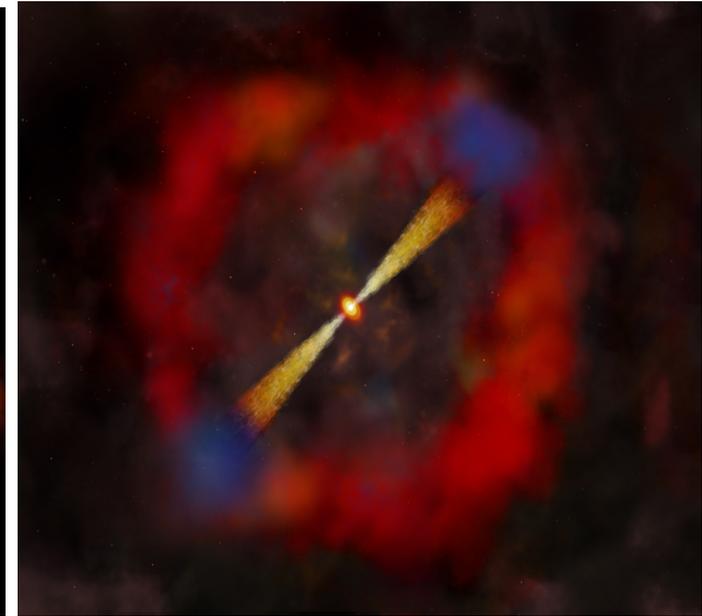
SNR



AGN



GRB



SNR: Krabbennebel optisch Supernovaeüberrest (1054)

AGN: GB 1508+5714 Quasar

GRB: 031203 Gammaray Burst (unlabeled)

Alle Bilder von: <http://chandra.harvard.edu/photo>

Entstehung von Gamma-Strahlung

- inverser Compton-Effekt IC
- Synchrotron-Selbst-Compton-Streuung SSC
- Bremsstrahlung - Synchrotronstrahlung
- Paarvernichtung
- hadroninduzierte Gamma-Strahlung
- Kernreaktionen

Direkte Detektion von kosmischer Strahlung

Detektor wird zur kosmischen Strahlung gebracht

- Ballonexperimente
 - 1912 Victor Franz Hess
- Satellitengestützte Experimente

=> Begrenzte Detektorfläche (ca. 1m^2)

Luftschauer EAS

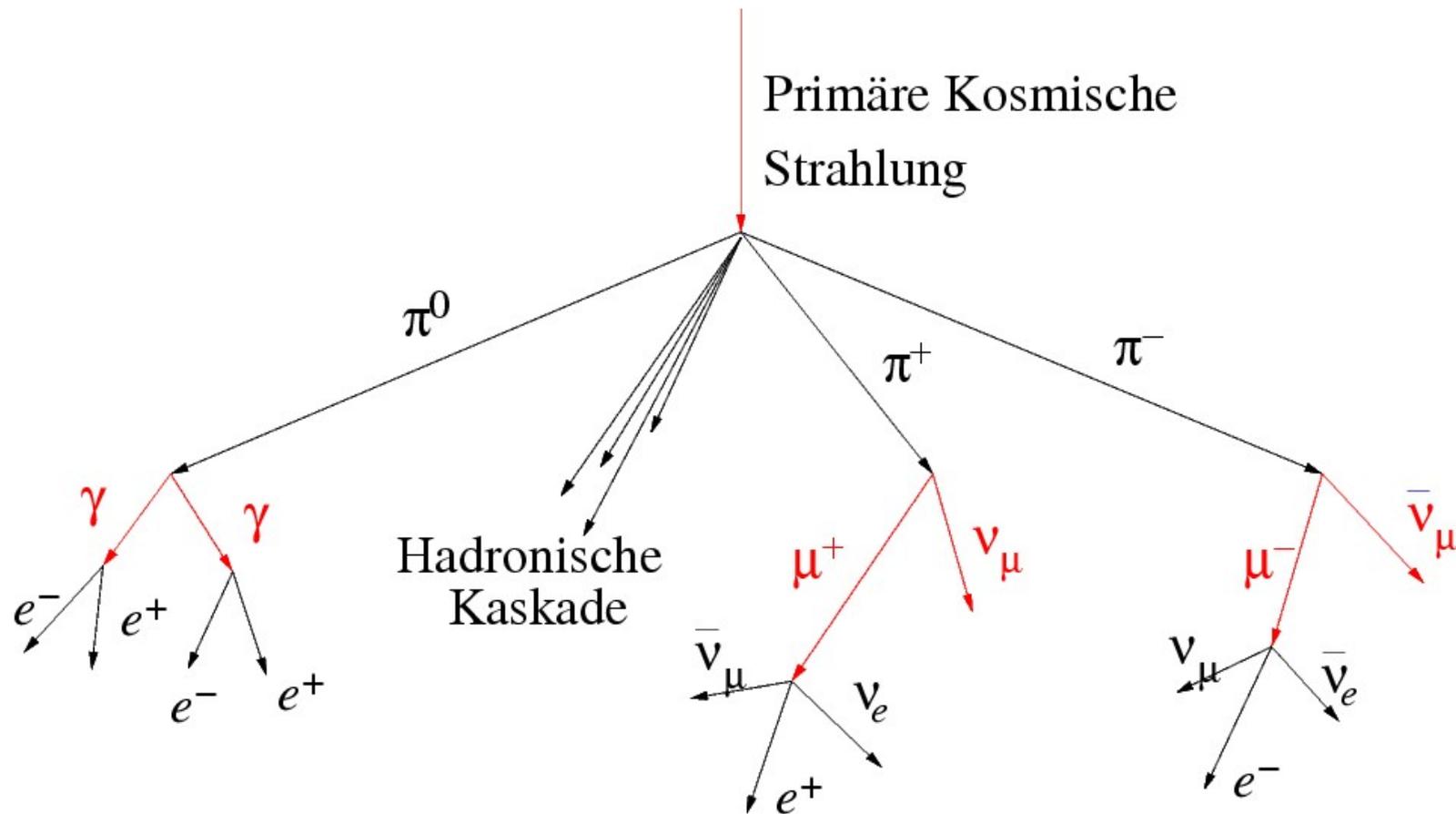
Extended Air Shower

- Entstehen bei Kollision von kosmischer Strahlung mit Atomkernen der Atmosphäre
- einzelner/s Kern/Photon löst Luftschauer aus
- Komponenten eines EAS
 - Hadronen
 - Myonen
 - Photonen
 - Elektronen/Positronen

Schematische Darstellung eines EAS

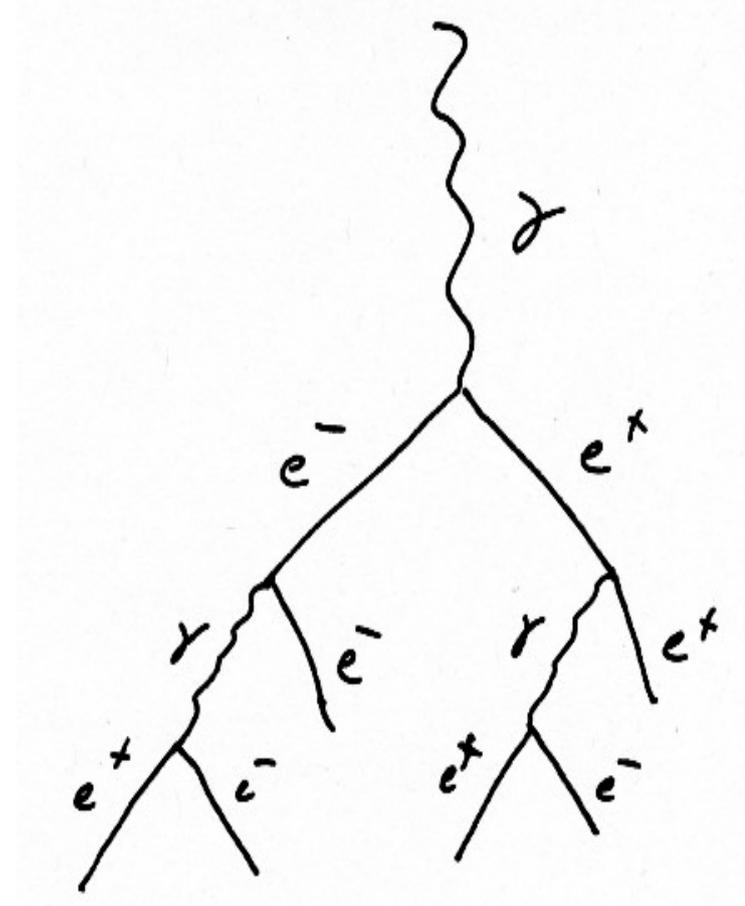
hadroninduzierter Luftschauer

Darstellung von M. Meyer

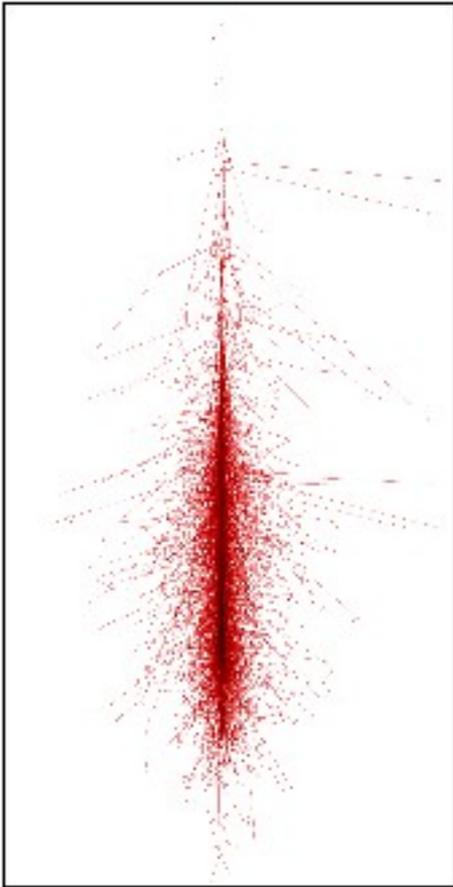


Gammainduzierter Luftschauer

- Paarerzeugung
 - Photon streut am Kern
 - aus Gamma wird Elektron-Positron-Paar
- Bremsstrahlung
 - Elektron/Positron streut am Kern
 - Energieabgabe als Gamma
- Photoproduktion



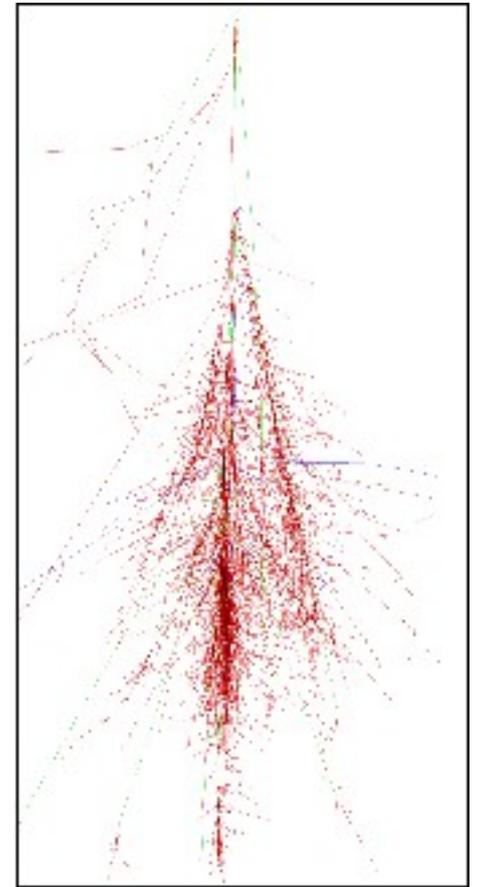
CORSIKA-Simulation eines EAS



links: gamma-induzierter
Schauer (100 GeV
Primärenergie)

rechts: hadron-induzierter
Schauer (100 GeV
Primärenergie)

F. Schmidt: CORSIKA Shower
Images
<http://www.ast.leeds.ac.uk/~fs/showerimages.html>



Detektion von Luftschauern

indirekte Detektion durch bodengestützte Experimente

- Cherenkov-Teleskope (IACT's)
- PROBLEM: Atmosphäre undurchlässig für hochenergetische Strahlung
- LÖSUNG: Luft-Cherenkov-Effekt
 - geladenes Teilchen mit $v > c/n$ führt zu Cherenkov-Effekt

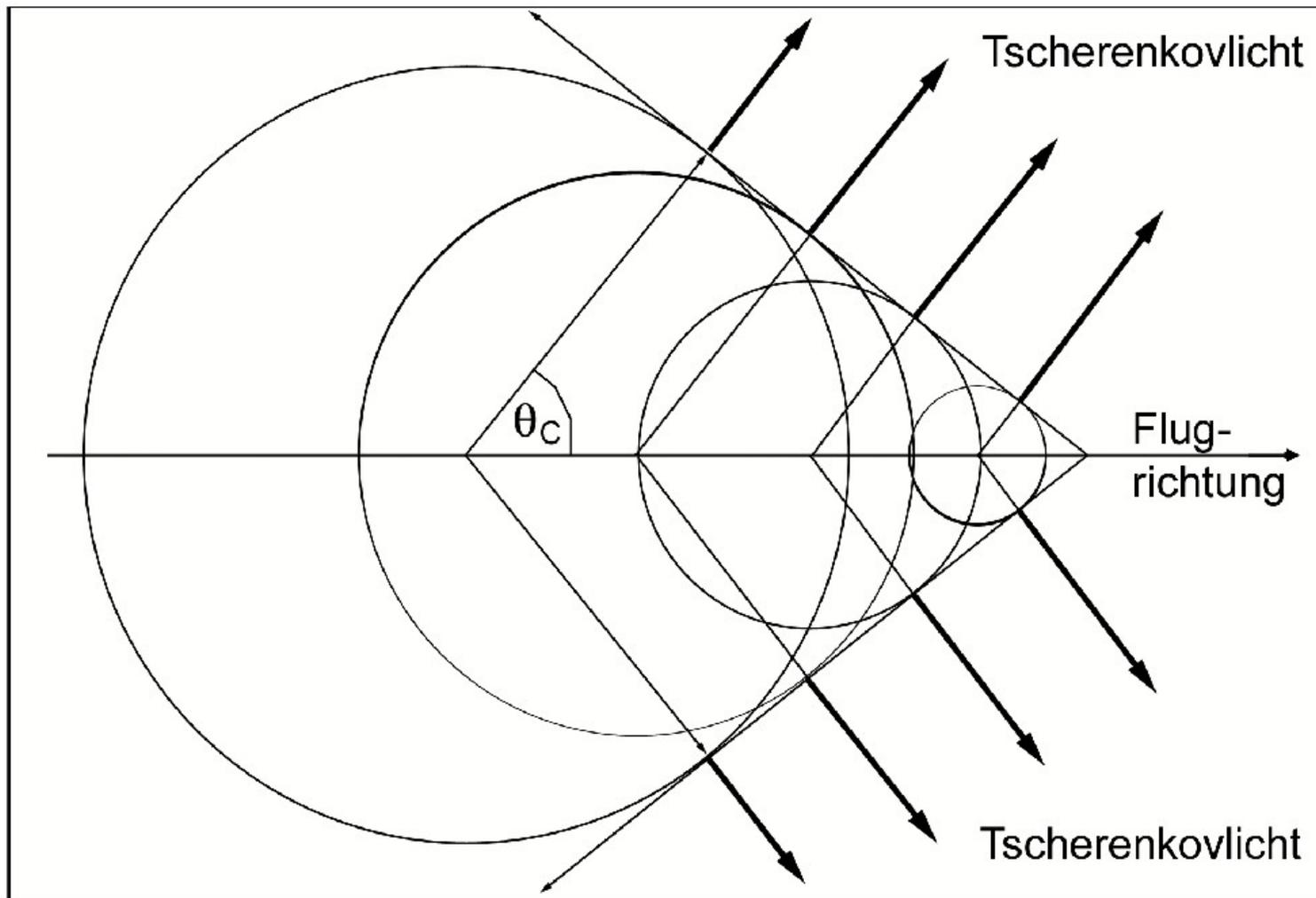
=> sehr große effektive Detektorfläche

(ca. 10^5 m^2)

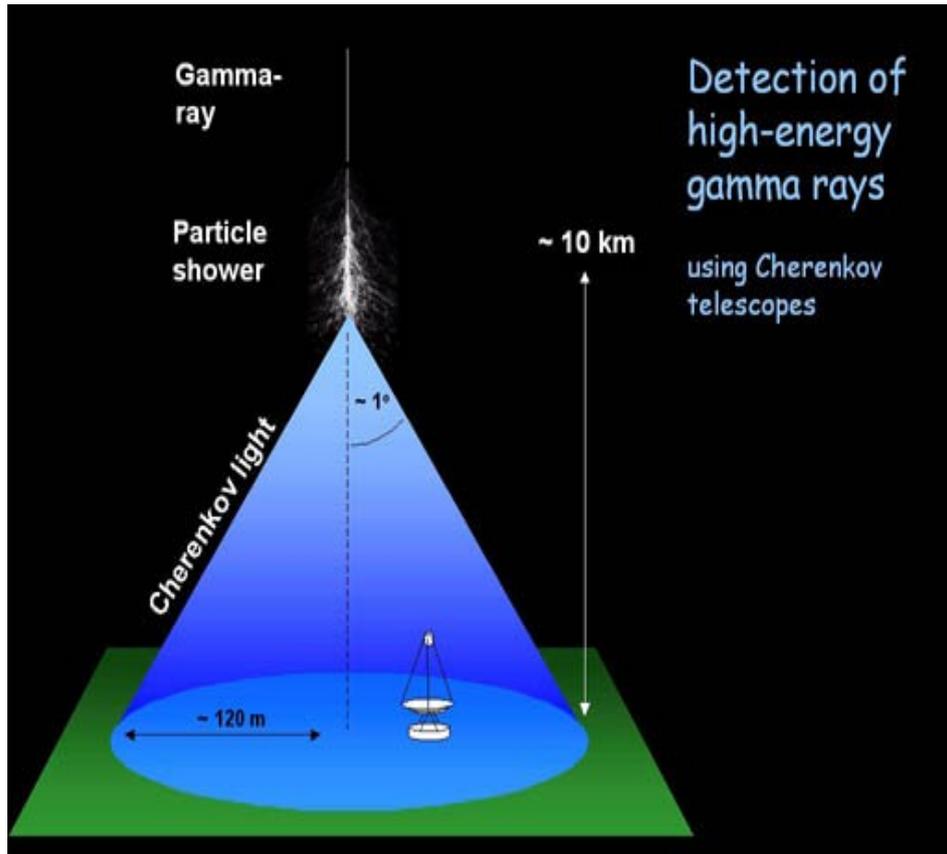
Luft-Cherenkov-Effekt

Schematische Darstellung des Cherenkov-Efekts mittels des Huygen'schen Prinzips

Darstellung von B. Riegel

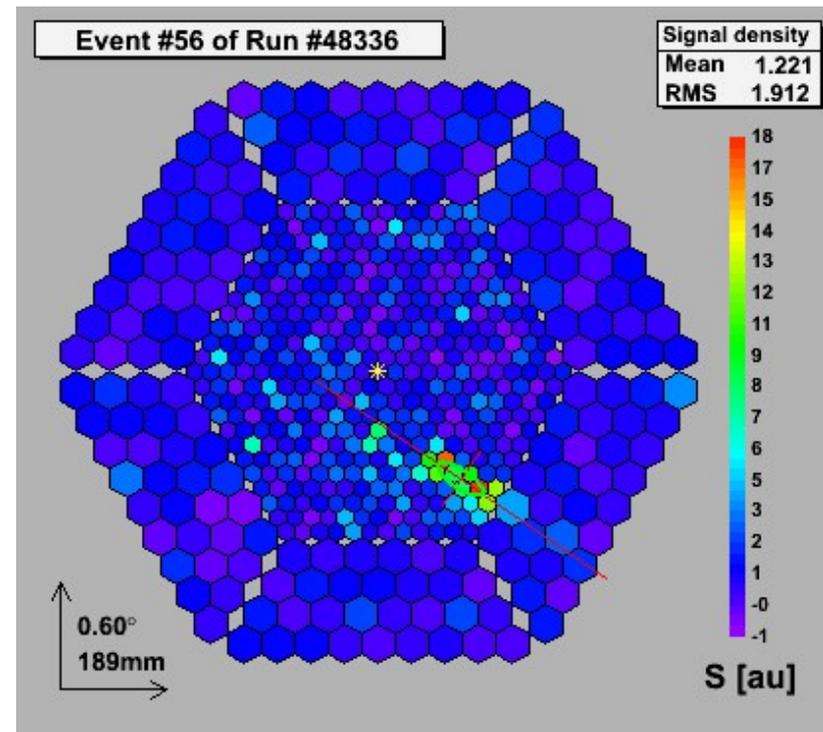


Abbildende Cherenkov-Technik



links: Teleskop im Lichtkegel

unten: Bild eines Schauers im MAGIC-Teleskop



Zusammenfassung

- Kosmische Strahlung
 - Bestandteile
 - geladene & ungeladene Teilchen
 - hochenergetische Photonen – Gamma's
 - Quellen
 - SNR, AGN, GRB,
 - löst in der Atmosphäre Luftschauer aus
- Luftschauer
 - Teilchenlawine
 - Detektion mittels Luft-Cherenkov-Effekt

Mehr über MAGIC von Stefan und Ruben
Vorträge: MAGIC II und MAGIC III

Vielen Dank!