

Forskerne ved CERN klarte til slutt å se det man ikke kan se – å oppdage Higgs-bosonet, som er så avgjørende for å forklare hvordan alt i naturen er bygget opp. Forskningsdirektør ved CERN, Sergio Bertolucci, forteller hvordan i Bergen på fredag.

Den siste biten i puslespillet?

HIGGS-BOSONET



Trygve Buanes, postdoktor, Institutt for fysikk og teknologi,
Bjarne Stugu, professor i subatomær fysikk, UiB

Forskere ved Institutt for fysikk og teknologi har i flere år bidratt aktivt til å finne denne nye partikkelen. Seminaret ble planlagt i god tid før sommerferien, men burde vekke spesielt stor interesse etter at oppdagelsen av en ny partikkel, sannsynligvis «Higgs-bosonet» ble annonsert 4. juli i år.

Denne partikkelen ble funnet i proton-proton kollisjoner ved CERNs Large Hadron Collider (LHC), av to eksperimenter – ATLAS og CMS – som har arbeidet uavhengig av hverandre.

Fundamentale partikler

Grunnen til at nettopp denne oppdagelsen er så sensasjonell, er at Higgs-bosonet står i en særstilling blant de 18 fundamentale partiklene som, ifølge «Standardmodellen», bygger opp alt det vi ser rundt oss og – når vi ser bort fra gravitasjon – forklarer kreftene mellom dem.

Higgs-bosonet er ikke bare den siste uopptagede partikkelen i denne modellen – den er også sentral i en mekanisme oppfunnet av den skotske fysikeren Peter Higgs i 1964. Med «Higgs-mekanismen» innebygget i Standardmodellen, så kan de andre partiklene ha masse akkurat slik vi observerer. Eksistensen av denne partikkelen besvarer dermed et fundamentalt, men hittil ubesvart spørsmål om naturens oppbygging.

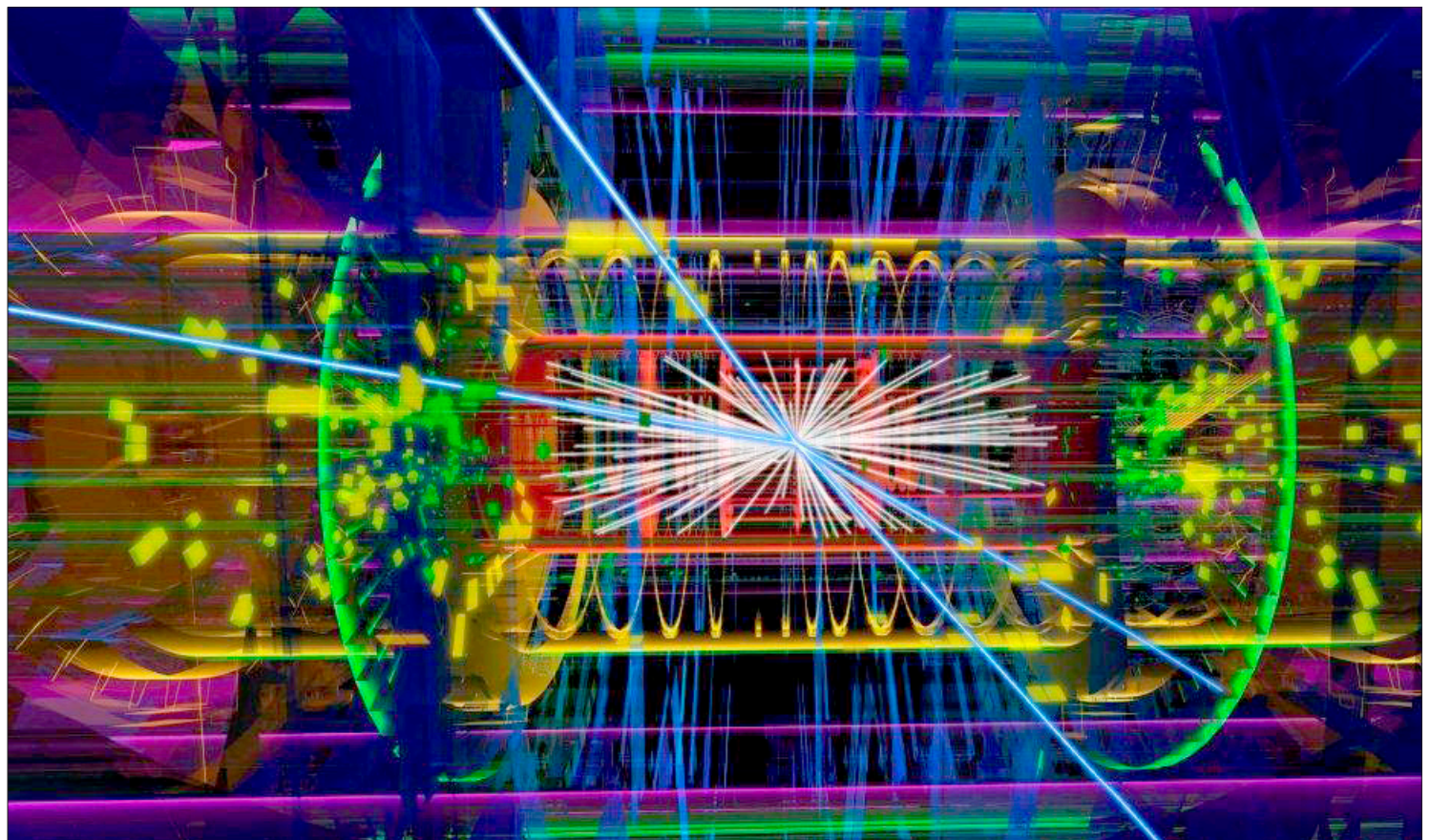
Det man ikke kan se

Bare de letteste av de 18 partiklene omtalt ovenfor er stabile. For å kunne finne Higgs-bosonet har vi derfor vært avhengig av å lage det selv. Dette gjøres ved å kolliderer partikler med høy energi. Ifølge Standardmodellen skal noen av disse kollisjonene lage Higgs-bosoner.

LHC er en maskin som er laget for å gjøre akkurat dette: To proton-stråler som beveger seg med nesten lyshastigheten bringes til front-mot- frontkollisjon. Ved kollisjonspunktene er det plassert detektorer som brukes til å studere hva som skjer.

Etter kollisjonen

Det er partiklene som kommer ut fra det ekstremt kortlivede Higgs-bosonet når det faller i stykker som observeres i detektor-systemene som er montert rundt kollisjonspunktene i LHC. To detektor-systemer, ATLAS og CMS, har vært benyttet for å «ta bilder» av hva som skjer. For å finne ut om et Higgs-boson er blitt laget i en av kollisjonene,



HIGGS-BOSONETS FØDSEL: En av kollisjonene fra ATLAS-eksperimentet der det ser ut til å ha bli lagd et Higgs-boson. De blå/hvite linjene som kommer ut fra midten av bildet viser hvor fire myoner som man regner med kom fra Higgs-bosonet tok veien.

ILLUSTRASJON: ATLAS EXPERIMENT © 2012 CERN

må vi altså se gjennom alle «bildene» og lete etter fingeravtrykket til Higgs-bosonet.

Her er det noen kompliserende faktorer. For det første er det enormt mange «bilder» å se gjennom – resultatene som ble presentert i sommer er basert på en million milliarder kollisjoner. Dataanalysen gjøres derfor ved hjelp av datamaskiner. Og for å få tilgang til nok datakraft har man måttet utvikle en helt ny måte å organisere dataressursene på. I stedet for at hver forskningsinstitusjon

har sine datamaskiner reservert for seg, er alle datamaskinene satt sammen i et nettverk, kalt grid. Når man skal bruke datamaskinene sender man bare jobben inn i en felles kø, og jobben blir utført der det er ledig kapasitet til enhver tid.

Med stor sannsynlighet

For det andre fins det mange kollisjonsprosesser med fingeravtrykk som ligner et Higgs-boson. Alle disse andre prosessene kalles for bakgrunn og skjuler det vi ser etter. En god del av bakgrunnen er det mulig å fjerne ved å finne karakteristiske trekk ved Higgs-fingeravtrykket som ikke er til stede i den delen av bakgrunnen.

Men en del av bakgrunnen har så likt fingeravtrykk til Higgs-bosonet, at det er umulig å skille med sikkerhet. Det beste man kan gjøre da er å estimere hvor stor denne delen av bakgrunnen er, og hvis man observerer flere slike fingeravtrykk enn det som kan skyldes bakgrunnen, tilskrives dette dannelsen av Higgs-bosoner. Det

er med andre ord ikke mulig å si med sikkerhet om et enkelttilfelle faktisk var et Higgs-boson, men man må nøye seg med å konkludere ut fra hvor mange Higgs-like fingeravtrykk man ser sammenlignet med hvor mange man kan forvente å finne i bakgrunnen. Oppdagelsen av den nye partikkelen baserer seg på at man fant så mange Higgs-like fingeravtrykk at sannsynligheten for at de kun skulle komme fra bakgrunnen er mindre enn en milliondel.

Men er det Higgs-bosonet?

Higgs-bosonet var den siste biten som manglet i Standardmodellen for partikkelfysikk. Betyr det at oppdagelsen av Higgs-bosonet betyr slutten for denne delen av fysikken? Absolutt ikke. Eksperimentene på CERN går fremdeles for fullt og samler mer data.

En viktig oppgave nå som denne nye partikkelen er oppdaget, er å studere egenskapene nøye. Det som er observert så langt, er at det finnes en partikkel med masse omtrent lik 135 hydrogenatomer og med et fingeravtrykk som passer bra med det man forventer av et Higgs-boson. Men for å være helt sikker på at det er Higgs-bosonet, og ikke en ny ukjent partikkel som er observert, trengs det mer data for å studere alle aspekter ved partikkelen nøyer. Detaljstudier av Higgs-bosonet vil forhåpentlig kunne fortelle oss hvor veien for den fundamentale fysikken går videre. For selv om Standardmodellen nå er komplett, har det de senere årene blitt stadig klarere at det må finnes noe mer.

En viktig pekepinn er den mørke materien, som vi nå vet at det finnes langt mer av i universet enn det gjør av vanlig

fakta CERN

- CERN, Den europeiske organisasjonen for kjernefysisk forskning, er et samarbeid mellom 20 land, og Norge har vært medlem siden opprettelsen i 1954.
- LHC er den største partikkelakseleratoren i verden. Den er sirkulær med 27 km omkrets og har over 1600 kraftige magneter som styrer protonstrålene.
- Standardmodellen er en nøye testet beskrivelse av de minste kjente bestanddelene i naturen og kreftene som virker mellom dem.
- Higgs-bosonet er en viktig brikke i Standardmodellen, og letingen etter dette ser nå ut til å være over.
- Sergio Bertolucci, CERNs forskningsdirektør holder foredrag fredag 7. september klokken 11:00 i Egget, Studentsenteret. Møtet er åpent for alle.

materie. Vi vet ennå ikke hva det er, men det virker klart at ingen av partiklene i Standardmodellen kan utgjøre denne materien. Dette er et av de spørsmålene vi håper at eksperimentene på CERN vil være med på å besvare.

Bergen bidrar

Gruppen for eksperimentell partikkelfysikk ved UiB har deltatt i ATLAS-eksperimentet siden 1995. Bidragene til ATLAS har vært til utprøving av sensorer, med konstruksjon og leveranse av elektroniske detektormoduler som nå er installert i eksperimentet. Hovedaktiviteten er nå innen analyse av fysikk-data der vi arbeider med mange problemstillinger, også innen søk etter Higgs-bosonet.

Imidlertid er fysikk-programmet innen ATLAS langt bredere. Det er blant annet mulig å søke etter kandidater for universets mørke materie, som i visse utvidelser av Standardmodellen (f.eks. i «supersymmetri»), skal kunne påvises i proton-protonkollisjonene ved LHC. Bergensgruppen har her stor analyseaktivitet. Et stipend fra Bergens forskningsstiftelse som finansierer et senter for mørk materie-forskning (ledet av forsker Heidi Sandaker, som har ansatt en av oss (Buanes) samt to doktorgradsstipendiater), har gjort det mulig å knytte denne aktiviteten opp mot søk etter signaturer for verdensrommets mørke materie i kosmisk stråling, gjennom deltakelse i eksperimentet Cherenkov Telescope Array, som er under planlegging. Gruppen ser derfor fram til mange spennende år med analyse av fysikk-data fra de eksperimentene vi deltar i!