

INNSIKT

Journalist: MAJ-BRITT DAHL
tlf. 995 23 155 e-post: maj.dahl@bt.no

MATERIE: Alt man kan se med det nakne øyet. Trær, mennesker, jorden, stjerner, gasser osv. Materie er for det meste bygget opp av atomer. Man har funnet ut at bare 5 prosent av universet består av vanlig materie.

NOBELPRISEN // Når årets Nobelpris i fysikk deles ut tirsdag, er det 50 års intens jakt på en partikkel som belønnes med gullmedalje.

Mysteriet Higgs



8. OKTOBER 2013: Ingen vet hvor professor Higgs er. Det letes overalt, hvor kan han være? Nobelprisen i fysikk er nettopp kunngjort, og den går til teorien om en partikkel som det har vært utrolig vanskelig å finne. Og nå er en av opphavsmennene forsvunnet. Dratt på ferie.

4. JULI 2012: Peter Higgs og François Englert sitter i konferansesalen i det internasjonale CERN-laboratoriet i Genève. De venter på siste nytt om et signal som ses i den store akseleratoren der forsøkene kjøres. Er dette den lenge søkte Higgspartikkelen?

Stormende jubel bryter ut da det er klart at CERN har funnet en ny partikkel med egenskaper som passer med Higgspartikkelen. Higgs tørker en tåre: 50 år, tre gigantiske akseleratorer og mange tusen fysikere måtte til for å fravriste naturen en av sine til nå aller største hemmeligheter.

1964

Den utrolige jakten på Higgspartikkelen startet mange år tidligere. I 1964 ble en matematisk teori utviklet som forklarte hvorfor partikler er massive. Teorien ble foreslått av tre uavhengige grupper. Higgs var i en av dem, Englert i en annen.

Men for at den teorien skulle stemme, måtte det finnes en ny partikkel – Higgspartikkelen. Den hadde ingen sett, så det var bare å begynne å lete.

Så enkelt var det ikke.

Universet, stjerner, planeter, trær, mennesker og dyr. I dag vet

vi at alt er bygget opp av bare 12 forskjellige bitte små partikler. Alt rundt oss, alt vi kan se og ta på, er et resultat av at partiklene finnes, og at de reagerer med hverandre. Det styres av fire forskjellige krefter: Tyngdekraften, den elektromagnetiske kraften og den svake og sterke kraften. Beskrivelsen av hvordan naturen er skrudd sammen, kalles standardmodellen.

12 små partikler

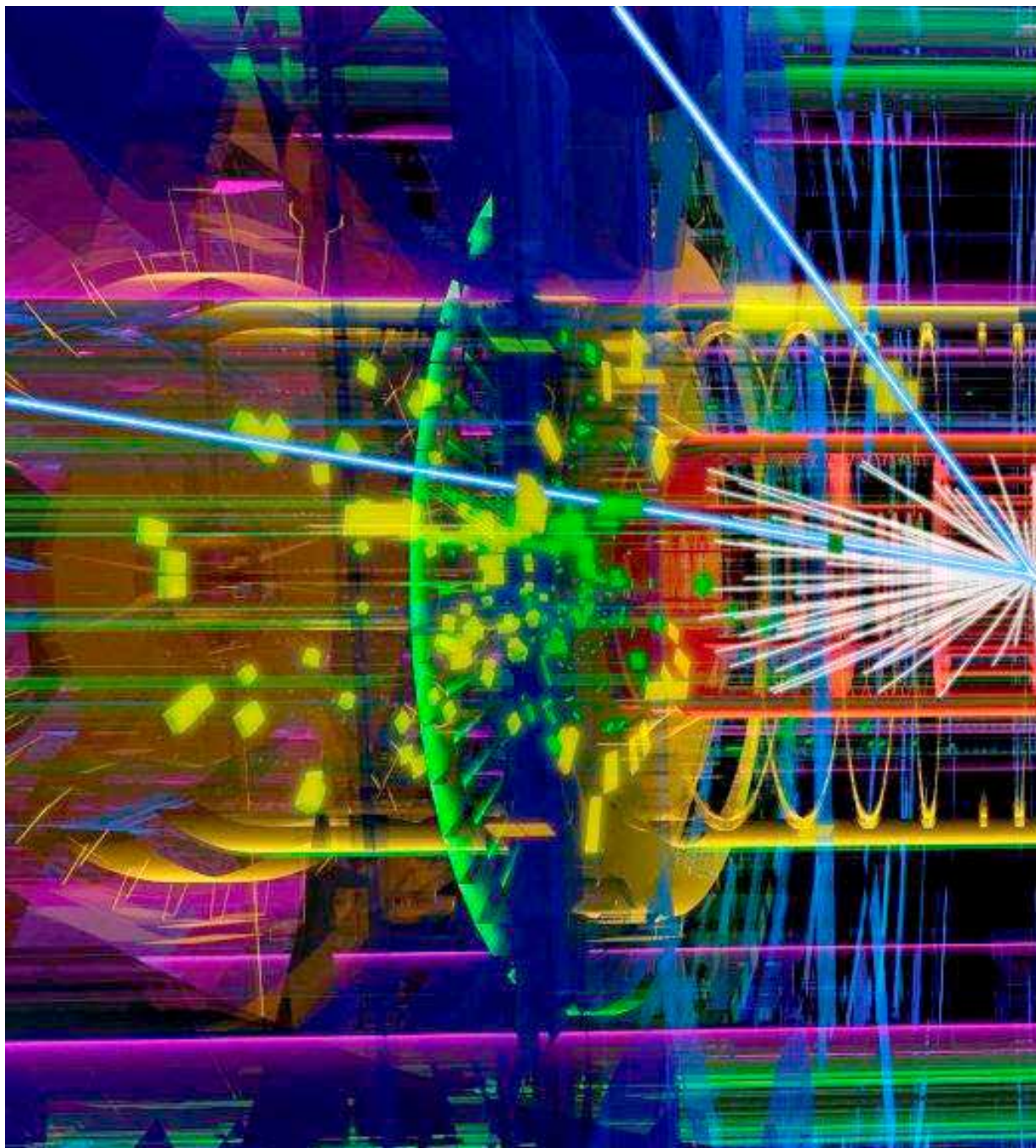
Men i 1963 var ikke det opplagt, det var heller ikke bevist at denne modellen var den riktige. Vi må langt ut på syttitallet før man mente å ha bevis for kvarkenes eksistens. Først i 1989 var man rimelig sikre på at det bare finnes bare 12 partikler – seks kvarker og seks leptoner. Leptonet er i slekt med elektronet. Den siste kvarken, toppkvarken, ble funnet i 1995 og tau-nøytrinoet så sent som i 2000. Først da hadde man funnet alle partiklene i standardmodellen.

Mange eksperimenter

Men fremdeles manglet en brikke i puslespillet: Hvor var Higgspartikkelen?

Uten Higgsmekanismen ville alle partiklene i standardmodellen vært masseløse, og det vet vi er umulig. Uten masse hadde ikke universet sett ut som det gjør. Vi ville ikke hatt stjerner, planeter, trær eller mennesker, men kanskje et annet merkelig univers.

Men vi vet at standardmodellen stemmer på mange områder.



HER ER HIGGS: Her ser vi hva som skjer når partikler kolliderer i en akselerator. Bildet ble tatt av ATLAS-eksperimentet ved CERN, som fysikere i Bergen har vært med på å bygge. Vi ser restene av det som mest sannsynlig har vært en Higgspartikkel, som oppsto i kollisjonen. Den levde veldig kort og ble til 4 myoner (en slektning av elektronet) som vi kan se som blå streker på bildet.

FOTO: CERN

FAKTA

CERN og Norge

- Den europeiske organisasjonen for forskning på partikkel-fysikk, CERN, er et samarbeid mellom 20 land. Norge har vært med siden starten i 1954.
- I dag er norske forskere med på alt fra bygging av store eksperimenter som ATLAS ved Large Hadron Collider til å søke i data etter Higgs og mørk materiepartikler. De jobber også med å utvikle fremtidens akseleratorer.

Det viser en rekke eksperimenter for å teste modellen.

Ga opp flere ganger

Allerede under partikkelkollisjonene i den første akseleratoren ved CERN (LEP-akseleratoren) tenkte forskerne at de skulle finne Higgspartikkelen.

De måtte gi opp.

Forskerne skjønte at Higgs måtte være veldig tung, ellers hadde de sett den. Det ble gjort flere tester i akseleratorer både ved Cern og i USA (Tevatronakseleratoren) som kunne produsere tyngre og tyngre partikler.

Uten hell.

Den neste akseleratoren som ble bygget, var Large Hadron Collider (LHC) ved CERN. Den sto ferdig i 2008 og produserte enda tyngre partikler, kanskje til og med partikler man aldri hadde sett før.

– Vi har den nå

Allerede i desember 2011 så forskerne de første tegnene til at en ny partikkel kanskje var oppdaget. I svært sjeldne kollisjoner så de signaler som passet med det som skjer når en Higgspartikkel

skapes og dør. Da etterlater den seg et signal som vi kan måle.

Men var det Higgspartikkelen som man hadde lett etter så lenge?

4. juli 2012, et halvt år senere, ble det bekreftet. Som CERNs direktør sa da jubelen sto i taket: Vi har den nå.

Fem prosent av universet

Men hva nå? Er vi ferdig med fysikken? Er modellen komplett og vi kan pakke sammen?

Langt ifra. Det er nå det blir veldig spennende.

Standardmodellen beskriver med høy presisjon store deler av naturen rundt oss. Hjelpemidlene våre for å studere naturen er blant annet akseleratorer som Large Hadron Collider, satellitter og teleskoper i verdensrommet og på jorden. Men det er mye modellen ikke kan forklare.

Vi vet at alt vi har studert til nå bare er fem prosent av universet. Denne lille delen av universet er vanlig materie. Resten består av mørk materie og mørk energi. Mørk materie tror vi kan være laget av en ny type elementærpartikkel som ikke er oppdaget



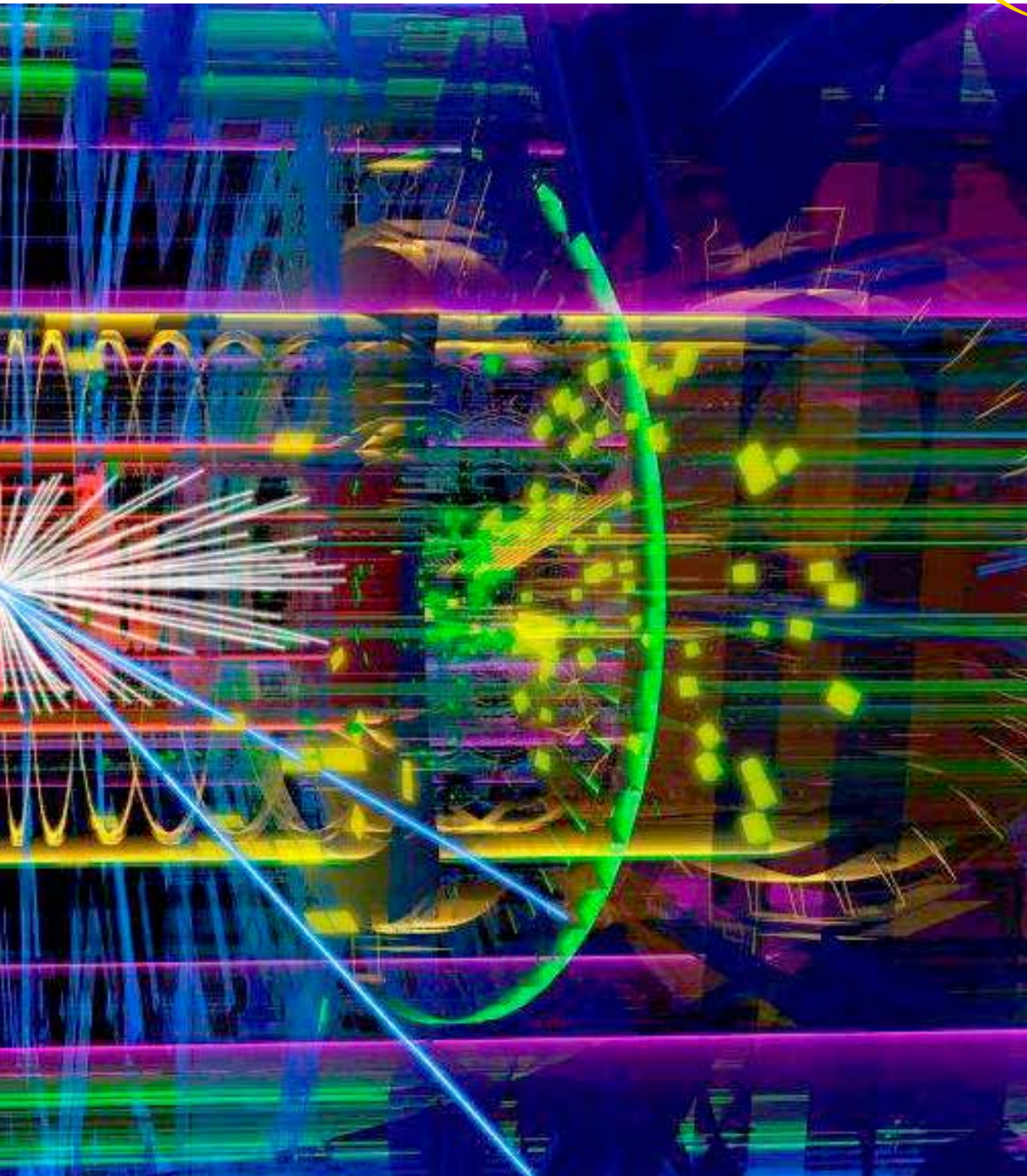
Heidi Sandaker (til v.), Anna Lipniacka og Bjarne Stugu har skrevet denne artikkelen. De er partikkelfysikere ved Universitetet i Bergen. De forsker ved Large Hadron Collider (LHC) ved CERN-laboratoriet i Sveits, og har vært med på å bygge ATLAS-detektoren. De studerer nå egenskapene til Higgs-partikkelen, og leter etter nye partikler for å løse noen av universets mysterier som standardmodellen ikke kan gi svar på.

27

kilometer er omkretsen til den største partikkelakseleratoren i verden, Large Hadron Collider (LHC). Over 1600 kraftige magneter styrer protonstrålene

MØRK MATERIE: 27 prosent av universet består av det som kalles mørk materie. Den er veldig vanskelig å oppdage fordi den ikke kan ses med vanlige teleskoper og satellitter. Vi tror at mørk materie kan bestå av en ny type elementærpartikkel som ennå ikke er oppdaget. LHC-akseleratoren ved CERN kan kanskje snart produsere og studere slike partikler.

Innsikt er en BT-satsing på kunnskap og forskningsstoff. Her skriver eksperter og kunnskapspersoner bakgrunnsartikler, saker om egen forskning og saker knyttet til nyhetsbildet.



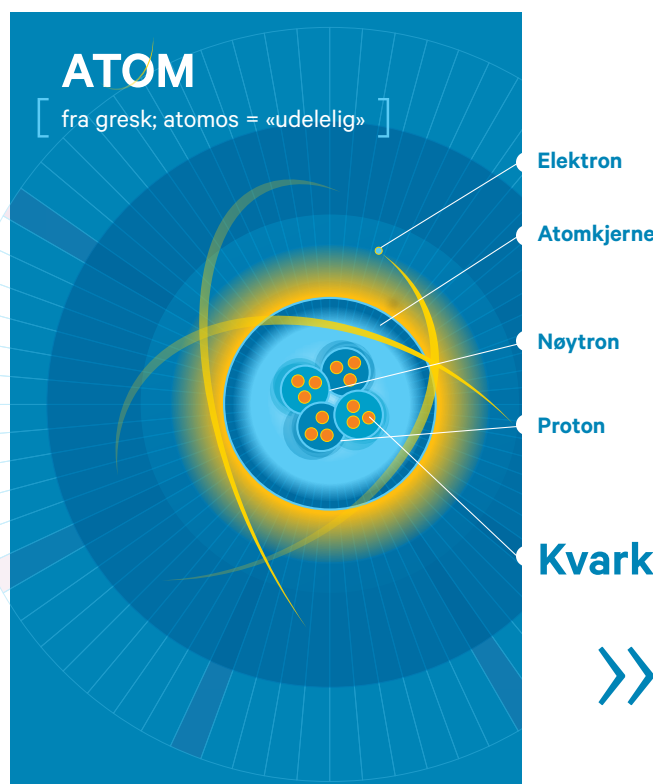
ennå. Men hvis vi er heldige, kan Large Hadron Collider snart kanskje produsere og studere slike partikler.

Ny æra

Vi vet også bare litt om universets oppstandelse, det store smellet, og universets utvikling. Vi vet for eksempel ikke hva som skjedde like etter big bang. Og vi vet heller ikke om kvarker er de mest fundamentale partiklene som finnes. Kanskje finnes det enda mindre byggesteiner i naturen.

At Higgs ble funnet, er startskuddet til en ny æra i fysikken. Vi står på terskelen til en ny og fundamental forståelse av universet.

Tirsdag får altså Peter Higgs og François Englert Nobelprisen i fysikk. Fysikere ved universitetene i Bergen og Oslo har vært med på denne reisen. Vi jobber nå intenst sammen med våre kolleger internasjonalt med å måle egenskapene til Higgs. Og vi leter etter nye fenomener som kan forklare noen av universets mysterier som fremdeles er der ute, som bare venter på å bli oppdaget. Kanskje finner vi en tyngre partikkel i 2015 når Large Hadron Collider-akseleratoren kjøres med enda høyere energi.



ATOM

[fra gresk; atomos = «udelelig»]

Elektron

Atomkjerne

Nøytron

Proton

Kvark

Slik er atomet bygget opp

Tidligere trodde man at atomet var den minste byggesteinen i naturen. I 1913 presenterte den danske fysikeren Niels Bohr sin atommodell, som deler atomet opp i tre mindre elementærpartikler: Elektroner, protoner og nøytroner. I 1969 oppdaget forskere at protoner og nøytroner består av enda mindre partikler. De kalles kvarker.

Jakten på naturens byggesteiner

Antikken ca. 1000–145 f.Kr.

Den greske filosofen Demokrit (460-370 f.Kr.) utviklet en teori om at alt er sammensatt av små, udelelige enheter som han kalte atomer. De har forskjellig form, posisjon og orden.

1500-tallet

Ideene ble avløst av filosofien som skulle dominere i antikken og middelalderen, nemlig tradisjonen fra Platon og Aristoteles. Først på 1500- og 1600-tallet fikk Demokrit sin store renesanse.

1800-tallet

I 1807 innførte den britiske fysikeren og kjemikeren John Dalton atomteorien, og i 1897 oppdaget J.J. Thomson elektronet. I 1903 foreslo den britiske fysikeren Ernest Rutherford at atomet består av en tung kjerne omgitt av lette elektroner som beveget seg i baner – som planeter rundt solen. Rutherford fikk Nobelprisen i kjemi i 1908.

1905

Første del av relativitetsteorien blir publisert av Albert Einstein. Ga grunnlaget for å forstå kjerneenergi, det som får stjernene til å skinne – et viktig fundament i dagens fysikk. Einstein fikk Nobelprisen i 1921.

1913–1926

Den danske fysikeren Niels Bohr bidro til forståelsen av atomets oppbygning og utviklingen av kvantemekanikken sammen med Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg, P.A.M. Dirac. Dirac forutså også eksistensen av antipartikler. Alle fikk Nobelprisen.

1933

Franz Zwicky beskriver for første gang observasjonene i universet av noe han kaller mørk materie. På 60- og 70-tallet bekreftet Vera Rubin hans observasjoner.

1960-tallet

Higgsmekanismen foreslås. Flere forskningsgrupper foreslår det samme omtrent på samme tid, men Peter Higgs og François Englert var blant de første.

1970-tallet

Standardmodellen i fysikken ble foreslått. Den beskriver de fundamentale partiklene og hvordan de virker sammen på en måte som passer godt med det vi har kunnet observere. Modellen forutser også mange ting som vi ennå ikke har fått målt.

1974–2000

En strøm av oppdagelser av nye partikler: Sjarmkvarken i 1974, b-kvarken i 1977. Da forsto man at man måtte ha minst tre generasjoner av kvarker, altså minst seks stykker. Videre W- og Z-bosonet i 1983 – som forutsagt av standardmodellen. I 1995 fant man den sjette og siste kvarken (topp-kvarken), og i 2000 den siste partikkelen i standardmodellen – tau-nøytrinoet. Flere Nobelpriser for dette.

2012

Higgspartikkelen, den siste partikkelen som er forutsagt i standardmodellen, oppdages. Standardmodellen kan regnes som bekreftet.

- **Elektroner:** Har negativ elektrisk ladning, minst av de tre.
- **Protoner:** Har en positiv ladning, omtrent 1836 ganger tyngre enn elektronet.
- **Nøytroner:** Er elektrisk nøytrale, omtrent 1839 ganger tyngre enn elektronet.
- **Kvarker:** Det finnes seks typer, kalt u, d, s, c, b og t. Elektroner har ingen kvarker.

Denne modellen av heliumatomet er en illustrasjon. I virkeligheten er protoner og nøytroner mye større enn elektroner og kvarker. For å bruke et bilde: Hvis atomet var en stor by, ville hvert proton og nøytron være like stort som et menneske, mens hvert elektron og kvark ville være mindre enn en fregne.