

# Atomfysikken gør klar til at åbne nye grænser

**Nedtællingen til det store brag eller »The Little Big Bang« med ufattelig små partikler er i fuld gang. Snart bliver der trykket på knappen til Atlas-eksperimentet – verdens største inden for eksperimentel partikelfysik. Det sker på CERN**

AF KAREN FREDSLUND ELLEGAARD

GENEVE – Der er ikke sat dato på, hvornår der trykkes på startknappen til verdens største eksperiment inden for partikelfysik. Men det bliver snart. Nedtællingen er i fuld gang på CERN – det europæiske laboratorium for atomforskning ved Genève i Schweiz – hvor et par tusinde partikelfysikere fra en lang række lande gennem de seneste 14 år har arbejdet på Atlas-eksperimentet. Formålet med eksperimentet er at kunne løfte sløret lidt mere for viden om universets sammensætning lige efter skabelsen for 13,7 milliarder år siden. At opklare, hvad universets allermindste bestanddele i de første millisekunder efter det store Big Bang bestod af, og hvilke kræfter, der binder dem sammen.

Det kommende »brag« sker under CERN, når fysikerne sender millioner milliarder proton-partikler med umådelig hastighed mod hinanden og lader dem splintres i et sammenstød til nye og endnu mindre og tungere partikler.

Hundrede meter under jorden arbejdes der på højtryk for at få samlet de mange tusinde

dele, som tilsammen danner en kæmpe stor detektor forbundet med den 27 km lange cirkulære Large Hadron Collider (LHC) accelerator, der under ét kaldes Atlas eksperimentet. Atlas er et af fire eksperimenter ved LHC. Både Atlas og et andet ved navn Alice har dansk deltagelse.

Acceleratoren løber i en ring på tværs af den franske og schweiziske grænse og ender i en kæmpe stor detektor ved CERN. Detektoren er 46 meter lang og 25 meter høj. Fra siden ligner den mest af alt noget i retning af et propellignende møllehjul med en masse ledninger, dingener og plader. Den avancerede detektor er konstrueret og bygget således, at fysikerne har mulighed for at hente informationer om partikler mindre end atomer: De kaldes bl.a. kvarker og leptoner.

## Higgs-partiklen

I Atlas -eksperimentet er det især en partikel, som er genstand for interesse – nemlig den såkaldte Higgs-partikel. Ingen har endnu set den, men målinger har vist, at der findes et eller andet. Higgs-partiklen er den partikel, der giver masse/vægt til alle de andre. Navnet stammer fra den skotske fysiker og teoretiker Peter Higgs, som for ca. 40 år siden postulerede Higgs'en. Man har en formodning om, at den findes, fordi man har set indikationer for dens eksistens.

Alle partikler har masse, dvs. tyngde. Men ingen har hidtil kunnet forklare tyngdekraften. Hvis man opdager Higgs-partiklen, kommer man måske et skridt nærmere løsningen af universets gåde.

Indtil nu har CERN vist stor åbenhed, og besøgende har

kunnet komme ned under jorden for at se projektet med detektorer og LHC-acceleratoren under opbygning.

Men når protonerne skydes i gang, bliver området radioaktivt og adgang til detektor og LHC-accelerator lukket. Søndag den 6. april holdt CERN sidste åbent hus for interesserede. 76.000 benyttede sig af tilbuddet. Fra nu og til eksperimentet starter, har kun ansatte og personer med særlig tilladelse adgang. Børsens medarbejder var med som en af de sidste, der fik den store tur sammen med repræsentanter fra Niels Bohr Institutet som dels arbejder på CERN og dels var på besøg for at løse opgaver. CERN ligger i et grønt landskab halvt i Schweiz og i Frankrig seks kilometer vest for Geneve.

På besøgsdagen skinner solen – naturligvis – og det emmer af fredelig hygge i dette campus-agtige landskab med store græsplæner.

Lige nu arbejder ca. 2000 fra 31 lande på Atlas. Danmark er i Atlas repræsenteret med partikelfysikere uddannet eller ansatte på Niels Bohr Institutet.

Leder af den danske Atlas gruppe og ansvarlig overfor CERN er professor i eksperimentel fysik Jørn Dines Hansen, Niels Bohr Institutet. Gruppen består af seks fastansatte, og tre tilknyttede fysikere og tre ph.d.-studerende.

## 3.000 km kabler

Ved besøget består det danske selskab af forskningslektor i partikelfysik ved Niels Bohr Institutet, Jørgen Beck Hansen, sammen med instituttets kommunikationsmedarbejder og fotograf samt Børsens udsendte. Højdepunktet er at komme

ned under jorden for at se den store detektor og opleve LHC-acceleratoren i den lange tunnel. To danske fysikere, som arbejder herved, følger den første formiddag med for at fortælle og forklare. Det er cand.scient, ph.d. Rasmus Mackeprang, 31 år, og cand.scient, ph.d. Troels Petersen, 32 år, begge med titel af Research Fellow.

For at komme ned til detektoren og LHC-acceleratoren skal vi ledsages af en CERN-ingeniør. Nede går vi først ad en lang gang, indtil vi kommer ud i en stor hal med meget højt til loftet.

Så ligger den der – denne vældige kæmpe og runde maskine med sine rotor-lignende blade langt større end møllehjul. Detektoren er så stor, at vi skal et par etager op igen for bedre at kunne overskue den. Kraner med teknikere kører op og ned hen til et bestemt sted, hvor der skrues og måles. Alt foregår i roligt og stille tempo. De relativt få arbejdere går stille omkring og ordner deres ting. På en skammel langt inde under detektoren sidder en ung mand og læser tal og skrift i lang tid. Han kontrollerer!

For enderne af hallen er der bygget trapper af metalstiller og jernrør seks-syv etager op til hver etage. Rørene er malet blå, og der er ingen larm. Maskinerne repræsenterer den fineste mekanik i verden. Et sted på væggen er der indsat et geologisk instrument, som kan måle, hvor meget jorden synker under vægten af detektoren. Vi kan gå omkring detektoren, som vi har lyst. Under bugen er der meter brede bundter af kabler inddelt i farvegrupper og sirligt holdt sammen. Man undres over, hvordan i alverden de kan finde ud af, hvad der skal



forbindes med hvad og hvorfor.

Detektoren vejer over 7.000 ton og har 100 mil. elektroniske kanaler og 3.000 km kabler. Tommetykke ledninger i bundter ligger eller hænger overalt. I alt er der ca. 15 millioner elektronikkanaler, som sender signaler gennem ca. 250.000 ledninger og kabler, som forbinder detektor og accelerator med tunnelen.

## Gruppearbejde

Meget af arbejdet til Atlas-eksperimentet er i forvejen konstrueret og lavet af forskere



## At forstå relativitetsteorien

Da Albert Einstein efter nazistisk miskreditering for sine teorier flygtede til USA, blev han ringet op af en amerikansk radiostation.

Radiostationen spurgte, om Einstein ville fortælle om sin teori. Det ville Einstein gerne.

»Du får tre minutter!« sagde radiomanden.

»Det er alt for kort tid til at forklare en så kompliceret teori. Jeg har brug for meget mere tid!« Men radiostationen fastholdt tre minutter, og Einstein indvilgede i at medvirke.

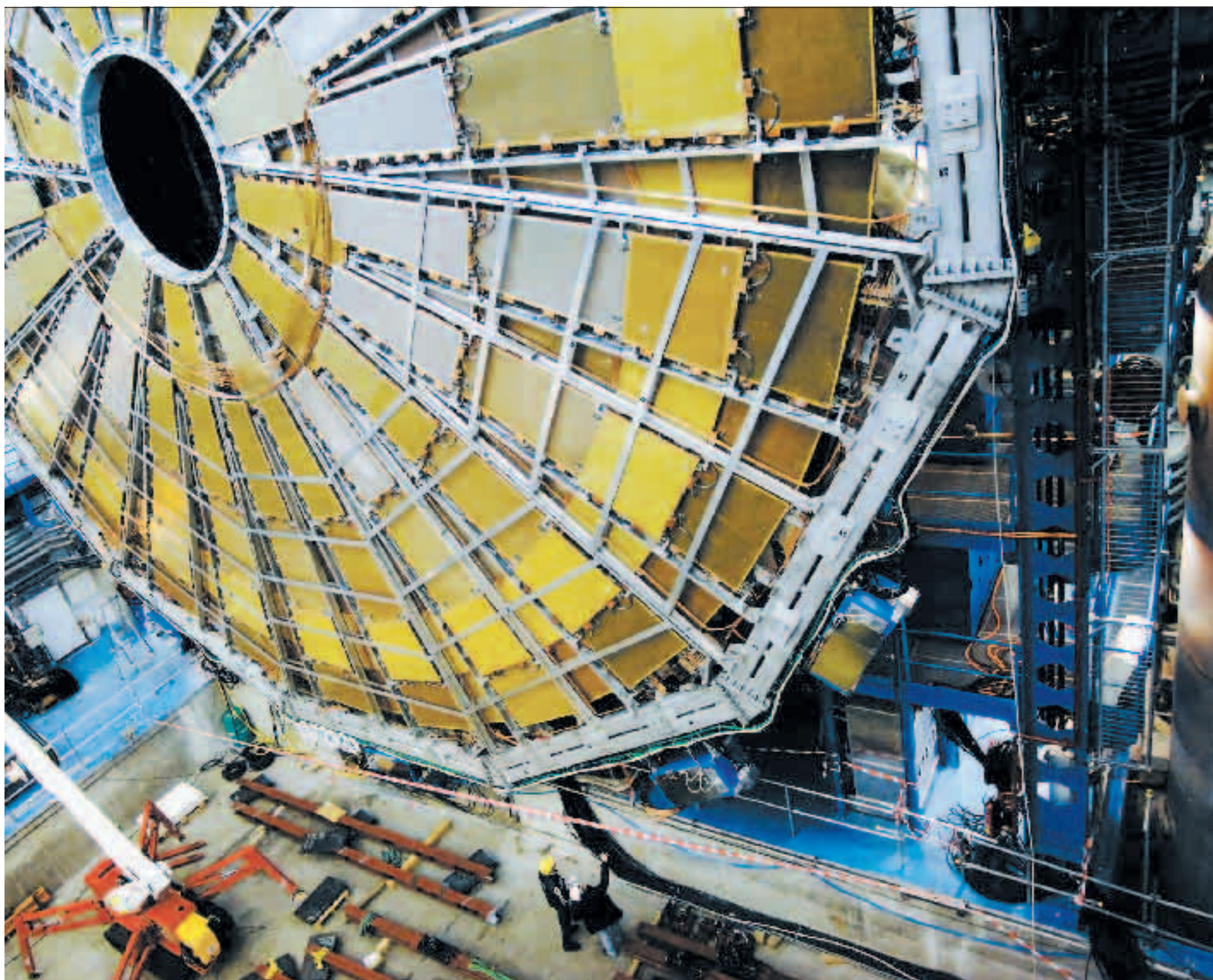
Da udsendelsen var forbi, udbød Einstein lettet: »Jeg har aldrig selv forstået relativitetsteorien så godt som efter denne udsendelse.«

## Atomforskningslaboratorium

CERN er det europæiske laboratorium for atomforskning ved Genève i Schweiz. CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) blev dannet i 1954 på opfordring af den franske fysiker og Nobel-pristager Louis de Broglie.

Allerede i 1949 foreslog han etablering af et europæ-

isk videnskabslaboratorium. CERN har i dag 20 medlemslande, bl.a. Danmark, samt en række associerede lande. Danmark bidrager med 1,76 procent af udgifterne. Der er knap 2700 medarbejdere på CERN, heraf fastansatte 76 research fysikere og 980 videnskabsmænd og ingeniører.



Den kæmpestore detektor på CERN i Schweiz er forbundet med en 27 km lang cirkulær Large Hadron Collider (LHC) accelerator. Netop nu er forskerne ved at gøre klar til at opklare, hvad universets allermindste bestanddele i de første millisekunder efter det store Big Bang bestod af, og hvilke kræfter, der binder dem sammen. Foto: Adrian Moser/ Bloomberg News

og ingeniører. De har arbejdet i mindre grupper i deres hjemland med at udvikle, producere og teste delene, inden de er bragt til CERN for at blive.

Foran det store hjul bliver Jørgen Beck Hansen interviewet til en film, som skal lægges ud på Niels Bohr Institutets egen hjemmeside og til tv-programmet »Viden om«.

Vi går videre hen til den lange tunnel, hvor et stort rør på ca. 1,5 m i diameter løber så langt øjet rækker. De store magneter, som holder protonerne på plads i acceleratoren, er malet blå. Troels Petersen fortæller (uden for referat), at han sammen med en kollega en gang hyggede sig med at cykle tre-fire km ind i tunnelen. Det er ellers forbudt.

For at undersøge naturens fundamentale processer i LHC (Large Hadron Collider) måtte Atlas-forskerne designe en detektor i en størrelse uden fortilfælde og kompleksitet. Der skulle opfindes ny elektronisk teknologi med tolerance overfor stråling. Den 46 meter lange og 25 meter høje Atlas detektor er en af de mest detaljerede eksperimenter inden for partikelfysik, der nogensinde er bygget. Detektoren er et produkt af verdens-omspændene anstrengelser hos ca. 2000 videnskabsfolk fra 164 universiteter

i 35 lande, der alle arbejder for et fælles mål. I tæt samarbejde med industrien har de arbejdet på at finde frem til løsninger i den ekstraordinære udfordring af databehandling i Atlas.

Hele eksperimentet er designet til at observere op til næsten 1 milliard proton-proton kollisioner pr. sekund. Volumenet af data er mere end 60 mio. megabytes pr. sekund. Kun ganske få af dem indeholder interessante karakteristika, der kan føre til nye opdagelser. For at reducere flowet af data til et overskueligt niveau, 300 Megabytes pr. sekund, anvender Atlas et specialiseret multi-level computersystem, Trigger-systemet, som er i stand til at udskille de væsentlige resultater.

#### Grid-system

Når proton-partiklerne sendes af sted næsten med lysets hastighed i de to rør hver på ca. 10 cm i diameter gennem den lange tunnel under jorden for at brage sammen i Atlas-detektoren. Hvis man ikke har set det med egne øjne, er det næsten umuligt at forestille sig, hvor stor detektoren er. Detektoren er så fintfølede, at den kan fange op til 80.000 partikler i sekundet. Det uhyre fintfølede udstyr sidder midt inde i en kæmpe stor magnet på stør-

relse med et seks etagers hus. Det skal opfange partikler på millionte dele af en nanometer for at opklare mysterierne om vores gigantiske univers og studere de fundamentale spilleregler, der regerer naturen på den allermindste skala.

Data for bragene i detektoren aflæses på skærme i kontrolrummet. Her sidder fysikere hver med fire skærme og kigger på noget uforståeligt. De sidder stille og kigger intenst, og man fatter ikke en brik. Rasmus Mackeprang fortæller, at de sidder i små grupper med hver sin opgave. På den lyse væg vises store skærmbilleder. Troels Petersens arbejde er bl.a. at udvælge interessante partikel-kollisioner, og Rasmus Mackeprang arbejder bl.a. på trigger-systemet, som udvælger partikel-kollisioner.

»Når Atlas-eksperimentet starter, får vi omsider lov til at åbne æsken med hemmeligheder. Men indpakningen er ikke nem at åbne. Først skulle vi bygge en maskine til at åbne kassen. Når den er åbnet tager det yderligere tid at bearbejde alle data for at se, hvad der ligger i æsken. Er det mon en Higgs-partikel eller noget helt andet. Hele eksperimentet er så spændende, at selv gamle professorer fra kendte universiteter får blanke øjne, når de ser de sidste

## Partikelfysik

Partikelfysikerne arbejder med stoffernes opbygning i det tidlige univers og ønsker at opklare, hvad universets mindste bestanddele bestod af i de første millisekunder efter det store Big Bang for ca. 14 milliarder år siden, samt hvilke kræfter,

der binder dem sammen. Forskningsgrupperne arbejder med »højenergifysik«. Høje energier er nødvendige for at opløse atomkernerne elementer til stoffernes allermindste bestanddele som kvarker, gluoner, leptoner osv.

## Standard-modellen

Den teoretiske partikelfysik beskæftiger sig med modeller, der kan beskrive atomernes allermindste udelelige bestanddele kal-

det elementarpartikler og de kræfter, der binder dem sammen. De er beskrevet i den såkaldte »Standardmodel«.

dele til detektoren - som de har brugt 10 år på at skabe - blive sænket de 100 meter ned i Atlas-hulen. Vi arbejder på en fælles sag, og derfor får alle vi i Atlas eksperimentet - gamle professorer fra kendte universiteter og unge studerende - blanke øjne, når vi som 2000 små forventningsfulde drenge, endelig kan åbne vores gave.« fortæller Troels Petersen, og stråler som

en lille sol. Han kan næsten ikke vente.

ellegaardnews2.dk

Se også: [www.nbi.dk](http://www.nbi.dk)  
[CERN:www.Atlas.ch/fact\\_sheets.html](http://CERN:www.Atlas.ch/fact_sheets.html)

**Læs videre side 12-13**