

CERN

- en europæisk succeshistorie

I år er det 50 år siden det fælleseuropæiske center for partikelfysik, CERN, blev grundlagt. Vi markerer fødselsdagen med et tema om CERN, hvor fokus er på de områder, hvor danske forskere er særligt aktive.

Af Karsten Riisager og Peter Hansen

■ CERN, det fælleseuropæiske center for partikelfysik, fylder 50 i år. Begivenheden er behørigt blevet fejret verden over, både på grund af de mange vigtige resultater, der er kommet fra dette – også bogstaveligt talt – grænseoverskridende laboratorium, og på grund af den rolle, CERN har haft som inspirator for andre internationale forskningssamarbejder.

CERNs fødsel

I tiden efter Anden Verdenskrig var udforskningen af stofets mindste bestanddele et næsten rent amerikansk anliggende. I USA blev der sat turbo på området, ikke mindst under indtryk af de bidrag til krigsførelsen, der var kommet fra fysikernes side.

Europa stod langt svagere end USA og der var kun råd til at bygge de accelerators, der er nødvendige i højenergi-fysik, hvis landene slog sig sammen. Niels Bohr var en central skikkelse i anstrengelserne for at skabe CERN og således samle landene i en fælles indsats for at komme op på siden af det amerikanske eksprestog.

Det tog nogle år at få opbakning fra alle regeringer og at blive enige om, at det nye center skulle ligge i Geneve (andre kandidater var Paris, København og Arnheim), men i 1954

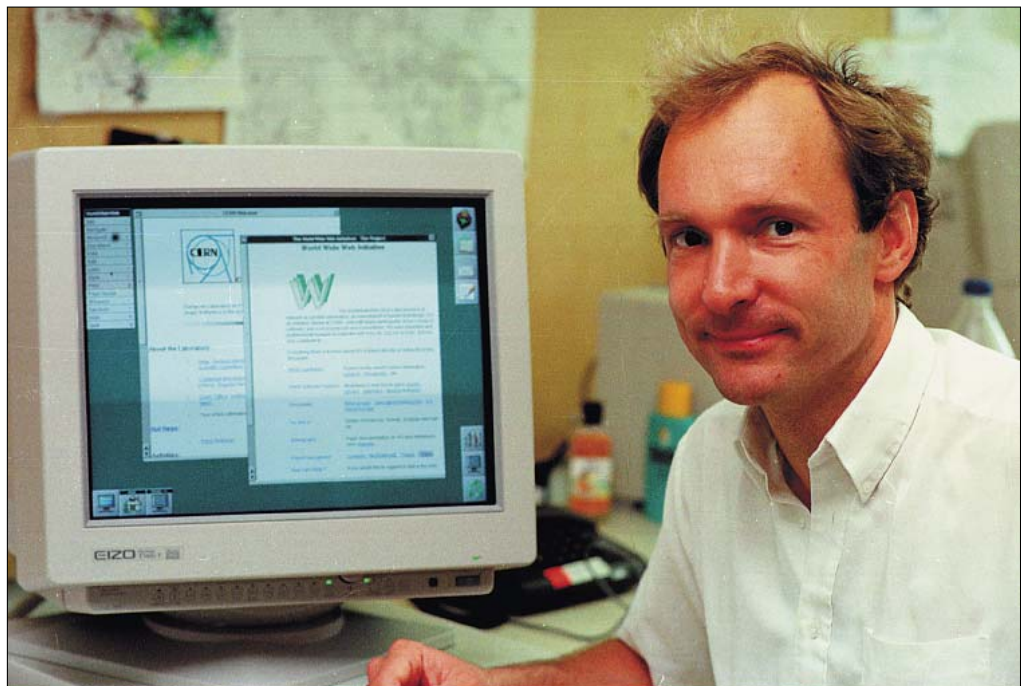


Foto: CERN

Et af de betydelige spin off af arbejdet ved CERN er World Wide Web. På billedet ses en af opfinderne, Tim Berners-Lee, foran en tidlig version af en browser (1994).

kunne traktaten underskrives og allerede sommeren efter var byggeriet i gang. Den første accelerator stod færdig i 1957, og allerede to år senere kom den såkaldte PS-accelerator og slog den daværende verdensrekord i energi.

Teknikken i højsædet

På det tekniske område kom CERN utroligt godt ud af start-hullerne. Da designet for den første store accelerator (PS) skulle fastlægges, var en ny tek-

nik netop blevet foreslået, hvori man skiftevis fokuserer og defokuserer en stråle af protoner og derved skulle kunne holde sammen på strålen med langt lettere og billigere udstyr end hidtil. Igen spillede Danmark en central rolle, idet man umiddelbart inden den endelige beslutning skulle træffes med nogle lynhurtige forsøg kunne vise, at teknologien faktisk virkede.

Det blev så at sige CERNs adelsmærke at have teknologisk perfekte maskiner, mens det

blev sagt om de amerikanske maskiner, at de blev holdt sammen med elastikker og tyggegummi. Ikke desto mindre var det amerikanerne, som løb af med de fleste store opdagelser i tresserne og halvfjerdserne. Det drejede især sig om opdagelserne af nye "kvarker", dvs. tungere kopier af de lette kvarker, som vore egne atomkerner består af.

Neutrale strømme

Undtagelsen var opdagelsen af "neutrale strømme". I tres-



Foto: CERN

Luftfoto af CERN med markering af den underjordiske ring, hvori acceleratoren LEP lå og, hvor den nye accelerator LHC nu er ved at blive installeret.

CERN

CERN ligger på grænsen mellem Schweiz og Frankrig lige vest for Geneve. På overfladen er laboratoriet spredt ud over flere steder og fylder i alt knap 2 km² på begge sider af grænsen, men under jorden er alt forbundet via to store acceleraterringe: SPS og den 28 km lange LEP-ring, hvor LHC lige nu bliver installeret. Alle acceleratører på CERN, inklusiv ISOLDE og AD, bliver "fodret" via PS-acceleratoren. En ligeså vigtig ingrediens er de mange detektorer, der hører til blandt de mest komplekse apparater, mennesker har bygget. De tre største er ATLAS, CMS og ALICE, der alle skal bruges ved LHC.

CERN har også et stort computercenter til behandling af de store mængder data (men ikke alt kan gøres her, hvilket er baggrunden for det såkaldte GRID-projekt – et EU-projekt, som har til formål at opbygge den næste generation af computer-infrastruktur på tværs af videnskabelige miljøer).

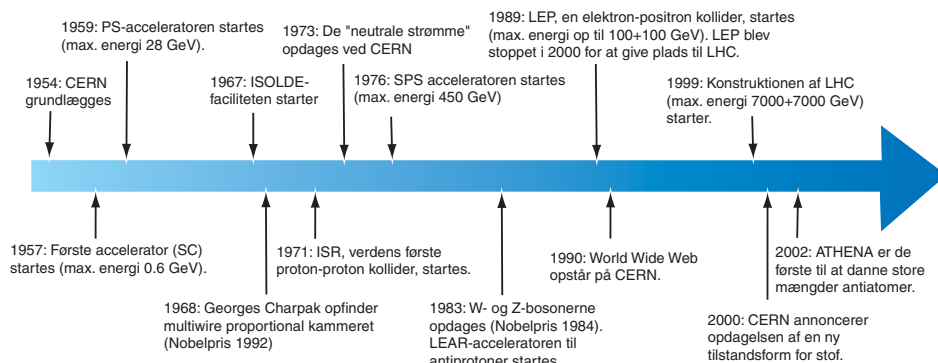


Foto: CERN

I 1959 slog CERN verdensrekorden i energi. På billedet ses John Adams, der stod for bygningen af PS-acceleratoren. Den (tomme) vodkaf flaske, han står med, var en gave fra de hidtidige rekordholdere fra Dubna i Sovjetunionen.

Der er omkring 2500 ansatte på CERN, men ikke særlig mange fysikere blandt dem. Hovedparten af brugerne, der er cirka 6500 i alt fra 80 forskellige lande, kommer fra 500

universiteter både i og udenfor Europa. CERN betales af de 20 medlemslande (Danmark stod for 1.74% sidste år) – det totale budget ligger omkring 5.5 milliarder danske kroner per år.



serne og begyndelsen af halvfjerdsere blev der udviklet en teori, der kunne forene de elektromagnetiske kræfter (der bl.a. bestemmer elektronernes baner omkring atomkernerne, og dermed alt kemi og biologisk liv) med kræfterne, som hersker i atomkernen (der bl.a. er ansvarlige for, at solen skiner og for, at der idet hele taget findes sole og planeter). Teorien kaldes *Standard Modellen* og er en meget smuk teori i den forstand, at den med et enkelt princip kan forklare utroligt mange forskellige fænomener.

I eksakte videnskaber er det imidlertid sådan, at teorier kan være nok så smukke, men hvis de ikke passer med observationerne, er de lige til papirkurven. Standard Modellen forudsagde eksistensen af såkaldt "neutrale strømme", og det var netop, hvad CERN fandt i 1973. De neutrale strømme er en variant af den svage kraft – en af de fire fundamentale naturkræfter. Vi ved i dag, at den svage kraft findes i to varianter – nemlig de "ladede strømme" (som er ansvarlig for bl.a. mange radioaktive henfald) og så de "neutrale strømme".

Ifølge Standard Modellen er der en tæt sammenhæng mellem de forskellige naturkræfter, og Standard Modellen har givet

mange andre forudsigelser end de neutrale strømme, som gennem årene er blevet afprøvet med stedse højere præcision.

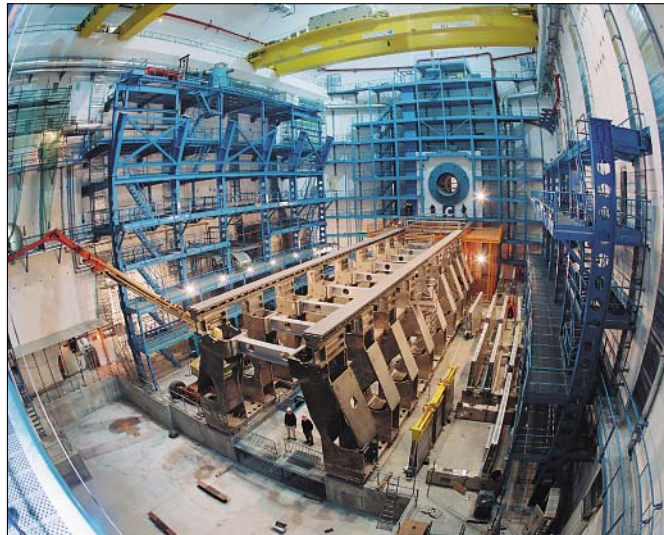
Stadig mange løse ender

En milepæl kom i 1983, hvor det lykkedes CERN at påvise de neutrale strømme i en mere direkte skikkelse, nemlig i form af en meget tung partner til fotonen, kaldet Z-bosonen. Dette udløste endeligt en Nobel-pris til CERN og begrundede endvidere CERN's næste accelerator, LEP, der blev placeret i en kolossal underjordisk ring (den ville lige netop kunne omslutte København). Ved hjælp af denne accelerator kunne man gennemføre en række særdeles nærgående afprøvninger af Standard Modellens forudsigelser. Alle disse eksaminer blev bestået med glans.

Nu skulle man så tro, at alle ville være glade og gå tilfredse hver til sit. Men fysikerne er langt fra tilfredse endnu. Der mangler simpelthen forklaringer på for meget. Standard Modellen kan ikke forklare, hvorfor elementarpartiklerne har de masser, som de har. Den kan ikke forklare, hvorfor der er to tungere kopier af de lette kvarke og af elektronen. Den kan heller ikke forklare gravitation.

Derfor udskiftes magneterne i LEP tunnelen i disse dage med superledende magneter, der skal danne ryggraden i LHC, Large Hadron Collider, den hidtil voldsomste partikelknuser, verden endnu har set. Denne gang er det ikke bare Europa, som står bag projektet. USA, Japan, Rusland og Kina er også med. Udviklingen hen imod stadig højere energier i partikelsammenstødene har simpelthen gjort det for dyrt at gå alene.

LHC vil stå færdig i år 2007, om alt går vel, og straks begynde at kolliderer protoner med den formidable energi af 14 TeV (dvs., at hver af de to protonstråler er accelereret gennem et spændingsfald på 7.000.000.000.000 Volt!). LHC vil desuden kunne kolliderer tungt atomkerner.



Det gigantiske apparatur ATLAS under konstruktion på CERN.

ATLAS

I København er en gruppe travlt optaget med at forberede apparaturet, der skal måle de mange partikler, som kommer ud af proton-sammenstødene, når den nye kæmpeaccelerator LHC efter planen sættes i drift i år 2007. Dette apparatur er måske en endnu større udfordring end selve acceleratoren. Udstyret hedder ATLAS (som står for A Toroidal LHC Apparatus), og er i sandhed gigantisk. Det er placeret i en underjordisk hal med dimensioner som Rundetårn på alle tre led. I dette volumen er der anbragt lige så mange sensorer, som der er stjerner i mælkevejen.

Sensorerne er af mange forskellige slags og har forskellige opgaver. Alle disse sensorer skal læses ud, hver gang et bundt protoner kolliderer, og der skal træffes beslutning om, hvorvidt data fra denne kollision er interessante nok til at blive gemt på disk. Men kollisionerne sker hver 25. nanosekund – dvs. hver evige eneste 0.000000025 sekunder! Dette er en teknologisk udfordring af de helt store. Fysikerne regner dog med, at det vil lykkes, og glæder sig meget til at opsamle de første data.

CERN på ret kurs

CERN er tit brugt som et modeleksempel på videnskabeligt samarbejde. Lige fra starten lykkedes det at samle de europæiske partikelfysikere, og CERN har de sidste mange år været konkurrencedygtig med USA og er stadig et af verdens førende acceleratorcenter. Det har også virket som katalysator for højteknologi inden for mange områder. To eksempler er den udvikling af gasedetektorer, som den franske fysiker Georges Charpak fik Nobelprisen for i 1992, og World Wide Web, som blev udviklet til kommunikation inden for de store internationale forsker-teams.

Selvom CERNs historie er rig på triumfer, kan man ikke tillade sig at hvile på laurbærene, hvis CERN skal fastholde sin position i forreste række af den internationale forskning. For et stort center som CERN er det derfor vigtigt med langsigtede planer, da det trods alt er lettere at fortsætte en succes end at skabe en ny fra bunden. Partikelfysikken var knap nok etableret som selvstændigt område, da CERN blev født. De mange videnskabelige landvindinger, der siden er gjort viser med al tydelighed, at der er meget at fejre på CERNs 50 års fødselsdag. ■



Om forfatterne

Karsten Rüssiger er lektor ved Institut for Fysik og Astronomi Aarhus Universitet
Tlf.: 8942 3661
e-mail: kv@phys.au.dk



Peter Hansen er lektor ved Niels Bohr Institutet Københavns Universitet
Tlf.: 3532 5394
e-mail: phansen@nbi.dk

Videre læsning:

www.cern.ch

F. Close, M. Marten and C. Sutton: *The Particle Odyssey* (Oxford, 2002)

www.ParticleAdventure.org

Om ATLAS:
<http://hep.nbi.dk/index.php?version=public>

Særudstilling på Experimentarium, Hellerup i marts 2005