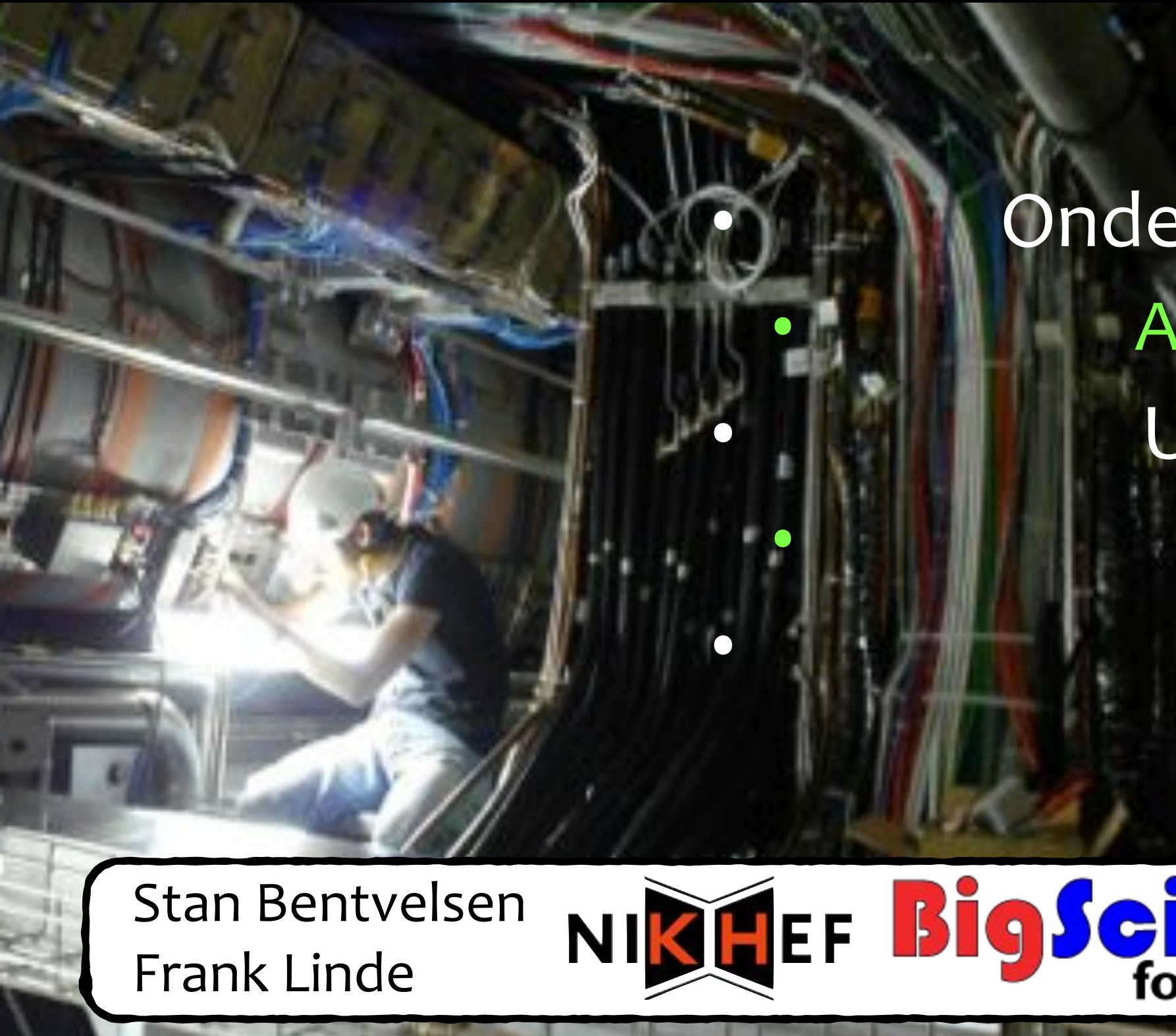


LHC upgrade: hoge luminositeit



-
-
-
-
-

Onderzoek bij de LHC
ATLAS, LHCb ALICE
Upgrade plannen
detector plannen
Tijdsplanning

Stan Bentvelsen
Frank Linde

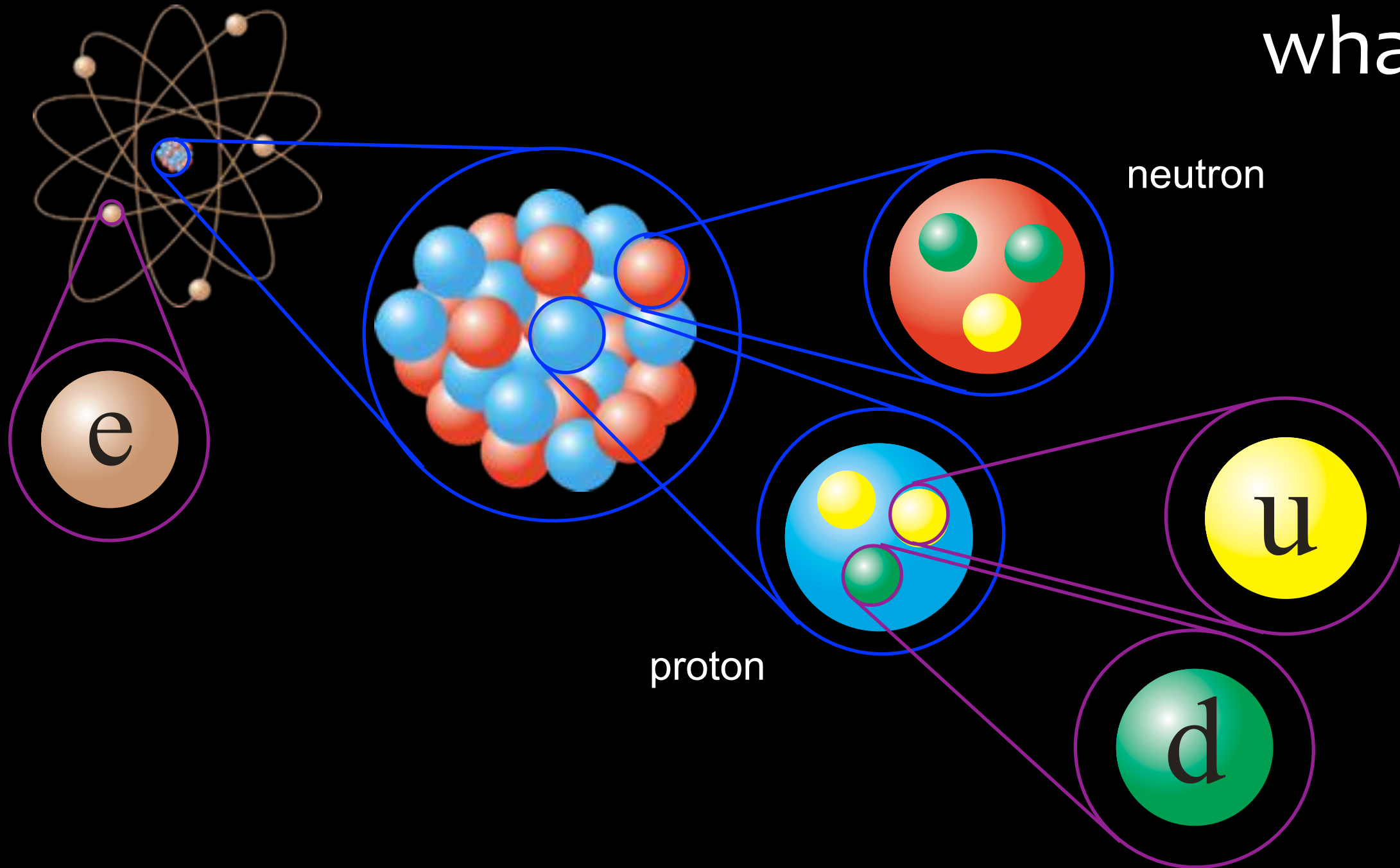


BigScience
for business



What is the stuff our Universe is made of?

Ultieme bouwstenen
what's in it?



Materie

u	c	t
d	s	b

Quarks

Leptons

ν_e	ν_μ	ν_τ
e	μ	τ



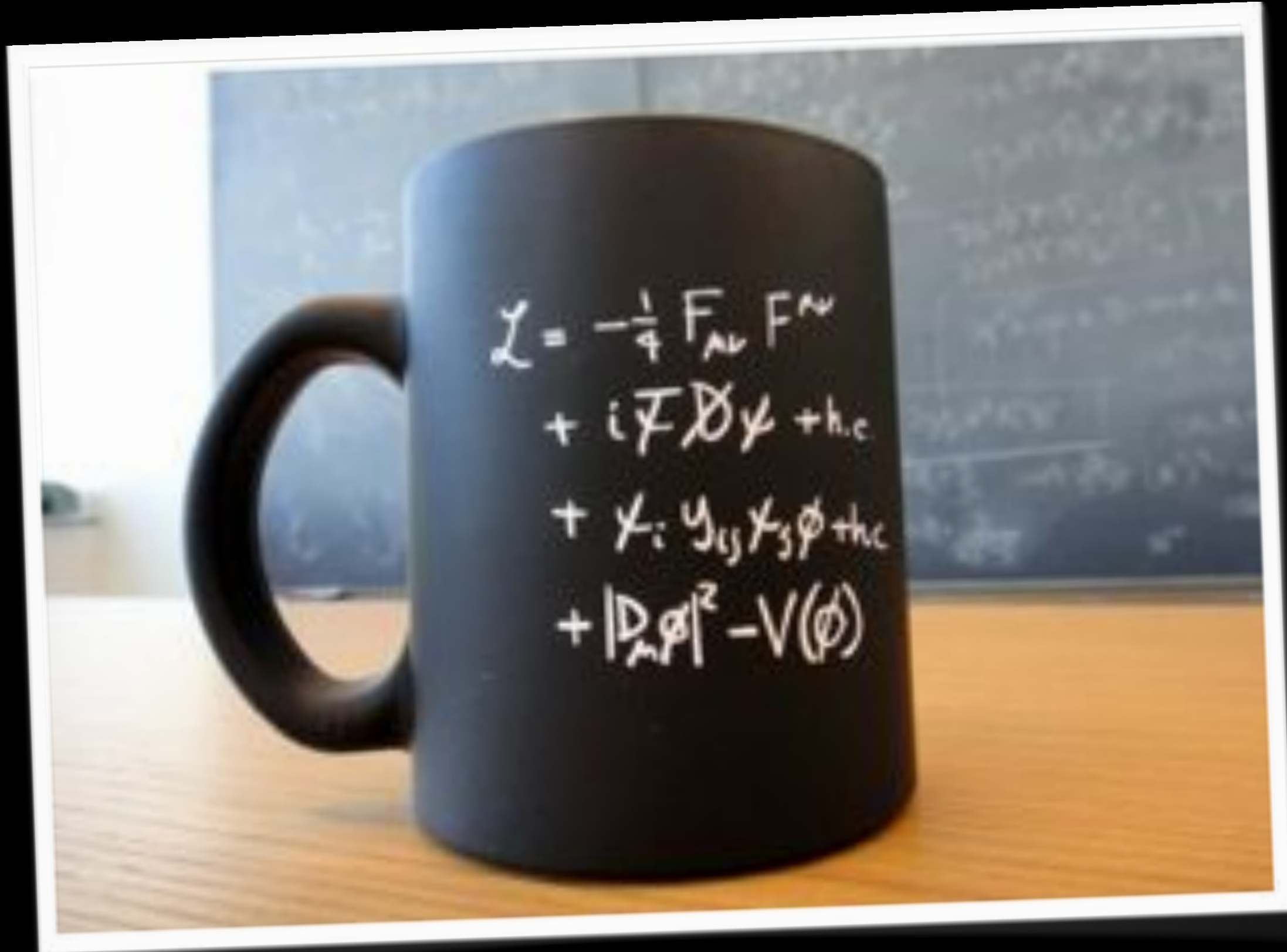
Higgs

Forces

Z	γ
W	g

Krachten

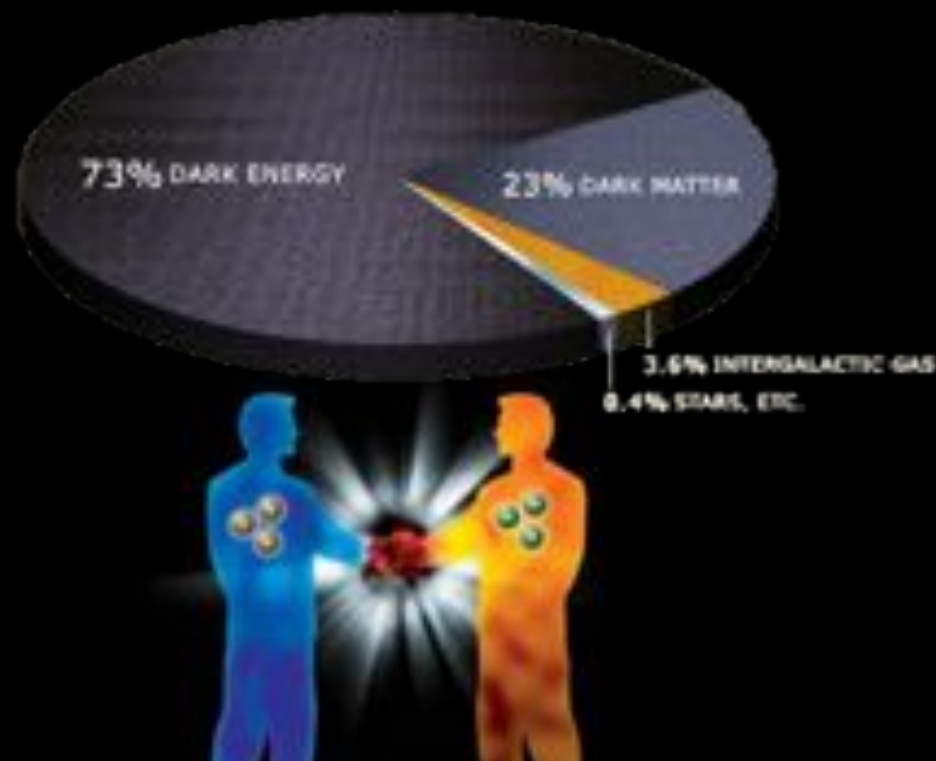
Kennis en open vragen





*Massa elementaire deeltjes:
Higgs?*

ATLAS



*Bouwstenen v/h Universum?
4% kennen we. rest nog niet!*

ATLAS & LHCb

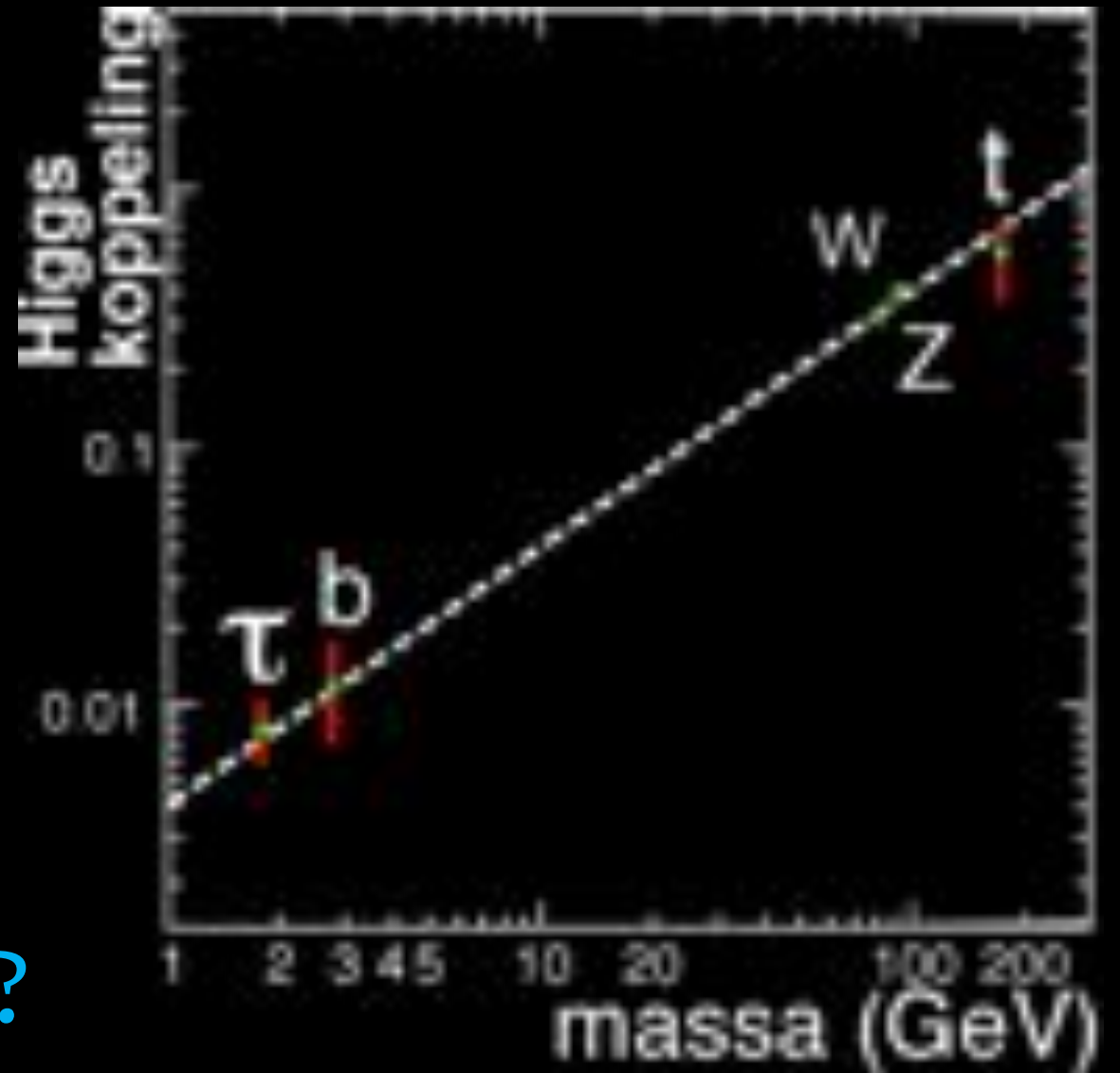
*Waar is alle antimaterie?
materie:licht $\sim 1:10^9$*

LHCb

*Hoe zag het Universum er
vlak na de Oerknal uit?
bestudeer het!*

ALICE & ATLAS

Higgs



De Standaard Model Higgs?

massa's v/d elementaire deeltjes?

(stabiliteit) massa van de Higgs?

Higgs & inflatie?

Of Nieuwe Fysica?

- Onderzoek naar de interacties en structuur van de elementaire deeltjes en de krachten die er zijn op de kleinste schalen en met de hoogst haalbare energieën.
 - **deeltjesfysica**; voor onderzoek naar de interacties bij botsingen van deeltjes in deeltjesversnellers, met name op CERN;
 - **astrodeeltjesfysica**; voor onderzoek naar de interacties van deeltjes en straling afkomstig uit het heelal.
- *Voor het onderzoek op Nikhef is de ontwikkeling van innovatieve technologieën essentieel. De kennis- en technologietransfer naar derden, zoals industrie, burgermaatschappij en het algemeen publiek, is een integraal onderdeel van de missie van Nikhef.*

Samenwerkingsverband



FOM +

RU (Nijmegen)
UU (Utrecht)
VU (Amsterdam)
UvA (Amsterdam)

RuG (Groningen) UL (Leiden)
TUD, TU/e, UT, NIOZ, ASTRON,
SRON internationaal: heel veel ...

vrouw

95 PhD studenten	21%
35 postdocs	37%
69 staffysici	7%
76 technici	
23 rest	

Topwetenschapper is natuurkundige of arts

De Volkskrant
24 april

Van onze verslaggever
Martijn van Cabothout

AMSTERDAM Van de tiens bestbevoordijktste wetenschappers van Nederland zijn er acht natuurkundigen. Bovendien hebben er vier een Russisch, Belgisch of Duits paspoort. Fysica is en Nobelprijswinnaar Andreï Geim, een Nederlandse Bas van de universiteiten van Maastricht en Nijmegen, is internationaal verreweg de meest geciteerde onderzoeker van Nederland.

Geim is totaal 93 wetenschappelijke artikelen worden tot vijfmaal beter geciteerd dan die van alle andere Nederlandse topwetenschappers. Dat blijkt uit een analyse door het Centrum voor Wetenschap- en Techniekstudies CWTS in Leiden, op verzoek van de Volkskrant. Voor de analyse werden de wetenschappelijke artikelen in tijdschriften van alle meer dan achttien Nederlandse hoogleraren bekeken.

Geim ontdekte in 2004 een nieuwe superharde vorm van koolstof, grafen, dat een wetenschappelijke hype werd. Experimentator Geim schreef over grafen tientallen artikelen in prominente wetenschappelijke tijdschriften die tot en met 2009 al minstens 10.000 keer vaker werden geciteerd. Een heel opmerkelijke piek, zegt chief-analyst Ed Neyens van het CWTS.

Tweede op de lijst is de Delftse hoogleraar nanofysica Lieve Vandersypen, een Vlaming verbonden aan het Kavli-instituut. Het door Amerikanen gesponsorde Delftse instituut doet het opmerkelijk goed in de citatie-analyses. Ook oud-directeur Hans Mooij en quantumfysica Ronald Hanson en Leo Kousschoven staan in de topzes.

Gemeenste naam van de meeste publicaties leeft in de top van zijn of haar vakgebied, vooral een spijze met al een medische erop. Op die staat de Rotterdamse epidemioloog Albert Hofman; de bekende, eveneens Rotterdamse viroloog Albert Osterhaus staat op een. Op deze rangorde staat ook de hoogst scorende vrouw, in de persoon van epidemioloog Jacqueline Willeman, afkomstig uit Rotterdam. Op de lijst van meest geciteerde onderzoekers



Andreï Geim
Foto: AFP



Lieve Vandersypen
Foto: Bart Mühl



Ronald Hanson
Foto: Bart Mühl



Maxine Moskroy



Leo Kousschoven
Foto: Sam Bertrams



Ron Fouchier



Raymond Smellings



Roni Bernards
Foto: Rick Gruijts



Hans Mooij



Thomas Peitzman

staan twee prominente Nederlandse medici: de Rotterdamse grieponderzoeker Ron Fouchier en de Amsterdamse handrekspecialist Roni Bernards van het NRI.

Best geciteerde Nederlandse hoogleraren

- 1 Andreï Geim, Nijmegen, Rus, **conditiefysica**
- 2 Lieve Vandersypen, Delft, Belg, **nanofysica**
- 3 Ronald Hanson, Delft, **quantumfysica**
- 4 Maxine Moskroy, Groningen, Rus, **theoretische fysica**
- 5 Leo Kousschoven, Delft, **quantumfysica**
- 6 Ron Fouchier, Rotterdam, **microbiologie**
- 7 Raymond Smellings, Utrecht, **chemiefysica**
- 8 Roni Bernards, Amsterdam, **oncologie**
- 9 Hans Mooij, Delft, **quantumfysica**
- 10 Thomas Peitzman, Utrecht, **Duits, chemiefysica**

Bron: CWTS

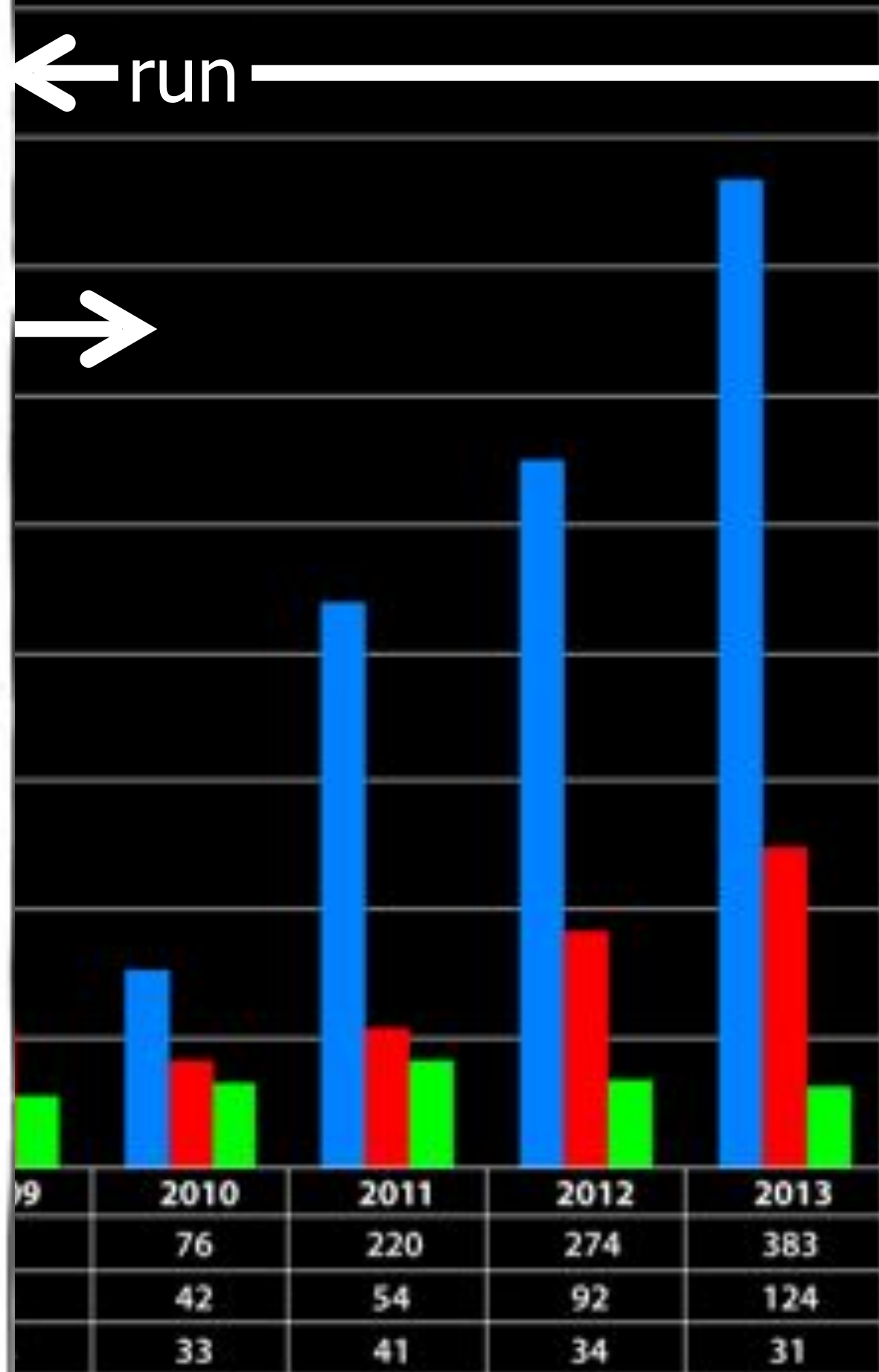
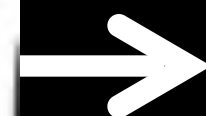
Hoogleraren met meeste publicaties in top van vakgebied

- 1 Albert Hofman, Rotterdam, **epidemiologie**
- 2 Jansen Bas, Leiden, **cardiologie**
- 3 Patrick Smeys, Rotterdam, **cardiologie**
- 4 Rick Gruijts, Utrecht, **klinische epidemiologie**
- 5 Jacqueline Willeman, Rotterdam, **epidemiologie**
- 6 Albert Osterhaus, Rotterdam, **virologie**

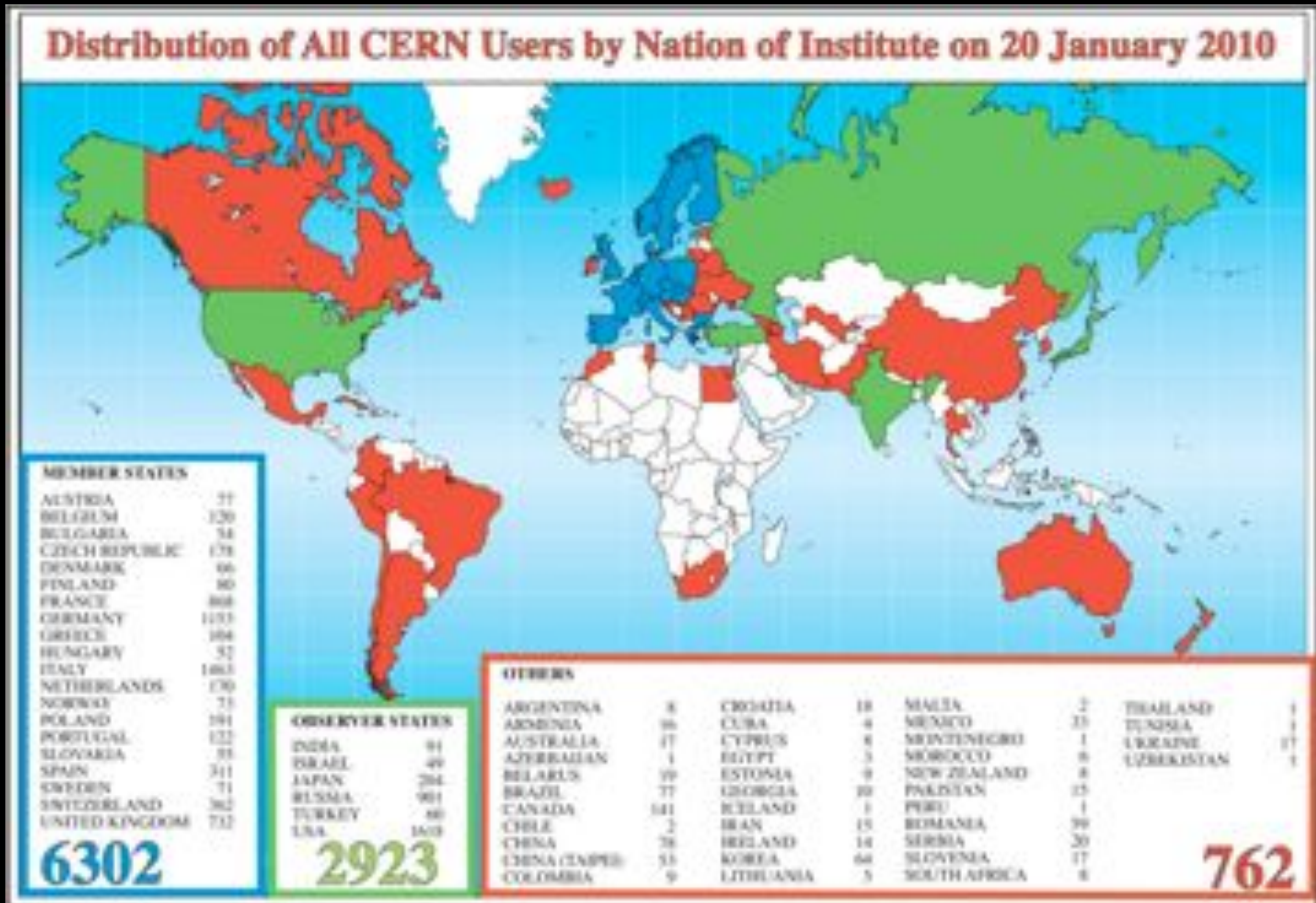
WETENSCHAPKATERN PRIMA'S 4 EN 5

Wat is onze wetenschap waard?

← run →



CERN als wereld laboratorium



vanaf 2009: de Large Hadron Collider

CMS



LHCb



ALICE



ATLAS



How much does it cost?

The cost for the machine alone is about 5 billion CHF (about 3 billion Euro). The total project cost breaks down roughly as follows:

Construction costs (MCHF)	Personnel	Materials	Total
LHC machine and areas ³⁾	1224	3756	4980
CERN share to detectors	869	493	1362
LHC computing (CERN share)	85	83	168
Total	2178	4332	6510

Uitdaging 1: 7000+7000 GeV



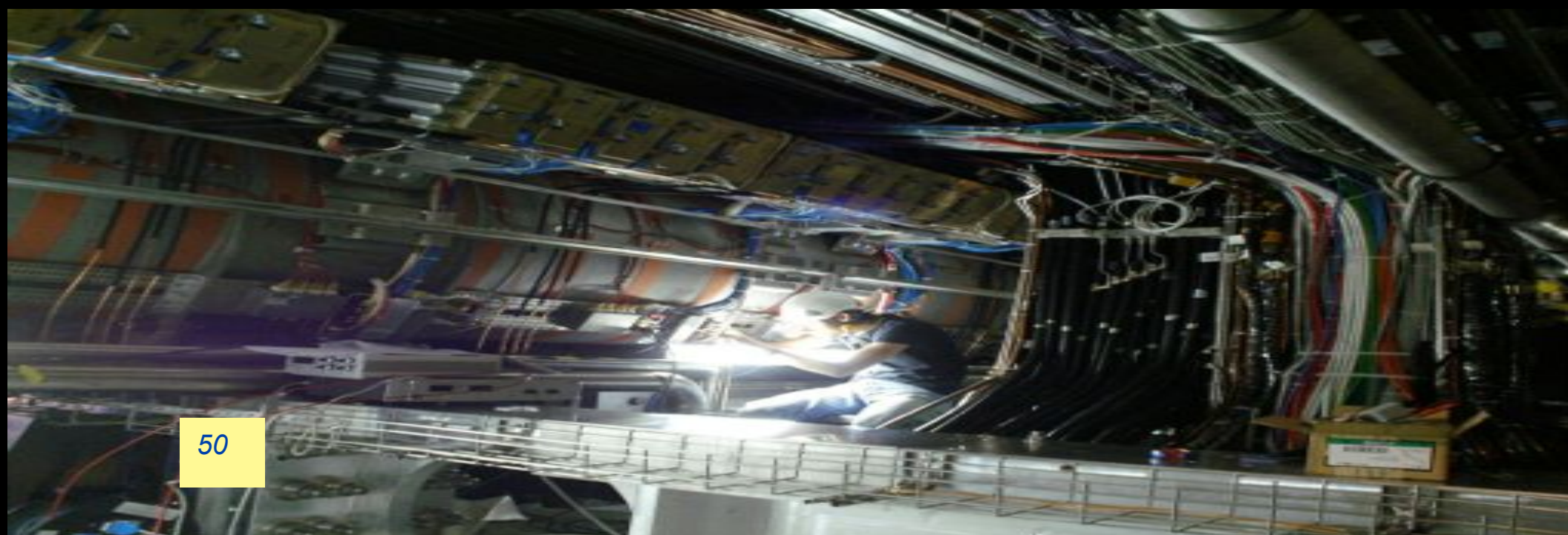
Magneetveld 8.3 Tesla, 1.9 K

2015: start volledige energie



Uitdaging 2: veel *botsingen!*

- Pakketjes van 100 miljard protonen



- 40 miljoen /seconde doorschuiven de pakketjes
 - botsing tussen individuele protonen
 - kans op Higgs: 1/1.000.000.000.000

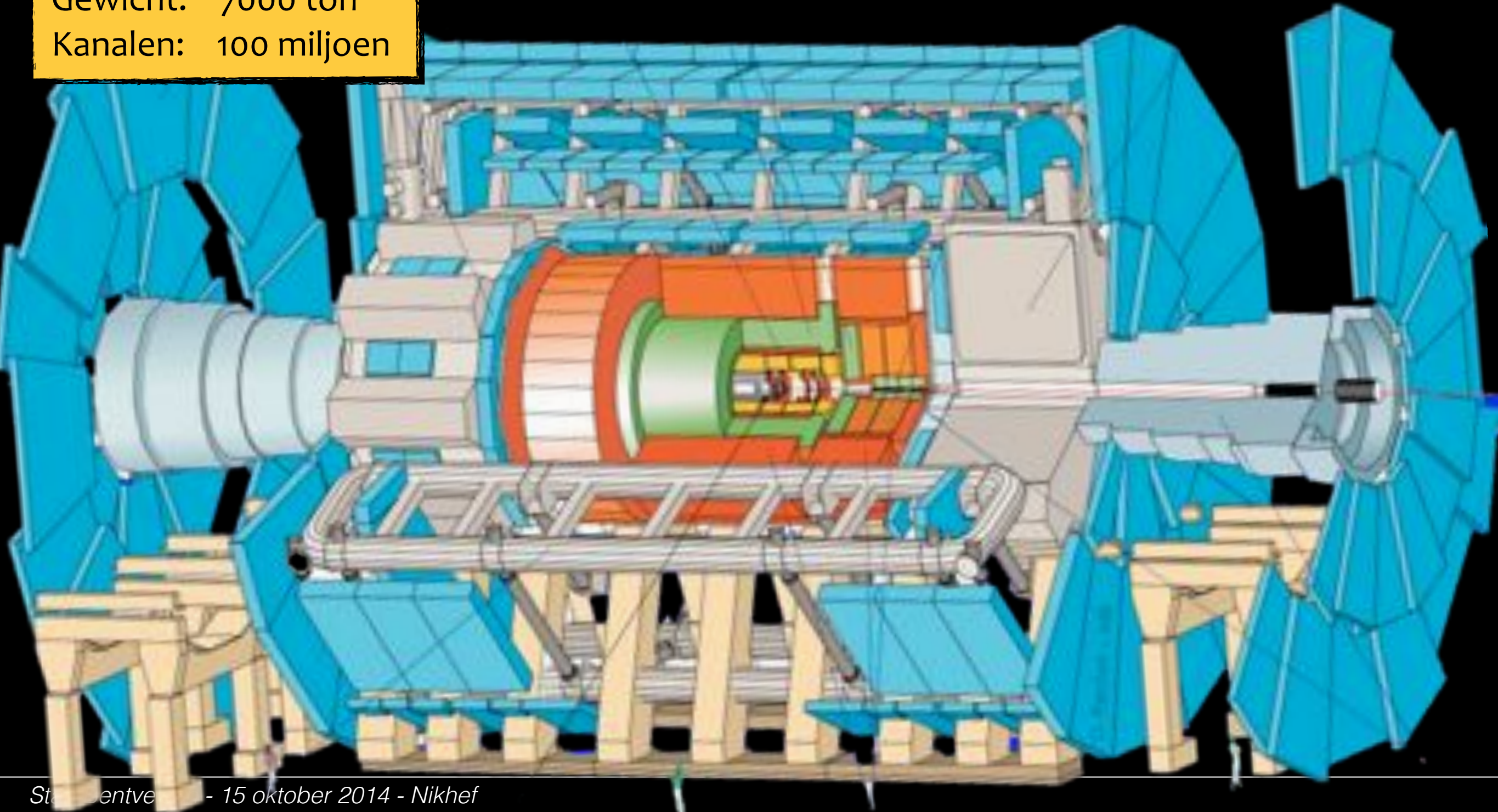
ATLAS:



het experiment



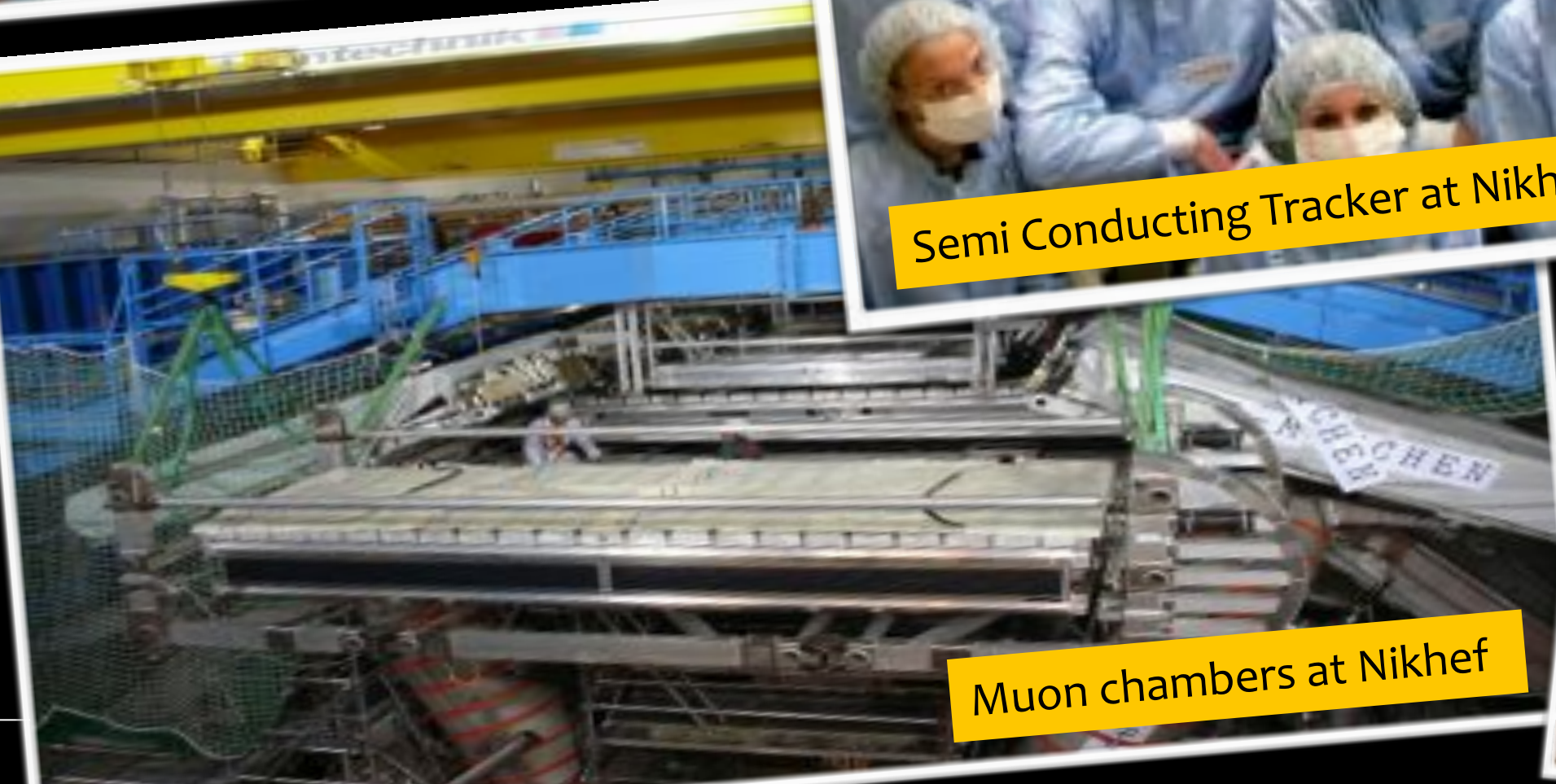
Lengte: 44 m
Diameter: 22 m
Gewicht: 7000 ton
Kanalen: 100 miljoen



Instrumentatie



Semi Conducting Tracker at Nikhef



Muon chambers at Nikhef

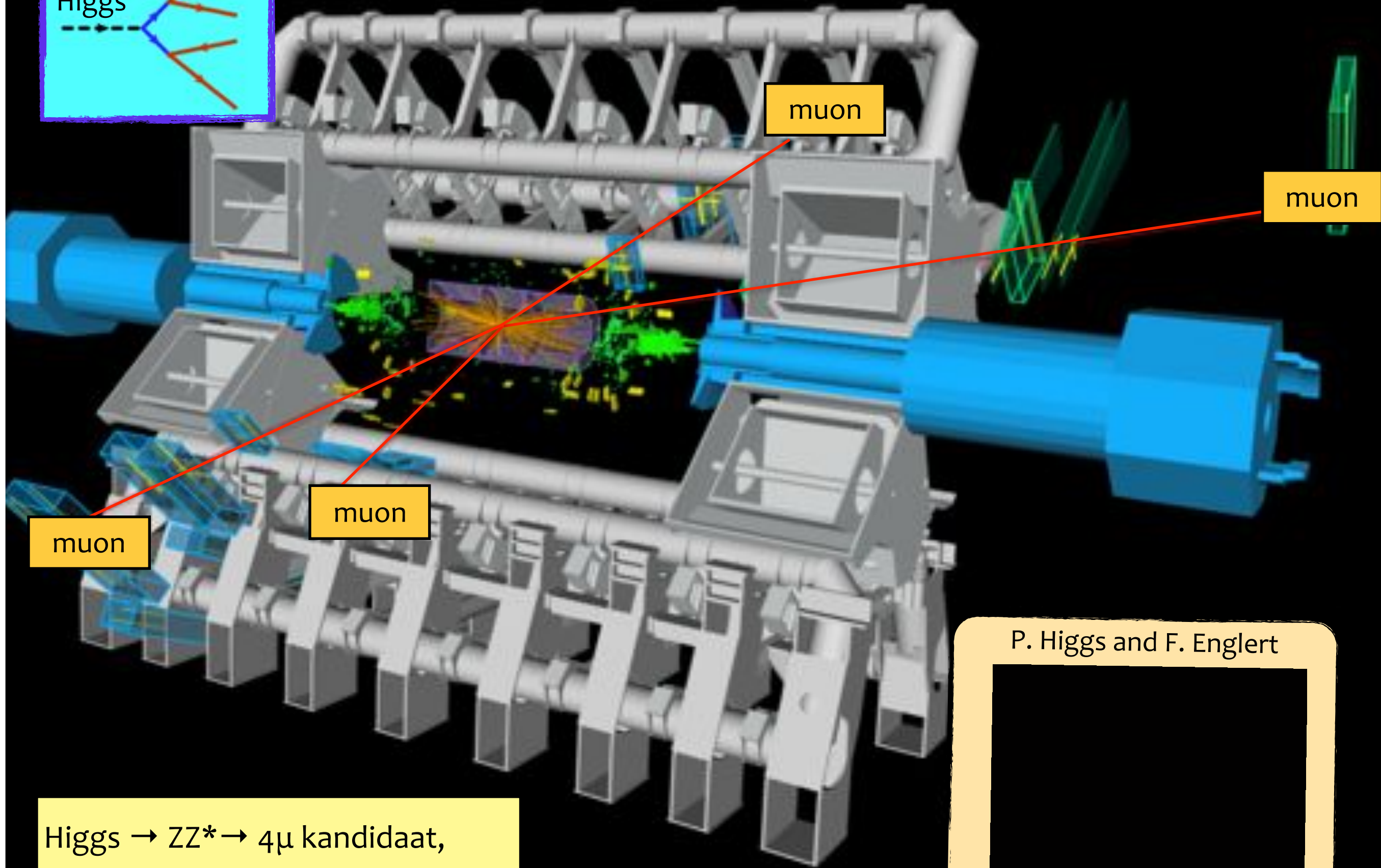
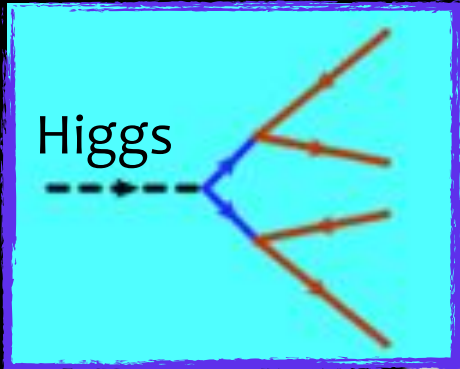




2011-2012: LHC draait

- Aantal botsingen overtreft verwachtingen
 - ongeveer 1.340.000.000.000.000 botsingen 'bekeken'
 - ongeveer 4 miljard geregistreerd





muon

muon

muon

muon

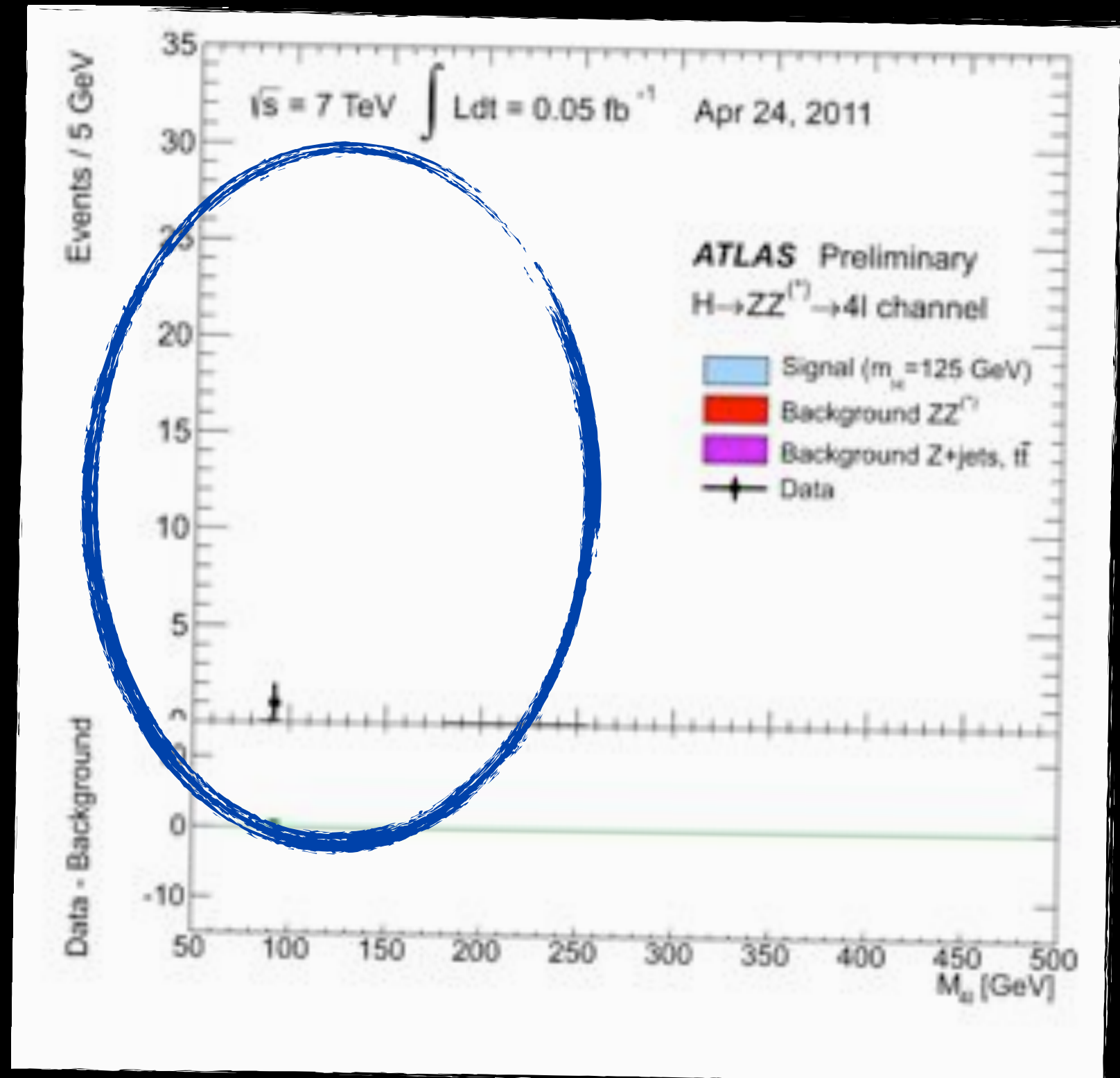
P. Higgs and F. Englert

An empty rectangular box with a black border, positioned below the text 'P. Higgs and F. Englert'.

Higgs \rightarrow ZZ* \rightarrow 4 μ kandidaat,
M(4 leptonen)=125.1 GeV

Ontdekking Higgs

- Detail studies: dataset van 3000 fb⁻¹
 - nu 20 fb⁻¹ beschikbaar
- Observatie nieuwe materie?



Nobelprijzen

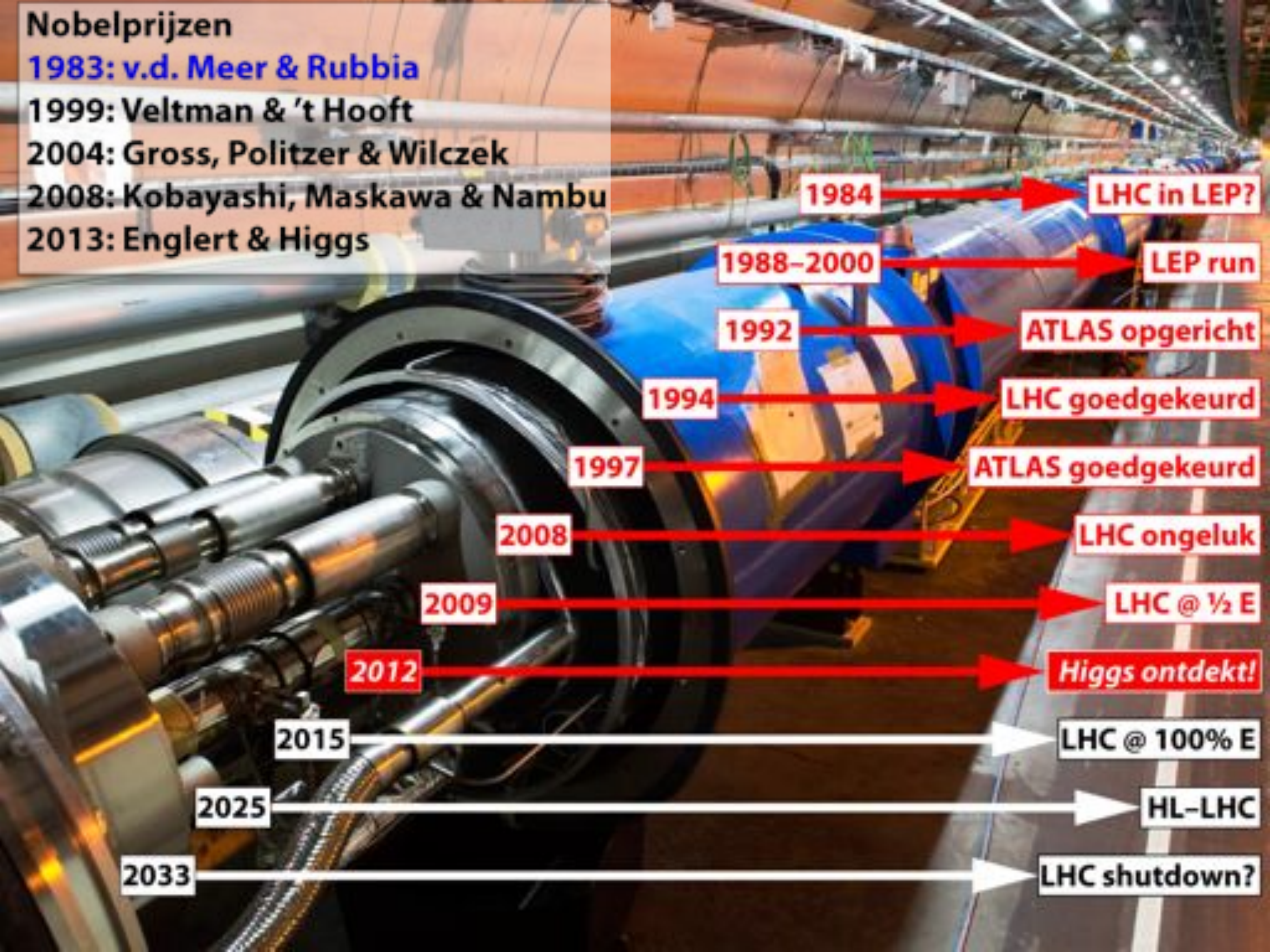
1983: v.d. Meer & Rubbia

1999: Veltman & 't Hooft

2004: Gross, Politzer & Wilczek

2008: Kobayashi, Maskawa & Nambu

2013: Englert & Higgs



1984

LHC in LEP?

1988-2000

LEP run

1992

ATLAS opgericht

1994

LHC goedgekeurd

1997

ATLAS goedgekeurd

2008

LHC ongeluk

2009

LHC @ 1/2 E

2012

Higgs ontdekt!

2015

LHC @ 100% E

2025

HL-LHC

2033

LHC shutdown?

Noodzaak v/d upgrades

per botsing tot wel 200 individuele pp interacties



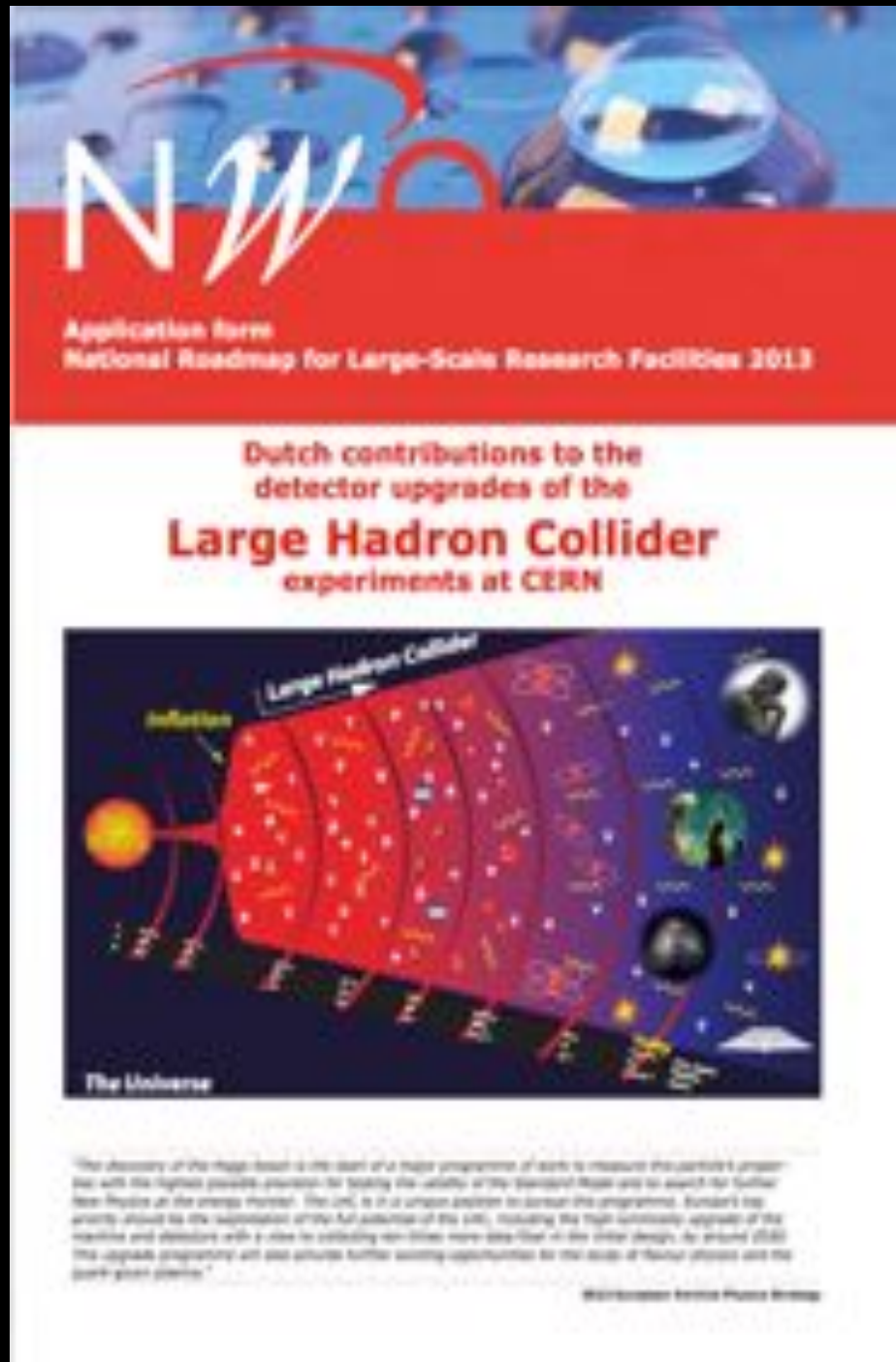
← 10 mm →

⇒ **snellere en slimmere DAQ elektronica & real time event selectie software: 'trigger'**

⇒ **nieuwe centrale trackers (veel beter & ...)**

Intense bundels: hardware vernieuwen in 2018 & 2023

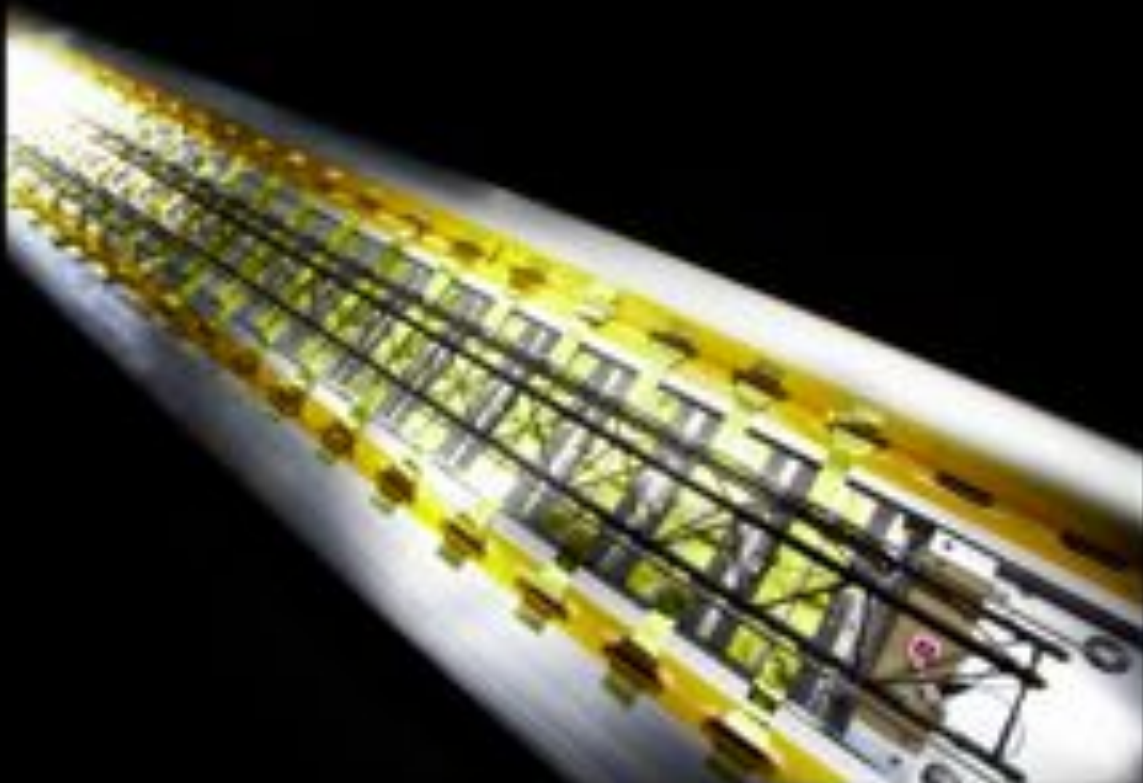
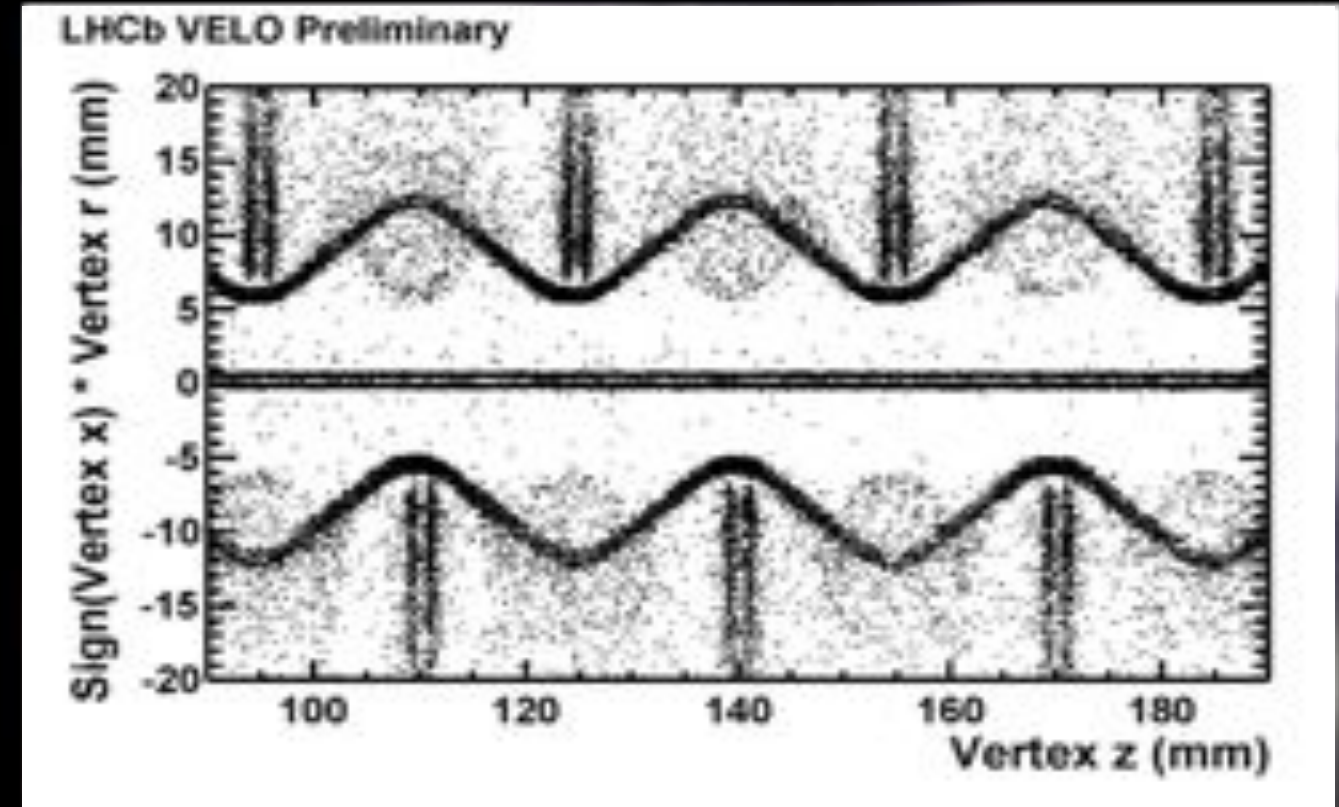
Financiering upgrade



- LHC ,roadmap’
 - Financiering voor de upgrades van ATLAS, LHCb and ALICE.
 - investeringen 15.2 M€ gehonoreerd in 2014 (inclusief computing)
 - Ambitieuze projecten
 - innovatie
 - samenwerking industrie

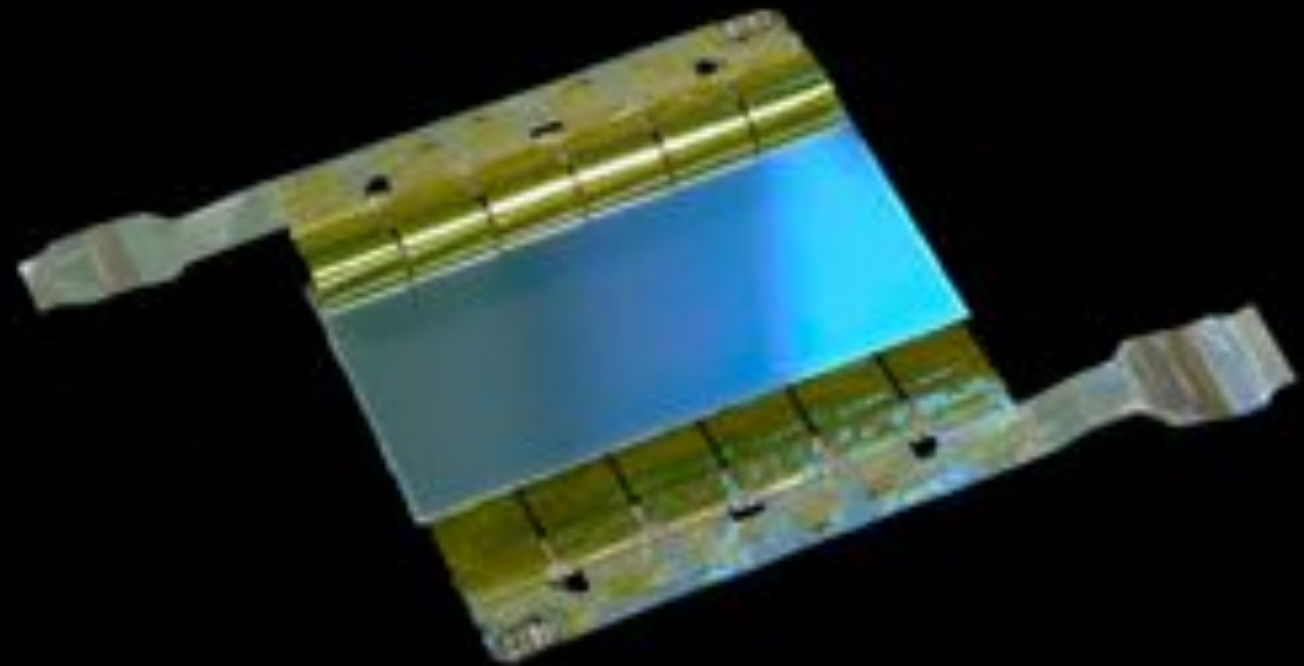


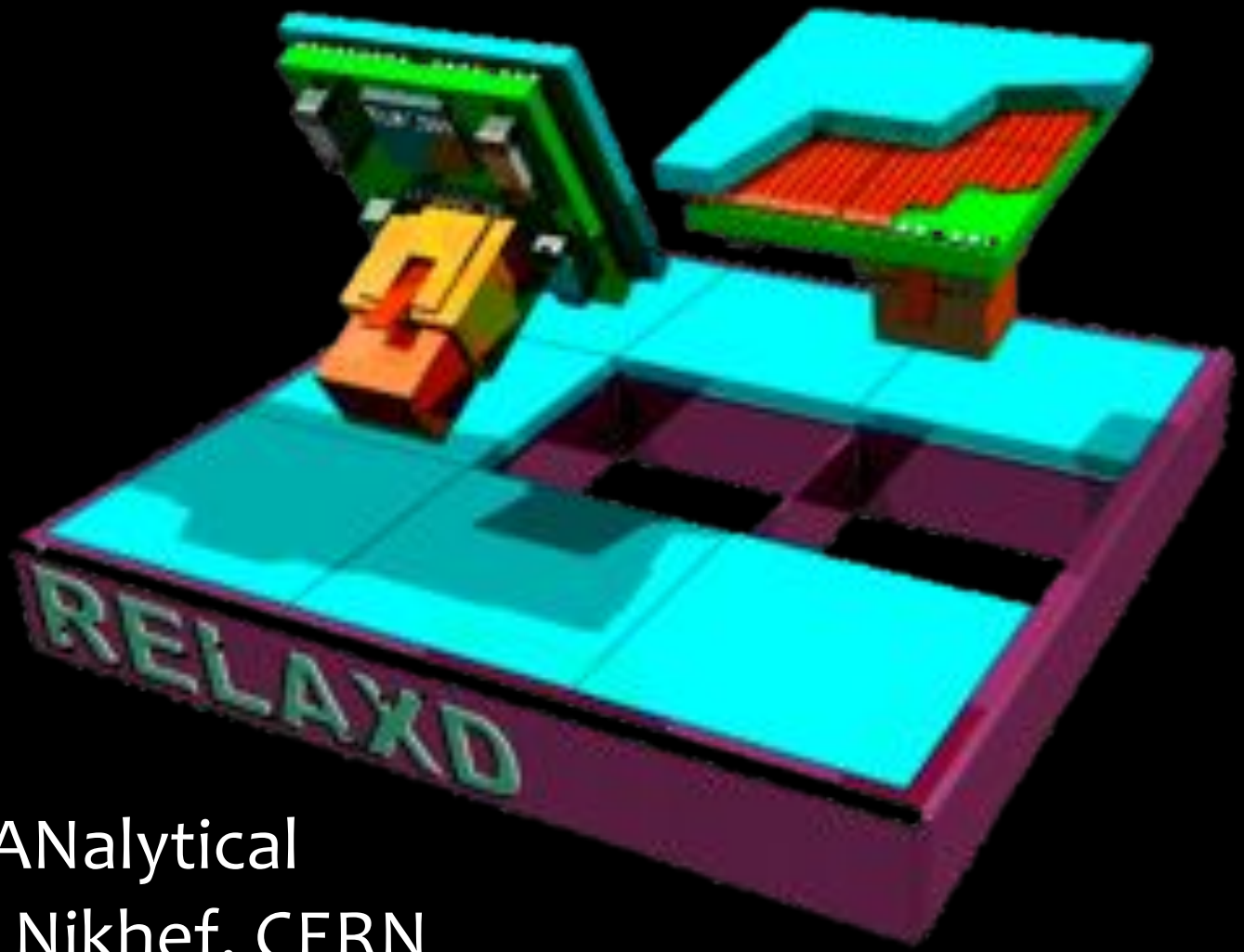
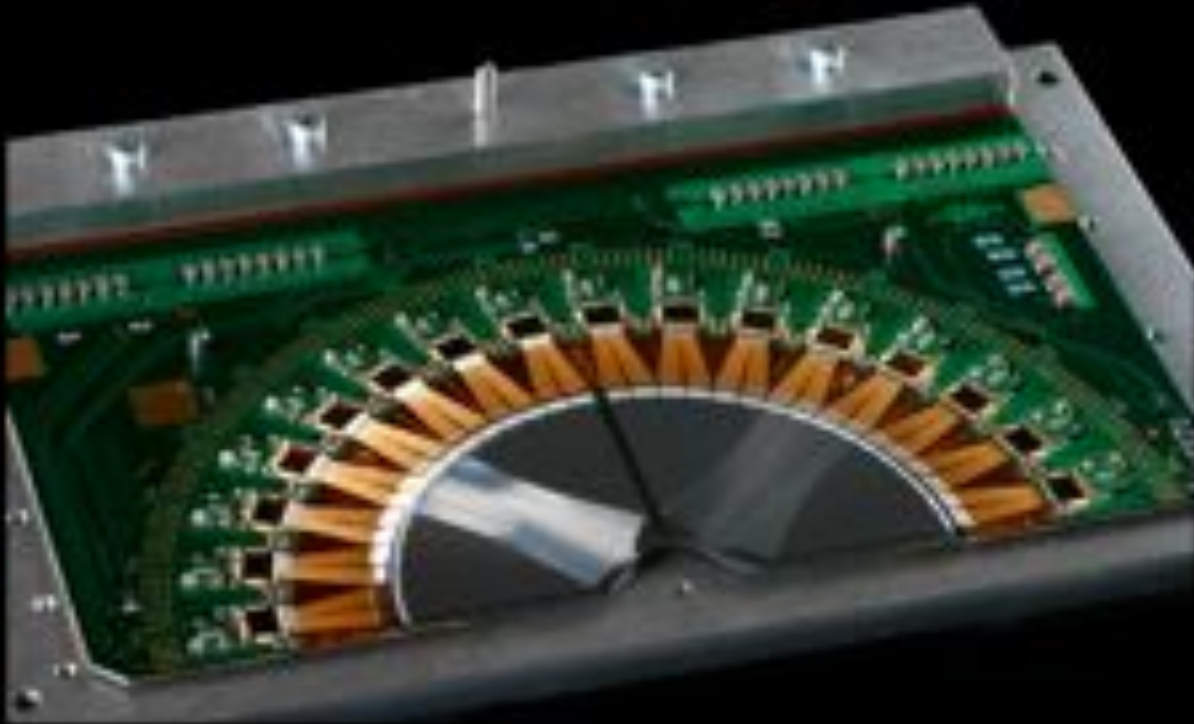
**complete
systemen**



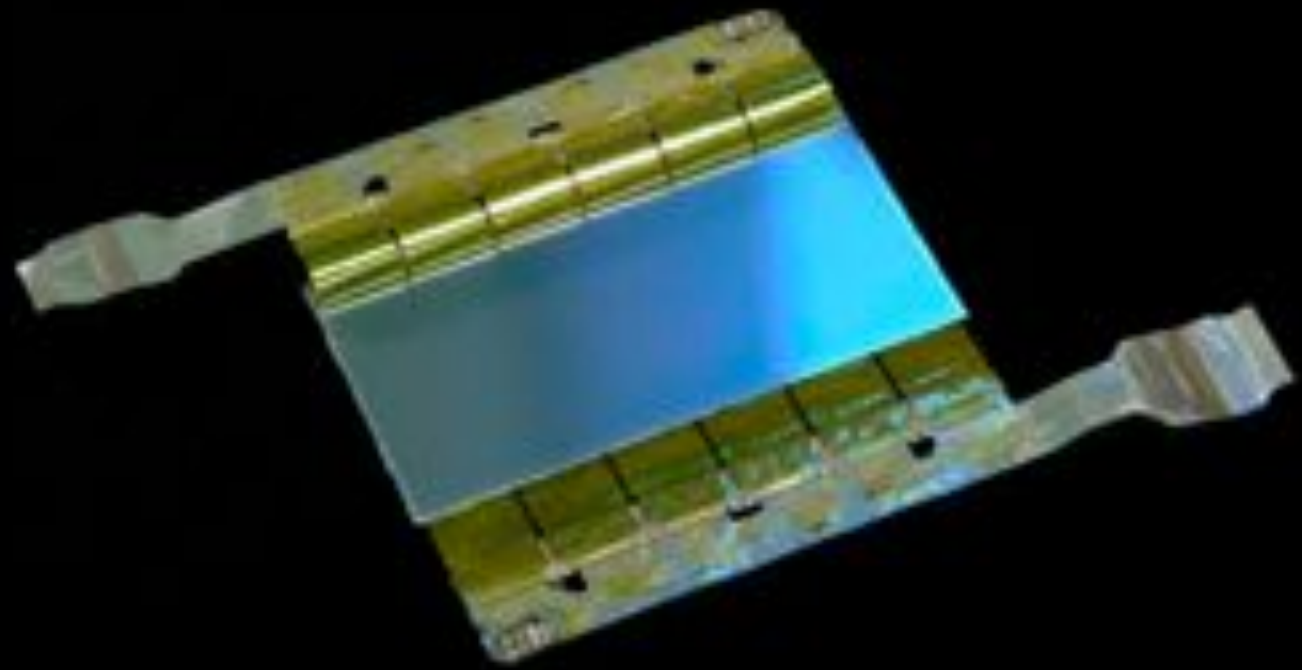
**extreem
lichte (draag)
structuren
(koolstofvezel,
composieten, ...)**

silicon modules & frontend elektronika

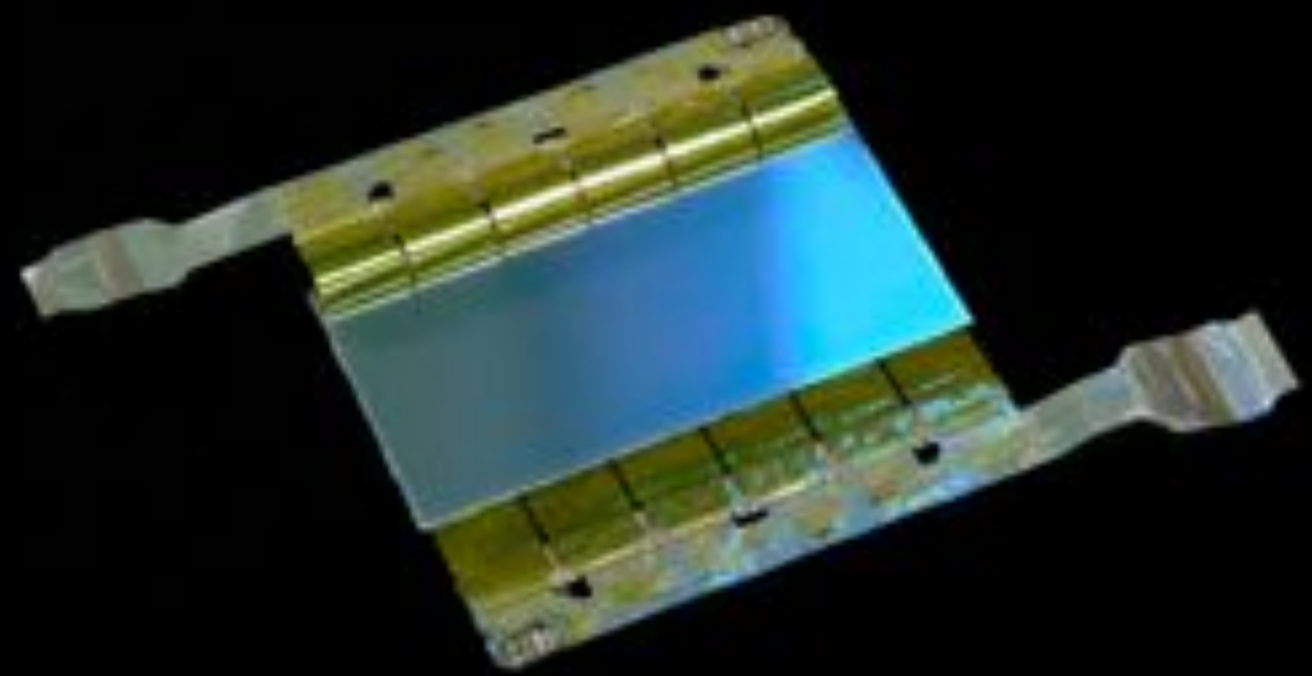


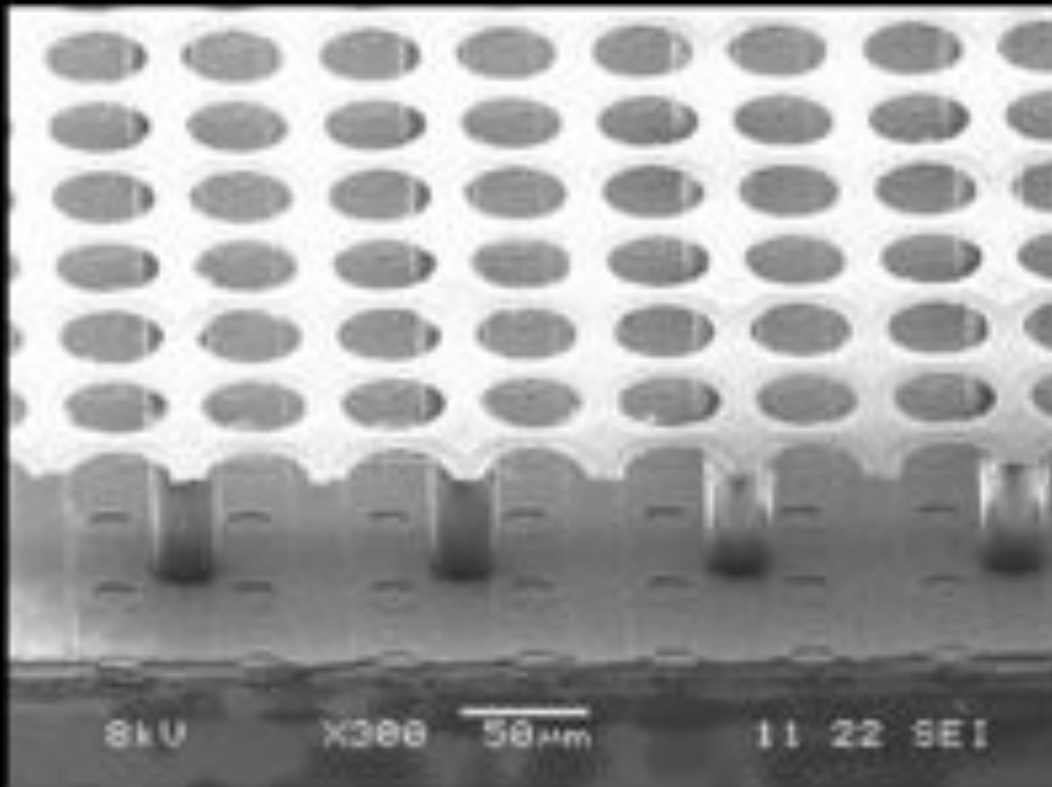


PANalytical
& Nikhef, CERN



PANalytical





MEMS & data acquisitie elektronica

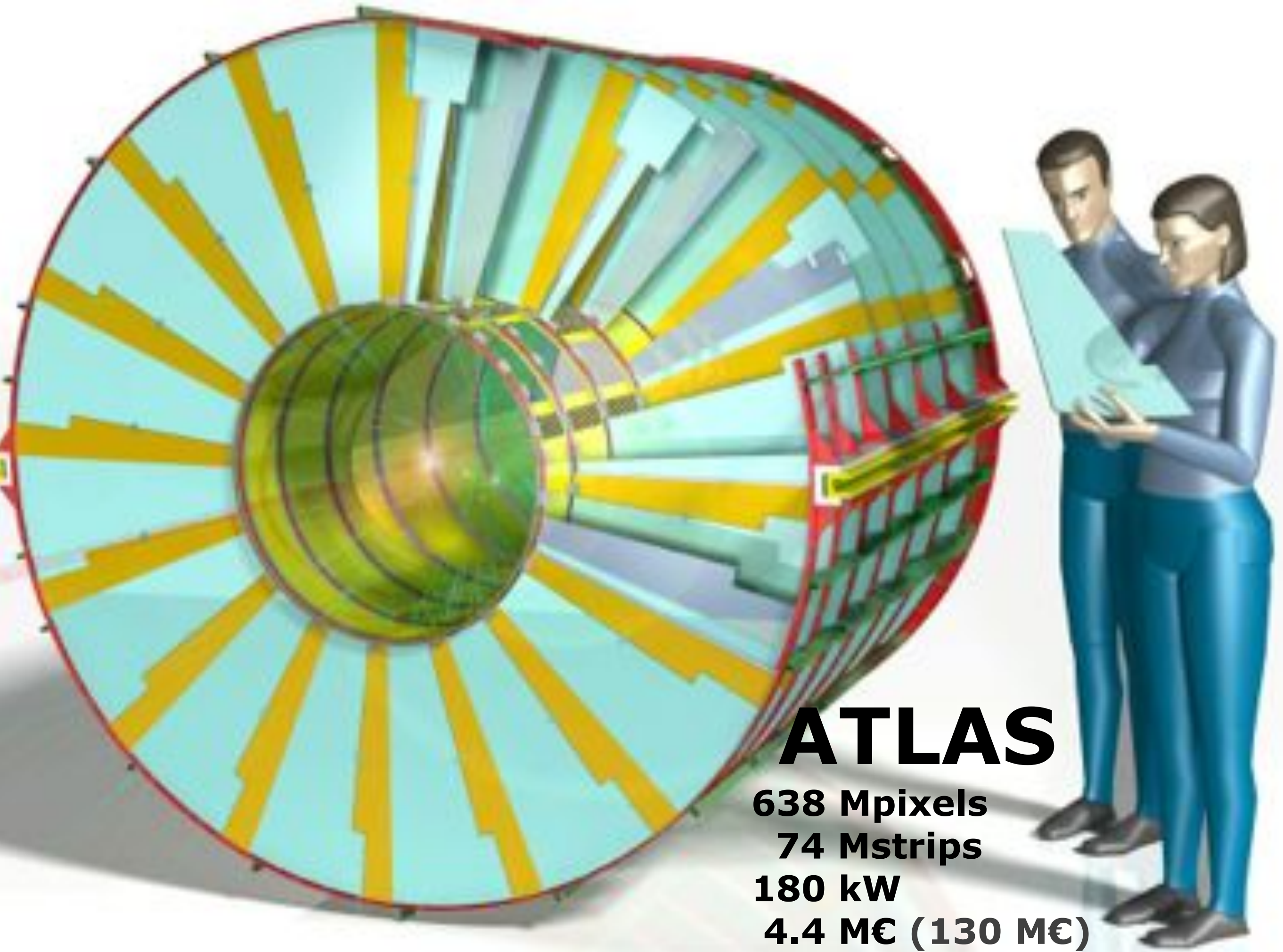






CO₂-koeling





ATLAS

638 Mpixels

74 Mstrips

180 kW

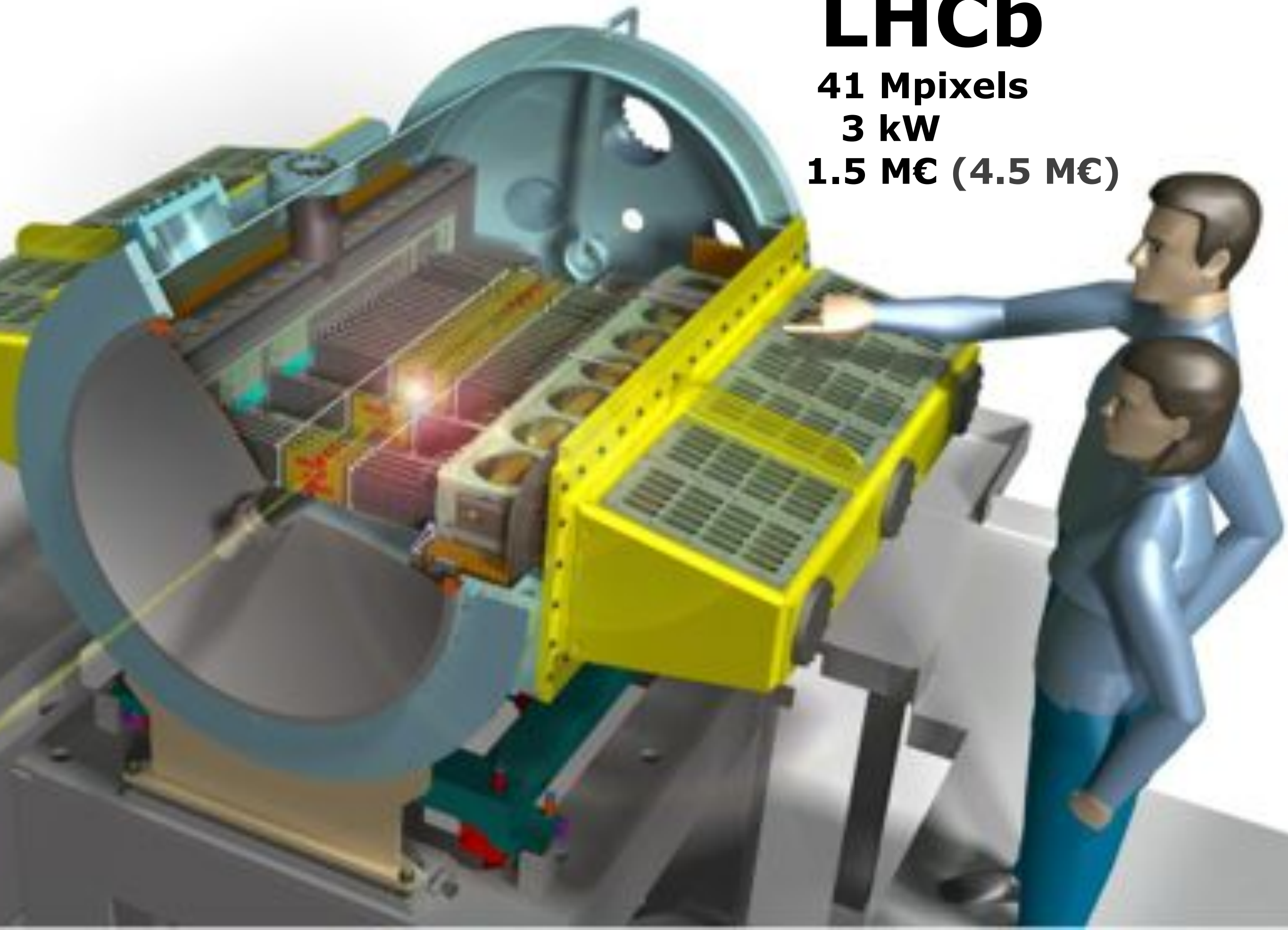
4.4 M€ (130 M€)

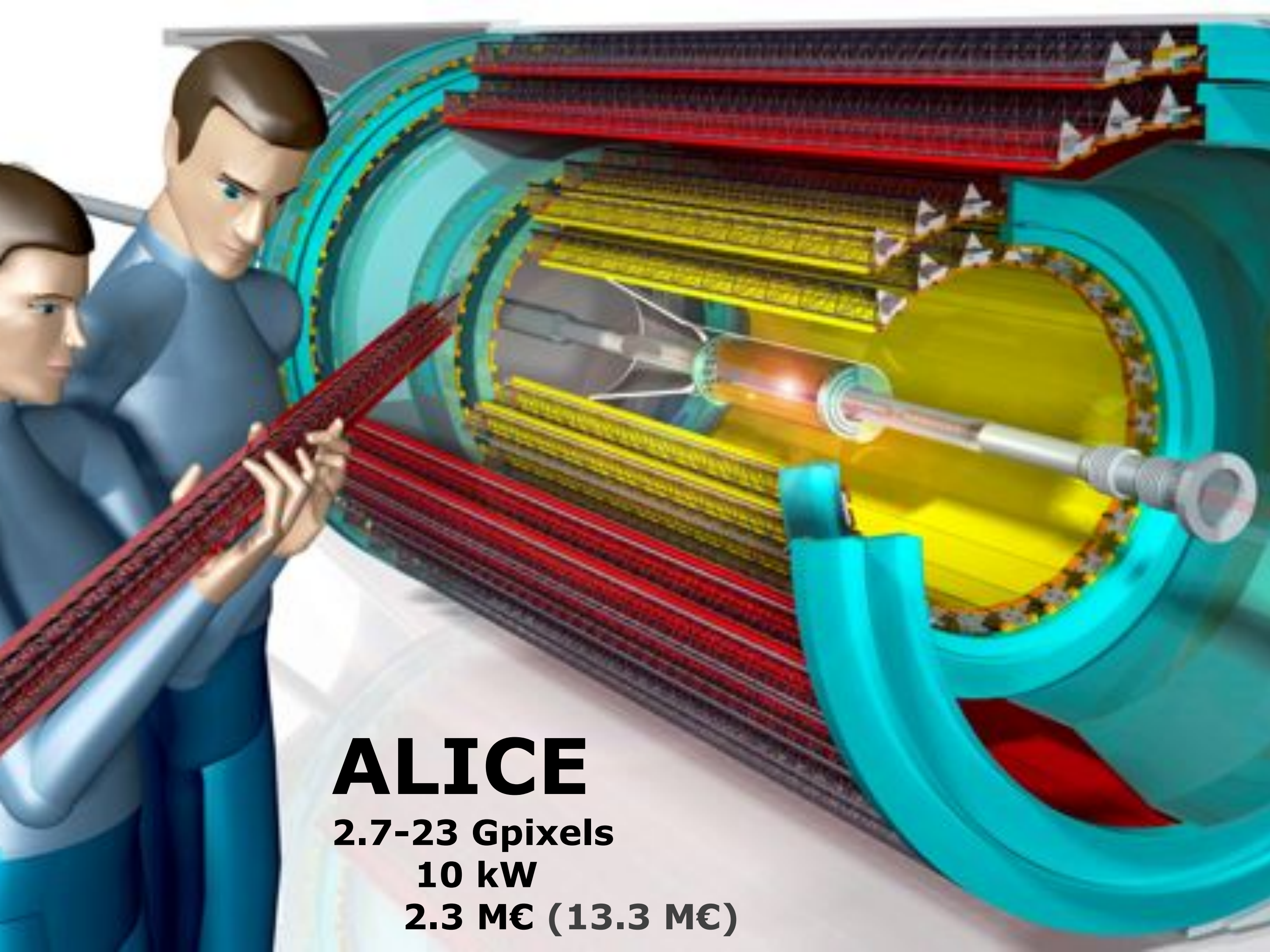
LHCb

41 Mpixels

3 kW

1.5 M€ (4.5 M€)





ALICE

2.7-23 Gpixels

10 kW

2.3 M€ (13.3 M€)

Industrie

Verleden

Spin-off

Toekomst



mechanica
elektronica
computing



*geavanceerde
instrumentatie*



*innovatie
maakindustrie*

CERN DD/OC

Tim Berners-Lee, CERN/DD

Information Management:
A Proposal

March 1989

WWW

CERN

The world's largest physics laboratory,
where the World Wide Web was born...

*physics supercollider
underground*

... 5 minutes from here!

Few % of your internet subscription

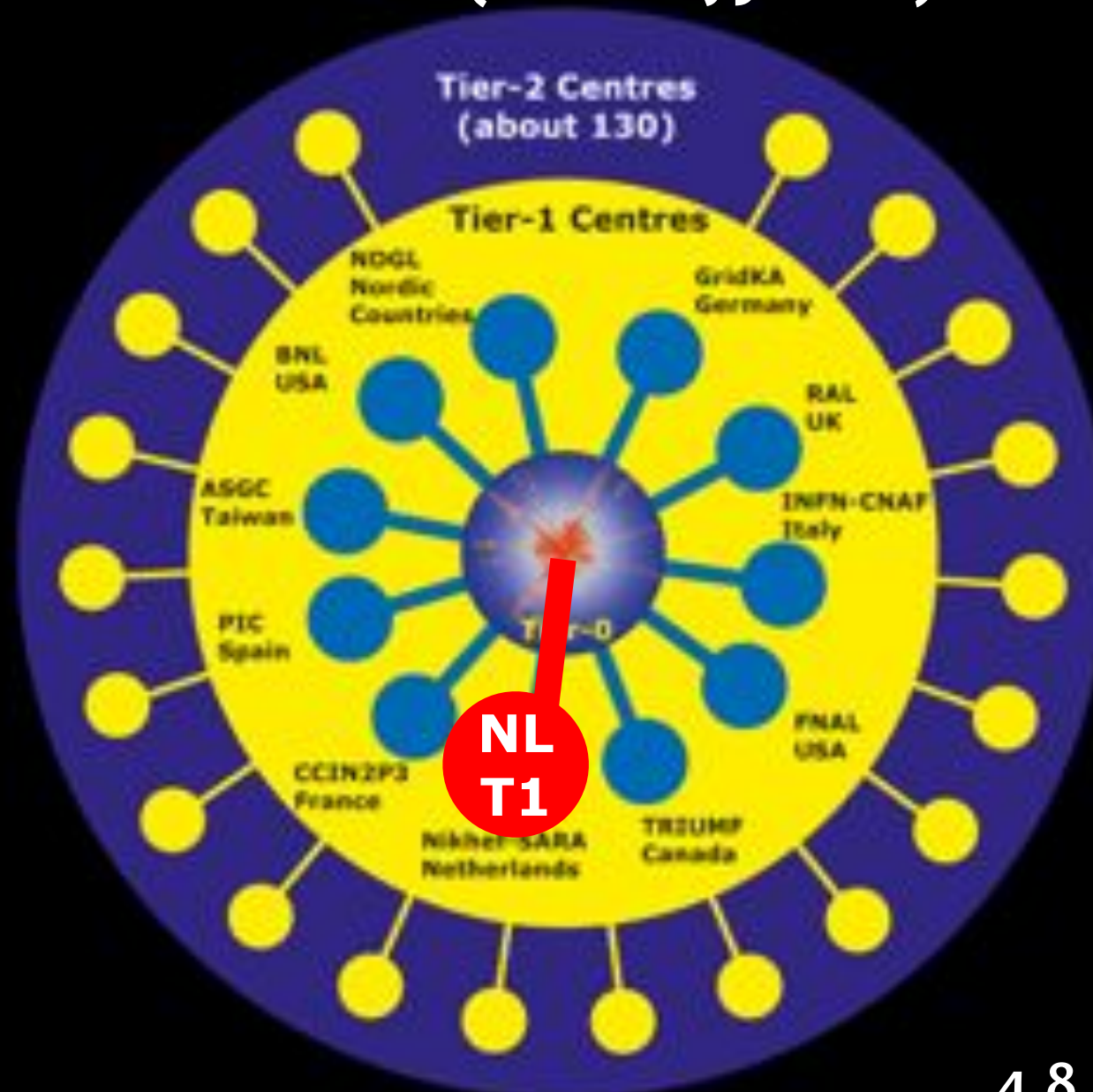
Experimenten:

Steeds hogere luminositeit, betere data acquisitie,
veel meer detector kanalen

⇒ (veel) meer data uit de detectoren;

⇒ betere data uit de detector (meer fysica)

Worldwide
LHC
Computing
Grid



WLCG
261 PB disk
131 PB tape
4.8 M HEP-SPEC06

How much does it cost?

The cost for the machine alone is about 5 billion CHF (about 3 billion Euro). The total project cost breaks down roughly as follows:

Construction costs (MCHF)	Personnel	Materials	Total
LHC machine and areas ^{*)}	1224	3756	4980
CERN share to detectors	869	493	1362
LHC computing (CERN share)	85	83	168
Total	2178	4332	6510

^{*) This includes: Machine R & D and injectors, tests and pre-operation.}

The experimental collaborations are individual entities, funded independently from CERN. CERN is a member of each experiment and contributes to the material budget of CMS and LHCb at the level, 16% for ALICE and 14% for ATLAS. TOTEM is a much smaller experiment, with a total material cost of about 6 million CHF, which CERN provides 30% of the budget.

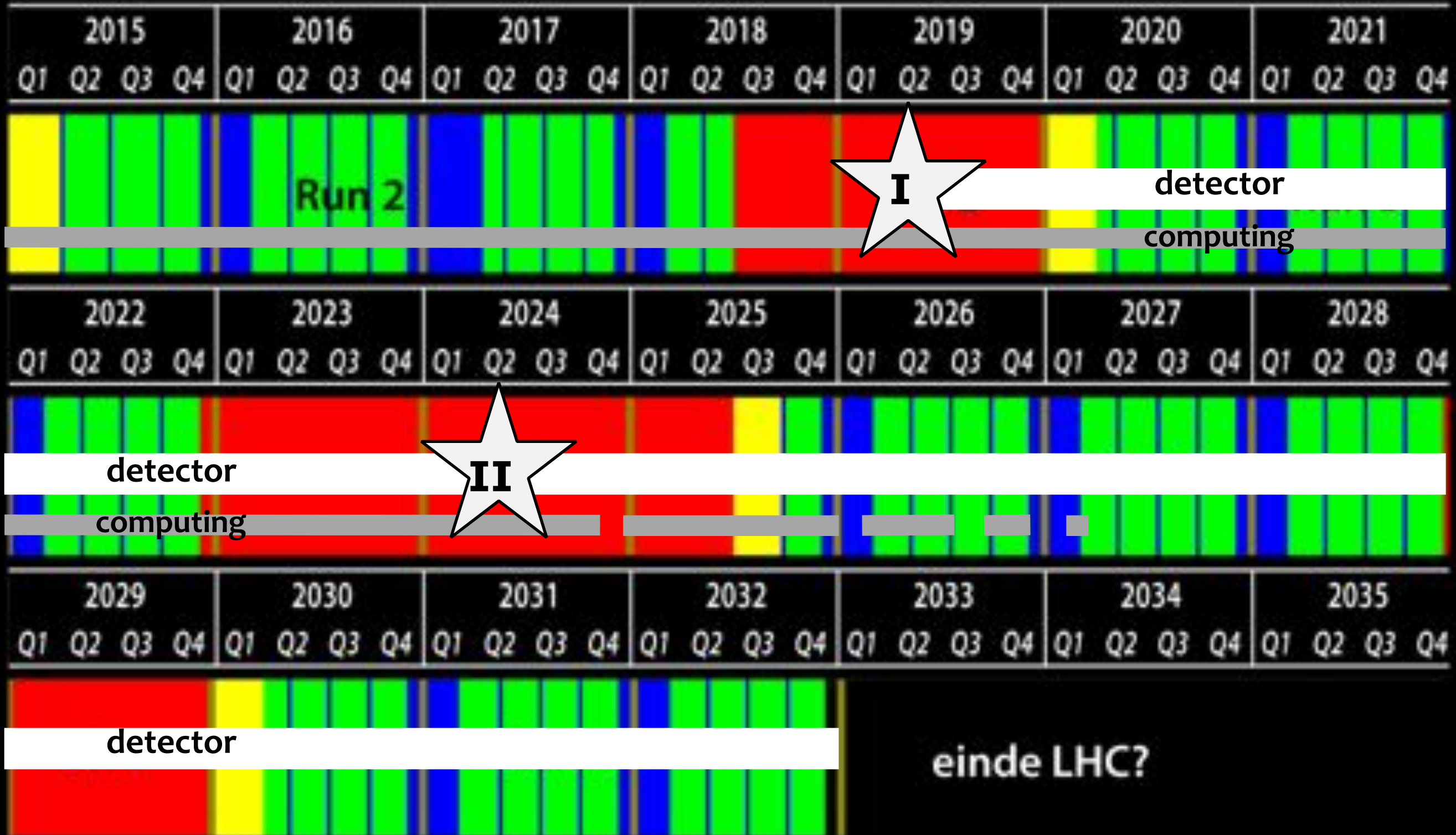
NB: 1 billion = 1 thousand million.

- Intel β -test site:
 - performance & stress testing multi-core & motherboard prototypes
- Juniper & Arista β -test site:
 - netwerken
- Cutting edge technologie:
 - stimuleert de concurrentie tussen ICT leveranciers



framework agreement partners

LHC tijdschema



- LHC is hoogste prioriteit in de deeltjesfysica:
 - *Europe's top priority should be the exploitation of the full potential of the LHC ...*
- Upgrades v/d LHC experimenten essentieel
 - financiering via de grote collaboraties in NL rond
 - **vervolgens: \approx 15 jaar in business**
- Opvolgend ,Dutch Scientific' ILO dag
 - Medio 2015: gericht op praktisch netwerken en kansen voor *industrie \leftrightarrow wetenschap*