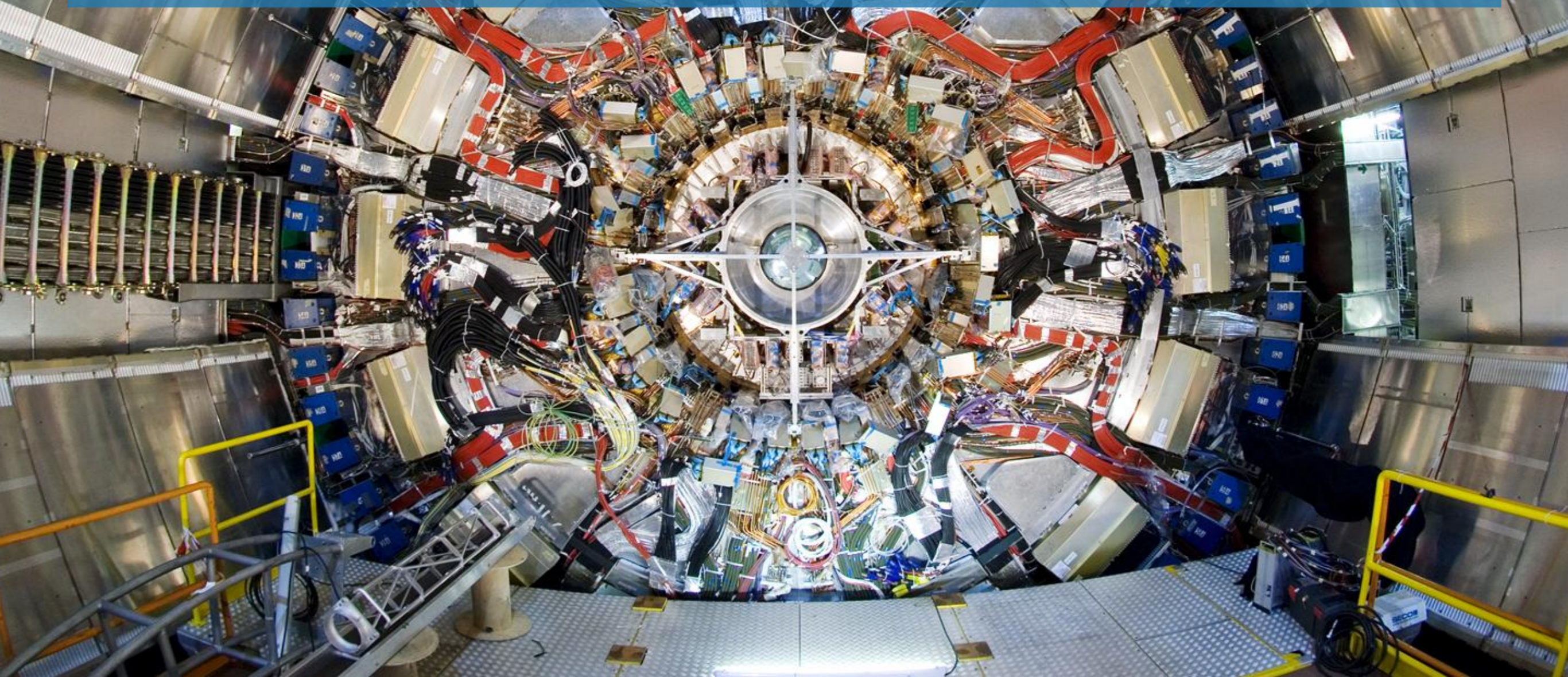


op zoek naar de allerkleinste deeltjes

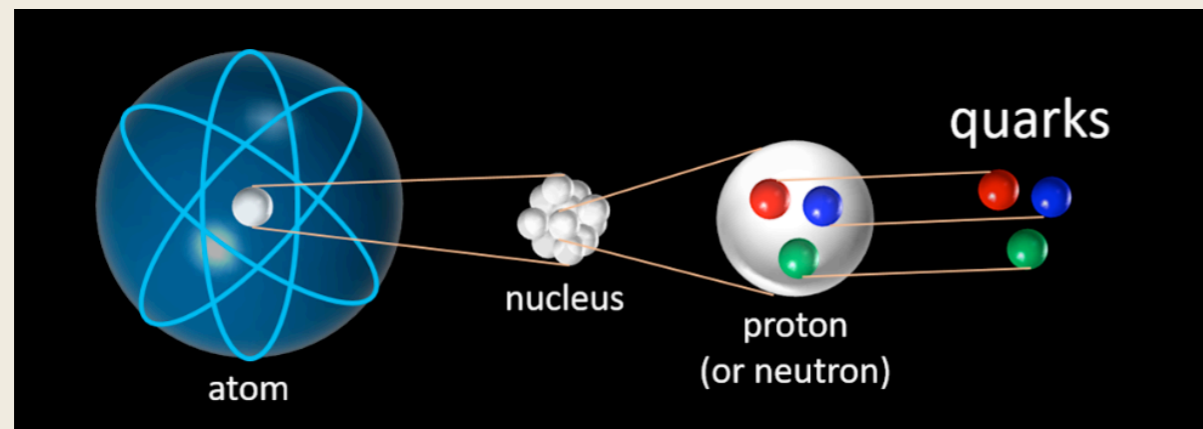
Deeltjes detectoren bij de LHC

Hella Snoek

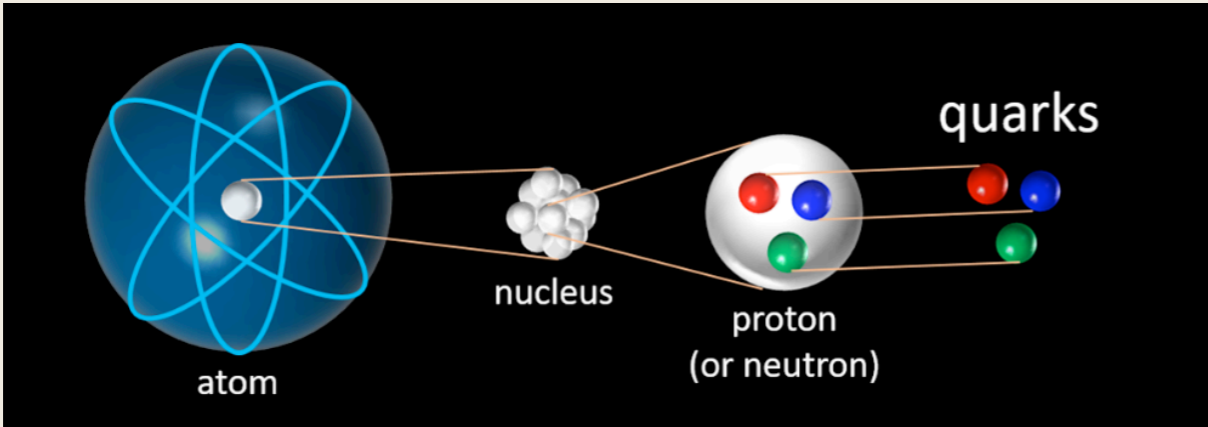
Viva Fysica 2024



Wat zijn de allerkleinste deeltjes?



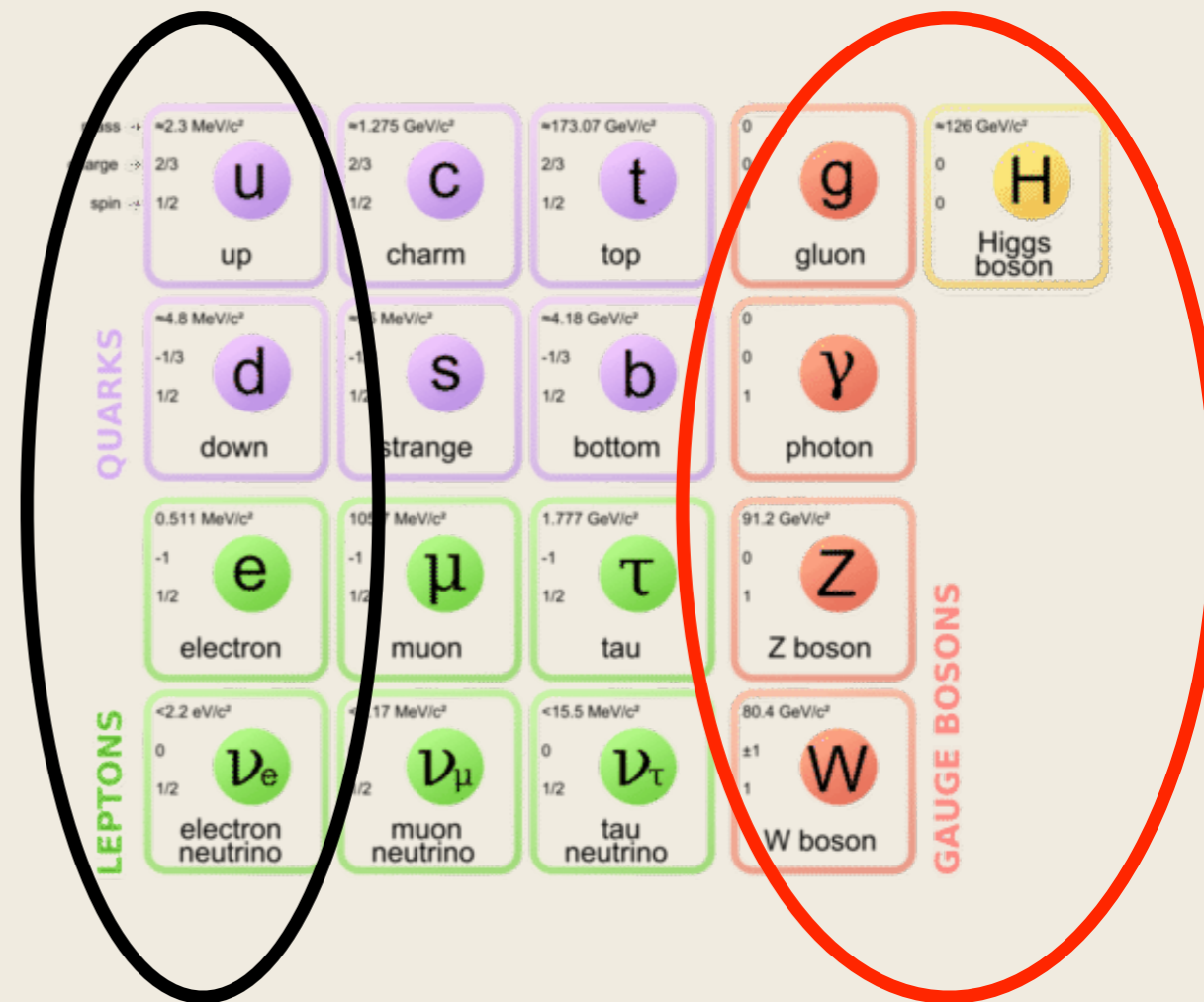
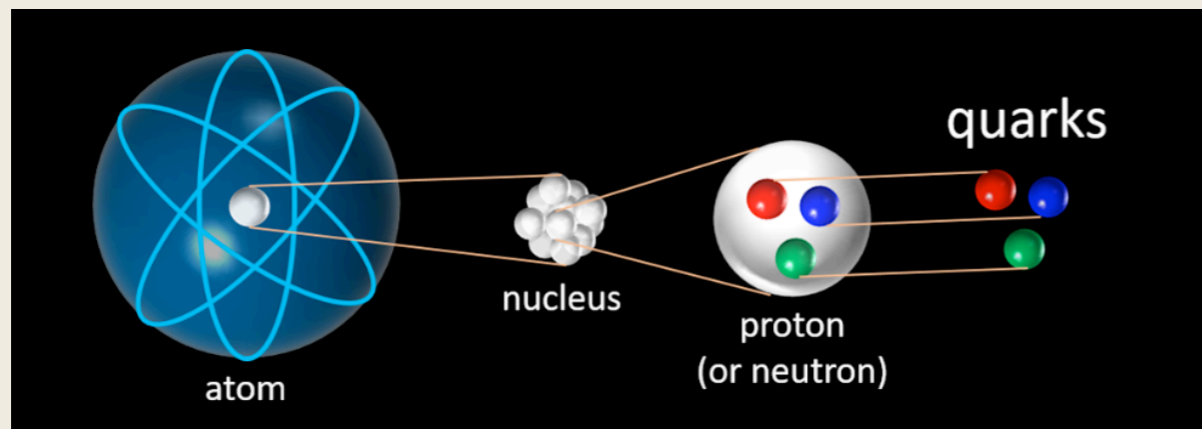
Wat zijn de allerkleinste deeltjes?



	$\approx 2.3 \text{ MeV}/c^2$ $2/3$ $1/2$ u up	$\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$ $2/3$ $1/2$ c charm	$\approx 173.07 \text{ GeV}/c^2$ $2/3$ $1/2$ t top	0 0 1 g gluon	$\approx 126 \text{ GeV}/c^2$ 0 0 H Higgs boson
QUARKS	$\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ d down	$\approx 1 \text{ GeV}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ s strange	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ b bottom	0 0 1 γ photon	
	$0.511 \text{ MeV}/c^2$ -1 $1/2$ e electron	$105.7 \text{ MeV}/c^2$ -1 $1/2$ μ muon	$1.777 \text{ GeV}/c^2$ -1 $1/2$ τ tau	$91.2 \text{ GeV}/c^2$ 0 1 Z Z boson	GAUGE BOSONS
LEPTONS	$< 2.2 \text{ eV}/c^2$ 0 $1/2$ ν_e electron neutrino	$< 17 \text{ MeV}/c^2$ 0 $1/2$ ν_μ muon neutrino	$< 15.5 \text{ MeV}/c^2$ 0 $1/2$ ν_τ tau neutrino	$80.4 \text{ GeV}/c^2$ ± 1 1 W W boson	

Bouwstenen van de wereld om ons heen

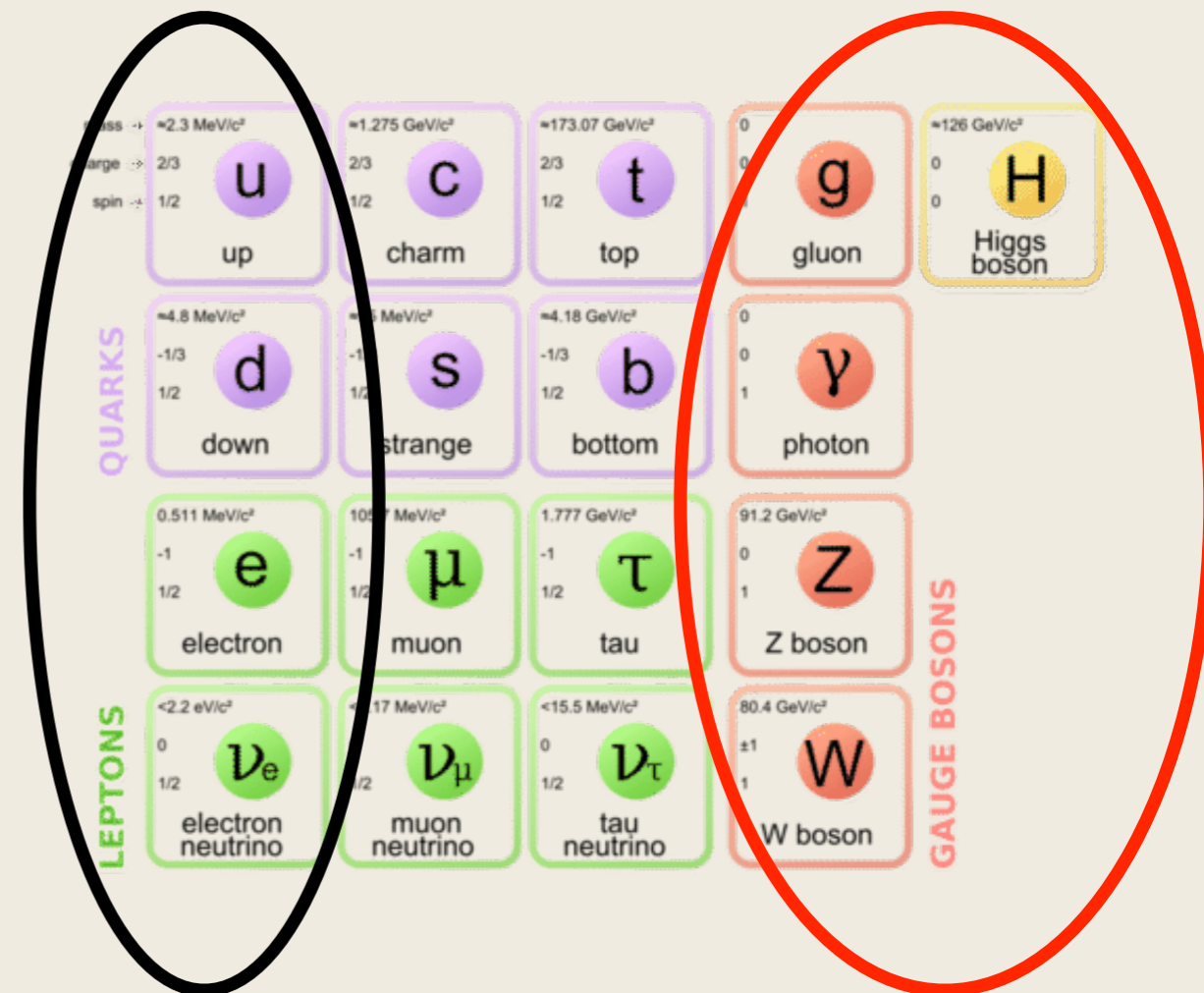
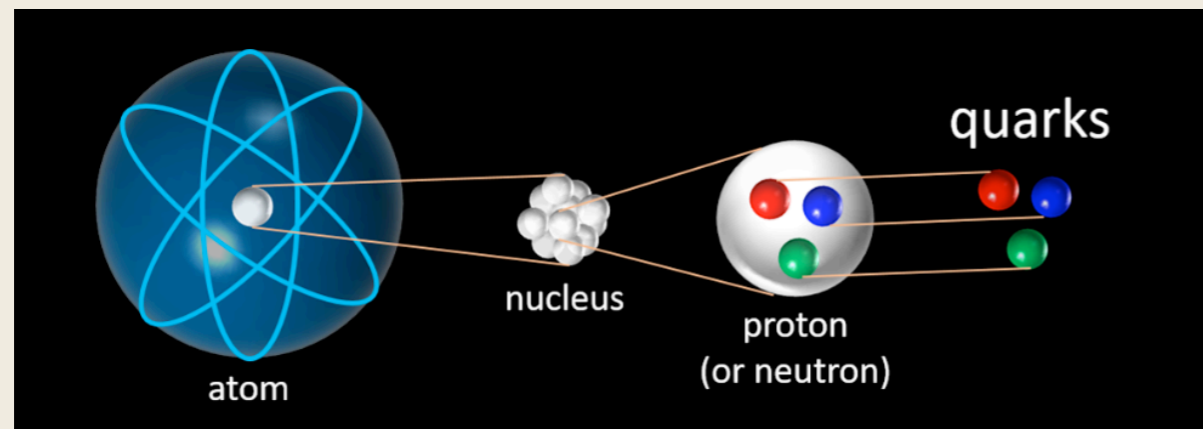
Wat zijn de allerkleinste deeltjes?



Bouwstenen van de wereld om ons heen

Krachtdragers

Wat zijn de allerkleinste deeltjes?



Bouwstenen van de wereld om ons heen

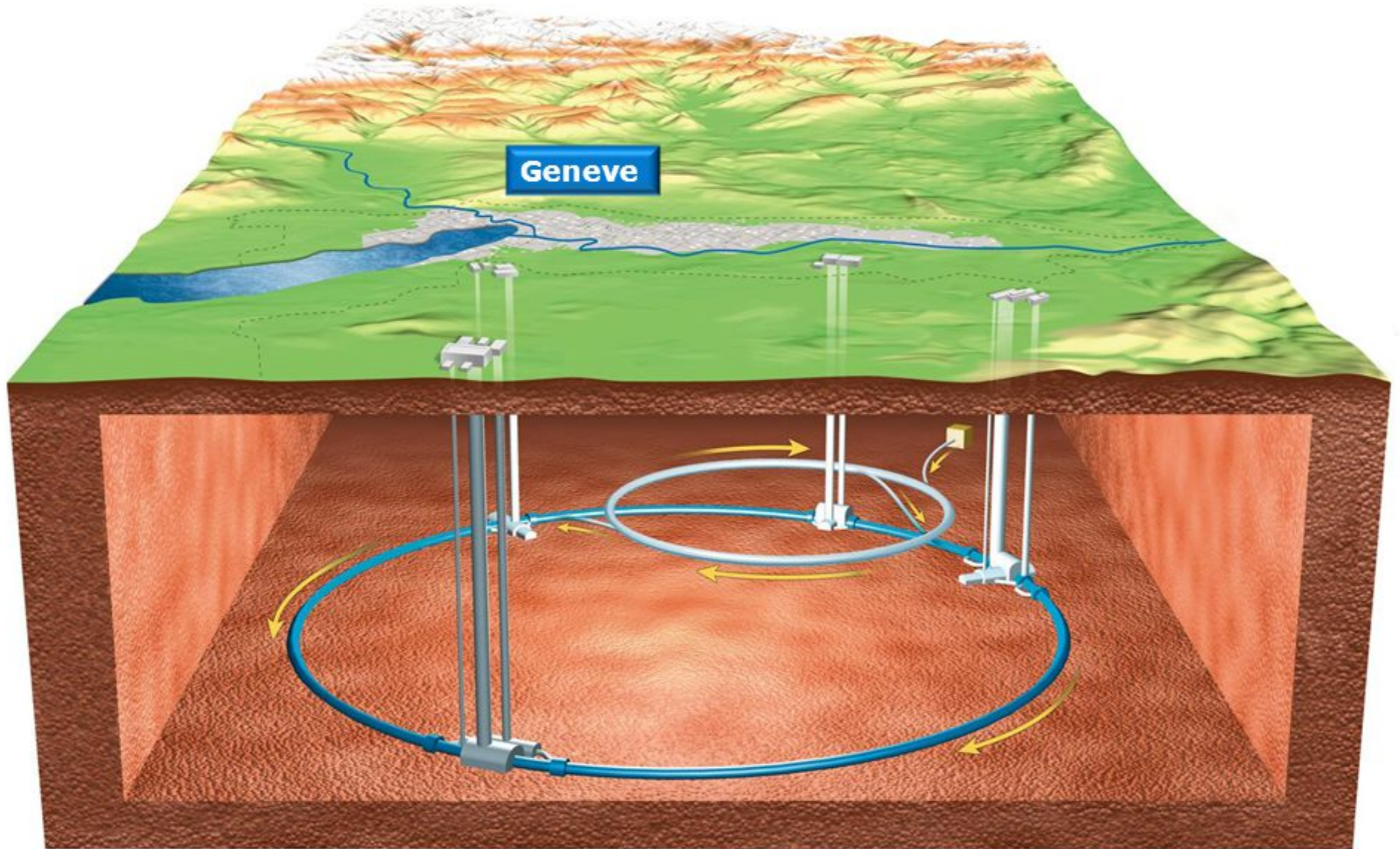
Krachtdragers

- Omschrijft de wereld om ons heen.
- Aantal belangrijke vragen staan nog open. Anti materie? Donkere materie?

An aerial photograph of the CERN facility near Geneva, Switzerland. A red circular line is overlaid on the image, representing the path of the Large Hadron Collider (LHC) tunnel. The landscape is a mix of green fields and urban areas, with the snow-capped Alps in the background under a clear blue sky.

De grootste microscoop op aarde
de Large Hadron Collider (LHC)
op CERN bij Genève

De LHC deeltjesversneller

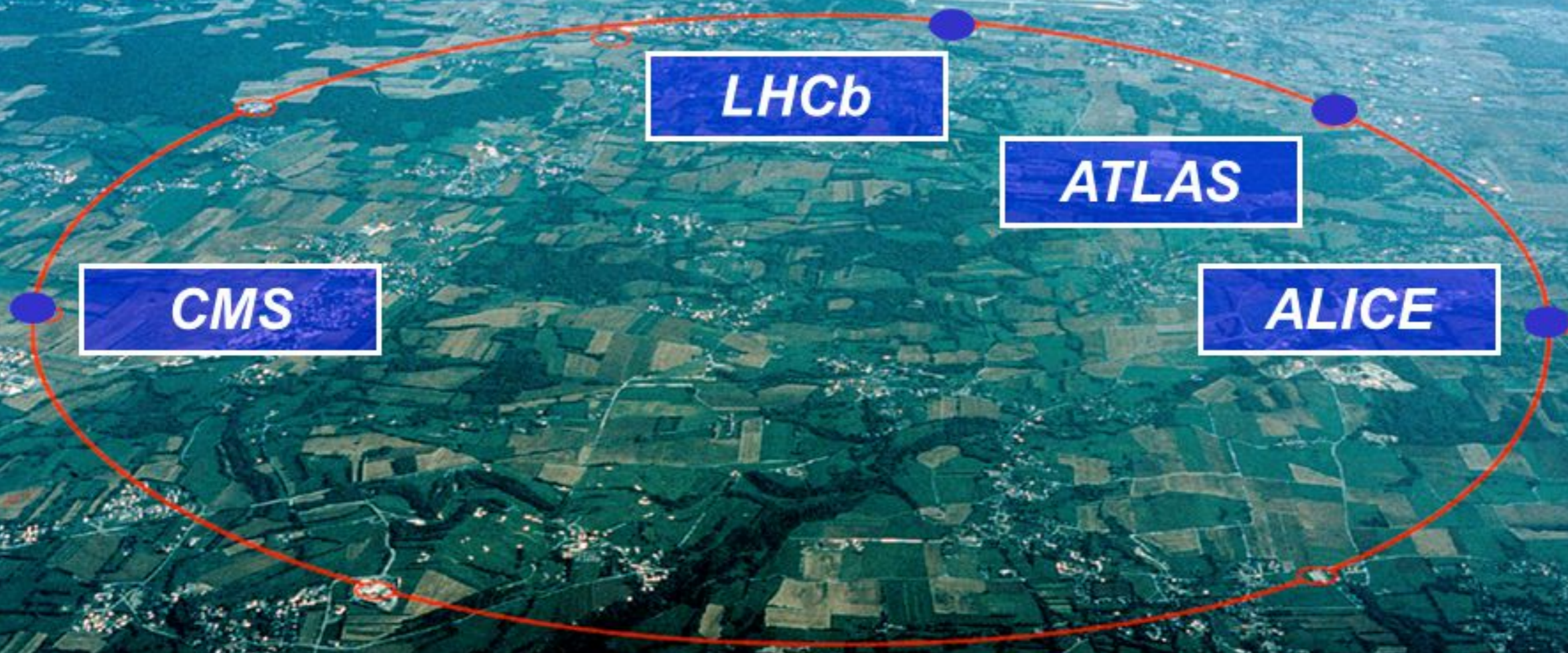


LHC magneten op CERN

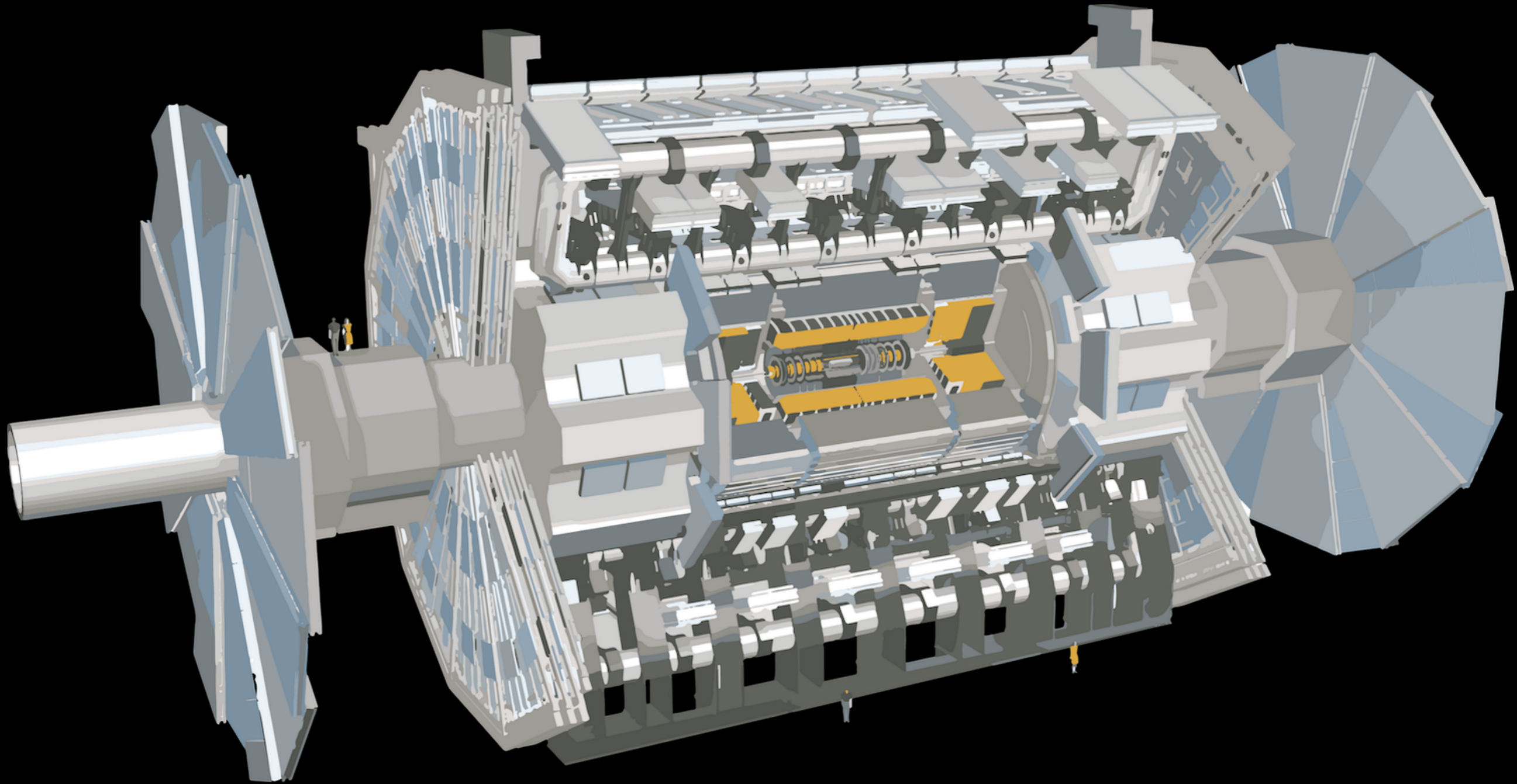
- Ring van 27km, 100 meter onder de grond
- Versnelt groepjes van protonen in beide richtingen



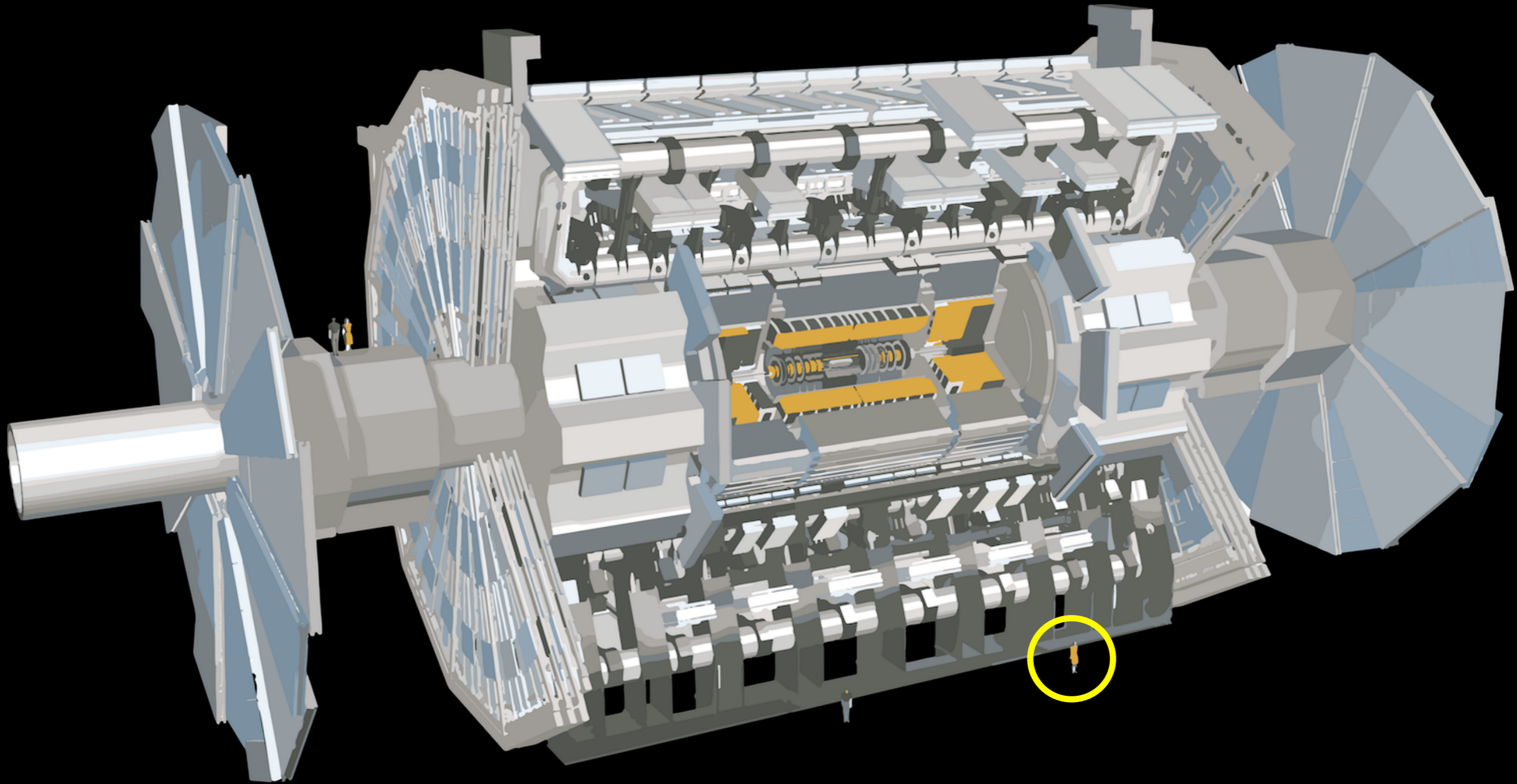
Er zijn vier plekken waar we de deeltjes bestuderen



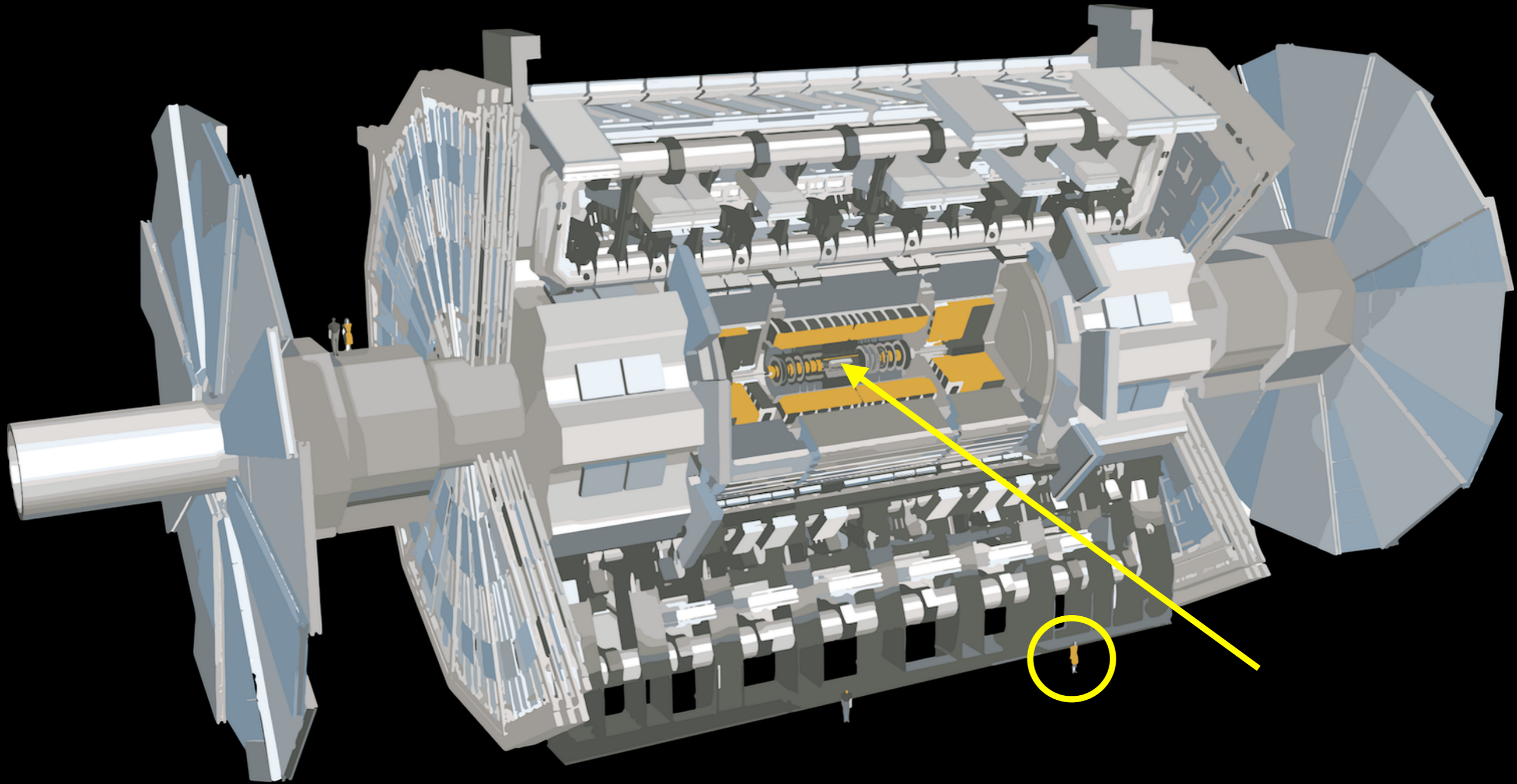
The ATLAS detector

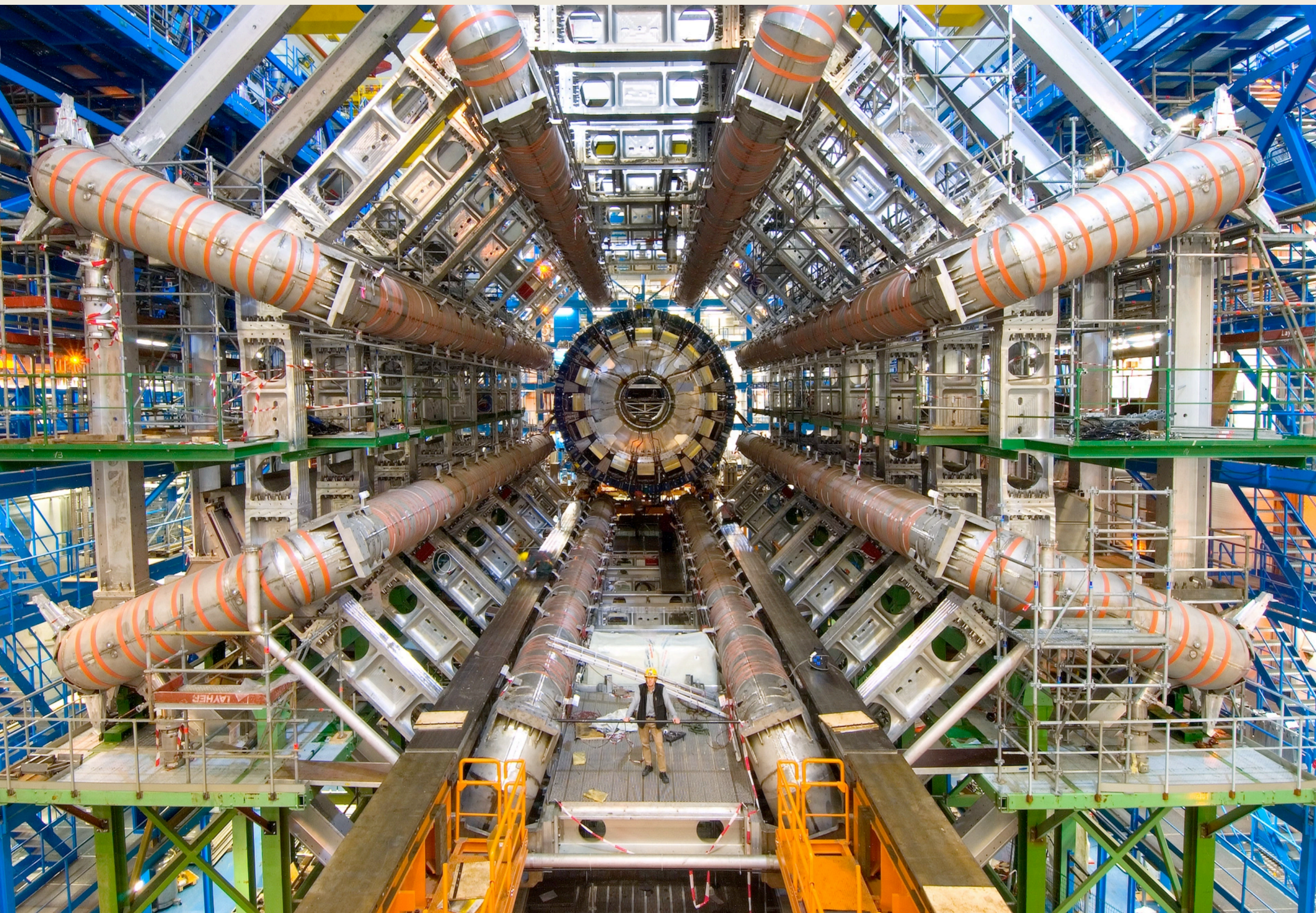


The ATLAS detector

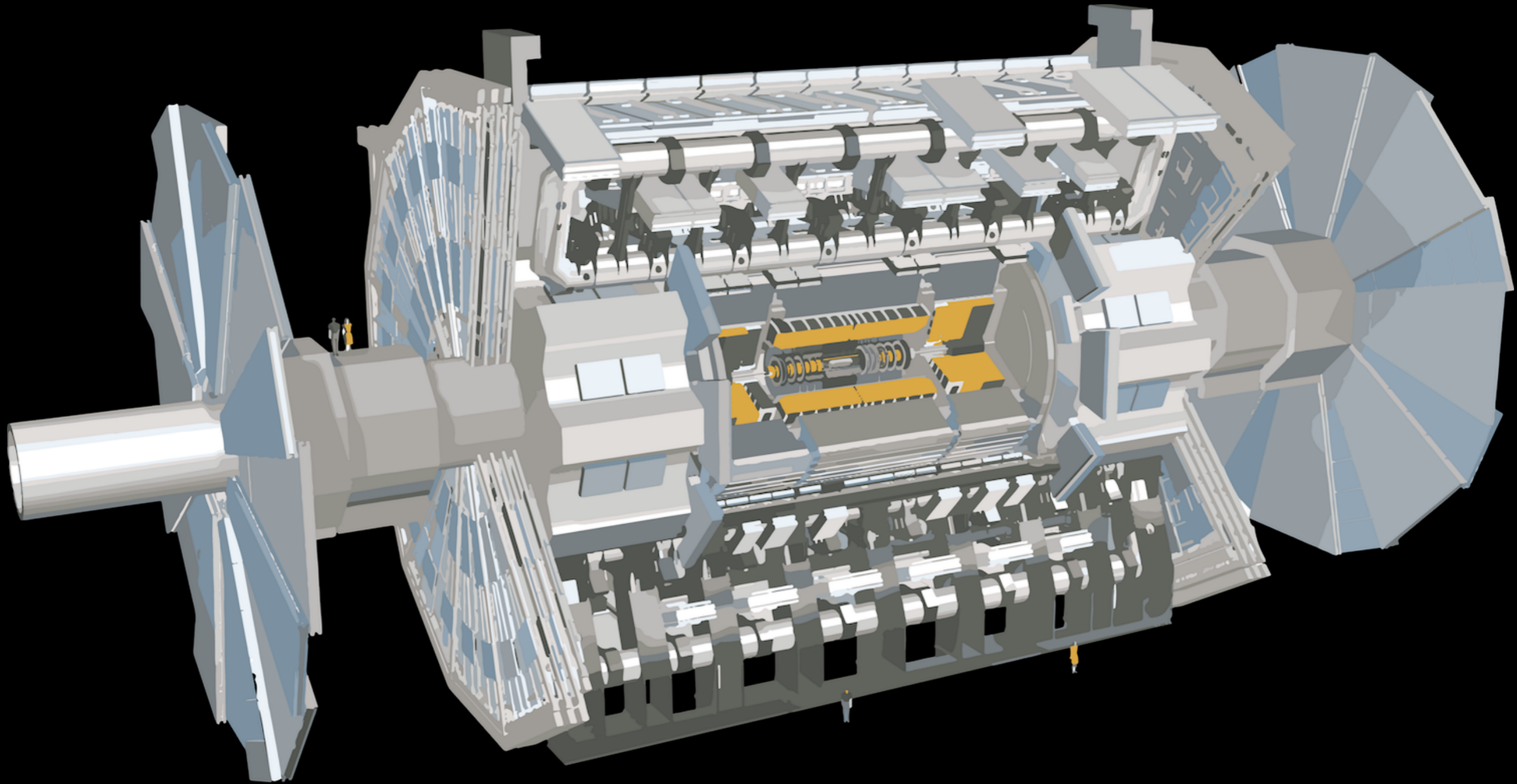


The ATLAS detector

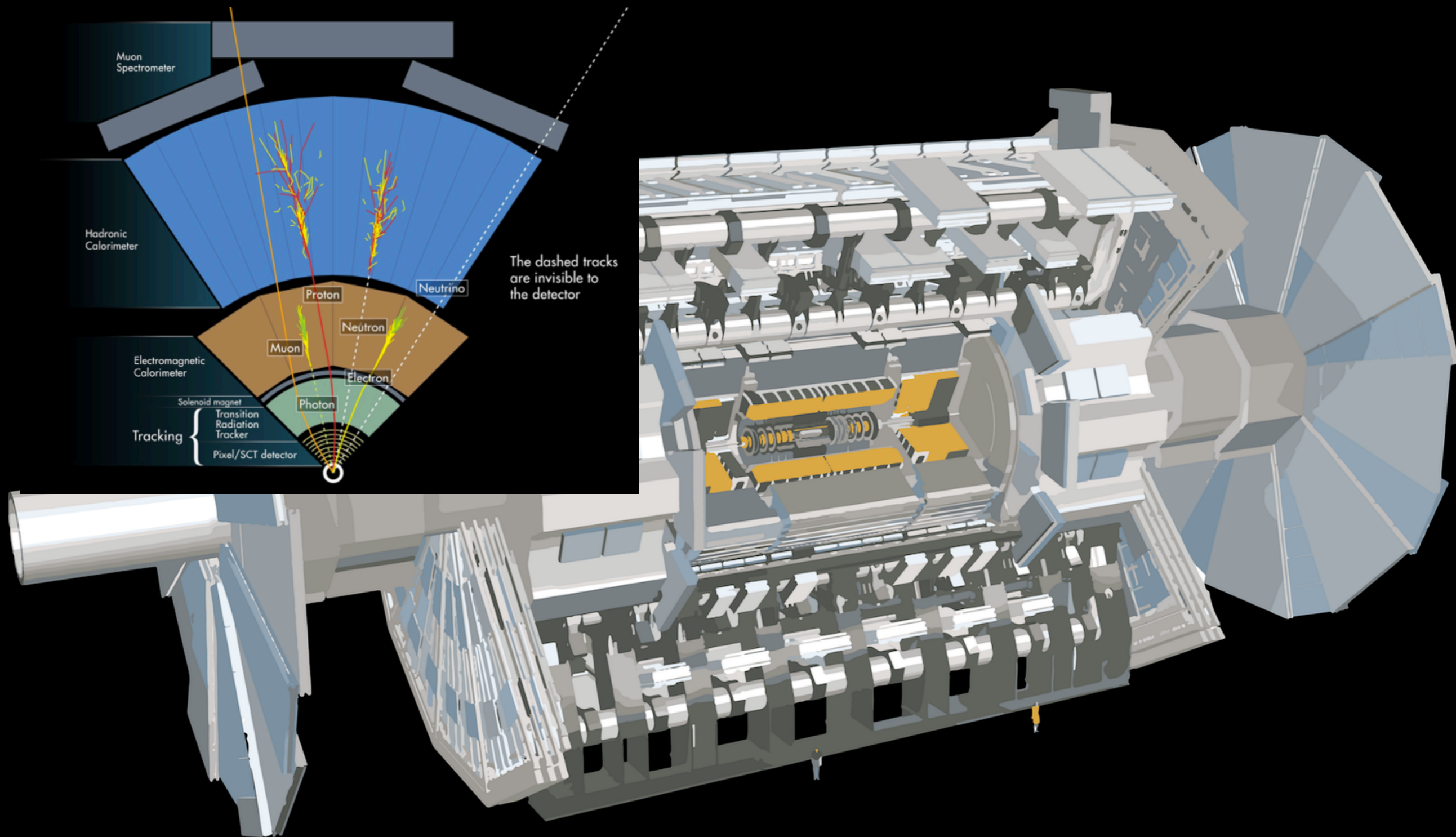




The ATLAS detector



The ATLAS detector

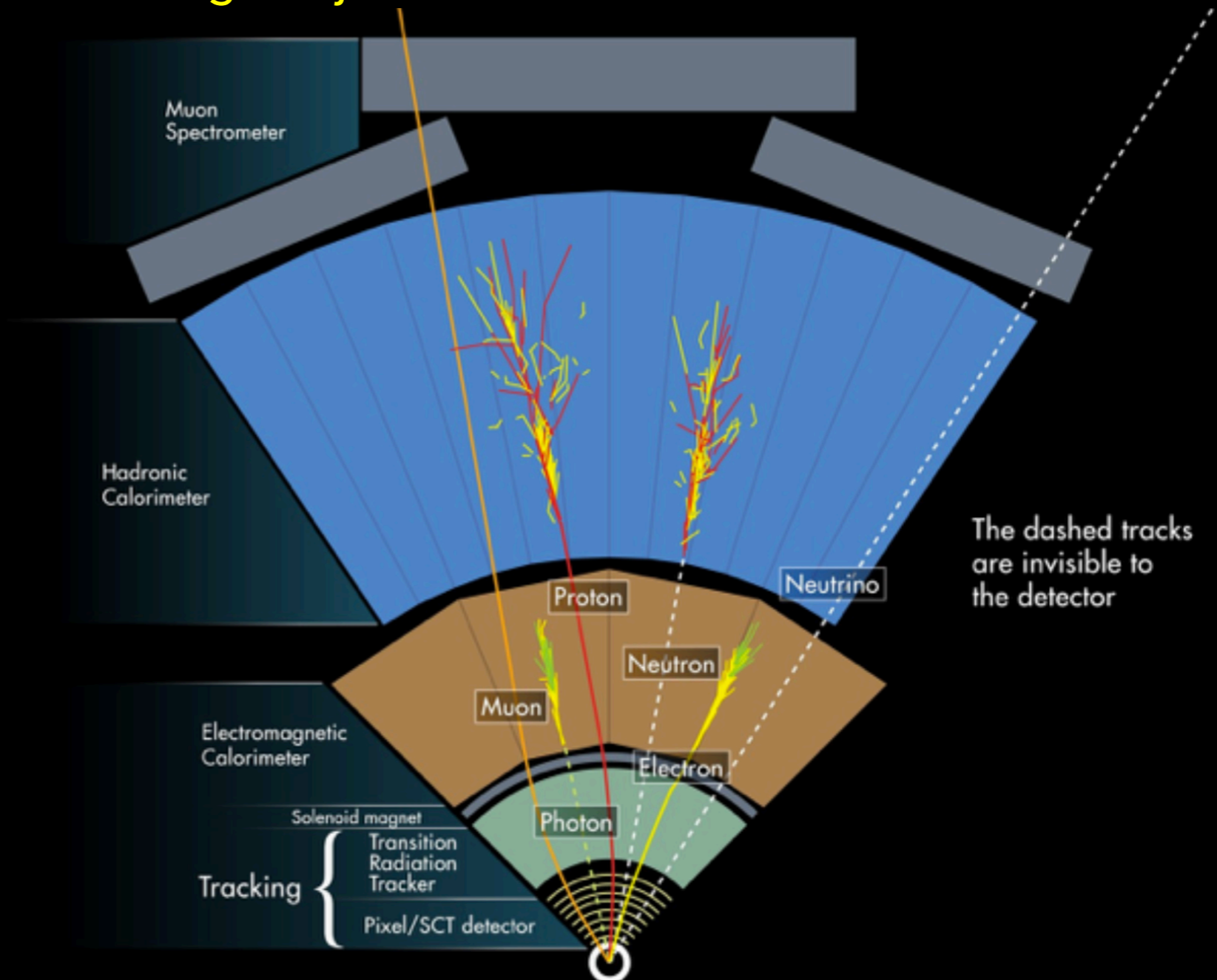


Hoe zie je deeltjes?

Deeltjes die worden gemaakt in de botsingen zijn meestal niet stabiel.

Ze vervallen in:

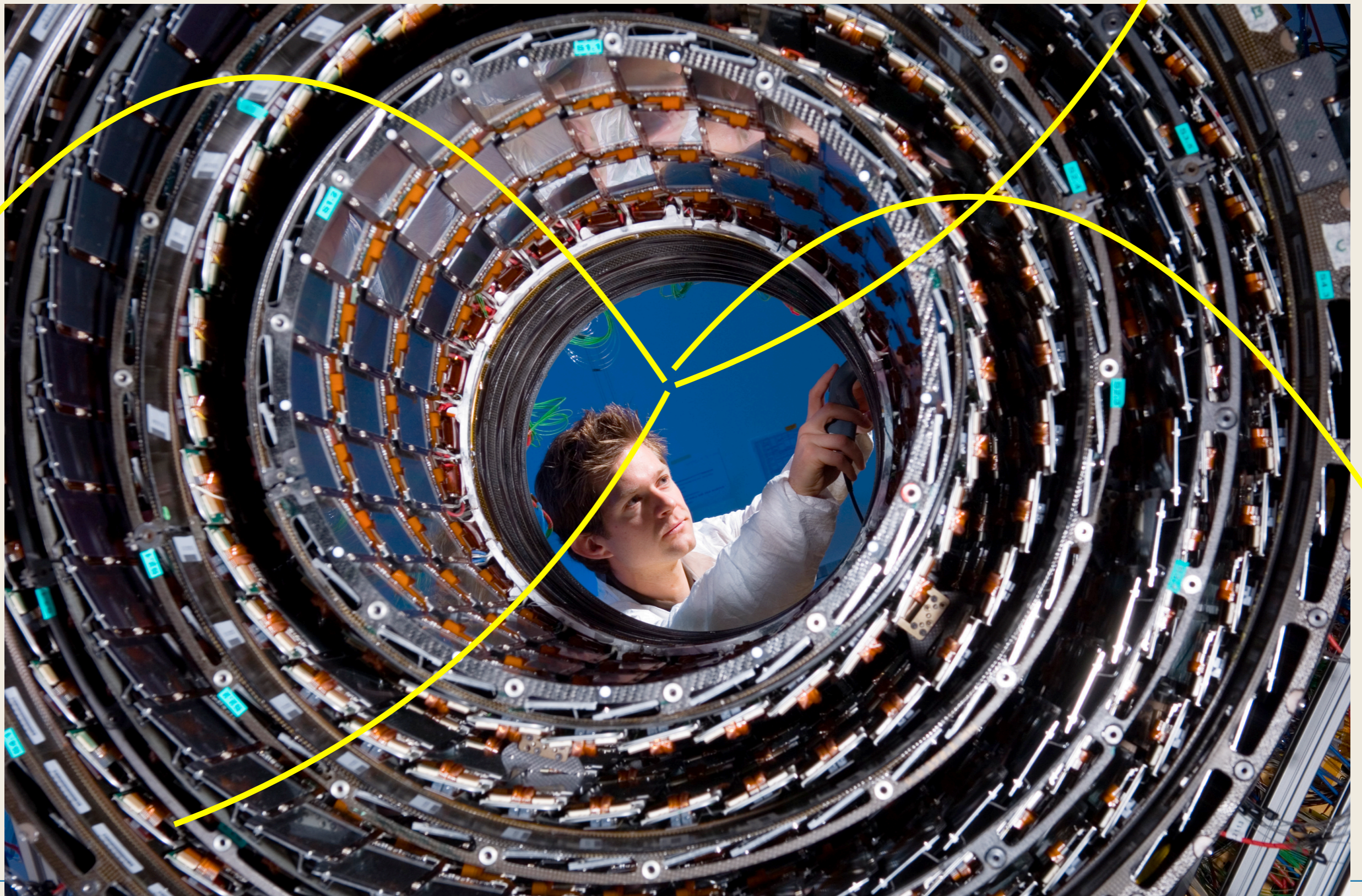
- protonen
- electronen
- muonen
- kaonen
- pionen
- fotonen (lichtdeeltjes)
- neutrino's



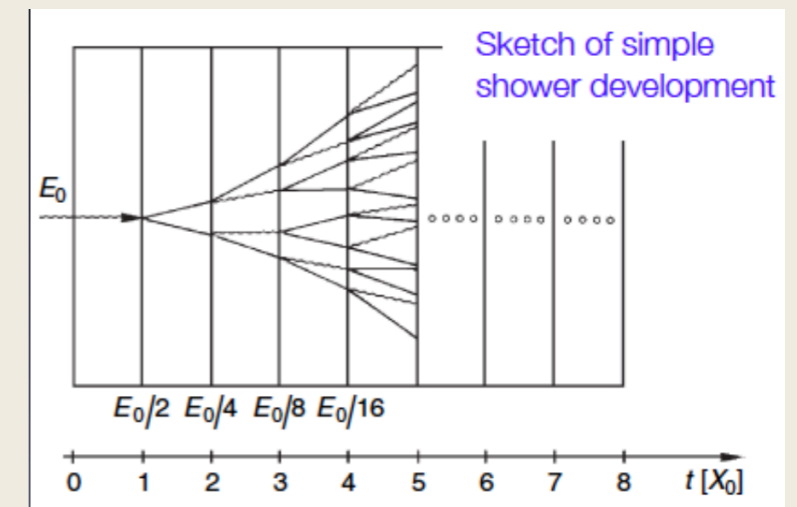
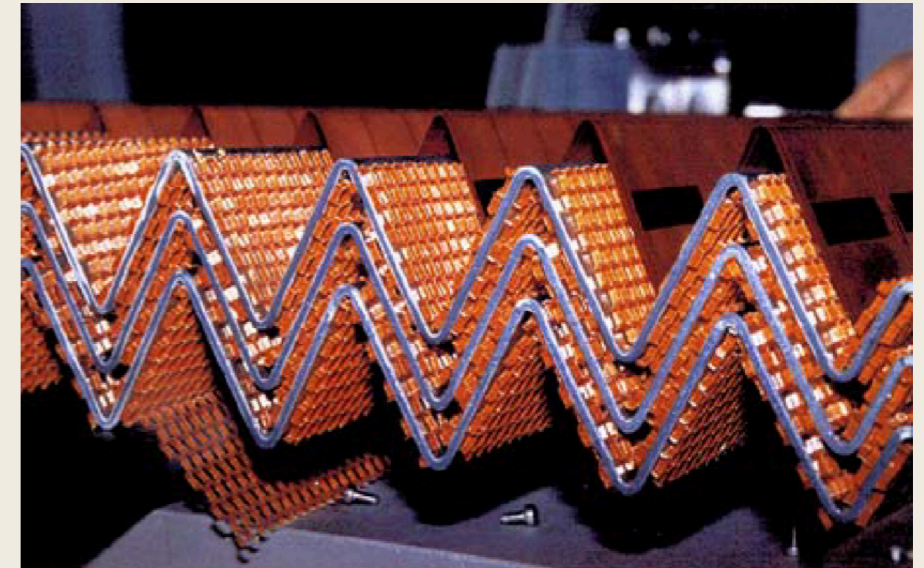
Reconstructie van sporen



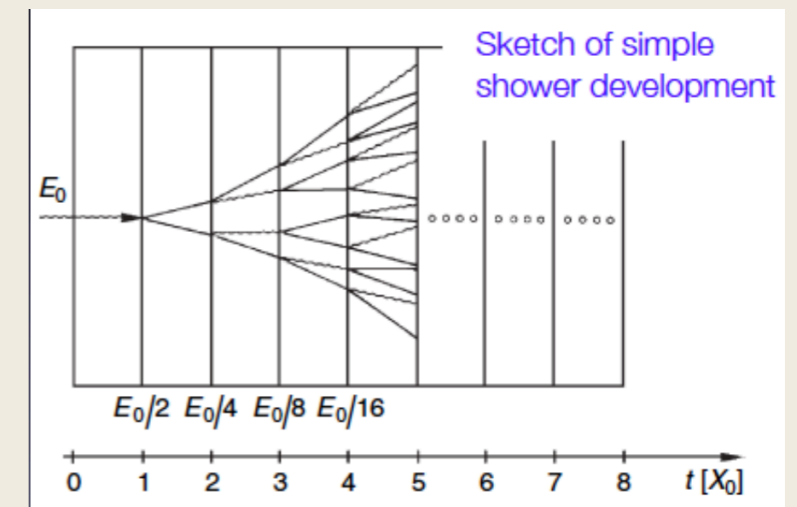
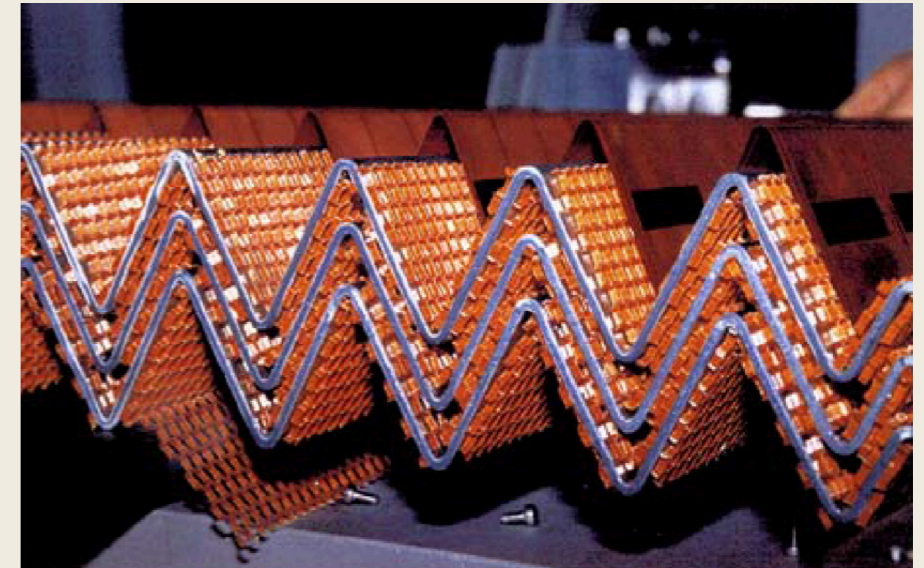
Reconstructie van sporen



Meting van energie

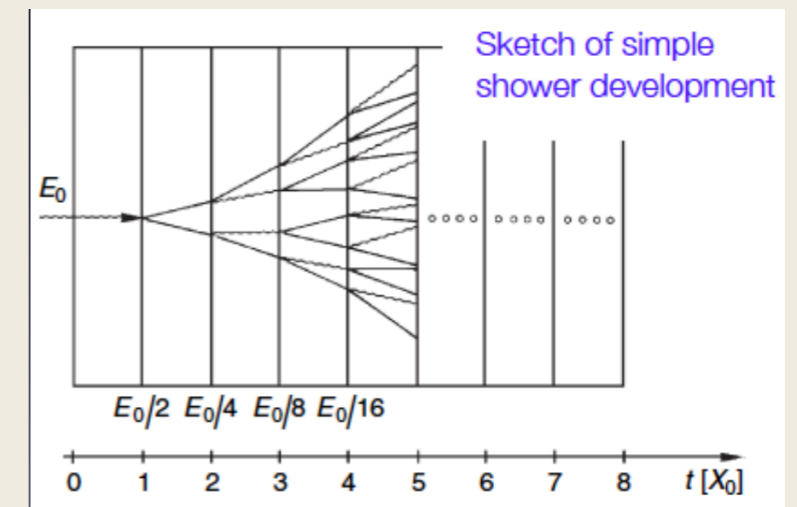
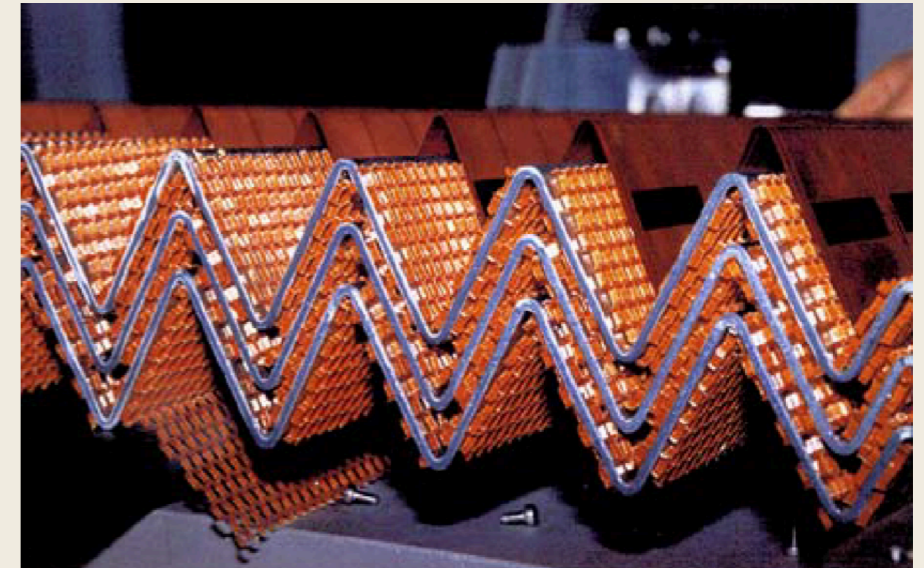


Meting van energie



- Energie meting door deeltjes te stoppen.

Meting van energie



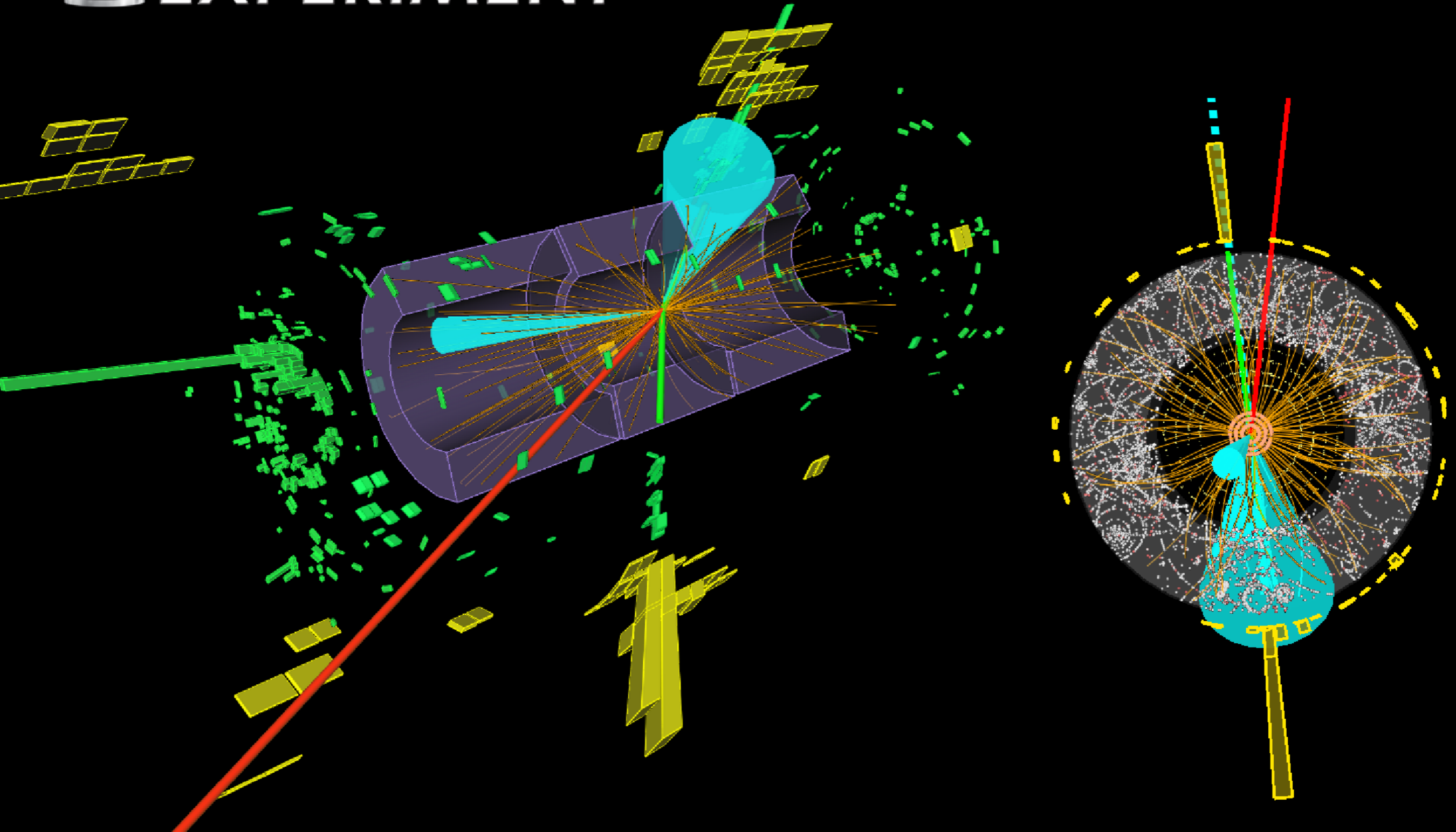
- Energie meting door deeltjes te stoppen.
- Zware metalen lagen afgewisseld met detectiemedium.



ATLAS EXPERIMENT

Run Number: 204265, Event Number: 178165311

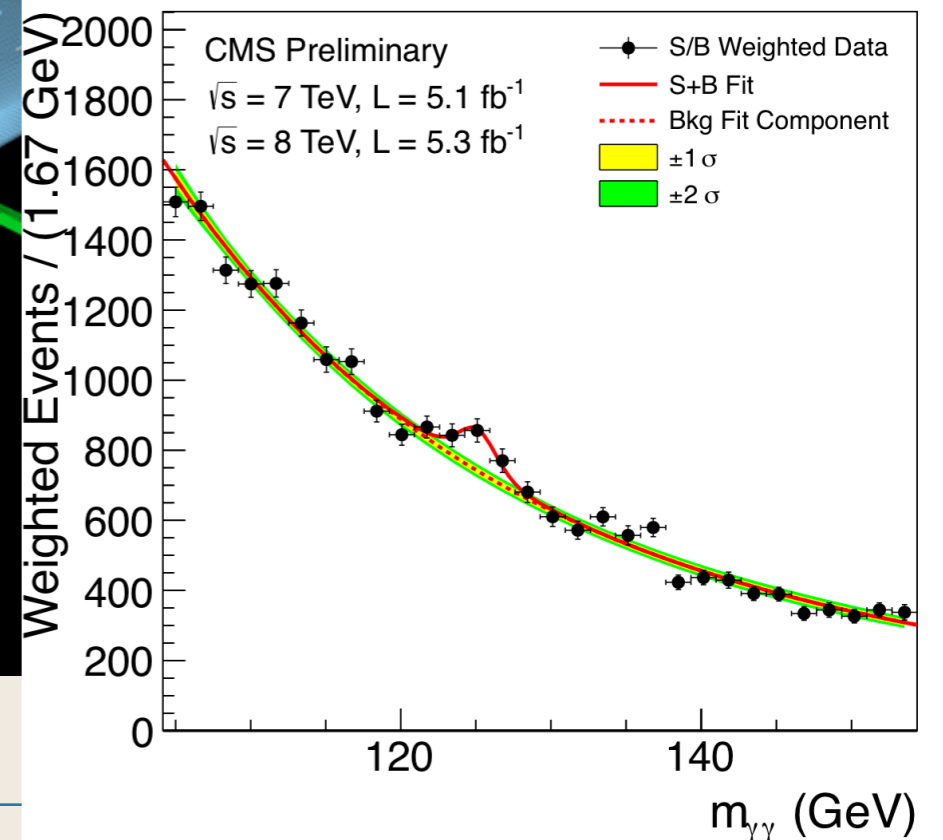
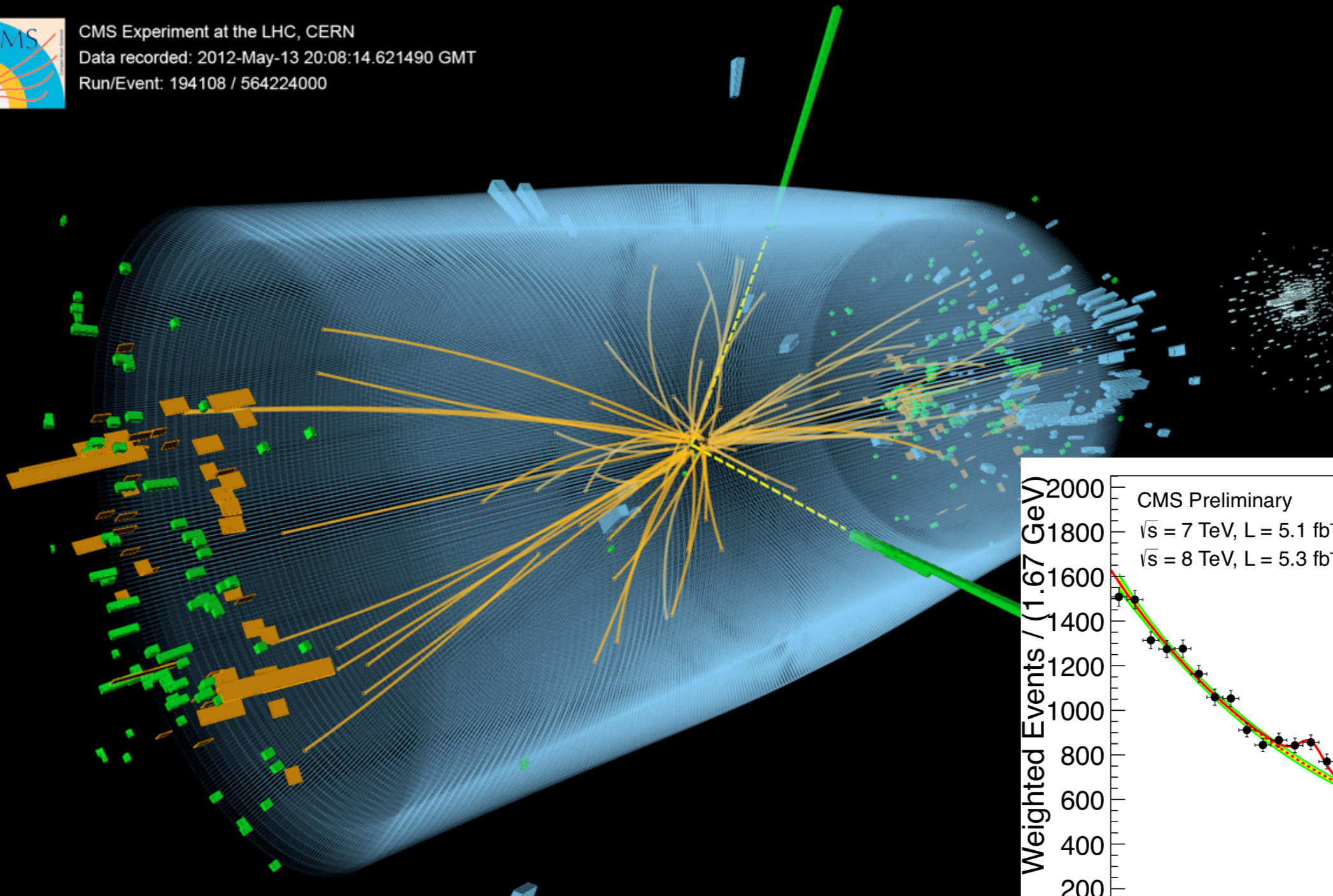
Date: 2012-06-02 19:53:30 CEST

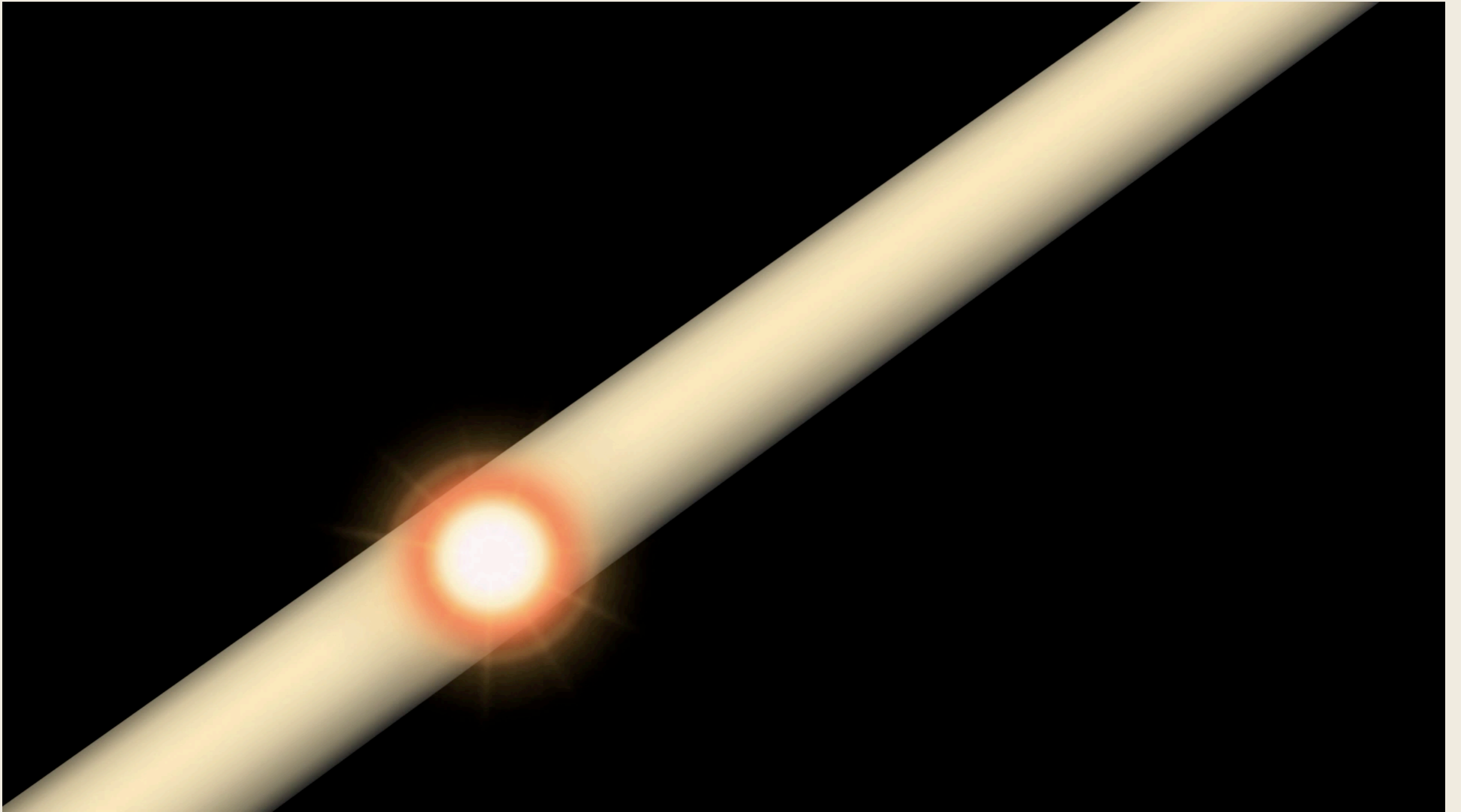


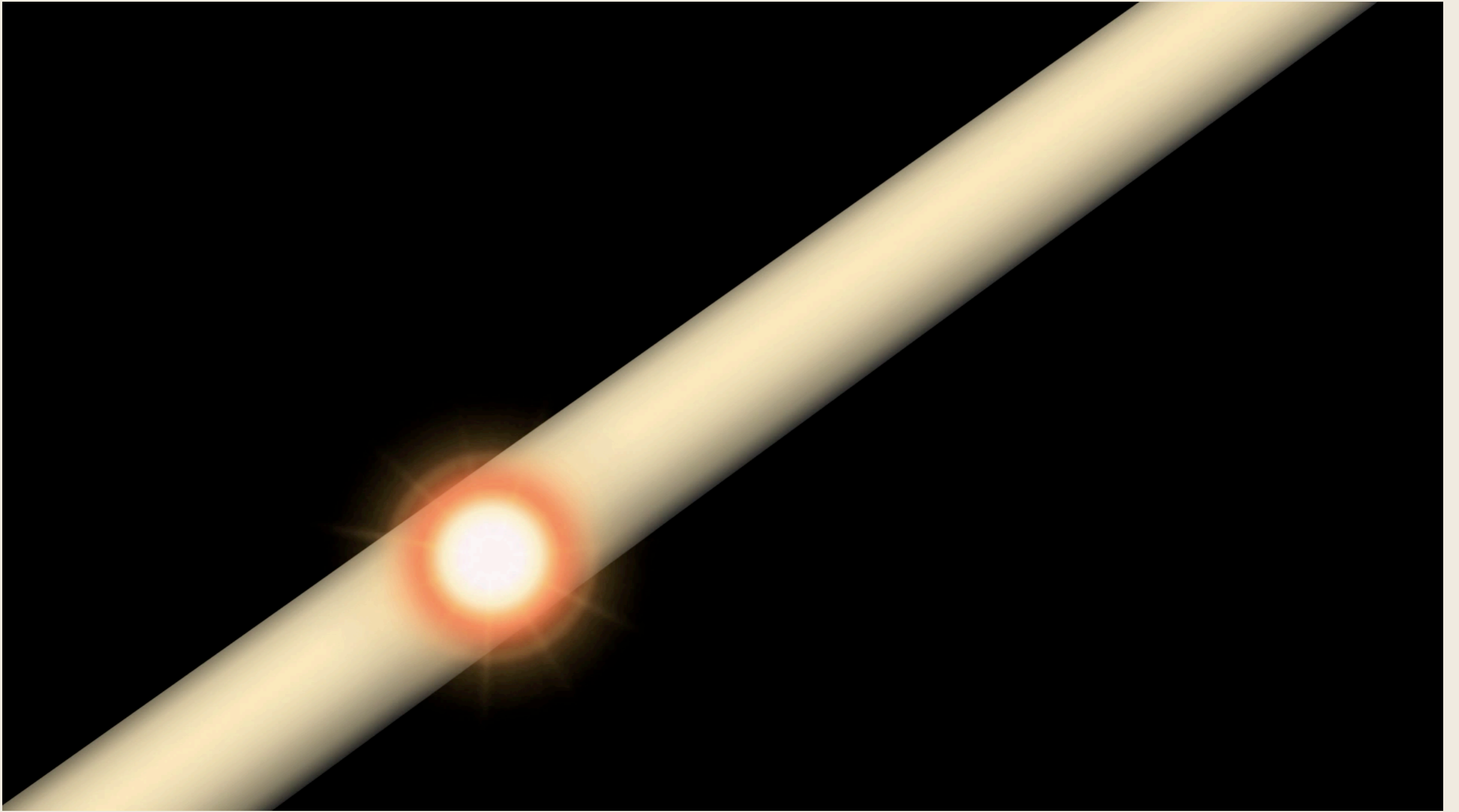
Higgs verval naar 2 fotonen



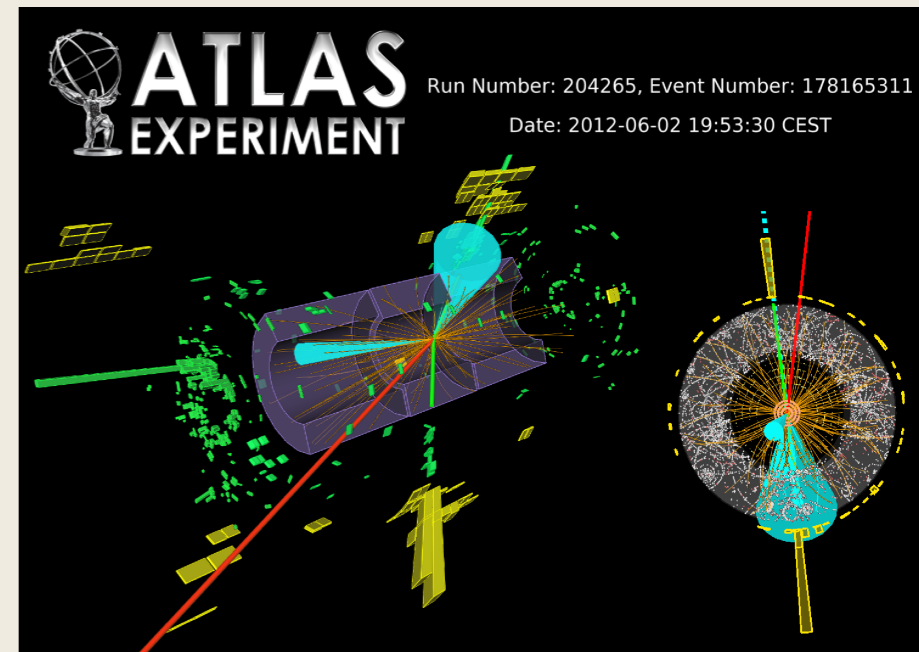
CMS Experiment at the LHC, CERN
Data recorded: 2012-May-13 20:08:14.621490 GMT
Run/Event: 194108 / 564224000





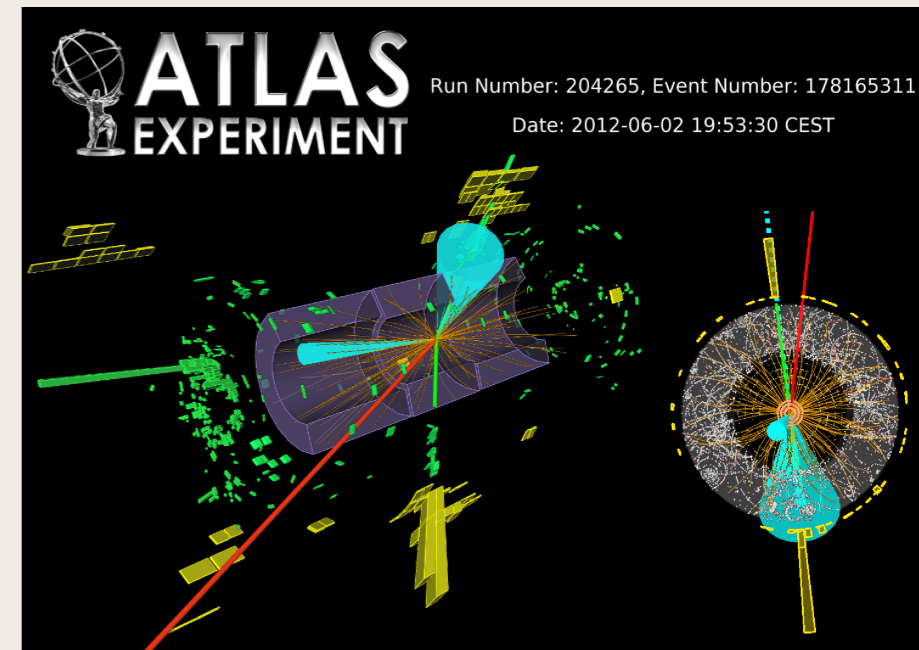


De uitdaging van het experiment



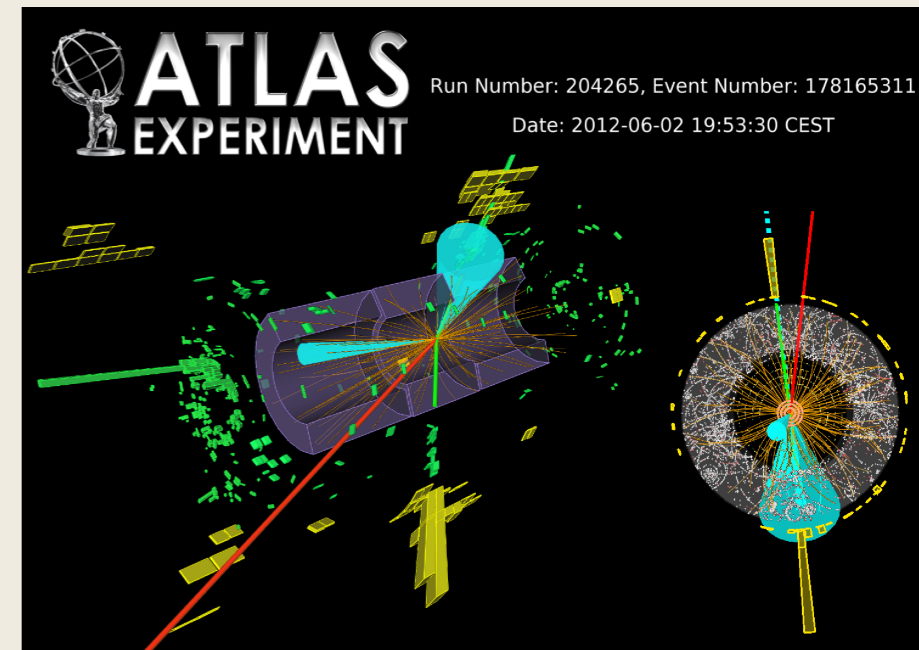
De uitdaging van het experiment

- Precies reconstrueren van trajecten en energie van alle deeltjes.



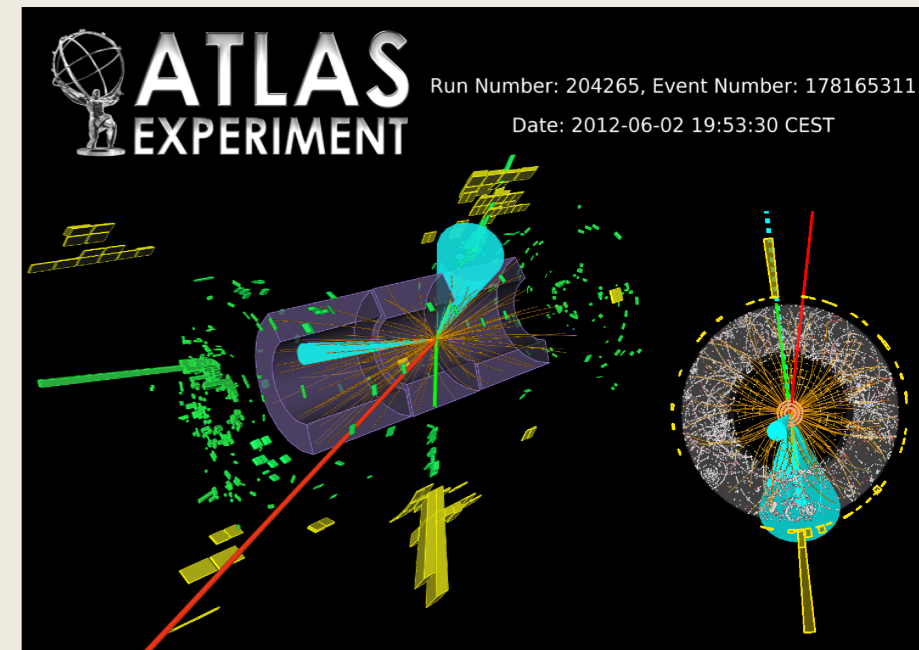
De uitdaging van het experiment

- Precies reconstrueren van trajecten en energie van alle deeltjes.
- Per bunch crossing meerdere botsingen tegelijkertijd.



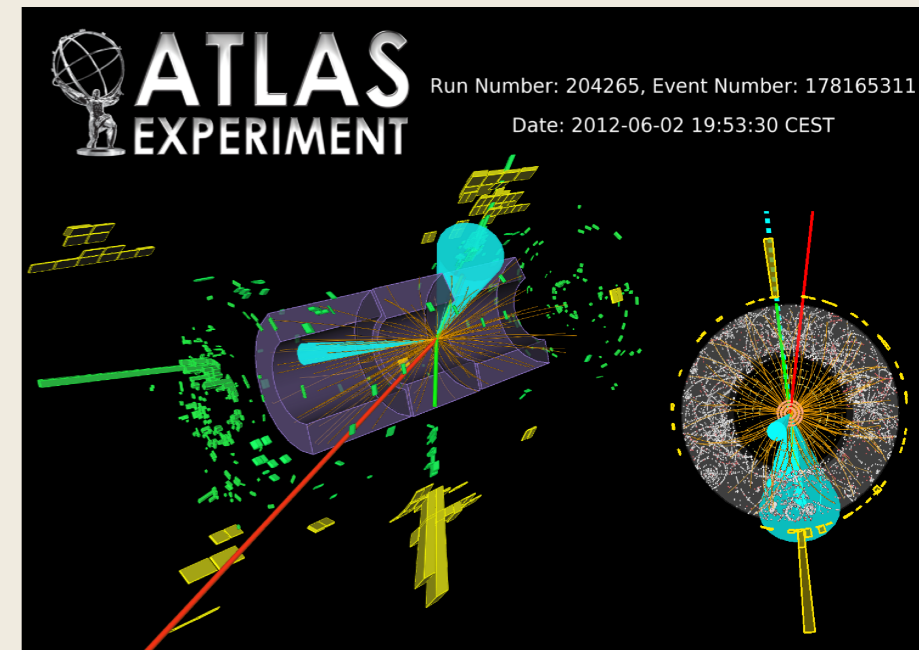
De uitdaging van het experiment

- Precies reconstrueren van trajecten en energie van alle deeltjes.
- Per bunch crossing meerdere botsingen tegelijkertijd.
- Elke 25 nanoseconde nieuwe botsingen.



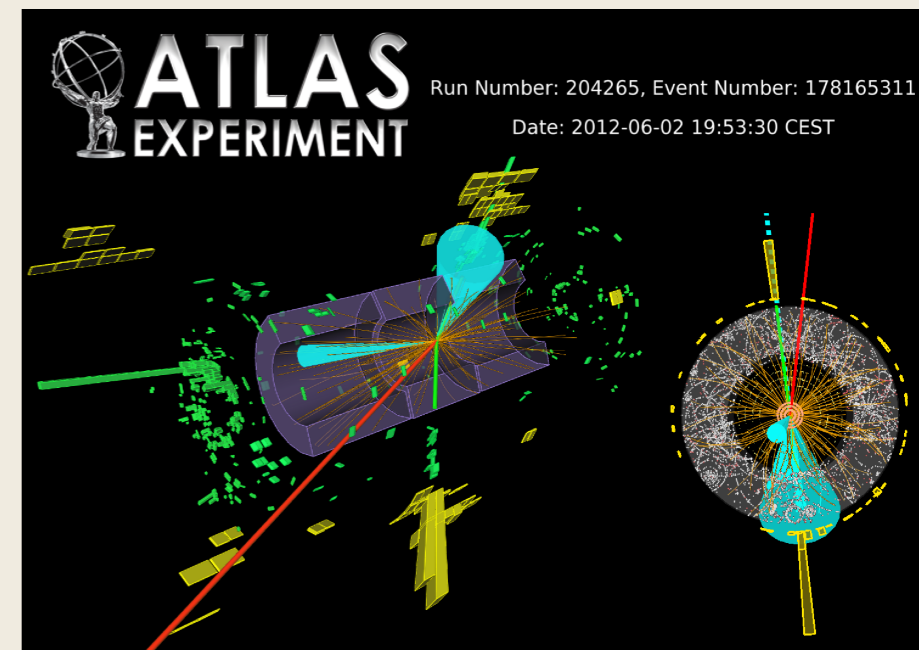
De uitdaging van het experiment

- Precies reconstrueren van trajecten en energie van alle deeltjes.
- Per bunch crossing meerdere botsingen tegelijkertijd.
- Elke 25 nanoseconde nieuwe botsingen.
- In totaal: 1.7 miljard botsingen per seconde.



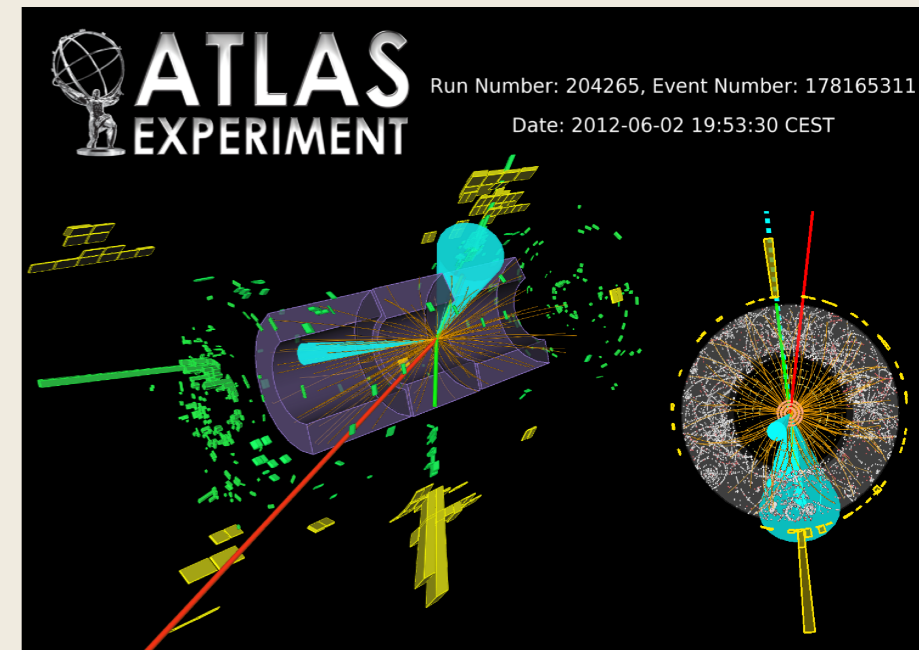
De uitdaging van het experiment

- Precies reconstrueren van trajecten en energie van alle deeltjes.
- Per bunch crossing meerdere botsingen tegelijkertijd.
- Elke 25 nanoseconde nieuwe botsingen.
- In totaal: 1.7 miljard botsingen per seconde.
- 60 miljoen megabyte per seconde.



De uitdaging van het experiment

- Precies reconstrueren van trajecten en energie van alle deeltjes.
 - Per bunch crossing meerdere botsingen tegelijkertijd.
 - Elke 25 nanoseconde nieuwe botsingen.
 - In totaal: 1.7 miljard botsingen per seconde.
 - 60 miljoen megabyte per seconde.
- Snelle beslissing nodig van wat we willen bewaren.
binnen 200 microsecondes beslissen

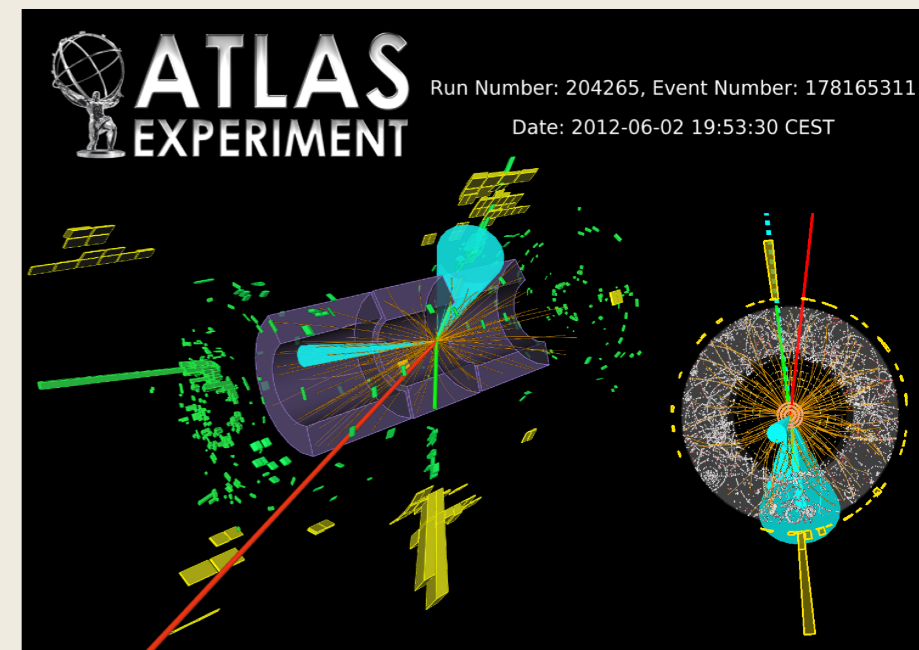


De uitdaging van het experiment

- Precies reconstrueren van trajecten en energie van alle deeltjes.
- Per bunch crossing meerdere botsingen tegelijkertijd.
- Elke 25 nanoseconde nieuwe botsingen.
- In totaal: 1.7 miljard botsingen per seconde.
- 60 miljoen megabyte per seconde.

→ Snelle beslissing nodig van wat we willen bewaren.
binnen 200 microsecondes beslissen

1000 botsingen per secondes opgeslagen voor analyse



Upgrade van het LHC programma



Upgrade van het LHC programma



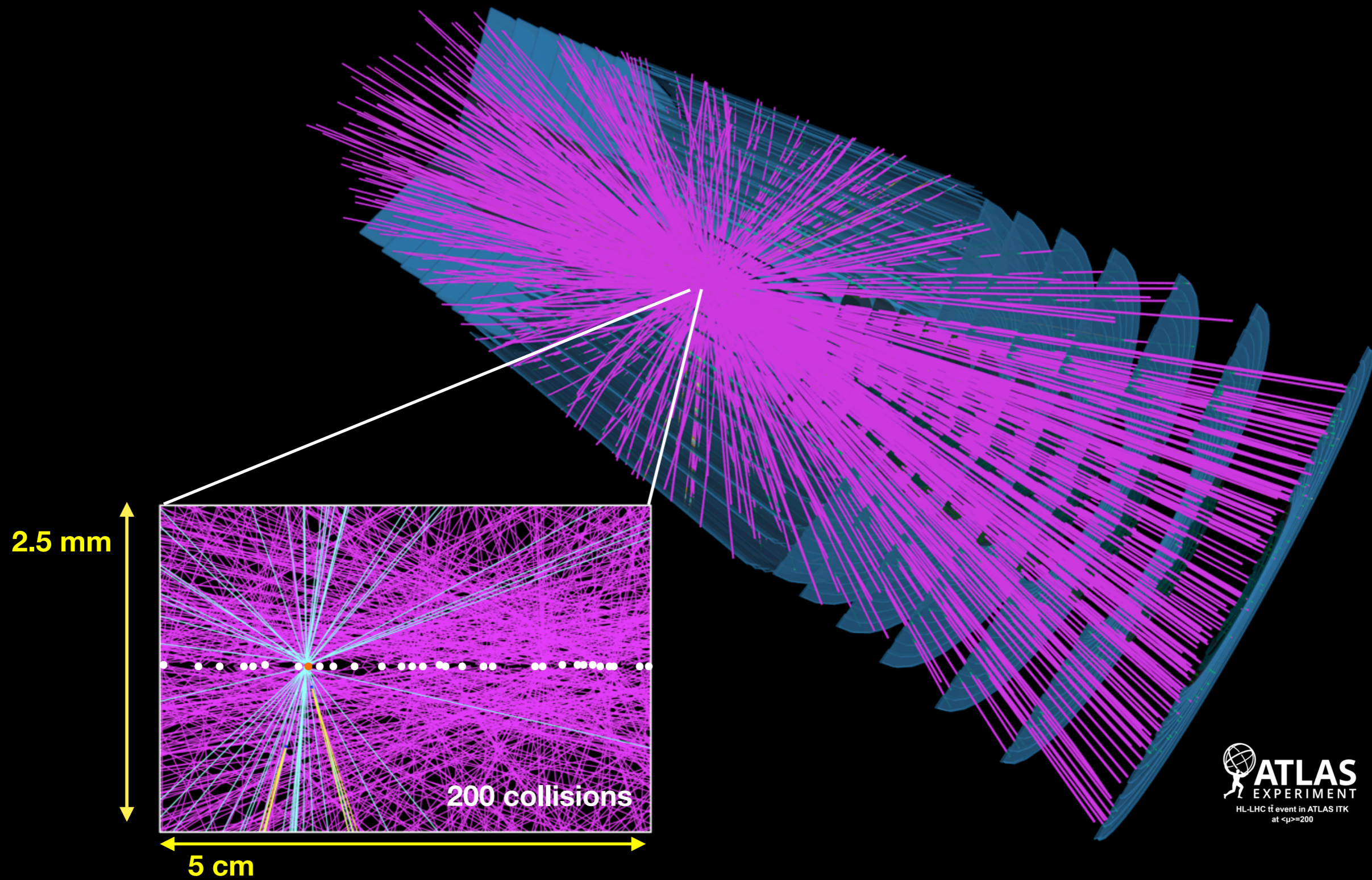
- LHC start 2009, einde 2040

Upgrade van het LHC programma



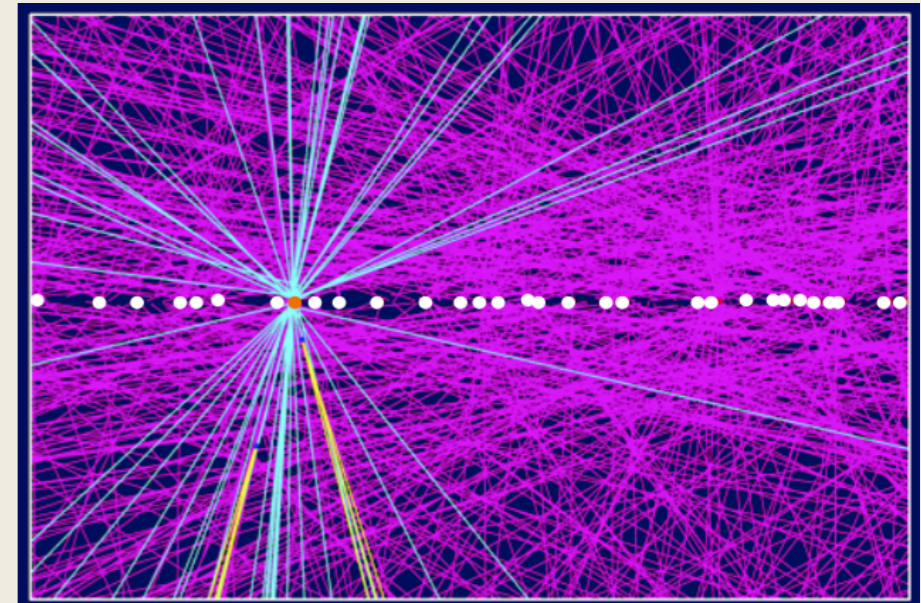
- LHC start 2009, einde 2040
 - Versneller wordt krachtiger gemaakt in de komende jaren
-

Toekomst:

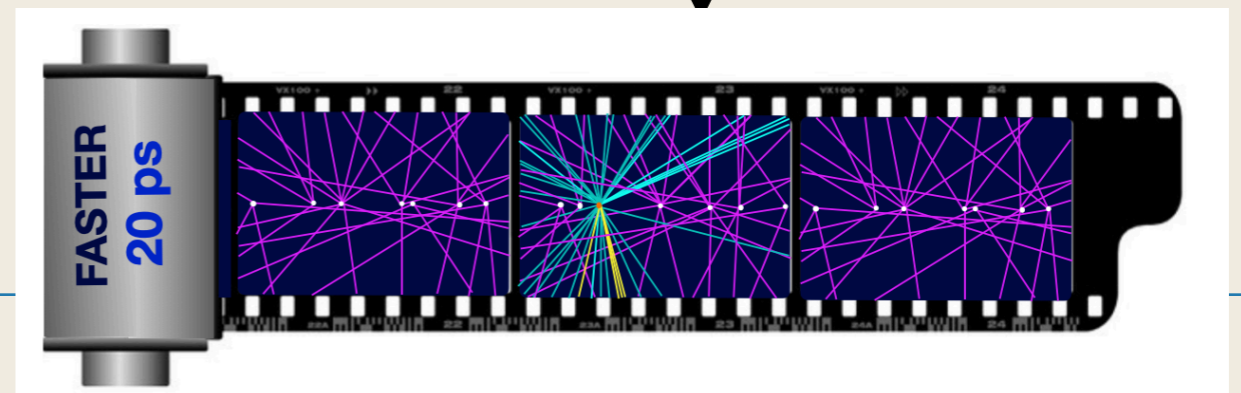


Onderzoek naar nieuwe detectoren

- Nieuwe technologie nodig om reconstructie mogelijk te maken.
- Toevoegen van heel precieze tijdsmeting (picosecondes) in de detectoren.
- Nieuwe technologie, nieuwe toepassingen.



from 3D to 4D





BINNENKORT:

Internationale masterclass deeltjesfysica
12 maart, 13 – 17 uur, Science Park 105



KOM MEER TE WETEN OVER ONS ONDERZOEK

Nikhef outreach-activiteiten voor docenten & leerlingen:



DOCENTEN LEERLINGEN BREED PUBLIEK AGENDA RESOURCES CONTACT

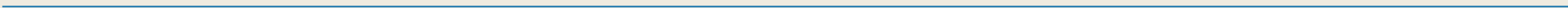
ZOEKEN



outreach.web.nikhef.nl



Outreach @Nikhef



Bellenvat foto

