

# Quarks, Higgs & die Teilchenphysiker

## Forschung am CERN

Ulrike Schnoor  
8. November 2013  
Sternwarte Gönnisdorf



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN

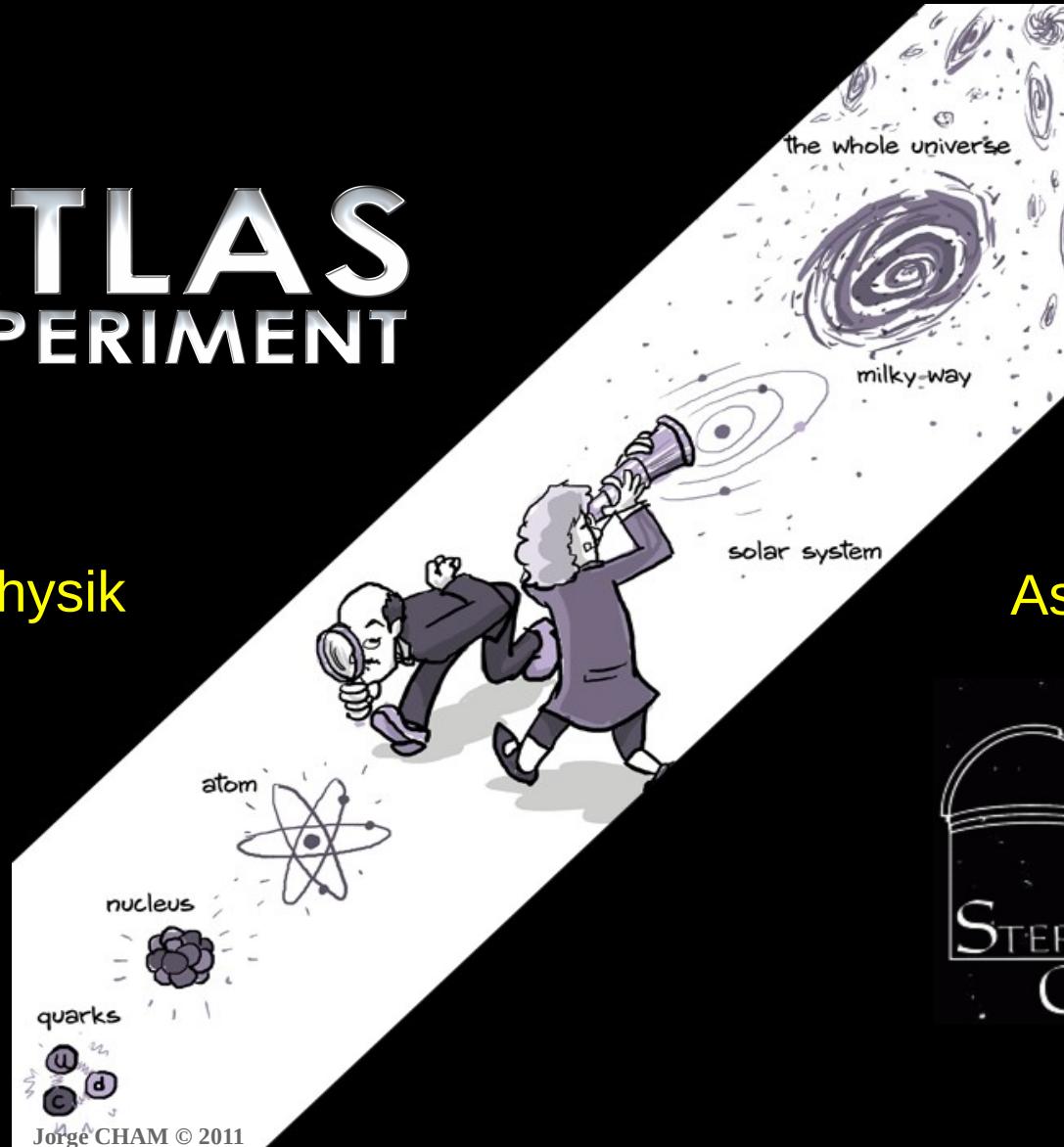


ATLAS  
EXPERIMENT

# Teilchenphysik und Astronomie

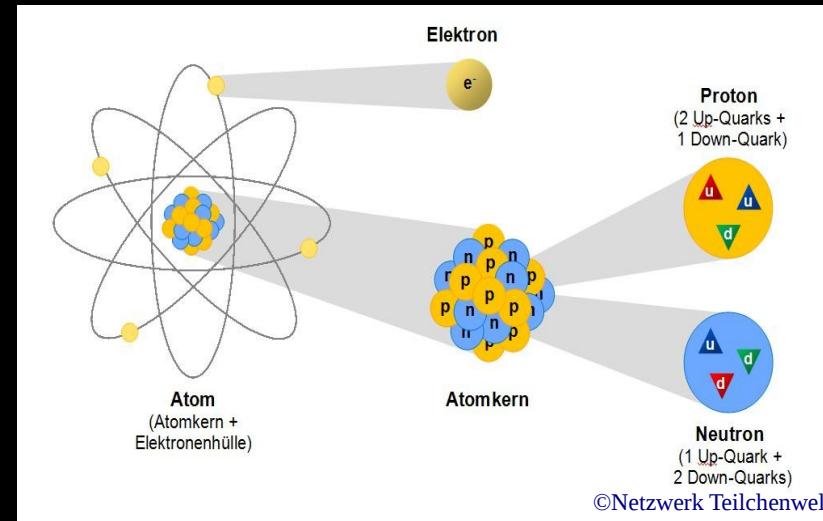


Teilchenphysik

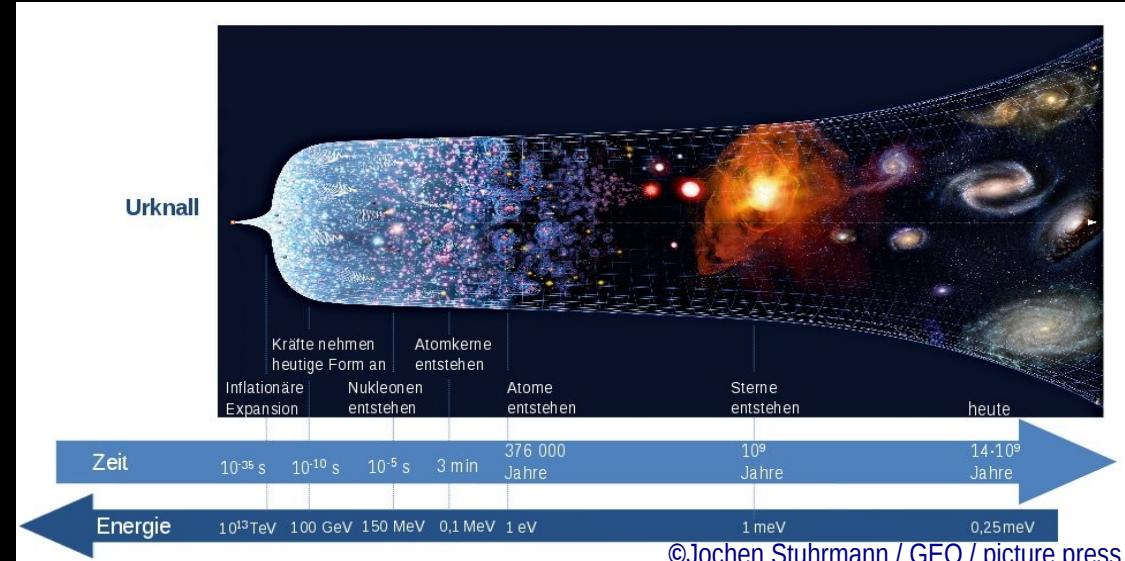


# Teilchenphysik

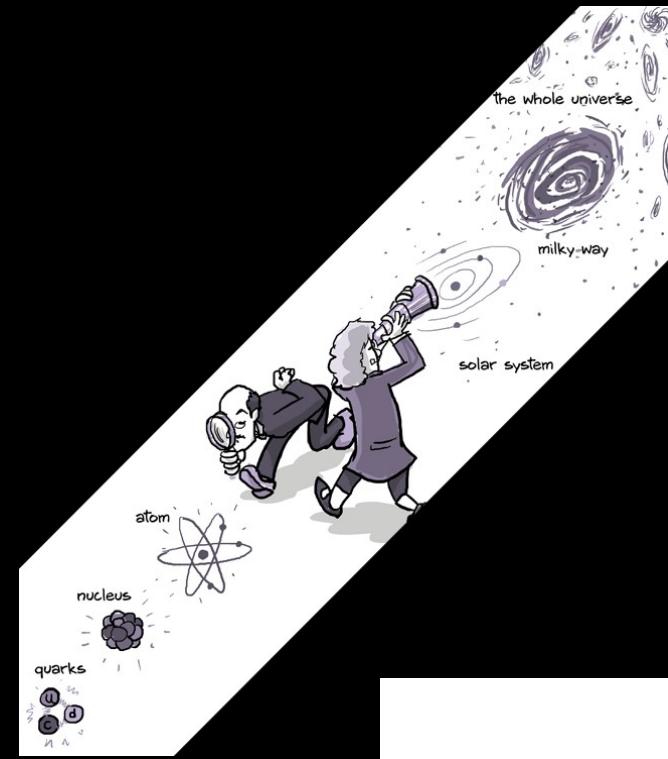
Wie ist die Materie aufgebaut?



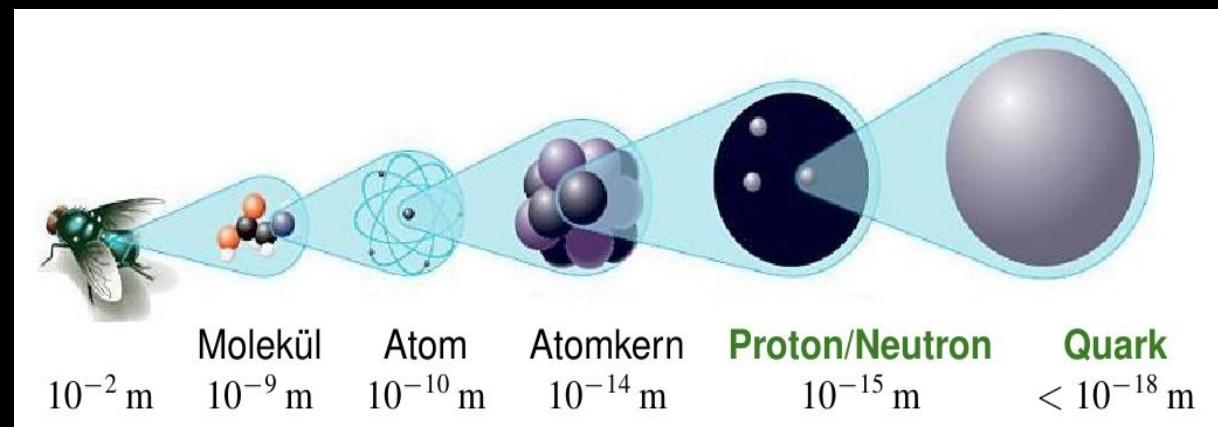
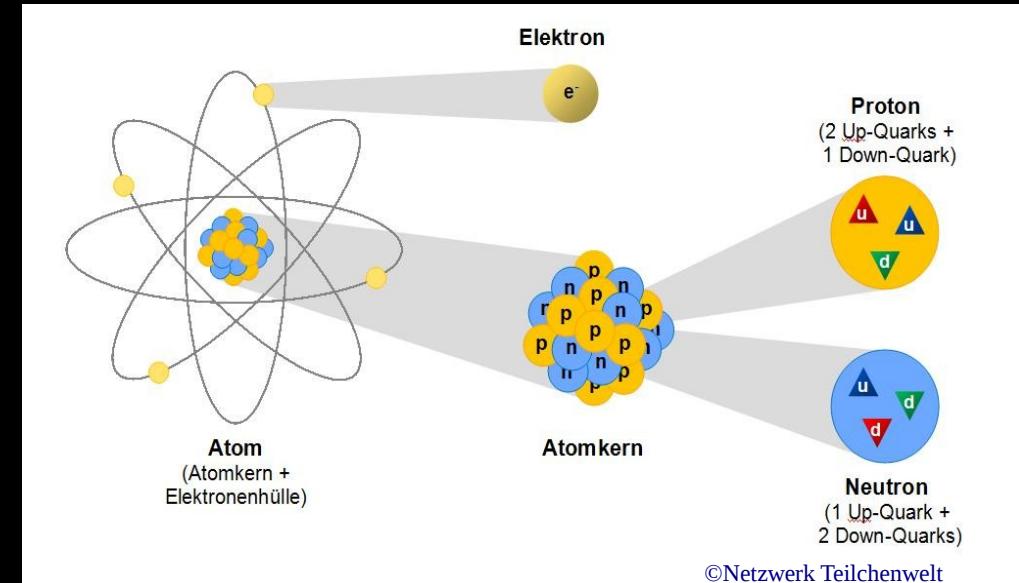
Wie hat sich das Universum entwickelt?



# Aufbau der Materie

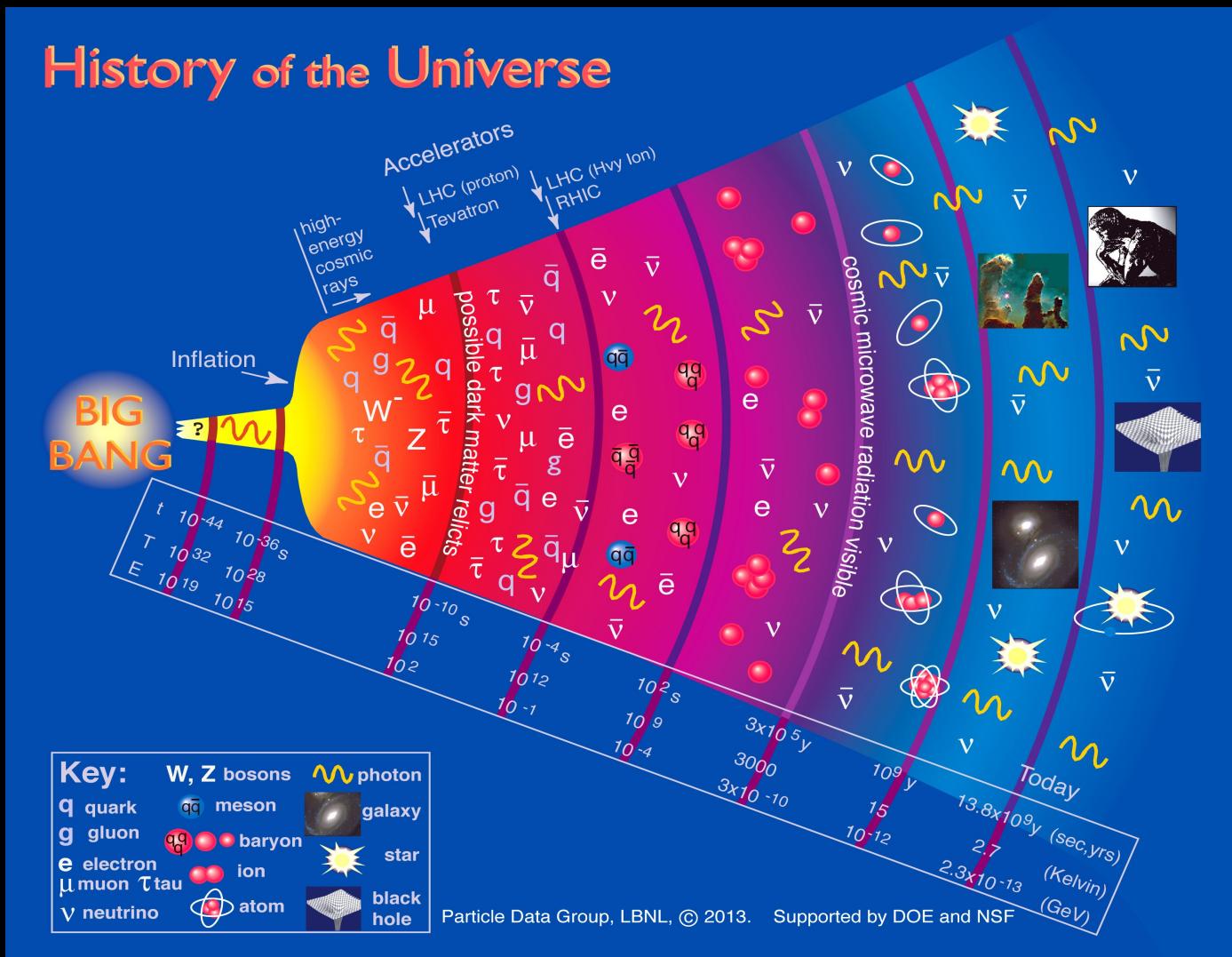


Jorge CHAM © 2011

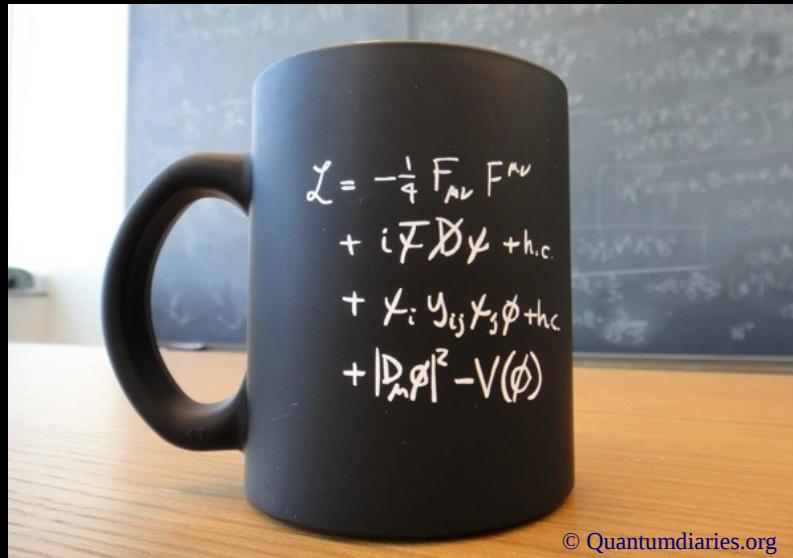


© The Royal Swedish Academy of Sciences (Illustration: Typoform)

# Geschichte des Universums



# Standardmodell der Teilchenphysik



Das Standardmodell  
der Teilchenphysik  
beschreibt:

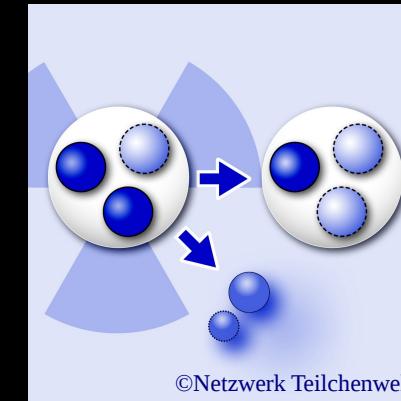
- Teilchen
- Wechselwirkungen  
(=Kräfte)

**hergeleitet aus  
fundamentalen  
Symmetrien**

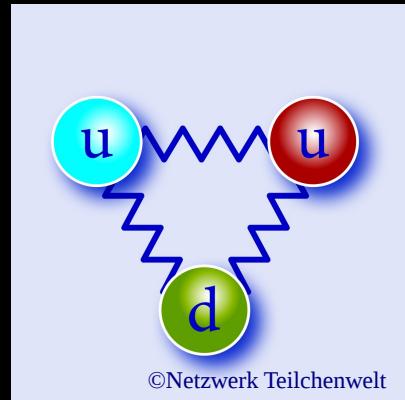
# Kräfte



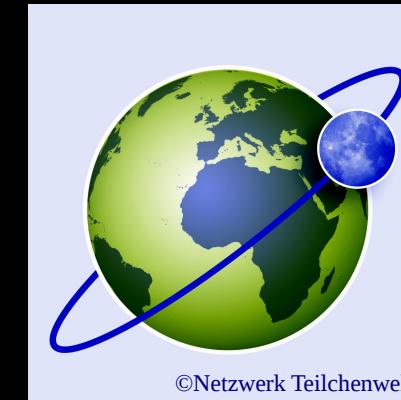
elektromagnetische  
Wechselwirkung



schwache  
Wechselwirkung



starke  
Wechselwirkung



Gravitation

# Teilchen des Standardmodells

<b>Quarks</b>	u up 2,4 MeV $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$	c charm 1,27 GeV $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$	t top 171,2 GeV $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$	$\gamma$ Photon 0 0 1	Higgs Boson ? GeV 0 0
d down 4,8 MeV $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$	s strange 104 MeV $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$	b bottom 4,2 GeV $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$	g Gluon 0 0 1		
e Elektron-Neutrino <2,2 eV 0 $\frac{1}{2}$	$\nu_e$ Myon-Neutrino <0,17 MeV 0 $\frac{1}{2}$	$\nu_\mu$ Tau-Neutrino <15,5 MeV 0 $\frac{1}{2}$	$\nu_\tau$ Z Boson 91,2 GeV 0 1	$Z^0$ Z Boson 91,2 GeV 0 1	
e Elektron 0,511 MeV -1 $\frac{1}{2}$	$\mu$ Myon 105,7 MeV -1 $\frac{1}{2}$	$\tau$ Tau 1,777 GeV -1 $\frac{1}{2}$	$W^\pm$ W Boson 80,4 GeV $\pm 1$ 1		<b>Lichtbosonen</b>

Wikipediat (MissMJ)

## Teilchen des Standardmodells:

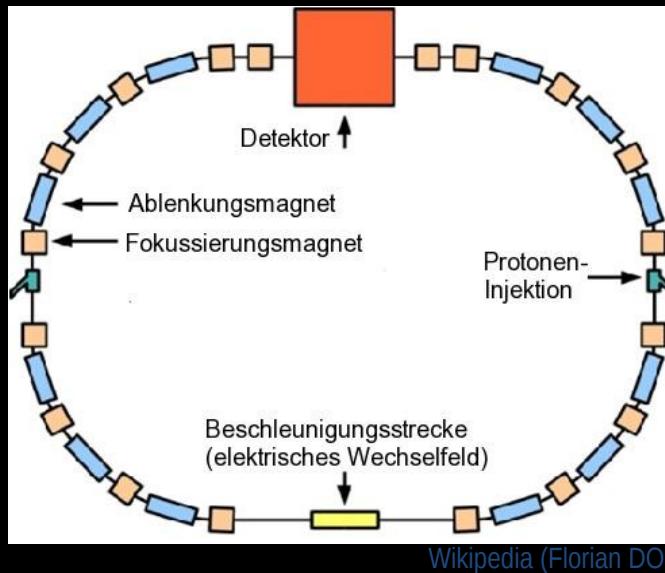
- Ladung (elektrisch, schwach, Farbladung)
- Masse
- Materienteilchen (3 Familien)
- Austauschteilchen

# Teilchenbeschleuniger



Beschleunigung:  
elektrische Felder  
Ablenkung/  
Fokussierung:  
Magnetfelder

Kollision

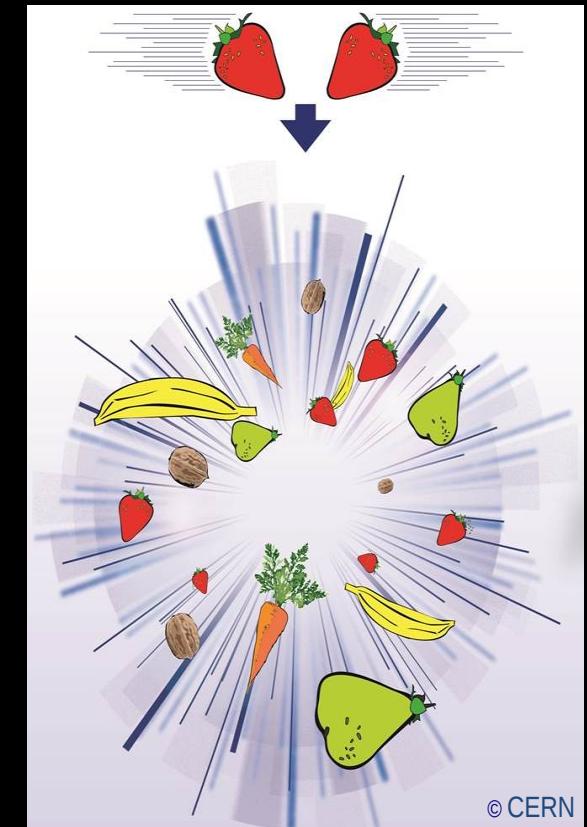
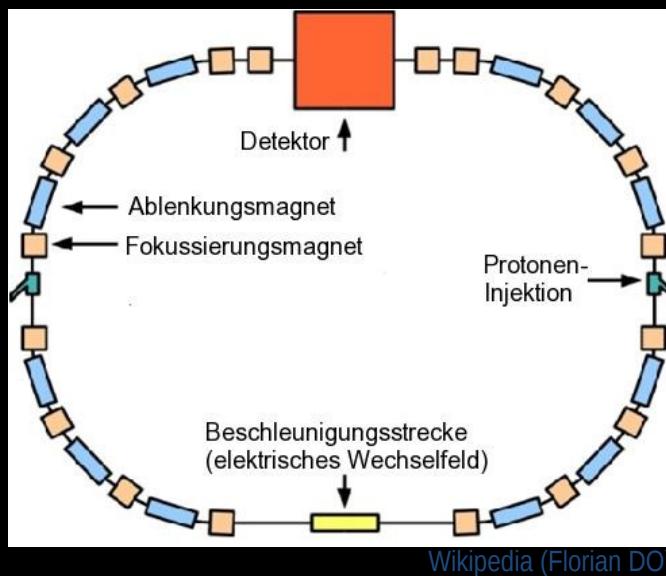


# Teilchenbeschleuniger

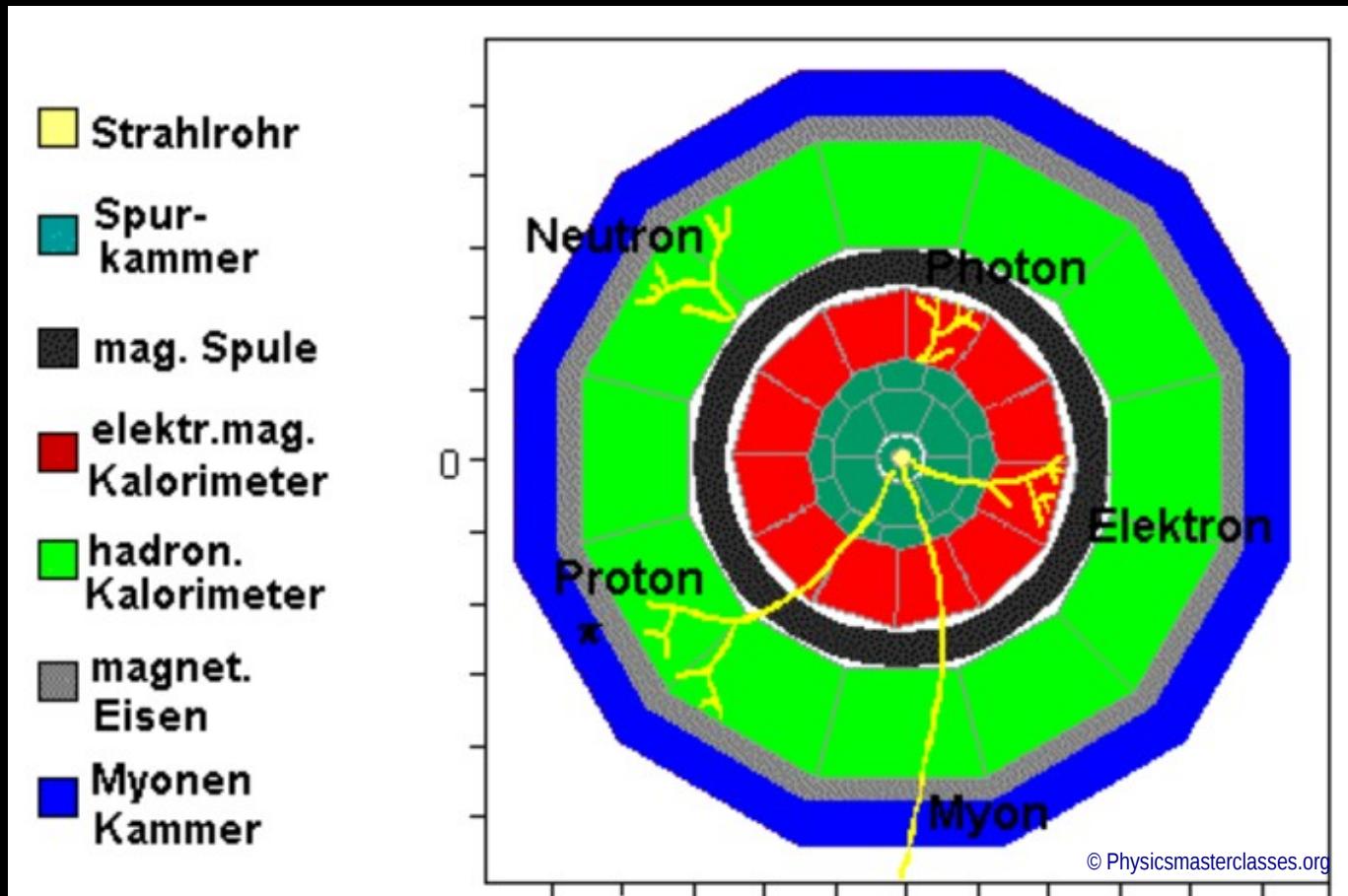


Beschleunigung:  
elektrische Felder  
Ablenkung/  
Fokussierung:  
Magnetfelder

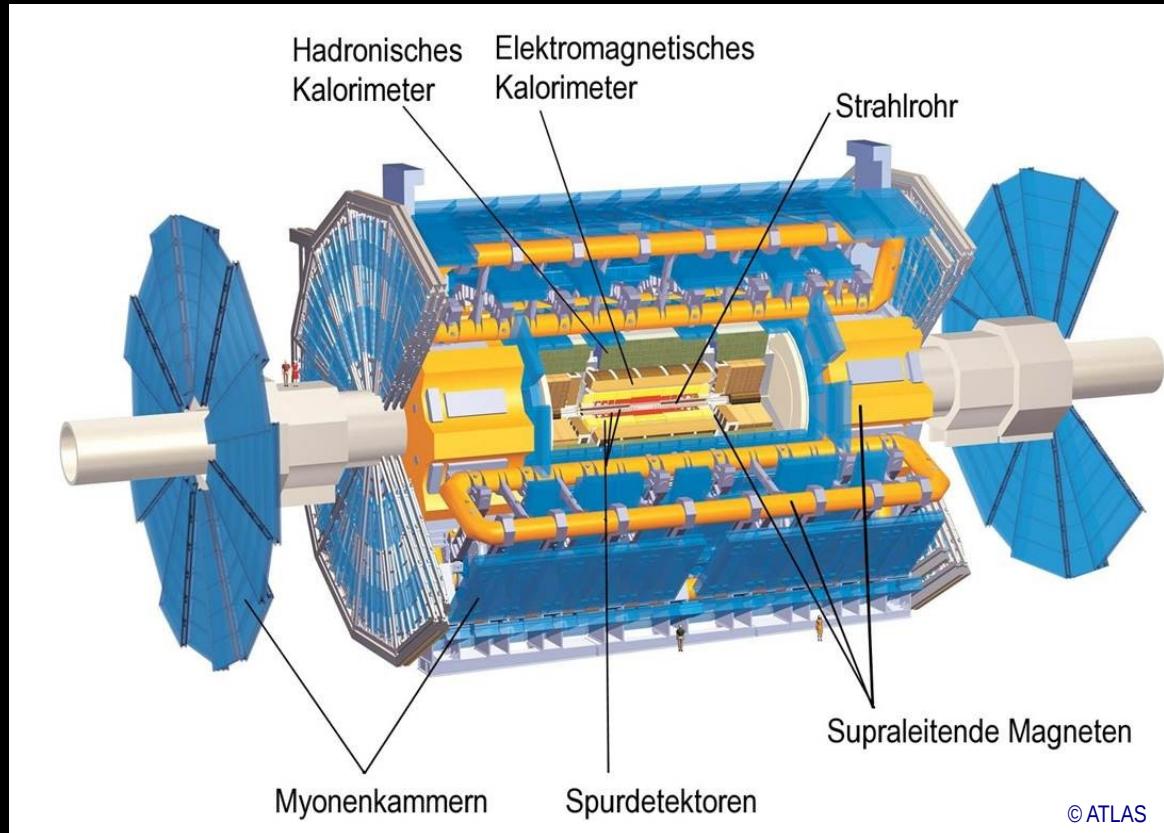
$$E = mc^2$$



# Teilchendetektoren



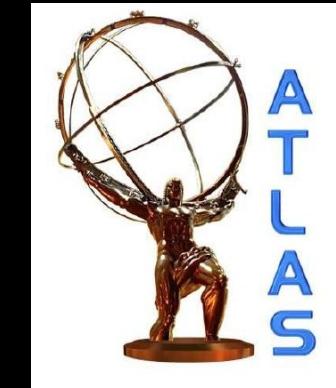
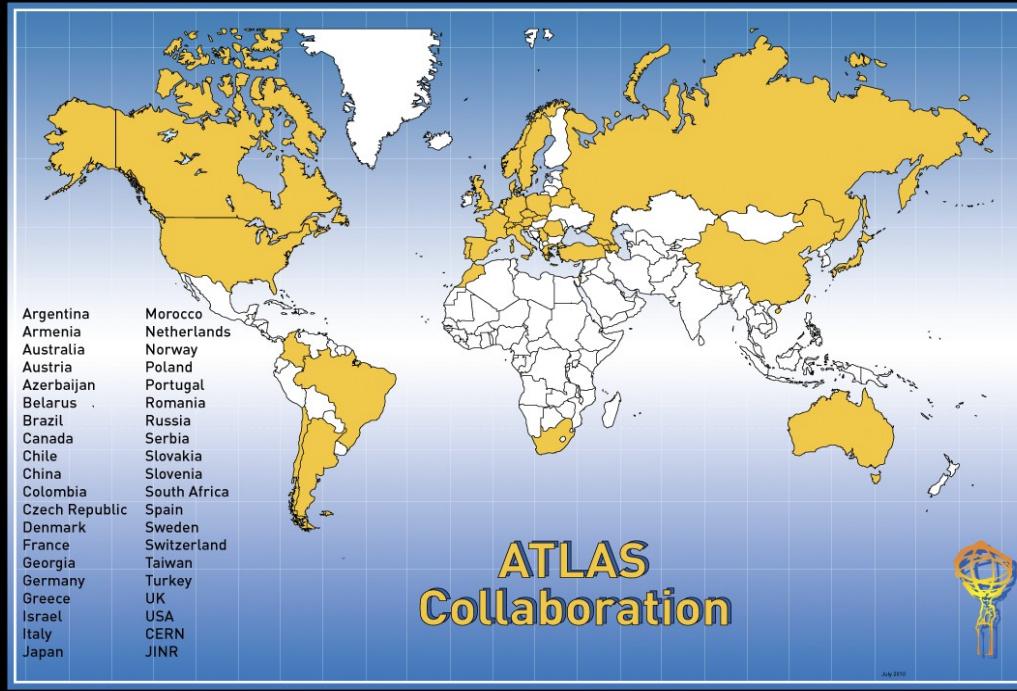
# ATLAS-Detektor



45 m lang  
25 m Durchmesser  
7000 t  
3000 km Kabel  
10 Jahre Bauzeit  
100 m unter der Erde

Messdaten: 3200  
Tbyte pro Jahr (7 km  
hoher CD-Stapel)

# ATLAS-Kollaboration

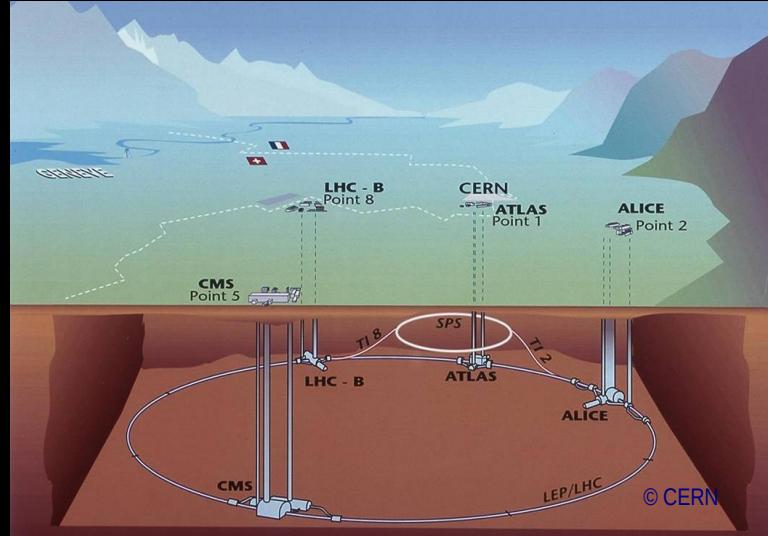


## ATLAS

2200 Mitglieder  
(1000 Studenten +  
Doktoranden)

177 Institute  
38 Länder

# CERN



Conseil Européen pour  
la Recherche Nucléaire

20 europäische  
Mitgliedsstaaten +  
7 nicht-europäische  
Beobachterstaaten

Weltweit ca. 11.000  
Mitarbeiter

bei Genf, zwischen Jura  
und Alpen

# LHC

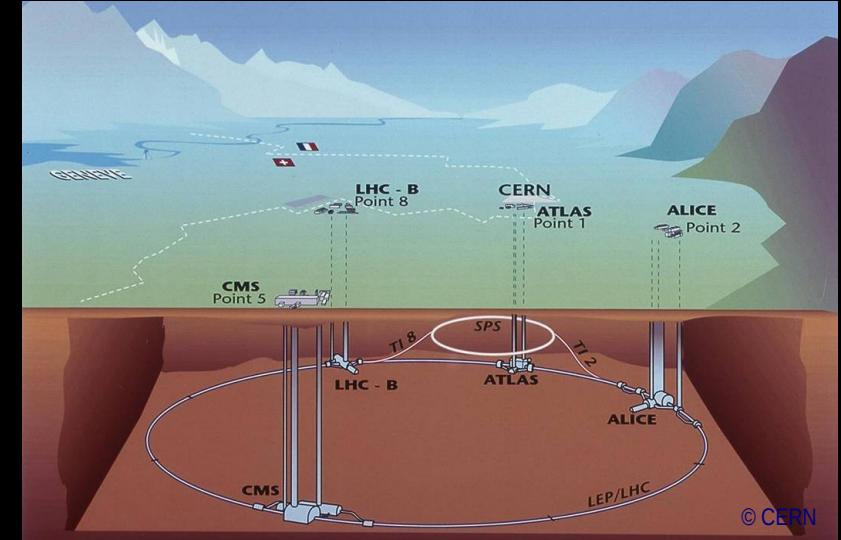
Proton-Proton-Beschleu  
niger

27 km Umfang

Schwerpunktsenergie:  
7 TeV – 8 TeV – 13/14 TeV

Datennahme seit 2009

Dieses Jahr: Pause



# Messung

40 Millionen Kollisionen pro Sekunde



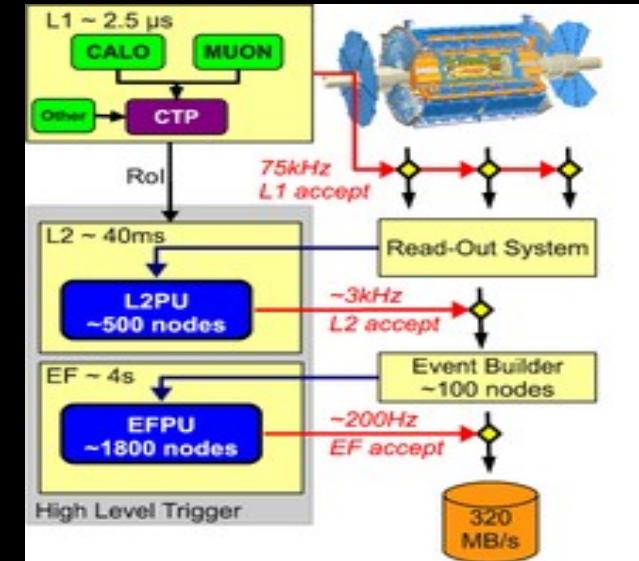
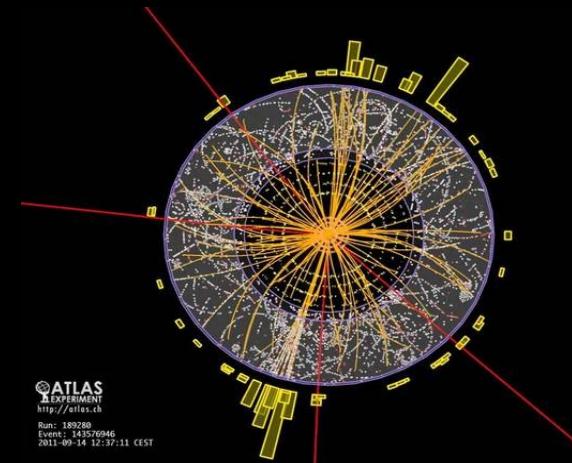
75 kHz



1 kHz



200 Ereignisse pro Sekunde

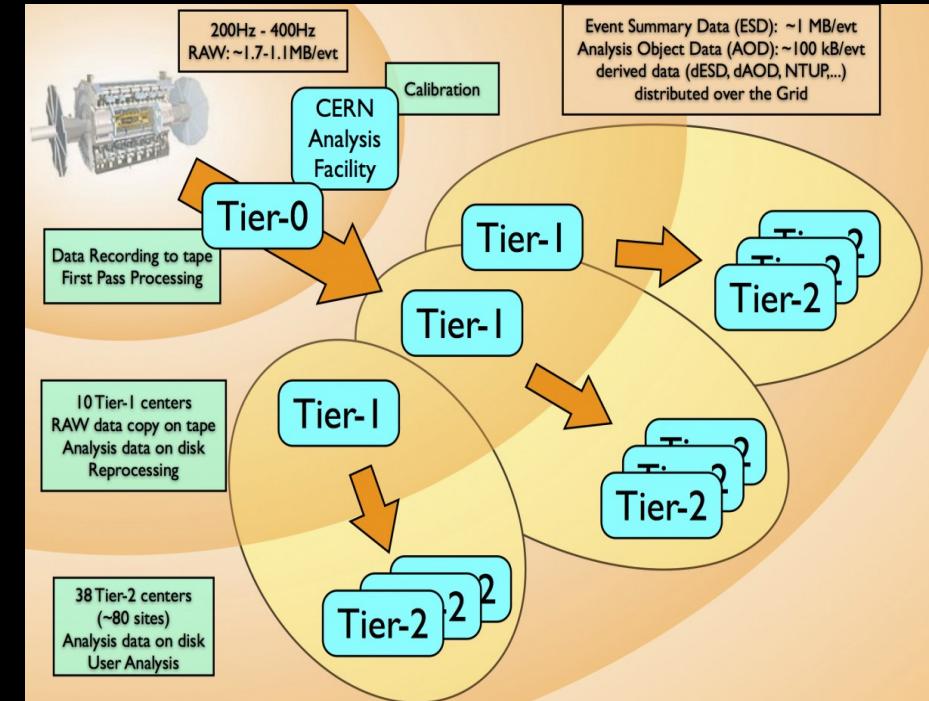
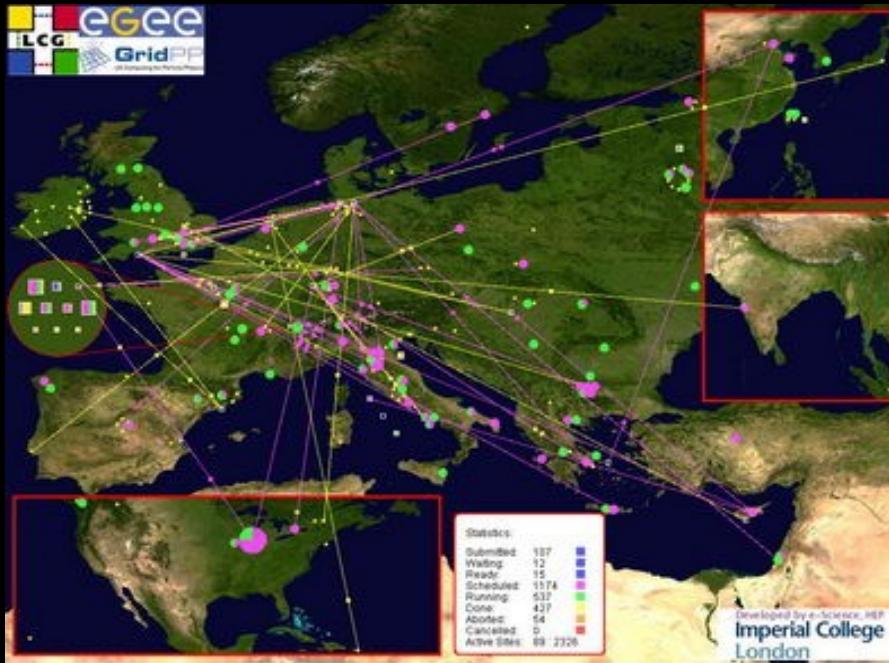


# Datenverarbeitung: Grid-Computing

**Tier 0:** Rohdaten am CERN

**Tier 1:** Rekonstruierte Daten –  
11 Standorte, Daten je 2mal  
gespeichert

**Tier 2+3:** Datenanalyse



**Tier 3 an der TU Dresden**

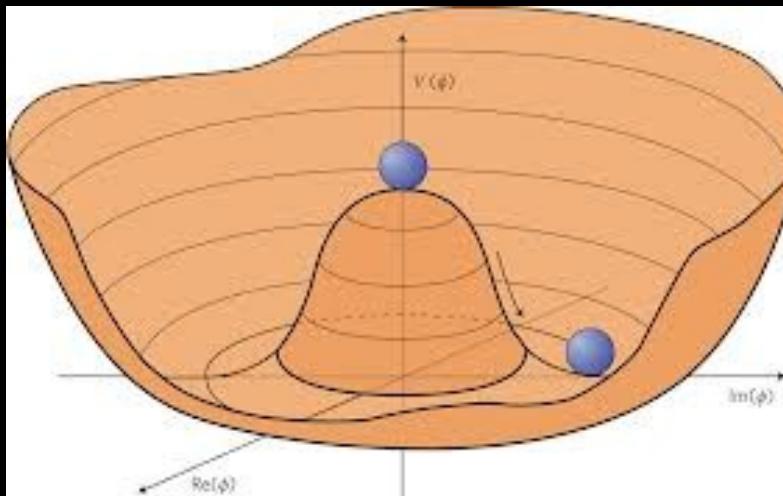
# Higgs-Mechanismus

## Standardmodell:

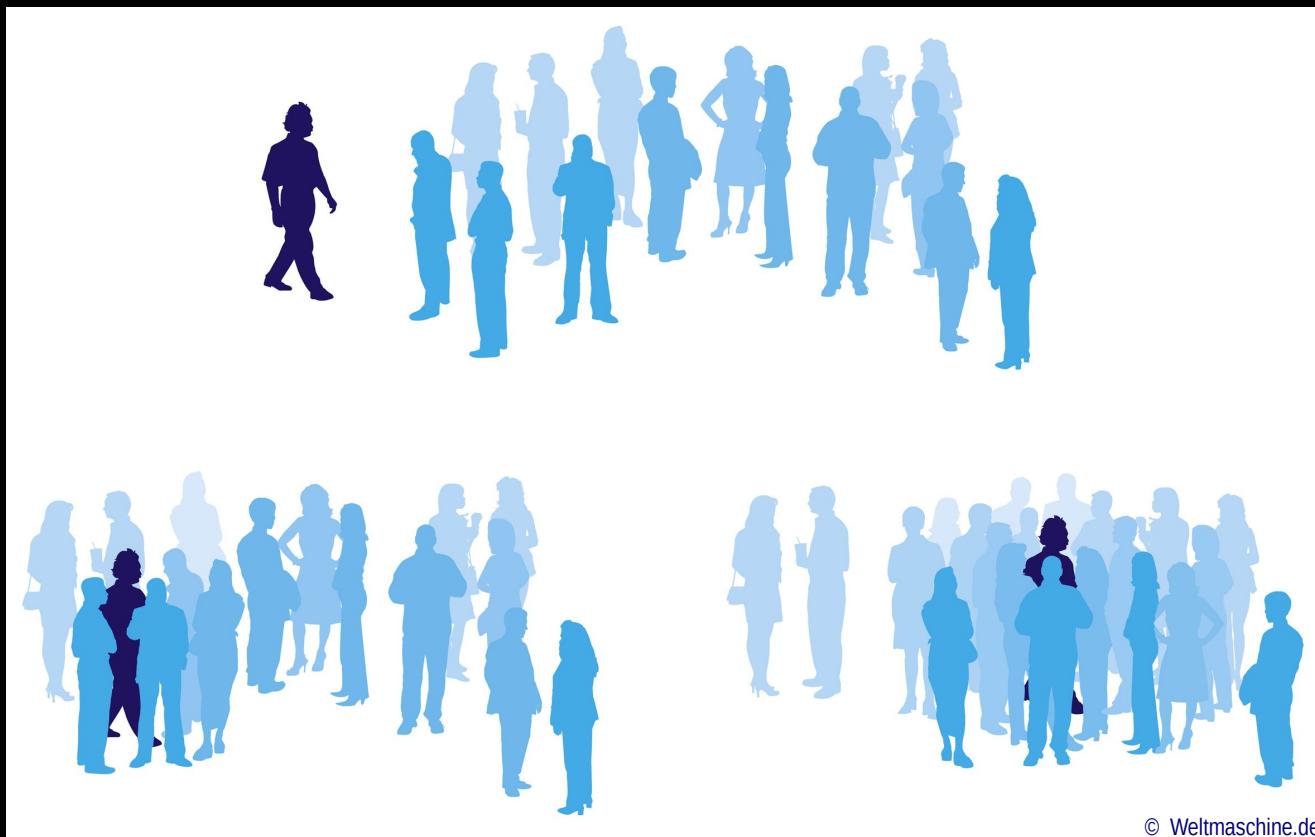
Teilchen sind masselos  
(elektroschwache  
Symmetrie)

Einführung eines  
Hintergrundfeldes  
**(Higgs-Feld)**, das den  
Elementarteilchen ihre  
Masse gibt

Anregungen des Feldes:  
**Higgs-Boson**

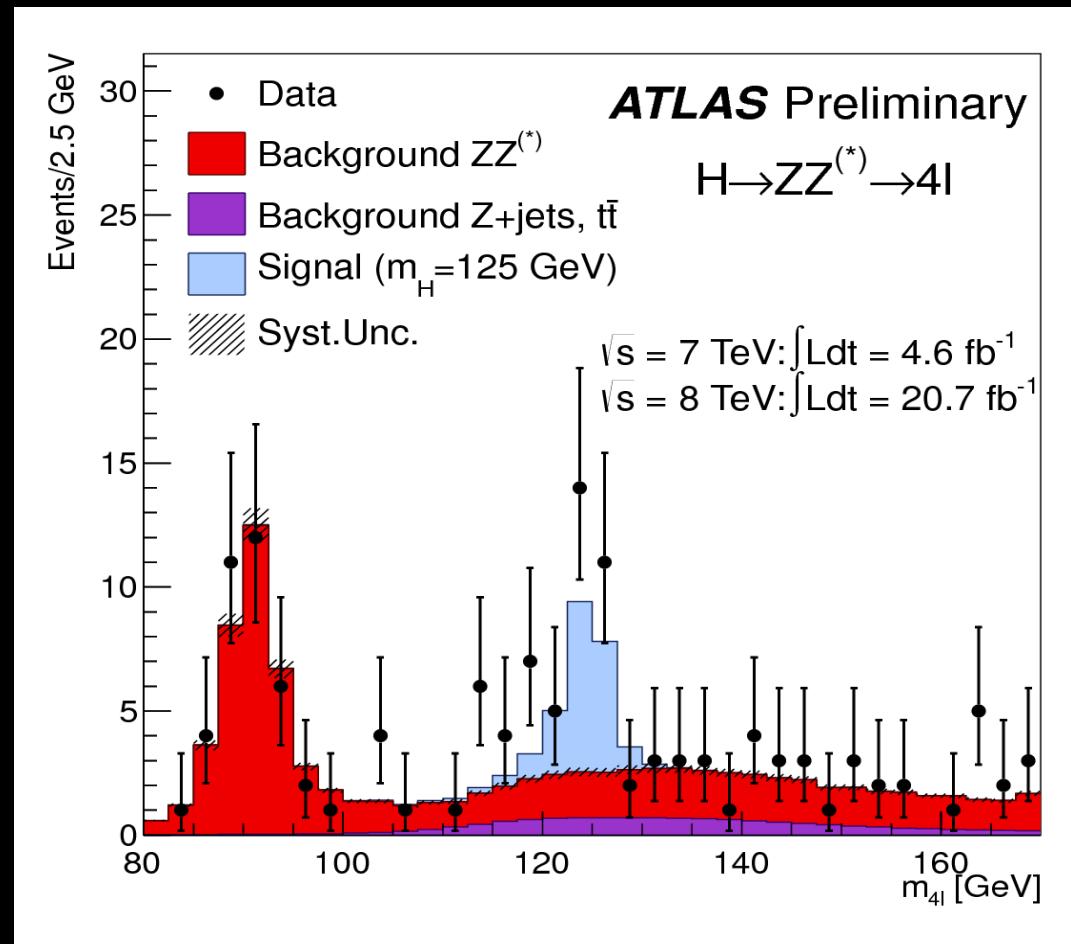


# Higgs-Mechanismus

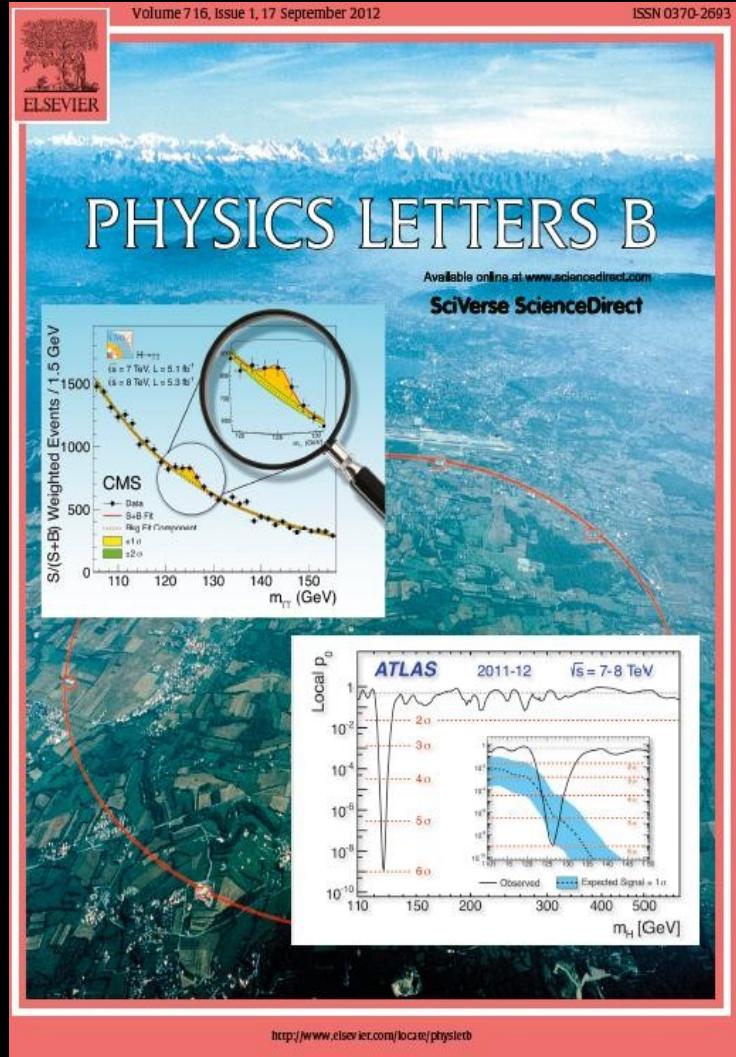


© Weltmaschine.de

# Higgs-Entdeckung



# Higgs-Entdeckung am CERN



4. Juli 2012



# Offene Fragen der Teilchenphysik

Massen-Hierarchieproblem

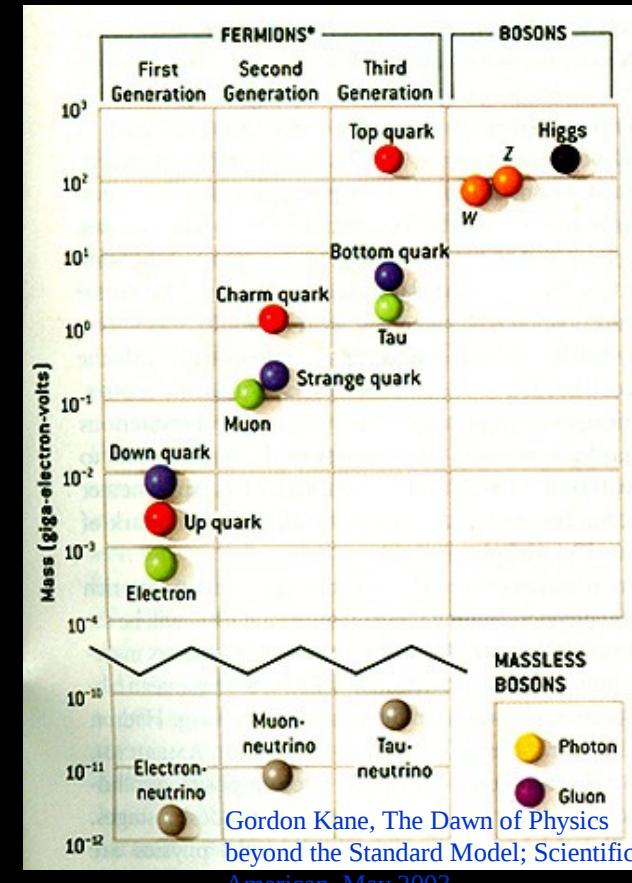
Ist das Higgs wirklich ein Higgs?

Gibt es Supersymmetrie?

Wie funktioniert die Gravitation?

Können wir alle Kräfte vereinigen?

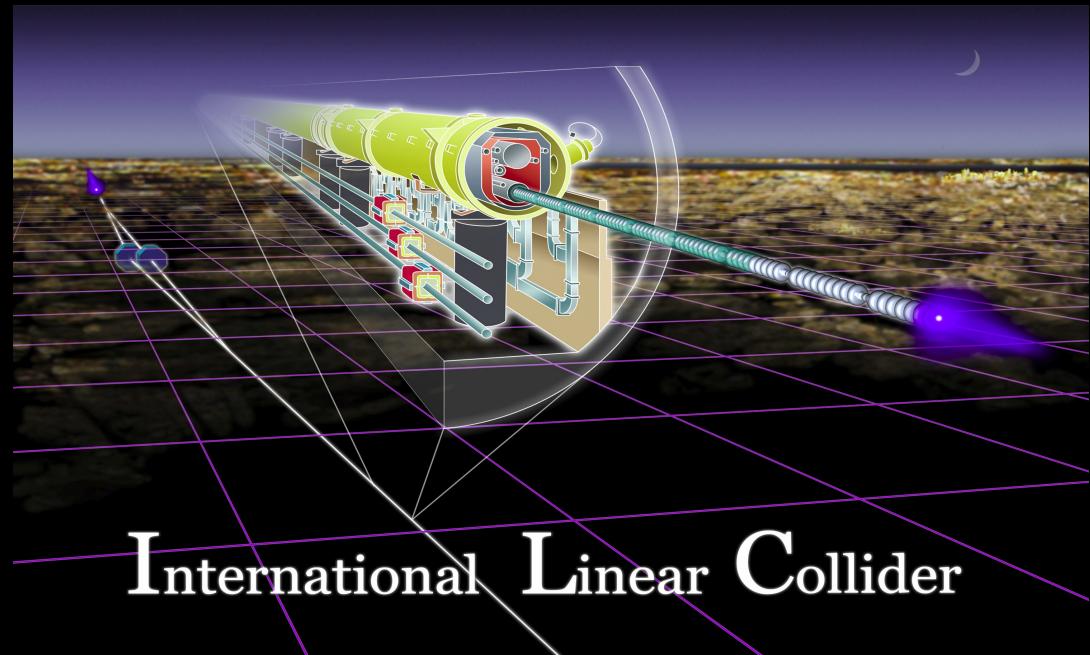
Wo ist die Antimaterie?



# Zukünftige Experimente

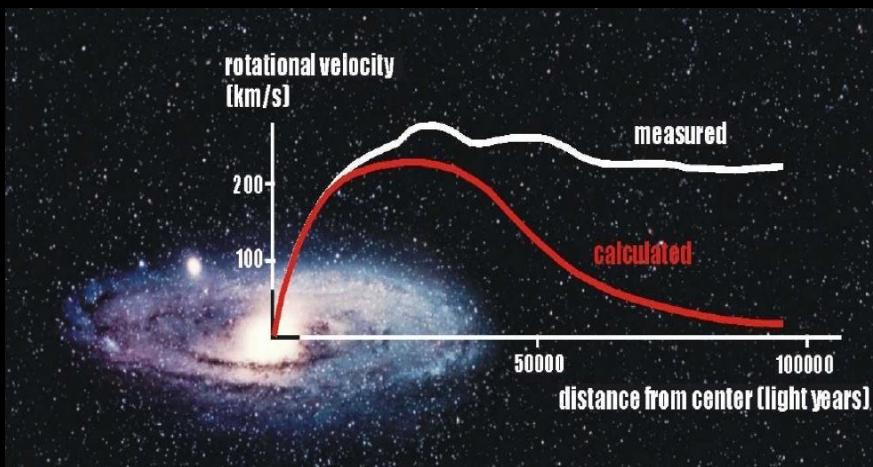
Large Hadron Collider  
International Linear  
Collider

Neutrino-Experimente  
Suche nach dunkler  
Materie

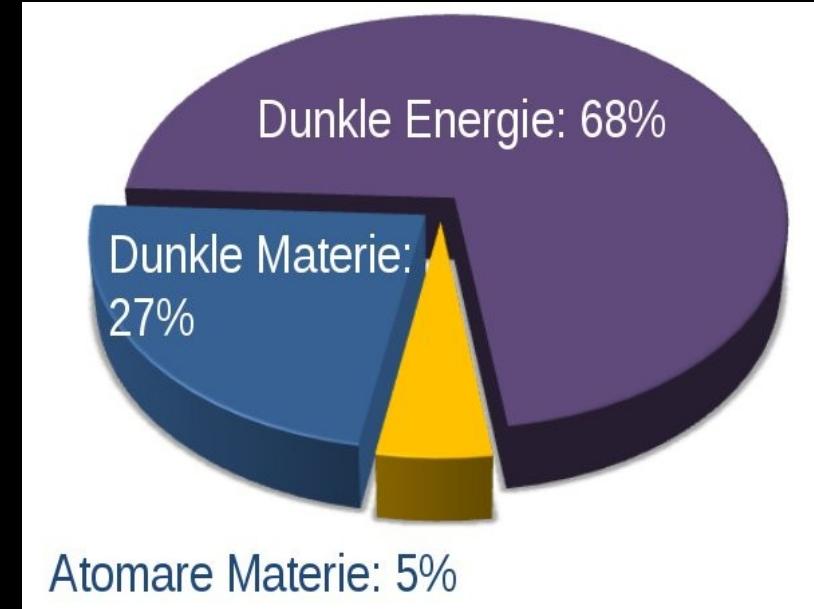


# Dunkle Materie

Gemessene Rotationsgeschwindigkeit von Galaxien erfordert mehr Masse als sichtbar  
→ “dunkle Materie”



©universetoday.com



©Netzwerk Teilchenwelt

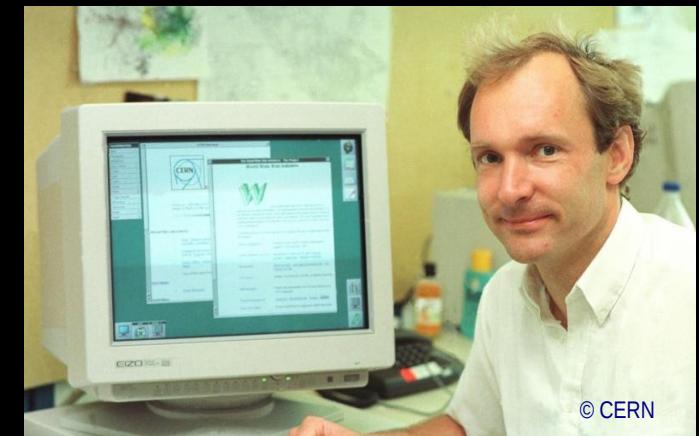
## Spin-offs

**1989:** Antrag für “Distributed information system” am CERN von Tim Berners-Lee eingereicht

**1990:** erste Website und erster Webserver gehen am CERN online

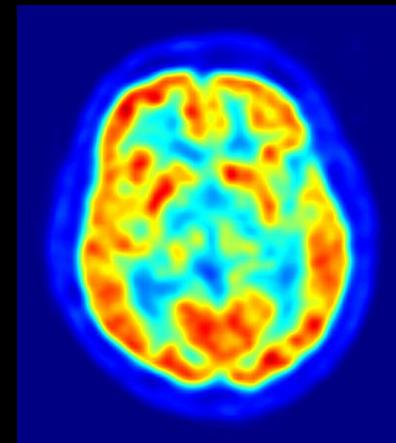
**1991:** erster Webserver außerhalb Europas

**1993:** CERN veröffentlicht den Quelltext des WWW



# Teilchenphysik in der Medizin

Diagnostik



Therapie

