

Fysica van de deeltjesbotsingen aan de LHC te CERN

Prof. Jorgen D'Hondt
Vrije Universiteit Brussel
(samenwerking met UA & UGent)

KENNISMAKERS
DAG VAN DE ONDERZOEKER

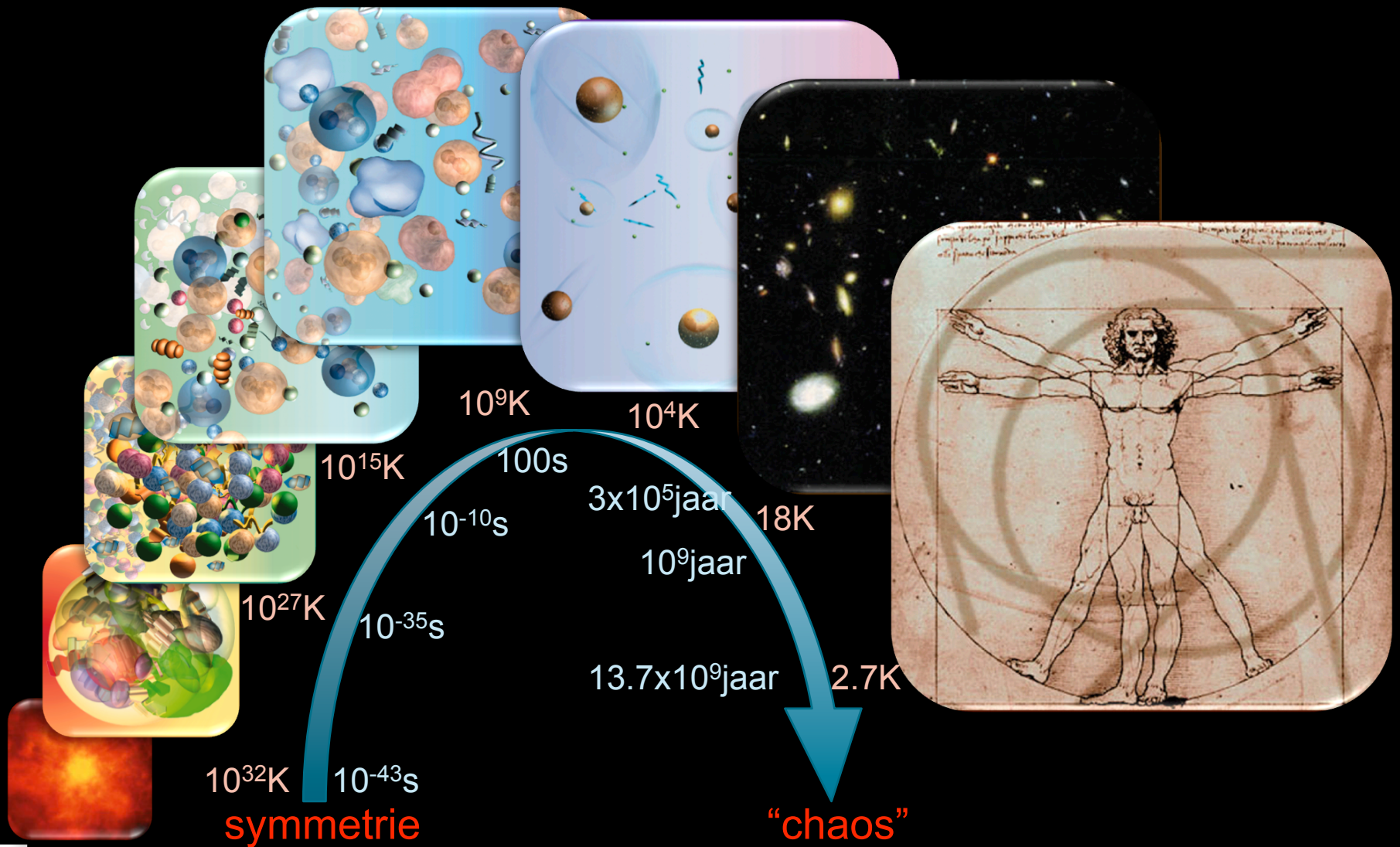


Fysica & Deeltjesfysica

- Definitie van fysica volgens Erik B. Karlsson, "The Nobel Prize: The First 100 Years", 2001
 - *"Physics is considered to be the most basic of the natural sciences. It deals with the fundamental constituents of matter and their interactions as well as the nature of atoms and the build-up of molecules and condensed matter. It tries to give unified descriptions of the behavior of matter as well as of radiation, covering as many types of phenomena as possible. In some of its applications, it comes close to the classical areas of chemistry, and in others there is a clear connection to the phenomena traditionally studied by astronomers. Present trends are even pointing toward a close approach of some areas of physics and microbiology."*
- Deeltjesfysica streeft naar het opstellen van een theorie die alle fysische fenomenen in de Natuur unificeert
- Vandaag leven we in een redelijk chaotische universum, maar ooit was dit anders...



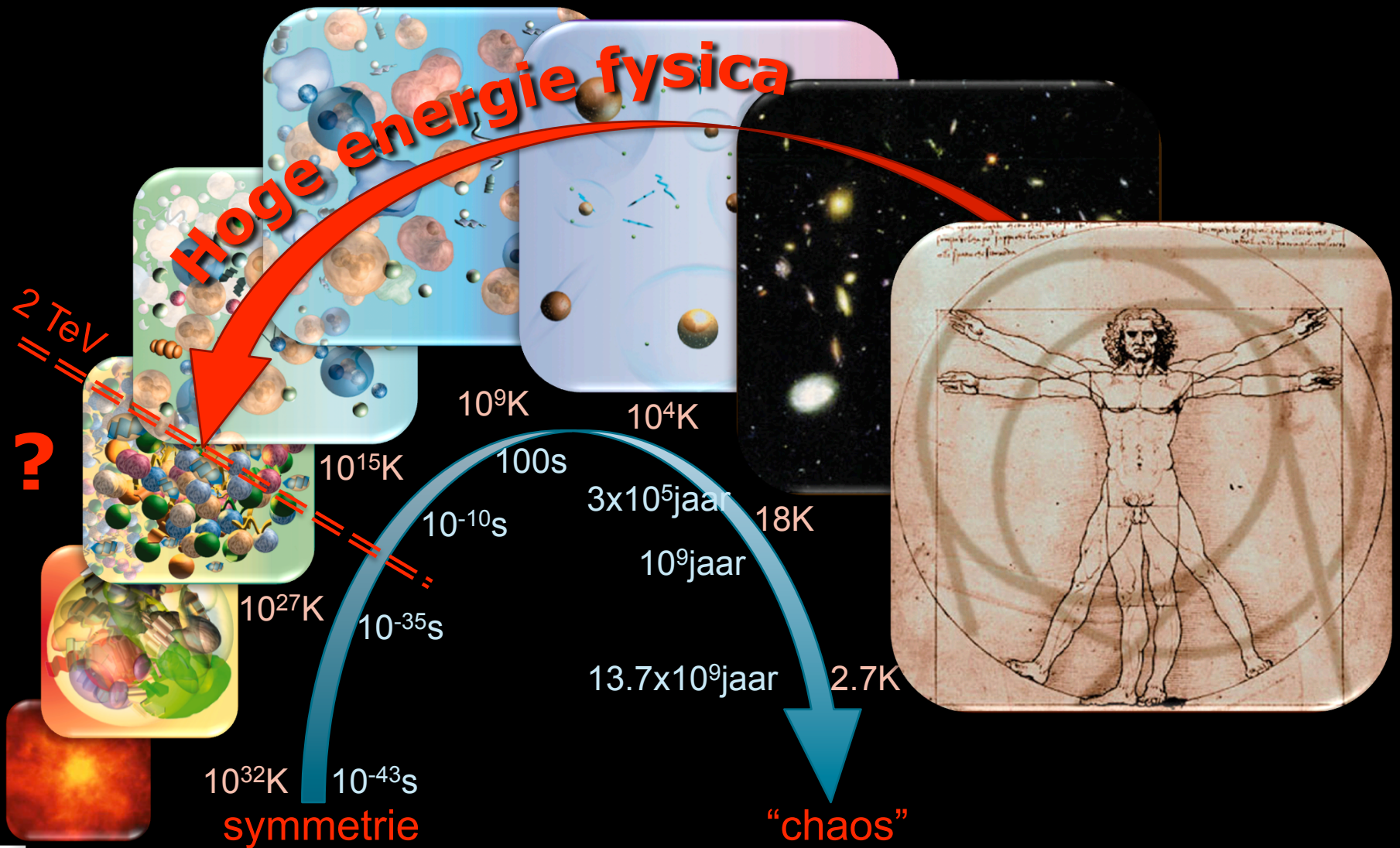
Van de Big Bang tot nu...



KENNISMAKERS
DAG VAN DE ONDERZOEKER

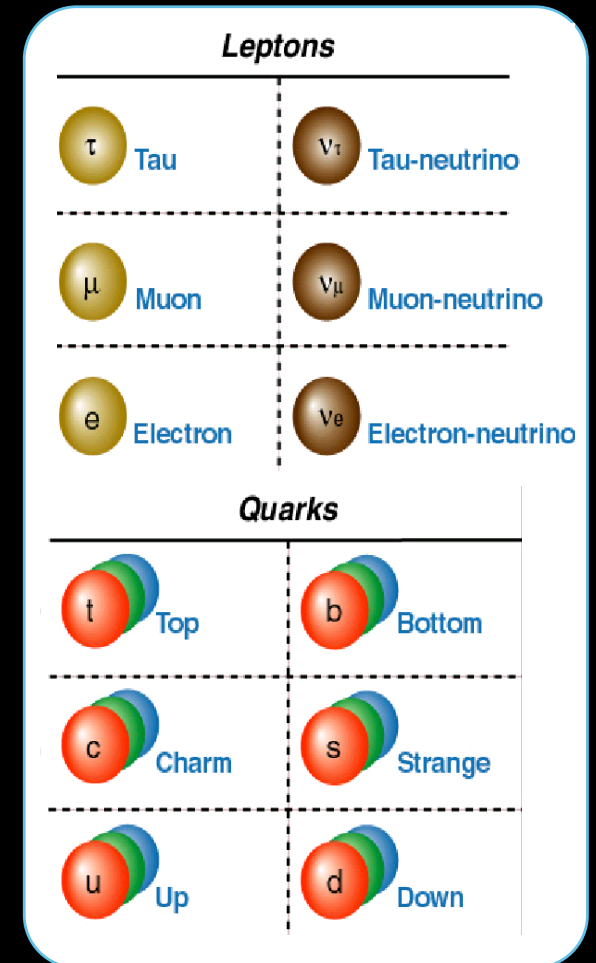


Van de Big Bang tot nu... en terug!!



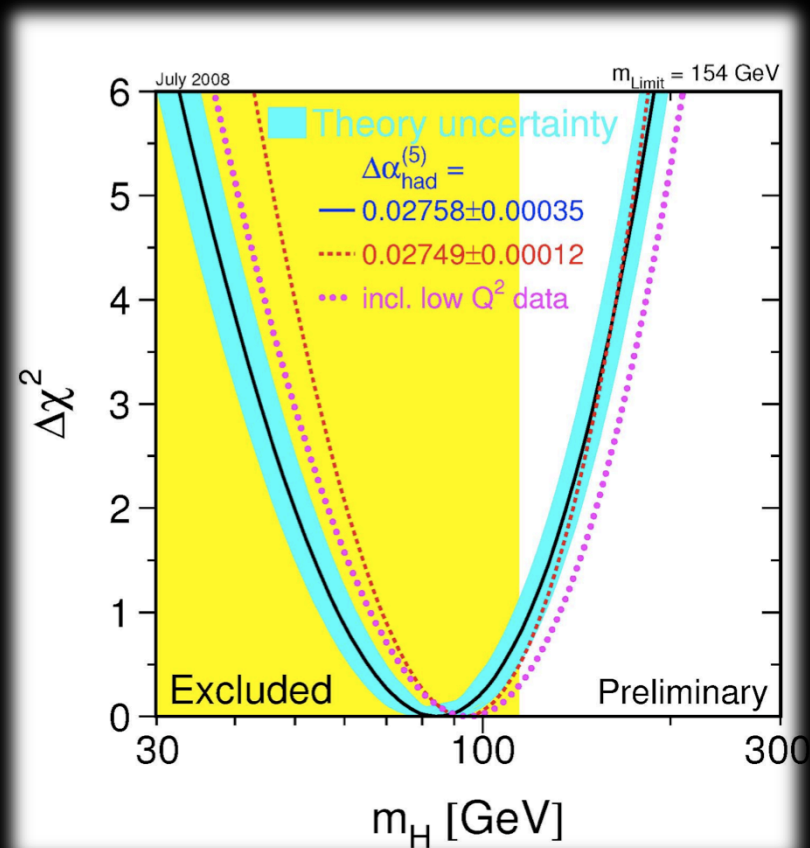
Standaard Model & Symmetrie

- Model om deeltjesinteracties te beschrijven gebaseerd op symmetriën in de Natuur
 - Electromagnetische interacties
 - Zwakke interacties (radio-actief verval)
 - Sterke interacties (atoomkern samenhouden)
- De meeste symmetriën zijn kort na de Big Bang spontaan gebroken bij lagere energiën
 - Hoog energetische botsingen tonen effecten van verborgen fundamentele symmetriën
 - De beschrijving van de interacties verandert niet na Lorentz of $U(1) \times SU(2) \times SU(3)$ transformaties
- Dit Standaard Model is geconfirmeerd door een lange reeks experimenten



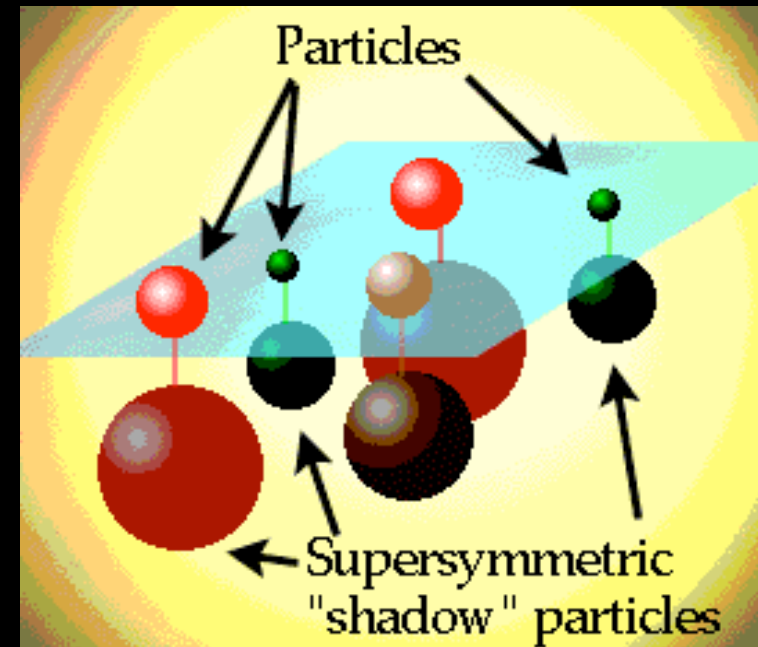
Brout-Englert-Higgs mechanism ?

- Theoretisch model om massa te geven aan deeltjes via het spontaan breken van de elektro-zwakke symmetrie
 - Opgesteld in 1964 door o.a. twee Belgen
 - Voorspelt het bestaan van een nieuw deeltje
 - Gezocht sinds het mechanisme in het Standaard Model geïntroduceerd werd
 - Metingen voorspellen zijn massa tussen 114-185 GeV/c² (95%CL)
- Het aantonen van het bestaan van dit scalaire deeltje is een cruciaal aspect van ons onderzoek



Supersymmetrie in de Natuur ?

- Invoeren van een nieuwe symmetrie in onze theorie, maar nog niet geobserveerd in de Natuur
 - Elk deeltje heeft een SUSY of supersymmetrische partner
 - Deze symmetrie moet gebroken zijn omdat we nog geen SUSY deeltjes gevonden hebben
- Supersymmetrie lost een aantal problemen op
 - Stabiliteit van de massa van het Brout-Englert-Higgs deeltje
 - Betere unificatie van de krachten bij hogere energie
- De experimentele confirmatie van deze symmetrie is een belangrijke uitdaging voor fundamenteel onderzoek



Waarom supersymmetrie ?

Kaart van het licht uitgezonden door het jonge universum

DAWN OF TIME
?

tiny fraction of a second

inflation

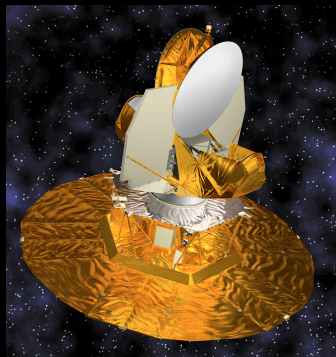
380,000 years

13.7 billion years

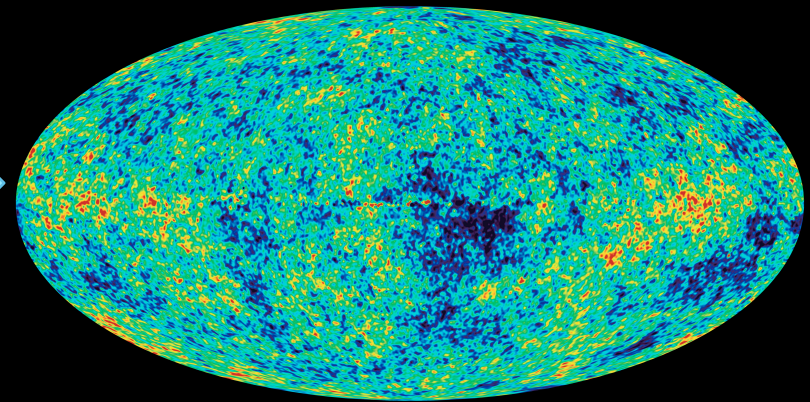
Door een vergelijking met onze theoriën weten we dat

96% van het universum is ongekende materie of donkere materie

SUSY deeltjes ?



WMAP experiment



NASA/WMAP Science team



KENNISMAKERS
DAG VAN DE ONDERZOEKER



Proton botsingen bij de LHC te CERN



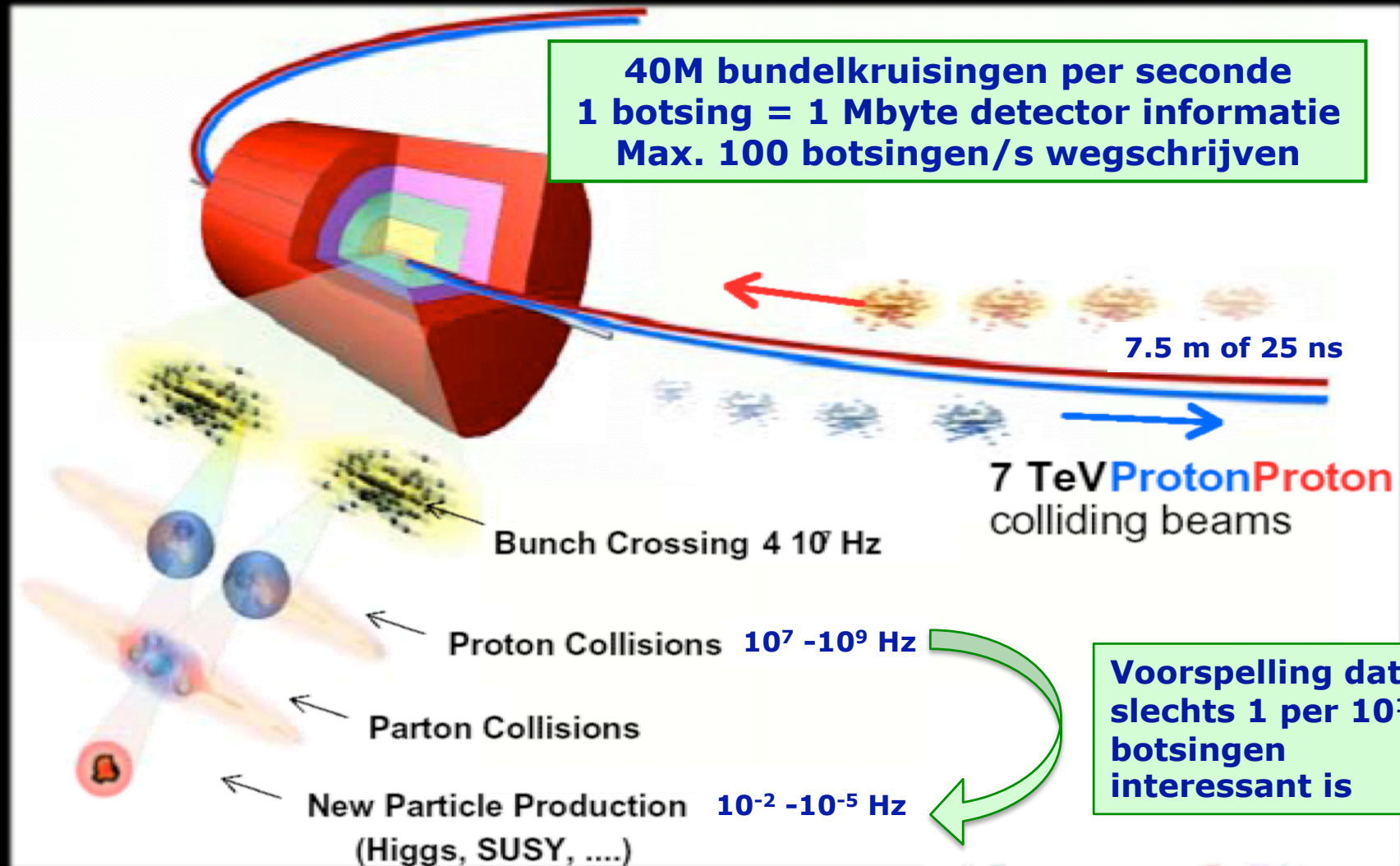
Bij 14 TeV botsingen worden soms nieuwe deeltjes gevormd volgens onze theoriën



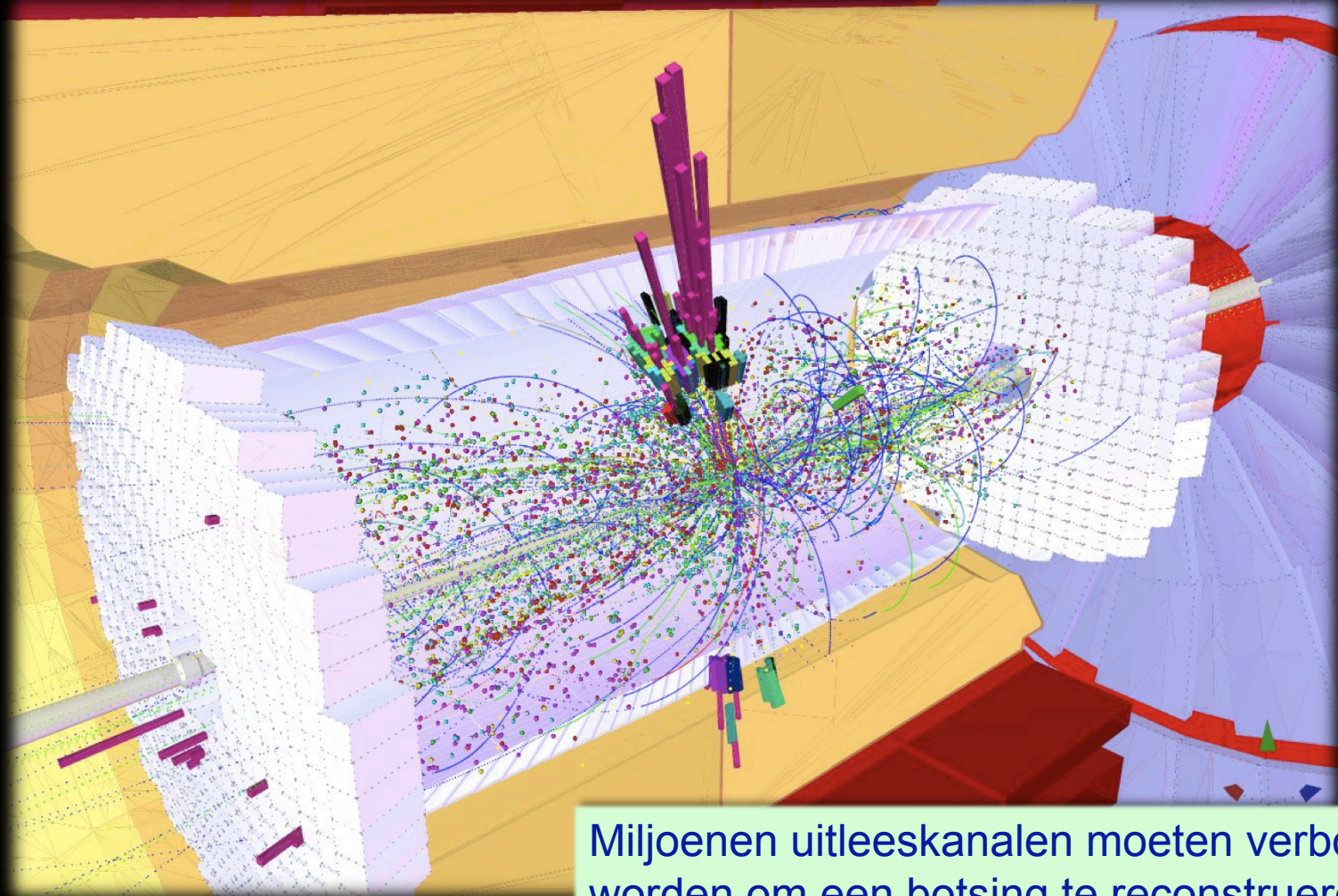
KENNISMAKERS
DAG VAN DE ONDERZOEKER



Proton botsingen bij de LHC te CERN



Uitlezen van de botsing met CMS



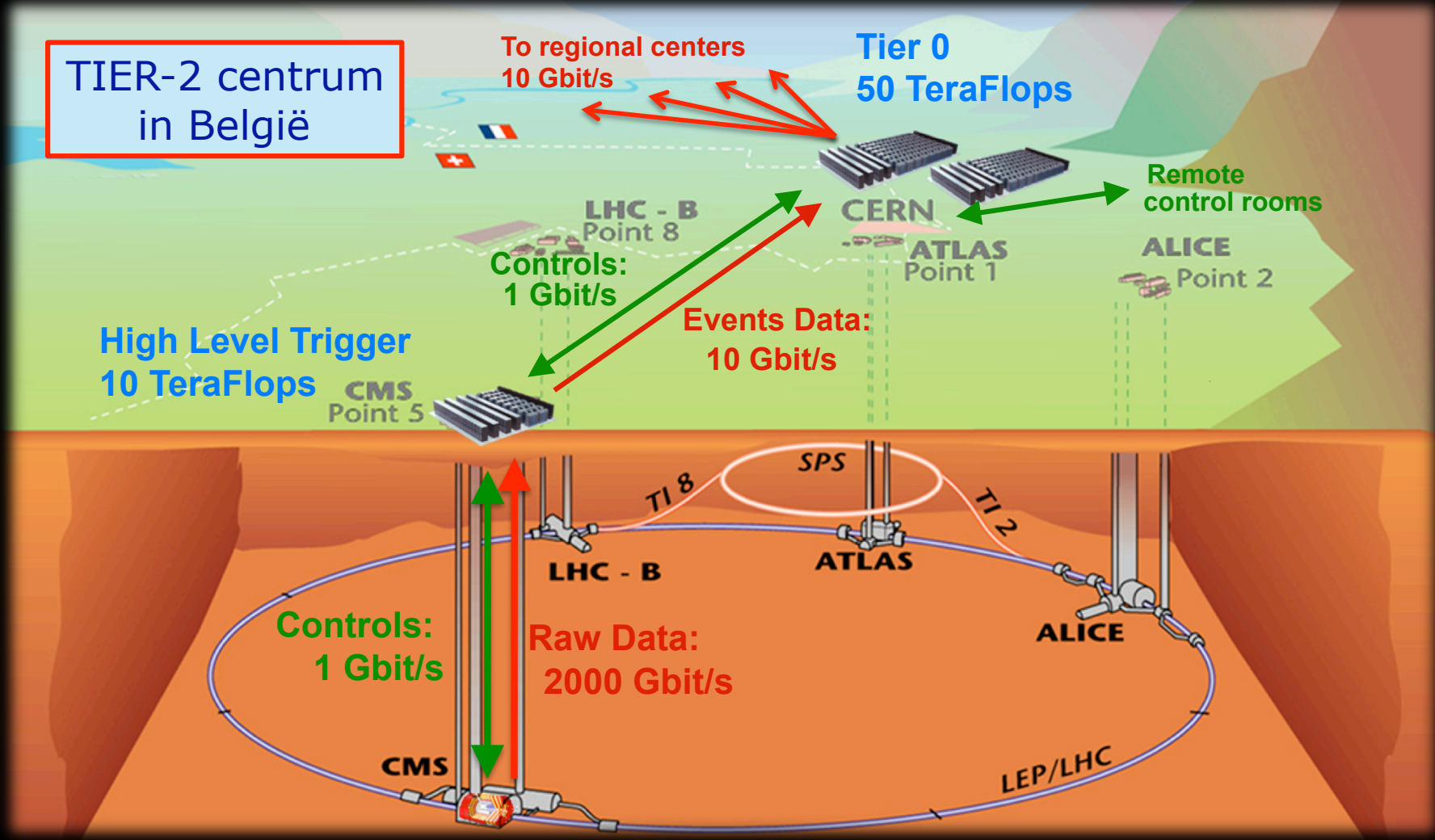
Miljoenen uitleeskanalen moeten verbonden worden om een botsing te reconstrueren



KENNISMAKERS
DAG VAN DE ONDERZOEKER



Computer netwerk voor data analyse



TIER-2 centrum
in België

High Level Trigger
10 TeraFlops
CMS Point 5

To regional centers
10 Gbit/s

Tier 0
50 TeraFlops

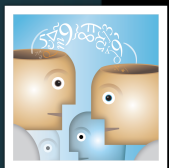
Remote control rooms

Controls:
1 Gbit/s

Events Data:
10 Gbit/s

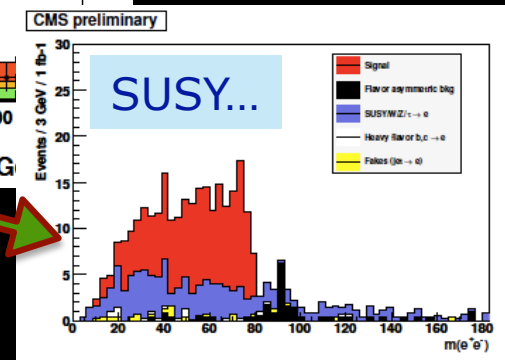
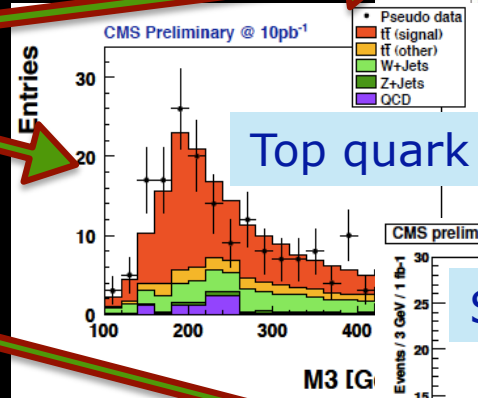
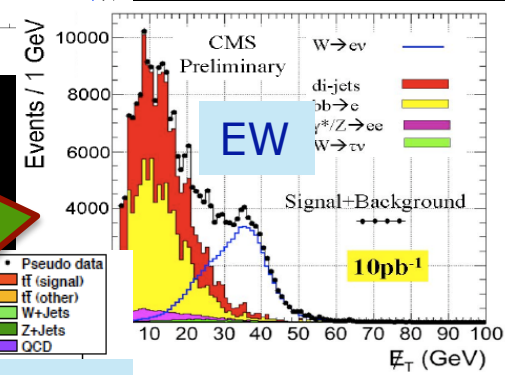
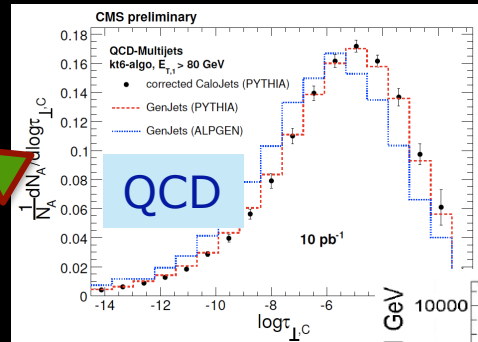
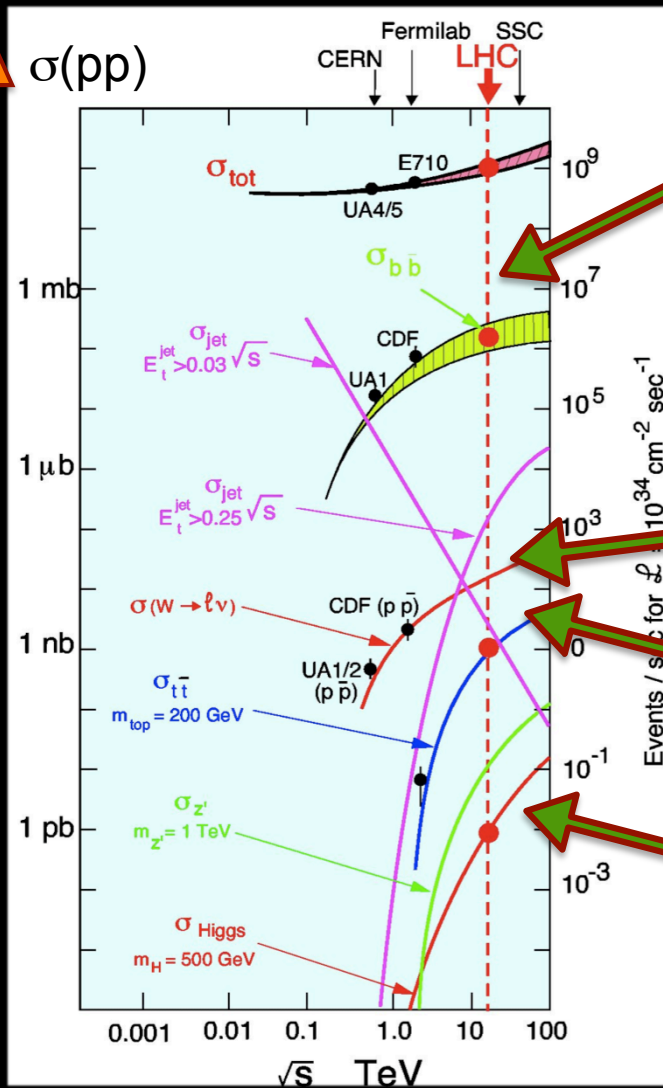
Controls:
1 Gbit/s

Raw Data:
2000 Gbit/s



Verschillende botsingsprocessen

Kans van voorkomen...



Moelijker te observeren...

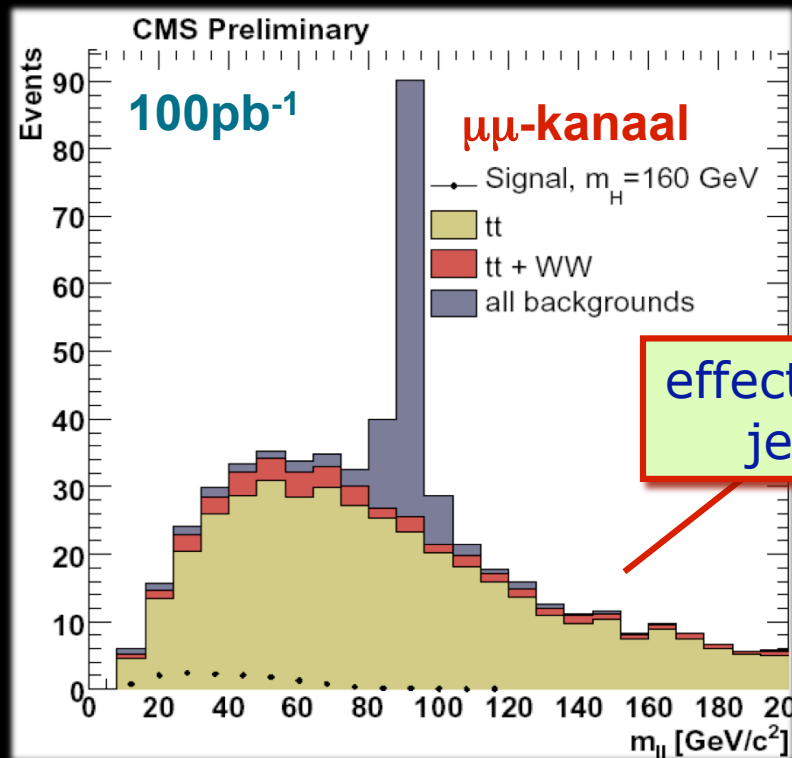


KENNISMAKERS
DAG VAN DE ONDERZOEKER

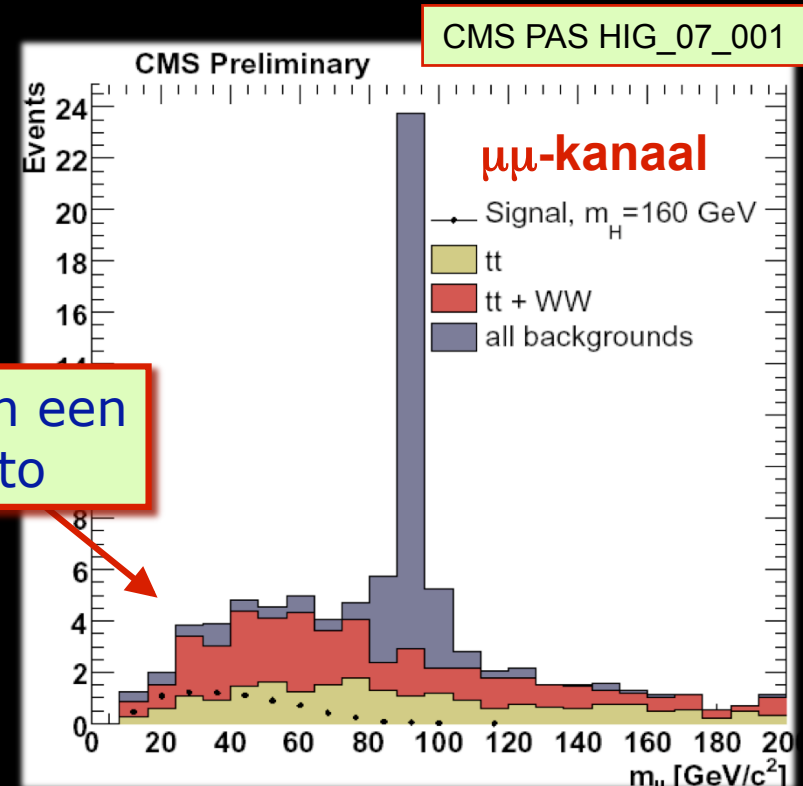


Ontdekking van het BEH-deeltje ?

- Het meest belovende process bij de start is het $H \rightarrow WW^{(*)}$ vervalkanaal (met $W \rightarrow e\nu$ of $W \rightarrow \mu\nu$ vervallen) in $qq \rightarrow qqH$ processen
- **Uitdaging:** analyse methoden opstellen om het signaal te filteren uit de achtergrond

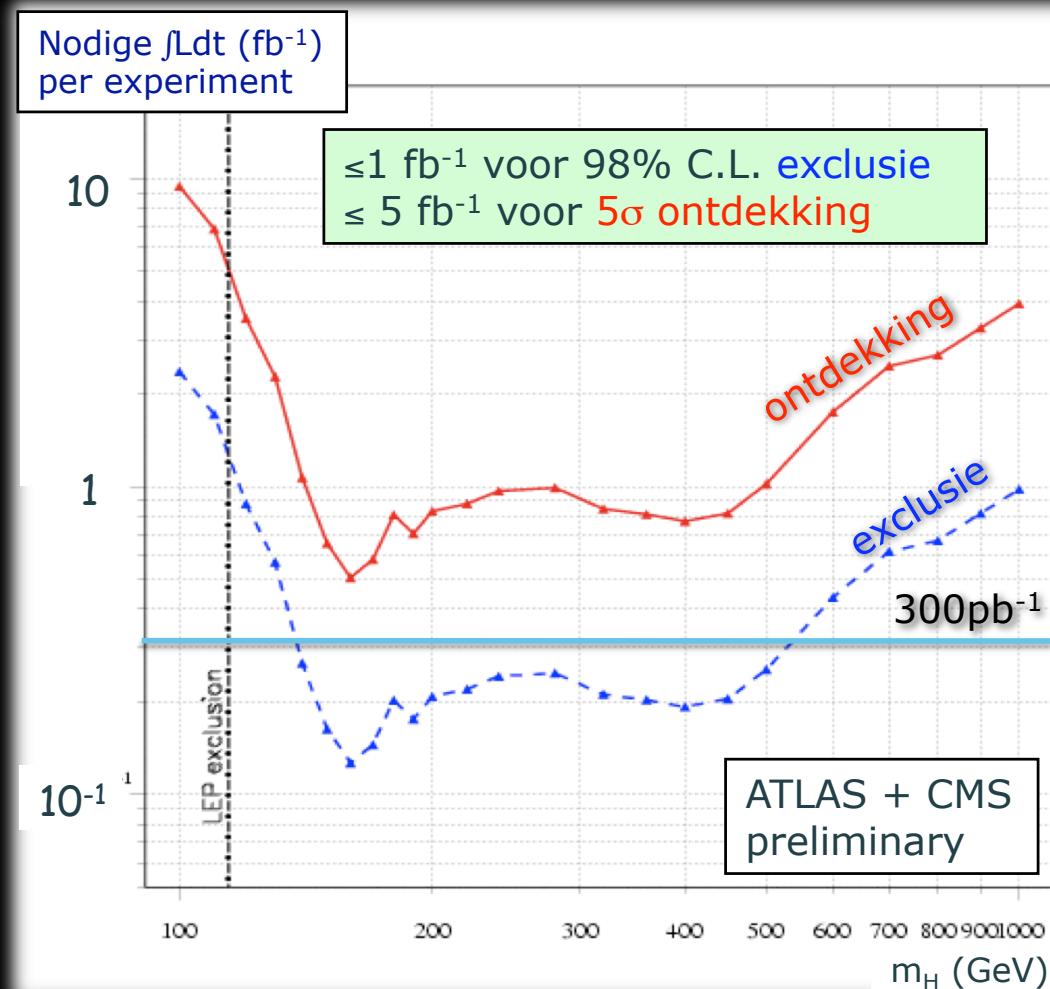


effect van een
jet veto

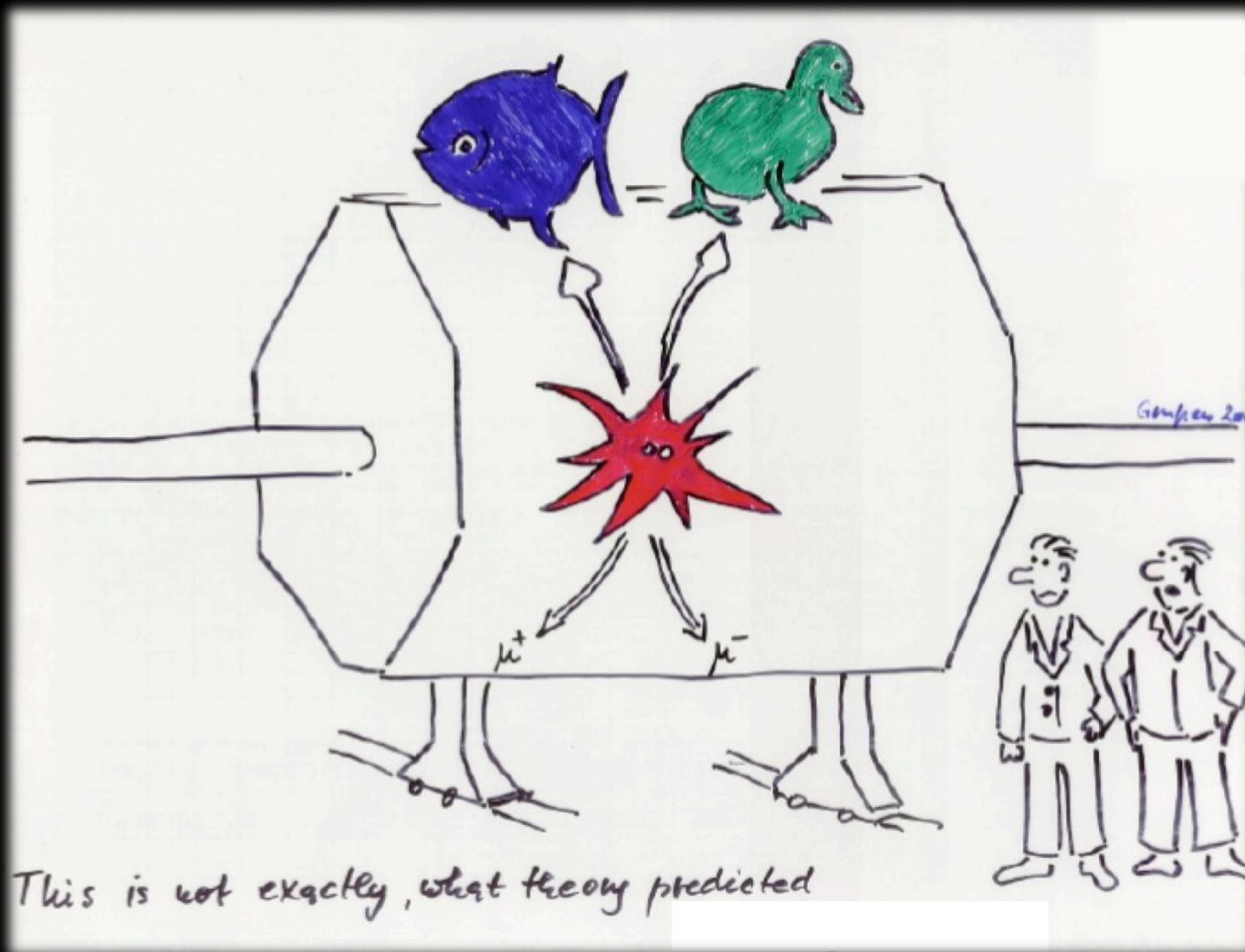


Ontdekking van het BEH-deeltje ?

- Verschillende nieuwe methoden ontworpen voor deze zoektocht
- Met simulaties bewezen dat indien we alle informatie samen nemen van alle LHC gegevens we met zekerheid zullen weten of het BEH-deeltje bestaat of niet
- Dit is een cruciale stap in het opstellen naar een unieke theorie waarin alle fysische aspecten beschreven worden



Voorbereiden voor het onbekende...



KENNISMAKERS
DAG VAN DE ONDERZOEKER

FWO
VLAANDEREN
80 jaar

Fysica met de LHC versneller te CERN

- Deeltjesfysica is een van de belangrijkste pilaren van de hedendaagse fysica (~50% van de Nobelprijzen na WO II)
- De LHC is een uniek “Big (Biggest) Science” experiment waar een grondige voorbereiding aan vooraf ging (versneller, detectors, computer infrastructuur, data analyse methoden, ...)
- Hiermee zullen we informatie verzamelen over de inhoud van het Universum, alsook zijn oorsprong, evolutie en lotsbestemming

