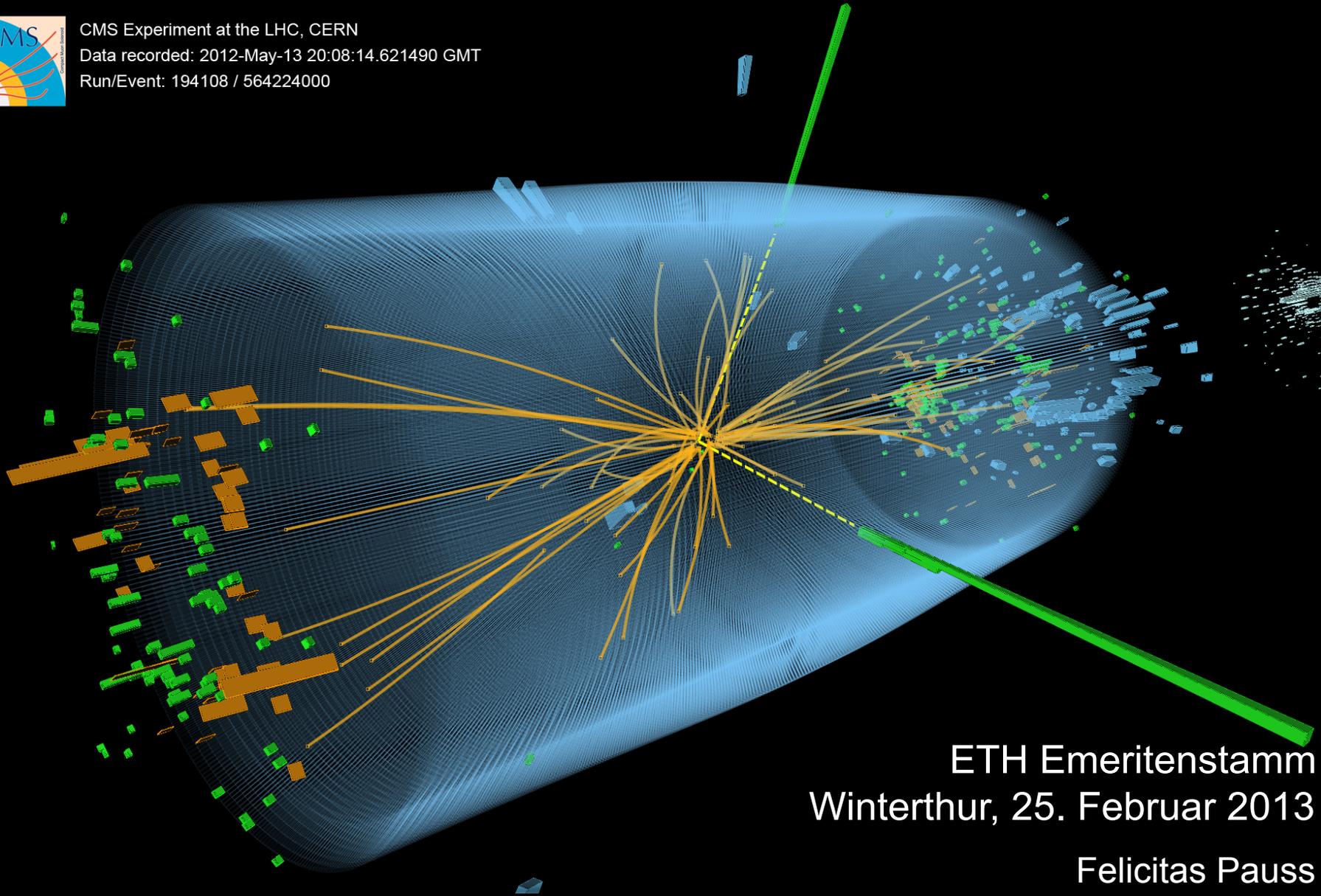




CMS Experiment at the LHC, CERN
 Data recorded: 2012-May-13 20:08:14.621490 GMT
 Run/Event: 194108 / 564224000



ETH Emeritenstamm
 Winterthur, 25. Februar 2013

Felicitas Pauss
 ETH Zurich und CERN



4. Juli 2012: CERN Experimente weisen ein Teilchen nach - im Einklang mit dem lange gesuchten Higgs-Boson ”





4. Juli 2012: CERN Experimente weisen ein Teilchen nach - im Einklang mit dem lange gesuchten Higgs-Boson "



TagesAnzeiger **WISSEN**

ZÜRICH SCHWEIZ AUSLAND WIRTSCHAFT BÖRSE SPORT KULTUR PANORAMA

Medizin & Psychologie **Natur** Technik Geschichte Weiterbildung Bildstreifen

Die Physiker in aller Welt jubeln

Von Sebastian Steiner. Aktualisiert am 04.07.2012 206 Kommentare

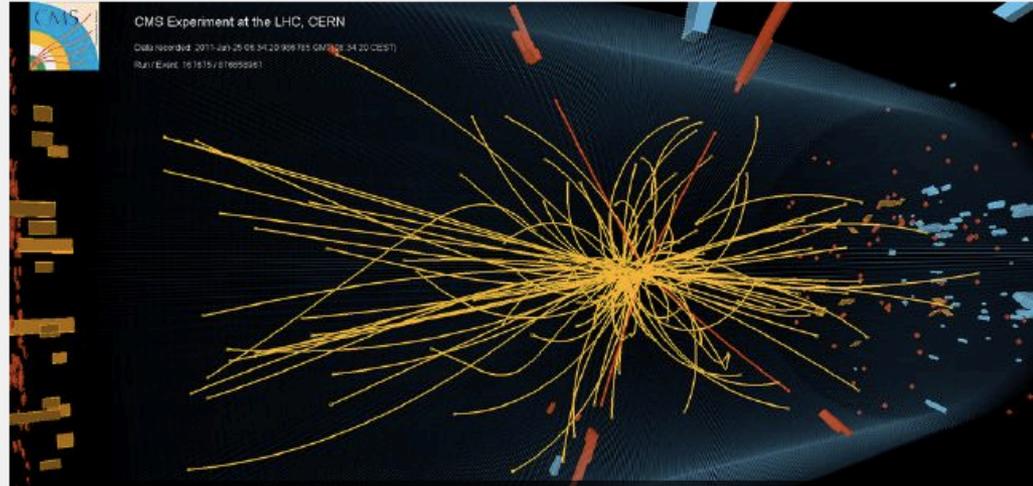
Die Physiker des Forschungszentrums Cern suchen nach dem letzten, mysteriösen Baustein des Universums: Dem Higgs-Boson. Die Forscher haben heute erklärt, dass sie es wahrscheinlich gefunden haben.



Durchbruch in der Teilchenphysik? **Neue Zürcher Zeitung**

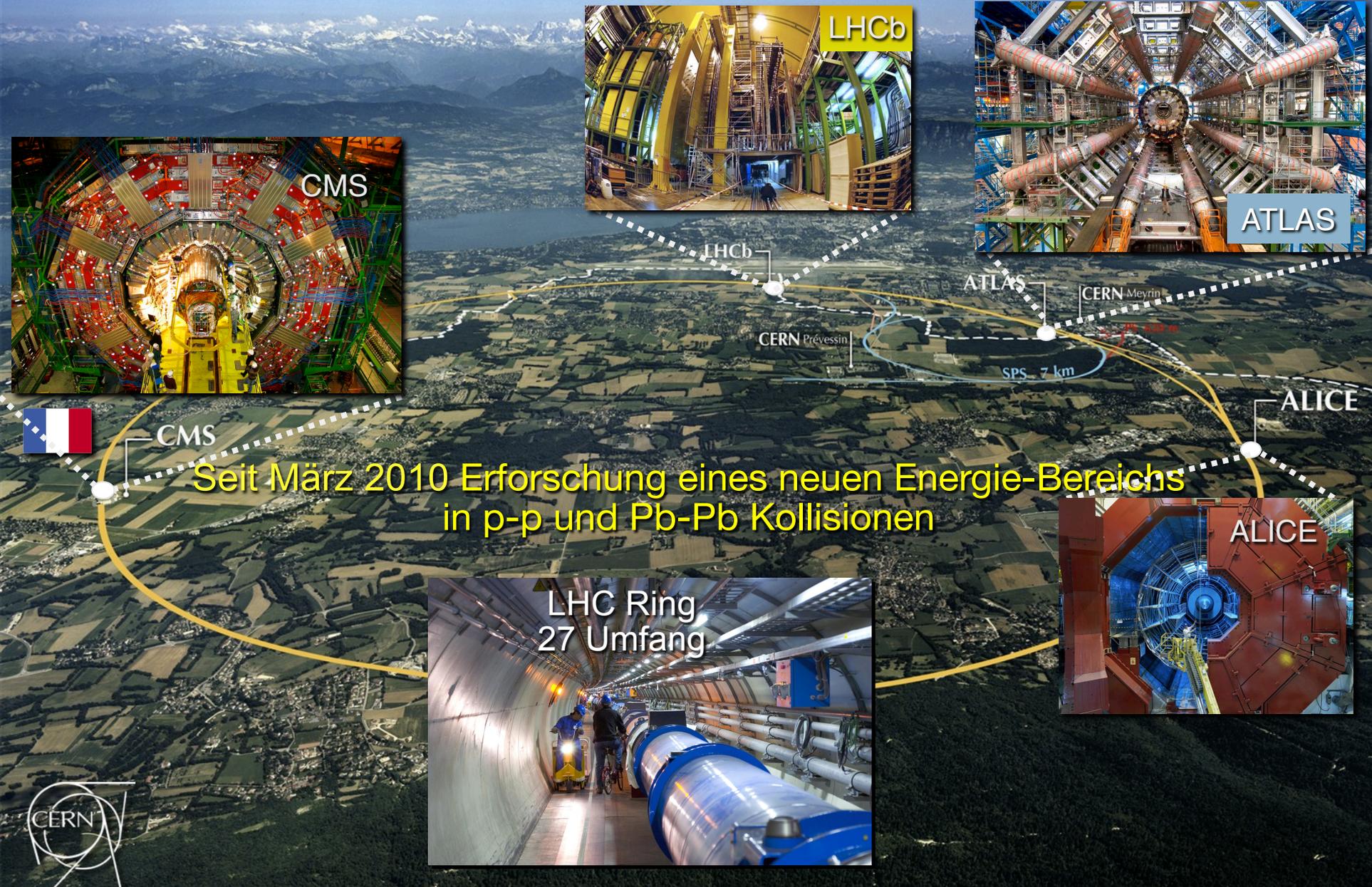
Cern steht womöglich vor Nachweis des Higgs-Teilchens

Wissenschaft Mittwoch, 4. Juli, 06:14



Eine Proton-Proton-Kollision am CMS vom 25. Juli 2011. Die roten Striche stehen für die vier hochenergetischen Elektronen, die dabei entstanden. Die Kollision zeigt Charakteristiken, die beim Zerfall eines Higgs-Bosons zu erwarten wären. (Bild: Cern / CMS-PHO-Events-2011-008 1)

Eine neue Ära in der Grundlagenforschung



Seit März 2010 Erforschung eines neuen Energie-Bereichs in p-p und Pb-Pb Kollisionen

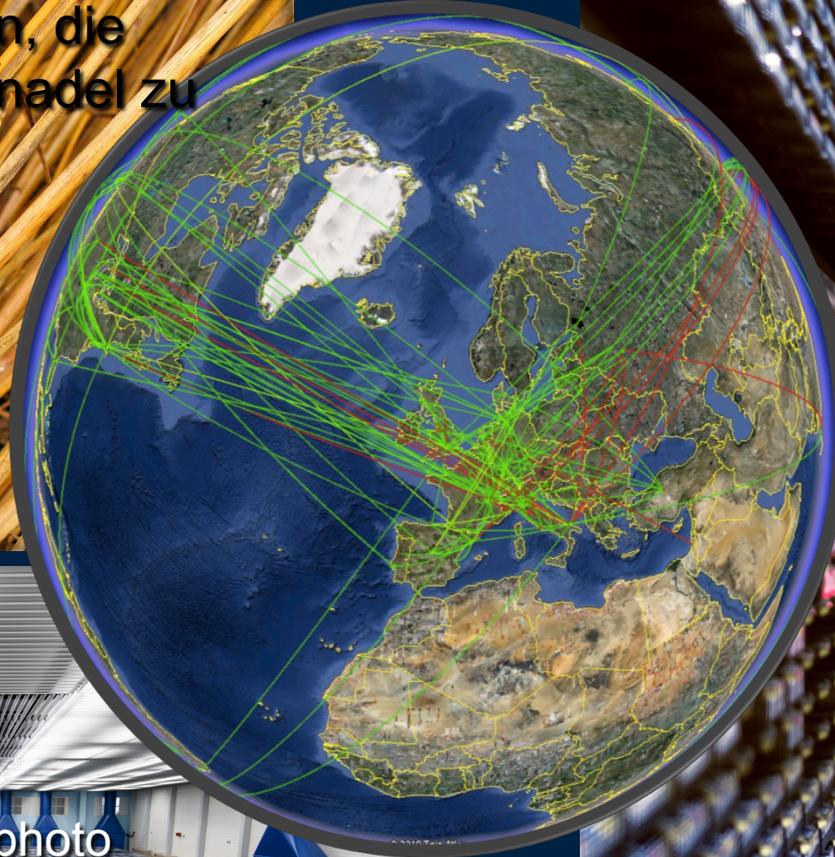


4 Juli 2012:

~ 4 Milliarden Ereignisse aufgezeichnet (keiner Bruchteil aller pp Kollisionen);

→ erwarte ~ 200 Higgs Ereignisse

Ist es gelungen, die
RICHTIGE Stecknadel zu
finden?



8MB → a digital photo
1GB → a DVD movie
1TB → world annual book production
>25PB → annual LHC data output
End of run (Feb 2013): 100 PB of stored data

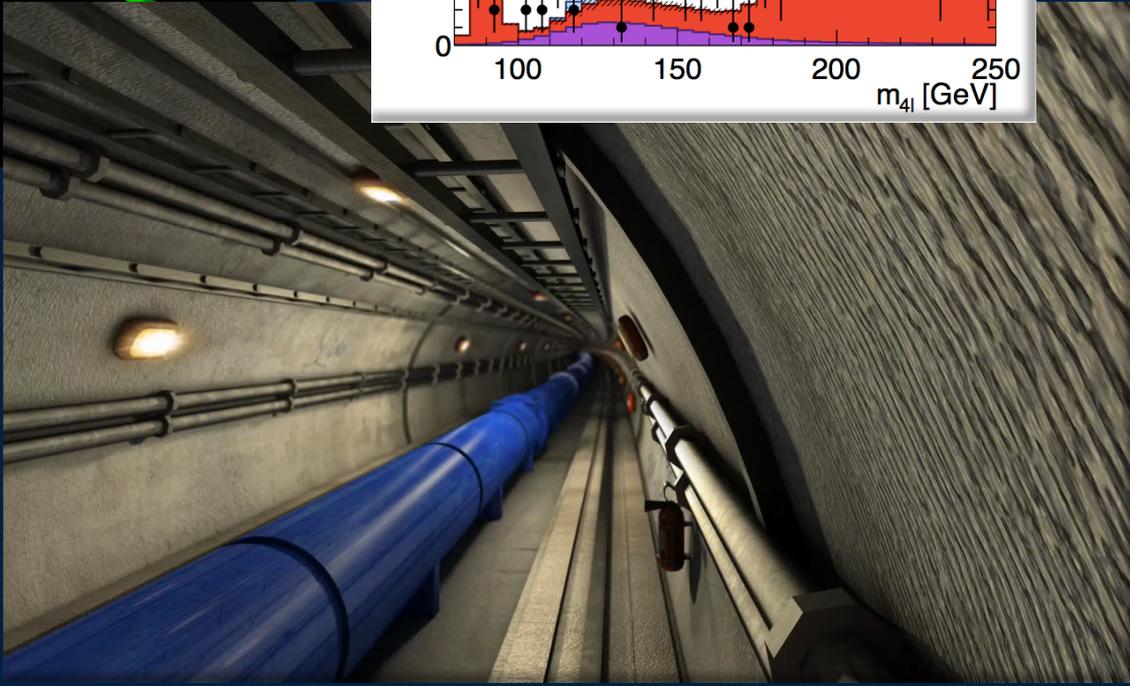
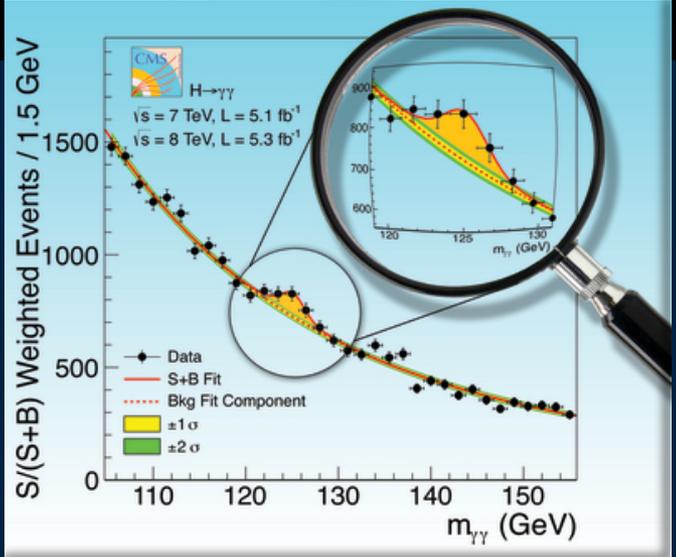
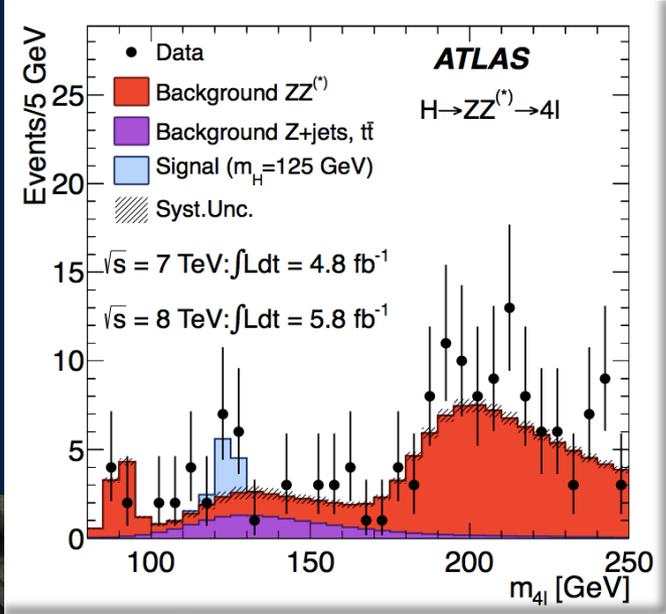
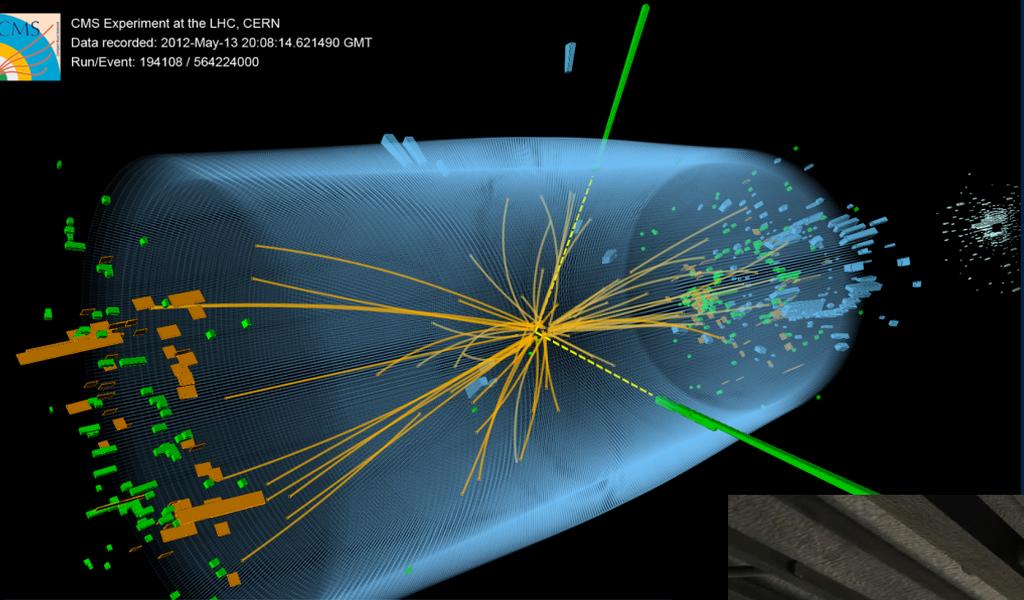




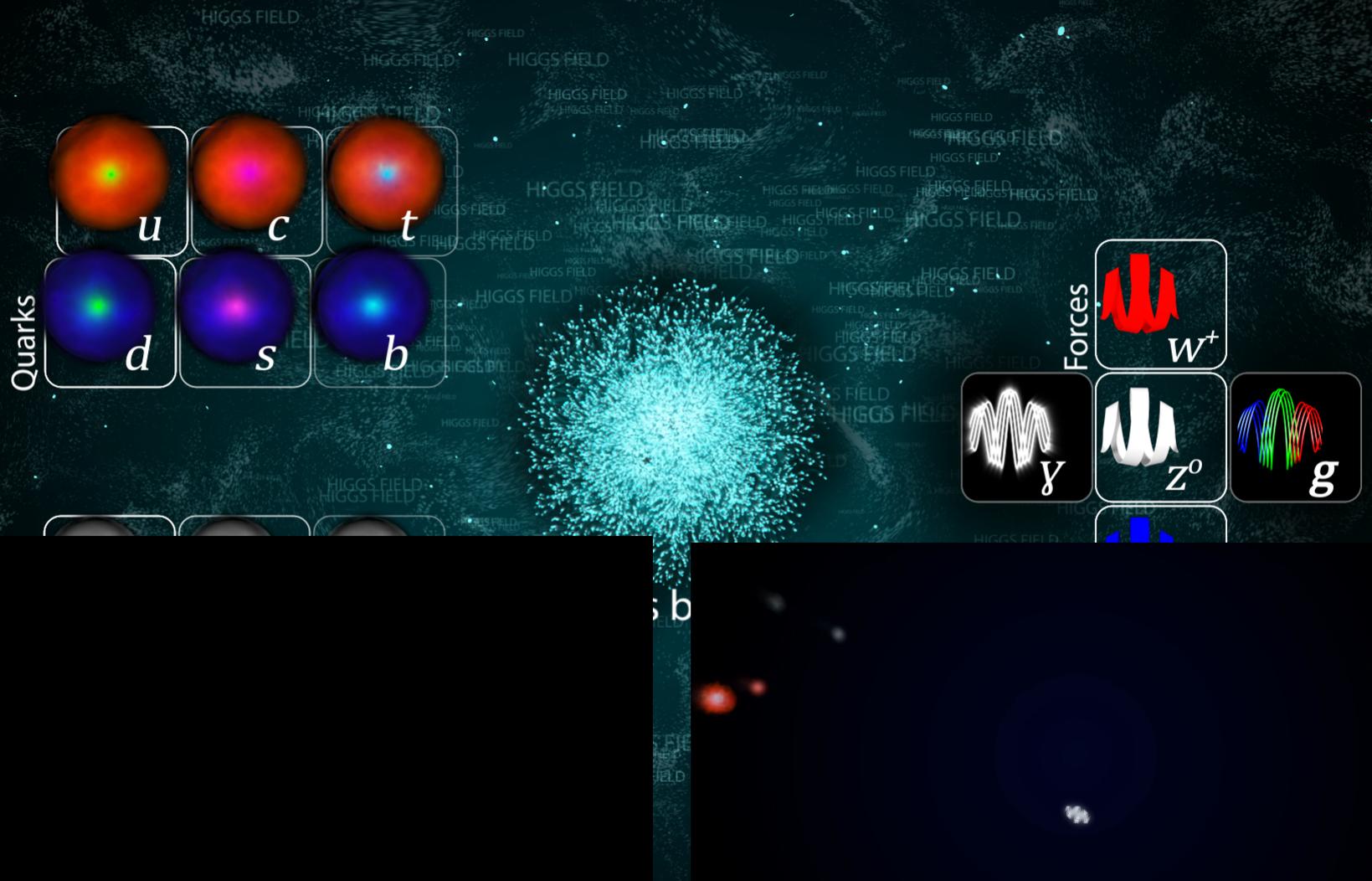
4. Juli 2012: CERN Experimente weisen ein Teilchen nach - im Einklang mit dem lange gesuchten Higgs-Boson ”



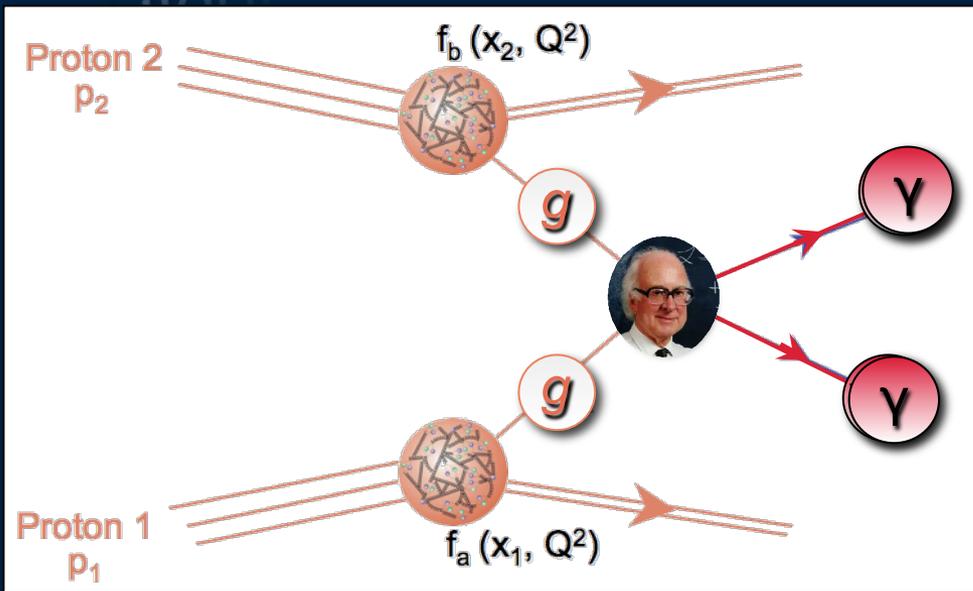
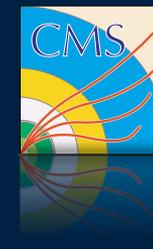
 CMS Experiment at the LHC, CERN
 Data recorded: 2012-May-13 20:08:14.621490 GMT
 Run/Event: 194108 / 564224000



Warum hat diese Entdeckung so begeistert?
... ein historischer Meilenstein - aber es ist erst der Anfang.....



Higgs Produktion und Zerfall



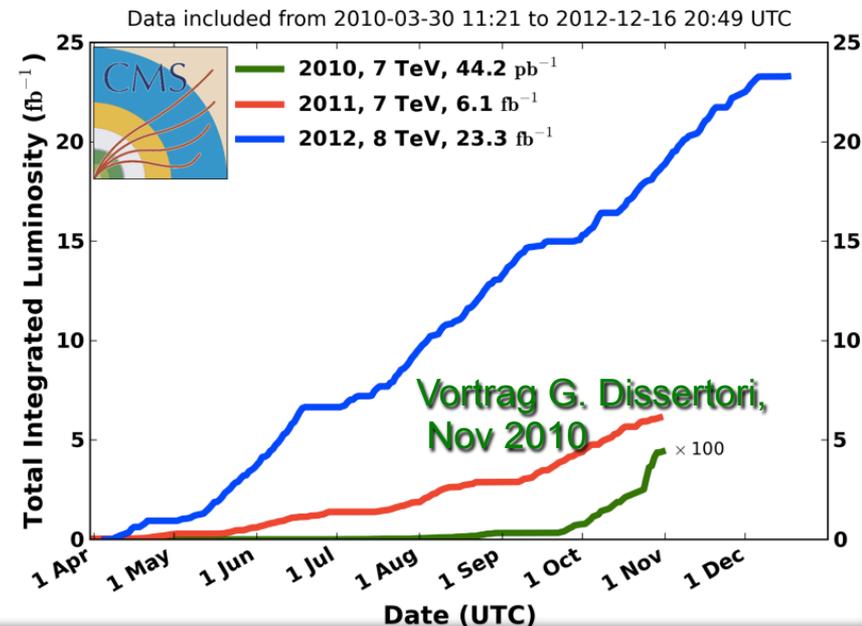
Dezember 2011 (run @ 7 TeV: $\sim 5 \text{ fb}^{-1}$)

ATLAS und CMS sehen "Hinweise" im 120 - 130 GeV Massenbereich

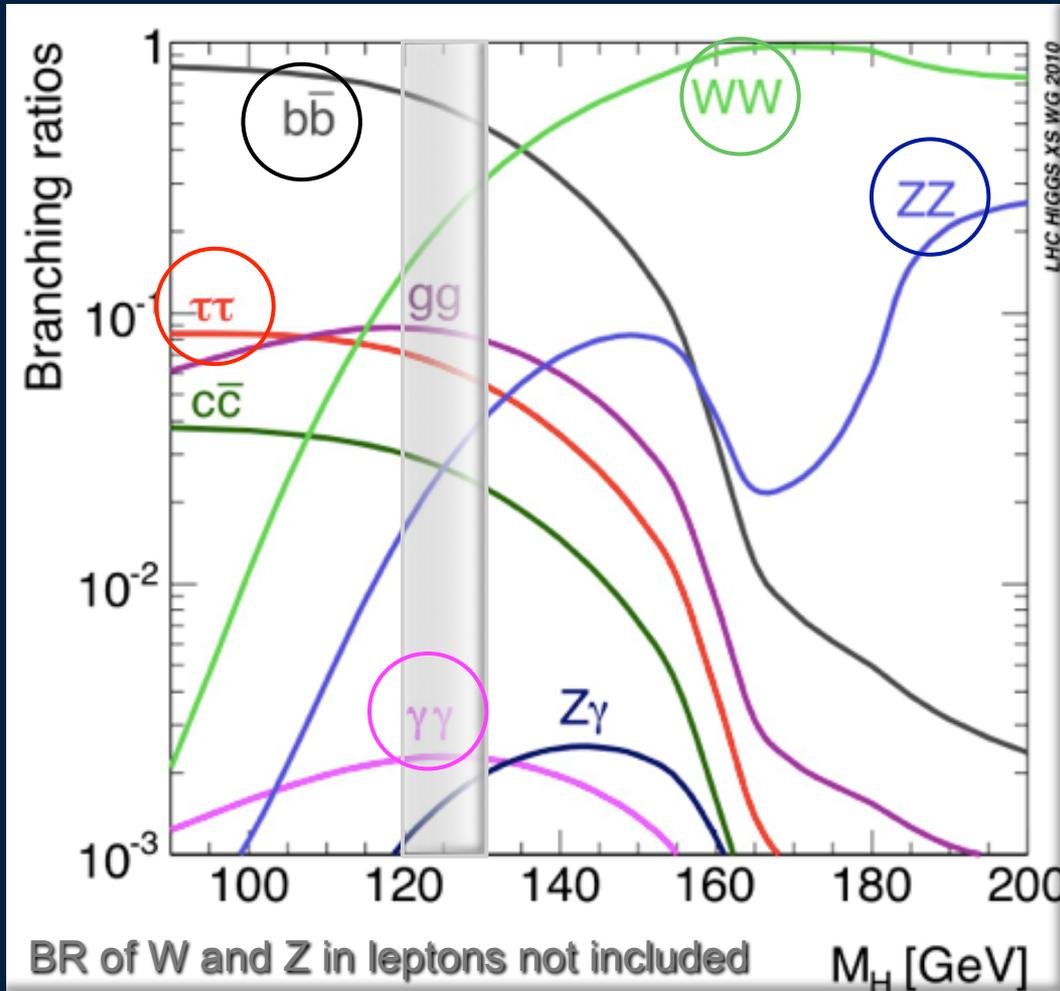
2012 run @ 8 TeV:
 Ende Juni $\sim 5 \text{ fb}^{-1}$
 Dezember $\sim 25 \text{ fb}^{-1}$



CMS Integrated Luminosity, pp



“Offener” Massenbereich nach den 2011 Daten

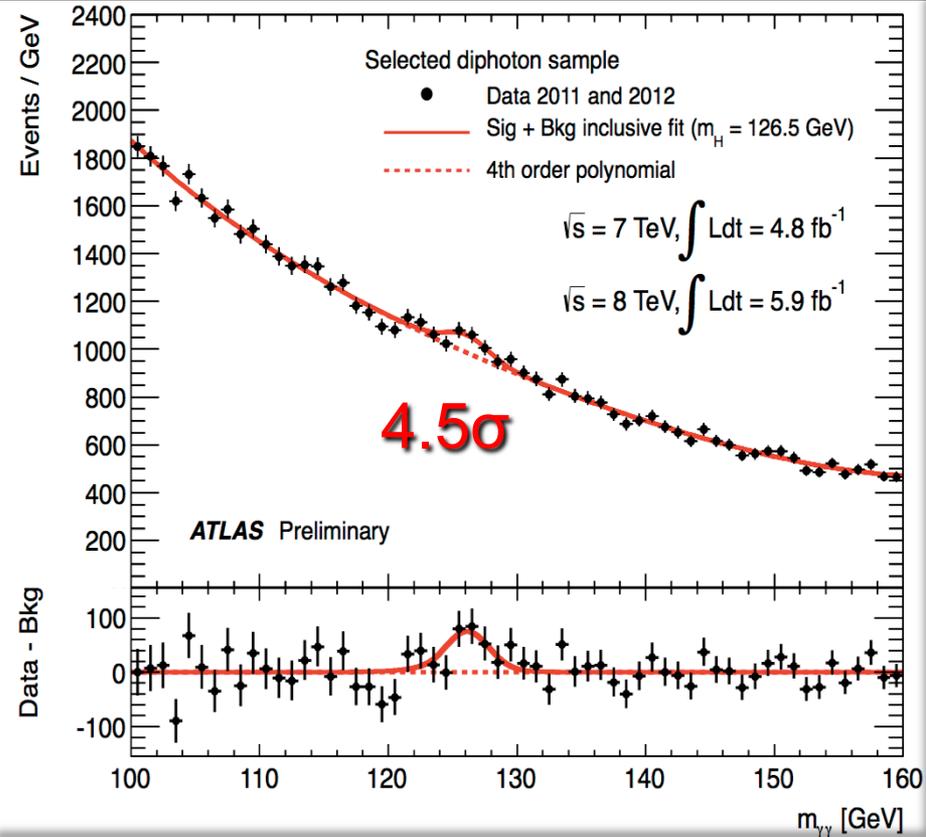
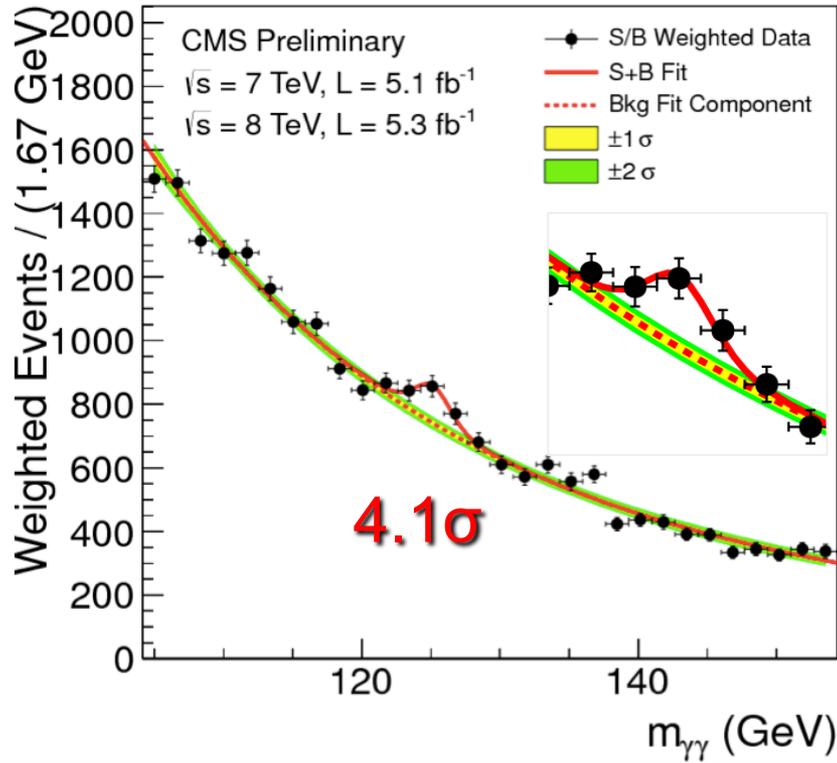
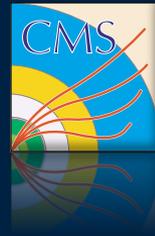


Analysierte Zerfalls- Kanäle
für 2012 Daten
bis zum Seminar am
4. Juli 2012

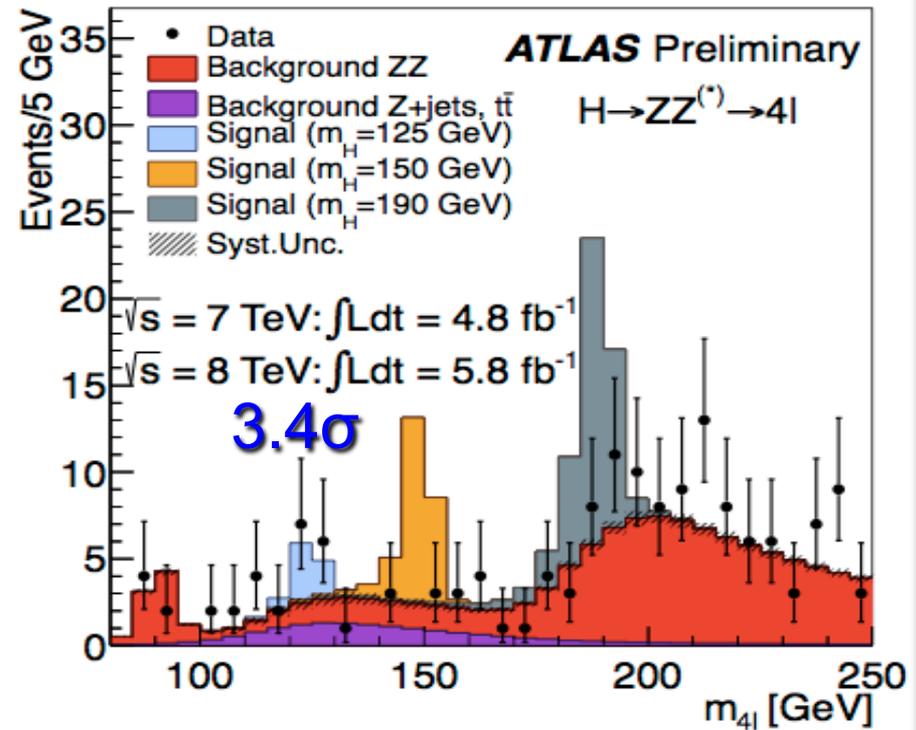
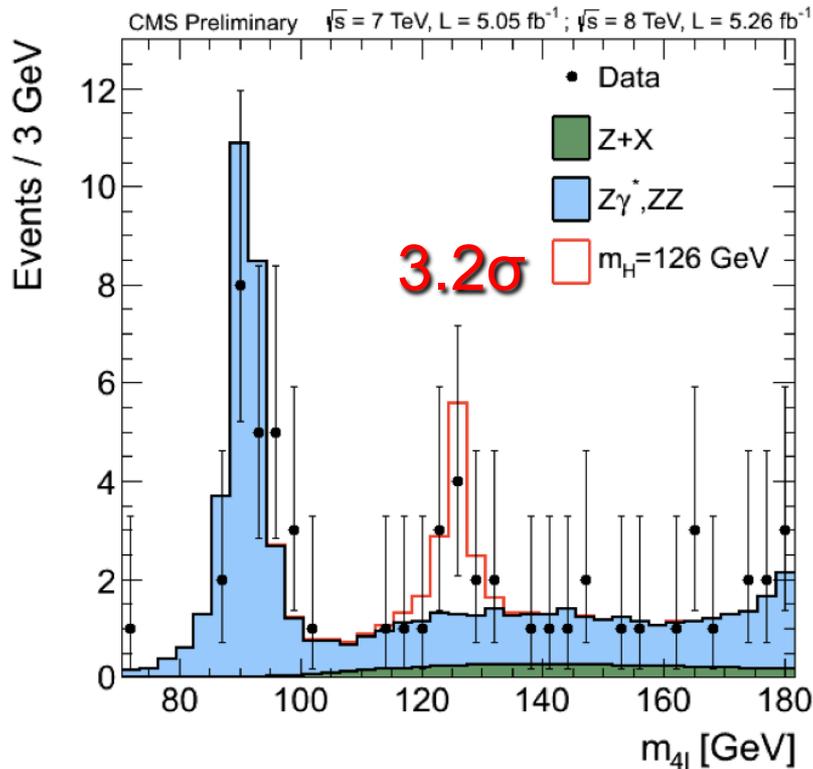
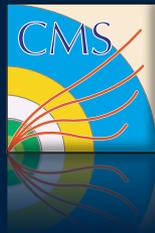
| | ATLAS | CMS |
|--|-------|-----|
| $H \rightarrow \gamma\gamma$ | ✓ | ✓ |
| $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4l$ | ✓ | ✓ |
| $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$ | nur | ✓ |
| $H \rightarrow \tau\tau$ | 2011 | ✓ |
| $H \rightarrow b\bar{b}$ | Daten | ✓ |



“Higgs-Massenverteilungen”: 4. Juli

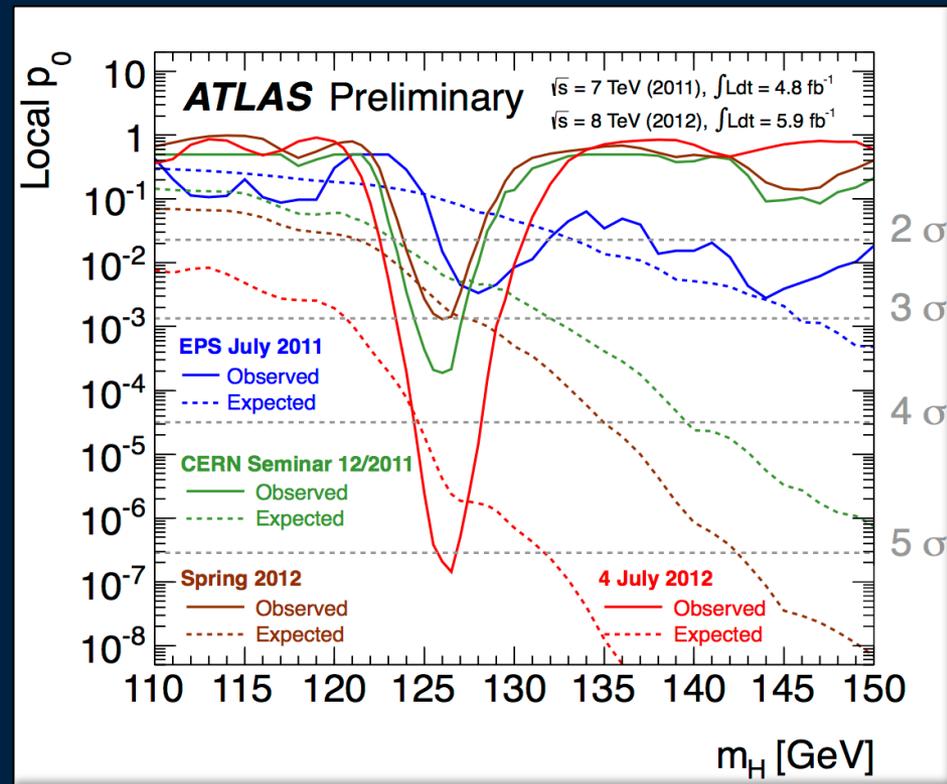
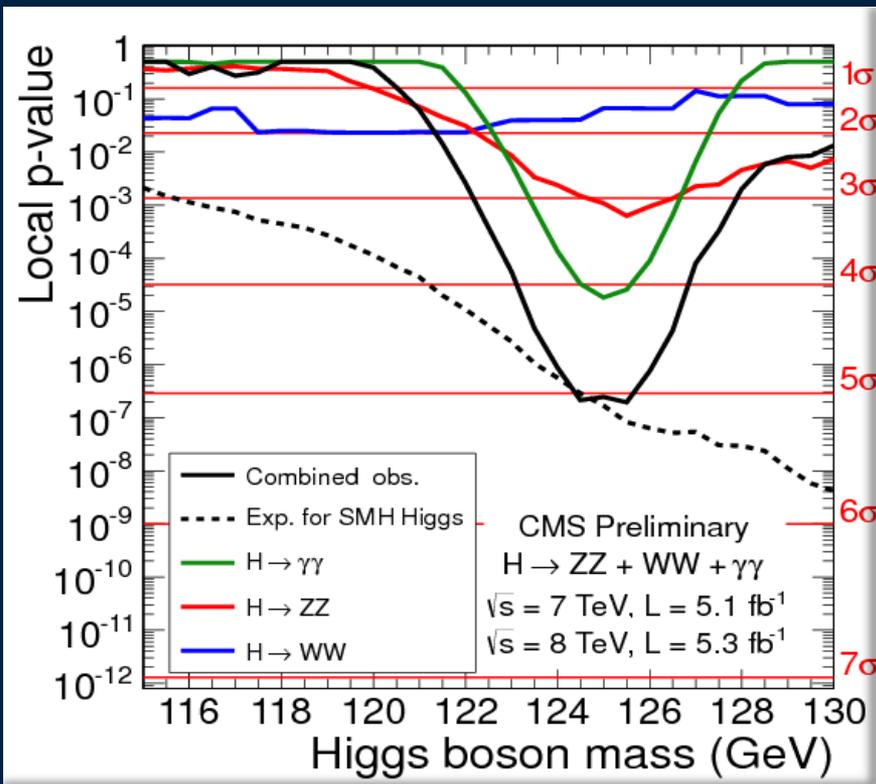
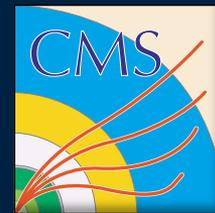


“Higgs-Massenverteilungen”: 4. Juli



ATLAS, CMS: Kombinierte Signifikanz: 5.0 σ

“Higgs-Statistik”: 4. Juli 2012



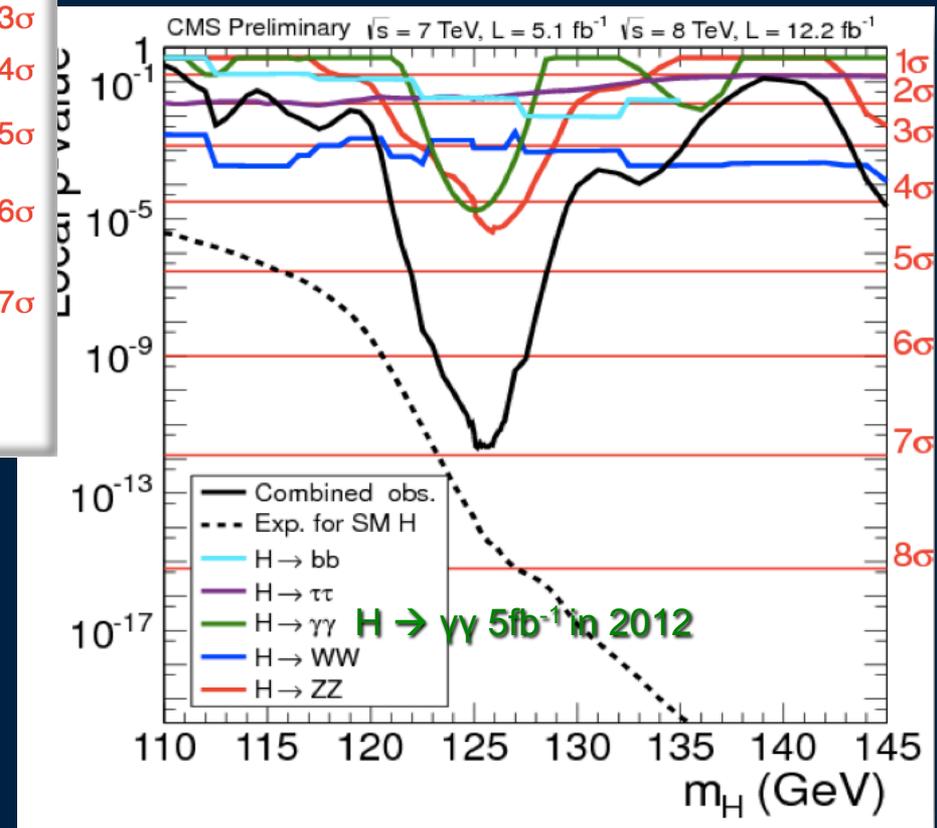
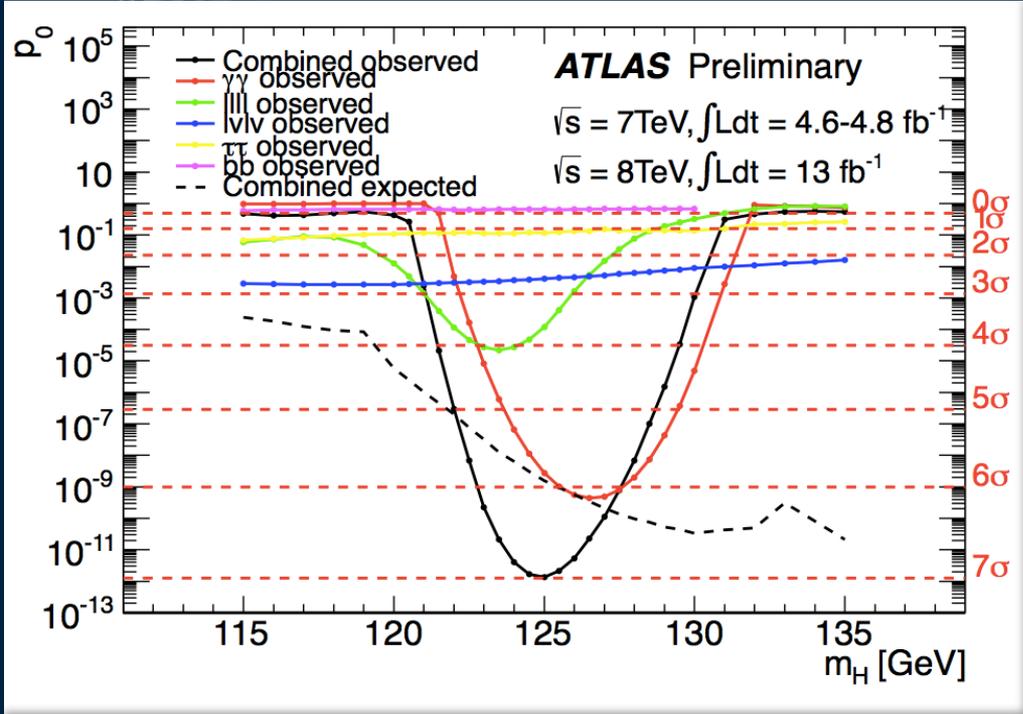
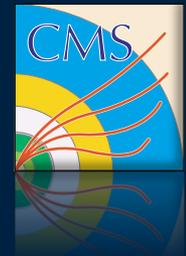
3σ: 0.15 % → „Hinweis“

5σ: 0.00003 % → „Entdeckung“

5 sigma heisst nicht, dass mit 99.99997% Wahrscheinlichkeit ein neues – oder gar bestimmtes – Teilchen vorliegt. Die Standardabweichung sagt nur etwas über statistische Fluktuationen der Messung aus, nicht über den gesuchten Effekt selbst!

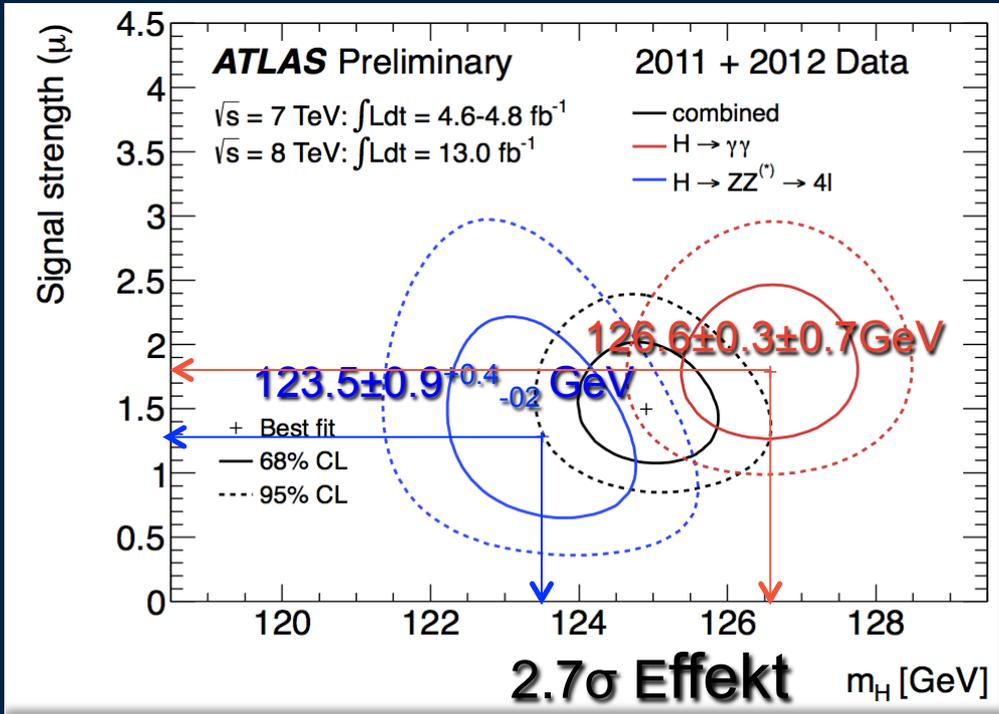
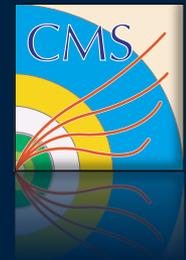
„DAS“ Higgs- Boson?

Dezember 2012



„DAS“ Higgs- Boson?

Dezember 2012
offene Fragen



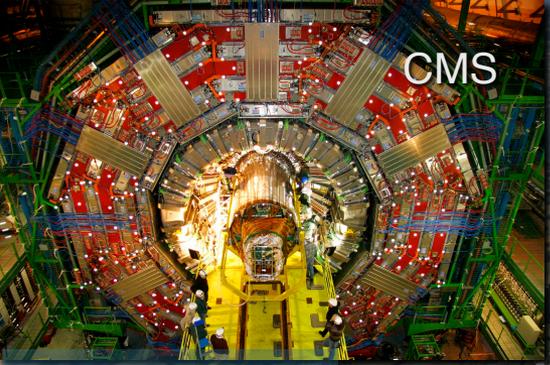
Offene Fragen:

- ❖ Higgs Masse ?
- ❖ Signal Stärke ?
- ❖ Spin ?

CMS: $m_H = 125.8 \pm 0.4 \pm 0.4 \text{ GeV}$

→ Neue Ergebnisse auf den Winterkonferenzen

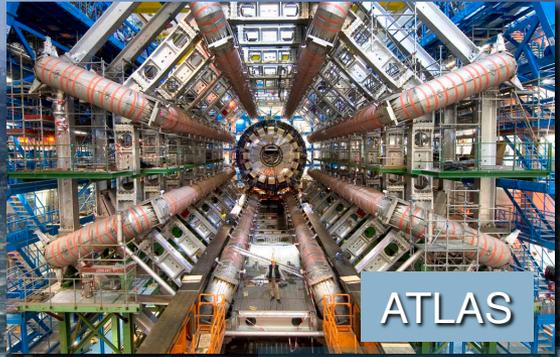
Der LHC und die LHC-Experimente sind Meisterwerke der Technologie!



ETH Zurich
PSI
Universität Zürich



LHCb
EPFL
Universität Zürich



ATLAS
Universität Bern
Universität Genf



Innovative Technologien entwickelt
Die Schweizer Industrie hat eine wichtige Rolle gespielt



LHC Ring



ALICE





Superconducting Coil

4 Tesla
ETHZ

Crystal Calorimeter

76000 scintillating
PbWO₄ crystals
ETHZ, PSI

Pixels

Silicon Microstrips
210 m² of silicon sensors
PSI, ETHZ, UNZ

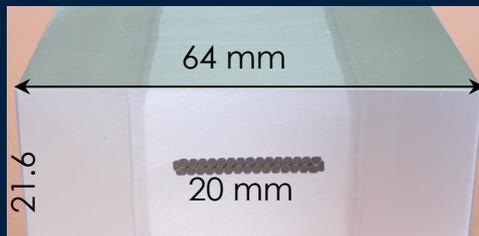
CMS Detector

Weight: 12'500 t
Diameter: 15 m
Length: 21.6 m
Magnetic field: 4 T

~ 100M individual
detecting elements

CMS SC Magnet

Die Herausforderung:
Entwicklung eines zuverlässigen Supraleiters, der
ein 4 T Feld in einem Volumen von 360 m³
erzeugen kann



Strom: 19'140 A
Gespeicherte Energie: 2.5 GJ



Cabling Machine @ Brugg Cables

Ende Produktion:
Frühling 2003



Aluminium Presse
@Nexans

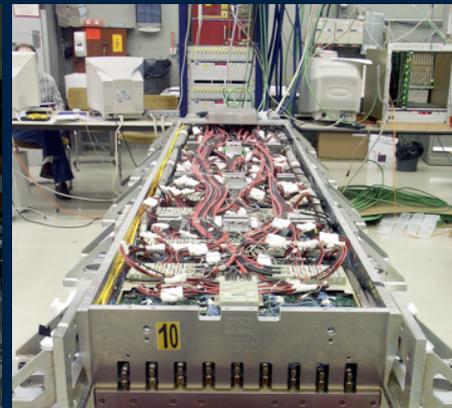
B. Blau, ETHZ

Eine 2600 m lange Leitereinheit:
Non-Stopp-Produktion von 32 Stunden
Insgesamt 21 Leitereinheiten (1 Prototyp)

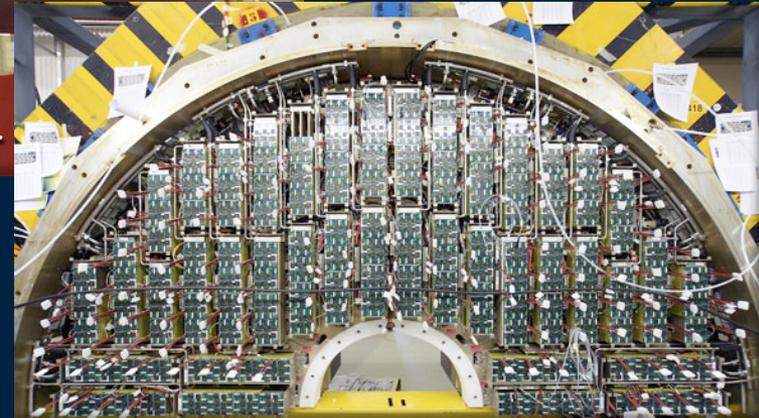
CMS Kristallkalorimeter

Die Herausforderung:

Bau eines elm. Kalorimeters mit ausgezeichneter Performance ($\sim 76'000$ PbWO₄ Kristalle mit gleichen physikalischen Eigenschaften) und komplexe Auslese-Elektronik, welches den hohen Anforderungen am LHC Rechnung trägt



Unter



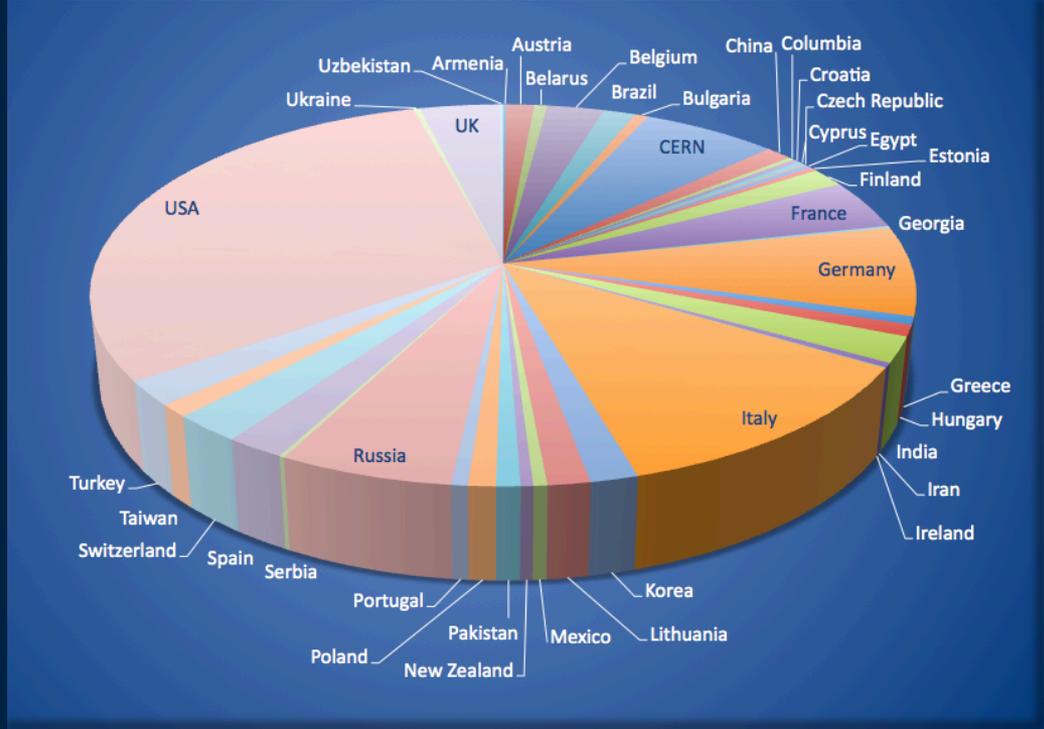
Erstes Supermodule (1700 Kristalle) im Sept 2004 fertiggestellt; im Juli 2007 Barrel Installation abgeschlossen (36 SM);
Endcap Konstruktion begann in 2007; im August 2008 Installation abgeschlossen



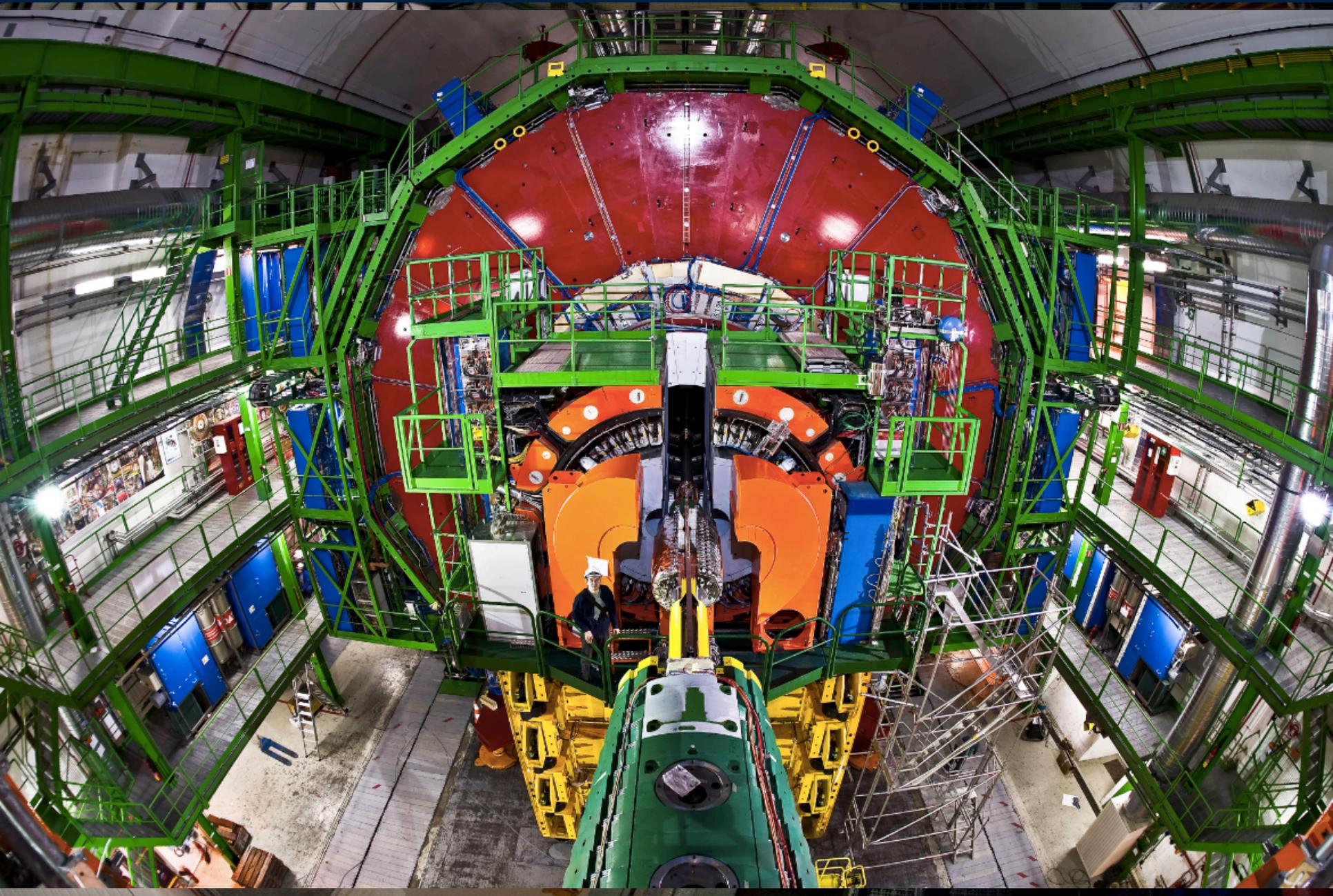
Grosse Internationale Kollaboration



CMS Kollaboration
 ~4000 Mitglieder
 ~40 Länder
 ~180 Institute



1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008



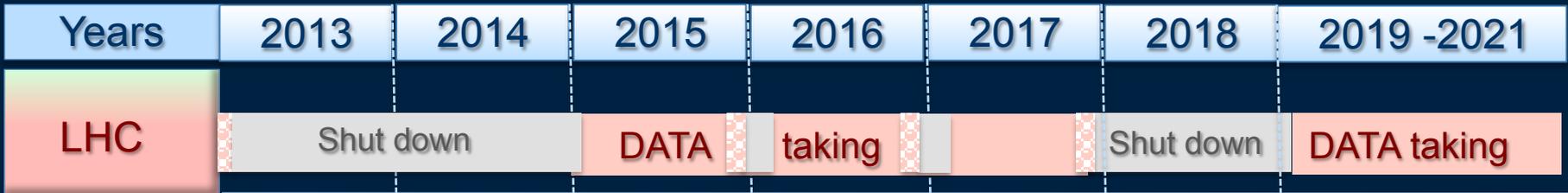
LHC – Next Steps: 2013 – 2021

..... as of today

Now: 25fb^{-1} /experiment

200fb^{-1}

500fb^{-1}

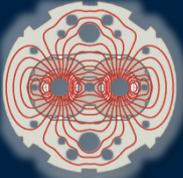


Start in 2015 with an essentially new machine!
Start with $\sim 13\text{ TeV} \rightarrow 14\text{ TeV}$

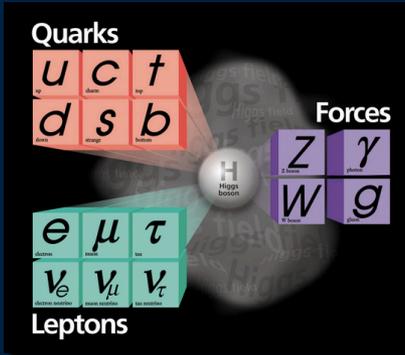
Heavy ion run at end of each year

Consolidation for LHC operation at $E_{\text{cm}} \sim 14\text{ TeV}$
Upgrades/consolidation of LHC experiments
LS1: 13.2.2013 – Dec 2014

HI-LHC?
HE-LHC?

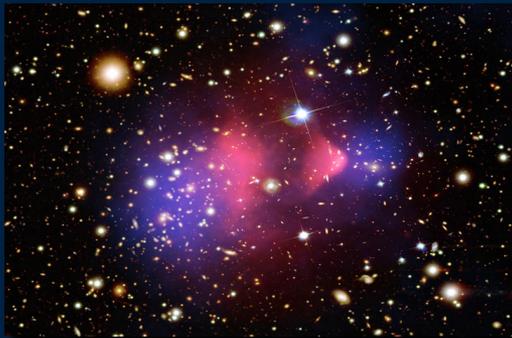


Das Studium der LHC-Daten wird es uns ermöglichen, einige der „grossen Fragen“ Physik zu beantworten ...



Haben wir „DAS“ **Higgs-Teilchen** entdeckt, welches für die Masse aller Teilchen verantwortlich ist?

Werden wir den Grund finden, warum **Antimaterie und Materie** sich nicht gegenseitig völlig zerstört hat?



Finden wir die Teilchen, aus denen die geheimnisvolle **"dunkle Materie"** in unserem Universum besteht?



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

SUISSE
FRANCE

CMS

LHCb

CERN Prévessin

ATLAS

CERN Meyrin

SPS 7 km

ALICE

LHC 27 km