



# Välkommen till CERN

Lennart Jirden  
CERN PH Department  
Genève

# Vad betyder « CERN »?

---

# 1952

**C**onseil  
**E**uropéen pour la  
**R**echerche  
**N**ucléaire

European  
Council for  
Nuclear  
Research



# Vad betyder « CERN »?

---

# 1954

Organisation

European

Européenne pour la Organization for

Recherche

Nuclear

Nucléaire

Research

*European Laboratory  
for Particle Physics*



# Världens **största** partikelfysik laboratorium

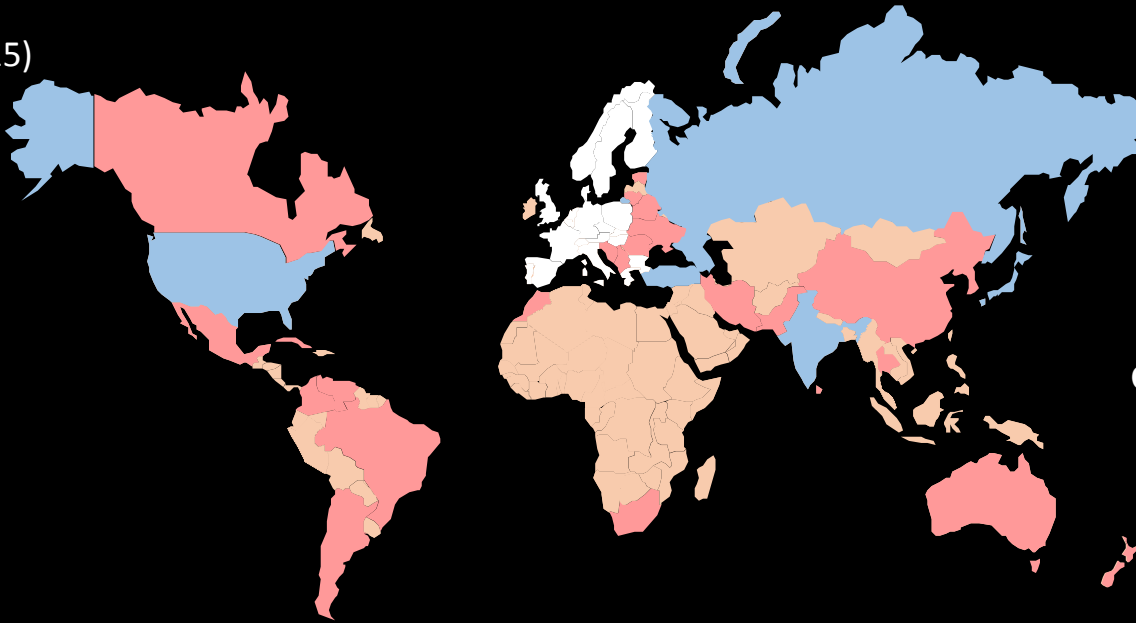
## Årlig budget

c:a 1000 MCHF (2015)

c:a 9 Miljarder SEK

## Dessutom:

separat finansiering  
för experimenten



## People

2300 Staff

900 Fellows och  
associates

350 Studenter

11500 Användare

2000 Externa Firmor

c:a 16 000 personer

## 22 Medlemsländer

Austria, Belgium, Bulgaria, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Italy, Israel, Hungary, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Spain, Sweden, Switzerland, United Kingdom

## 1 Blivande medlems- land

Serbia

## 2 Associerade

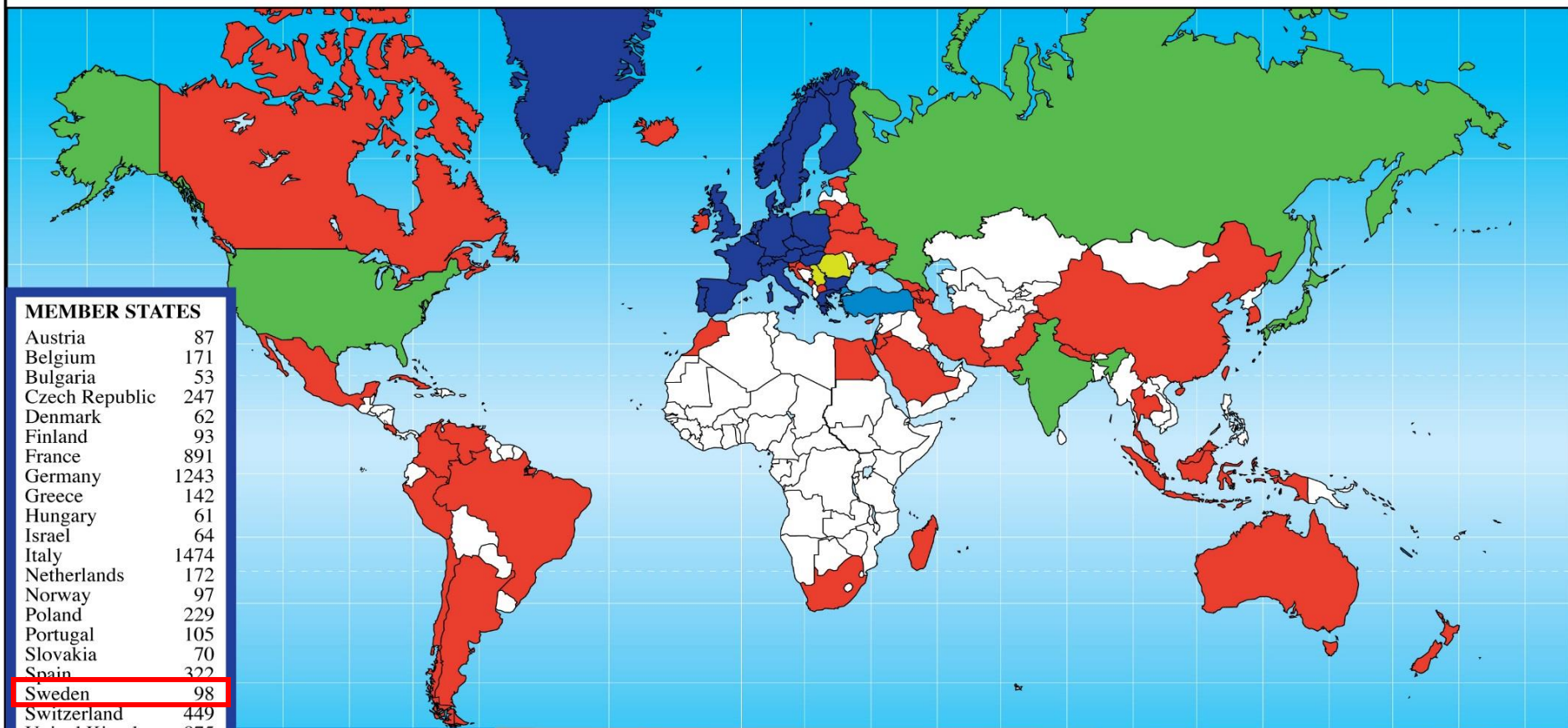
Turkey, Pakistan

## 4 Observatörer

USA, Russia, India, Japan,

## 72 Användarländer

# Distribution of All CERN Users by Location of Institute on 13 January 2015



## MEMBER STATES

Austria	87
Belgium	171
Bulgaria	53
Czech Republic	247
Denmark	62
Finland	93
France	891
Germany	1243
Greece	142
Hungary	61
Israel	64
Italy	1474
Netherlands	172
Norway	97
Poland	229
Portugal	105
Slovakia	70
Spain	322
Sweden	98
Switzerland	449
United Kingdom	875

**7005**

## OBSERVERS

India	182
Japan	261
Russia	917
USA	1731

**3091**

## ASSOCIATE MEMBER

Turkey	127
--------	-----

## STATES IN ACCESSION TO MEMBERSHIP

Romania	97
Serbia	35

**132**

## OTHERS

Argentina	22
Armenia	17
Australia	37
Azerbaijan	3
Belarus	26
Brazil	138
Canada	165
Chile	11

China	150
Colombia	15
Costa Rica	1
Croatia	22
Cuba	3
Cyprus	12
Egypt	22
Estonia	17
Georgia	14
Hong Kong	11

Iceland	3
Indonesia	8
Iran	29
Ireland	7
Jordan	2
Korea	130
Lithuania	12
Madagascar	3
Malaysia	8
Mexico	56

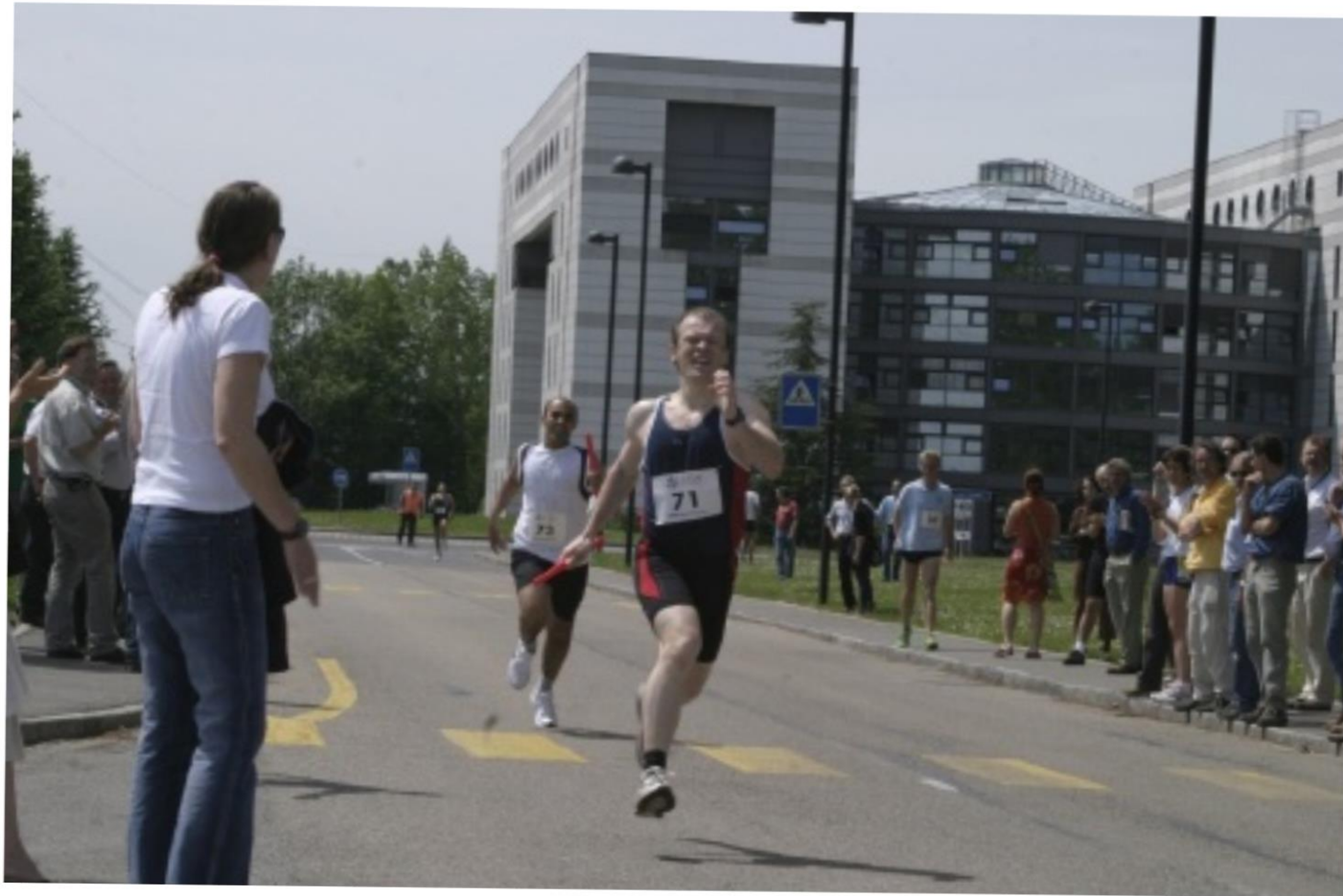
Montenegro	1
Morocco	8
Nepal	1
New Zealand	7
Pakistan	26
Peru	3
Saudi Arabia	1
Singapore	1
Slovenia	21
South Africa	42

Taiwan	77
Thailand	13
TFYROM	2
Ukraine	29
Venezuela	1

**1177**

# Som en liten stad...

---

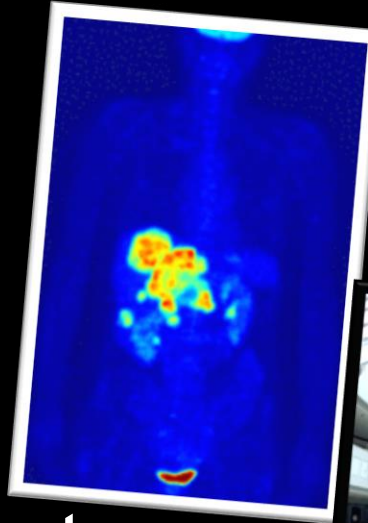


Varför allt  
detta ?



# CERN's målsättning

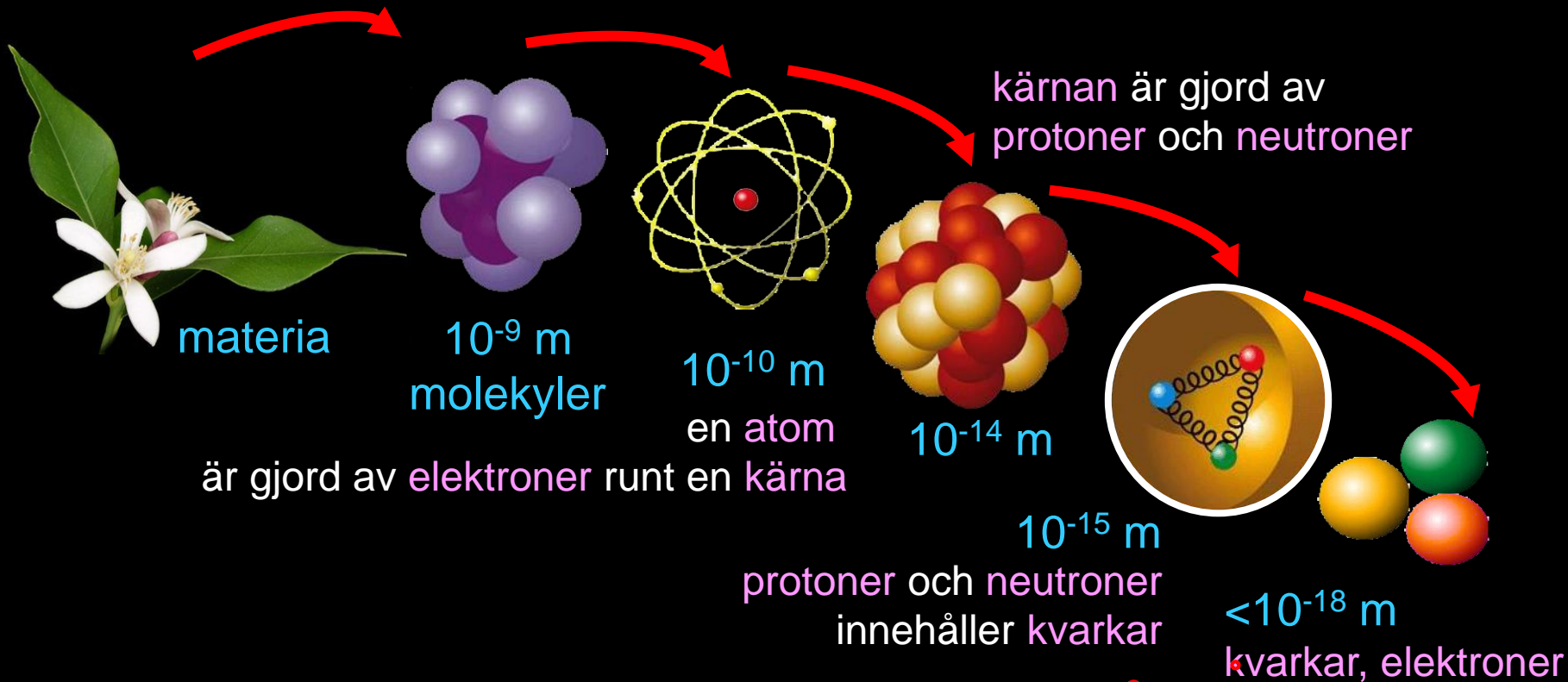
- Grundforskning
- Utbildning
- Teknologikutveckling
- Internationellt samarbete





# Grundforskning

## Vad är materia gjort av ?



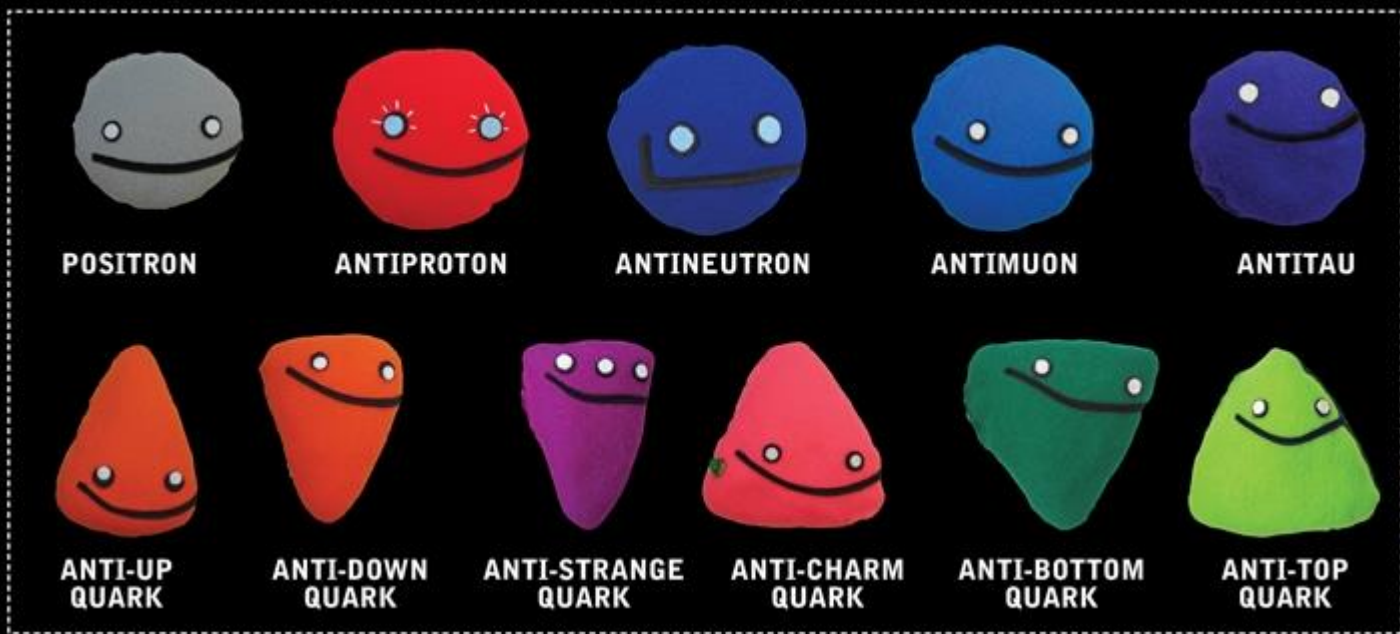
Elektron, kvark  $< 10^{-18}$  m = 0.000,000,000,000,000,001 m

# Verifiera existerande teorier

## Standardmodellen

### dom fundamentala byggstenarna

VANLIG  
MATERIA



# Standardmodellen

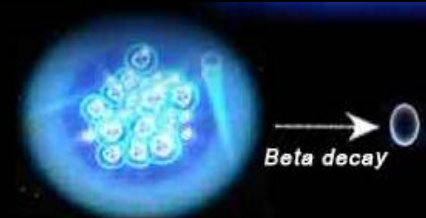
## dom 4 fundamentala krafterna



Starka kraften



Elektro-Magnetiska kraften



Svaga kraften



Tyngdkraften



Krafterna är resultatet av ett utbyte av partiklar

Utbytes-partiklarna kallas **Bosoner**

GLUON



Starka Kraften

PHOTON



Elektromagnetiska Kraften

W och Z  
BOSON



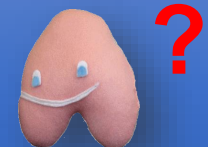
Svaga Kraften

HIGGS  
BOSON



B-E-H Fältet

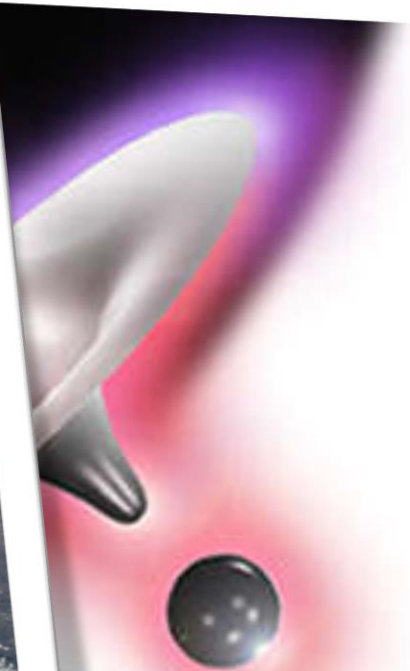
GRAVITON



Tyngdkraften

# Svara på grundläggande frågor...

Varför hittar vi ingen anti-materia i Universum ?



# Svara på grundläggande frågor...

Hur förklara att partiklar har massa?

Vi har nu kommit en bit på vägen...



*Brout-Englert-Higgs  
Boson*

# Svara på grundläggande frågor...

Vad är universum gjord av?

Vi kan bara se 4%  
av dess beräknade  
massa!

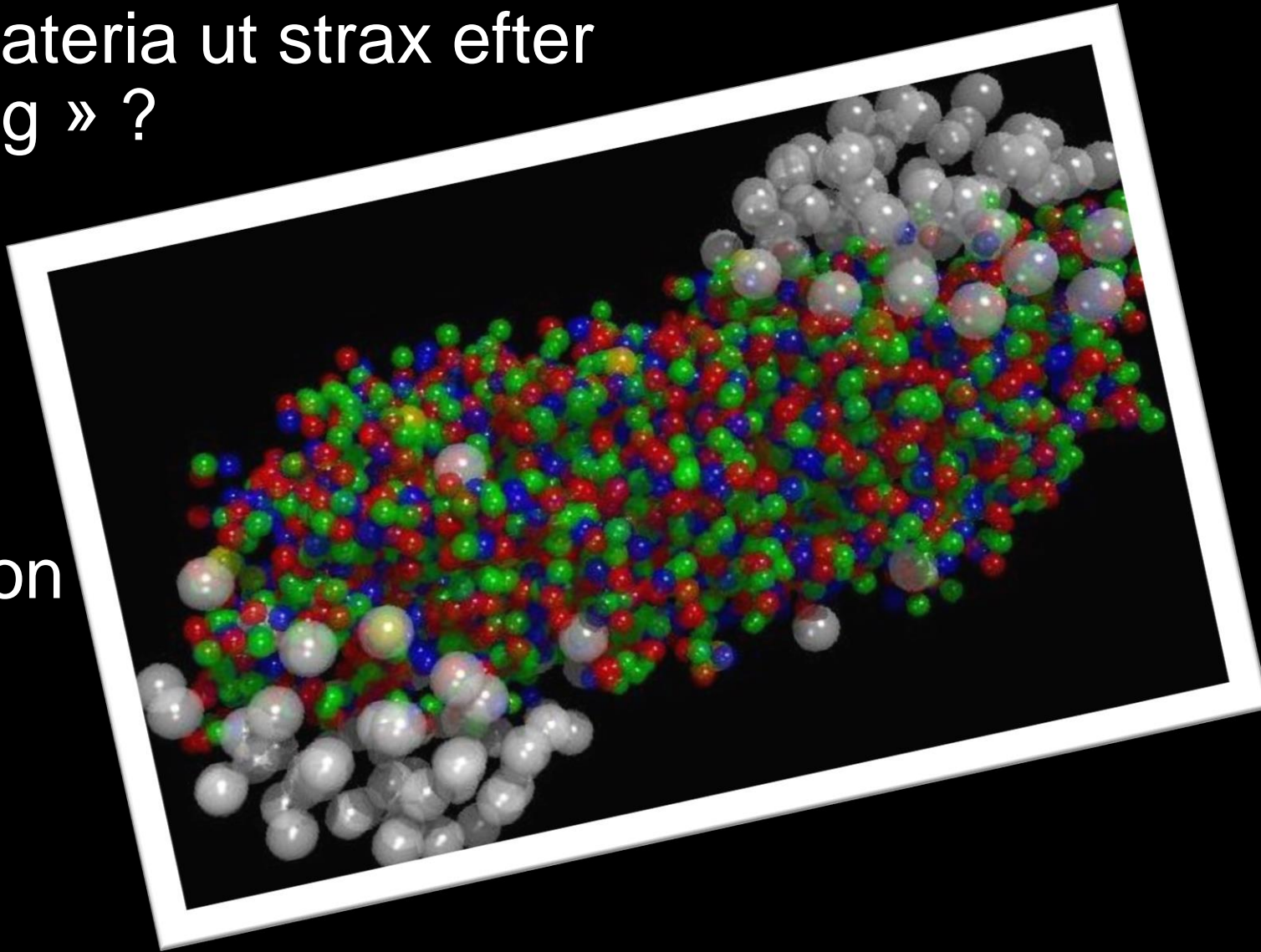
Mörk materia ?

Mörk energi ?



# Svara på grundläggande frågor...

Hur såg materia ut strax efter  
« Big Bang » ?



Quark-gluon  
plasma

Hur går man  
då tillväga?





# Vi accelererar och kolliderar objekt...

---



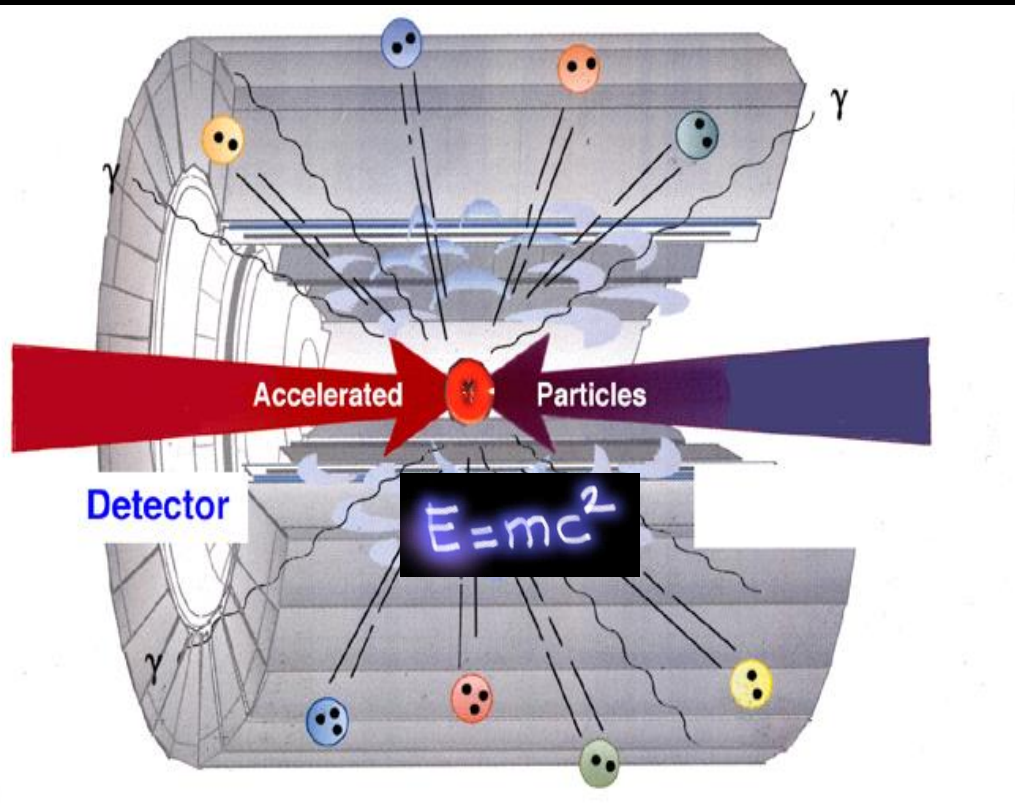
# ...vid ofantliga energier !

---



$$E=mc^2$$

# Dom huvudsakliga verktygen



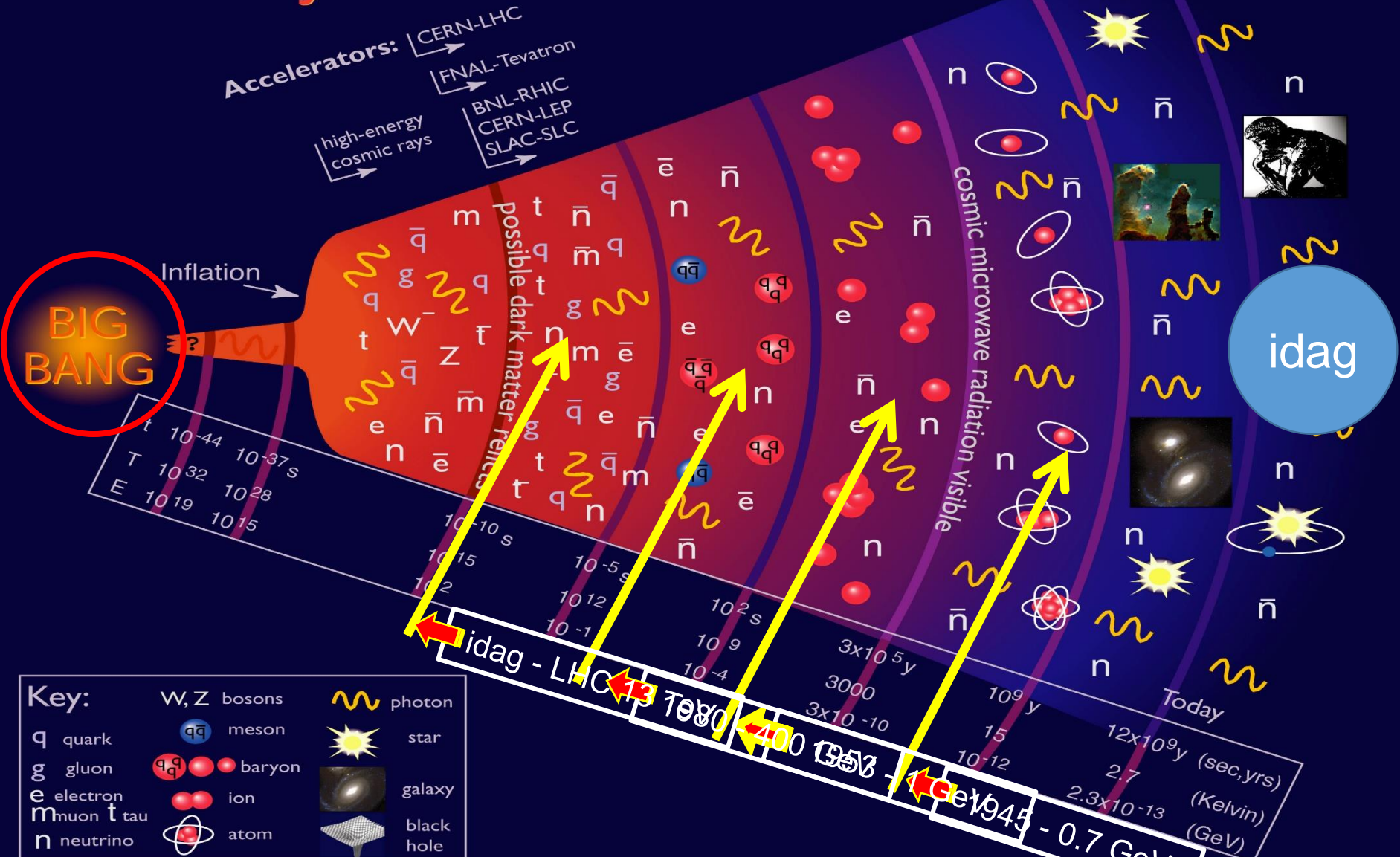
(1) Partiklar accelereras up nästintill ljushastighet

(2) Bringas till kollision vid experimenten

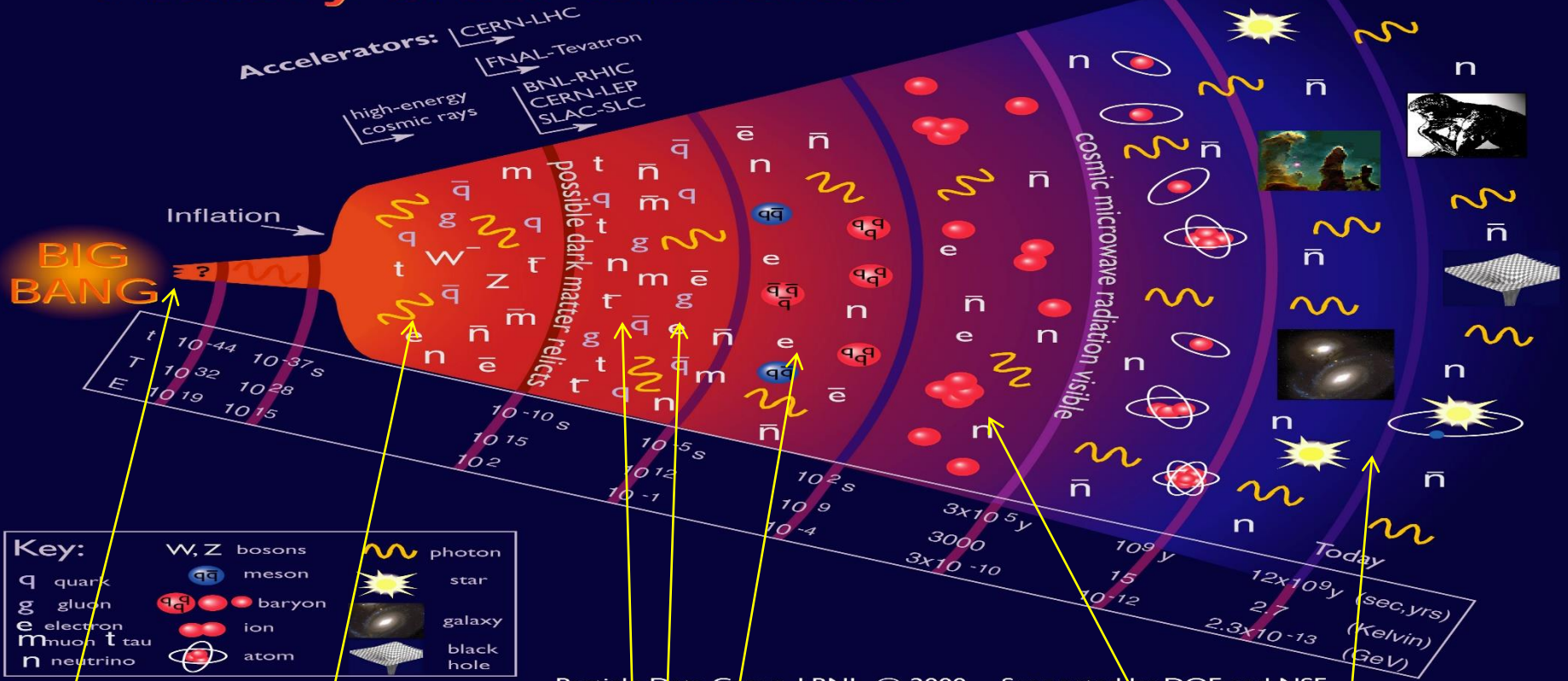
(3) Dom resulterande partiklarna fångas upp av detektorerna

Varför högre och högre energier ?

# History of the Universe



# History of the Universe



Kosmologi  
onsdag

Partikelfysik  
tisdag, onsdag

Kärnfysik

Kosmisk strålning  
måndag - lab

Astrofysik

Quark/gluon plasma  
fredag - lab

Plus ....  
Antimateria onsdag  
etc.

# LHC - Världens **största** accelerator

27km lång tunnel

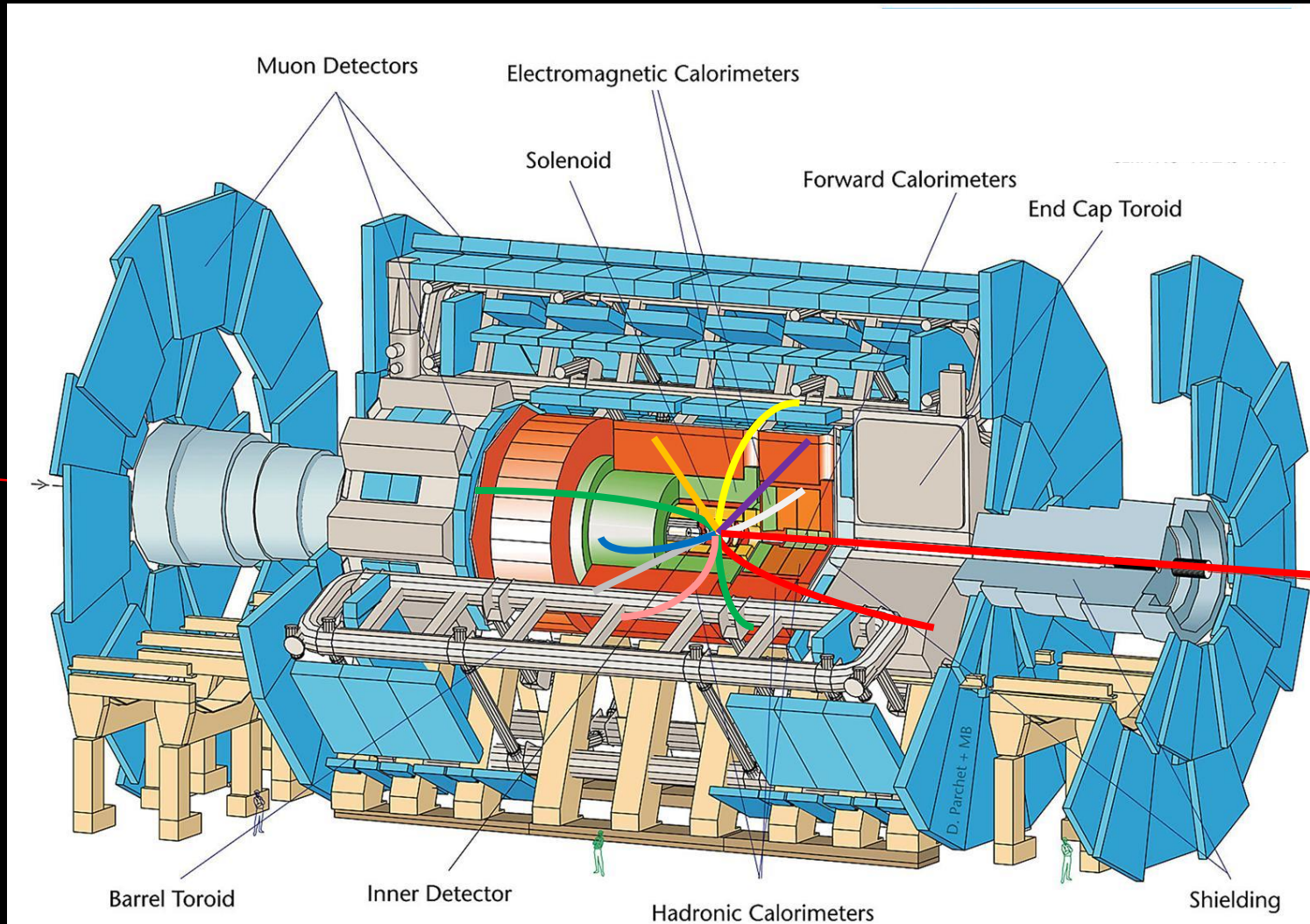
Tusentals  
supraledande  
magneter

Ultra vakum:  
*10x högre  
än på månen*

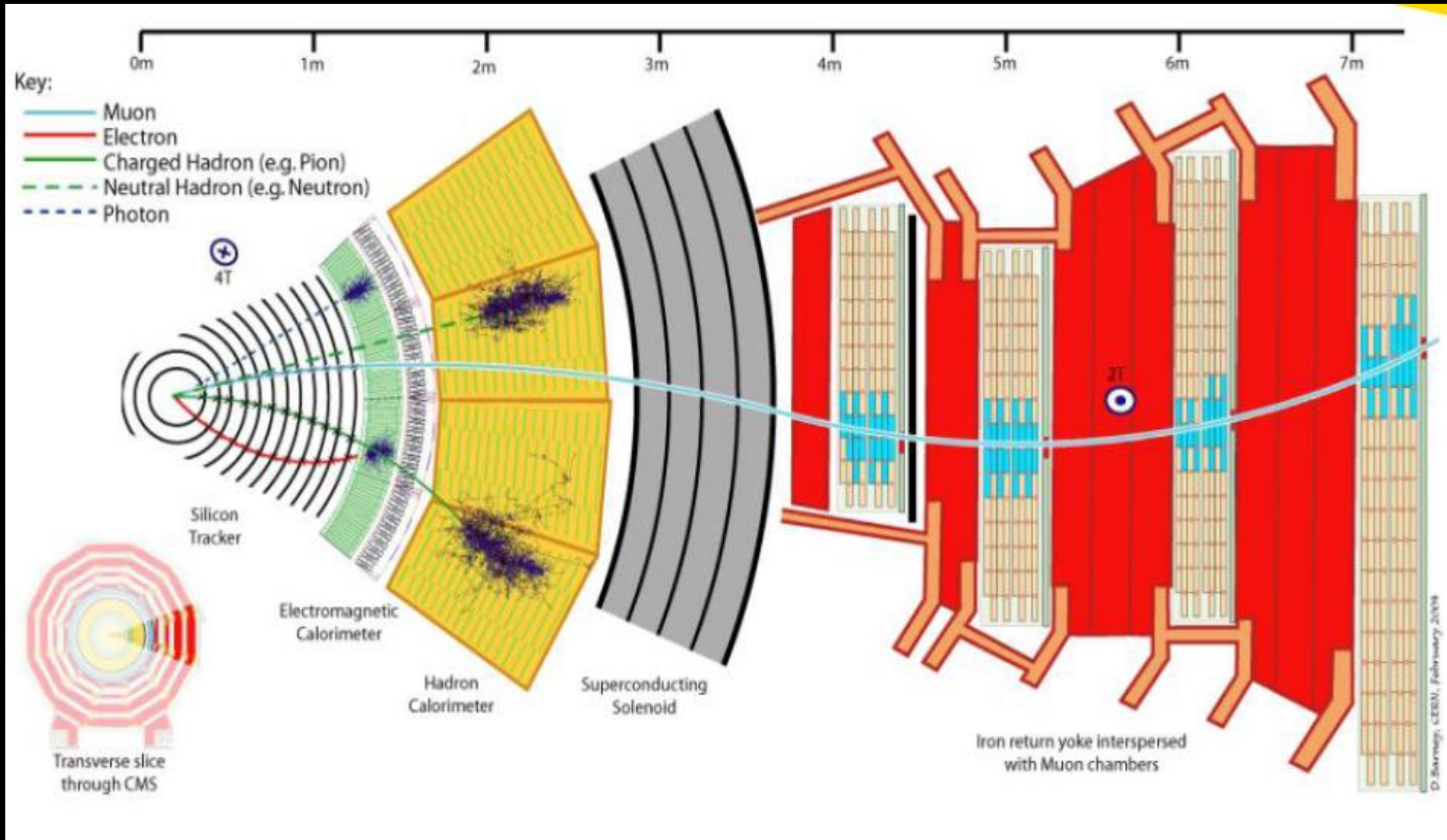
Kallaste plats i  
Universum:  
 $-271^{\circ}\text{C}$

Under **säkra**  
förhållanden!

# Största och mest sofistikerade detektorer

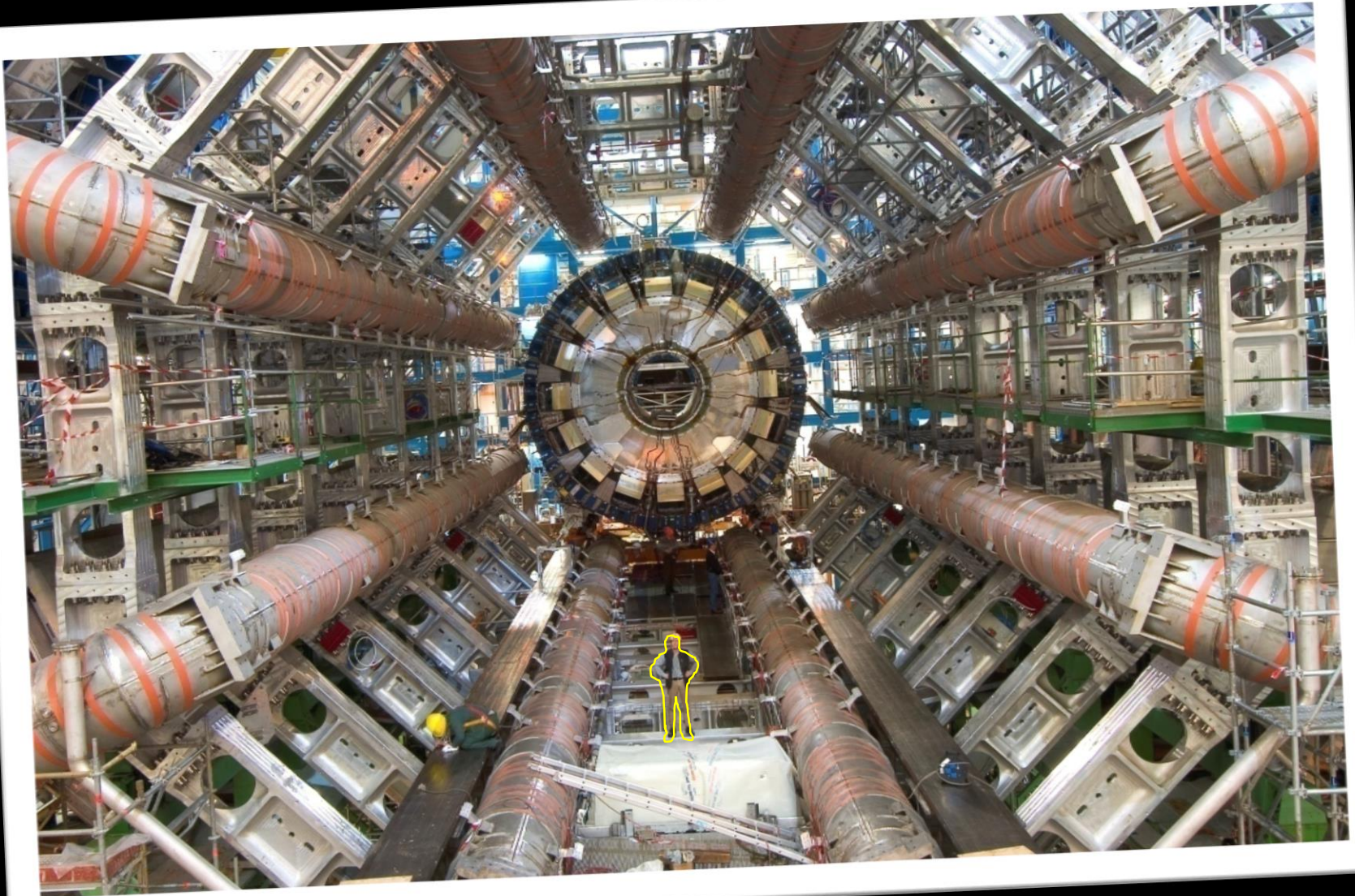


# Partikeldetektorer

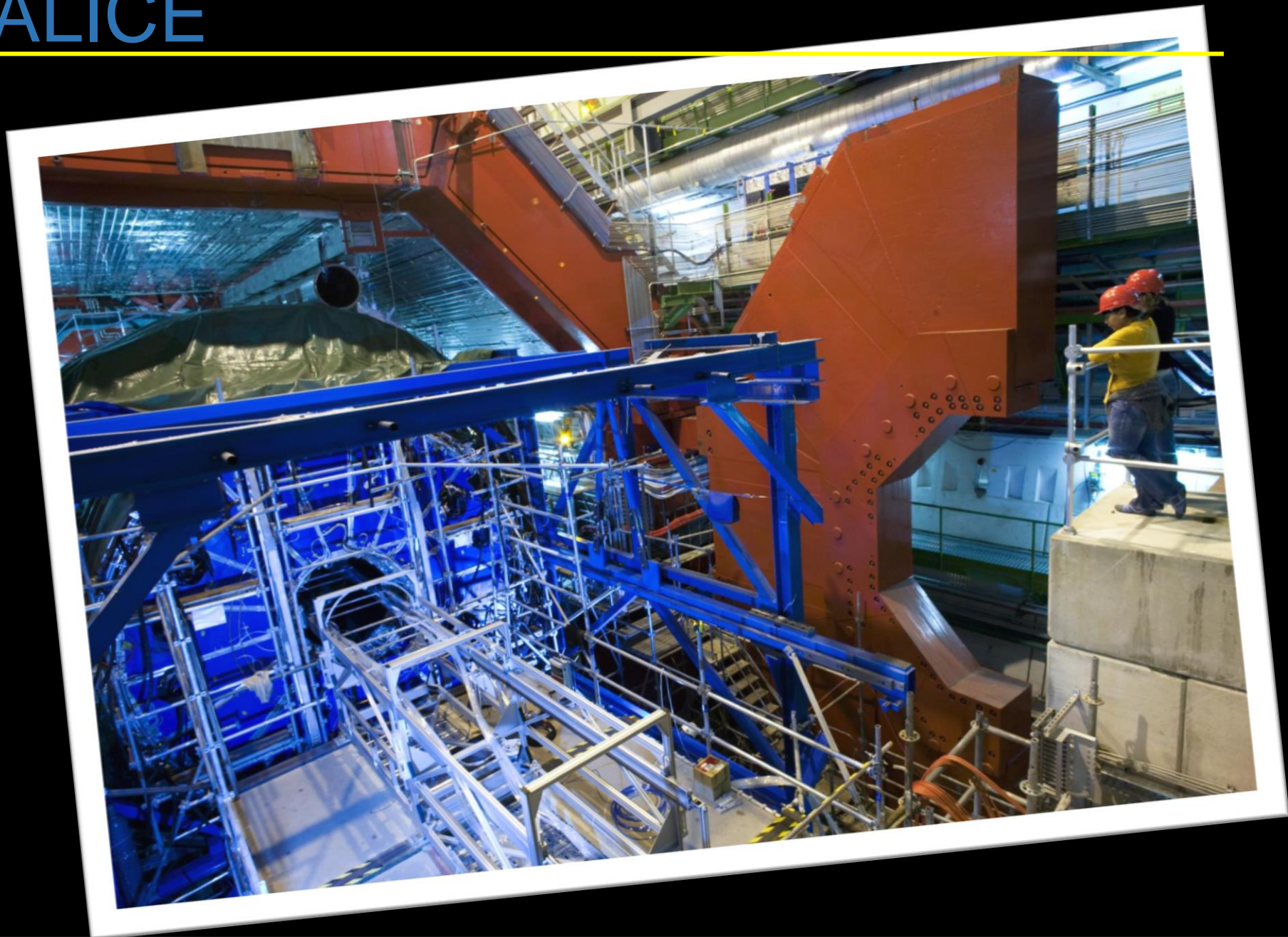




# ATLAS



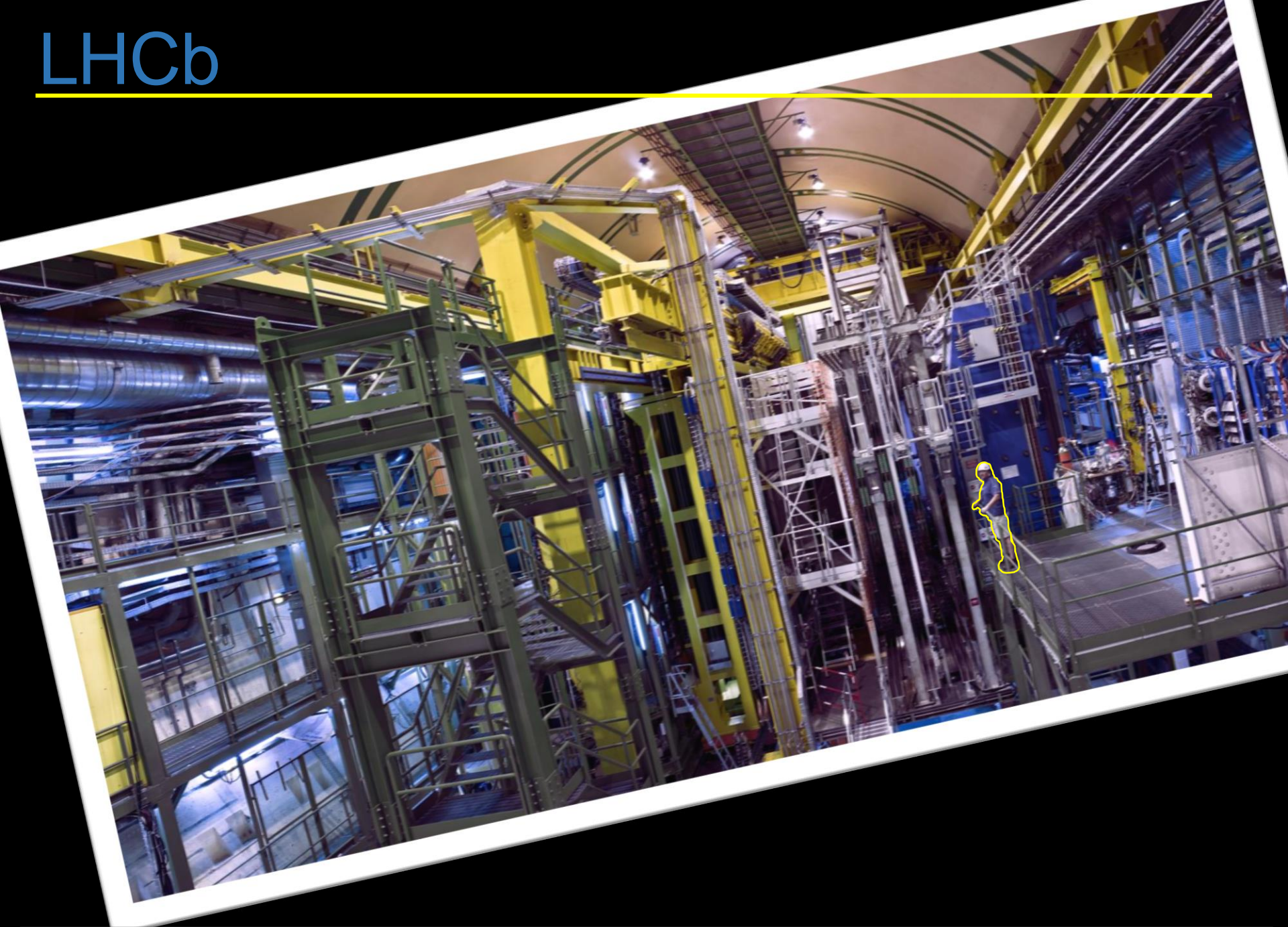
# ALICE



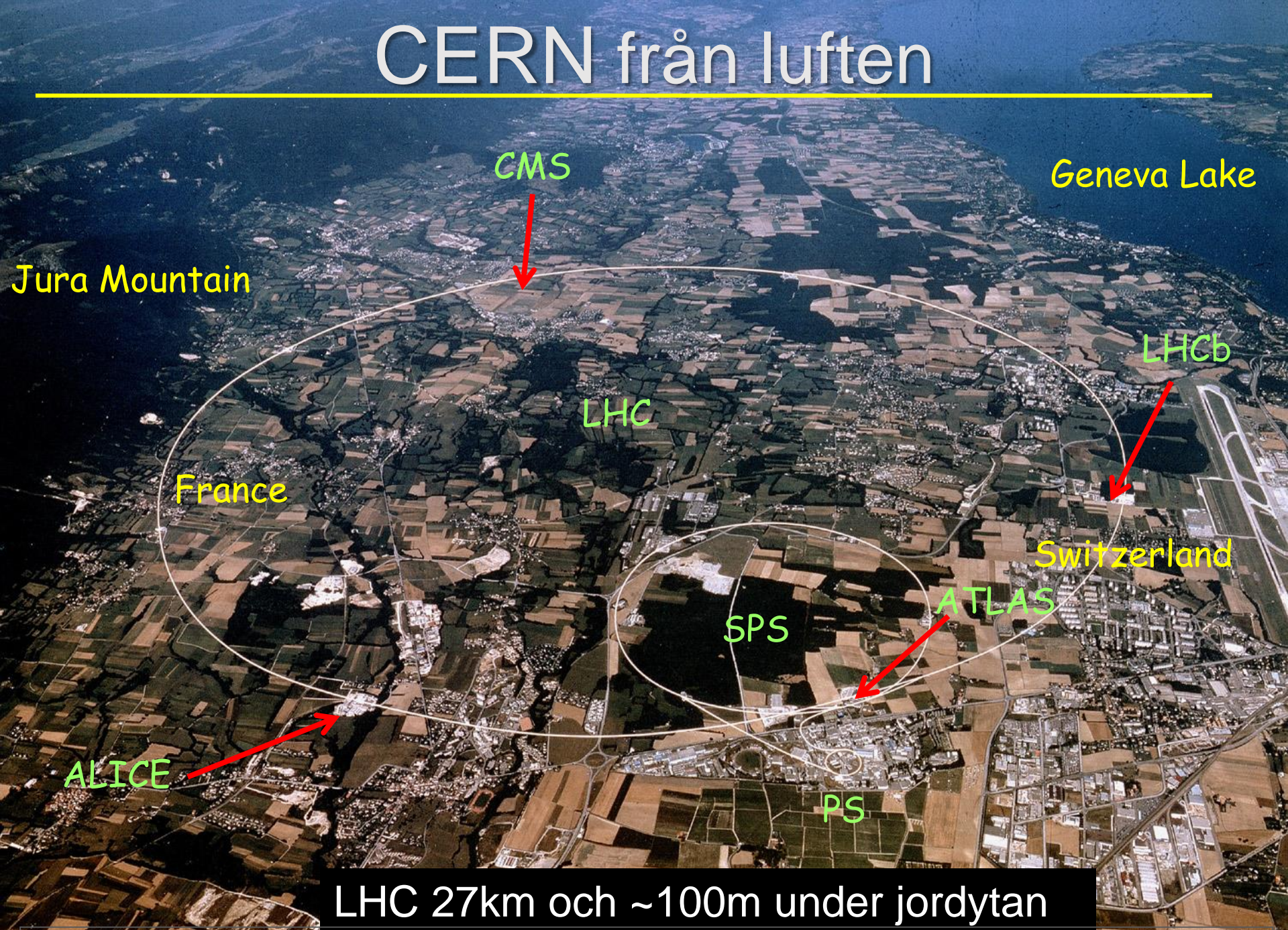


# LHCb

---



# CERN från luften



CMS

Geneva Lake

Jura Mountain

LHCb

LHC

France

Switzerland

ATLAS

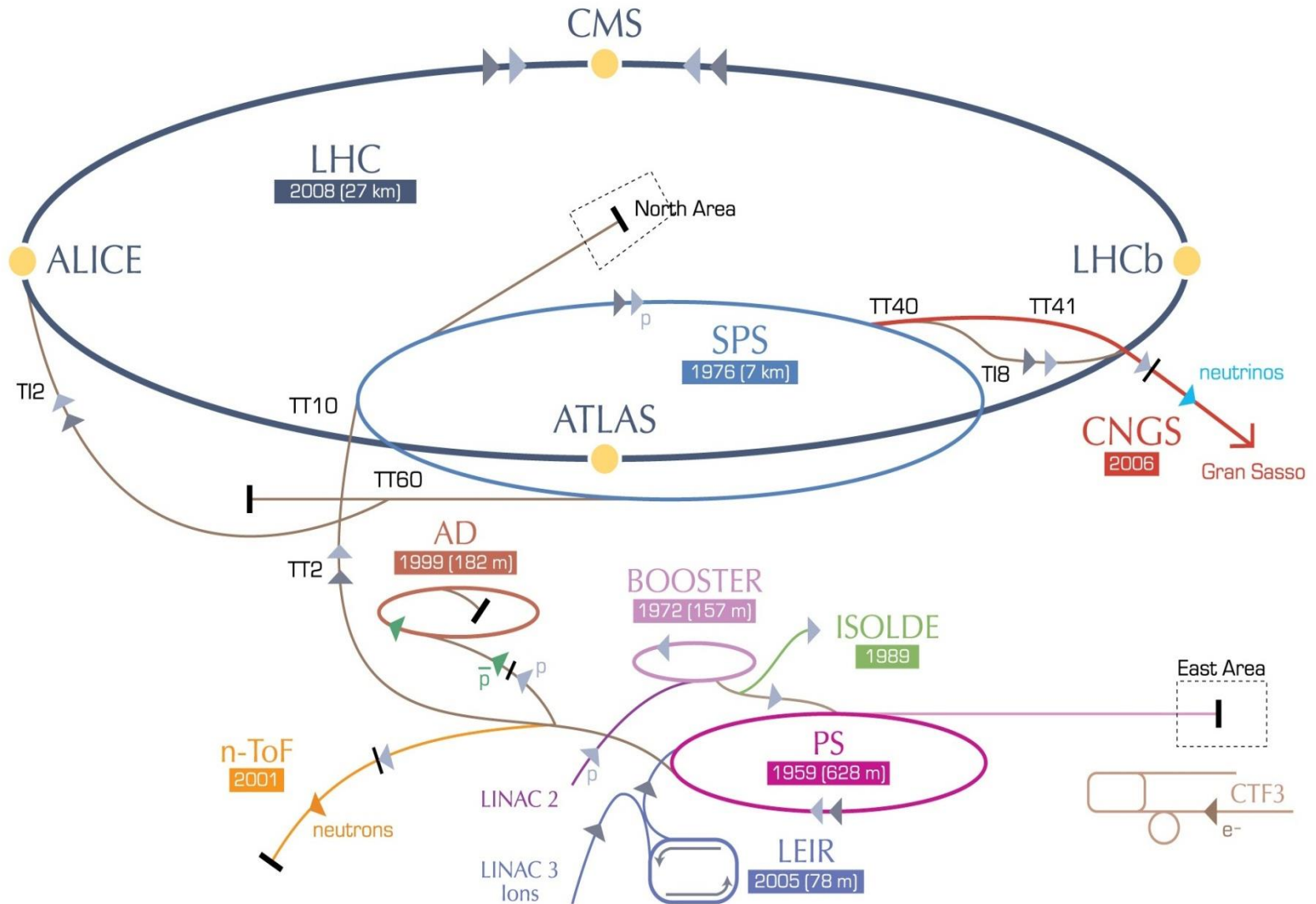
SPS

ALICE

PS

LHC 27km och ~100m under jordytan

# Mycket mer än bara LHC...



# största vetenskapliga datornätverk



15 Petabytes  
(15 millioner GB)  
data årligen

100'000  
processorer

200 data-centers  
runt hela jorden

# Bringa nationer **tillsammans** och **utbilda**

- Världens största internationella vetenskapliga samarbete
- Mer än 100 länder
- Hundratals fysikinstitut
- Hälften av världens partikelfysiker

Olika program för studenter





# Utbildningsprogram för olika nivåer

## Studenter

- Program för elever av alla åldrar
- Kort-tids praktik program (vetenskapligt, tekniskt och administrativt)
- Sommar-student program
- Doktorander och tekniska studenter



## Unga Forskare

CERN School of High Energy Physics  
CERN School of Computing  
CERN Accelerator School



## Vetenskapare vid CERN

Akademiskt Fortbildningsprogram

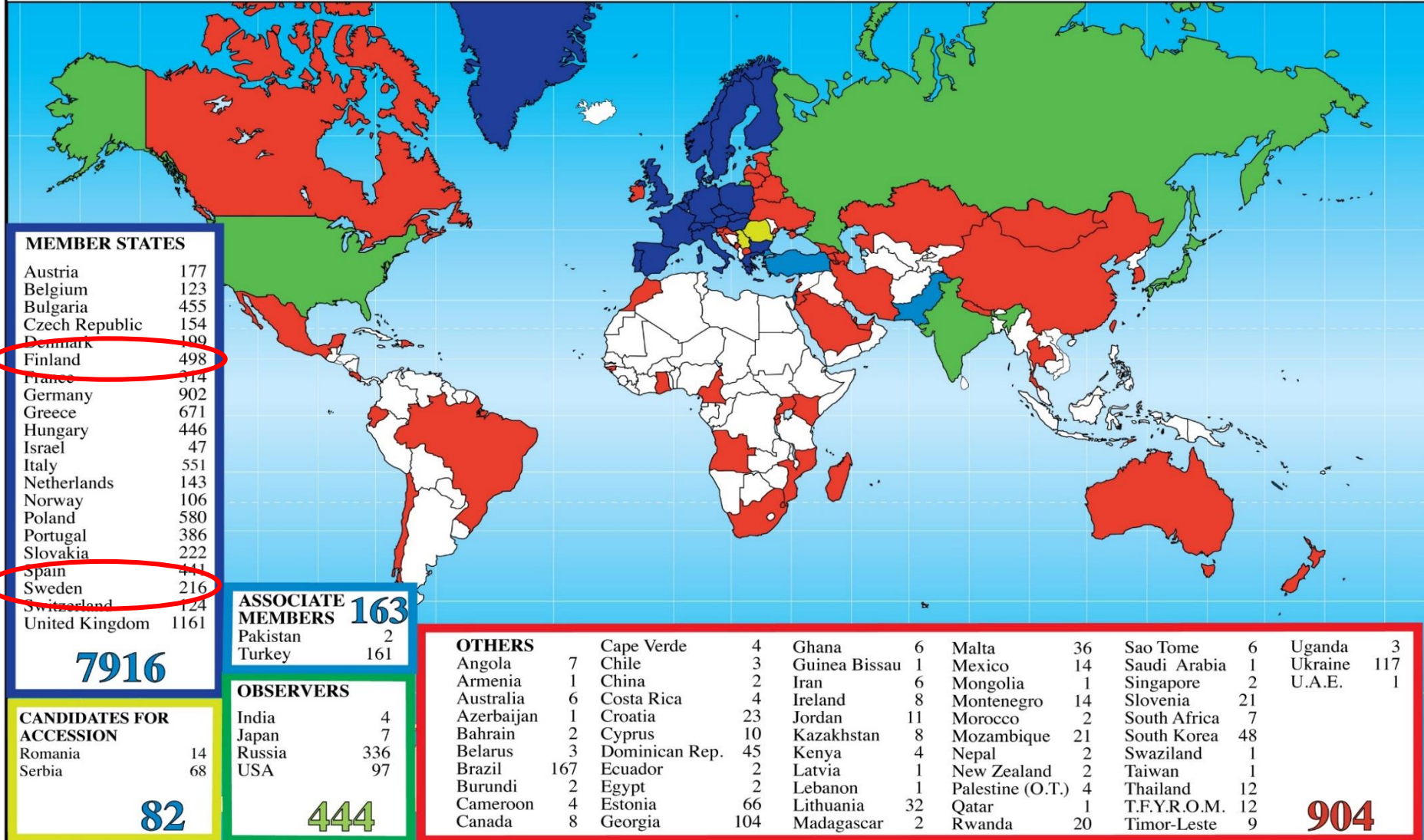


## Skollärare

Internationellt och Nationellt program

# Lärarprogrammet

## Teacher Programme Participants 1998 - 2015 (Total: 9509)



# Spin-off

---

**Några praktiska  
tillämpningar**



# World Wide Web

---

Utvecklades på CERN  
1989 i ramen av LHC !

Gåva till världen!



# detektorer

---

Scanna lastbilar utan att lasta av på mindre än 1 timme





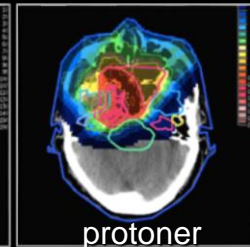
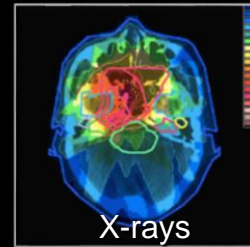
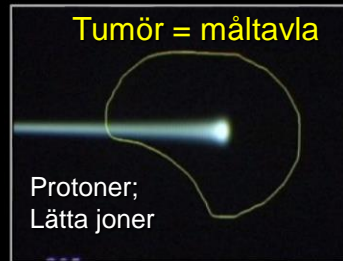
# Medicinska tillämpningar

## Cancerbekämpning

Kombination av Fysik, Medicinsk Visualisering, Biologi och Kirurgi

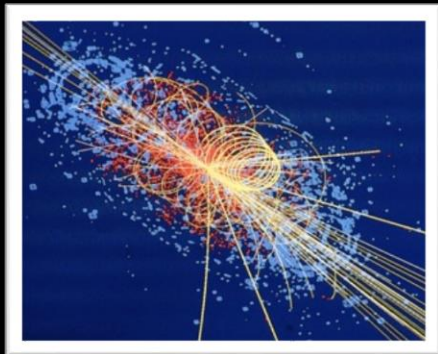


## Hadron-terapi



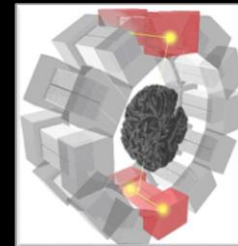
Accelererade partikelstrålar

>70'000 patienter behandlade i världen (30 installationer)  
>21'000 patienter behandlade i Europa (9 installationer)

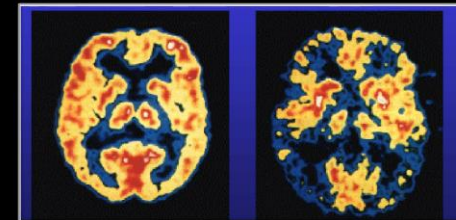


## Visualisering

Ny bröst imaging.  
Kliniska försök i Portugal.  
(ClearPEM)



## PET Scanner



Normal  
hjärna

Alzheimer's  
sjukdom

Partikeldetektering

# Och några Nobelpris...



*Carlo Rubbia and  
Simon van der Meer*

*“for their decisive contributions to the large project, which led to the discovery of the field particles W and Z, communicators of weak interaction”*



*George Charpak*

*“for his invention and development of particle detectors, in particular the multiwire proportional chamber”*



*François Englert  
Peter Higgs*

*“for the theoretical discovery of a mechanism that contributes to our understanding of the origin of mass of subatomic particles, and which recently was confirmed through the discovery of the predicted fundamental particle, by the ATLAS and CMS experiments at CERN's Large Hadron Collider”*

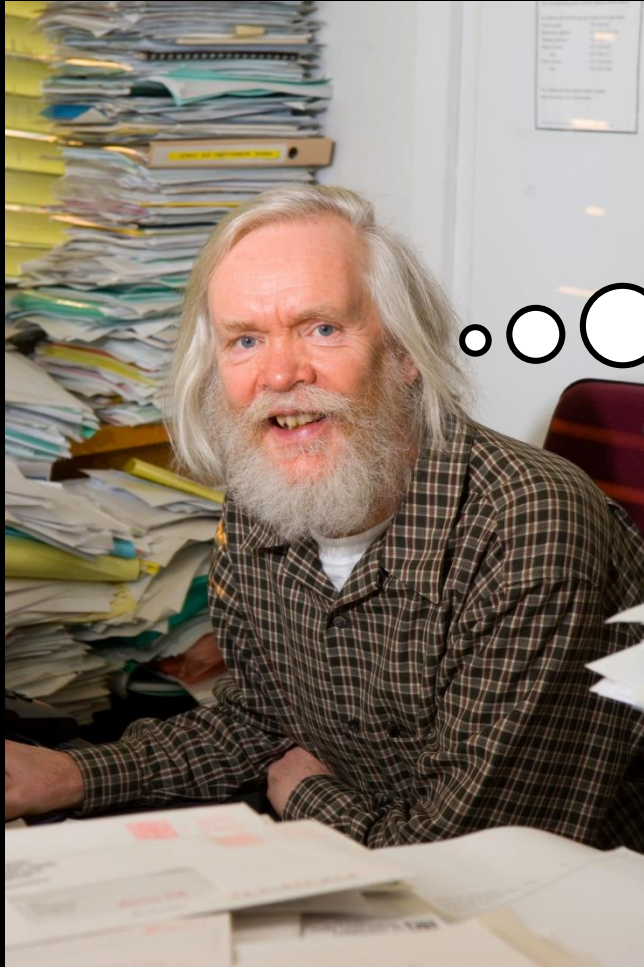




# Senaste nytt från LHC



- 2012: Higgs Boson upptäckt
- 2013 - 2014: tekniskt stopp 2 år – uppgradering till **dubbel energi** 7 -> 13 TeV
- 2015: intensiv sökning av företeelser bortom standardmodellen
- dec 2015: ATLAS + CMS upptäcker intressant 750 GeV resonans...
- aug 2016: resonansen inte bekräftad av 2016 data – statistisk fluktuation
- idag: inga tecken än av supersymetri eller mörk materia partiklar...



Frånvaro av bevis är inte  
nödvändigtvis bevis av  
frånvaro..

Professor John Ellis, CERN  
SUSY - adept

# Sammanfattning

---

- Grundforskningslaboratorium
- Världens största internationella vetenskapliga samarbete
- Driver teknologin över dess gränser
- Många praktiska tillämpningar
- Många stora mysterier att lösa – häftigt !!!

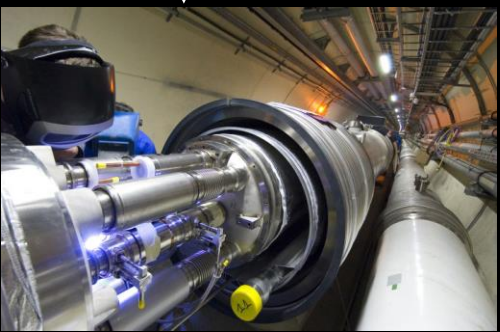
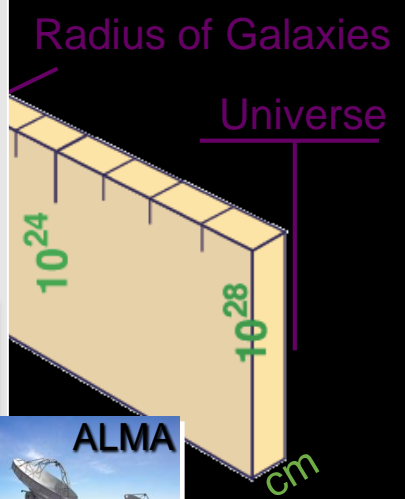
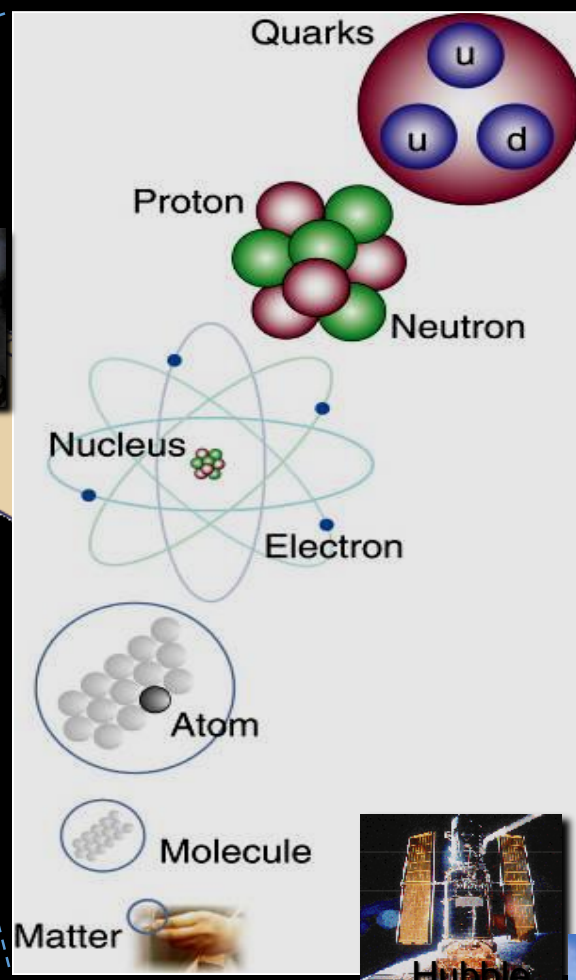
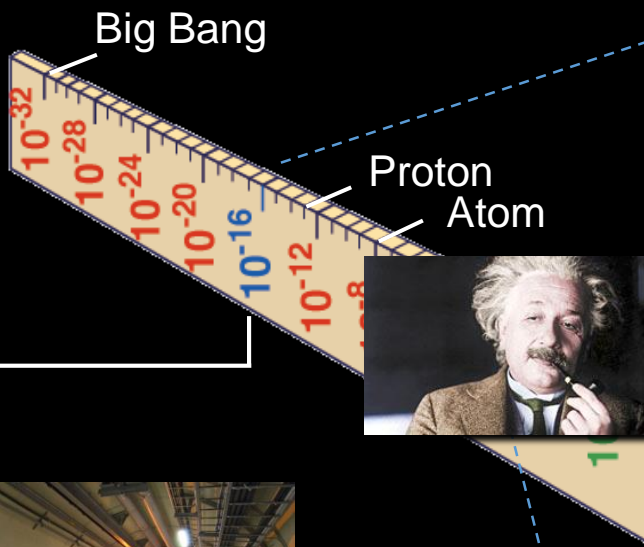
## *websites:*

Information: [www.cern.ch](http://www.cern.ch)

CERN TV: [www.youtube.com/cern](http://www.youtube.com/cern)

Anställning: [www.cern.ch/jobs](http://www.cern.ch/jobs)





LHC

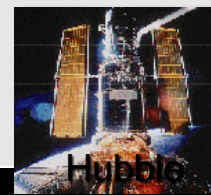
Super-Microscope



Studie av fysiska lagar vid första ögonblicken efter Big Bang

Ökande samarbete mellan Partikelfysik, Astrofysik och Kosmologi

Svenska Lärarprogrammet 2016  
Lennart JIRDEN, CERN

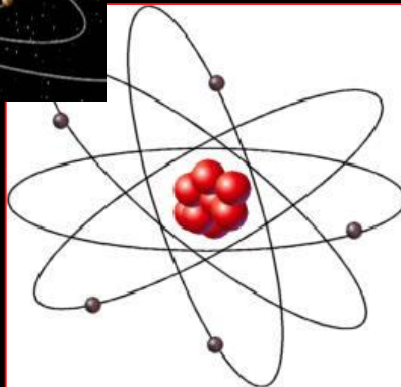


# Dom fundamentala krafterna



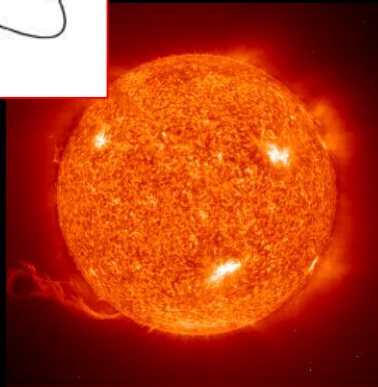
Tyngdkraft

Graviton ?



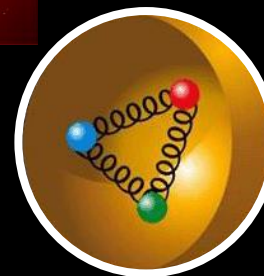
Elektromagnetisk Kraft

Photon



Svaga Kraften

W, Z



Starka Kraften

Gluon

Krafterna  
agerar via sina  
associerade  
partiklar

Ambitionen är att  
beskriva alla dessa  
krafter som en