ASSOCIATIE KU LEUVEN

Laura Tamassia

Tijdlijn Nobelprijs Fysica 2013



SCHOOL OF EDUCATION
UC Leuven Limburg MOVING MINDS
KU LEUVEN
vives
VAK DIDAC TIEK.BE

2013

2013 Nobelprijs Englert en Higgs (theoretische voorspelling B-E-H massagevend mechanisme & boson)



De Nobelprijs fysica 2013 werd toegekend aan François Englert en Peter W. Higgs voor "de theoretische ontdekking van een mechanisme dat bijdraagt aan ons begrip van de oorsprong van de massa van subatomische deeltjes, en dat recentelijk bevestigd werd door de ontdekking van het voorspelde fundamenteel deeltje door de experimenten ATLAS en CMS in de Large Hadron Collider in CERN".

"Natuurlijk ben ik blij. Maar het is ook waar dat ik veel spijt voel, omdat mijn vriend Brout niet bij mij is om deze prijs met mij te delen", F. Englert.

Bronnen: Nobelprize.org
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2013/
De Morgen 9/10/2013, 'Blijdschap en verdriet om een Nobelprijs'

Beeld: François Englert en Peter Higgs.

2013 Tau-probleem opgelost: stralingsschade

"Toen we terug gingen kijken, zagen we dat er stralingsschade was in enkele van onze detectors. Voor maanden dacht ik dat we iets nieuws zouden vinden, en ik was totaal fout. Met meer data begon alles te convergeren naar het platte, oude, vervelende Higgs. Ik ging door een depressie toen we het Higgs begonnen te zien."
Phil, jonge onderzoeker in de tau-groep van de CMS collaboratie

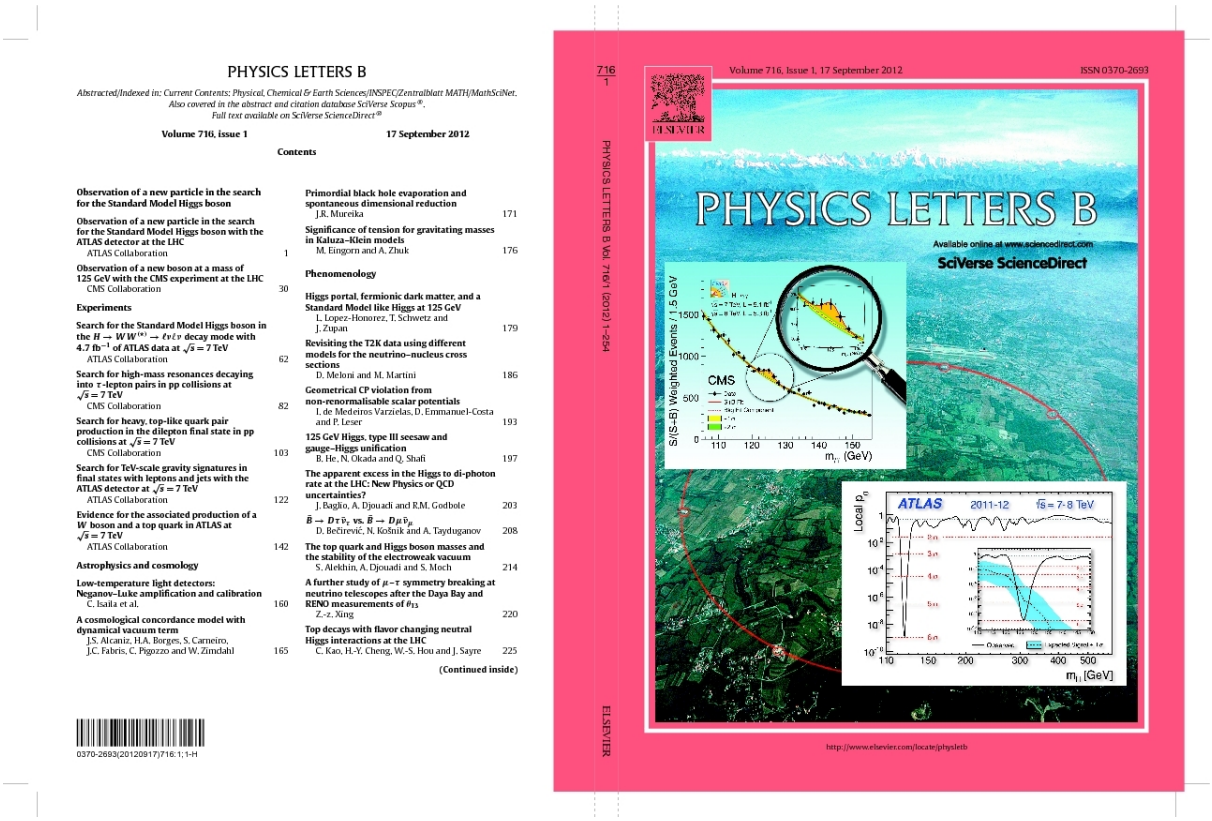
Bron: CERN People – Tau Trouble
https://www.youtube.com/watch?v=krQuVRdpC0g
(Nederlandse ondertiteling beschikbaar via settings onderaan rechts)

2012

2012 Publicatie van de resultaten van de experimenten ATLAS en CMS in twee aparte artikels in Physics Letters B

Waarneming van een nieuw deeltje in de zoektocht naar het Higgs boson van het Standaard Model met de detector ATLAS van de LHC
“Dit artikel is opgedragen aan onze ATLAS collega’s die niet lang genoeg hebben geleefd om de volledige impact en betekenis van hun bijdragen aan het experiment te kunnen zien.”
ATLAS Collaboratie

Waarneming van een nieuw boson met massa 125 GeV met het experiment CMS van de LHC
“Dit artikel is opgedragen aan onze collega’s die aan CMS hebben gewerkt, maar intussen overleden zijn, als erkenning van hun vele bijdragen tot het waarmaken van deze waarneming. “



PHYSICS LETTERS B

Abstracted/Indexed in: Current Contents: Physical, Chemical & Earth Sciences/INSPEC/Zentralblatt MATH/MathSciNet. Also covered in the abstract and citation database SciVerse Scopus®. Full text available on SciVerse ScienceDirect®

Volume 716, Issue 1 17 September 2012

Contents

Observation of a new particle in the search for the Standard Model Higgs boson

Observation of a new particle in the search for the Standard Model Higgs boson with the ATLAS detector at the LHC
ATLAS Collaboration 1

Observation of a new boson at a mass of 125 GeV with the CMS experiment at the LHC
CMS Collaboration 30

Experiments

Search for the Standard Model Higgs boson in the $H \to WW^{(*)} \to e\nu\mu\nu$ decay mode with 4.7 fb^{-1} of ATLAS data at $\sqrt{s} = 7$ TeV
ATLAS Collaboration 62

Search for high-mass resonances decaying into τ-lepton pairs in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV
CMS Collaboration 82

Search for heavy, top-like quark pair production in the dilepton final state in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV
CMS Collaboration 103

Search for TeV-scale gravity signatures in final states with leptons and jets with the ATLAS detector at $\sqrt{s} = 7$ TeV
ATLAS Collaboration 122

Evidence for the associated production of a W boson and a top quark in ATLAS at $\sqrt{s} = 7$ TeV
ATLAS Collaboration 142

Astrophysics and cosmology

Low-temperature light detectors: Neganov–Luke amplification and calibration
C. Isaila et al. 160

A cosmological concordance model with dynamical vacuum term
J.S. Alcaniz, H.A. Borges, S. Carneiro, J.C. Fabris, C. Pigozzo and W. Zimdahl 165

Primordial black hole evaporation and spontaneous dimensional reduction
J.R. Mureika 171

Significance of tension for gravitating masses in Kaluza–Klein models
M. Engorn and A. Zhuk 176

Phenomenology

Higgs portal, fermionic dark matter, and a Standard Model like Higgs at 125 GeV
L. Lopez-Honorez, T. Schwetz and J. Zupan 179

Revisiting the T2K data using different models for the neutrino–nucleus cross sections
D. Meloni and M. Martini 186

Geometrical CP violation from non-renormalisable scalar potentials
I. de Medeiros Varzielas, D. Emmanuel-Costa and P. Leser 193

125 GeV Higgs, type III seesaw and gauge–Higgs unification
B. He, N. Okada and Q. Shafi 197

The apparent excess in the Higgs to di-photon rate at the LHC: New Physics or QCD uncertainties?
J. Baglio, A. Djouadi and R.M. Godbole 203

$\bar{B} \to D\tau\bar{\nu}_\tau$ vs. $\bar{B} \to D\mu\bar{\nu}_\mu$
D. Bečirević, N. Košnik and A. Tayduganov 208

The top quark and Higgs boson masses and the stability of the electroweak vacuum
S. Alekhin, A. Djouadi and S. Moch 214

A further study of μ–τ symmetry breaking at neutrino telescopes after the Daya Bay and RENO measurements of θ_{13}
Z.-z. Xing 220

Top decays with flavor changing neutral Higgs interactions at the LHC
C. Kao, H.-Y. Cheng, W.-S. Hou and J. Sayre 225

(Continued inside)

0370-2693(20120917)716:1;1-H

716 1

Volume 716, Issue 1, 17 September 2012 ISSN 0370-2693

PHYSICS LETTERS B Vol. 716/1 (2012) 1-254

ELSEVIER

PHYSICS LETTERS B

Available online at www.sciencedirect.com

SciVerse ScienceDirect

http://www.elsevier.com/locate/physletb

Wetenschappelijke papers:

- Ontdekking door ATLAS:
http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037026931200857X
http://arxiv.org/abs/1207.7214v2

- Ontdekking door CMS
http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370269312008581

http://arxiv.org/abs/1207.7235v2

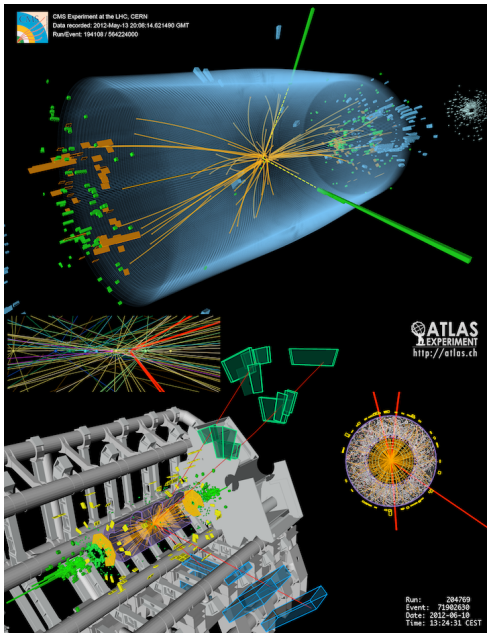
Beeld: Cover van het wetenschappelijke tijdschrift Physics Letters B, opgedragen aan de ontdekking van een nieuw deeltje door de experimenten ATLAS en CMS in CERN.

© Elsevier 2012

2012 Ontdekking nieuw deeltje@125 GeV in LHC, CERN

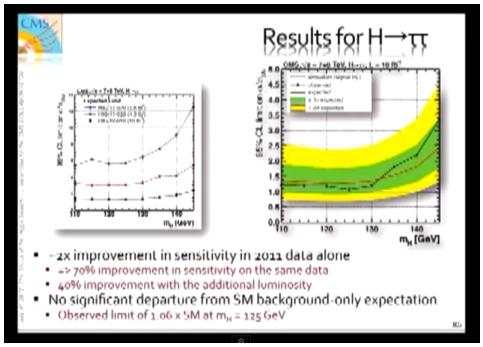


Genève, 4 juli 2012. Op het seminarie dat wordt gehouden in CERN presenteren de experimenten ATLAS en CMS hun laatste preliminaire resultaten i.v.m. het lang gezochte Higgsdeeltje. Door beide experimenten werd er een nieuw deeltje waargenomen in het massagebied rond 125-126 GeV.



"De uitstekende performance van de LHC en van ATLAS en de grote inspanningen van veel mensen hebben ons tot dit opwindende moment gebracht," zei Fabiola Gianotti, vertegenwoordiger van het experiment ATLAS, "maar een beetje meer tijd is nodig om deze resultaten voor publicatie voor te bereiden."

"De resultaten zijn preliminair maar het signaal dat we zien op 5 sigma rond 125 GeV is dramatisch. Dit is inderdaad een nieuw deeltje," zei Joe Incandela, vertegenwoordiger van het experiment CMS. "De implicaties zijn erg betekenisvol en precies daarom moeten we extreem voorzichtig zijn met al onze analyses en cross-checks."



Maar de krantenkoppen hebben enkele details weggelaten:
"We kijken naar 'Higgs naar tau-tau' in deze vier vervalkanalen en dit is wat we zien: geen evidentie van iets op 125 GeV."
(Joe Incandela, vertegenwoordiger van het experiment CMS)

"De persoon naast mij begon 'boe' te zeggen. Dat was echt een klap in mijn gezicht."
(Phil, jonge onderzoeker in de tau-groep van de CMS collaboratie)

Bron: CERN persmededeling

http://press.web.cern.ch/press-releases/2012/07/cern-experiments-observe-particle-consistent-long-sought-higgs-boson

CERN People – Tau Trouble
https://www.youtube.com/watch?v=krQuVRdpC0g
(Nederlandse ondertiteling beschikbaar via settings onderaan rechts)

Zie ook: Video van de officiële aankondiging:
http://www.youtube.com/watch?v=0CugLD9HF94

Beelden:

Fabiola Gianotti en Joe Incandela, vertegenwoordigers van de experimenten ATLAS en CMS, op het einde van het seminarie van 4 juli 2012.

Kandidaatevents in de zoektocht naar het Brout-Englert-Higgs boson.

Slide uit de presentatie van 4 juli 2012.

© 2012 CERN

2012 Tau-probleem: vier onderzoeksgroepen zien een Higgs-achtig deeltje, maar de tau-groep niet

“Deze kerels denken dat ze iets gezien hebben, maar in de tau-groep zien we niets.”

“Het zou kunnen dat het Higgs andere eigenschappen heeft dan verwacht, misschien zijn er twee verschillende deeltjes en hun eigenschappen zijn verschillend.”

Phil, jonge onderzoeker in de tau-groep van de CMS collaboratie

Bron: CERN People – Tau Trouble
https://www.youtube.com/watch?v=krQuVRdpC0g
(Nederlandse ondertiteling beschikbaar via settings onderaan rechts)

2011

2011 25ste Solvay Conferentie Brussel: nog discussies over bestaan B-E-H boson



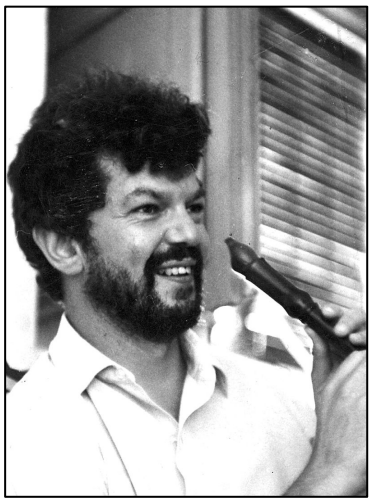
Sinds 1911 hebben de Solvay Conferenties vorm gegeven aan de moderne fysica. De 25ste editie, die in oktober 2011 plaatsvond in Brussel, zette deze traditie voort en vierde de eerste 100 jaar van deze beroemde reeks van conferenties.
De discussies tussen de deelnemers waren soms zeer levendig en met dramatisch divergerende standpunten.

"De ontdekking of uitsluiting van het Higgsboson zal waarschijnlijk niet het laatste woord betekenen inzake ons begrip van de elektrozwakke symmetrie, maar zal slechts een begin zijn." G. Giudice (CERN), tijdens de conferentie.

Bron: The Theory of the Quantum World, Proceedings of the 25th Solvay Conference on Physics Brussels, Belgium, 19 – 22 October 2011

Beeld: Groepsfoto van de 25ste Solvay Conferentie (Brussel, 2011).
© International Solvay Institutes

2011 Robert Brout overleden



Robert Brout was niet alleen een uitzonderlijke onderzoeker. Vaderfiguur in België voor de gemeenschap van de natuurkundigen, was hij ook muzikant, dichter en een grote tuinierliefhebber. Voor zijn 60ste verjaardag hebben zijn collega's hem geëerd en een verzameling van wetenschappelijke teksten opgedragen aan hem met als titel 'De tuinman van Eden'.

Een manier, zegt Prof. Jean-Marie Frère, om 'zijn diepe verbondheid met de natuur,' uit te drukken 'waarvan hij de geheimen probeerde te ontsluiten'.

Bron: Le Monde - Disparitions - Robert Brout 14/05/2011
http://www.lemonde.fr/disparitions/article/2011/05/14/robert-brout_1522100_3382.html

Beeld: Robert Brout in 1964.

2010

2010 Sakuraiprijs Brout, Englert, Higgs, Guralnik, Hagen, Kibble



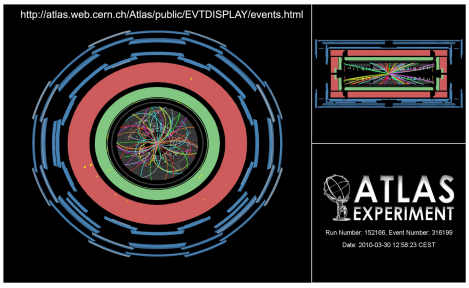
Tijdens de vergadering van de Amerikaanse Natuurkundige Vereniging in april 2010 werd de J. J. Sakuraiprijs voor theoretische deeltjesfysica uitgereikt aan de zes prijswinnaars voor hun werk i.v.m. spontane symmetriebreking in ijktheorieën, werk dat ze 46 jaar vroeger deden.
Het mechanisme dat ze ontdekten is een essentieel ingrediënt van de unificatie van de zwakke en elektromagnetische wisselwerkingen, die deel uitmaken van het Standaard Model van deeltjesfysica.

Bron: website van de American Physical Society
http://www.aps.org/publications/apsnews/201003/sakurai-pic.cfm

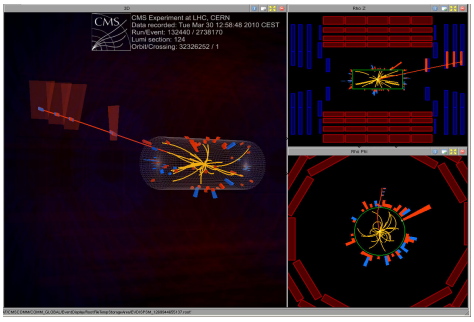
Zie ook: video-opname van alle events i.v.m. de uitreiking van de Sakuraiprijs 2010:
http://www.youtube.com/view_play_list?p=BDA16F52CA3C9B1D

Beeld: Kibble, Guralnik, Hagen, Englert en Brout op de ceremonie van de toereiking van de Sakuraiprijs.

2010 Start onderzoeksprogramma LHC met eerste botsing@7TeV



Genève, 30 maart 2010. Bundels botsen op een energie van 7 TeV in de LHC om 13:06 CEST, en dit markeert de start van het onderzoeksprogramma van de LHC. Deeltjesfysici overal in de wereld kijken uit naar een potentieel rijke oogst van nieuwe fysica als de LHC begint met zijn eerste 'run' op een energie drie en half keer hoger dan ooit bereikt in een deeltjesversneller.



Bron: CERN persmededeling
http://press.web.cern.ch/press-releases/2010/03/lhc-research-programme-gets-underway

Zie ook:
Fragment uit de documentaire 'Particle Fever' (http://particlefever.com/)
http://www.youtube.com/watch?v=V3_SJDLCetU

Beeld: Echte data van de eerste hoge-energie botsingen op 7 TeV opgenomen op 30 maart 2010 door de experimenten CMS en ATLAS van de LHC. © 2010 CERN

2008

2008 Nobelprijs Nambu (spontane symmetriebreking in hoge energie deeltjesfysica) + Kobayashi en Maskawa



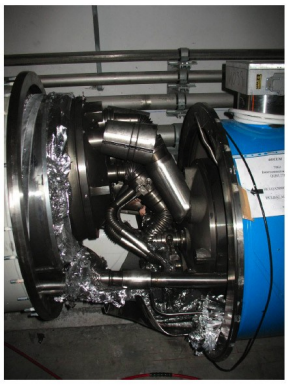
De Nobelprijs fysica 2008 werd gesplitst, de helft werd toegekend aan Yoichiro Nambu "voor zijn ontdekking van het mechanisme van spontane symmetriebreking in subatomaire fysica", de andere helft aan Makoto Kobayashi en Toshihide Maskawa voor de ontdekking van de oorsprong van de gebroken symmetrie die het bestaan van ten minste drie families van quarks in de natuur voorspelt".

Passie voor symmetrie - Spontaan gebroken symmetrie verbergt de orde van de natuur onder een schijnbaar wanordelijk oppervlak. Spontaan gebroken symmetrie is gebleken extreem nuttig te zijn, en de theorieën van Nambu doordringen het Standaard Model van elementaire deeltjesfysica.

Bronnen:
Nobelprize.org
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2008/
Nobelprize.org persmededeling
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2008/press.html

Beeld: Yoichiro Nambu. © Betsy Devine

2008 Incident supergeleidende magneten LHC leidt tot extra kosten





Tijdens de test van 19 september, werd de temperatuur van een las in een supergeleidende kabel die twee magneten verbindt, hoger dan zijn werktemperatuur. Daardoor liep er een enorm sterke elektrische stroom door het vloeibaar helium. Het ontsnappen van het helium uit zijn doorprikte vat, zorgde op zijn beurt voor een zeer hoge druk in de machine die de magneten uit hun betonstructuur wrong.
Het preliminair rapport van 16 oktober meldt dat 29 van de 10,000 magneten gebruikt om de protonenbundel van de versneller te sturen, beschadigd zijn en vervangen zullen moeten worden. Meer magneten zullen mogelijk ook verwijderd en gecontroleerd worden, en veranderingen zullen geïmplementeerd moeten worden om toekomstige incidenten te vermijden.

CERN heeft er toch vertrouwen in dat het mogelijk zal zijn het herstel uit te voeren, maar de volledige winterperiode zal hiervoor nodig zijn. Zonder de personeelskosten en de waarde van de reserveonderdelen mee te rekenen, zal het nodige werk volgens een eerste schatting 100,000 Zwitserse frank kosten.



Bron: Nature News
http://www.nature.com/news/2008/081017/full/4551015a.html

Zie ook:
Fragment uit de documentaire Higgs – Naar het hart van de verbeelding (minuten 42:18-44:56)
http://www.npo.nl/higgs-naar-het-hart-van-de-verbeelding/04-07-2012/VPWON_1184913

Beelden:

Schade gebracht aan de supergeleidende magneten in sectoren 3 en 4 van de LHC door het incident van 19 september 2008.

De beschadigde supergeleidende magneten van de LHC worden hersteld.

© 2008 CERN

2008 Protonenbundels draaien voor de eerste keer in LHC

Genève, 10 september 2008. Vanmorgen werd de eerste bundel in de Large Hadron Collider met succes rond de volledige tunnel van 27 kilometer gestuurd. Deze historische gebeurtenis markeert een sleutelmoment in de overgang tussen meer dan 20 jaar voorbereidingswerk en een nieuw tijdperk van wetenschappelijke ontdekkingen.



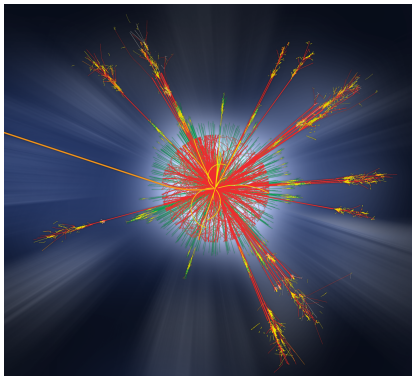
Bron: CERN press release
http://press.web.cern.ch/press-releases/2008/09/first-beam-lhc-accelerating-science



Zie ook:
Fragment uit de documentaire Higgs – Naar het hart van de verbeelding (minuten 36:06-42:18)
http://www.npo.nl/higgs-naar-het-hart-van-de-verbeelding/04-07-2012/VPWON_1184913

Beeld: Beleving van het LHC First Beam Event op het CMS Centre in CERN. © 2008 CERN

2008 Antwoord LHC veiligheidscommissie i.v.m. zwarte gaten



"De LHC reproduceert in het laboratorium, onder gecontroleerde toestanden, botsingen met een energie kleiner dan de energie bereikt in de atmosfeer door sommige kosmische stralen, die voor miljarden jaren de aarde hebben gebombardeerd. We verwijzen naar de botsingen van deze kosmische stralen met de aarde, de zon, neutronensterren, witte dwergen en andere astronomische lichamen op energieën hoger dan de LHC. De stabiliteit van astronomische lichamen wijst erop dat dergelijke botsingen niet gevaarlijk zijn."

Bron:
Review of the Safety of LHC Collisions door de LHC Safety Assessment Group (LSAG)
http://lsag.web.cern.ch/lsag/LSAG-Report.pdf

Zie ook: CERN Press Office - Safety at the LHC
http://press.web.cern.ch/backgrounders/safety-lhc

Beeld: Simulatie van een event waar een microscopisch zwart gat geproduceerd werd en onmiddellijk verviel in veel deeltjes. ATLAS experiment © 2014 CERN

2008 Gerechtszaak zwarte gaten@LHC

Kernfysicus Walter L. Wagner richtte 'Citizens Against The Large Hadron Collider' op om wettelijke actie te voeren. Hij wil eisen dat CERN extensieve veiligheidstests van de Large Hadron Collider uitvoert voordat de machine toestemming krijgt om te functioneren. Catastrofale uitkomsten als gevolg van de LHC zouden, o.a., theoretisch voorspelde miniatuur zwarte gaten kunnen zijn, samen met strangelets en de Sitter ruimteovergangen. De initiële klacht voor tijdelijk verbod en rechterlijk bevel werd ingediend op 21 maart 2008 door Luis Sancho en Walter Wagner tegen de U.S. Department of Energy, de National Science Foundation en andere.

Bron: Citizens Against The Large Hadron Collider website
http://www.lhcdefense.org/lhc_legal.php

2007

2007 Artikel Meade-Randall (zwarte gaten @ LHC ?)

'We vinden het heel onwaarschijnlijk dat de LHC conventionele zwarte gaten zal produceren. In bijna alle gevallen is de entropie te laag om erop te vertrouwen dat er een eindtoestand van een zwart gat mogelijk zal zijn.' Bron: wetenschappelijk artikel van Meade en Randall (Harvard U.)

http://arxiv.org/abs/0708.3017v1

2004

2004 Nobelprijs Gross, Politzer en Wilczek

De Nobelprijs fysica 2004 werd toegekend aan David J. Gross, H. David Politzer en Frank Wilczek "voor de ontdekking van asymptotische vrijheid in de theorie van sterke wisselwerkingen".

Bron: Nobelprize.org
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2004/

2004 Wolfprijs Brout, Englert en Higgs

Het Prijscomité voor de Natuurkunde heeft unaniem beslist dat de Wolfprijs 2004 toegekend zal worden aan F. Englert, R. Brout, P. W. Higgs, voor pionierwerk dat heeft geleid tot het inzicht in massageneratie, telkens als een lokale symmetrie asymmetrisch gerealiseerd wordt in de wereld van subatomische deeltjes.

Bron: Wolf Fund website
http://www.wolffund.org.il/index.php?dir=site&page=winners&cs=305

2001

2001 Artikel Dimopoulos en Landsberg (zwarte gaten @ LHC)

'Als de schaal van kwantumgravitatie dichtbij de TeV is, zal de LHC ongeveer één zwart gat per seconde produceren.'
Bron: wetenschappelijke paper van Dimopoulos (Stanford U.) en Landsberg (Brown U.)

http://arxiv.org/abs/hep-ph/0106295v1

2000

2000 Experiment LEP in CERN moet definitief sluiten

Vorige week hebben LEP onderzoekers de nieuwe data voorgelegd aan het management van CERN, en hebben geargumenteerd dat het geval van het Higgsdeeltje belangrijk genoeg was om een extra jaar toe te kennen aan LEP. Maar in een reeks van gesloten vergaderingen hebben de data gefaald het management te overtuigen. Vroeger vandaag heeft de algemene directeur van CERN aangekondigd dat LEP gesloten zal moeten worden zoals oorspronkelijk gepland.
De reden voor de sluiting is eenvoudig. LEP en de detectors die erop zitten, moeten gedemonteerd en uit de 27-kilometer tunnel gebracht worden om de installatie van de Large Hadron Collider (LHC) mogelijk te maken.
Het comité vond het niet mogelijk om te beslissen of dit de financiële en politieke kosten van de vertraging op de bouw van de LHC waard was.
De onderzoeksraad werd dan geroepen om de zaak te bespreken, maar deze was ook verdeeld. De algemene directeur van CERN Luciano Maiani contacteerde eerst nog vertegenwoordigers uit de lidstaten, en dan keurde hij de voorgestelde verlenging af.

Bron: Science News
http://news.sciencemag.org/2000/11/no-stay-execution-lep

Zie ook: CERN Courier
http://cerncourier.com/cws/article/cern/28361

CERN persmededeling:
http://press.web.cern.ch/press-releases/2000/11/lep-shuts-down-after-eleven-years-forefront-research

Wetenschappelijke paper:
http://arxiv.org/abs/hep-ex/0306033

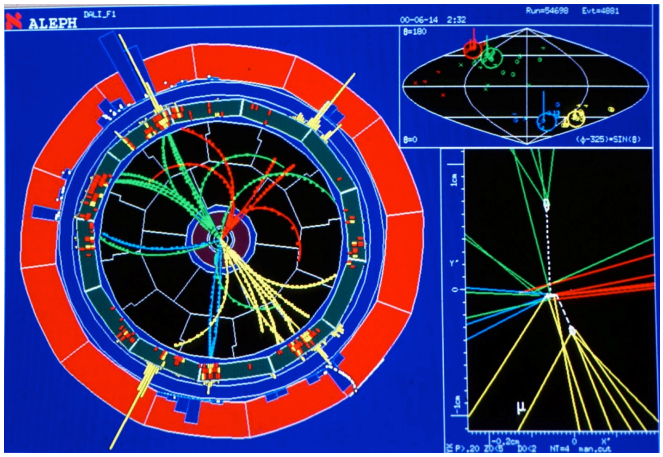


Beeld: Het hoofd van de SL afdeling van CERN Steve Myers trekt, samen met leden van het LEP team, het symbolische touw dat de versneller LEP definitief zal afzetten.
© 2000 CERN

2000 Mogelijke tekens van nieuw deeltje@115 GeV in LEP, CERN

In september moest het grote experiment Large Electron Positron Collider (LEP) in CERN gesloten en gedemonteerd worden. Maar dit jaar, juist voor de geplande sluiting, hebben de onderzoekers de energie van de bundels in de machine over de voorgeschreven grenzen gedrukt. De op deze manier verzamelde data hebben onverwachte tekens van een mogelijk B-E-H boson met een massa rond 115 GeV gebracht. Deze tekens hebben op hun beurt een verlenging van één maand voor het leven van LEP mogelijk gemaakt.

Bron: Science News
http://news.sciencemag.org/2000/11/no-stay-execution-lep



Beeld: Echte data van een meting uitgevoerd op 14 juni 2000 door de detector ALEPH van LEP. Men ziet vier 'jets' van hadronen die resultaat zouden kunnen zijn van productie en verval van een Z0 boson en van een B-E-H boson. Aangezien het B-E-H zelf niet gedetecteerd wordt en andere processen ook gelijkaardige sporen kunnen produceren, kan zo een geïsoleerde meting geen evidentie zijn van het bestaan van het B-E-H boson.
© 2000 CERN

1999

1999 Nobelprijs 't Hooft en Veltman (hun werk bouwt verder op B-E-H)

De Nobelprijs fysica 1999 werd toegekend aan Gerardus 't Hooft en Martinus J.G. Veltman "voor het verduidelijken van de kwantumstructuur van elektrozwakke wisselwerkingen in de fysica".

"De twee onderzoekers worden de Nobelprijs toegekend omdat ze de theorie in deeltjesfysica op een stevigere wiskundige basis geplaatst hebben. Ze hebben in het bijzonder getoond hoe de theorie gebruikt kan worden voor nauwkeurige berekeningen van fysische grootheden. Experimenten in deeltjesversnellers in Europa en de V.S. hebben recentelijk veel van de berekende resultaten bevestigd.

Een belangrijk ingrediënt in de theorie die 't Hooft and Veltman hebben ontwikkeld, is een nog niet waargenomen deeltje – het Higgs deeltje. Precies zoals in het geval van andere deeltjes, voorspeld door theoretische argumenten en later experimenteel ontdekt, wachten de onderzoekers nu op een directe waarneming van het Higgs deeltje."

Bronnen: Nobelprize.org
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1999/

Nobelprize.org persmededeling
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1999/press.html

1997

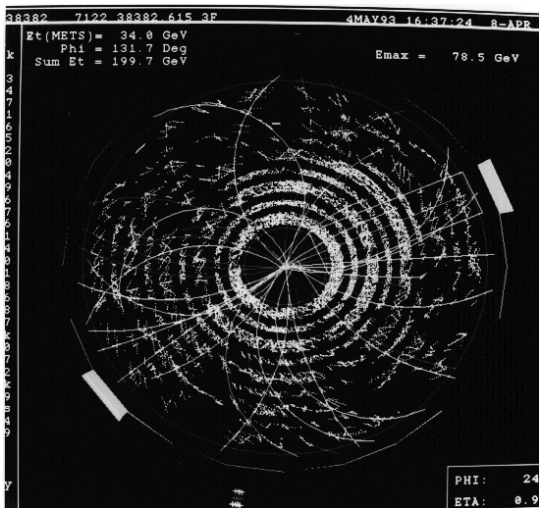
1997 De prijs van European Physical Society voor Brout, Englert en Higgs

De prijs van de Europese Natuurkundige Vereniging voor hoge energie en deeltjesfysica 1997 wordt toegekend aan Robert Brout, Francois Englert en Peter W. Higgs voor het formuleren, voor de eerste keer, van een zelf-consistente theorie van geladen massieve vectorbosonen die de basis zijn geworden van de elektrozwakke theorie van elementaire deeltjes.

Bron: website van de Europese Natuurkundige Vereniging
https://eps-hepp.web.cern.ch/eps-hepp/hepp-prize-awards.php

1995

1995 Ontdekking top quark in Fermilab (VS)



Nieuwsmededeling, 2 maart 1995
Batavia, IL – Vandaag hebben de fysici van het Fermi National Accelerator Laboratory binnen het Departement van Energie de ontdekking van een subatomisch deeltje aangekondigd. Het deeltje, dat 'top quark' is genoemd, is het laatste van de zes quarks die voorspeld worden door de huidige wetenschappelijke theorie. Wetenschappers uit de hele wereld hebben het top quark gezocht sinds de ontdekking van het bottom quark in Fermilab in 1977.

Bron: Origineel News Release van Fermilab, beschikbaar op http://www.fnal.gov/pub/science/inquiring/physics/discoveries/top_quark.html

Beeld: Een computer-gegenereerd beeld van een kandidaat-event voor het top quark.
© 1995 Fermilab

1994

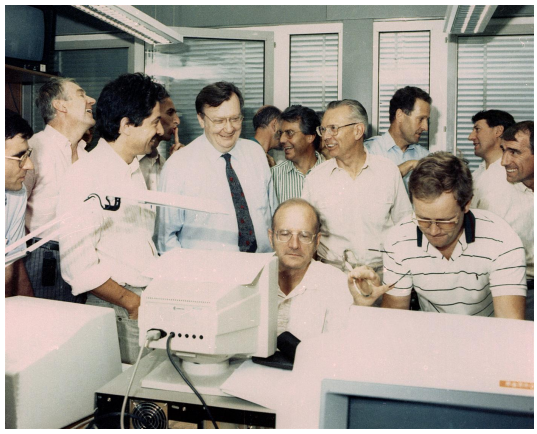
1994 Goedkeuring LHC door Raad van CERN

16 december 1994
De Raad van CERN heeft vandaag in overeenstemming beslist de constructie van de 14 TeV Large Hadron Collider (LHC) goed te keuren.
De algemene directeur van CERN, Chris Llewellyn Smith, zegt: "De beslissing van vandaag is een belangrijke stap voor de toekomst van de hoge energie fysica en van CERN. De beslissing van de Raad van CERN is een 20-jaar engagement met het onderzoek in de hoge energie fysica. Ik geloof dat dit een uniek engagement is tot fundamenteel onderzoek en ik ben geëerd door deze stemming die groot vertrouwen aantoont in fundamenteel onderzoek en in de wetenschappelijke capaciteiten van CERN. (…) We hopen vrienden van andere landen te mogen verwelkomen in het LHC-project, niet alleen voor hun financiële participatie maar nog meer voor hun belangrijke intellectuele bijdrage." De LHC, een deeltjesversneller met supergeleidende magneten die elk 14 meter lang zijn, zal geïnstalleerd worden in de bestaande cirkelvormige tunnel van CERN, die 27-kilometer lang is en gebouwd werd voor de LEP elektron-positron collider.

Bron: CERN Press Release
http://press.web.cern.ch/press-releases/1994/12/cern-council-gives-go-ahead-large-hadron-collider

1989

1989 Start metingen LEP, CERN



Op 14 juli 1989, in een overvolle controlezaal, slaagde het team er in om voor de eerste keer een hele ronde te laten uitvoeren door een bundel van protonen in de grote elektron-positron botser. Slechts één maand later, op 13 augustus, werden de eerste botsingen tussen elektronen en positronen geproduceerd, die snel leidden tot de aankondiging van de eerste fysica-resultaten op 13 oktober.

Bron: CERN Courier
http://cerncourier.com/cws/article/cern/40743

Beeld: Fysici verzameld rond een scherm in de controlezaal van LEP op de LEP start-up in CERN. © 1989 CERN

1988

1988 Graafwerken tunnel LEP af



Het graven van de LEP tunnel was Europa's grootste project in de burgerlijke ingenieurswetenschappen voor de Kanaaltunnel. Het project was klaar op 8 februari 1988. De twee uiteinden van de 27 km lange ring kwamen samen met een fout van slechts 1 cm.

Bron: CERN timelines
http://timeline.web.cern.ch/events/lep-tunnel-completed

Beeld: graafploeg in de LEP tunnel. © 1988 CERN

1988 Prototype LHC supergeleidende magneet

Vertrekkend vanuit het design geleverd door CERN produceerde het bedrijf Ansaldo Componenti een prototype van een supergeleidende dipoolmagneet die 1 m lang was. Het prototype werd in CERN getest in 1988 en bereikte een magnetisch veld van 9 T op een temperatuur van 1,8 K. Er werd dus aangetoond dat het met dit soort supergeleidende magneten mogelijk is om het gebied van 8–10 T te bereiken, wat nodig is voor de werking van de LHC.

Bron: CERN Courier
http://cerncourier.com/cws/article/cern/47504

1986

1986 Start onderzoek en ontwikkeling voor LHC

In 1986 begon het onderzoek en de ontwikkeling voor de LHC onder de leiding van Giorgio Brianti. De focus lag op de specifieke kwesties voor de LHC, in het bijzonder het benodigde hoog magnetisch veld en het gebruik van supervloeibaar helium. Het kunnen bereiken van een hoog genoeg magnetisch veld was kritisch en moest daarom onmiddellijk getest worden. Geleid door Romeo Perin en Daniel Leroy, ontwikkelde CERN het eerste spoeldesign voor de LHC en leverde de eerste grote supergeleidende kabel aan het bedrijf Ansaldo Componenti.

Bron: CERN Courier
http://cerncourier.com/cws/article/cern/47504

1985

1985 Graafwerken LEP tunnel beginnen

Het graven van de LEP tunnel was Europa's grootste project in de burgerlijke ingenieurswetenschappen voor de Kanaaltunnel. Drie tunnelgraafmachines begonnen in februari 1985 de tunnel te graven.

Bron: CERN website
http://home.web.cern.ch/about/accelerators/large-electron-positron-collider

1984

1984 Nobelprijs Rubbia en Van der Meer (ontdekking bosonen $W^{\pm}$ en Z^{0})

De Nobelprijs fysica 1984 werd toegekend aan Carlo Rubbia en Simon van der Meer "voor hun doorslaggevende bijdragen aan het grote project dat leidde tot de ontdekking van de velddeeltjes W en Z, die de zwakke wisselwerking voortbrengen".

Bron: Nobelprize.org
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1984/

1984 Symposium in Lausanne: start werk voor LHC

In 1984 werd een symposium georganiseerd in Lausanne, Zwitserland, dat het officiële vertrekpunt werd voor het werk aan de LHC. Werkgroepen werden opgericht om verschillende fysische aspecten te beschouwen die onderzocht zouden kunnen worden met een protonenbotser gebouwd in de tunnel van LEP. Als gevolg werd de LHC een prioriteit voor CERN.

Bron: CERN website – LHC mijlpalen
http://lhc-milestones.web.cern.ch/LHC-Milestones/LHCMilestones-en.html

1983

1983 Ontdekking bosonen $W^{\pm}$ en Z^0 in SPS, CERN



De eerste W kandidaat werd gevonden in november 1982 en gerapporteerd tijdens een proton-antiproton workshop in Rome, Italië, 12-14 januari 1983. Op 25 januari 1983, deelde CERN het nieuws van de ontdekking van het W boson met de wereld. Het Z boson werd enkele maanden later gevonden, in mei 1983.

Bron: CERN website
http://home.web.cern.ch/about/updates/2013/01/carrying-weak-force-thirty-years-w-boson

Beeld: Persconferentie over de ontdekking van het boson W in CERN. © 1983 CERN

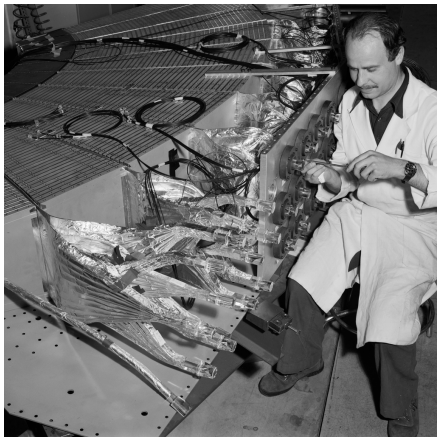
1983 Start Tevatron, Fermilab, V.S.

Gebaseerd op 800 supergeleidende dipoolmagneten met een magnetisch veld boven 4 T, bracht Tevatron voor de eerste keer massaproductie van supergeleiders met zich mee en betekende een echte doorbraak in de technologie van deeltjesversnellers. Voor de eerste keer kon een cirkelvormige deeltjesversneller immers naar een hogere energie gebracht worden zonder zijn straal te moeten vergroten.

Bron: CERN Courier
http://cerncourier.com/cws/article/cern/47504

1981

1981 Start proton-antiproton experimenten in SPS, CERN



In 1976 hadden fysici Carlo Rubbia, Peter McIntyre en David Cline gesuggereerd om de SPS, in die tijd de grootste deeltjesversneller in CERN, te veranderen van een één-bundel naar een twee-bundel botser. De machine zou dan een protonenbundel laten botsen tegen een antiprotonenbundel. Op deze manier zou de beschikbare energie veel hoger worden. Het doel was om een energie te bereiken die hoog genoeg is om W en Z deeltjes te kunnen produceren. De hiervoor specifiek gebouwde detectoren UA1 en UA2 begonnen data op te nemen in 1981.

Bron: CERN website
http://home.web.cern.ch/about/updates/2013/01/carrying-weak-force-thirty-years-w-boson

Beeld: Werken aan één van de 24 onderdelen van de elektromagnetische en hadronische calorimeter van de detector UA2. © 1980 CERN

1981 Goedkeuring LEP door Raad van CERN

De algemene directeur van CERN Herwig Schopper presenteerde het project aan de Raad van CERN. Hij besprak de wetenschappelijke verantwoording, het budget en het tijdspad voor de constructie. Hij concludeerde dat zelden in het verleden er zo veel consensus is geweest in de Europese wetenschappelijke gemeenschap inzake de validiteit van een onderzoeksinstrument.

Bron: CERN timelines
http://timeline.web.cern.ch/timelines/The-Large-Electron-Positron-Collider

1980

1980 Idee LHC naar voor gebracht

Het idee om de Large Hadron Collider (LHC) te bouwen, begon in de vroege jaren '80. Hoewel de Large Electron Positron Collider (LEP), die tussen 1989 en 2000 draaide in CERN, zelfs nog niet gebouwd was, keken onderzoekers al verder in de toekomst van de deeltjesfysica. Ze stelden voor om de 27-kilometer ring van LEP te herbruiken voor een nog krachtigere machine. Om zo hoog mogelijke botsingsenergieën te bereiken, werd voorgesteld om twee bundels van protonen te gebruiken in de nieuwe machine. Het project werd de Large Hadron Collider (LHC) genoemd, waar 'hadronen' materiedeeltjes zijn zoals protonen.

Bron: CERN website – LHC mijlpalen
http://lhc-milestones.web.cern.ch/LHC-Milestones/LHCMilestones-en.html

1979

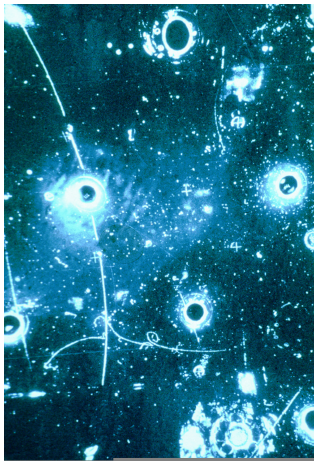
1979 Nobelprijs Glashow, Salam en Weinberg (elektrozwakke theorie, bouwt verder op B-E-H, voorspelt zwakke neutrale stromen en bosonen Z^0 en $W^{\pm}$)

De Nobelprijs fysica 1979 werd toegekend aan Sheldon Lee Glashow, Abdus Salam en Steven Weinberg "voor hun bijdrage tot de theorie van de geünificeerde zwakke en elektromagnetische wisselwerkingen tussen elementaire deeltjes inclusief, o.a., de voorspelling van de zwakke neutrale stroom".
Een belangrijk gevolg van de theorie is dat de zwakke wisselwerking voortgebracht wordt door deeltjes die sommige gemeenschappelijke eigenschappen hebben met het foton. Deze zo genoemde vectorbosonen verschillen ten opzichte van het massaloze foton omdat ze wel een massa hebben. De deeltjesversnellers van vandaag zijn niet krachtig genoeg om deze deeltjes te kunnen produceren.

Bronnen: Nobelprize.org
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1979/
Nobelprize.org persmededeling
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1979/press.html

1973

1973 Eerste experimentele verificatie Standaard Model in CERN (zwakke neutrale stromen)



Tijdens een seminarie in CERN op 19 juli 1973, presenteerde Paul Musset van de Gargamelle collaboratie de eerste directe evidentie van de zwakke neutrale stroom – een proces onafhankelijk voorspeld in de jaren '60 door Sheldon Glashow, Abdus Salam en Steven Weinberg.
Het nieuwe effect markeerde het experimentele begin van het Standaard Model van elektrozwakke wisselwerkingen en triggerde veel activiteit in CERN en overal in de wereld, op experimenteel én theoretisch vlak.

Bron: CERN website
http://home.web.cern.ch/about/updates/2013/07/forty-years-neutral-currents

Beeld: De sporen geproduceerd in de 1200 liter Gargamelle bellenkamer die de eerste bevestiging brachten van een neutrale stroominteractie. © 1973 CERN

1973 Artikel Kobayashi en Maskawa: voorspelling top quark

"We concluderen dat er geen realistisch model van CP-violatie in het 'quartet' schema kan bestaan zonder nieuwe velden toe te voegen."

Bron: originele artikel
http://ptp.oxfordjournals.org/content/49/2/652.short?rss=1&ssource=mfc

1972

1972 Nobelprijs Bardeen, Cooper en Schrieffer (theorie supergeleiding)

De Nobelprijs fysica 1972 werd toegekend aan John Bardeen, Leon Neil Cooper en John Robert Schrieffer voor hun gemeenschappelijk ontwikkelde theorie van supergeleiding, gewoonlijk de BCS-theorie genoemd".

Bron: Nobelprize.org
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1972/

1972 Artikels 't Hooft en Veltman: Yang-Mills theorie 'oneindig-vrij' verklaard, B-E-H gebruikt

"Op die tijd voelde ik dat ik alles kon. Ik was zo geabsorbeerd door het probleem dat het niets scheelde of het moeilijk was. Dat was het probleem dat ik wou oplossen.", G. 't Hooft

Tini Veltman is iemand die tegen de stroom ingaat. In de jaren '60, toen bijna iedereen veldentheorie negeerde, zei zijn intuïtie hem dat deze mensen niet goed bezig waren. Uniek aan hem was zijn koppigheid: hij weigerde op te geven de oneindigheidspuzzel in de theorie van Yang-Mills op te lossen.

Bron: Frank Close, The Infinity Puzzle, Oxford University Press.

1967

1967 Artikel Weinberg: past B-E-H toe op elektrozwakke wisselwerkingen

“Zelden werd zo een grote prestatie zo algemeen genegeerd.”

Het artikel van Weinberg is intussen meer dan 8000 keer geciteerd door andere artikels.
Bron: Frank Close, The Infinity Puzzle, Oxford University Press.

1967 14de Solvay conferentie Brussel: jonge Englert en Weinberg over ‘oneindigheden’ in Yang-Mills theorie

Dan maakte Weinberg zijn invloedrijke bemerking, die in het verslag opgenomen werd: “Dit wekt een vraag op die ik niet kan beantwoorden: Kunnen zulke modellen ‘oneindig-vrij’ gemaakt worden?”
Er kwam opvallend weinig reactie op de bemerking van Weinberg. De enige opgenomen bewering kwam van F. Englert, die aandrong dat het probleem van de oneindigheden in de theorie oplosbaar moest zijn.
Englert en Brout, in die tijd nog jonge onderzoekers, waren beiden aanwezig op de conferentie. De Solvay conferentie is een gesloten bijeenkomst, beperkt tot een geselecteerde groep van wereldexperten, maar volgens de traditie mogen onderzoekers van de universiteit in Brussel die actief zijn in het domein, deelnemen. Normaal is het de bedoeling dat deze observeren en niet actief meedoen aan de discussies, maar Englert reageerde toch op de bemerking van Weinberg.
Dan, jaren daarna, vroeg de Nederlandse fysicus Bernard de Wit aan Englert: “Hoe kon je al zeggen in 1967 dat de theorie van Yang Mills ‘oneindig-vrij’ gemaakt kon worden?” “Machten tellen - reageerde Englert - Ik zei dat het moest kunnen, niet dat ik het had kunnen bewijzen”.

Bron: Frank Close, The Infinity Puzzle, Oxford University Press.

Zie ook: F. Englert, Proceedings of the 1967 Solvay Conference, Fundamental Problems in Elementary Particle Physics, Interscience Publishers, J. Wiley and Sons, p 18.
Geciteerd bv. in:
Nobelprize.org, slides Nobelprijspresentatie
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2013/englert-lecture-slides.pdf

Wetenschappelijke reviewpaper, F. Englert
http://arxiv.org/pdf/1204.5382.pdf

1964

1964 Artikel Salam-Ward over elektrische en zwakke wisselwerkingen

“Één van de huidige dromen in elementaire deeltjesfysica is een mogelijke fundamentele synthese tussen elektromagnetisme en zwakke wisselwerkingen.”

Bron: eerste zin van het originele artikel van Salam en Ward als gereproduceerd in Frank Close, The Infinity Puzzle, Oxford University Press.

1964 Artikel Guralnik-Hagen-Kibble

Guralnik en Hagen maakten een draft en toonden deze aan Kibble, om hem extra input te vragen. Het levenslot stond klaar om met hen een wreed spel te spelen. Tijdens 1964 werden in de V.K. verschillende poststakingen georganiseerd, die de post serieus hadden vertraagd. Toen het team bijna klaar was om het artikel in te sturen, kwam Kibble binnen en zei dat hij in de vertraagde mail drie artikels had gevonden, één van Brout en Englert en twee van Higgs. Alle drie leken ze ook ontdekt te hebben hoe een ijkboson massief kan worden.

Bron: Frank Close, The Infinity Puzzle, Oxford University Press. Zie ook: origineel artikel http://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.13.585

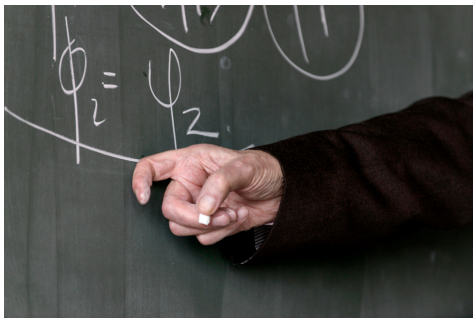
1964 Artikels Higgs

“Het deel van mijn leven waarvoor ik gekend ben, is relatief kort – drie weken in de zomer van 1964. Het had slechts twee weken kunnen zijn, als het wetenschappelijke tijdschrift Physics Letters mijn artikel had goedgekeurd voor publicatie. Maar in het begin werd het afgekeurd.”
Higgs besloot om de geloofwaardigheid van zijn artikel te verhogen door enkele praktische gevolgen toe te voegen. Dit nam een extra week, en een nieuwe versie van het artikel werd ingediend voor publicatie. Deze nieuwe versie bevatte het ‘Higgs boson’.

Bron: Frank Close, The Infinity Puzzle, Oxford University Press. Zie ook: origineel artikel http://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.13.508

1964 Artikel Brout-Englert

“Het is interessant om te onderzoeken of ijkvectormesonen een massa krijgen door wisselwerking.”
“Ik herinner me nog hoe wij onze ontdekking gingen vieren met een drankje aan de Vijvers van Elsene. Dat wij ooit deze erkenning (de Nobelprijs) zouden krijgen, hadden we niet durven denken.”



Bronnen: Begin van het originele artikel van Brout en Englert: http://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.13.321
F. Englert in De Morgen 09/10/2013, artikel ‘Blijdschap en verdriet om een Nobelprijs’

Beeld: De hand van François Englert met twee belangrijke onderzoeksinstrumenten in de theoretische natuurkunde. © 2014 CERN

1963

1963 Artikel Anderson

Anderson begreep dat onze ervaring van elektromagnetische golven ons zou leiden tot een theorie waar het foton wel massa heeft, als we in een plasma leefden.

Met zijn voorbeeld had Anderson de vraag beantwoord die Schwinger had gesteld in 1962. Hoewel hij de weg had gevonden om verder te gaan, had hij toch geen valkuil geïdentificeerd in het argument van Goldstone. Bron: Frank Close, The Infinity Puzzle, Oxford University Press.

Zie ook: abstract origineel artikel
http://journals.aps.org@/pr/abstract/10.1103/PhysRev.130.439

1962

1962 Artikel Goldstone-Salam-Weinberg

"Weinberg stuurde een bezorgde brief naar Salam: " Juist nadat je vertrok, heb ik een manier gevonden om het 'theorema' van Goldstone te bewijzen, die zeer algemeen is en ook nogal streng lijkt te zijn. Ik hoop dat het fout is."

Met dit artikel van 1962 leek alle hoop verloren te zijn om met spontane breking van symmetrie de 'bijna symmetrieën' van de natuur te begrijpen. De theorie eiste immers het bestaan van een massaloos en elektrisch geladen deeltje, het Goldstone boson, dat in de natuur niet waargenomen wordt.

Bron: Frank Close, The Infinity Puzzle, Oxford University Press.

1962 Artikel Schwinger

In 1962 stelde Schwinger de scherpziende vraag: "Impliceert de ijkinvariantie voor een vectorveld het bestaan van een aanverwant massaloos boson?"

Bron: Frank Close, The Infinity Puzzle, Oxford University Press.

Zie ook: abstract originele artikels:
http://journals.aps.org/pr/abstract/10.1103/PhysRev.125.397
http://journals.aps.org/pr/abstract/10.1103/PhysRev.128.2425

1961

1961 Artikel Glashow: verbindt elektromagnetische en zwakke wisselwerkingen en voorspelt Z en W± bosonen

"Het eenvoudigste gedeeltelijk symmetrisch model dat de waargenomen elektromagnetische en zwakke wisselwerkingen van leptonen reproduceert, eist het bestaan van ten minste vier vectorbosonen (inclusief het foton)"

Bron: abstract originele artikel van Glashow
http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0029558261904692

1961 Artikels Nambu-Jona Lasinio en Goldstone (symmetriebreking-> 'vervelend' massaloos boson)

"Deze mooie artikels waren zeker een element die ons later naar veldentheorie dreef."

Bron: 'Spontaneous Symmetry Breaking in Gauge Theories: a Historical Survey', R. Brout en F. Englert,
http://arxiv.org/pdf/hep-th/9802142v2.pdf

1961 Englert terug naar België, Brout komt mee en blijft.

"In de herfst 1961 was mijn terugkeer naar België gepland. Tegen die tijd waren onze samenwerking en onze vriendschap diep geworteld. Ik kreeg een aanbod voor een professorschap in Cornell, maar ik miste Europa heel veel. Ik besloot het aanbod niet aan te nemen en terug naar België te keren. Robert en zijn vrouw Martine voelden zich op een gelijkaardige manier aangetrokken door het oude continent. Robert kreeg een Guggenheim fellowship en verenigde zich met mij in België. Na enkele maanden, overtuigden ons sociaal leven en onze persoonlijke relaties Robert om ontslag te nemen van zijn professorschap in Cornell University en om zich aan de Universiteit van Brussel te vestigen. In België begonnen we onze analyse van gebroken symmetrie opnieuw."

"Het was een avontuur. Wij wisten niet waaraan we begonnen en helemaal niet waar we zouden uitkomen. We zochten schoonheid. Iets ontbrak in de puzzel van het universum."

Die samenwerking was intens, een collega herinnert zich nog hoe hij met Englert en Brout samen in een 2PK terugkwam uit Leuven, met aangedampte ruiten van de koude regen, terwijl Brout al rijdende volop diagrammen tekende op de voorruit. "In die jaren waren we vooral in het probleem geïnteresseerd", zegt Englert. "We dachten wel dat het belangrijk was, maar de Nobelprijs, daar waren we niet echt mee bezig. Al droomt iedereen daar wel eens van, natuurlijk."

Bronnen: 'Spontaneous Symmetry Breaking in Gauge Theories: a Historical Survey', R. Brout en F. Englert, http://arxiv.org/pdf/hep-th/9802142v2.pdf

F. Englert in De Morgen 9/10/2013, 'Een levenslange zoektocht naar schoonheid en beschaving'; De Standaard 09/10/2013 extra bijlage, 'Ik heb nooit in mijn leven gewerkt'

1960

1960 Artikel Nambu: idee om spontane symmetriebreking toe te passen op kwantumveldentheorie voor deeltjesfysica (hoge energie)

“In feite kan de wiskundige methode gebruikt voor supergeleiding ook gebruikt worden in de analyse van zelf-energie problemen van elementaire deeltjes.”

Bron: originele artikel van Nambu
http://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.4.380

1960 Artikel Nambu: herschrijft theorie supergeleiding als spontane symmetriebreking in veldentheorie

“Onze studie van faseovergangen leidde ons ook tot de analyse van supergeleiding. We waren erg onder de indruk van Nambu zijn formulering van de BCS-theorie.” R. Brout en F. Englert

Bron: ‘Spontaneous Symmetry Breaking in Gauge Theories: a Historical Survey’, R. Brout en F. Englert,
http://arxiv.org/pdf/hep-th/9802142v2.pdf
Zie ook: abstract originele artikel van Nambu
http://journals.aps.org/pr/abstract/10.1103/PhysRev.117.648

1959

1959 Englert naar Cornell University (VS) om onderzoek te doen met Brout

“Ik kwam in Cornell University in 1959 als onderzoeker geassocieerd met Robert Brout die daar professor was. Mijn achtergrond was voornamelijk in vastestoffysica en veellichamen problemen, en Robert Brout was al gekend voor zijn werk in deze domeinen (noot: lage energie fysica, en niet hoge energie deeltjesfysica). Ons eerste contact was onverwacht warm. Het begon direct toen hij me kwam halen aan de luchthaven met zijn bijna eeuwig-oude Buick en hij me meenam voor een drankje dat tot in het midden van de nacht duurde. Toen we vertrokken, wisten we dat we vrienden zouden worden. In Cornell beseften we dat we verschillend waren in onze aanpak van de fysica. Robert kon met een ongelooflijk gemak abstracte concepten vertalen naar raakbaar intuïtieve beelden, terwijl ik, met mijn latijngeoriënteerde opvoeding, in tegenstelling tot hem altijd een neiging had om beelden uit te drukken in termen van formele structuren. Maar deze verschillen leidden tot een vruchtbare complementariteit, omdat we snel leerden de werking van elkaars brein te begrijpen. Vandaag nog, als we fysica bespreken, wordt elk van ons op een bepaalde manier gefrustreerd omdat hij geen zin kan afwerken, voordat de andere het voor hem doet, en blijkbaar heel blij is om dit te doen. Door samen te spelen met veellichamen problemen, werden we betrokken in de studie van faseovergangen en in het bijzonder in ferromagnetisme.”

Bron: ‘Spontaneous Symmetry Breaking in Gauge Theories: a Historical Survey’, R. Brout en F. Englert, http://arxiv.org/pdf/hep-th/9802142v2.pdf

1957

1957 Artikel Bardeen-Cooper-Schrieffer: BCS-theorie van supergeleiding

Een theorie van supergeleiding wordt voorgesteld, gebaseerd op het feit dat de wisselwerking tussen elektronen die ontstaat vanuit virtuele uitwisseling van fononen, aantrekkend is wanneer het energieverschil tussen de betrokken elektronentoestanden kleiner is dan de energie $\hbar\omega$ van het fonon. Het is voordelig om een supergeleidende fase te vormen wanneer deze aantrekkende wisselwerking de afstotende Coulombwisselwerking domineert.

Bron: abstract van het origineel artikel van Bardeen, Cooper en Schrieffer
http://journals.aps.org/pr/abstract/10.1103/PhysRev.108.1175

1954

1954 Artikel Yang en Mills: Yang-Mills theorie (voorspelt extra massaloze bosonen die niet bestaan en kan mogelijk 'oneindigheden' bevatten)

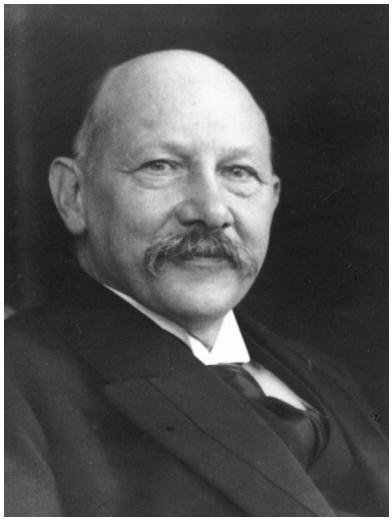
Het idee van Yang bleef slapend voor 5 jaar. Het was slechts in 1953 dat hij de doctoraatstudent Mills ontmoette, toen hij tijdens een bezoek een bureau met Mills deelde in Brookhaven National Laboratory (V.S.). Yang vertelde Mills over zijn onafgewerkte idee, en ze besloten om hiermee samen verder te gaan.
Hun theorie maakte een duidelijke voorspelling: er moesten massaloze elektrisch geladen bosonen bestaan die de krachten voortbrachten.
Spijtig genoeg, tonen de experimenten aan dat zo een ding niet bestaat, hoewel het wel uit de vergelijkingen van Yang en Mills vloeit.
Voor de meesten was dit een duidelijke boodschap: jullie mogen wel een mooie melodie geschreven hebben, maar deze is niet de melodie die 'De Natuur' gebruikt. Yang vond de melodie toch veel te mooi om weg te gooien.

Ron Shaw maakt een grote ontdekking, maar publiceert deze niet, omdat de gevolgen van zijn theorie onfysisch zijn.
Onafhankelijk maken Yang en Mills dezelfde ontdekking één maand later, en zij publiceren wel. Yang en Mills worden erkend als de uitvinders van de 'Yang-Mills' theorie.

Bron: Frank Close, The infinity puzzle, Oxford University Press.

1913

1913 Nobelprijs Kamerlingh-Onnes (ontdekking supergeleiding)



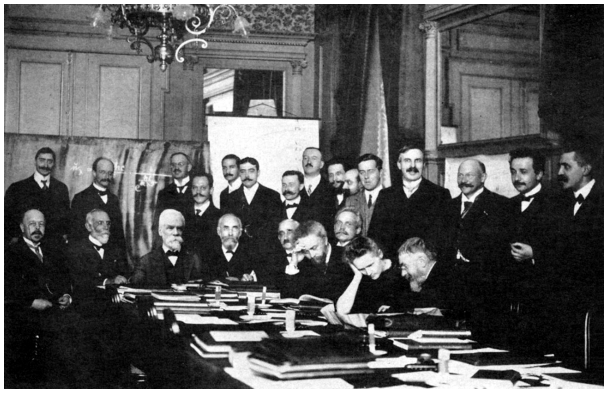
De Nobelprijs fysica 1913 werd toegekend aan Heike Kamerlingh Onnes “voor zijn onderzoek van de eigenschappen van de materie op lage temperatuur dat, o.a., leidde tot de productie van vloeibaar helium”.

Bron: Nobelprize.org:
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1913/

Beeld: Heike Kamerlingh Onnes (21 september 1853 – 21 februari 1926), © Museum Boerhaave

1911

1911 1ste Solvay Conferentie Brussel

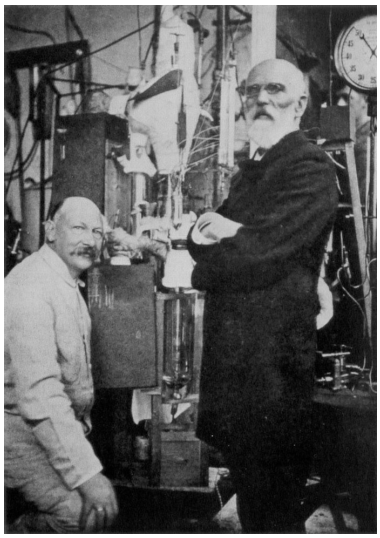


Na de legendarische Conseil Solvay van 1911 over "Straling en Kwanta", werden de Internationale Solvay Instituten voor Natuurkunde en Scheikunde opgericht door de Belgische industrieel Ernest Solvay. De missie van de Solvay Instituten is om nieuwsgierigheidsgedreven onderzoek te ondersteunen en te ontwikkelen in natuurkunde, scheikunde en aanverwante domeinen met het doel om "ons begrip van de verschijnselen van de natuur te verbreden en te verdiepen”.

Bron: website van de International Solvay Institutes:
http://www.solvayinstitutes.be/index.html

Beeld: Foto van de eerste Solvay Conferentie in Hotel Metropole, Brussel, 1911. Zittend v.l.n.r.: W. Nernst, M. Brillouin, E. Solvay, H. Lorentz, E. Warburg, J. Perrin, W. Wien, M. Skłodowska-Curie, en H. Poincaré. Staande v.l.n.r.: R. Goldschmidt, M. Planck, H. Rubens, A. Sommerfeld, F. Lindemann, M. de Broglie, M. Knudsen, F. Hasenöhrl, G. Hostelet, E. Herzen, J.H. Jeans, E. Rutherford, H. Kamerlingh Onnes, A. Einstein en P. Langevin.

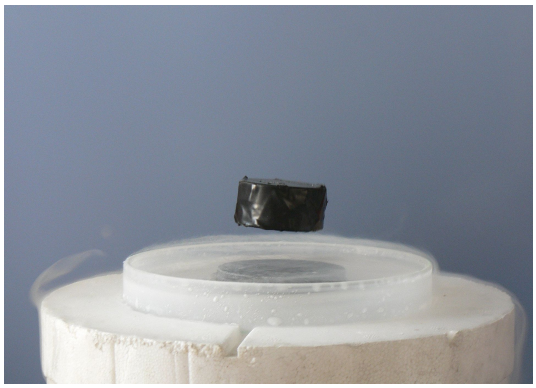
1911 Experimentele ontdekking supergeleiding door Kamerlingh-Onnes (geen theorie).



“Verschillende principes geleend uit de thermodynamica van gassen, zijn getransfereerd naar de zogenoemde elektronentheorie, die het leidend principe is in de fysica om alle elektrische, magnetische en optische verschijnselen en veel warmtefenomenen te verklaren.
De wetten die op deze manier zijn ontstaan, lijken ook bevestigd te worden door metingen op gewone en hogere temperatuur. Dat de situatie echter niet gelijk is op zeer lage temperatuur werd, o.a., aangetoond door Kamerlingh Onnes zijn experimenten i.v.m. de weerstand tot elektrische geleiding op heliumtemperatuur (…). Het is steeds duidelijker geworden dat een verandering in de hele elektronentheorie nodig is”.

Bron: Nobelprize.org
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1913/press.html

Beelden:



Kamerlingh Onnes (links) poseert samen met van der Waals bij het apparaat door Kamerlingh Onnes ontwikkeld om helium vloeibaar te maken (Leiden, 1908). Kamerlingh Onnes had zijn onderzoek gericht op het controleren van de beweringen van van der Waals inzake het vloeibaar maken van gassen.

Een magneet zweeft boven een supergeleider. © Mai-Linh Doan

Onderzoek in Beweging is een realisatie van het
project Onderzoek als Authentieke Leerinhoud
van het expertisenetwerk School of Education
Associatie KU Leuven