

- LYSE NÆTTER
- EMILIE DU CHÂTELET
- DEN SELVFORSYNENDE GADELAMPE
- TOTAL SOLFORMØRKELSE PÅ FÆRØERNE
- TOTAL SOLFORMØRKELSE OVER DANMARK I 1851
- OBSERVATORIET PÅ ØSTERVOLD 1958-1975, GIER OG DASK
- KVANTEMekanikken I FILOSOFISK BELYSNING
- AKTUELLE BØGER
- BREDDEOPGAVER
- KVANT-NYHEDER

KVANT

Tidsskrift for Fysik og Astronomi

c/o Niels Bohr Institutet
Universitetsparken 5
DK-2100 København Ø

Hjemmeside : www.kvant.dk
E-mail : kvant@kvant.dk
Facebook  : [KVANT.fysiktidsskrift](https://www.facebook.com/KVANT.fysiktidsskrift)
ISSN (trykt) : 0905-8893
ISSN (web) : 2245-4942

Udgives af

Astronomisk Selskab,
Dansk Fysisk Selskab,
Dansk Geofysisk Forening,
Selskabet for Naturlærens Udbredelse,

Redaktion

Michael Cramer Andersen (ansv. red.),
Christianshavns Gymnasium
Mogens Esrom Larsen,
Institut for Matematiske Fag, KU
Steen Lærke (astro@kvant.dk),
Astronomisk Selskab
Sven Munk (nyhedsredaktør)
John Rosendal Nielsen,
Aurehøj Gymnasium
Jens Olaf Pepke Pedersen,
DTU Space
Finn Berg Rasmussen,
Niels Bohr Institutet, KU
Svend Erik Rugh
Torben Westerberg (korrektur)

Abonnementspris : 180 kr/år.

Kvant udkommer 4 gange årligt og er medlemsblad for de udgivende selskaber.
Henvendelser vedr. abonnement til Christine Pepke Pedersen: christine@kvant.dk (tlf. 27 51 01 76).

Annoncepriser

1/1 side: 3600 kr, 1/2 side: 2400 kr
1/4 side: 1600 kr.

Priserne er excl. moms og for reproklart materiale i farver. Henvendelser om annoncer til redaktøren på: kvant@kvant.dk (tlf. 22 67 26 42).

Tryk

Vestergaards Bogtrykkeri ApS.
Oplag: 2250.

Produktionsplan

Nr. 3-15 udkommer ca. 15. september
Nr. 4-15 udkommer ca. 15. december
Deadline for mindre bidrag og annoncer er ca. en måned før, længere artikler skal modtages to måneder før.

Indhold:

Den selvforsynende gadelampe – når gadelamperne producerer deres egen energi

Peter Behrendorff Poulsen 3

Kvantemekanikken i filosofisk belysning

Jan Faye 6

Aktuelle bøger

Anja Skaar Jacobsen og Jens Olaf Pepke Pedersen 11

Total solformørkelse på Færøerne den 20. marts 2015

Michael Cramer Andersen 12

Total solformørkelse over Danmark i 1851 – anden del

Michael Cramer Andersen 16

Foreningsnyt – foredrag i efteråret 2015 19

Lyse nætter

Michael Quaade 20

KVANT-nyheder

Sven Munk 21

Temperaturbølger – breddeopgave 65 med didaktisk kommentar

Jens Højgaard Jensen 22

Emilie du Châtelet – en kvindelig fysiker fra 1700-tallet

Else Høytrup 24

Observatoriet på Østervold i vækstperioden 1958-1975, DASK og GIER – dengang og nu

Jørgen Otzen Petersen 26

Markering af en milepæl – Dorte Olesen formand i 27 år

Ole Mørk Lauridsen Bagsiden

Billedet på forsiden viser den totale solformørkelse på Færøerne den 20. marts i år, set fra byen Sandavágur på øen Vágar. Fotografen Pierre Pallez, der kommer fra Schweiz, ventede over en time i regn og blæst før skyerne klarede op tids nok til at nyde og forevige det smukke naturfænomen.

En ven opdagede bagefter, at skyen, der passerer lige nedenunder Solen, ligner en bjørn (isbjørn eller "polar bear"). Han døbte derefter billedet "Ursa Major", der betyder "Store Bjørn". Chancerne for, at en sky, der ligner en bjørn, passerer forbi, lige mens en total solformørkelse finder sted tæt på polarcirklen, er meget tæt på nul.

Pierre fotograferede også Solens korona under totaliteten. Dette billede kan ses i artiklen om solformørkelsen inde i bladet. Pierre er tidligere amatørastonom og musiker og tager nu billeder, som han udstiller på nettet (www.hotpixel.ch og www.pierrepallez.com). Han sælger også tryk af billederne af solformørkelsen. Billedet er taget med et Leica M med 50mm summilux linse. Foto: Pierre Pallez (pierre@hotpixel.ch).



KVANT udsendes gratis, i ét eksemplar, til alle landets gymnasier, seminarier og HTX-kurser med velvillig økonomisk støtte fra Niels Bohr Institutet (KU), Institut for Fysik og Astronomi (AU), Institut for Fysik og Kemi (SDU), Institut for Fysik og Nanoteknologi (AAU), DTU Nanotech, DTU Fotonik og DTU Fysik.

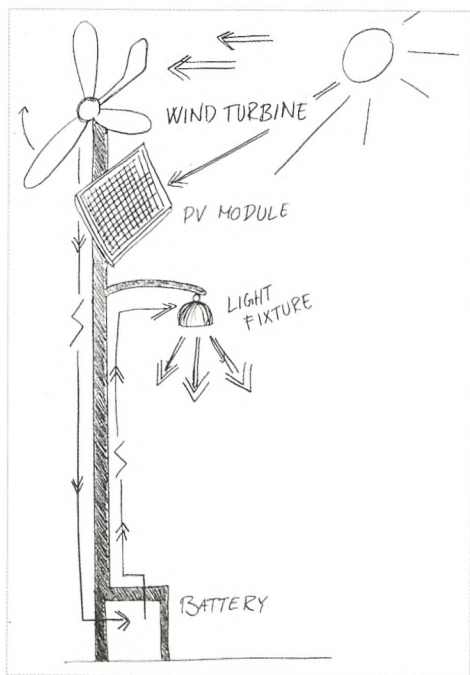
Den selvforsynende gadelampe – når gadelamperne producerer deres egen energi

Af Peter Behrendsdorff Poulsen, DTU Fotonik, Danmarks Tekniske Universitet

Omkring 1-2 % af den samlede elektriske energiforsyning i Danmark bruges til belysning af vores veje. Størstedelen af vejbelysningen udmærker sig ved at være udgjort af master, der bryder såvel indstrømmende vind som solindfald og dermed er omgivet af energi, men på nuværende tidspunkt kun formår at forbruge energi. Masternes geometri især i højden er forskelligartede, men energiforbruget i armaturet skalerer ofte med højden – hvormed den øverste del af masten får et stort relativt frigjort areal, hvilket gør dem ideelle til opsamling af vindenergi og solenergi.

Potentiale for selvforsynende lysmaster

Langs de danske veje står et ganske stort antal gadelamper, som tilsammen udgør 1-2 % af det samlede elektriske energiforbrug i Danmark. Mange af gadelamperne er i en forfatning, så de er ved at være modne til udskiftning. For at spare energi går trenden mod udskiftning til LED baserede armaturer, som ofte nedbringer energiforbruget markant i forhold til ældre lyskilder i lamperne. Når selve lysarmaturet bliver mere energibesparende fx ved anvendelse af LED teknologi, åbner det også mulighed for, at man kan drive hele belysningen ved at integrere fx vindturbine på og solpaneler i masten. Hermed bliver masten og dermed belysningen selvforsynende med grøn energi og uafhængig af det kablede energisystem, se figur 1.



Figur 1. Konceptuel opbygning af hybridlysmast drevet af vind- og solenergi.

Især sidstnævnte er attraktivt, da kabellægning i storbyerne kan være meget omkostningstungt og koste op til 5000 kr/m i København og 15.000 kr/m i Berlin, mens det i almindelighed i Danmark beløber sig til ca. 1000 kr/m. Så hvis meromkostningerne ved at gøre masten selvforsynende allerede kan dækkes af

besparelserne på især kablingen, så begynder der også at være et økonomisk incitament for investering heri, hvis energiforsyningen i den selvforsynende form ellers kan sikres at være stabil i forhold til anvendelsen.

Da priserne på solceller og små vindturbiner er nedadgående, så bliver det en med tiden mere økonomisk attraktiv model, ligesom der generelt vil kræves mindre areal til solceller og vindturbine efterhånden som LED'erne bliver mere effektive og lamperne kræver mindre energi for at give det samme lys.

For nuværende går trenden endvidere mod, at man kan udvikle meget intelligente sensorer, der kan sikre, at der kun lyses på gader og stræder, når der er nogen at lyse for (i hvert fald ved fuld lysstyrke), og hermed kan energiforbruget sænkes yderligere således, at de meromkostninger vindturbiner og solceller udgør i forhold til en almindelig gadelampe er en forsvindende lille del af produktets pris. Så tiden arbejder i høj grad for produktet, især da omkostningerne til kabellægning primært er lønomkostninger, som næppe vil reduceres i samme grad som materiale- og komponentpriserne. Yderligere besparelser i forhold til en kablet løsning er så på energien, der inkl. afgifter for nuværende koster kommunerne omkring 2 kr/kWh.

Selvforsynende kabelfri lyssystemer drevet af vind og sol er langt fra en løsning, der bør placeres alle steder. Hvis der i forvejen er fungerende kabler i jorden, vil det for det meste være mest attraktivt at benytte disse og producere den grønne strøm fx via almindelige vindmøller og solpaneler, der leverer energi til det store energinet. Kabler holder dog ikke evigt, så også det eksisterende kabelnet skal renoveres efter et halvt århundrede.

Markedet for hybridbelysningsprodukter er i øjeblikket aldeles umodent. Der er ikke nogle store spillere på markedet, som primært udgøres af små aktører, der producerer små vindturbiner. Disse sættes sammen på forskellig vis med lysarmatur, solpaneler, noget elektronik og et batteri og så haves et belysningsprodukt. I skrivende stund er produkterne på hybridbelysningsmarkedet generelt af en meget ringe kvalitet og designmæssigt langt fra, hvad vi normalt ser langs gader og stræder i det danske vejlandsskab.

Et bredt konsortium¹ har siden 2011 undersøgt markedet i forhold til anvendelse under danske himmelstrøg.

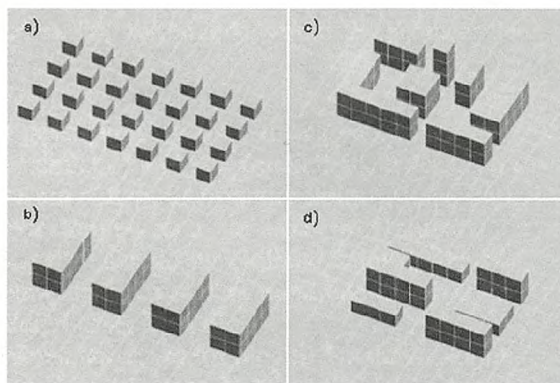
¹ Konsortiet består af: Gate 21, DTU Fotonik, DTU Vind, ark-unika, Philips Lighting, Faktor-3, Alfred Priess, Henning Larsens Tegnastue, Dong Energy, Københavns Kommune, Albertslund Kommune og Egedal Kommune.



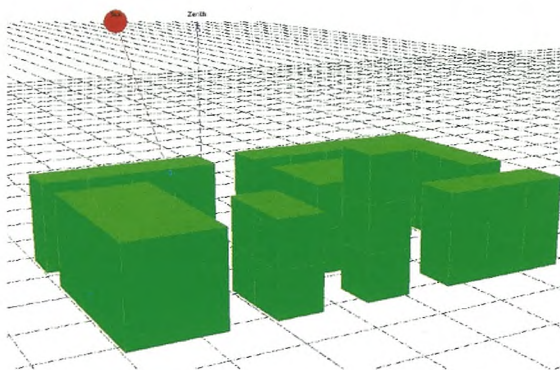
Figur 2. En række kommercielle hybridmaster testet på DTU RISØ.

Konsortiet fandt omkring 21 leverandører på verdensmarkedet i 2012 og indkøbte 4 belysningsprodukter til test (se figur 2), der umiddelbart energimæssigt så ud til at være kompatible med nogle af de danske vejklasser, hvor belysningskravene er mindst. Det var generelt en meget svær øvelse at få specifikationer for de enkelte komponenter, som ville gøre det muligt på forhånd at beregne, om systemerne ville kunne være selvforsynende på en standardiseret dansk vej af en given vejklasse. Veje kan nogenlunde kategoriseres ud fra bygningsmassens tæthed og højde [1] og baseret herpå, er det muligt ud fra lokale vind- og soldata at simulere og estimere energihøsten hen over året for at sikre, at energiniveauet på batteriet kan opretholdes tilstrække-

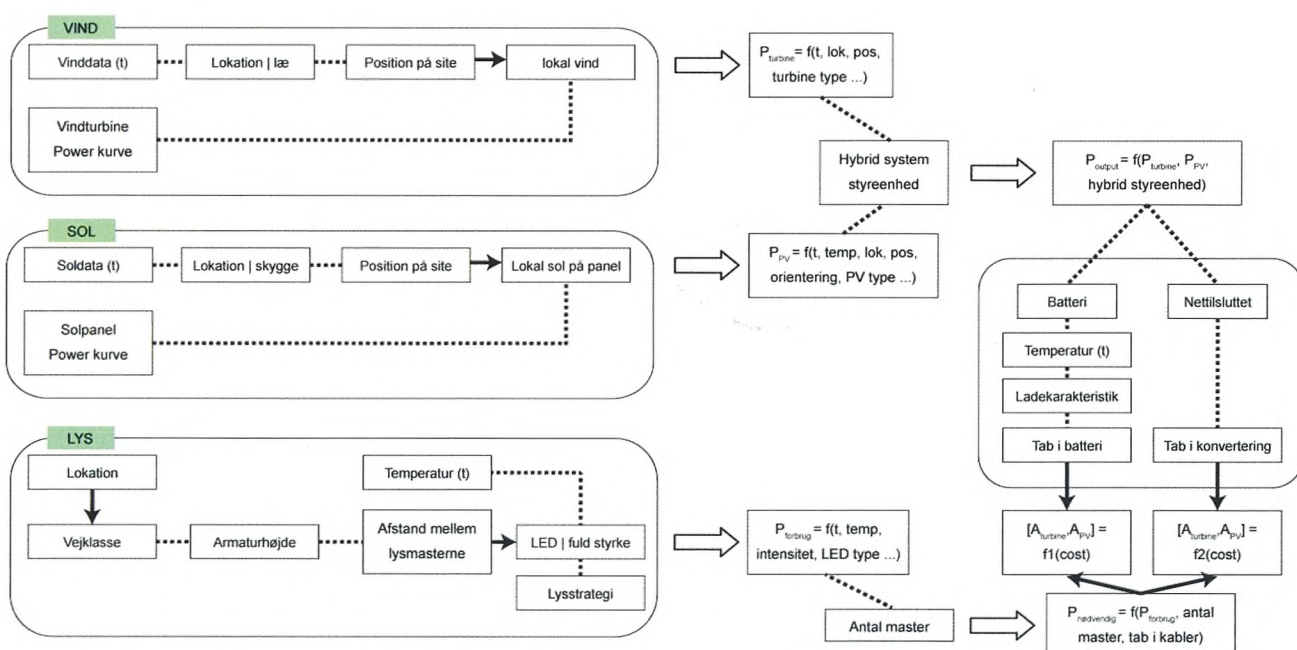
ligt til drift af lyset. Denne øvelse besværliggøres af, at der er brug for rigtig mange data fra de forskellige komponenter (LED, batteri, solceller, vindturbiner og elektronik) for at få et retvisende billede af den energi hybridlysmasterne på et normalår kan stille til rådighed til lys i en given placering i byrummet.



Figur 3. Bygningsmassen kan kategoriseres efter højde og tæthed, og der kan frembringes parametre baseret herpå, der gør det muligt at simulere solenergi og vindenergi.



Figur 4. Simulering af solindfald på solpaneler på produkter placeret mellem bygninger. Den røde kugle er Solen og den lodrette pil peger mod zenit.



Figur 5. Matematisk modelsystem til simulering af energisystemet i en hybridlampe med input af vejrparametre og byrumsparemetre for, hvor lampen skal stå.

Da solpaneler og vindturbiner er dynamiske størrelser, der reagerer meget forskelligt på henholdsvis forskellige lys- og vindniveauer, så kan man ikke ud fra middeldata sige noget fornuftigt om energihøsten af disse dele. Da der ikke findes noget simuleringsværktøj, der kan håndtere sådanne beregninger, var projektgruppen nødt til at udvikle sit eget. Værktøjet tager i sin frembragte form tidsopløste minuttværdier for vind- og soldata nedjusteret med skyggerne og læ fra byrummet. Energien lagres så på et batteri i modellen indtil det er fyldt op. Overskydende energi mistes, hvis denne tilstand nås. Mellem solnedgang og solopgang er LED'erne tændt og afhængig af ønsker omkring natsenkning og anden dæmpning i de mørke timer, kan energiforbruget estimeres, og hvorvidt dette kan dækkes blotlægges med en rimelig sandsynlighed.

De kommercielle hybridlamper blev anvendt til at simulere, om de kunne dække energiforbruget på en relativt standardiseret E2-vej (lokalvej) i København. Mange af de nødvendige data for at simulere de kommercielle master var ikke tilgængelige fra producenterne og måtte estimeres eller måles af projektgruppen. Nogle af de parametre, der til gengæld var oplyst, var markant bedre end, når disse blev målt. Modelsystemet er en klar styrke, når man skal vurdere systemerne i forhold til hinanden i en reel anvendelse. Der var meget stor forskel på performance af systemerne, der alle havde meget svært ved at dække energiforbruget, særligt i vintermånederne, hvor nogle ikke var i nærheden af at kunne dække det. Teknisk set har den dårlige performance selvfølgelig noget at gøre med, at vindturbinerne ofte ikke er lavet til at høste ret effektivt, med mindre de placeres uden nogen vindmæssige forhindringer fx på en åben mark eller på en båd på havet. Der er meget at hente ved at optimere både vindmølle, generatoren og ikke mindst elektronikken til at sikre optimal og effektiv ladning på batteriet ved lidt lavere vindhastigheder, hvilket vil gøre det muligt at anvende hybridsystemer også i det mindre tætte byrum, hvor bygningerne ikke er så høje og dermed giver mere vind til turbinerne.

Ved analyse af energisystemerne i de kommercielle master er det helt tydeligt, at det er meget umodne produkter, der kan optimeres ganske meget. Design- og kvalitetsmæssigt var kommunerne i projektet endvidere meget lidt tilfredse med de master, der blev testet i projektet, der må betragtes som værende "state-of-the-art i 2012". Projektgruppen arbejdede derfor sideløbende med at frembringe et hybridsystemkoncept i samråd med nogle danske kommuner og førende nationale forskere og teknologivirksomheder inden for de forskellige fagområder, der udgør komponenterne i hybridmasten. Simuleringsværktøjet blev anvendt til at arbejde med de forskellige dele af systemet og optimere dem i forhold til hinanden og de givne rammebetingelser, som blev valgt til en nogenlunde standardiseret E2-vejkasse i København. Der blev gennem en række design- og teknologiworkshops frembragt en serie forslag, der i en teknologisk modnet form burde kunne bringes til at klare lyskravene på en lokalvej. Systemet kan skaleres til større forhold, hvis der skal imødekommes andre lyskrav. Kommunerne var meget involverede i design-

processen, da krav til minimal refleksion, høj sikkerhed, støj endvidere blev taget ind i betragtningerne, for det endelige konceptforslag.

Det frembragte konceptforslag fik arbejdstitlen, "CopenHybrid", og kan ses på koncepttegningen i figur 6. To prototyper ses på figur 7.

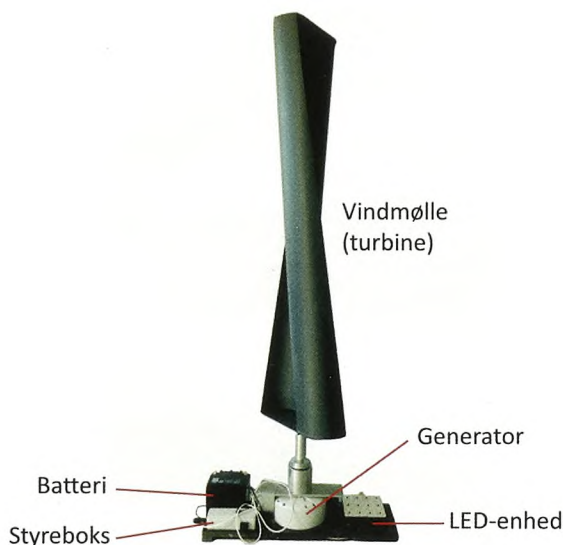


Figur 6. "CopenHybrid" er en sol- og vinddrevet LED-gadelampe, der konceptuelt er udviklet til, at kunne levere nok lys hele året, når den er anvendt på en dansk E2-vejkasse. Gadelampen er omkring 7,5 m høj.



Figur 7. Der er to prototyper af konceptet opstillet i "Danish Outdoor Lighting Lab" i Albertslund (DOLL visitor center, Naverland 2, 2600 Glostrup). Prototyperne er langt fra af et udseende i stil med dem, der er realiseret grafisk i 1. halvdel af projektet, men de illustrerer det system, der skal til for at oplyse lokalgader i København, og vi var nødt til at bruge en masse standardkomponenter.

Projektgruppen arbejder videre med at udvikle selve det tekniske system (se figur 8). Da nogle væsentlige dele af systemet ikke kan leveres som standardkomponenter, arbejdes der på at realisere systemet i en teknisk optimeret form, der vil gøre det lettere at producere og sikre meget bedre performance heraf.



Figur 8. De tekniske komponenter i hybridmasten samlet.

Især når det angår små vindturbiner til integration i lysmaster, er der meget at gøre i forbedringen af ydelsen, især ved lidt lavere vindhastigheder, hvilket er særligt interessant for disse systemer, da de fleste lysmaster er placeret i nærheden af bebyggelse og ikke i åbne landskaber. Projektgruppens mission er at realisere et teknisk overlegent, dansk produkt, der med de indgående komponenter er særdeles effektive, tilpasset hinanden og med rettigheder på nøgleteknologier på

danske hænder [2], [3] og [4].

Projektet er finansieret af Dansk Energi under EL-FORSK's PSO program og har projekt nr. PSO 343-021 og 339-050.

Litteratur

- [1] Beller Ch. (2011), Urban Wind Energy, Risø-PhD-89 (EN), Risø DTU National Laboratory for Sustainable Energy.
- [2] Poulsen, P.B. (2013), Den selvforsynende gadelampe, *Aktuel Naturvidenskab*, bind 2, side 12-13.
- [3] Marianne Vang Ryde (2013), Den selvforsynende gadelampe er på vej, *Dynamo* #33, side 28-31, www.dtu.dk/Om-DTU/Nyheder-og-presse/Dynamo/.
- [4] Poulsen, P.B. et al. (2013), Udvikling af CO₂ neutralt byrumsarmatur, slutrapport, ELFORSK projekt 343-021, www.elforsk.dk.



Peter Behrendorff Poulsen er projektleder ved DTU Fotonik og leder af instituttets aktiviteter indenfor selvforsynende belysning med vind- og/eller solenergi.

Kvantemekanikken i filosofisk belysning

Af Jan Faye, Institut for Medier, Erkendelse og Formidling, Københavns Universitet

Denne artikel fortæller om, hvordan Bohrs fortolkning af kvantemekanikken bygger på en pragmatisk tilgang til kvantemekanikken. Fortolkningen var i sin tid affødt af opdagelsen af virkningskvantet, Heisenbergs usikkerhedsrelationer, og Bohrs forståelse af de klassiske begrebers uundværlighed for enhver beskrivelse af de fysiske erfaringer. Siden har Bohrs fortolkning ofte været forbundet med en manglende forklaring på måleproblemet i forbindelse med bølgefunktionens "kollaps". Imidlertid var det slet ikke Bohrs egen opfattelse. I stedet afviste Bohr, at en fysisk teori som kvantemekanikken kan forstås som en repræsentation af den fysiske virkelighed uafhængigt af den eksperimentelle opstilling og den aktuelle måling af et kvantesystem.

Moderne fysik består af en række teorier, hvoraf kvantemekanikken ofte omtales som den mest succesrige teori af dem alle. Det er således endnu ikke lykkedes at udpege noget relevant fysisk fænomen, som den ikke kan beskrive eller forudsige iagttagelsen af. Den kan bruges på store ting som ganske små ting. Siden fremsættelsen er kvantemekanikken udvidet flere gange for at kunne beskrive de forskellige grundlæggende kræfter i verden. Dog mangler man stadig at lave en tilfredsstillende kvantemekanisk beskrivelse af tyngdekraften. Men uanset kvantemekanikkens store succes kommer man ikke uden om, at det er en underlig teori, fordi den tilsyneladende fortæller os, at verden er meget anderledes, end vi går rundt og tror. Eksempelvis forudsiger teorien, at to partikler kan befinde sig i en tilstand af sammenfiltring (entanglement), således at måling på den ene partikel får umiddelbar indflydelse

på målingen af den anden partikel. Det gælder, uanset at de to partikler i princippet kan være adskilt, så den ene partikel befinder sig på Jorden, mens den anden befinder sig i Alfa Centauri. Sådanne forhold har ført til en lang række fortolkninger, som hver især søger at klarlægge, hvad vi skal forstå ved teorien. Lige så frugtbar som teorien har været med hensyn til at beregne praktiske fysiske problemer, lige så vanskeligt har det været at opnå enighed om, hvordan vi skal opfatte teorien.

Realisme versus instrumentalisme

Overordnet set kan man anlægge to meget forskellige synspunkter på en videnskabelig teori. Det ene synspunkt, også kaldet realisme, går ud på, at videnskabelige teorier skal forstås helt bogstaveligt. En videnskabe-

lig teori beskriver verden, som den er, og hvis en teori i øvrigt er sand med hensyn til dens forudsigelser, så må man forvente, at dens forskellige matematiske udtryk refererer til verden. Det andet synspunkt benægter, at korrekte forudsigelser fortæller os noget om, at teorier er sande. De bedste videnskabelige teorier er empirisk adækvate, dvs. deres forudsigelser stemmer overens med fysikernes eksperimenter og observationer, men fordi de har empirisk succes, er det ikke nogen garanti for, at de er sande, altså at de fortæller os en korrekt historie om verden. Denne holdning kaldes sædvanlig for antirealisme eller instrumentalisme.

Forskellen mellem realisme og instrumentalisme kan illustreres med et klassisk eksempel. Newtons love kan bruges til at forudsige Månens bevægelse omkring Jorden. I den forstand har Newtons mekanik empirisk succes. Realisten vil efterfølgende sige, at da Newtons teori har empirisk succes, må det betyde, at dens forskellige udtryk refererer til en fysisk virkelighed. I Newtons tyngdelov indgår et udtryk for tyngdekraft, hvilket må betyde, at der findes en tyngdekraft, der virker mellem Månen og Jorden. Instrumentalismen vil derimod mene, at selv om teorien har vist sig at kunne forudsige Månens bevægelse, behøver vi ikke at antage eksistensen af en tyngdekraft. Til støtte herfor vil instrumentalisten måske anføre, at Einsteins generelle relativitetsteori kan forudsige samme bevægelse, uden at denne teori henviser til en tyngdekraft. I stedet henviser den til rummets krumning omkring tunge legemer.

Videnskabelig realisme så vel som videnskabelig antirealisme kan formuleres i forskellige styrker og varianter. Det er imidlertid klart, at intet i fysikken kan afgøre, om en realistisk eller instrumentalistisk fortolkning er det korrekte synspunkt. Der findes intet i verden, som empirisk kan vise os, om realismen eller instrumentalismen er korrekt. I øvrigt er det heller ikke sikkert, at vi skal forstå alle teorier ens. Måske giver en realistisk fortolkning mening i forhold til nogle teorier, men i forhold til andre giver en instrumentalistisk fortolkning mere mening. I dag bekender hovedparten af fysikere og filosoffer sig til en eller anden form for realisme, da de mener, at videnskabelige teorier repræsenterer den fysiske virkelighed og derfor fortæller os, hvad der er sandt. Denne realistiske tilgang har også smittet af på fortolkningen af kvantemekanikken, hvor mange nutidige fysikere og filosoffer har vendt sig mod det, man har kaldt københavnerfortolkningen. Mere end noget andet associeres denne fortolkning med Bohrs tanker angående kvantemekanikken.

Niels Bohrs fortolkning

Det, der gør kvantemekanikken så meget anderledes end andre fysiske teorier, er, at teorien opererer med en fysisk størrelse, som kaldes virkningskvantet, angivet ved Plancks konstant. Denne størrelse angiver, at eksempelvis stråling ikke blot kan opdeles i mindre og mindre portioner. Der er en nedre grænse. Da først man empirisk havde opdaget eksistensen af denne størrelse, fik opdagelsen stor indflydelse på udformningen af en teori for atomet og de dermed forbundne processer. Niels Bohr var den første, der forsøgte at beskrive

atomet under hensyntagen til virkningskvantet, men det viste sig efterhånden, at hans model kun var anvendelig for forståelsen af brintatomet, og ikke engang alt vedrørende brintatomet. Det blev Werner Heisenberg – som bl.a. en overgang virkede som Bohrs assistent – der i 1925 formulerede den teori, vi i dag kalder for kvantemekanikken. Året efter fremsatte Erwin Schrödinger en anden teori, som tilsyneladende var forskellig fra Heisenbergs. Men især Dirac og Schrödinger kunne hurtigt vise, at de to teorier kunne betragtes som matematisk ækvivalente.

Det næste par år gik med at finde en måde at forstå teorien på. En af teoriens særegne forudsigelser var, at det var umuligt at have præcis viden om eksempelvis en elektrons position, hvis man samtidig kendte dens præcise impuls. Ud fra den klassiske mekanik skulle det ellers ikke være et problem. Men fordi kvantemekanikken netop har inkorporeret virkningskvantet i sine grundlæggende formler, er det ikke længere muligt ud fra teorien samtidigt at bestemme impuls og position med vilkårlig nøjagtighed. Dette fysiske vilkår angives ved Heisenbergs ubestemthedsrelationer. De samme relationer gælder for andre kinematiske og dynamiske variable som spinkomponenterne og tid og energi.

Tidligere har Christian Kraglund Andersen og Andrew C.J. Wade her i Kvant skrevet om diskussioner mellem Bohr og Einstein [1]. Selv har jeg beskrevet debatten mere udførligt i nedenstående anførte henvisninger [2] og [3], hvor der er referencer til litteraturen.

I sine diskussioner med Bohr opfattede Einstein denne ubestemthed i bestemmelsen af impuls og position som et spørgsmål om vores mulighed for at have præcis viden om disse egenskaber samtidigt. For var det tilfældet, kunne man jo altid forestille sig, at en atomar partikel i virkeligheden besad en bestemt impuls og en bestemt position på et og samme tidspunkt. Så ifølge Einstein fortalte kvantemekanikken blot noget om, hvad vi var i stand til at vide, og ikke noget om, hvordan virkeligheden var.

Bohr var af en anden mening. Han antog, at størrelser som impuls og position gav anledning til komplementære beskrivelser. Dermed mente han, at det kun gav fysisk mening at tilskrive en impuls eller en position i forhold til en bestemt eksperimentel opstilling, eller sagt på en anden måde: i forhold til en given eksperimentel kontekst. Når fysikeren bestemmer en præcis impuls eller en præcis position, sker det ved hjælp af eksperimenter, og de eksperimentelle opstillinger, som kan bruges til at bestemme den ene størrelse, udelukker samtidig opstillinger, som kan bruges til at bestemme den anden størrelse. Så for ham betød det, at det var meningsløst at tale om, hvilke egenskaber et atomart objekt måtte have uafhængigt af de forskellige eksperimentelle opstillinger.

Et andet træk, som er mærkværdigt ved kvantemekanikken, er det forhold, at atomare objekter, som elektroner, protoner og fotoner, nogle gange ses at optræde, som om de var partikler, andre gange som om de var bølger. Men også her syntes Bohr at mene, at det helt kommer an på den eksperimentelle opstilling, hvilke af disse egenskaber de atomare objekter fremstår

med. Igen ser vi, at det er den eksperimentelle kontekst, som bestemmer, hvordan det atomare objekt fremtræder for os. Eksperimenterne siger ikke noget om, hvilke kinematiske og dynamiske egenskaber et system i virkeligheden har, når det er overladt til sig selv. Derfor er Bohrs fortolkning også igennem tidens løb blev beskyldt for at være subjektivistisk. Når fysikerne ikke kan angive, hvordan verden er uafhængig af vores iagttagelser, så synes fysikerne ikke længere at give en objektiv beskrivelse af verden, som den fremtræder uafhængig af os. Bohr afviste dog beskyldningen, fordi, som han sagde, er først den eksperimentelle opstilling på plads, har fysikeren ikke længere nogen indflydelse på resultatet, som eksperimentet fremkommer med.

Nu kunne man måske tro, at man kan undgå problemerne med at forstå kvantemekanikken instrumentalistisk ved blot at indføre en række nye begreber i stedet for de klassiske begreber som impuls, position, energi, bevægelse, osv. Men det var Bohr ganske afvisende overfor. For som han sagde, vi kan ikke forstå kvantefænomenerne, hvis vi ikke bruger de klassiske begreber, som er grundlaget for den måde, vi forstår al anden fysisk erfaring. Her har David Favrholdt en pointe i forhold til Bohrs forståelse af de klassiske begreber. I en tidligere artikel i Kvant påpeger han, at det godt nok er det forhistoriske menneske, som efterhånden har udviklet sproget til at beskrive den oplevede verden, men at det er denne verden, som tiltrækker sprogbrugen i forhold til vores handlemuligheder og iagttagelsesmuligheder [4]. Sprogbrugen er afrettet til at udtrykke disse erfaringsmuligheder. Altså oprindeligt har vi dannet erfaringer med hensyn til, hvordan den oplevede verden skulle begribes ved henvisning til sted, tid og bevægelse. Og da vor begrebslige forståelse kommer til udtryk i dagligsproget, så dækker de klassiske begreber i fysikken hos Bohr over de begreber, som kommer til udtryk, når vi i fysikkens sprog giver en forfinet beskrivelse af vore handlemuligheder og iagttagelsesmuligheder.

De klassiske begreber er således nødvendige ifølge Bohr, fordi de gør den fysiske erkendelse mulig. Vi kan blot ikke længere anvende de klassiske begreber, som vi har gjort i den klassiske mekanik. I den klassiske fysik beskriver man jo netop et fysisk systems egenskaber uden henvisning til den eksperimentelle kontekst. Virkningskvantets opdagelse betyder derimod, at vi må begrænse disse begrebers anvendelse til udelukkende at henvise til atomare objekter under eksperimentelle forhold og dermed også begrænse de situationer, hvor det giver mening at tilskrive atomare objekter egenskaber som impuls or position. Vi må tage hensyn til de eksperimentelle betingelser, hvorunder atomare objekter iagttages, i en samlet forståelse af fænomenet, og dermed begrænse brugen af de klassiske begreber i forhold til brugen i den klassiske fysik.

Måleproblemet

Flere fysikgenerationer lærte mere eller mindre denne historie udenad. Men siden har en ny generation af især teoretiske partikelfysikere som eksempelvis Steven Weinberg eller Murray Gell-Mann vendt Bohrs tolkning

ryggen. Selv om disse på ingen måde er indbyrdes enige, så er de dog enige om én væsentlig ting, nemlig at københavnerfortolkningen ikke giver en realistisk fortolkningen af kvantemekanikken. Og da den ikke giver en realistisk fortolkning, så løser den heller ikke måleproblemet. Med hensyn til det første spørgsmål, så er jeg ikke i tvivl om, at kritikerne har ret. Bohr mente ikke, at det var muligt at give en realistisk fortolkning af teorien. Men det betyder ikke, at Bohr ikke var realist. På den ene side betone han, at atomer og molekyler er ganske virkelige, til trods for at vi ikke kan se dem med det blotte øje; men på den anden side betragtede han kvantemekanikken som en symbolsk beskrivelse, der ikke giver mulighed for at sige, hvordan kvanteverdenen i virkeligheden er. Bohr afviste enhver realistisk fortolkning. Han mente bl.a., at kvantemekanikkens anvendelse af imaginære tal i nogle af dens matematiske formuleringer helt udelukkede at forstå teorien på denne måde. Kun reelle tal og de dermed forbundne udtryk kan finde plads i en bogstavelig udlægning af teorien.

Derved løser Bohr heller ikke måleproblemet. Han opløser det. Der er ifølge Bohr ikke noget problem. Hvis hans kritikere ellers havde forstået ham ret, så ville de have forstået, at hans kontekstualisme og instrumentalisme udelukkede, at måleproblemet var et problem. Det er kun, hvis man antager, at kvantemekanikkens formalisme repræsenterer en af den eksperimentelle kontekst uafhængig kvanteverden, at der overhovedet er et problem. Når Bohr aldrig adresserede måleproblemet direkte, var det, fordi der i hans optik ikke var noget mærkværdigt ved en måling. Måleproblemet opstår udelukkende, fordi man ønsker at give en realistisk fortolkning af kvantemekanikken.

Hvad går måleproblemet så ud på? I den klassiske mekanik kan man ud fra kendskabet til et systems præcise position og impuls og kræfterne, der virker på systemet, give en eksakt beskrivelse af dets udvikling. Men det kan man bare ikke ud fra kvantemekanikken, som omtalt ovenfor. Man kan kun angive en bestemt udvikling med en vis sandsynlighed. Når man har målt eksempelvis systemets position, så kan man efterfølgende i princippet måle en hvilken som helst impuls med en vis sandsynlighed. Den ligning, som beskriver disse sandsynligheder, kaldes også for Schrödingerligningen. Ser man på ligningen, fungerer den som en klassisk bevægelsesligning beskrevet ved hjælp af en bølgefunktion. Det er først, når fysikere eksempelvis foretager en impulsmåling, at der sker noget med bølgefunktionen. En måling kan kun registrere en værdi, men bølgefunktionen består af en superposition af samtlige mulige værdier. Man siger derfor ofte, at bølgefunktionen kollapse, når man måler en bestemt værdi. Fra at bølgefunktionen indeholdt samtlige mulige værdier, viser målingen, at systemet på det tidspunkt har en og kun en værdi. Så hvad er problemet? Jo, ifølge kritikerne er problemet, at kvantemekanikken ikke kan bruges til at beskrive "kollapset". Teorien kan ikke bruges til at beskrive måleprocessen, fordi denne ifølge københavnerfortolkningen er indeterministisk. Der sker noget i verden, som teorien ikke kan give svar på.

På Bohrs vegne kan man stille sig skeptisk over for denne analyse af måleproblemet. Som sagt giver det kun mening at forstå "kollapset" som et problem, hvis man tror på, at kvantemekanikken skal tolkes realistisk, og man således mener, at det giver mening at tillægge systemets tilstand en samlet mængde af virkelige, men potentielle impulser eller positioner før selve målingen. Men Bohr afviste begge dele. Med andre ord forkaster Bohr ideen om, at man kan forstå kollapset som en fysisk proces fra potentielle værdier til en aktuel værdi. På det punkt synes Christian Kraglund Andersen og Andrew Wade helt at have misforstået Bohr. Deres omtale af kollapset minder mere om Heisenbergs synspunkt end om Bohrs. Ifølge sidstnævnte må og kan bølgefunktionen, dvs. superposition af impulser eller positioner, ikke fortolkes bogstaveligt. Når der sker en reduktion eller kollaps af bølgefunktionens mulige værdier til en aktuel værdi, er reduktionen formel og ikke reel. Et kvantesystem bærer ikke rundt på potentielt uendelig mange værdier, hvoraf en har mulighed for at materialisere sig igennem en måling. Det er selve målingen, som fastlægger betingelserne, hvorunder det overhovedet giver mening at tilskrive partiklen en impuls eller en position.

Det forklarer også, hvorfor Bohr aldrig diskuterede Schrödingers berømte tankeeksperiment med en kat i en lukket kasse. I kassen er anbragt en radioaktiv anordning, som hvis den udløses, vil dræbe katten. Hvis vi beskriver systemet kvantemekanisk, vil tilstanden kunne angives ved en superposition af to bølgefunktioner bestående af en levende kat og en død kat. Visse fysikere som John von Neumann og Eugene Wigner antog, at det var selve den iagttagende bevidsthed, der fik den "superponerede" bølgefunktion til at kollapse. Iagttagelsen af en død kat, når man åbnede kassen, var det som afstedkom, at katten døde, fordi det var på det tidspunkt, at bevidstheden hos iagttageren fik bølgefunktionen til at kollapse.

For Bohr gav dette ikke mening. Selv om han aldrig diskuterede Schrödingers kat, må vi gå ud fra, at han mente, at katten ville dø i det øjeblik, da den indåndede cyankaliumdampe, og ikke da kassen åbnedes. I virkeligheden ville Bohr nok mene, at kvantemekanikken var ret ubrugelig til at beskrive, hvad det vil sige at være død, og hvad det vil sige at være levende. At være levende eller død er ikke kvantemekaniske tilstande og kan derfor ikke gives en kvantemekanisk definition.

Mange verdener?

For realistisk sindede fysikere består øvelsen i at løse "måleproblemet". Hvad er det, der gør, at Schrödingers bevægelsesligning kan forudsige, hvordan det kvantemekaniske system udvikler sig i tiden, så længe man ikke foretager en måling, men i det i øjeblik man igennem en måling vekselvirker med systemet, så kan ligningen ikke længere bruges til at fortælle os, hvad der sker? Det er der igennem tiden fremkommet mange og meget forskelligartede bud på. Her vil jeg blot nævne nogle af de mest kendte. En uddybende og kritisk gennemgang af disse fortolkninger er fremlagt i [3].

Det første blev fremsat af David Bohm, som mente,

at der til ethvert kvantesystem er knyttet et kvantepotentiale, som er med til at styre systemets udvikling, og som nogle gange får systemet til at opføre sig som en bølge. I virkeligheden består et kvantesystem af en eller flere partikler, som hver især har en bestemt impuls og en bestemt position på samme måde som i den klassiske fysik. Det er kun, når der måles på systemet, at apparaturet vekselvirker med kvantepotentialet, at man på forhånd ikke kan fastlægge partiklernes baner. Så ifølge Bohm betyder tilstedeværelsen af kvantepotentialet, at en partikel hele tiden vekselvirker med sig selv og alle andre partikler omkring den, at det derfor er umuligt samtidigt at måle en præcis impuls og position. Desværre for Bohm er det aldrig lykkedes at finde uafhængig empirisk evidens, som støtter antagelsen af et sådant kvantepotentiale.

Den næste fortolkning, som også har sine tilhænger, kaldes for GRW, opkaldt efter tre fysikere Giancarlo Ghirardi, Alberto Rimini, and Tullio Weber. I korthed går deres udlægning ud på, at den partikel, man måler på, ikke blot befinder sig i en tilstand af superposition af alle mulige tilstande (værdier), men den befinder sig i en sammenfiltret tilstand med måleapparatets milliarder af partikler, som også beskrives som bestående af superpositioner. Blandt disse milliarder af partikler er der altid en, som spontant kolliderer til at indtage en bestemt tilstand, og på grund af deres indbyrdes sammenfiltrering igangsætter denne en kaskade af kollapse, så man ender med at måle en bestemt værdi. Det er slet ikke alt ved denne fortolkning, som er teoretisk uproblematisk. Men set ud fra et filosofisk perspektiv er det mest problematiske nok, at GRW postulerer processer, som fysikerne ikke har kunnet skaffe sig uafhængig empirisk viden om.

Endelig har vi den mest berømte og berygtede fortolkning, der kaldes for mangeverdensfortolkningen. Den blev oprindeligt lanceret af Hugh Everett og findes i dag i mange forskellige udgaver. Den grundlæggende tanke bag denne udlægning er, at når man måler på et system, som har bestemte sandsynligheder for at have forskellige værdier, så kollapse bølgefunktion ikke til en og kun en værdi. I stedet bliver hver af disse mulige værdier realiseret i hver deres verden. Hvordan det præcist sker, er tilhængerne af de forskellige versioner uenig om. I den mest radikale udlægning forestiller man sig, at verden opdeles i nye verdener, så det ikke blot er den målte partikel, som splittes op mellem forskellige verdener, men det sker også for måleapparatet, fysikeren der udfører eksperimentet, og hans eller hendes bevidsthed. Så når systemet registreres til at have en bestemt værdi af dig og mig i aktuelle verden, vil der være en mængde andre verdener, hvor det "samme" system registreres til at have andre værdier af "dig" og "mig". Jeg behøver næppe at sige, at der er ret mange filosoffer med et godt kendskab til kvantemekanikken, der har svært ved at sluge den kamel. Men hvis vi alene ser på hensigten bag forslaget, er det oplagt, at mangeverdensfortolkningen "løser" måleproblemet ved at postulere, at bølgefunktionens mangfoldige tilstandsværdier alle realiseres omend i hver deres verden. Kvantemekanikkens formalisme kan direkte bruges til

at forstå måleprocessen, fordi den fortæller os, hvordan bølgefunktionen opfører sig under målingen.

Man taler ofte om, at mangeverdensfortolkningen undgår enhver henvisning til bølgefunktionens kollaps til en bestemt værdi. Det er på sæt og vis rigtigt. Men det besvarer blot ikke spørgsmål som, hvorfor vi måler netop "op" i den aktuelle verden, når vi måler elektronens spin. For vi kunne lige så godt have målt "ned" i den aktuelle verden. Tidligere var det sådan, at man kun kunne studere sådanne effekter fra eksperimenter udført med mange partikler. I dag kan fysikerne, som beskrevet af Julsgaard og Mølmer her i *Kvant* [5], måle på den enkelte partikel. Men dette forhold ændrer ikke på resultatets tilfældighed. Mangeverdensfortolkningen kan ikke forklare det aktuelle måleresultats tilfældighed, som Bohr netop mente, at man måtte afstå fra at forklare, fordi "objektets" vekselvirkning med apparatet ikke var analyserbar. Så i virkeligheden har vi intet opnået ved en realistisk fortolkning af bølgefunktionen.

Naturen og vor egen udvikling

Kvantemekanikken er på mange måder et højdepunkt i videnskabens udvikling. Den har hjulpet os mennesker til at udvikle et højteknologisk samfund, der bygger på kendskabet til, hvordan atomerne og deres dele opfører sig under forskellige fysiske omstændigheder. Denne teknologiske udvikling er sket som følge af, at fysikere og ingeniører kan styre de mikrofysiske processer. Det kan de, fordi de kan bruge teorien til at beregne, hvad der vil ske, når man gør sådan og sådan. Ingen har haft brug for at forstå, om teorien kunne fortælle os noget om verden ud over det, man kan iagttage. Her er det så, at Bohr fortæller os, at naturen i kraft af virkningskvantet og vore kognitive evner sætter grænser for, hvad vi overhovedet kan vide om verden.

I et større perspektiv kan man sige, at både menneskets kognitive evner og anatomiske opbygning er skabt igennem den biologiske evolution. Fra Charles Darwin ved vi, at vi fysisk har udviklet os under indflydelse af omgivelserne gennem naturlig selektion. Det er ikke blot vor fysik, men også vor psykologi, som er skabt ved tilpasning til disse omgivelser. Med andre ord er vore kognitive evner dannet på en sådan måde, at vore sanseorganer og hjerne er indrettet til at modtage, behandle og reagere på informationer fra ting, som har nogenlunde samme størrelse som os selv. Det har givet os store muligheder for at forstå og handle i forhold til, hvad der sker i naturen og blandt mennesker. Evolutionen har dermed også sat naturlige grænser for, hvad vi kan forvente at forstå. Ingen kan benægte, at vi med evolutionen har fået anlæg for at udvikle sprog og evnen til at udvikle matematik. Men den biologiske evolution har næppe givet os anlæg til at forstå ting, som anlægget ikke selv er rundet af. Alle vore evner er tilpasset det, vi kan sanse, men dermed har vi ingen garanti for, at vi kan bruge dem til at forstå det, vi ikke kan sanse, og som vore evner ikke oprindeligt er udviklet til at forstå.

I det darwinistiske lys mener jeg, at Bohrs tolkning fremstår som den mest plausible fortolkning. Den fremstår som den tolkning, som mest er i overens-

stemmelse med, hvad vi ved om menneskets oprindelse og kognitive muligheder. Vi er fra naturens hånd født realister. Der findes en verden uden for os selv, og den er omtrent sådan, som vi oplever den. Denne form for common-sense realisme indgår som en medfødt del af vores kognitive forståelse. Det er også dette instinkt, der driver mange fysikere til at fortolke deres teorier realistisk. Det forklarer helt naturligt deres realistiske tilbøjeligheder. Alligevel er der gode grunde til at mene, at deres realistiske fortolkninger får dem til at postulere en virkelighed, som vi helt er afskåret for at have viden om.

Den virkelighed, som disse realister har i tankerne, minder mere om det syn, som Gud måtte have på verden end vort eget syn herpå. Hvilket også Favrhøldt var inde på. Fysikken er med Immanuel Kants udtryk ikke i stand til at beskrive verden, som den er i sig selv, men kun som den fremtræder for os. Alt andet ville betyde, at vi var i stand til at træde ud af menneskets egen erkendelsessituation og beskrive virkeligheden uafhængigt af denne erkendelsessituation. Det er naturligvis uladsiggørligt. Vi er en del af virkeligheden. Vi kan ikke beskrive verden fra et "nowhere". Det må altid ske fra et "somewhere". Som en del af virkeligheden må vi mennesker beskrive virkeligheden indefra, sådan som vor biologi har tilpasset os til at forstå den.

Litteratur

- [1] Christian Kraglund Andersen og Andrew C.J. Wade (2013), Bohr vs. Einstein. Fortolkning af kvantemekanikken, *Kvant* 24. årgang, nr. 1, side 27-31.
- [2] Jan Faye, Niels Bohr: His Heritage and Legacy. Kluwer Academic Publishers 1991.
- [3] Jan Faye, *Kvantefilosofi*. Århus Universitetsforlag 2010.
- [4] David Favrhøldt (2010), Lidt om Bohrs filosofi, *Kvant* 21. årgang, nr. 2, side 11-14.
- [5] Brian Julsgaard og Klaus Mølmer (2013), Hundrede år efter Bohr: Nobelprisen for fysik under gennemsnittet, *Kvant* 24. årgang, nr. 1, side 14-18.
- [6] Niels Bohr, *Atomfysik og menneskelig erkendelse*. Schultz 1957. Heri omtaler Bohr sine diskussioner med Einstein.
- [7] Lone Bruun, Finn Aaserud og Helge Kragh (red.): Bohr på ny. ForlagetEpsilon.dk, 2013.



Jan Faye har læst filosofi og fysik ved Københavns Universitet og er i dag ansat i filosofi ved Københavns Universitet. Han har især arbejdet med videnskabsfilosofi, metafysik og erkendelsesteori og er forfatter til adskillige bøger og artikler. Senest har han i 2015 udgivet bogen "Kundskabens træ – Introduktion til naturalistisk videnskabsfilosofi" på Samfundslitteratur. Den belyser på et evolutionært grundlæg forskelle og ligheder mellem natur-, human- og samfundsvidenskabernes.

Aktuelle bøger

Af Anja Skaar Jacobsen og Jens Olaf Pepke Pedersen

Kættersk kvantemekanik

Olival Freire Junior, "The Quantum Dissidents – Rebuilding the Foundations of Quantum Mechanics (1950-1990)". Berlin: Springer 2015, 356 sider, 80 euro (ca. 600 kr), www.springer.com.

The Quantum Dissidents er en vigtig bog om et spændende emne nemlig, som undertitlen siger, udviklingen af kvantemekanikkens grundlag i perioden 1950-1990. I den periode ændrede kvantemekanikkens grundlag status fra at være en filosofisk underdisciplin, der ikke blev betragtet som rigtig fysik, til at blive etableret fysik, der i dag lover en rig og kreativ fremtid for kvantekryptering og kvantecomputere.

Bogen er det første historiske oversigtsværk om kvantemekanikkens fortolkning siden Max Jammers bog *The Philosophy of Quantum Mechanics – The Interpretations of Quantum Mechanics in Historical Perspective* fra 1974. Det i sig selv er en fantastisk præstation pga. den kolossale mængde kilder, der findes om emnet. Forfatteren har forsket i historien om kvantemekanikkens fortolkning siden 1980'erne, i de senere år med hjælp fra sine mange fremragende studerende. Hvor Jammer primært så på den begrebslige udvikling af kvantemekanikkens fortolkning på baggrund af fysikkens interne dynamik, og kun i enkelte sætninger antydte, at ekstravidenskabelige faktorer såsom politiske bevægelser kunne have indflydelse på debatten og udviklingen, så fremstår Freires bog som et gedigent historisk værk, der dokumenterer en rig kontekst i form af filosofiske, ideologiske, sociale såvel som individuelle, kulturelle og institutionelle faktoreres betydning for udviklingen foruden de rent fysikinterne faktorer.

Titlen på bogen er sigende og karakteristisk for Freires fortælling, der tager kvantedissidenternes perspektiv. "Kvantedissidenter" kalder Freire de modige fysikere, der turde fremsætte alternative fortolkninger til Københavnerfortolkningen og dermed bidrog til genopblomstringen af kvantemekanikkens grundlag, en udvikling der med tiden har ledt til, at kvanteoptik og kvantekommunikation, der kan betragtes som udsprunget heraf, nu fremstår som en af de mest lovende og kreative discipliner indenfor fysikken. Freire mener, at det vi kan lære af denne historie er, som han formulerer det med slagkraftige politiske metaforer, at når det handler om en frugtbart, videnskabelig udvikling, er det bedre med en "lad hundrede blomster blomstre" politik end en traktat om ikke-spredning af fortolkninger. Sidstnævnte er en slet skjult henvisning til den strategi, der blev adopteret af fortalere for Københavnerfortolkningen. Det var specielt Niels Bohr, Wolfgang Pauli og Léon Rosenfeld, der kategorisk afviste muligheden for alternative fortolkninger til Bohrs komplementaritetsfortolkning.

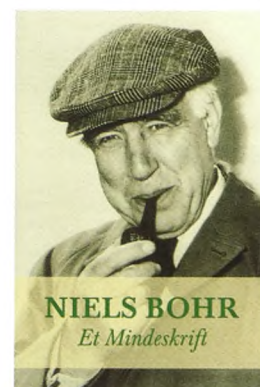
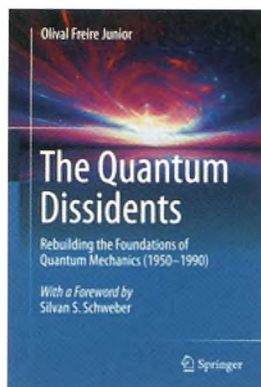
Freire belyser, hvordan det i 1950'erne var filosofiske og ideologiske overvejelser, der drev og motiverede dissidenter som David Bohm og Hugh Everett til at fremsætte ontologisk realistiske fortolkninger af kvantemekanikken, i Bohms tilfælde en deterministisk fortolkning med såkaldt skjulte variable og i Everetts tilfælde det, der senere blev døbt Mangeverdenfortolkningen. Deres forskning tog grobund i en modvilje mod den udbredte instrumentalistiske holdning, der knyttede sig til standardsynspunktet i kvantefysikken især i USA, samt i stor frustration over Københavnerfortolkningen og den udbredte opfattelse, at alle problemer med kvanteteorien for længst var blevet løst af kvanteteorien skabere i 1920'erne og 1930'erne. Ved at tage emnet op på ny udfordrede dissidenterne den etablerede opfattelse af, hvad god fysik var. Det betød, at de blev betragtet som crackpots af de fleste fysikere, og det gjorde det nærmest umuligt for dem at få en karriere. Særligt fascinerende er gengivelsen KVANT, maj 2015 – www.kvant.dk

af brevene frem og tilbage mellem København, John A. Wheeler og Everett vedrørende Everetts afhandling, men også Freires yderst kompetente dokumentering af, hvordan de politiske og kulturelle bevægelser i slutningen af 1960'erne og starten af 1970'erne, i forbindelse med Vietnamkrigen og studenteroprøret, faldt sammen med en øget interesse for kvantemekanikkens grundlag er spændende læsning. Et resultat heraf var bl.a. en vigtig sommerskole om emnet i Varenna i Italien i 1970, der kyndigt blev ledet af Bernard d'Espagnat og som blev startskuddet på institutionaliseringen af kvantemekanikkens grundlag.

De første kapitler handler indirekte om den enorme effekt Bohr og fysikerne omkring ham havde i spørgsmålet om fortolkningen af kvantemekanikken. Det fremgår, at mens Bohr levede var det alt om at gøre for dissidenterne at opnå hans anerkendelse eller i det mindste hans synspunkt på deres fremsatte ideer, men det lykkedes konsekvent aldrig, i hvert fald ikke efter 1930'erne. I stedet blev alle nye ideer afvist, ofte med nådesløs arrogance og sarkasme af Rosenfeld, der optrådte som Bohrs højre hånd. Ikke mindst af den årsag er Freire kritisk over for Bohrs komplementaritetsfortolkning. For det meste lægger Freire sig dog i slipstrømmen af amerikanske videnskabshistoriske og -filosofiske forfattere, når han kritiserer Bohr for at være obskur. Her savner jeg en mere kritisk og selvstændig stillingtagen til Bohrs synspunkter, især fordi de fleste af de fysikere, der nævnes hen mod slutningen af bogen, i forbindelse med de senere års spektakulære kvanteoptiske demonstrationer af entanglement og dekoherens, sværger til komplementaritetsfortolkningen i forklaringen af deres resultater. Det gælder fx Alain Aspect, Serge Haroche og Anton Zeilinger. Her bryder Freires lidt slidte og bombastiske begrebsramme, med politiske og religiøse metaforer såsom dissidenter, monokrati og kætteri, fuldstændig sammen.

Bogen er meget velskrevet og Freire fortæller sig ikke i tekniske detaljer, men forklarer fysikken på en ligefrem og lettilgængelig måde. Kapitlerne kan udmærket læses hver for sig, for de bygger på afsluttede og for det meste allerede publicerede artikler. Der er fine opsummeringer af de forrige kapitler som indledning til hvert nyt kapitel samt gode konklusioner til slut i hvert kapitel. Silvan S. Schweber har forsynet bogen med et smukt forord, der kort og koncist opsummerer bogens indhold.

ASJ



Særligt tilbud: Erindringer om Niels Bohr

Mindeskriftet om Niels Bohr koster 200 kr., men kan købes af abonnenter på KVANT (og dermed også medlemmer af AS, DFS, DGF og SNU) for 100 kr. Bogen sælges også ved SNU's foredrag. Se omtalen af bogen i KVANT nr. 1, 2014.

Det er også muligt at få bogen tilsendt mod betaling af 50 kr. til dækning af porto og ekspedition. I så fald sker bestilling ved at indbetale hele beløbet (dvs. enten 250 kr. eller 150 kr.) på indbetalingskort +01< 9032363 med angivelse af navn og adresse. Ønsker man rabat som abonnent på KVANT skal dette anføres sammen med abonnentnummeret som man kan finde på linjen lige over sit navn på adressetrykket på bladets bagside.

JOPP

Total solformørkelse på Færøerne den 20. marts 2015

Af Michael Cramer Andersen, Christianshavns Gymnasium og KVANT

Den 20. marts i år var der total solformørkelse i et bælte, der kun krydsede land på Færøerne og Svalbard. Her berettes om oplevelsen på en tur til Færøerne med en færge med ca. 800 solformørkelsesturister, herunder flere læsere af KVANT.

Indledning

Prognoserne for at få klart vejr på Færøerne var ikke store – ca. 30 %. Men hvis man slet ikke tager afsted for at se en total solformørkelse er chancen for at se én lig nul. Der går mange år imellem, at en total solformørkelse kommer tæt på danske himmelstrøg. Den næste totale solformørkelse i Danmark er nemlig først i 2142. Senest fænomenet kunne opleves under danske himmelstrøg var i 1851 eller 1954, hvor der var en total solformørkelse som bl.a. kunne ses i Norge – og Færøerne, som vi godt kan regne for næsten dansk!

Der var altså god grund til at satse på en tur til Færøerne, også for at opleve den smukke natur.

Planlægning i 5 år

Manden bag den ambitiøse tur var Erik Fey, leder af Hjørring Rejsecenter. I 2010 tog han kontakt til personer, der havde erfaring med solformørkelsesrejser, herunder Gunnar Tyrsted, der er formand for Københavns Astronomiske Forening [1], Janaki Lund Jensen, der har rejst efter mange solformørkelser samt undertegnede. En kort beskrivelse af kommende totale solformørkelser blev bragt i KVANT i 2009 [2], sammen med en beskrivelse af den store solformørkelse i Kina 2009.

Erik rådførte sig om, hvordan en tur kunne arrangeres. Der var alt for få hotelplasser, så ideen om at leje et stort skib blev til. Skibet kunne eventuelt sejle ud på dagen, for at komme fri af skyerne, der har en tendens til at samle sig omkring øerne. Denne idé blev dog senere droppet.



Figur 1. Rejsearrangør Erik Fey, ved "Princess Seaways", der bragte godt 800 gæster til solformørkelsen på Færøerne.

Knap to år før solformørkelsen blev DFDS-færgen "Princess Seaways" chartret. Den sejler normalt mellem Amsterdam og Newcastle, men skulle på denne tur sejle videre til Færøerne og bagefter retur til Amsterdam. Rejsen blev bl.a. annonceret i KVANT [3]. Færgen havde kapacitet til 1400 personer og der var i alt godt

800 passagerer og over ti busser. Mange af gæsterne blev samlet op i busser forskellige steder i Danmark og kørte om natten, mens andre fløj til Amsterdam. Herfra sejlede færgen med gæsterne fra Danmark (ca. 100), Sverige, Tyskland og Holland samt de danske busser, til Newcastle, hvor flere hundrede engelske passagerer og flere busser kom til.

Vores færge var for lang til Tórshavns kajplads, som desuden var optaget af "Smyril Line", der sejler fast mellem Hirtshals og Tórshavn. Princess Seaways lå derfor til kaj i en lidt større containerhavn i en fjord nord for Tórshavn, ca. 20 min. i bil fra byen.



Figur 2. Færgen lå i Kollafjærdur lidt nord for Tórshavn.

Der var i alt fem færger, der fungerede som hoteller. Færøerne har kun omkring 500 sengepladser til turister. Mange turister blev derfor privat indkvarteret, men uden hotelfærgerne var det ikke gået. Sidst i marts er der normalt kun mellem 0 og 50 turister, men i år var der i dagene omkring solformørkelsen ca. 8000 turister! En sand invasion, som det også var forudset i KVANT [3].

Sightseeing og foredrag

I Newcastle skulle alle fra borde, og her var mange på en tur til "Hadrians Mur", nær grænsen til Skotland. På Færøerne var der bl.a. en tur til Tórshavns historiske centrum og ture rundt på Færøerne med sejlture inkluderet. Uanset hvor man rejser hen i verden og hvor (u-)heldig man er med selve formørkelsen, vil disse oplevelser ofte være gode minder.

På færgen blev der holdt en række foredrag af flere foredragsholdere, der talte om forskellige aspekter af solformørkelser. De blev holdt i en mindre biografsal med plads til 80 personer. Foredragene var et tilløbsstykke og folk stod i kø en halv time før, for at få en plads. Om det var fordi gæsterne var interesseret i astronomi eller fordi der ikke var trådløst netværk på skibet, og derfor ikke så meget andet at lave, vides ikke. Lokalet var i hvert fald underdimensioneret og mange gik forgæves.



Figur 3. Foredrag med Fred Espenak om "Solformørkelser og Saros-perioden".

De mest efterspurgte foredrag var med én af verdens førende eksperter indenfor solformørkelser, amerikaneren Fred Espenak, også kaldet "Mr. Solar Eclipse". Han har rejst efter godt 25 totale solformørkelser og udregner mange af de kort over formørkelsesbæltet, som alle rejser efter [4]. Hans foredrag blev holdt flere gange og var meget populært.

Jeg holdt selv et par foredrag om totale solformørkelser med fokus på den aktuelle formørkelse samt et foredrag om den totale solformørkelse i Danmark i 1851.

Solformørkelsen

På selve dagen, den 20. marts, var der morgenmad fra kl. 5.30, med friskbagte rundstykker og blødkogte æg. Imponerende at køkkenet kunne følge med, så alle 800 gæster fik spist på en halv time. Busserne kørte os til Hotel Føroyar, som ligger på fjeldet ovenfor Tórshavn.

En gruppe danskere, bl.a. flere fra KAF, begyndte at stille kikkerter og fotoudstyr op i første række med en smuk udsigt ned over Tórshavn og øen Nólsoy (figur 4).



Figur 4. Opstilling med udsigt over Tórshavn og øen Nólsoy øst for Tórshavn.



Figur 5. Den partielle del fotograferet med et almindeligt kompaktkamera gennem en fuglekikkert.

Men det blæste koldt og begyndte også snart at regne. Stativerne væltede i vinden og efterhånden gik allesammen i læ længere oppe ved hotellet eller indenfor, hvor man kunne varme sig eller købe kaffe. Vi kunne desværre ikke se første kontakt. Men da Solen kunne ses igennem skyerne steg forventningerne (figur 5). Den delvise fase så vi kun glimtvis, hvilket øgede dramatikken, men flere skyer trak efterhånden op og dækkede næsten hele himlen.

I Månens skygge

Da totaliteten indtraf, var skyerne stadig så tætte, at vi ikke kunne se noget af Solen. Men lyset forsvandt alligevel og i de to minutter, hvor vi stod i Månens kerneskygge, var det næsten helt mørkt. Figur 6 viser en serie stillbilleder fra en film [5]. En meget speciel stilhed sænkede sig, kun forstyrret af de to vejrmænd fra henholdsvis DR og TV2, som stod og kommenterede begivenheden højlydt. Alle andre sagde næsten ingenting, men gik rundt og filmede.



Figur 6. Mørket sænkede sig på få minutter og varede godt to minutter, hvorefter lyset vendte ligeså hurtigt tilbage. Billedserien er stillbilleder fra en film og er taget henholdsvis (fra toppen og ned): 1) ca. ét minut før totaliteten, 2) et halvt minut før totaliteten, 3) midt under totaliteten og 4) godt ét minut efter totaliteten. Mellem det første og det sidste billede er der kun gået 3 min.

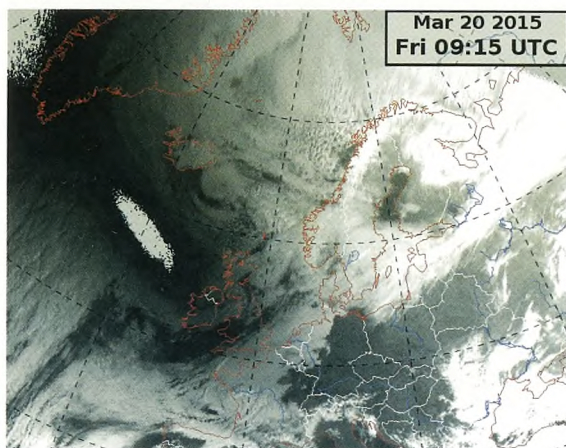


Figur 7. Solen under den totale fase, fotograferet af den schweiziske fotograf Pierre Pallez, fra byen Sandavágur på øen Vágar. Han stod tæt ved havet og ventede i mere end en time i regn og kraftig blæst, men var heldig at skyerne fjernede sig under totaliteten, så han kunne nyde og forevige dette syn. Billedet på forsiden af bladet er af samme fotograf. Foto: Pierre Pallez.

Der er tradition for, at drikke champagne efter en total solformørkelse næsten uanset om det har været en succes eller fiasko. Rejseselskabet var for stort til, at der var sørget for dette ritual. Men vi var et par stykker, som havde købt en flaske på færgen og vi skålede med folk vi kendte. Gunnar havde købt en "guldchampagne", som bl.a. blev filmet af TV2.

Hvordan så totaliteten ud?

Det meste af Færøerne (og i øvrigt også Danmark) var overskyet, men der var huller enkelte steder. Vi hørte bagefter om nogle der havde set totaliteten lige nede i Tórshavn! Med et så stort selskab, og i så omskifteligt et klima, kunne vi ikke flytte os efter vejret.



Figur 8. Skyerne dækkede store dele af Nordeuropa under solformørkelsen. Den grå elliptiske plet, syd for Island, er Månens kerneskygge, der var for mørk for kameraet, som derfor slog fra. Foto fra Eumetsats Meteosat 10-satellit nedtaget og behandlet ved DMI af Søren Brodersen.

På Færøerne var der nogle heldige, som oplevede totaliteten, se figur 7. På Svalbard var det mere klart. Over skyerne fløj bl.a. en helikopter, der filmede totaliteten [6], et fly med danskere, der havde vundet turen, samt et hold franske astronomer, herunder solformørkelses-eksperten Xavier Jubier, der har dokumenteret det [9].

Kunst og souvenirs

Flere færøske kunstnere havde fortolket begivenheden i motiver, der prydede både frimærker, smykker, plakater og andre souvenirs [8], og det lokale bryggeri havde trykt særlige øletiketter, se figur 9.



Figur 9. Øverst: To frimærker med solformørkelsen og øen Nólsoy. Nederst t.v.: Motivet af en total solformørkelse på en t-shirt opbygget af næbbene fra den færøske fugl lunden. Nederst t.h.: Øletiket.

Kommende totale solformørkelser

Der var naturligvis skuffelse over, at vi ikke fik set Solens korona og de fænomener, der ledsager totaliteten. Men vi var mange, der fik en fælles oplevelse af mørket i Månens skygge. Den fantastiske færøske natur var også turen værd og der blev knyttet nye venskaber.

Planlægningen af rejser til kommende totale solformørkelser er i fuld gang. Den 9. marts 2016 kan man opleve én i Indonesien. Flere rejsebureauer er klar.

Den 21. august 2017 passerer en total solformørkelse tværs igennem USA fra Oregon til South Carolina [9]. Et familievenligt udflugtsmål sidst på sommeren.

Der er ingen total solformørkelse i 2018. Derefter skal man helt til Chile eller Argentina i 2019 (2. juli) og 2020 (14. december) eller Antarktis i 2021 (4. december). 2022 har ingen total solformørkelse.

I 2023 (20. april) indtræffer en "hybrid solformørkelse" i Australien og Indonesien. Den starter og slutter som ringformet men er total i midten af sporet. I 2024 (8. april) er der en total solformørkelse i Mexico, USA og Canada. 2025 har ingen total solformørkelse.

Den næste i Europa, den 12. august 2026, passerer Grønland, Island og Spanien. Detaljerede kort kan findes på websiderne [4] og [4].

Efterfølgende holdt Gunnar Tyrsted et foredrag om turen i KAF [1]. Denne artikel bygger bl.a. på dette.

Litteratur

- [1] Københavns Astronomiske Forening, <http://kaf-astronomi.dk>.
- [2] Michael Cramer Andersen (2009), Totale solformørkelser nu og i fremtiden, KVANT nr. 3, oktober 2009.
- [3] Erik Fey (2013), Færøerne venter invasion ved total solformørkelse, KVANT nr. 3, september 2013.
- [4] Fred Espenak, Predictions for Solar and Lunar Eclipses, <http://www.eclipsewise.com>.
- [5] Dag bliver til nat. Total solformørkelse 20. marts 2015, <https://www.youtube.com/watch?v=5V9JQbli1Ac>
- [6] Total Solar Eclipse 2015, video filmet fra en helikopter, <http://vimeo.com/122780298>.
- [7] Xavier Jubiers hjemmeside, <http://xjubier.free.fr/en/>
- [8] Færøernes information om solformørkelsen, <http://www.solareclipse.fo/information/>
- [9] Great American Eclipse, <http://www.greatamericaneclipse.com>.
- [10] Michael Zeiler, Eclipse Maps, <http://www.eclipse-maps.com>.



Michael Cramer Andersen var på sin femte rejse for at se en total solformørkelse. Denne gang sammen med sin 8-årige søn Julius, der havde set én i Kina.



Kina 2009. Foto: Mikael Svalgaard

SOLFORMØRKELSE I INDONESIAEN

Bali – Sulawesi – Komodo

Oplev den totale solformørkelse i Indonesien den 9. marts 2016.

Vi iagttager fænomenet på den mangfoldige ø Sulawesi. Solformørkelsen er i centrum på denne rejse, men blandt mange andre højdepunkter er komodovaranerne, verdens sidste fortidsøgler i fri natur.

De lever i Komodo nationalparken, der er udnævnt til et af verdens 7 naturvidundere.

På Sulawesi ser vi høje bjerge, dybe dale, frodig natur, grønne risterasser, lokale markeder og den selvstændige kultur hos Toraja-folket.

På Bali besøger vi den kulturelle hovedstad Ubud. Viktors Farmor har stor erfaring i solformørkelsesrejser til f. eks. Tyrkiet, Sibirien, Kina, Australien og Etiopien.

Fysiker Mikael Svalgaard er tilstede med teleskop der har et avanceret solfilter under selve formørkelsen på Sulawesi.

16 dage • 28.800 kr • 4. til 19. marts 2016



Viktors Farmor

WORLD-WIDE EXPEDITIONS

Rundrejser med dansk rejseleder
Små grupper: Max 12 til 20 deltagere
86 22 71 81 • www.viktorsfarmor.dk

Total solformørkelse over Danmark i 1851 – anden del

Af Michael Cramer Andersen, KVANT

Den seneste totale solformørkelse, som kunne opleves fra Danmark, indtraf mandag den 28. juli 1851 og gik bl.a. igennem Nordjylland. Når man ikke selv kan rejse tilbage i tiden, er det næstbedste, at finde tegninger og beretninger om fænomenet i arkiver og rekonstruere begivenheden med et stjerneprogram. Denne solformørkelse var speciel ved, at det var første gang, at Solens korona blev fotograferet, med datidens teknik, daguerreotypi.

Indledning

De første spæde skridt, i retning af at rekonstruere den danske 1851-solformørkelse, blev bragt i KVANT i 2006 [1], med lovning på en fortsættelse allerede i det følgende nummer. Da fortsættelsen udeblev, og emnet stadig er aktuelt, vil vi ikke skuffe de tålmodige læsere. Der er oven i købet fundet nyt materiale i arkiverne og på internettet.

I "Berlingske politiske og Advertisements Tiden-
de" den 30. juli 1851, kunne man bl.a. læse følgende om formørkelsen, "I Forventning om en beretning fra den Astronomiske Professor om dette Phænomen, meddele vi foreløbig, hvad vi her fra Private bliver os meddelt. Saaledes have vi i dag modtaget en Skrivelse, hvori en iagttager meddeler, at han i Mandags, da Mørket var stærkest, aldeles tydeligt fra Holmens Bro, hvor han stod, saae en lille Stjerne i Retningen over Børsen, men lidt lavere paa Himlen end Solen. Den var kun synlig nogle Sekunder, da den dækkedes af en Sky" [2].



Figur 1. Udsigten fra Holmens Bro i retning mod Børsen, hvor en iagttager så en "lille stjerne" lidt lavere end Solen. Foto fra 1865 [3].



Figur 2. Stjernehimlen omkring Solen under den totale formørkelse. Bemærk Venus nedenfor til højre for Solen.

Indtastes datoen i et planetarieprogram står Solen ca. 35° over horisonten, under totaliteten kl. 16.10, i stjernebilledet Krebsen, med den åbne stjernehop "Bistadet" lige over Solen. Merkur står ovenfor til venstre og Venus nedenfor til højre for Solen. Venus er derfor et godt bud på denne "stjerne", som er omtalt i avisen.

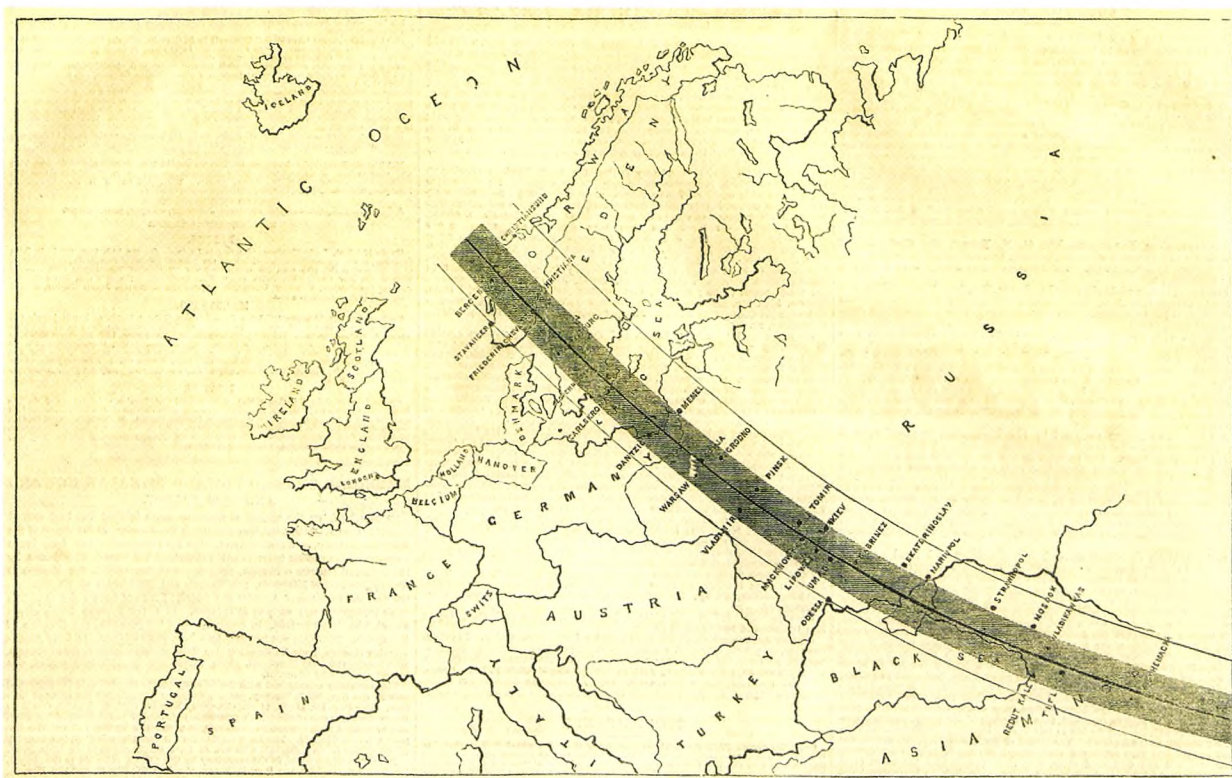
Beretninger fra hele landet

I dagene efter solformørkelsen bragte "Berlingske Tidende" beretninger fra andre dele af landet.

"Helsingør. Solformørkelsen i Mandags Eftermiddags, hedder det i "Helsingørs Av.", iagttagedes her under temmelig heldige Omstændigheder, thi endskjøndt himlen ikke var fri for Skyer, vare disse dog lette og meget spredte, saa at Formørkelsen, just i det Øieblik, da den var størst, aldeles nøiagtigt kunde iagttages. Hvad der her i Helsingør manglede i Solformørkelsens Totalitet var saa ubetydeligt, at flere af de interessante Phænomener ved en total Formørkelse tydeligt kunde observeres i Kikkert. Maanebjergene fremtraadte tidligt skarpt paa den blanke Solskive; da Hornet var paa det smalleste."

"Hjørring. Solformørkelsen igaar fandt Sted under Vilkaar, der ikke vare de allerheldigste for Den som havde tænkt sig at nyde dette sjældne Naturskuespil i alle dets Enkeltheder; thi Himlen var overtrukket af Skyer, der dog ikke vare tættere end at man hele Tiden kunde iagttage Solskiven. Lyset aftog i Begyndelsen umærkeligt, men efterhaanden indtraadte en Skumring som naar et mørkt Uvejr har omspændt Himlen. Luften, der havde været lummervarm, blev kjølig; Hannerne galede paa eengang fra alle omliggende Gaarde, Hundene begyndte at gjøe og tude, Køerne at brøle, Faarene brægende at skotte sig i Klynge og – det være sig paa Grund af det tiltagende Mørke eller fordi det truede med Regn – Regnormene at flyde op af Jorden."

"Bornholm. Den igaar Eftermiddag indtrufne totale Solformørkelse gav os eet af de Skjønneste Syn et menneske kan møde. Den klareste himmel begunstigede dette storartede Phænomen. Solens jævnt tiltagende Formørkelse og Sollysets gradevise Aftagelse var allerede mærkelig; da Solens Diameter var formørket tabte Solstraalerne deres Varme, hvilken stedse aftog indtog den totale Formørkelse, der var det Højtideligste og meest Storartede Mennesket kan tænke sig; her varede den totale Formørkelse kun 1 Minut; fra det Øieblik den sidste Solstraale forsvandt var hele Landskabet oplyst som af et svagt Maaneskin; Thermometret faldt 5 Grader, og en Blæst begyndte. Fuglene søgte i Buskene, flere Blomster lukkede sig, og Alles Øine vare rettede mod Solen, hvor man saae Maanen omgivet af en Glorie, hvis lige ei kan tænkes skjønnere. På en plads nordenfor Byen, hvor jeg tilligemed 30 a 40 Mennesker stod, følte Alle det Storartede og høitidelige i Øieblikket, og Alle udbrød i det øieblik, den sidste Solstraale forsvandt, med Entusiasme og Beundring: Hvilket skjønt og himmelsk Syn."



Figur 3. Den totale solformørkelse den 28. juli 1851 kunne ses i et ca. 296 bredt bælte, der passede henover Nordøsteuropa, herunder Nordjylland, Helsingør og Bornholm. Kortet er fra den samtidige kilde "The Illustrated London News" [4].

Beretning fra den astronomiske professor

Den "astronomiske professor", som omtales i avisen må være C.F.R. Olufsen (1802-1855). Han begyndte sine studier på Københavns Universitet i 1819 og fik i 1824 guldmedalje for en afhandling om "Formørkelser". I 1824-1826 studerede han i Königsberg under den tyske astronom Friedrich Bessel (1784-1846), der er berømt for den første parallaksemåling i 1838. Sammen med P.A. Hansen udarbejdede han fra 1831 en række soltabeller, der blev udgivet i 1853. Olufsen blev professor i astronomi ved Rundetaarn Observatorium i 1832 og fortsatte indtil sin død. Da instrumenterne var ret gamle, analyserede han primært andres observationer og udviklede teori.

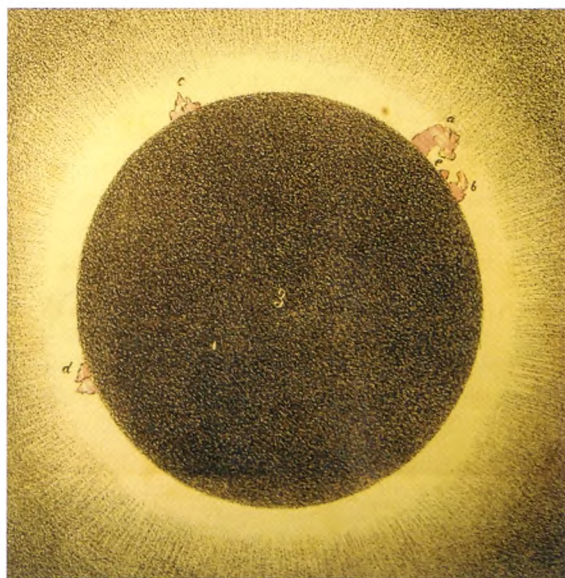


Figur 4. Professor i astronomi C.F.R. Olufsen (1802-1855) ledede Rundetaarn Observatorium 1832-1855 [5].

Olufsen observerede solformørkelsen fra Kalmar i Sverige. Resultaterne blev trykt i ét af tidens førende tidsskrifter, det tyske *Astronomische Nachrichten* [6]. Her bringer vi i oversættelse et uddrag.

"Jeg ankom om morgenen den 26. juli, i Kalmar, og fandt før middag et meget passende sted for observationerne på væggen af den gamle fæstning. Det var for det meste rimelig godt vejr før middag, men om

eftermiddagen kom der skyer. Jeg forventede allerede, at observationerne ville mislykkes. Heldigvis forsvandt skyerne igen, nogle få minutter før starten af den totale formørkelse. Da kanten af Månen nåede kanten af Solen, observerede jeg dannelsen af de såkaldte "Bailys perler", men fandt det ikke nær så slående, som jeg havde forventet fra tidligere beskrivelser af fænomenet. Intervallerne, der adskilte perlerne, var på ingen måde meget mørke, men kun mørkegrå."



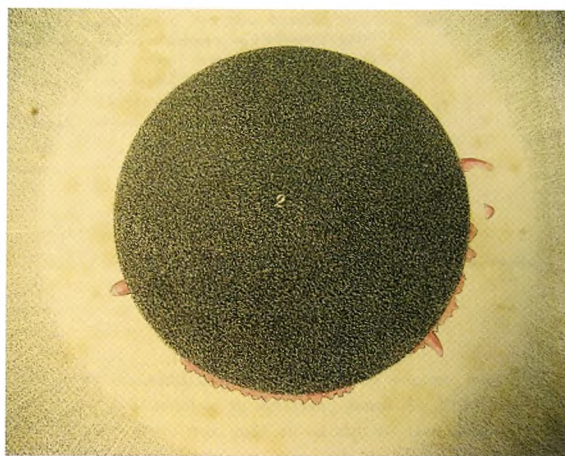
Figur 5. Solens korona og prominencer (røde) langs randen. Tegning fra *Astronomische Nachrichten* 1851.

Olufsen fortsætter, "Efter udbruddet af det totale mørke, så jeg et par sekunder den del af Månens kant, hvor Solen forsvandt, uden at se noget mærkeligt. Da jeg begyndte at se den modsatte del af kanten af Månen

opdagede jeg dog, at i denne del af Månens kant var der flere rødlige strukturer. Blandt disse var der én, der tog al min opmærksomhed. Den viste sig, da formørkelsen var fuldt udviklet, hen imod slutningen af den totale formørkelse. Koronaen var mere bly-farvet end sølv-hvid, og viste ingen spor af den cirkulære opdeling set i 1842 af nogle observatører. Varigheden af den totale formørkelse blev målt til ca. 3 min. og 14 sek.”

Således berettede den astronomiske professor den 23. september for sine fagfæller. Her var nyhedens interesse sikkert stilnet af, og det er nok tvivlsomt om Berlingske Tidende fulgte op på historien.

I midten af 1800-tallet var fotografiske teknikker stadig under udvikling og ikke særlig udbredte. Astronomiske observationer blev derfor stadig primært dokumenteret gennem tegninger baseret på visuelle observationer. Et par eksempler ses i figur 5 og 6. Men der blev også taget fotografier af denne solformørkelse.

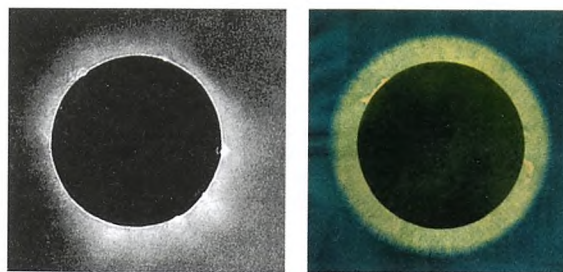


Figur 6. Solens korona og prominencer (røde) langs randen. Tegning fra *Astronomische Nachrichten* 1851.

Første fotografi af koronaen

En lokal daguerreotypist, J.J.F. Berkowski observerede solformørkelsen på det kongelige observatorium i Königsberg (i det daværende Preussen, nu Kaliningrad i Rusland). Berkowski optog det første fotografi af Solens korona under den totale fase med daguerreotypiprocessen¹. Et lille 6 cm linseteleskop (refraktor) var monteret på et 15,8 cm Fraunhofer-heliometer. Eksponeringen på 84 sekunder, påbegyndt kort efter starten af totaliteten, var passende [7]. Se figur 7 (t.v.). I Polen blev observationen foretaget af Pulkovo-astronomerne Otto W. Struve² og Wilhelm Dölln (1820-1897). De var i Lomza og fremstillede fine skitser af koronaen, se figur 7 (t.h.) [8]. Dölln skrev også om solformørkelsen.

Ved denne totale solformørkelse, konkluderede to engelske og en østrigsk astronom, for første gang, at de røde prominencer nær randen af solskiven hørte til Solen. De observerede, at Månen først dækkede og siden afdækkede prominencerne, når den bevægede sig foran Solen [7]. Tidligere troede man, at prominencerne kunne høre til Jordens atmosfære.



Figur 7. T.v.: Det første fotografi (daguerreotypi) af Solens korona med korrekt eksponering, ca. 84 sekunder, optaget af Berkowski i Königsberg [7]. T.h.: På denne skitse, udført af Otto W. Struve, ses tydeligt to protuberanser [8].



Figur 8. Moderne kort over solformørkelsesbæltet beregnet af Xavier M. Jubier [9]. Farven er ændret. Bemærk placeringen af Kaliningrad (tidligere Königsberg) nederst til højre, hvor det første fotografi af Solens korona blev optaget (se figur 7).

Afslutning

Man kan finde meget i arkiverne og derved forsøge at rekonstruere fortidens astronomiske begivenheder og omstændighederne, de blev observeret under. Denne beretning har bl.a. krævet tyding af gotisk skrift samt oversættelse fra tysk og russisk. Tak til Henrik Peter Bang for hjælp til det sidste! Der kan desuden ligge beretninger gemt i svenske aviser.

Litteratur

- [1] Michael Cramer Andersen (2006), Total solformørkelse over Danmark i 1851 – første del, *KVANT* nr. 2.
- [2] Det Kongelige Biblioteks mikrofilsamling.
- [3] Stadsingeniørens fotosamling, <http://www.starbas.net>.
- [4] Michael Zeiler, Eclipse Maps, <http://www.eclipse-maps.com>.
- [5] Rundetaarn Observatorium, <http://www.rundetaarn.dk/observatoriet/historien-bag/>
- [6] Olufsen (1851), Beobachtung der totale Sonnenfinsterniss am 28sten Juli 1851 in Calmar, *Astronomische Nachrichten* Nr. 781, p. 219-222.
- [7] Wikipedia-artikel, Solar eclipse of July 28, 1851.
- [8] Russisk webside om solformørkelsen i 1851, <http://www.eclipse-2008.ru/eclipse/1851.php>.
- [9] Xavier M. Jubiers hjemmeside, <http://xjubier.free.fr/en>.

¹ *Daguerreotypi* er en tidlig fotografisk teknik, opfundet af L.J.M. Daguerre 1837. Metoden går ud på, at en sølvoverflade, der tilsættes jod, danner jodsølv, som er lysfølsomt. Når pladen indsættes i et fotografiapparat (camera obscura) i passende tid, dannes et holdbart billede, der bagefter kan fremkaldes.

² Otto W. Struve (1819-1905) var en del af et russisk familiedynasti af astronomer, der bl.a. også talte hans sønnesøn af næsten samme navn, Otto Struve (1897-1963), som var astronom i USA i det 20. århundrede.

Foreningsnyt – foredrag i efteråret 2015

Dato	Tid	Foredragstitel	Foredragsholder	Forening
Sep.				
7/9	19.15	De højeste energier – gammaastronomi	Niels Lund	AS (Kbh)
14/9	19.30	De højeste energier – gammaastronomi	Niels Lund	AS (Aarh)
14/9	19.30	Pathway and transport engineering	Barbara Ann Halkier	SNU
21/9	19.15	Nattens regnbuer i det synlige univers	Hans Bruntt	AS (Kbh)
Okt.				
5/10	19.30	Farlige gasser som byggeklodser i kemisk produktion	Troels Skrydstrup	SNU
5/10	19.30	Nattens regnbuer i det synlige univers	Hans Bruntt	AS (Aarh)
19/10	19.15	Røntgenastronomi – en nobelpris værdig	Allan Hornstrup	AS (Kbh)
26/10	19.30	Om SPOC – Silicon Photonics for Optical Communications	Leif Oxenløwe	SNU
26/10	19.30	Røntgenastronomi – en nobelpris værdig	Allan Hornstrup	AS (Aarh)
Nov.				
9/11	19.15	Of pigeons, little green people and emus: The past, present and future of radio astronomy	Jun Yi Koay	AS (Kbh)
16/11	19.30	Moderne glycobologi med DNA-sakse	Henrik Clausen	SNU
16/11	19.30	Of pigeons, little green people and emus: The past, present and future of radio astronomy	Jun Yi Koay	AS (Aarh)
30/11	19.15	Submillimeter astronomi: Nye øjne på det kolde univers	Jes Jørgensen	AS (Kbh)
Dec.				
7/12	19.30	Submillimeter astronomi: Nye øjne på det kolde univers	Jes Jørgensen	AS (Aarh)
7/12	19.30	Cellers dynamik og udvikling – naturens geniale systemer	Lene Oddershede	SNU

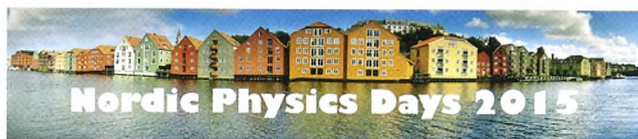
AS (Kbh): Astron. Selskab (Kbh), Aud. 4, H.C. Ørsted Institut, Universitetsparken 5, 2100 Kbh Ø (www.astronomisk.dk).

AS (Aarh): Astron. Selskab (Aarh), Matematisk Inst., Aarhus Univ., Ny Munkegade 118, Bygn. 1530, Aud. D2, 8000 Aarhus C.

SNU: Geologisk Museum, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K (www.naturvidenskab.net).

Dansk Fysisk Selskab

Det næste Nordiske møde for de fysiske selskaber i Norden afholdes i Trondheim den 9.-12. juni 2015 på Norges Teknisk-Naturvidenskabelige Universitet (NTNU) på initiativ af det Norske Fysiske Selskab.



Der vil være et meget bredt program med sessioner indenfor optik og fotonik, atomar og molekylær fysik, biofysik og medicinsk fysik, faststof- og nanofysik, akustik og anvendt fysik, "soft og complex matter", space-, atmosfære- og miljøfysik, subatomare partikler og astrofysik, uddannelse og kvinder i fysik. Der er ved disse fællesnordiske møder større chancer for at få højtprofilerede foredragsholdere til at komme, og her til mødet er det lykkedes at få nobelpristageren Serge Haroche, fra Collège de France, Paris, til at holde foredraget "Controlling photons in a box and raising Schrödinger cats of light: When thought experiments become real". Gå ikke glip af dette møde og mød dine nordiske kolleger: <http://www.ntnu.edu/physics/npd2015>.

Som ved tidligere nordiske møder uddeler Dansk Fysisk Selskab (DFS) stipendier til kandidatstuderende, der er medlem af DFS. Se nærmere på www.dfs.nbi.dk.

Astronomisk Selskab

Temaet for efterårets foredragsrække er "Astronomi – fra radio til gammastråler". 2015 er lysets år. Vi har derfor i denne foredragsserie valgt at belyse astronomien i alle dens elektromagnetiske aspekter, som de giver sig til kende fra de mest langbølgede radiostråler over sub-millimeter og klassisk visuelt lys til røntgen- og gammastråling. Det vil i foredragsserien blive belyst, hvordan hvert bølgelængdeområde viser nye, forbløffende sider af Universet, som er helt usynlige ved andre bølgelængder. Tilrettelæggere: Lektor Ole Eggers Bjælde og Johan Peter Uldall Fynbo.

Selskabet for Naturlærens Udbredelse

Temaet for foredragsrækken er "Nye spændende grundforskningscentre". Danmarks Grundforskningsfond har siden 1993 oprettet en perlerække af "Centers of Excellence", og det har givet dansk grundforskning et betydeligt skub fremad. I efteråret har SNU inviteret lederne fra fem af de nuværende centre til at fortælle om deres banebrydende forskning. Tre af centrene er helt nystartede – det drejer sig om CADIAC, SPOC og STEMphys – mens DynaMo og Copenhagen Centre for Glycomics startede i 2012. Man behøver ikke at være medlem af SNU for at komme til foredragene. Alle er hjertelig velkomne!

Lyse nætter

Af Michael Quaade, Niels Bohr Institutet

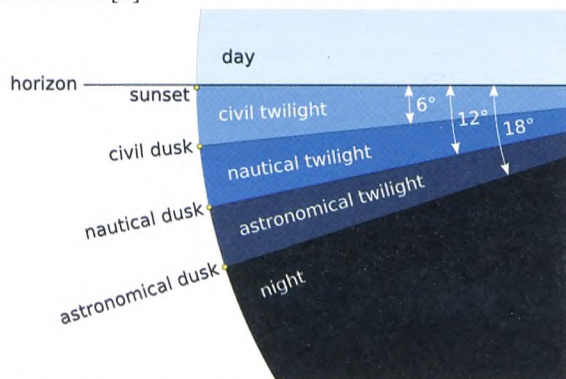
Det er velkendt, at nætterne er lysere og kortere om sommeren end om vinteren. Det hænger sammen med, hvor Solen står på himlen til forskellige årstider. Fænomenet *lyse nætter* optræder kun nord for 49° nordlig bredde og tilsvarende syd for 49° sydlig bredde.

I København er der lyse nætter fra 5. maj til 7. august. Den astronomiske definition på lyse nætter er, at Solen i løbet af natten aldrig når længere ned end 18° under horisonten. Efter solnedgang fortsætter Solen endnu nogen tid med at oplyse himlen. Perioden fra Solen går ned og til den er 18° under horisonten kaldes *astronomisk tusmørke*. I den periode er der stadig så meget spredt sollys på himlen, at det kan forstyrre de mest følsomme astronomiske målinger.



Figur 1. Jordens terminator – grænsen mellem dag og nat. Det er tydeligt, at der er et tusmørkeområde, hvor der er spredt lys i atmosfæren, selv om Solen er under horisonten. Foto: NASA.

Der findes også andre definitioner på tusmørke. Det *borgerlige tusmørke* er fra solnedgang til Solen er 6° under horisonten. Her kan man nemt orientere sig og færdes uden dørs uden at have brug for kunstigt lys. Det er varigheden af det borgerlige tusmørke, der er angivet for visse dage i Almanakken [1].



Figur 2. De tre forskellige tusmørke kategorier. Når Solen gennem en hel nat ikke kommer mere end 18° under horisonten har vi lyse nætter. Tegning: TWCarlson, Wikimedia Commons.

Det *nautiske* tusmørke er når Solen er mellem 6° og 12° under horisonten. I det nautiske tusmørke kan man stadig tydeligt skelne horisonten til søs. Det havde tidligere betydning for navigation, da man skulle kunne se horisonten for at kunne måle højden på stjerner. Det var på den måde et begrænset tidsinterval, datidens søfolk havde til rådighed, når de skulle navigere efter stjernerne, for det skulle på én gang være lyst nok til at se horisonten og mørkt nok til at se de klare stjerner.

Den geografiske breddegrad ϕ er afgørende for, hvornår og hvor længe perioden med lyse nætter forekommer. Det afgørende spørgsmål er, om Solens højde $h_\odot$ i løbet af et givet døgn når ned på værdien -18° . Den laveste værdi af solhøjden $h_{\odot, \min}$ kan beregnes på denne måde:

$$h_{\odot, \min} = \phi - 90^\circ + \delta_\odot \quad (1)$$

hvor $\delta_\odot$ er Solens deklination. Solens deklination er dens vinkelafstand fra himlens ækvator, på samme måde som den geografiske breddegrad ϕ er vinkelafstanden til Jordens ækvator.

I Almanakken [1] er Solens deklination angivet for hver dag. Det er deklinationen ved kulminationstidspunktet midt på dagen, når Solen står højest i syd, der er angivet. Derfor skal man først beregne deklinationen ved midnat som gennemsnittet for deklinationerne for den angivne dato og den følgende i perioden *før* sommarsolhverv og den foregående dato i perioden *efter* sommarsolhverv.

Jordens baneplan hælder $23^\circ 26'$ i forhold til ækvator. Derfor varierer Solens deklination mellem $+23^\circ 26'$ og $-23^\circ 26'$ i årets løb. Ved sommarsolhverv når Solen sin maksimale – nordligste – deklination og er kun omkring 10° under horisonten ved midnat.

Ved at indsætte $h_{\odot, \min} = -18^\circ$ og $\delta_\odot = +23^\circ 26'$ i ovenstående regneudtryk kan man beregne den sydligste breddegrad på den nordlige halvkugle, hvor der kan optræde lyse nætter. Det bliver $48^\circ 44'$ – nogenlunde på breddegrad med de sydlige forstæder til Paris. I Sydfrankrig oplever man på den måde aldrig lyse nætter i følge den astronomiske definition.

Nætterne er selvfølgelig kortere og lysere om sommeren end om vinteren, men forskellen bliver aldrig så stor som på vore breddegrader. Til gengæld står solen højere på himlen end her ved middagstid. Det gælder både sommer og vinter.

Ved vendekredsene hvor $\phi = \pm 23^\circ 26'$ står Solen i zenit – lige over hovedet på os – omkring middagstid ved sommarsolhverv. Endnu længere sydpå, mellem den nordlige og den sydlige vendekreds, kan man opleve, at middagssolen kan stå både i nord og i syd afhængigt af årstiden.

I polaregnene er det lige omvendt. Her står Solen aldrig højt på himlen eller langt under horisonten. Ved den nordlige polarcirkel, som ligger ved $90^\circ - 23^\circ 26' = 66^\circ 34'$ – er Solen på himlen hele døgnet ved sommarsolhverv. Ved vintersolhverv står den til gengæld slet ikke op på polarcirklen. Bevæger man sig yderligere mod Nord bliver der flere og flere vinterdage om året, hvor Solen ikke står op. På Nordpolen står Solen op ved forårsjævndøgn og bliver på himlen et halvt år til efterårsjævndøgn.

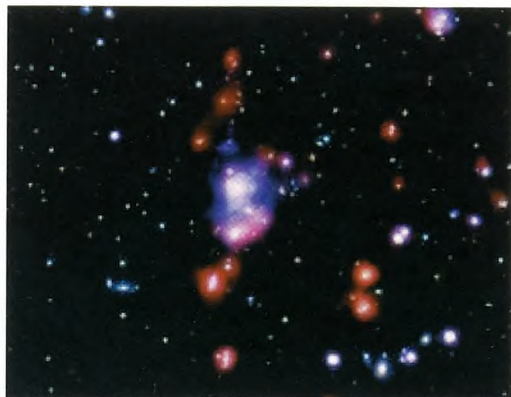
Selv om Solen er under horisonten hele døgnet, er det generelt ikke mørkt hele tiden. Man skal helt op på 18° nord for polarcirklen – en breddegrad på $84^\circ 34'$ for at opleve at Solen er mere end 18° under horisonten hele døgnet. Det sker endda kun i korte perioder omkring vintersolhverv.

Litteratur

- [1] Københavns Universitets Almanak, Skriv- og rejsekalender 2015.

Gigantisk galaksehob

KOSMOLOGI. Astronomer har fundet en galaksehob med en samlet masse på 400.000.000.000 gange Solens masse. Det drejer sig om XDCP J0044.0-2033. Resultatet hidrører fra målinger med Røntgen-teleskopet Chandra. Afstanden til nævnte galaksehob er 9,6 mia. lysår, hvorfor den tilhører den yngre del af Universet. Der er ikke fundet andre tilsvarende store hobe i samme område, dvs. 3,9 mia. år efter Big-Bang. Noget af det, astronomerne nu fokuserer på, er stjernedannelse i det tidlige univers. Det er vist en almindelig opfattelse, at stjernedannelse dengang skete med større hastighed end i vor tid.



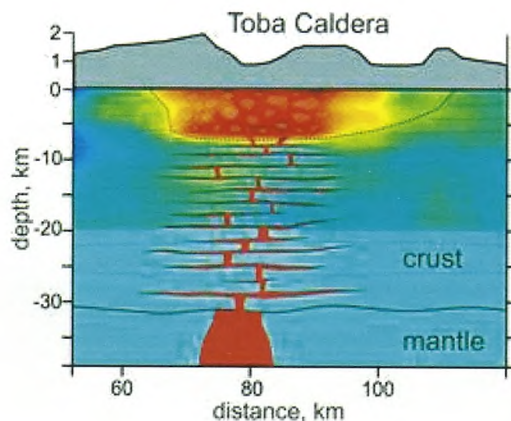
For tre år siden stødte astronomerne på en anden stor galaksehob, som blev døbt "El Gordo" – den tykke. Den befandt sig 7 mia. lysår væk og er således dannet tidligere. Netop denne aldersforskel mener astronomerne forklarer, at totalmassen i "El Gordo" er 10 gange større end i XDCP J0044.0-2033. Alligevel giver disse gigantiske galaksehobe astronomerne hovedbrud, for den nuværende kosmologiske standardmodel rækker som helhed ikke som forklaringsmodel.

Kilder: P. Tozzi et al., "Chandra deep observation of XDCP J0044.0-2033, a massive galaxy cluster at $z > 1.5$ ", *Astrophys. Jour.* (i trykken), <http://arxiv.org/abs/1412.5200>; Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Firenze, <http://www.arcetri.astro.it>; Chandra X-ray Observatory, <http://chandra.harvard.edu>.

Magmakamre i Vulkan

GEOFYSIK. Toba-kalderaen på Sumatra opstod ved et af de største vulkanudbrud i Jordens nyere historie. For omkring 74.000 år siden trængte $2800 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ vulkansk materiale op til Jordens overflade. Foruden de enorme påvirkninger af klima og miljø, opstod den 80 km lange Toba-sø. Forskere mener, at den store mængde magma/lava kom fra underjordiske magmakamre. Hypotesen er, at der er/var vandrette, skiveformede kamre i Jordens skorpe.

For at få afklaret, hvorledes sådanne magmareservoirer dannes og forandres, installeredes i området omkring Toba-kalderaen et netværk af seismometre. Instrumenter, som registrerer mekaniske bevægelser (fx vibrationer) i jordskorpen. Analyser kunne fortælle, at hastigheden af de seismiske bølger var anisotrop, dvs. afhang af bølgens retning. Dernæst kunne det beregnes, at ned til en dybde på 7 km findes vandrette skiveformede magmakamre, som er stablede (se billede). Har man en supervulkan i baghaven, bør man nok læse denne videnskabelige artikel.



Kilde: K. Jaxybulatov et al., "A large magmatic sill complex beneath the Toba caldera", *Science* 2014, <http://dx.doi.org/10.1126/science.1258582>.

Sorte huller i pardans

ASTROFYSIK. I en afstand af 3,2 mia. lysår har astronomer fundet en galakse, hvor der i centrum tilsyneladende er to sorte huller, som kredser om hinanden. Den samlede masse af de to skønnes at være 300 mio. solmasser, mens afstanden mellem disse to er langt mindre end 1 lysår. Tallene er fremkommet efter analyse af målinger over en 9-årig periode, hvor strålingsstyrken af 247.000 kvasarer er registreret systematisk. Det, der afslørede de to sorte huller (med katalogbetegnelsen PG 1302-102), var den regelmæssige variation af strålingstyrken. Periodetiden er fundet til at være 1884 dage (godt 5 år).



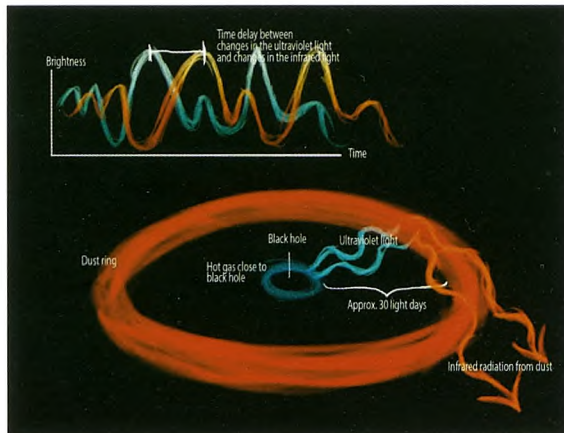
Man kan kun måle den samlede stråling fra de to sorte huller, så opgaven har været at finde den mest sandsynlige forklaring på den periodiske variation af strålingsstyrken. Astronomerne anfører, at galakser med to sorte huller næsten per automatik følger af, at galakser smelter sammen, fordi de fleste galakser formentlig har kerner af supertunge sorte huller.

Forskerne afrunder deres arbejde med nogle refleksioner over muligheden for at detektere gravitationsbølger frembragt af et par roterende sorte huller.

Kilder: Matthew J. Graham et al., "A possible close supermassive black-hole binary in a quasar with optical periodicity", *Nature* 2015, <http://dx.doi.org/10.1038/nature14143>; Matthew J. Graham, Caltech, <http://www.cacr.caltech.edu/~mjg>.

Støvring omkring sort hul

ASTROFYSIK. Spiralgalaksen NGC 4151 befinder sig i en afstand af 62 mio. lysår fra Jorden. Denne talværdi er ny og er opnået med en målemetode, hvor det supermassive sorte hul i galaksen sammen med en ring af støv spiller en afgørende rolle. Tidligere skøn af afstanden til NGC 4151 har været mellem 13 og 95 mio. lysår. Udover at give mere præcise tal for afstanden kan den nye målemetode også bestemme massen af det sorte hul. Forskerne anser usikkerheden på målingerne for at være omkring 10 %.



Det sorte hul befinder sig i centrum. Tæt på dette er der en varm gas (mørkeblå), som tiltrækkes af det kraftige tyngdefelt fra det sorte hul. Gassen accelereres og udsender UV-stråling (lyseblå bølger). I en afstand af 30 lysdage befinder sig en ring af støv (rød). Dette støv absorberer UV-strålingen og bliver således opvarmet. Støvet skaffer sig af med denne varme ved at udsende IR-stråling. Variationer i styrken af UV-strålingen vil med forsinkelse påvirke IR-udstrålingen.

Det afgørende træk ved den nye målemetode er, at man måler tidsforsinkelsen mellem UV-strålingen og den efterfølgende IR-stråling. I det aktuelle tilfælde er forsinkelsen (som nævnt) 30 dage. Med kendskab til forsinkelsen er radius af støvrings faktisk bestemt.

De egentlige målinger blev foretaget med de to 10 m Keck-teleskoper på Hawaii. Disse instrumenter kan lave interferometeriske målinger med meget stor opløsning. Vinklen mellem støvringsens yderpunkter blev bestemt til $0,000012^\circ$.

Kilder: S. Hönig et al., "A dust-parallax distance of 19 megaparsecs to the supermassive black hole in NGC 4151", *Nature* 2014, <http://dx.doi.org/10.1038/nature13914>; Sebastian Hönig, University of Southampton, http://www.astro.soton.ac.uk/people/sebastian_hoenig.html; Keck Observatory, <http://www.keckobservatory.org>; "Eye of Sauron: Using supermassive black holes to measure cosmic distances", <http://phys.org/news/2014-11-supermassive-black-holes-cosmic-distances.html>.

Temperaturbølger – breddeopgave 65 med didaktisk kommentar

Af Jens Højgaard Jensen, IMFUFA, NSM, RUC.

Mit formål med artikelserien om breddeopgaver er – udover at gøre opmærksom på RUCs fysikuddannelse – dobbelt: Dels udvælger jeg opgaverne, så de kan have interesse som fysikproblemer i egen ret. Dels udvælger jeg dem med henblik på at kunne knytte didaktiske overvejelser til dem af interesse for fysikundervisere. I første omgang i forhold til universitetsundervisning. Men i anden omgang kunne der måske også trækkes paralleller til andre undervisningsniveauer.

Her bringes løsning og kommentar til opgaven fra forrige nummer samt en ny opgave. Opgaven i sidste nummer af KVANT var denne breddeopgave (nr. 65 i rækken her i KVANT):

Breddeopgave 65. Temperaturbølger

Temperaturændringerne på Jordens overflade i løbet af døgnet, i løbet af året og fra istid til istid afspejler sig hver for sig i dæmpede temperaturbølger ned gennem undergrunden. Hvordan afhænger bølgelængden af svingningstiden og undergrundens egenskaber? Begrund svaret.

Løsning

Der er to af undergrundens egenskaber, der er bestemmende for temperaturbølgerne. Den ene er undergrundens varmeledningsevne, κ . Den anden er varmekapaciteten per volumen af undergrunden, c_v . Hvis vi skulle opstille differentiaalligningen, hvis løsning kunne give os udseendet af temperaturbølgerne, ville vi nemlig til en start se på et jordlag af infinitesimal tykkelse og

kræve, at forskellen mellem varmeledningen ind i og ud af laget er lig med energiophobningen per tid i laget, hvor varmeledningen er proportional med κ og energiophobningen per tid er proportional med c_v .

Men lad os til en start her nøjes med at lave dimensionsanalyse. Vi kalder grunddimensionerne masse, længde, tid og temperatur for henholdsvis M , L , T og Θ . Da κ er proportionalitetskonstanten imellem varmestrømtæthed (med dimensionen $M L^2 T^{-2} \Theta^{-1}$) og temperaturgradient (med dimensionen ΘL^{-1}), har κ den afledte dimension $M T^{-2} L \Theta^{-1}$. Da c_v er proportionalitetskonstanten imellem energiophobning per volumen (med dimensionen $M L^2 T^{-2} L^{-3}$) og temperaturforøgelse (med dimensionen Θ), har c_v den afledte dimension $M L^{-1} T^{-2} \Theta^{-1}$. Vi kalder temperaturbølgerens bølgelængde λ (med dimensionen L) og svingningstiden for temperaturændringerne ved Jordens overflade for τ (med dimensionen T). De mulige udtryk for bølgelængden som funktion af varmeledningsevnen, varmekapaciteten per volumen

og svingningstiden, $\lambda(\kappa, c_v, \tau)$, skal da søges blandt

$$\lambda(\kappa, c_v, \tau) = A\kappa^\alpha c_v^\beta \tau^\gamma, \quad (1)$$

hvor A er et rent (dimensionsløst) tal, og α, β og γ skal vælges, så begge sider af ligningen får samme dimension. Vi må derfor kræve, at

$$M^0 L^1 T^0 = (M T^{-3} L \Theta^{-1})^\alpha \cdot (M L^{-1} T^{-2} \Theta^{-1})^\beta \cdot T^\gamma. \quad (2)$$

Det betyder, at α, β og γ skal opfylde ligningssystemet

$$\begin{aligned} 0 &= \alpha + \beta & (M) \\ 1 &= \alpha - \beta & (L) \\ 0 &= -3\alpha - 2\beta + \gamma & (T) \\ 0 &= -\alpha - \beta & (\Theta), \end{aligned} \quad (3)$$

da grunddimensionerne ikke kan afledes fra hinanden, og eksponenten af hver grunddimension derfor må være den samme på hver side af ligning (2). Ligningssystemet har én og kun én løsning, nemlig $\alpha = \frac{1}{2}, \beta = -\frac{1}{2}$ og $\gamma = \frac{1}{2}$.

Som svar på opgaven har vi derfor ved hjælp af dimensionsanalyse entydigt fundet

$$\lambda(\kappa, c_v, \tau) = A\sqrt{\kappa\tau/c_v}. \quad (4)$$

Principielt behøvede vi ikke forudsætte, at præfaktoren A er et rent dimensionsløst tal. Kravet om ens dimension på begge sider af ligning (1) kunne også tænkes opfyldt af ligning (4), hvis A var en dimensionsløs funktion af dimensionsløse produkter af potenser af κ, c_v og τ . Imidlertid eksisterer der ikke sådanne produkter. Det ses af ligningssystemet (3) med den anden ligning erstattet med $0 = \alpha - \beta$, svarende til, at vi erstatter $M^0 L^1 T^0$, på venstre side af ligning (2), med $M^0 L^0 T^0$. Ligningssystemet har da alene løsningen $\alpha = 0, \beta = 0$ og $\gamma = 0$. Derfor er A nødvendigvis et rent dimensionsløst tal.

Kommentar

Resultatet (??) kan også findes ved at indsætte den dæmpede temperaturbølge

$$\Delta T(x, t) = \Delta T_0 \exp\left(-\frac{x}{x_0}\right) \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{2\pi t}{\tau}\right) \quad (5)$$

i varmediffusionsligningen

$$\kappa \frac{\partial^2 \Delta T(x, t)}{\partial x^2} = c_v \frac{\partial \Delta T(x, t)}{\partial t}. \quad (6)$$

(??) er løsning til (??), hvis og kun hvis der for dæmpningslængden x_0 og bølgelængden λ gælder $x_0 = \lambda/2\pi$ og $2\kappa\tau/c_v = \lambda x_0$. For λ finder vi derfor

$$\lambda = \sqrt{4\pi\kappa\tau/c_v}. \quad (7)$$

I forhold til dimensionsanalysen og resultatet i ligning (4) har vi fået præciseret talkonstanten til $\sqrt{4\pi}$. For x_0 finder vi

$$x_0 = \sqrt{\kappa\tau/\pi c_v}. \quad (8)$$

Bortset fra talfaktoren $\sqrt{1/\pi}$ var det også, hvad vi fandt ved dimensionsanalysen. Den viste, at der bortset fra talfaktorer, kun kan dannes én karakteristisk længde ved kombination af varmeledningsevne, varmekapacitet per volumen og svingningstid. Dimensionsanalysen viste derfor umiddelbart, at dæmpningslængden og bølgelængden for den dæmpede temperaturbølge kun kunne adskille sig fra hinanden med en talfaktor, som fundet i ligning (??) og (??).

Erfaringsmæssigt er der frostfrit ca. en meter nede i jorden. For $\tau = 1$ år har x_0 således størrelsesordenen 1 m. Formel (??) og (??) viser da umiddelbart, at de daglige temperatursvingninger med en svingningstid, der er ca. 400 gange så lille som de årlige, trænger ca. $\sqrt{400} = 20$ gange så lidt ned som de årlige, dvs. ca. 5 cm. Omvendt er nedtrængningsdybden for temperatursvingningerne med $\tau \approx 10000$ år fra istid til istid $\sqrt{10000} = 100$ gange så stor som den årlige, dvs. ca. 100 m. Jeg har for mange år siden været vejleder for en projektgruppe på RUC, der ret overbevisende målte temperaturprofilen i et borehul, og således kortlagde et minde om sidste istid.

Breddeopgave 66. Lineal på pegefingre

Inden næste nummer af KVANT udkommer, kan læserne eventuelt overveje løsningen til denne opgave fra breddekurset på RUC (fra eksamen august 2012, nummer 66 i rækken her i KVANT):

En stok, lineal eller lignende ligger på en persons to udstrakte pegefingre. Når pegefingrene bevæges imod hinanden glider stokken/linealen først kun på den ene pegefinger, så kun på den anden, så igen kun på den første, så igen kun på den anden osv. Forklar hvordan og hvorfor.

Løsning og kommentar bringes i næste nummer.

PFEIFFER  **VACUUM**



Tlf. 4352 3800 Fax 4352 3850
Erik.Fjeldgaard@pfeiffer-vacuum.dk
www.pfeiffer-vacuum.com

Emilie du Châtelet – en kvindelig fysiker fra 1700-tallet

Af Else Høyrup

Emilie du Châtelet (1706-1749) var en fransk fysiker i Oplysningstiden. Hun er i dag mest kendt for sin oversættelse til fransk af Newtons Principia. Men hun var også en pioner, der i samspil med andre fysikere, forsøgte at afklare begrebet energi. Også dette kan vække interesse i dag. Desuden var hun en brobygger, ja, den eneste i samtiden, som forsøgte at forene de to stridende grupper indenfor matematik og fysik: Tilhængerne af Newton og tilhængerne af Leibniz.

Indledning

Emilie du Châtelet (eller Chastellet, som det oprindeligt stavedes) var en fransk adelskvinde med en rig og tolerant familie. Hun blev født i 1706 og døde i 1749. Hun blev brændende interesseret i fysik og matematik og satte sig dermed ud over samtidens konventioner. Hun fik den bedste tænkelige privatundervisning i fysik og matematik, og hun lærte flere sprog, herunder latin. Latin var jo de lærdes sprog dengang, men det var normalt forbeholdt mænd. Selv Tycho Brahes begavede lillesøster, Sophie Brahe, fik ikke lov til at lære latin, hvilket hæmmede hendes videnskabelige arbejde.



Figur 1. Portræt af Emilie du Châtelet, der sidder og arbejder. Ca. 1745. Maler Maurice Quentin de la Tour.

Voltaire

Emilie du Châtelet blev gift med en adelsmand, som hun fik efternavnet fra. Det var et arrangeret ægteskab med hovedformålet at producere et passende antal børn. Efter at det var lykkedes for dem, aftalte de at stå frit. Det betød for Emilie du Châtelet, at hun kunne indgå et livslangt forhold og samliv med Voltaire (1694-1778), som var en af den franske oplysningstids største filosoffer og samfundskritikere. De dannede en utrolig stærk alliance, både privat og intellektuelt. De var sammen i 15 år, lige til hun døde, og det blev deres lykkeligste tid. Men Voltaire var en skarp kritiker af enevælden, og da han var en meget satirisk person, var han tit på flugt.

Det var også grunden til, at parret en stor del af tiden boede på hendes slot Cirey i det nordøstlige Frankrig.

Både du Châtelet og Voltaire var meget optaget af Newton, hun for hans bedrifter i fysik og matematik, Voltaire pga. hans filosofi. Da Voltaire imidlertid ikke havde nogen skoling i fysik og matematik, var det du Châtelet, som vejledte ham om det faglige. Begge skrev de om Newton, Voltaire om hans filosofi, mens du Châtelet oversatte Principia til fransk (se senere) [1].

Det hårde liv

Du Châtelet var en meget kompleks kvinde med stærke passioner. På den ene side var hun en kvinde, der elskede det højere selskabsliv. Halvdelen af tiden. Den anden side af hende var som sagt hendes passion for især fysik og matematik. Hun arbejdede hårdt, så hårdt, at hun tit kun fik sovet nogle få timer i døgnet. Det var en af grundene til, at hun opholdt sig på Cirey-slottet, for her kunne hun og Voltaire arbejde i fred. Hun døde i barselssengen efter en sen graviditet (hun var 42). Barnefaderen var en ung digter og officer.



Figur 2. Slottet i Cirey. Samtidigt litografi.

Fysiske og matematiske resultater

I det følgende omtales du Châtelets væsentligste fysiske og matematiske resultater og udgivelser.

Oversættelse af Newtons hovedværk Principia fra latin til fransk, inklusive selvstændige kommentarer: *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*. En ufuldstændig udgave udkom i 1756, 7 år efter du Châtelets død. Den fuldstændige udgave udkom i 1759 med et forord af Voltaire [1]. Hun arbejdede dag og nat for at blive færdig med oversættelsen inden fødslen, fordi hun forudså, at hun ikke ville kunne overleve en så sen fødsel. Af mystiske grunde stod Newton ikke som forfatter på titelbladet, men hende selv. Det kan hænges sammen med, at hun ikke nåede nok korrekturlæsning. Men hendes selvtillid manglede ikke noget, så de franske verber, hun skrev, havde endelser i hunkøn.

På den anden side vidste alle i den lærde verden jo, at det drejede sig om Newtons værk.

Du Châtelet havde også selv efterprøvet alle Newtons matematiske beregninger. At oversætte Newtons værk, ja, blot at forstå det, overgik mange menneskers forstand, fordi han med vilje skrev uforståeligt, fordi han var bange for inkompetente kritikere. Selv Voltaire, der selv skrev om Newtons filosofi, forstod ham ikke fagligt, fordi han ikke var fysiker eller matematiker. Også i dag er det svært at læse Newtons Principia. Op til i dag er du Châtelet's oversættelse stadig standardoversættelsen til fransk.

PRINCIPES MATHÉMATIQUES

DE LA

PHILOSOPHIE NATURELLE,

Par *feue* Madame la Marquise DU CHÂTELLET.

TOME PREMIER.



A PARIS,

Chez { DESAINT & SAILLANT, rue S. Jean de Beauvais,
LAMBERT, Imprimeur - Libraire, rue & à côté
de la Comédie Française, au Parnasse.

Figur 3. Titelblad til den franske udgave af Principia af Madame du Châtelet. På titelbladet af hendes udgivelser stod som oftest Madame la Marquise du Chastellet.

I datidens fysiske og matematiske verden var der i slutningen af 1600-tallet og første halvdel af 1700-tallet store skændier mellem englændere, som fulgte Newton, og forskere fra det europæiske fastland, som fulgte den tyske matematiker, fysiker og filosof, Leibniz. Du Châtelet blev en af de få brobyggere, idet hun både interesserede sig for Newton (som man kan se af hendes oversættelse af Principia) og for Leibniz (se nedenfor). Resultatet blev bogen *Institutions de Physique* fra 1740 [2], hvor hun også refererer til nye forskningsresultater. Hun dedikerede bogen til sin søn.

Vis viva

Et af de nye forskningsresultater, som hun refererer i ovenstående værk, handler om begrebet "vis viva", som betyder "levende" eller "bevægende" kraft. Det var et noget uklart begreb, men det blev en forløber for begrebet energi, specielt kinetisk energi. Man havde ikke et energibegreb dengang, men man følte et behov for noget sådant. Interessen samledes om henholdsvis $m \cdot v$ (bevægelsesmængde eller impuls) og $m \cdot v^2$, som bl.a. Leibniz brugte til en definition af vis viva.

Huygens havde i 1652 afsluttet sine studier af sammenstødet mellem to fuldstændig elastiske kugler. Han havde fundet to hovedresultater:

1. Når to fuldstændig elastiske kugler støder sammen, da er den samlede bevægelsesmængde den samme før og efter stødet.
2. Når to fuldstændig elastiske kugler støder sammen, da er den samlede vis viva den samme før og efter stødet.

I de næste hundrede år foregik der en livlig diskussion om betydningen af de to begreber. Newton og hans tilhængere mente, at det var bevægelsesmængden, der var det centrale begreb. Leibniz mente derimod, at det centrale begreb var vis viva, som han definerede som proportional med $m \cdot v^2$.

Du Châtelet delte Leibniz' mening, og hun kunne jo sin Leibniz og sin Newton på fingrene. På grund af sin faglige og sociale status var hun i kontakt med de ledende fysikere og matematikere. Det betød bl.a., at da den hollandske fysiker, Willem 's Gravesande (1688-1742) omkring 1722 havde udført et snedigt eksperiment vedrørende vis viva, sendte han senere sine resultater til hende, og hun gentog forsøget.

Du Châtelet har en længere diskussion af disse sager i det ovenfor nævnte værk *Institutions de Physique* fra 1740 [2]. Hun deltog også i diskussionen via skriftlig kommunikation med andre fysikere, som det bl.a. fremgår af hendes trykte svarskrift *Reponse de Madame...a la lettre que M. de Mairan...lui a écrite...sur la question des forces vives*, 1741. Førsteudgaven af det lille skrift udkom anonymt, mens andenudgaven (1741, 1744) bar hendes navn. Korrespondenten var fysikeren Dortous de Mairan [3].

Begrebet vis viva diskuteres desuden i [4], [5] og [6].

Afslutning

Selv om hverken du Châtelet eller hendes samtidige fik en klar opfattelse og definition af begrebet energi, så var der altså en stribe pionerer, herunder du Châtelet. At begrebet energi startede som et uldent begreb, er ikke mærkeligt, når man tager i betragtning, at de fleste væsentlige fysikbegreber var længe undervejs.

Litteratur

- [1] Madame du Châtelet (1756, 1759), oversættelse til fransk af Newtons Principia: Principes mathématiques de la philosophie naturelle. 1759-udgaven udkom i reprint i 1966 og 1990.
- [2] Madame du Châtelet (1740, 1742), *Institutions de physique*.
- [3] Anonym (1741, 1744), *Reponse de Madame...a la lettre que M. de Mairan...lui a écrite...sur la question des forces vives* (= vis viva på latin). I den anden udgave står forfatterens navn.
- [4] Dugas, Rene (1955, 1988), *A History of Mechanics*, Dover Books on Physics, pp. 219-221.
- [5] Zinsser, Judith P. (2006, 2007), *Emilie du Châtelet: Daring Genius of Enlightenment*, Penguin Books.
- [6] Wikipedia har både biografier og faglige artikler, bl.a. om energi og vis viva. Nogle af de faglige sider nævner hendes navn og hendes betydning.
- [7] Forfatteren (Else Høyrup) og Frank Nielsens hjemmeside www.fysikhistorie.dk.



Else Høyrup er cand. scient. i matematik, tidligere stipendiat og forskningsbibliotekar. Har i mange år arbejdet med videnskabshistorie, bl.a. på sin og Frank Nielsens hjemmeside www.fysikhistorie.dk. Nærværende artikel udspringer fra hjemmesiden. E-mail: elsehoeyrup@mail.dk.

Observatoriet på Østervold i vækstperioden 1958-1975, DASK og GIER – dengang og nu

Af Jørgen Otzen Petersen, lektor emeritus fra Astronomisk Observatorium, Københavns Universitet

I 1861 flyttede Københavns Universitets Astronomiske Observatorium fra Rundetårn til Østervold. De første 100 år dér virkede der normalt, udover professoren, én observator og én assistent. I 1958 blev Anders Reiz ansat som professor, og på samme tid startede en hurtig udvikling, så Observatoriet midt i 1970'erne talte to professorer, ca. 20 videnskabelige medarbejdere, lige så mange i værksteder og på kontorer samt mange studerende. Her vil jeg gengive min oplevelse af vækstforløbet og af de aktiviteter, der har betydet mest for mig gennem tiden. Kontrasterne mellem skolegang og studium i min tid og i nutiden er meget påfaldende. Til sidst omtales udviklingen efter 1970'erne ganske kort. Universitetsobservatoriet døde i 2005 ganske ubemærket; men heldigvis lever forskningen ved Københavns Universitet i de mest aktuelle områder i bedste velgående.

Indledning

For Københavns Universitets Astronomiske Observatorium på Østervold var 1960'erne og 1970'erne på mange måder en overgangsperiode, som forvandlede Observatoriet fra en lille lukket verden til et moderne universitetsinstitut med mange medarbejdere og mangesidige internationale kontakter og samarbejdsprojekter.

I 1642 blev Rundetårns Observatorium indviet med Christian Sørensen Longomontanus (1562-1647) som professor astronomiæ. I de følgende århundreder havde professoren i astronomi kun nogle få videnskabelige assistenter og andre medarbejdere, og formentlig kun ganske få studerende. I 1861 flyttede astronomerne fra Rundetårn til den nye observatoriebygning på Østervold, som dengang blev udstyret med førsteklasses teleskoper og lå i god afstand fra bykernens støj og lys. I de første 100 år fungerede Observatoriet på næsten samme måde, som Observatoriet på Rundetårn havde fungeret siden 1642 med én professor som eneansvarlig, 2-3 videnskabelige assistenter, nogle få ansatte som sekretær/skriver, beregner (især til kalenderen), portner mv. og ganske få studerende. For den, der er vant til et moderne universitetsinstitut, vil det være vanskeligt at forstå, hvor små og primitive forholdene har været før 1958. København var også i sammenligning med 2015 en fattig og slidt by.

I 1958 blev Anders Reiz udnævnt til professor astronomiæ. Under hans ledelse blev både forskning og undervisning stærkt udvidet, og staben voksede indtil den i midten af 1970'erne omfattede to professorer og omkring 20 faste og midlertidigt ansatte videnskabelige medarbejdere i København og Brorfelde. Idet også studentertallet og antallet af ansatte på kontorerne og værkstedet i Brorfelde voksede tilsvarende, er det klart, at aktiviteterne øgedes drastisk, og at livet på Østervold helt måtte ændre karakter.

Jeg er kommet på Øster Voldgade 3 næsten dagligt i alle årene 1957-1996, først som student og derefter som amanuensis/lektor, så jeg kender den gamle tradition før 1960 og har levet med i vækstfaserne med studenteroprøret fulgt af den superdemokratiske styrelseslov og den senere centralisering af magten til lokale ledere, dekaner og rektor.

Efter afsluttet mag. scient. eksamen i juni 1960 blev jeg ansat på Astronomisk Observatorium med anven-

delse af DASK (Dansk Automatisk Sekvens Kalkulator) som hovedarbejdsopgave. Senere vil jeg komme ind på nogle af de projekter, jeg arbejdede med. DASK var opstillet i en stor herskabsvilla på Bjerregårdsvej 5 i Valby, så jeg tog ofte med sporvogn fra Nørreport til Valby. Det var jo temmelig tidskrævende, og hver ny opgave krævede ofte adskillige ture til kørsel og test af programmerne. Processen blev meget lettere, da vi fik en GIER maskine (Geodætisk Instituts Elektroniske Regnemaskine) opstillet på Astronomisk Observatorium i 1962.

Udover store lettelser i mange velkendte beregningsopgaver gav GIER og andre datamater helt nye muligheder for at behandle mange astronomiske og astrofysiske problemer, fordi vi nu kunne udføre beregninger, som ikke tidligere kunne gennemføres med håndkraft eller mekaniske regneanlæg.

I de følgende afsnit vil jeg gå frem kronologisk og forsøge at gengive min oplevelse af tidsforløbet. Jeg vil gerne beskrive et tidsbillede, som jeg har oplevet det, og medtage lidt forhistorie. Det kan måske være interessant at fremhæve de markante forskelle mellem den tid og nu. I forløbet har jeg mødt flere pionerer i dansk astronomi med Ejnar Hertzsprung som den ældste og Bengt Strömgren, som den mest betydningsfulde, og adskillige datalogipionerer med direktør Niels Ivar Bech fra Regnecentralen som den ledende i udviklingen af DASK og GIER og Peter Naur, som blev den første professor i datalogi i Danmark (og som introducerede mig til DASKs imponerende kontrolpanel). Mange af de følgende detaljer har jeg kunnet tage fra publicerede kilder eller egne optegnelser. Men en hel del af materialet er kun baseret på min hukommelse. Derfor kan der nemt være enkeltheder eller forløb, som andre har oplevet eller fortolket anderledes end her beskrevet. En oversigt over Astronomi ved Københavns Universitet 1957-2003 med en kort biografi for nogle af de personer, jeg vil omtale, findes i [1].

Lidt forhistorie

Grundlaget for et universitetsstudium er naturligvis familien, barndommen og skolegangen. Min far var enelærer i den lille landsby Riis i Givskud Sogn i Midtjylland. Fra jeg kan huske og indtil 1953, boede familien i Riis Skole. Lærerboligen var i den nordlige del af skolebygningen og skolestuen i den sydlige del. I

1940'erne var forholdene ret så primitive; men det var en meget tryk barndom på trods af krigen.

Jeg begyndte i første klasse i Riis skole i april 1941 og fortsatte på realskolen i Give, hvorfra jeg fik en pæn præliminæreksamen i 1951. Med præliminæreksamen skulle jeg ikke til optagelsesprøve på gymnasiet i Vejle. Og det var klart for mig, at jeg skulle vælge den matematiske linie. Fysik var afgjort det fag, jeg syntes bedst om; lektor Jacobsen var en god lærer, moderne og elegant. Jeg syntes det var spændende at udføre de obligatoriske fysikforsøg og skrive rapporter, hvad en del af klassekammeraterne hadede. I dag kan jeg se at min verden dengang var uhyre begrænset. Men jeg kunne åbenbart acceptere de begrænsede muligheder der var og glæde mig over bøgernes verden, hvor alle interesser kan dyrkes. Det var først på hovedbiblioteket i Vejle, jeg kunne låne bøger om stort set alle emner. Jeg blev en flittig læser af et bredt spektrum af bøger – til tider nok så mange, at det gik ud over lektierne. Den store Verden åbnede sig først for mig, da jeg kom til København, og først for alvor efter at jeg flyttede ind på Regensen i 1957.

Til studiet i København

Studentterhåndbogen 1954 skrev om mit foretrukne fag: "Fysik er et brødløst studium". Men der stod også, at de fleste kurser de to første år var identiske med kravene til nogle ingeniørstudier med bedre udsigter til beskæftigelse. Derfor valgte jeg alligevel at starte på matematik-fysik-astronomi-kemi-linjen med den bagtanke, at jeg evt. senere kunne vælge at blive civilingeniør.

Så i slutningen af august kom jeg til København med firetoget med en brun kuffert som bagage. Jeg kunne også have valgt at tage til Århus, hvor fysikstudiet lige var startet. Men mine gymnasielærere anbefalede København med det verdensberømte Niels Bohr Institut. Det var slet ikke nemt at finde et fornuftigt værelse, som jeg kunne betale. Og for en provinsstudent, der ikke kendte byen, var studiestarten ret kaotisk. Godt nok gav studentterhåndbogen en anbefalet studieplan. Men man måtte selv lave sig en timeplan ud fra de hånd- eller maskinskrevne opslag, som man skulle finde frem til på de laboratorier, hvor undervisningen skulle foregå. Man skulle naturligvis også finde ud af hvilke bøger, der skulle bruges, og hvor de kunne købes. Jeg var dog ret begejstret for min nye tilværelse. Godt nok kunne den være anstrengende. Men jeg kunne selv bestemme, hvad jeg skulle bruge tiden til og cykle rundt og opdage storbyen. I sammenligning med 2015 var byen dengang meget fattig og nedslidt og helt domineret af små, specialiserede butikker som ismejerier, bagere, småkøbmænd, charcuterier, slagtere mv.

Kemi, matematik og fysik

Det første studieår var matematik og kemi de største fag, og kemi skulle afsluttes med eksamen efter første år. Det største emne var uorganisk kemi, hvor vi havde professor K.A. Jensen, kendt som 'Knald-Jensen', fordi han holdt tilhørerne vågne ved bemærkelsesværdige eksperimenter, der som regel endte i en kraftig eksplosion ofte med flammer og røg. Jeg turde ikke sætte mig

på de forreste rækker. Til de fleste forelæsninger var der ca. 150 tilhørere, mest medicinstuderende. Vi ca. 30 'hårde' natur-folk fik særforelæsninger om speciale-emner. Her kom jeg for første gang ud for at skulle bruge en lærebog på engelsk.

Matematikundervisningen foregik på matematisk institut, som havde til huse i en sidefløj til Niels Bohrs Institut for Teoretisk Fysik på Blegdamsvej. Jeg sad tit om eftermiddagen på Matematisk Bibliotek. Der var en læsestue med et langt bord med arbejdspladser i behagelige lænestole. Her kunne vi sidde med hjemmeopgaver eller blot slappe af. Der var også et tekøkken og en lille samtalestue, hvor jeg spillede skak med medstuderende.

Vi havde fysikforelæsninger sammen med civilingeniørstuderende i et meget stort auditorium i den gamle *Polyteknisk Lærestanstalt* på Sølvtorvet. Der var plads til mindst 300 tilhørere fordelt på gulvet og en høj balkon. Den mest markante forelæser var professor H. Højgaard Jensen. Han kunne nemt råbe auditoriet op uden mikrofon og talte med et overbevisende jysk tonefald. Han var uhyre energisk og svingede med arme og ben. Når han skulle bruge den tidsafledede af vinkelhastigheden råbte han 'omega punkt' og hoppede op og anbragte punktet over omegabogstavet med sit tavlekridt med så stor kraft, at der kom huller i den store, sorte tavle. Jeg satte mig normalt på en af de forreste rækker for nemt at kunne følge forelæsningen. Men en dag kom jeg så sent, at jeg fik plads på balkonen. Der sad de vordende civilingeniører og småsnakkede og spillede kort til min store forargelse. Vi skulle også aflevere hjemmeopgaver i nogle kasser, der var hængt op på væggen. Så fik vi dem tilbage ugen efter i rettet stand, evt. med kommentarer.

Forprøven, lærerprøven og specialevalg

Det hold jeg startede på, var på ca. 30 studerende på alle matematik-fysik-fagene; få år senere var en årgang på mere end 100. Ved en af de første matematikforelæsninger sagde forelæseren: "Kun en tredjedel af jer vil bestå Forprøven" – og det holdt stik. Forprøven var en skrap eksamen. Man skulle til eksaminer i to års pensum i matematik, fysik og astronomi i ét samlet forløb. Det strakte sig fra først i maj til Skt. Hans med skriftlige 4-timers prøver først og derefter mundtlige eksaminationer. Man skulle have en god kondition og undgå at blive syg for overhovedet at kunne gennemføre forløbet.

Tredje studieår skulle uddybe fagene med henblik på virksomhed som gymnasielærer. I matematik havde professor Børge Jessen et interessant kursus med nogle klassiske problemer fx cirkelns kvadratur og vinkelns tredeling samt indførelsen af de forskellige taltyper: naturlige, rationale, reelle tal osv. Til eksamen fik jeg et spørgsmål om tallene, hvor jeg vidste, at jeg kunne de første tre fjerdedele perfekt, men ikke de sidste detaljer i beviset. Så gennemgår man naturligvis emnet meget langsomt og omhyggeligt, som matematikere godt kan lide det. Den ene af censorerne havde skrevet den lærebog vi benyttede, så han nikkede fornøjet. I god tid før de farlige punkter stillede professor Jessen et par supplerende spørgsmål og erklærede sig tilfreds –

en fin karakter. Lektor K.A. Thernøe havde et kursus i astrofysik på tredje år. Det var noget mere interessant end den klassiske astronomi på Forprøven, uden at det dog vakte min store interesse.

I tredje studieår skulle man også starte på 2. dels studiet, som indeholdt nogle avancerede kurser og en stor afsluttende specialeopgave. Inden for fysik var der adskillige muligheder. Jeg startede derfor med at følge tre kurser: Atomfysik, kvantemekanik og relativitetsteori. Atomfysikken opgav jeg næsten med det samme. Christian Møller (1904-1980), professor i matematisk fysik, havde skrevet noter til sit kursus i kvantemekanik og en omfattende lærebog til forelæsningserne i relativitetsteori. I det lange løb forekom relativitetsteorien mig mest spændende og forståelig. Her forenes mekanik, dynamik og gravitation på smukkeste måde. Jeg spurgte Møller om kosmologi kunne være et godt emne. Det mente han ikke, fordi "Einstein har jo lavet det hele", som man kunne læse om i Møllers bog. Det virker paradoksalt i dag. Men på den tid var det den almindelige opfattelse, at kosmologien var næsten ren spekulativ naturfilosofi. Møller foreslog mig at gå i gang med relativistisk termodynamik, og gav mig en reference til en lærebog af Tolman fra 1930'erne. Som autoritetstro student gik jeg i gang med bogen. Den viste sig at være vanskelig og uhyre matematisk og uden klar forbindelse til den fysiske termodynamik jeg kendte fra Forprøven. Jeg udskød specialevalget og nøjedes med at tage Møllers kurser i relativitetsteori. Det viste sig at Møller selv arbejdede med relativistisk termodynamik; i midten af 1960'erne publicerede han 2-3 afhandlinger om emnet.



Figur 1. Københavns Universitets Astronomiske Observatorium set fra syd med statuen af Tycho Brahe stående midt i et rosenbed i indkørslen.

I 1956 traf jeg Henning Elo Jørgensen, som startede på matematik-fysik linjen sammen med min klassekammerat Hans Nielsen fra Vejle Gymnasium. Henning havde bestemt, at han skulle være astronom, længe før han kom til København fra Falster. Han var meget målbevidst kommet på Astronomisk Observatorium lige fra studiestarten og kendte derfor stedet godt. Som nævnt kunne jeg ikke rigtig finde et fysikspeciale, der forekom mig tiltalende. Henning foreslog mig så at komme på Astronomisk Observatorium for at lære det at kende og evt. vælge speciale indenfor astronomi. Det viste sig at være en god ide. Jeg kom meget hurtigt til at synes godt om Observatoriet og endte med at vælge et astronomispeciale.

Skørteregimentet på Østervold i 1950'erne

På Astronomisk Observatorium blev jeg i 1957 meget venligt modtaget som ny student. Efter kort tid følte jeg mig næsten som medlem af en lille familie. Det var stort set de samme få mennesker, der kom hver dag. Der var et udmærket bibliotek med de nyeste tidsskrifter og en stor bogsamling. I haven var der gammeldags havemøbler, hvor man kunne sidde og spise sin frokost i godt vejr, hvis man ikke foretrak at bruge et lille tekøkken i havehuset med siddeplads til 4-5 personer. Observator Julie Marie Vinter Hansen var en meget effektiv og myndig fungerende bestyrer, selv om hun lignede en typisk bedstemor og var tæt ved pensionsalderen. Én dag om ugen kom frk. Ebba Friis fra Universitetsbibliotekets 2. afdeling for at varetage biblioteksopgaver. Biblioteket var dengang dansk hovedbibliotek for astronomi, og anskaffede alt væsentligt nyt indenfor området. Frk. Friis kunne godt minde om Vinter Hansen, men var noget højere og drøjere. De to traf alle beslutninger på stedet, så man kan sige, at vi levede under et skørteregimente eller endda et frøkenregimente. Det varede fra 1951 til 1958 og har været helt usædvanligt i professorvældets tid. Fra 1907 til 1951 regerede først professor Elis Strömgren og derefter sønnen Bengt Strömgren, og fra 1958 herskede professor Anders Reiz. Skørteregimentet passede mig udmærket. Og jeg blev hurtigt fine venner med de to damer, måske fordi jeg interesserede mig meget for biblioteket. Bibliotekslokalet var også det eneste lokale, hvor der altid var plads til studenter. Jeg fik hurtigt (næsten) fast arbejdsplads ved skrivebordet overfor frk. Friis. Vinter Hansen havde døren til sin tjenestebolig få meter fra biblioteket.



Figur 2. Observator Julie Marie Vinter Hansen (1890-1960). Hun var fungerende bestyrer på Østervold 1951-1958. Fotografiet til venstre er fra 1922, fra "Tidens Kvinder". Vinter Hansen blev den første kvinde, der fik embedsansættelse ved Københavns Universitet.

Lektor K.A. Thernøe havde kontor i havehuset. Han varetog en del af studenterundervisningen og var ofte i radio og tv som astronomi- og raketekspert. På observatoriets kontor sad frk. Yvonne Pedersen. Udover kontorfunktioner som telefonpasning og manuskriptskrivning varetog hun koordineringen af arbejdet med almanakken, som var langt det mest tidskrævende arbejde, som Observatoriet var pålagt.

Østfløjen husede biblioteket og observator Julie Marie Vinter Hansens embedsbolig i stueetagen. På 1. sal

boede portner Jensen og hans kone; der var også nogle tomme værelser, som tidligere havde været bolig for en videnskabelig assistent. Hele vestfløjen var tænkt som professorbolig. Men den var tom, fordi professor Bengt Strömgren tog orlov fra stillingen i 1951. Derefter blev professor N.E. Nørlund – som jeg aldrig har set på stedet – konstitueret som bestyrer, og Vinter Hansen blev daglig leder. Den situation varede som nævnt indtil Anders Reiz tiltrådte som professor i 1958.

Observatoriet havde også en ny afdeling i Brorfelde, indviet i 1953. Udover astronomerne, observator Kjeld Gyldenkerne og amanuensis Svend Laustsen, var der her ansat omkring 10 medarbejdere i mekanisk og elektronisk værksted og til vedligeholdelse af det store område med to større bygninger og fire beboelseshuse. For mig var Brorfelde dog i de første år et fjernt og ukendt sted.

Der var kun ganske lidt 2. dels undervisning på Observatoriet. Jeg husker kun et kursus i praktisk numerisk analyse, som magister Thernøe holdt for Henning Jørgensen og mig. Det fik jeg god brug for senere. Faktisk var Henning og jeg selv i mindst et par år de eneste fuldtidsstuderende med forskning som hovedinteresse. Når det gik højt, kom der til et foredrag eller kollokvium 5-6 studerende i alt. Det var som regel Henning og mig, der besvarede telefoniske forespørgsler til Observatoriet på PA 1790. Man skulle dengang dreje PA på telefonen og bede telefondamen på centralen om nr. 1790.



Figur 3. Anders Reiz (1915-2000), professor i København 1958-1985 og bestyrer på Observatoriet 1958-1972.

Vinter Hansen sørgede for, at jeg blev inddraget i arbejdet med almanakkerne og biblioteket. Det var altid svært at få almanakkerne udgivet til tiden. Godt nok fik vi de astronomiske beregninger for sol, måne og planeterne fra Sverige (De blev beregnet på BESK i Stockholm). Men dataene skulle jo kontrolleres ved stikprøver. Desuden skulle der læses omhyggelig korrektur på både den store Skriv- og Rejsekalender og på Dansk og Færøsk Almanak. Det var et stort arbejde, som Vinter Hansen satte både Thernøe, andre ansatte og studerende til. Jeg kan ikke huske om jeg fik penge for almanakarbejdet; det blev formentlig betragtet som en del af studiet. Derimod tjente jeg mindre beløb som biblioteksmedhjælp. Vinter Hansen startede et større projekt med indbinding af tidsskrifter og skrøbelige bøger. Det er hendes (og skiftende bibliotekarers) fortjeneste, at biblioteket har en næsten komplet samling af al astronomisk litteratur indtil ca. 1990. Vinter Hansen fortalte

også med en vis stolthed, at det var hendes fortjeneste, at der var installeret centralvarme på Observatoriet få år tidligere; før skulle der fyres op i kakkelovne. I flere år stod bevillingen på finansloven uden at der skete noget. Først da hun slog i bordet for administrationen, blev det til noget.

Regensen og afsluttende eksamener

I 1950'erne havde man ikke krav på offentlig studiestøtte, så finansieringsmulighederne var lån, eget arbejde og legater. En nærliggende mulighed for mig var at tilbyde lektiehjælp på mellemskole- og gymnasieniveau. Efter Forprøven kunne jeg søge Regensen, og i efteråret 1957 fik jeg tildelt Regensbolig plus kommunitetslegatet på 125 kr/md. Det var næsten som at komme i Himmerige. Ikke blot var der centralvarme, adgang til køkken, bad, avislæsestue, telefon mv., man blev også straks opfordret til at deltage i mange aktiviteter, fx foreningsliv og fester, udover at man fast pr. måned fik udbetalt de 125 kr, som jeg sagtens kunne leve for.

Regensforeningen Tilia (Tilia er det latinske navn for lindetræet – Regensens symbol) spillede for mig en helt afgørende rolle i de næsten tre år, jeg boede der. Den for mig vigtigste foreningsaktivitet var teafternerne, som i Tilia var hver mandag kl. 20. Vi diskuterede alle mulige emner, både dagsaktuelle, faglige, politiske, højfilosofiske, piger, osv. For mig var mandagsafternerne essensen af regenslivet. Det var dér, jeg først lærte jævnaldrende med vidt forskellig baggrund at kende virkelig godt og fik øjnene op for den store Verdens mangfoldighed.

Som nævnt blev Anders Reiz i 1958 udnævnt til professor i astronomi og bestyrer af Astronomisk Observatorium. Reiz var både en effektiv administrator og organisator, og en fornyer af undervisningen, som efterhånden var blevet ret forældet.

Reiz havde erfaring med konstruktion af stjernemodeller og var opsat på at gå videre til stjerneudvikling, dvs. beregning af en hel serie af stjernemodeller, som skal beskrive en stjernes udvikling i tiden. Han startede i 1958 med at holde en forelæsningsrække for studerende på 2. del, om stjernernes struktur og udvikling. Den tiltrak et usædvanligt stort antal tilhørere, 8-10 studerende. Kurset blev baseret på en helt ny lærebog af Martin Schwarzschild: "Stellar Structure and Evolution". Den blev min bibel i de følgende år. Det var langt det mest spændende forskningsemne, jeg havde studeret indtil da. Så jeg valgte stjerneudvikling som specialeemne; og det blev nok afgørende for min fremtid.

Reiz var meget interesseret i numeriske beregninger, og havde selv publiceret nogle artikler om stjernemodeller regnet med håndkraft. I Sverige kørte to computere (som dengang skulle benævnes datamater eller datamaskiner), og i Valby var Carlsbergfondens DASK netop startet. Reiz sørgede for, at jeg kom på et kursus i programmering (dengang: Kodning) til DASK – det var meget spændende. Til testkørsler af de første programmer fik jeg hjælp af den astronomuddannede Peter Naur, som senere blev Danmarks første professor i faget datalogi. Som afløsningsopgave udførte jeg nogle håndregninger, der skulle benyttes til at teste et program til stjerneopbygning, som Reiz var i gang med

at udvikle sammen med en svensk astronom. Med de 2. dels kurser jeg havde taget hos fysikerne, manglede jeg kun et lille kursus, som blev om interstellart stof, og specialeopgaven. Det blev til, at jeg skulle skrive om stjernernes opbygning og udvikling på dansk. Specialet blev godkendt, selv om det ikke indeholdt noget originalt. I dag er jeg helt klar over, at når Reiz straks efter eksamen tilbød mig arbejde på Astronomisk Observatorium, var det ikke pga. specialet, men pga. praktiske regnefærdigheder og mit talent for kodning.

I efteråret 1959 truede katastrofen: Mit regensstipendium ophørte. Jeg var godt i gang med specialet, så det ville være yderst generende, hvis jeg skulle til at finde et nyt sted at bo udenfor Regensen. Det lykkedes mig at blive boende på Regensen i en fløj, der skulle restaureres, men var tom, indtil august 1960.

Den omstændighed, der reddede min økonomi, var et job som studenterinstruktor i astronomi. Professor Reiz holdt forelæsningserne til det obligatoriske astronomikursus på 1. del. Henning Jørgensen, Jørgen Brager og jeg selv skulle varetage regneøvelser, to timer med opgaveregning hver uge. Det eneste vi fik fra Reiz som udgangspunkt var en liste med hans forelæsningsemner. Så skulle vi finde passende emner frem til opgaver, formulere 2-4 opgaver, få vores kontordame til at skrive teksten på stencil (som i 2015 ikke kendes mere), køre de ca. 50 eksemplarer på trykkemaskinen og tage næste uges opgavesæt med til hver uges regneøvelser. Efter en hård øvelsesdag på Niels Bohr Institutet købte vi på vejen tilbage til Observatoriet en stor smørkage, som vi smovsede i til eftermiddagsteen – fuldt fortjent.

Den 5. maj 1960 fejrede jeg min 25-års fødselsdag. Alt var i skønneste orden. Jeg var næsten færdig med specialeopgaven, der var lang tid til eksamen i juni med blot én skriftlig og én mundtlig prøve plus den afsluttende forelæsning, og økonomien var fin. Der var også sket en kovending i situationen forudset i studenterhåndbogen 1954: "Fysik er et brødløst studium". I 1960 var den voldsomme udvikling gennem 1960'erne lige startet. Både gymnasier, universitetsinstitutter og erhvervslivet efterspurgte nu naturvidenskabelige kandidater. Så jeg fandt ud af, at jeg med fordel kunne afslutte studiet hurtigt og arbejde til kandidatløn. I starten af juni gik jeg til 2-3 eksaminationer, og den afsluttende forelæsning blev fastlagt til den 15. juni.

Da jeg fik emnet for forelæsningsen en uge før, kom jeg ud for en overraskelse. Jeg ventede et emne indenfor stjerneopbygning, men fik i stedet det meget brede "interstellart stof". Det var en meget lille del af pensum med næsten udelukkende fortællende indhold. Efter den første panik indså jeg, at det faktisk var et nemt emne. Jeg fandt nogle få, ret spændende pointer, og forelæsningsen gik fint. Bagefter havde jeg den tilfredsstillelse, at Jørgen Brager sagde til mig: "Det er den første forelæsning på Universitetet, hvor jeg har forstået det hele". Senere har Bodil Helt, som dengang var studerende, fortalt, at da hun og en veninde kom for at høre forelæsningsen, blev de mødt af frk. Vinter Hansen med ordene: "Jeg kender ikke de damer". Hun ville godt vide, hvem der kom på hendes Observatorium. Efter godkendelsen af magisterkonferensen og

de obligatoriske lykønskninger, kunne jeg trække mig tilbage til Regensens sommeridyl. Den 16. juni købte Bertha Marie Bøgg Jørgensen og jeg forlovelsesringe og besluttede at gifte os hurtigst muligt.

Jeg blev ansat ved Astronomisk Observatorium som vikar i en stilling med programmering for DASK som hovedopgave. Naturligvis fortsatte kalenderarbejdet og øvelsestimerne for 1. dels studerende. Jeg husker de næste måneder som en meget stille tid. Den største forandring var, at frk. Vinter Hansen fraflyttede sin lejlighed i østfløjen, da hun blev pensioneret som 70-årig, hvorpå lejligheden blev indrettet til kontorer, så vi fik god plads. Desværre døde hun ganske kort tid efter.

For mig var overgangen fra studenterårene til arbejdslivet ganske blid. Som nævnt fortsatte de arbejdsopgaver, jeg kendte så godt fra studentertiden. Det mest udfordrende nye var nogle programmeringsopgaver for DASK. Jeg brugte både DASK til rutineopgaver, der tidligere var regnet med håndkraft, og til beregninger, der ikke kunne gennemføres i praksis med håndregning, selv om man havde mange øvede beregnere til rådighed. 2-3 gange om ugen tog jeg sporvognen fra Nørreport til Bjerregårdsvej i Valby, hvor DASK var opstillet i to store stuer i en villa. Det var spændende at være med i en pionertid. Jeg husker fx, at de mere erfarne på Regnecentralen en dag diskuterede, om man skulle fortsætte med at køre én opgave ad gangen på maskinen, fordi det udnytter regnekapaciteten bedst, eller om man skulle udvikle en 'monitor', som set fra brugerne tillader maskinen at køre mange opgaver på en gang, selv om det kræver en del af regnekapaciteten. I dag udfører selv små PC'er mange opgaver på én gang, og større computere kan have i hundredvis af simultane brugere, som udover klassiske matematiske beregninger udfører mange typer af opgaver, som ingen forestillede sig muligheden af i 1960.

DASK og GIER

DASK blev færdigbygget af Regnecentralen i 1958 og var baseret på radorør. Ligesom BESK i Stockholm og SMIL i Lund blev den kun produceret i ét eksemplar. Som nævnt var maskinen opstillet i en fin, gammel villa i Valby, hvor den fyldte to store stuer. De første gange man anvendte DASK kunne den virke mystisk og næsten truende med en tydelig summen og susen (fra ventilationen) og et stort kontrolbord med rækker af blinkende lys og trykknapper. Som astronomistudent med erfaring i håndregning med elektriske regnemaskiner kunne jeg kun være imponeret over dens enorme regnehastighed og det, at den ikke kunne regne galt, når den ellers fungerede.

GIER blev bygget som en efterfølger af DASK med næsten samme regnekapacitet men baseret på transistor-teknologi. Derfor blev den meget mindre end DASK og kunne køre stabilt i meget længere perioder end DASK. GIERs historie er detaljeret og levende beskrevet i "GIER 50 ÅR – den første danskproducerede datamaskine" udgivet af Dansk Datahistorisk Forening 2011 [2]. Geodætisk Institut fik naturligvis prototypen. GIER blev en stor succes på den måde, at den blev solgt i ca. 50 eksemplarer, alle produceret af Regnecentralen, både til Danmark og til udlandet.

Astronomisk Observatoriums GIER har haft en interessant og i starten næsten dramatisk historie, som jeg har fulgt på nærmeste hold i de 10 år, den var en væsentlig del af dagligdagen på Østervold. I det følgende kommer først en kort beskrivelse af nogle få af de opgaver, jeg løste på DASK, og derefter følger GIER-historien.

De første opgaver jeg fik til DASK kunne godt være løst med mekaniske regnemaskiner, det var reduktion af observationsdata. Fordelen ved DASK var, at observatørens anstrengende beregningsarbejde kunne erstattes af en hulledames udskrivning af måltallene på en papirstrimmel. Desuden kunne beregningsresultaterne udskrives som pæne tabeller, der direkte kunne bruges til publikation. Et næsten komisk forhold var, at vi dengang måtte bruge 5-huls papirstrimler, som kun giver mulighed for at anvende 16 symboler: cifrene 0-9 og bogstaverne A-F. Et tal som 5,326 måtte derfor kodes, fordi komma eller punktum ikke fandtes i de tilgængelige tegn. Det første mere interessante projekt jeg fik, var data til brug for meridiankredsen i Brorfelde – delekredsfejl. Det væsentlige her var beregningen af et stort antal sinus- og cosinusværdier, som ikke kunne gennemføres med håndkraft. Jeg skrev programmet i maskinkode med anvendelse af velafprøvede rutiner til de trigonometriske funktioner. Det producerede en tabel, som så fornuftig ud. Men hvordan verificerer man, at beregningen er korrekt? Det er det grundlæggende problem i den type opgaver. Til DASK var der heldigvis skrevet en ALGOL-oversætter, som jeg så kunne bruge til den samme opgave. ALGOL er et avanceret programmeringssprog, hvor beregninger kan skrives, så en stor del af programmet ligner sædvanlig notation i matematikken – langt hurtigere og mere overskuelig at skrive end direkte maskinsprog. Jeg havde målt, at maskinprogrammet kørte på tæt ved 1 minut. Så jeg startede ALGOL-kørslen uden videre. Da der var gået 5 minutter kom kørselslederen og spurgte, om programmet måske var gået i evig løkke (det skete ofte ved testkørsler dengang). Jeg beroligede ham med at jeg forventede at bruge adskillige minutter. Efter et kvarter kom han igen og kiggede tænksomt på den blinkende DASK, hvor der altid var kø med småopgaver. Endelig efter 20 min. kom resultaterne, heldigvis de samme som før med den nøjagtighed man kunne forvente. Det lærte mig, at ved lange kørsler skal man altid lade programmet fortælle, hvor langt det er nået med passende mellemrum. Man ser også, at ved éngangsopgaver skal man bruge det mest bekvemme sprog, selv om maskinen skal bruge mere tid til beregningerne.

GIER på Østervold

På et bestyrelsesmøde i Regnecentralen (RC) i marts 1960 omtales et ønske fra Københavns Universitets matematisk-naturvidenskabelige fakultet om anskaffelse af en GIER-maskine af produktionsserie 1 (beskrevet i [2], side 14). I marts 1961 blev prototypen formelt afleveret til Geodætisk Institut. Kort forinden var Reiz inviteret til en demonstration af GIER og jeg kom med til en kort sammenkomst med en præsentation af maskinen. Det så meget lovende ud.

I august 1962 sendte RC 29 mand til en stor "Congres og Inter-data"-udstilling i München. RC ville gøre

alt for at promovere både GIER og den sensationelle ALGOL-compiler (oversætter). Erling Thomsen giver en detaljeret og livlig beretning, som passer godt med mine oplevelser i København (se [2], side 224). En ny GIER blev sendt med lastbil til München. Men da den nåede frem var GIER rystet så meget i stykker, at det var håbløst at bruge den. Astronomisk Observatorium havde netop fået leveret sin GIER til Østervold. Næste morgen lykkedes det RCs direktør Niels Ivar Bech (NIB) at overtale professor Reiz til at udlåne Observatoriets GIER et par dage. Den kom næsten uskadt til München og kørte normalt under udstillingen.

Jeg har hørt (fra hvem?) følgende historie, som formentlig er sand: På et tidspunkt kom en berømt kongresdeltager og ville have kørt et ALGOL-program, der indeholdt en specialitet, en rekursiv procedure. Det er en procedure, der kalder sig selv under udførelsen, så man skulle tro, at et kald ville ende i en evig løkke. Men da hvert kald ændrer nogle variable, kan der opstå en betingelse, der giver udhop. Og det kan udnyttes til særdeles elegant programmering. Tilfældigvis var GIER gået ned, da berømmetheden kom med sin programstrimmel, så han måtte komme tilbage senere. Da maskinen kører igen, prøver RC for en sikkerheds skyld testprogrammet – beregningen går i fisk. RCs stjerneprogrammører finder fejlen i compileren og får den rettet inden berømmetheden kommer tilbage, så det hele fungerer perfekt. Alle er glade.

Efter en god uge efter udlånet på et par dage er Erling Thomsen med til at geninstallere GIER på Østervold. Han beretter ([2], side 225): "Det var en meget ophidset professor Reich [Reiz], der ventede på sin maskine. Han havde efter to dage ikke kunnet få fat i NIB. Det blev Tage Vejlø og mig, der måtte stå skoleret til skideballen, som godt nok handlede mest om hvad professoren ville gøre ved NIB."



Figur 4. GIER-datamaten fra 1962, den første på et dansk universitetsinstitut. Elektronikken er indbygget i skabet til højre. Fra venstre ses papirstrimmellæser, kontrolbord, skrivemaskine til in- og output og papirstrimmelhuller.

GIER-maskinen på Østervold var igen køreklar i september 1962. Dette anlæg blev oprindeligt anskaffet til brug for Matematisk Institut på H.C. Ørsted Institutet. Da der var problemer med at finde egnede lokaler dér, tilbød Reiz, at maskinen midlertidigt kunne opstilles hos os. I 1963 købte Carlsbergfonden maskinen og stillede den til rådighed for astronomer, og i den udstrækning der var kapacitet til det, for andre medarbejdere ved Københavns Universitet. Staten købte så

en ny GIER til matematikerne. Det blev starten på Datalogisk Institut. I 1962 var nogle af de kommende dataloger ivrige brugere af vores GIER.

Med GIER fulgte kun nogle få papirstrimler med programmer til indlæsning af ordrer og tal samt nogle testprogrammer. Der var ikke noget operativsystem, og bare det at bringe maskinen i normaltilstanden efter en mislykket kørsel – som forekom hyppigt – var ret besværligt, hvis man ikke var øvet i det. I den første tid var lektor Bjarner Svejgård kørselsleder. Han havde dyb fortrolighed med GIER, idet han og Torben Krarup havde fastlagt den raffinerede ordrestruktur i GIER, som gjorde det meget lettere at programmere i GIERs maskinkode end det var tilfældet med DASK. Svejgård kunne let direkte føre ordrer og tal ind i GIER vha. kontrolbordets trykknapper og starte beregninger i en bestemt celle i lageret. Så han kunne klare sig uden operativsystem. Jeg skrev STYR, som vha. skrivemaskinen kunne læse data til bestemte celler i lageret eller læse en papirstrimmel fra strimmellæseren og starte maskinen i en bestemt celle. Det kunne også gemme eller retablere lageret og køre testprogrammer med hopovervågning mv. Et typisk program i maskinsprog bestod af en hovedsekvens og adskillige undersekvenser, som hver udførte delopgaver, fx udskrift af et tal eller beregning af en sinus-værdi. Det er naturligvis afgørende, at alle 'hop' mellem sekvenserne foregår korrekt. Og når det så går galt – hvad det næsten altid gør – er det meget nyttigt at få en liste over alle de hop, der udføres under beregningerne. Hopovervågning er en af de bedste fejlfindingsmetoder.

I september 1963 blev Regnecentralens effektive operativsystem HJÆLP indbygget. Desværre kom der derefter flere og flere maskinfejl, måske også som følge af turen til München. I februar 1964 blev situationen uholdbar. Regnecentralens teknikere opholdt sig nærmest permanent i maskinrummet. Regnecentralen bestemte sig da til at erstatte den gamle maskine med en ny af produktionsserie 3. Den maskine kom til at fungere fint med et minimum af driftsstop.



Figur 5. Et GIER anlæg praktisk taget taget magen til Observatoriets 1964 maskine. Det ses, at opstillingen er næsten som i det gamle anlæg. Strimmellæseren er nu den stærkt forbedrede RC2000 og designet er af væsentlig højere kvalitet end før. Fra [2].

Jeg havde fået stillingen som leder af GIER-afdelingen på Østervold – det var en spændende tid. Pga. stor tilstrømning af brugere måtte adgangen til maskinen snart organiseres. Kl. 9-17 var der mulighed for tidsbestilling, max 15 min ad gangen. Ofte gik et par studenter hvileløst rundt og håbede på at få 2-3 min. til test af et program. Efter kl. 17 var der ingen tidsbegrænsninger og normalt god plads. De første år var der to hovedopgaver: At få kalenderarbejdet, specielt de astronomiske beregninger, organiseret, og at få studenterundervisningen på plads. Det blev hurtigt indlysende, at for fremtiden ville en stor del af arbejdstiden for de fleste astronomer gå til anvendelsen af computere.

Kalender og studenterundervisning

I 1636 fik Københavns Universitet af Christian IV eneret på udgivelse af danske almanakker. Normalt var det professoren i astronomi, der var ansvarlig for udarbejdelsen af de astronomiske data, og Universitetet, der stod for udgivelsen, som i en periode gav betydelige indtægter fra stempelafgiften. Privilegiet blev først ophævet i 1976. Før ca. 1960 krævede bare de nødvendige beregninger af astronomiske data mindst et årsværk. I mange år blev de udført af frk. Erna Mackeprang, som blev ansat på Observatoriet i 1921, og som jeg har kendt som en elskelig, gammel dame. Hun har fortalt mig, at hun hvert år brugte tre efterårs-måneder til at beregne op- og nedgangstidspunkter for Solen og Månen i København og Thorshavn. Udover beregningerne var der et stort arbejde med fremskaffelse af materialet til de tre kalendere Observatoriet havde ansvaret for, fx korrespondance med forfattere til artikler og institutioner som Postvæsenet mv. Vi var også ansvarlige for at kalenderne udkom til tiden – det kunne godt give et tidspres. Især korrekturlæsningen tog lang tid for både medarbejdere og studerende, som blev udskrevet/overtalt hertil. Kalenderen skal være fejlfri. Et skrækeksempel på fejltryk i en fjern fortid var "Den hellige And". I gammel tid, da bøger var en sjældenhed hos en stor del af befolkningen, var et hovedformål med almanakken at publicere datoerne for de kirkelige højtider, og at meddele hvilken skriftrække der ordentligvis skulle prædikes over i kirkerne.

Med GIER kunne beregningerne gennemføres på få timer (for ét år) efter at de nødvendige data var hullet på en hulstrimmel af en hulledame. Det er klart at alle data blev dobbeltchecket; og desuden blev alle beregninger stikprøvekontrolleret ved gammeldags, pålidelige håndregninger. Det viste sig også nemt at få de astronomiske tabeller ud på præcis den form de skulle bruges i manuskriptet til kalenderierne; så det gav en effektivisering af kalenderarbejdet. Hulstrimmerne blev produceret med en flexowriter, som er en meget larmende skrivemaskine, der både skriver tekst og huller strimmel. Der var to flexowritere i et lille rum ved maskinstuen. Når de kørte og perforatoren, som producerede strimler med udskrifter fra GIER, også larmede, var der et virkelig højt støjniveau. Godt Arbejdstilsynet ikke kom på besøg.

Kalenderarbejdet gik fint nogle år. Men så gik måneprogrammet for Thorshavn i fisk i 1965. Jeg havde ikke taget hensyn til følgende: Thorshavns geografiske

bredde er 62,0 grader. Kulminationshøjden i syd for Solen eller Månen er derfor 28,0 grader plus deklinationen. For Solen varierer deklinationen i årets løb mellem $\pm 23,4$ grader, dvs. Solen kulminerer synligt i syd hver (klar) dag. Men Månens baneplan hælder lidt mere end 5,0 grader i forhold til Ekliptika. Så Månens deklination kan komme ned på $-28,4$ grader. I det tilfælde bliver kulminationshøjden negativ, dvs. ingen synlig opgang, kulmination eller nedgang. Et program kan køre i årevis og så lumskeligt svigte. Det var nemt nok at rette beregningerne; men vanskeligere at få udskriften til kalendariet på plads.

Med det voksende studentertal 3-6 pr. år efter 1966 skulle undervisningsprogrammet udvides. Et obligatorisk kursus i anvendelsen af GIER blev indpasset i en øvelsesrække, som førte studenten gennem de fleste af Observatoriets arbejdsområder. Det startede med et programmeringskursus med testkørsler af småprogrammer. Så kom en introduktion til numeriske metoder. Og til sidst skulle hver student selvstændigt skrive et ikke-trivielt program. Det kunne volde stort besvær; men de fleste gennemførte med stor entusiasme. Computere var nu blevet in. Ikke så få af vores kandidater fik ansættelse som programmører i computerfirmaer eller andre industrivirksomheder.

Brorfelde, Hertzsprung og Strömgren

Brorfelde Observatoriet blev indviet i 1953 og udbygget kraftigt i de følgende år, så der i slutningen af 1950'erne var ansat flere medarbejdere i Brorfelde end i København [3]. De første år kom jeg kun til Brorfelde, når der blev holdt kollokvier der, og til julefrokosten i de idylliske omgivelser med traveture i sneen. Til kollokvierne tilbød lektor K.A. Thernøe Henning Jørgensen og mig, at vi kunne køre med ham i hans flotte Volvo Amazon. Efter gammel tradition på Observatoriet startede kollokvierne altid kl. 16. Så når vi var færdige, passede det fint med, at vi kunne spise middag på Elverdamskroen på vej hjem. Ved kollokvierne var professor Hertzsprung ofte tilhører. Ejnar Hertzsprung (1873-1967) har givet navn til det mest berømte diagram i astronomien, Hertzsprung-Russell-diagrammet. Han opdagede i 1911, at hovedparten af stjernerne kan opdeles i to typer: Dværg (ofte kaldet hovedserie-stjerner, hvortil Solen hører) og kæmpestjerner, som tydeligt adskilles i diagrammet. Hertzsprung havde en uortodoks karriere i astronomien (se [4], side 276 for detaljer). Han var direktør for Leiden Observatoriet i Holland 1919-1944, hvor han blev pensioneret. Efter 2. Verdenskrig flyttede han til Tølløse tæt ved Brorfelde. I Tølløse arbejdede Hertzsprung videre i en høj alder (han var 87 år i 1960) med udmåling af fotografiske plader med dobbeltstjerneobservationer. Til reduktion af hans måledata skrev jeg et program til GIER, som han var godt tilfreds med.

Som nævnt var observator Vinter Hansen fungerende bestyrer på Østervold fra 1951 til 1958 under professor Strömgrens orlov. Bengt Strömgren var den helt dominerende skikkelse i dansk astronomi i 1900-tallet, og var også højt respekteret internationalt. Han var en af de sidste, der havde detaljeret viden om og interesse for alle astronomiens discipliner.



Figur 6. T.v.: Professor Ejnar Hertzsprung (1873-1967) ved måleapparatet i Tølløse. T.h.: Professor Bengt Strömgren (1908-1987) ved sit arbejdsbord i Carlsbergs Æresbolig.

I 1933 viste Strömgren, at hovedparten af stjernerne producerer energi ved omdannelse af hydrogen til helium (selv om man ikke dengang kendte kerneprocessernes forløb) og gjorde rede for, hvordan en ung stjerne med hydrogenforbrænding udvikler sig fysisk, og hvordan udviklingen viser sig i det teoretiske Hertzsprung-Russell-diagram (se figur 7 for beregninger fra 1964). Strömgren var hovedkraften bag etableringen af Observatoriet i Brorfelde, men det gik langsomt (se [4], side 286). Det var en af grundene til, at Strömgren tog orlov i 1951 for at varetage stillingen som direktør for Yerkes- og McDonald-observatorierne i USA, og senere et professorat ved Institute for Advanced Study i Princeton.

I 1967 vendte Bengt Strömgren tilbage til et ekstraordinært professorat i København og blev tilbudt Carlsbergs Æresbolig i Valby. Hans store kontaktflade gjorde, at både Observatoriet og Niels Bohr Institutet fik besøg af mange fremragende gæster i de følgende år, især fra USA. Det gav nyt liv. Han gjorde meget ud af de repræsentative forpligtelser i forbindelse med æresboligen og inviterede gæster og interesserede medarbejdere til frokost i Kongens Have eller middag i Valby. Man kunne ikke undgå at blive imponeret af æresboligen med vinterhaven og den smukke park. Da Observatoriet første gang havde mange (7) kandidater til afsluttende eksamen i sommeren 1969, gav Strömgren et stort kandidatgilde i Pompejisalen for omkring 180 personer – kandidaterne med deres venner og Observatoriets medarbejdere.

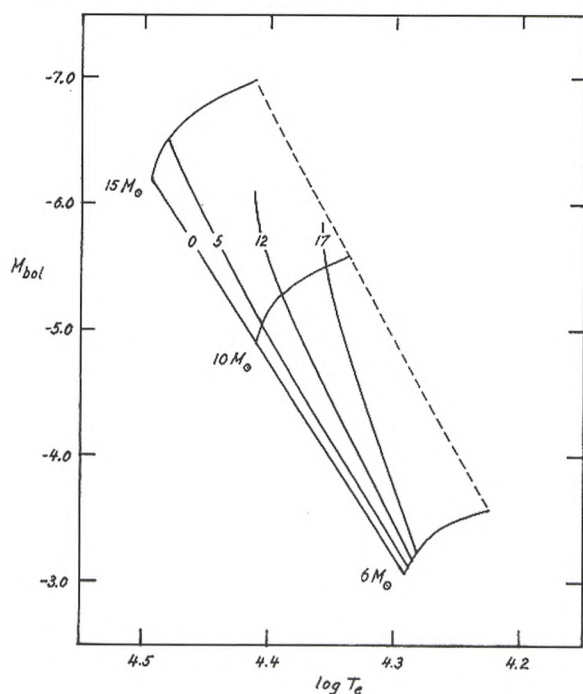
Mange af medarbejderne i København og Brorfelde arbejdede med observationer i Brorfelde eller i udlandet, ofte i internationale samarbejdsprojekter. Størstedelen af observationsprogrammerne var planlagt og startet af Strömgren med det formål at skaffe detaljerede oplysninger om stjernernes fysiske egenskaber til brug for studier af Mælkevejssystemets udvikling. En væsentlig del af publikationerne fra Observatoriet helt op til i dag beskriver den forskning.

Stjerneudvikling og variable stjerner

Lige efter at GIER var installeret (1962), var der god tid til eksperimenter. Reiz, Svejgård og jeg begyndte da at konstruere stjernemodeller efter næsten samme metode som Reiz havde brugt ved håndregninger; men med en mere realistisk fysik indbygget i modellerne. Fordelen ved at bruge GIER var, at en prøveintegration gennem

en model kunne udføres på få sekunder mod mindst nogle arbejdsdage ved håndregning.

Opgaven er at konstruere en model med en bestemt masse og given stofsammensætning og at beregne dens udvikling i tiden. Jeg husker det som en stor dag, da det program, vi efterhånden fik udviklet, første gang kørte på GIER, og vi kunne begynde at tegne udviklingssporet for en stjernemodel i Hertzsprung-Russell-diagrammet. Den første artikel med beregninger blev publiceret i 1964 [6] med tre udviklingsspor, se figur 7, hvor vi for den ene model gennemførte beregningerne også for den udviklingsfase, hvor hydrogen udtømmes i centralområdet og energiproduktionen flytter udefter i stjernen til en kugleskal. Beregning af modellerne tog sin tid – omkring en time per model – og der blev brugt ca. 200. Jeg bestilte GIER fra kl. 17 til kl. 9 næste morgen til beregning af ca. 16 modeller. Når programmet var kommet godt i gang, kunne det køre mindst tre timer uden indgriben. Så ved spisetid gik jeg ned på Kultorvet til en restaurant og fik en god middag. Hen på aftenen kom Reiz, som boede i vestfløjen, sommetider med en kande ceylonthe og småkager, så det var en ganske behagelig arbejdsform.



Figur 7. Et Hertzsprung-Russell-diagram fra 1964 med udviklingsspor for modeller med 6, 10 og 15 solmasser indtegnet sammen med alderskurver for 0, 5, 12 og 17 millioner år. Den lange hovedseriefase – ca. 90 % af stjernens levetid – starter på alder-nul-linjen og slutter på den stiplede linje, som er den øvre grænse for hovedseriebåndet. Diagrammet kan benyttes til bestemmelse af alder og masse. Hvis fx gode observationsdata placerer en stjerne på kurven for 12 millioner år, ved vi, at det er stjernens alder (med en vis usikkerhed); ligger den på sporet for 10 solmasser, er det stjernemassen. Fra [6].

Numeriske stjernemodeller blev således det første teoretiske forskningsområde Observatoriets GIER blev anvendt til. Fra at en beregning af strukturen af én stjernemodel tog én time i 1962, er der sket en betydelig effektivisering. Omkring 1970 kunne vi udføre den samme beregning på ét minut på et RC4000-anlæg,

og med de computere, som er tilgængelige på alle universiteter i dag, kan opgaven udføres på en lille brøkdel af et sekund.

Som nævnt studerede Strömgren og medarbejdere udviklingen af Mælkevejssystemet. I 1960'erne var pålidelige aldersbestemmelser af stjerner den mest aktuelle opgave, for at man kunne komme videre. Til det formål er det nødvendigt med meget omfattende teoretiske beregninger af stjerneudvikling, fordi man skal bruge udviklingsserier med mange modeller i hver, for adskillige masser og stofsammensætninger. Vi fandt snart ud af, at GIER var utilstrækkelig til det formål. Men på H.C. Ørsted instituttet havde kemikerne fået installeret en RC4000, som var efterfølgeren til GIER, godt nok ikke med meget større regnehastighed, men med meget større primærlager til programmer og data. RC4000 er en flerbrugermaskine. Men om natten kunne vi få lov til at bruge den alene og udnytte hele kernelageret. Vi kunne helt uden problemer overføre GIER-programmet til RC4000. Og det viste sig, at nu kørte én model på 1 min., ca. 60 gange hurtigere end på GIER. Grunden til det er, at størstedelen af tiden på GIER blev brugt til at transportere småstumper af regneprogrammet fra baggrundslageret til primærlageret, hvorimod den vigtigste regnecyklus kunne ligge på én gang i RC4000s kernelager. Nu kunne vi så regne et passende udvalg af udviklingsspor til aldersbestemmelser. Vi præsenterede resultaterne ved en kongres i Paris 1972.

Henning Elo Jørgensen (1938-2010) blev ansat ved Observatoriet i 1965 og virkede som professor 1982-2005. Han var bestyrer i flere perioder. Til afsluttende eksamen skrev Henning speciale om en interessant variabel stjerne, SX Phoenicis. Vi startede teoretiske beregninger af pulsationsperioder baseret på vores realistiske stjernemodeller, mens de fleste tidligere beregninger havde været baseret på forenklede, skematiske modeller. Vi publicerede nogle resultater for RR Lyrae variable i 1967 og for variable tæt ved hovedserien i Hertzsprung-Russell-diagrammet i 1972. Senere fortsatte jeg studier af variable stjerner af flere typer, specielt dobbeltperiodiske Cepheider, som viste sig at være specielt interessante [5]. Her har vi et godt eksempel på, at analyser af perioder eller svingningsfrekvenser i et fysisk system som fx en stjerne kan give oplysninger om systemets fysiske egenskaber – også velkendt fra seismologi på Jorden. I dag studerer astrofysikere mange forskellige svingningstyper i stjerner, og asteroseismologi giver detaljeret information om vigtige fysiske forhold i stjernerne. Henning Jørgensen startede i 1970'erne de studier af galakser, supernovae og kosmologi, som udviklede sig til Observatoriets vigtigste forskningsområder.

GIER udfases og sælges i 1972

I 1960'erne kunne GIER både klare rutineopgaver på Observatoriet som kalenderberegninger og undervisning og de fleste forskningsprojekter med fx data-reduktion eller teoretiske studier. Men der kom snart opgaver, der krævede større regnekraft end GIERs. Fra 1965 kunne vi sende opgaver til NEUCC på Danmarks Tekniske Højskole. Det var dog ret besværligt, dels fordi transporten frem og tilbage med budtjeneste fra

Niels Bohr Institutet gav tidsforsinkelser (én kørsel per dag), og dels fordi IBM-maskinerne brugte hulkort, som vi ikke var vant til og ikke havde udstyr til.

Københavns Universitets computercenter, RECKU, startede i 1971. Det var fra begyndelsen indrettet til, at brugerne skulle have lokale skærmterminaler og printere opstillet. Det var ideelt for os, da der så kom terminaler både i København og Brorfelde. I 1971 faldt udnyttelsen af GIER til halvdelen af gennemsnittet for de tidligere år, så det blev klart, at Observatoriet i fremtiden hovedsageligt skulle anvende RECKUs anlæg. Driften af GIER stoppede den 8. maj 1972, og maskinen blev kort efter solgt tilbage til Regnecentralen.

Der var betydelige praktiske problemer de første år med RECKUs UNIVAC-anlæg. Men når de kørte planmæssigt, gik det fint. Og GIER ALGOL-programmer kunne ret let overføres til UNIVACs form. De første større programmer jeg kørte på UNIVAC var modelserierne for dobbeltperiodiske Cepheider.

I de følgende år voksede computerens regnekapacitet dramatisk og priserne faldt. I 1990'erne kunne institutter som Observatoriet anskaffe egne anlæg, som var fuldt ud tilstrækkelige til de fleste opgaver – en stor behagelighed. Mens GIER i 1960'erne var en mirakelmaskine, som vores gæster misundte os, havde alle større universitetsinstitutter nu adgang til computere med regnekraft mange størrelsesordener større end GIERs.

Slut på væksten – død og genopstandelse

Som nævnt i indledningen havde Astronomisk Observatorium vokseværk i 1960'erne, og starten af 1970'erne, både i stab og aktiviteter. I 1960 var størstedelen af arealet på Østervold optaget af boliger til professor, observator og portner. Der var to små kontorer til kontordamer, et auditorium til ca. 20 personer til forelæsninger og møder, men relativt god plads til biblioteket i et større lokale, der dog også var gennemgangsrum, og et mindre læseværelse med tidsskrifter, kartoteker og to arbejdspladser. I havehuset var der to små rum. Det inderste havde lektor Thernøe, som var den eneste videnskabelige medarbejder udover Vinter Hansen, da jeg kom til stedet i 1957.

Kontrasten til 1975 er meget stor. Da var Østervold ofte et mylder af studerende, medarbejdere og gæster, som diskuterede omkring terminalerne til RECKU. Der var indrettet kontorer i både øst- og vestfløjen, hver med 3-4 store rum i stuetagen og 5-7 arbejdsværelser på 1. sal. Med det store antal ny-ansættelser i årene 1965-1975 kunne der nu dårligt presses flere aktiviteter ind på den begrænsede plads. Men det var ikke pladsproblemer, der stoppede væksten i 1970'erne. Det var et brat fuldt stop for stigningerne i statsbevillingerne til universiteterne. De første år mærkede vi ikke ret meget til det, idet der var mulighed for at ansætte nogle kandidater i midlertidige stillinger, fx som ph.d.-studerende eller i forskningsprojekter støttet af fonde. Men for faste stillinger var der lukket i mange år. Og eftersom næsten alle var nyansatte, var der ingen pensioneringer. Derfor gik en hel del af vores kandidater i de følgende mange år til udenlandske universiteter eller internationale organisationer som ESO.

Her skal den følgende udvikling ikke beskrives nøjere, historien indtil 2003 er omtalt i [1]. Meget tilpas kan beretningen her afsluttes med død og genopstandelse. I 1996 blev Brorfelde Observatoriet nedlagt og medarbejderne fra både Brorfelde og Østervold overflyttet til Rockefeller Institutet på Østerbro sammen med rumforskere og geofysikere. Brorfelde og Østervold døde som astronomitempler! Men i dag er hele Brorfelde-området købt af Holbæk Kommune til kultur- og aktivitetscenter med et stærkt astronomiindslag: Første genopstandelse. For mig var det vemodigt at skulle forlade adressen Københavns Observatorium, Øster Voldgade 3, 1350 København K. Men det viste sig hurtigt, at det større miljø på Rockefeller med nem kontakt til Niels Bohr Institutet og H.C. Ørsted Instituttet var en væsentlig fordel for hele astronomiområdet.

I 2005 blev Det Naturvidenskabelige Fakultet reorganiseret. For mig var det lidt chokerende, at Københavns Universitets Astronomiske Observatorium blev nedlagt som selvstændigt universitetsinstitut, navnet forsvandt simpelthen ved et ubemærket dødsfald. Den moderne tids krav kan naturligvis ikke tage hensyn til, at et observatorium har eksisteret siden 1642. I dag er fysikområdet organiseret i forskningsgrupper samlet på Niels Bohr Institutet, og en væsentlig del af aktiviteterne foregår i forskningscentre støttet af danske eller internationale bevillinger til særligt fremragende projekter (som regel lokaliseret sammen med universitetsfolk). Som mange artikler i KVANT bl.a. viser, er forskningsgrupperne særdeles aktive i de mest aktuelle forskningsemner som exoplaneter, sorte huller, mørkt stof, mørk energi og kosmologi. Her er Astronomisk Observatorium, med store traditioner og betydningsfulde navne som Ole Rømer og Bengt Strömgren, genopstået!

Litteratur

- [1] Michael Cramer Andersen (2004), *Astronomi ved Københavns Universitet 1957-2003*, Almanak 2004, side 118, Københavns Universitet.
- [2] Christian Gram (2011), GIER 50 ÅR, Dansk Datahistorisk Forening.
- [3] K. Gyldenkerne (1986), Fyrre år i Brorfelde, *Astronomisk Tidsskrift*, årg. 19, side 97.
- [4] K. Gyldenkerne og P.B. Darnell, C. Thykier (red.) (1990), *Dansk astronomi gennem 400 år*, Forlaget Rhodos.
- [5] J.O. Petersen (1987), Dobbeltperiodiske Cepheider, *GAMMA* 69, nov. 1987, NBI-tryk.
- [6] A. Reiz og J.O. Petersen (1964), Calculations of Main-Sequence Stellar Models, *Astrophysica Norvegica*, bind 9, side 213.



Jørgen Otzen Petersen er dr. scient. i astrofysik og arbejdede med de første danske computere DASK og GIER. Forskningsområdet har været stjerneudvikling og stjernepulsation. Studier af Cepheidevariable stjerner, som svinger med to perioder samtidigt, var en forløber for den moderne asteroseismologi.

Markering af en milepæl – Dorte Olesen formand i 27 år

Selskabet for Naturlærens Udbredelse (SNU) har fået en ny rekordholder. Den siddende formand, Dorte Olesen, overgår nu H.C. Ørsted. Ved generalforsamlingen den 13. april 2015 sagde Ole Mørk Lauridsen bl.a. følgende.

Den første direktion

I juni 1824 valgtes H.C. Ørsted som livsvarig formand for direktionen og prins Christian Frederik som patron. Øvrige direktionsmedlemmer blev etatsråd C.V. Holten, etatsråd Jonas Collin, etatsråd L.D. Fog og professor i zoologi J.C.H. Reinhardt. Da Ørsted døde den 9. marts 1851 havde han været formand i 26,7 år.

Den nuværende direktion

I april 1988 valgtes Dorte Olesen som formand for direktionen. Margrethe II var (og er) protektor. Dorte har således nu været formand i 27 år. Øvrige direktionsmedlemmer er professor i bio-informatik Søren Brunak, DTU, professor i kemi Sine Larsen, KU, professor i farmaci Sven Frøkjær, KU, lektor i geologi Henning Haack, KU, direktør i IBM Søren Damgaard og direktør Ole Mørk Lauridsen.

I sine nu 27 år som formand og ialt 28 år i direktionen har Dorte både medvirket til at videreføre kontinuerede foredragsrækker og tage nye initiativer. I 1988 blev tematiserede foredragsserier introduceret og der blev udsendt plakater til alle biblioteker og relevante institutter. Resultatet var meget fint – tilhørerne kom strømmende – det var særlig opløftende i lys af, at Selskabet i 1980-87 havde haft en vanskelig periode med stor medlemstilbagegang og lave tilhørertal.

Journalistisk formidling

I 1987 blev det besluttet at sætte fokus på den journalistiske formidling af naturvidenskab ved at reservere en serie på 5 H.C. Ørsted Medaljer i sølv til fremtrædende videnskabsjournalister. Første uddeling i 1988 var til Niels Blædel, mangeårig redaktør af *Naturens Verden*. Anden uddeling i 1990 var til Jens J. Kjærgård, mangeårig videnskabsjournalist på Berlingske Tidende.

I 1970'erne og 1980'erne var dagbladene primært kritiske overfor nye naturvidenskabelige og tekniske gennembrud. Udover de nye medaljer tog SNU i 1990 initiativ til en rundbordssamtale med en kreds af fremtrædende avisredaktører. Ove Nathan argumenterede her stærkt for, at de store aviser burde lægge mere vægt på en balanceret omtale af ny naturvidenskab og teknik. Dette fik betydning for nye store videnskabsstillinger, fx Berlingske Tidendes "Univers". Billedet viser et "Ørsted"-nummer af Berlingskes "Univers" fra 12. januar 1999.



Et vigtigt tidsskrift bliver til KVANT i 1990

I 1902 grundlagde en kreds under ledelse af lektor, dr.phil. Kirstine Meyer et Fysisk Tidsskrift. *Fysisk Tidsskrift* henvendte sig både til gymnasielærere og forskere. I 1905 overdrog udgiverkredsen bladet til SNU. I 1963 kom et særnummer som Mindeskrift for Niels Bohr, der blev genoptrykt i 2013. Den sidste redaktør, professor N.O. Lassen modtog H.C. Ørsted Medaljen i sølv, da bladet i 1990 blev "transformeret" til KVANT, som udover SNU fik Dansk Fysisk Selskab med i udgiverkredsen.

Legater og Ørsted medaljer

I 1942 blev der oprettet et mindelegat for Kirstine Meyer, f. Bjerrum (1861-1941), der var den første kvindelige dr.phil. i fysik. Legatet tildeles lovende unge studerende eller kandidater i fysik og kemi og er siden 1988 uddelt 12 gange, senest i 2014.

I år 2000 blev det besluttet, at uddele H.C. Ørsted Medaljen i bronze for andre typer formidling end det skrevne ord. Den er uddelt fem gange, senest i 2012. I 2012 blev det besluttet, at uddele en serie bronzemedaljer til inspirerende gymnasielærere indenfor SNU's fagkreds. Den er uddelt i foreløbig tre år.

Foredragsprogrammerne

Tema-programmerne kører stadig, i 2013 havde vi "Niels Bohr"-tema i anledning af 100-året for hans atommodel. Foråret 2014 var temaet "Krystallografi" i anledning af det internationale krystallografiår. Efteråret 2014 var tilrettelagt i snævert samarbejde med DTU Aqua og havde temaet "Livet i havet". Foråret 2015 er temaet "Nanoscience og nanoteknologi" og i efteråret 2015 bliver temaet nye spændende grundforskningscentre i Danmark.

Dorte som leder af direktionen

Dorte er god til at motivere direktionens medlemmer til at yde en indsats med at finde emner og foredragsholdere. Hun hygger om os i direktionen og får os til at arbejde med strategi og nye initiativer. Dorte bruger sit eget store netværk til gavn for SNU. Hun er kort sagt en god formand og leverer en stor indsats.

