



Velkommen til CERN

The European Organization for Nuclear Research

Grundforskning

Teknologi

Uddannelse

Samarbejde

Hvad er CERN?

- Europæiske atom-forsknings institut, dannet in 1954
 - Efter 2nd Verdens-krig (frygt for 'hjerne-flugt' til USA)
- 21 medlems-lande fra Europa (+ andre observatør-stater)





Mere om CERN



CERN i Tal

- ~2300 medarbejdere
- ~1300 øv. betalt personale
 - >11500 brugere
- Budget (2015) 1000 MCHF

- **21 Member States:** Austria, Belgium, Bulgaria, the Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Israel, Italy, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.
- **Candidates for Accession to Membership:** Romania, Serbia
 - **Associate Member State:** Turkey, Pakistan
 - **Applicant States for Membership or Associate Membership:** Brazil, Croatia, Cyprus, Russia, Slovenia, Ukraine
- **7 Observers to Council:** India, Japan, Russia, United States of America, European Commission, JINR and UNESCO



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

ASSOCIATE MEMBER

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

OTHERS

Argentina	22	China	150	Iceland	3	Montenegro	1	Taiwan	77
Armenia	17	Colombia	15	Indonesia	8	Morocco	8	Thailand	13
Australia	37	Costa Rica	1	Iran	29	Nepal	1	TFYROM	2
Azerbaijan	3	Croatia	22	Ireland	7	New Zealand	7	Ukraine	29
Belarus	26	Cuba	3	Jordan	2	Pakistan	26	Venezuela	1
Brazil	138	Cyprus	12	Korea	130	Peru	3		
Canada	165	Egypt	22	Lithuania	12	Saudi Arabia	1		
Chile	11	Estonia	17	Madagascar	3	Singapore	1		
		Georgia	14	Malaysia	8	Slovenia	21		
		Hong Kong	11	Mexico	56	South Africa	42		

OBSERVERS

India	182
Japan	261
Russia	917
USA	1731

3091

STATES IN ACCESSION TO MEMBERSHIP

Romania	97
Serbia	35

132

1177

En veritabel lille by



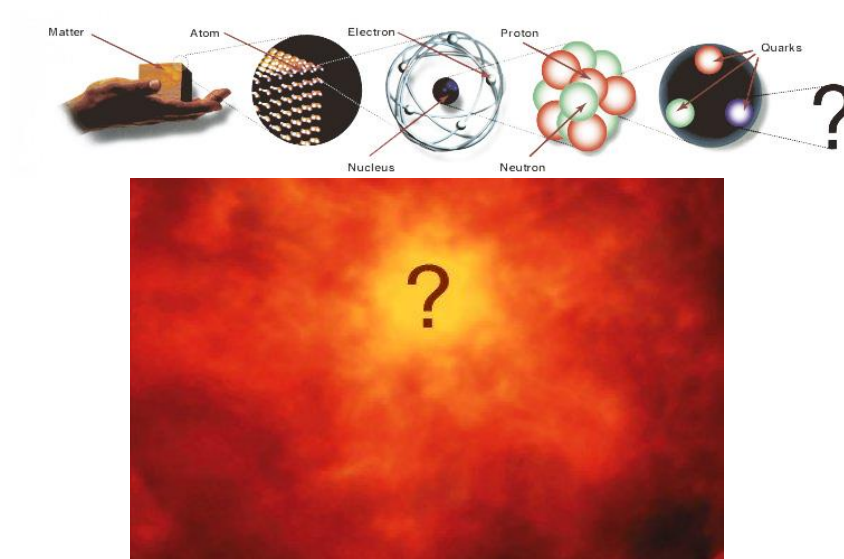
LHC + CH/FR grænse



Hvad er partikel fysik?



- Forståelse af:
 - Fundamentale ting omkring stof - Partikler
 - Hvordan partikler reagerer med hinanden - Vekselvirkninger
 - Hvad styrer vekselvirkningerne – Hvorfor ser naturlovene ud som de gør?

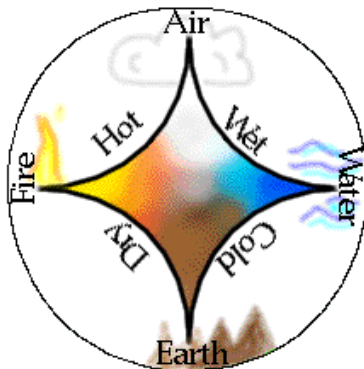


- Ultimativt ønsker CERN at beskrive:
 - Universets fødsel, the Big Bang
 - Forhenværende og kommende Evolution
- Stærkt bånd mellem det meget lille (partikel fysik) og meget store (stjerner/planeter)

Hvad er ting lavet af ?



Grækere (Empedocles) 500 BC

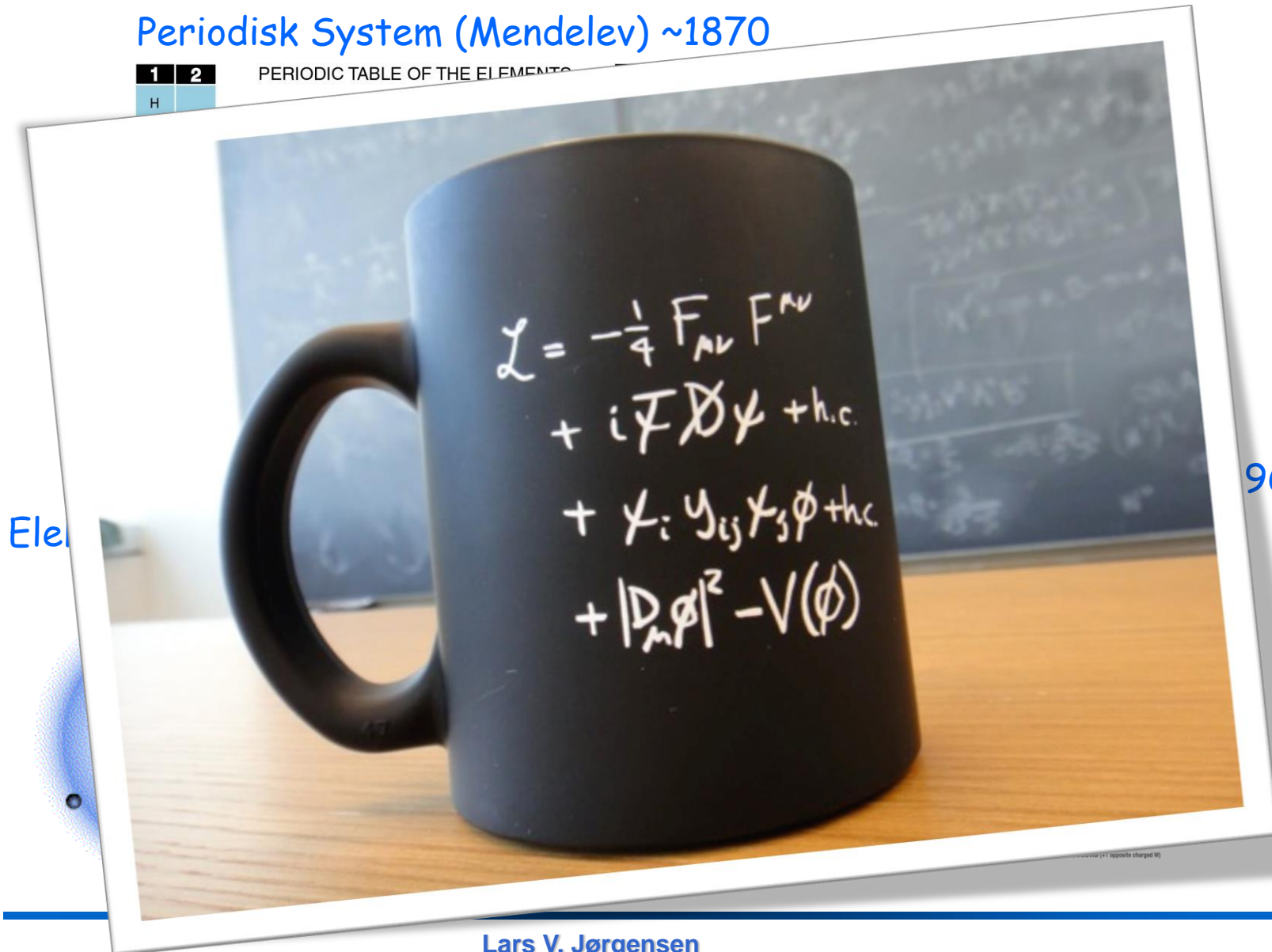


Periodiske System (kemi)



Periodisk System (Mendeleev) ~1870

1	2	PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS
H		

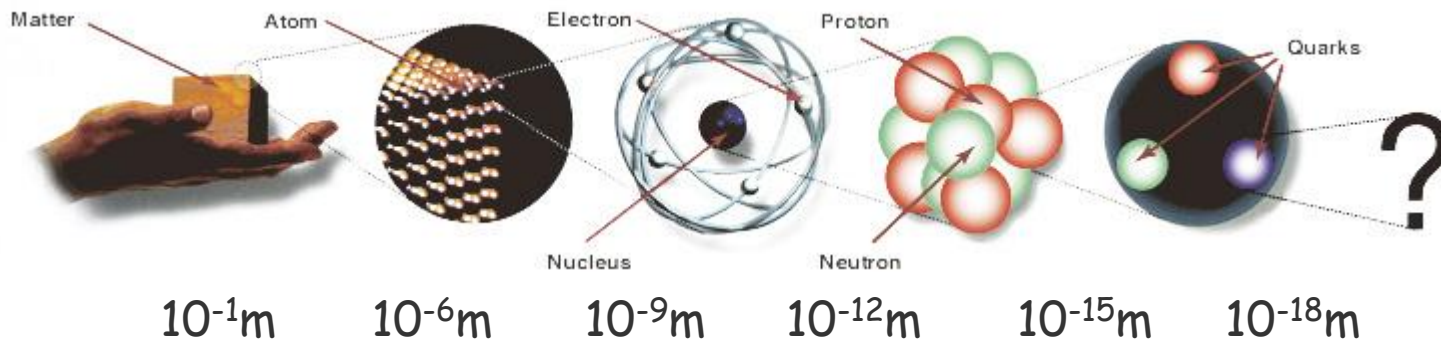


Ele

960

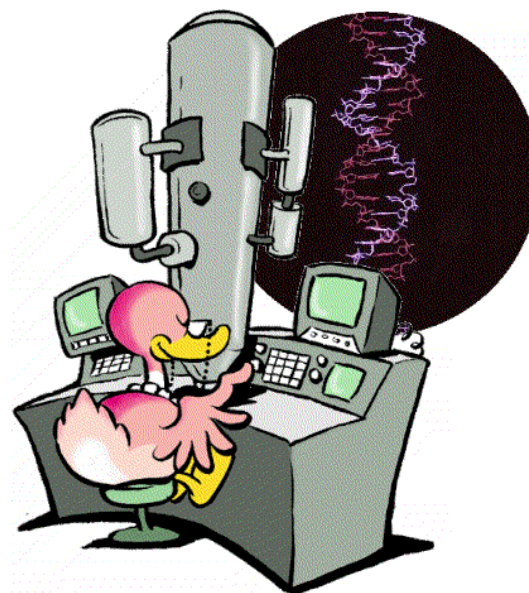
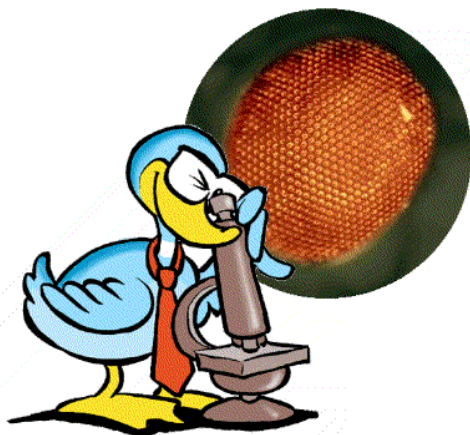


Detaljer ..



Electron mikroskop

Lys mikroskop



DNA

Acceleratorer



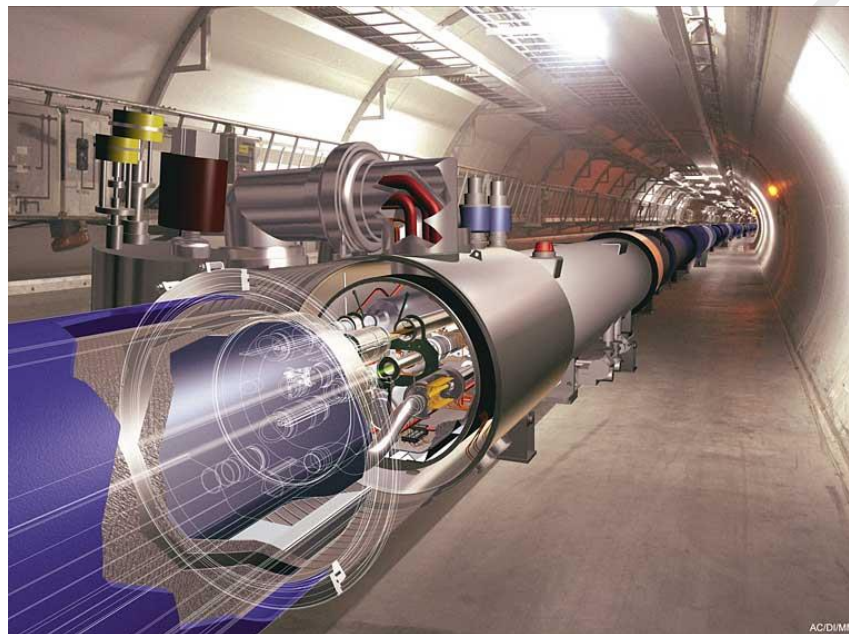
LHC består af:

- Magneter (bøje, fokusere),
- Vacuum-rør
- RF kaviteter, Detektorer
- Instrumenter

Magnet-Strøm = N * Energy

LHC Top-energi -> 13000A

-> super-ledende kabler pga dimensionerne



AC/D/11M

Lorentzkraft

Fra Wikipedia, den frie encyklopædi

Lorentzkraft er i fysikken den kraft som påvirker en elektrisk ladet partikel i et elektromagnetisk felt. Partiklen vil blive påvirket en kraft på grund af det elektriske felt $q\mathbf{E}$ og det magnetiske felt $q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$. Kombineret giver det formelen for Lorentzkraft:

$$\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}),$$

hvor

F er kraft (i newton)

E er det elektriske felt (i volt pr. meter)

B er det magnetiske felt (i weber pr. kvadratmeter eller ækvivalent tesla)

q er den elektriske ladning af partiklen (i coulomb)

v er den øjeblikkelige hastighed af partiklen (i meter pr. sekund)

og \times er krydsproduktet.

Derfor vil en positiv ladet partikel blive accelereret i lineær retning som **E** feltet men vil danne en perpendikulær kurve til **B**, i henhold til højrehåndsreglen.

[Indholdsfortegnelse](#) [skjul]

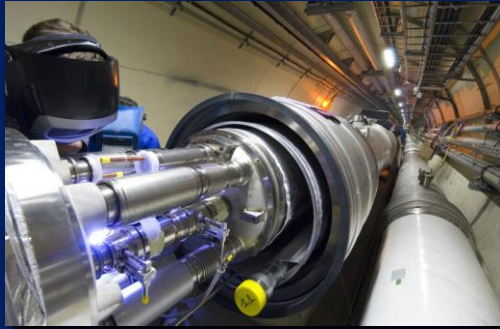
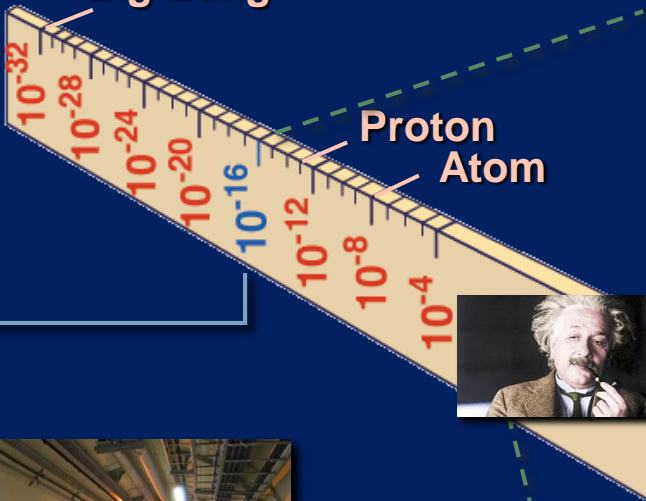
Elektromagnetisme

Elektricitet • Magnetisme

Elektrostatik	[vis]
Magnetostatik	[vis]
Klassisk elektromagnetisme	[vis]
Elektronisk kredsløb	[vis]
Kovariant formulering	[vis]
Videnskabsmænd	[vis]

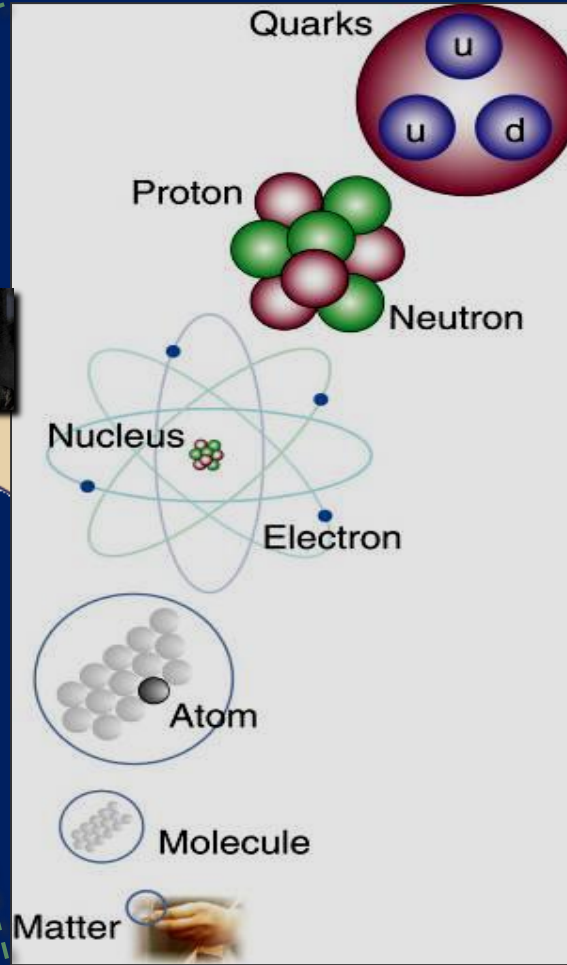
s·d·r

Big Bang



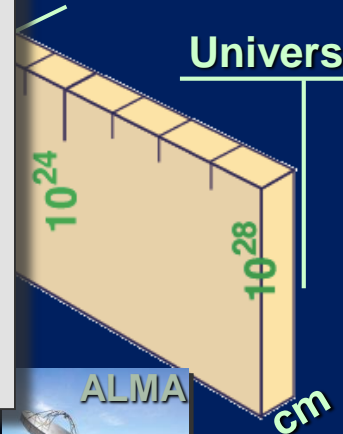
Super-Microscope

LHC

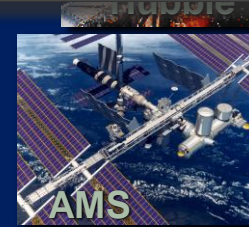


Radius af Galakser

Universet



Forstå fysikken love i de første øjeblikke
 efter Big Bang
 større symbiose mellem Partikel Fysik,
 Astrofysik og Kosmologi



Hvad vi (mener) vi ved



10^{27} K Universet begyndte som en ekstrem varm og tyk suppe af energi og partikler

10^{15} K

10^{12} K

10^9 K Suppen bliver til protoner, neutroner m.m.

10^6 K De første lette partikler bliver formet

10^3 K Atomer bliver dannet

2.7 K Vi mener vi ved hvad 4% af Universer er

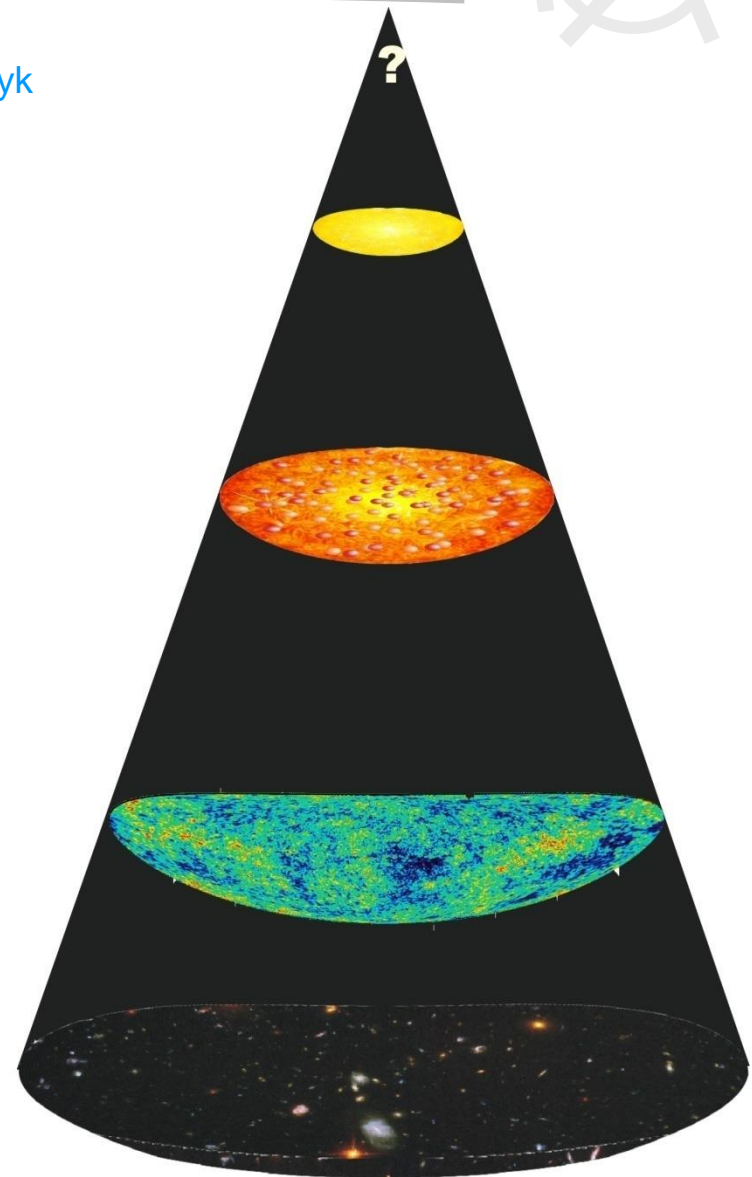
0.0000000001 sec

0.00001 sec

1 min

380 000 yrs

13.7 billion yrs



Hvad vi ikke ved !



10^{27} K Hvad der skete helt i begyndelsen ?

10^{15} K Hvorfor er der mere stof end anti-stof ?
Hvordan får partikler masse ?

10^{12} K
 10^9 K Hvordan blev protoner dannet ?

10^6 K

10^3 K

2.7 K

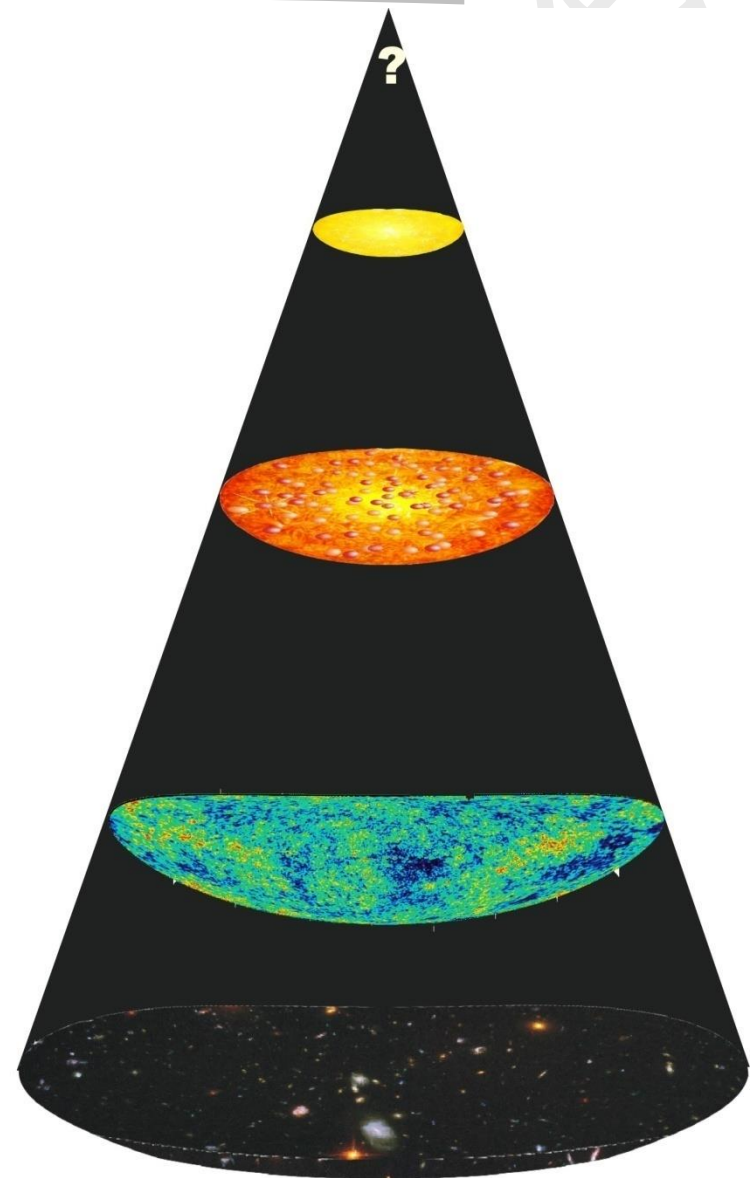
0.0000000001 sec

0.00001 sec

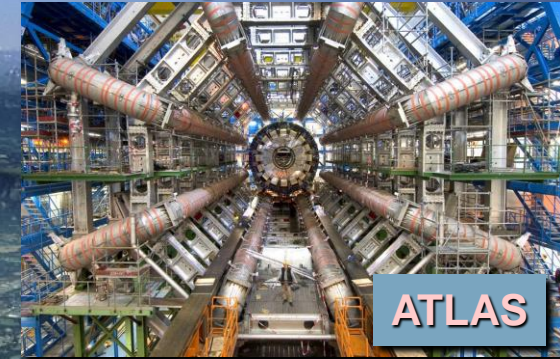
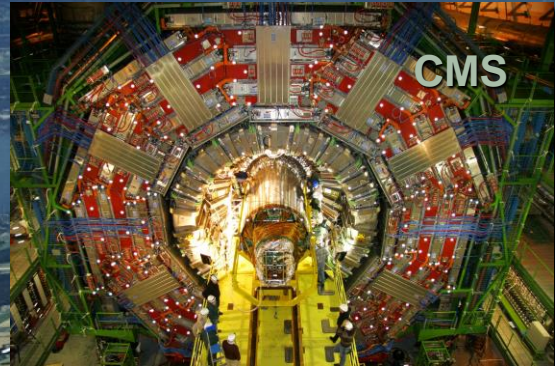
1 min

380 000 yrs

13.7 billion yrs




En Ny Æra i Fundamental Fysik

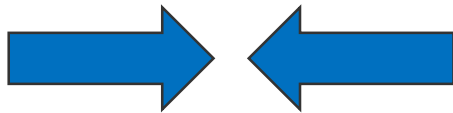


Hvad kan vi gøre på CERN ?



- Large Hadron Collider (LHC) = 27 km lang proton-proton collider
- Rekonstruere:
 - Temperatur 10^{16} K
 - $1E9 \times$ 
 - 0.000000000001 second after Big Bang

7 TeV + 7 TeV

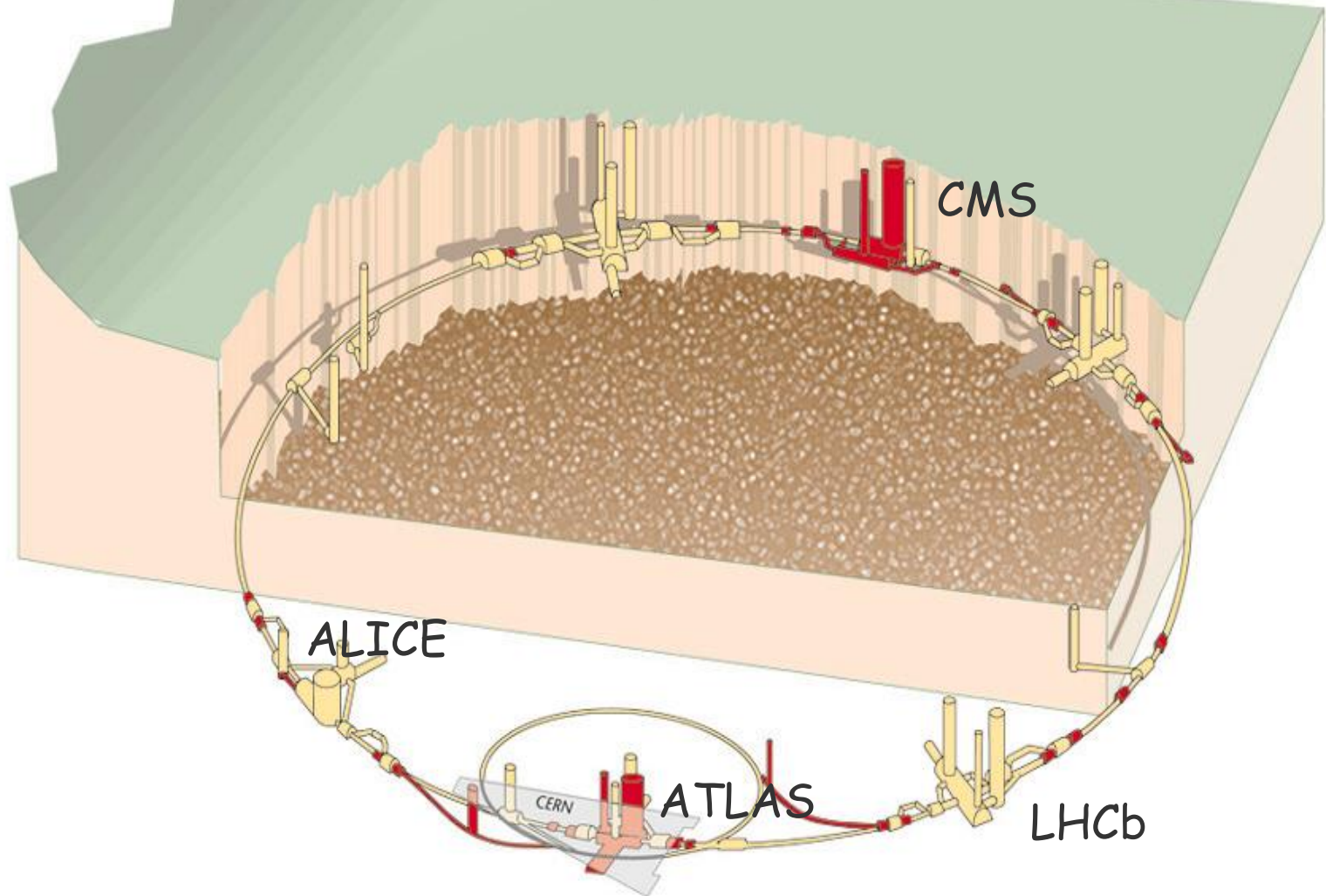


Hoved Formål:

- Hvor kommer massen fra?
- Hvad er Mørkt Stof?
- Hvordan blev protoner dannet?
- Stof – antistof mysteriet?

Resultaterne fra LHC vil bestemme den fremtidige retning for partikel- og højenergifysik.

LHC ~-100 m (strålings-fare) 4 store eksperimenter



Hvad vi måler med?



Eksempel: CMS



**SUPERCONDUCTING
COIL**

CALORIMETERS

ECAL
Scintillating
PbWO₄ crystals

HCAL
Plastic scintillator/brass
sandwich

IRON YOKE

Fysikere: ~3000

Institutter: 180

Antal lande: 38

TRACKER

Silicon Microstrips
Pixels

Total weight : 12,500 t
Overall diameter : 15 m
Overall length : 21.6 m
Magnetic field : 4 Tesla

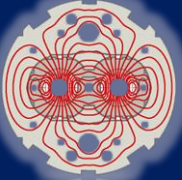
MUON BARREL

Drift Tube
Chambers (DT)

Resistive Plate
Chambers (RPC)

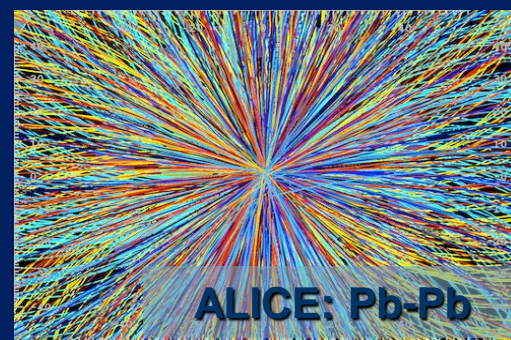
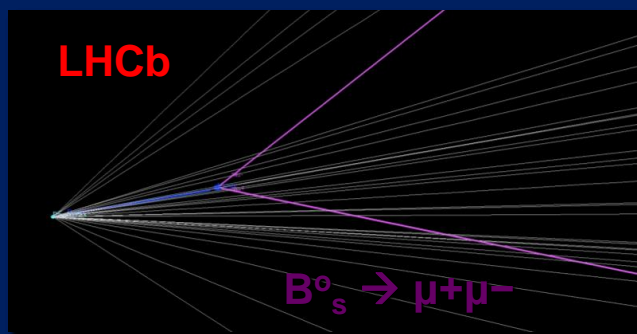
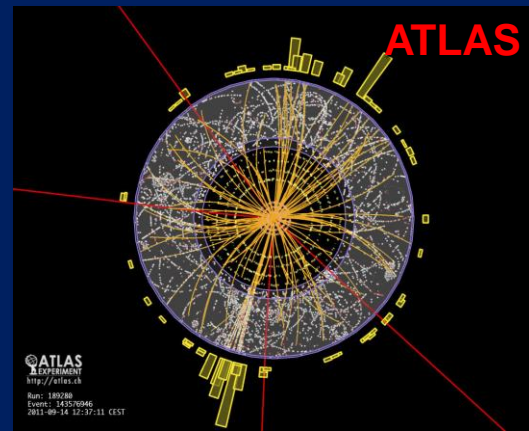
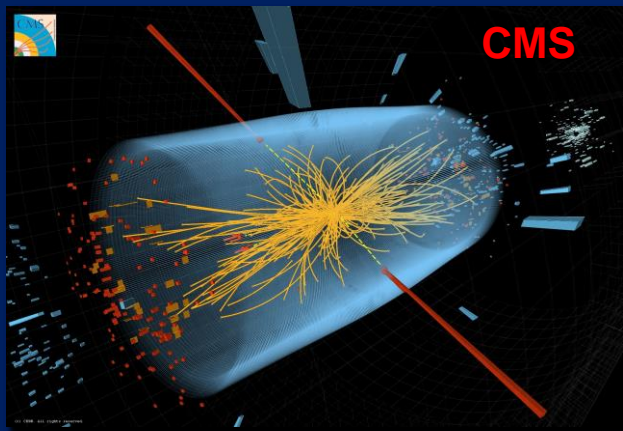
Cathode Strip Chambers (CSC)
Resistive Plate Chambers (RPC)

**MUON
ENDCAPS**



LHC + Eksperimenter: spektakulær start-up 30 Marts 2010

→ Helt fantastisk god start for LHC, eksperimenter og GRID computing i løbet af 2010 og 2011 data opsamlingsperioder

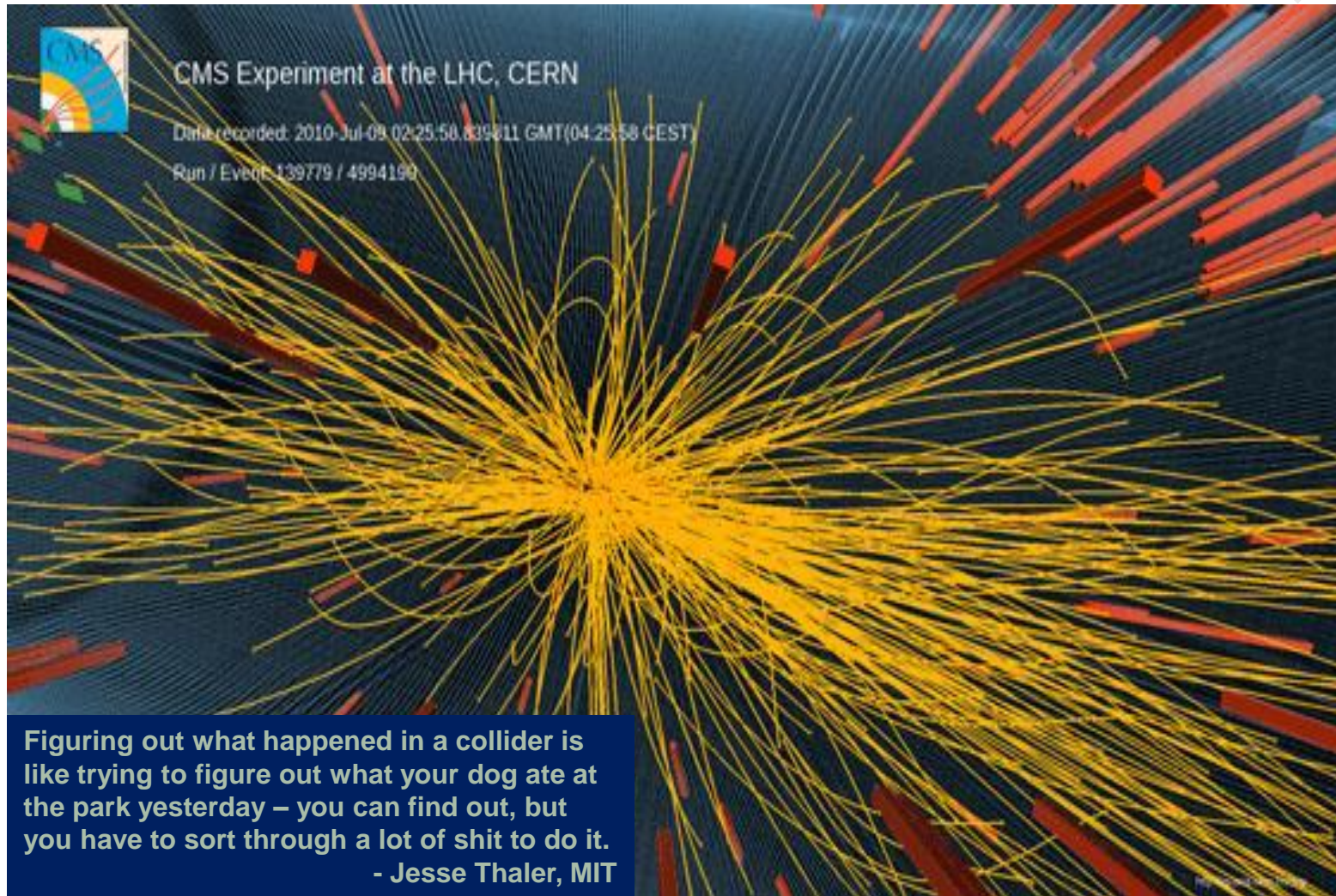


→ 2012 run:

øget energi (7 TeV → 8 TeV), faktor 3 mere data fra LHC -> Higgs!!

→ 2015 run – LHC genstart ved 13 TeV !!

Typisk måling (CMS)

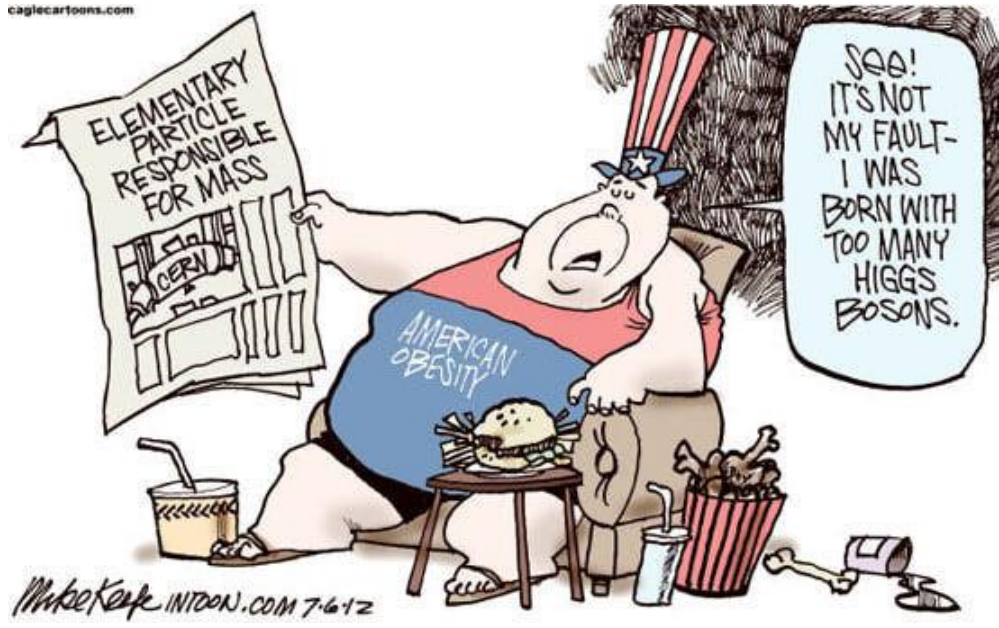


Billede af 7 TeV proton-proton kollision i CMS producerede mere end 100 ladede partikler

Higgs observeret??



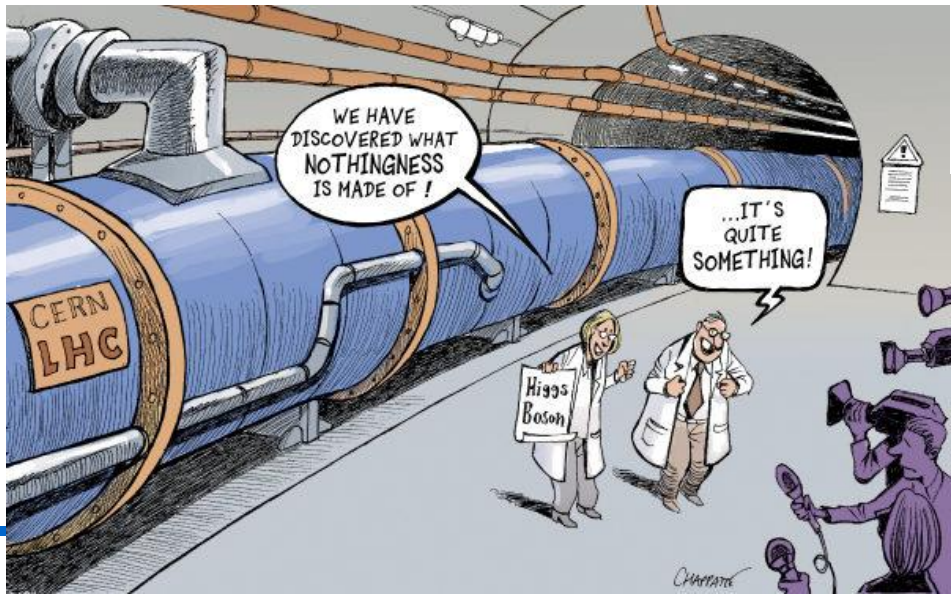
caglecartoons.com



MATT

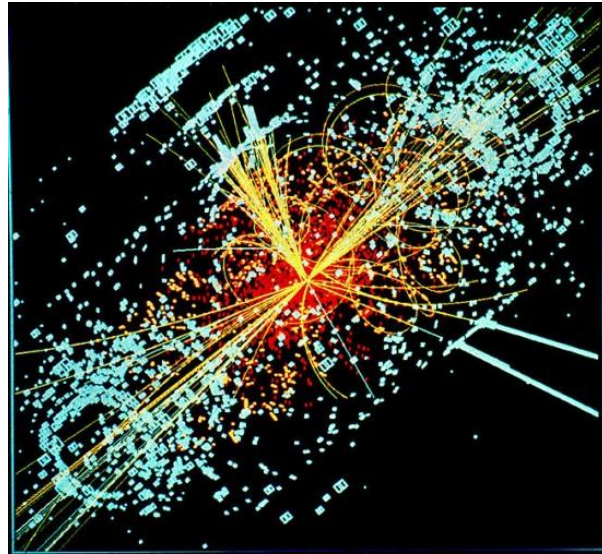


'Typical! I've found the Higgs boson, but I've lost my glasses again'

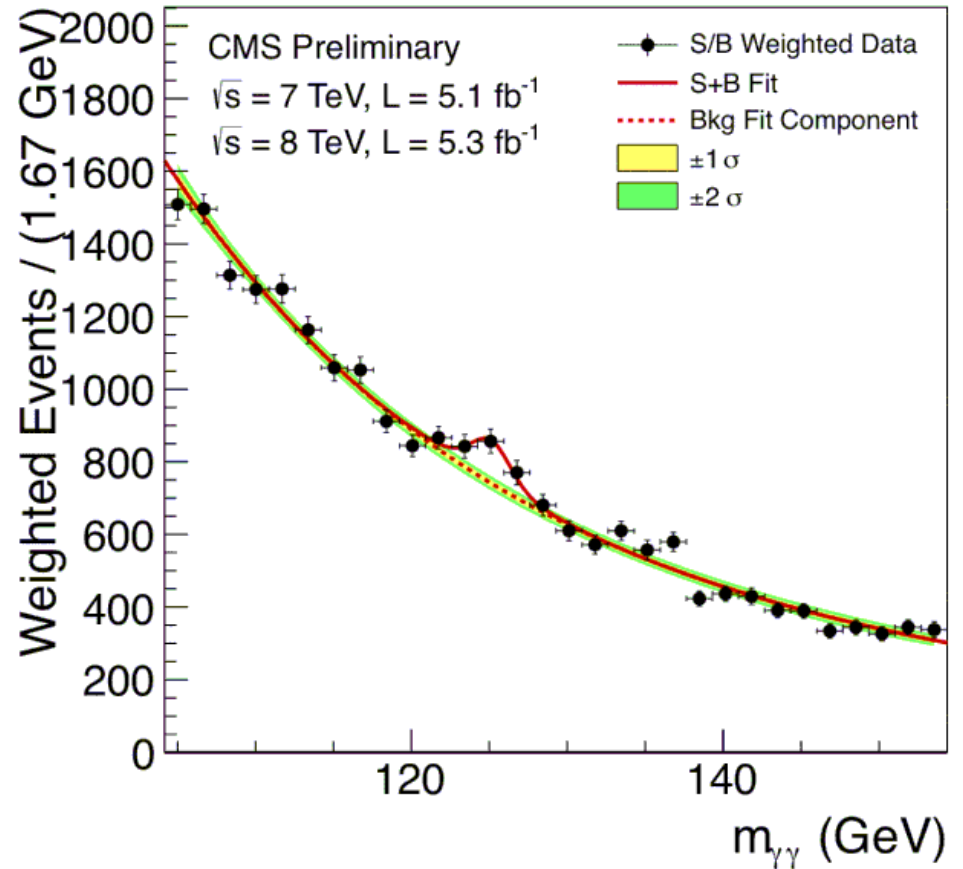


Okay – hvad er det så de har fundet?

'Higgs'- fundet – 4. Juli 2012



CMS 'Higgs event'



**De havde fundet en partikel,
der er en boson og ligner (rigtig meget) en Higgs boson,
først halvt år senere er de helt sikre på at det nu også ER en Higgs
- eller hvad for en Higgs det er!!**



The
Economist

JULY 7TH-13TH 2012

Economist.com

In praise of charter schools
Britain's banking scandal spreads
Volkswagen overtakes the rest
A power struggle at the Vatican
When Lonesome George met Nora



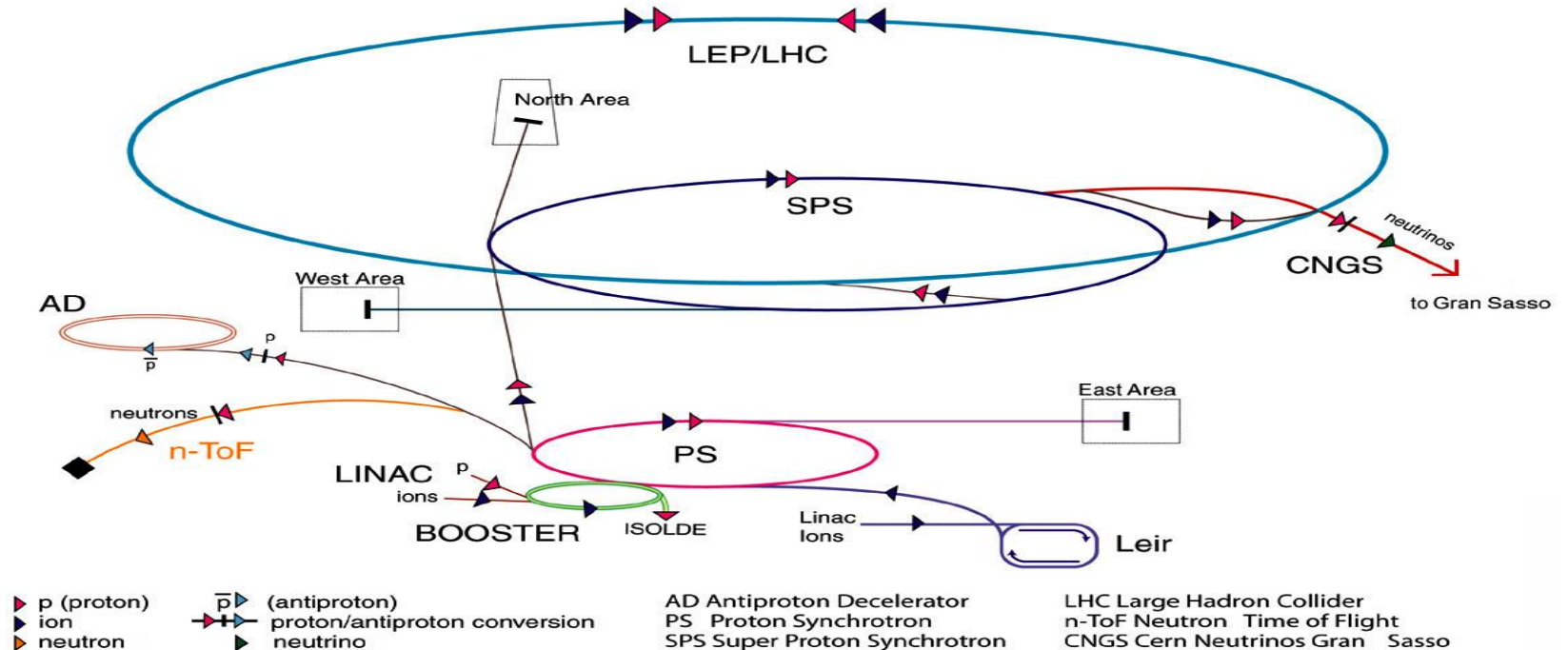
A giant leap for science



**Finding the
Higgs boson**



CERNs lange kæde af accelerators



Brint ($p^+ + e^-$) fra gas-flaske $\Rightarrow p^+$

Nominal LHC stråle (2)

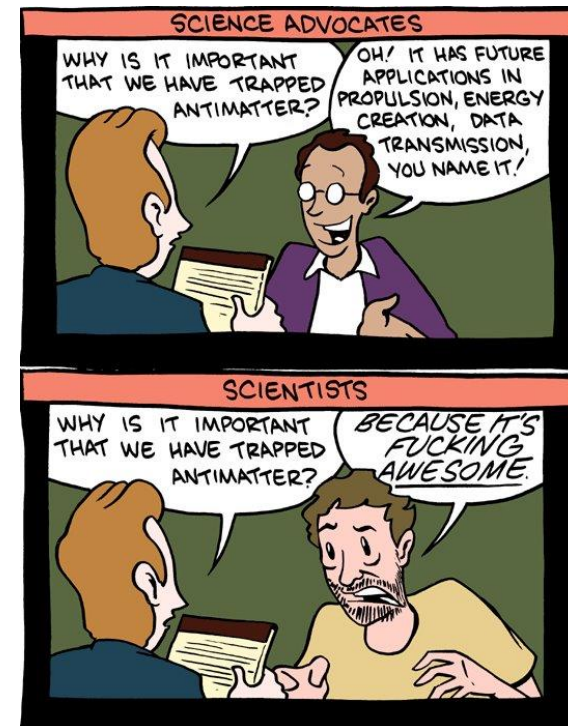
\Rightarrow 100 milliarder protoner per bunch – ca. 300 bunches per beam

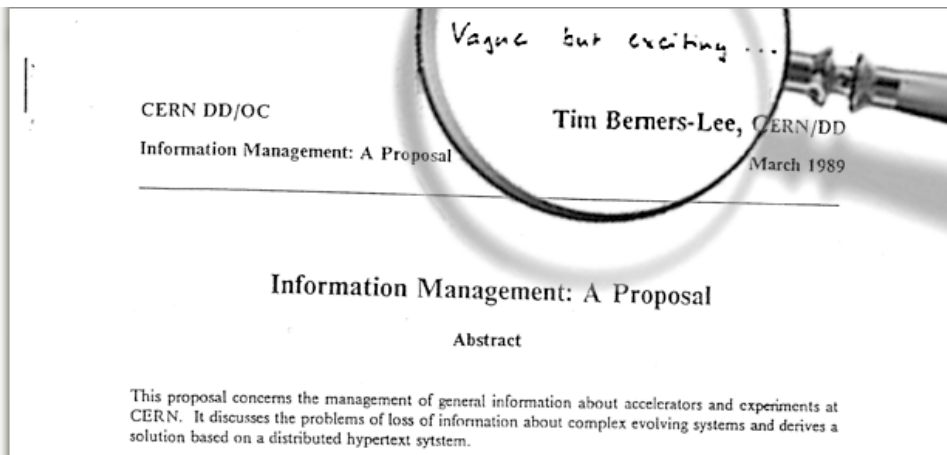
\Rightarrow Lagrede energi (stråle + magneter) som hangar-skib 30km/t !

CERN er mere end LHC !!

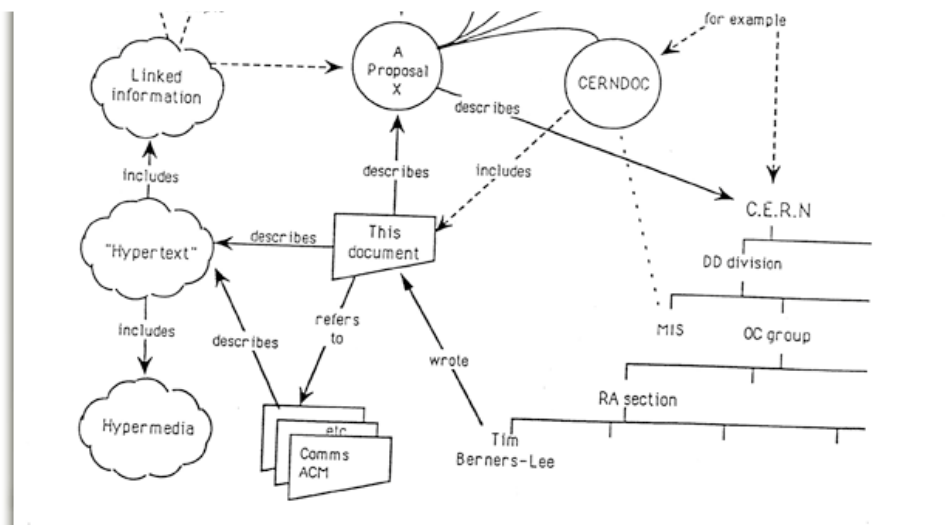


- ISOLDE – Kerne Struktur, kernefysik, m.m.
- AD – Fange og lave spektroskopi på antibrint! Anti-tyngdekraft?
- CNGS – Superluminalne neutrinoer
- CLOUD – Klima forandringer
- n-ToF
- CLIC
- COMPASS
- CAST
- AWAKE
- Med meget mere!

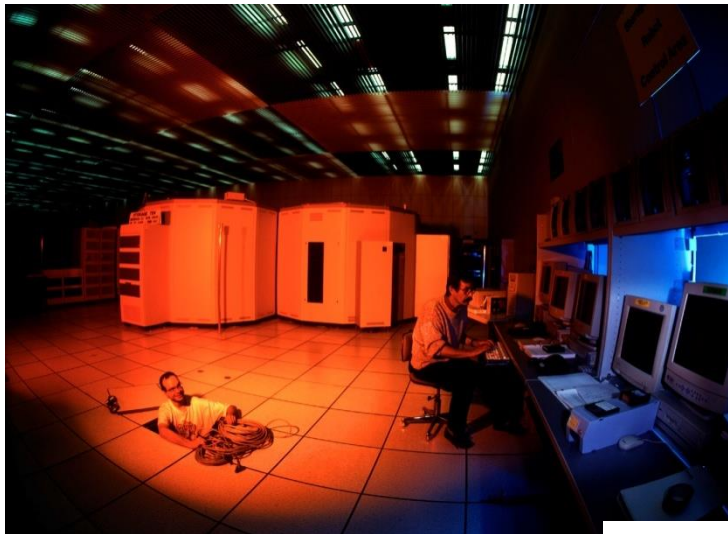




Verdens første Web site: <http://info.cern.ch/>



Computer teknologi



Computer center

INTEL CPU test

GRID



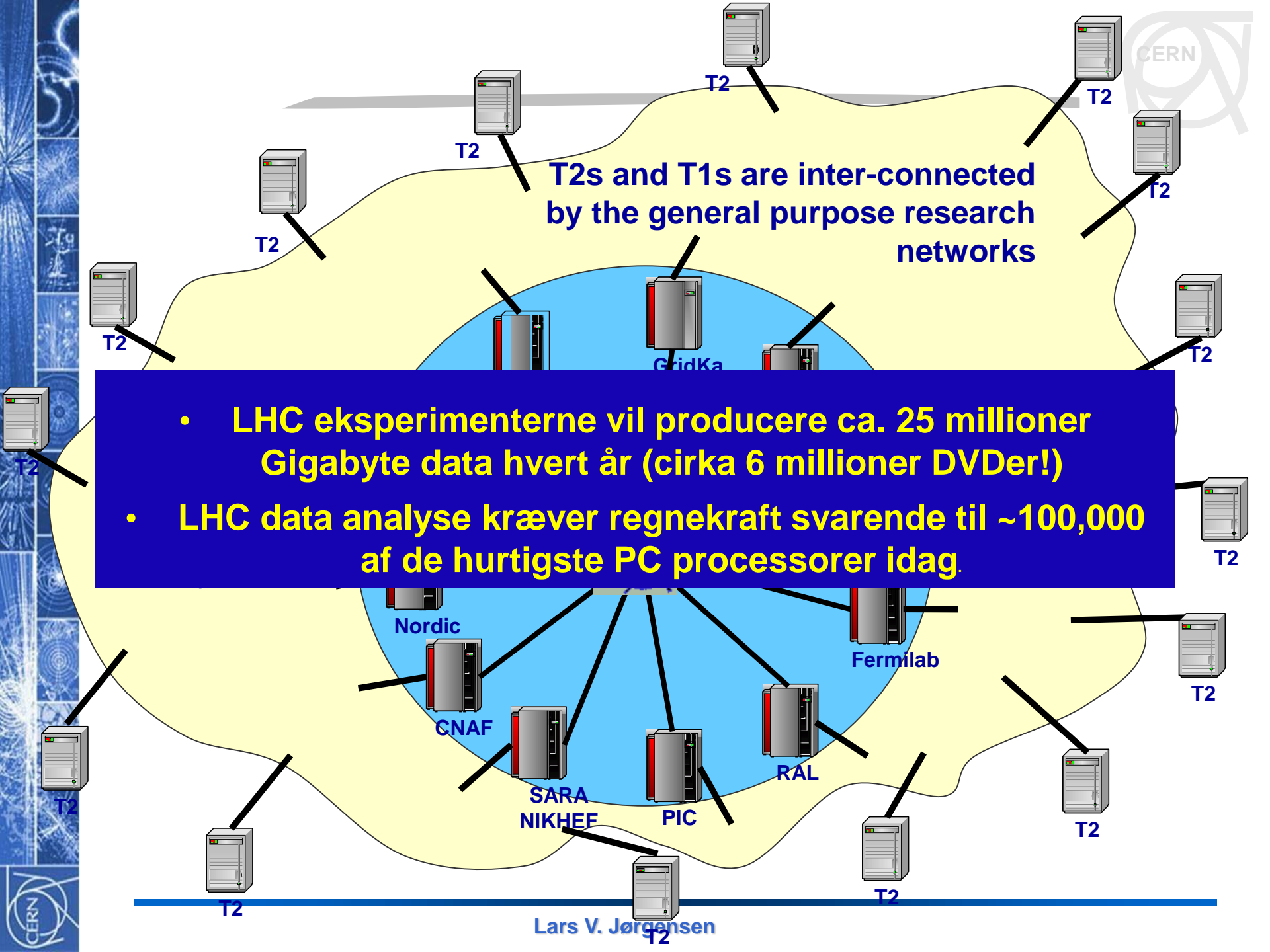


Hvad er GRID'et ?



- World Wide Web giver adgang til fri information lagret i millioner af forskellige geografiske placeringer.
- GRID'et er en ny infrastruktur, der giver spontan adgang til ressourcer fordelt over hele kloden til brug for beregning og datalagring.





T2s and T1s are inter-connected by the general purpose research networks

- LHC eksperimenterne vil producere ca. 25 millioner Gigabyte data hvert år (cirka 6 millioner DVDer!)
- LHC data analyse kræver regnekraft svarende til ~100,000 af de hurtigste PC processorer idag.





CERN: Partikel Fysik og Innovation

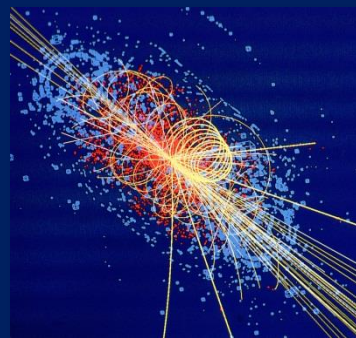
- **Interface** mellem grundforskning og udvikling af den nødvendige teknologi



- **CERN Teknologi og Innovation**



Højenergi partikel beams



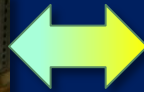
Detektering af partikler og kollisioner



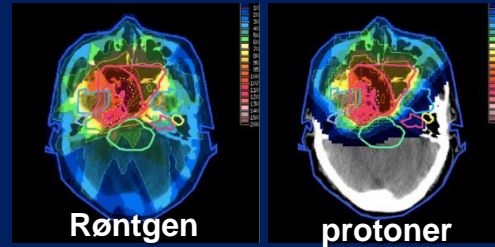
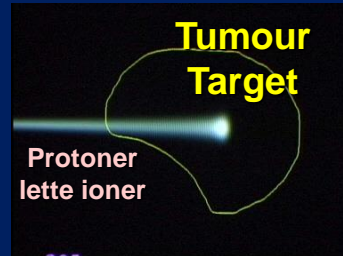
IT på meget stor skala (Grid)

Medicinske Applikationer som Eksempel på Partikel Fysik Spin-off

Kombinerer Fysik, IT, Biologi og Medicin for at bekæmpe kræft



Hadron Terapi

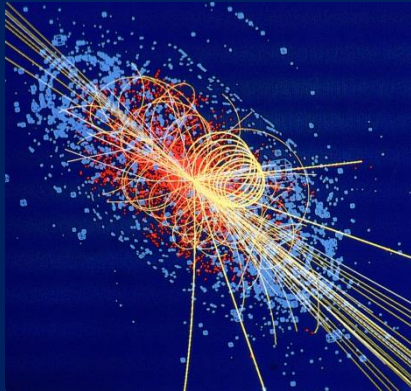


Førertrøjen i Ion Beam Terapi er nu i Europa og Japan

Partikel Acceleratorer

~30'000 acceleratorer i verden
~17'000 til medicinsk brug

>70'000 patienter behandlet globalt (30 faciliteter)
>21'000 patienter behandlet i Europa (9 faciliteter)



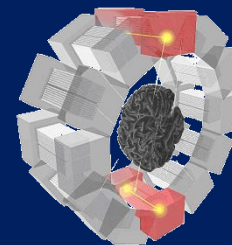
Detektering af partikler



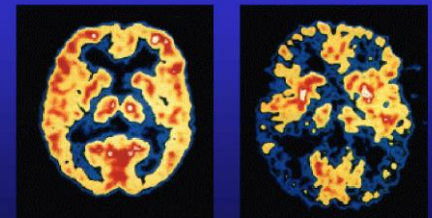
Imaging

PET Scanner

Kliniske forsøg i Portugal med nyt bryst imaging system (ClearPEM)



Brain Metabolism in Alzheimer's Disease: PET Scan



CERN som uddannelsesinstitution



Besøgstjenesten **CERN Accelerator Skole** *Ph.D. studerende*
CERN's sprogskole *Akademisk videreuddannelse*
School of Physics *Udstillinger* *Microcosm*
Fellows *Konferencer* *Kommunikations kurser*
Lærepladser
Teknik og sikkerheds-kurser **CERN-Latin Amerika skolen**
Computer og programmerings kurser
Science on Stage
Videre-uddannelses programmer *Tekniske studenter*
Sommer studenter *Management kurser*
Teacher Program

På CERN...

- ..søger vi svar på spørgsmål om universet
- ..udvider vi teknologiens grænser.
- ..uddanner vi fremtidens forskere.
- ..arbejder nationerne sammen gennem videnskab.

Spørgsmål ?

“Magic does not happen here, magic is being explained here.”

Tom Hanks om CERN

Mere information:

General: cern.ch

CERN TV: youtube.com/cern

Twitter: @CERN

Facebook: facebook.com/cern

Google+: google.com/+CERN

Instagram: instagram.com/cern