

På studietur til CERN

Af Michael Cramer Andersen og 2x, Christianshavns Gymnasium

Ét af de steder som er oplagt at besøge, når man rejser på studietur med fysik, er det europæiske partikelfysikcenter CERN, der ligger ved Geneve i Schweiz. Her berettes om to dages besøg i april 2014.

Når den store accelerator “Large Hadron Collider” (LHC) kører, er der ingen adgang under jorden pga. strålingen. Det er derfor heldigt, at LHC er ved at blive opgraderet netop i disse år, så CERNs officielle guidetur også inkluderer en rundvisning på ét af eksperimenterne (typisk ATLAS eller LHCb). Den skal bestilles adskillige måneder i forvejen [1]. Derudover er der gratis adgang til to udstillinger, den lidt ældre “Microcosm” og en nyere i “The Globe”. De har dog ikke så stort fagligt niveau. Der skal derfor arrangeres foredrag og rundvisninger fx med nogle af de danske forskere som er ved CERN. De er ofte positive overfor at fortælle om deres arbejde, men har omvendt svært ved at lave bindende aftaler lang tid i forvejen. Det er derfor en god idé at satse på flere aftaler.

Programmet for de to dage på CERN bestod den første dag af udstillingen Microcosm, besøg på Data-centret, frokost i CERNs lille kantine samt foredrag om ATLAS’ triggersystem og forevisning af ATLAS-kontrolrummet. Den anden dag var der forevisning af Antibrint-eksperimentet Alpha, foredrag om teoretisk partikelfysik og kosmologi samt CERNs officielle introduktion og forevisning af LHCb-eksperimentet.

Som forberedelse til turen skrev eleverne en avis med artikler om forskellige aspekter af CERNs forskning. Det følgende er bearbejdet ud fra elevernes egne indtryk, taget fra de resuméer af turen de skulle skrive.

Udstillingerne Microcosm og The Globe

Første dag gik turen til CERN. Vi startede med at se en udstilling om hvad CERN går ud på, og hvilke ting der arbejdes med. Der var for eksempel illustrationer af atomets opbygning og de fire fundamentale kræfter blev forklaret med interaktive modeller. Der var en stor flot model af LHC-acceleratoren, der bl.a. viste de mange små og nøjagtige detaljer ved maskinen. Vi kiggede kun kort på udstillingen i den store kuppel, “The Globe”. Den omhandlede stjerner og Universets fødsel og der var skærme overalt på væggene og i loftet, hvor bl.a. Big Bang blev simuleret.

CERNs datacenter

Vores guide, Lars Holm Nielsen, hentede os ved receptionen og gav os derefter en kort rundvisning på noget af CERN inkl. deres datacenter, hvor han selv arbejdede med “CERNopenlab”. Han fortalte om datalagringsen som blev foretaget af 90.000 computere, der tilsammen behandlede ca. 1 petabyte data om dagen. Udover det fortalte han om datakommunikation mellem landene, “The Grid”, samt uddannelsesmuligheder på CERN,

der er meget gode. Der er bl.a. sommerkurser for naturvidenskabelige kandidater og fellowships.



Figur 1. Datacentret ved CERN, hvor bl.a. verdens første World Wide Web-server blev installeret. Her ankommer og fordeles også dataene fra LHC til et netværk af store datacentre forbundet i “The Grid”. Forskerne kan derefter hente data og analysere dem, som om det var én computer med enorm regnekraft og lagerkapacitet.

ATLAS-detektoren

Om eftermiddagen tog *Gorm Galster* over. Han viste os det store auditorium og fortalte om sit arbejde ved ATLAS-eksperimentet. Han har studeret både fysik og datalogi og var nu fellow ved CERN, hvor han skrev master-projekt (speciale) og han skal senere skrive ph.d. Gorm fortalte om “triggersystemet”, der er et slags filter, som kan sortere de uinteressante data fra. Han brugte en fotofælde som metafor: De eneste biler man er interesseret i at registrere, er de biler, der kører for hurtigt. Tilsvarende vil man kun gemme data fra kollisioner, hvor der sker noget interessant. Bagefter viste han os ATLAS-kontrolrummet og et stort vægmaleri, der viste hvordan de forskellige lag i detektoren kunne registrere de forskellige partikler. Vi lærte bl.a. at ATLAS er én af de to store detektorer ved LHC, der kan undersøge alle partiklernes egenskaber. Det er bl.a. med den at Higgs-partiklen er fundet. ATLAS leder også efter tegn på ekstra dimensioner og kan måske give svar på spørgsmålene om det mørke stof – “dark matter”. Gorm fortalte derudover om det sociale liv på CERN.



Figur 2. En bygning der er malet så den ligner ATLAS-detektoren. Den rigtige detektor ligger ca. 100 m under jorden og er 2,5 gange større!

Antibrint-eksperimentet

Da vi var på CERN igen lagde vi ud med at få rundvisning og foredrag om antibrintforsøget, "Alpha". Her forsøger fysikerne at finde den bedste måde at fremstille antistof på (her brint) samt at kunne fastholde det og undersøge det. De benytter CERNs Antiproton Decelerator (AD) og magnetiske fælder. Det kræver meget teknik og utrolig stor præcision. Alene at styre de mange tusinde processer kræver omfattende programmering.



Figur 3. Antibrint-eksperimentet Alpha blev forklaret af Lars Varming Jørgensen (billedet) og Niels Madsen. Her er det lykkedes at opbevare nogle få antibrintatomer i hele to måneder uden et eneste henfald i en overraskende lille metalcylinder (nederst).

Teoretisk partikelfysik

Efter frokost fik vi et meget spændende foredrag af den danske forsker Peter Zeiler Skands. Han fortalte om sin karriere, der efter studierne i København havde ført ham til først Lund, hvor han skrev ph.d., og senere til Fermilab i USA og derefter til CERN. Han fortalte overordnet om CERN og hvorfor disse partikler er så spændende at undersøge. LHC-projektet blev sat ind i et større perspektiv i forhold til det tidlige univers. Han fortalte om Higgs-partiklen og funktionen og meningen med Higgs-feltet og gik i dybden med kvarkerne, som er ét af hans specialer. Foredraget endte med en perspektivering til stadig uløste problemer indenfor fysikken, bl.a. hvad mørkt stof og mørk energi er og om man kan fremstille en kvante-tyngdekrafts-teori.



Figur 4. Teoretisk partikelfysiker Peter Zeiler Skands fortæller om Universets uløste mysterier.

LHCb-eksperimentet

Sidste punkt på programmet var en "Official Guidet Tour", hvor vi var under jorden og se LHCb-eksperimentet, der er specielt indrettet til at studere forskelle på stof og antistof. Det er ikke en "multi-purpose"-detektor som fx ATLAS, men fremstillet helt specielt til at måle vinkler i dannelsen af b- og anti-b-kvarker. Vi fik en rundvisning og et foredrag om hvordan netop denne detektor fungerede og hvilke partikler den havde opdaget. Der var en kæmpe elektromagnet, som enten tiltrak eller frastødte ladede partikler og derved kan man vide, om partiklerne er positivt eller negativt ladede. Efterfølgende rejste partiklerne igennem forskellige lag, der standser først elektroner og siden tungere partikler som fx protoner og neutroner. Her blev det meget konkret i forhold til detektorernes lagvise opbygning og de forskellige partiklers vandring gennem detektoren. En overvældende afsked med CERN.



Figur 5. LHCb-eksperimentet. Efter en noget tidskrævende sikkerhedskontrol førte en elevator os hurtigt de ca. 100 m ned under jorden sammen med vores guider.

En lærerig tur

Klassen har matematik på A-niveau og enten fysik + kemi B eller biotek A. Det blev allerede besluttet i 1.g, at klassen skulle til Schweiz, med CERN som én af hovedattraktionerne. Udover to dages besøg ved CERN inkluderede fysikdelen også et atomkraftværk og vandkraftværk i Mühleberg. Det andet fag var historie. På de to dages besøg ved CERN fik vi et indblik i både teoretiske og praktiske aspekter af forskningen. Det var især spændende, med egne øjne, at opleve de enorme instrumenter. Det gør partikelfysikken meget konkret. De utroligt rare og passionerede fysikere, vi mødte gjorde hele oplevelsen af CERN helt fantastisk. Tak for det!

Litteratur

[1] Visit CERN, <http://outreach.web.cern.ch/outreach/>