

Das hochenergetische Universum

von Johannes Iloff

Das hochenergetische Universum

Höhenstrahlung (cosmic rays):

- Hochenergetische Strahlung
- Besteht primär aus geladenen Teilchen
- Extraterrestrischer Ursprung

Das hochenergetische Universum

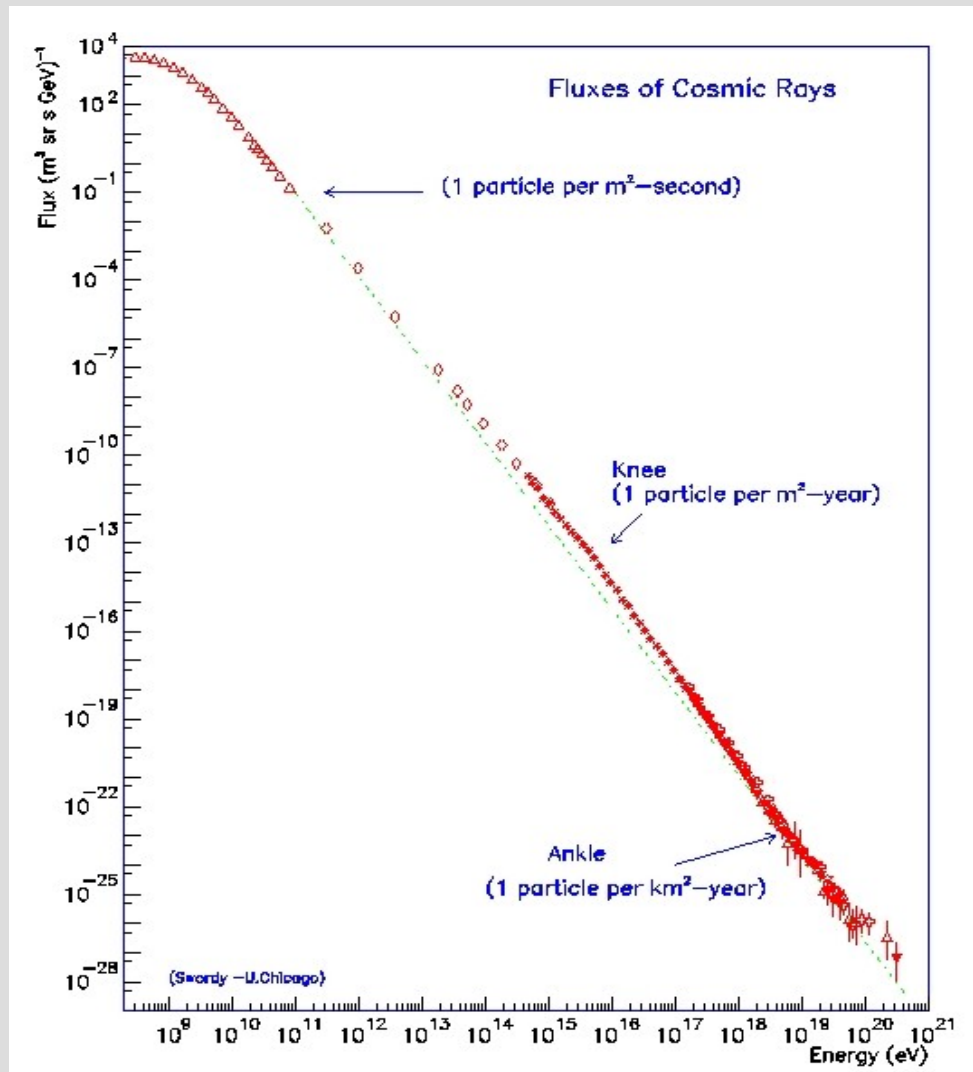
Höhenstrahlung

- was wir wissen
- warum wir nicht mehr wissen
- was wir vermuten
- wie wir neues lernen

Das hochenergetische Universum

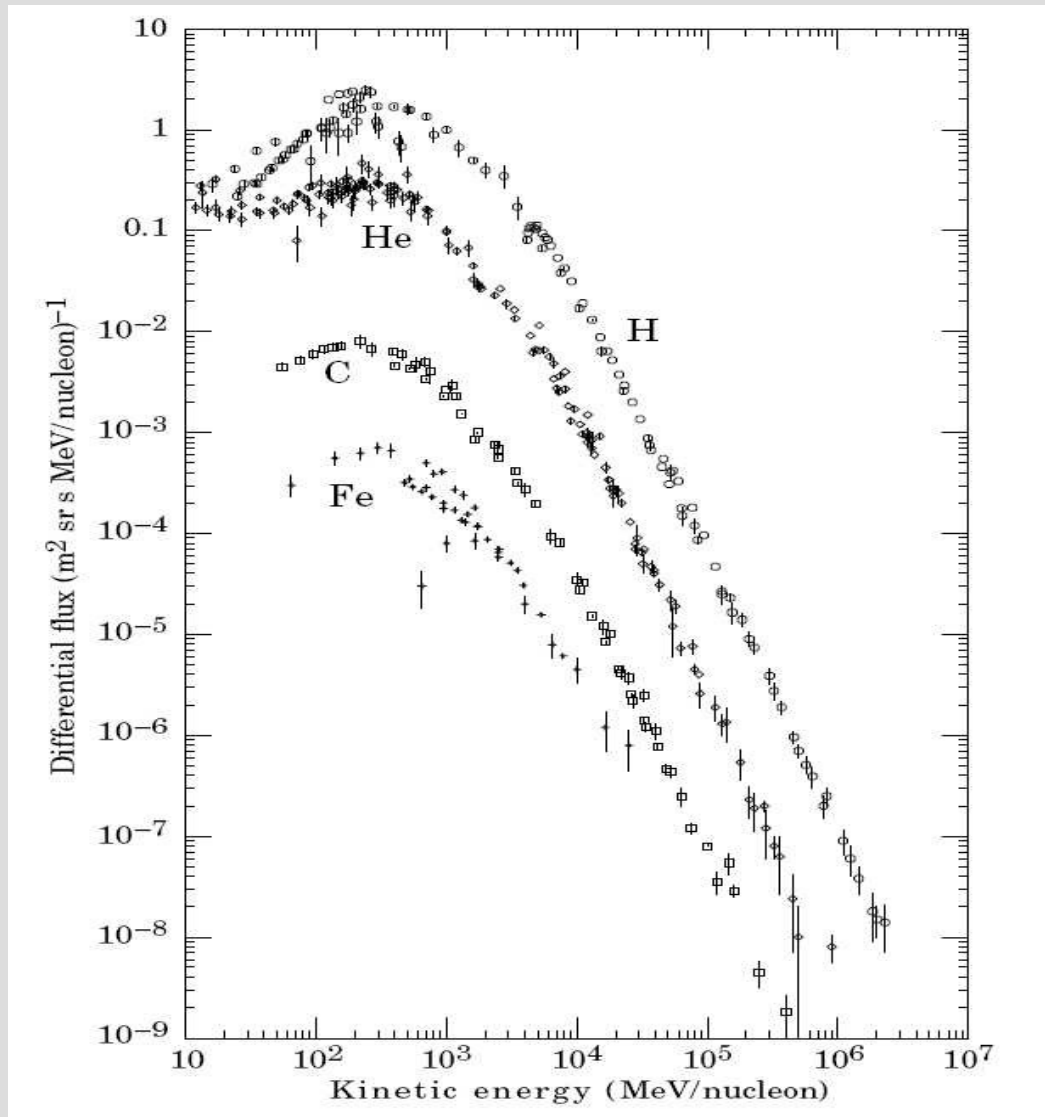
I. was wir wissen

Das Hochenergetische Universum: was wir wissen



Spektrum der Höhenstrahlung

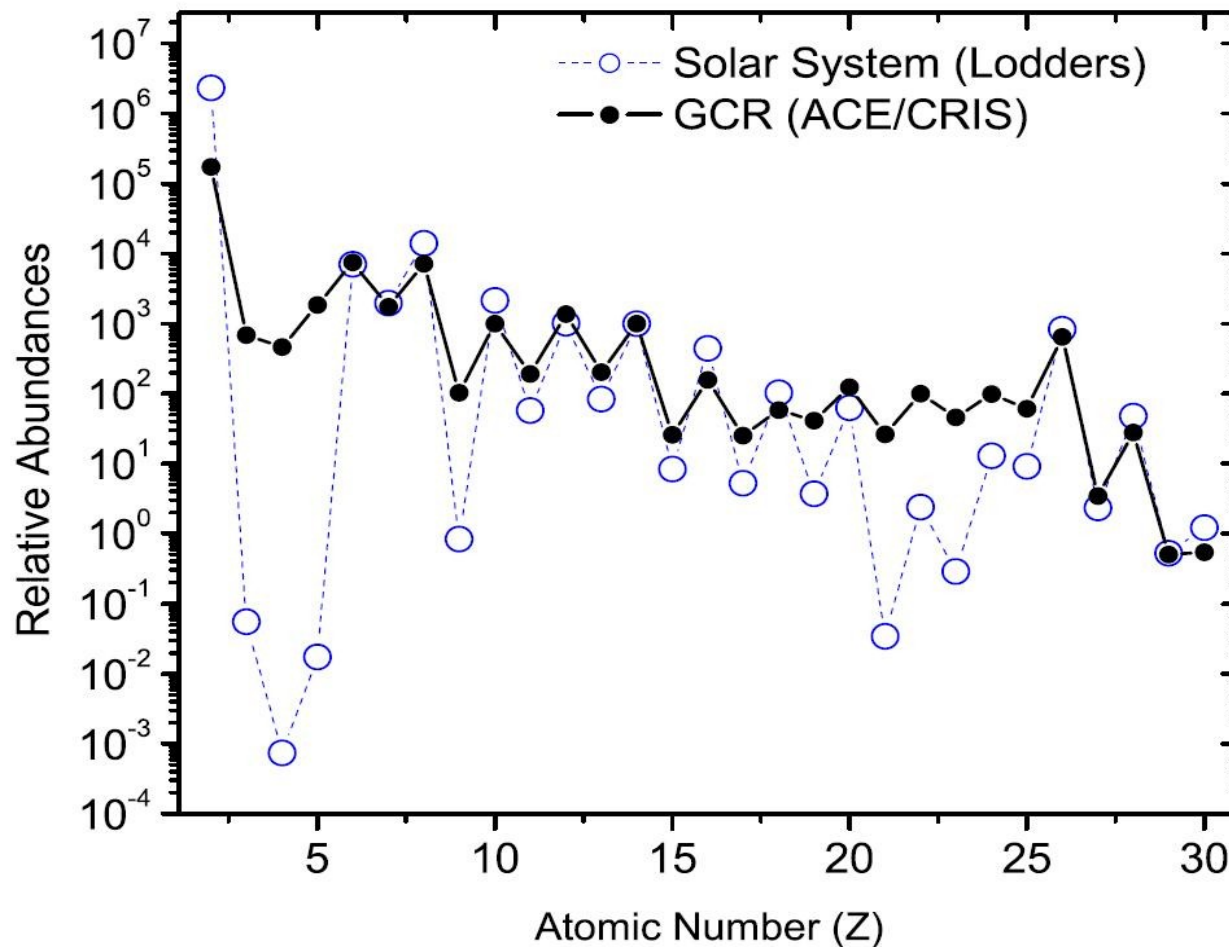
Das hochenergetische Universum: was wir wissen



Fluss nach
Elementverteilung der
Primär Strahlung

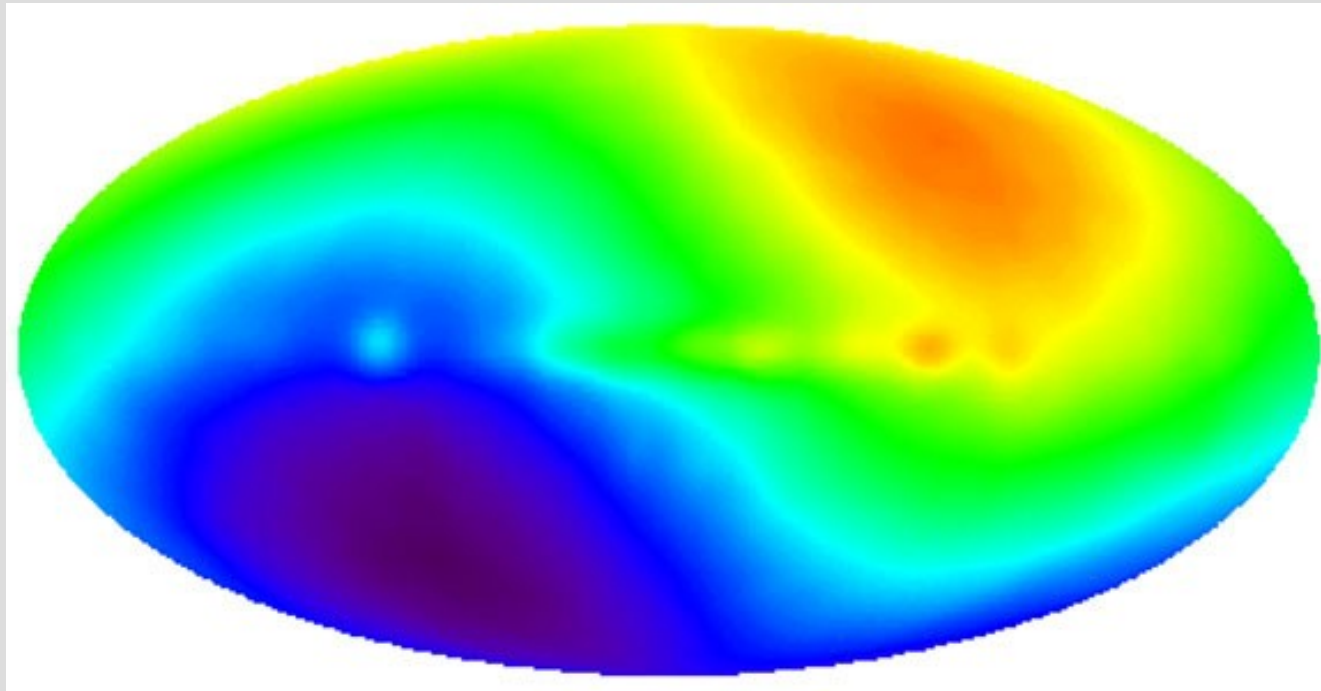
- H 87%
- He 12%
- Elektronen 2%
- Rest : schwerere Kerne

Das hochenergetische Universum: was wir wissen



Elementhäufigkeiten
im Sonnensystem
(leer) und im
Primärspektrum der
Höhenstrahlung
(volle Kreise)

Das hochenergetische Universum: was wir wissen



CMB-Dipol

Anisotropien:

- Klein 0,001-0,1%
- Ost-West-Anisotropie (Erdmagnetfeld)
- Compton-Getting (rest frame)

Das hochenergetische Universum : was wir wissen

- Spektrum
- Z-Häufigkeiten
- Annähernd Isotrope Verteilung
- konstant auf großen räumlichen und zeitlichen Skalen

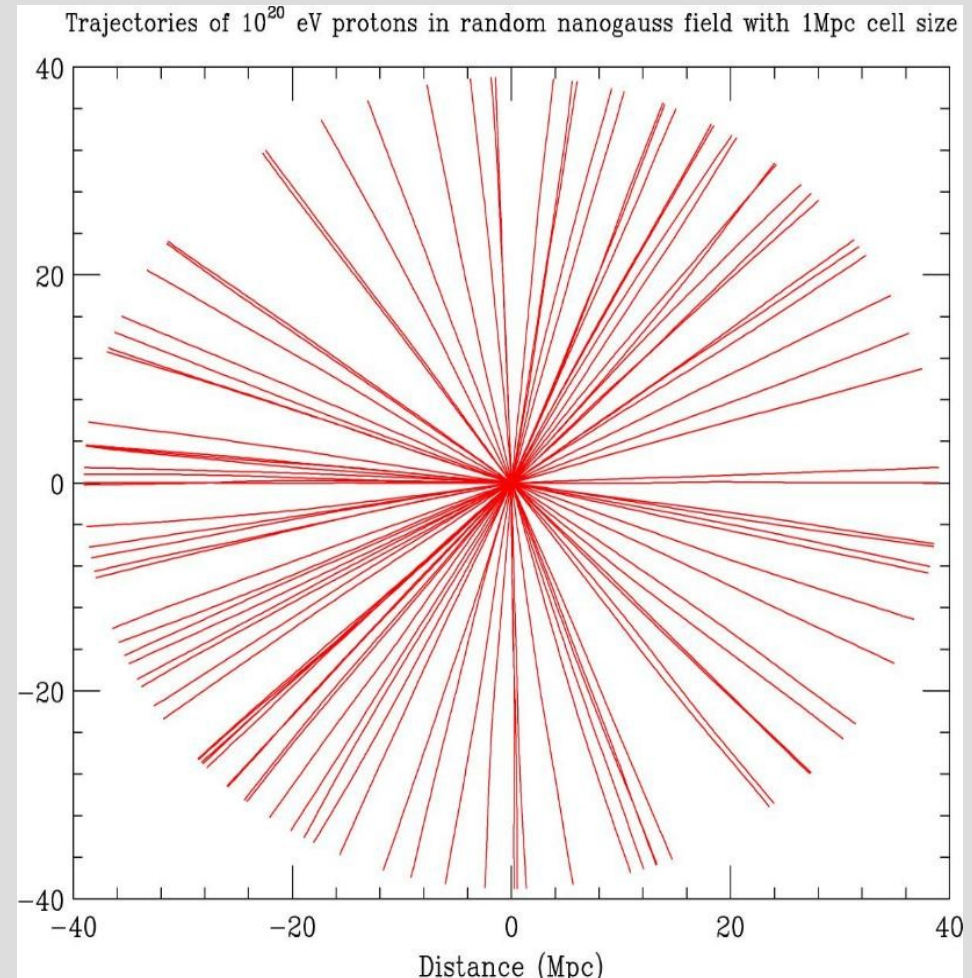
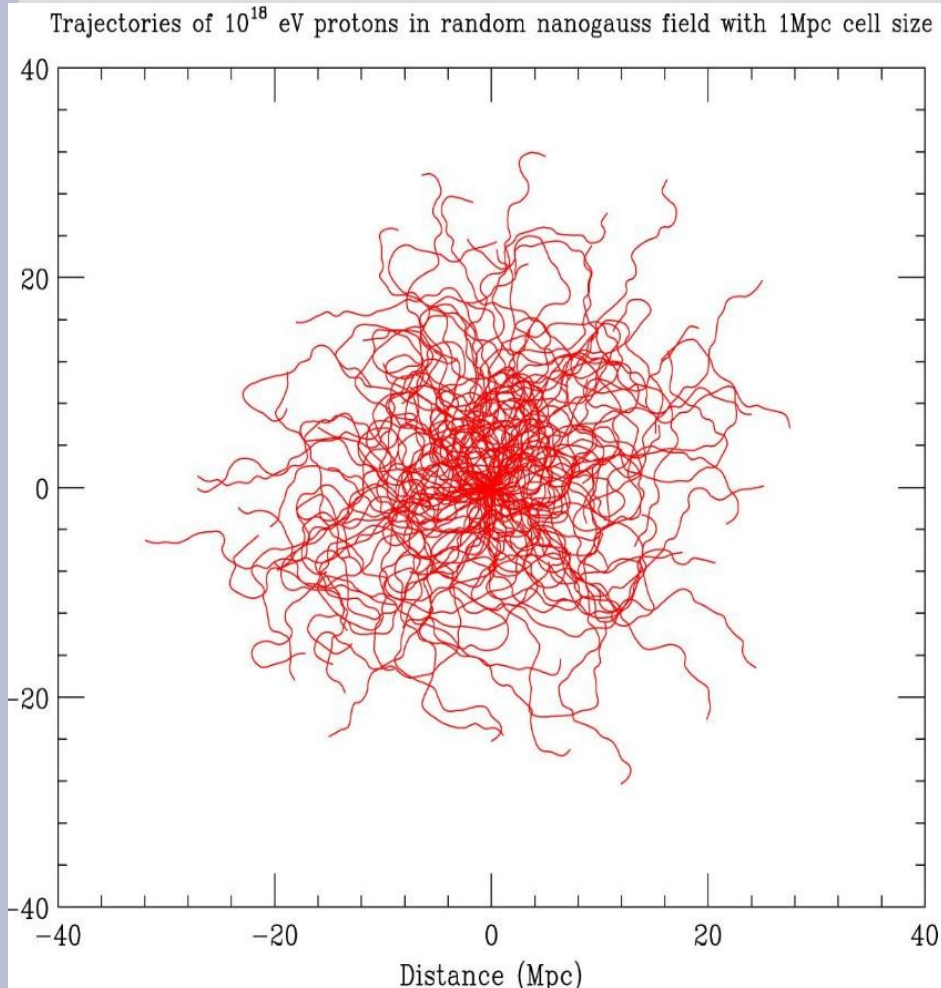
Das hochenergetische Universum

II. warum wir nicht mehr wissen

Das hochenergetische Universum: warum wir nicht mehr wissen

- Niedrige Statistik für hohe Energien
- Mäßige Winkelauflösung der Detektoren
- Unsichtbare Quellen

Das hochenergetische Universum: warum wir nicht mehr wissen

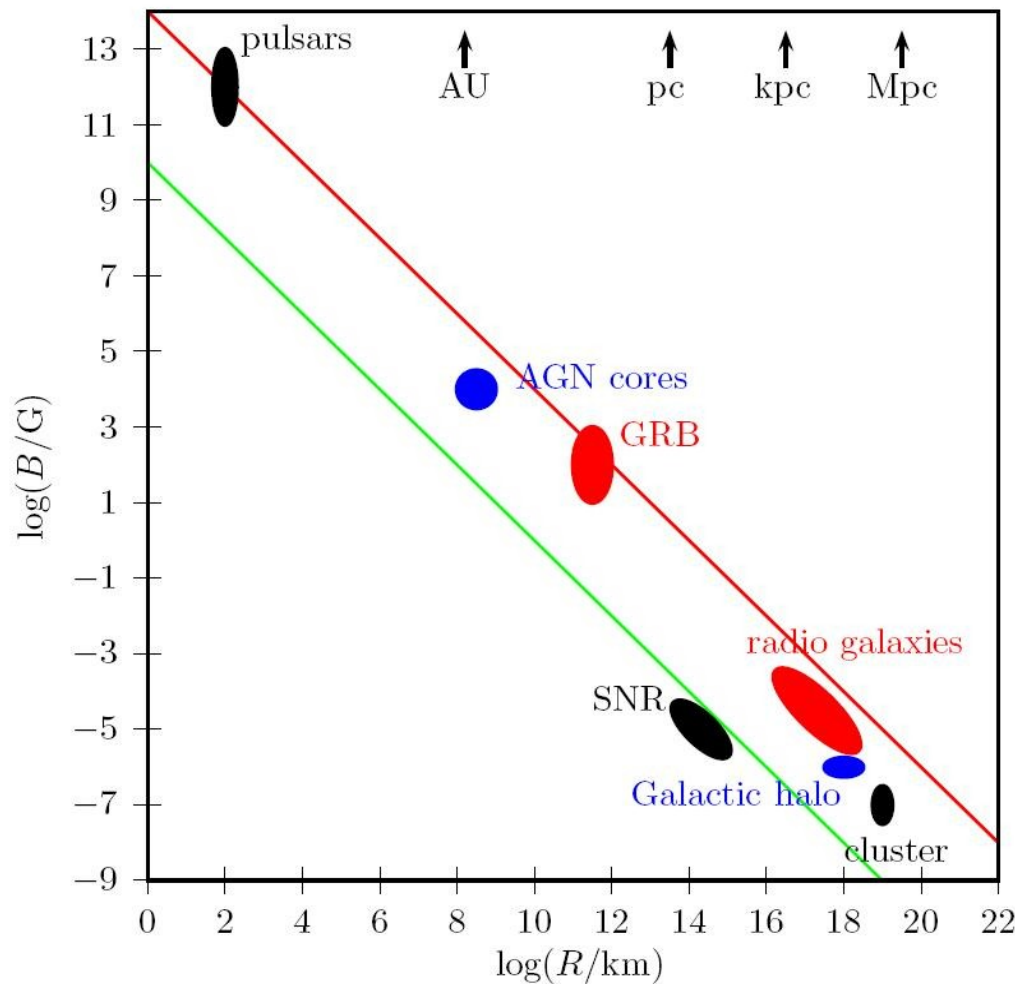


Intergalaktischer Transport: Diffusion \leftrightarrow Grade Trajektorien

Das hochenergetische Universum

III. Was wir vermuten

Das hochenergetische Universum: was wir vermuten

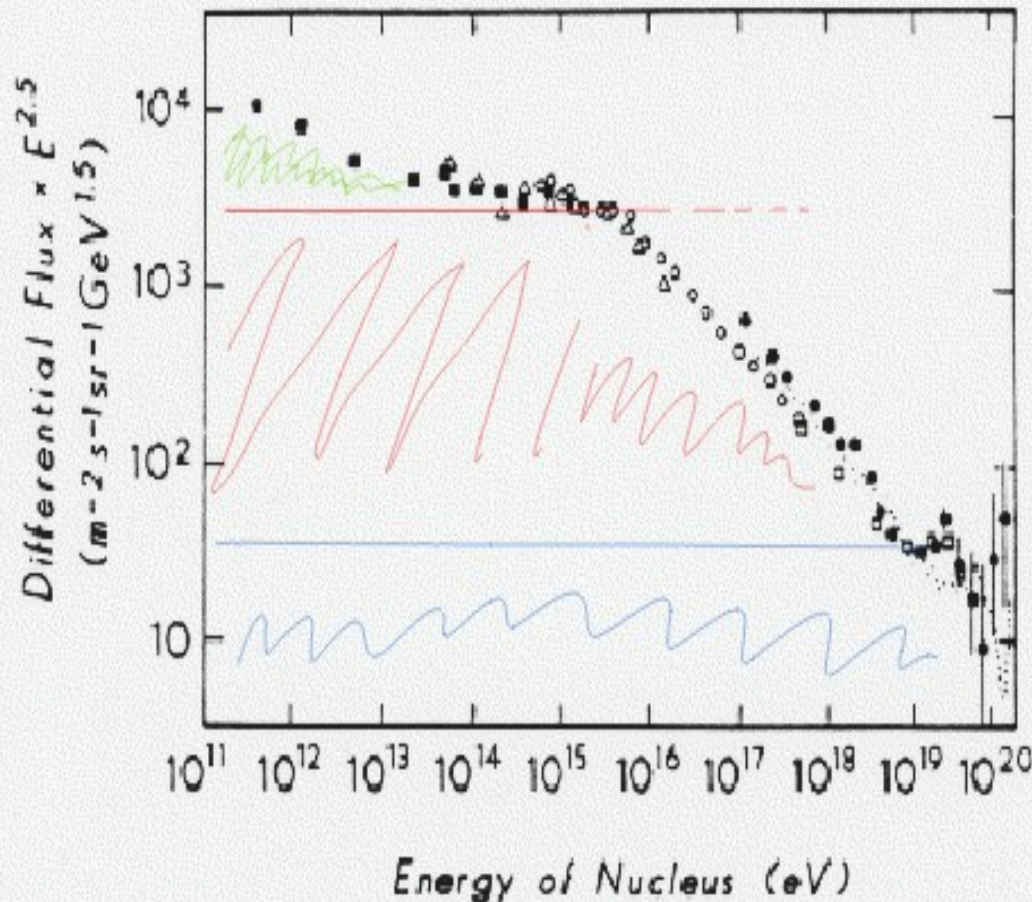


Hillas-Argument:

Beschleuniger \geq Lamorradius

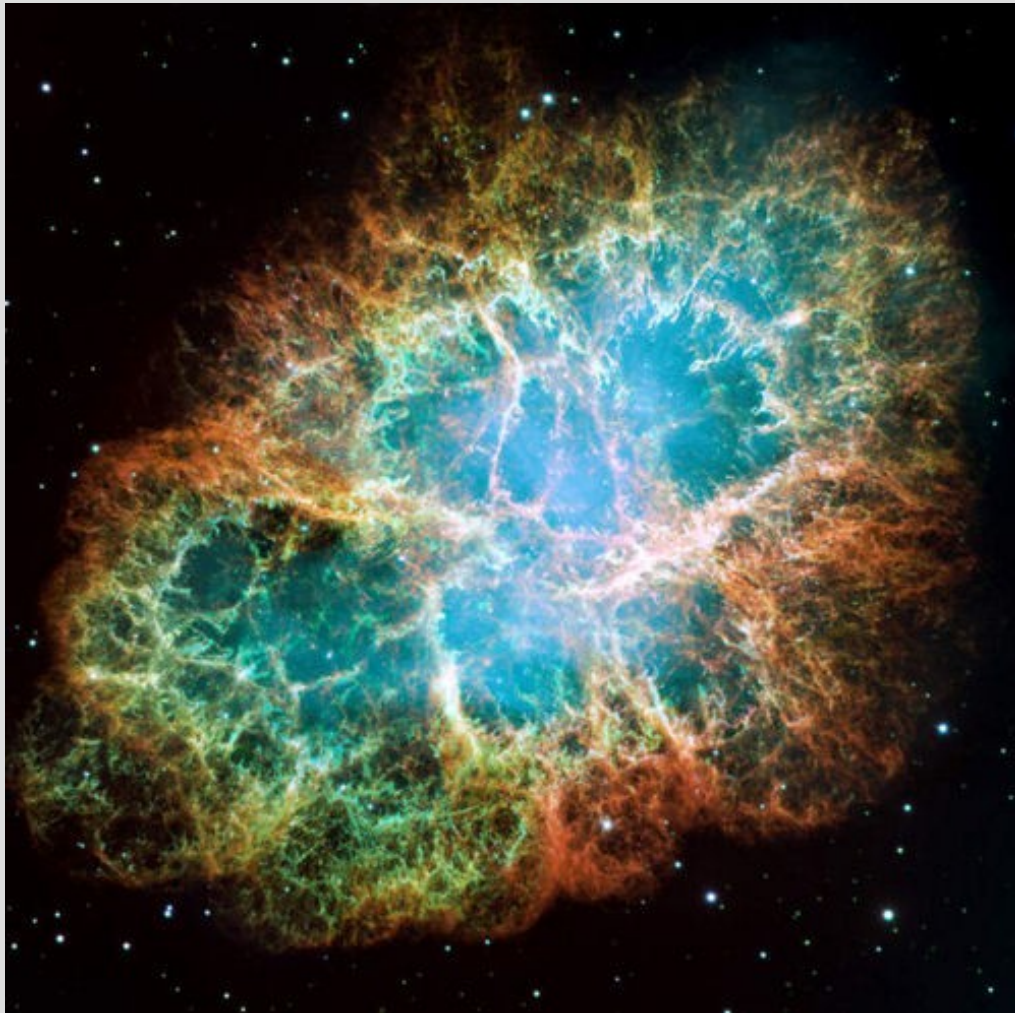
$$\Rightarrow E = \Gamma * Z e * B * R$$

Das hochenergetische Universum: was wir vermuten



- Extragalaktischer Anteil (blau)
- Galaktischer Ursprung (rot)
- Solare Komponente + ACR (grün)
- GZK-cut-off $\sim 10^{20}$ eV

Das hochenergetische Universum: was wir vermuten



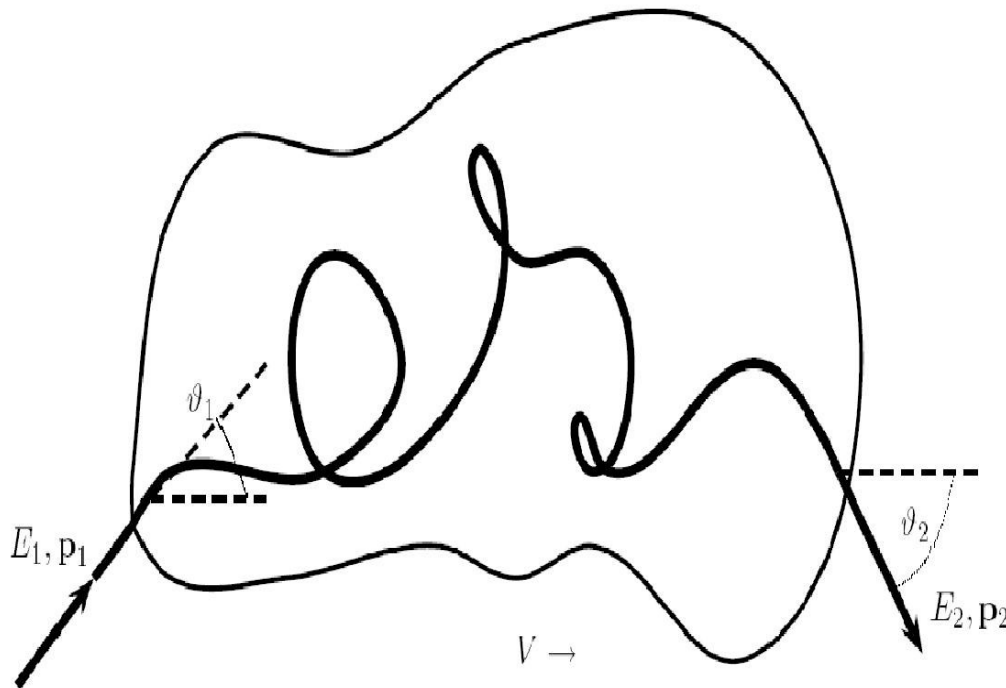
Schockbeschleunigung in
SNR (Fermi I. Ordnung)

Das hochenergetische Universum: was wir vermuten

Fermi (2. Ordnung):
Streuung an
Magnetischen
Wolken

$$\langle \Delta E \rangle \approx 4/3 \beta^2$$

β klein,
Schwellenenergie

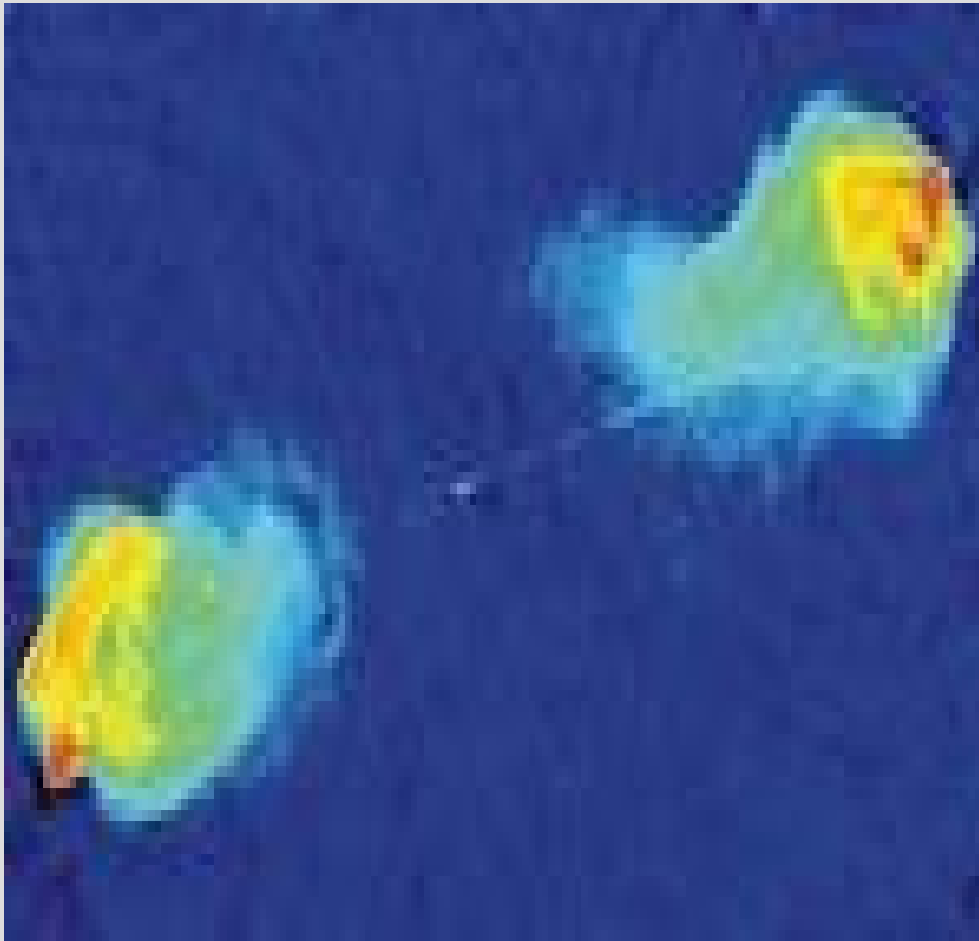


Das hochenergetische Universum: was wir vermuten

Pulsar:

- schnell rotierender Neutronenstern
- Hohe Feldstärke ($\approx 10^8$ T) auf kleinem Raum
- Theoretisches Beschleunigungsvermögen bis 10^{18} eV
für junge Pulsare

Das hochenergetische Universum: was wir vermuten



AGN:

- Schockbeschleunigung in Jets
- Geringe Felder, aber extreme Distanzen (300.000 lyr)
- Energiequelle: Akkretion auf supermassives Schwarzes Loch

Das hochenergetische Universum: was wir vermuten

Weitere Kandidaten für Beschleuniger:

- Gamma ray bursts (GRB)
- Zerfall von Relikten
- Zerfall dunkler Materie

Das hochenergetische Universum

IV. wie wir neues lernen

Das hochenergetische Universum: wie wir neues lernen

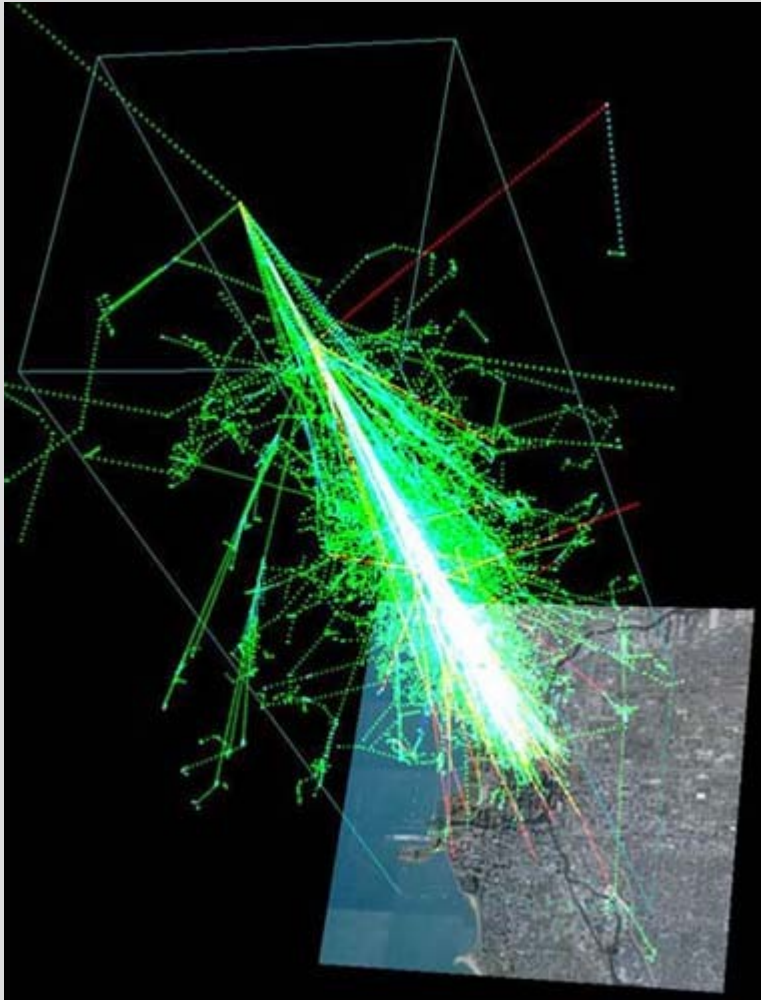
Früher:

- Beobachtung von Primaries mit Satelliten und Ballons

Heute:

- Beobachtung von Schauern (Secondaries)
die Atmosphäre als Kalorimeter

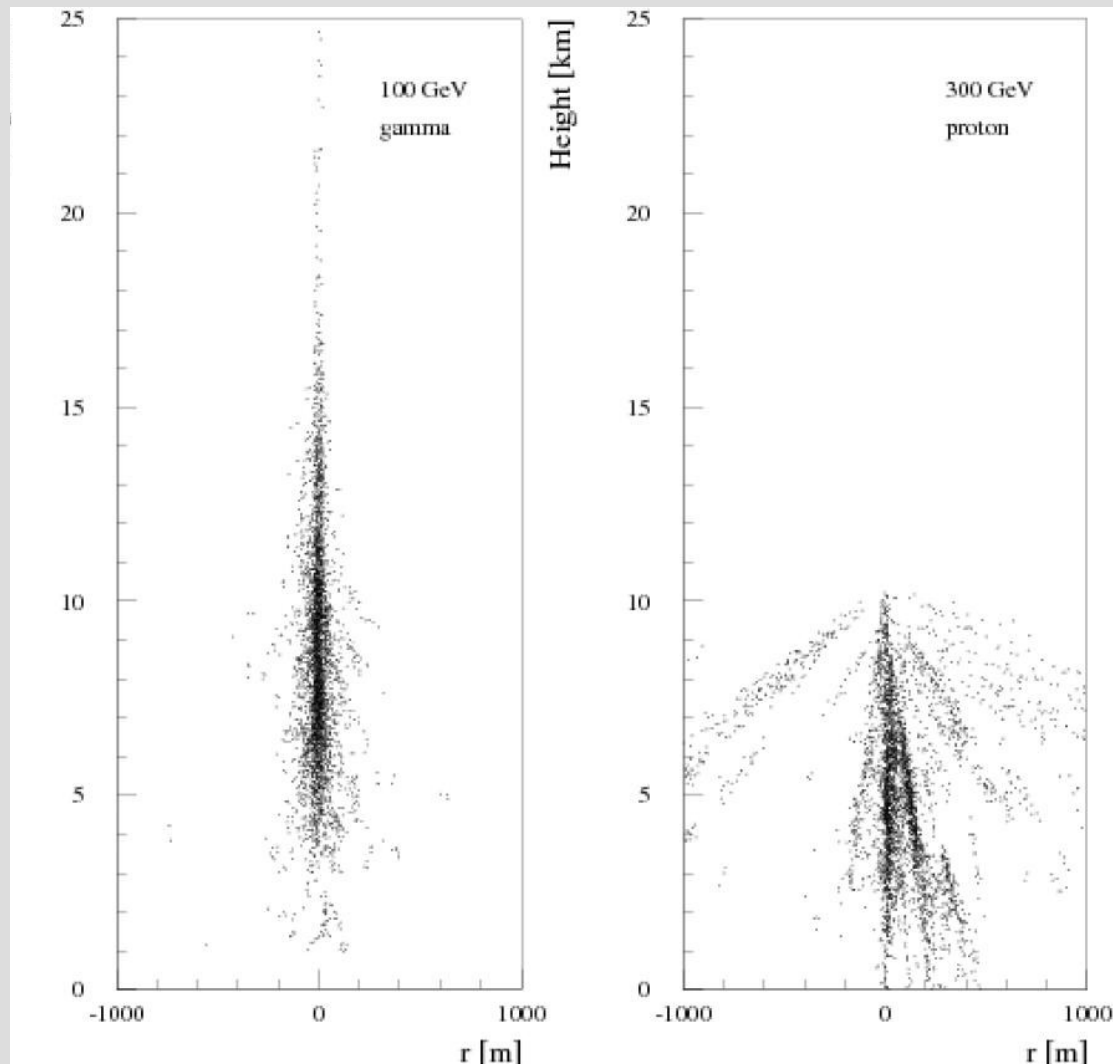
Das hochenergetische Universum: wie wir neues lernen



Schauerdetektion:

- Myonen
- Neutrinos
- E/m-Subschauer
aus Pion-Zerfall
- N^2 - Fluoreszenz
- Cherenkovstrahlung

Das hochenergetische Universum: wie wir neues lernen



Heitler-Modell:

$$N(X_{\max}) \sim E^{\circ}$$

$$X_{\max} \sim \ln(E^{\circ})$$

Das hochenergetische Universum: wie wir neues lernen



Fly's Eye
Observatorium in
Utah

N^2 -Fluoreszenz-
Detektor

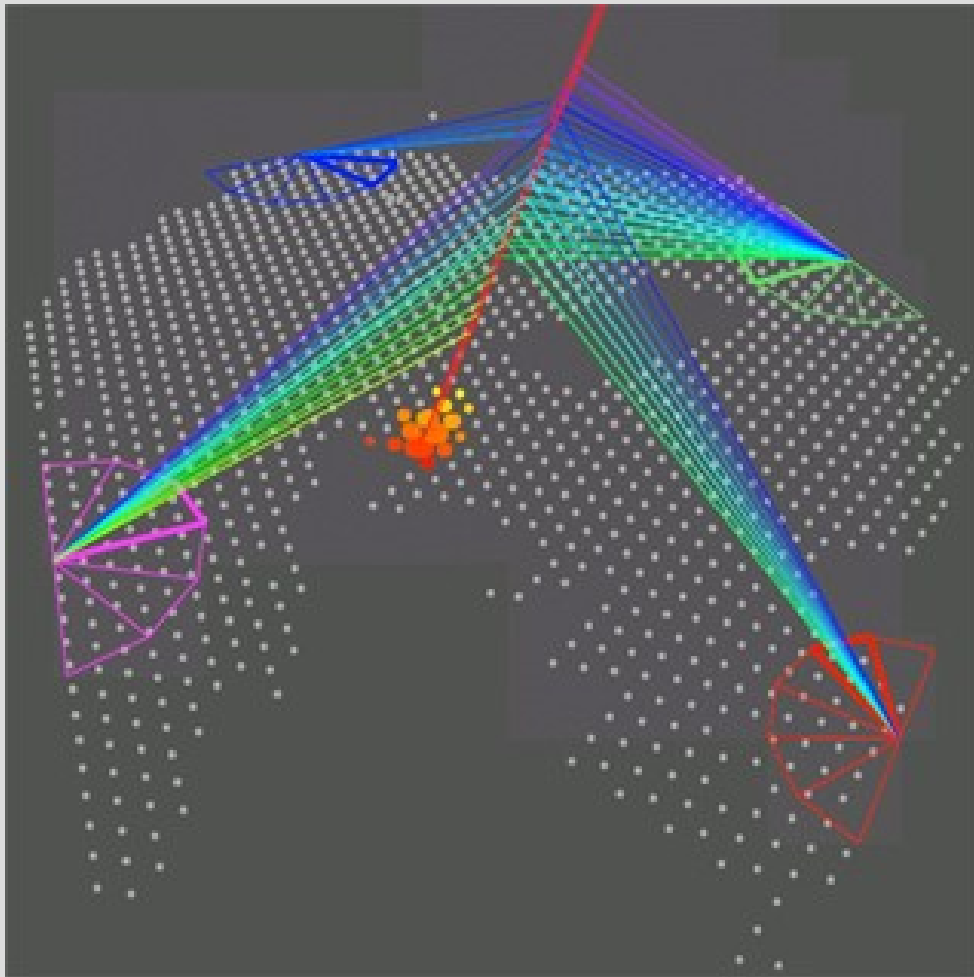
Das hochenergetische Universum: wie wir neues lernen

**Pierre Auger
Observatory**



**Wasser-Cherenkov-
Detektor(Bild)**

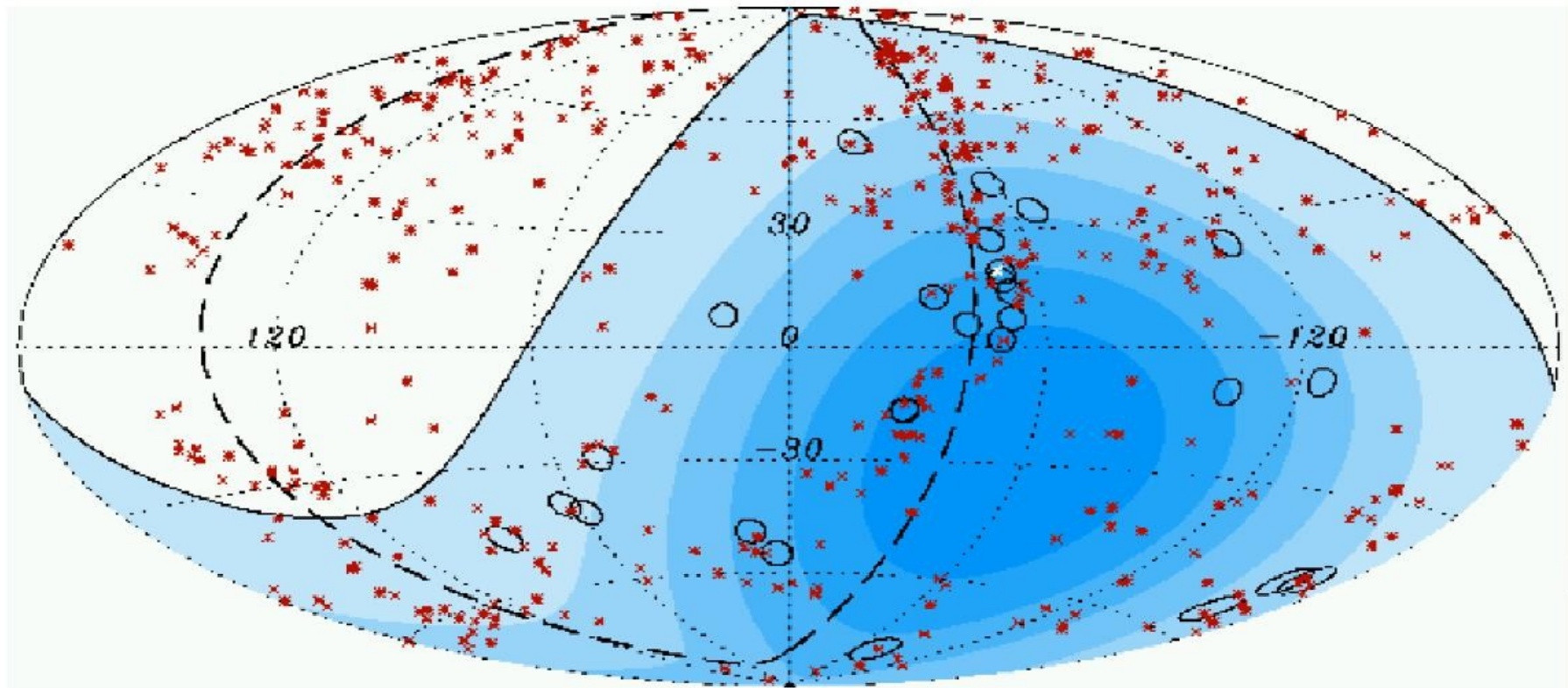
Das hochenergetische Universum: wie wir neues lernen



PAO in Aktion

simultane Messung
von N^2 -Fluoreszenz
und μ -
Cherenkovlicht

Das hochenergetische Universum: wie wir neues lernen



Erste Ergebnisse : Korrelationen zwischen UHECR-
Einfallsvektoren und bekannten AGNs ?

**Das
hochenergetische
Universum
geht zu Ende**