

Modellvorhersagen hochenergetischer γ -Strahlungsflüsse von Neutralinoklumpen im galaktischen Halo

Joachim Ripken

Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg

[Astroteilchenphysikschule Erlangen 2004](#)

- Dunkle Materie
- Der galaktische Halo
- Flussberechnung
- Die verwendeten Modelle
- Ergebnisse
- Fazit



bmb+f - Förderschwerpunkt
Astro-Teilchenphysik
Großgeräte der physikalischen
Grundlagenforschung



Institut fuer Experimentalphysik
Universitaet Hamburg
Luruper Chaussee 149
22761 Hamburg
Germany

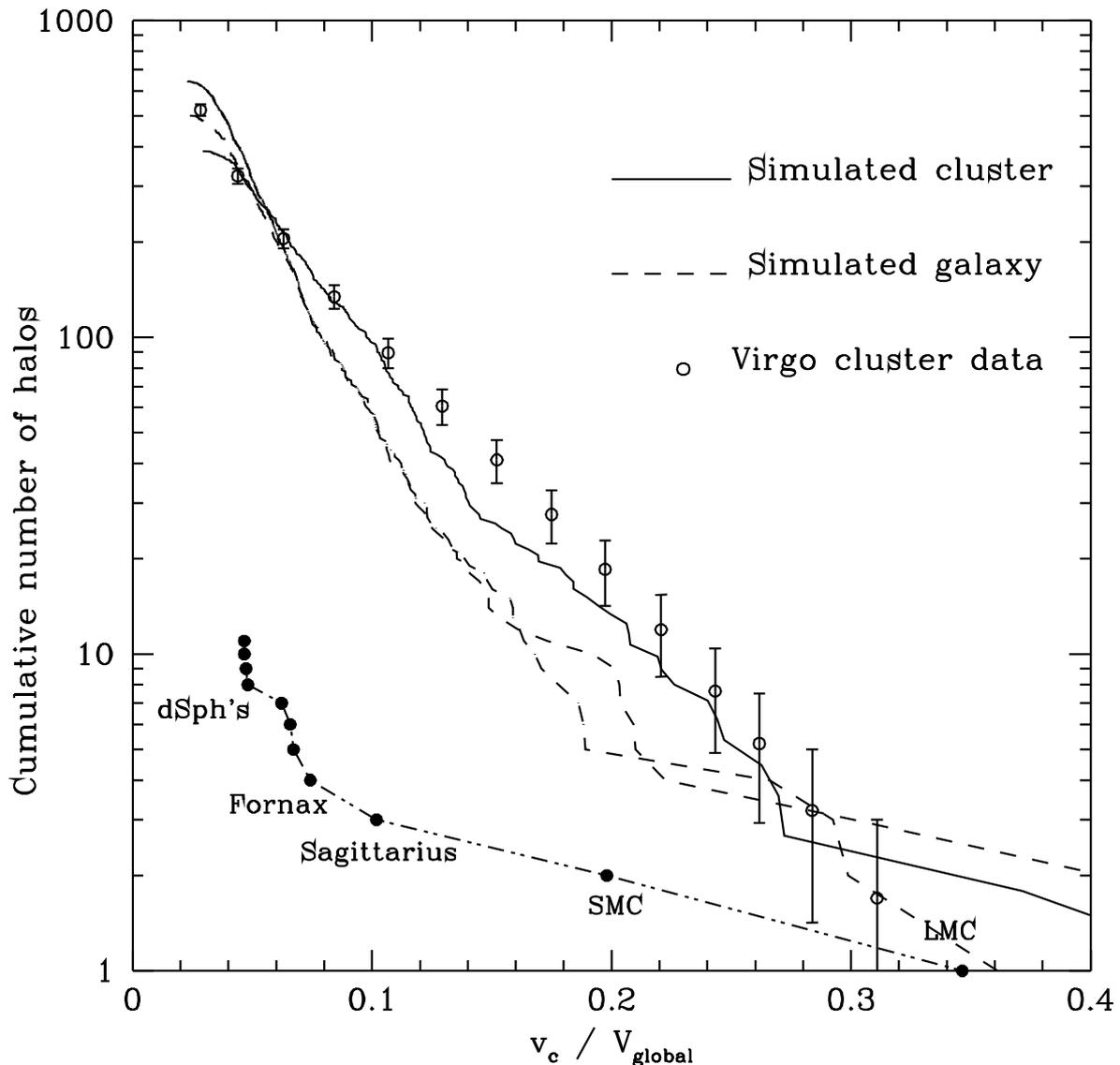
Dunkle Materie

- Gängiges kosmologisches Modell:

$$\Omega_M = 0.3 \quad \Omega_\Lambda = 0.7 \quad \Omega_B \ll \Omega_M$$

- andere Anzeichen für dunkle Materie:
 - Rotationsgeschwindigkeit von Spiralgalaxien
 - Geschwindigkeitsdispersion in elliptischen Galaxien
 - Heißes Gas in Galaxienhaufen gebunden
- Kosmologische Strukturbildung läßt sich in N -Body-Simulationen am besten mit kalter dunkler Materie beschreiben
- Ein Kandidat: Neutralinos, die in einigen Supersymmetrie-Modellen leichtesten Partnerteilchen. Durch Erhaltung der R -Parität stabil
- Annihilation dieser Majoranateilchen würde hochenergetische γ -Strahlung im 100GeV Energiebereich produzieren.
$$\chi\chi \longrightarrow \gamma\gamma \quad \chi\chi \longrightarrow \gamma Z^0 \quad \chi\chi \longrightarrow q\bar{q} \longrightarrow N \cdot \gamma + X$$
- Suche nach dieser Gammastrahlung aus Richtung von Massenanhäufungen erforderlich.

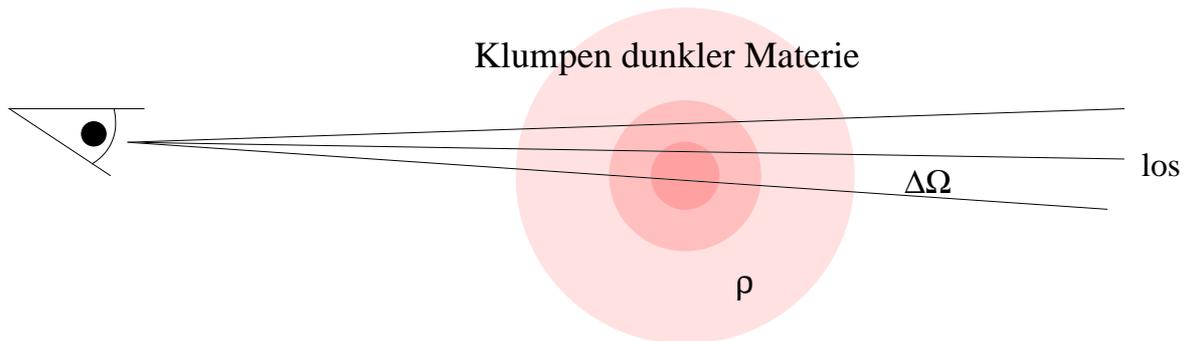
Der galaktische Halo



[Moore et al., ApJ 524, L19, 1999]

- Galaktischer Halo: In N -Body-Simulationen mehr Substruktur (Klumpen), als beobachtet.
- Möglich Lösung dieser Diskrepanz:
Nicht in jedem Klumpen wurden Sterne gebildet
 \implies Existenz Klumpen dunkler Materie.

γ -Flussberechnung



$$\Phi = J(\Delta\Omega)\Delta\Omega \cdot \left(\frac{1}{m_\chi}\right)^2 \cdot \sum_{i=\text{Prozess}} \int_{E_{th}}^{m_\chi} dE \frac{dN_\gamma}{dE} \langle\sigma_i v\rangle$$
$$J(\Delta\Omega) = \frac{1}{\Delta\Omega} \int_{\Delta\Omega} d\Omega \int_{\text{los}} dl \rho^2$$

Für die Vorhersagen sind folgende Informationen wichtig:

- SUSY-Model
- Dichteprofil der Klumpen und des Halos
- Verteilung der Klumpen im Halo

Die verwendeten Modelle

- NFW-Profil für galaktischen Halo und Klumpen:

$$\rho(r) \sim \frac{1}{r} \frac{1}{(r + r_s)^2}$$

- Verteilung der Klumpen nach P. Blasi, R. Sheth

Physics Letters B 486, 2000, 233

$$\frac{dN}{dV}(r) \sim \left(1 + \left(\frac{r}{r_{cl}}\right)^2\right)^{-3/2}$$

mit $r_{cl} = 10, 30$ und 90kpc und nach F. Stoehr et al.
MNRAS ...

- SUSY-Model:

$$m_\chi \approx 700\text{GeV}$$

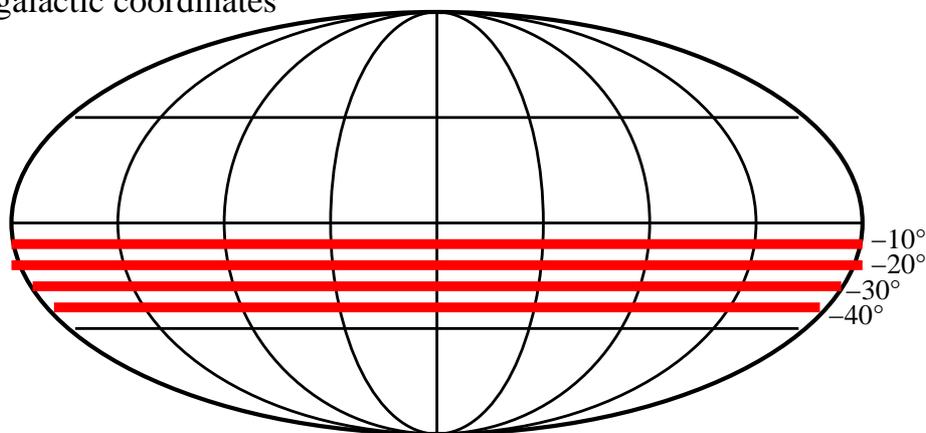
- Klumpen mit einem Fluss $\Phi > 10^{-11}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ über der Energieschwelle gelten als sichtbar (nach etwa 30-40 h Beobachtungszeit mit H.E.S.S.)
- Energieschwelle wird abgeschätzt mit

$$E_{th} = 100\text{GeV} \cdot (\cos(ZA))^{-3.06}$$

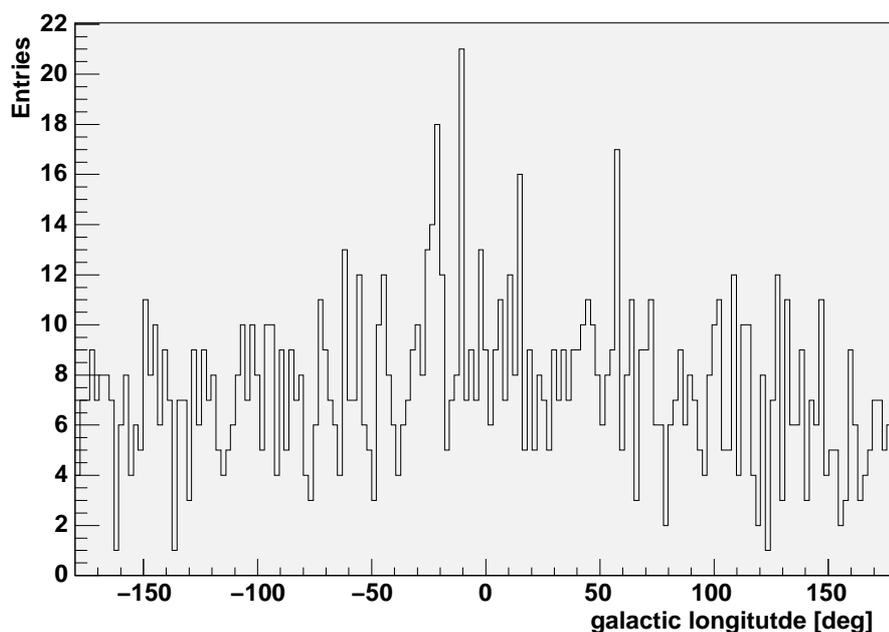
Die verwendeten Modelle

- ≈ 7500 Klumpen mit einer Masse größer als $5 \cdot 10^6 M_{\odot}$. Für Statistik 10 mal mehr in einen künstlichen Himmel gestreut.

galactic coordinates

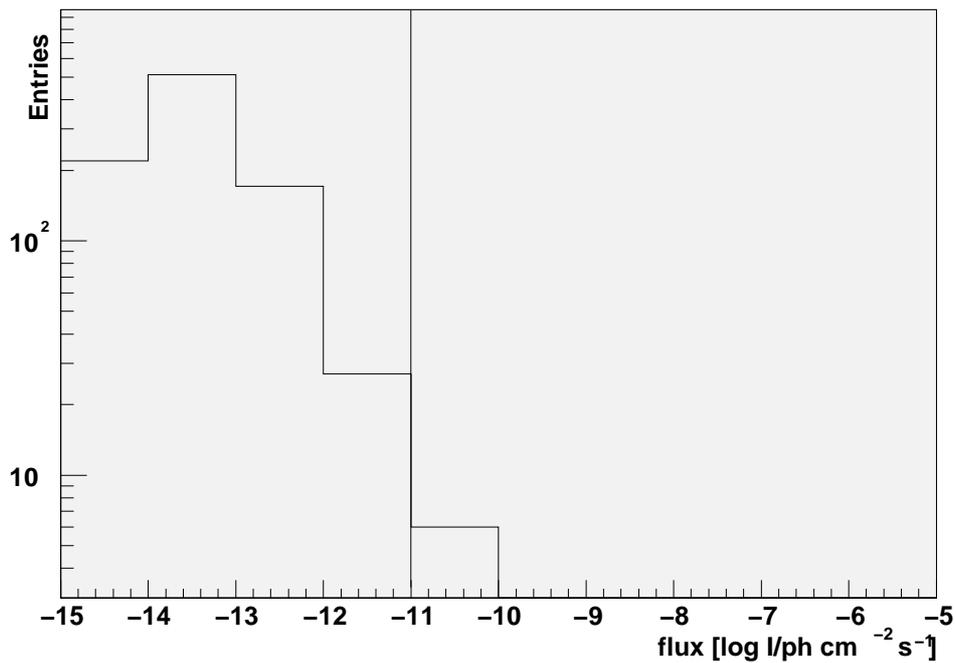


Alle Klumpen aus dem Streifen um -20° galaktischer Breite:

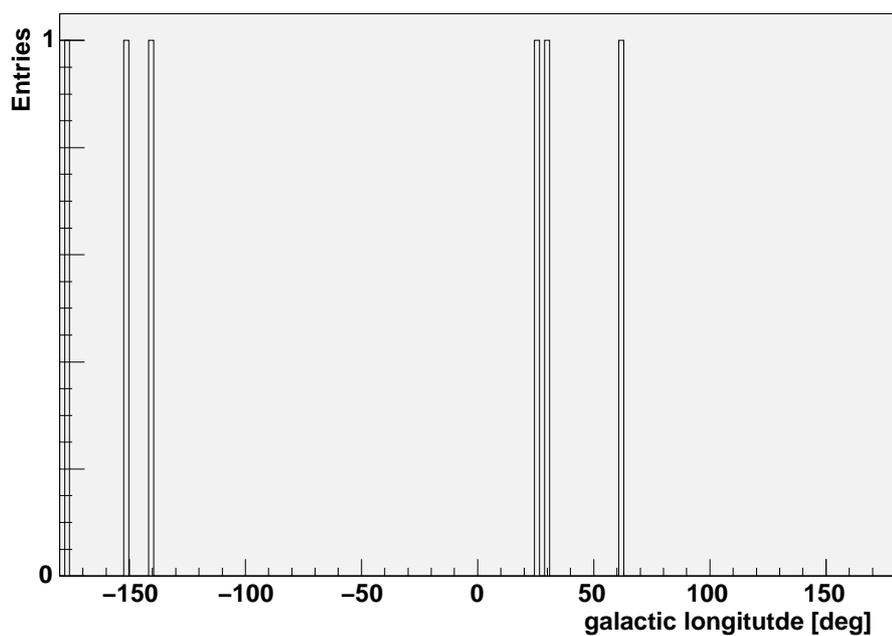


Ergebnisse

Verteilung der Flüsse der Klumpen im Streifen.



Damit sind diese Klumpen sichtbar



Fazit

- MonteCarlo-Simulation des galaktischen Halos mit Klumpen dunkler Materie aus Neutralinos
- Nur wenige Klumpen (NFW-Profil) besitzen einen nachweisbaren Fluss
- Systematische Suche würde sehr viel Beobachtungszeit benötigen
- Andere Methoden zum Nachweis von Neutralinos mit Cherenkovteleskopen z.B.:
 - Beobachtungen bekannter Massenanhäufungen
 - Extragalaktischer Hintergrund
(Bergström et al, Phys. Rev. Lett., 87 (2001))