

Instabile Gravitinos als Dunkle Materie



Michael Grefe

Departamento de Física Teórica
Instituto de Física Teórica UAM/CSIC
Universidad Autónoma de Madrid



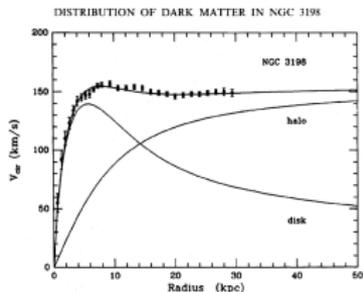
Festveranstaltung des Fachbereichs Physik der Universität Hamburg

1. Februar 2012

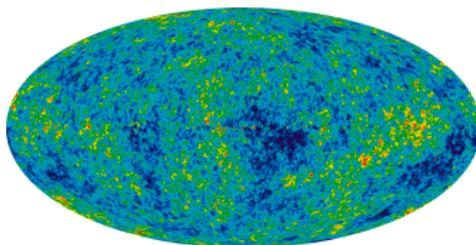


Was ist Dunkle Materie?

- ▶ Dunkle Materie existiert und macht einen großen Teil des Universums aus!
- ▶ Aber: Bisher nur der Einfluss ihrer Schwerkraft nachgewiesen.

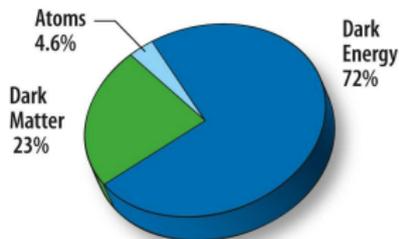


[van Albada *et al.* (1985)]



-200 μK 200 μK

[NASA / WMAP Science Team]



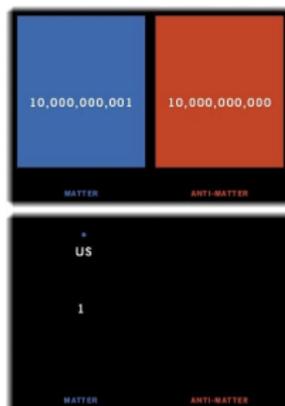
[NASA / WMAP Science Team]

- ▶ Aber was ist Dunkle Materie?
 - Bester Kandidat: Ein neues, bisher unentdecktes Elementarteilchen!
 - Aber: Im Standardmodell der Teilchenphysik gibt es keinen guten Kandidaten.
 - Problem: Jede Erweiterung des Standardmodells hat einen oder gar mehrere Kandidaten.

Warum instabile Gravitinos?

- ▶ Supersymmetrie ist die favorisierte Erweiterung des Standardmodells.
- ▶ Aber: Das Gravitino führt zu Problemen im frühen Universum!

Baryonen-Asymmetrie



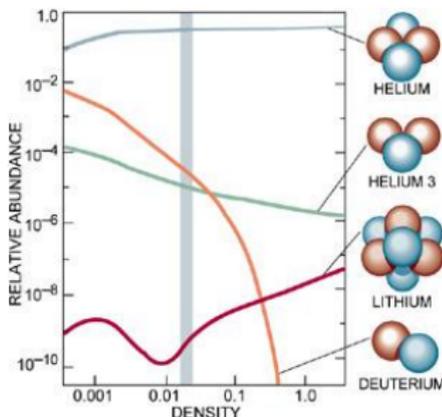
[Hitoshi Murayama]

Supersymmetrie



[HEPHY, Wien]

Primordiale Nukleosynthese

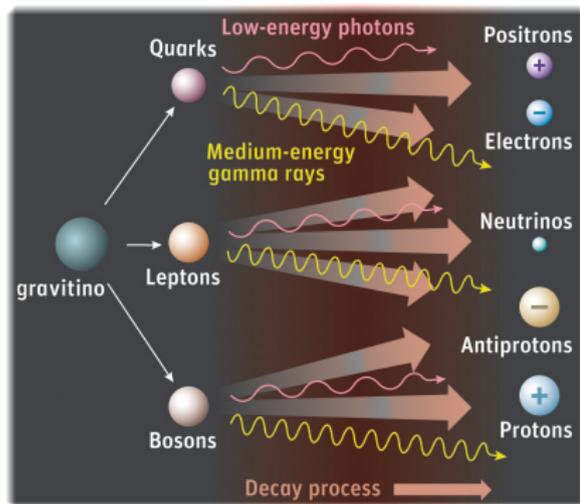


[Scientific American, Craig Hogan]

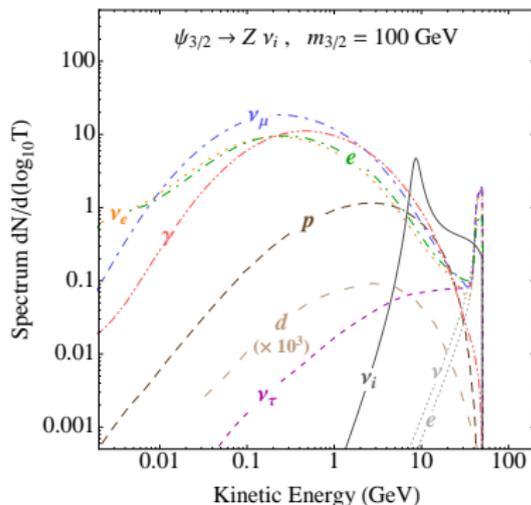
- ▶ Elegante Lösung: R-Parität muss minimal verletzt sein!
- ▶ Gravitino ist dann der natürliche Kandidat für die Dunkle Materie.
- ▶ Lebensdauer des Gravitinos ist deutlich länger als das Alter des Universums.

Wie zerfallen Gravitinos?

- ▶ Je nach Masse des Gravitinos sind verschiedene Zerfallskanäle erlaubt.
- ▶ Kanäle mit virtuellen Zwischenzuständen können wichtige Korrekturen liefern!
- ▶ Im Zerfall werden verschiedene stabile Teilchen erzeugt.

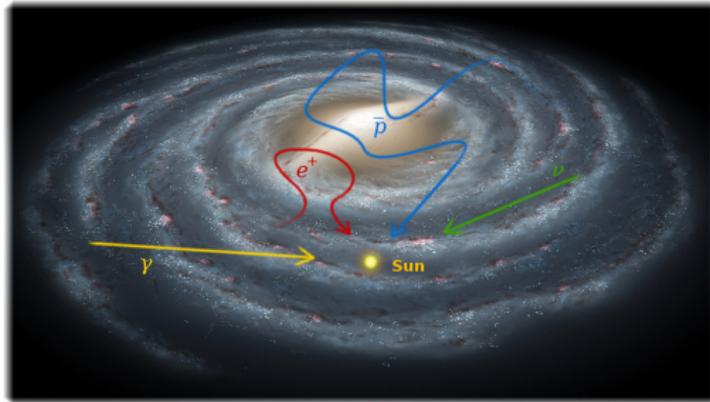


[Sky & Telescope / Gregg Dinderman]



Indirekte Suchen nach Dunkler Materie

- ▶ Zerfälle von Gravitinos in der Milchstraße erzeugen kosmische Strahlung



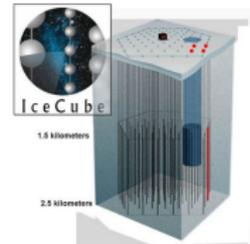
- ▶ Experimente beobachten Gammastrahlung, Antimaterie und Neutrinos



[NASA E/PO, SSU, Aurore Simonnet]



[AMS-02 Collaboration]

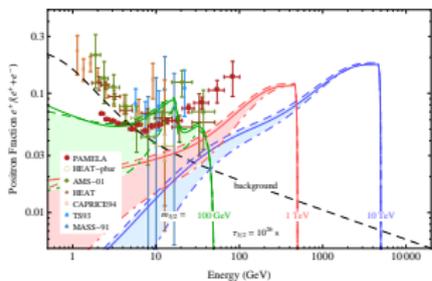


[IceCube Collaboration]

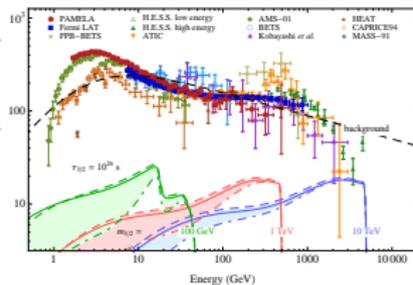
Signaturen instabiler Gravitinos

- ▶ Gravitinozerfälle erzeugen Signale in verschiedenen Arten kosmischer Strahlung
- ▶ Aktuelle Beobachtungen setzen Schranken an die Lebensdauer von Gravitinos

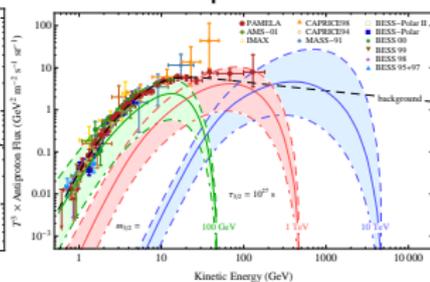
Positronen



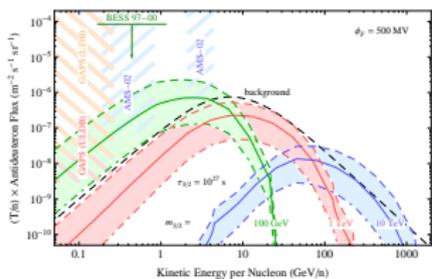
Elektronen



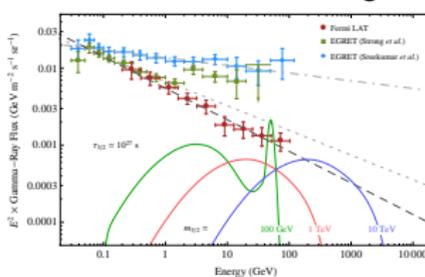
Antiprotonen



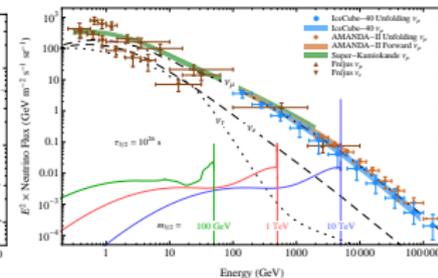
Antideuteronen



Gammastrahlung

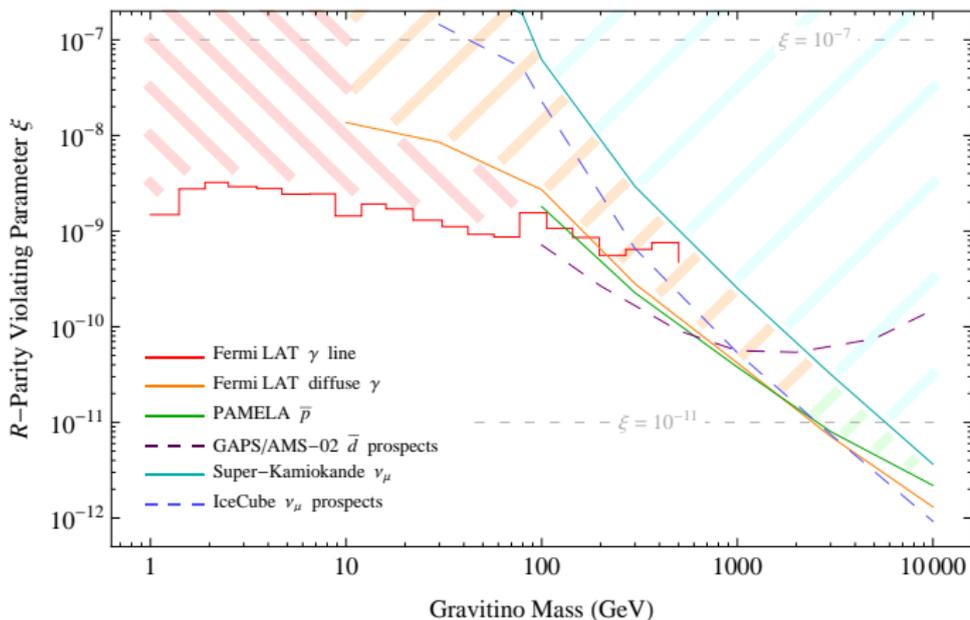


Neutrinos



Schranken an die Theorie

- ▶ Schranken an die Lebensdauer führen zu Schranken an R-Paritätsverletzung
- ▶ Indirekte Suchen erreichen kosmologisch motivierten Parameterraum



- ▶ Dunkle Materie ist eine spannende Verbindung zwischen Kosmologie und Teilchenphysik
- ▶ Dunkle Materie ist ein wichtiger Hinweis auf Physik jenseits des Standardmodells
- ▶ Die Entdeckung von Gravitinos würde eine Verbindung zwischen Teilchenphysik und Gravitation aufzeigen
- ▶ Aktuelle Experimente wie der LHC und AMS-02 werden die Theorie weiter testen

Ausblick

- ▶ Dunkle Materie ist eine spannende Verbindung zwischen Kosmologie und Teilchenphysik
- ▶ Dunkle Materie ist ein wichtiger Hinweis auf Physik jenseits des Standardmodells
- ▶ Die Entdeckung von Gravitinos würde eine Verbindung zwischen Teilchenphysik und Gravitation aufzeigen
- ▶ Aktuelle Experimente wie der LHC und AMS-02 werden die Theorie weiter testen

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Für Interessierte:

Unstable Gravitino Dark Matter – Prospects for Indirect and Direct Detection

arXiv:1111.6779 [hep-ph]

DESY-THESIS-2011-039