

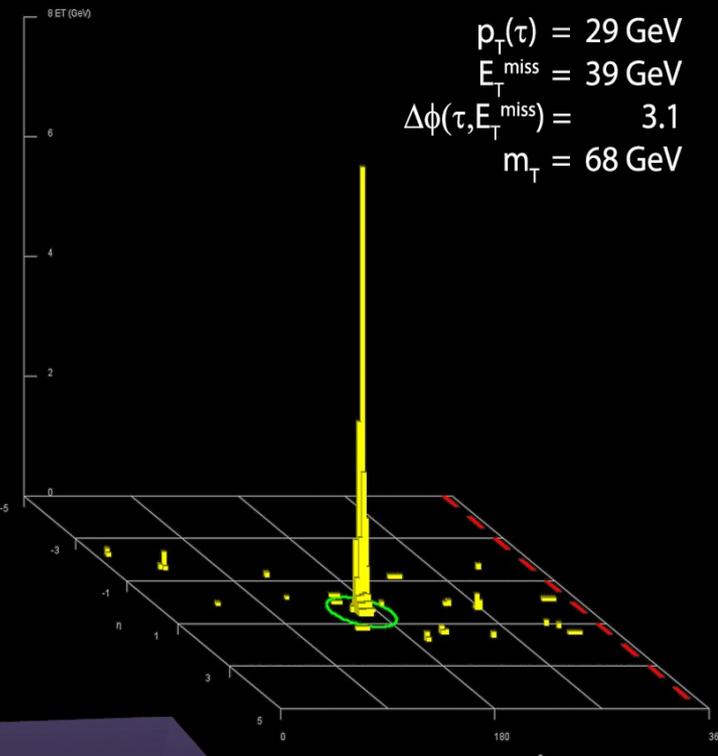
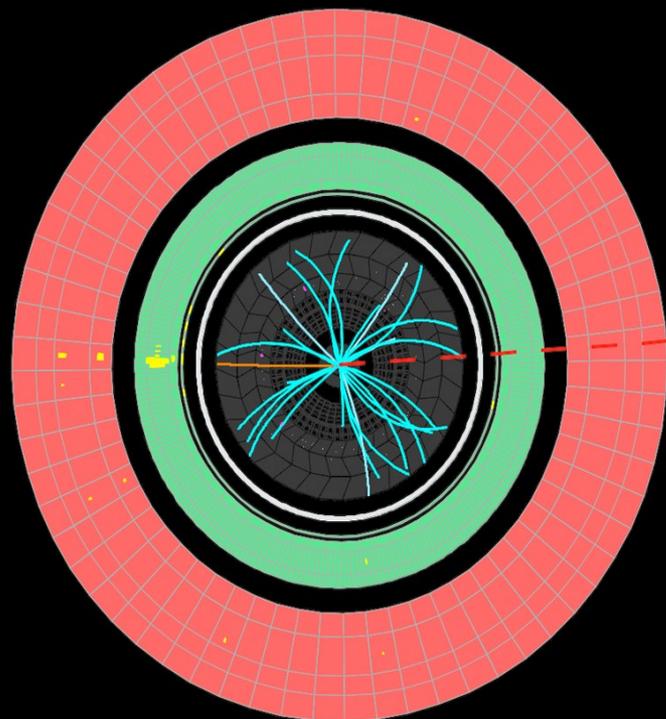


ATLAS EXPERIMENT

Run 155697, Event 6769403

Time 2010-05-24, 17:38 CEST

$W \rightarrow \tau \nu$ candidate in
7 TeV collisions



**“The initial mystery
that attends any journey is:
how did the traveler reach
his starting point in the first place?”**

Louise Bogan, *'Journey around my room'*

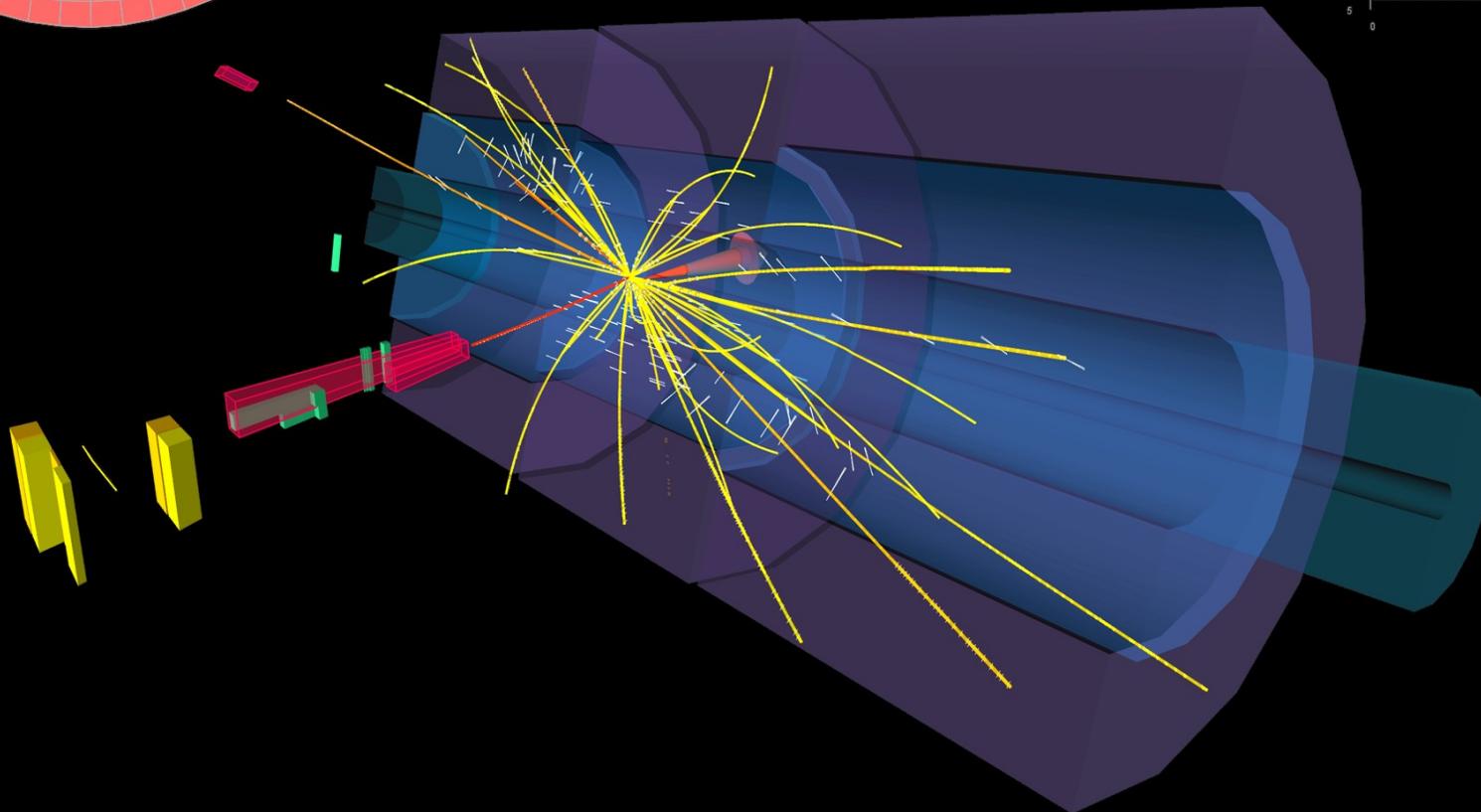
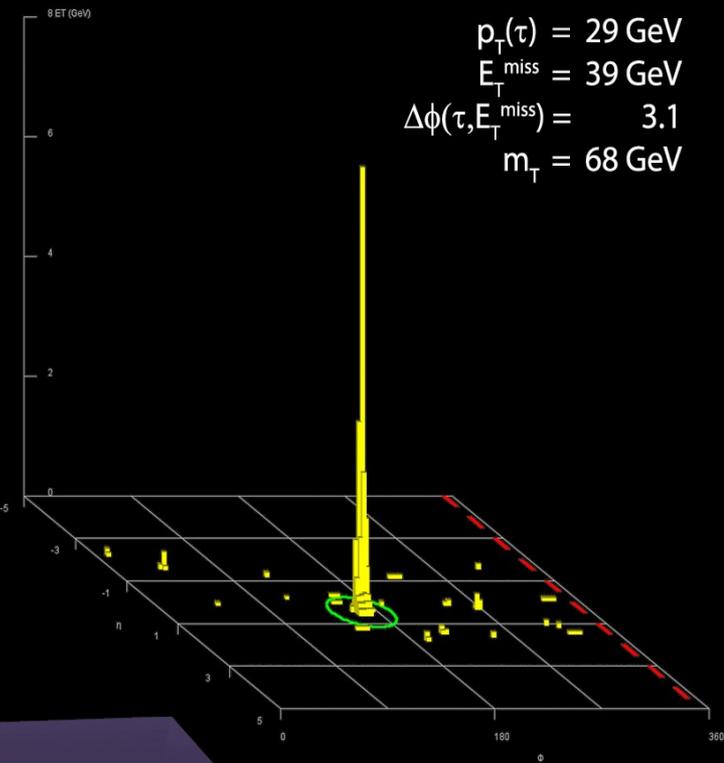
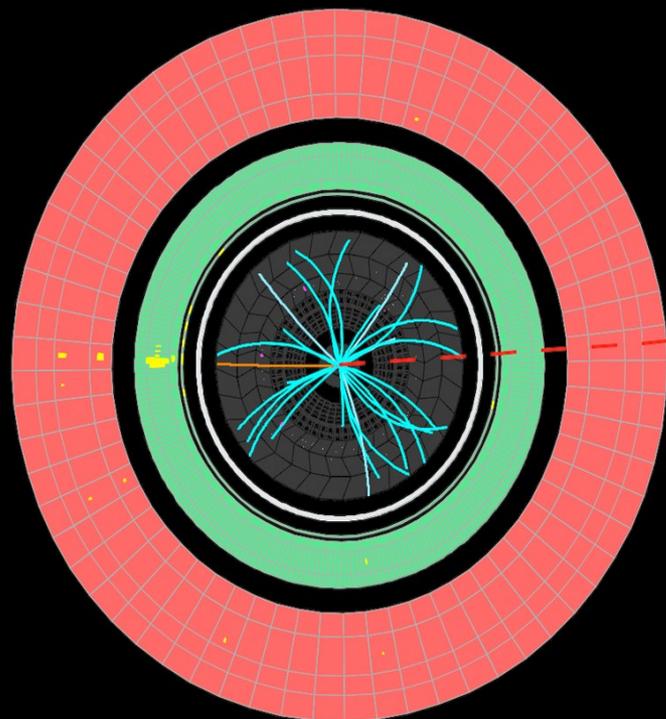


ATLAS EXPERIMENT

Run 155697, Event 6769403

Time 2010-05-24, 17:38 CEST

$W \rightarrow \tau \nu$ candidate in
7 TeV collisions

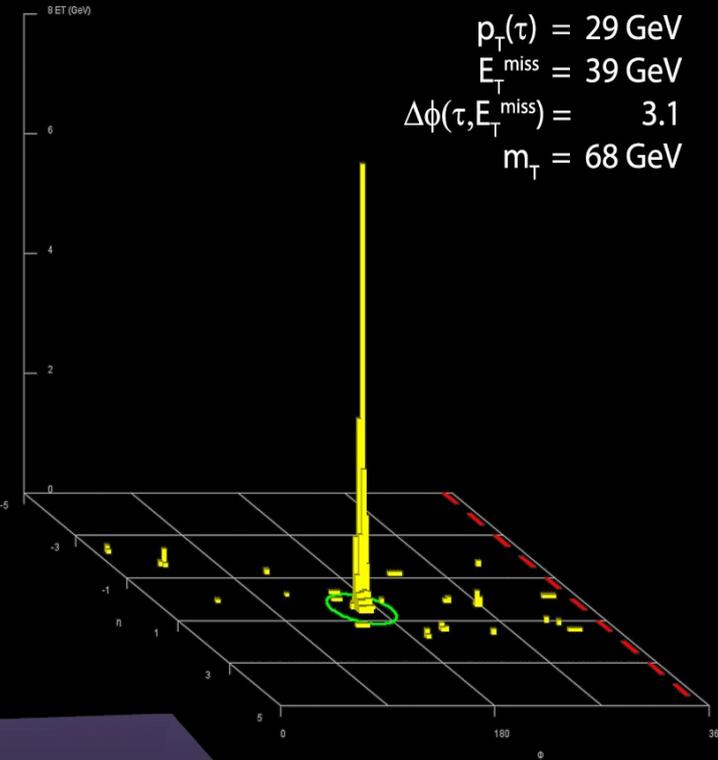
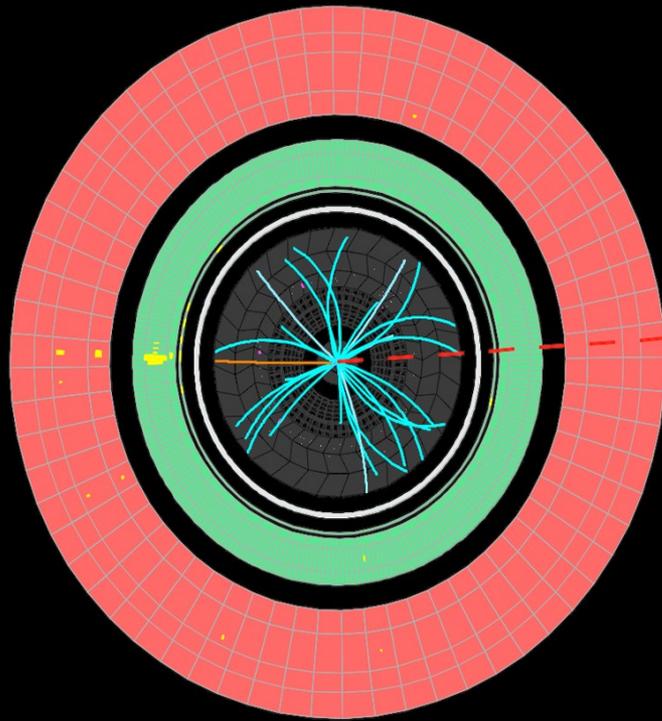




ATLAS EXPERIMENT

Run 155697, Event 6769403
Time 2010-05-24, 17:38 CEST

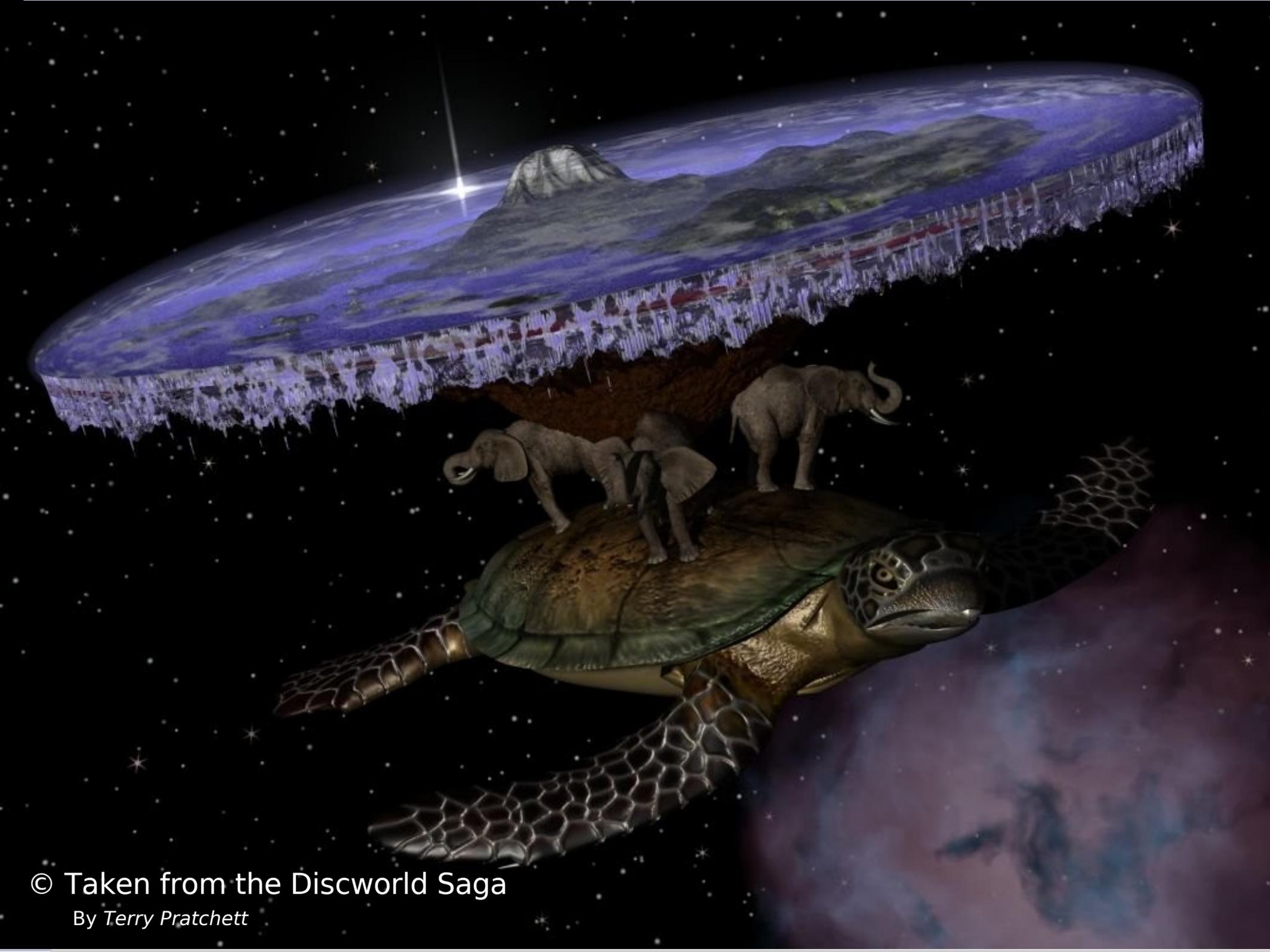
$W \rightarrow \tau \nu$ candidate in
7 TeV collisions



Die mysteriöse Reise durch die Welt der Teilchenphysik

Dr. Wolfgang Mader
Institut für Kern- und Teilchenphysik
TU Dresden

20. August 2010



© Taken from the Discworld Saga

By Terry Pratchett

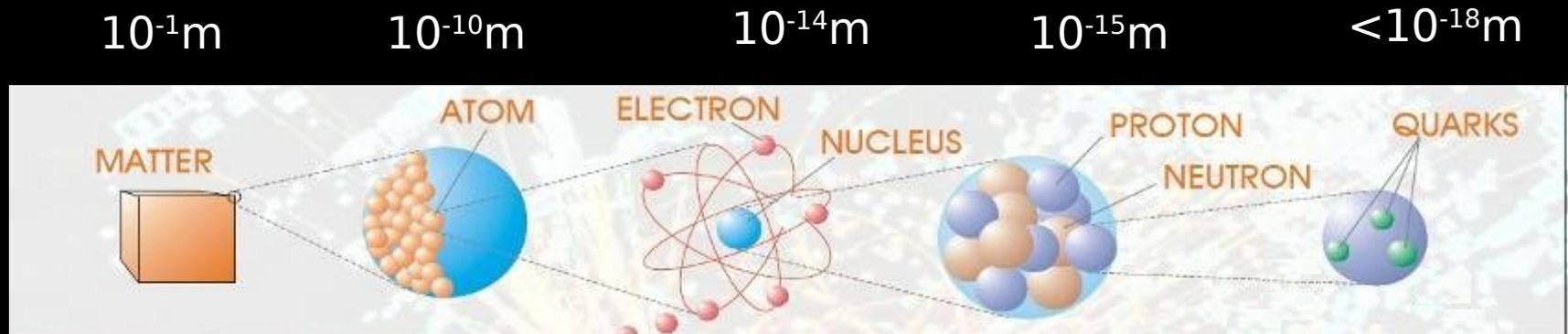






**Unser heutiges Bild
des Größten und des Kleinsten
basiert auf überprüfbaren
experimentellen Ergebnissen!**

Größenordnungen



Festkörperphysik

Kernphysik

Atomphysik

Teilchenphysik

Elementarteilchen
Wechselwirkungen

Struktur der Materie

Bausteine der Materie

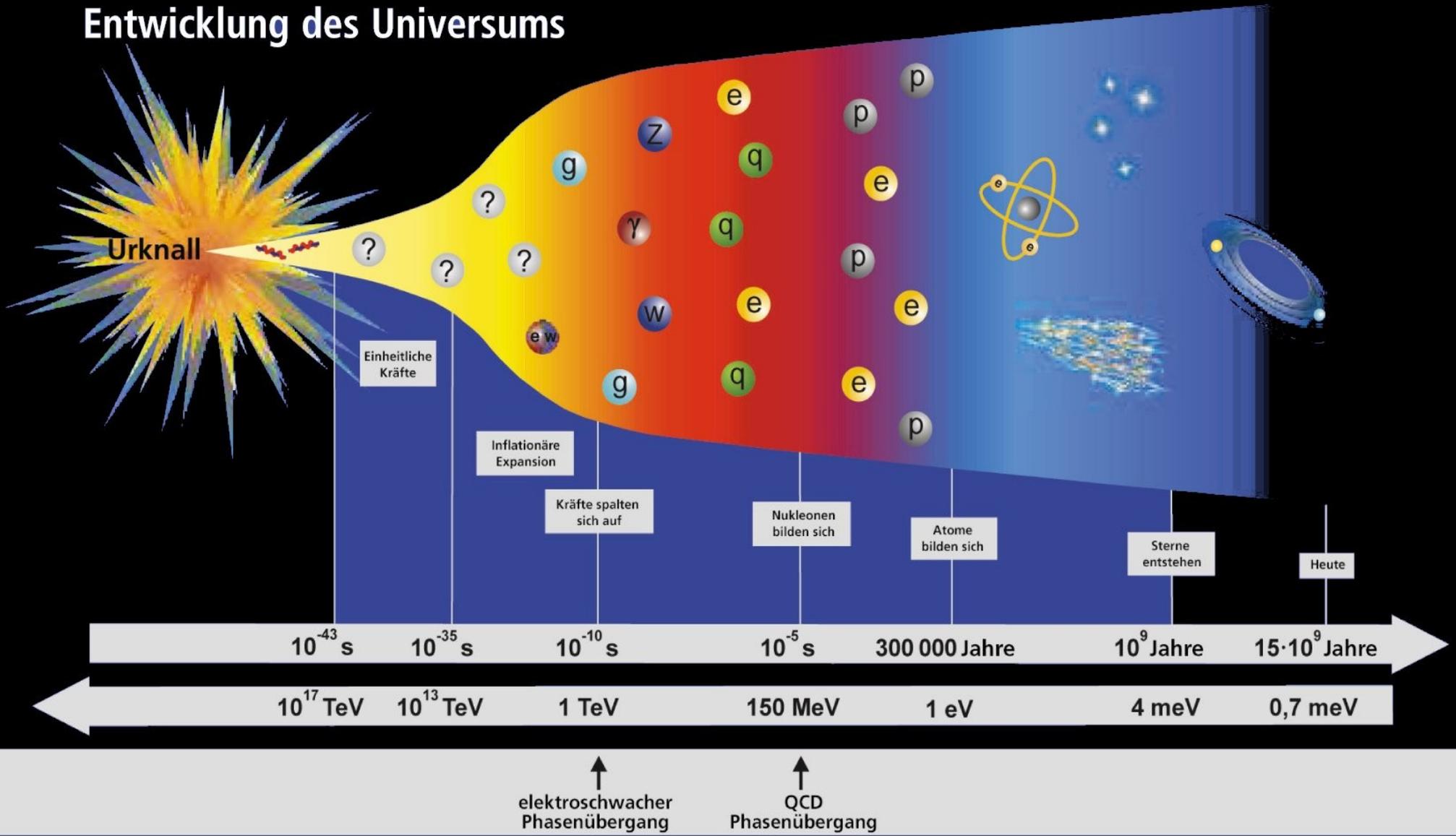
Existierten unmittelbar nach dem Urknall

Heute nur noch in kosmischer Strahlung oder an Teilchenbeschleunigern

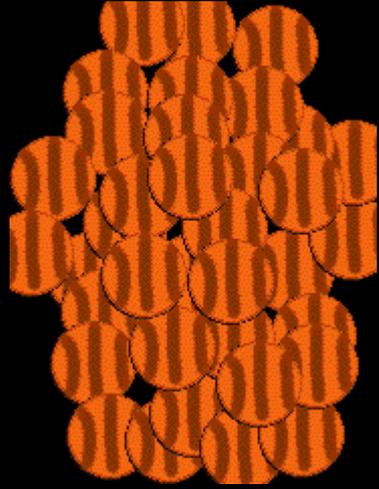
LEPTONS	
These particles exist on their own	
Charge = -1	Charge = 0
ELECTRON (e^-) Responsible for electricity and chemical reactions. Mass = $0.51 \text{ MeV}/c^2$ 	ELECTRON NEUTRINO (ν_e) Rarely interacts with other matter. Observed 1956. 
MUON (μ^-) A heavier relative of the electron. Discovered 1937. Mass = $0.106 \text{ GeV}/c^2$ 	MUON NEUTRINO (ν_μ) A relative of ν_e . Discovered 1962. 
TAU (τ^-) A heavier relative of the electron and muon. Discovered 1975. Mass = $1.78 \text{ GeV}/c^2$ 	TAU NEUTRINO (ν_τ) Indirect evidence 1975. Directly observed 2000. 

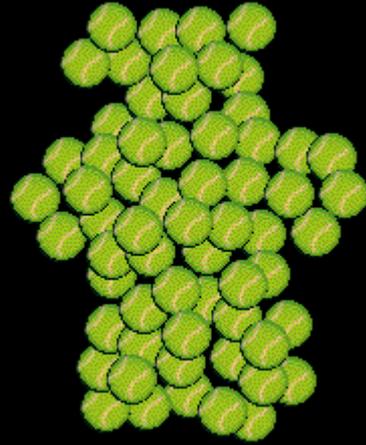
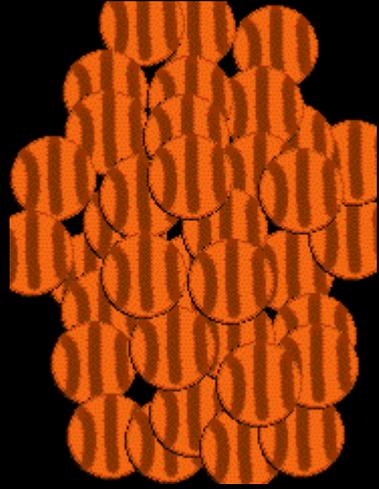
QUARKS	
These particles only exist bound together	
Charge = +2/3	Charge = -1/3
UP (u) Mass $\sim 3 \text{ MeV}/c^2$ 	DOWN (d) Mass $\sim 6 \text{ MeV}/c^2$ 
Protons are made up of two up quarks and one down quark. Neutrons are made up of one up quark and two down quarks.	
CHARM (c) A heavier relative of the up quark. Discovered 1973. Mass $\sim 1.2 \text{ GeV}/c^2$ 	STRANGE (s) A heavier relative of the down quark. Evidence 1947. Mass $\sim 0.1 \text{ GeV}/c^2$ 
TOP (t) The heaviest quark. Discovered 1994. Mass $\sim 175 \text{ GeV}/c^2$ 	BOTTOM (b) A heavier relative of the down and strange quarks. Discovered 1977. Mass $\sim 4.2 \text{ GeV}/c^2$ 

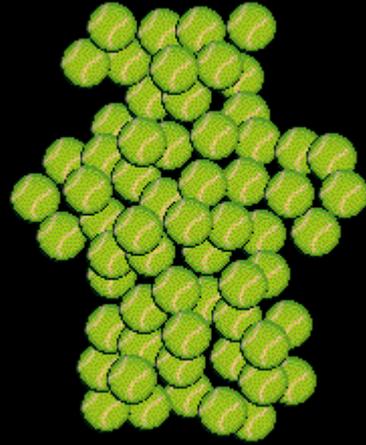
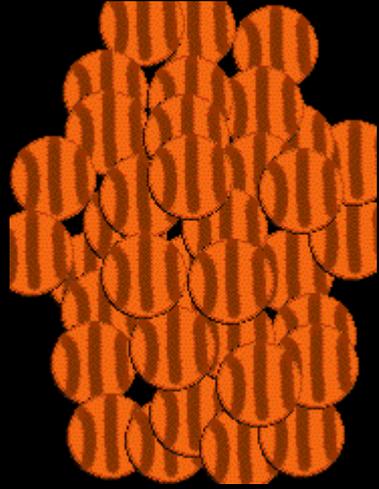
Entwicklung des Universums





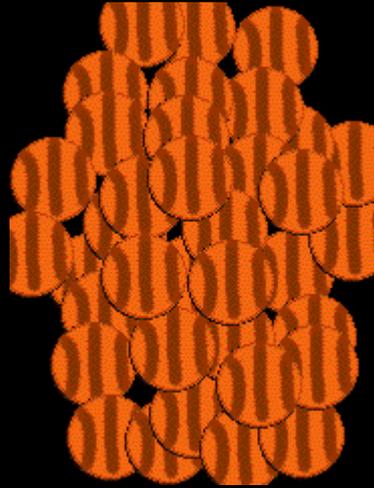






Louis-Victor Pierre Raymond duc de Broglie

* 15. August 1892 in Dieppe, Normandie; † 19. März 1987 in Louveciennes, Département Yvelines

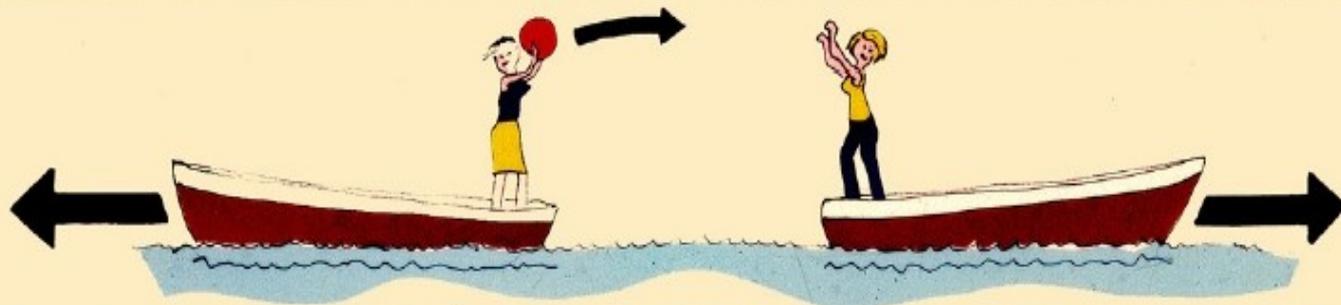


$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

Wechselwirkungen

THE FORCES IN NATURE

TYPE	INTENSITY OF FORCES (DECREASING ORDER)	BINDING PARTICLE (FIELD QUANTUM)	OCCURS IN:
STRONG NUCLEAR FORCE	~ 1	GLUONS (NO MASS)	ATOMIC NUCLEUS
ELECTRO-MAGNETIC FORCE	$\sim \frac{1}{1000}$	PHOTON (NO MASS)	ATOMIC SHELL ELECTROTECHNIQUE
WEAK NUCLEAR FORCE	$\sim \frac{1}{100000}$	BOSONS Z^0, W^+, W^- (HEAVY)	RADIOACTIVE BETA DESINTEGRATION
GRAVITATION	$\sim 10^{-38}$	GRAVITON ?	HEAVENLY BODIES



THE EXCHANGE OF PARTICLES IS RESPONSIBLE FOR THE FORCES

Größenordnungen der Natur

Einheiten für Energie, Impuls und Masse

Vergleich der Längen

Ein Mensch ist ca. 10^{18} so groß wie ein Elektron

Vergleich der Massen

Ein Mensch ist ca. 10^{33} mal so schwer wie ein Elektron

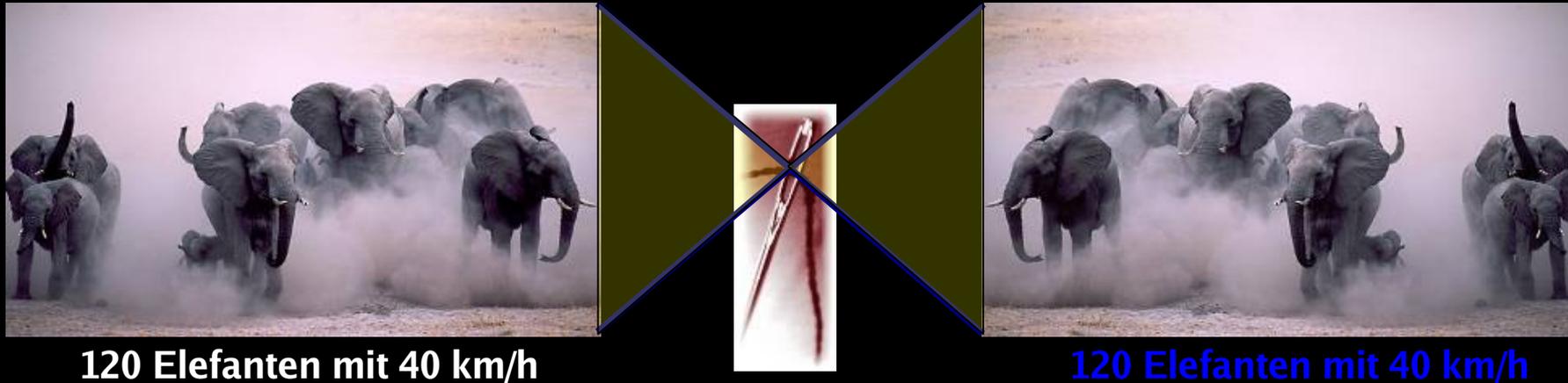
**Vergleich von Massen und Längen zwischen Mikro- und Makrokosmos
nur wenig aussagekräftig!**

Es ist sinnvoll, für Elementarteilchen eine andere Einheit zu verwenden

Ein Elektronvolt (1eV) ist die Energie, die ein Elektron beim Durchlaufen einer Spannung von 1V gewinnt

1 MeV	Megaelektronenvolt	$1 \cdot 10^6 \text{ eV}$
1 GeV	Gigaelektronenvolt	$1 \cdot 10^9 \text{ eV}$
1 TeV	Teraelektronenvolt	$1 \cdot 10^{12} \text{ eV}$

Wie 240 Elefanten auf Kollisionskurs



120 Elefanten mit 40 km/h

120 Elefanten mit 40 km/h

Gespeicherte Energie der beiden Protonenstrahlen: $2 \times 350 \text{ MJ}$

Conseil Européen de la Recherche Nucléaire (CERN)



**Europäisches Forschungszentrum in Genf/CH
Kollider-Ring mit 27km Umfang
ca. 100m unter der Erde**



Conseil Européen de la Recherche Nucléaire (CERN)



Fakten zum LHC

Proton-Proton Kollisionen bei Energien von 7TeV / Proton
ca. 2808 Proton-Pakete pro Strahl
Jedes Paket mit ca. 100 Milliarden Protonen

..und in den Detektoren

Kollisionsrate 40Mhz --> 1 Kollision / 25 ns (=0,000.000.025 s)
Pro Kollision ca. 20 Wechselwirkungen

Die Datenmenge

Datenvolumen: 400 MByte/s
in 10 Jahren: 1 000 000 000 Milliarden Ereignisse

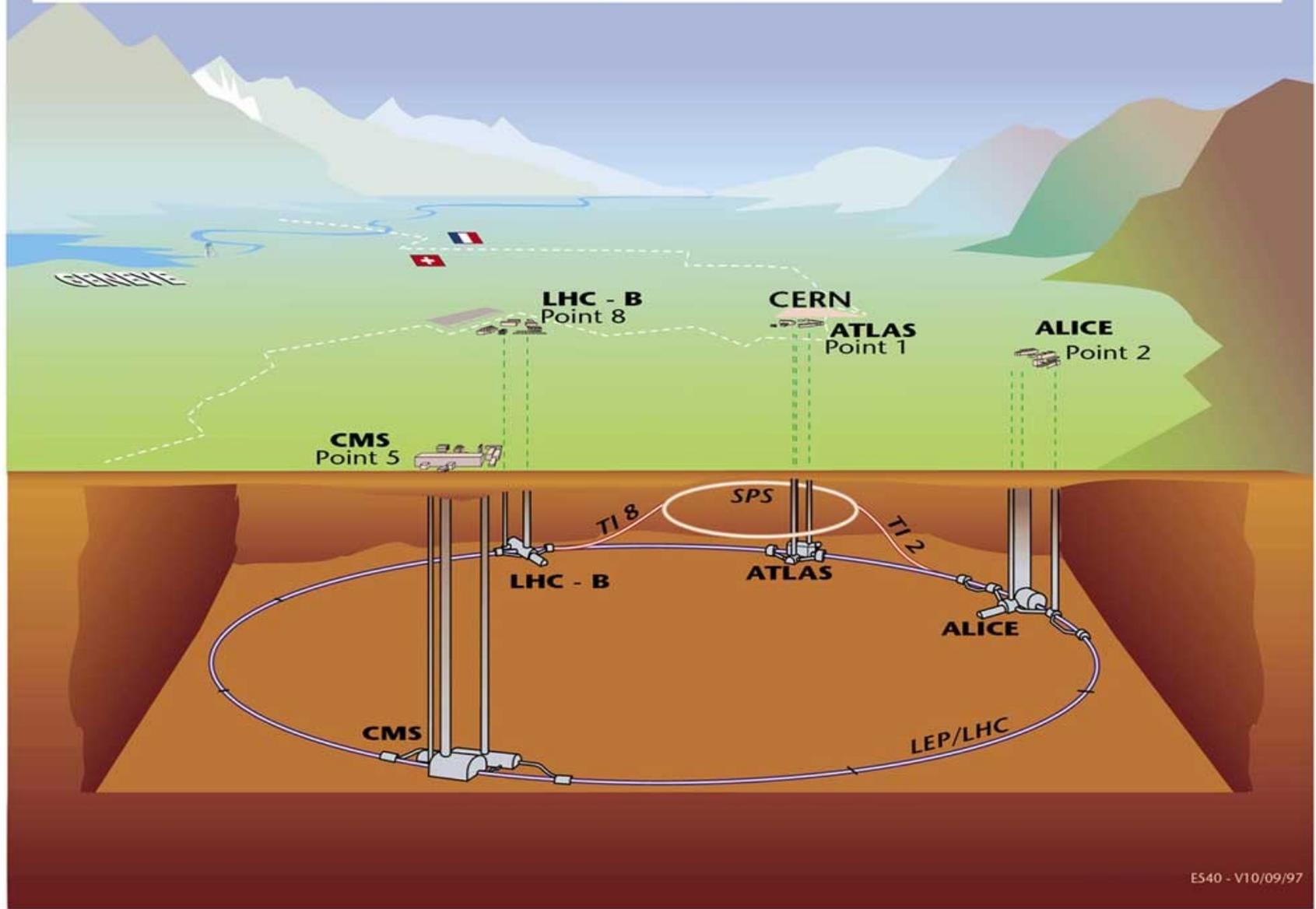
Beginn der Datennahme Dezember 2009

CERN und LHC

Die Maschine



Overall view of the LHC experiments.



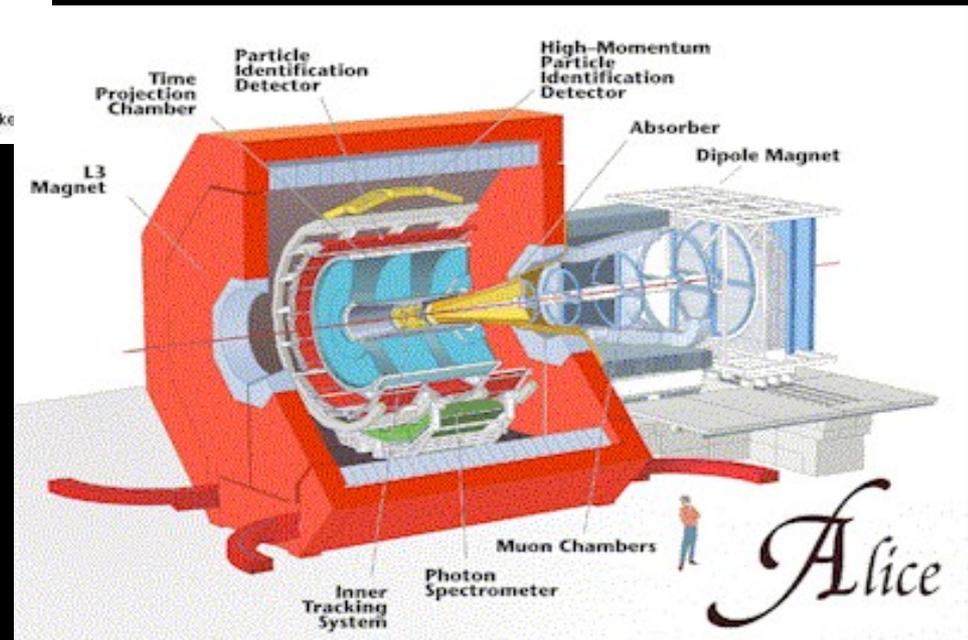
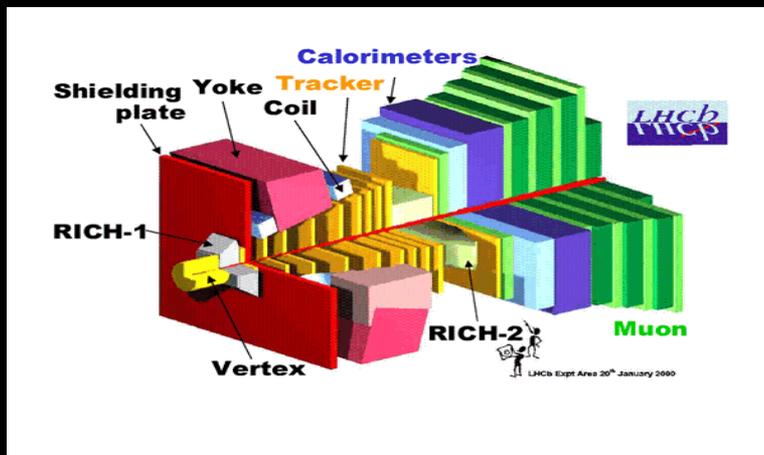
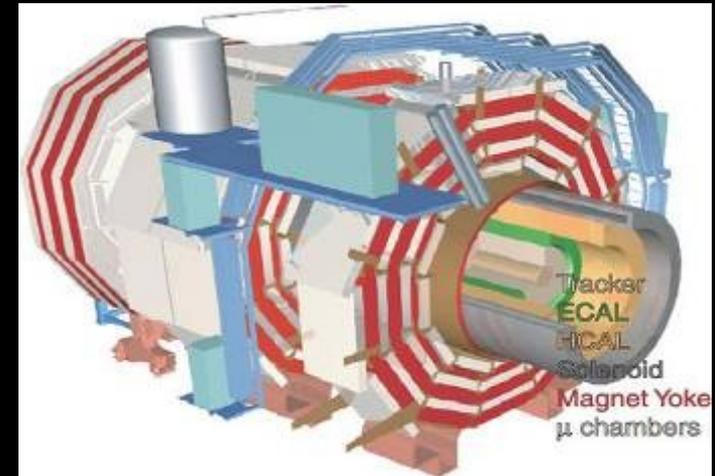
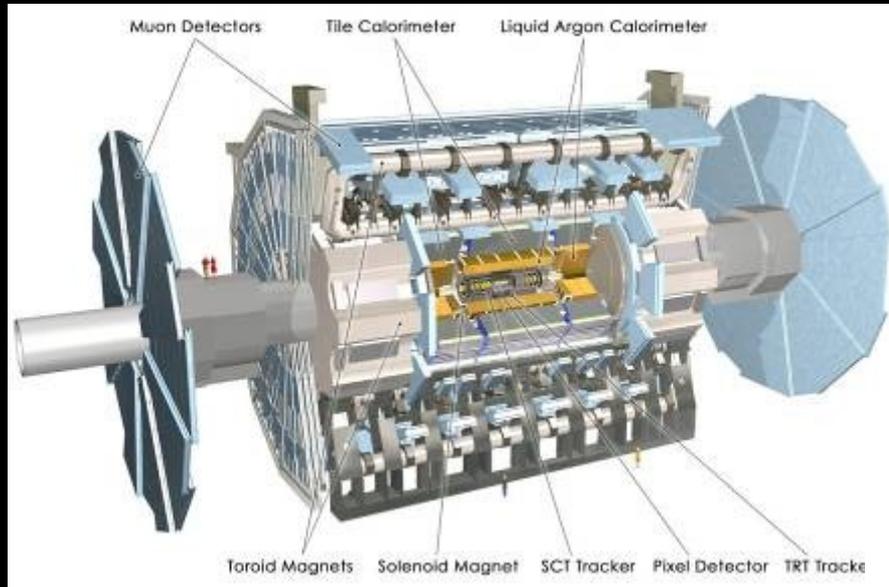
CERN und LHC

Die Experimentierhallen



CERN und LHC

Die Experimente



Das ATLAS Experiment



An ATLAS beteiligt sind
161 Institute aus **35** Ländern
 (Stand September 2006)

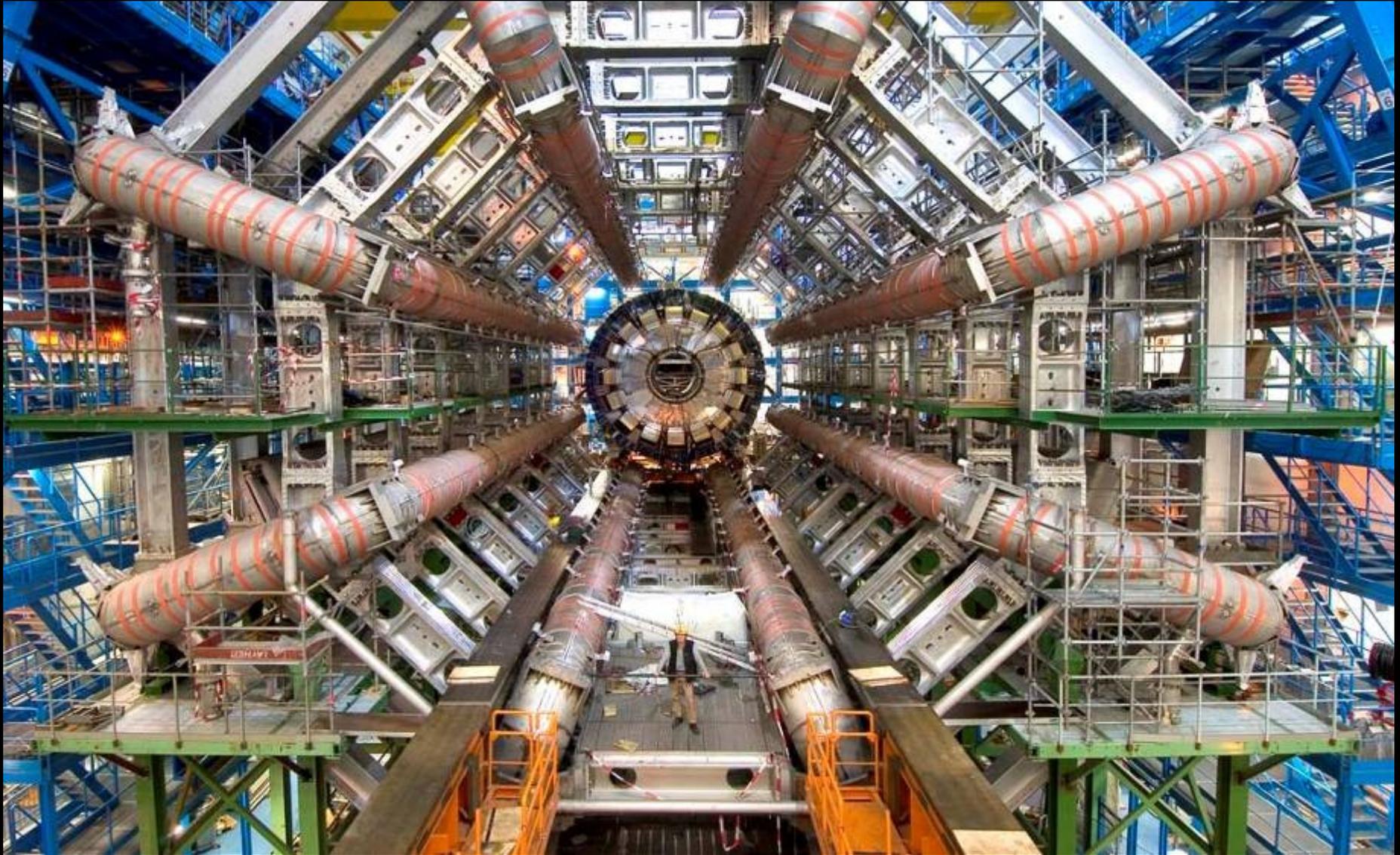
1830 Wissenschaftler



Albany, Alberta, NIKHEF Amsterdam, Ankara, LAPP Ancey, Argonne NL, Arizona, UT Arlington, Athens, NTU Athens, Baku, IFAE Barcelona, Belgrade, Bergen, Berkeley LBL and UC, **HU Berlin**, Bern, Birmingham, Bologna, **Bonn**, Boston, Brandeis, Bratislava/SAS Kosice, Brookhaven NL, Buenos Aires, Bucharest, Cambridge, Carleton, Casablanca/Rabat, CERN, Chinese Cluster, Chicago, Clermont-Ferrand, Columbia, NBI Copenhagen, Cosenza, AGH UST Cracow, IFJ PAN Cracow, **DESY**, **Dortmund**, **TU Dresden**, JINR Dubna, Duke, Frascati, **Freiburg**, Geneva, Genoa, **Giessen**, Glasgow, LPSC Grenoble, Technion Haifa, Hampton, Harvard, **Heidelberg**, Hiroshima, Hiroshima IT, Indiana, Innsbruck, Iowa SU, Irvine UC, Istanbul Bogazici, KEK, Kobe, Kyoto, Kyoto UE, Lancaster, UN La Plata, Lecce, Lisbon LIP, Liverpool, Ljubljana, QMW London, RHBNC London, UC London, Lund, UA Madrid, **Mainz**, Manchester, Mannheim, CPPM Marseille, Massachusetts, MIT, Melbourne, Michigan, Michigan SU, Milano, Minsk NAS, Minsk NCPHEP, Montreal, McGill Montreal, FIAN Moscow, ITEP Moscow, MEPhI Moscow, MSU Moscow, **LMU**, **MPI Munich**, Nagasaki IAS, Naples, New Mexico, New York, Nijmegen, BINP Novosibirsk, Ohio SU, Okayama, Oklahoma, Oklahoma SU, Oregon, LAL Orsay, Osaka, Oslo, Oxford, Paris VI and VII, Pavia, Pennsylvania, Pisa, Pittsburgh, CAS Prague, CU Prague, TU Prague, IHEP Protvino, Ritsumeikan, UFRJ Rio de Janeiro, Rochester, Rome I, Rome II, Rome III, Rutherford Appleton Laboratory, DAPNIA Saclay, Santa Cruz UC, Sheffield, Shinshu, **Siegen**, Simon Fraser Burnaby, SLAC, Southern Methodist Dallas, NPI Petersburg, Stockholm, KTH Stockholm, Stony Brook, Sydney, AS Taipei, Tbilisi, Tel Aviv, Thessaloniki, Tokyo ICEPP, Tokyo MU, Toronto, TRIUMF, Tsukuba, Tufts, Udine, Uppsala, Urbana UI, Valencia, UBC Vancouver, Victoria, Washington, Weizmann Rehovot, Wisconsin, **Wuppertal**, Yale, Yerevan

Das ATLAS Experiment

(Stand: Oktober 2005)



Das ATLAS Experiment

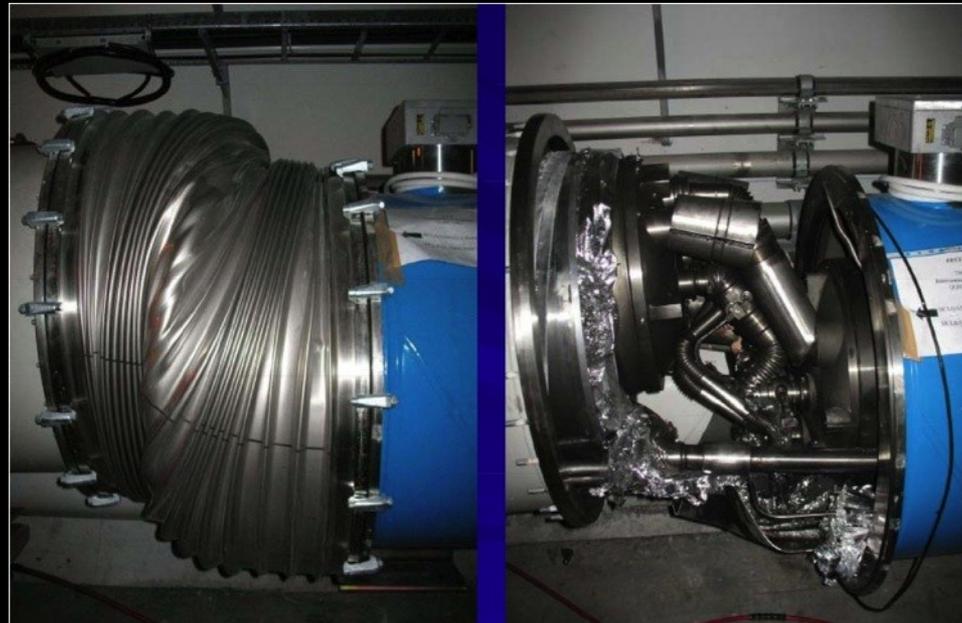
Webcam:

<http://atlas.ch/webcams.html>



Der LHC

(Der Unfall – 19.Sep. 2008)



Der Unfall:

Fehlerhafte elektrische Verbindung zwischen zwei Magneten
Lichtbogen verursacht Leck in Cryostat
6 Tonnen Helium entweichen aus Maschine
53 Magnete beschädigt
Reparatur abgeschlossen Ende 2009

Der LHC

(Der Neustart – Dezember 2009)



Der Neustart:

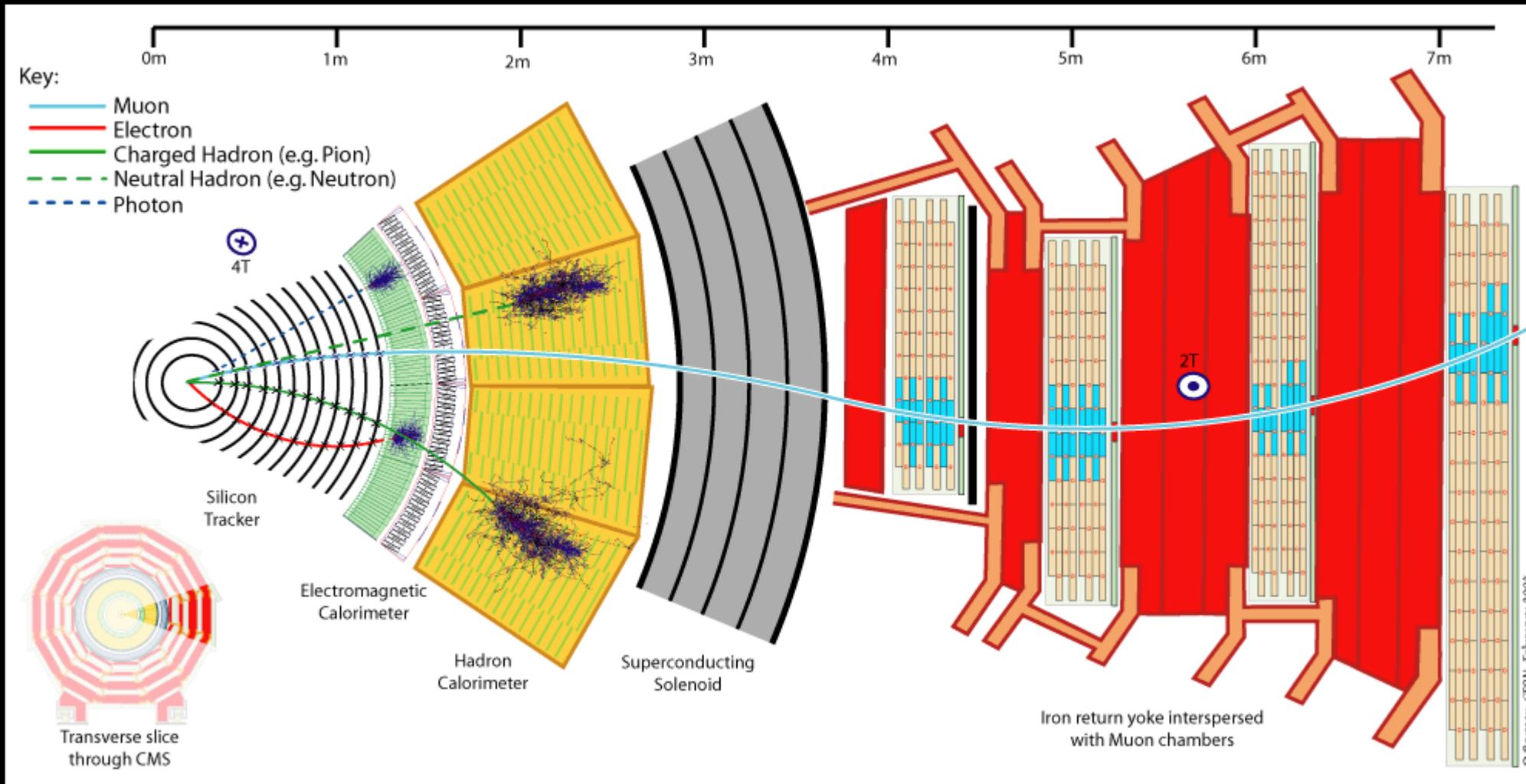
Beginn der Datennahme Dezember 2009

Erste Kollisionen bei Schwerpunktsenergies von 900 GeV

Maximale Strahlenergy: 1.18TeV

Datennahme 2010 bei Schwerpunktsenergy von 7TeV

Nachweis von Elementarteilchen (am Beispiel CMS)



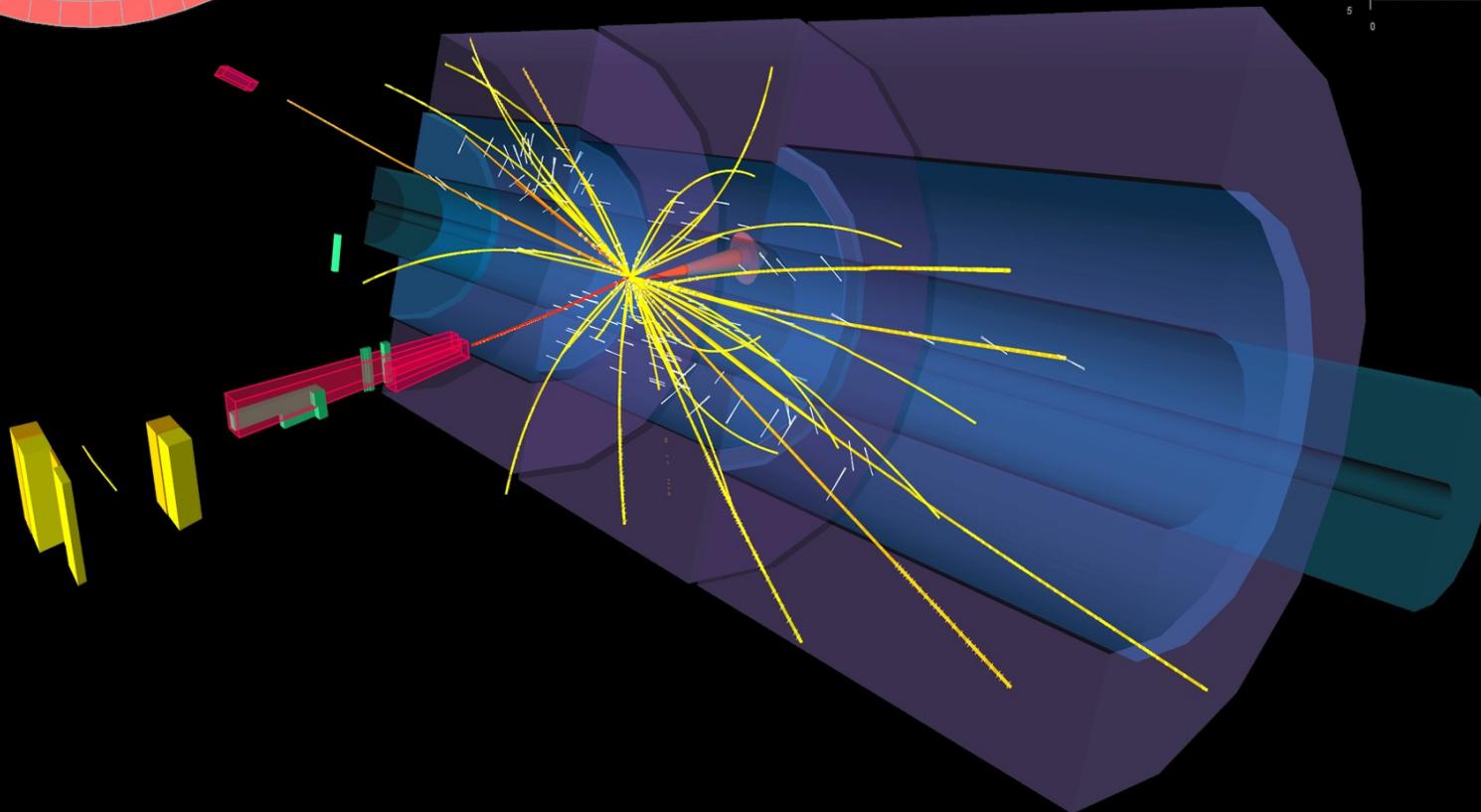
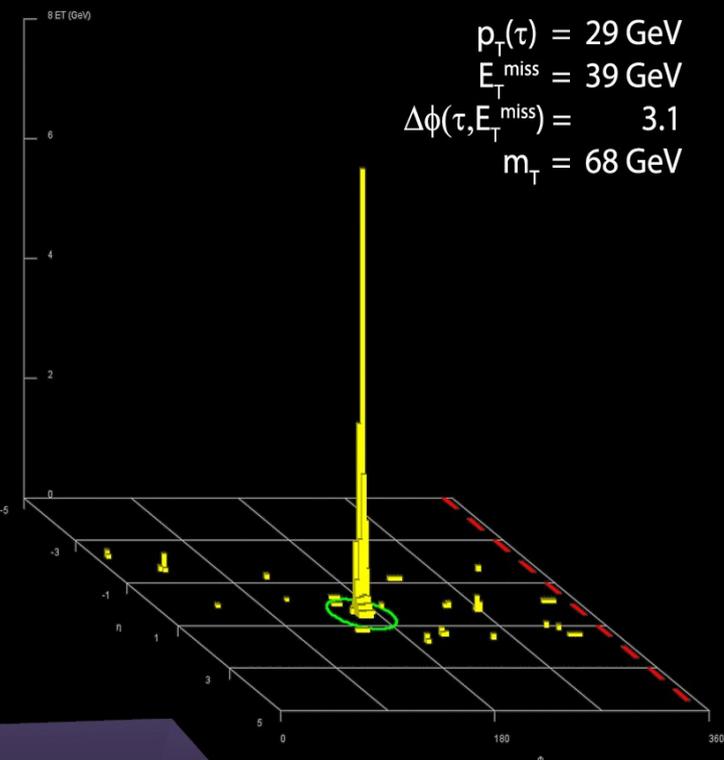
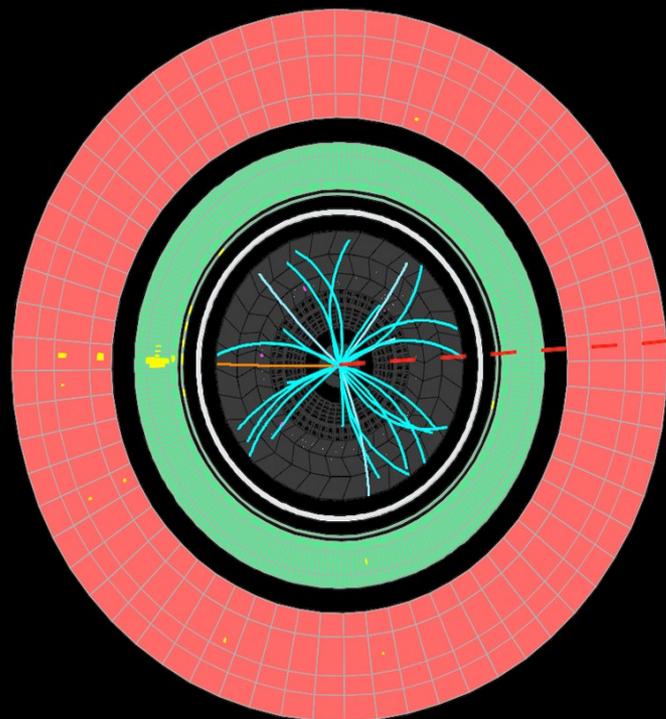


ATLAS EXPERIMENT

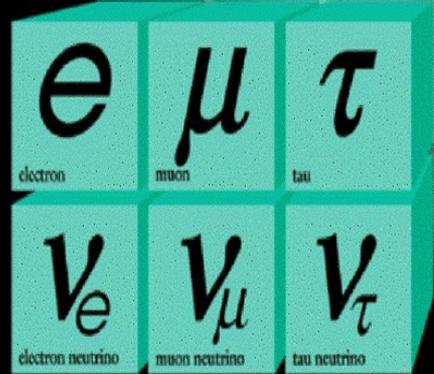
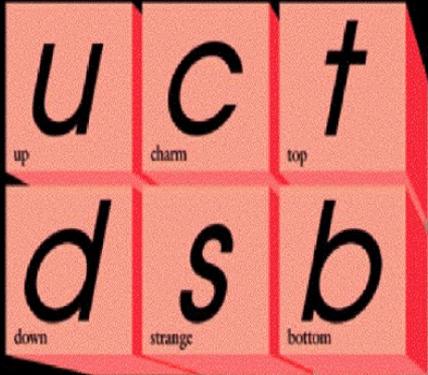
Run 155697, Event 6769403

Time 2010-05-24, 17:38 CEST

$W \rightarrow \tau \nu$ candidate in
7 TeV collisions



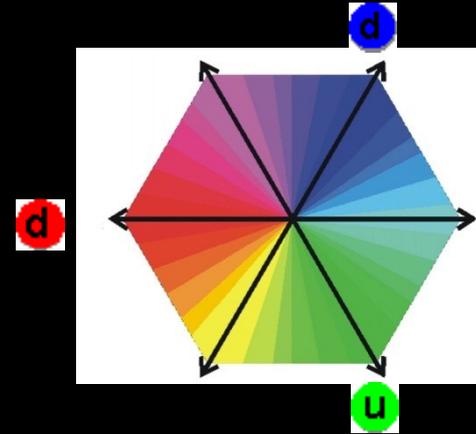
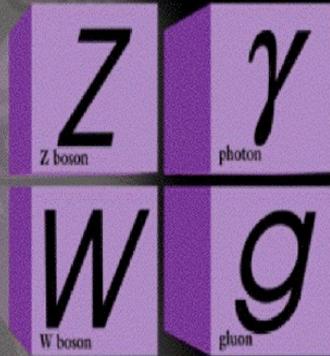
Quarks



Leptons



Forces



Theorie:

Alle Elementarteilchen im Standardmodell wären masselos!

Ausweg:

Einführung eines weiteren Teilchens

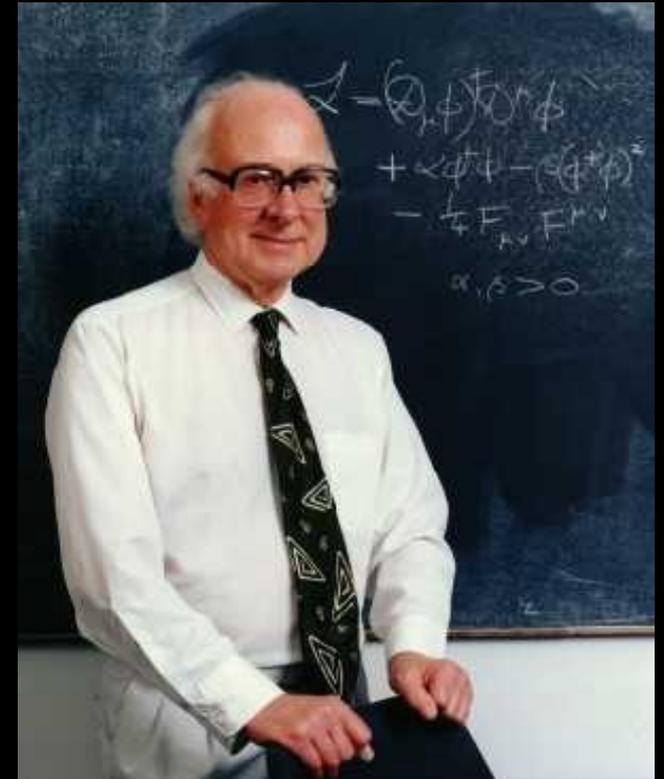
Das Higgsteilchen

Erklärung der Masse

Es ist immer noch unverstanden, was Masse ist, und warum Quarks und Leptonen unterschiedliche Massen haben.

Unsere zur Zeit beste Idee ist, dass ein überall vorhandenes Hintergrundfeld (Higgs Feld) dafür verantwortlich ist.

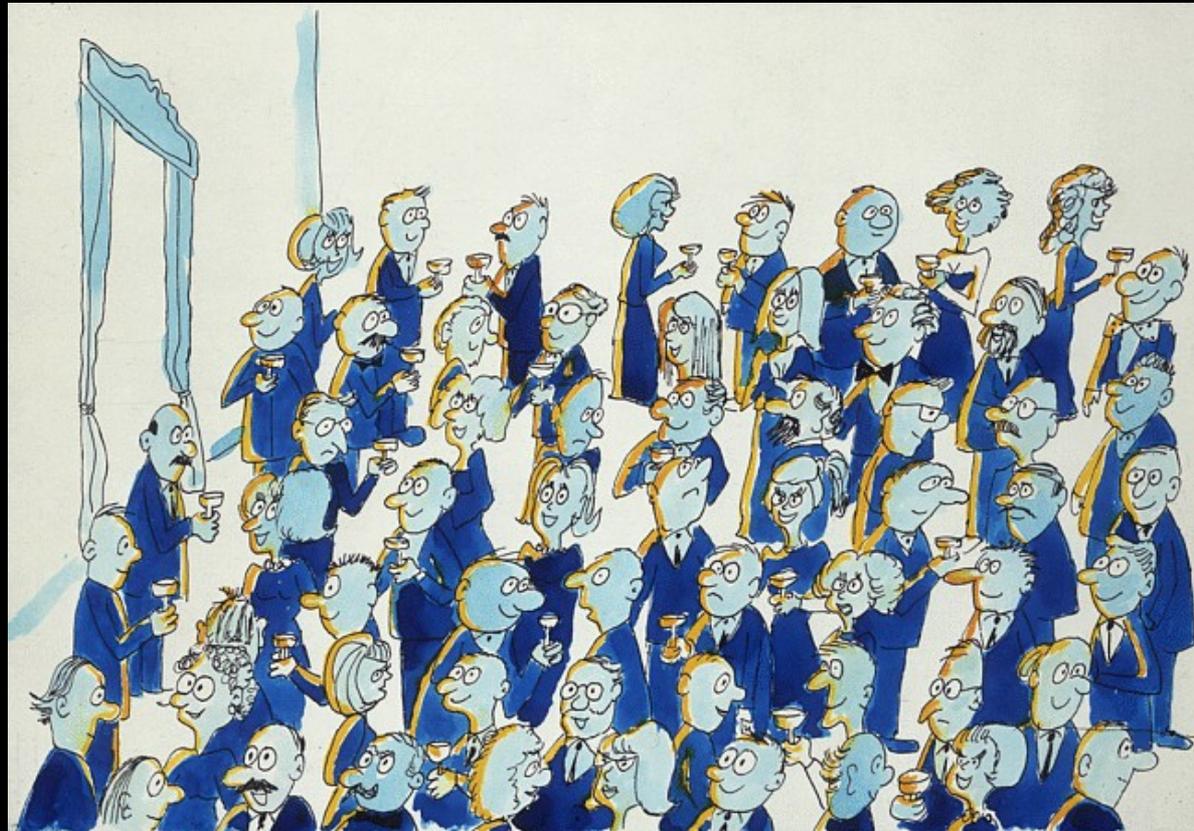
Die Masse eines Teilchen ist dann ein Maß für den Widerstand welches es bei seiner Bewegung durch dieses Feld erfährt.



Peter Ware Higgs
(* 29.05.1929)

Der Higgs Mechanismus

(nach David Miller, University College, London)



Physik: Das Higgs Feld füllt als Hintergrundfeld das gesamte Universum

Analogie: Man stelle sich einen Raum vor in dem sich Physiker während einer Cocktailparty unterhalten

Der Higgs Mechanismus

(nach David Miller, University College, London)



Physik: Ein in der Theorie ursprünglich masseloses Teilchen erhält durch die Wechselwirkung mit dem Hintergrundfeld eine Masse.

Analogie: Ein berühmter Physiker betritt den Raum. Eine Mensentraube bildet sich um ihn herum, welche seine Geschwindigkeit verlangsamt.

Der Higgs Mechanismus

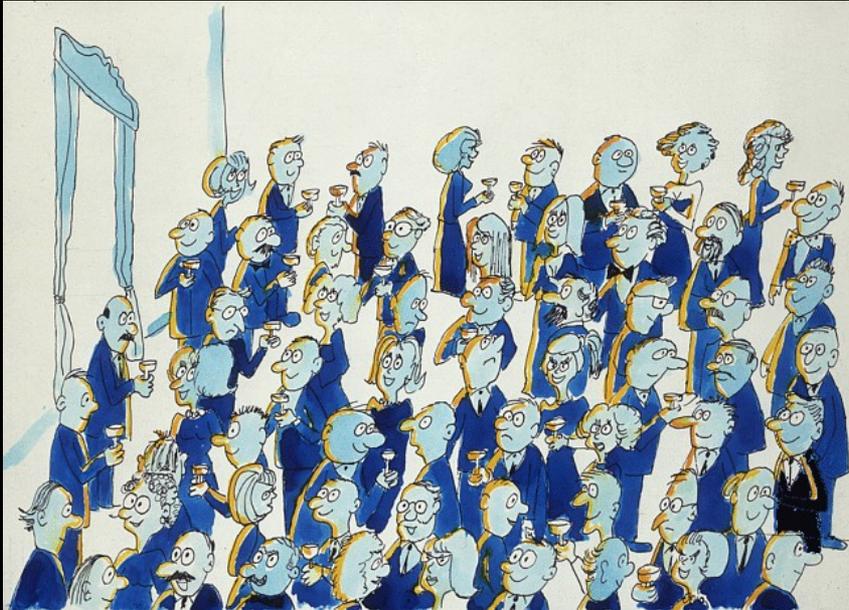
(nach David Miller, University College, London)



Physik: Das Higgsteilchen ist der Anregungszustand des Hintergrundfeldes.

Analogie: Jemand streut ein Gerücht in den Raum. Es bildet sich wieder eine Mensentraube während sich das Gerücht verbreitet

... und was ist mit masselosen Teilchen wie dem Photon?



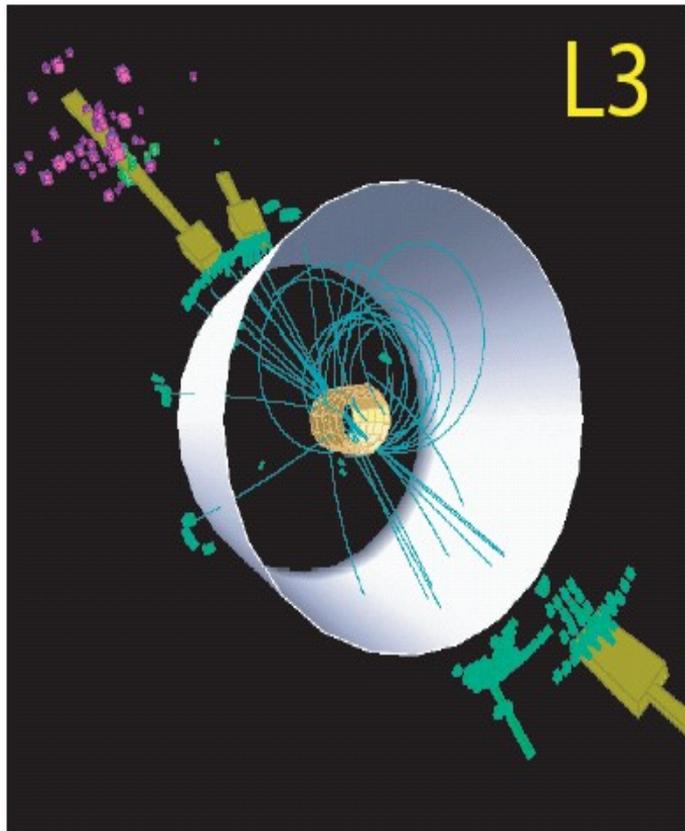
Physik: Masselose Teilchen bewegen sich mit Lichtgeschwindigkeit.

Analogie: Der arme Student, der an diesem Abend die Cocktailgläser wegräumen muss bewegt sich schnell und ungehindert durch den vollen Raum.

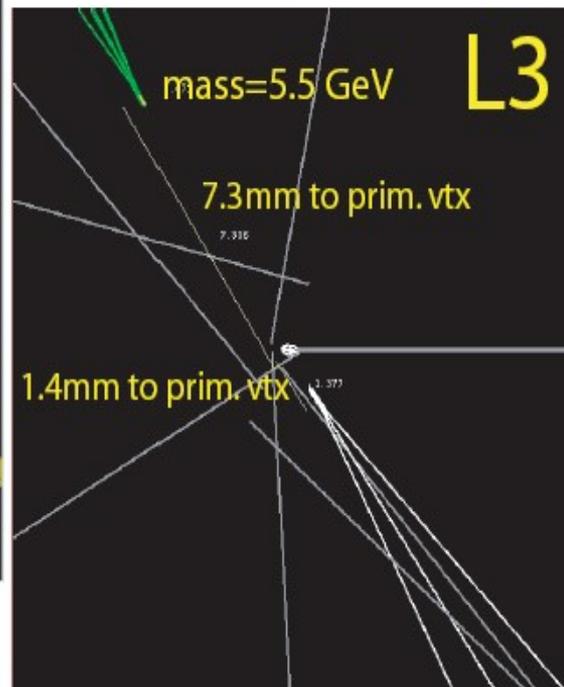
Ein HIGGS Kandidat

most significant $H\nu\nu$ candidate

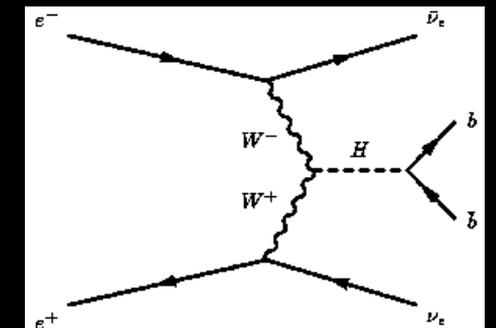
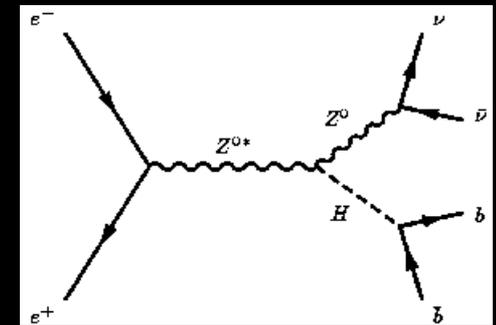
Produktion von Higgs Bosonen:



Secondary vtx's view

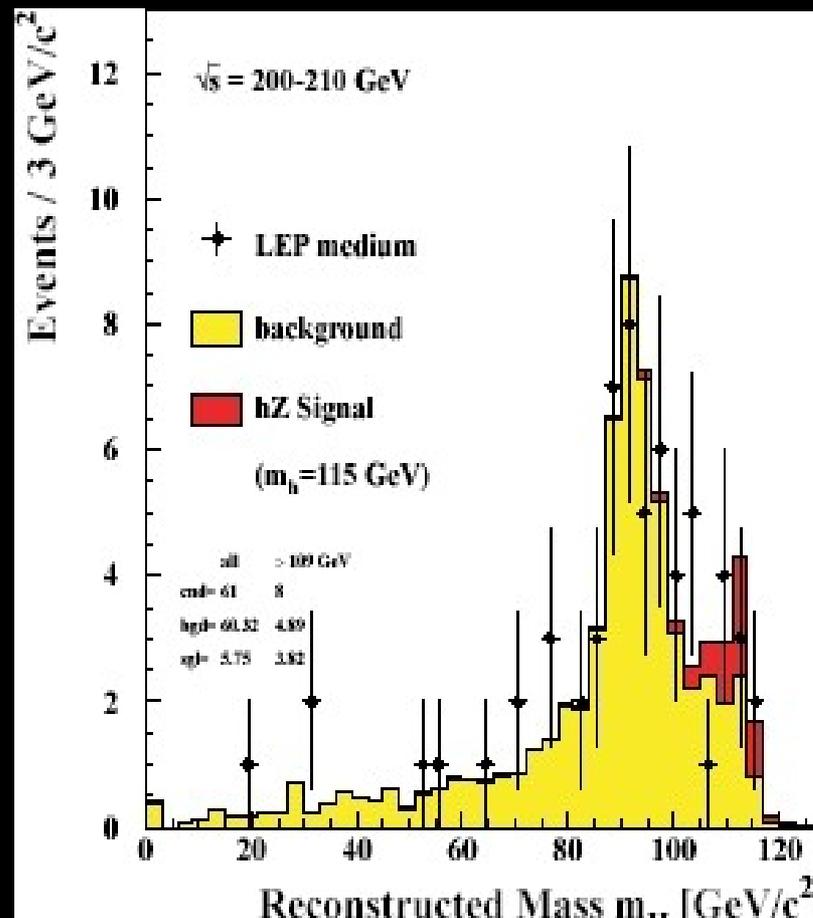


measured H mass=114.4 GeV
H mass resolution ~3 GeV



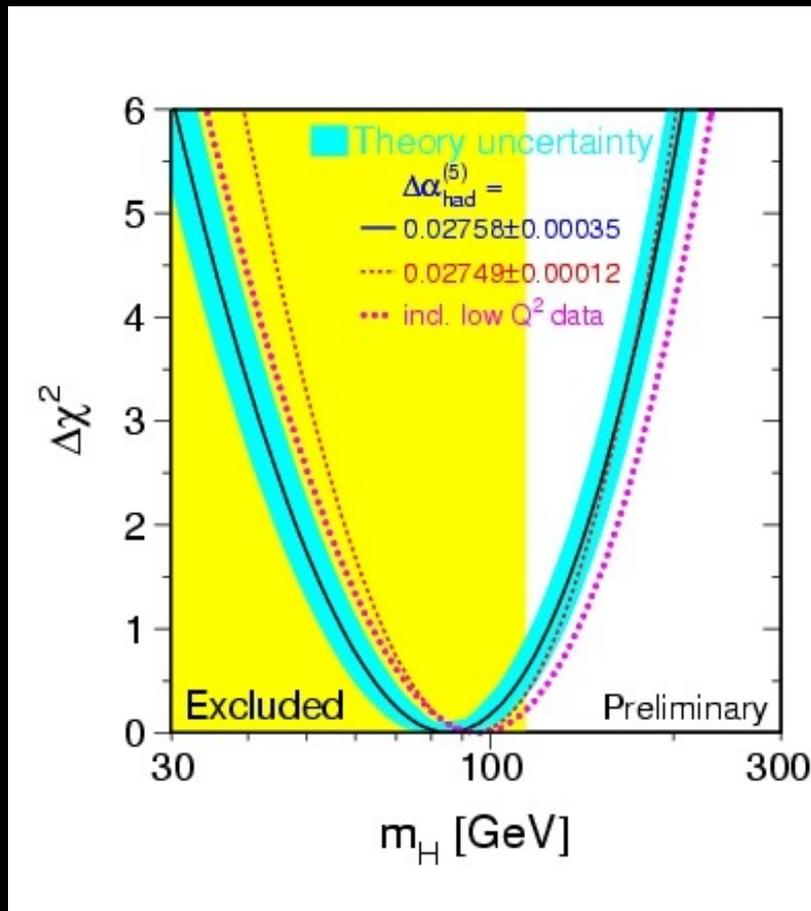
...und was wissen wir jetzt über das Higgs?!?

Das Higgsteilchen konnte bei LEP nicht entdeckt werden!!



...und was wissen wir jetzt über das Higgs?!?

Das Higgsteilchen konnte bei LEP nicht entdeckt werden!!



Aber:

Das Higgs ist wahrscheinlich leicht

$(100\text{GeV} < m_{\text{Higgs}} < 200\text{ GeV})$

Eine direkte Suche nach dem Higgs-Teilchen bei LEP ergab

$m_{\text{Higgs}} > 114\text{ GeV}$

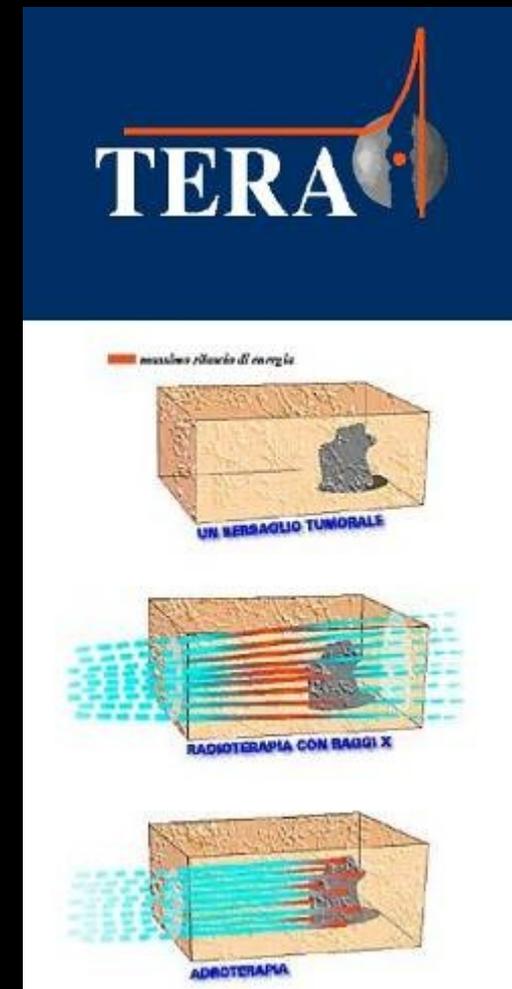
**Die 'Teflon-Pfanne' der
Teilchenphysik
(Spin-Off Technologien – einige Beispiele)**

Tera -Heilen mit Hadronen

Entwicklung initiiert vom CERN
Prof. Hugo Amaldi

Übliche Strahlentherapie schädigt nicht nur den Tumor, sondern auch das Gewebe davor und dahinter

Hadron Strahlung kann auch in der Tiefe sehr genau lokalisiert werden

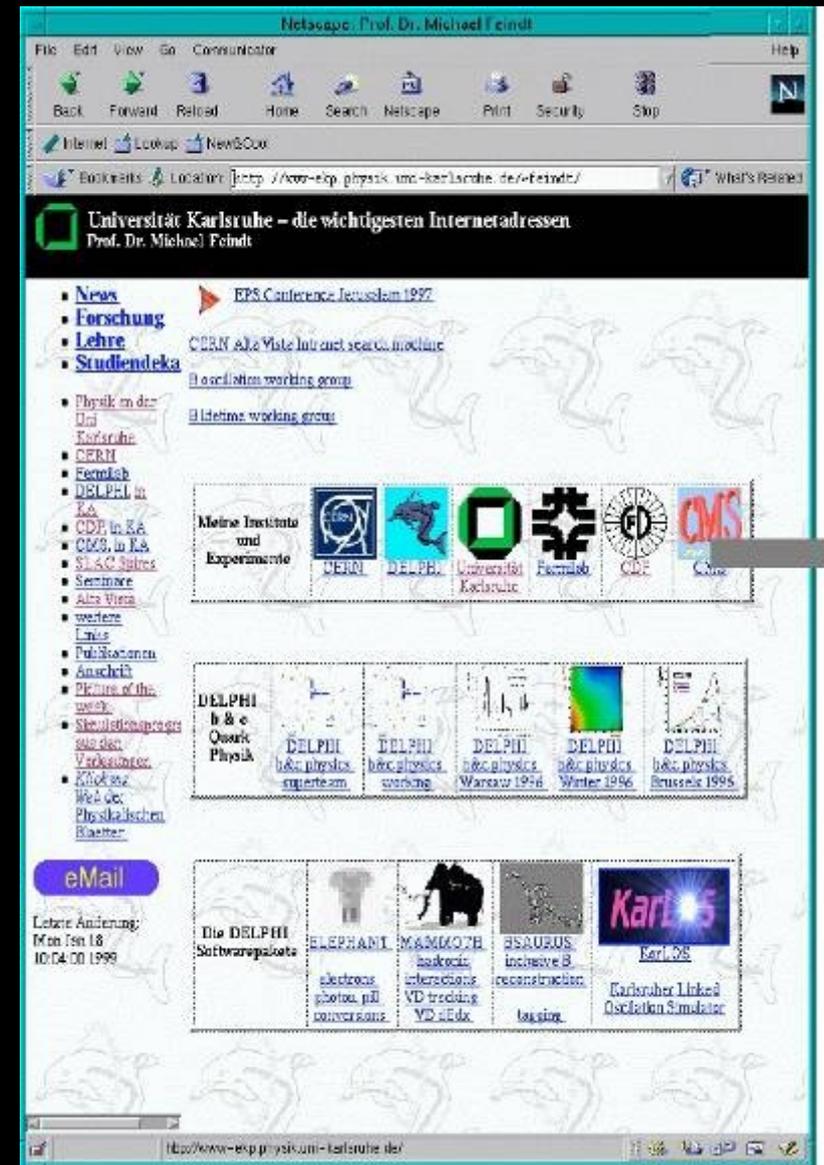


Das World-Wide Web

Entwicklung am CERN (http-Protokoll)

Technisches Problem:
Kommunikation in großen internationalen
Kollaborationen

Innerhalb von 10 Jahren:
Weltweiter Siegeszug. Heute fast in jedem
Haushalt vorhanden

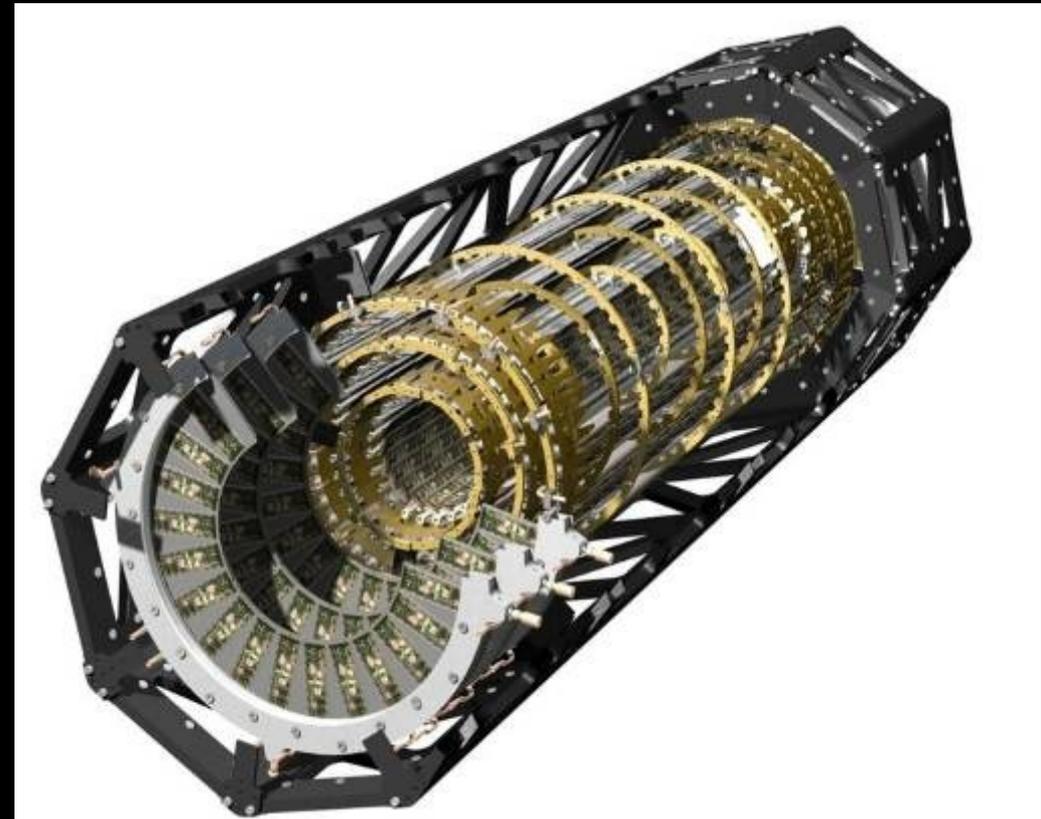
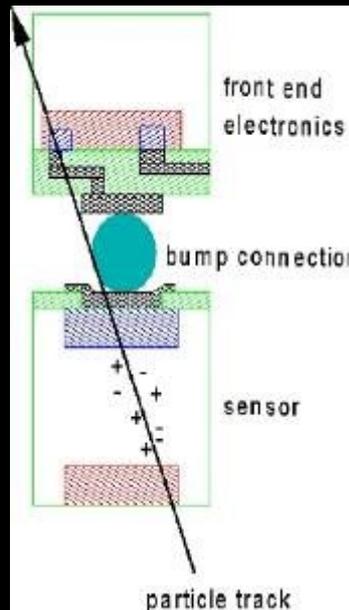


Digitales Röntgen

Pixel Detektor für ATLAS (Halbleiterdetektor)

Funktionsweise:

Nachweis der Teilchen über
Ionisation des Siliziums



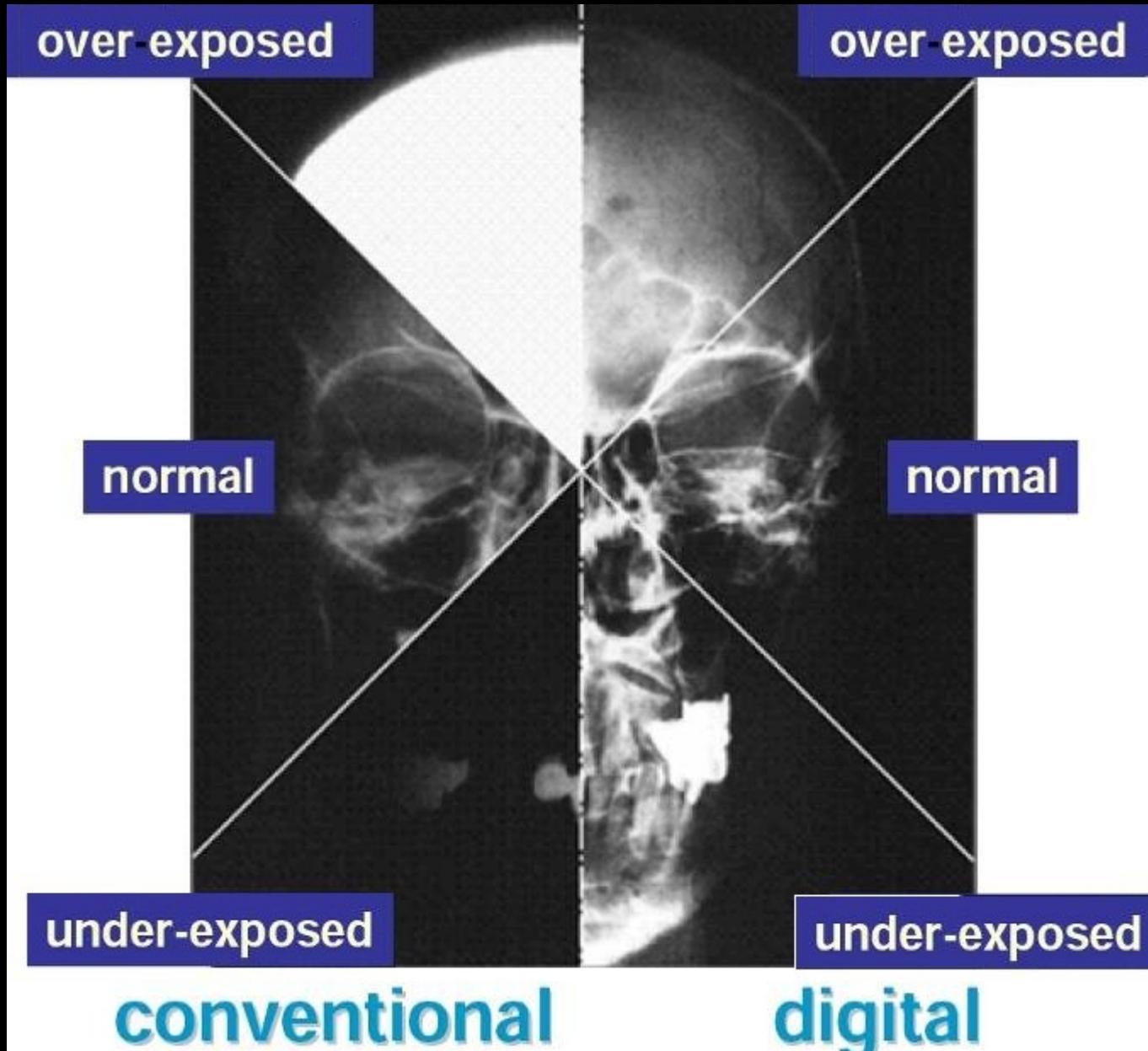
Vorteil:

Jedes einzelne Röntgenquant wird gezählt

Geringe Strahlenbelastung

Über-/Unterbelichtung kann korrigiert werden

Digitales Röntgen (Ein Vergleich)

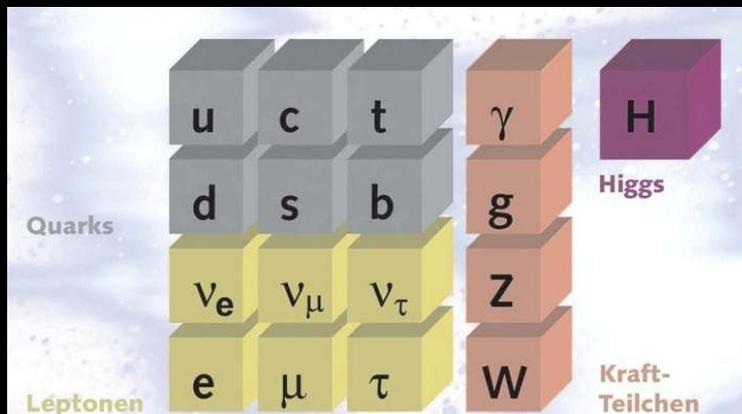


... und wie geht es weiter?

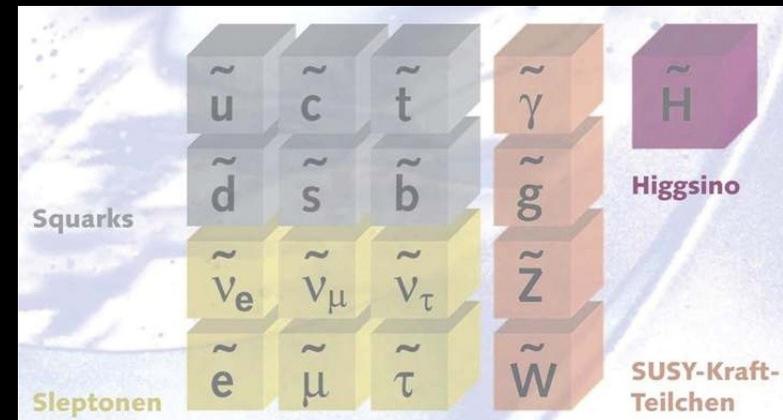
... z.B. Supersymmetrie ?!?

(SUSY)

Standardmodell



ErweiterSupersymmetrischeung



Jedes Elementarteilchen im Standardmodell erhält einen supersymmetrischen Partner

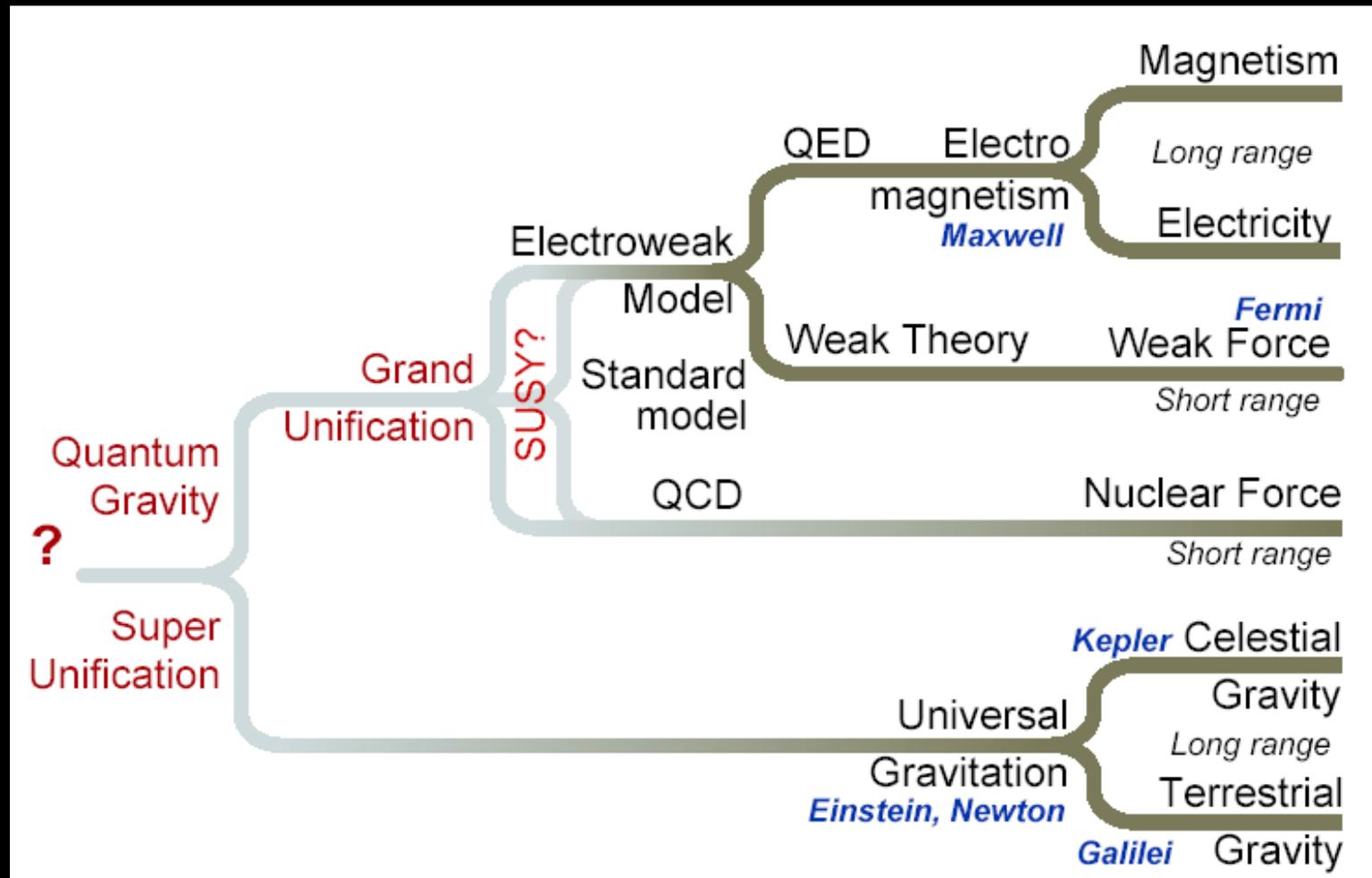
Würde helfen, viele theoretische Fragen zu lösen:

Vereinigung aller Kräfte inklusive Gravitation

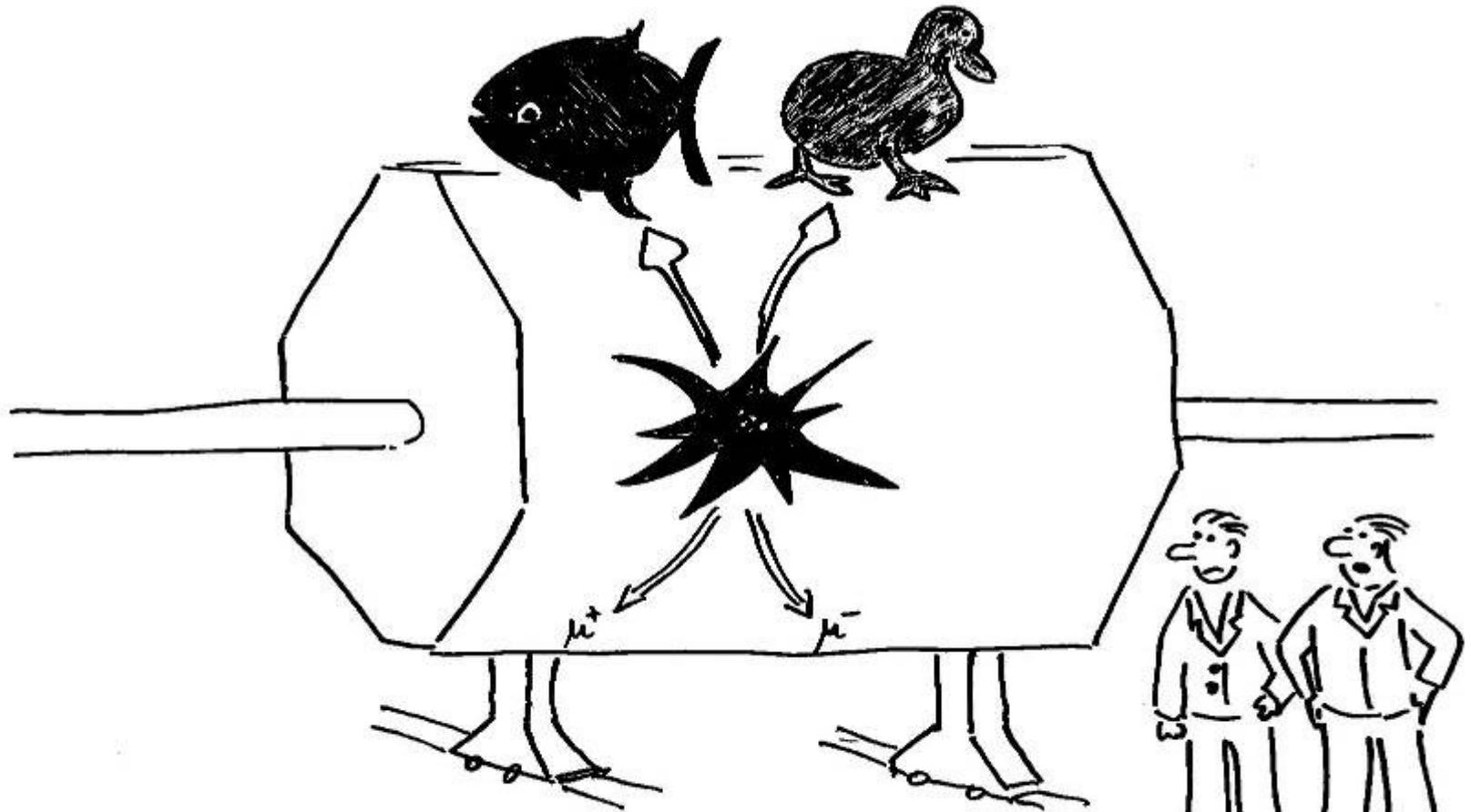
Leichtestes SUSY Teilchen stabil --> Kandidat für Dunkle Materie

Entdeckung bei ATLAS/CMS am LHC möglich!

Schlussübersicht



... be Prepared for the Unexpected!



“This is not exactly, what theory predicted for the Higgs decay!”