

# 70 Jahre CERN – 70 Jahre Exzellenz in der Erforschung des Mikrokosmos

Prof. Dr. Wolfgang Wagner und  
Prof. Dr. Christian Zeitnitz  
Bergische Universität Wuppertal

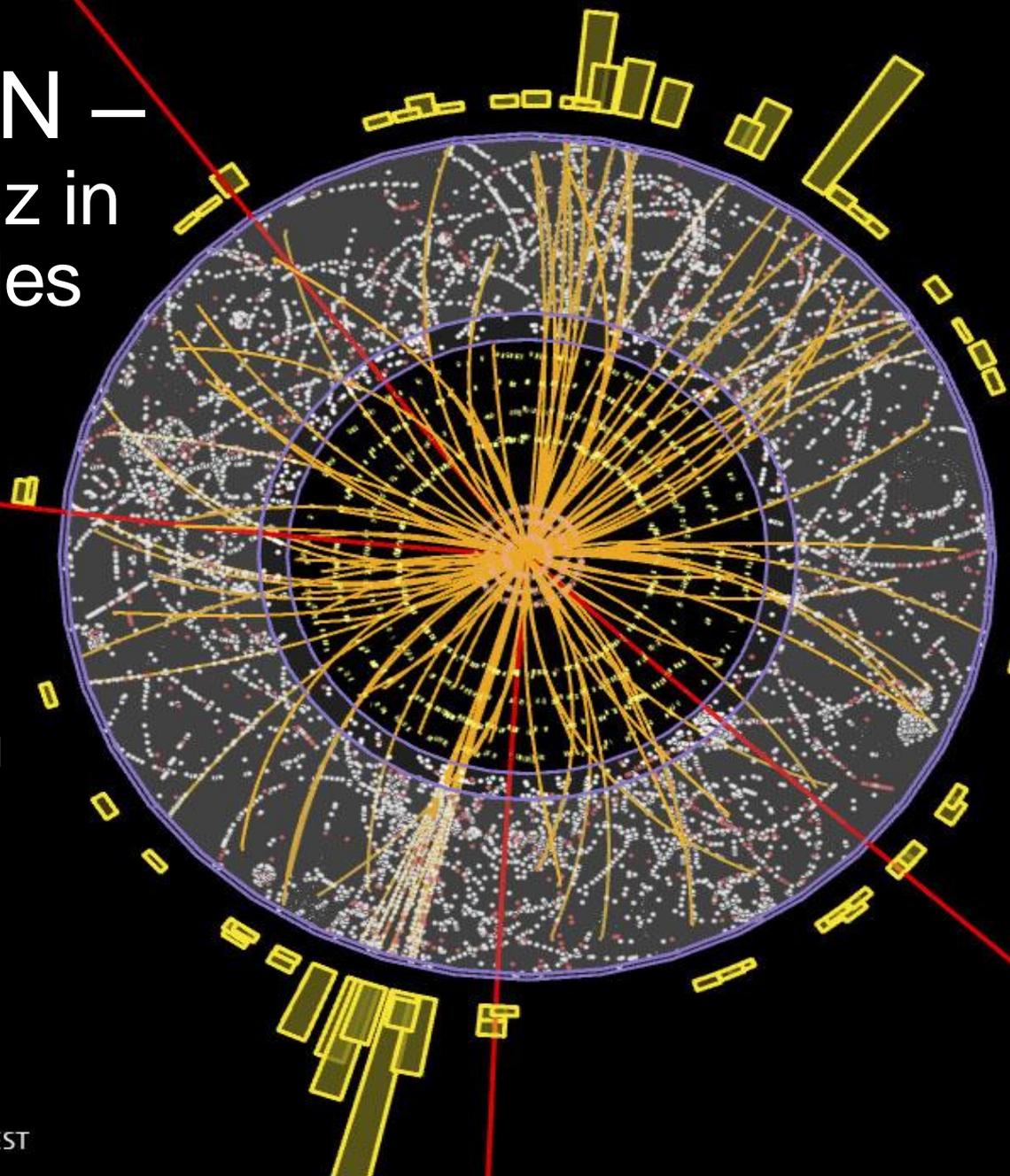
Evangelische Citykirche Wuppertal  
16. September 2024



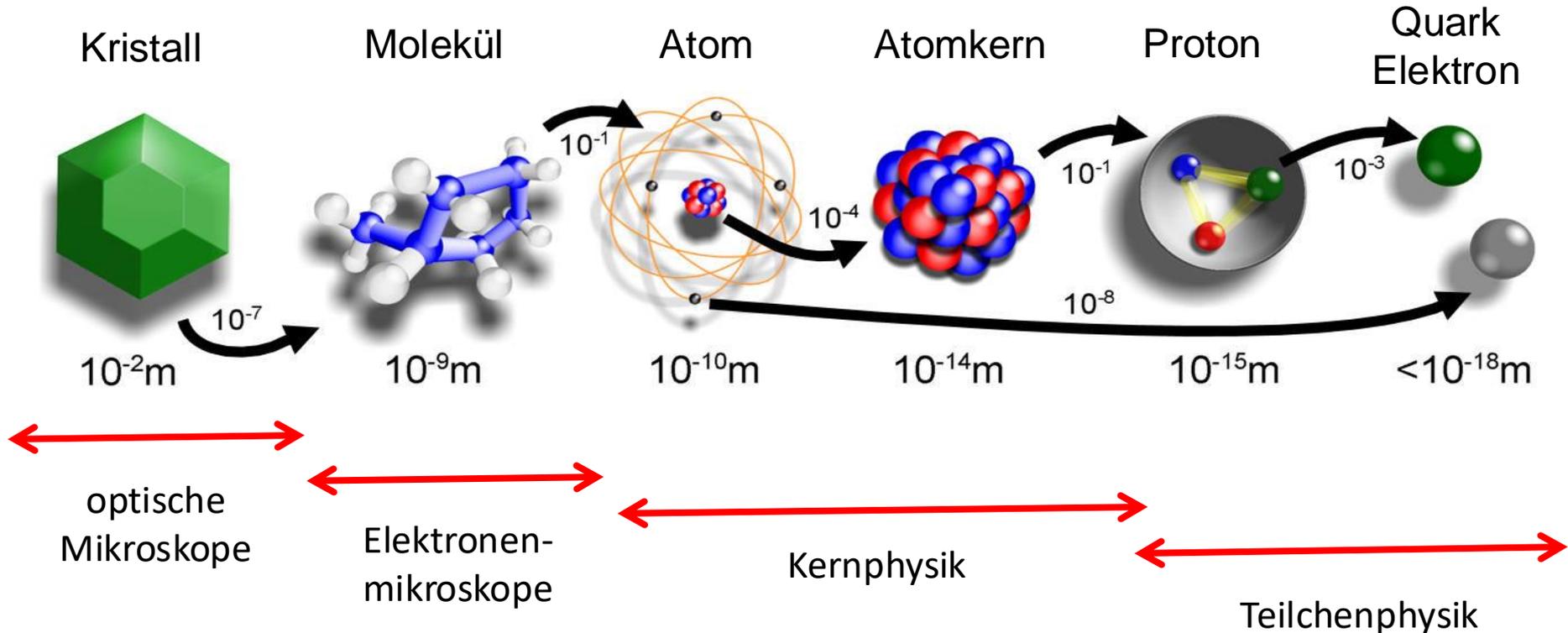
JAHRE CERN 



Run: 189280  
Event: 143576946  
2011-09-14 12:37:11 CEST



# Was bedeutet *Elementar*-Teilchen?

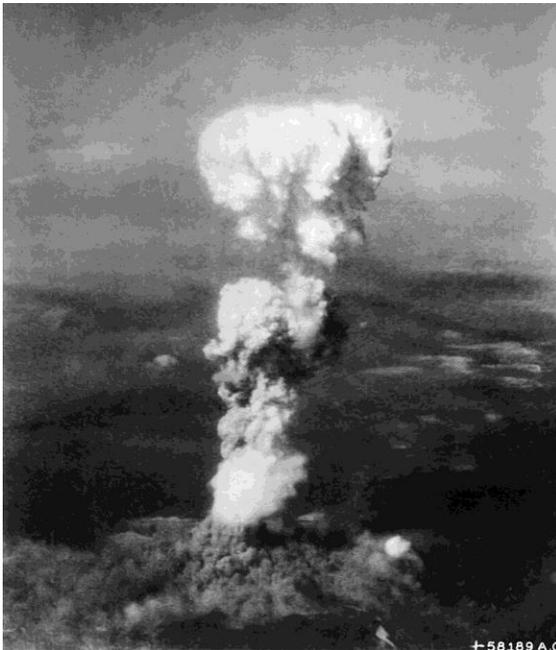
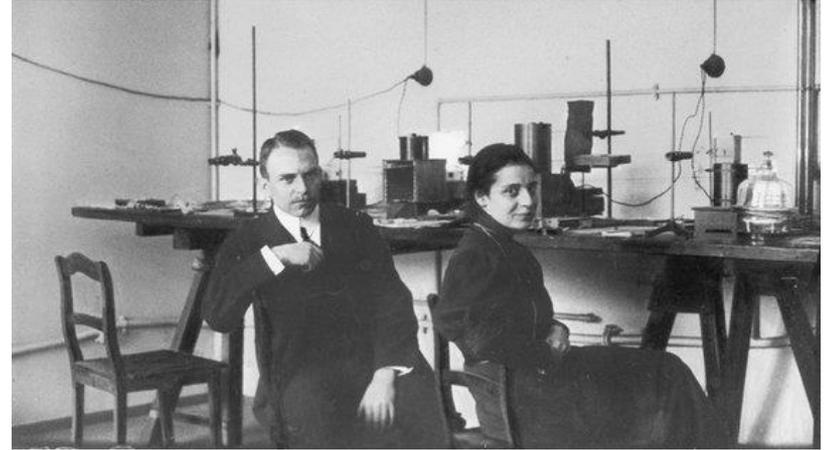


Die elementaren Teilchen sind **unteilbar** und haben keine Struktur, sie sind **punktförmig**.

Komplexe Strukturen entstehen durch „Anordnung“ der elementaren Bausteine.

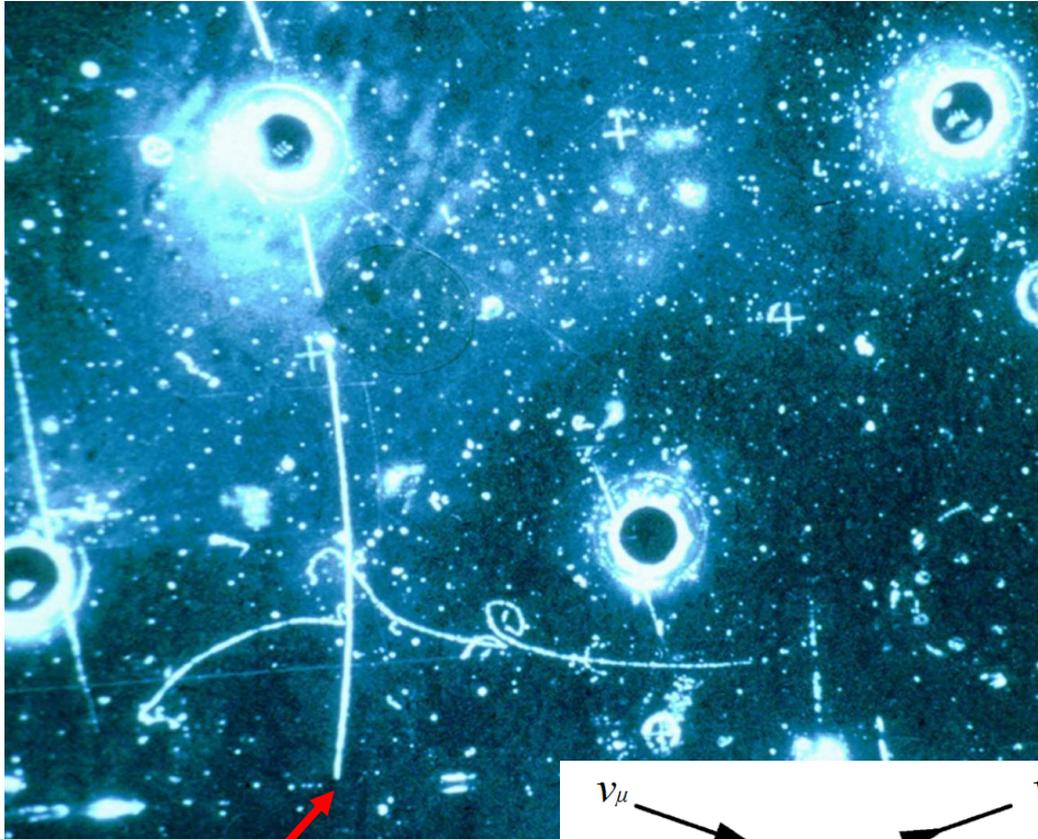
# Ein neues Zeitalter

- Entdeckung der Spaltbarkeit des Atomkerns  
Otto Hahn und Lise Meitner (1938 /1939)
- Atombombeneinsatz in Hiroshima und Nagasaki (1945)

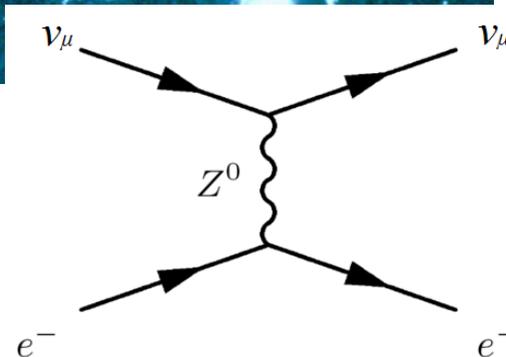


- Gründung des CERN 1954:  
Europäische Staaten beschließen die gemeinsame Erforschung der subatomaren Welt





Ein Neutrino überträgt Energie und Impuls auf ein Elektron.



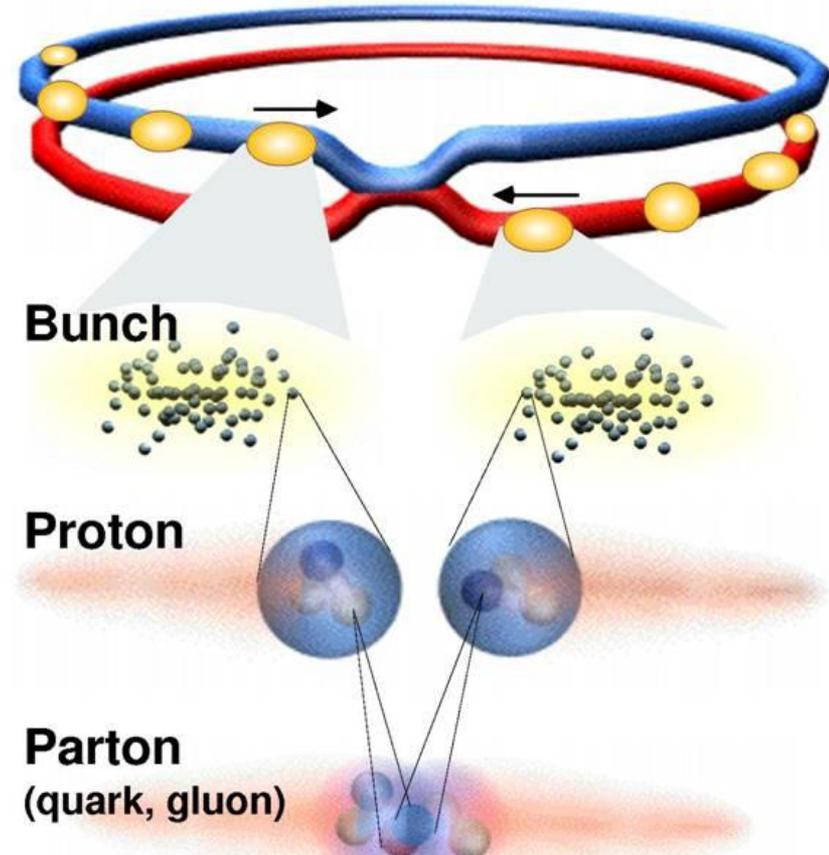
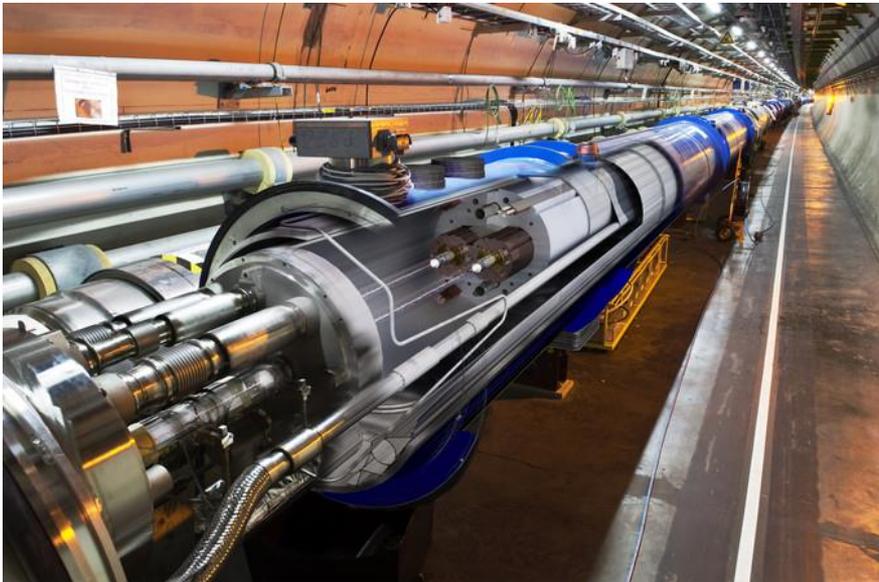
## ... Ströme

- 1973
- Mit der Gargamelle Blasen-kammer



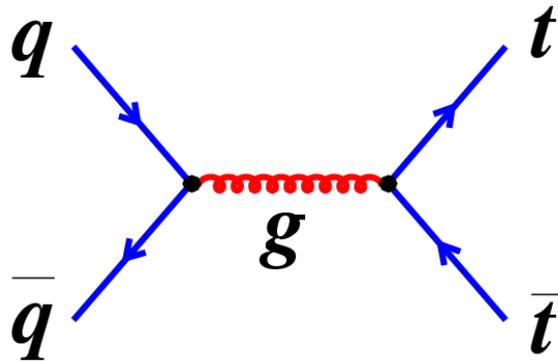
- War mit Freon gefüllt:  $\text{CBrF}_3$

- Jeder Strahl hat ca. 2500 Protonenpakete
- 100 Milliarden Protonen pro Paket (klingt viel, aber  $1 \text{ mol} = 6 \cdot 10^{23}$ )
- Zurzeit Betriebsphase „Run 3“ bis 2025 (vielleicht 2026).

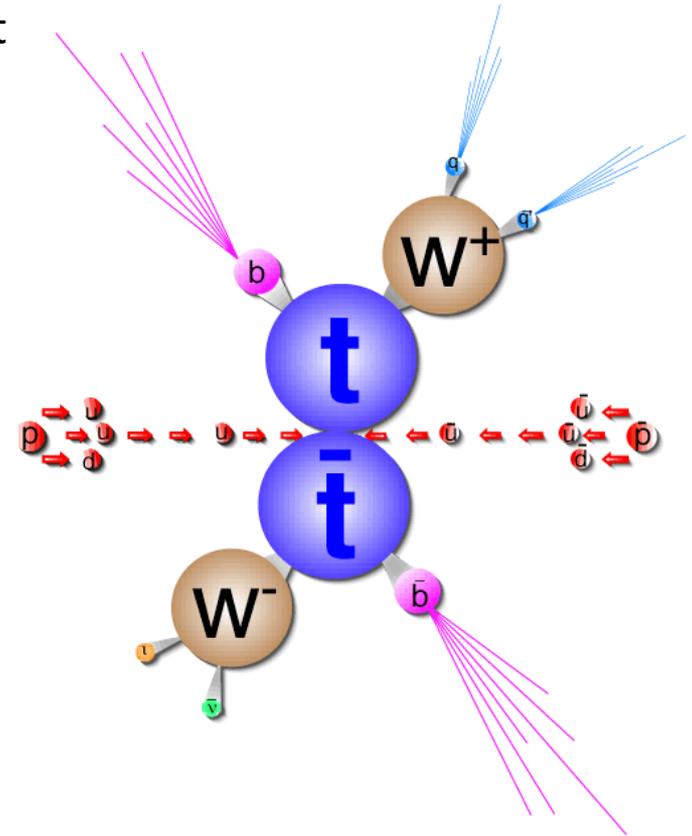


# Wie kann man Teilchen erzeugen?

Beispiel: Top-Quark-Antiquark-Paarerzeugung



Jet

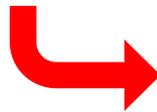


Erzeugung schwerer Teilchen:

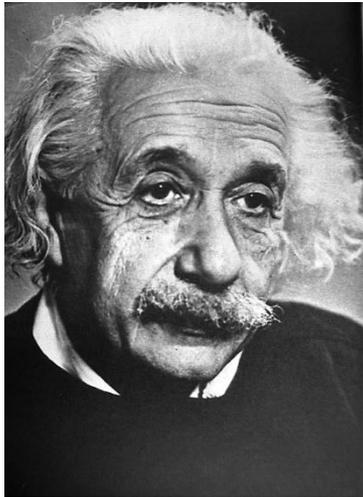
$$m = E/c^2$$

Paarerzeugung:  $E_{\text{CMS}} \geq 2 M \cdot c^2$

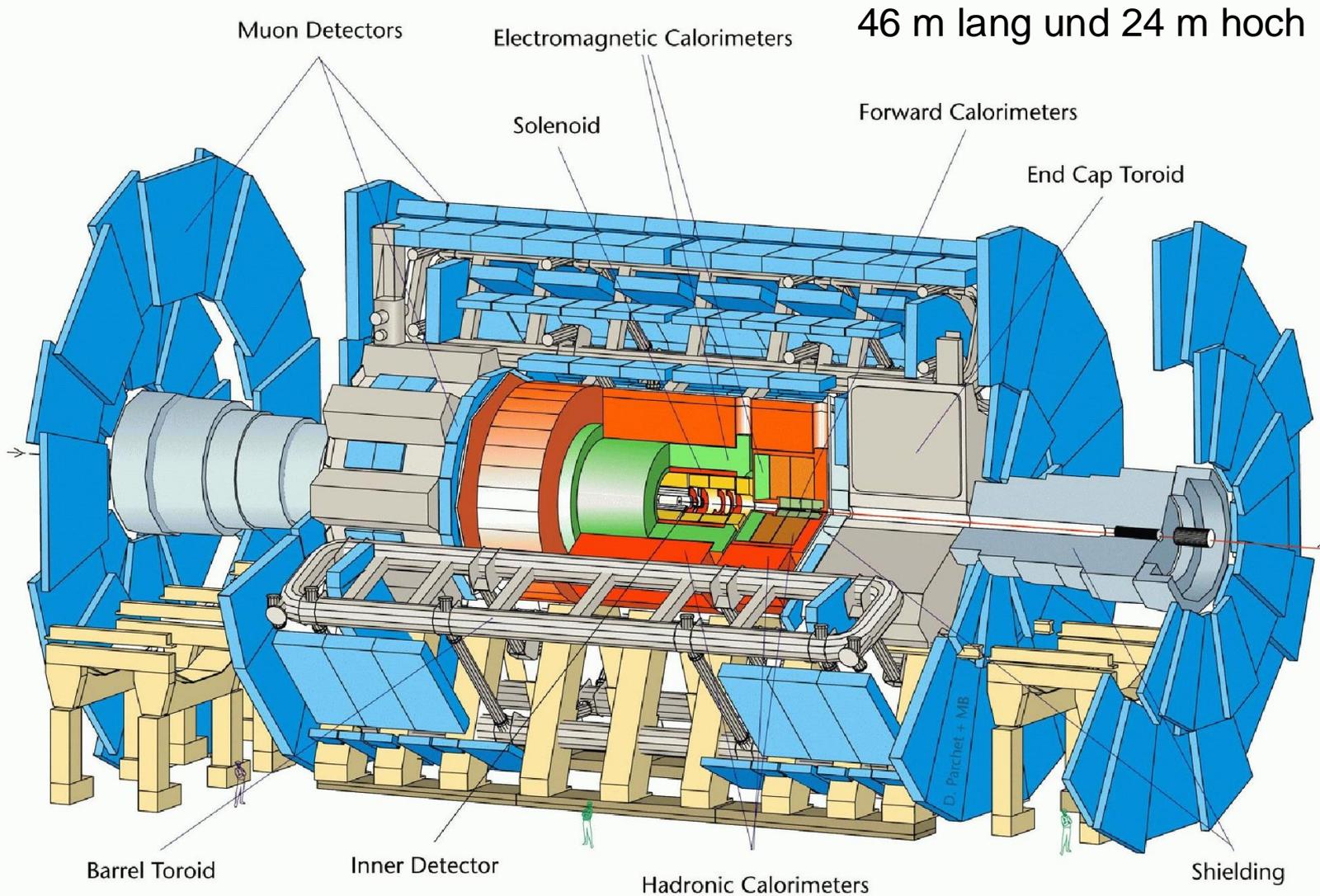
A. Einstein  
1879 - 1955



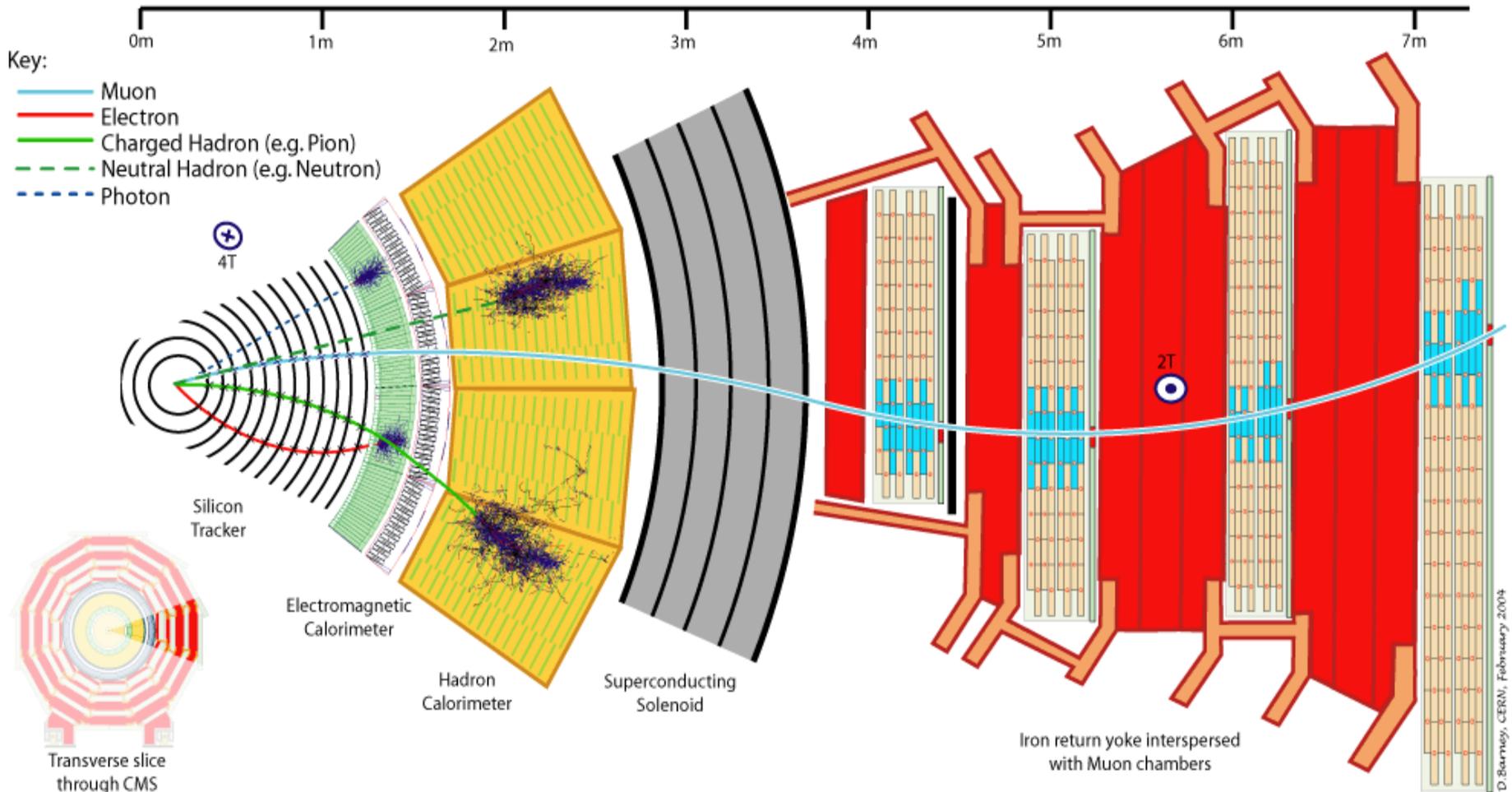
Protonen müssen auf sehr hohe Energie gebracht werden.

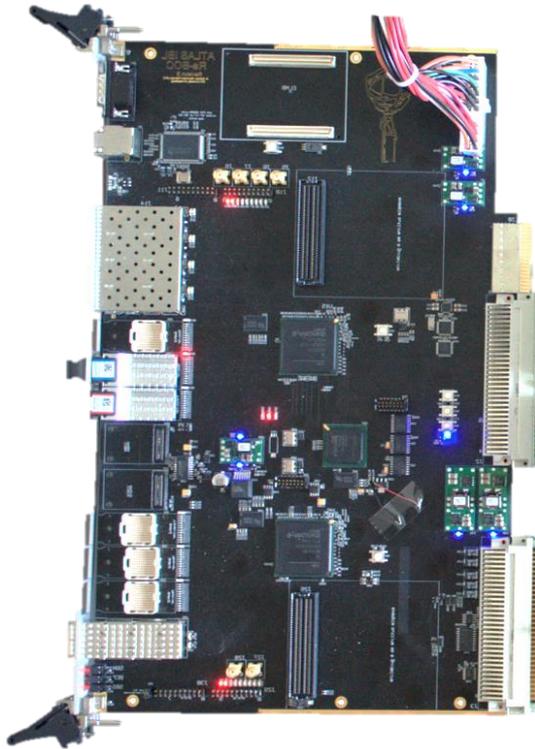


# Der ATLAS-Detektor



## ... von Teilchendetektoren



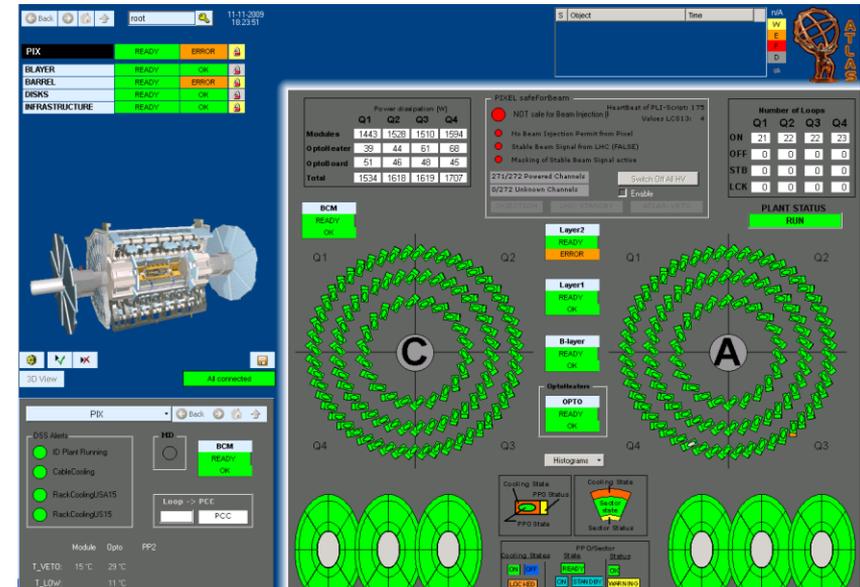


Detektorauslese mit hoher Bandbreite



Tragestrukturen aus Kohlefaser-Verbundwerkstoffen

Detektor-kontrollsystem:  
Spannungen,  
Ströme,  
Temperaturen,  
Luftfeuchtigkeit



# Teilchen und Kräfte des Standardmodells

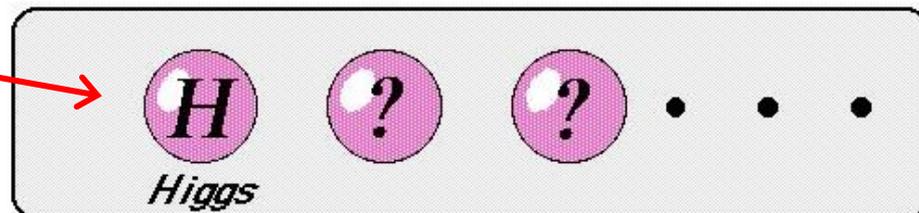


	1st gen.	2nd gen.	3rd gen.
Q U A R K	 <i>u</i> <i>up</i>	 <i>c</i> <i>charm</i>	 <i>t</i> <i>top</i>
	 <i>d</i> <i>down</i>	 <i>s</i> <i>strange</i>	 <i>b</i> <i>bottom</i>
L E P T O N	 <i><math>\nu_e</math></i> <i>e neutrino</i>	 <i><math>\nu_\mu</math></i> <i><math>\mu</math> neutrino</i>	 <i><math>\nu_\tau</math></i> <i><math>\tau</math> neutrino</i>
	 <i>e</i> <i>electron</i>	 <i><math>\mu</math></i> <i>muon</i>	 <i><math>\tau</math></i> <i>tau</i>

<p><b>Strong Force</b></p>  <i>g</i> <i>Gluon</i>
<p><b>Electro-Magnetic Force</b></p>  <i><math>\gamma</math></i> <i>photon</i>
<p><b>Weak Force</b></p>    <i>W<sup>+</sup></i> <i>W<sup>-</sup></i> <i>Z</i> <i>W bosons</i> <i>Z boson</i>

wurde im Jahr 2012  
gefunden

scalar particle(s)

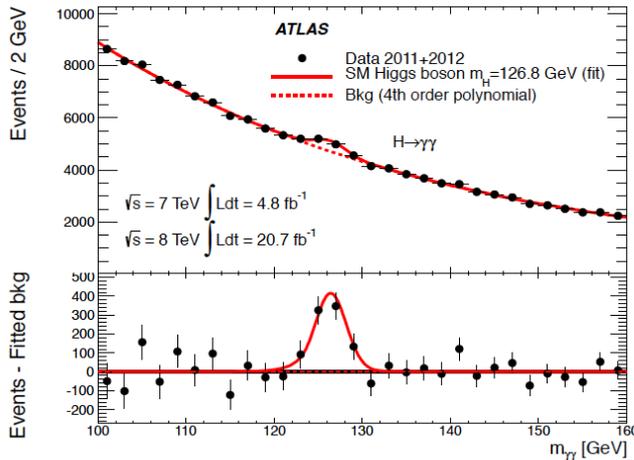


# Entdeckung des Higgs-Bosons

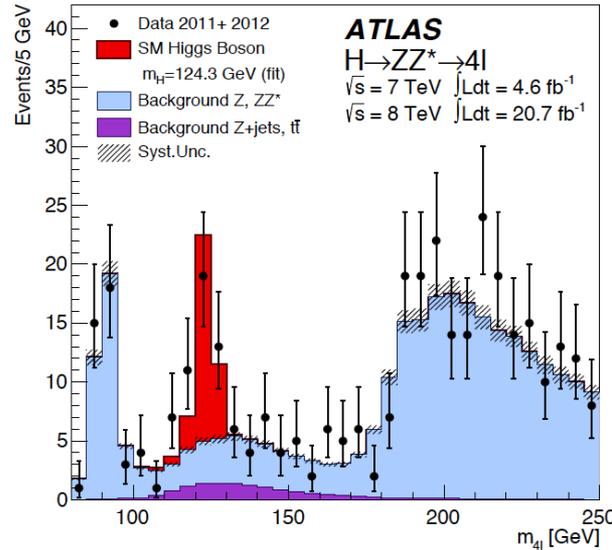


## Beobachtung einer neuen Resonanz in drei verschiedenen Kanälen

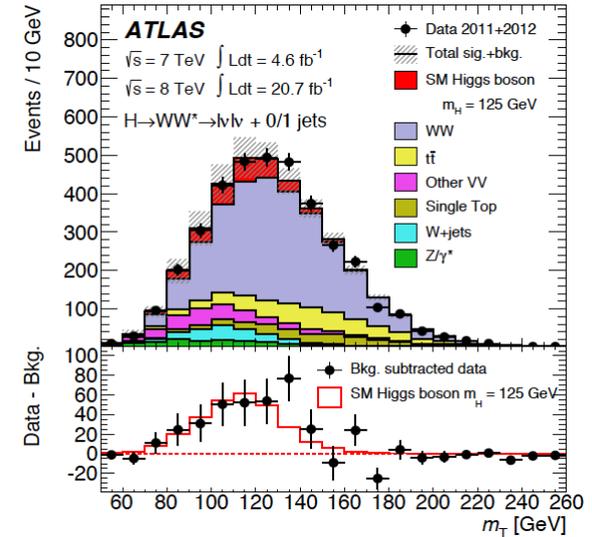
$$H \rightarrow \gamma\gamma$$



$$H \rightarrow ZZ^*$$



$$H \rightarrow W^\pm W^\mp^*$$

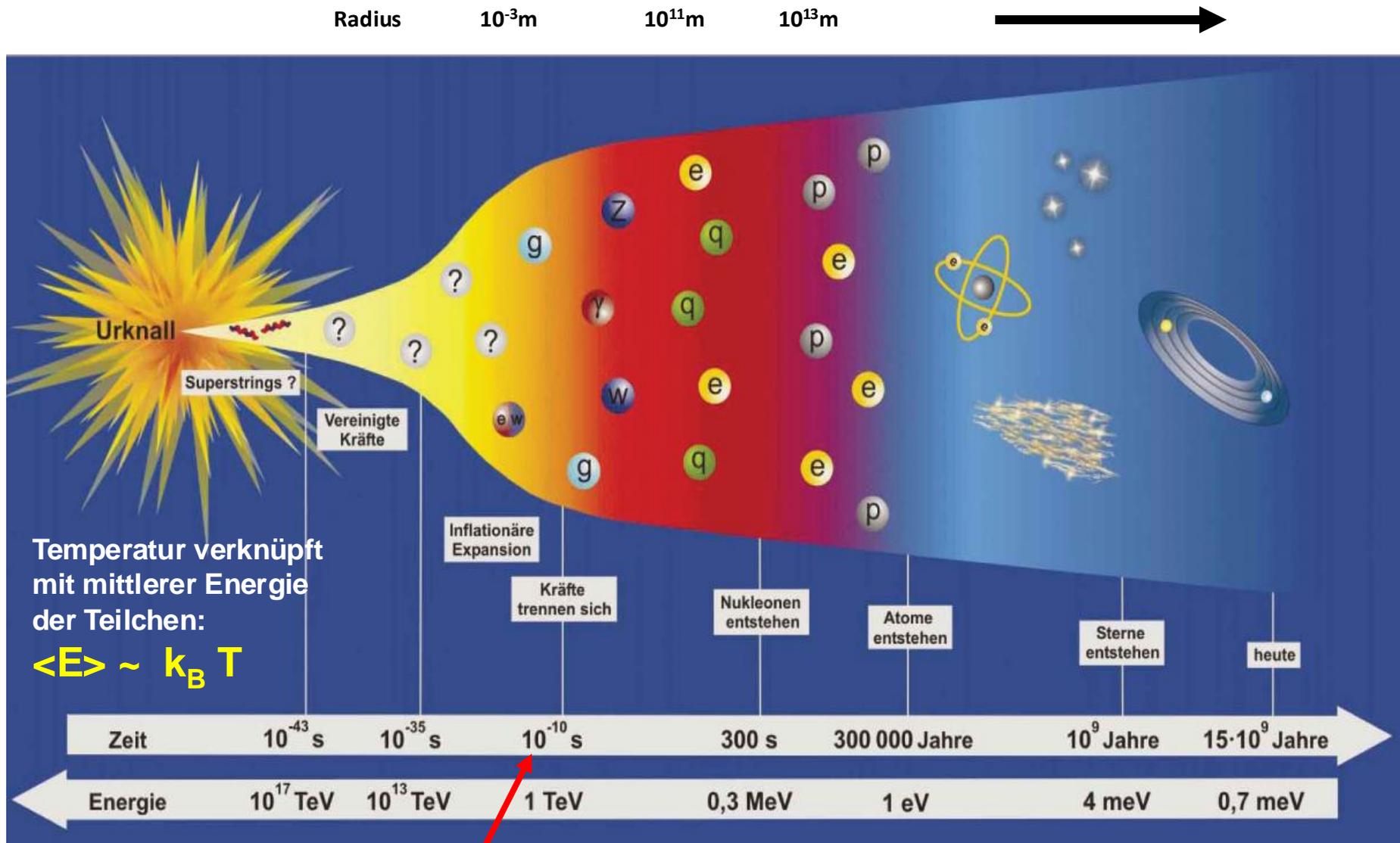


- Der Nachweis des Higgs-Bosons beweist die Existenz des Higgs-Feldes.
- Wechselwirkung mit dem Higgs-Feld gibt den Elementarteilchen ihre Masse.
- Vorhersage in den 1960er Jahren.

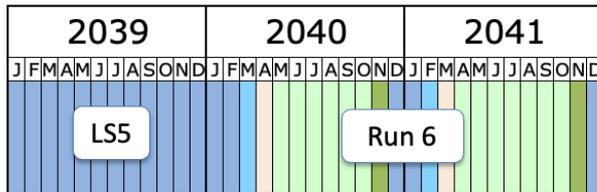
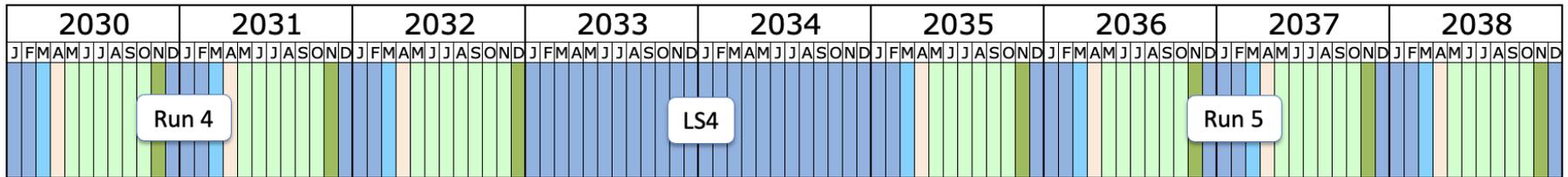
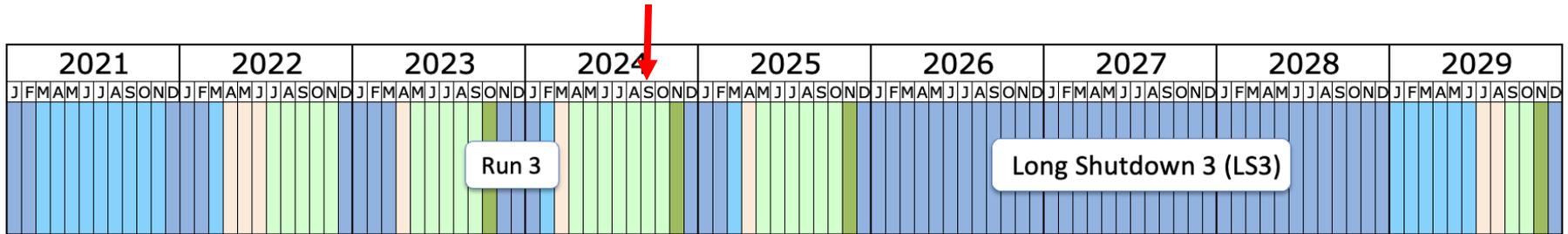


Nobelpreis 2013

# Teilchenphysik = Reise in die Vergangenheit des Universums



# Zeitplan bis 2041

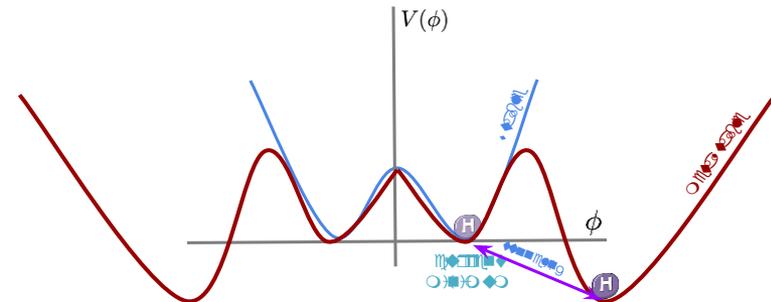
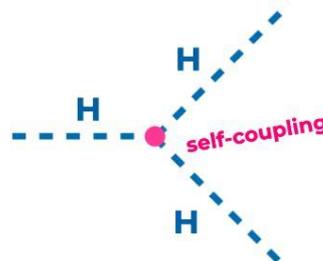


- Shutdown/Technical stop
- Protons physics
- Ions (tbc after LS4)
- Commissioning with beam
- Hardware commissioning

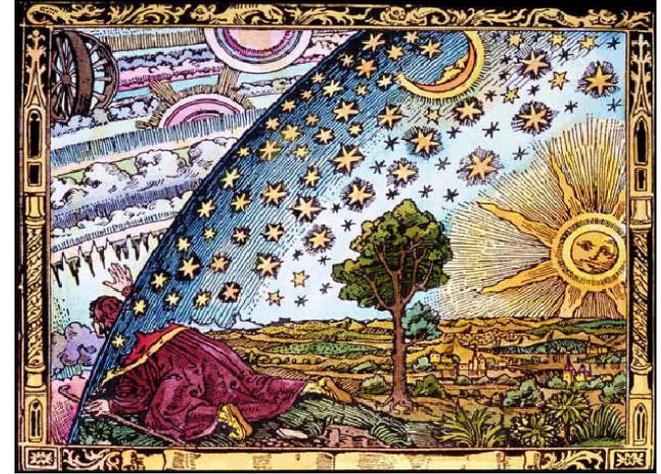
Last update: June 24

Frage nach der Stabilität  
des Universums:

Eine der wichtigen Fragen:  
Wie groß ist die Higgs-  
Selbstkopplung?



- Wissenschaft als ein definierendes Element der Gesellschaft der Neuzeit
  - Neugier des Menschen
  - Selbstverständnis
  - Suche nach Grenzen und deren Überwindung
- Wissenschaft als Treiber von technischen Innovationen mit breiter Anwendung
  - Entwicklung des World Wide Web (http-Protokoll): Austausch von Daten
  - LHC: größte Anwendung von Hochtemperatursupraleitern
  - Krebsbehandlung mit Hadronenstrahlen
- Wissenschaft als Quelle von gesuchten Fachkräften in der Wirtschaft
  - Verbleib Wuppertaler Absolventen der letzten Jahre:



Gymnasium Am Kothen  
mit einem bilingualen deutsch-englischen Zweig ab Klasse 5



**BOSCH**  
Technik fürs Leben



**AIRBUS**  
DEFENCE & SPACE



**Fraunhofer**  
IAIS