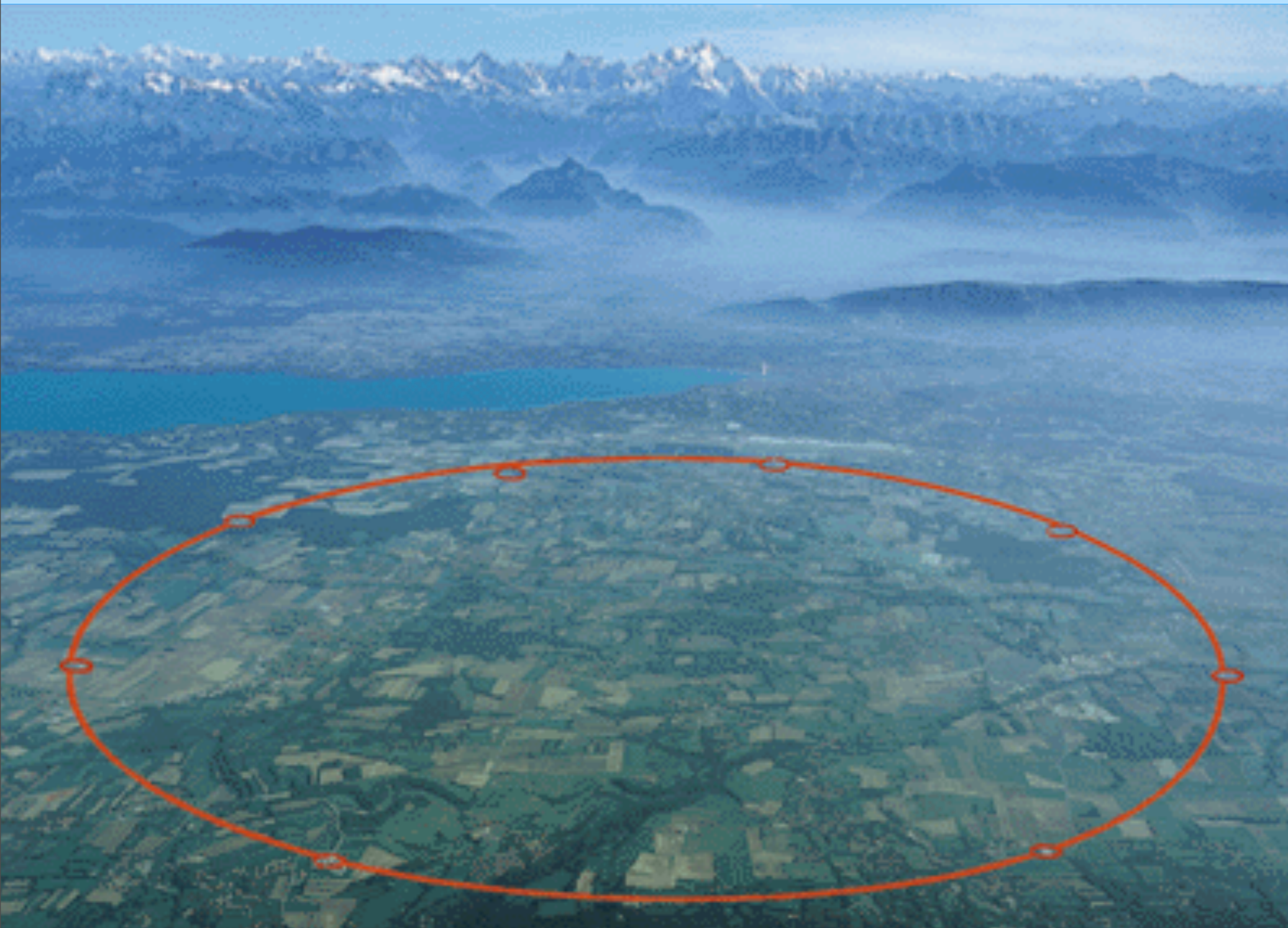


De LHC deeltjesversneller: waarom en hoe?

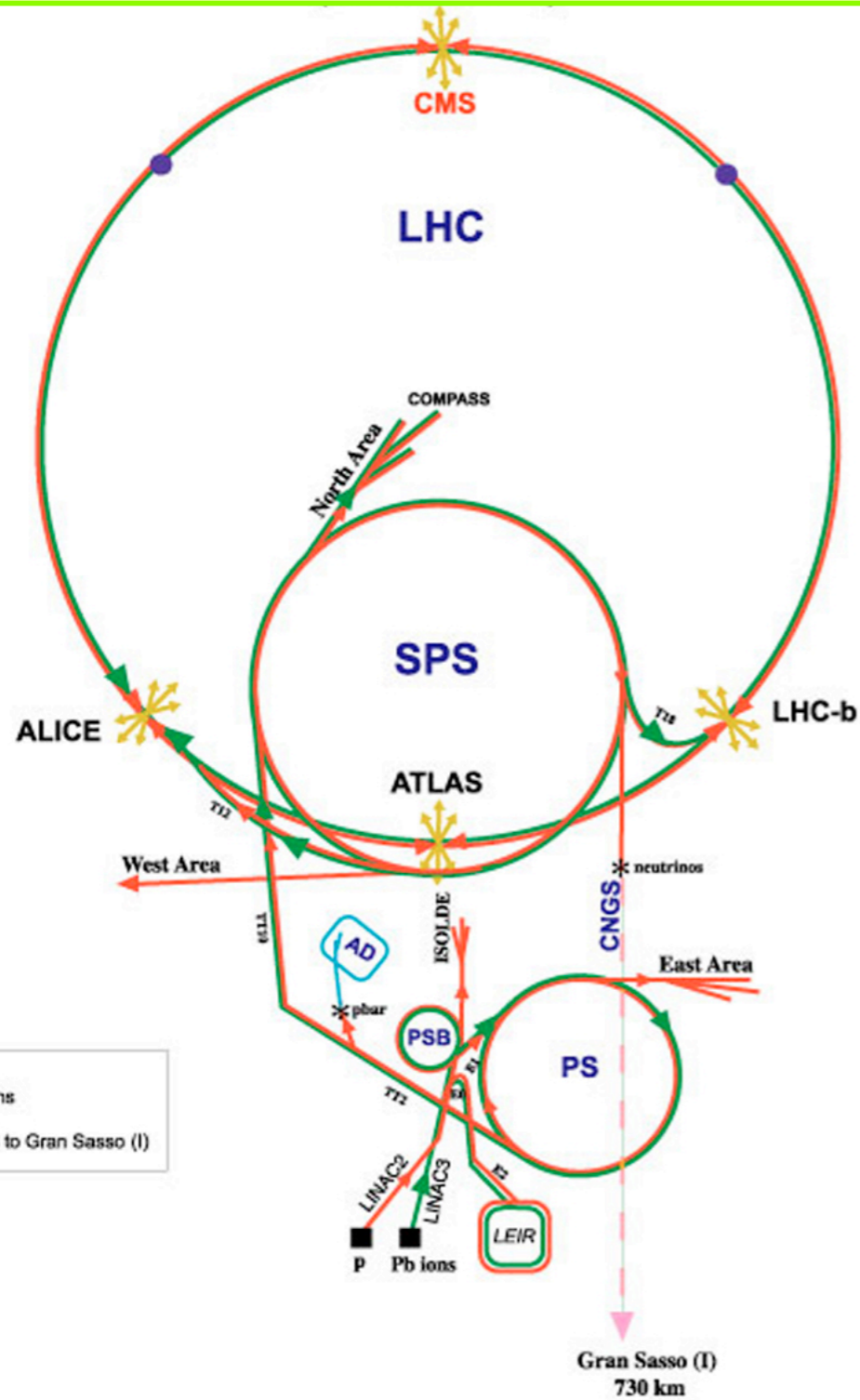


Bernard de Wit

Universiteit Utrecht

Nationale Docentencongres NASK, 16 januari 2009

Cern versnellers



- LHC:** Large Hadron Collider
- SPS:** Super Proton Synchrotron
- AD:** Antiproton Decelerator
- ISOLDE:** Isotope Separator OnLine DEvice
- PSB:** Proton Synchrotron Booster
- PS:** Proton Synchrotron
- LINAC:** LINear ACcelerator
- LEIR:** Low Energy Ion Ring
- CNGS:** Cern Neutrinos to Gran Sasso

Detectoren

The background of the slide is a complex visualization of particle detector data. It features a large, semi-circular area on the left filled with a dense, multi-colored (white, yellow, red, green) point cloud. From this area, numerous thin, parallel lines radiate outwards across the entire frame, creating a sense of depth and direction. The overall color palette is dominated by dark blues and blacks, with bright yellow and white highlights.

ATLAS

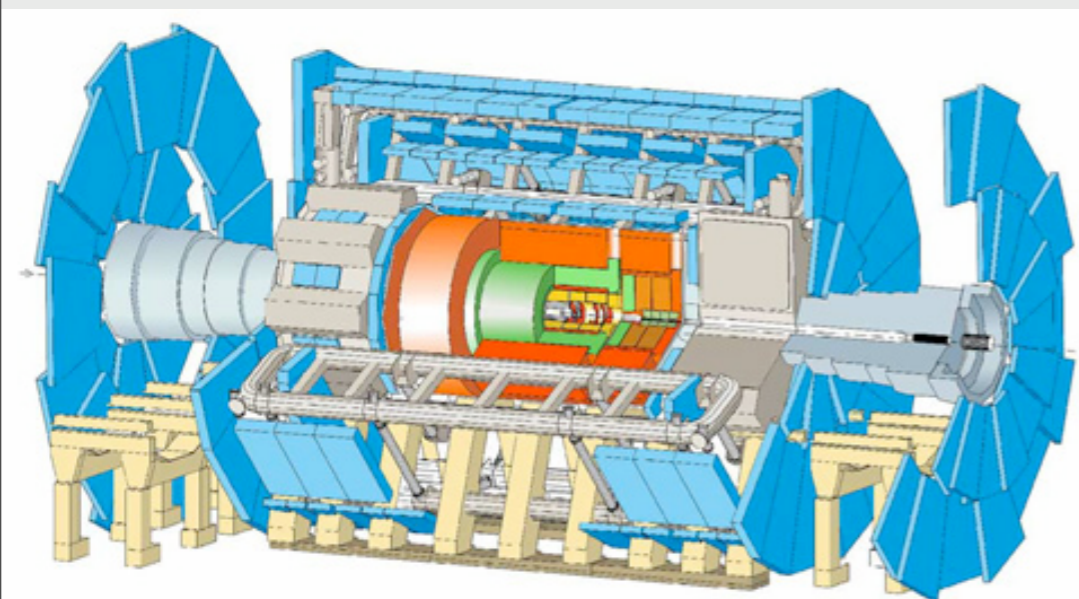
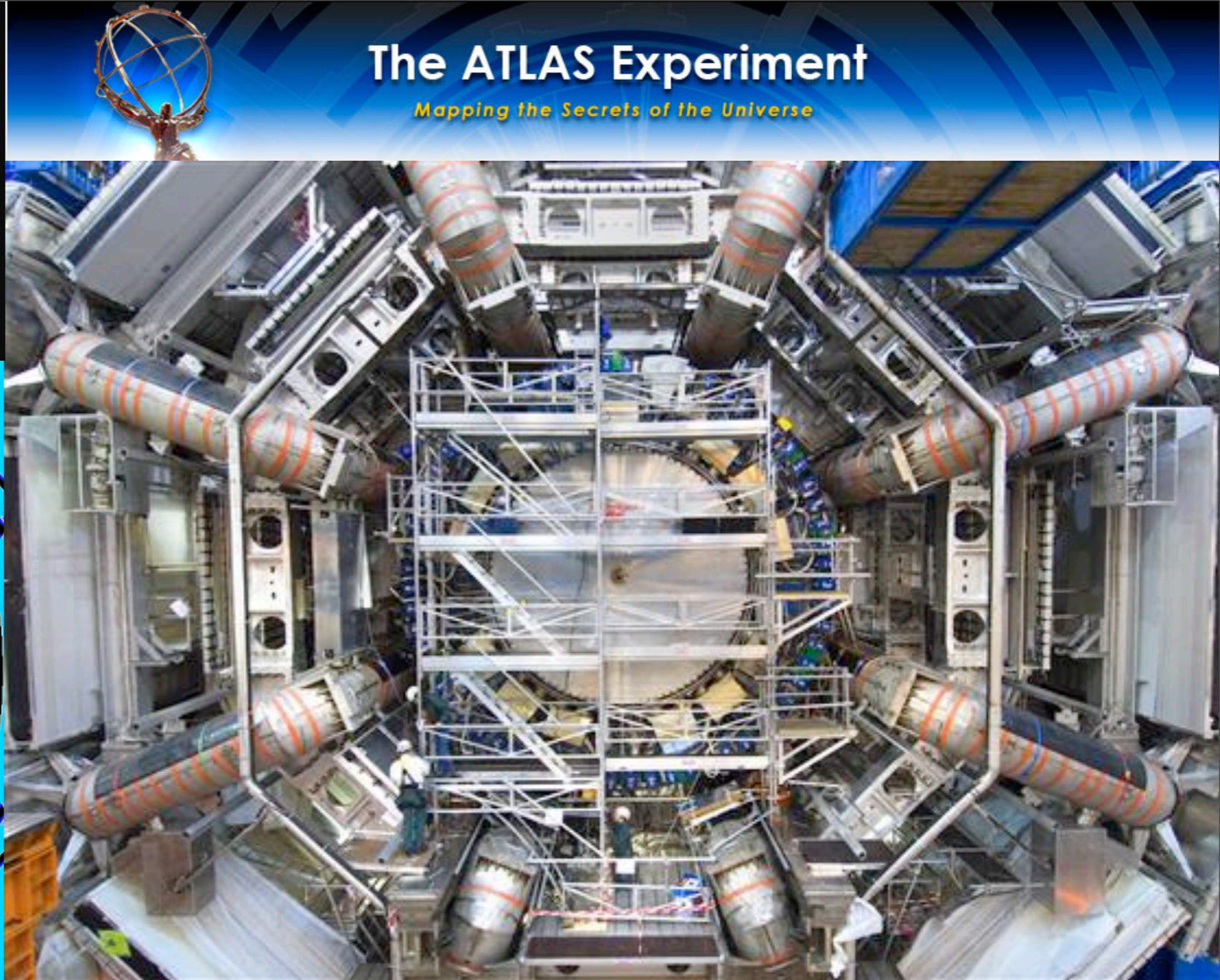
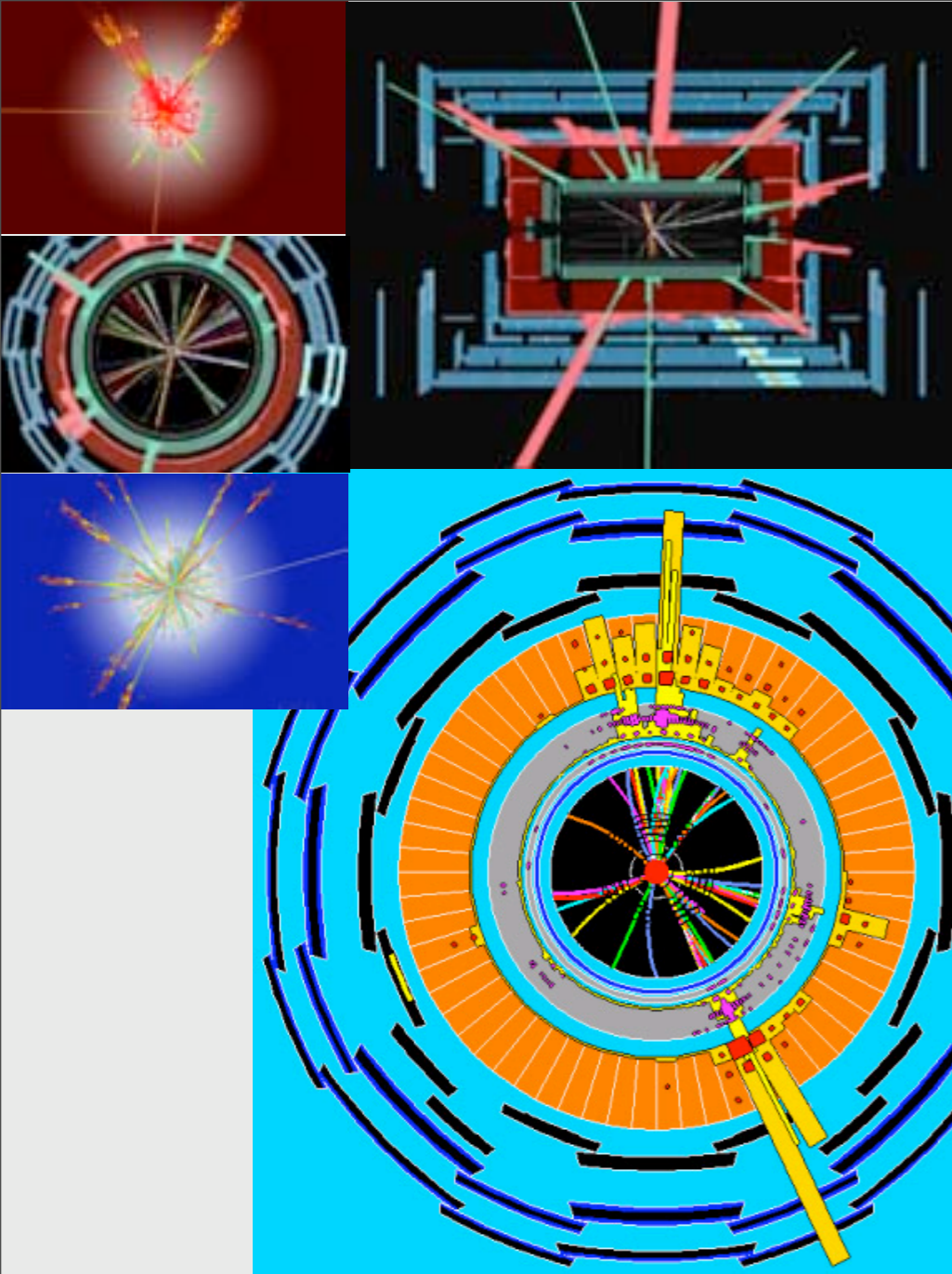
CMS

ALICE

LHCb

The ATLAS Experiment

Mapping the Secrets of the Universe



inner tracker: meet de impuls van ieder geladen deeltje

calorimeter: meet de energie van de deeltjes

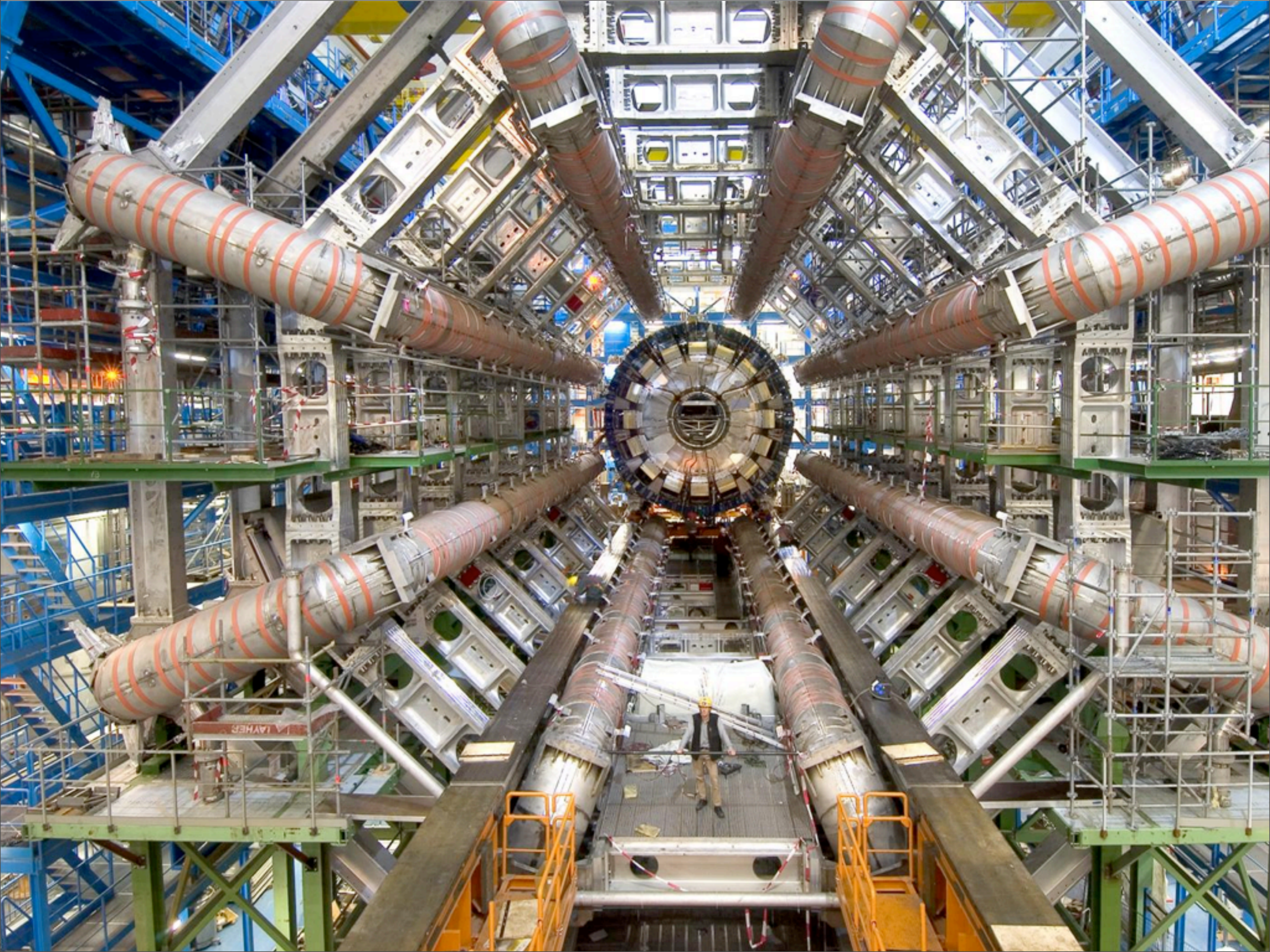
muon spectrometer: identificeert en meet de muonen

magneetsysteem: buigt de baan van de geladen deeltjes voor impulsmeting

trigger systeem: filtert 100 uit 1 miljard gebeurtenissen

computer systeem: analyseert 1 miljard gebeurtenissen per jaar

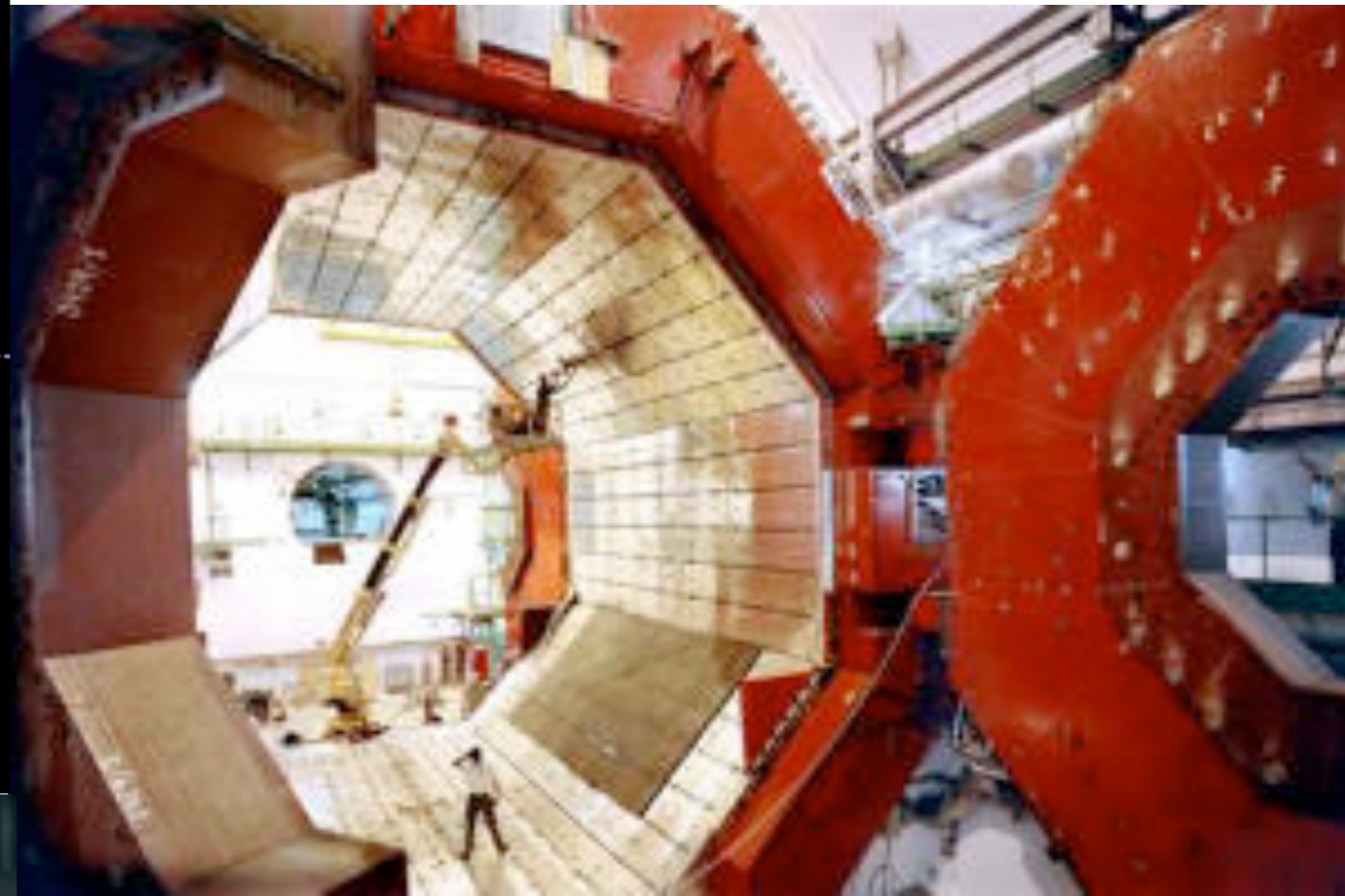
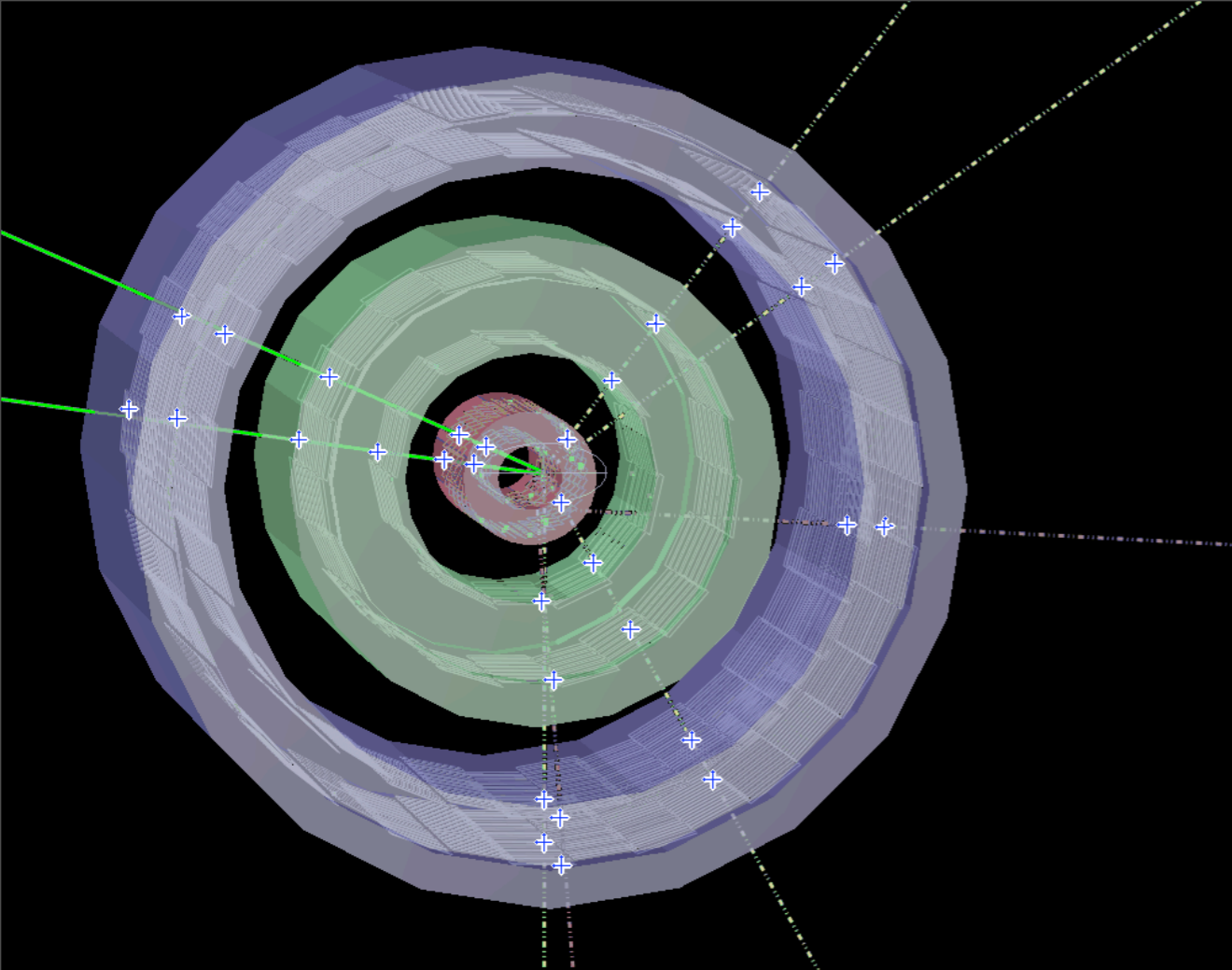
botsingen van protonen



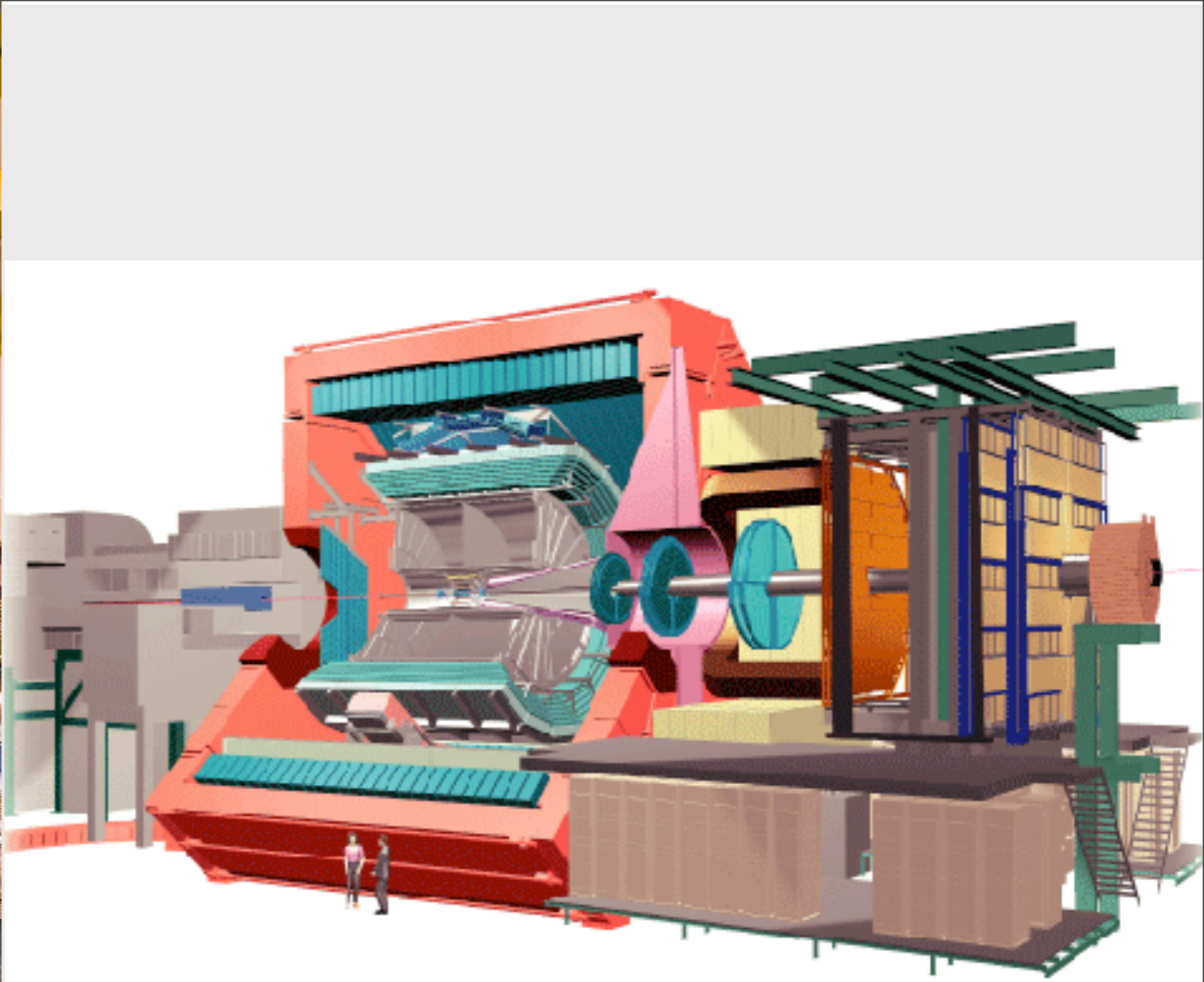
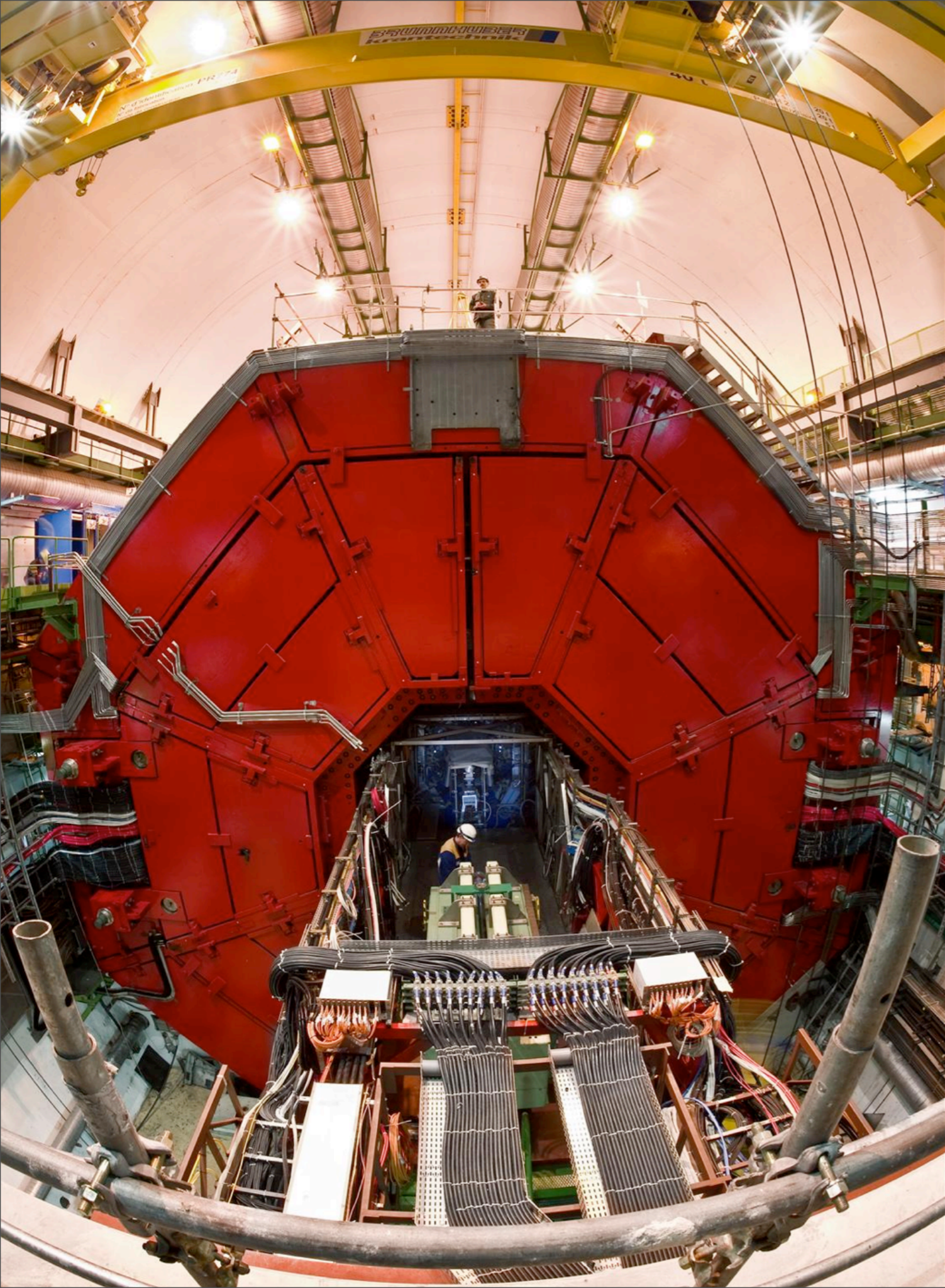


A Large Ion Collider Experiment

European Organisation for Nuclear Research



grootte: 26 m lang, 16 m hoog, 16 m breed
gewicht: 10.000 ton
botsingen van zware ionen (atoomkernen)



LARGE HADRON COLLIDER

DE VERSNELLER

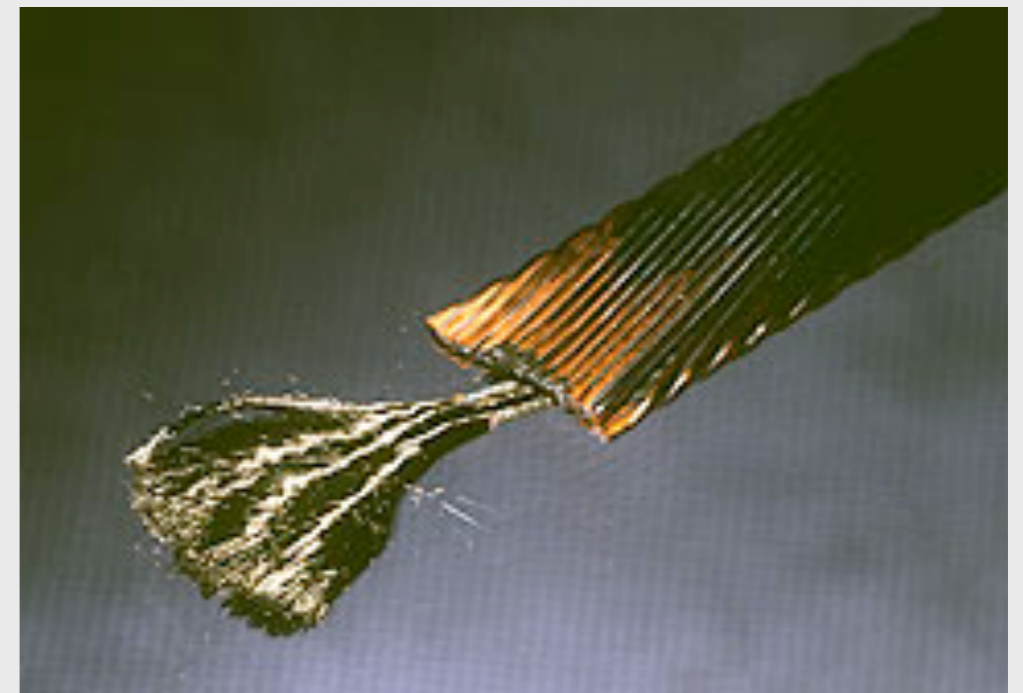
bundelpijpen
magneten
elektromagnetische trilholttes



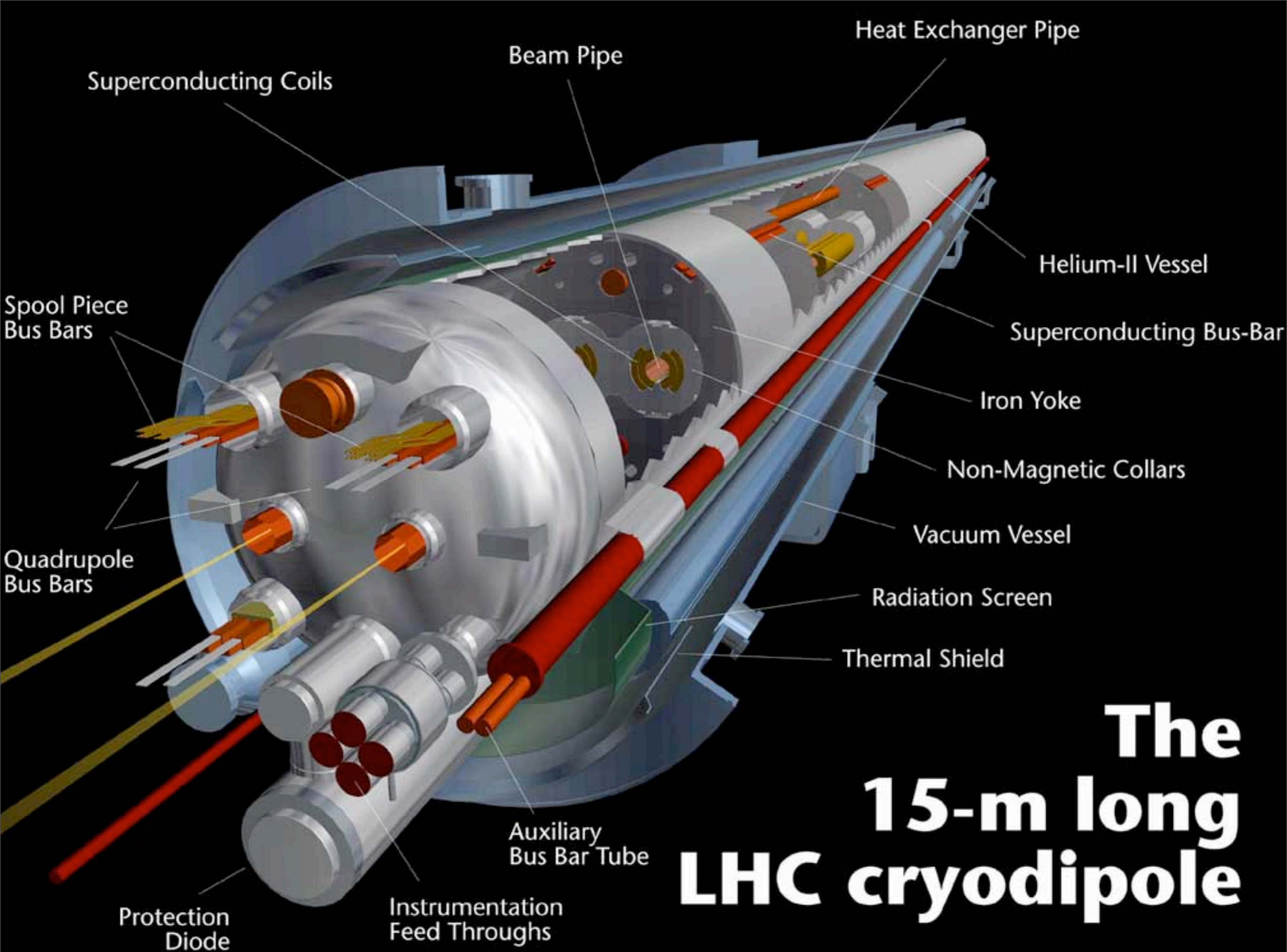
Tests van de supergeleidende dipoolmagneten, die de elektrisch geladen deeltjes in hun ringvormige bundelpijp moeten houden. Iedere dipoolmagneet weegt 34 ton en is 15 meter lang.

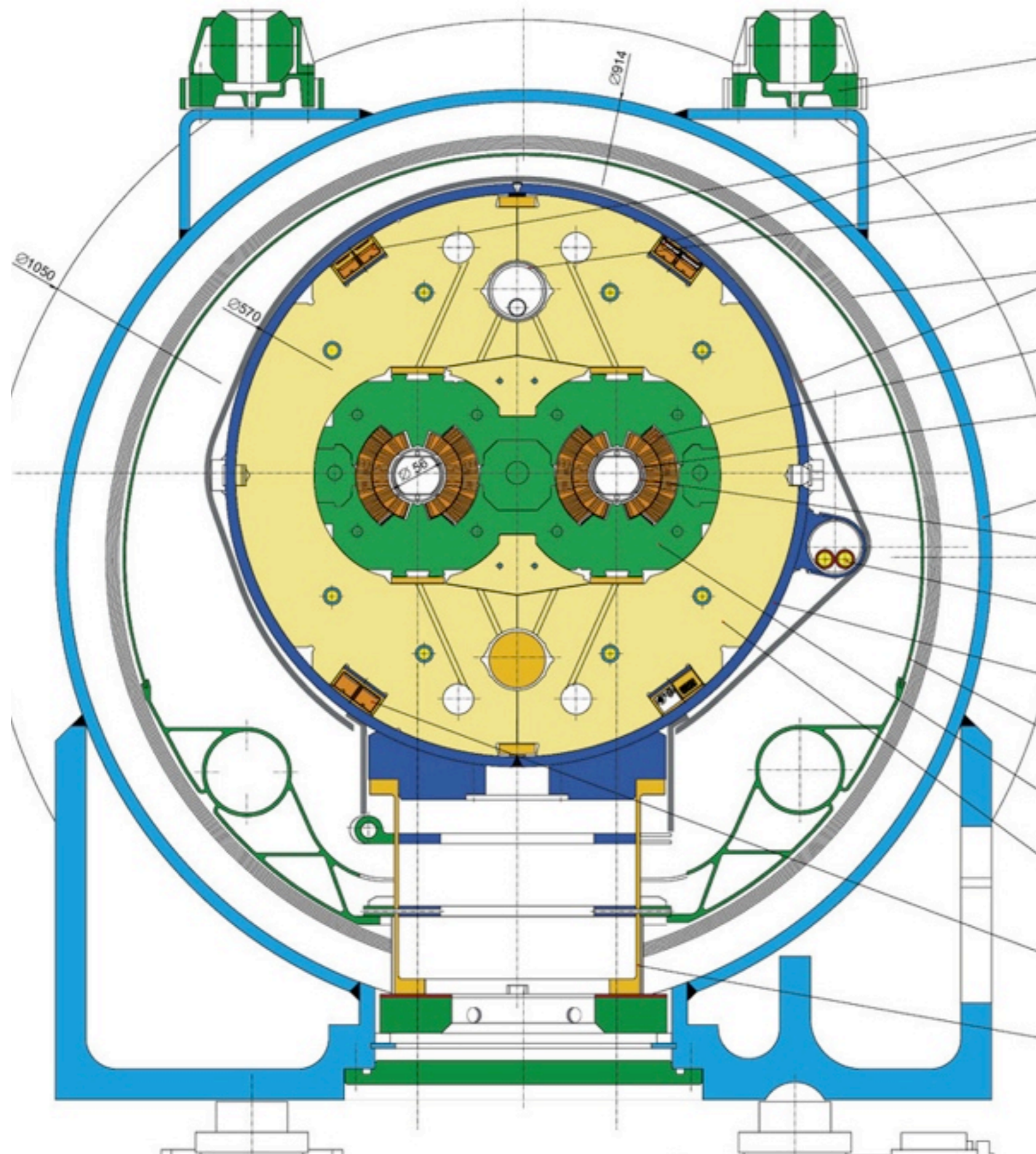
De koeling vereist 120 ton supervloeibaar helium bij een temperatuur van 1,9 graden Kelvin. Het ultrahoog vacuum in de bundelpijp is 10^{-13} atmosfeer.

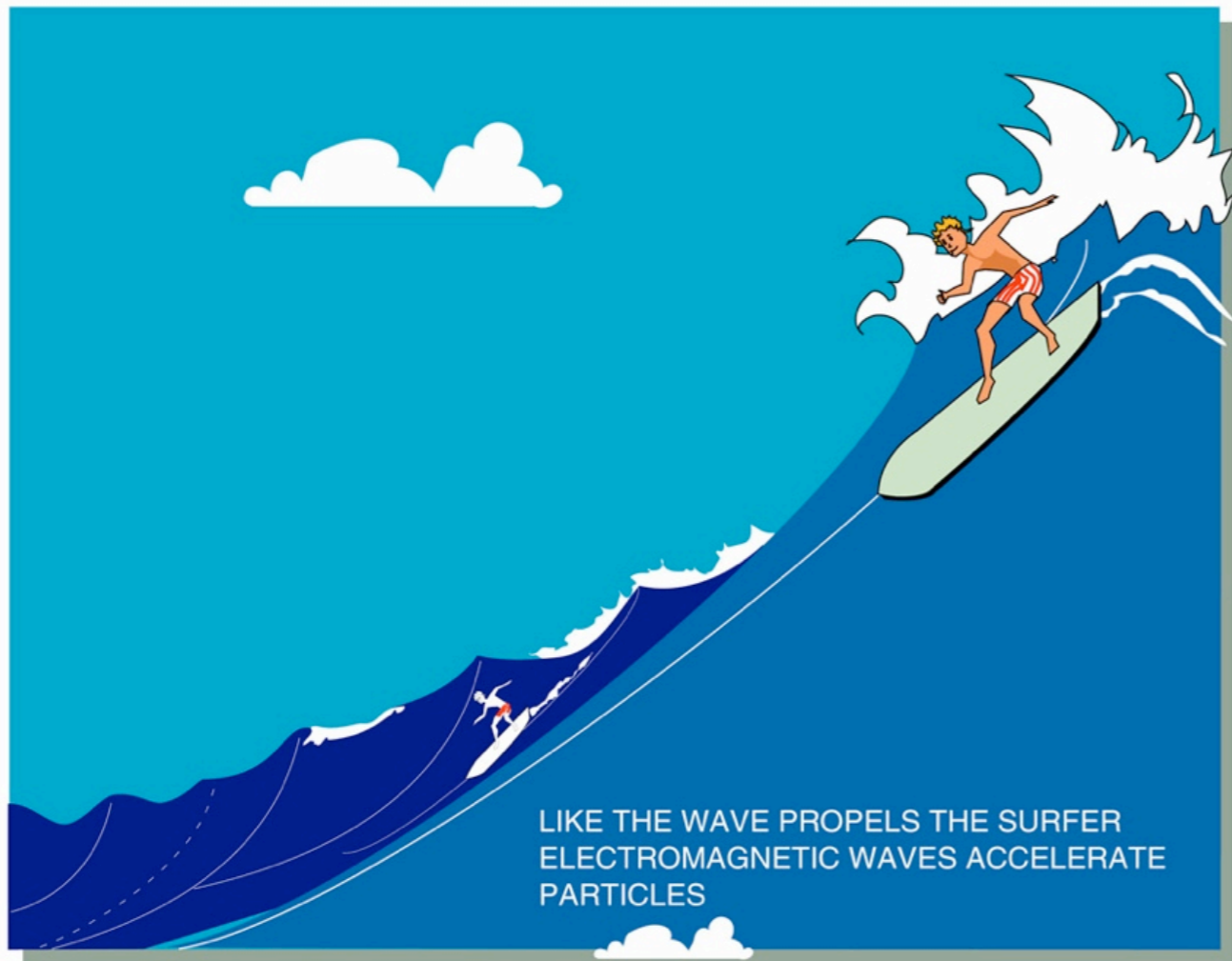
Een proton in de bundelpijp maakt per seconde 11245 rondjes door de versneller. In iedere bundel zitten 100 biljoen protonen die per seconde 600 miljoen botsingen gaan maken.



Supergeleidende kabels (NbTi) voor de magneetspoelen.





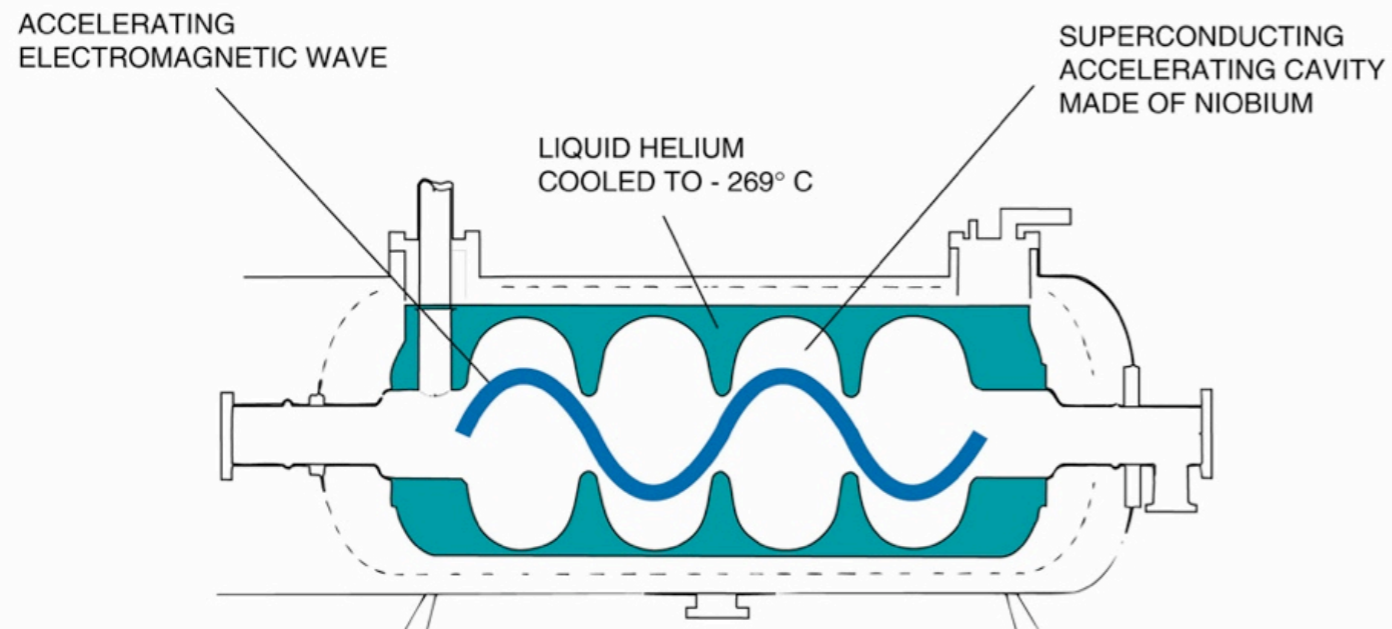


Hoe worden de deeltjes (verder) **versneld** ?

Versnelling van de deeltjes door middel van elektromagnetische golven.

De elektromagnetische golven worden opgewekt in supergeleidende trilholtes

THE USE OF SUPRACONDUCTIVITY TO INCREASE PERFORMANCES AND CONSIDERABLY REDUCE ELECTRICITY CONSUMPTION





September 2000: First LHC module of four superconducting cavities. One of the modules that will supply 400 MHz radio-frequency power to accelerate the particles in CERN's LHC collider.



26 april 2007: de laatste van de 1232 supergeleidende dipoolmagneten komt in de tunnel aan.



March 2005: The first superconducting magnet is transported to its final location in the LHC tunnel using a specially designed vehicle. Once they have been lowered down the specially constructed shaft, they begin a slow progression to their final destinations in the LHC tunnel, taking about 10 hours to arrive at the furthest point on the LHC ring.

June 2006: A worker inside the LHC tunnel. Technicians and engineers worked days and nights, carefully installing 20 magnets a week between 7 March 2005 and 26 April 2006.







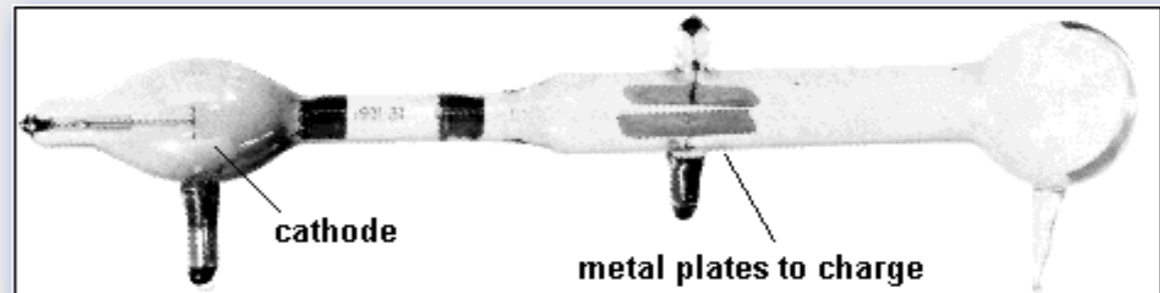
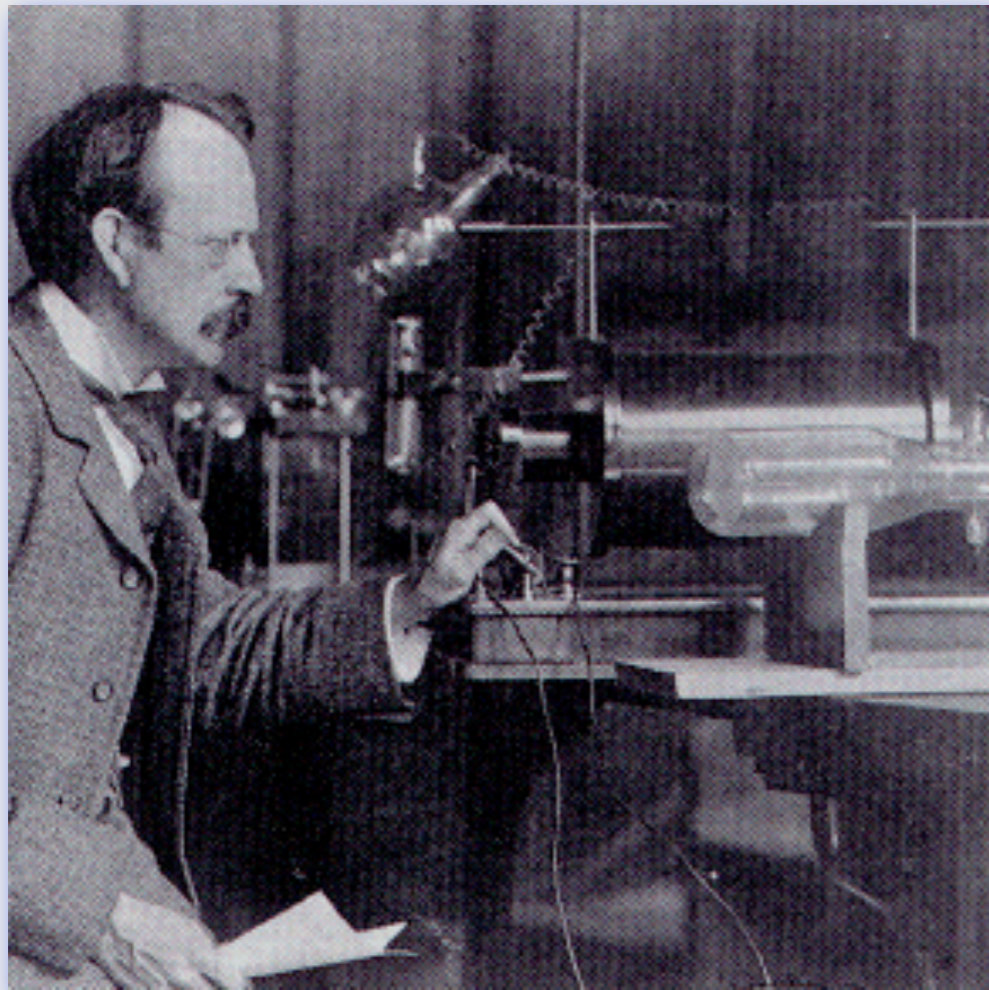
WAAROM?

***WETENSCHAPPELIJKE
MOTIVATIE***

Wetenschappelijke motivatie

Historische achtergrond

1899: ontdekking van het elektron door Joseph John Thomson:

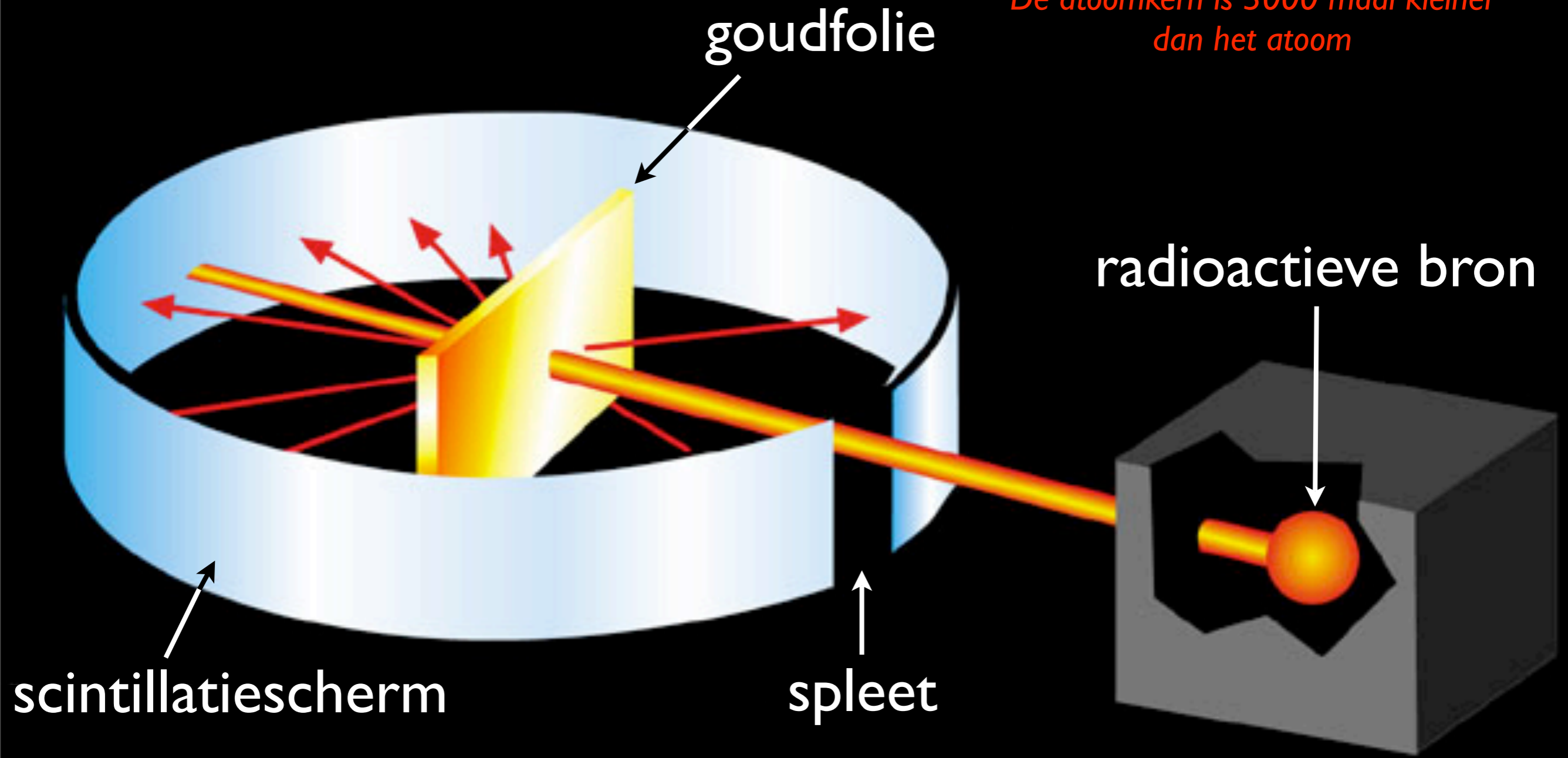


Thomson voerde een aantal onafhankelijke experimenten uit en bepaalde zowel de *massa* als de *elektrische lading*

Conclusie: elektrisch geladen deeltje dat 1000 maal kleiner is dan het atoom.

Geiger-Marsden experiment (1910)

Een op de 8000 deeltjes kaatst terug!
De atoomkern is 3000 maal kleiner
dan het atoom



Rutherford model van het atoom (1910)



Nieuwe vragen:

Het Higgs deeltje

Supersymmetrie

Donkere energie en donkere materie

Materie versus antimaterie

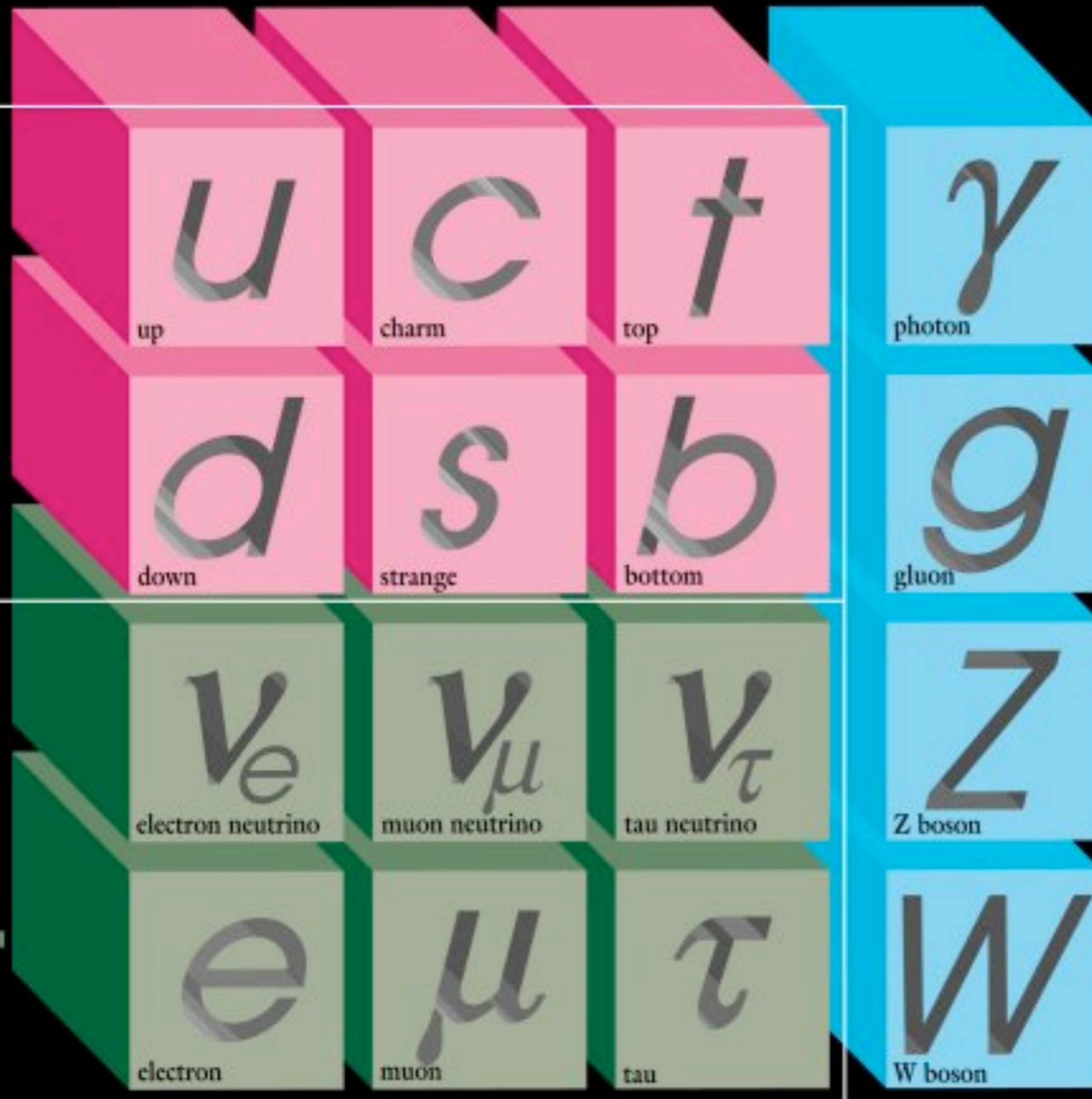
Geheimen van de oerknal

Verborgene werelden

ELEMENTARY PARTICLES

Quarks

Leptons



Force Carriers

I II III
Three Generations of Matter

Higgs deeltje

Nobel prijzen:

1979: Glashow, Salam, Weinberg

1984: Rubbia, van der Meer

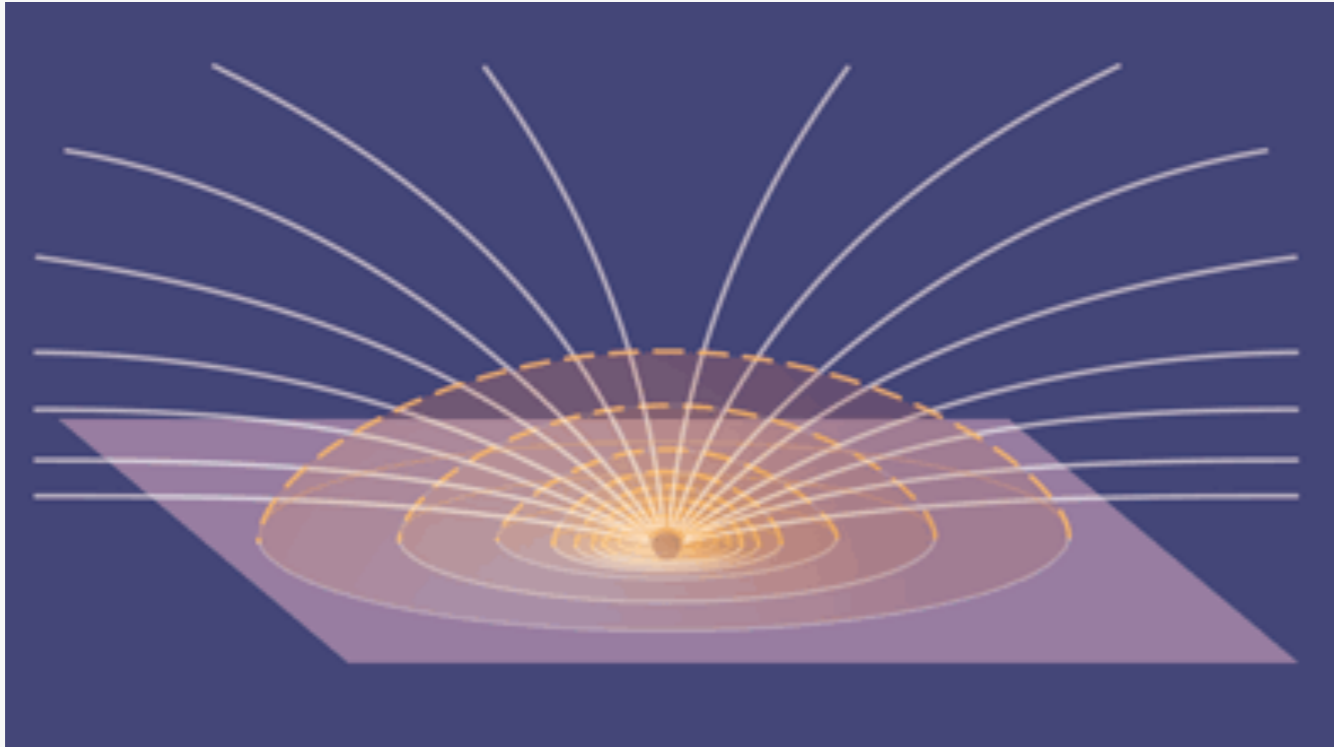
1999: Veltman, 't Hooft

2004: Gross, Politzer, Wilczek

?: Brout, Englert, Higgs?

Verborgen werelden

extra dimensions?



brane worlds

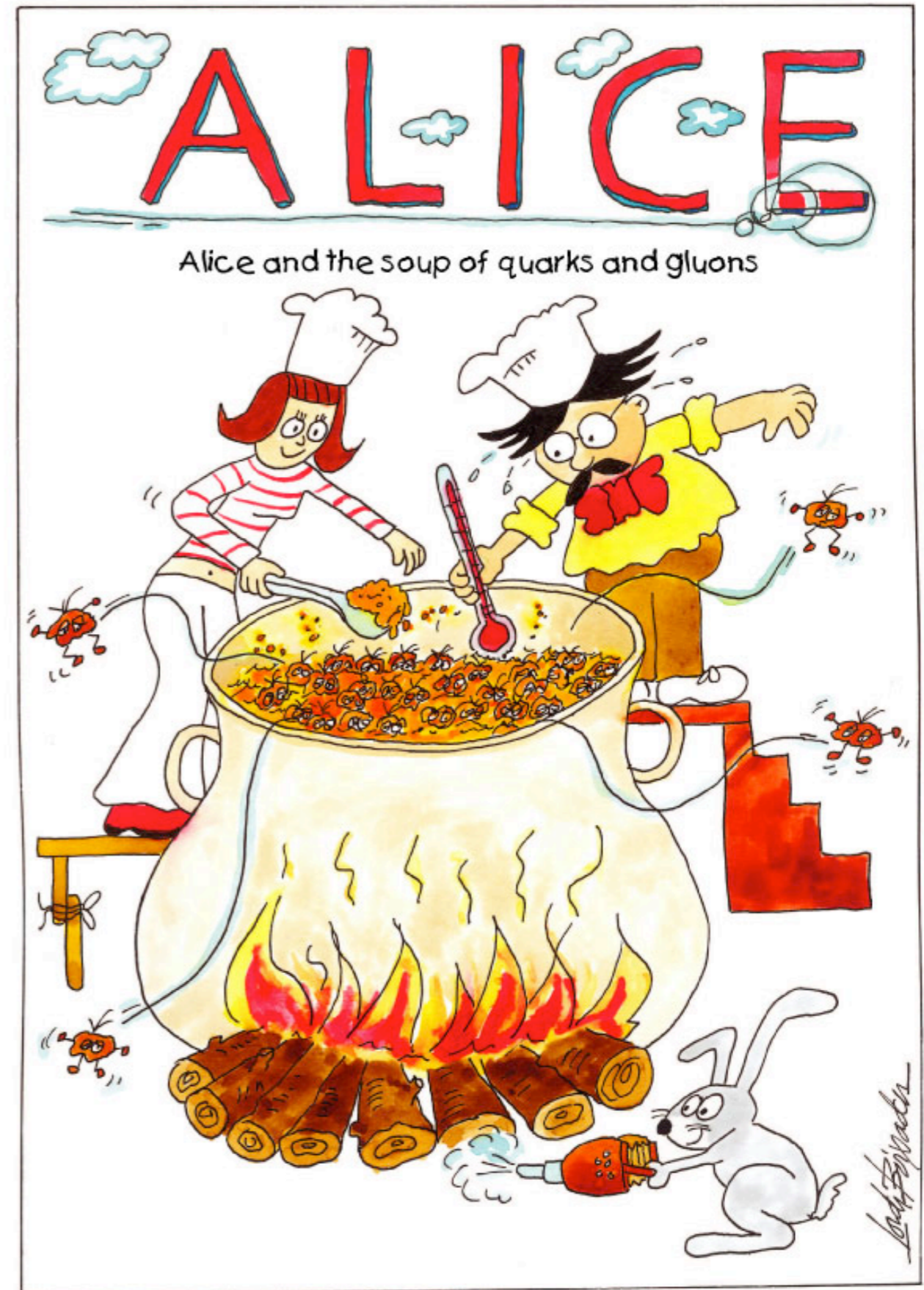


Kaluza-Klein

De geheimen van de oerknal

op zoek naar het quark-gluonplasma:

fase-overgang tussen
nucleaire materie
en een plasma van
elementaire deeltjes



Donkere materie

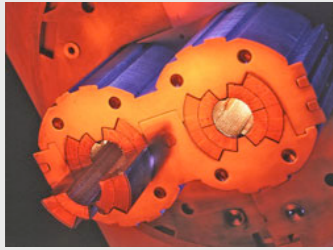
Ons heelal bestaat voor een groot deel (23%) uit onzichtbare materie. Het bestaan hiervan volgt uit het effect dat donkere materie uitoefent middels de zwaartekracht op astronomische objecten die wel zichtbaar zijn.

De ons bekende materie maakt slechts 4% uit van heelal.



HOE?

SAMENWERKING



16 December 1994: The CERN Council approves the construction of the LHC. To achieve the project without enlarging CERN's budget, it is decided to build the accelerator in two stages. At that moment the necessary technology was not yet fully established.



June 1995: Japan becomes an Observer of CERN and announces a financial contribution to the LHC. Japan makes two other major financial contributions to the LHC project in 1996 and 1998.

The Japanese Minister for Education, Sciences and Culture offers a Daruma doll to CERN's Director-General. According to Japanese tradition, an eye is painted on the doll to mark the beginning of the LHC project and the second eye must be drawn at the time of its completion.



February 2000: The first LHC elements, financed by the special contribution of the United States, cross the Atlantic and are delivered to CERN.



April 1999: The first magnets for the transfer lines of the LHC arrive from Russia. Composed of 540 magnets, the transfer lines will transport beams from the Super Proton Synchrotron (SPS) accelerator to the LH



Terug naar boven?

Tijdschema:

10 september 2008:

protonbundels gaan voor het eerst rond.

19 september 2008:

probleem met een elektrische verbinding tussen twee magneten.
dit leidde tot het vrijkomen van een grote hoeveelheid helium.

momenteel:

de oorzaak van het probleem is bekend.

53 magneten worden naar boven gebracht om schoongemaakt en/of gerepareerd te worden (ruim de helft is al boven).

juni 2009:

De LHC zal weer worden opgestart!

