

Ein transparentes Universum

JG|U

EIN TRANSPARENTES UNIVERSUM



Cluster of Excellence Precision Physics,
Fundamental Interactions and Structure of Matter

PRISMA

Uwe Oberlack
Bastian Beskers

Das Universum – Vom Urknall bis heute

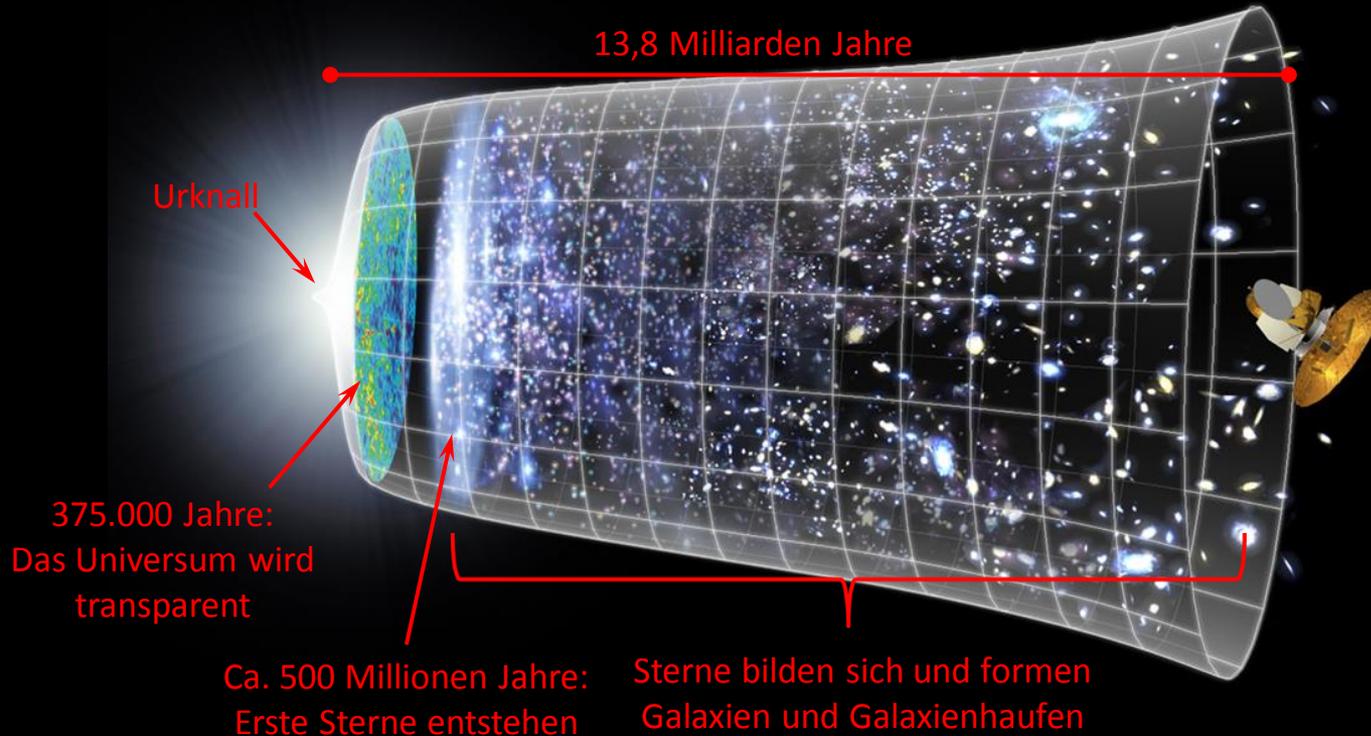
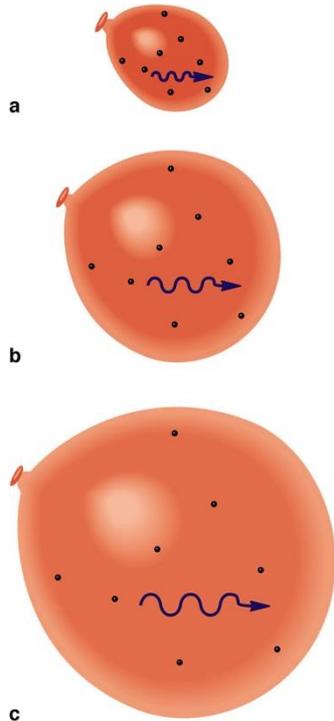


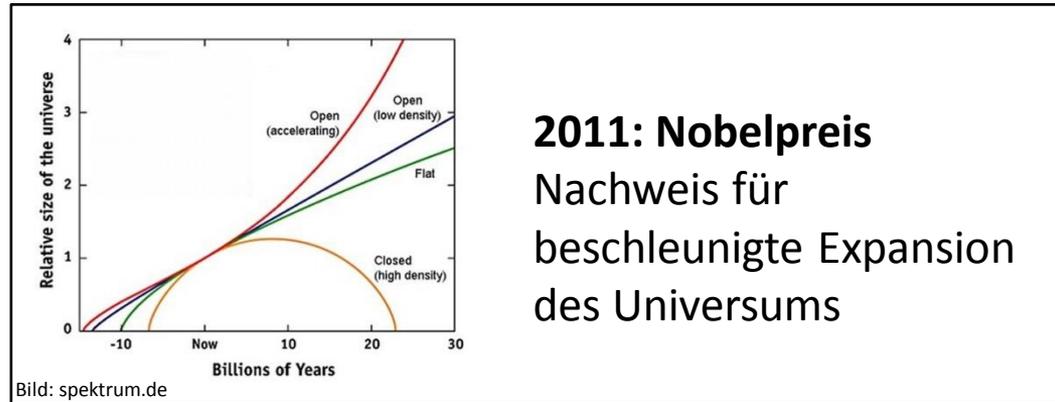
Bild: NASA/WMAP Science Team

Expandierendes Universum



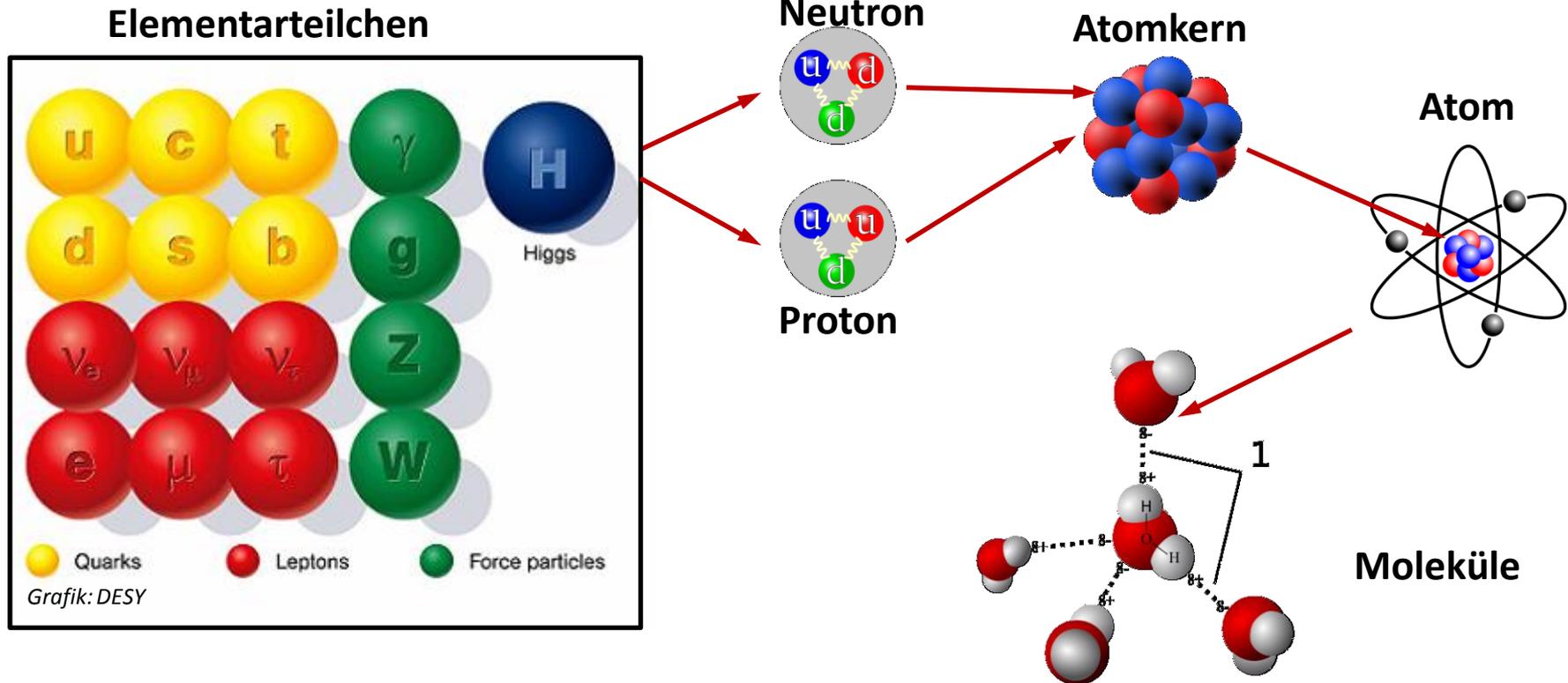
Das Universum dehnt sich aus:

- Das Universum kühlt sich ab
- Abstände zwischen nicht durch Gravitation gebundenen Objekten (Sternen, Galaxien) wachsen

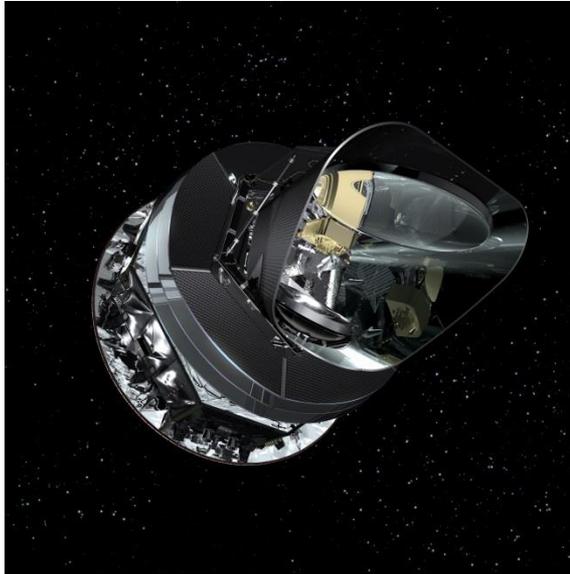


2011: Nobelpreis
Nachweis für
beschleunigte Expansion
des Universums

Aufbau der Materie

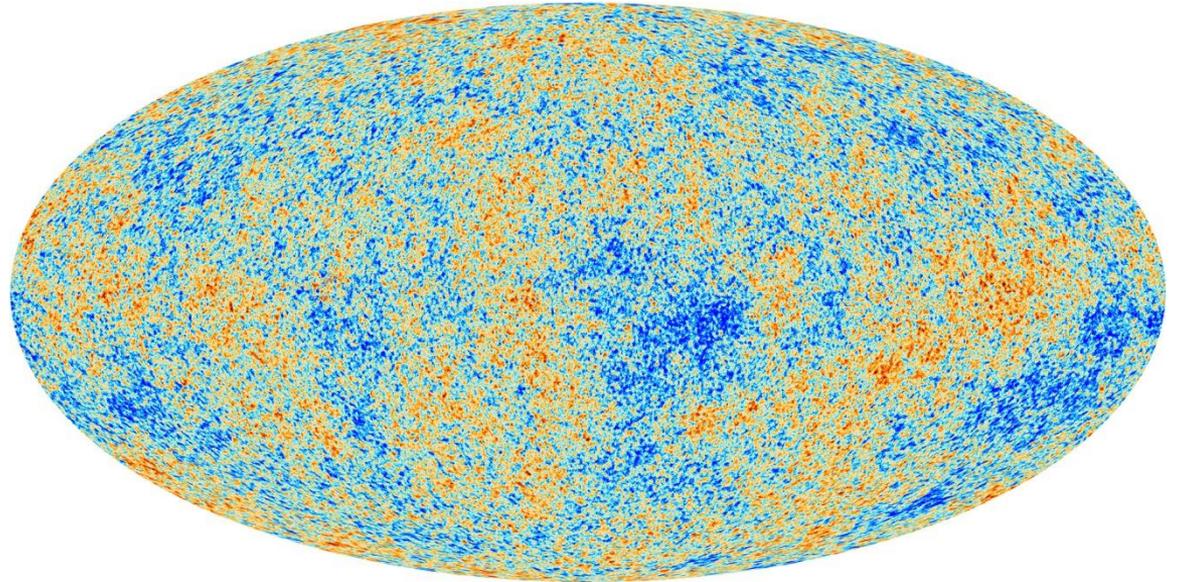


Kosmischer Mikrowellenhintergrund



Der Planck Satellit: Ein Auge für den Kosmischen Mikrowellenhintergrund

Der kosmische Mikrowellenhintergrund:
Licht aus der Frühzeit des Universums

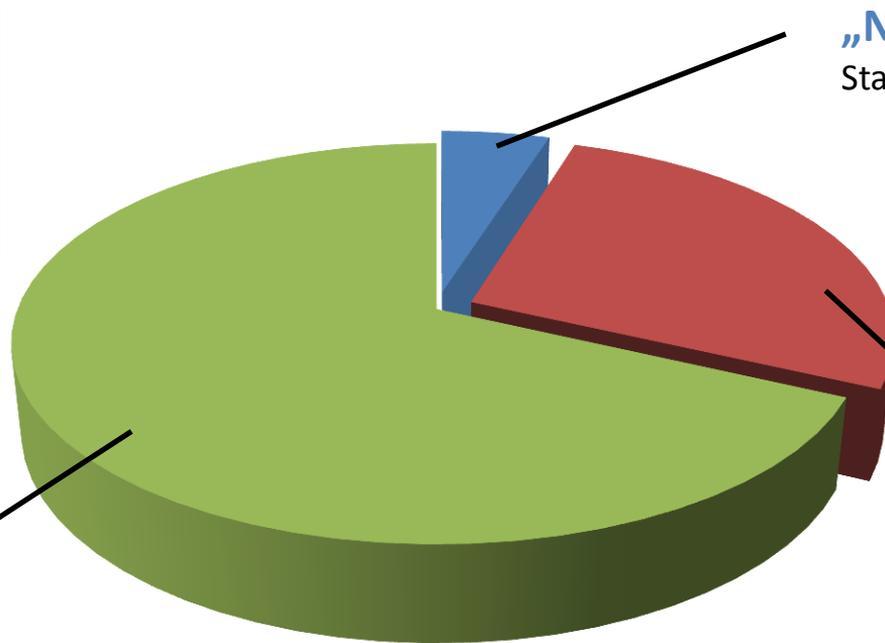


Bilder: ESA

Energieverteilung im Universum

Wir verstehen nur einen sehr kleinen Teil unseres Universums!

Dunkle Energie: 68%
Verantwortlich für Beschleunigte Expansion des Universums



„Normale“ Materie: 4,8%
Standardmodell Materie

Dunkle Materie: 27%
Verantwortlich für die Bildung von Strukturen (Sterne, Galaxien, Galaxienclustern) im Universum

Evidenz für Dunkle Materie

Gravitation

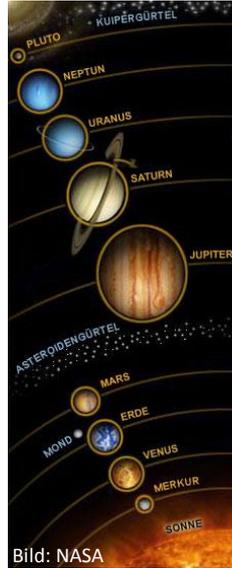


Bild: NASA



Bild: NASA

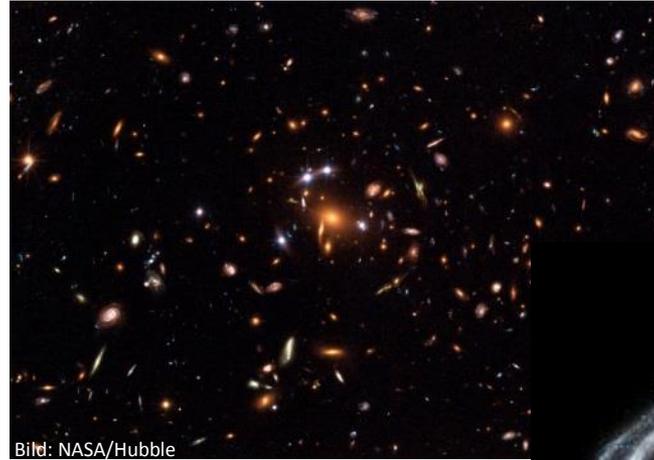


Bild: NASA/Hubble

Galaxiencluster

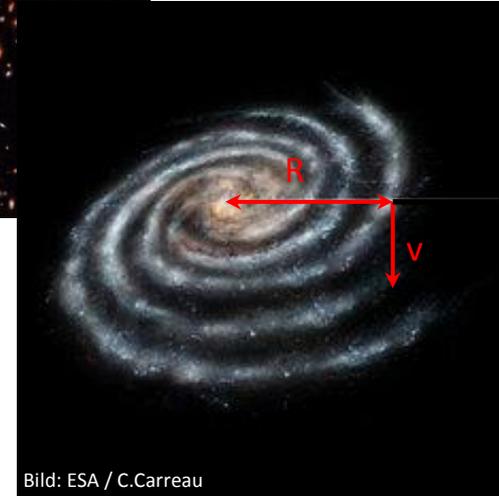
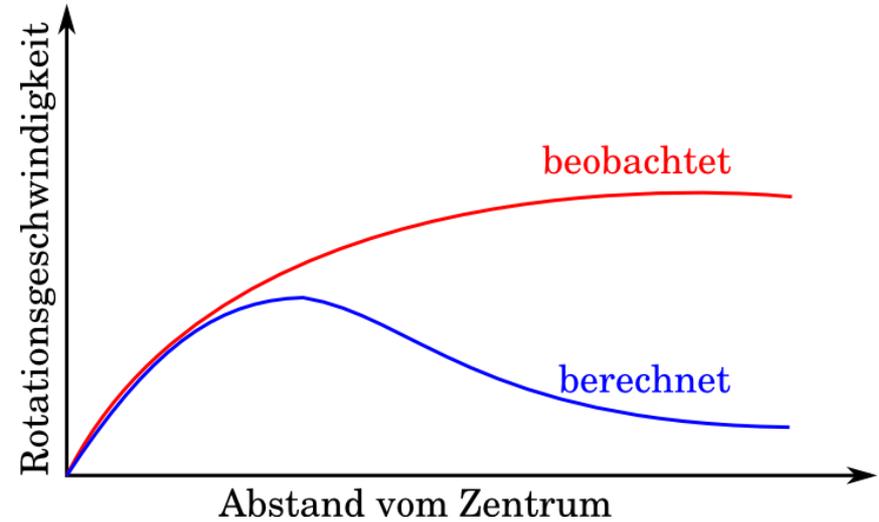


Bild: ESA / C.Carreau

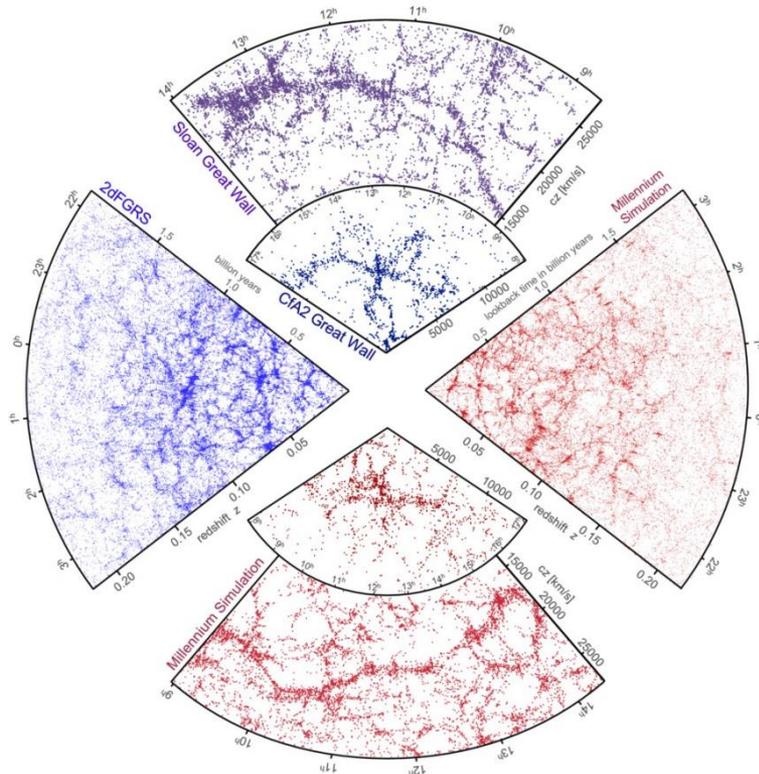
Milchstraße
Unsere Galaxie

„Karusselle
im
Universum“

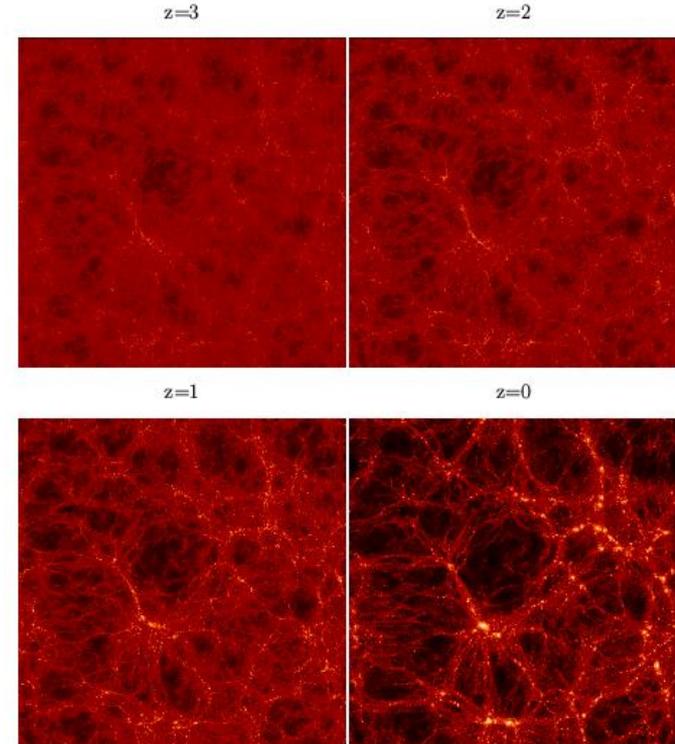
Rotationskurven von Galaxien



Struktur des Universums



Bilder: Max Planck Institut Garching / Millenium



Was ist Dunkle Materie?

- Kosmologische Beobachtungen zeigen: Es gibt eine Form von Materie die wir nicht sehen im Universum!
- Kein Teilchen aus dem Standardmodell der Teilchenphysik hat die notwendigen Eigenschaften



Dunkle Materie ist etwas Neues!

Wir postulieren ein neues Teilchen mit den notwendigen Eigenschaften!

Wir benennen das
Teilchen nach seinen
Eigenschaften:

Weakly
Interacting
Massive
Particle

Nachweis Dunkler Materie auf der Erde

Erzeugung in Teilchenbeschleunigern

Kollision zweier hochenergetischer „normaler“
Materieteilchen

Dunkle Materie Teilchen werden nicht nachgewiesen
Nachweis fehlender Energie / Masse

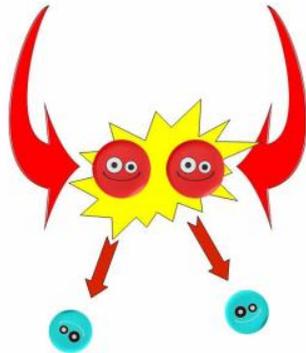


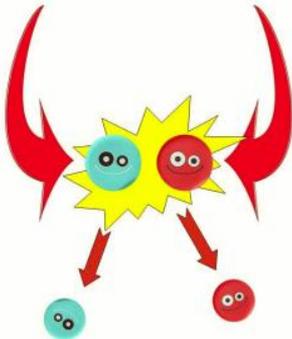
Bild: ATLAS

z.B. am LHC an dem auch das Higgs-
Boson entdeckt wurde

Nachweis Dunkler Materie auf der Erde

Direkte Detektion

Streuung mit Atomkernen „normaler“ Materie
Nachweis der freiwerdenden Energie in Form von
Licht, Wärme oder Ionisation



Verschiedene Experimente
Experimente versuchen WIMPs
direkt zu detektieren:

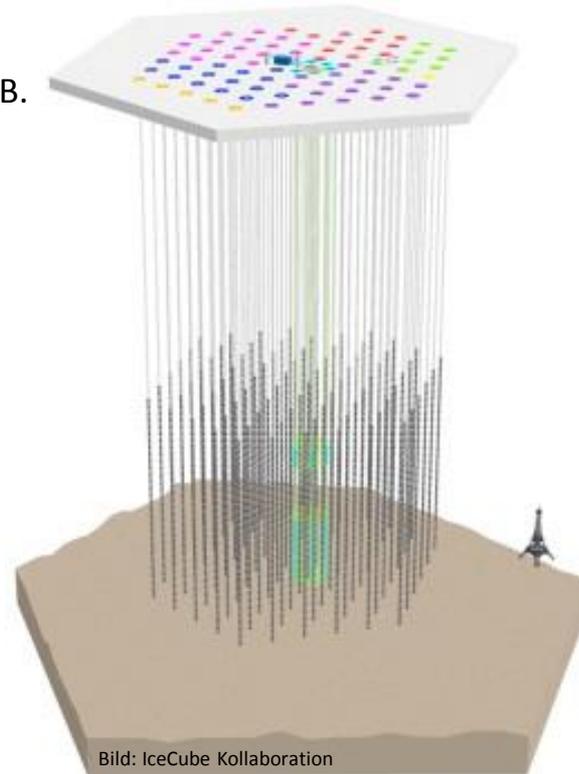
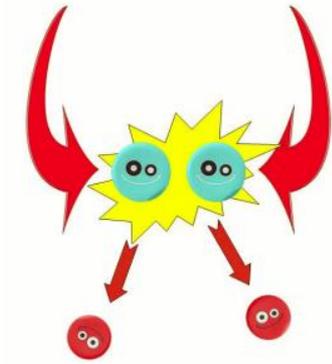
- Xenon100
- Edelweiss
- CRESST
- ...

Nachweis Dunkler Materie auf der Erde

Indirekte Detektion

Annihilation von WIMP und Anti-WIMP im Universum (z.B. Zentrum unserer Milchstraße)

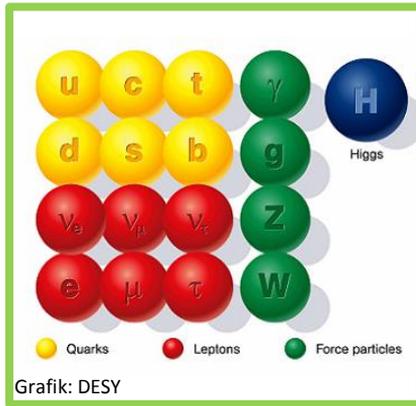
Dadurch können Standardmodell-Teilchen entstehen
Nachweis der entstehenden Teilchen



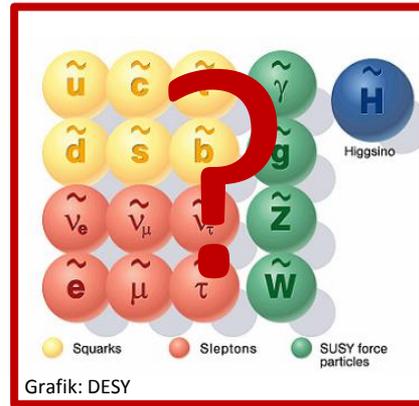
Nachweis zum Beispiel mit dem IceCube Experiment am Südpol

Was lernen wir?

Physik jenseits des Standardmodells!



Standardmodell



Supersymmetrie

- Eigenschaften der Dunklen Materie (Masse des DM-Teilchens)
- Welche Kräfte wirken zwischen Dunkler Materie und normaler Materie?
- Welche neue Physik beschreibt diese Teilchen?