

Suche nach versteckten Teilchen

Andreas Ringwald

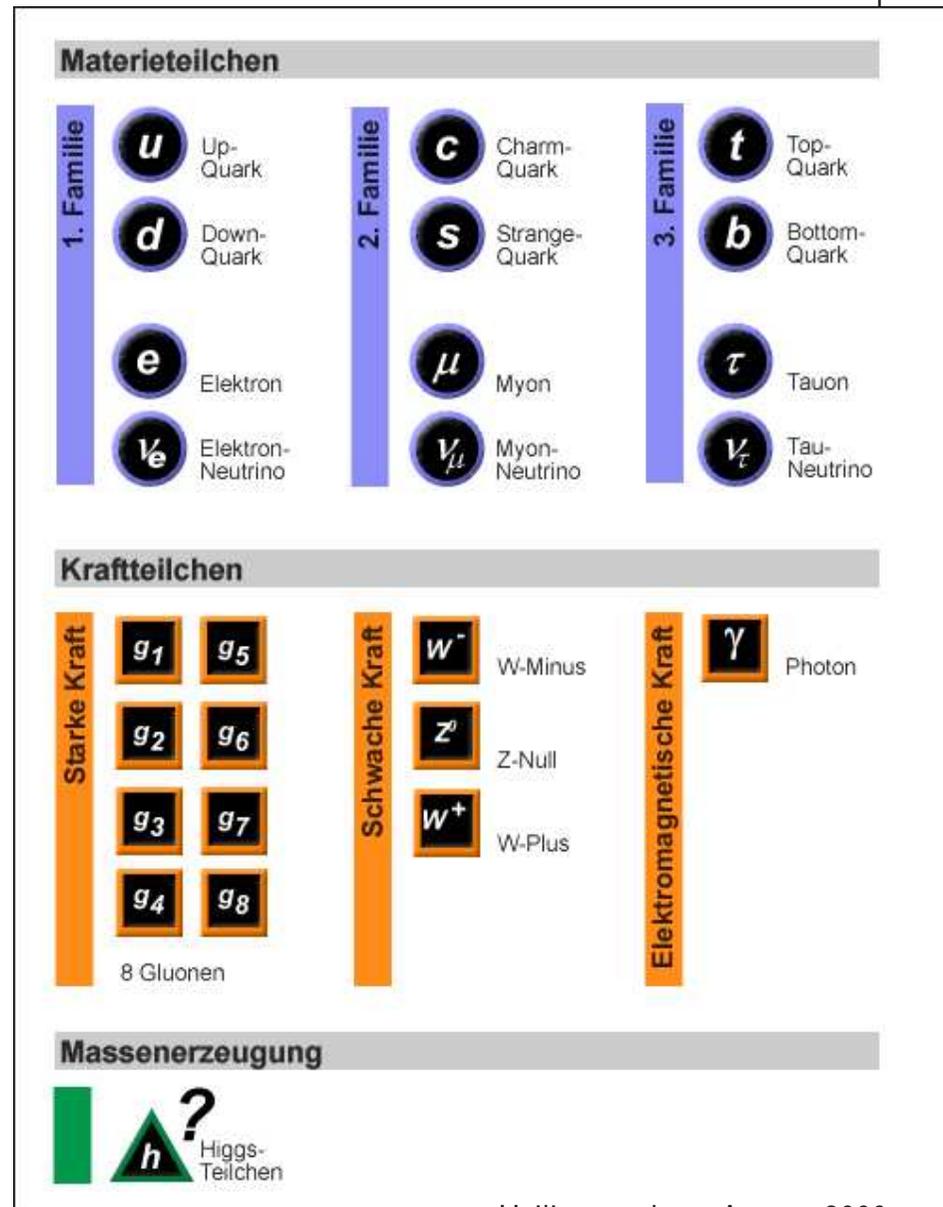


Astronomietag
29. August 2009
Julianka Schule, Heiligenstedten

– Suche nach versteckten Teilchen –

Der Tatbestand

- **Normale Materie:**
Elementare Bausteine sehr gut bekannt

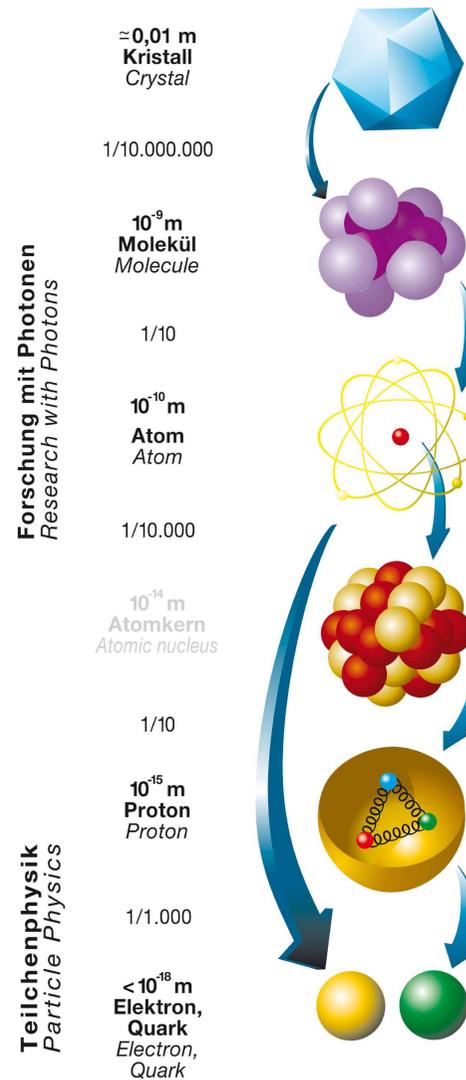


– Suche nach versteckten Teilchen –

2

Der Tatbestand

- **Normale Materie:**
Elementare Bausteine sehr gut bekannt



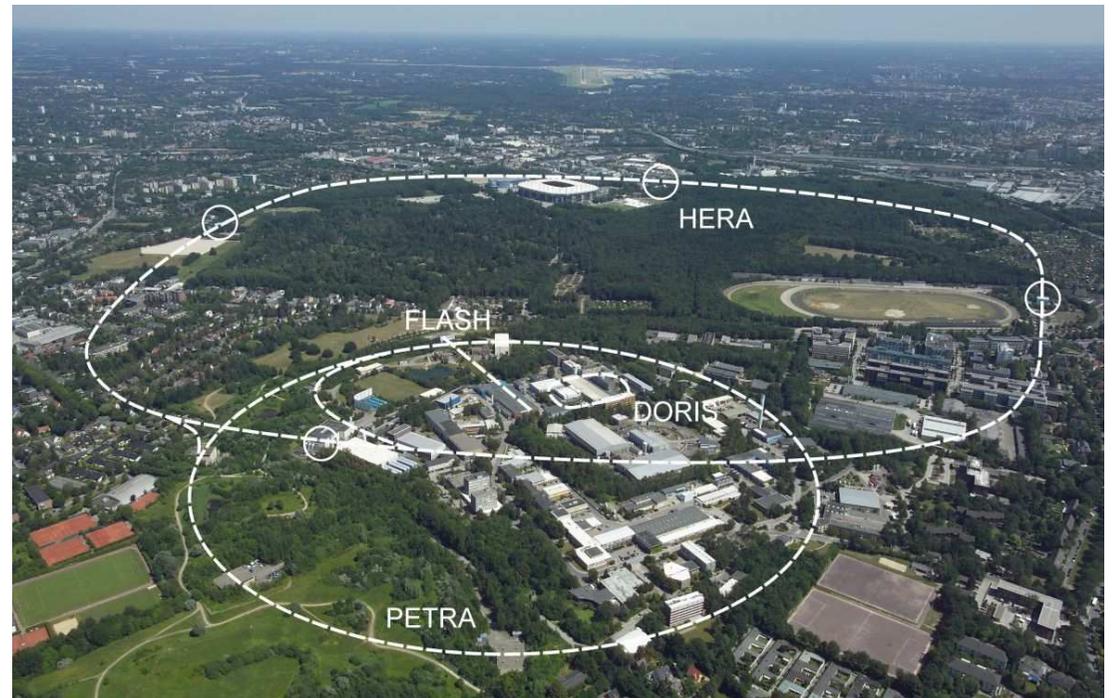
– Suche nach versteckten Teilchen –

3

Der Tatbestand

- **Normale Materie:**

Elementare Bausteine sehr gut bekannt



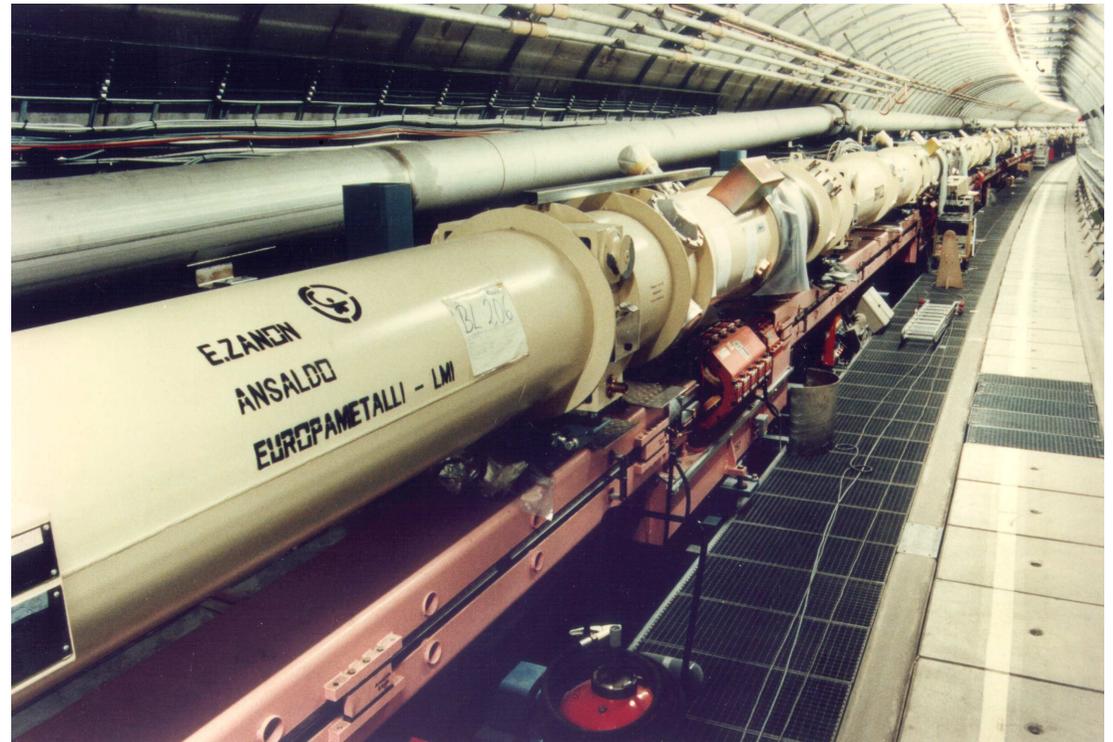
– Suche nach versteckten Teilchen –

4

Der Tatbestand

- **Normale Materie:**

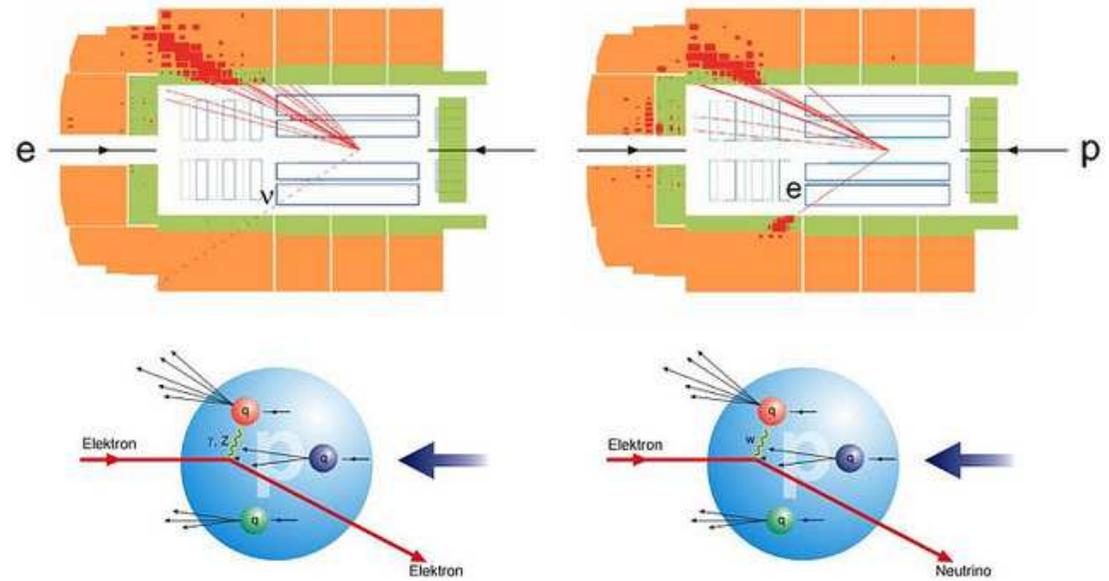
Elementare Bausteine sehr gut bekannt



Der Tatbestand

- **Normale Materie:**

Elementare Bausteine sehr gut bekannt



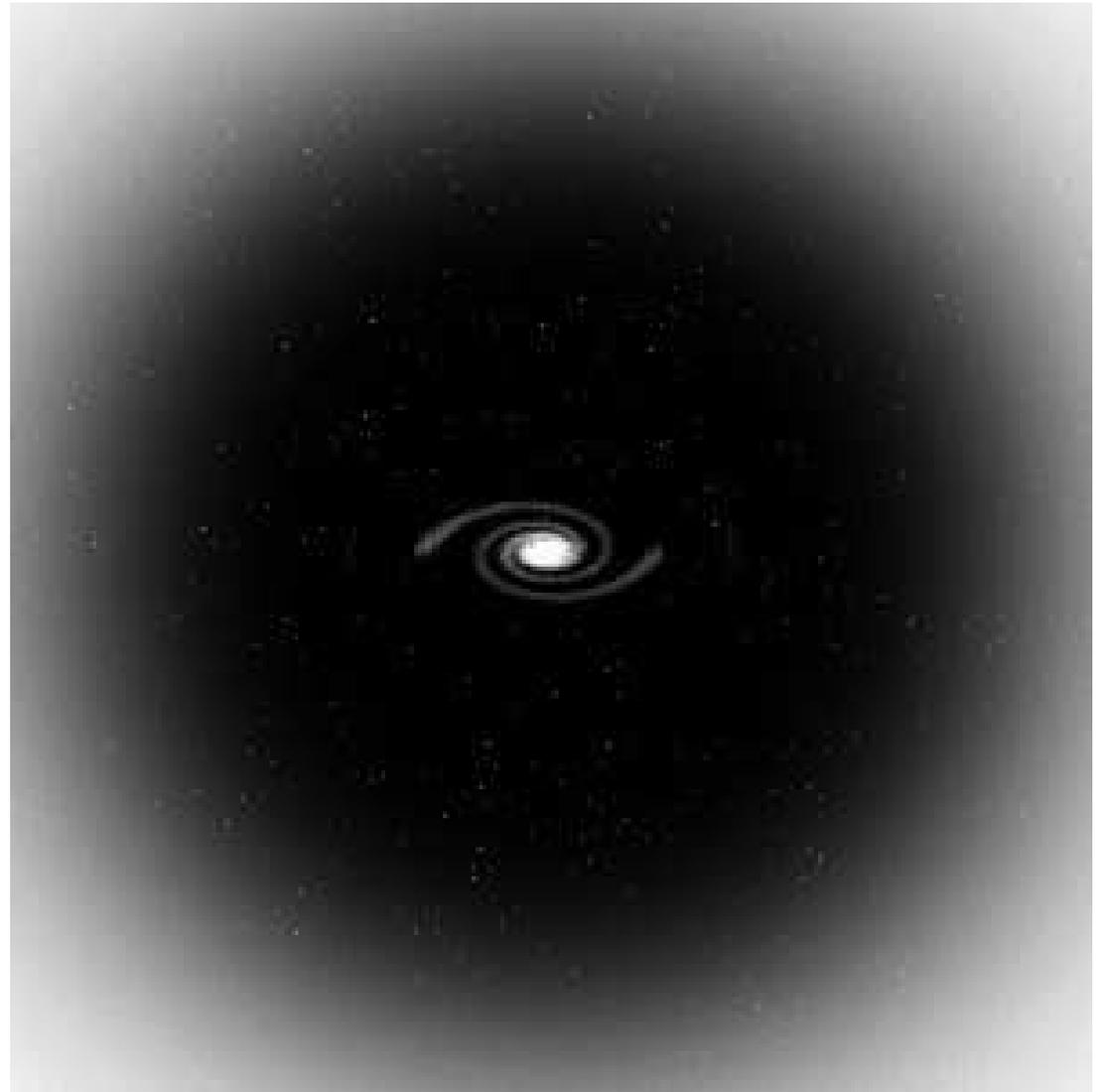
Der Tatbestand

- **Normale Materie:**

Elementare Bausteine sehr gut bekannt

- **Dunkle Materie:**

Ca. 80 % der Materie im Universum macht sich nur durch seine Schwerkraft bemerkbar (ist **dunkel**) und kann nicht durch bekannte elementare Bausteine beschrieben werden



Der Tatbestand

- **Normale Materie:**

Elementare Bausteine sehr gut bekannt

- **Dunkle Materie:**

Ca. 80 % der Materie im Universum macht sich nur durch seine Schwerkraft bemerkbar (ist **dunkel**) und kann nicht durch bekannte elementare Bausteine beschrieben werden



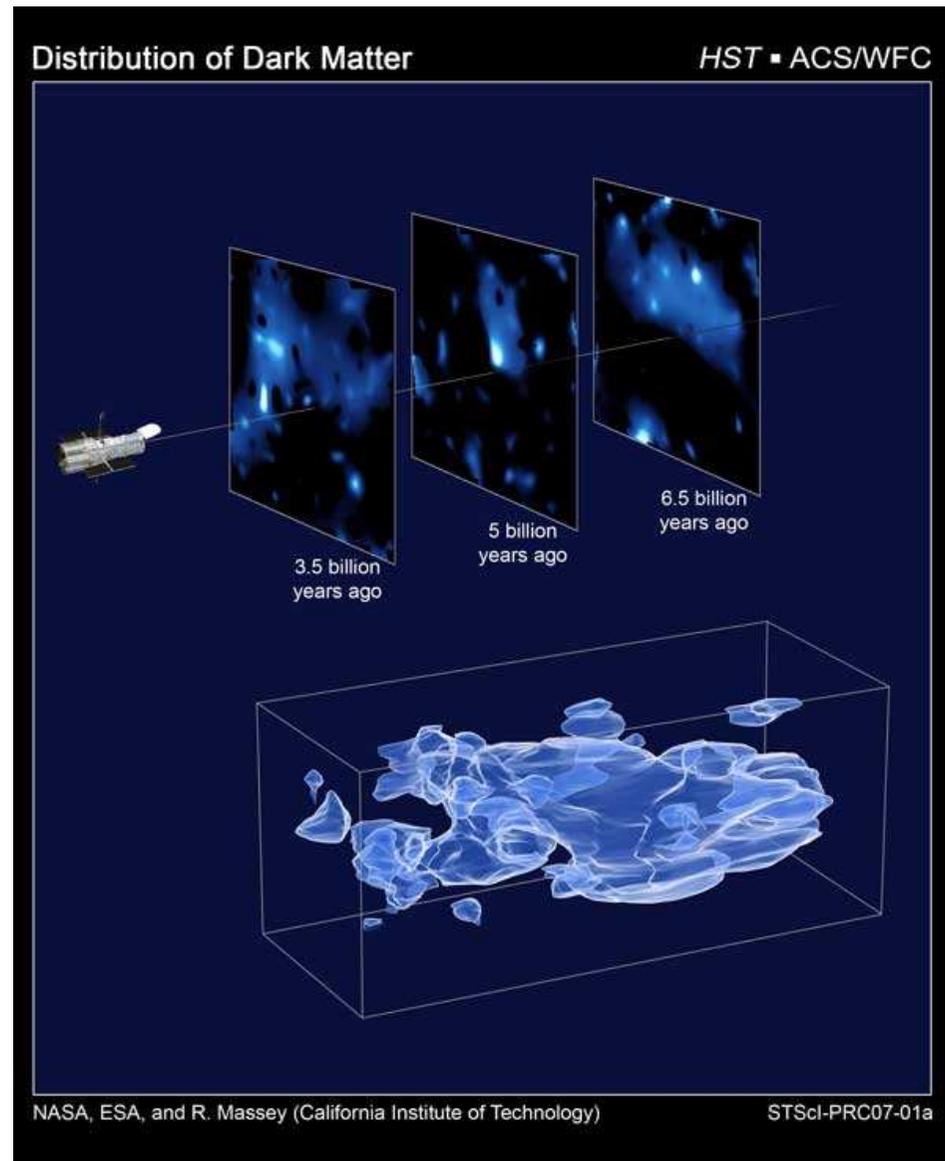
Der Tatbestand

- **Normale Materie:**

Elementare Bausteine sehr gut bekannt

- **Dunkle Materie:**

Ca. 80% der Materie im Universum macht sich nur durch seine Schwerkraft bemerkbar (ist **dunkel**) und kann nicht durch bekannte elementare Bausteine beschrieben werden



Der Tatbestand

- **Normale Materie:**

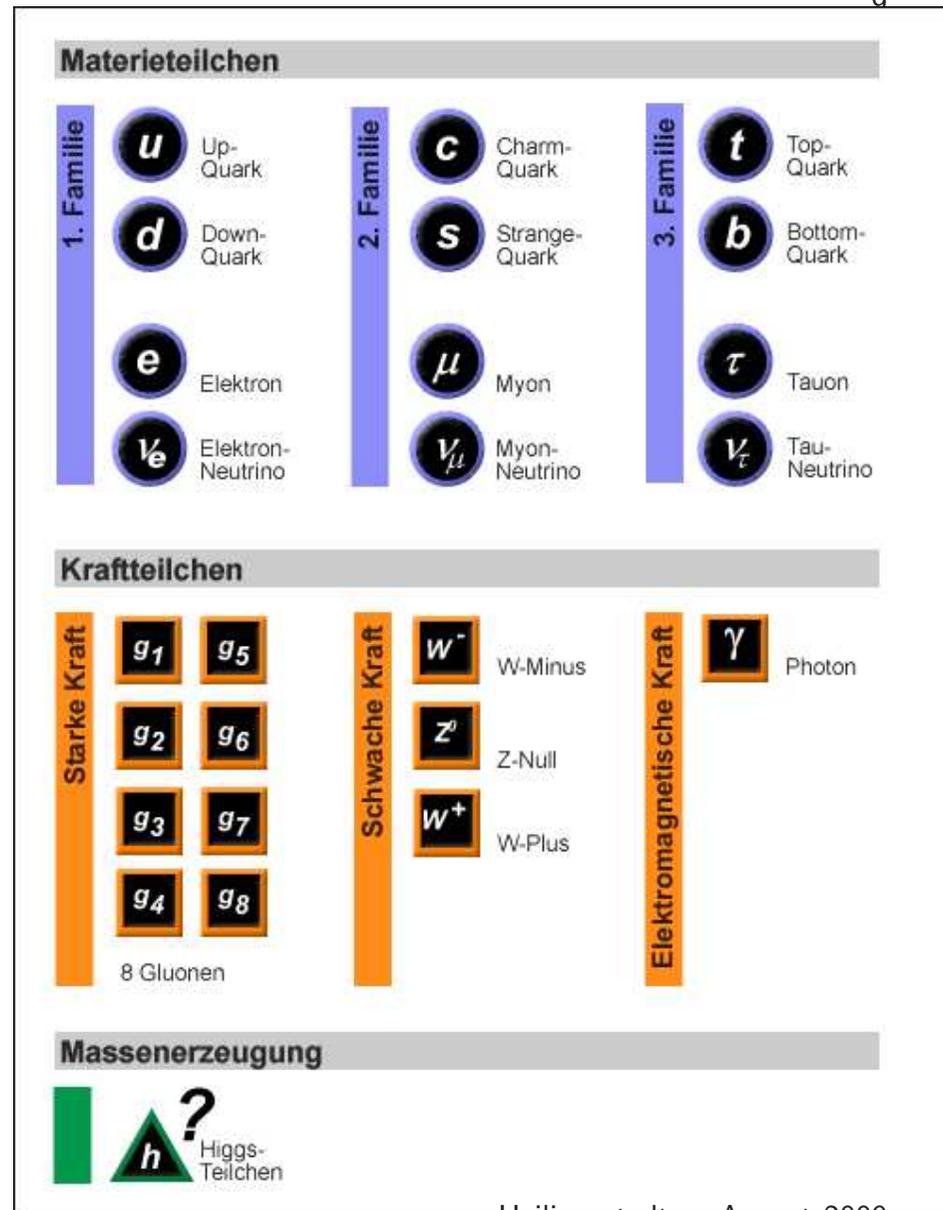
Elementare Bausteine sehr gut bekannt

- **Dunkle Materie:**

Ca. 80 % der Materie im Universum macht sich nur durch seine Schwerkraft bemerkbar (ist **dunkel**) und kann nicht durch bekannte elementare Bausteine beschrieben werden

⇒ Neue Elementarteilchen, die nur sehr schwach mit den bekannten wechselwirken (**versteckt**)

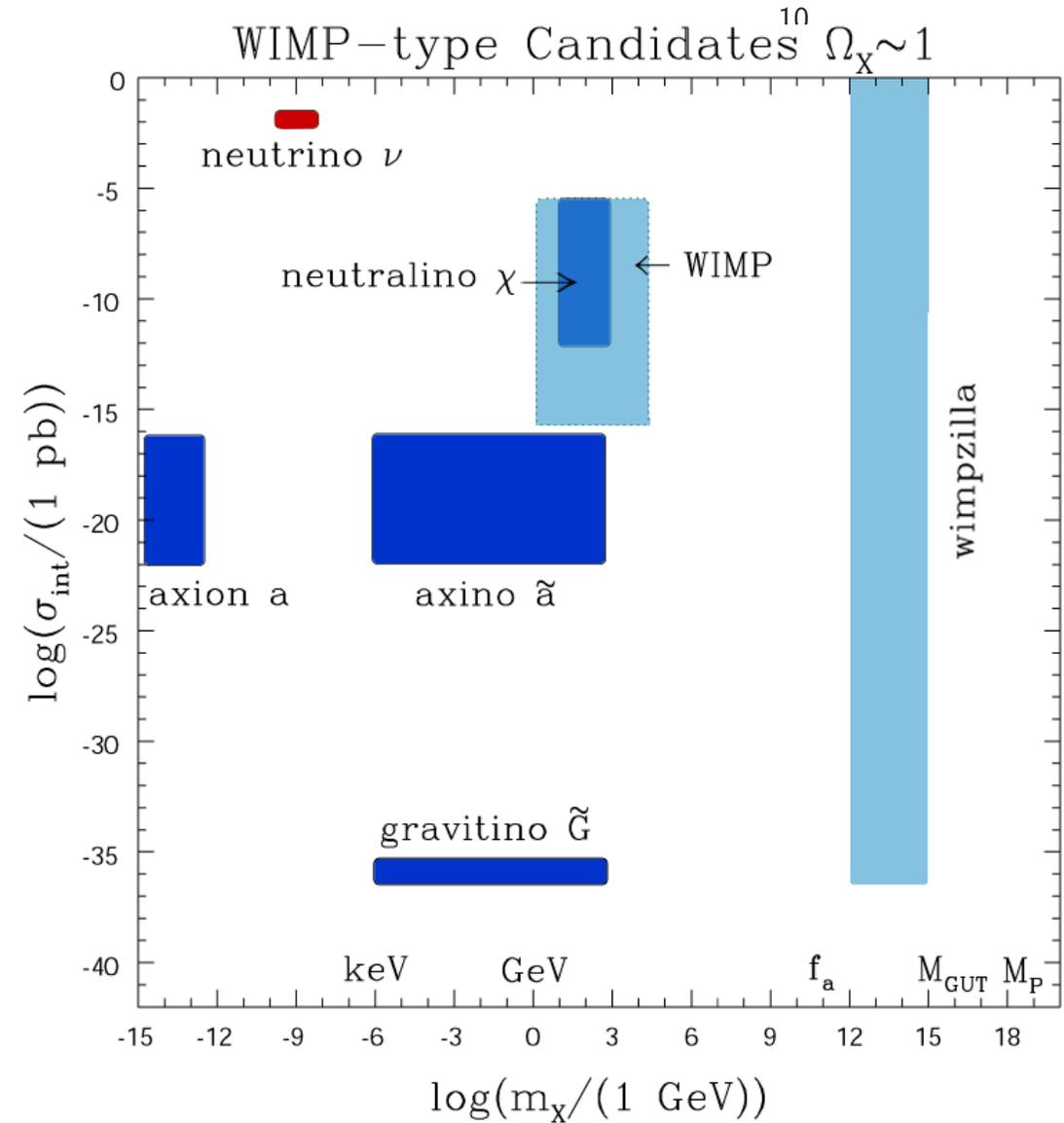
A. Ringwald (DESY)



– Suche nach versteckten Teilchen –

Die Verdächtigen

- Jede Menge Kandidaten:
 - Leichtgewichte (WISPs)
(Weakly Interacting Slim Particles)
 - Schwergewichte (WIMPs)
(Weakly Interacting Massive Particles)

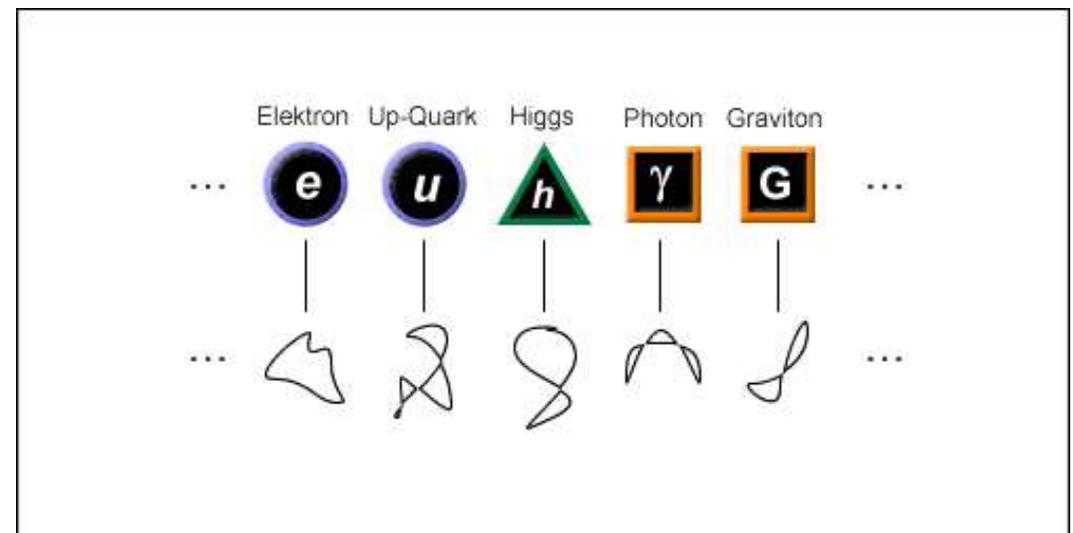


Die Verdächtigen

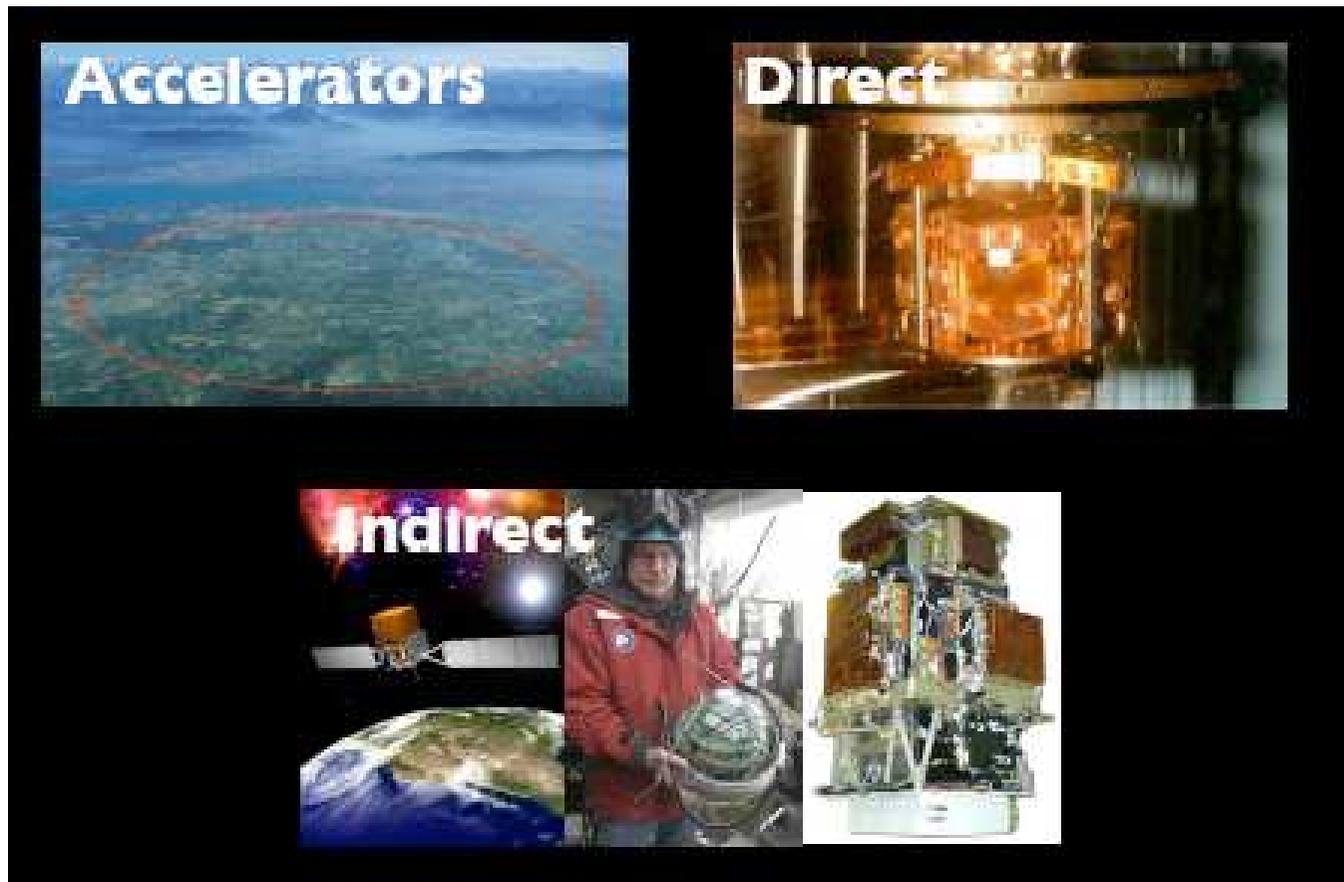
- Jede Menge Kandidaten:
 - Leichtgewichte (**WISPs**)
(**W**eakly **I**nteracting **S**lim **P**articles)
 - Schwergewichte (**WIMPs**)
(**W**eakly **I**nteracting **M**assive **P**articles)
- Kandidaten gut motiviert:

Stringtheorie: Teilchen sind Anregungen von Saiten (Strings)

Vereinheitlichung aller fundamentalen Kräfte

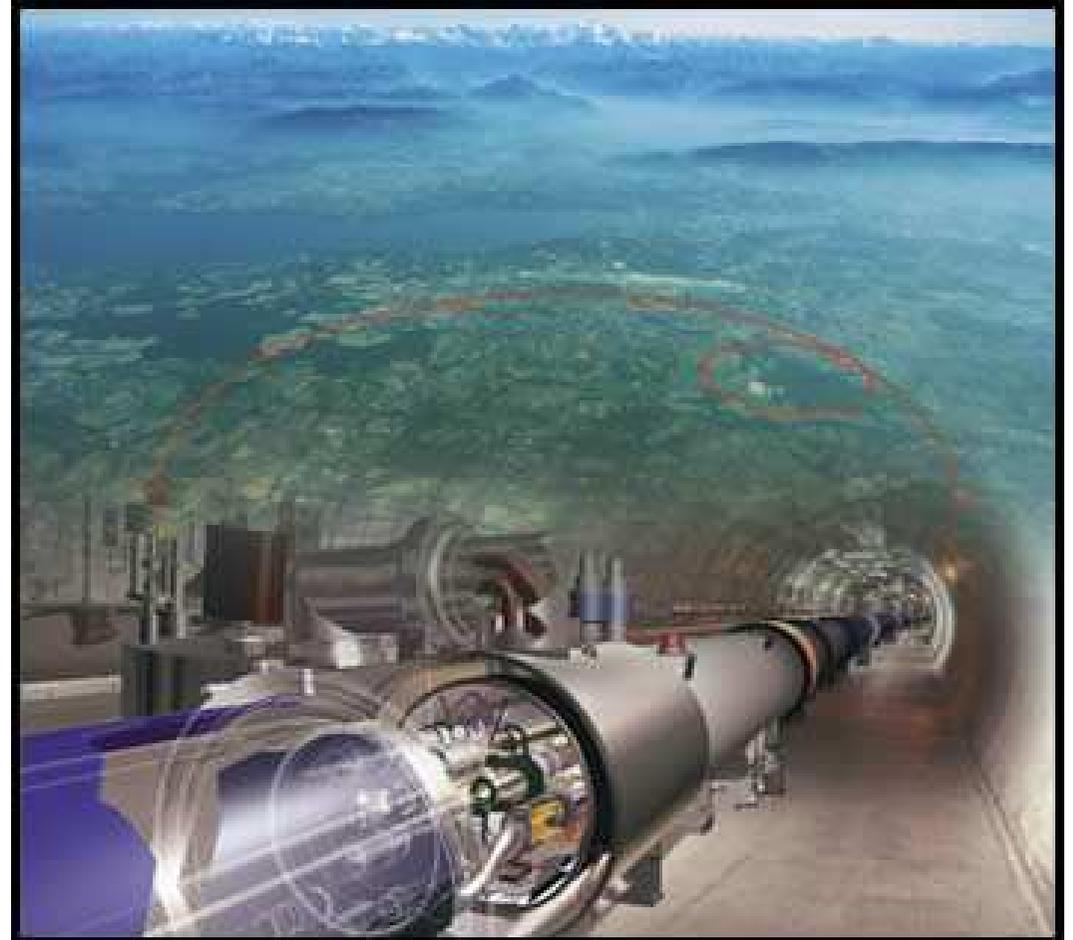


Weltweit werden die versteckten Teilchen gejagt ...



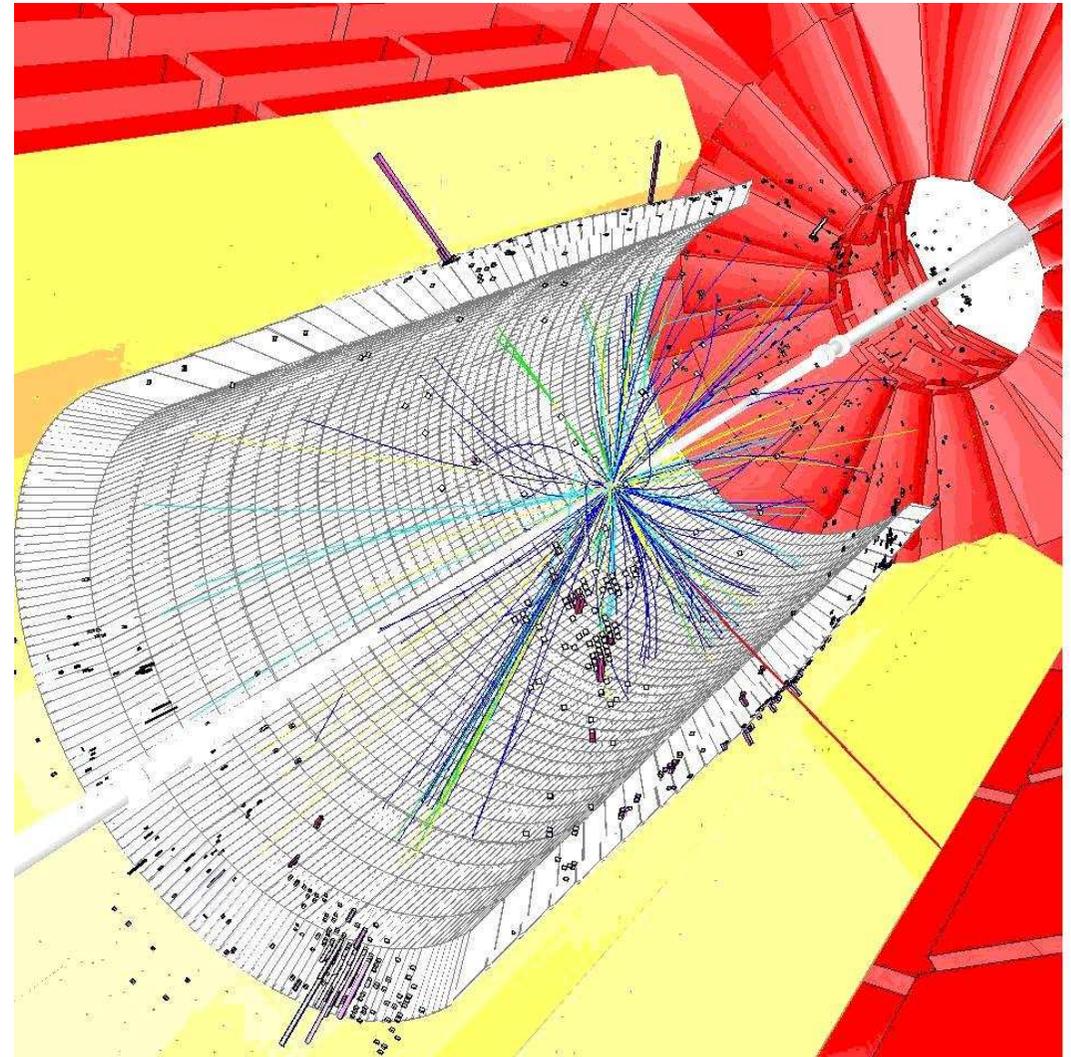
Reine Laborexperimente

- **Schwergewichte (WIMPs):**
 - Massen im TeV Bereich
 - Schwache Wechselwirkung mit bekannten Teilchen
- ⇒ Können am **Large Hadron Collider (LHC)** produziert und nachgewiesen werden



Reine Laborexperimente

- **Schwergewichte (WIMPs):**
 - Massen im TeV Bereich
 - Schwache Wechselwirkung mit bekannten Teilchen
- ⇒ Können am **Large Hadron Collider (LHC)** produziert und nachgewiesen werden



Reine Laborexperimente

- **Schwergewichte (WIMPs):**

- Massen im TeV Bereich
- Schwache Wechselwirkung mit bekannten Teilchen

⇒ Können am Large Hadron Collider (LHC) produziert und nachgewiesen werden

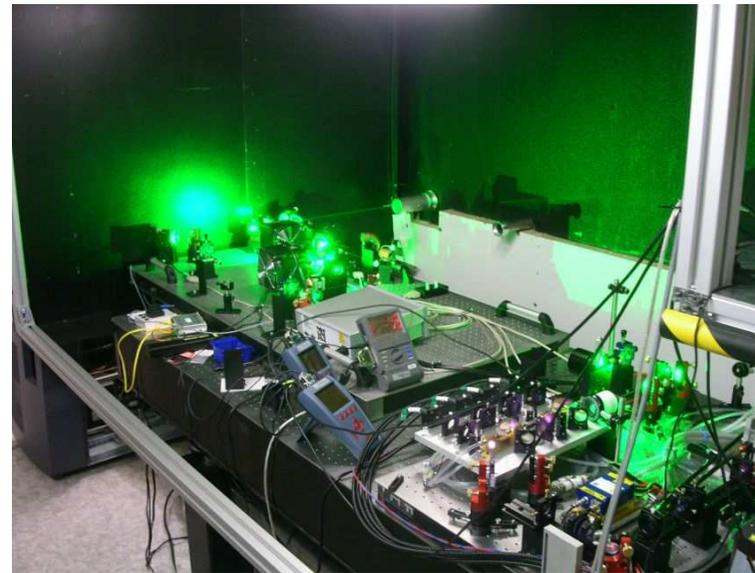
- **Leichtgewichte (WISPs):**

- Massen im meV Bereich
- Sehr schwache Wechselwirkung mit bekannten Teilchen

⇒ Können mit niederenergetischen Photonen produziert und nachgewiesen werden

A. Ringwald (DESY)

- **Lasereperimente**



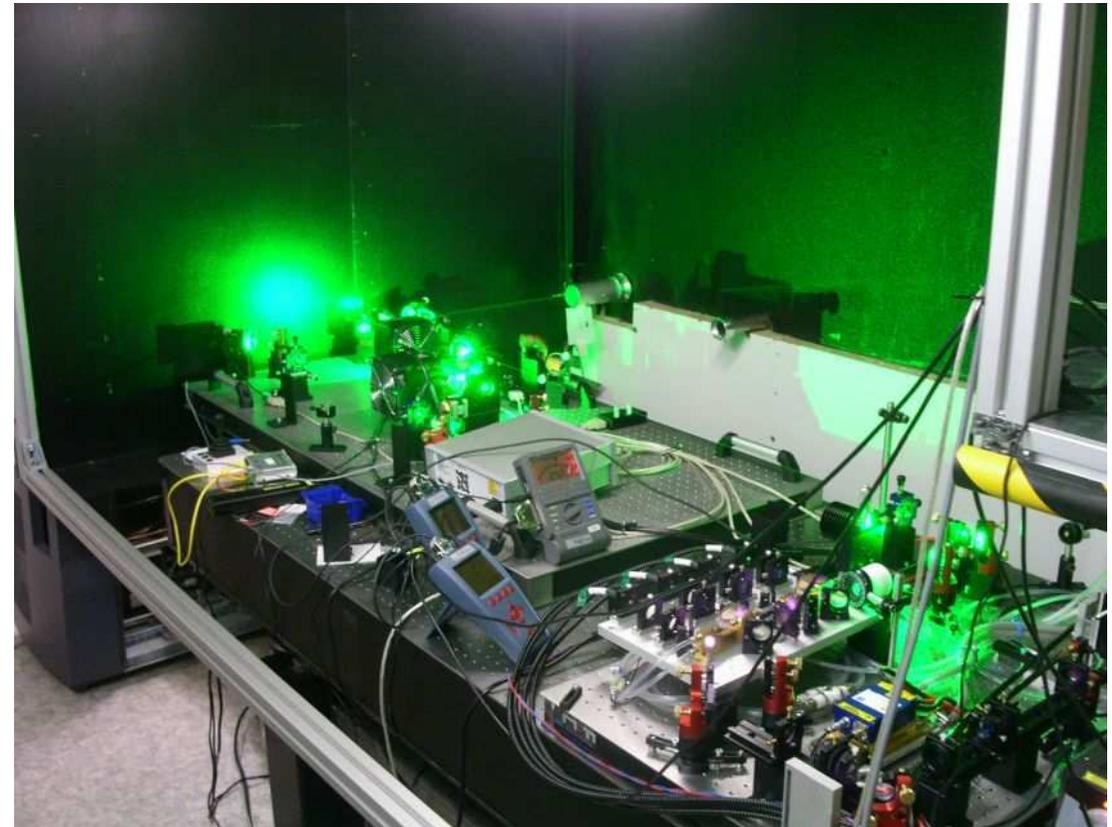
- Experimente mit Mikrowellen-Hohlraumresonatoren

- Torsionswaagen (Coulomb- oder Newtongesetz)

Heiligenstedten, August 2009

Licht durch die Wand

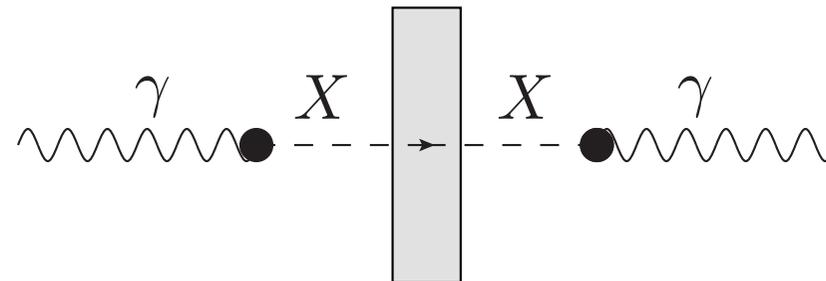
- Laserstrahl durch Vakuumröhre
- Platziere Wand in der Mitte:
 - Laserstrahl wird absorbiert
 - Versteckte Teilchen fliegen durch die Wand und
 - können sich dahinter wieder in Photonen umwandeln, die nachgewiesen werden können (“Licht durch die Wand”)
- Weltweit mehrere Experimente



Licht durch die Wand

- Laserstrahl durch Vakuumröhre
- Platziere Wand in der Mitte:
 - Laserstrahl wird absorbiert
 - Versteckte Teilchen fliegen durch die Wand und
 - können sich dahinter wieder in Photonen umwandeln, die nachgewiesen werden können (“Licht durch die Wand”)
- Weltweit mehrere Experimente

Licht durch die Wand via photon \leftrightarrow WISP Oszillationen:



Licht durch die Wand

- Laserstrahl durch Vakuumröhre

- Platziere Wand in der Mitte:

- Laserstrahl wird absorbiert
- Versteckte Teilchen fliegen durch die Wand und können sich dahinter wieder in Photonen umwandeln, die nachgewiesen werden können (“Licht durch die Wand”)

Experiment	Laser	$\langle P \rangle$	Magnets
ALPS	532 nm; FP	30-300 W	$B_1 = B_2 = 5 \text{ T}$ $l_1 = l_2 = 4.21 \text{ m}$
BFRT	$\sim 500 \text{ nm}$; DL	100 W	$B_1 = B_2 = 3.7 \text{ T}$ $l_1 = l_2 = 4.4 \text{ m}$
BMV	1064 nm; LULI	$8 \times 10^{21} \text{ } \gamma/\text{pulse}$	$B_1 = B_2 = 11 \text{ T}$ $l_1 = l_2 = 0.25 \text{ m}$
GammeV	532 nm;	3.2 W	$B_1 = B_2 = 5 \text{ T}$ $l_1 = l_2 = 3 \text{ m}$
LIPSS	900 nm; FEL	300 W	$B_1 = B_2 = 1.7 \text{ T}$ $l_1 = l_2 = 1 \text{ m}$
OSQAR	1064 nm; FP	$> 1 \text{ kW}$	$B_1 = B_2 = 9.5 \text{ T}$ $l_1 = l_2 = 14 \text{ m}$

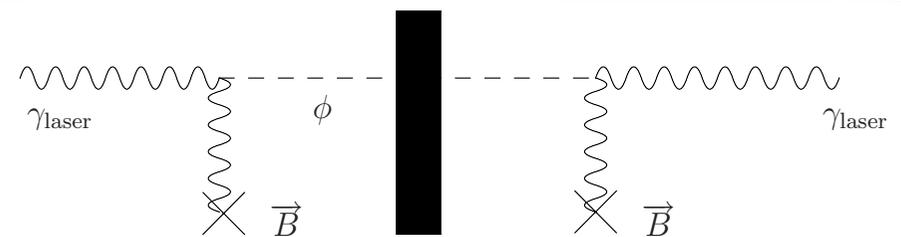
- Weltweit mehrere Experimente

Licht durch die Wand

- Laserstrahl durch Vakuumröhre
- Platziere Wand in der Mitte:
 - Laserstrahl wird absorbiert
 - Versteckte Teilchen fliegen durch die Wand und
 - können sich dahinter wieder in Photonen umwandeln, die nachgewiesen werden können (“Licht durch die Wand”)
- Weltweit mehrere Experimente

ALPS (Axion-Like Particle Search):

[AEI, DESY, Hamburger Sternwarte, Laser Zentrum Hannover]



Licht durch die Wand

- Laserstrahl durch Vakuumröhre
- Platziere Wand in der Mitte:
 - Laserstrahl wird absorbiert
 - Versteckte Teilchen fliegen durch die Wand und
 - können sich dahinter wieder in Photonen umwandeln, die nachgewiesen werden können (“Licht durch die Wand”)
- Weltweit mehrere Experimente

ALPS (Axion-Like Particle Search):

[AEI, DESY, Hamburger Sternwarte, Laser Zentrum Hannover]

- Primärstrahl: enhanced LIGO laser (1064 nm, 35 W cw)
 - ⇒ frequenzverdoppelt auf 532 nm
 - ⇒ ~ 70 fache Leistungsverstärkung durch resonante optische Kavität (Fabry-Perot), $\sim 10 \mu m$ Fokus
 - ⇒ CCD Kamera: regenerierte Photonen erwartet in Signalregion von wenigen Pixeln

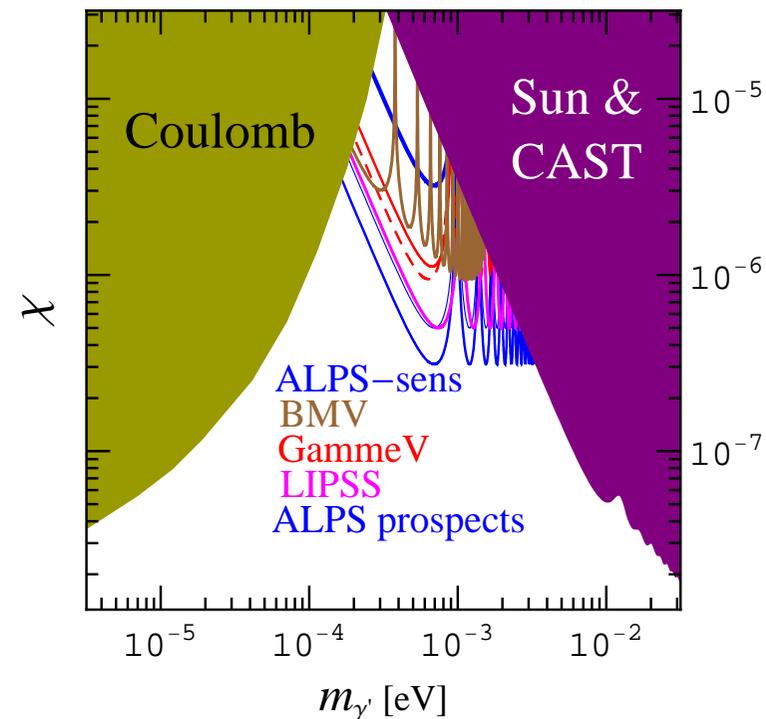
Licht durch die Wand

- Laserstrahl durch Vakuumröhre
- Platziere Wand in der Mitte:
 - Laserstrahl wird absorbiert
 - Versteckte Teilchen fliegen durch die Wand und
 - können sich dahinter wieder in Photonen umwandeln, die nachgewiesen werden können (“Licht durch die Wand”)
- Weltweit mehrere Experimente

ALPS (Any-Light Particle Search):

[AEI, DESY, Hamburger Sternwarte, Laser Zentrum Hannover]

Entdeckungspotential für γ' :



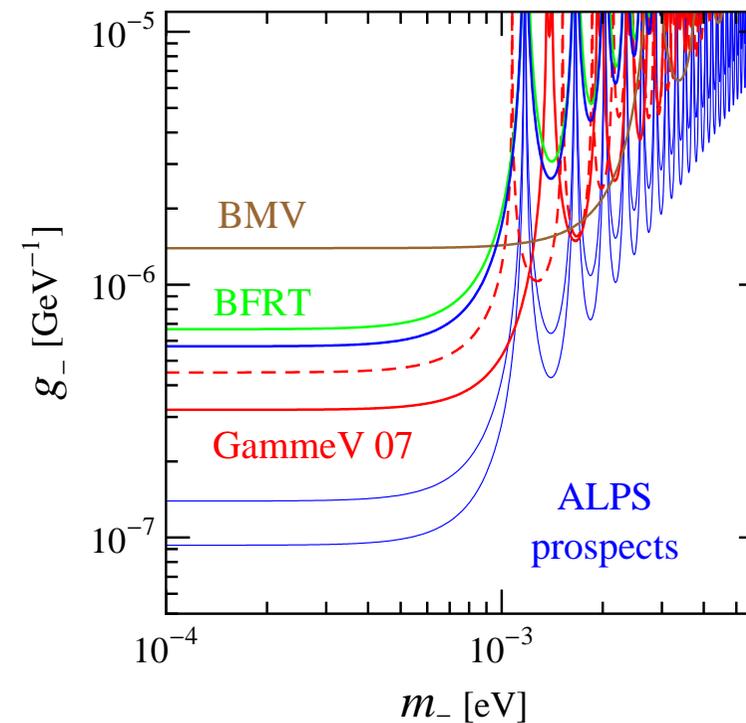
Licht durch die Wand

- Laserstrahl durch Vakuumröhre
- Platziere Wand in der Mitte:
 - Laserstrahl wird absorbiert
 - Versteckte Teilchen fliegen durch die Wand und
 - können sich dahinter wieder in Photonen umwandeln, die nachgewiesen werden können (“Licht durch die Wand”)
- Weltweit mehrere Experimente

ALPS (Axion-Like Particle Search):

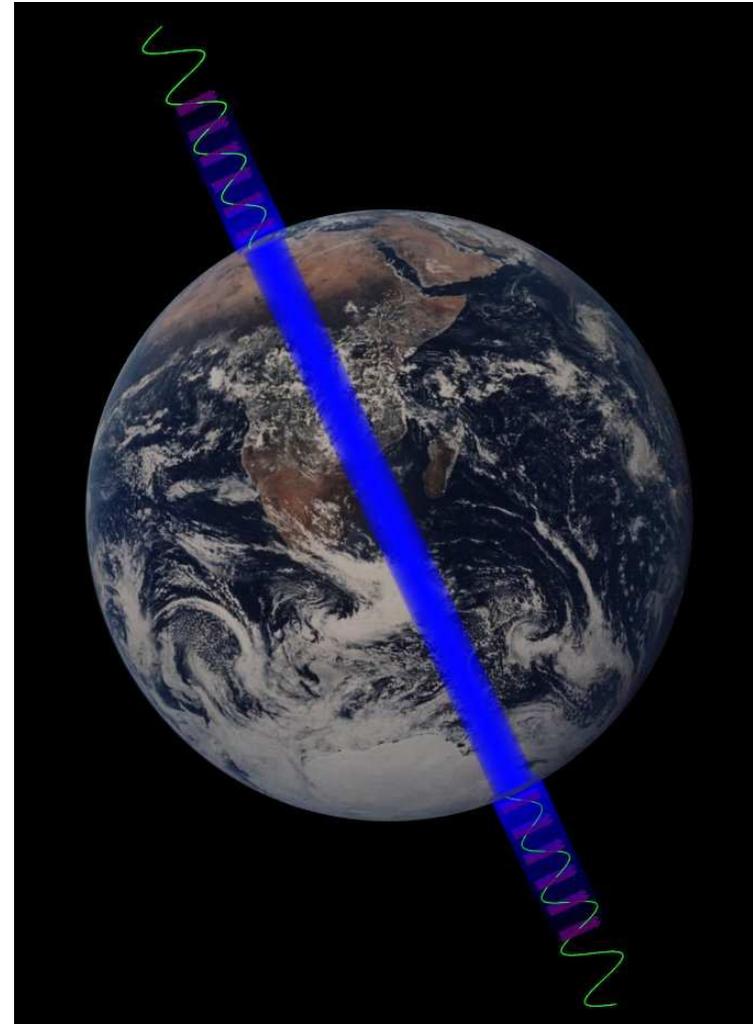
[AEI, DESY, Hamburger Sternwarte, Laser Zentrum Hannover]

Entdeckungspotential für Axion-artige Teilchen:



Weltweite Kommunikation mit versteckten Teilchen?

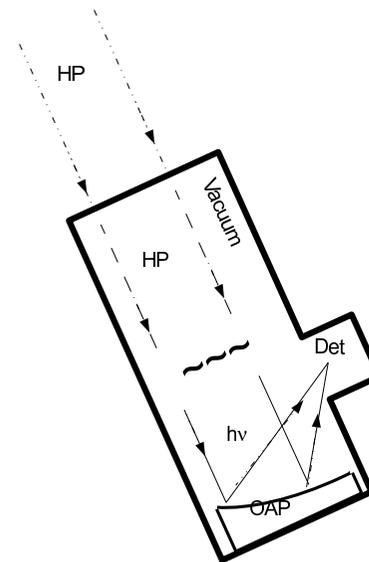
- Falls “Licht durch die Wand” Experiment erfolgreich:
 - ⇒ Machbarkeitsbeweis für drahtlose Datenübermittlung durch “undurchlässiges” Material
 - ⇒ Abhörsichere Datenfernübermittlung



Teleskopsuche

- Sonne produziert große Menge an versteckten Photonen
- Diese wandeln sich innerhalb lichtdichter Vakuumröhre, die auf astronomischem Teleskop montiert ist, das der Sonne folgt, in sichtbare Photonen um
- Letztere werden mittels Spiegel auf einen sensitiven Detektor gerichtet

SHIPS (Solar Hidden Photon Search): [DESY, Hamburger Sternwarte]



Teleskopsuche

- Sonne produziert große Menge an versteckten Photonen
- Diese wandeln sich innerhalb lichtdichter Vakuumröhre, die auf astronomischem Teleskop montiert ist, das der Sonne folgt, in sichtbare Photonen um
- Letztere werden mittels Spiegel auf einen sensitiven Detektor gerichtet

SHIPS (Solar Hidden Photon Search): [DESY, Hamburger Sternwarte]

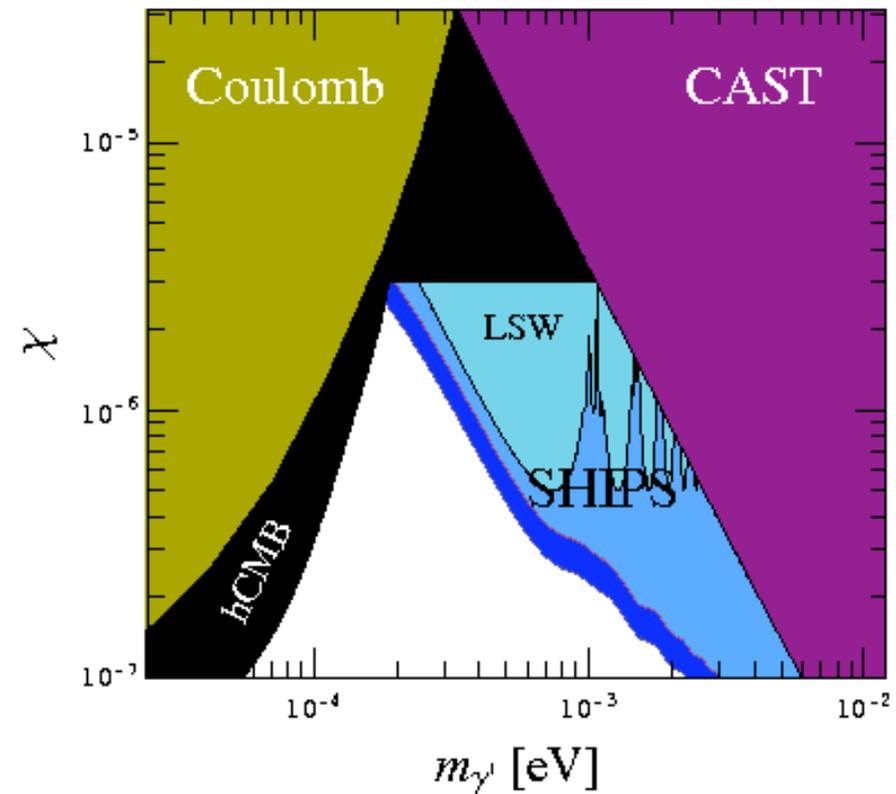


[AR '09]

Teleskopsuche

- Sonne produziert große Menge an versteckten Photonen
- Diese wandeln sich innerhalb lichtdichter Vakuumröhre, die auf astronomischem Teleskop montiert ist, das der Sonne folgt, in sichtbare Photonen um
- Letztere werden mittels Spiegel auf einen sensitiven Detektor gerichtet

SHIPS (Solar Hidden Photon Search): [DESY, Hamburger Sternwarte]



[Redondo '09]

Heiligenstedten, August 2009

Und die Moral von der Geschicht' . . .

Auch mit niederenergetischen Photonen und “Ersatzteilen” der Hochenergiebeschleuniger können spannende Fragen der Teilchenphysik untersucht werden . . .

