

# STENOMUSEN 59

MEDLEMSBLAD FOR STENO MUSEETS VENNER – FEBRUAR 2013

## Tandemen sættes i garage

Steno Museet er i gang med et stort indsamlingsprojekt på Aarhus Universitet.

Nej, Steno Museet er ikke begyndt at indsamle cykler. "Tandemen" er nemlig også

den dagligdags betegnelse for en af de største atomacceleratorer på Institut for Fysik og Astronomi ved Aarhus Universitet. Den har i snart 40 år været benyttet til kernefysiske undersøgelser i instituttets kælder. Men for et par år siden blev accelerato-

ren uopretteligt beskadiget i forbindelse med en sprængning i en anden del af kælderen. Derfor er den kasseret og vil blive erstattet af en ny og noget mindre maskine. Da acceleratoren har spillet en væsentlig rolle i

*Fortsættes side 3*



Normalt går vi ikke rundt på potentielle museumsgenstande. Men da den enorme tank, som rummer tandemacceleratorens Van de Graaff-generator, alligevel skal skrottes, kan man jo lige så godt udnytte, at man har et godt overblik fra toppen. I loftet ses lagertankene til den SF<sub>6</sub>-gas, som benyttes til at forhindre gnistoverslag i acceleratoren. Foto: Jan Heinemeier.

## Tandemen sættes ...

Fortsat fra forsiden.

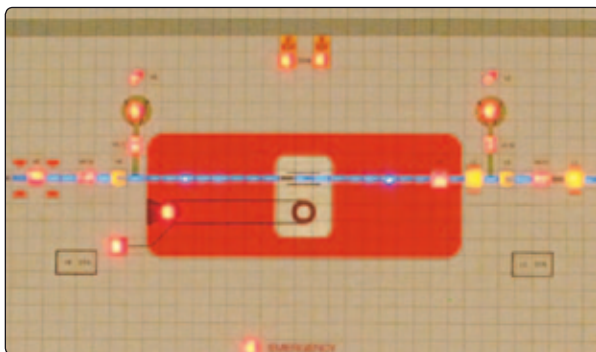
instituttets forskning, har vi på Steno Museet besluttet at indsamle repræsentative dele af maskinen.

### Hvad er en accelerator?

Kort fortalt er en accelerator en maskine til at frembringe en stråle af ladede partikler, f.eks. elektroner eller ioniserede atomer, med høje hastigheder. Alle accelerators er baseret på det fænomen, at en ladet partikel, der befinder sig i et elektrisk felt, bliver accelereret af feltet. Jo større spændingsforskel der er i feltet, desto højere hastighed og dermed bevægelsesenergi vil partiklen opnå.

Til at frembringe den nødvendige højspænding har man bl.a. benyttet en såkaldt Van de Graaff-generator, som en del måske kan huske fra fysiktimerne. Det var det apparat med en aluminiumskugle i toppen, som kunne bruges til at lave gnister med eller til at få en elevs hår til at stritte i alle retninger.

Den frembringer højspænding ved hjælp af et gummi-bælte, som kører på to ruller i hver sin ende af apparatet. Bæltet fungerer derved som et transportbånd, der flytter



*Dette udsnit af kontroltavlen skitserer Van de Graaff-generatorens placering i tanken. Partiklerne sendes ind fra højre, tiltrækkes af højspændingsterminalen midt i billedet, stripes for elektroner i terminalen, hvorefter de frastødes og kommer ud til venstre med høj energi.*

ladning fra en spændingskilde til generatorens højspændingsterminal.

For at undgå at der springer utilsigtede gnister fra højspændingsterminalen, er Van de Graaff-generators til forskningsbrug anbragt i en tryktank, som kan fyldes med særlige gasser. Derved kan der opnås spændinger på mange millioner volt.

### Tandemacceleratoren

Det særlige ved den Van de Graaff-accelerator, som nu er kasseret, var, at den kunne udnytte sin accelerations-spænding på ca. 6 millioner volt to gange. Deraf betegnelsen *tandem*accelerator. Det skete ved, at de negativt ladede ioner fra den såkaldte ionkilde ved indgan-

gen til acceleratoren først blev tiltrukket af højspændingen på terminalen midt i tanken. Idet de passerede igennem terminalen, rev en særlig anordning nogle af elektronerne af ionerne, så de i stedet blev positivt ladede. Derved blev de frastødt af højspændingsterminalen og fik således den dobbelte acceleration. Når strålen så kom ud af acceleratoren, blev den i vakuurmør sendt gennem forskellige elektromagneter m.v. frem til diverse eksperimenter.

Selve acceleratorudelen blev bygget af firmaet High Voltage Engineering i 1958. Den stod oprindeligt på Niels Bohr Institutets acceleratorafdeling på Risø i årene 1961-1970. Men da den skulle ud-



*Vi har været i tæt dialog med lederen af AMS 14C Dateringscentret, Jan Heinemeier, om indsamlingen fra tandemacceleratoren. Her fortæller han om kontrolpulten, hvorfra hele anlægget kunne overvåges og fjernstyres. Foto: Hanne Teglhus.*

skiftes med en endnu kraftigere accelerator, blev den købt af Aarhus Universitet for 8,5 mio. kr. Inden acceleratoren blev leveret, var den en tur i USA for at blive renoveret.

Nu er sådan en accelerator ikke noget, man bare lige sætter ind i en bygning. Acceleratortanken med Van de Graaff-generatoren er 13 meter lang og vejer mange tons. Men meget belejligt var universitetet i færd med at opføre nye bygninger til Det fysiske Institut. Det betød, at laboratoriet blev bygget som et kæmpestort hul i jorden, som man simpelthen

hejsede acceleratoren ned i, hvorefter man lagde låg på – og anlagde en parkeringsplads ovenover.

Det var kun selve Van de Graaff-acceleratoren, som blev købt fra Risø. Den øvrige del af det ca. 40 meter lange acceleratoranlæg blev projekteret og bygget af Det fysiske Instituts egne teknikere. Bl.a. konstruerede man en avanceret kontrolpult, hvorfra det samlede anlæg kunne overvåges og fjernstyres, hvilket var ganske unikt på dette tidspunkt.

**Mange anvendelser**  
Tandemacceleratoren blev

taget i brug i foråret 1974. I begyndelsen blev den brugt til mange forskellige formål: atomfysik, kernefysik, analyse af faststofmateriale samt undersøgelse af partiklers opbremsning i stoffer.

Siden midten af 1980'erne er den i stigende grad blevet benyttet til såkaldt acceleratorbaseret kulstof 14-datering. Denne metode er nemlig langt mere følsom end den traditionelle metode baseret på geigertællere. Så hvor man tidligere måtte bruge f.eks. en hel lårbensknogle for at datere et skelet, kunne man nu nøjes med under et halvt gram af knoglen.

Tandemen har blandt meget andet været benyttet til at flytte dateringen af en af verdens største vulkan-katastrofer, nemlig det minoiske udbrud på den græske ø Santorini, som begravde en blomstrende bronzalderkultur under op til 60 meter vulkansk aske. Ved at kulstof 14-datere et stykke af et oliventræ, der blev levende begravet under asken, er det for nylig lykkedes at tidsfæste udbruddet til år 1613 f.Kr. med kun få års usikkerhed, til glæde for både geologer og arkæologer. Det er således blevet fastslået, at udbruddet er sket ca. 100 år tidligere,

# Kulstof 14-datering

Kulstof 14-datering er en naturvidenskabelig metode til aldersbestemmelse ved hjælp af kulstoffet i organiske materialer, f.eks. arkæologiske prøver.

Metoden er baseret på, at kulstofatomer findes i tre forskellige versioner, såkaldte isotoper, afhængigt af om de har 6, 7 eller 8 neutroner i kernen. De to letteste isotoper, kulstof 12 og 13, er stabile, mens den tungeste, kulstof 14, er radioaktiv og henfalder med en halveringstid på 5730 år. Men der dannes til stadighed nye kulstof 14-atomer ved, at kvælstofatomer i atmosfæren bombarderes med kosmisk stråling.

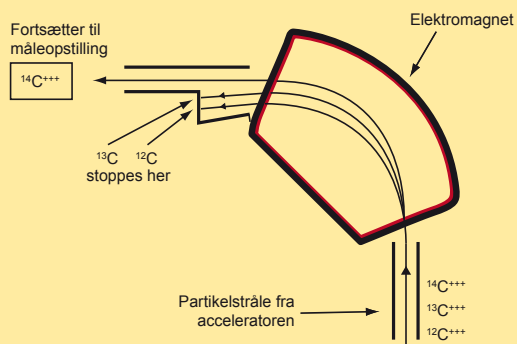
Da alle tre slags kulstof indgår i det biologiske kredsløb, har alle levende planter, dyr og mennesker det samme forhold mellem de tre kulstofisotoper i sig. Kulstof 14 udgør dog kun en meget lille brøkdel, nærmere bestemt ca. ét kulstof 14-atom for hver tusind milliarder stabile kulstofatomer. Det svarer ca. til et enkelt sandkorn i en bunke på 50 tons sand.

Når en organisme dør, forsvinder kulstof 14-atomerne efterhånden ved radioaktivt henfald. Derfor bliver der færre og færre kulstof 14-atomer tilbage, jo længere tid der går. Ved at undersøge, hvor mange kulstof 14-atomer der er tilbage i forhold til de stabile typer, kan man altså finde ud af, hvornår organismen døde.

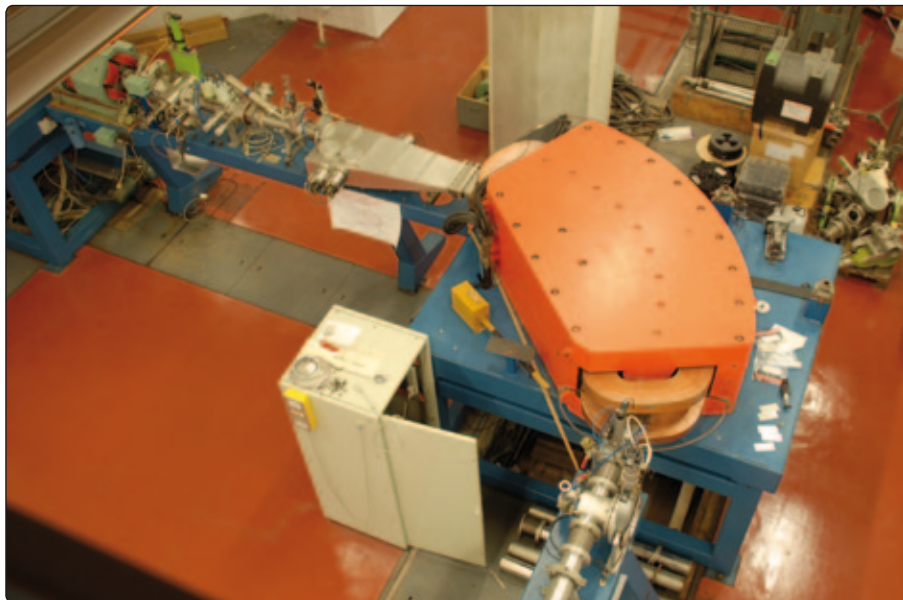
Oprindeligt blev dateringen gennemført ved at måle strålingen fra de radioaktive henfald af kulstof 14-atomerne med en geigertæller. Men da der er så få af dem, og de har en ganske lang levetid, skulle man måle i ret lang tid på en relativt stor prøve.

Med acceleratormetoden laver man en stråle af prøvens kulstofatomer og sorterer de tre isotoper, så man kan tælle, hvor mange der er af hver slags. Sorteringen sker ved hjælp af et kraftigt magnetfelt. Atomerne vil nemlig blive afbøjet mere af magnetfeltet, jo lettere de er. Metoden kaldes Accelerator Masse-Spektroskopi (AMS).

Da man på denne måde tæller alle kulstof 14-atomerne i prøven, og ikke kun dem der henfalder, er metoden langt mere følsom og kræver derfor kun en ganske lille prøve.



De forskellige kulstofisotoper i strålen sorteres med en kraftig elektromagnet (se foto næste side). Jo tungere de er, desto vanskeligere er det at afbøje deres bane. Her er magneten indstillet til masse 14. Den kan omstilles til 13 og 12.



*Den 7-8 tons tunge analysesmagnet udgør en af tandemacceleratorens centrale dele. Den blev brugt til at "sortere" de forskellige typer af atomer, som kom ud af acceleratoren. Den udnyttede, at deres afbøjning i magnetfeltet afhang af deres masse. Foto: Hans Buhl.*

end man traditionelt er nået frem til på grundlag af poteskår og den egyptiske kronologi. Dette viser tydeligt fordelene ved at kombinere vidt forskellige videnskabelige metoder.

Mere hjemligt har tandemacceleratoren dateret museumsgenstande som f.eks. Tollund-manden. Men nu er den så ved selv at blive en museumsgenstand.

### **En stor sag**

Det siger næsten sig selv, at man ikke kan indsamle så

stort et apparat i sin helhed. I stedet har vi dels foretaget en grundig video- og fotodokumentation af anlægget, dels udvalgt repræsentative dele af acceleratoren, som vil blive bevaret for eftertiden.

F.eks. bevares styrepulpen og kontroltavlen samt noget af den tilhørende elektronik såvel som en del af acceleratorens måle- og sikkerhedsudstyr.

Vi håber endvidere at kunne bevare passende dele af accelerationsrøret, højspændingsterminalen og den iso-

lerende søjle, som har båret terminalen midt inde i tanken. Den ca. 11 meter lange, 1 meter tykke og tonstunge søjle består af en sandwichkonstruktion af sammenlignede glas- og metalplader. Da den imidlertid kan være knækket af den ovennævnte sprængning, er det endnu uvist, i hvilken tilstand den kan tages ud af acceleratoren.

Vi vil også gerne bevare den såkaldte analysesmagnet, som er en enorm elektromagnet, der blev benyttet til at "sor-

tere” atomerne i partikelstrålen, inden de blev sendt ind i måleinstrumenterne. Men da den vejer 7-8 tons, er det en kompliceret sag, som endnu ikke er afklaret.

Indtil videre bliver de indsamlede dele stillet på magasin. Men vi håber, at det en dag bliver muligt at give Steno Museets gæster et håndgribeligt indblik i, at

nøjagtig og superfølsom kulstof 14-datering ikke bare er noget, man kan lave hjemme på køkkenbordet.

*Hans Buhl*

## ...nu med Fuldmånebuffet

Programmet for det næste halve års Fuldmåneaftener ligger klar, og vi introducerer en ny totaloplevelse: *Vin, Viden og Visuals* med Fuldmånebuffet.

Steno Museet har ved hver fuldmåne siden 1995 arrangeret noget specielt i planetariet kl. 20 og 21.30. Vi har haft meget forskelligt på programmet: teater, poesi, kunstneriske multimedieforestillinger, udvalgte musikværker under stjernerne, men selvfølgelig også astronomiske emner såsom Månen, sommerferieastronomi, stjernebilledemyten om prinsesse Andromeda og havuhyret Cetus, ligesom vi har givet svar på, om man kan fange et stjernesked.

### Vin, Viden og Visuals

Nu udvider vi konceptet på udvalgte fuldmåneaftener med en totaloplevelse; *Vin, Viden og Visuals*: Man kan lægge ud med at nyde en Fuldmånebuffet i Matematisk Kantine (kan fravælges). Kl. 20 vil der i Steno Museets café være foredrag, mens man nyder vin eller andet fra Fuldmånecafeen. Efter cirka en time fortsætter aftenens program i planetariet med musik og stjerner eller med uddybning af aftenens emne.



### Nysgerrig efter Mars

Der er *Vin, Viden og Visuals* torsdag 25. april: “Jeg er nysgerrig – Mars”. Hvor langt er marsbilen *Curiosity* nået her et halvt år efter landingen? I cafeen afslører marsforskerne fra Aarhus Universitet nyt fra Mars. Bagefter spiller vi udvalgt musik under stjernerne. Fuldmånebuffet og billetter bestilles på [www.stenomuseet.dk](http://www.stenomuseet.dk), hvor også hele programmet til og med august kan findes. Der er planlagt endnu to *Vin, Viden og Visuals* arrangementer i efteråret.

*Aase Roland Jacobsen  
og Ole J. Knudsen*