



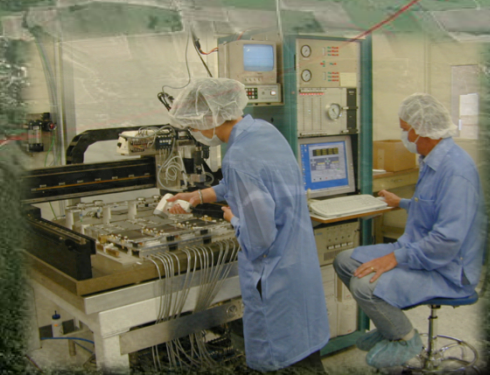
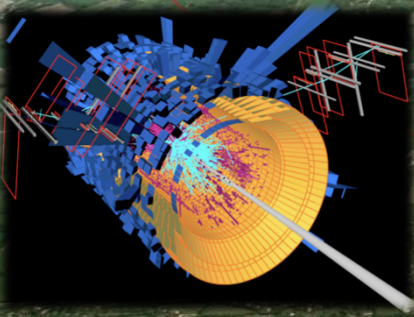
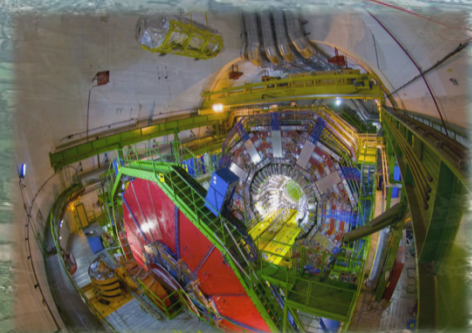
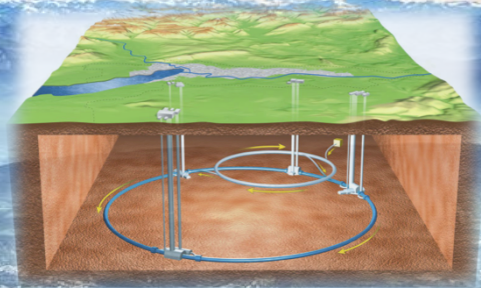
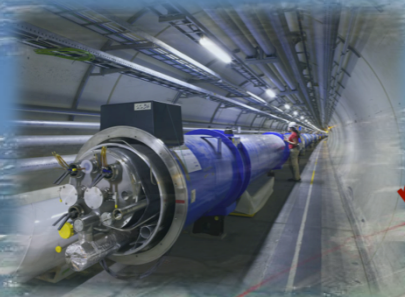


Groot nieuws uit het CERN !!

**Prof. J. D'Hondt
Vrije Universiteit Brussel
Interuniversity Institute for High Energies**



proton botsingen met de LHC



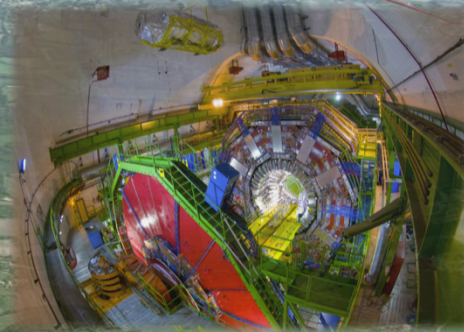
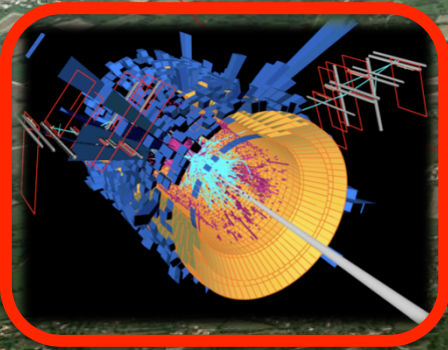
De wereld van de hoge energie fysica ...



proton botsingen met de LHC



Studie van de botsingen!



De wereld van de hoge energie fysica ...

De bouwstenen van het Universum



... hoe vormen die alles rondom ons?

→ universele theorie

We beginnen dus van niets... de geboorte van het Universum

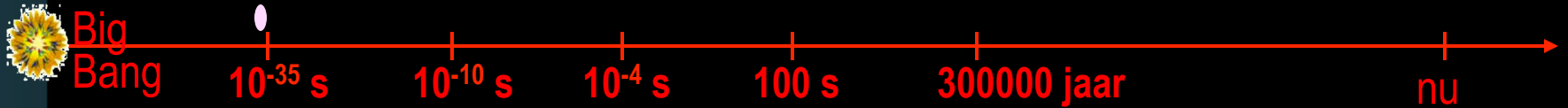
Theorie : Alles begon uit één enkel punt met oneindig veel energie

- tijd $\approx 10^{-43}$ seconden
- energie $\approx 10^{19}$ GeV
- temperatuur $\approx 10^{32}$ K
- alle mogelijke deeltjes (ook diegene die we nog niet kennen of nog niet ontdekt hebben)
- Volledige symmetrie !!

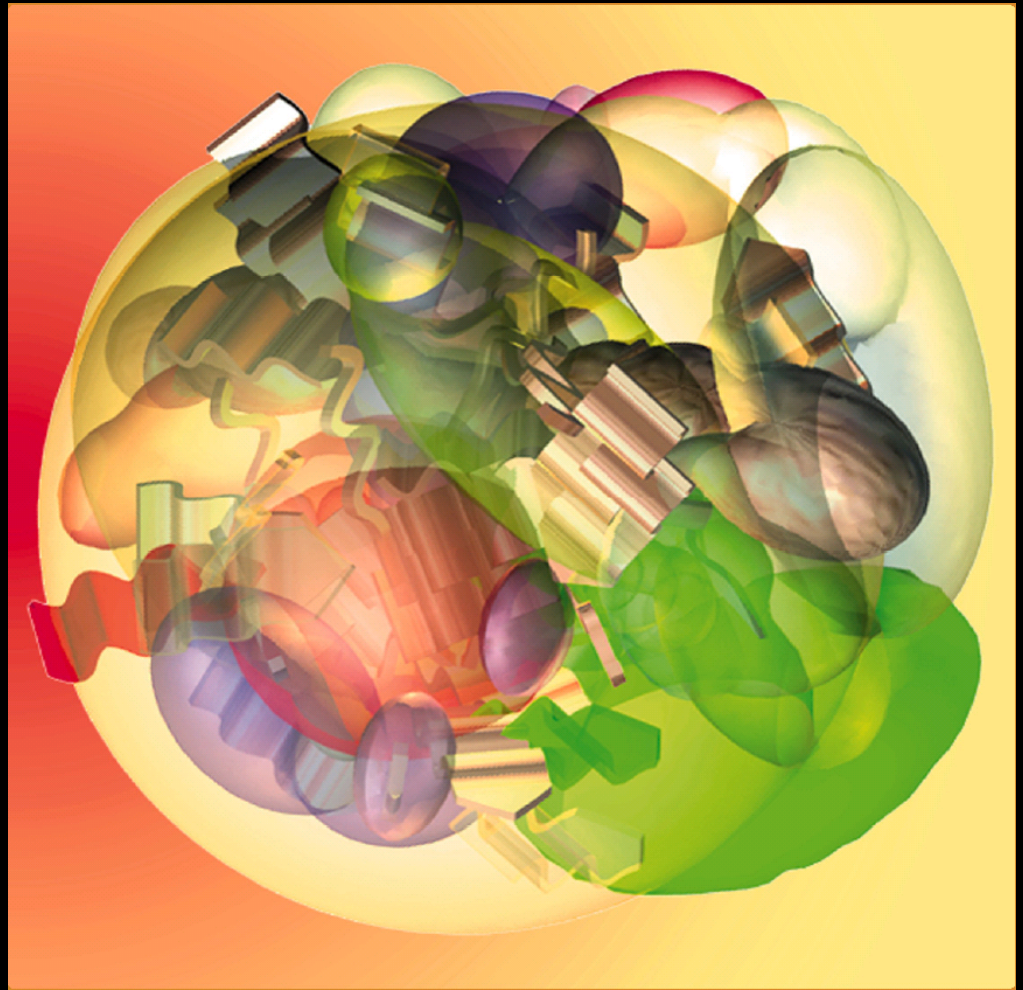


$$E = mc^2$$

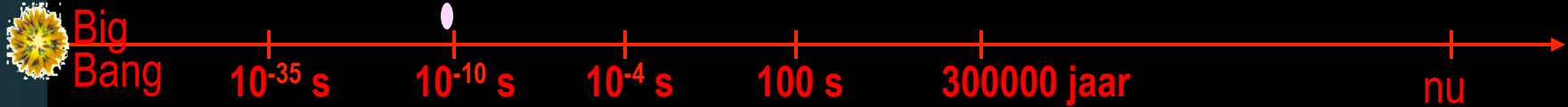
Een korte periode van inflatie... snelle groei van het Universum



- tijd $\approx 10^{-35}$ seconden
- energie $\approx 10^{16}$ GeV
- temperatuur $\approx 10^{27}$ K

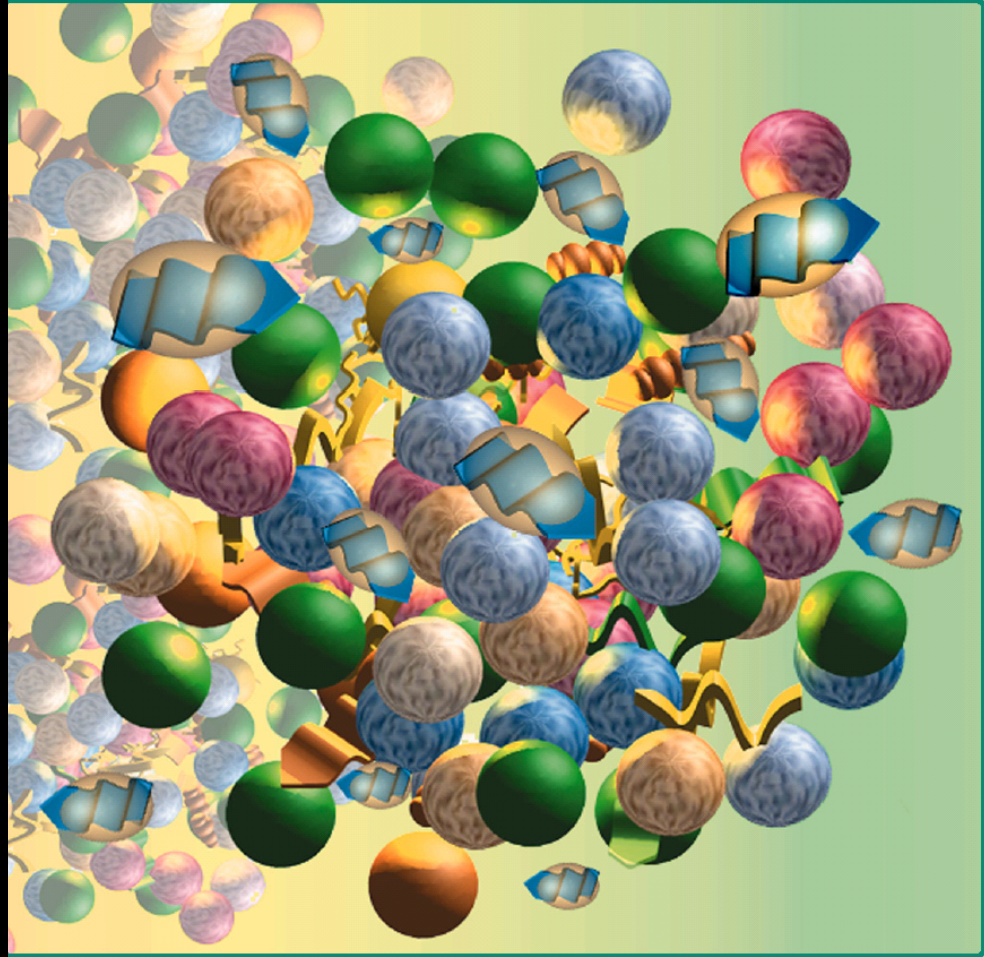


Verdere groei van het Universum... symmetrie is bijna weg !

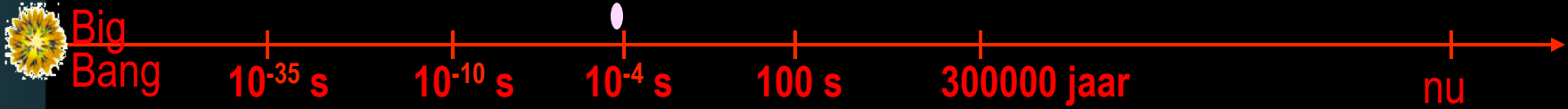


- tijd $\approx 10^{-10}$ seconden
- energie $\approx 10^2$ GeV
- temperatuur $\approx 10^{15}$ K

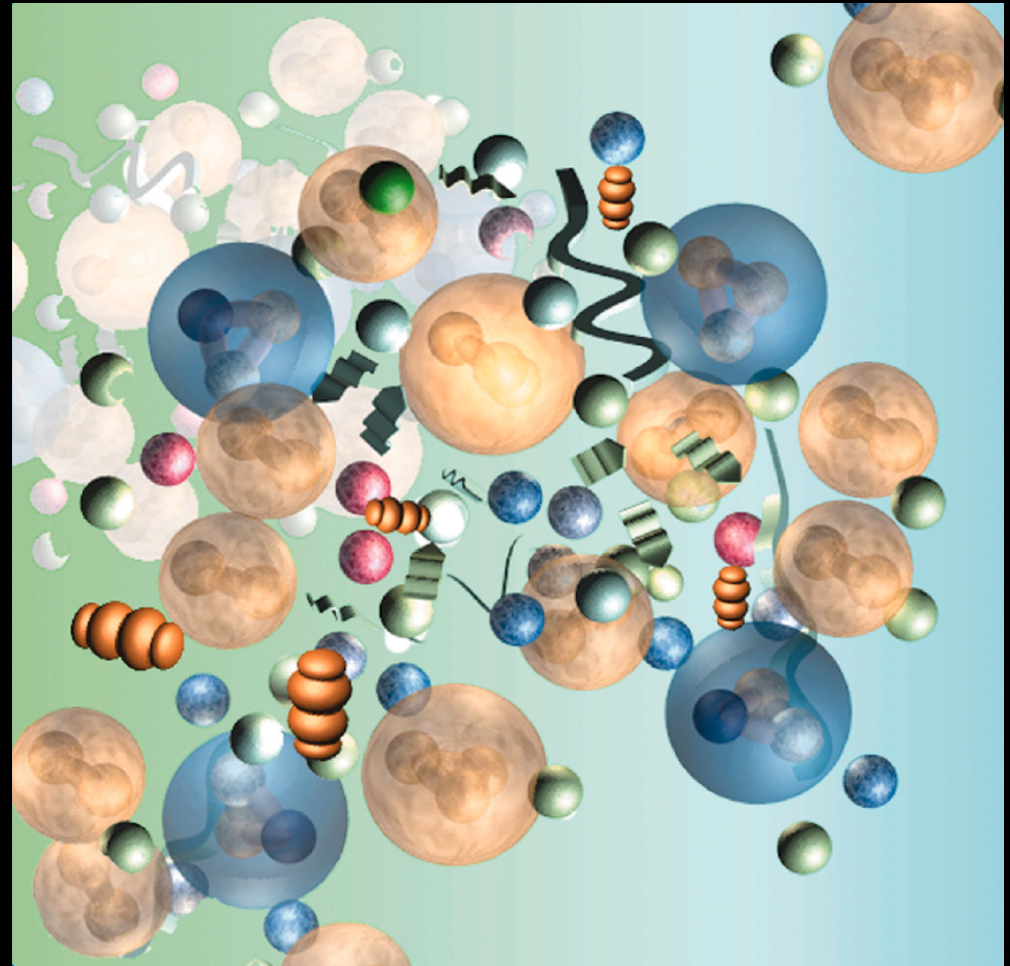
- Dit is de hoogste energie die we vandaag in laboratoria kunnen bekomen !!



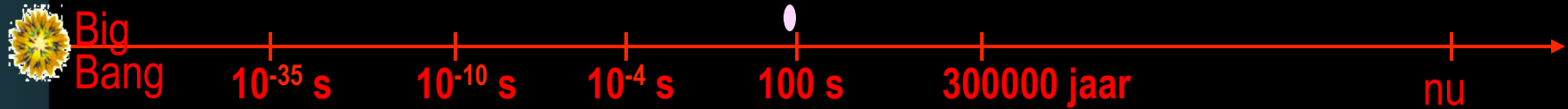
Wel gekende neutronen en protonen worden gevormd



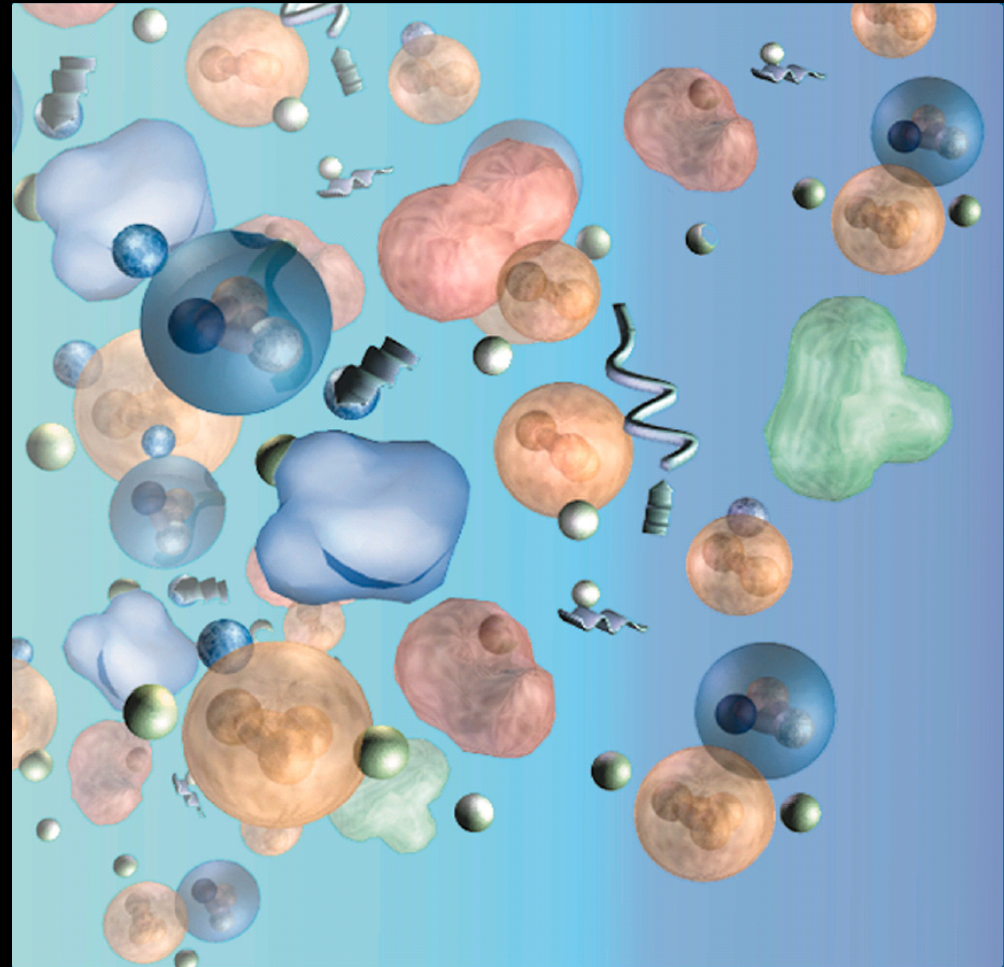
- tijd $\approx 10^{-4}$ seconden
- energie ≈ 1 GeV
- temperatuur $\approx 10^{13}$ K



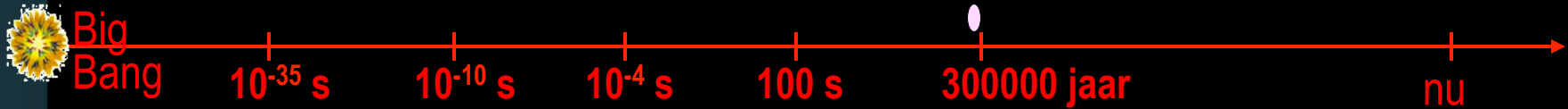
Kernen worden gevormd ... protonen en neutronen combineren



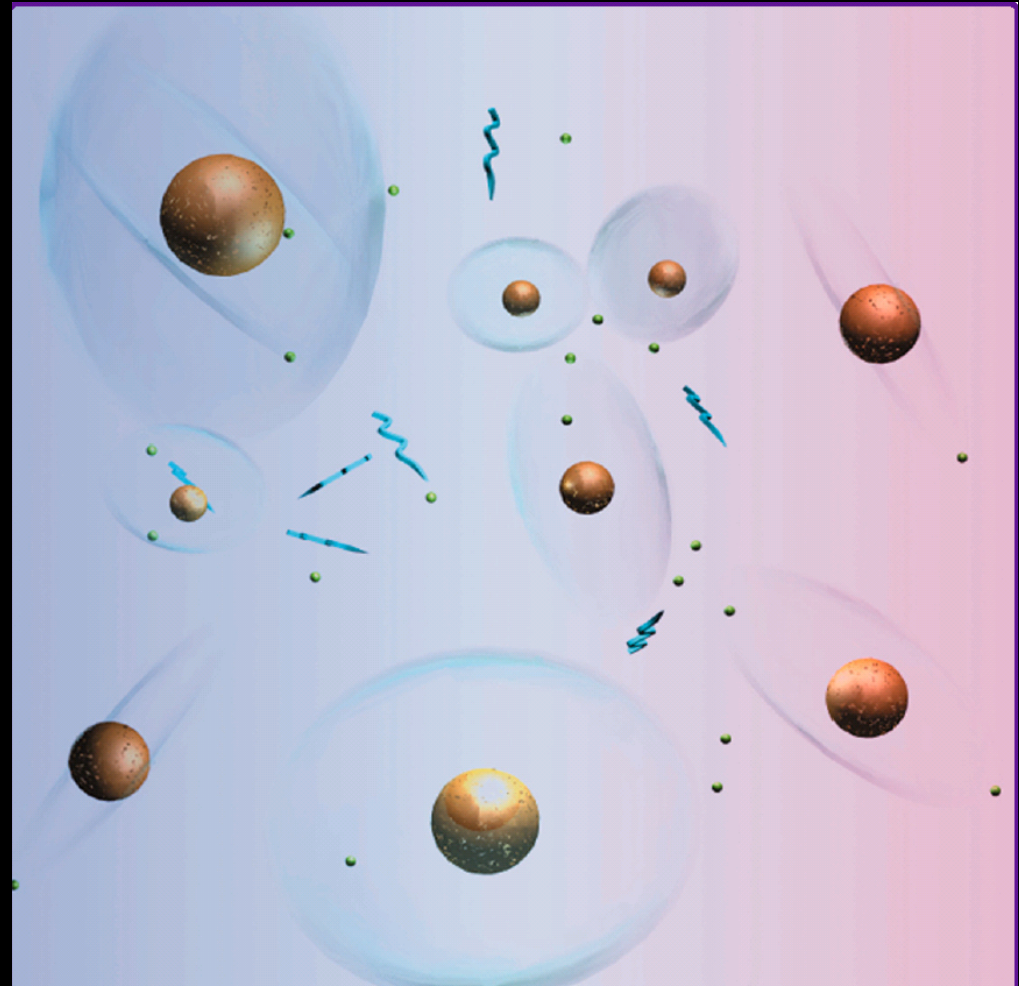
- tijd \approx 100 seconden
- energie $\approx 10^{-4}$ GeV
- temperatuur $\approx 10^9$ K
- Bijvoorbeeld Helium kernen worden gevormd.
- Dezelfde situatie als vandaag in sterren.



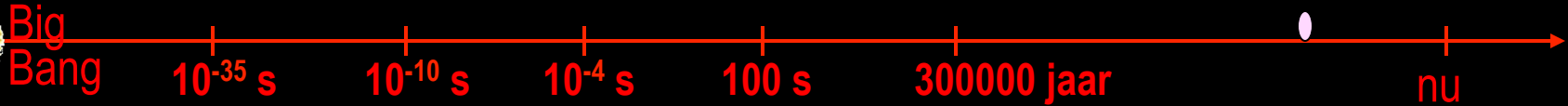
Lichtste atomen worden gevormd ... Universum wordt transparant



- tijd \approx 300000 jaar
- energie $\approx 10^{-9}$ GeV
- temperatuur $\approx 10^4$ K
- Licht kan zich vrij door het Universum propageren zonder te botsen met atomen.
- Sterrenkundige theoriën kunnen vanaf hier toegepast worden.



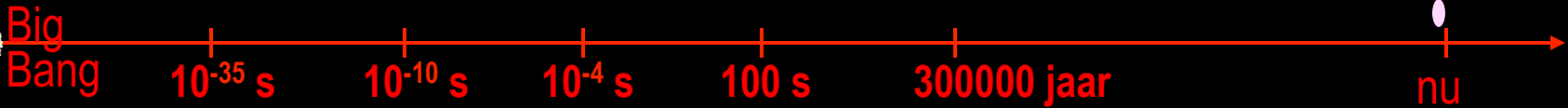
Galaxiën en zware atomen worden gevormd



- tijd \approx 1 miljard jaar
- temperatuur \approx 18 K
- Bijvoorbeeld ijzer atomen worden gevormd.
- Nog geen menselijk leven mogelijk.



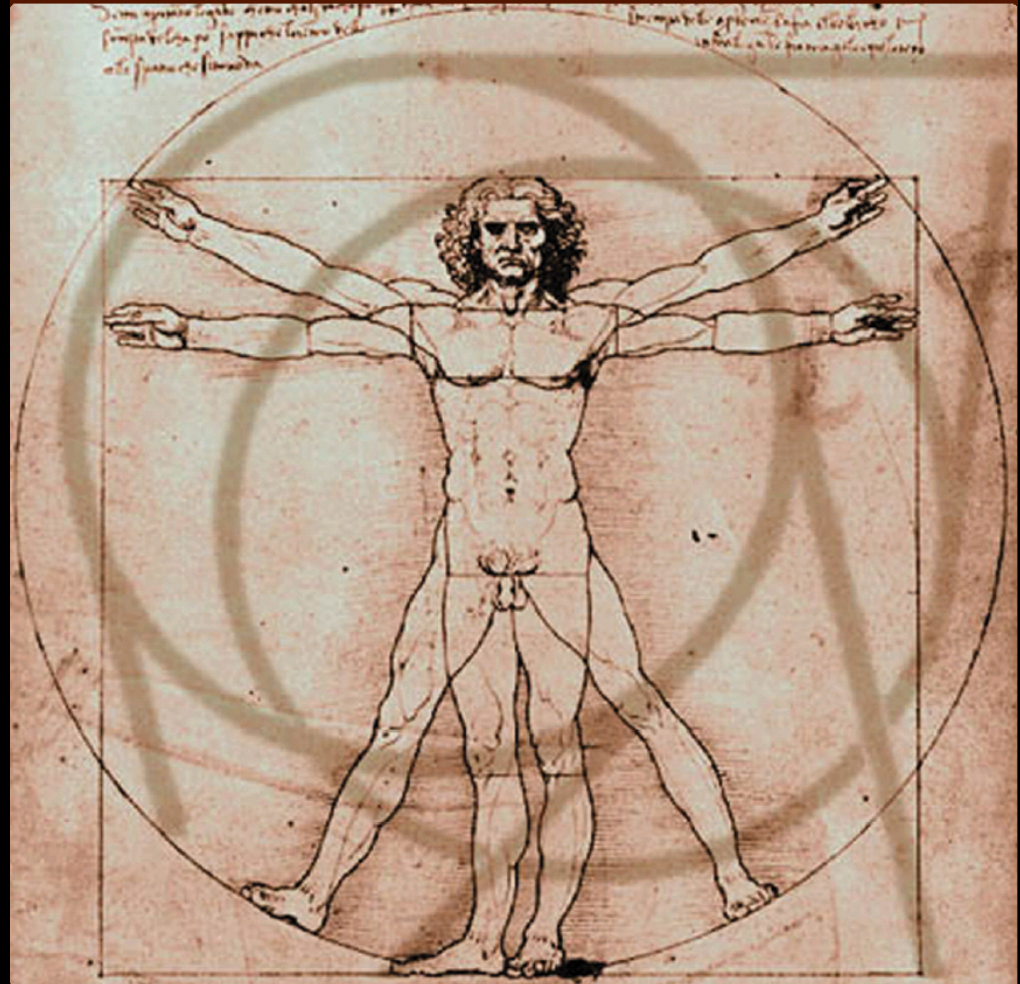
Vandaag... de mensheid



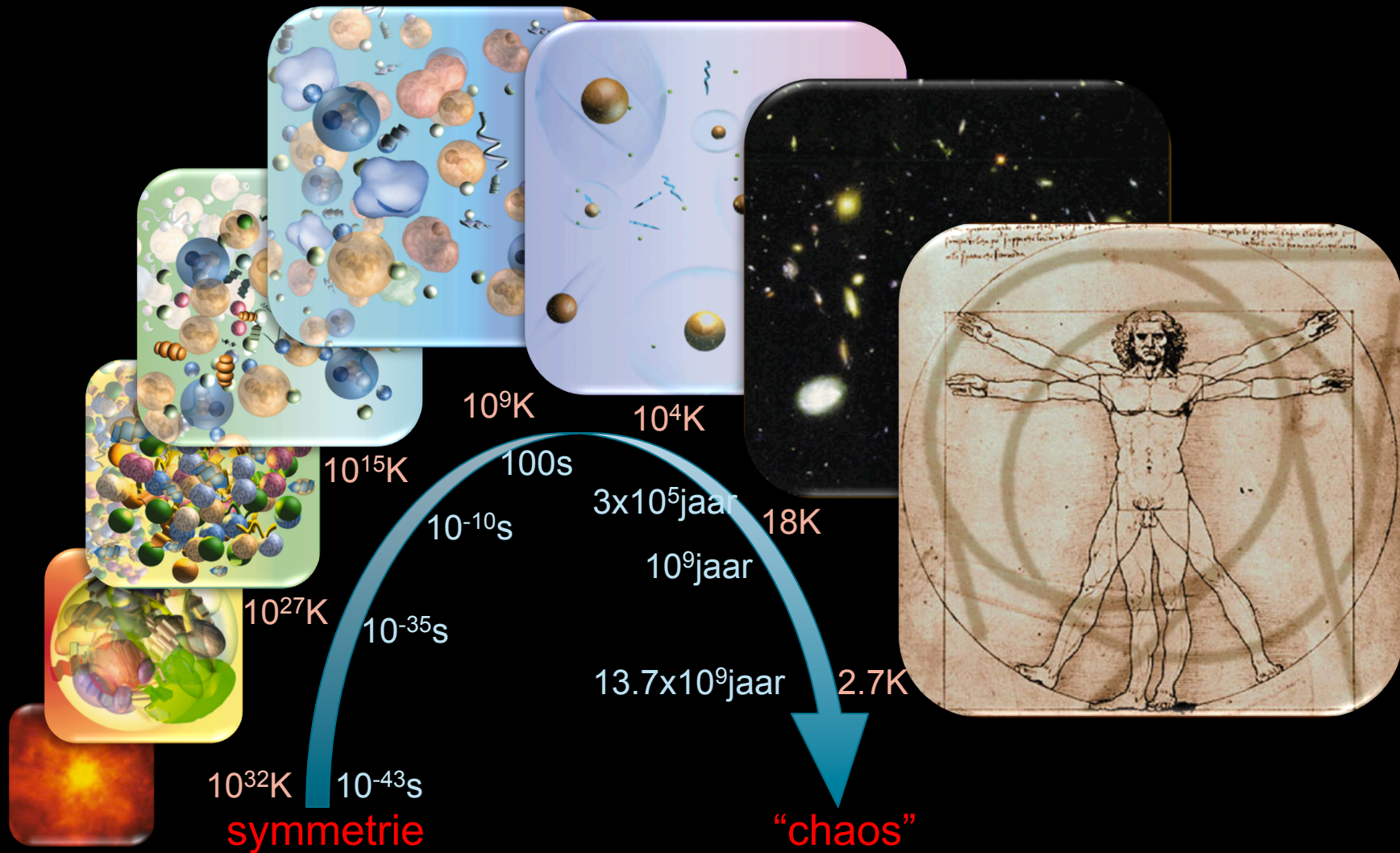
- tijd \approx 15 miljard jaar
- temperatuur \approx 3 K
- Chemische reacties overheersen en moleculen worden gevormd met atomen.

De mens begint zich af te vragen van waar het allemaal komt !!

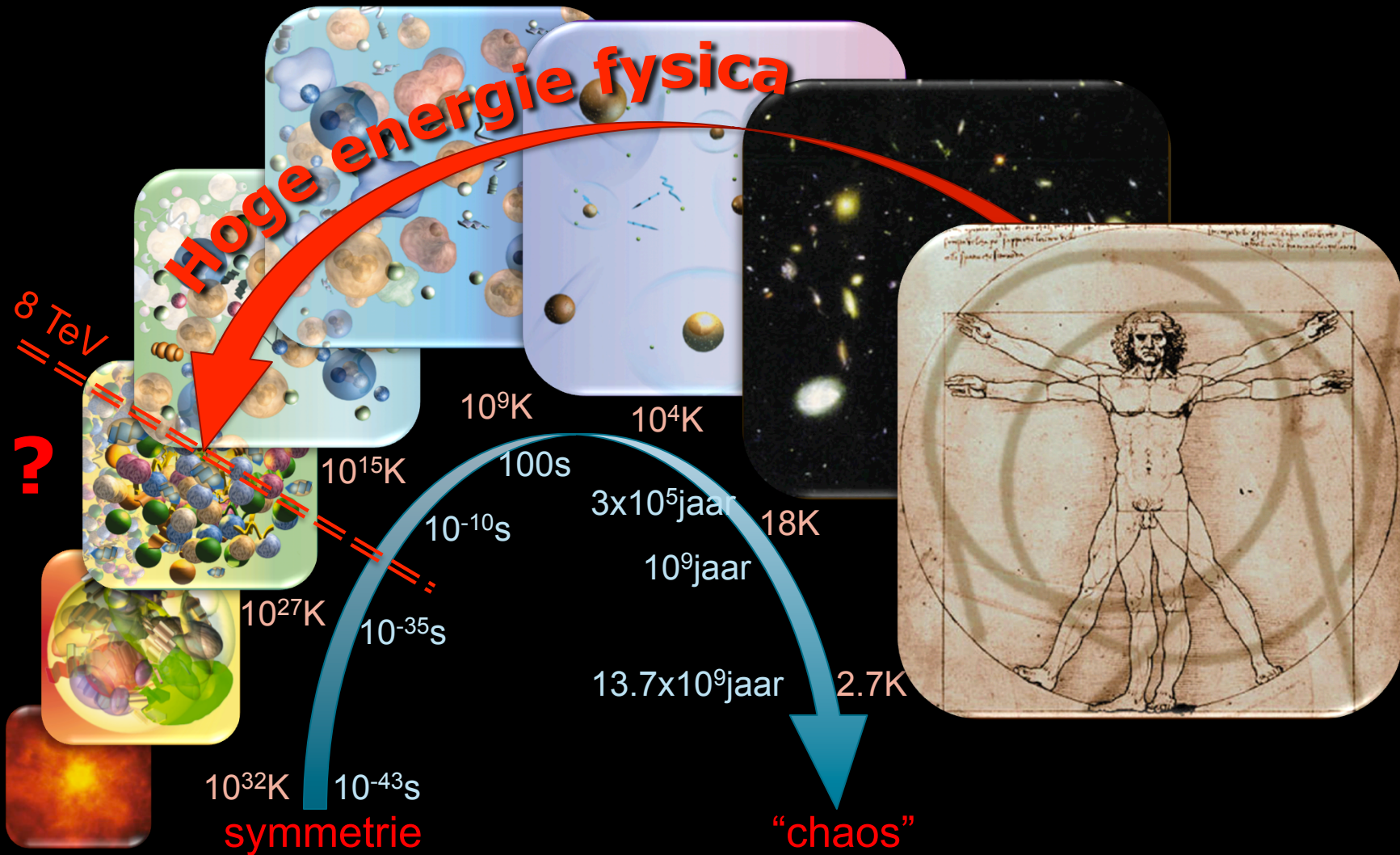
*13.7 miljard jaar later
(1% onzekerheid)*



Van de Big Bang tot nu...



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



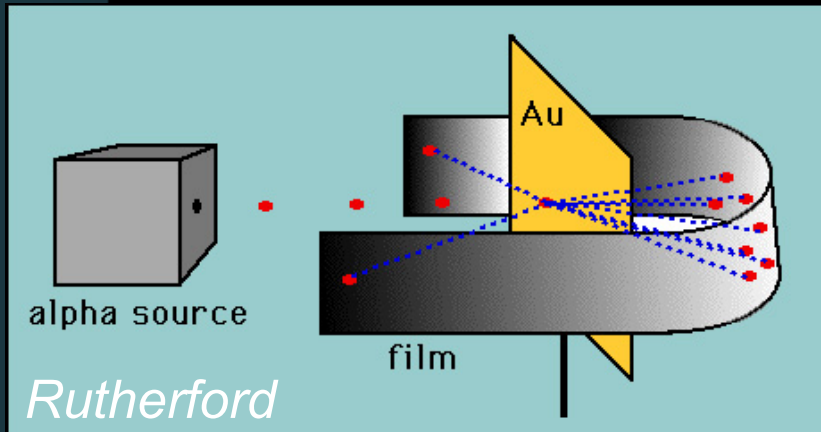
En nu in ons laboratorium...



Vrije Universiteit Brussel

Prof. Jorgen D'Hondt
jodhondt@vub.ac.be

Een Quantum Theorie over de atomen... volledig ?



Tegen 1930 was de atoomtheorie volledig opgebouwd en begrepen. Men beschreef atomen als bestaande uit een kern van protonen en neutronen (J. Chadwick), omringd door een wolk van elektronen. Deze drie deeltjes werden aanzien als de fundamentele bouwstenen van alle materie.

Maar veel open vragen bleven onbeantwoord :

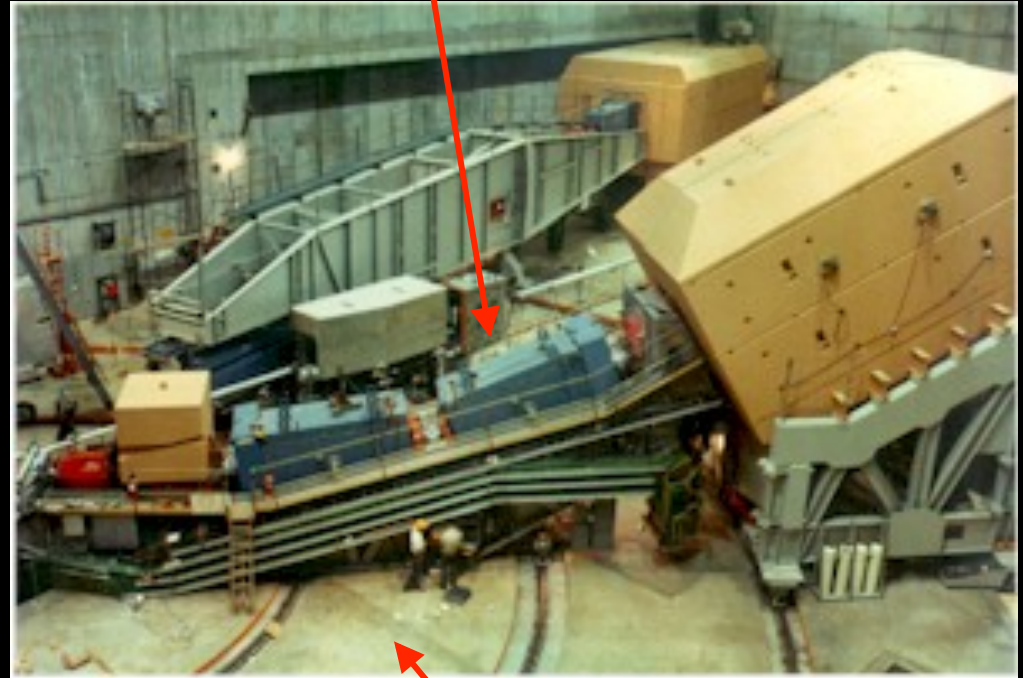
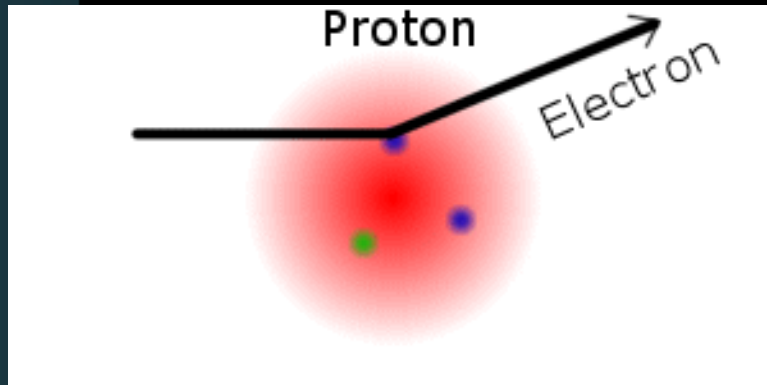
- ✓ *Hoe worden de positief geladen protonen binnen de kern samengehouden ?*
- ✓ *Hoe verklaren we het radio-actief verval van zware atoomkernen ?*

Alles samen een geweldige revolutie ten opzichte van de oudheid !!

Ontdekking van quarks in elektron-proton verstrooiing

(Experiment in de jaren 1960, Nobelprijs in 1990)

Wanneer men een bundel elektronen liet invallen op een vat vloeibaar waterstof, ontdekten men dat veel meer elektronen terugstoten dan verwacht indien men het proton beschouwd als een homogene sfeer materie.



magneet

spectrometer





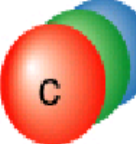
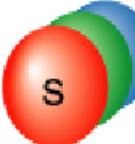






kan draaien om alle mogelijke hoeken te meten

Stanford Linear Accelerator Centre (SLAC)

Prof. Jorgen D'Hondt
jodhondt@vub.ac.be

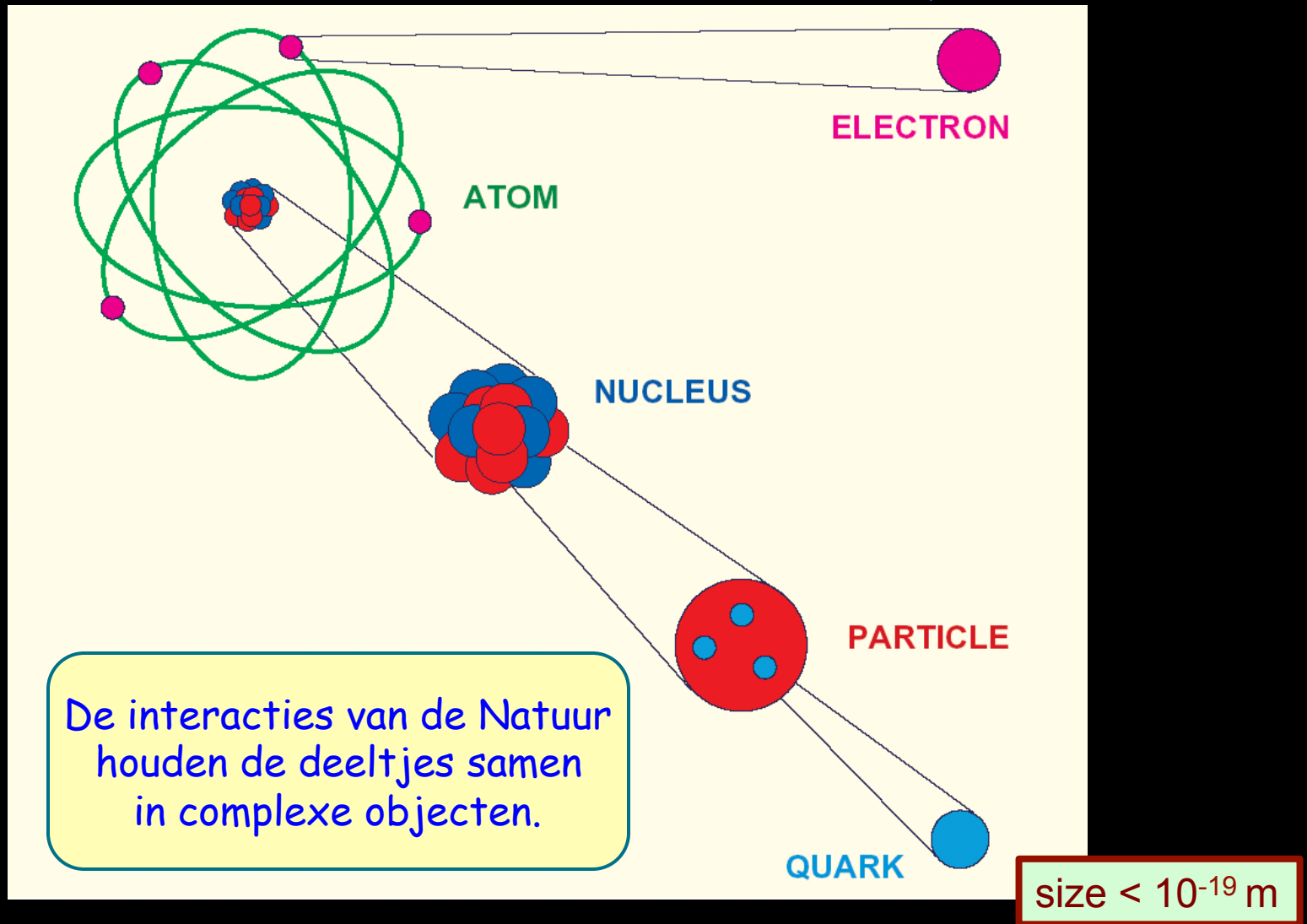
Deeltjes van het Standaard Model

Grotere massa ↑

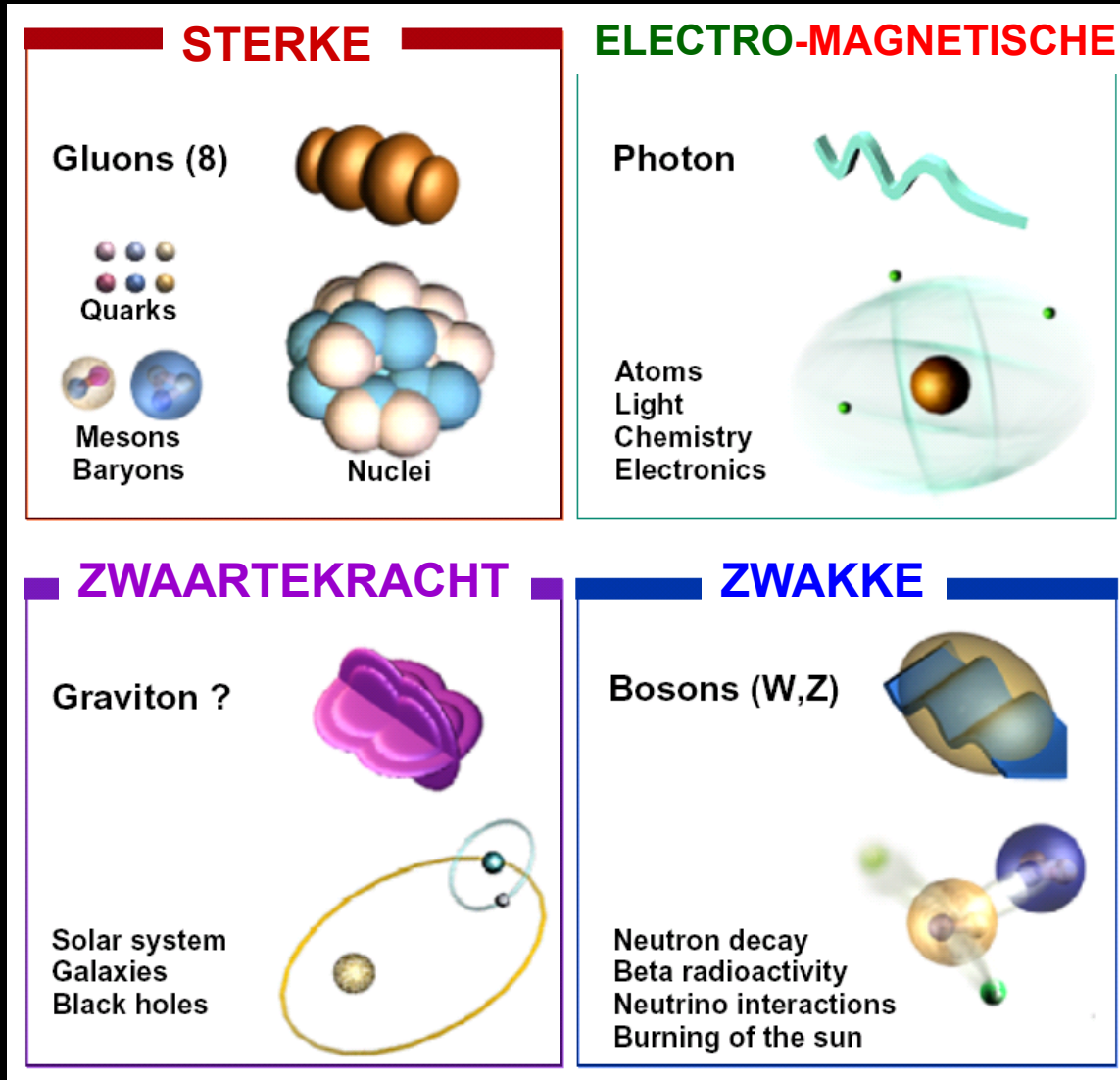
Quarks		Leptons	
 t Top	 b Bottom	 τ Tau	 ν_τ Tau-neutrino
 c Charm	 s Strange	 μ Muon	 ν_μ Muon-neutrino
 u Up	 d Down	 e Electron	 ν_e Electron-neutrino

+ anti-materie

Waar vinden we deze deeltjes...



Fundamentele krachten in de Natuur



Beschrijving van deeltjesinteracties

$$\begin{aligned}
 \mathcal{L} = & -\frac{1}{4}B_{\mu\nu}B^{\mu\nu} - \frac{1}{8}\text{tr}(\mathbf{W}_{\mu\nu}\mathbf{W}^{\mu\nu}) - \frac{1}{2}\text{tr}(\mathbf{G}_{\mu\nu}\mathbf{G}^{\mu\nu}) \\
 & + (\bar{\nu}_L, \bar{e}_L) \tilde{\sigma}^\mu i D_\mu \begin{pmatrix} \nu_L \\ e_L \end{pmatrix} + \bar{e}_R \sigma^\mu i D_\mu e_R + \bar{\nu}_R \sigma^\mu i D_\mu \nu_R \\
 & - \frac{\sqrt{2}}{v} \left[(\bar{\nu}_L, \bar{e}_L) \phi M^e e_R + \bar{e}_R M^{e*} \bar{\phi} \begin{pmatrix} \nu_L \\ e_L \end{pmatrix} \right] \\
 & - \frac{\sqrt{2}}{v} \left[(-\bar{e}_L, \bar{\nu}_L) \phi^* M^\nu \nu_R + \bar{\nu}_R M^{\nu*} \phi^T \begin{pmatrix} -e_L \\ \nu_L \end{pmatrix} \right] \\
 & + (\bar{u}_L, \bar{d}_L) \tilde{\sigma}^\mu i D_\mu \begin{pmatrix} u_L \\ d_L \end{pmatrix} + \bar{u}_R \sigma^\mu i D_\mu u_R + \bar{d}_R \sigma^\mu i D_\mu d_R \\
 & - \frac{\sqrt{2}}{v} \left[(\bar{u}_L, \bar{d}_L) \phi M^d d_R + \bar{d}_R M^{d*} \bar{\phi} \begin{pmatrix} u_L \\ d_L \end{pmatrix} \right] \\
 & - \frac{\sqrt{2}}{v} \left[(-\bar{d}_L, \bar{u}_L) \phi^* M^u u_R + \bar{u}_R M^{u*} \phi^T \begin{pmatrix} -d_L \\ u_L \end{pmatrix} \right] \\
 & + (\overline{D_\mu \phi}) D^\mu \phi - m_h^2 [\bar{\phi} \phi - v^2/2]^2/v^2, \\
 & + (\text{Hermitian conjugate of some terms}).
 \end{aligned}$$

$$\mathbf{V} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & c_{23} & s_{23} \\ 0 & -s_{23} & c_{23} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{-i\delta/2} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & e^{i\delta/2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_{13} & 0 & s_{13} \\ 0 & 1 & 0 \\ -s_{13} & 0 & c_{13} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{i\delta/2} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & e^{-i\delta/2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_{12} & s_{12} & 0 \\ -s_{12} & c_{12} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{W}_\mu \rightarrow U \mathbf{W}_\mu U^\dagger - (2i/g_2) U \partial_\mu U^\dagger, \quad \mathbf{W}_{\mu\nu} \rightarrow U \mathbf{W}_{\mu\nu} U^\dagger, \quad B_\mu \rightarrow B_\mu + (2/g_1) \partial_\mu \theta, \quad B_{\mu\nu} \rightarrow B_{\mu\nu}, \quad \phi \rightarrow e^{-i\theta} U \phi, \\
 & \begin{pmatrix} \nu_L \\ e_L \end{pmatrix} \rightarrow e^{i\theta} U \begin{pmatrix} \nu_L \\ e_L \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} u_L \\ d_L \end{pmatrix} \rightarrow e^{-i\theta/3} U \begin{pmatrix} u_L \\ d_L \end{pmatrix}, \quad \nu_R \rightarrow \nu_R, \quad u_R \rightarrow e^{-4i\theta/3} u_R, \\
 & e_R \rightarrow e^{2i\theta} e_R, \quad d_R \rightarrow e^{2i\theta/3} d_R,
 \end{aligned}$$

$$M^e = U_L^{e\dagger} \begin{pmatrix} m_e & 0 & 0 \\ 0 & m_\mu & 0 \\ 0 & 0 & m_\tau \end{pmatrix} U_L^e, \quad M^\nu = U_L^{\nu\dagger} \begin{pmatrix} m_{\nu_e} & 0 & 0 \\ 0 & m_{\nu_\mu} & 0 \\ 0 & 0 & m_{\nu_\tau} \end{pmatrix} U_L^\nu, \quad M^u = U_L^{u\dagger} \begin{pmatrix} m_u & 0 & 0 \\ 0 & m_c & 0 \\ 0 & 0 & m_t \end{pmatrix} U_L^u, \quad M^d = U_L^{d\dagger} \begin{pmatrix} m_d & 0 & 0 \\ 0 & m_s & 0 \\ 0 & 0 & m_b \end{pmatrix} U_L^d$$

$$\sigma^\mu = \left[\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \right]$$

$$\phi^T = (0, v + h)/\sqrt{2}$$

$$A_\mu = W_{11\mu} \sin\theta_w + B_\mu \cos\theta_w,$$

$$B_\mu = A_\mu \cos\theta_w - Z_\mu \sin\theta_w,$$

$$e = \begin{pmatrix} e_{L1} \\ e_{R1} \end{pmatrix}, \quad \nu_e = \begin{pmatrix} \nu_{L1} \\ \nu_{R1} \end{pmatrix}, \quad u = \begin{pmatrix} u_{L1} \\ u_{R1} \end{pmatrix}, \quad d = \begin{pmatrix} d_{L1} \\ d_{R1} \end{pmatrix},$$

$$\mu = \begin{pmatrix} e_{L2} \\ e_{R2} \end{pmatrix}, \quad \nu_\mu = \begin{pmatrix} \nu_{L2} \\ \nu_{R2} \end{pmatrix}, \quad c = \begin{pmatrix} u_{L2} \\ u_{R2} \end{pmatrix}, \quad s = \begin{pmatrix} d_{L2} \\ d_{R2} \end{pmatrix},$$

$$\tau = \begin{pmatrix} e_{L3} \\ e_{R3} \end{pmatrix}, \quad \nu_\tau = \begin{pmatrix} \nu_{L3} \\ \nu_{R3} \end{pmatrix}, \quad t = \begin{pmatrix} u_{L3} \\ u_{R3} \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} d_{L3} \\ d_{R3} \end{pmatrix},$$

$$\gamma^\mu = \begin{pmatrix} 0 & \sigma^\mu \\ \tilde{\sigma}^\mu & 0 \end{pmatrix} \quad \text{where } \gamma^\mu \gamma^\nu + \gamma^\nu \gamma^\mu = 2I g^{\mu\nu}.$$

$$D_\mu \begin{pmatrix} \nu_L \\ e_L \end{pmatrix} = \left[\partial_\mu - \frac{ig_1}{2} B_\mu + \frac{ig_2}{2} \mathbf{W}_\mu \right] \begin{pmatrix} \nu_L \\ e_L \end{pmatrix}, \quad D_\mu \begin{pmatrix} u_L \\ d_L \end{pmatrix} = \left[\partial_\mu + \frac{ig_1}{6} B_\mu + \frac{ig_2}{2} \mathbf{W}_\mu + ig \mathbf{G}_\mu \right] \begin{pmatrix} u_L \\ d_L \end{pmatrix},$$

$$D_\mu \nu_R = \partial_\mu \nu_R, \quad D_\mu e_R = [\partial_\mu - ig_1 B_\mu] e_R, \quad D_\mu u_R = \left[\partial_\mu + \frac{i2g_1}{3} B_\mu + ig \mathbf{G}_\mu \right] u_R, \quad D_\mu d_R = \left[\partial_\mu - \frac{ig_1}{3} B_\mu + ig \mathbf{G}_\mu \right] d_R,$$

$$D_\mu \phi = \left[\partial_\mu + \frac{ig_1}{2} B_\mu + \frac{ig_2}{2} \mathbf{W}_\mu \right] \phi.$$

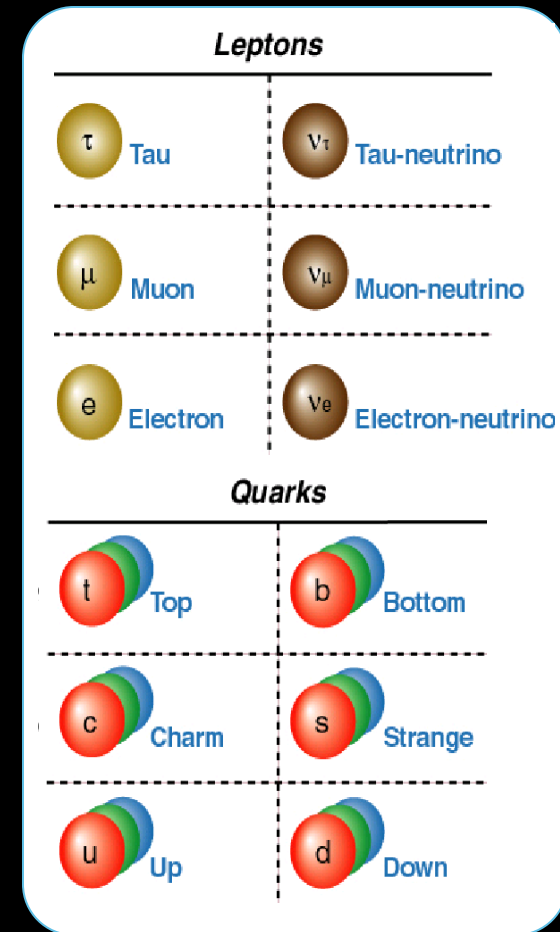
$$B_{\mu\nu} = \partial_\mu B_\nu - \partial_\nu B_\mu$$

$$\mathbf{W}_{\mu\nu} = \partial_\mu \mathbf{W}_\nu - \partial_\nu \mathbf{W}_\mu + ig_2 (\mathbf{W}_\mu \mathbf{W}_\nu - \mathbf{W}_\nu \mathbf{W}_\mu)/2,$$

$$\mathbf{G}_{\mu\nu} = \partial_\mu \mathbf{G}_\nu - \partial_\nu \mathbf{G}_\mu + ig (\mathbf{G}_\mu \mathbf{G}_\nu - \mathbf{G}_\nu \mathbf{G}_\mu).$$

Standaard Model & Symmetrie

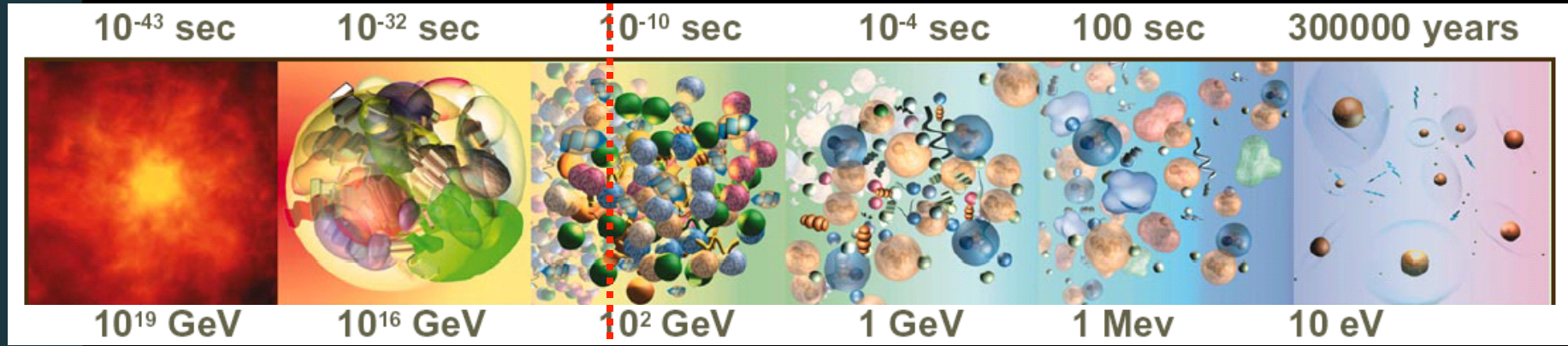
- Model om deeltjesinteracties te beschrijven gebaseerd op symmetriën in de Natuur
- De meeste symmetriën zijn kort na de Big Bang spontaan gebroken bij lagere energiën
 - Hoog energetische botsingen tonen effecten van verborgen fundamentele symmetriën
 - Hiermee kunnen we onze modellen testen
- Dit Standaard Model is geconfirmeerd door een lange reeks experimenten
- *Wat vinden we bij hogere energie...?*



Van de Big Bang tot nu ...

symmetrie

“chaos”



Experimenteel niet toegankelijk vandaag : andere theorieën trachten deze periode te beschrijven maar vandaag kunnen we die nog niet verifiëren !!

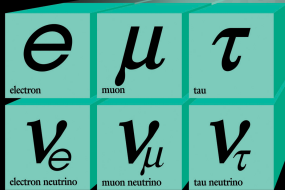
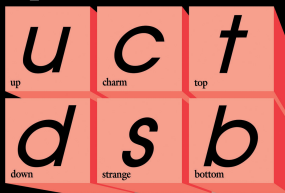
vandaag

Eén theorie die alles beschrijft :
Het Standaard Model

Veel open vragen...

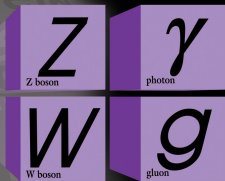
- Kan de zwaartekracht niet toetreden tot het Standaard Model ?
- Wat is de oorsprong van de massa van de deeltjes ?
- In hoeveel dimensies leven we ?
- Hebben we nu echt de fundamentele elementaire deeltjes ?

Quarks



Leptons

Forces



- Is het toevallig dat de elektron lading exact tegengesteld is aan die van het proton ?
- Waarom zijn er slechts drie families van fermionen ?
- Waarom is er meer materie dan anti-materie in ons universum ?
- Zijn protonen wel stabiel ?
- Wat zullen we observeren bij nog hogere temperaturen of energiën ?
- Hebben neutrino's een massa en zo ja, waarom is die zo klein ?
- ... nog vele meer !

Synoptic Map Übersichtskarte Carte synoptique Carta sinottica

Due to lack of space, not all lines are indicated. Subject to alterations.
Wegen Platzmangel sind nicht alle Linien angegeben. Änderungen vorbehalten.
Faute de place, toutes les lignes ne figurent pas sur cette carte. Sous réserve de modifications.
Per mancanza di spazio, non tutte le linee figurano sulla carta. Con riserva di modifiche.

Swiss Travel System's network of trains, buses and boats
Das Streckennetz des Swiss Travel System
Le réseau Swiss Travel System de trains, cars et bateaux
La rete Swiss Travel System di treni, autobus e battelli

— Railways
— Bahnen
— Trains
— Ferrovie
— Buses
— Autobusse
— Cars
— Autobus
— Cable cars, funiculars
— Seilbahnen
— Téléphériques, Funiculaires
— Funivie, Funicolari

— Boats
— Schiffe
— Bateaux
— Battelli
 No reductions
 Keine Ermäßigungen
 Aucune réduction
 Nessuna riduzione

0 10 20 30 km
0 1.12 Mio

Luzern

Luzern

Luzern



Innohub.net | Leuchter | Wien

© 2015 Swiss Travel System



Synoptic Map Übersichtskarte Carte synoptique Carta sinottica

Due to lack of space, not all lines are indicated. Subject to alterations.
Wegen Platzmangel sind nicht alle Linien angegeben. Änderungen vorbehalten.
Faute de place, toutes les lignes ne figurent pas sur cette carte. Sous réserve de modifications.
Per mancanza di spazio, non tutte le linee figurano sulla carta. Con riserva di modifiche.

Swiss Travel System's network of trains, buses and boats
Das Streckennetz des Swiss Travel System
Le réseau Swiss Travel System de trains, cars et bateaux
La rete Swiss Travel System di treni, autobus e battelli

- | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | Railways
Bahnen
Trains
Ferrovie | | Buses
Autobusse
Cars
Autobus | | Cable cars, funiculars
Seilbahnen
Télépheriques, Funiculaires
Funivie, Funicolari |
| | Boats
Schiffe
Bateaux
Battelli | | No reductions
Keine Ermäßigungen
Aucune réduction
Nessuna riduzione | | |

0 10 20 30 km
0 1.12 Mio

FRANCE

FRANCE

FRANCE

DEUTSCHLAND

Swiss Travel System





CERN



European Organization for Nuclear Research

The Twenty Member States of CERN



Member States (Dates of Accession)

 AUSTRIA (1959)	 DENMARK (1953)	 GREECE (1953)	 NORWAY (1953)	 SPAIN (1/1961-12/1968-1/1983)
 BELGIUM (1953)	 FINLAND (1991)	 HUNGARY (1992)	 POLAND (1991)	 SWEDEN (1953)
 BULGARIA (1999)	 FRANCE (1953)	 ITALY (1953)	 PORTUGAL (1986)	 SWITZERLAND (1953)
 CZECH FR (1993)	 GERMANY (1953)	 NETHERLANDS (1953)	 SLOVAK FR (1993)	 UNITED KINGDOM (1953)

CERN AC/DI/MM - E536B 1999 - 15/6/99



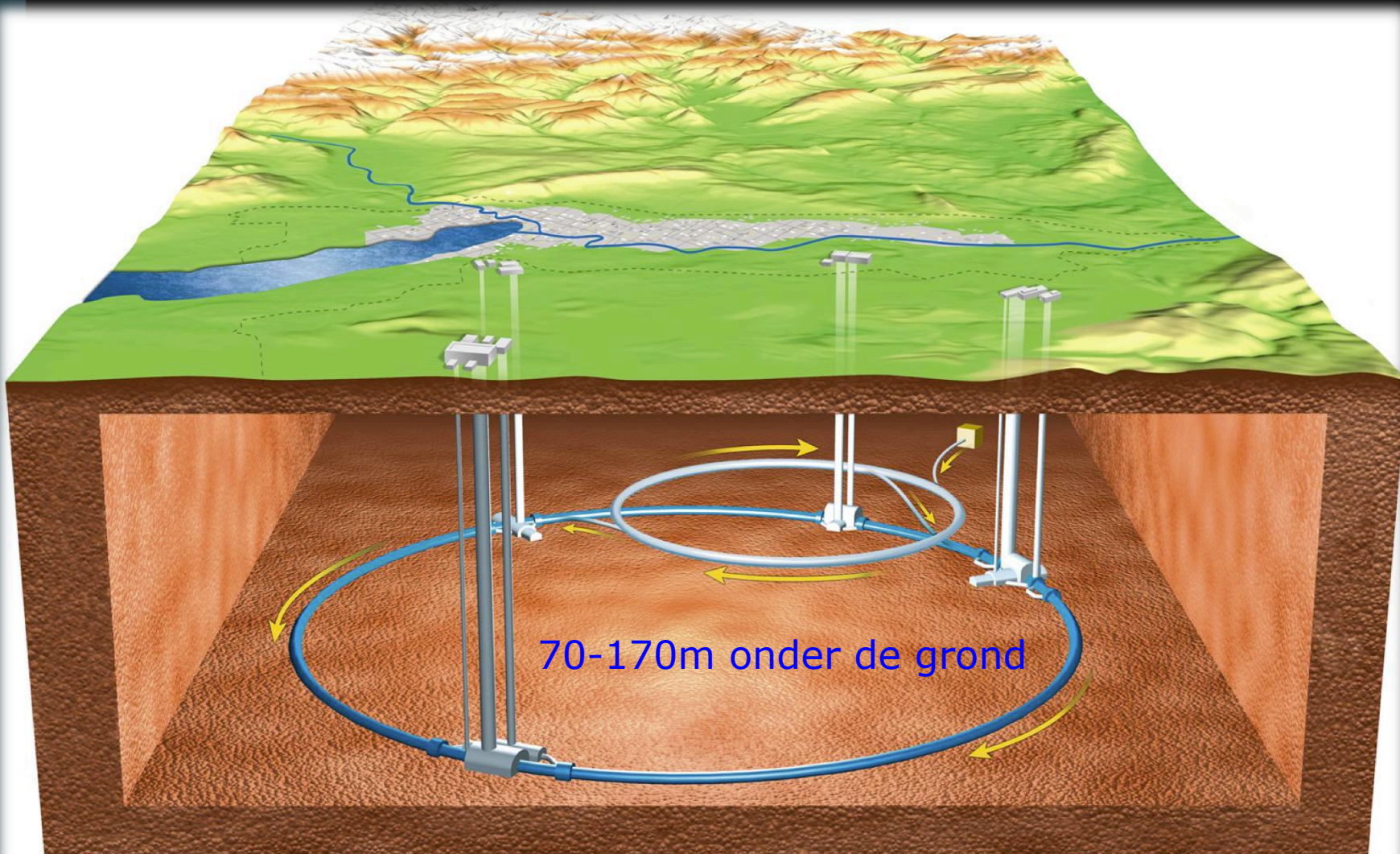
Vrije Universiteit Brussel

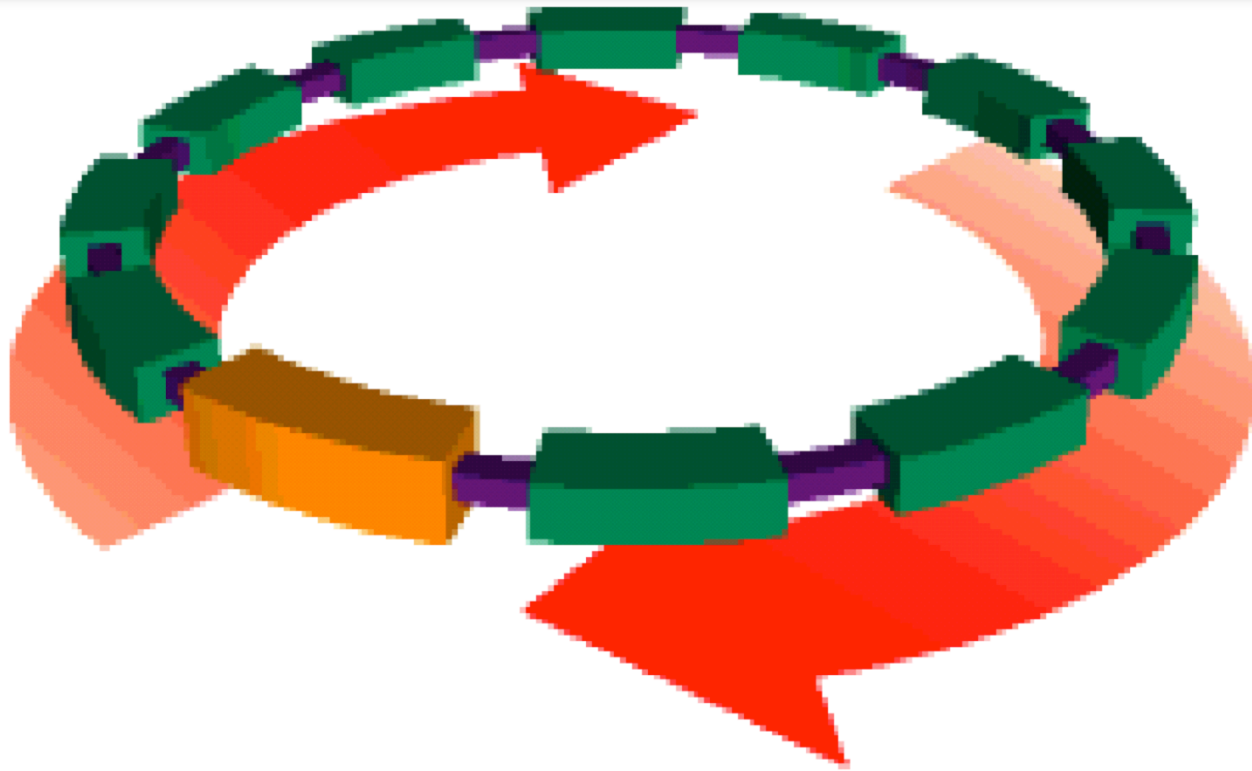
Prof. Jorgen D'Hondt
jodhondt@vub.ac.be

De Large Hadron Collider de nieuwe deeltjesversneller van het CERN



Frontline van fysica onderzoek voor de volgende 10 jaar!





Deeltjes afbuiger (magneet)



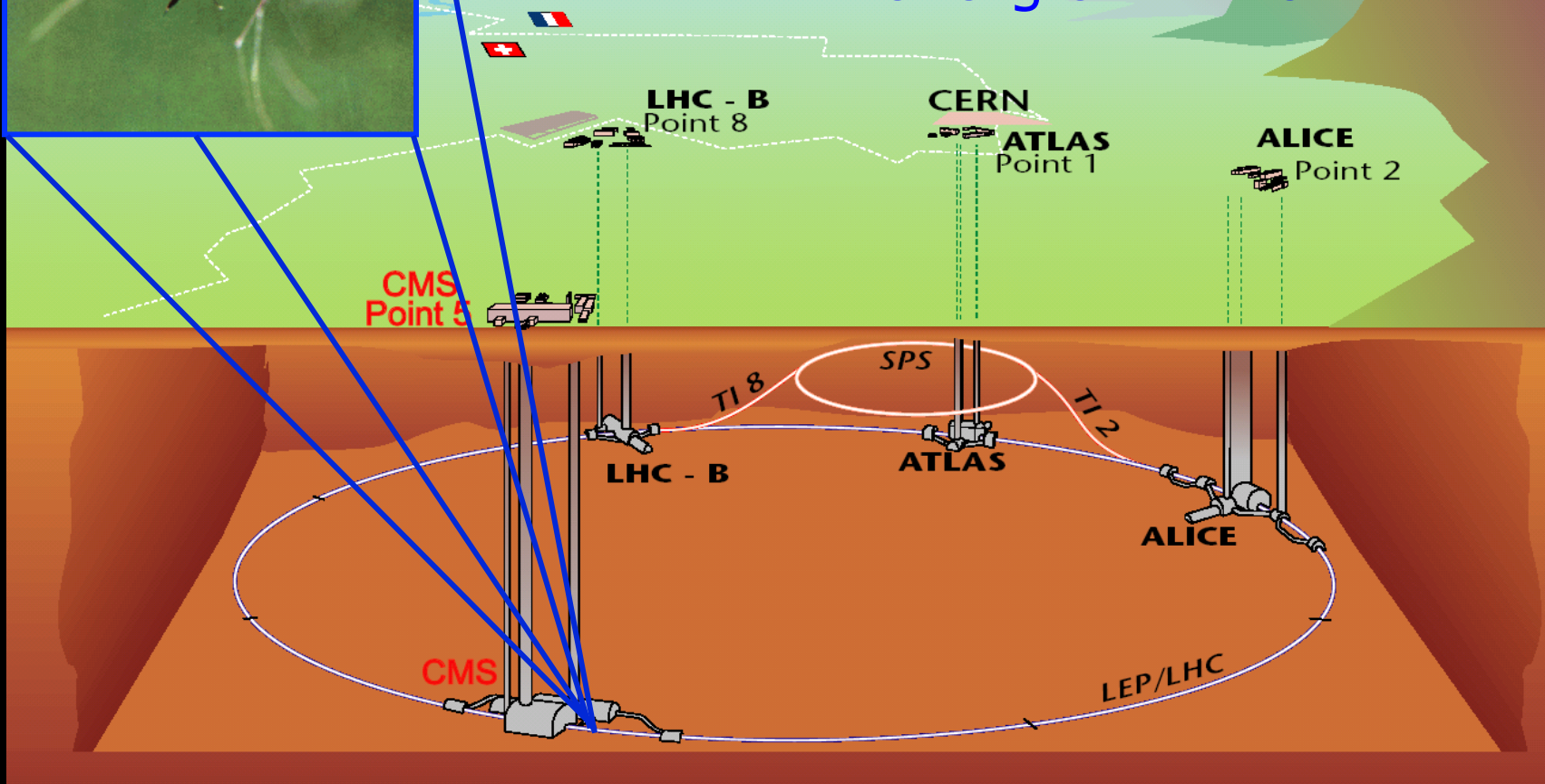
Deeltjes versneller (spanningsverschil)



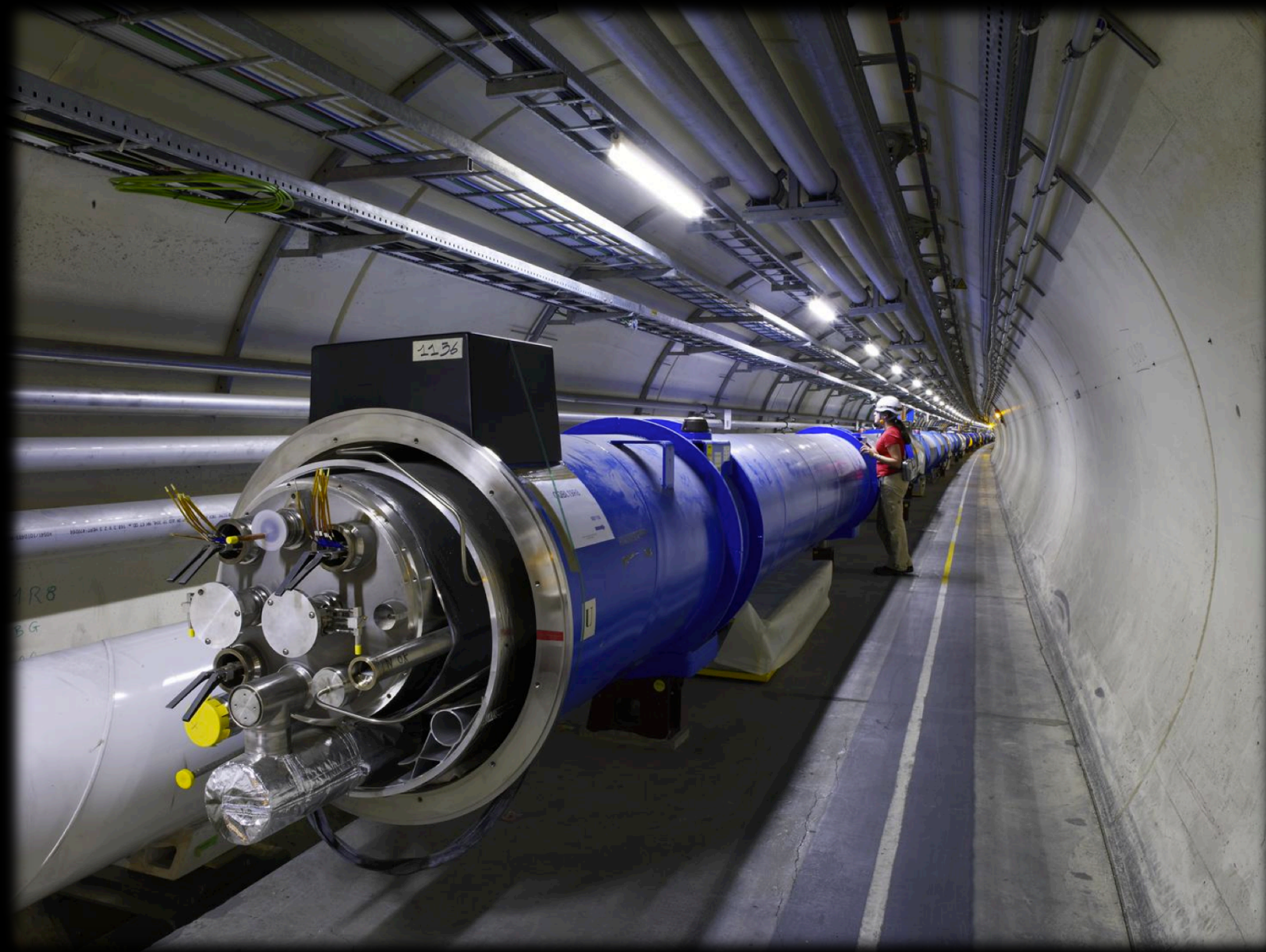
Bewegingsenergie
van een vlieg
 $\sim 1 \text{ TeV}$



Botsingen van protonen bij LHC
energie = 7 TeV

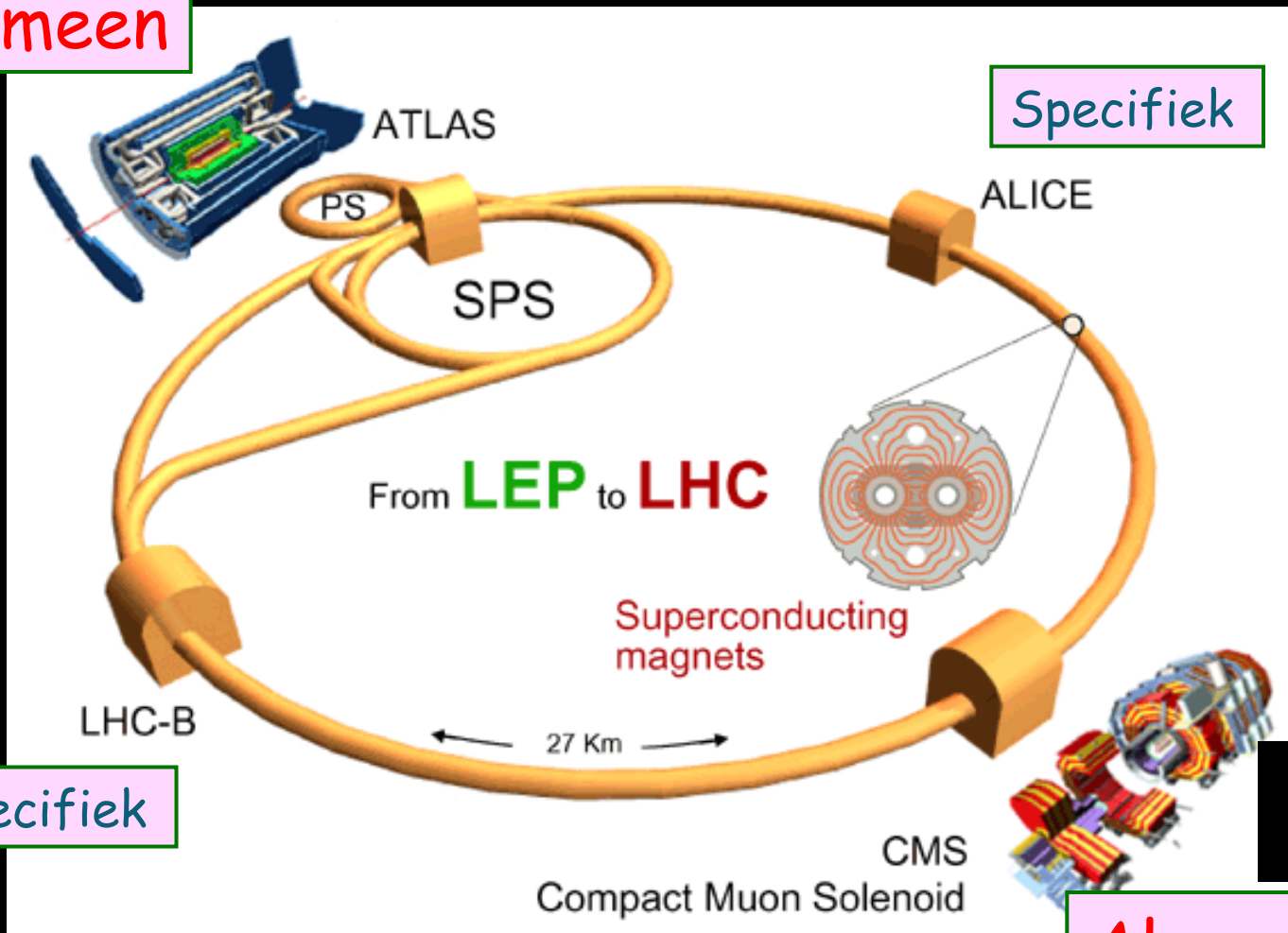


Samengeperst in een ruimte $\sim 10^{12}$ keer kleiner dan de vlieg !!



Verschillende experimenten bij de LHC

Algemeen

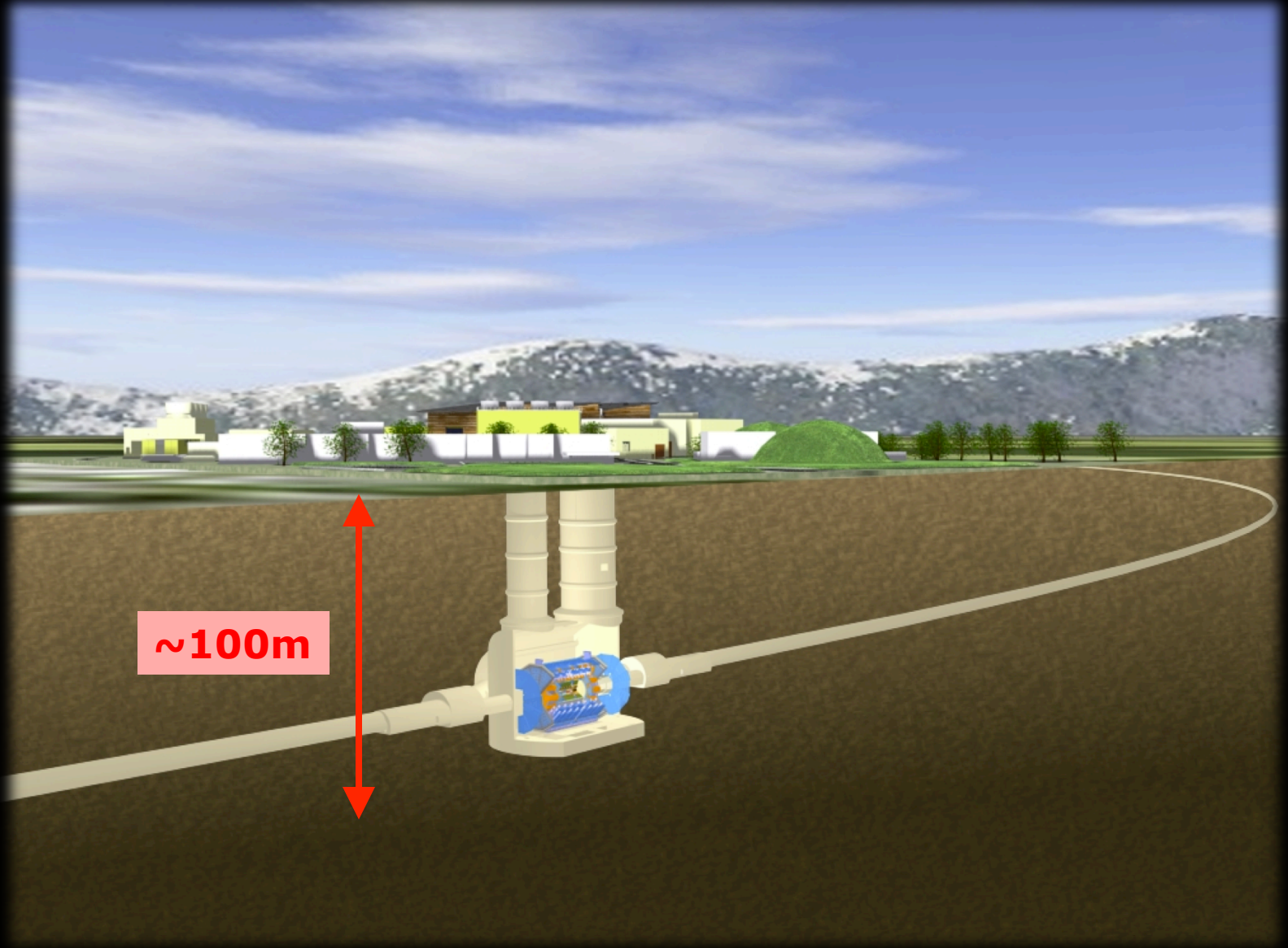


Specifiek

Specifiek

Algemeen





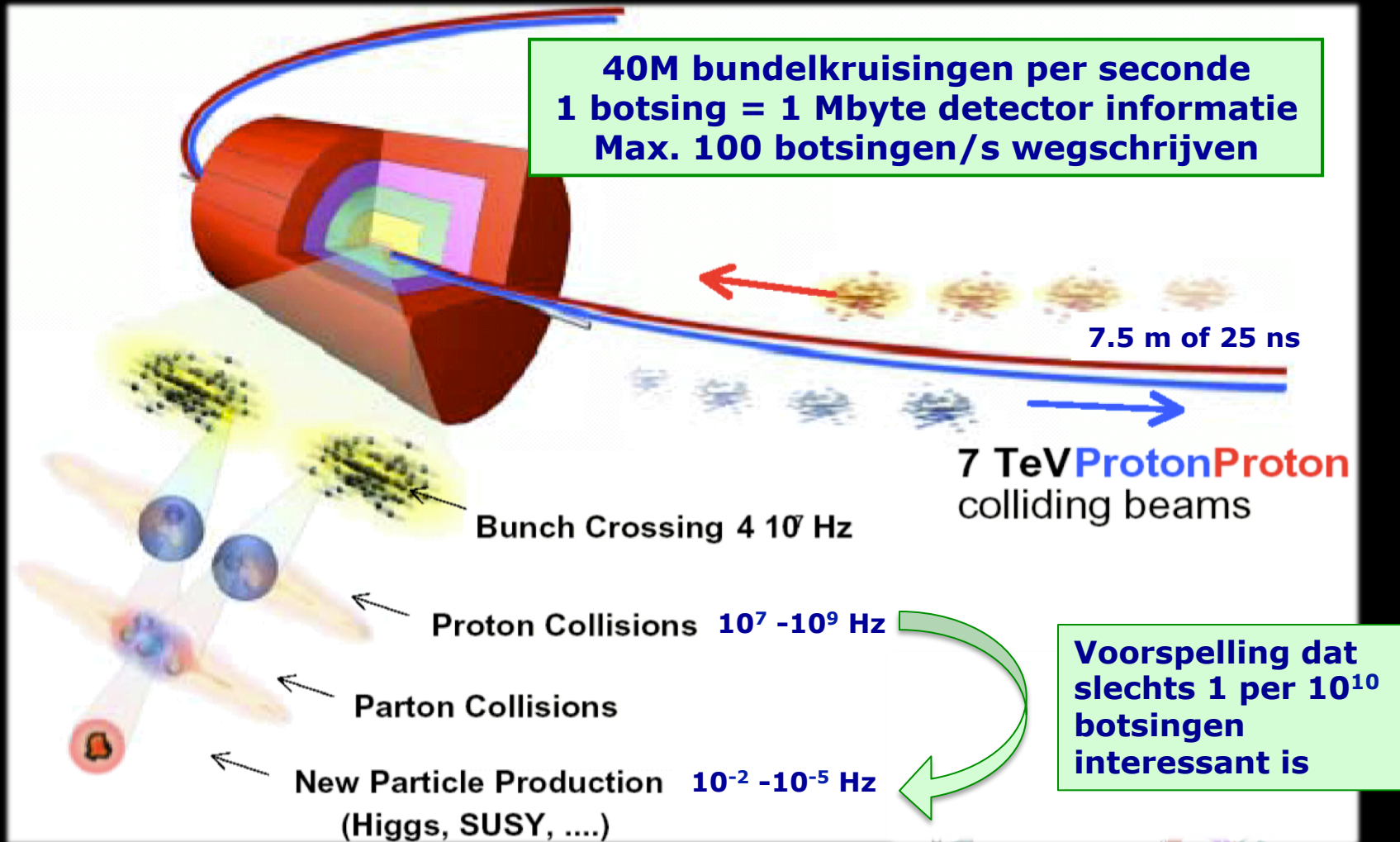
~100m



CMS Tracker installed Dec '07

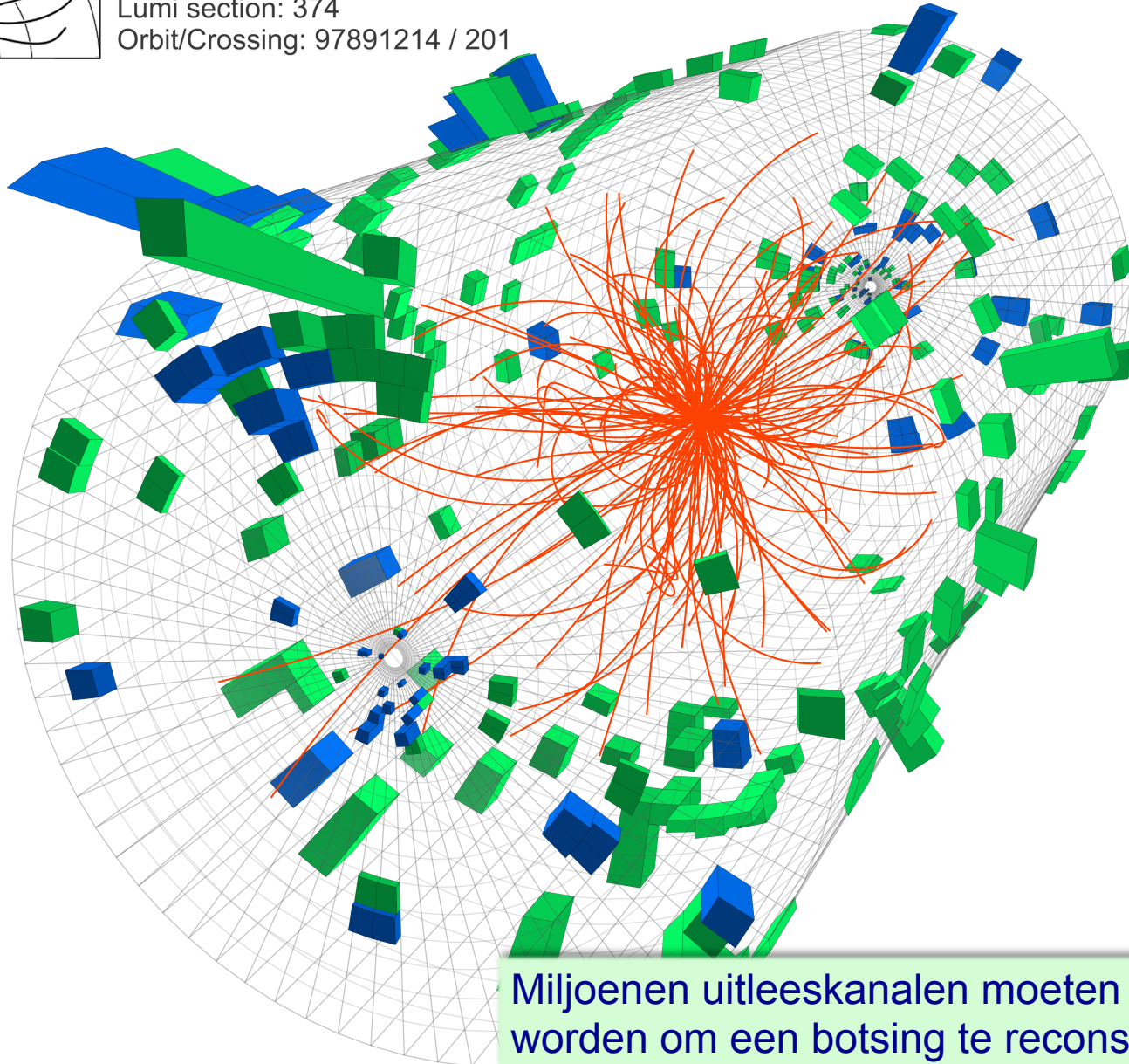


Proton botsingen bij de LHC te CERN

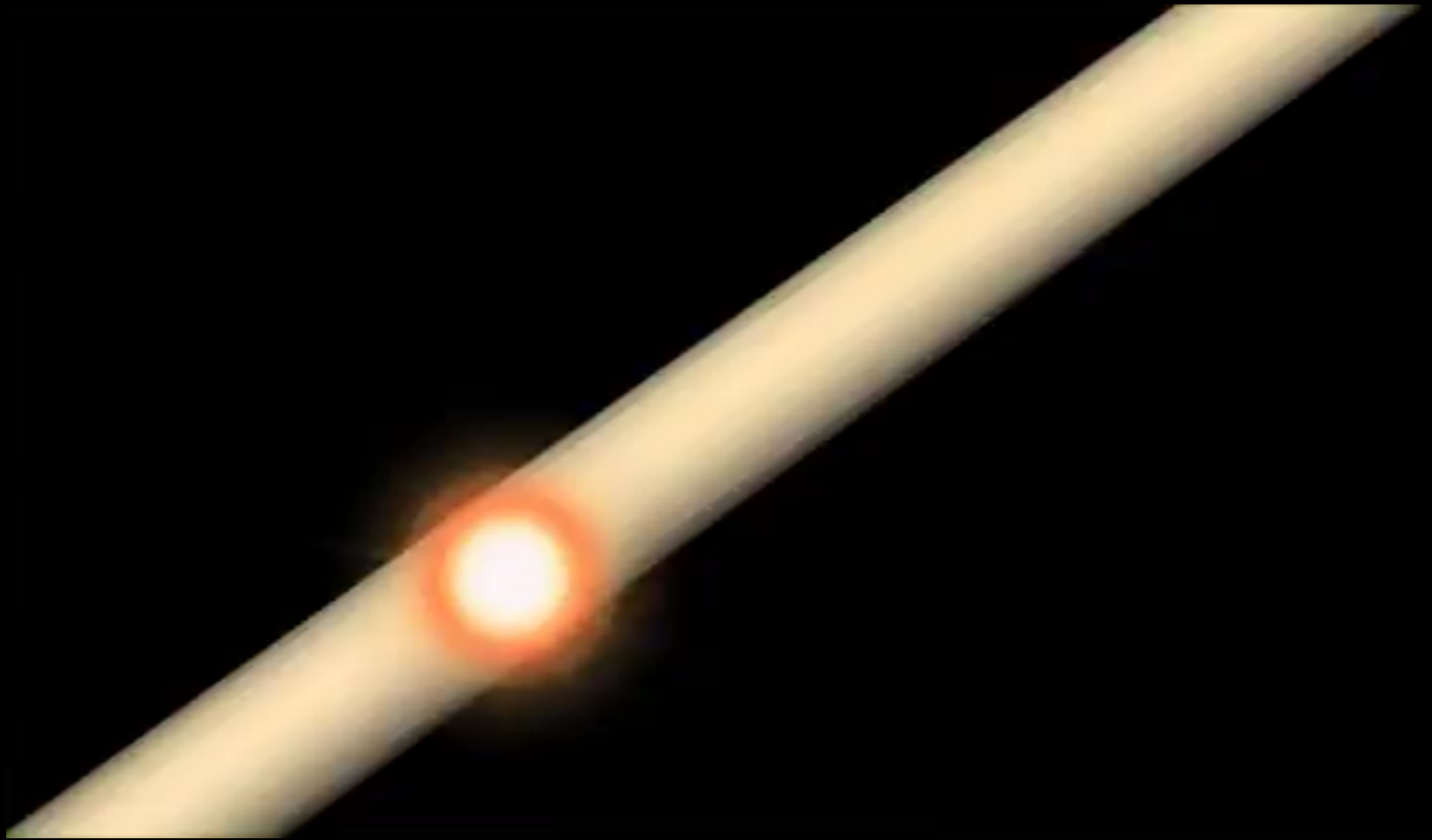




CMS Experiment at LHC, CERN
Data recorded: Sun May 23 07:22:37 2010 CEST
Run/Event: 136066 / 36977523
Lumi section: 374
Orbit/Crossing: 97891214 / 201



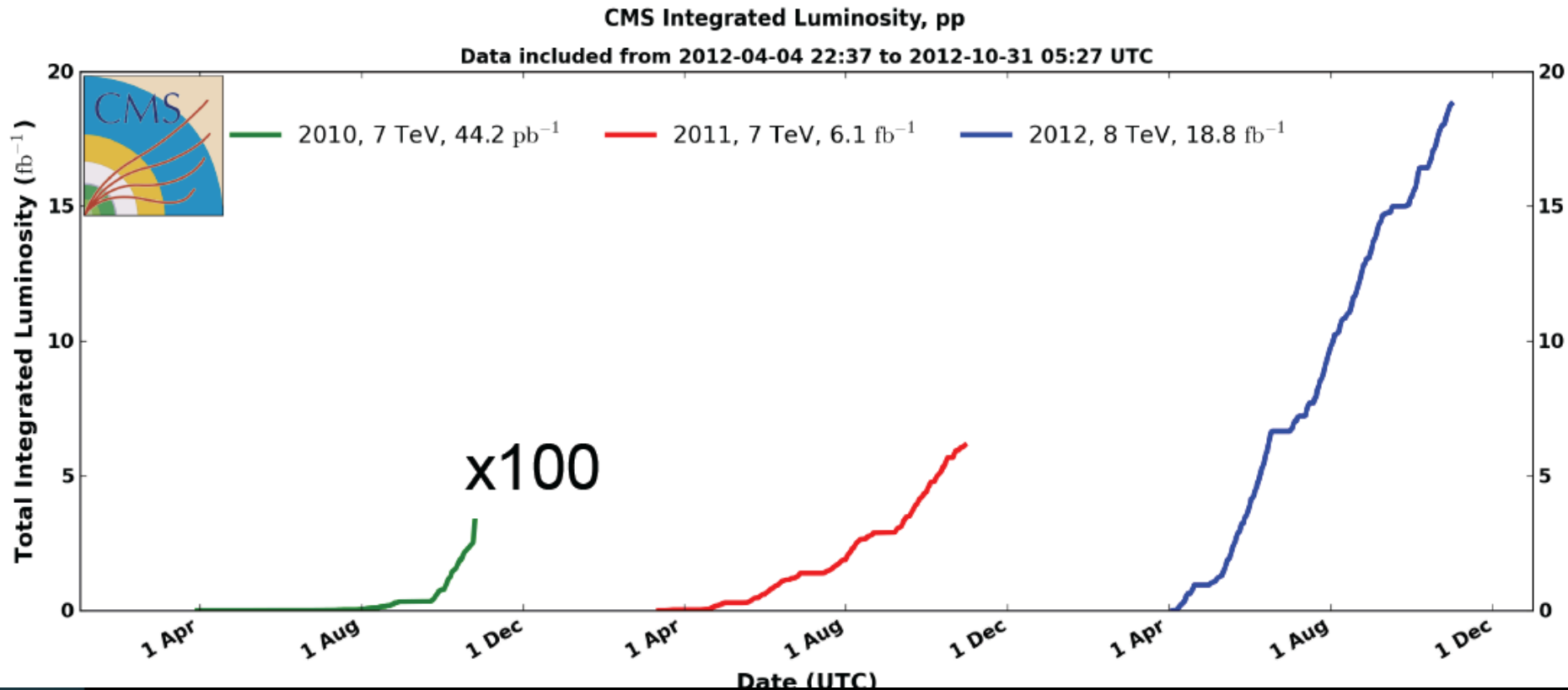
Miljoenen uitleeskanalen moeten verbonden worden om een botsing te reconstrueren



Vrije Universiteit Brussel

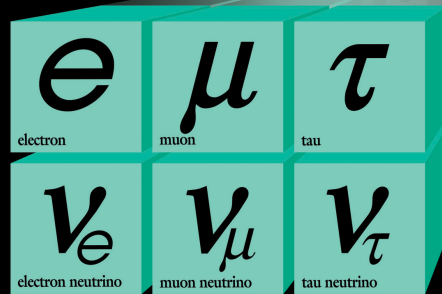
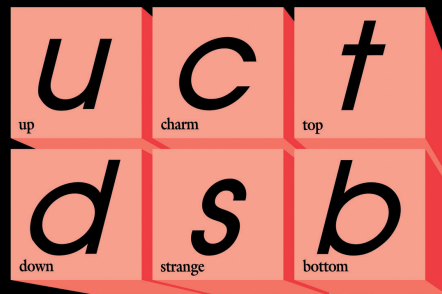
Prof. Jorgen D'Hondt
jodhondt@vub.ac.be

Hoeveelheid gegevens



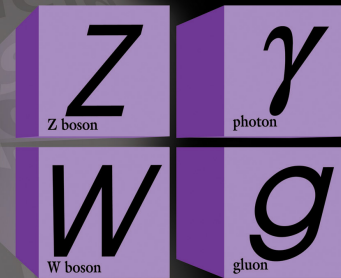
Higgs deeltje: *to be or not to be*

Quarks



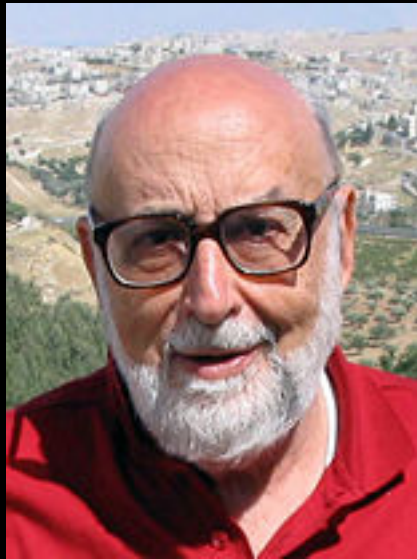
Leptons

Forces



Higgs deeltje: *the history...*

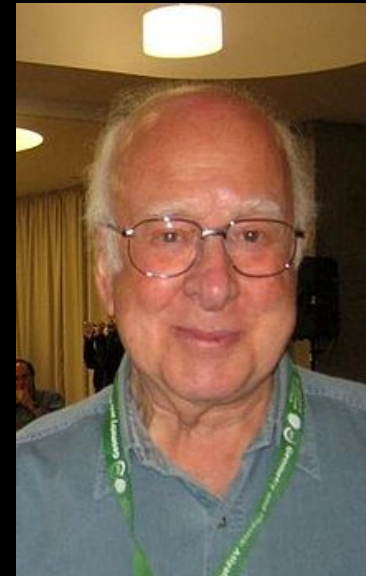
Started around 1964



F. Englert



R. Brout



P. Higgs

Higgs deeltje: *the history...*

VOLUME 13, NUMBER 9

PHYSICAL REVIEW LETTERS

31 AUGUST 1964

BROKEN SYMMETRY AND THE MASS OF GAUGE VECTOR MESONS*

F. Englert and R. Brout

Faculté des Sciences, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgium

(Received 26 June 1964)

It is of interest to inquire whether gauge vector mesons acquire mass through interaction¹; by a gauge vector meson we mean a Yang-Mills field² associated with the extension

those vector mesons which are coupled to currents that "rotate" the original vacuum are the ones which acquire mass [see Eq. (6)].

BROKEN SYMMETRIES, MASSLESS PARTICLES AND GAUGE FIELDS

P. W. HIGGS

Tait Institute of Mathematical Physics, University of Edinburgh, Scotland

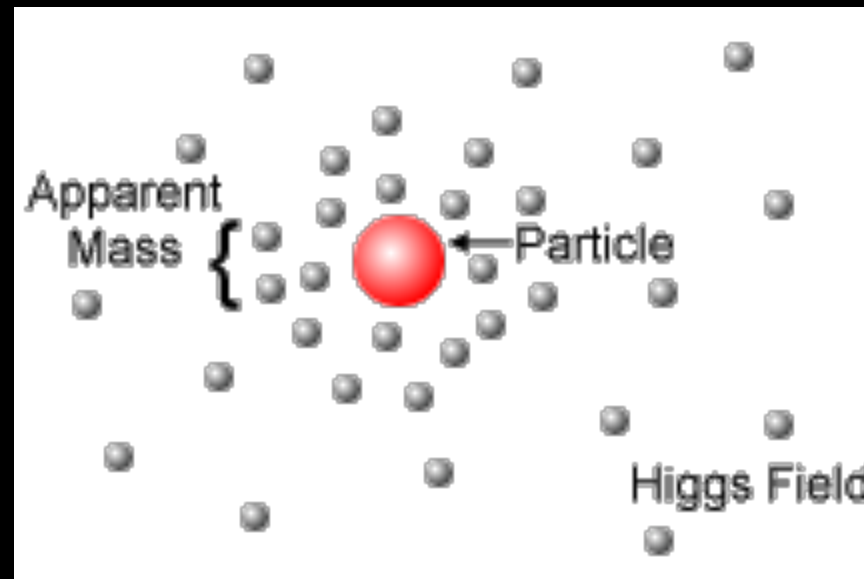
(Received 27 July 1964)

Recently a number of people have discussed the Goldstone theorem^{1,2}: that any solution of a Lorentz-invariant theory which violates an inter-

ever, gave a proof that the failure of the Goldstone theorem in the nonrelativistic case is of a type which cannot exist when Lorentz invariance is im-

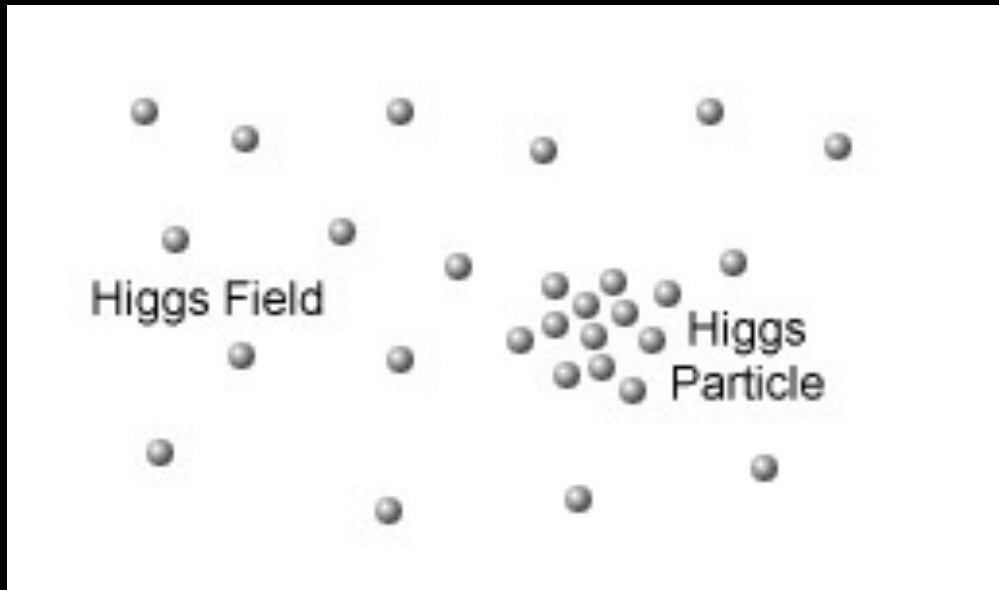
Higgs deeltje: *the mechanism...*

Een speciaal veld vult de volledige ruimte, en deeltjes die erdoor vliegen worden gehinderd door het Higgs veld... en met deze interactie krijgen we een fundamentele massa voor het deeltje (een kwantumeigenschap van het deeltje).



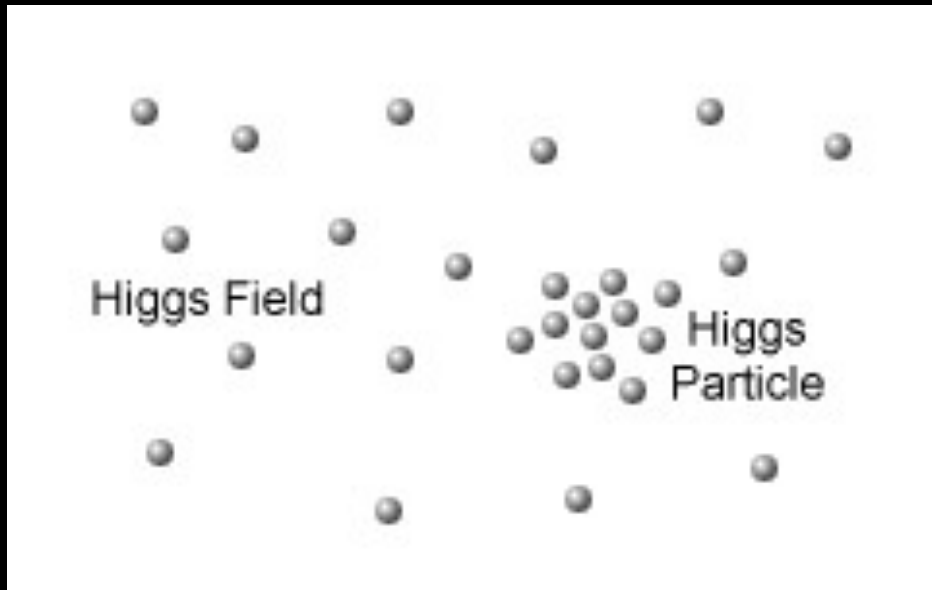
Higgs deeltje: *the mechanism...*

Een neveneffect is dat het veld zelf ook Higgs deeltjes maakt, een zelfinteractie. De enige parameter waarmee het mechanisme volledig beschreven is, is de massa van dit Higgs deeltje.

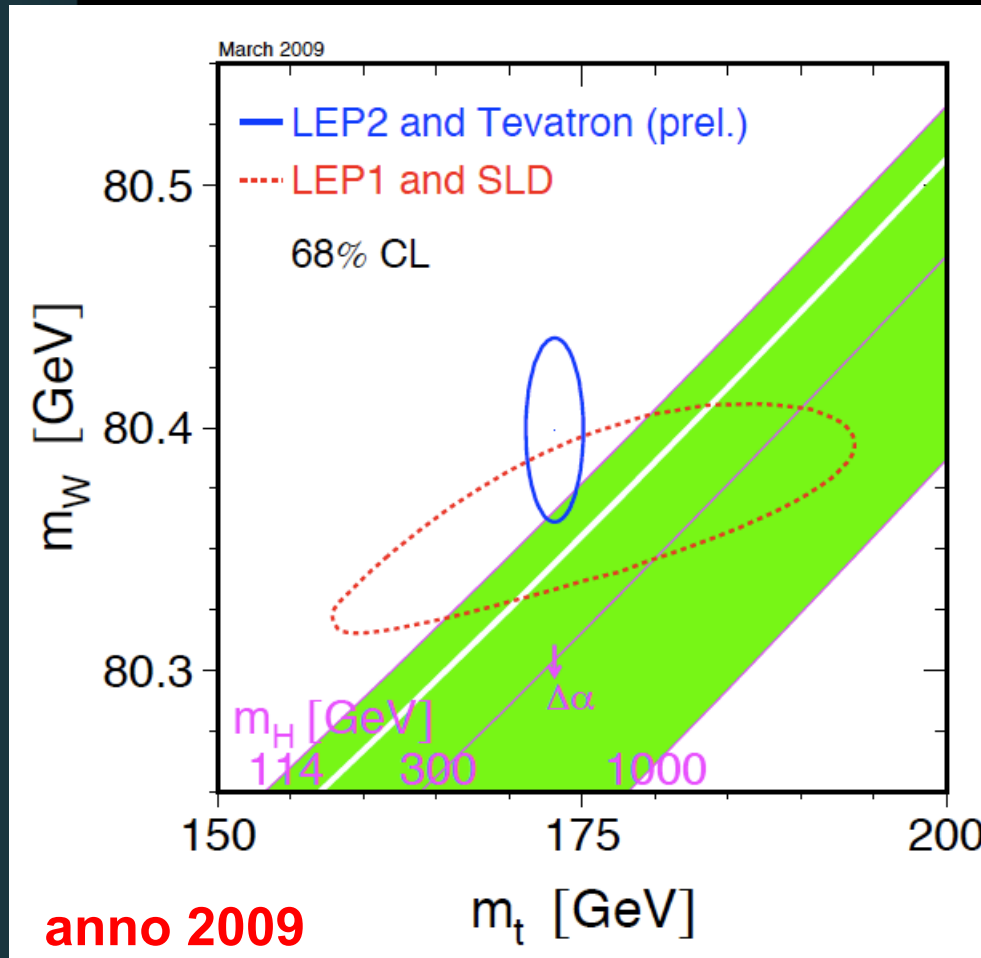


Higgs deeltje: *the mechanism...*

Een neveneffect is dat het veld zelf ook Higgs deeltjes maakt, een zelfinteractie. De enige parameter waarmee het mechanisme volledig beschreven is, is de massa van dit Higgs deeltje.



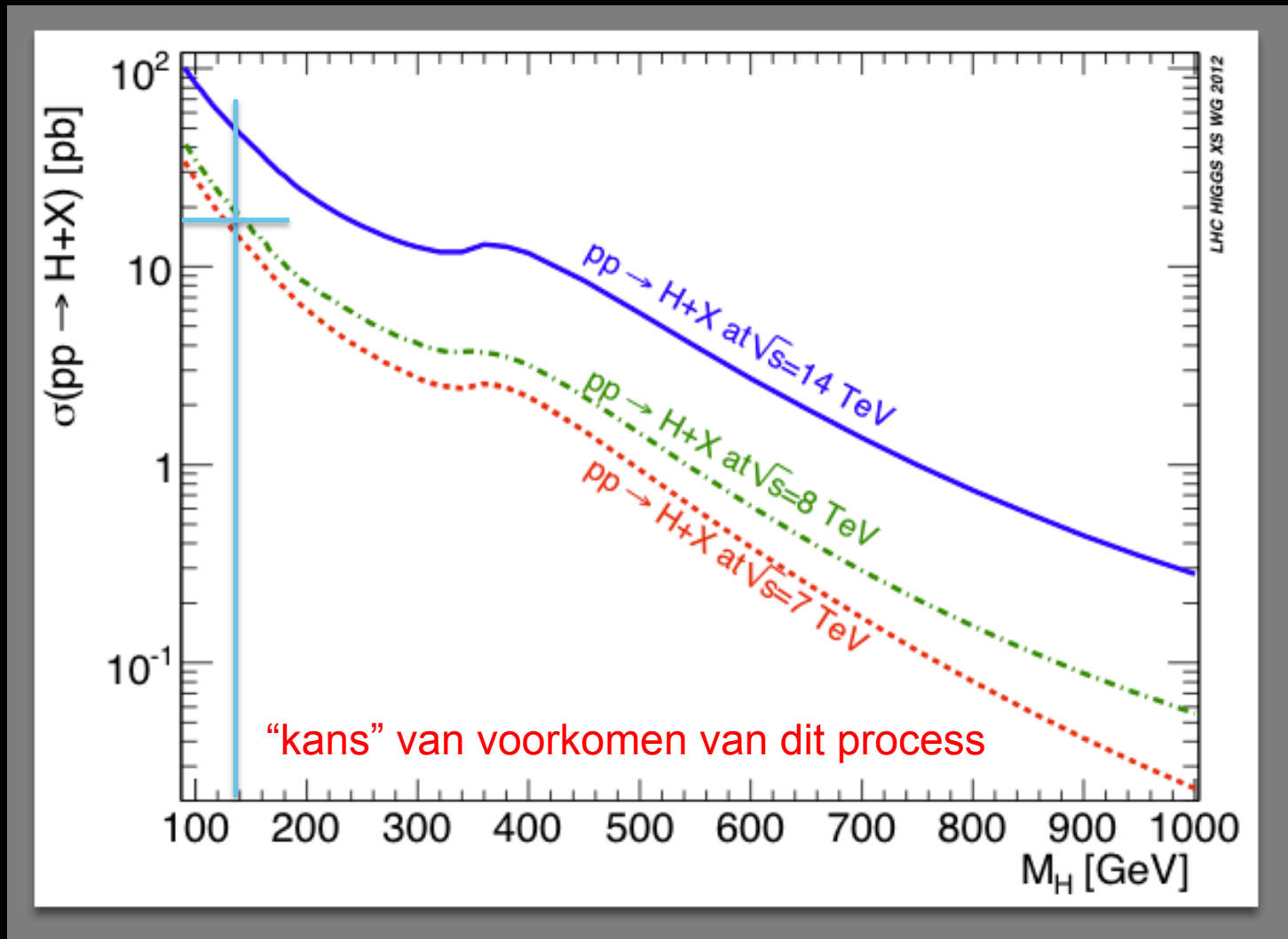
Higgs deeltje: *the search...*



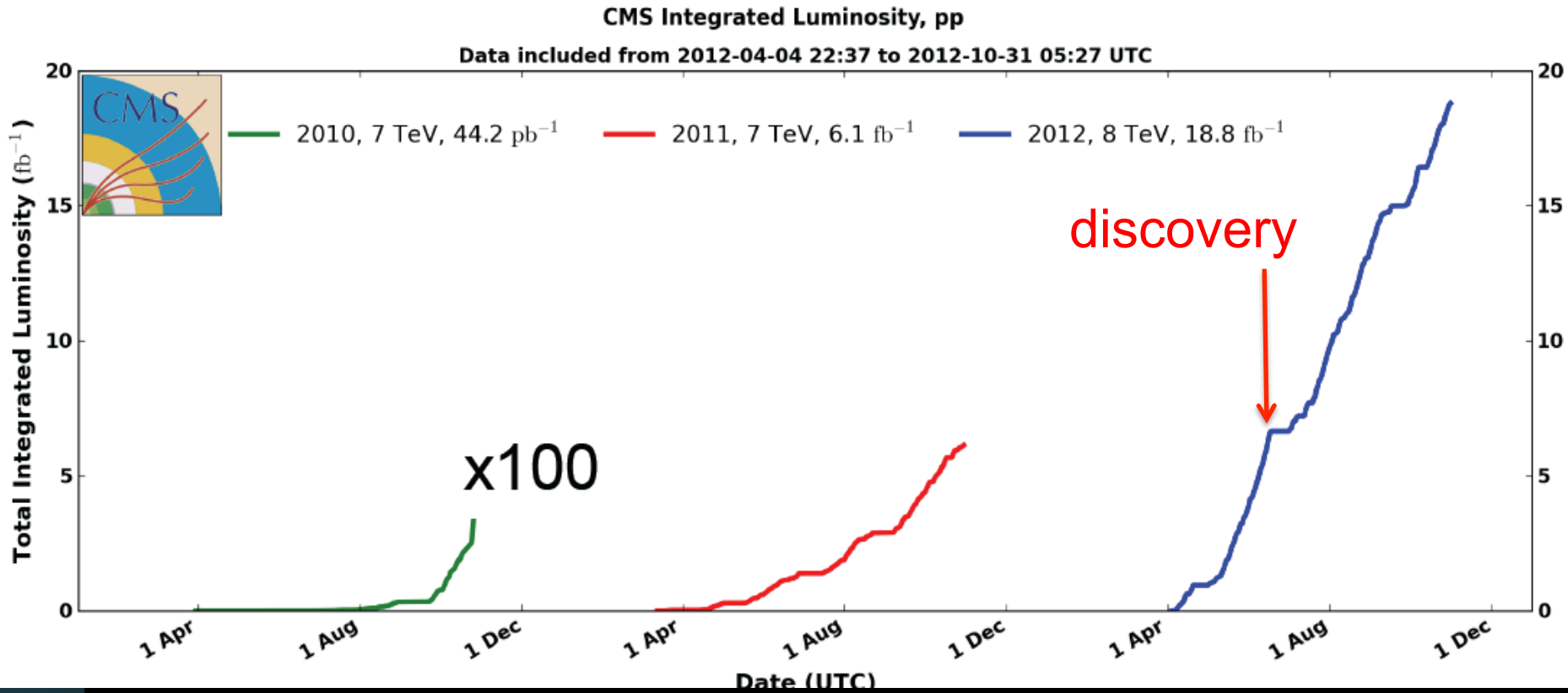
Metingen in het verleden hebben ons inzicht gegeven waar we het Higgs boson moeten zoeken.

Bij een massa van ongeveer 115-200 GeV.

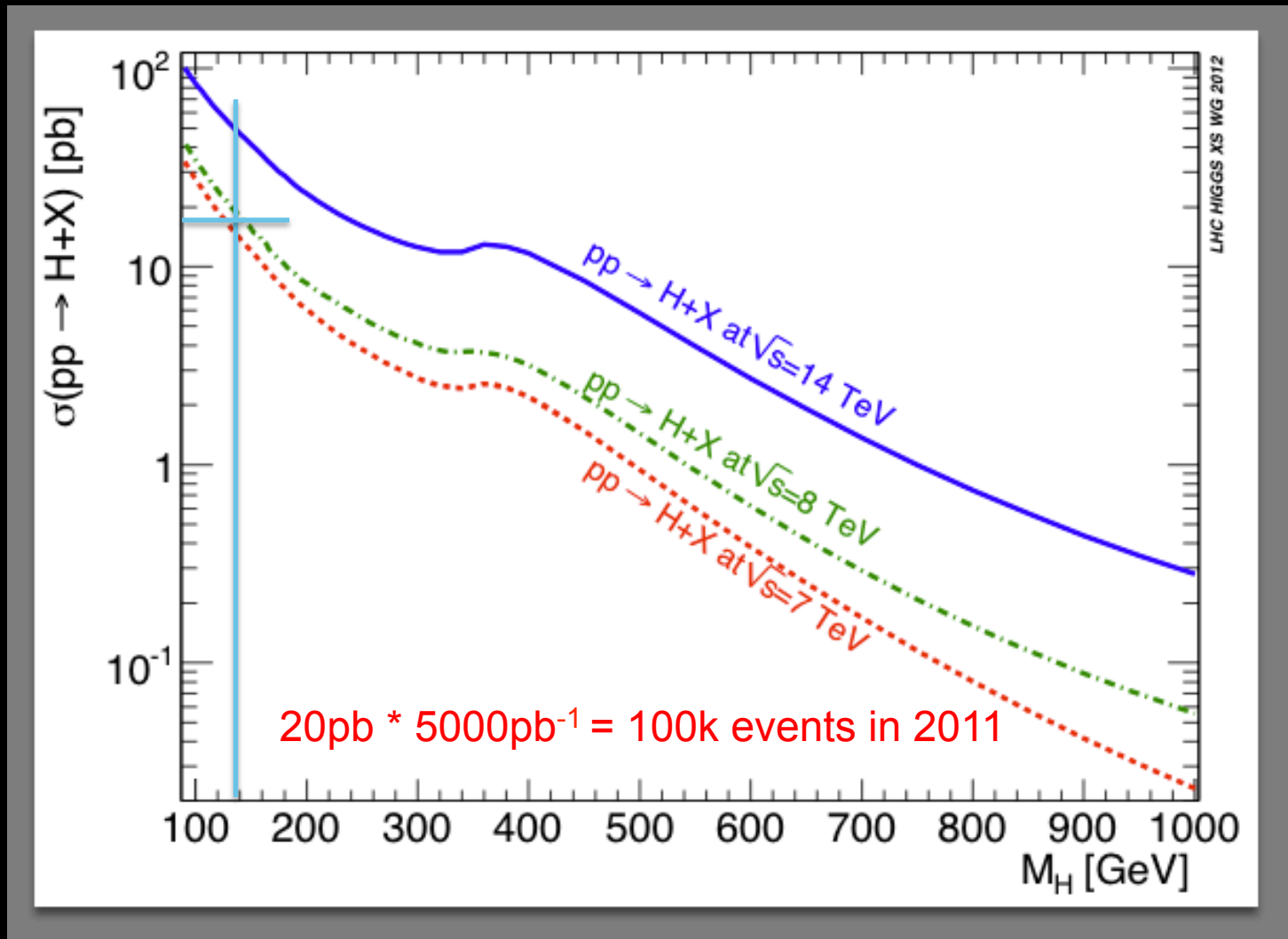
Higgs deeltje: *produceren bij de LHC...*



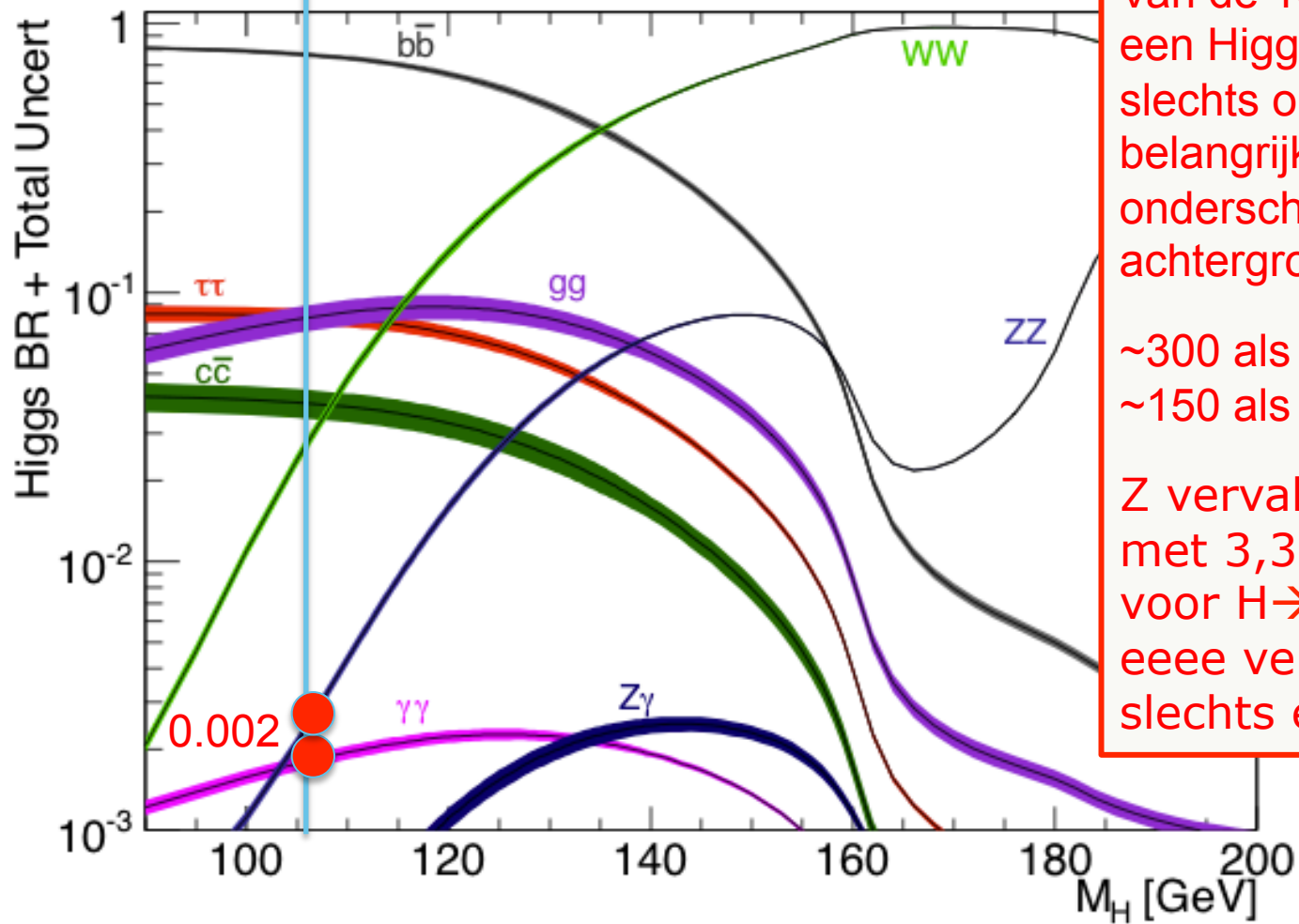
Higgs deeltje: *produceren bij de LHC...*



Higgs deeltje: *produceren bij de LHC...*



Higgs deeltje: vervallen $H \rightarrow X \dots$



Van de 100k botsingen met een Higgs deeltje zijn er slechts ongeveer 400 die belangrijk zijn om te onderscheiden van de achtergrond

~300 als $H \rightarrow ZZ$

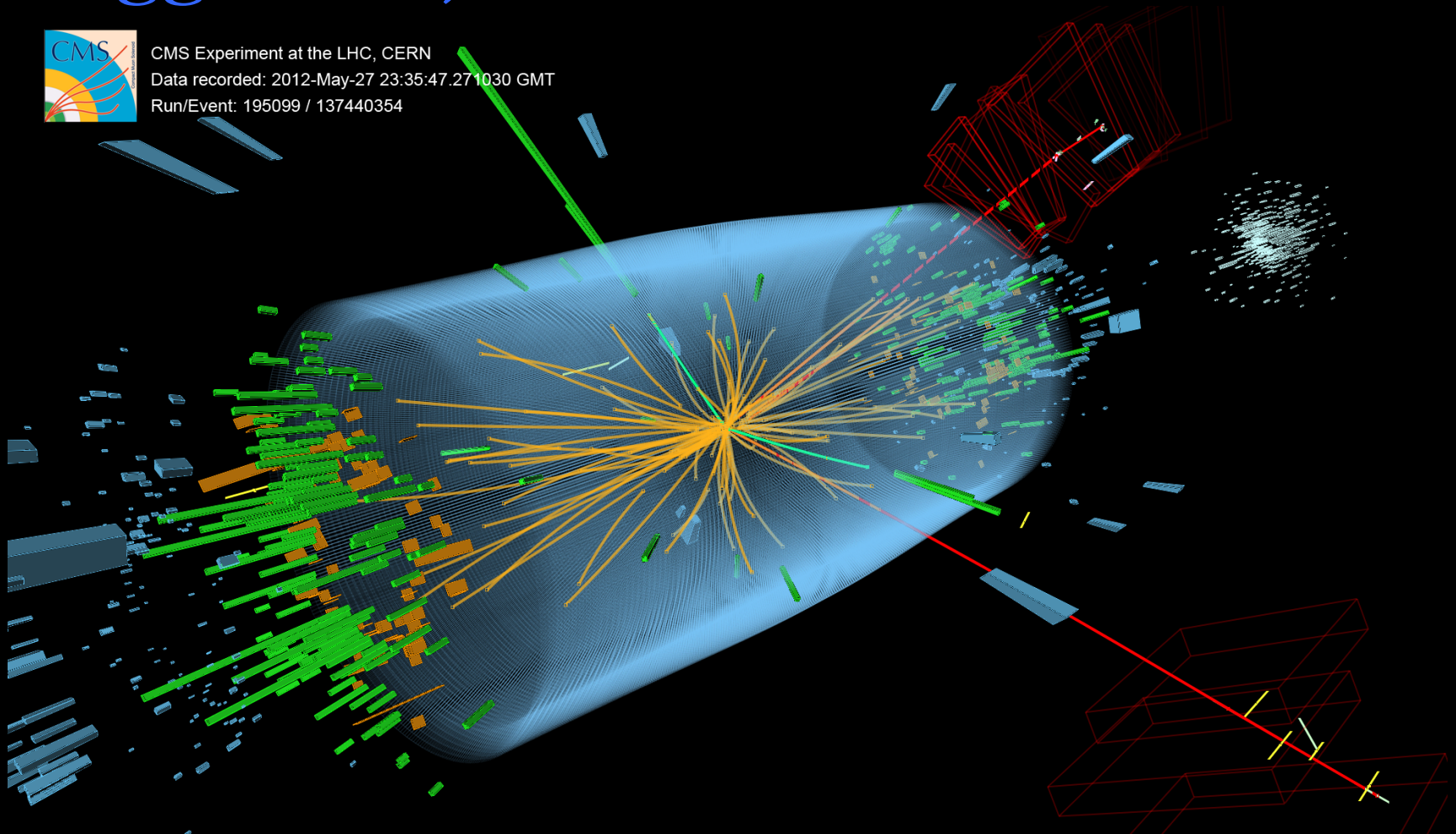
~150 als $H \rightarrow \gamma\gamma$

Z vervalt als $Z \rightarrow \mu\mu/ee$ met 3,3% kans, dus voor $H \rightarrow ZZ \rightarrow \mu\mu\mu\mu/\mu\mu ee/eeee$ verwachten we slechts enkele events...

Higgs deeltje: *in de botsingen...*



CMS Experiment at the LHC, CERN
Data recorded: 2012-May-27 23:35:47.271030 GMT
Run/Event: 195099 / 137440354



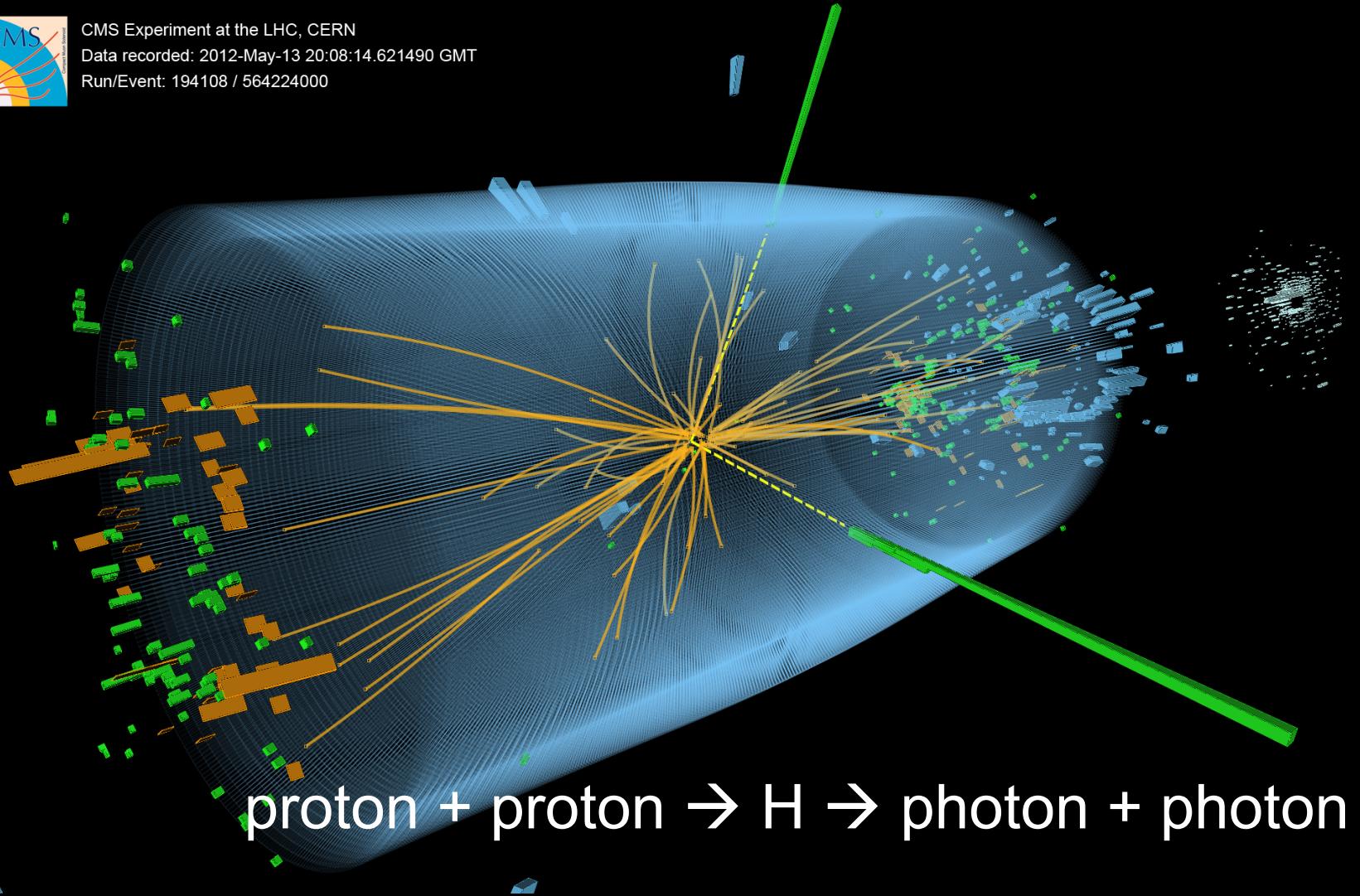
Higgs deeltje: *in de botsingen...*



CMS Experiment at the LHC, CERN

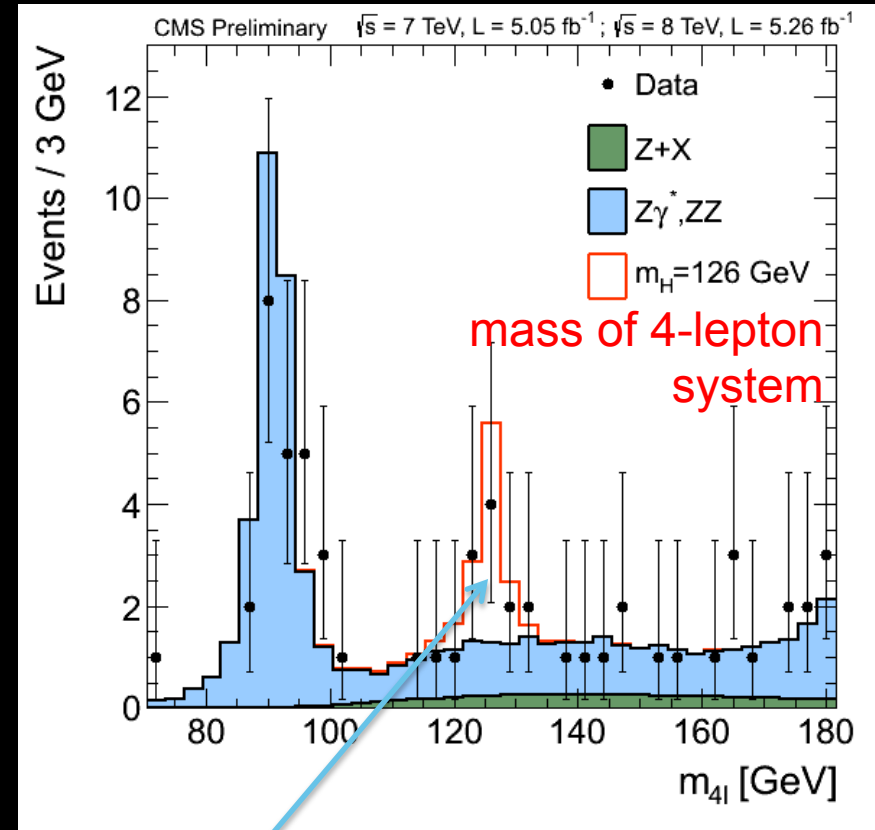
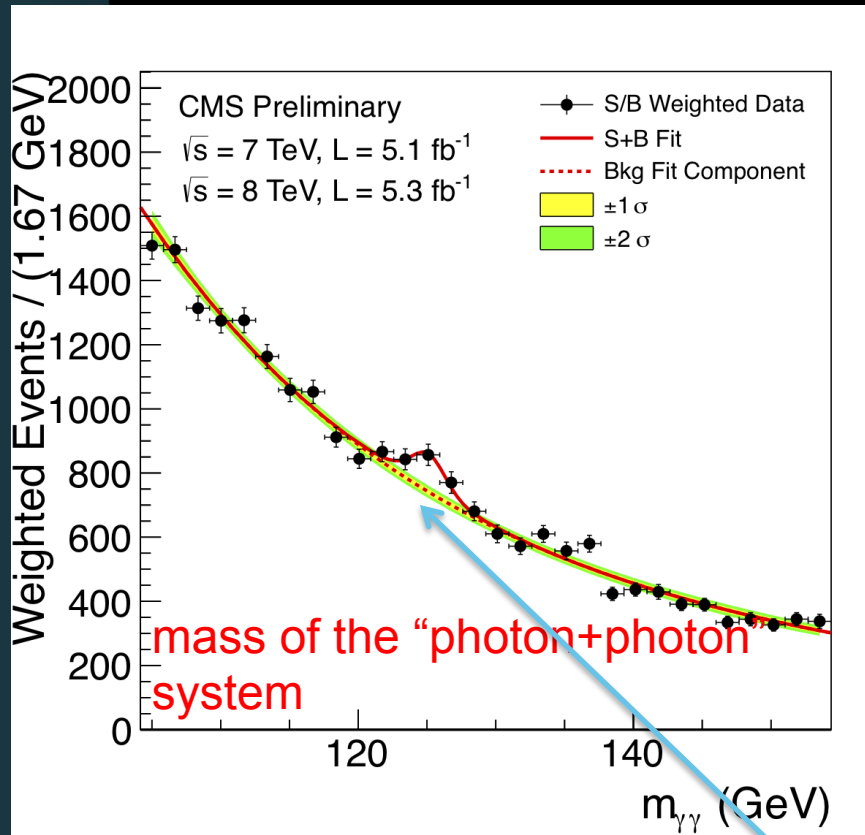
Data recorded: 2012-May-13 20:08:14.621490 GMT

Run/Event: 194108 / 564224000



proton + proton \rightarrow H \rightarrow photon + photon

Higgs deeltje: *in de data-analyse...*



A new particle !!
(probably the Brout-Englert-Higgs boson)

Higgs deeltje: *the discovery...*

4th of July 2012
at CERN



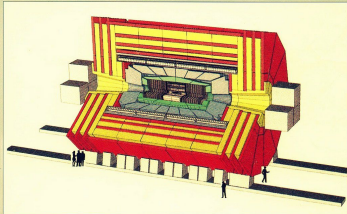
Onderzoek van lange adem



CERN EUROPEAN LABORATORY FOR PARTICLE PHYSICS

CMS

The Compact Muon Solenoid

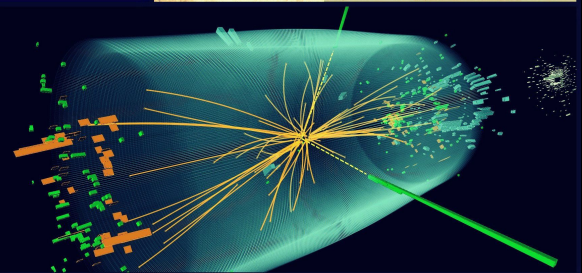
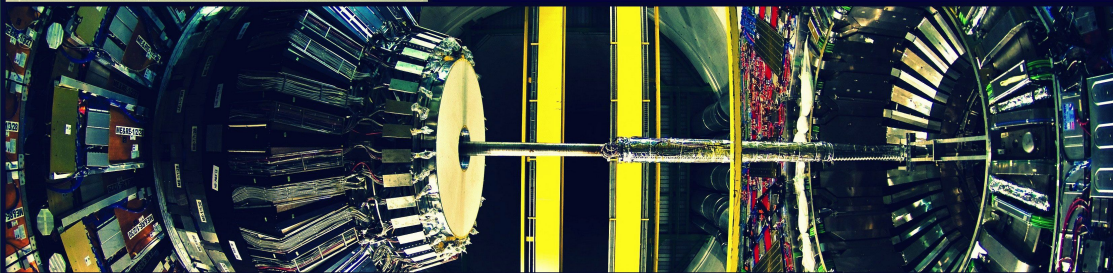


Letter of Intent

CERN/LHCC 86-3
LHCC/1.1
1 October 1982

Happy 20th Birthday, CMS!

October 1992 — October 2012



Vrije Universiteit Brussel

Prof. Jorgen D'Hondt
jodhondt@vub.ac.be



De nabije toekomst

Vorbereitung naar
hogere energie
(8 → ~13 TeV)

Vorbereitung naar
hogere maximale luminositeit

LS1 (2013-14)

LS2 (2018)

LS3 (2022-23)

Vorbereitung naar
hogere luminositeit

News from CERN



Vrije Universiteit Brussel

Prof. Jorgen D'Hondt
jodhondt@vub.ac.be

Fysici onderzoeken hoe het universum is opgebouwd, hoe het gecreerd is, hoe het evolueert... en waar we naartoe gaan!

