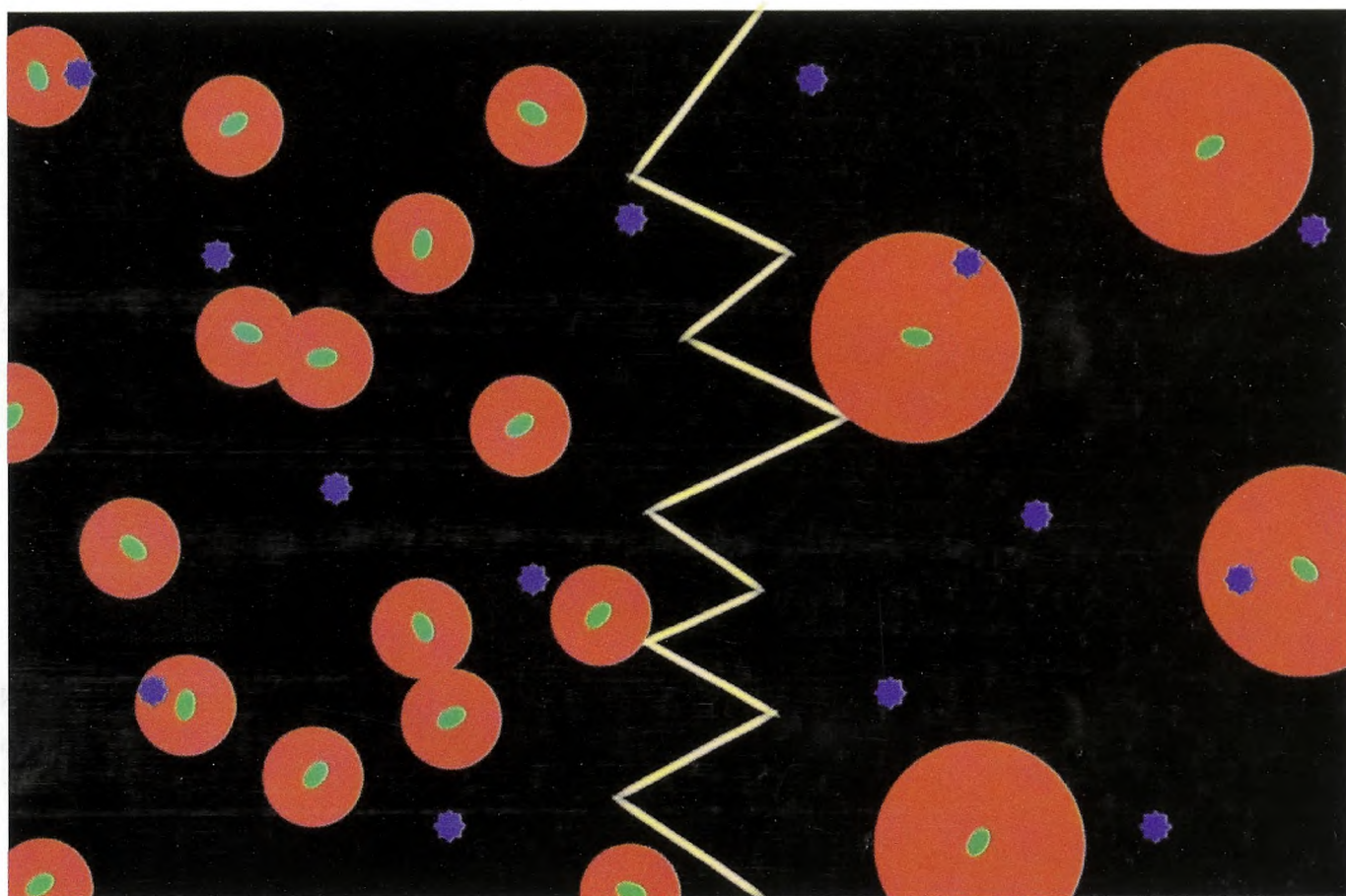




- PLANETEN MARS OG VÆKSTEN AF ORDEN I UNIVERSET •
- OM BEVIDSTHED, FYSIK OG KOSMOLOGISKE PRINCIPPER •
- "PLADS TIL AT BEGÅ FEJL" • NYHEDER FRA KVANT, AS, DFS, DGF OG SNU •
- GALAKSER I DET TIDLIGE UNIVERS • TIL RUMFÆRGEOPSENDELSE HOS NASA •

LØSSALGSPRIS: 35 KR

KVANT

Tidsskrift for Fysik og Astronomi

Ørsted Laboratoriet, Niels Bohr Institutet
Universitetsparken 5
DK-2100 København Ø

E-mail : kvant@nbi.dk
Giro : 5 84 31 46

Udgives af

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

Redaktion

Jens Olaf Pepke Pedersen (ansv. red.)
DCESS, NBIfAFG, KU
Michael Cramer Andersen (nyhedsred.)
Astronomisk Observatorium, KU
Camilla Bacher
Kemisk Institut, KU
Jørgen Friis Bak
Aarhus Universitet
Jørn Johs. Christiansen
Roskilde Kathedralskole
Torsten Freltoft
Sophion Bioscience A/S
Mogens Esrom Larsen
Matematisk Institut, KU
Finn Berg Rasmussen
Ørsted Laboratoriet, KU
Svend E. Rugh
Ove Østergaard
Silkeborg Amtsgymnasium

Kvant udkommer 4 gange årligt og er medlemsblad for de udgivende selskaber.
Abonnementspris: 135 kr/år.

Annoncepriser

1/1 side	3000 kr
1/2 side	1600 kr
1/4 side	1000 kr
Farvetillæg	1800 kr

Priserne er excl. moms og for reproklart materiale. Henv. om annoncer til redaktøren, tlf. 35 32 05 73 / fax 35 32 05 76. Henv. vedr. abonnement til forretningsfører Lene Kørner tlf. 35 32 07 62 (koerner@math.ku.dk).

Oplag: 3.000. Tryk: P. J. Schmidt A/S,
Vojens. ISSN 0905-8893



Produktionsplan

Nr. 3-01 udkommer ca. 15. september
Nr. 4-01 udkommer ca. 15. december
Nr. 1-02 udkommer ca. 15. marts
Deadline for mindre bidrag og annoncer er ca. en måned før, længere artikler skal modtages mindst to måneder før.

Indhold:

Galakser i det tidlige Univers, II: DLA Galakser

Palle Møller og Johan P. U. Fynbo 3

Planeten Mars og væksten af orden i Universet

Jens Martin Knudsen 12

Ove Poulsen: "Plads til at begå fejl"

Jens Olaf Pepke Pedersen 20

Nyt fra Dansk Geofysisk Forening 22

Nyt fra Astronomisk Selskab 23

Nyt fra Dansk Fysisk Selskab 24

Om bevidsthed, fysik og kosmologiske principper

Kay Akselbo 26

Nyt fra Selskabet for Naturlærens Udbredelse 31

Kvant-nyheder

Michael Cramer Andersen 34

Til rumfærgeopsendelse hos NASA

Michael Cramer Andersen Bagsiden, (fortsættes side 33)

Redaktionen af KVANT modtager meget gerne læserbreve, spørgsmål, forslag til artikler osv. fra læserne. En vejledning til nye forfattere findes på www.nbi.dk/dfs/KVANT.html. For tiden modtager redaktionen glædeligvis et stort antal bidrag. Desværre kan der med bladets begrænsede sideantal og udgivelsesfrekvens ofte være lang ventetid på at få et bidrag trykt, ligesom vi ikke får plads til alle bidrag. Vi prøver at holde forfatterne underrettede om deres indlæg, men hvis man ønsker at kende status for et bidrag, må man gerne kontakte redaktionen på e-mail: kvant@nbi.dk.

Henvendelser vedrørende abonnement og adresseændring kan foretages til Lene Kørner (koerner@math.ku.dk, telefon 35 32 07 62). Bestilling af classesæt og ældre numre af bladet (20 kr. / stk.) kan afgives på kvant@nbi.dk.

Forsiden:

DLA GALAKSER

Forsidebilledet illustrerer at samme dækningsgrad kan opnås med få store skyer og med mange små skyer. Den observationelle forskel er afstanden mellem kvasaren (blå) og DLA galaksen (grøn). Få forklaringen i artiklen på side 3 af Palle Møller og Johan Fynbo. (Forfatterne siger tak til E. Møller-Gerber for hjælp med den grafiske produktion af forsidebilledet samt figur 2 på side 5).

Galakser i det tidlige Univers, II: DLA Galakser

Palle Møller og Johan P. U. Fynbo, Europæisk Syd Observatorium, Garching, Tyskland

Igennem de sidste 35 år, siden opdagelsen af mikrobølge baggrundstrålingen i 1965, har der hersket en lidt besynderlig situation mht. vores forståelse af universet. De første få minutter af universets udvikling mente vi at forstå i detaljer, og universets nuværende fase (ca. 10^{10} år senere) havde vi kunnet studere siden menneskehedens barndom og derved få et indgående kendskab til. Det meste af den mellemliggende periode, hvor alle de ting vi ser omkring os er blevet dannet, kendte vi imidlertid stort set intet til. Ydermere var det sådan, at der ikke syntes at være nogen kendt fysisk proces, der kunne forklare hvordan vores nuværende univers kunne have de strukturer som vi nu ser.

På en måde kunne man argumentere, at det egentlig var ligegyldigt. Vi havde fået svar på det gamle spørgsmål: "Hvordan er det hele startet?". Detaljerne i udviklingen derfra og til nu kunne måske være morsomme at kortlægge, men ville ikke bringe nogen ny og dyb indsigt. Dette argument (og det blev faktisk ført frem) var selvfølgelig fundamentalt forkert.

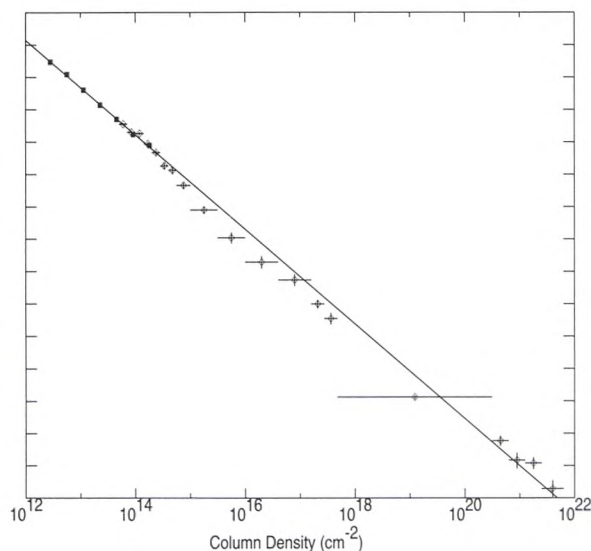
De sidste 1-2 årtier af forrige årtusinde så en rivende udvikling indenfor teleskop-, detektor- og rumfartsteknologien. Dette medførte en eksplosiv udvikling i den observerende kosmologi. Pludselig var det muligt at observere de faser af universets udvikling, der før havde været skjult bag gardiner af detektorstøj og atmosfærestøj, og det blev efterhånden klart, at nogle ekstra ingredienser i modellen af universets start var nødvendige. Først og fremmest måtte vi postulere eksistensen af ukendt mørkt stof i en mængde som totalt dominerede den samlede mængde stof i universet. Dernæst måtte vi inkludere en inflatorisk fase meget tidligt (en brøkdel af et sekund efter universets start), og her senest lader det til at være vanskeligt at komme uden om en kosmologisk konstant. Alt i alt blev det til en signifikant ændring af vort syn på det tidlige univers, og der er givetvis flere overraskelser, der lurar i kulisserne.

I den første artikel om galakserne i det tidlige univers [1], gik vi igennem nogle af de nødvendige detaljer om universets udvikling. For nem reference giver vi i box 1 på side 6 et superkomprimeret resumé af kosmologien som vi nu har forstået den. I den første artikel forklarede vi også, hvordan vi har opnået at få et detaljeret billede af, hvorledes gassen er fordelt i universet, fordi vi kan se de "fingeraftryk" som gassen efterlader i form af absorptionslinier i spektrene af kvasarer ved høj rødforskydning [2]. I denne artikel vil vi beskrive, hvordan den lange søgen efter objekterne, der er ansvarlige for disse absorptionslinier, omsider er ved at bære frugt.

Brintgassen viser hvor det sker

I hvad der følger, spiller den interne hastighedsdispersion af gassen i en sky ikke nogen større rolle, og vi kan derfor ignorere den. Gør vi det, så gælder der, at styrken af en absorptionslinie er givet ved antallet af absorberende atomer per arealenhed, hvad vi skal referere til som "søjletæthed". Dvs. man kan tænke sig et rør med et tværsnit på 1 cm^2 og en længde der svarer til skyens diameter (af størrelsesorden 10^5 lysår). Søjletætheden (N) er så antallet af absorberende atomer i dette rør.

Hvis vi kigger på fordelingen (figur 1) af søjletætheder, $f(N)dN$, af neutralt brint (HI i astronomisk jargon, i modsætning til ioniseret brint: HII), så finder vi, at den følger en potenslov $f(N)dN \propto N^{-\beta}dN$, hvor $\beta \simeq 3/2$. Denne værdi af β betyder, at langt den største del af skyerne har meget små søjletætheder. På trods af dette finder man (når man integrerer fordelingen op), at langt størstedelen af HI i det tidlige univers var samlet i de meget få skyer med meget stor søjletæthed.



Figur 1. $\text{Log}(f(N))$, fordelingen af Lyman- α absorberende skyer, som funktion af deres søjletæthed af neutralt brint. Selvom der kun er meget få skyer med stor søjletæthed, findes den største del af den neutrale gas i det tidlige univers i disse få skyer.

Ionisationsgrænsen for brint findes ved en bølglængde på 91.2 nm. Dette er Lyman-grænsen (eller Lyman-kanten) som vi diskuterede i detaljer i den første artikel. Absorptionstværsnittet ved Lyman-grænsen er sådan, at for en søjletæthed på ca. 10^{19} HI atomer cm^{-2} vil absorptionen ved $\lambda < 91.2 \text{ nm}$ være næsten 100%. Effekten af dette er, at skyer med

CAPRES A/S SØGER

TECHNOLOGY MANAGER OG MEMS PROCESS ENGINEER

Som led i opbygningen af vor virksomhed søger vi:

TECHNOLOGY MANAGER

- Du vil blive ansvarlig for etablering og udbygning af kontakt til industrielle kunder.
- Du har en kandidatgrad inden for f.eks. fysik eller kemi (kendskab til ledende polymerer vil være ideelt), eller en tilsvarende ingeniør-baggrund.
- Du er udadvendt og flydende i engelsk (mundtligt og skriftligt).
- Erfaring med industrielt salg vil være en fordel.

MEMS PROCESS ENGINEER

- Du bliver ansvarlig for design og produktion af MEMS-prober. Opgaverne vil omfatte design og modellering af nye probe-typer, styring af foundry-produktion og processering i klasse 100 renrum.
- Du er fysiker eller ingeniør og har praktisk erfaring med silicium mikro-fabrikation. Du har kendskab til standard bulk micromachining, både de grundlæggende principper og den praktiske kemiske processering.
- Du har formentlig designet og fremstillet MEMS-prober i et par år. Erfaring med foundry outsourcing vil være et plus.

Capres A/S er en nystartet virksomhed, der udvikler mikro-elektro-mekaniske systemer (MEMS). Det går stærkt. Så vi har brug for flere medarbejdere med lyst til at skabe fremtidens mikroelektronik.

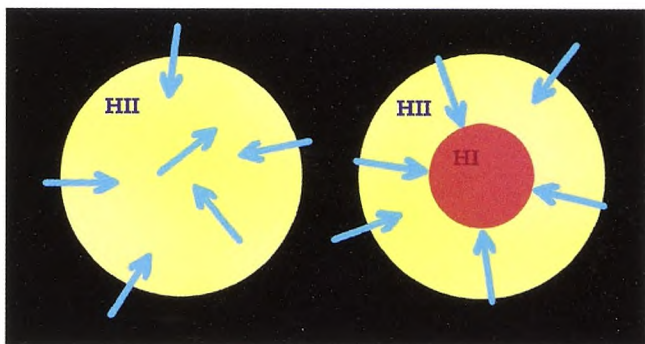
Capres A/S arbejder med udvikling af komponenter til måling af ledningsevnen i højteknologiske materialer. Mikro-elektro-mekaniske systemer (MEMS) er fremtidens teknologi og i rivende udvikling. Et af vores fokusområder er måling på ledende polymerer, som bruges i nye high-tech produkter.

Capres A/S udspringer af forskningsmiljøet ved Mikroelektronik Centret på DTU. Vi har arbejdet med idéudvikling i et par år og i 2001 fik vi tilført venturekapital fra Lønmodtagernes Dyrtidsfond og A/S Dansk Erhvervsinvestering. Vi har i dag en række lovende patenter, og vores næste skridt er udvikling og salg af konkrete produkter og kompetencer i samarbejde med industrielle partnere.

Send din ansøgning til Capres A/S, c/o MIC, DTU, bygning 345 øst, 2800 Kgs. Lyngby, Att: Troels Gert Nielsen, E-mail jobs@capres.com, Telefon 45 25 67 00 / 23 63 83 23.

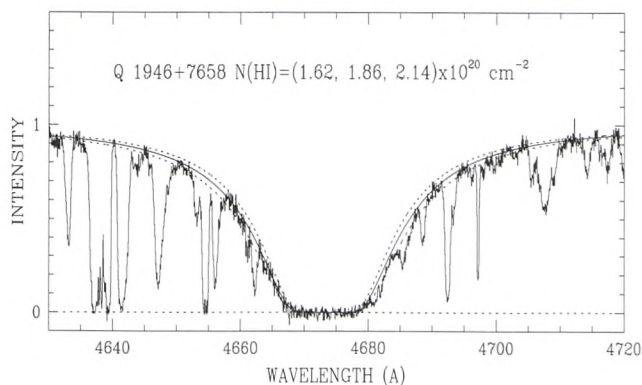
www.capres.com

$N(\text{HI}) > 10^{18} - 10^{19}$ "lukker af" for udefrakommende fotoner, der er i stand til at ionisere brint. Vi siger, at sådanne skyer er "selvafskærmende", fordi den ioniserende stråling ikke kan nå ind til deres centre (figur 2).



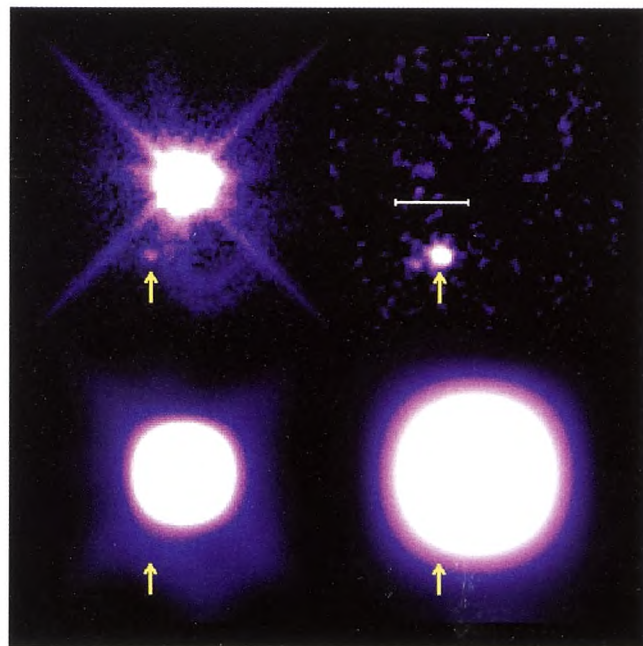
Figur 2. En sky med lav søjletæthed (venstre figur) vil være kraftigt ioniseret (HII). Ioniserende fotoner (vist som blå pile) har fri adgang til at passere ind i alle dele af skyen, så hver gang et brintatom rekombinerer, vil det straks blive ioniseret igen. Gassen er i ionisationsligevægt. De frie elektroner i skyen udgør en separat "elektrongas", og trykket af denne gas vil forhindre, at gravitationskraften kan få skyen til at falde sammen. Hvad sker der nu, hvis skyen bliver fodret med ekstra gas og derved begynder at vokse? Først sker der ikke meget; skyen vil vokse, men elektrongassen vil forhindre, at skyen komprimeres. På det tidspunkt hvor søjletætheden vokser til lidt over 10^{17} HI atomer cm^{-2} , vil antallet af ioniserende fotoner i skyens centrum begynde at dale. Når søjletætheden når 10^{19} vil der stort set ikke være nogen tilbage derinde. Effekten forstærker nu sig selv, fordi et rekombineret brintatom i centret forbliver neutralt, da der ikke længere er ioniserende fotoner tilstede. Skyen har nu fået en to-zone struktur (højre figur) med en central kerne af kold HI-gas og en ydre skal af HII-gas.

En sky der er selvafskærmende har altså en kerne af næsten neutral gas. Neutral gas har ikke det store tryk fra de frie elektroner til at modvirke et kollaps, hvilket betyder, at de indre dele af skyen nu kan begynde at trække sig sammen i større eller mindre klumper. Hvor hurtigt en sådan sammentrækning kan foregå afhænger af hvilke kølemekanismer, der er til rådighed. Dette er et af de centrale, endnu ikke klarlagte, spørgsmål om-



Figur 3. Et eksempel på en Dæmpet Lyman- α Absorptionslinje. Bemærk de brede "vinger" der altid er til stede, og som gør det simpelt at genkende en DLA.

kring dannelsen af de første lysende objekter i det tidlige univers. I hydrodynamiske simuleringer (se f.eks. vores første artikel [1]) ses, at når en sky er kommet til dette punkt, så vil dens centrale del hurtigt udvikle sig til en lille kompakt klump af kold gas med stor tæthed. Dette er den type miljø, hvor vi ville forvente at stjerner kan dannes, og i simuleringerne kalder man derfor disse klumper for "galakser".



Figur 4. Billede taget med Hubble Rumteleskopet af kvasaren PKS0528-250 og af DLA galaksen Q0528-250-S1. Venstre øverst: Oprindeligt billede, kvasaren er det klare objekt men Q0528-250-S1 kan lige anes over pilen. Højre øverst: Vi har her fratrasket kvasar-PSF'en (se teksten for detaljer), og hævet kontrasten. DLA galaksen ses nu tydeligt, og den ses at bestå af to sub-komponenter, en svag og en meget svag. Den hvide "lineal" over DLA galaksen angiver billedets skala; den har en længde på 1 buesekund. Venstre nederst: Vi har her degraderet opløsningen af det oprindelige billede til den opløsning der typisk er den bedste man nu om dage forventer at opnå med et teleskop på Jorden. Højre nederst: Vi har her degraderet opløsningen af det oprindelige billede til den opløsning der var typisk for et godt teleskop for 9 år siden da Q0528-250-S1 blev opdaget. Pilene peger i hvert af de fire billeder på samme position.

Dæmpede Lyman- α Absorptionslinier

Hvis en kvasar var anbragt bag en sådan klump, så ville klumpen give sig til kende som en meget kraftig absorptionslinje i kvasarens spektrum. Hvis sigtelinien igennem klumpen skulle gå igennem et område, hvor søjletætheden er større end $2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$, kommer der specielle effekter i spil. Det er på det punkt, at dæmpningen af den kvantemekaniske oscillator i brintatomet bliver synlig, og resultatet er, at absorptionslinjen får brede "dæmpningsvinger". Man kalder sådanne absorptionslinier Dæmpede Lyman- α Absorptionslinier, eller DLA'er. I figur 3 kan man se profilen af en DLA. Der er ikke noget specielt magisk ved DLA'er. Deres specielle interesse ligger i, at de er veldefinerede. Hvis

vi finder en kraftig absorptionslinie i et kvasarspektrum, så skyldes det *enten* en sky med stor søjletæthed *eller* en tilfældig sammenklumpning af 3–4 linier fra meget mindre skyer. Hvis vi derimod ser de brede vinger, så kan vi være *sikre* på at det er en sky med $N(HI) > 2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$.

DLAer udgør således en meget veldefineret undergruppe af gasskyer med stor søjletæthed, for hvilke søjletætheden kan måles med stor nøjagtighed. Dette er grunden til, at de har speciel interesse. Siden studiet af DLAer tog sin begyndelse, har man detekteret godt og vel 100 DLAer i kvasarspektra [3].

Den lange søgen efter DLA galakser

Naturligvis har vi uddybet vores forståelse af DLAer over de sidste to årtier, men den generelle erkendelse af, at de på en meget direkte måde må være forbundet med de tidligste stadier i galaksedannelse, har der været temmelig bred enighed om fra første færd. Det var derfor indlysende, at det var vigtigt at finde selve de objekter, der "ejer" den gas, der forårsager DLA absorptionen, for at kunne studere dem i detaljer. I almindelighed henviser man til disse hypotetiske objekter som "DLA galakser", og vi skal i det følgende holde os til denne tradition, på trods af at de sandsynligvis ikke har megen lighed med galakser som vores Mælkevej eller Andromeda Galaksen.

Fra studiet af et stort antal kvasarspektre kan man tælle, hvor ofte man finder en DLA, og hvor ofte man ikke finder en DLA. Dette forhold giver direkte sandsynligheden for at finde en DLA, eller udtrykt på en anden måde, universets "dækningsgrad" af DLAer. I praksis afhænger dækningsgraden af hvilket rødforskydningsinterval man søger i, og kan udtrykkes på denne måde [3]

$$\frac{dN}{dz} = 0.05 * (1 + z)^{1.2}$$

For $z = 3$ får vi således $dN = 0.26dz$, hvilket betyder, at hvis vi observerer i en tilfældig retning, så vil der være 26% sandsynlighed for, at vi kigger igennem en DLA sky med en rødforskydning mellem 2.5 og 3.5. Hvad vi derimod ikke kan få noget at vide om på denne måde er, hvor mange der er, eller hvor store de er. Dette er illustreret på Kvants forside, hvor det ses, at vi kan opnå at dække den samme brøkdel af himlen med få store DLA skyer (de røde cirkelskiver), eller med flere små DLA skyer. Den store forskel kommer, når vi kigger på afstanden mellem kvasarer (markeret som violette stjerner) og de DLA galakser (grønne ellipser), der ejer gasskyerne. I første tilfælde vil gennemsnittet af denne afstand være meget større end i andet tilfælde. Denne forskel bliver af central betydning, når man ønsker at finde de hypotetiske DLA galakser som man forventer at finde tæt på centrene af skyerne. Hvis der er mange små skyer, vil en DLA galakse ligge meget tæt på kvasaren med absorptionslinien. Hvis der er få

Box 1. Kort kosmologi kompendium

Inflation: En tidlig fase af inflation (eksponentiel udvidelse) pustede en lille brøkdel af universet op til hvad vi idag kalder "det observerbare univers", dvs. den del af universet som vi har mulighed for at observere.

Rekombination: Ca. 300.000 år senere var vores del af universet ekspanderet og afkølet til det punkt, hvor elektronerne kunne indfanges af protonerne (i hvad vi kalder "rekombinationsperioden") for derved at danne neutrale brintatomer.

Frakobling: Hvor det før rekombination var umuligt for den elektromagnetiske stråling at gennemtrænge gassen af frie elektroner, kunne den nu frit bevæge sig igennem den neutrale brintgas. Dette er hvad der menes med, at strålingen "frakobler". De individuelle frakoblede fotoner lever nu alene i det ekspanderende univers i de følgende ca. 10 milliarder år.

Mikrobølge baggrunden: Fotonerne ekspanderer videre sammen med universet, så deres bølgelængde bliver større og større. Efterhånden som universet bliver ældre, bevæger de frakoblede fotoner sig således igennem det elektromagnetiske spektrum fra det ultraviolette, gennem den blå, grønne og røde del af det optiske spektrum, igennem det infrarøde, for at ende op idag som mikrobølger. Det er denne mikrobølge baggrundsstråling vi idag kan observere, og som vi betragter som et af de mest fundamentale beviser på, at vi har en god forståelse af, hvad der skete i universets barndom. Det er instruktivt at forestille sig, at hvis vi havde eksisteret i en meget tidligere fase af universets udvikling, så ville nattehimlen ikke have været sort, men måske rød eller grøn.

Mørkt stof: Udover fotonerne og proton/elektron gassen er der noget andet som udgør langt den største del af massen i universet. Fluktuationer i massetætheden af dette, indtil nu uopdagede, mørke stof giver lokale minima i det gravitationelle potentiale. Disse minima vil tiltrække mere mørkt stof, og efter at gassen kobler fra fotonerne vil også gassen begynde at falde ind i de mørke haloers gravitationsfelter. De mørke haloer selv vil aldrig kunne ses, men paa et eller andet tidspunkt vil massetætheden i en mørk halo vokse til et punkt hvor stjerner, eller måske et sort hul, eller begge dele, kan dannes. På dette tidspunkt vil denne halo blive synlig som et af de første objekter i det tidlige univers.

store skyer, vil vi forvente for det meste at finde DLA galaksen længere fra kvasaren. Hvorfor dette viste sig at komme til at være af central betydning, forklarer vi i næste afsnit.

Flere grupper gik straks igang med, fra de største teleskoper der dengang var tilgængelige, at søge efter DLA galakserne selv. Udover at DLA galakserne forventedes at være meget svage, hvilket betød at man kun kunne bruge de allerstørste teleskoper, var der også en mulighed for, at de kunne være endog meget små. Tilsammen ville disse to forhold gøre det i praksis umuligt at finde dem overhovedet, p.g.a. billedet af den klare kvasar ved siden af. Over en periode på næsten 10 år blev der kun rapporteret om nul-detektioner og øvre grænser. Ikke før 1993 blev den første "bona fida" DLA galakse detektion rapporteret [4], og de to følgende kom med tre års mellemrum i 1996 og 1999 [5, 6].

PSFen: Punkt-Sprednings-Funktionen

Hvorfor var DLA galakserne så svære at finde? Kort fortalt er det fordi skyerne viste sig at være så små, at det var næsten umuligt at opdage de svage DLA galakser så tæt på de klare kvasarer. Vi skal ikke her gå dybt i de tekniske detaljer, men en kort beskrivelse er påkrævet. I praksis er der intet billede i verden der kan være uendeligt skarpt. Hvor skarpt et billede fra et givet kamera eller fra et givet teleskop kan være, er bestemt af mange faktorer (f.eks. kvaliteten af optikken, opløsningen af filmen eller CCDen og uro i atmosfæren). Den samlede effekt er, at et billede taget af et punkt med *uendelig lille* udstrækning vil vise sig på billedet som en klat med en *endelig* udstrækning. Udstrækningen og formen af denne klat kalder vi "Punkt-Sprednings-Funktionen" eller "PSFen".

Hvis to objekter ligger så tæt på hinanden, at deres afstand er meget mindre end udstrækningen af PSFen, så kan de to objekter ikke skelnes enkeltvis; de ses som et samlet blob. Hvis de ligger meget langt fra hinanden sammenlignet med PSFen, så kan de nemt ses som to objekter. Hvis de to objekter har en afstand, der er omkring det samme som størrelsen af PSFen, så vil det måske være muligt, ved hjælp af meget avanceret analyseteknik, at separere billedet af de to objekter til to billeder. Udstrækningen af PSFen kalder vi almindeligvis billedets "opløsning", fordi det er den der sætter grænsen for, hvor tætte objekter vi kan opløse i to individuelle billeder.

I figur 4 illustrerer vi, hvor vigtig opløsningen (PSFen) er for den, der leder efter DLA galakser. Billedet viser den første DLA galakse, der blev fundet (Q0528-250-S1). Denne galakse kunne dengang kun lige akkurat skimtes på et billede optaget med hvad der dengang var det største ESO teleskop, 3.6m teleskopet på La Silla, Chile [7]. Det seneste billede optaget med STIS instrumentet på Hubble Rumteleskopet, som vi viser i figur 4, har en opløsning der er 10 gange bedre, og her fremtræder DLA galaksen klart (over pilen øverst til venstre). Udover den bedre opløsning har rumteleskopet en anden fordel; det skal ikke kigge igennem atmosfæren. Dette betyder, at PSFen kun er bestemt af teleskopets optik og kamera. Der er ikke det meget

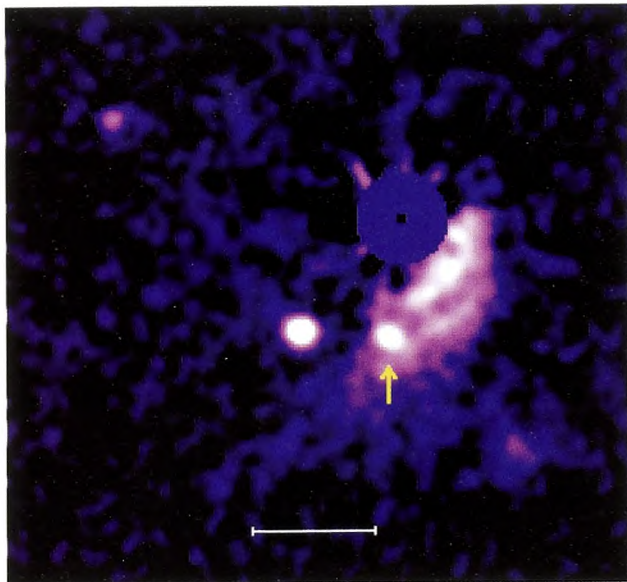
varierende bidrag fra lufturoen. PSFen er derfor stort set konstant, og vi kan bestemme hvorledes den ser ud ved at analysere andre billeder taget med STIS. Når vi gør det, og trækker denne PSF fra billedet af Q0528-250-S1, så får vi det billede, der ses øverst til højre i figur 4. Dette er et billede af en DLA galakse i så stor detalje som det idag er muligt at opnå.

Betragt, som en simpel illustration af problemet, følgende eksempel: Anbring to cykellygter på toppen af et bjerg 48 millimeter fra hinanden. Bestig et andet bjerg 10 km væk, og ret dit teleskop mod de to cykellygter. Spørgsmålet er nu, om du ser de to lygter som en enkelt klat lys, eller som to klatter lys. Afstanden 48 mm set fra en afstand af 10 km svarer til en vinkelafstand på 1 buesekund. De fleste moderne astronomiske teleskoper ville ikke have noget problem med denne opgave. For at sammenligne med DLA eftersøgningen skal den ene lygte nu gøres en faktor 1000 svagere; man kan f.eks. smide en frakke over den for at absorbere de 99.9% af lyset. Kun Hubble ville nu være i stand til at se begge lygter 10 km derfra.

DLA galakser: Kosmologiens LEGO klodser

Efter opdagelsen af de første DLA galakser var det klart hvorfor de var så svære at finde. DLA skyerne måtte være små, og der måtte være mange af dem. Med bestemmelsen af afstanden mellem kvasar og DLA galakse ville det være muligt at benytte argumentet givet ovenfor baglæns, og dermed bestemme både størrelsen af DLA skyerne i det tidlige univers, og også antallet af dem. En første approximativ bestemmelse [8] viste at DLA skyerne ved $z=3$ *ikke* var at sammenligne med de store spiralgalakser vi kender idag (dvs. som f.eks. Mælkevejen), men at nutidens spiralgalakser derimod måtte være trinvist opbygget af mange DLA galakser. Der er således god grund til at forestille sig DLA objekter, ikke som *egentlige* DLA galakser, men snarere som de første "galakse byggesten", eller som kosmologernes LEGO klodser. En forudsigelse der følger af dette er, at vi vil forvente at finde at mange af DLA galakserne har naboer tæt på, som de er ved at kolliderer med. Muligvis vil vi også finde tegn på aktive kollisioner i form af lange haler af gas der bliver slynget ud af de tidevandskræfter, der virker mellem galakser når de passerer tæt forbi hinanden. Lyman-kant galakserne (se vores første artikel [1]) selv er, med stor sandsynlighed, opbygget ved sammensmeltning af endnu tidligere DLA objekter.

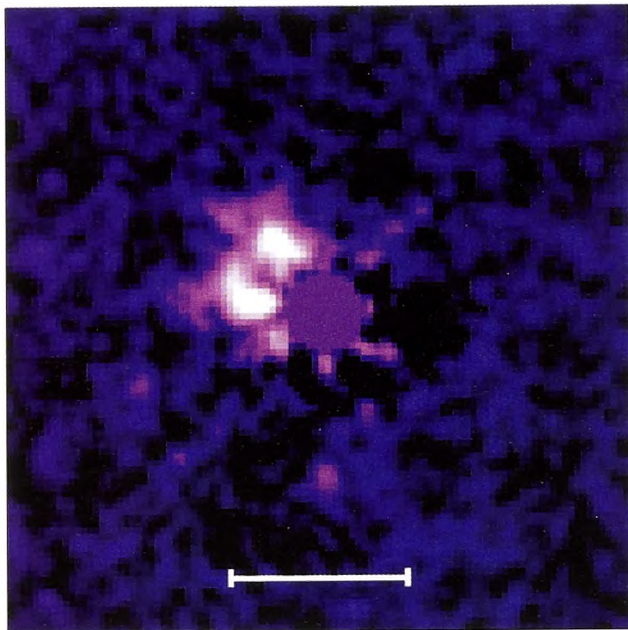
Hvordan kunne vi nu være så sikre på det? Tja, helt sikker kan man jo ikke være, når man har en testgruppe af kun tre objekter. Med så få testobjekter kan man altid argumentere for, at der er "noget særligt" ved udvælgelsen af hver enkelt objekt. Det var derfor klart, at det på det tidspunkt var på tide med et veldefineret projekt, der een gang for alle kunne løse gåden om DLA objekterne.



Figur 5. DLA galaksen mod Q2206-199N er markeret med en pil. Det rundt udseende objekt midt i billedet er en kold stjerne i vores egen galakse og har intet med DLAen at gøre. "Halen" der strækker sig opad mod højre er med stor sandsynlighed stof der er trukket ud af galaksen under en nylig kollision.

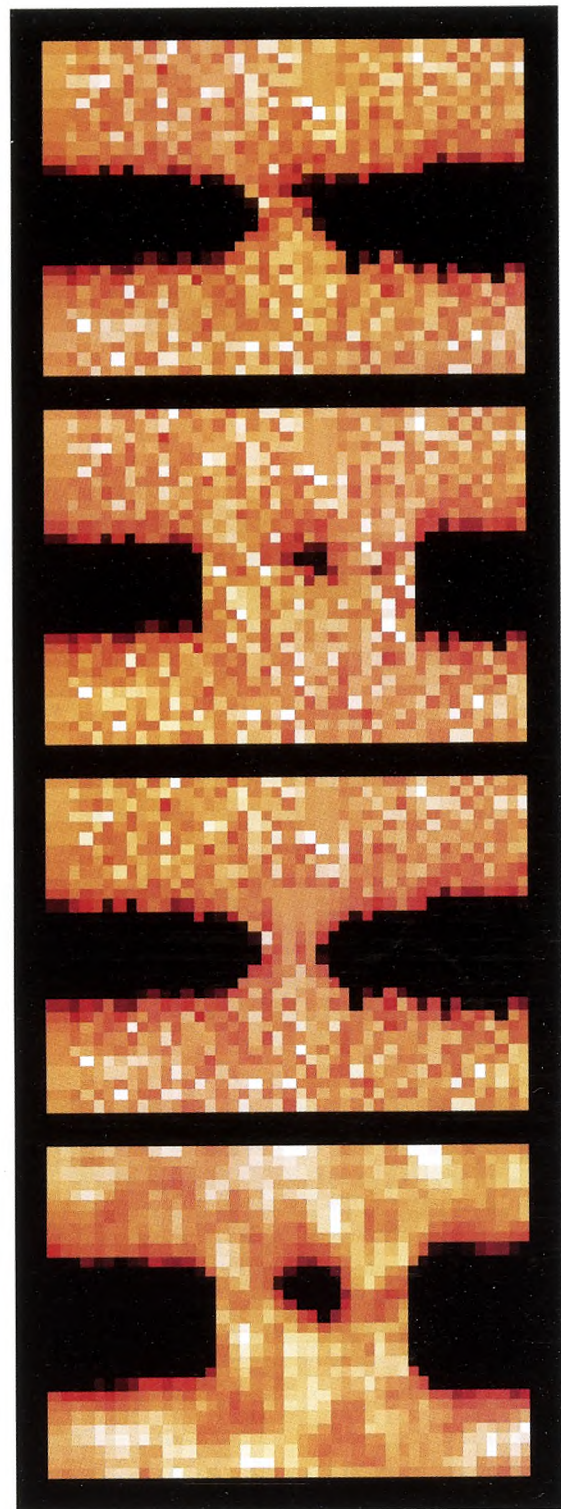
DLA galakse projektet

Fordi vi forventede, at DLA skyerne var meget små, ville projektet kun kunne gennemføres med Hubble Rumteleskopet. I samarbejde med astronomer fra England (S. Warren), fra Holland (P. Jakobsen) og fra USA (M. Fall) planlagde vi projektet, der skulle finde en re-



Figur 6. Feltet omkring kvasaren Q0049-2820 efter PSF-subtraktion. Den hvide streg angiver igen en vinkelafstand på 1 buesekund.

præsentativ testgruppe af DLA galakser. Dybe optagelser af himmelfeltet omkring 16 kvasarer med DLAer skulle optages af Hubble teleskopet i både syn-



Figur 7. 2D-spektrum af kvasaren Q2206-199N. Kun en lille del af spektret lige omkring DLA linien er vist. Den samme del af spektret er vist fire gange. Bølgelængdedimensionen er vandret, den rumlige dimension er lodret. Øverst: Det observerede spektrum. Hullet i midten af spektret er DLAen. Billede 2 fra oven: Spektret efter SPSF-subtraktion. Billede 3 fra oven: SPSF model-spektrum. Nederst: Samme som "Billede 2 fra oven" men filtreret for at hæve kontrasten.

ligt lys og i det infrarøde. Observationerne med Hubble er næsten færdige nu, og vi er i fuld gang med at analy-

sere dataene. I denne artikel viser vi for første gang nogle af disse optagelser, som endnu ikke er blevet offentliggjort. Billedet i figur 4 af Q0528-250-S1 er een af disse optagelser, og i figur 5–6 viser vi endnu to af felterne optaget med STIS instrumentet i synligt lys.

I figur 5 og figur 6 viser vi felterne omkring kvasarene Q2206-199N og Q0049-2820, efter vi har fjernet kvasar-PSF'en. Som regel er en kvasar så klar, at den mætter de centrale CCD-pixler af dens PSF. Denne del af billedet bliver derved ødelagt, og det er i så tilfælde ikke muligt at få noget brugbart ud af området lige omkring kvasar-PSFens centrum. Størrelsen af det ødelagte område vil afhænge af, hvor klar kvasaren er. I figur 5–6 har vi markeret de tabte områder ved at indsatte en flad cirkulær skive.

Man kunne nu tro, at med analysen af de dybe Hubble optagelser er vores arbejde gjort. Desværre er dette blot begyndelsen, det svære arbejde kommer bagefter. Kigger vi f.eks. på figur 5, så ser vi en kompleks struktur af emissionsområder. Hvilket som helst af disse objekter kunne i teorien være DLA galaksen. Måske er de allesammen dele af en meget kompleks DLA galakse, måske har ingen af dem noget med DLA galaksen at gøre overhovedet. Siden vi her kigger tværs igennem stort set hele universet, vil der altid være risikoen for, at der tilfældigvis ligger et objekt eller to langs med synslinien. Vi kan derfor ikke være sikre på, at vi faktisk har et billede af en virkelig DLA galakse, indtil vi har målt dens rødforskydning og sammenlignet den med rødforskydningen af absorptionslinien.

For at måle rødforskydningen er det nødvendigt at optage et spektrum. At optage et spektrum er langt mere kompliceret end at tage et billede, så i betragtning af hvor svært det er at tage et billede af en DLA galakse, er det klart, at det stort set er umuligt at optage et spektrum af en. Der er dog tre ting, der giver os håb om alligevel at kunne gennemføre dette. For det første har vi adgang til verdens bedste jordbaserede teleskop, ESOs VLT (Very Large Telescope) på Paranal i Chile. Tre af dets fire 8m UTe (Unit Telescopes) er nu i regulær drift. For det andet behøver vi ikke *hele* spektret af DLA galaksen, hvilket ville være en klart umuligt opgave. Vi behøver blot at finde en enkelt emissionlinie for at kunne bestemme dens rødforskydning. For det meste vil det give os et entydigt resultat. For det tredje og sidste bliver vi hjulpet af bredden af den dæmpede Ly α linie. Absorptionslinien fjerner en god bid af quasarens spektrum, hvilket gør det mindre umuligt at søge efter en emissionlinie på samme sted.

Ikke desto mindre er det stadig en næsten umulig opgave, og vi har været nødt til at udvikle en speciel analyseteknik for at kunne analysere vores VLT spektre. Vi skal her blot give en ganske kort beskrivelse af denne teknik, en detaljeret presentation kan findes i [9]. Princippet er stort set det samme som i PSF-subtraktionen beskrevet ovenfor, men her drejer det sig om en Spektral PSF, hvad vi kalder en SPSF.

SPSF-subtraktion

I en hypotetisk verden, hvor alt lys fra en punktkilde falder i et punkt, vil et spektrum være et punkt udstrakt i en enkelt retning, altså en linie. Hvert punkt på denne linie vil vise intensiteten af lys, der bliver modtaget med een bestemt bølgelængde. Intensitetsprofilen langs med linien (se f.eks. figur 3) er, hvad man derfor normalt forstår ved et spektrum. I den virkelige verden falder lyset i en klat (en PSF) snarere end i et punkt, og spektret bliver derfor en aflang klat snarere end en linie. Den aflange klat har en karakteristisk intensitetsprofil på *langs* af klatten, dette er igen spektret. Men den aflange klat har også en karakteristisk intensitetsprofil på *tværs*, hvilket er hvad vi kalder dens Spektrale Punkt-Sprednings-Funktion (SPSF) [9]. Ligesom tilfældet var med PSF'en, kan vi også for SPSF'en konstruere en model og trække den fra den rå (den oprindelige) optagelse.

Spektrografen vi bruger på VLTe er en "spalte-spektrograf". Det vil sige, at der i teleskopets fokus er anbragt en plade med en lang spalte. Pladen stopper alt lys, men tillader det lys, der falder på spalten at passere. I praksis betyder det, at der falder et billede af en del af himlen på pladen, og at en ganske smal stripe taget midt ned igennem dette billede passerer igennem til spektrografen. Lyset fra den smalle stripe bliver derefter spredt ud på tværs af stripens retning. Det resulterende datasæt er, hvad vi kalder et 2D-spektrum. Det er et digitalt "billede", hvor vi har en rumlig dimension langs den ene akse, mens dimensionen langs den anden akse er bølgelængde.

Tricket er nu at placere spalten således, at den dækker både billedet af kvasaren og billedet af DLA galakse kandidaten på een gang. Vi opnår derved at få et spektrum af begge objekter med samme optagelse, men svagt forskudt fra hinanden langs den rumlige akse. Igen er problemet, som nævnt ovenfor, at spektret af DLA galakse kandidaten kan være skjult under spektret af kvasaren, men efter SPSF-subtraktionen bliver den muligvis synlig (se figur 7).

I figur 7 viser vi spektret optaget af kvasaren Q2206-199N og DLA galakse kandidaten Q2206-199N-S1 (markeret med en pil i figur 5). Det samme lille stykke af 2D-spektret er vist fire gange ovenover hinanden. For hvert af de fire stykker spektrum gælder, at den rumlige dimension går op-ned, mens bølgelængde dimensionen går venstre-højre. Spektrene er her gengivet "negativt", således at kraftig intensitet er angivet som sort og nul intensitet som hvid. Vi har brugt en orange farve-tabel for at svage kontraster skal fremtræde så tydeligt som muligt. Det øverste billede er det observerede spektrum af kvasaren. "Hullet" i midten af dette spektrum er den kraftige DLA absorptionslinie. Billede nummer 3 talt fra oven er "modellen" af kvasarspektret som det burde se ud med en DLA absorptionslinie. I billede nummer 2 fra oven har vi trukket modellen fra det observerede spektrum. For at gøre det nemt at se hvor modelspektret er trukket fra, har vi kun gjort det i den centrale

del, men ladet enderne blive som referencepunkter. Det nederste billede viser det samme som billede 2 fra oven, men vi har her digitalt filtreret billedet for at fjerne den højfrekvente støj. Det ses her klart, at der er en lille klat med emission tilovers, der hvor kvasarens SPSF blev trukket fra. Den lille klat befinder sig en anelse til højre for absorptionsliniens centrum, og en god bid over kvasarens spektrum. Afstanden fra kvasarspektret til emissionslinien i den rumlige retning (op-ned) er den samme som set på billedet optaget med Hubble Rumteleskopet. Dette er således en klar bekræftelse af, at vi korrekt har identificeret DLA galaksen Q2206-199N-S1. Lad os ganske kort at opsummere:

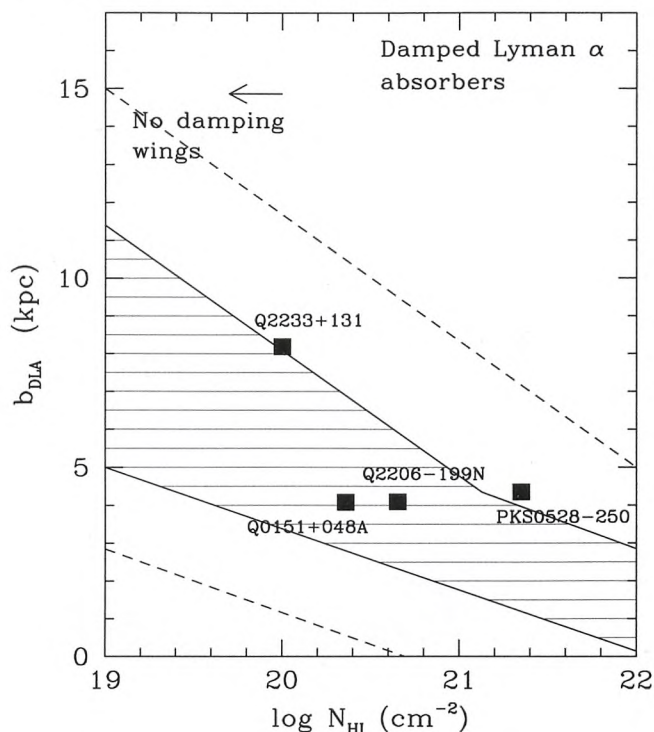
1. Fra den videnskabelige litteratur har vi kompileret en liste af kvasarer der alle har et DLA absorptionsystem liggende imellem os og kvasaren.
2. Med Hubble teleskopet har vi optaget dybe billeder af felterne omkring kvasarerne.
3. Efter omhyggelig PSF-subtraktion har vi fundet svage objekter tæt ved kvasarerne, disse er vore DLA galakse kandidater.
4. Med VLTens 8m teleskoper optager vi nu dybe spektre for at forsøge at bekræfte at vores kandidater faktisk er de DLA galakser vi har jagtet i så mange år.

Q2206-199N-S1 er altså den første DLA galakse i dette stort anlagte projekt som vi på denne måde har bekræftet ved hjælp af VLTen. Det er kun den fjerde DLA galakse kendt overhovedet, men hvad der er vigtigere er, at det er den eneste der er fundet via et stort program med kontrollerede udvælgelseffekter. De tre der hidtil har været kendt er alle "enkelt objekter", der muligvis slet ikke er repræsentative for typiske DLA galakser. For klasser af astronomiske objekter hvor der kun kendes meget få repræsentanter, frygter man altid (med rette) hvad vi på Engelsk kalder "publication bias" (på Dansk ville det betyde publikations-skævheden). Dette er et ret vigtigt begreb i observerende astronomi, og fortjener en kort forklaring.

Lad os antage at 100 observatører hver for sig observerer en enkelt kvasar med en DLA. Lad os yderligere antage at 97 af dem ikke finder en DLA galakse, men at de sidste 3 faktisk *finder* en DLA galakse hver. Det er nu overvejende sandsynligt, at de 97 hver for sig ikke finder deres observation vigtig nok til at publicere, men at de 3 bestemt finder *deres* opdagelse vigtig, og derfor publicerer den. Det er på forhånd klart, at en stor og klar DLA galakse er meget nemmere at opdage end en mindre og svag DLA galakse. Vi (som ved at alle 100 er blevet observeret) vil derfor forvente, at de 3 DLA galakser, der bliver publiceret, er de 3 største og klareste DLA galakser overhovedet, og at de slet ikke er gode repræsentanter for hele klassen af DLA galakser. Men fordi de 97 ikke publicerer deres nul-detektion, vil ingen anden kunne vide dette. Enhver der ville læse den videnskabelige litteratur om emnet, ville blot se tre rapporter, der fortæller om størrelse og klarhed af 3 DLA galakser,

og tro at disse er typiske tal. Dette er hvad vi forstår ved publikations-skævheden og er grunden til, at det er vigtigt med projekter, der sigter på at finde testgrupper af objekter med kontrollerede udvælgelseskriterier.

Vi har nu taget de første skridt i retning af at skabe en sådan veldefineret testgruppe af DLA galakser, og som afslutning på denne artikel vil vi give en kort smagsprøve på, hvad vi har lært og hvad vi forventer at kunne lære, når projektet er færdigt.



Figur 8. Sammenligning mellem observationer af DLA galakser og computersimuleringer af det tidlige univers. Vi plotter her b_{DLA} (den projicerede afstand mellem kvasar og DLA galakse) mod den observerede søjletæthed. Det skraverede område markerer simuleringernes forudsigelser, de fire sorte kasser er de fire observationer der til dato er bestemt. Pilen øverst til venstre angiver, at i den venstre side af dette diagram vil en absorptionslinie ikke være en DLA. Vi er derfor begrænset til at søge nye objekter til højre herfor. Objektet Q2233+131 er nominelt under grænsen for en egentlig DLA, men er medtaget for fuldstændighedens skyld.

Status og perspektiver

Først og fremmest er det oplagt at søge at sammenligne vores resultater med forudsigelserne fra de hydrodynamiske simuleringer vi har nævnt flere gange. Ved at udregne teoretiske absorptionsspektre for tilfældige sigtelinier gennem simulationsboxene er det muligt at foretage denne sammenligning direkte. I figur 8 plotter vi afstanden b_{DLA} , målt fra sigtelinien mod kvasaren til centeret af emissionen fra DLA galaksen, mod søjletætheden af absorptionslinien, for de fire bekræftede DLA galakser. Det er naturligt at forvente, at søjletæthed for en sigtelinie gennem centeret af en gassky er større end for sigtelinier fjernere fra centeret. Derfor forventer vi, at afstanden

b_{DLA} statistisk set vil være mindst for skyer med stor søjletæthed og større for skyer med mindre søjletæthed. Det skraverede område i figur 8 viser, hvor de fleste punkter forventes at fordele sig baseret på en hydrodynamisk simulering [8,10]. De stiplede linier viser det fulde interval for b_{DLA} for en given søjletæthed. Der ses at være fin overensstemmelse mellem (de få) observationer og forudsigelserne. Skalaen for y-aksen (b_{DLA}) af figur 8 er defineret under antagelse af en Hubble konstant på $H_0 = 100$ km/s/Mpc. Vælger vi f.eks. $H_0 = 67$ km/s/Mpc, vil alle b_{DLA} værdier blive 50% større (dette gælder både observationer og simuleringer).

Ved at bestemme de typiske værdier af b_{DLA} har vi således også fået en ide om størrelsen af DLA galakser. Da vi hermed har fået brudt den udartning mellem størrelse og antal vi illustrerede på forsiden af bladet, kan vi nu sige noget om antalstætheden n af DLA galakser i det tidlige univers. Sammenhængen mellem $\frac{dN}{dz}$, n og arealet af DLA galakser A er givet ved:

$$\frac{dN}{dz} = nA \frac{dl(z)}{dz},$$

hvor $\frac{dl(z)}{dz}$ angiver sammenhængen mellem længde l og rødforskydning z langs sigtelinien. Da vi kender $\frac{dN}{dz}$ og har en god ide om A , kan vi bestemme antalstætheden n . Ved at sammenligne med antalstætheden af Lyman-kant galakser viser det sig, at der er langt flere DLA galakser end Lyman-kant galakser i det tidlige univers. Dette er i og for sig ikke overraskende, da en galakse for at blive detekteret med Lyman-kant metoden skal være meget lysstærk, mens DLA galakser er udvalgt helt uafhængigt af deres emissionsegenskaber. At søge efter galakserne i det tidlige univers ved at benytte Lyman-kant metoden giver med andre ord kun toppen af isbjerget. En detaljeret diskussion af sammenhængen mellem DLA galakser og Lyman-kant galakser findes i [6, 11].

Der er stadig lang vej igen før DLA projektet er fuldført. Vi mangler stadig at analysere størstedelen af de spektroskopiske observationer fra VLT. Målet med projektet er ikke blot at identificere DLA galakserne, men også at karakterisere deres egenskaber så som morfologi, grundstofindhold, masse, metallicitet, stjernedannelsesrater og mere generelt deres placering i galaksedannelsesprocessen.

Dette projekt har været lang tid undervejs, og det er først nu hvor VLTen er taget i brug, at vi har mulighed for at tage de sidste vigtige skridt. Dette er sandt ikke kun for vort eget projekt, men også for mange andre Europæiske projekter der har ligget i venteposition i mange år, mens VLTen blev bygget. Efter at vi i en lang årrække var klart distancerede af Amerikansk baserede observatorier, har VLTen på rekordtid bragt Europæisk astronomi og astrofysik tilbage helt i front.

Referencer:

- [1] J. P. U. Fynbo og P. Møller (2000) *Kvant*, 11. årg., nr. 4, s. 22.
- [2] M. Rauch (1998) *Ann.Rev.Astron.Astrophys.*, bind 36, 267.

- [3] A. M. Wolfe m.fl. (1995) *Astrophysical J.*, bind 454, s. 698.
- [4] P. Møller og S. J. Warren (1993) *Astronomy & Astrophysics*, bind 270, side 43.
- [5] S. G. Djorgovski m.fl. (1996) *Nature*, bind 382, side 234.
- [6] J. U. Fynbo, P. Møller og S. J. Warren (1999) *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, bind 305, side 849.
- [7] ESO = European Southern Observatory. Hovedkvarteret er i Tyskland, men observatoriet er i Chile (www.eso.org).
- [8] P. Møller og S. J. Warren (1998) *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, bind 299, side 661.
- [9] P. Møller (2000) *The Messenger*, bind 99, side 31.
- [10] Katz m.fl. (1996) *Astrophysical J. Lett.*, bind 457, s. 57.
- [11] J. U. Fynbo, Ph.D. afhandling (astro.ifa.au.dk/~jfynbo/publications.html#thesis).



Palle Møller – efter en lang nats observationer på 3.6m teleskopet på La Silla. Lige udenfor selve kuplen, hvor teleskopet er skjult om dagen, er der en "cat-walk" rundt om bygningen. Det er en herlig ting når natten er færdig at lave sig en kop the, og så stille sig ud på cat-walk'en for at vente på solopgangen over Andes Bjergene. Man kan se ned i dalen på morgendisken der ligger som et tæppe over hele Atacamas bund hvor alle bjergknoldene stikker op som små øer.



Johan P. U. Fynbo ved siden af nogle sten med petroglyffer. Petroglyfferne er lavet af indianerstammer som tidligere boede i Atacama. Disse findes få km nede i dalen bag observatoriet. Billedet er taget en eftermiddag hvor vi var stået tidligt op for at kunne nå en tur ned i dalen og tilbage igen før nattens observationer.

Planeten Mars og væksten af orden i Universet¹

Jens Martin Knudsen, Niels Bohr Institutet for Astronomi, Fysik og Geofysik.

Stoffet – materien – er blevet mere og mere organiseret siden Universets fødsel. I de cirka 15 milliarder år, der er forløbet siden Det Store Brag (“The Big Bang”), har Universet udvidet sig, hvoraf følger at det til stadighed afkøles. Alle de strukturer vi ser omkring os – i.e. galakser, stjerner, planeter, roser, mennesker og universiteter – er i sidste ende et resultat af denne afkølingsproces. Medens galakser, stjerner og nu også planeter synes at forekomme overalt, er de forbløffende strukturer, vi kalder liv, kun konstateret her på Jorden. Er livet på Jorden opstået som et resultat af usædvanlige historiske tilfældigheder, eller opstår livet med tvingende nødvendighed, når de rette betingelser er tilstede? Lever vi mon i et selvorganiserende Univers? Planeten Mars vil spille en væsentlig rolle i studiet af sådanne problemer.

Tycho Brahe og den naturvidenskabelige metode

Den 24. oktober i året 2001 er det 400 år siden den danske astronom Tycho Brahe døde. Hans arv er velkendt. På øen Hven byggede Tycho Brahe i årene fra 1576 til 1597 et astronomisk observatorium, der skulle få skelsættende betydning. Observatoriet på Hven, der dengang var dansk, er historiens første videnskabelige institut i stor skala. Observatoriet var et rent grundforskningsinstitut, bygget alene med det formål at måle planeters og stjerners gang over himlen, for derigennem at nå til en dybere forståelse af verdensaltet. Et helt afgørende nyt træk var, at Tycho Brahe for første gang i historien indførte systematiske målinger i videnskaben.

Tycho Brahes enkle og klare ide, at målinger og ikke vidtløftige filosofiske diskussioner skulle være afgørende for problemernes løsninger, har siden udgjort grundlaget for vor udforskning af naturen.

I året 1597 forlod Tycho Brahe Danmark og slog sig ned i Prag. Eet af de mest forbavsende og lykkeligste sammentræf af omstændigheder i menneskets historie var nu parat til at udspille sig: I Prag mødte Tycho Brahe den tyske astronom Johannes Kepler. Da Tycho Brahe døde i året 1601 overtog Kepler måleresultaterne fra Hven, og Kepler skulle vise sig den fornemme arv værdig. Tycho Brahes fine optegnelser over planeten Mars’ bevægelser blev – gennem et omfattende regnearbejde – det materiale, hvorpå Keplers tre love for planeterne blev opstillet. Og Keplers tre love blev grundlaget for Newtons berømte skrift over den mekaniske fysik og himmellegemernes

bevægelse, “*Philosophia Naturalis Principia Mathematica*”, offentliggjort i året 1687.

Med offentliggørelsen af “*Principia Mathematica*” nåede den kvantitative beskrivelse af naturfænomenerne sit højdepunkt. Den naturvidenskabelige metode var født.

De ideer og metoder, der lå gemt i naturvidenskabens principper ændrede menneskets skæbne totalt. Den naturvidenskabelige metode har bragt os dybtgående viden om den verden, der omgiver os, og den vil åbne den verden, der er inden i os. Anvendelsen af den videnskabelige metode – og den deraf følgende tekniske udvikling – er baggrunden for den kendsgerning, at fattigdommen i store træk er udryddet i nogle af verdens lande, og metoden har måske endog haft betydning for demokratiets fremvækst.

Den naturvidenskabelige metode har bragt os til Månen, den vil snart bringe os til Mars, og – hvem ved – måske vil vi i en fjern fremtid nå stjernerne.

Bioteknologi, et hovedindsatsområde for Københavns Universitet

For få år siden blev Københavns Universitets forskningsstrategi på længere sigt offentliggjort. Man udvalgte 3 områder som hovedindsatsområder. De tre områder bærer følgende overskrifter:

Bioteknologi

Nord-Syd problematikken

Miljøproblemer

Områderne blev udvalgt, fordi de forventes at være af dyb betydning for vort samfund, ikke bare lokalt her i Danmark, men i verden som helhed. Derpå kan næppe noget menneske tvivle.

Det er imidlertid fristende at føje et par bemærkninger til det første område: Bioteknologi. Et Universitets forskning rækker jo langt udover teknologi. Et langsigtet mål for forskningen er at opnå dybere indsigt i den verden, den natur, der omgiver os, og indsigt i den natur, der er inden i os selv. Der hører mere til “bio” end teknologi!

For netop Københavns Universitet er der måske et endog særdeles interessant aspekt i denne sag. Den enorme fremgang for den molekylære biologi i det seneste halve århundrede har skabt et grundforskningsproblem af stor betydning, et grundforskningsproblem som på en måde kan siges at være knyttet til Tycho Brahes bestræbelser.

¹Den 25. oktober 2000 afholdt Jens Martin Knudsen sin afskedsforelæsning ved Københavns Universitet. Forelæsningen omhandlede bl.a. tekniske detaljer vedrørende Mössbauer spektroskopi på Mars. Teksten her udgør manuskriptet til beskrivelsen af baggrunden for studiet af Marsoverfladens udvikling.

På Hven blev de første spadestik til den bemandede flyvning til Mars taget for godt 400 år siden. Der er en sammenhæng mellem bioteknologi, den kommende bemandede flyvning til Mars, og det, der startede på Hven for 400 år siden. De følgende linjer redegør for denne måske lidt provokerende påstand.

Dampmaskinen og Universets varmedød

Et af de mest betydningsfulde bidrag til naturvidenskaben i det 19. århundrede var opstillingen af termodynamikkens hovedsætninger.

Termodynamikkens 2. hovedsætning blev som bekendt fundet ved en skarpsindig analyse af dampmaskinens virkemåde; men 2. hovedsætning fik en betydning, der rakte langt udover studiet af forskellige typer af varmekraft maskiner.

Gennem opstilling af termodynamikkens hovedsætninger opdagede man en vigtig dissymmetri i naturen: En given mængde arbejde kan altid omdannes fuldstændig til varme. Derimod: En given mængde varmeenergi kan – i en periodisk virkende maskine – ikke fuldstændig omdannes til arbejde. Man fandt, at for at omdanne varme til arbejde – i en periodisk virkende maskine – må man nødvendigvis råde over en temperaturforskel. Maskinen skal virke mellem to varmereservoirs med hver sin temperatur T_2 og T_1 ($T_2 > T_1$). Maskinen skal modtage varme fra det varme reservoir (T_2) og aflevere varme til det kolde reservoir (T_1). Den absolut højeste mulige mængde af nyttigt arbejde W , man kan opnå, når man tager energimængden Q_2 fra det varme reservoir, er $W = \frac{T_2 - T_1}{T_2} Q_2$, som altid er mindre end Q_2 . Den resterende energimængde, $Q_1 = Q_2 - W$, må nødvendigvis – i henhold til varmeteorien 2. hovedsætning – afleveres som varme til det kolde varmereservoir, fordi 2. hovedsætning kræver at entropien aldrig kan aftage. Q_2 , taget fra det varme reservoir, kan altså ikke fuldstændig omdannes til nyttigt arbejde.

Varmeteorien 2. hovedsætning forlanger ligeledes, at spontant – d.v.s. af sig selv – vil varmeenergien strømme fra varmere til koldere legemer; aldrig (spontant) den anden vej. Desuden: Når et isoleret system har nået termodynamisk ligevægt, og dermed samme konstante temperatur overalt, kan systemet aldrig af sig selv forlade denne tilstand.

Men altså: Når varmen fra et legeme med høj temperatur strømmer til et legeme med lav temperatur, kan en vis del af varmeenergien i princippet omdannes til nyttigt arbejde, men det samlede resultat af den spontane proces må være – i følge 2. hovedsætning – at entropien i Universet er vokset.

Entropiens vækst er en anden betegnelse for, at Universets konstante energi (1. hovedsætning) spontant – i.e. af sig selv – til stadighed spredes ud på flere og flere frihedsgrader, og det kan aldrig gå den anden vej.

Varmeteorien 2. hovedsætning viste sig at indeholde nøglen til forståelsen af retningen af alle naturlige

processer, d.v.s. forståelsen af alle ændringer i Universet.

Den drivende kraft bag naturligt (spontant) forekommende processer i Universet er den kaotiske, formålsløse, ikke dirigerede spredning af Universets energi ud på flere og flere frihedsgrader. Ved enhver naturlig proces vokser Universets entropi.

Ved alle naturlige processer er energien altså bevaret (i følge varmeteorien 1. hovedsætning), men efter processen er energien fordelt på en anden måde (2. hovedsætning). I parentes: Hvis det er energiministeriets erklærede formål at spare på energien, kan man godt lukke ministeriet. Opgaven er håbløs. Energien i Universet er den samme før, under og efter enhver proces.

Man kan sige, at energien ustandselig korrumpes, i.e. energien synker ind i mere og mere kaotiske tilstande.

Anden hovedsætning dikterer retningen af alle spontane processer og dirigerer hermed Universets udvikling.

I året 1854 drog den tyske fysiker Hermann von Helmholtz en dramatisk konsekvens af varmeteorien 2. hovedsætning: Universet vil ende i den såkaldte varmedød.

Den ubarmhjertige vækst i entropi, som ledsager enhver naturlig proces, kan kun ende – hævdede Helmholtz – med ophør af al interessant aktivitet i Universet, idet hele kosmos glider irreversibelt mod en tilstand af termodynamisk ligevægt, hvor alle temperaturforskelle er udviskede.

Energien strømmer uophørligt fra varmere til koldere legemer. Hver eneste dag tømmer Universet sit lager af laventropisk energi. Nyttig energi omdannes ustandselig til nytteløst spildenergi, der ophobes ved lavere og lavere temperaturer. Denne ubønhørlige formøbling af en endelig ressource medfører, at Universet langsomt men sikkert dør; det kvæles i sin egen entropi. Vi er vidne til det: Solen og stjernerne brænder langsomt deres reserver af brændstof op, og sender den frigjorte energi ud i rummet som elektromagnetisk stråling. Før eller senere vil brændstoffet slippe op, og stjernerne vil slukkes. Vi lever på en slagge i verdensaltet, og vi vil se stjernerne langsomt blegne.

Ingen ny proces, ingen nok så snedig mekanisme – hævder teorien om "Varmedøden" – kan ændre vor skæbne på lang sigt, fordi enhver fysisk og kemisk proces er underlagt varmeteorien 2. hovedsætning, med dens nådeløse krav om entropiens vækst. De fleste naturvidenskabsmænd – alle – opfatter varmeteorien 2. hovedsætning som absolut fundamental. Den stadige vækst af entropi er uundgåelig. Ofte citeres i denne forbindelse flg. ord af Sir Arthur Eddington:

The law that entropy always increases – the Second Law of Thermodynamics – holds, I think, the supreme position among the laws of Nature. If someone points out to you that your pet theory of the universe is in disagreement with Maxwell's equations – then so much the worse for Maxwell's equations. If it is found to be

contradicted by observation – well, these experimentalists do bungle things sometimes. But if your theory is found to be against the Second Law of Thermodynamics I can give you no hope; there is nothing for it but to collapse in deepest humiliation.

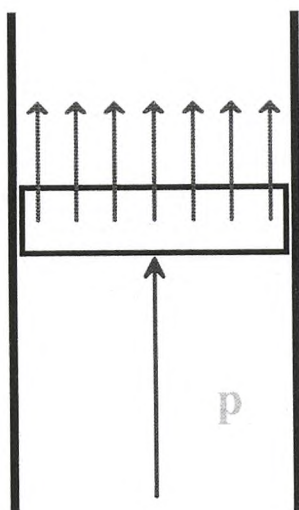
Naturens organiserede strukturer vil altså forsvinde. Uordenen vil vokse. Energien vil blive mindre og mindre brugbar, idet alle temperaturforskelle vil blive mindre og mindre. Til slut vil temperaturen blive den samme overalt, og alt liv vil da være udslett.

Anden hovedsætning indeholder således den berømte “tidens pil”. Der er forskel på fortid og fremtid. Universets uorden vokser med tiden, eller – sagt på en anden måde – tiden har sin årsag i væksten af Universets uorden.

Det var denne opfattelse af Universets fremtid videnskaben havde omkring år 1900.

Vi skal imidlertid indse, at moderne fysik og astronomi tegner et noget andet billede af Universets historie. Et billede hvor der dog stadig mangler nogle vigtige aspekter, nogle detaljer. Det er een af disse detaljer, der har forbindelse til Hven.

Men først vil vi betragte dampmaskinen ud fra et lidt andet synspunkt.



Figur 1. I dampmaskinen omdannes noget af den strømmende, kaotiske varmeenergi til en ordnet bevægelse af atomerne i stemplet. Atomernes hastighedsvektorer er parallelle.

Dampmaskinen og dannelse af koherente strukturer i Universet

Også i dampmaskinen strømmer varmen i en kaotisk strøm fra det varme til det kolde reservoir. Ved de processer, der forløber i dampmaskinen omskabes en vis del af den strømmende, kaotiske varmeenergi til en koherent struktur, eller – kan man sige – til en ordnet struktur. Energien, der i dampmaskinen kommer fra det varme reservoir, optages i maskinen i form af kaotisk varmeenergi, og energien, der afleveres til det

kolde reservoir, er ligeledes i form af kaotisk varmeenergi. Derimod: Den del af varmeenergien, der omsættes til stemplets bevægelse optræder som en koherent bevægelse af atomerne i stemplet. Se figur 1.

Hastighedsvektorerne for atomerne i stemplet er parallelle. Arbejde er atomernes koherente, i.e. ordnede, bevægelse. Varmeenergi er atomernes inkoherente, i.e. uordnede, bevægelse.

Ud af en kaotisk varmebevægelse er der således i dampmaskinen skabt en koherent bevægelse; man kunne sige, at der er skabt en koherent struktur. Orden er dannet ud af en kaotisk, uordnet varmebevægelse.

Den dannede koherente struktur afhænger helt af afkølingen, det vil sige af energistrømmen fra det varme til det kolde varmereservoir. Når denne energistrøm ophører forsvinder koherensen, “stemplet dør”.

Til sammenligning: Jorden virker som en varmekraftmaskine. Vi tager varme fra et varmt reservoir (Solen, $T \approx 6000$ K) og afgiver varme til et koldt reservoir (rummet, $T \approx 3$ K). De forbavsende ordnede strukturer, vi kalder livet, er skabt ved denne energistrøm fra Solen via Jorden til rummet. Strukturerne (biosfæren) er – som ved dampmaskinens strukturer – midlertidige. Når Solen brænder ud, ophører energistrømmen og strukturerne dør! Altsammen i overensstemmelse med varmeteoriens 2. hovedsætning.

[I parentes: man siger undertiden, at vi lever af den energi, vi modtager fra Solen. Dette er ikke korrekt. Jorden udstråler den samme mængde energi, som den modtager fra Solen. (Faktisk lidt mere på grund af forekomsten af radioaktive grundstoffer i jordskorpen). Den energi vi modtager fra Solen er imidlertid laventropisk energi ($\frac{Q}{T_{Sol}}$; “gule” fotoner), medens den energi Jorden udstråler er højentropisk energi ($\frac{Q}{T_{Jord}}$; “infrarøde” fotoner). Jorden udstråler cirka 20 gange så mange fotoner til rummet, som den modtager fra Solen. Derved forøges Universets entropi. Livets ordnede strukturer opretholdes på bekostning af denne entropiproduktion].

Det afgørende: Ud fra den kaotiske varmestrøm fra Solen via Jorden til rummet kan der altså – i overensstemmelse med 2. hovedsætning – opbygges koherente strukturer. Fremvæksten af en plante fra et sædekorn, eller for den sags skyld fremvæksten af et barn fra moderen, er – set ud fra termodynamikkens synspunkt – det samme som dannelsen af arbejde i en dampmaskine. I de tre situationer dannes en koherent struktur i en lokal del af Universet: Ud fra atomer der er i nærheden af plantens blade og rodnet, ud fra atomer der er indtaget som føde og, i det sidste og simpleste tilfælde, af atomerne der udgør stemplet i dampmaskinen. I alle tre tilfælde er der tale om temporære strukturer. Alle strukturerne er midlertidige og omdannes til inkoherente strukturer, når de ikke længere drives af en varmestrøm.

Men, men: Der er en helt afgørende forskel. I tilfældet dampmaskinen kender vi præcist, ned til mind-

ste detalje, den mekanisme, der skaber den koherente struktur. Den mekanisme, derimod, der opbygger de forbløffende strukturer vi kalder liv, er endnu ukendt. Når vi observerer noget med en forbavsende struktur skal vi imidlertid ikke straks drage den konklusion, at strukturen er en konsekvens af "design", altså at der på en eller anden måde ligger en konstruktør bagved. Den observerede struktur kan være – og er! – resultatet af mange skridt, af hvilke hvert eneste er uden formål, ikke dirigeret. Alle skridt er resultatet af den spredning af energien, der fører til at kaos vokser i Universet. Det hele er et resultat af afkøling, også læseren.

Som den i dampmaskinen dannede struktur er mennesket en dissipativ struktur, hvis lave entropi (høje grad af orden) kompenseres af entropitilvækst andre steder. Når vi ikke længere kan koble til dissipationen – kaos – andre steder, synker vi mod ligevægt, altså graven. Men før dette sker, er vi koblede til kaos i Universet, og derigennem kan vi nyde en midlertidig stabilitet. Sommetider er vi måske fristede til at tilskrive hele vor livsproces en mening, måske oven i købet et formål. Der er imidlertid blot tale om, at vi er eet blandt umådelig mange led i Universets afkølingsproces.

Naturen afspejler dampmaskinen i essentielle aspekter. Energien strømmer fra høje mod lavere temperaturer, men spredningen af Universets energi er kanaliseret således, at der sker en kontrolleret langsom spredning. Temporære strukturer, som for eksempel mennesker, kan da opstå lokalt.

Vi er børn af kaos, men væk er formål; alt, hvad der er tilbage, er retning.

Stoffets evolution. Baggrundsstrålingen

Idag er de fleste astronomer af den opfattelse, at Universet blev født i en eksplosion af rum og stof i det såkaldte "Store Brag" (Big Bang), der fandt sted for omkring 15 milliarder år siden. Denne model af Universets oprindelse og udvikling er i stand til at forklare tre fundamentale observationer: galaksernes flugt fra hverandre, den kosmiske baggrundsstråling, og mængden af helium i Universet. Indenfor denne model af Universets oprindelse og udvikling har astrofysikerne været i stand til at beskrive Universets historie, i nogen grad ligesom palæontologerne på grundlag af studier af fossiler i forskellige lag har været i stand til at redegøre for livets historie her på Jorden.

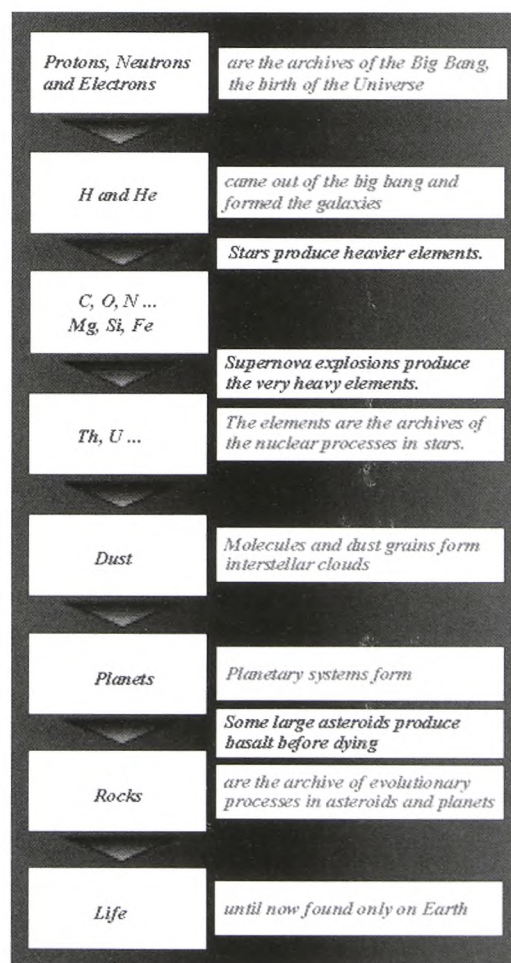
I Universets historie er der ifølge modellen to store epoker: Strålingens epoke og stoffets epoke.

Strålingsepoken er perioden fra Universets dannelse op til cirka 300.000 år efter Universets opståen.

Efter et tidsforløb, der måles i minutter efter "Det Store Brag", var de afgørende dele af stoffet dannet. Rummet var overalt fyldt med en blanding af elektroner, protoner og neutroner; og disse partikler bevægede sig i et bad af elektromagnetisk stråling. Alt – til at begynde med – i termodynamisk ligevægt ved en temperatur af mange milliarder grader.

Men: Ved "Det Store Brag" skabtes et Univers i stadig udvidelse og denne udvidelse forårsagede – og forårsager den dag idag – at Universet til stadighed afkøles.

I strålingsepoken udgjorde Universets indhold af stråling og ladede partikler en homogen "suppe", et såkaldt plasma. Universet var en udifferentieret masse, med samme temperatur overalt og ingen mulighed for dannelse af strukturer; og altså ingen atomer. Ved de høje temperaturer blev dannede atomer straks igen ødelagte.



Figur 2. Væksten af orden i Universet. Hører de ordnede strukturer, vi kalder liv, med til den almindelige, voksende organisation af stoffet i Universet?

Da Universets temperatur efter ca. 300.000 år var faldet til nogle få tusinde grader, dannedes de første atomer, idet protoner og helium kerner indfangede elektroner. Cirka 75% af stoffet var da brintatomer, resten helium. Det afgørende er nu:

Ved dannelsen af atomerne blev Universet gennemsigtigt for den elektromagnetiske stråling. Elektromagnetisk stråling vekselvirker stærkt med frie elektroner, men strålingen vekselvirker kun svagt med elektrisk neutrale atomer (bortset fra vekselvirkning ved visse udvalgte frekvenser). Ved afslutningen af

strålingsepoken blev stof og stråling altså afkoblet. Stråling og stof vekselvirkede kun yderst svagt herefter.

Ved strålingsepokens afslutning var Universets temperatur i det væsentlige den samme overalt, nogle få tusinde grader. Siden da er strålingsbadets temperatur – på grund af afkøling gennem Universets udvidelse – faldet til den temperatur strålingen har idag, ca. 2,7K. Det er den berømte baggrundsstråling, et fossilt men klart resultat af Det Store Brag (Big Bang).

Satellitbaserede målinger af denne kosmiske varmestråling svarer ret præcist til en Planck stråling med en temperatur af 2,7 K. Stråling og stof synes at have været i (næsten) termodynamisk ligevægt, da de to systemer afkoblede ca. 300.000 år efter "Det Store Brag".

Stoffets epoke udgør resten af Universets historie, altså perioden fra strålingsepokens ophør ca. 300.000 år efter "Det Store Brag" til idag. Som en følge af den faldende temperatur begyndte de kosmiske gasser via tyngdekraften at kondensere; disse kondensater blev kimene til de første galakser, som således i det væsentlige bestod af de to simpleste grundstoffer brint og helium. I galakserne dannedes de første stjerner, og i disse naturens store ovne blev de tungere grundstoffer dannede. Gennem store stjerneeksplosioner spredtes de nydannede grundstoffer ud i rummet, og nye generationer af stjerner fulgte. Stoffet udviklede sig således fra brint og helium, via kulstof, ilt, ..., svovl, ..., jern osv. til molekyler, støv og planeter.

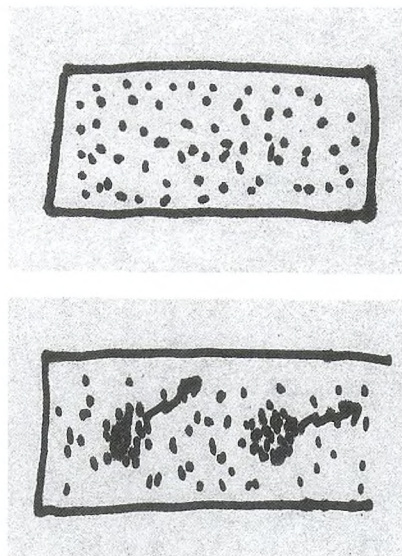
Figur 2 viser i skematisk form den forbausende kendsgerning, at stoffet i Universet – siden "Det Store Brag" – er blevet mere og mere ordnet. Vi skal indse, at de mange forskelligartede strukturer vi idag ser i Universet – for eksempel galakser, stjerner, planeter, roser, mennesker, biblioteker og universiteter – er dannede som følge af at Universet til stadighed udvider sig og dermed afkøles. Alt hvad vi ser omkring os, altså også livet selv, mennesket ja hele vor kultur er et resultat af afkøling.

Hvordan kan denne dannelse af strukturer overhovedet finde sted? Er det ikke i modstrid med varme-teoriens 2. hovedsætning? Ved strålingsepokens udløb var temperaturen i det væsentlige den samme overalt i Universet, og entropien var således tilsyneladende tæt ved sit maksimum. Universet synes at være dødfødt set ud fra termodynamikkens resultater. Varmedøden – samme temperatur overalt – var tilsyneladende nået ved strålingsepokens ophør. Kun temperaturforskelle kan jo frembringe nyttigt arbejde eller – sagt på en anden måde – kun temperaturforskelle kan frembringe ordnede strukturer. Hvordan kan vi da forklare fremvæksten af strukturer fra det kosmiske plasma? Hvordan har entropien kunnet vokse siden strålingsepokens ophør, hvor Universets entropi tilsyneladende var tæt ved sit maksimum?

Svaret på disse spørgsmål er langt fra trivielt, men svaret er afgørende for vort emne. Nedenfor følger et forenklet og kortfattet forsøg på at give svaret.

Entropi og Gravitation

I den elementære termodynamik lærer vi følgende (se figur 3): Entropien S af en gas i en lukket beholder med volumen V har maksimum, når temperaturen er den samme overalt, og når gassen fylder hele beholderen [$S = a \ln V$, a er en konstant]. Gassen er da, siger man, i termodynamisk ligevægt. Ingen temperaturforskel vil mere kunne optræde i gassen og entropien kan ikke stige yderligere. Gassen kan ikke forlade den termodynamiske ligevægt.



Figur 3. En luftart indespærret i en beholder i laboratoriet har maksimal entropi, når luftarten udfylder hele beholderen ($S = a \ln V$). Dette er ikke tilfældet, hvis beholderens dimensioner er sammenlignelige med Mælkevejens dimensioner. Se teksten.

Disse resultater gælder imidlertid kun, hvis vi ser bort fra tyngdekraften. Tyngdekraften er en langtrækkende kraft. Hvis den betragtede beholder har dimensioner som Mælkevejen vil gassen netop ikke fylde hele volumenet. Tyngdekraften vil da skabe lokale koncentrationer af stof ("stjerner") og entropien vil hermed stige gennem produktion af fotoner, først via varme og sluttelig gennem kernereaktioner. Den oprindeligt dispergerede gas har altså lav entropi. Gassens entropi kan vokse gennem lokale koncentrationer af stof via tyngdekraften, selvom der herved skabes temperaturforskelle i gassen.

Derfor: Når vi betragter både stoffet og det tilhørende gravitationsfelt, kan vi forstå, hvorfor Universet – på trods af 2. hovedsætning – var i stand til at skabe temperaturforskelle og derigennem at strukturere sig selv. Den oprindelige dispergerede gas havde lav entropi, som kunne forøges yderligere gennem tyngdens virkninger.

Igennem hele strålingsepoken var gassen for varm til at kondensere. Den høje termiske agitation af gassens partikler modstod gravitationskraftens greb; men da Universets udvidelse – og den deraf følgende afkøling

– havde dæmpet de termiske bevægelser, kunne gravitationskraften stramme grebet og skabe lokale kondensater.

Denne noget simplificerede fremstilling lader os forstå, hvorledes temperaturforskelle kunne opstå i et Univers, der ved strålingsepokens ophør havde (nær) samme temperatur overalt, og dermed tilsyneladende allerede var i termodynamisk ligevægt.

Dette betyder imidlertid ikke nødvendigvis, at ideen om Universets sluttelige varmedød må forlades; men – og dette er ligeledes af central betydning – Universets udvidelse medfører, at entropien til stadighed kan vokse, uden nødvendigvis nogensinde at nå maksimalværdi. Den maksimale værdi af entropien i et ekspanderende Univers vokser med tiden, fordi Universets volumen bliver større. Fænomenet sammenlignes undertiden med et svømmebassin, der har vægge, der bevæger sig bort fra hverandre. Hvis vi forsøger at fylde et sådant svømmebassin med vand, kan mængden af vandet i bassinet vokse ustandselig, uden at vi nogensinde risikerer, at svømmebassinet bliver fyldt op og løber over. Det 19. århundredes statiske Univers ville være at sammenligne med et svømmebassin med faste vægge. Dermed ville varmedøden være uundgåelig.

Som en afsluttende sidebemærkning i denne sag:

Universets temperaturforskelle synes at vokse, i stedet for at aftage. Hvis Universet fortsætter med at udvide sig, kan varmedøden dog – i en meget, meget fjern fremtid – måske blive Universets skæbne. Dette vil da ske på en måde, der ligger umådelig langt fra de forestillinger, det 19. århundredes fysikere havde. Studiet af den måde, hvorpå tyngdekraften påvirker entropibegrebet, sammen med opdagelsen af Universets udvidelse, har fuldstændig ændret vor opfattelse af verdensalt.

Som det ofte er fremhævet er videnskabens verdensopfattelse af temporær betydning. Videnskabens resultater er under stadig revision. Nye opdagelser kan ændre vor opfattelse af Universets historie. Som vi nedenfor skal se: Det er netop en sådan opdagelse, man er på jagt efter. Hovedspørgsmålet er: Lever vi i et selvorganiserende Univers?

Er livet et tvingende ledsagefænomen til dannelsen af visse typer af stjerner?

Livet på Jorden er et fænomen, der optræder i fuld overensstemmelse med kravene fra termodynamikkens 2. hovedsætning. Dette betyder naturligvis ikke, at de forbavsende ordnede strukturer, vi kalder for liv, på nogen måde er forklarede. Et grundproblem knytter sig til følgende spørgsmål:

Hvilken rolle spiller livet i den fremadskridende ordning af stoffet i Universet?

Vi har konstateret, at den tavse stjernefyldte himmel ikke er en uforanderlig baggrund til fænomenerne her på Jorden. Tværtimod, Universet udvider sig og kompleksiteten af stoffet er vokset støt siden "Det Store

Brag". Denne evolution er selve tidens inderste kerne; den viser os retningen af tidens pil.

Betrakter man Jorden i dette kosmiske perspektiv, kan vi måske opfatte livet som et trin blandt flere i stoffets evolution mod højere og højere organisation, en evolution drevet i sidste instans af Universets udvidelse og den deraf følgende afkøling. Biologisk materiale er måske blot et yderligere – omend forbavsende – skridt i den til stadighed voksende organisation af atomerne i Mælkevejen.

Strukturen af de to simpleste atomer, brintatomet og heliumatomet, er velkendte. Grundtilstanden såvel som eksiterede tilstande af disse atomer kan beregnes med en høj grad af præcision. Vi kan ligeledes bestemme frekvens, intensitet og polarisation af det lys, der udsendes ved kvanteovergangene i disse atomer. Men som vi har set:

De muligheder der ligger gemt i brint og helium er mildest talt forbløffende! For ti milliarder år siden var vor galakse, Mælkevejen, en kæmpemæssig roterende sky af netop brint og helium. Gennem milliarder af års kosmiske udvikling har den galaktiske sky af brint og helium omdannet sig til stjerner, planeter og liv. Ud fra dette synspunkt kan biologisk materiale opfattes som en slags fysisk tilstand af stoffet. Stoffet i Mælkevejen har forskellige fremtrædelsesformer: plasma tilstand, flydende tilstand, fast tilstand og (måske) biologisk tilstand.

At forestille sig, at biologi er et fænomen udelukkende tilstede her på Jorden opfattes af nogle forskere som en tilbagevendende til tiden før Copernicus. Dengang opfattedes Jorden som Universets midtpunkt og mennesket som altings formål. Gennem observationer ved vi nu, at fjerne egne af Universet har samme fysik og samme kemi, som vi finder her på Jorden. Derimod leder det ofte til kontroverser, når talen falder på biologi. Det skyldes sandsynligvis den kendsgerning, at vi indtil idag ikke med sikkerhed har konstateret biologiske processer udenfor Jorden. Iøvrigt vil konstatering af extraterrestisk biologi sandsynligvis blive vanskelig!

Men: Livet opstod på Jorden ud af det råmateriale stjernerne producerede. Dette leder til vort fundamentale spørgsmål:

Er udviklingen af stoffet mod større og større kompleksitet – indbefattende biologiske fænomener – et universelt fænomen? Er biologi så at sige et "ordinært medlem" i den vækst mod højere orden, som stoffet i Universet gennemløber? Nedenfor vil vi formulere spørgsmålet som følgende: Lever vi i et selvorganiserende Univers?

Et betydningsfuldt forskningsprogram for det 21. århundrede vil netop være at afgøre om Jorden, med det liv den huser, er enestående som planet i Mælkevejen. Nært forbundet med dette problem er spørgsmålet om livets kosmiske udbredelse. Kommer livet med tvingende nødvendighed hver gang en stjerne som Solen dannes?

Livets udvikling på Jorden

Livets oprindelse på Jorden forbliver et mysterium. Livets historie, derimod, er kendt med en ret høj grad af nøjagtighed takket være palæontologien og den molekylære biologi. Livet opstod for omkring 4 milliarder år siden, og livets lange historie viser med sikkerhed, at det bemærkelsesværdige fænomen vi kalder evolution, har fundet sted. Udviklingen fra en primitiv, encellet struktur til mennesket synes at vise, at også livets udvikling er gået i retning af mere og mere komplicerede strukturer. Livets evolution på Jorden synes at afspejle en udvikling af stoffet mod en stadig højere grad af ordnede strukturer. Der kan nævnes nogle få tilfælde af det, vi kalder regressiv evolution, men i det store og hele er evolutionen irreversibel og progressiv. En uddød art er aldrig genopstået. Såvel Universets udvikling i almindelighed, som livets udvikling her på Jorden, viser i hvert fald helt tydeligt, at nogle begivenheder går forud for andre. I fysikken siger man, at tiden flyder i en bestemt retning. Vi taler om tidens pil. Hvis vi således betragter Universet i sin helhed kan vi sige, at livets udvikling her på Jorden kan opfattes som eet aspekt af udviklingen af Mælkevejens stof mod stadig højere organisation.

Der er imidlertid forskellige opfattelser af denne sag. Her følger en kort beskrivelse af to aspekter af problemstillingen.

Traditionelt har biologerne opfattet livet som et særegent kemiens lune, som en slags gevinst i et kæmpemæssigt lotteri. Livet betragtes som en bizar foreteelse, et resultat af en så usandsynlig sammenkædning af molekyler, at den måske kun har fundet sted eet eneste sted i Universet, nemlig her på Jorden. Den franske biolog og nobelpristager, J. Monod, har udtrykt det således:

... langt om længe ved mennesket at det er alene i det følelseskolde, uendelige Univers, hvoraf det udsprang ved en tilfældighed.

Lignende overvejelser gælder livets evolution. I henhold til den ortodokse opfattelse er den darwinske udvælgelse fuldstændig blind. At evolutionen fra mikrobe til menneske synes at vise opadgående udvikling finder udelukkende sin begrundelse – siger darwinisterne – i menneskets arrogance. Vi opfatter os selv som en slags krone på værket. Men – siger darwinisterne – vejen gennem evolutionen er en tilfældig gang gennem de tilstedeværende muligheder. Filteret er den naturlige udvælgelse, som måske kan give indtryk af en retning, et “mål”. Men: Der er ingen retning, ingen indre drivende kraft mod højere organisation. For eksempel ingen drivende kraft mod bevidsthed og intelligens. Skulle alt højere liv på Jorden, ved en katastrofe engang blive udsluttet, og evolutionens “film” så at sige spillet een gang til, ville mennesket ikke – ifølge den darwinske opfattelse – opstå igen. Evolutionen er fyldt med historiske tilfældigheder.

Bemærk, at denne opfattelse er helt forskellig fra den opfattelse, vi har af for eksempel stoffets evolution

i en stjerne. Denne evolution følger ganske bestemte fysiske love i detaljer, og resultatet kan forudsiges. Vi kan eksempelvis beregne, hvor meget kulstof og hvor meget ilt, der dannes i en stjerne af en given størrelse.

Der er imidlertid en helt anden opfattelse af livets oprindelse og udvikling end det ovenfor kort beskrevne darwinske synspunkt. En slags deterministisk skole, der på en måde udfordrer den klassiske darwinske opfattelse. Kort beskrevet: Komplexitet kan opstå spontant gennem processer, der går under betegnelsen selvorganisation. Stoffet har efter den deterministiske skole på een eller anden måde en indbygget – endnu ikke klarlagt – tendens til opbygning af organiserede strukturer. Man taler om selvorganiserende processer. Hvis dette viser sig at være tilfældet, er vejen til dannelse af liv ikke underlagt tilfældighedernes lune. Vejen til liv, til bevidsthed og intelligens er måske en helt anden end den tilfældighedens vej, der beskrives i darwinismen.

Selvorganisationens relevans for biologi er under debat. Opfattelsen antyder, at medens Universet i henhold til varmeteorien 2. hovedsætning bevæger sig mod “varmedøden”, eksisterer der måske et andet fundamentalt træk i naturen: En progressiv tendens, hvor Universets stof bevæger sig mod højere og højere organisation. I henhold til denne deterministiske opfattelse er livet indbygget i den lovmæssighed, hvorefter stoffet i Universet udvikler sig. Livet er indskrevet i det store kosmiske drama på en helt grundlæggende måde. Livet fremkommer, ikke som et resultat af sjældne historiske tilfældigheders spil; men som een, omend forbavsende, så dog naturlig fremtrædelsesform for stoffet i Universet.

Der er således to helt forskellige opfattelser af livets stilling i Mælkevejens udvikling.

På den ene side det ortodokse syn med opfattelsen af den historiske tilfældigheds afgørende rolle. Den tilfældige mutation, der via det berømte filter, den naturlige udvælgelse (“survival of the fittest”), fører til en livets evolution uden nogen indbygget “vej mod højere og højere organisation af stoffet”. På den anden side det vel noget overraskende syn, at vi måske lever i et selvorganiserende Univers, hvor stadig mere komplicerede systemer uophørligt formes. Lever vi måske i et Univers, hvor naturlovene fremtvinger en udvikling frem mod liv, bevidsthed og intelligens? Et Univers der, samtidig med at det synker mod kaos, mod varmedøden, på en måde “bliver bedre og bedre”.

Eftersøgning af liv udenfor Jorden er den centrale prøvesten for de to rivaliserende opfattelser. Og her har vi den afgørende betydning af eftersøgning af liv på Mars.

For milliarder af år siden husede planeten Mars flydende vand i form af floder og søer. Mange mener desuden, at der på den nordlige halvkugle af Mars var et ocean sammenligneligt med Stillehavet her på Jorden. Da livet opstod på Jorden for cirka 4 milliarder år siden, var de klimatiske betingelser på Jorden og Mars altså

stort set de samme. Hvis livet kommer med tvingende nødvendighed, når de rigtige betingelser er tilstede, er der således den mulighed, at livet opstod på Mars såvel som på Jorden.

Der ligger måske en perle af potentiel kundskab gemt i klipperne på Mars. Hvis man finder en bakterie på Mars, fossil eller i live – og man kan påvise at denne bakterie er dannet på Mars uafhængigt af biosfæren her på Jorden – vil det på dybtgående vis påvirke vor opfattelse af stoffets udvikling i Mælkevejen.

Vi lever da – med en til vished grænsende sandsynlighed – i et selvorganiserende Univers. Derfor: Til Mars!

Hvor er den information kommet fra, der er indbygget i DNA molekylet?

Det er ikke stedet her at redegøre for sammenhængen mellem termodynamik og informationsteori. I den matematiske teori for kommunikation vises det, at der er en forbindelse mellem det, der i kommunikationsteorien kaldes "støj", og det der i termodynamikken betegnes entropi. Når signalerne på telefonlinjen forstyrres, kan det opfattes på to forskellige måder: enten at der kommer støj på linjen eller at der flyder information bort fra linjen. I sin yderste konsekvens kan man sige, at resultaterne af varmeteorien 2. hovedsætning kan opfattes enten som væksten i entropi eller som fald i information. Efter disse løse bemærkninger vil vi formulere det afgørende spørgsmål:

Hvor er den uhyre mængde af information, der ligger gemt i for eksempel menneskets DNA molekyle kommet fra?

DNA molekylet indeholder som bekendt den information, der kræves for at konstruere et nyt individ, og også den information, der senere er nødvendig for individets funktion. Der er således tale om et anseeligt regnemaskine program, en instruktionsmanual af forbløffende kraft!

Set fra Darwinismens synspunkt er informationen skabt via det før omtalte berømte filter: Naturlig udvælgelse. Livet importerer information fra omgivelserne som et resultat af tilfældige mutationer. Mutationerne er biologisk set ækvivalente med støj på linjen. Succesfulde mutationer er de mutationer, der kan reagere på omgivelserne, så individet overlever. Omgivelserne udvælger så at sige den information, der efterhånden ender op i DNA molekylet. Miljøet føder ny information ind i den genetiske arvemaske via naturlig udvælgelse.

Men kunne vi tage fejl? Kunne der være en "konstruktionsvej" til DNA molekylet lige så "deterministisk" som vejen til dannelsen af kulstof og ilt i en stjerne ud fra brint og helium? Søg og I skal finde!

Til syvende og sidst ligger oprindelsen til biologisk information gemt i Universets udvidelse. På trods af, at temperaturen stort set var den samme overalt i Universet ved strålingsepokens afslutning, var – som vi har set

– Universets entropi langt fra maksimal. Gennem Universets udvidelse og gennem gravitationskraften skabtes der muligheder for temperaturforskelle og dermed for vækst af entropi. Overalt i Universet blev der således skabt de betingelser, der er nødvendige for at danne strukturer, i.e. orden via en varmestrøm. Ligger der her gemt en "deterministisk" vej til dannelse af DNA molekylet? Ingen ved det, men den ultimative kilde til information i DNA molekylet er Universets udvidelse i sammenspil med gravitationen. Alt, hvad vi ser omkring os, er et resultat af afkøling.

Afslutning

I de kommende år vil vi se en omfattende udforskning af Mars, kulminerende med den bemandede flyvning til planeten.

Rejsen til Mars har det formål at udvide vort kendskab til Mælkevejens udvikling, og herunder især at opnå indsigt i de fysiske og kemiske betingelser, der fører til dannelsen af liv. Måske kan vi gennem studiet af planeten Mars besvare det helt afgørende spørgsmål: Lever vi i et selvorganiserende Univers?

Men rejsen til Mars vil indeholde meget mere. Den vil for eksempel sætte os i stand til at undersøge mulighederne for rejser til stjernerne; sætte os i stand til i realiteternes verden grundigt at overveje mødet mellem mennesket og det store Univers. Alt dette udvider menneskets horisont. Vor teknologi er underkastet vor fantasi, og ikke omvendt – vi tager til Mars, ikke på grund af vor teknik, men fordi vi ønsker at nå til en dybere forståelse af det Univers, hvoraf vi selv udsprang.

Det ville være en arv, der er Tycho Brahe værdig, hvis Københavns Universitet med kraft og vitalitet ville deltage i denne kommende udforskning af Mars. Det ville måske oven i købet være et mål for Øresunds Universitetet! Når mennesket om et par årtier sætter de første fodtrin i det røde støv på Mars, og bygger den første forskningsstation på planeten, bør denne station bære følgende navn:

"Hven 2".

Stjernerne over Øresund viste vejen mod uendeligheden.



Jens Martin Knudsen er dr.scient.

Ove Poulsen: “Plads til at begå fejl”

Jens Olaf Pepke Pedersen, Kvant.

En markant skikkelse i den danske forskningsverden fik i efteråret 2000 nyt job: Professor Ove Poulsen skiftede direktørposten i Forskningsministeriet ud med direktørposten i NKT Research & Innovation. Som direktør for ministeriets forskningssøjle havde han siden 1995 set en række forskningsministre komme og gå, for det var et ministerium, hvor der var fart på, ikke mindst på ministrene, som enten var på hastig vej op eller ned ad den politiske rangstige. Det var også et ungt ministerium, der var dannet få år tidligere som et resultat af, at Poul Nyrup skulle have personkabalens i sin første regering til at gå op. Der har derfor været nok at holde styr på, siden daværende forskningsminister Frank Jensen hentede Ove Poulsen til ministeriet fra en stilling som direktør for Mikroelektronik Centret (MIC) ved DTU. Her var det på fire år lykkedes ham at få opbygget et forskningscenter med over 100 ansatte og aktiv deltagelse af en række store danske virksomheder. Selvom man først måtte starte med at bygge proceslaboratoriet, fik MIC inden den første fire-års periode var udløbet en meget positiv international evaluering, som dannede grundlaget for at Forskningsministeriet sikrede MIC med en årlig driftsbevilling på 25 mill. kr.

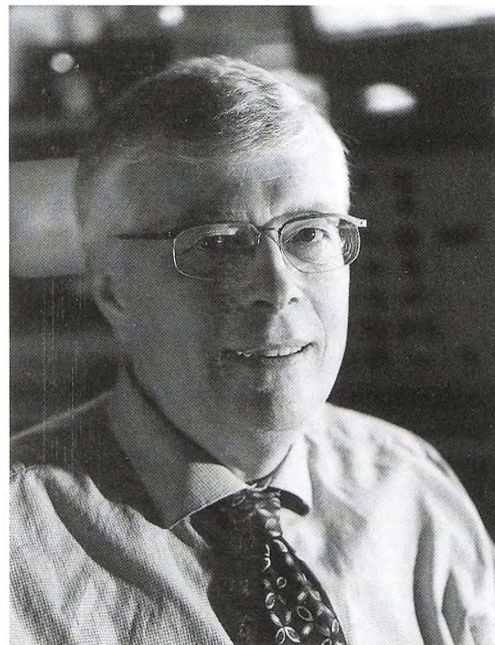
Fra starten var der måske lagt op til en mere traditionel forskerkarriere: Ove Poulsen blev Ph.D. (lic.scient) i 1976 og lektor året efter ved det fysiske institut ved Aarhus Universitet. I 1986 blev han en af Bertel Haarders såkaldte super-professorer og i 1991 professor i optik i Århus – en stilling han næsten med det samme måtte søge orlov fra for at overtage ledelsen af MIC.

Ove Poulsen er 55 år, men ser ikke ud til at have sat tempoet ned efter at han har sat sig til rette i direktørstolen på NKT Research. Han viser med stolthed hjemmesiden frem for NKT Photonics Summer School, der netop har fået det blå stempel af det europæiske fysiske selskab (EPS), og han beretter om opbygningen af NKT Academy og viser samarbejdskontrakter mellem akademiet og en række universiteter i ind- og udland.

Tilfældighedernes spil

Ove Poulsen mener selv, at hans karriereforløb er et resultat af tilfældigheder og lysten til at tage nye udfordringer op.

“Man skal ikke planlægge et karriereforløb, men man skal være villig til at flytte sig og prøve noget nyt. Jeg har ikke søgt nogen af de stillinger, jeg har fået, og jeg mener heller ikke, at jeg har forladt nogen af dem igen i utide. Man skal heller ikke være blind for, at



Professor Ove Poulsen, NKT Research & Innovation.

man ved at flytte sig selv skaber plads for en ny udvikling, og det har været meget tilfredsstillende at se, hvordan f.eks. MIC har udviklet sig, ligesom forskningen i kvanteoptik i Århus har drevet det langt længere, end jeg havde turdet drømme om for 10 år siden.”

Ærlighed og åbenhed

Ove Poulsen har også gjort sig bemærket med markante meninger om dansk forskning, og formodentlig af samme årsag findes der i den danske forskningsverden mange og markante meninger om Ove Poulsen. En karakteristik går på, at han er reinkarnationen af den stærke naturvidenskabsmand fra 1800-tallet, der leder sine medarbejdere som en feudal krigsherre, omgivet af tro løjtnanter og væbnere. Ove Poulsen er fornøjet over karakteristikken, men kan ikke genkende sig selv i den:

“Jeg har faktisk en moderne ledelsesstil, hvor jeg går ind for frihed, ærlighed og åbenhed. Når jeg f.eks. udarbejder en forskningsplan sammen med en student, ser jeg det som min opgave som vejleder at sørge for, at de vigtige elementer i planen bliver nået, og jeg har aldrig haft en student, der ikke blev færdig “on time and on budget”, men mine studerende og medarbejdere har altid fået fuld frihed til “performance”. Hvis der er mål, der ikke bliver nået, så betragter jeg det som et fælles problem, hvor vi analyserer, hvad der er gået galt, og hvilke løsninger, vi kan finde. Jeg kan ikke acceptere dovenskab eller sløseri, men jeg har ikke noget imod, at

der bliver begået fejl, hvis man lærer af dem. Faktisk går jeg ofte så vidt som til at opfordre til at begå fejl, og jeg har en svaghed for "civil ulydighed", hvor en student prøver egne ideer af, selvom jeg har forudsagt, at de ikke kunne lade sig gøre. Nogle gange kan der selvfølgelig ske fejl, der får alvorligere konsekvenser, men så er det lederens opgave at påtage sig ansvaret i stedet for at tørre problemerne af på medarbejderen.

Til gengæld mener jeg også, at vejlederen skal være storsindet, når det gælder medejerskabet af de ideer, der udvikles i et forskningsprojekt, og medmindre jeg selv virkelig har ydet et væsentligt bidrag til en publikation, vil jeg heller ikke være medforfatter til den. Der skal være en grundlæggende ærlighed, også når det gælder bidrag til artikler, og der har desværre udviklet sig den uskik alt for mange steder, at en gruppeleder skal have sit navn med på alle gruppens publikationer."

Forskning opbygger sociale relationer

"Det hører også med i billedet, at man i alle gode forskningsprojekter opbygger sociale relationer, og specielt som eksperimentalfysiker får man et meget tæt forhold til sine studerende, som varer livet igennem. Jeg har f.eks. kontakt til alle mine tidligere studerende, og jeg lytter selv stadig til gode råd fra min specialevejleder.

Åbenhed betyder også, at min dør altid står åben for mine medarbejdere, og hvis de ønsker at diskutere en sag med mig, prioriterer jeg det over andre opgaver. Mine ledelsesopgaver består også i at holde individuelle udviklingssamtaler med medarbejderne, hvor vi taler åbent om deres fremtid. Ikke med hensyn til hvilken stilling, de skal have på et bestemt tidspunkt, men hvilke personlige kvalifikationer, vi skal udvikle hos dem. Derfor ser jeg det også som en succes, at der var et stort gennemtræk af mine medarbejdere i Forskningsministeriet, netop fordi de flyttede til forfremmelser. Til gengæld for de krav, jeg stiller, ønsker jeg, at de ansatte skal have anstændige vilkår, og jeg har f.eks. aldrig deltaget i universiteternes post.doc. cirkus, hvor man udviser en utrolig mangel på respekt overfor dygtige mennesker ved at tilbyde dem den ene kortvarige ansættelse efter den anden."

Der er oplagt at bede Ove Poulsen om at sammenligne sine erfaringer fra arbejdet i universitetsverdenen, statsadministrationen og industrien, men han svarer uden tøven, at der ikke er forskel på, hvor man arbejder.

"Jeg har ikke mødt nogen kulturforskelle. Tværtimod er der overalt de samme, engagerede og meget dygtige mennesker."

Kreativiteten dræbes på konservative universiteter

Universiteterne og deres forhold ligger stadig Ove Poulsen hjerte nært.

"Desværre arbejder de på mange måder, som de har gjort de sidste 400 år, og blot fordi von Humboldt for

100 år siden formulerede nogle gode ideer om universiteternes opgave og rolle, er de ikke nødvendigvis optimale idag. Jeg synes f.eks., at uddannelsessystemet er alt for stift og formelt, og præget af en utrolig konservatisme, og det gælder både fagfordeling, pensum og undervisningsmetoder.

Ligesom jeg mener, at det er nødvendigt at begå fejl i sin forskning, må der også gerne være plads i undervisningen til at studenterne kan lave fejl – i stedet for straks at blive ledt ind på den rigtige løsning. Til gengæld kræver jeg en aktiv indsats af studenterne. De skal ikke have det hele serveret på et sølvfad, hvor de hver uge får at vide, at nu skal de læse fra side A til side B. Jeg har selv praktiseret det, da jeg gav forelæsninger i ikke-lineær optik på DTU, hvor jeg blev mødt med store protester, fordi jeg ikke fulgte lærebogen slavisk og i øvrigt mente, at studenterne selv skulle finde ud af, hvilke sider, der var relevante. Det var slet ikke gået op for studenterne, at de ikke længere gik i gymnasiet, men på et universitet, og de var allerede meget konservative i deres opfattelse af, hvorledes undervisningen skal gives og eksamenen skal afvikles. Det sidste oplevede jeg, da jeg udløste den næste protestbølge ved at indføre nogle lidt utraditionelle eksamensformer.

Jeg er alvorligt bekymret for, at det stive og formelle uddannelsessystem også dræber kreativiteten og intuitionen hos studenterne. Jeg har således ofte oplevet studenter, der har en god formel viden om f.eks. atomare levetider og udvalgsregler, men de har ikke været i stand til at deltage i en fysisk diskussion om, hvorfor f.eks. $2s$ -tilstanden i brintatomet har en lang levetid. Og her lægger jeg ikke vægt på, at studenten straks skal kunne fremsige det korrekte svar, men på, at man viser interesse for at diskutere fenomenet og kan komme med nogle bud på årsagen."

Brug nörd-kulturen til udvikling

"Derfor ser jeg heller ikke noget problem i at opgive den forskningsbaserede undervisning på universiteterne på bacheloruddannelsen. Det gør ikke noget, at der går tre år før studenterne bliver introduceret direkte til forskningen. Nogle af de bedste og mest inspirerende undervisere, jeg har haft, var ikke selv så aktive forskere, men de var alligevel i stand til i deres undervisning at bringe os frem til forskningsfronten. Derfor argumenterer jeg heller ikke for, at studiet skal være lettere, for der skal stadig være gode, faglige udfordringer, men vi har f.eks. så mange computer-redskaber til rådighed, som stort set ikke bliver brugt i undervisningen. Faktisk burde det kunne lade sig gøre at bruge en del af den nörd-kultur, der jo også findes blandt fysikerne, til at fremskynde udviklingen af ny og effektiv undervisning."

Arrogante og forkælede fysikere

Du har tidligere i Kvant efterlyst en ny dialog mellem universiteterne og samfundet.

“Ja, og den savner jeg stadig. Universiteterne har buret sig inde, og lever i en forældet opfattelse af, at en forsker skal kunne gemme sig på sit kontor i årevis, hvorefter alle landets nyhedsreaktioner vil stå klar med TV-kameraerne, den dag forskeren omsider kommer ud for at fortælle, hvad han har opdaget.

Men sådan fungerer verden ikke længere. Universiteterne har ikke længere monopol på at producere ny viden, og derfor er der brug for, at de markedsfører sig selv, for ellers taber de i konkurrencen om f.eks. nye bevillinger.

Man kommer ikke udenom, at fysik er central for samfundets udvikling, men desværre har alt for mange fysikere en arrogant og forkælet indstilling, hvor de forventer, at omverdenen i dyb respekt for fagets vigtighed kommer styrtende og overser dem med store bevillinger. I stedet ser vi, at denne arrogance medfører, at bevillingerne går til andre områder end fysik.

Et skrækeksempel er det europæiske fysiske selskabs (EPS) udtalelse fra 1999 om at “physics is, and must remain, the Leitwissenschaft”. Jeg vil af-færdige udtalelsen som det sidste primatskrig fra en flok uddøende han-aber, for den sender et helt forkert signal.

Det gælder også fysikernes evindelig budskab om, at fysikken er en eksakt videnskab, for forskningsfronten er jo netop ikke eksakt.

Desværre har universiteterne ikke vist evne eller vilje til at tage en debat om den ændrede vekselvirkning mellem samfundet og universiteterne, og derfor håber jeg, at de faglige sammenslutninger som EPS og Dansk Fysisk Selskab vil tage den. Jeg håber også, at de faglige sammenslutninger i højere grad vil afspejle vidensproduktionen i samfundet. F.eks. var EPS i en lang periode domineret af forskere fra den klassiske partikelfysik, men det er mit indtryk, at EPS idag arbejder ihærdigt med at gøre sammenslutningen mere moderne og professionel, og også i direkte dialog med samfundet. Det er også på høje tide, for herhjemme er jeg bekymret for, at politikerne helt har opgivet naturvidenskabens. Det er i hvert fald ikke et prioriteret område.”

Har du et godt råd til en nybagt student, der skal vælge uddannelse?

“Stil større krav, vælg et fagligt miljø, der giver udfordringer. Men fysikere vil altid være noget helt særligt – for hvis de ikke var det, var de aldrig begyndt på studiet.”

Nyt fra Dansk Geofysisk Forening

Dansk Geofysisk Forening

Hjemmeside: www.gfy.ku.dk/~dgm

Geofysisk Afdeling
Juliane Maries Vej 30
2100 København Ø
E-mail: dgm@gfy.ku.dk

Kristian Keller (formand) (krk@kms.dk)

Henning Haack (hh@savik.geomus.ku.dk)

Karen G. Schmidt (kgs@gfy.ku.dk)

Lennart Sorth (Sorth@uni-c.dk)

Anders Svensson (sekretær) (as@gfy.ku.dk)

Generalforsamling i Dansk Geofysisk Forening

Kristian Keller redegjorde på generalforsamlingen den 4. april for foreningens aktiviteter i det forløbne år. Foreningen har pt. 120 medlemmer, og tilgangen er lidt større end afgang. Hjemmesiden, som blev startet sidste år, er en succes, idet der er en del opslag på siden og nye medlemmer tilmelder sig via siden. Det har dog indimellem knebet med at få opdateret siden til tiden, men det skulle der blive rådet bod på i den nye bestyrelse. Foreningens nye medlemsblad KVANT er blevet positivt modtaget af foreningens medlemmer. KVANT har dog en tendens til at blive udgivet lidt forsinket, hvorfor vores program i et par tilfælde først er kommet frem til medlemmerne efter afholdelse af

møderne. Der er i det forløbne år blevet afholdt færre foredrag end i de foregående år, men til gengæld har kvaliteten af foredragene været i top. Dette, sammen med en intensiveret annoncering af foredragene via e-mail og den offentlige presse, har haft en positiv indflydelse på antallet af fremmødte til foredragene, som har været acceptabelt, selvom vi selvfølgelig stadigvæk gerne vil have flere op af sofaen.

Dernæst fremlagde Kristian Keller foreningens og rejsefondens regnskaber. Regnskaberne dækker perioden 1/4-2000 – 31/12-2000, da det på forrige generalforsamling blev besluttet at regnskabsåret skal følge kalenderåret. Regnskaberne stemte, men de var endnu ikke blevet påtegnet af revisoren, som var bortrejst. Kristian Keller vil snarest få bragt revisionen i orden. Kontingentet er fortsat 225 kr. for ordinære medlemmer og 175 kr. for studerende. I regnskabsperioden var der i overensstemmelse med retningslinierne blevet uddelt rejselegater til geofysikstuderende i løbet af efteråret 2000. Til den nye bestyrelse blev Henning Haack (Geologisk Museum), Kristian Keller (Kort- & Matrikelstyrelsen) og Anders Svensson (Geofysisk Afdeling, KU) genvalgt, og Karen G. Schmidt (Geofysisk Afdeling, KU) og Lennart Sorth (Uni-C) blev valgt. Kristian Keller meldte sig som formand. Anders Svensson fortsætter som sekretær, men regner med at gå på halv kraft i løbet af efteråret, hvor Karen G. Schmidt til gengæld vil træde til med en hjælpende hånd. Lennart Sorth vil overtage opdateringen af hjemmesiden. Carl C. Tscherning blev genvalgt som revisor.

Nyt fra Astronomisk Selskab

Astronomisk Selskab

Hjemmeside: AS.dsri.dk

Michael Quaade (formand)
Hviddingvej 48
2610 Rødovre

E-mail: mq@dsri.dk
Tlf. 36 72 36 34 (priv.) / 43 58 69 47 (arb.)

Hans Sørensen (kasserer)
Stavnsholtvej 32
3520 Farum

E-mail: hans-soh@post1.tele.dk
Tlf. 44 95 11 79



Astronomisk Selskabs foredrag i efteråret 2001

Astronomisk Selskab er i efteråret vært ved en serie på fem foredrag, der vil forsøge at gøre status over Big Bang teoriens tilstand ved indgangen til det enogtyvende århundrede.

Georges Lemaitre formulerede som den første en version af Big Bang teorien, der forklarede universets nuværende tilstand ud fra en eksplosiv fragmentering af et "ur-atom" bestående af atomkernestof. George Gamow modificerede teorien ved at antage, at begyndelsestilstanden var en tæt over-ophedet neutrongas. De forskellige grunstoffers atomkerner blev ifølge teorien dannet ved kernernes successive indfangning af neutroner. Universet blev som et biprodukt fyldt med en elektromagnetisk baggrundsstråling.

Betegnelsen "Big Bang" blev opfundet af Fred Hoyle, der sammen med Thomas Gold og Herman Bondi fremsatte den alternative "steady-state" teori, hvori universets masse-tæthed forbliver konstant som følge af en kontinuert skabelse af stof i rummet mellem galakserne. Steady state teorien mistede de fleste tilhængere i 1964, da Arno Penzias og Robert Wilson opdagede den kosmiske mikrobølgebaggrundsstråling.

De fem foredrag er:

Foredrag nr. 1: *Jan Teuber: "Big Bang i 50 år"*

10. september i København og 17. september i Århus.

Foredrag nr. 2: *Helge Kragh: "Fred Hoyle og alternativer til Big Bang"*

1. oktober i København og 8. oktober i Århus.

Foredrag nr. 3: *Hans Ulrik Nørgaard-Nielsen: "Målinger af mikrobølgebaggrundsstrålingen med Top Hat og Planck"*

22. oktober i København og 29. oktober i Århus.

Foredrag nr. 4: *Jes Madsen: "Big Bang og elementarpartikler – om sammenhænge mellem det største og det mindste"*

12. november i København og 19. november i Århus.

Foredrag nr. 5: *Lisbeth Fogh Olsen: "Hvad har de*

tidligste strukturer udviklet sig til?"

3. december i København og 10. december i Århus.

Praktiske oplysninger:

Foredragene begynder kl. 19:15. I København afholdes foredragene i Store Auditorium i Rockefeller Komplekset, Juliane Maries Vej 30, 2100 København Ø. I Århus på Matematisk Institut, Aarhus Universitet, Ny Munkegade, Auditorium D3, 8000 Århus C. Medlemmer af Tycho Brahe Planetarium og Astronomisk Selskab har gratis adgang. Andre kan tilmelde sig foredragsserien via Folkeuniversitetet.

Foredragsserien er tilrettelagt af Bjarne Thomsen og Camilla Bacher, Astronomisk Selskab.

Astrotræf på Stevns Natur Center 14.-16. september 2001

Medlemmer af Astronomisk Selskab får til september lejlighed til at deltage i et weekendtræf på Stevns Natur Center. Træffet får temaet "meteoritter" naturligvis i anledningen af, at træffet finder sted nær Stevns Klint, som er et af de få steder i verden hvor grænselaget mellem de geologiske lag aflejret i kridt og tertiærtiden er synligt. Netop dette grænselag har været centrum i den debat der handler om en lang række af dinosaurarternes uddøen for ca. 65 millioner år siden, måske som følge af et nedslag af en større asteroide fra rummet.

I løbet af træffet vil deltagerne få lejlighed til at høre mere om disse teorier og høre mere om store og små legemer i solsystemet, i det at vi har inviteret en række foredragsholdere til at dele deres viden med os. Der bliver selvfølgelig rig lejlighed til at udveksle erfaringer og snakke med andre amatører. Om aftenen bliver der mulighed for at kigge stjerner under en mørk himmel.

Program

Fredag d. 14. september

18.00 Ankomst.

19.00 Velkomst og aftenmad.

20.00 Foredrag om den aktuelle stjernehimmel. v/ Hans Sørensen.

21.00-? Observationer.

Lørdag d. 15. september

9.00 Morgenmad.

10.00 Generelt foredrag om meteoritter v/ Henning Haack, Geologisk Museum.

12.00 Frokost.

13.00 Foredrag om Tunguska mysteriet i 1908 v/ Kaare Lund Rasmussen, Nationalmuseet.

14.30 Tur til fiskeleret v/ Peer Nørgaard, Stevns Natur Center.

18.00 Aftenmad.

20.00 Foredrag om amatørteleskoper v/ Michael Quaade.

Søndag d. 16. september

9.00z Morgenmad.

10.00 Studier af jernmeteoritter v/ Jørgen Albertsen, Greve Gymnasium.

12.00 Afgang og rengøring.

Tilmelding

Tilmelding sker ved henvendelse til Barbara Egetoft på tlf. 39 90 96 95 eller pr. email til katarina@get2net.dk. Forhåndstilmelding (som ikke er bindende og egentlig er en pladsreservation) kan ske indtil 15. juli 2001. Derefter er tilmeldingen bindende. Der er 50 overnattingspladser som opfyldes efter "først til mølle" princippes, så hurtig tilmelding anbefales.

Ved tilmelding bedes oplyst, om man har ekstra plads i bilen eller om man ønsker transport. Der er mulighed for at komme med tog til Store Heddinge, som ligger 6 km fra natur-centeret. Evt. afhentning fra stationen kan vi nok finde ud af.

Prisen for deltagelse er 200 kr per person og dækker overnatning, aftensmad fredag og lørdag, morgenmad og frokost lørdag og søndag samt udgifter til foredrag mm. Indbetal beløbet på giro 396 2350 Astronomisk Forening for Køge Bugt, c/o Barbara Egetoft, Vitus Berings Alle 7, 2930 Klampenborg eller send en check til samme adresse. Man skal selv medbringe sovepose og lagen, håndklæde mm. Deltagerne opfordres desuden til at medbringe kikkerter, egne astrofotos, computerprogrammer med astronomisk indhold mv.

Ønsker man at deltage i et enkelt foredrag eller to (uden overnatning eller spising) er man velkommen til bare at dukke op – tilmelding er ikke nødvendigt og der er gratis adgang.

Nyt fra Dansk Fysisk Selskab

Dansk Fysisk Selskab

Hjemmeside: www.nbi.dk/dfs

Dorthe Posselt (formand)
IMFUFA, RUC
4000 Roskilde

E-mail: Dorthe@ruc.dk
Tlf. 46 74 26 07 / Fax 46 74 30 20



Dansk Fysisk Selskab afholder sin generalforsamling den 1. juni på Hotel Nyborg Strand, hvor formanden Dorthe Posselt vil afgive sin beretning, der gengives her i skriftlig form.

Dansk Fysisk Selskab år 2000

Ifølge vedtægterne er formålet med Dansk Fysisk Selskab at "at fremme forskning og støtte undervisning på området fysik samt at varetage danske fysikers faglige interesser i ind- og udland". I praksis er hovedaktiviteterne, hvormed dette formål søges fremmet, udgivelse af et medlemsblad (KVANT), afholdelse af et årsmøde med faglig udveksling på tværs af discipliner, geografi og alder samt varetagelse af kontakten til internationale organisationer som IUPAP (International Union of Pure and Applied Physics) og EPS (European Physical Society). Selskabets arbejde er baseret på frivillig arbejdskraft suppleret med sekretærhjælp til kassereren samt studentermedhjælp til veldefinerede, afgrænsede opgaver. I de senere år er det ved flere lejligheder blevet bragt på bane, specielt af den tidligere formand Preben Alstrøm, der nu er medlem af Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd, SNF, hvorvidt DFS kan og bør påtage sig en mere aktiv forskningspolitisk rolle. F.eks. blev et udspil fra Selskabet efterlyst i forbindelse med SNF's strategiplan. Hidtil har bestyrelsen været meget tilbageholdende i denne forbindelse, bl.a. fordi vi ikke har mandat fra medlemmerne til at forfølge en bestemt forskningspoli-

tisk strategi. Dette forbehold gælder selvfølgelig også i forbindelse med en mere aktiv uddannelsespolitisk rolle for DFS. Bestyrelsen kan kun udtale sig meget bredt og visionært i henhold til formålsparagraffen, med en vis fare for at blive ukonkret. Et andet aspekt vedrørende DFS's rolle er spørgsmålet om, hvorvidt en øget professionalisering er ønskelig og nødvendig. Der er mange fordele forbundet med at drive Selskabet på basis af frivilligt engagement spredt geografisk ud over hele landet, men det er også klart, at der er grænser for hvor stort et tidsmæssigt forbrug et sådant engagement kan bære og specielt grænser for, hvor regelmæssigt der kan trækkes veksler på et frivilligt engagement. Dette er specielt tydeligt i forbindelse med flaskehalse op til f.eks. årsmødet og i den manglende effektivitet som de hyppige formandsskift uden en tilknyttet administrativ funktion til oplagring af opsamlet erfaring, resulterer i. Jeg vil som formand gerne stå inde for, at de opgaver, der kan betragtes som Selskabets kerneopgaver, er blevet løst godt og i den forbindelse takke de medlemmer, der på forskellig vis har bidraget hertil. Men jeg vil også gerne åbne op for en debat om, hvorvidt Selskabet bør og i givet fald hvordan Selskabet kan påtage sig nye opgaver.

Bestyrelsen

Ansaret for DFS's daglige arbejde ligger hos bestyrelsen, der pr. 10. maj 2000 blev konstitueret med Dorthe Posselt som formand, Henrik Bruus, næstformand, Erik Horsdal, kasserer, Karsten Wedel Jacobsen, Jens Juul Rasmussen, Poul V. Thomsen, Ole G. Mouritsen og Ole Bakander. Mængden af bestyrelsesmøder har i 2000 holdt den traditionelle kvote på to pr. år. Kontinuiteten i bestyrelsesarbejdet mellem møderne sikres via E-mail (hovedsageligt fra formanden til de øvrige medlemmer). Anette Skovgaard har overtaget sekretariatsfunktionen i Århus og vi byder hende velkommen. Som en nyordning er der ansat en studentermedhjælp, Stine Timmerman, til hjælp med ud-

sendelse af velkomstbreve, salg af udstillingsstande til årsmødet og lignende opgaver samt i beskedent omfang sekretariatshjælp til formanden. Bjarne Andresen og Michael Linden-Vørnle yder et stort arbejde med henholdsvis medlemsregister og hjemmeside.

Sektionerne

Sektionerne i Dansk Fysisk Selskab er faststoffysiksektionen (formand Henrik Bruus), atomfysiksektionen (formand Jens Juul Rasmussen), uddannelse og undervisning (formand Poul V. Thomsen) samt netværk for kvinder i fysik (formand Eva Danielsen). Netværk for kvinder i fysik har i 2000 udsendt tre nyhedsbreve og afholdt et aftenarrangement med iskerne sightseeing.

Medlemsskaren

Pr. 1. oktober 2000 havde Dansk Fysisk Selskab 633 betalende medlemmer, heraf 359 ordinære medlemmer, 238 studentermedlemmer, 35 pensionister og et firma. Medlemstallet pr. 20. februar 2001 er 687 med en pæn stigning særlig i antallet af studentermedlemmer. Det er meget positivt, at en så forholdsvis stor del af medlemmerne er studenter og det er bestyrelsens håb, at vi kan fastholde disse medlemmer også efter endt uddannelse. Desværre har det været nødvendigt at øge medlemskontingentet for studentermedlemmer fra 75 kr. til 125 kr. pr. år for at sikre omkostningsneutralitet. Det er bestyrelsens plan at iværksætte regelmæssige hvervekampagner, evt. ved hjælp af en folder med information om selskabet. En sådan kampagne skal ikke kun henvende sig til studenter, men også søge at rekruttere blandt landets færdiguddannede fysikere, både de, der arbejder på universiteterne, men også gerne i industrien og på gymnasier. Kreative ideer til hvordan selskabet kan nå bredt ud til potentielle medlemmer (og navne på kontaktpersoner) modtages meget gerne.

KVANT

Den 14. december 2000 havde Max Plancks afhandling om virkningskvantet 100 års jubilæum. "KVANT" var et naturligt navnevalg, da Dansk Fysisk Selskab og Selskabet for Naturlærens Udbredelse i 1990 udgav det første nummer af et fælles fysiktidsskrift. I 2000 kom Astronomisk Selskab og Dansk Geofysisk Forening med som udgivere af KVANT, således at det nu er lykkedes at samle landets fysikere, astronomer og geofysikere i et fælles blad. KVANT redigeres af Jens Olaf Pepke Pedersen og den redaktionelle linies succes afspejles i at KVANT's oplag på to år er fordoblet fra 1500 til 3000 stk. Hvor bladet tidligere mest blev læst af fagfysikere, kommer der nu hver uge nye abonnenter til fra mange dele af samfundet. Takket være et tilskud fra landets fysikinstitutter bliver KVANT sendt gratis til fysiklærerne ved landets gymnasier, seminarier, HTX-kurser m.m. og jævnlige anmodninger om klassesæt viser, at bladet bliver læst. Det er en udfordring at skrive om forskningresultater, så også en gymnasieelev

kan følge med - KVANT's redaktion opfordrer landets fysikere til at tage denne udfordring op.

Internationalt arbejde

Per-Anker Lindgård er valgt ind i EPS's bestyrelse med opbakning fra de skandinavisk-baltiske selskaber og varetager der et stort arbejde. Han har skrevet om EPS's arbejde i et tidligere nummer af KVANT (2/1999) og i sidste nummer af KVANT fik vi en personlig beretning fra "Third World Congress of Physical Societies". EPS er en stor organisation med 75.000 medlemmer og nye initiativer går tilsvarende langsomt fremad, men som påpeget i Per-Anker Lindgårds artikel er det nødvendigt med en vis tyngde for at påvirke politikere og andre beslutningstagere. Lobbyisme på europæisk plan er i stigende grad nødvendigt og må nødvendigvis foregå gennem større organisationer som EPS. Det almindelige danske EPS medlem mærker ikke umiddelbart så meget til denne side af EPS's virke – kontakten til de danske medlemmer foregår gennem bladet Europhysics News og selskabets medlemmer kan derudover besøge EPS's hjemmeside (www.eps.org). I anledning af European Science and Technology week 2000, afviklede EPS projektet "Learning from Nature", der bl.a. har resulteret i produktion af en video, der kan rekvireres via EPS's sekretariat. Udover Per-Anker Lindgårds arbejde i bestyrelsen, er dansk fysik også på anden vis synlig i EPS, idet Preben Alstrøm er formand for sektionen for Statistisk og Ikke-lineær fysik og Stig Steenstrup er formand for komiteen for studentermobilitet (European Mobility Scheme for Physics Students).

Dansk Fysisk Selskabs bestyrelse er nationalkomite for IUPAP. IUPAPs arbejde foregår i 20 kommissioner, hvor der er danske repræsentanter i bestyrelsen for to: Jakob Bohr (Kommissionen for Struktur og Dynamik af Faste Stoffer) og Kurt N. Clausen (Kommissionen for Magnetisme). Det er vigtigt, at vi fortsat har danske repræsentanter i IUPAPs kommissioner og DFS's bestyrelse hører gerne om egnede kandidater, som potentielt kan hente støtte fra de skandinavisk-baltiske selskaber. Næste valg til kommissionerne foregår i forbindelse med generalforsamlingen i 2002.

Der arbejdes i EPS på at gøre 2005 (100-året for Einsteins tre banebrydende arbejder) til et internationalt "fysikkens år". Man kan forestille sig mange måder, hvorpå DFS kan bidrage til at markere denne begivenhed i Danmark. Et arrangement, der kan høres og ses, kan imidlertid kun gennemføres med medlemmernes aktive engagement, og jeg opfordrer derfor alle til at komme med gode ideer.

Det gælder i det hele taget, at vi i bestyrelsen er meget åbne overfor initiativer fra medlemmer, der vil noget og selv vil lægge knofedt i sagen, om det handler om arrangement af en sommerskole, arrangement af en paneldebat, et kulturelt betonet arrangement i DFS regi eller noget helt fjerde. Vi vil meget gerne fremme DFS's virke som medlemmernes organisation.

Om bevidsthed, fysik og kosmologiske principper

Kay Akselbo, Vedbæk.

Gennem tre tidligere artikler [1-3] er det vist, hvordan universets dynamiske struktur kan betragtes som det materielt-fysiske udtryk for rummets og tidens ikke-absoluthed. I det følgende vises det nu, hvordan denne "urgrund" er et udtryk for forholdet mellem bevidsthed og fysik.

Referat

Selvmodsigelsen i biosfærens adfærd som på én gang kausalt bestemt og formålsbestemt skyldes en kategorisammenblanding. En fyldestgørende betragtning af Kosmos nødvendiggør anvendelse af to komplementære (og altså hinanden udelukkende) "forsøgssopstillinger", nemlig:

Opstilling I: Verden som en af os uafhængig "ydre" verden: årsagslovens, fysikkens og naturlovens verden. I denne forsøgssopstilling udføres eksperimentet "at løfte hånden", ved at dennes bevægelsesystem modtager fysiske impulser fra hjernen.

Opstilling II: Verden som en "indre" verden, dvs. som vort bevidsthedsindhold på forhånd. I denne forsøgssopstilling udføres det samme eksperiment ved at hånden direkte modtager "ordrer" fra os.

Disse to opstillinger er som komplementære lige nødvendige for helheden og lige "sande" og i deres inkommensurabilitet uden anden forbindelse med hinanden end parallelt at beskrive den samme virkelighed. Kosmos fremstår derved som en "bevidsthedsgeometrisk" struktur, og tilværelsen som en psykofysisk parallelisme, som i øvrigt synes eftervist eksperimentelt.

Problem

I sin bog "Del og helhed" [4] refererer fysikeren Werner Heisenberg en samtale med Niels Bohr om liv og fysik. Kirurgen Ole Chiewitz, som deltager, har lige bemærket, at medicineren antager, at organismen har tendens til at retablere normale forhold efter en forstyrrelse, og samtidig er overbevist om, at processerne forløber kausalt, så der sker, hvad der ifølge fysik og kemi skulle ske. Han gør sig ikke klart, at de to betragtningmåder slet ikke passer sammen.

Bohr: "Dette er jo et typisk tilfælde af to komplementære betragtningmåder. Vi kan enten tale om organismen i de begreber, der har dannet sig ud fra omgangen med levende væsener. Så taler vi om "levende", "et organs funktion", "stofskifte", "ånding" osv. Eller vi kan spørge efter det kausale forløb. I så fald benytter vi fysikkens og kemiens sprog og studerer kemiske eller elektriske processer, f.eks. ved nerveledningen. De to betragtningmåder modsiger hinanden, for i det ene

tilfælde forudsætter vi, at det, der sker, er bestemt af det formål, det tjener; i det andet tror vi, at det er fastlagt ved det, der er sket umiddelbart før. Men de to betragtningmåder danner også komplement til hinanden, for i virkeligheden ved vi jo forlængst, at de begge er rigtige, netop fordi der eksisterer liv."

Efter en længere diskussion om dette bemærker Heisenberg: "Et argument, der lejlighedsvis anføres for nødvendigheden af en udvidelse af kvanteteorien, er den menneskelige bevidstheds eksistens. Der kan jo ingen tvivl være om, at begrebet "bevidsthed" ikke forekommer i fysik og kemi, og man kan virkelig heller ikke indse, hvordan noget sådant skulle resultere af kvantemekanikken. I en naturvidenskab, der også omfatter de levende organismer, må bevidstheden imidlertid have en plads, eftersom den hører til virkeligheden".

Bohr: "Jeg ved egentlig ikke, om man her behøver mere frihed, end der allerede gives ved komplementaritetens resonnementet. Det egentlige problem lyder følgende: Hvordan kan den del af virkeligheden, der begynder med bevidstheden, passe sammen med den anden, der beskrives af fysik og kemi? Hvordan går det til, at lovmæssighederne i disse to dele aldrig kommer i konflikt med hinanden?"

Bohr kalder senere samstemmigheden mellem de to betragtningmåder for den psykofysiske parallelisme, og analogt kalder den svejtsiske psykolog C. G. Jung den for akausal synkronicitet [5].

Lidt historie

Den klassiske mekaniks fædre Galileo Galilei (1564–1642) og Isaac Newton (1642–1727) havde ikke de lige omtalte problemer, fordi de simpelthen fravalgte dem. Deres grundlæggende påstand er, at den naturvidenskabelige metode er empirisk, idet den udelukkende bygger på konstaterbare fakta om det, som kan vejes og måles og behandles matematisk. De var jo dog naturligvis klar over, at fysikken ikke var hele virkeligheden. Galilei gav f.eks. dennes anden halvdel et ord med på vejen, idet han i det videnskabsfilosofiske værk "Il Saggiatore" ("Undersøgeren") opstiller læren om "primære og sekundære kvaliteter" (de såkaldte "sansekvalliteter"), hvorefter kun de kvantitative egenskaber såsom form, størrelse, masse osv. findes hos stoffet, medens de kvalitative egenskaber som farve, lyd, duft, smag, varme, kun findes hos os som bevidste subjekter, og derfor helt kan udelades i fysikken. Og skønt Newton i sit hovedværk "Principia" (1687) pointerer, at man i naturvidenskaben ikke må anvende metafysiske, religiøse eller andre spekulative fortolkninger, fremsætter han dog i "Optics" (1704) teorier om rummet som "sen-

sorium dei", dvs. Guds sanseorgan eller bevidsthed, som grundlag for sin teori om rummets og tidens absolutthed. Ironisk nok ville en sådan antagelse under iagttagelse af komplementaritetsteorien føre til disses ikke-absolutthed. Men hverken Galilei eller Newton kendte til komplementaritet, og de henlagde derfor bevidst den halvdel af virkeligheden "som begynder med bevidstheden".

Det gjorde deres filosofiske "pendant", den franske filosof, matematiker og naturforsker René Descartes (1596–1660), som af nogle anses for at være grundlæggeren af den moderne filosofi, imidlertid ikke, og han fik problemer.

I sin tidligste ungdom studerer han ivrigt Galilei, men allerede som treogtyveårig sætter han sig for at grundlægge en altomfattende "metafysisk" naturvidenskab baseret på matematikken. I sin søgen efter et ubetvivleligt grundlag for denne bliver han klar over, at han jo i hvert fald ikke kan betvivle sin egen eksistens, idet han udmønter sætningen: "jeg tænker, altså er jeg til" (cogito ergo sum), som jo nu er udødelig i filosofiens historie, og dens konsekvens: "jeg er et bevidsthedsvæsen" (sum res cogitans).

Hans metafysiske system bliver derfor en dualisme af to "værensområder" nemlig for det første Galileis materielle verden, som han kalder "det udstrakte" (res extensa), og hvori alt – herunder hans eget legeme som fysisk genstand – er underkastet mekanikkens uindskrænkede love. Og for det andet bevidsthedens verden, "res cogitans", som ikke har udstrækning. Og her løber han så ind i sit problem. For hvis krop og bevidsthed tilhører forskellige verdener, hvordan er da forbindelsen imellem dem? Hvis han løfter sin hånd, og denne hændelse er uindskrænket årsagsbestemt i den fysiske verden, hvordan kan den da samtidigt forklares som en fri viljeshandling?

Har vi ovenfor kaldt Descartes for de klassiske fysikers filosofiske pendant, kan vi måske kalde den irske teolog og filosof Georges Berkeley (1685–1753) for deres filosofiske "modpol". Medens disse udelukkende beskæftiger sig med den fysiske materie, ikke blot fravælger han denne, men benægter direkte dens eksistens. Da vi jo ikke kan beskæftige os med andet end vort eget bevidsthedsindhold (og hvem kan benægte det?), kan det ikke have nogen som helst mening at antage eksistensen af bagvedliggende "ting i sig selv", som fremkalder bevidsthedsindholdet, idet vi jo principielt ikke kan komme i kontakt med noget sådant. Vi er os verden bevidst – verden er vort bevidsthedsindhold, og det bliver den ikke, som mange i hans samtid syntes at tro, mindre håndgribelig af, idet det jo netop er dens håndgribelighed og synlighed som "sanseobjekt", der er bevidsthedsindholdet, som vi altså som bevidste væsener kan manipulere ved fri viljeshandling.

At noget eksisterer betyder da simpelthen, at det opfattes. At være er at opfattes (esse est percipi), som han udtrykker det i sit hovedværk: "A Treatise Con-

cerning the Principles of Human Knowledge" (1710). Skønt Berkeleys tanker vakte en del postyr og af nogle ligefrem opfattedes som skandaløse, idet det jo principielt ikke kunne modbevises, at "verden ikke eksisterede", fremkaldte de dog også seriøse modargumenter. Således anførtes det, at fysikkens teorier og resultater (Newtons "Principia" var jo udkommet 1687) vel måtte give en sand beskrivelse af stoffet og dets egenskaber som selvstændigt eksisterende. Dette af-færdigede Berkeley imidlertid med, at der kun var tale om beregnings- eller slutningsregler, hvorved man kunne forudsige noget ud fra noget andet.

Forsøgsoptstillinger

Bohr forsøgte sig ikke senere med en systematisk analyse af konsekvenserne af de foran omtalte synspunkter, som han jo imidlertid gennem hele sin videnskabsfilosofiske produktion holdt op som eksempel på komplementaritetsprincippet universelle betydning som et centralt træk i naturbeskrivelsen. De to betragtningssider er ligeberettigede, så *"fra dette synspunkt må livets eksistens opfattes som en elementær kendsgerning som udgangspunkt for biologien, ligesom virkningskvantet som et irrationelt element udgør atomfysikkens grundlag"* [6].

Med andre ord: spørgsmålet om, hvordan livet opstår (og spørgeren mener vel som regel, hvordan det opstår af stoffet), skyder for lavt. Det er jo ikke mindre mærkeligt at, stoffet "opstår", end at livet "opstår". For den sags skyld kunne man lige så godt vende spørgsmålet om.

Vi skal her forsøge en lidt nærmere analyse, og for at begynde fra bunden lader vi den franske mikrobiolog Jaques Monod (1910–1976) gentage problemet i en nøddeskal [7]:

"Den videnskabelige metodes hjørnesten er postulatet om naturens objektivitet. Dvs. at man systematisk nægter at tro, at en fortolkning af fænomenerne som "projekter", altså ud fra en hensigtsårsags-opfattelse, kan føre til "sand" viden. Imidlertid tvinger objektiviteten os til at erkende de levende væsners teleologiske karakter og til at acceptere, at de i deres struktur og præstationer realiserer og forfølger et projekt. Her er altså, i hvert fald tilsyneladende, tale om en dyb erkendelsesteoretisk modsigelse. Biologiens centrale problem er netop denne modsigelse, som må fjernes, hvis den kun er tilsyneladende, eller påvises i sin radikale uløselighed, hvis den er ægte".

Intet kan være sandere, end at der her er tale om en radikal uløselighed. En så "skizofren" adfærd som at forfølge "kausale formål" i det samme system kan jo kun skyldes en misforståelse. Vi blander to hinanden udelukkende adfærdsmønstre sammen. Systemerne "passer" sammen, idet de åbenbart beskriver den samme verden og dens fænomener, men udelukker hinanden i den forstand, at man jo kun kan betragte dem ét ad gangen.

Men ved denne konstatering har vi defineret dem som komplementære, og en fyldestgørende og konfliktløs betragtning af Kosmos nødvendiggør altså to indbyrdes komplementære "forsøgsoptstillinger", på samme måde som i mikrofysikken, hvor det f.eks. afhænger af forsøgsbetingelserne, om lyset skal betragtes som bølger eller partikler. Ved en sådan konstruktion opløses Monods "hensigts-årsag" i sine to komponenter, idet årsag og hensigt da simpelthen er hinandens komplementær.

Når det gælder Kosmos har vi hidtil kun kendt én forsøgsoptstilling, nemlig den, som vi har overtaget fra Galilei og Newton, og som vi fremover vil kalde "Opstilling I": verden som den af os uafhængige "ydre" verden; fysikkens og årsagslovens verden, hvori der ikke findes liv eller bevidsthed. Den anden halvdel af virkeligheden ("Opstilling II"), har vi ikke hidtil været os bevidst som selvstændig, og vi har derfor, da man jo ikke kan afskaffe den ene af to komplementære, slæbt den med i Opstilling I, og et krav om formålsbestemthed må her f.eks. gå ud på, at vi har hænder for at kunne manipulere og øjne for at kunne se. Denne betragtningsmåde strider mod kausalitetsprincippet og må derfor enten være forkert eller erstatte det. I Opstilling II, derimod, som den del af virkeligheden, som med Bohrs udtryk begynder med bevidstheden, *er* verden vort bevidsthedsindhold, så sandt som ingen nogensinde iflg. sågens natur har beskæftiget sig med andet og heller aldrig vil komme til det. Vi manipulerer den og ser den direkte uden yderligere forklaring eller formidling, *altså* har vi hænder og øjne. Det fysiske komplement hertil er en kausal udvikling af hænder og øjne i Opstilling I. I denne opstilling kan man nu ved hjælp af hænderne løfte tingene, idet man overvinder Jordens tiltrækning, og ved hjælp af øjnene se tingene, idet man modtager lys fra dem. I Opstilling II må vi løfte tingene, fordi de er tunge, og vi kan se, når det er lyst, dvs. når solen står på himlen og lyser. Det fysiske komplement hertil i Opstilling I er udsendelse af elektromagnetisk stråling, hvoraf der kan deduceres atomprocesser i dens indre. Disse forløber kausalt – ikke fordi vi har brug for lys – derfor kan vi i Opstilling II regne med, at der er lys, når vi har brug for det til effektivering af vore hensigter.

Kort sagt: I Opstilling II er biosfæren sig verden bevidst som objektivt manipulerbar, og forudsætningen for, at den kan være det – for at biosfæren kan udvikles og realisere sine "formal" – sit "teleologiske" eller "finalistiske" projekt – er, at den kan anvende årsagssætningen i Opstilling I.

At løfte hånden

Jeg observerer en genstand (f.eks. en kugle) i rummet og griber den med hånden. Hvordan kommer dette hændelsesforløb i stand?

Fra genstanden udsendes en lysimpuls til mit øje. Den omformes på nethinden til en nerveimpuls, som via

synsnerven når hjernen og derfra "går over" i bevidstheden, hvor der altså forekommer et billede af den virkelige genstand. Fra hjernen sender jeg nu via motoriske nerver impulser ud til håndens muskler, som derefter bevæger hånden, så den griber genstanden. Alt dette registrerer jeg ved tilbagekobling – billeder i bevidstheden af mit eget legeme, hånden og dens bevægelser. Dette er den gængse opfattelse af hændelsesforløbet – en passende blanding af videnskabelig, praktisk og naiv realisme, og den frembyder uoverstigelige hindringer for forståelsen.

Hvordan "overgangen" fra hjernen til bevidstheden finder sted, ved vi ikke og kan vi ikke vide. Der er tale om inkommensurable entiteter. Bevidsthed forekommer ikke i fysikken, og vi vil derfor, hvis vi forsøger at følge impulsen, løbe ind i en principiel uvished om dens endelige skæbne og konsekvens.

Hvordan sender jeg en impuls fra hjernen til hånden? Sandheden er, at jeg aldrig har gjort noget sådant. Om ikke af anden grund, så fordi jeg ikke ville vide, hvordan jeg skulle bære mig ad. Jeg giver bare hånden en ordre, og så griber den tingen. Hvis jeg undersøger, hvordan den gjorde det, må jeg, da hånden naturligvis som et mekanisk system må følge naturlovene som alt andet, finde et rent kausalt forløb, nemlig, at dens vægtstangssystemer virkede, fordi dens muskler åbenbart fik en impuls fra hjernen. Hvis jeg da kunne følge impulsbanen bagud til oprindelsen ville jeg løbe ind i samme uvished som for. Da en viljeshandling jo må forudsætte principiel uforudsigelighed, må impulsen forekomme mig at være tilfældig.

Den anden forsøgsoptstilling giver ifølge sagens natur ikke sådanne problemer. Medens jeg ovenfor bliver mig verden bevidst, idet jeg modtager signaler fra den, er jeg mig her umiddelbart bevidst, at jeg kan manipulere den ved at bevæge hånden efter ønske og hensigt, dvs. komplementært til årsagsforløbet, og den er altså bevidsthedens indhold på forhånd: I min bevidsthed *befinder sig* en lukket kugleflade eller "grænseflade", bag hvilken jeg ikke i øjeblikket observerer noget.

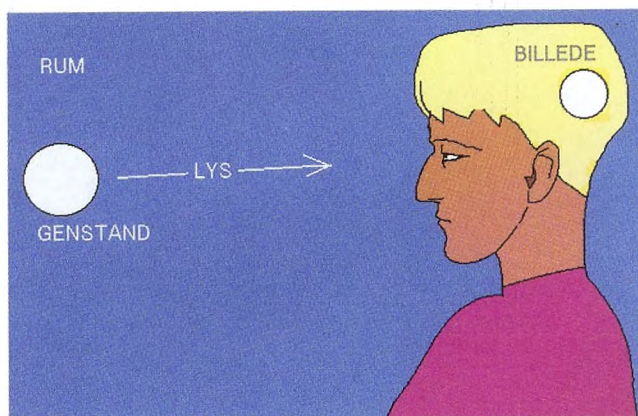
Kalder jeg nu denne "bevidsthedsbegrænsning" – altså "genstanden" i min bevidsthed – en genstand i rummet, betyder det, at jeg "slår over" fra "indre" til "ydre" verden og igen anvender forsøgsoptstilling I – altså den gængse betragtningsmåde. Herved bliver bevidsthedsbegrænsningen til en fysisk genstand, og bevidstheden om begrænsningen bliver til rummet omkring den. Og dette er for så vidt den her omhandlede anskuelsesmådes vigtigste resultat, som den jo direkte viser rummet (og dermed indirekte tiden, som jo måles i rummet) som en ren bevidsthedshypotetisering, eller oversat til fysik i Opstilling I's terminologi: som ikke-absolut. Når vi i Opstilling II ser ud i os selv og betragter vort bevidsthedsindhold, ser vi i Opstilling I ud i rummet og betragter dets fysiske indhold.

Som tidligere vist [2,3] er det denne ikke-absoluthed, som konstituerer universets dynamiske

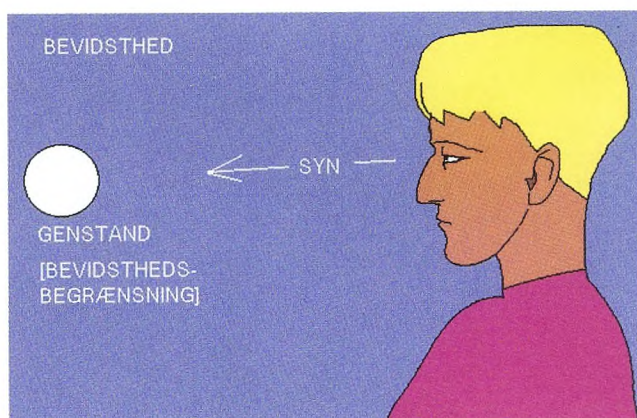
princip, hvoraf naturlove kan udledes.

En illustration af forskellen mellem de to betragtningsmåder er søgt antydnet ved figurerne 1 og 2.

I tilgift til dette praktiske resultat får vi så et ændret syn på rummets uendelighed. Den mentale stejlen, som de fleste vel har oplevet i forsøget på at anskue denne, forsvinder, når det indses, at det jo er *bevidsthedens* ubegrænsethed, der er tale om.



Figur 1. I Opstilling I kommer vi i kontakt med den "ydre" verden ved at vi modtager signaler fra den. Lyset fra genstanden omformes på øjets nethinde til en nerveimpuls, som via synsnerven når hjernen, hvor der under en eller anden form dannes et billede af den virkelige genstand.



Figur 2. I Opstilling II er verden, inklusive vort eget legeme, vort bevidsthedsindhold på forhånd. Vi er os umiddelbart bevidst, at vi kan manipulere den efter ønske og hensigt.

Det ses altså, at af selve det forhold, at vi er os verden bevidst, kan fundamentale strukturer som det kosmologiske princip og naturlove deduceres. Universet er i så henseende en "bevidsthedsgeometrisk" struktur og kan kun etableres som et bevidsthedsindhold – der er ikke andre muligheder. Man kunne måske undre sig over, at dette synspunkt ikke forlængst er indarbejdet i vores videnskabelige "paradigma" som en selvfølge. Et

univers hvori der ikke findes eller nogensinde kommer en iagttagere, er jo uden enhver mening.

Den psykofysiske parallelisme

Paradokset ved en komplementaritet som dobbeltstrukturen I-II er, at skønt grænsen imellem dem er principielt uoverstigelig, idet der ikke findes termer i nogen af dem, som kan beskrive aktiviteterne i den anden, udgør de dog kun *tilsammen* virkeligheden, og vi tvinges derfor til at præstere "det umulige", nemlig på én gang at leve i dem begge. Derved kommer de til hver for sig at optræde i den anden som en slags undersøiske skær eller uformulerede komplekser, idet deres "formulering" jo nødvendigvis må blive synonym med en slags konstatering af, at de slet ikke hører hjemme i den pågældende opstilling. I Opstilling II, hvori alt jo er bevidsthedsindhold, vil Opstilling I da blive "formuleret" som "det ubevidste", og i Opstilling I – den rationelt fysiske eller videnskabelige betragtnings område – vil Opstilling II blive "formuleret" som "det irrationelle" eller "meta"-fysiske (figur 3).



Figur 3. De to komplementære opstillinger har ingen fælles termer og "formuleres" derfor i hinanden somhenholdsvis "det ubevidste" og "det irrationelle".

Man kan da f.eks. komme ud for den opfattelse, at når jeg i Opstilling II løfter hånden, fordi jeg vil, sender jeg "i virkeligheden" ubevidst en nerveimpuls fra hjernen til hånden. Men dette er selvmodsigende. "Jeg" er den bevidste "bruger" af psyken og kan ikke handle ubevidst (det ubevidste kan ikke sige "jeg"). Hvis det kunne, var det jo bevidst). Det, der sker, er, at idet jeg løfter hånden, sendes der parallelt i Opstilling I og mig uafvidende en nerveimpuls som komplement til viljeshandlingen og altså uden kausal forbindelse med denne.

I Opstilling I, på den anden side, vil, hvad der har med bevidsthed at gøre, blive betegnet som det, det i den forbindelse er, nemlig som forestilling – imagination – og relativitetsteoriens og kvantemekanikkens formalismer, som jo er udtryk for rummets ikke-absoluthed, henholdsvis stoffets "ikke-kontinuitet", dvs. deres "eksistens" som forestillinger – bevidsthedshypotetiser – vil derfor komme til at in-

deholde imaginære, dvs. komplekse, tal. Idet det herved er lykkedes os at gøre den konstante lyshastighed og Plancks virkningskvantum i forbindelse med en ikke-kommutativ algebra til en slags "rationel" del af fysikken, har vi igen præsteret "det umulige"; nemlig i dette tilfælde at formulere det irrationelle. I den Newtonske fysik har vi ikke sådanne problemer. Her er rummet og tiden i sig selv eksisterende, absolutte "medier", og mekanikkens ligninger indeholder derfor kun reelle størrelser.

Gensyn med filosoferne

Efter at vi således i nogen grad har rendyrket de to forsøgsoptstillinger er vi nu i stand til at revurdere vore filosofier. Hvad var rigtigt, og hvad gik der galt?

I Descartes' dualisme, bestående af to hinanden modsatte værenskategorier, er den fysiske del identisk med vores Opstilling I. Men han tog fejl i at kalde bevidsthedens del "ikke-udstrakt". Dens fysiske komplement er det udstrakte rum, og når man griber en genstand i Opstilling I og vi dermed griber dens komplement i Opstilling II, udstrækkes armen jo i begge tilfælde.

Berkeley's verden er identisk med vores Opstilling II, og det er klart, at så eksisterer der ikke materie. Det ejendommelige er, at han ved selve sin afvisning af fysikkens love, idet han betragter dem som rene beregnings- og forudsigelsesregler, jo indfører kausalitetsprincippet, og ud fra dette ræsonnement kunne han teoretisk have opstillet de to komplementære betragtningsmåder, hvoraf hans egen jo er den ene.

Benjamin Libets forsøg

Som et bidrag til den århundredgamle diskussion om viljens frihed og hjernens indflydelse på bevidstheden arrangerede Benjamin Libet ved universitetet i San Fransisco i 1983 følgende eksperiment: En forsøgsperson instrueres om at bevæge hånden af og til, når det passer ham. Ved målinger på hans hjerne ses det, at denne er aktiveret et halvt sekund, før det bliver ham selv bevidst, at han vil handle. Dette tages som et udtryk for, at det er hjernen, som producerer bevidsthed. Ergo er viljen ikke fri. Imidlertid følger personen instruktionen idet han undtagelsesløst bevæger hånden, så det dog kunne se ud, som om det er ham selv, der bestemmer. Havde han i stedet bevæget f.eks. foden, ville man måske have følt sig overbevist.

Vi synes snarere her at have fået den psykofysiske parallelisme direkte anskueliggjort: Impulsen fra hjernen, som i Opstilling I bevæger hånden, bruger tid til at starte og nå ud i denne. Da den jo imidlertid indtræffer i beslutningsøjeblikket, må den have haft et forspring.

De "klassiske" spørgsmål

1) Hvad er forbindelsen mellem fysik og bevidsthed?

I Opstilling I er der ikke bevidsthed og i Opstilling II ikke fysik. Den fysiske verden og verden som et bevidsthedsindhold er hinandens komplementær.

2) Er bevidsthed ikke fysik og kemi?

Der er ingen kausal forbindelse mellem de to komplementære opstillinger, så svaret må blive benægtende.

3) Er bevidsthed ikke hjernevirksomhed?

Som et fysisk system hører hjernen hjemme i Opstilling I. Parallelt med bevidsthedstilstande (Opstilling II) finder der en tilsvarende hjernevirksomhed sted i Opstilling I.

4) Hvordan skal vi forstå hjernens funktion?

Betragtet f.eks. som styrecentral og informationslager (Opstilling I) er hjernen det fysiske komplement til den frie vilje og hukommelsen (Opstilling II)

5) Er viljen fri?

To kriterier skal være opfyldt: Hvis man selv opfatter sin viljeshandling som fri, og andre principielt ikke kan forudsige den (der bortses fra sygelige og andre abnorme tilstande) kan det ikke have nogen mening at kalde den ufri.

6) Hvis verden er mit bevidsthedsindhold. Hvordan kan jeg da vide, at den ikke er "solipsistisk", altså at jeg ikke er den eneste, der eksisterer, idet alle andre kun er mit bevidsthedsindhold?

I Opstilling I eksisterer alle jo i en objektivt eksisterende yderverden. Som komplement hertil er verden (ikke vort subjekt) i Opstilling II "objektiveret" som et fælles-subjektivt bevidsthedsindhold.

7) Hvordan er forholdet mellem de primære og de sekundære sansekvaliteter?

De komplementerer hinanden. F.eks. reflekterer en dansk postkasse i Opstilling I elektromagnetisk stråling af bestemte bølgelængder, medens den i Opstilling II er rød.

8) Hvad med konflikten mellem videnskab og religion? Har Gud skabt verden?

Hvis Gud har skabt verden som et bevidsthedsindhold, medfører dette som nævnt universets dynamiske struktur (Opstilling I). Idet "Det Store Bragt" så må være komplement til skabelsen, burde der ikke kunne opstå konflikt.

På det biologiske område ville den kausalt bestemte evolution så være et komplement til den formålsbestemte skabelse. Hvis disse to "metoder" havde haft de samme tidsmæssige forudsætninger, havde man næppe i deres resultater kunnet skelne dem fra hinanden.

Referencer:

- [1] Kay Akselbo (1992) "Nogle problemer i tid og rum", KVANT, november. (Trykfejl, side 22: Plurilatis skal være Pluralitas).

- [2] Kay Akselbo (1996) "Kan naturlove begrundes?", KVANT, oktober. (Trykfejl i formel, side 12, spalte 2, foroven: GM skal være GM/R).
- [3] Kay Akselbo (1998) "Den kosmologiske standardmodels problemer", KVANT, juni. (Trykfejl: Højre side af ligningen øverst side 22 skal have negativt fortegn).
- [4] Werner Heisenberg (1971) "Del og Helhed", kap. 9, Thaning og Appel.
- [5] C. G. Jung (1954) "Von den Wurzeln des Bewusstseins", VII, side 578, Zürich.
- [6] Niels Bohr (1933) "Lys og Liv", *Naturens Verden*, 17.
- [7] Jaques Monod (1971) "Tilfældigheden og Nødvendigheden", Fremad.



Kay Akselbo er civilingeniør.

Nyt fra Selskabet for Naturlærens Udbredelse

Selskabet for Naturlærens Udbredelse

Hjemmeside: www.snu.nbi.dk

Professor Dorte Olesen (formand)
UNI-C
Vermundsgade 5
2100 København Ø
E-mail: bente.egaa@uni-c.dk
Tlf. 35 87 88 04



Lektor Jørn Johs. Christiansen (sekretær)
Aakjærs Alle 24 B
2860 Søborg
Tlf. 39 69 58 18

Beretning for året 2000

Selskabet havde i år 2000 haft 5 møder såvel i foråret som i efteråret, og der var sket uddeling af Kirstine Meyers Legat og H. C. Ørsted Medaljen i sølv. Det gennemgående tema for både forår og efterår havde været "modellering", og der var derudover afholdt et debatmøde om en videnskabshistorisk disputats om H. C. Ørsted. Alle arrangementer havde været karakteriseret ved velforberedte oplægsholdere og et virkelig godt fagligt indhold, men antallet af deltagere havde i flere tilfælde været skuffende. Dog var det klart, at Selskabets program blev læst af mange, idet enkelte arrangementer havde haft meget stor deltagelse – især overrækkelsen af sølvmedaljen til Jens Martin Knudsen, der tiltrak ca. 300 tilhørere - -og ved øvrige arrangementer var deltagerkredsen som hovedregel helt forskellig, alt efter emnet.

Der var året igennem arbejdet med forskellige tiltag for at tiltrække flere tilhørere til Selskabets arrangementer i almindelighed, bl.a. var der i forbindelse med tilmeldingen til medaljeoverrækkelsen sket registrering

af de tilmeldtes e-mail eller normale adresser, og de var blevet spurgt, om SNU fremover måtte kontakte dem elektronisk, hvilket de fleste havde svaret ja til. Også medlemstallet tiltrak sig en vis opmærksomhed, idet det var faldet fra året før, hvor SNU gennem en målrettet kampagne overfor tidligere medlemmer havde fået øget medlemstal – desværre var det i 2000 igen tilbage på niveau med 1998, hvilket var en nedgang på ca. 30%.

KVANT var året igennem vokset i abonnementsstal, gennem den øgede skare af foreninger bag bladet, og var undergået en positiv udvikling i stofmængde. Redaktør Jens Olaf Pepke Pedersen havde modtaget Det naturvidenskabelige Fakultets formidlingspris for sin indsats, og der var etableret link fra bladets hjemmeside til SNUs hjemmeside, som var realiseret i begyndelsen af året med hjælp fra Niels Bohr Institutet. Foreningens program kunne nu løbende ses på www.snu.nbi.dk – domænet www.snu.dk var desværre allerede taget, om end ikke i brug, og forskellige forhandlinger med ejeren havde endnu ikke ført til en overdragelse til Selskabet.

Forelæggelse af regnskab og budget

Det af revisor underskrevne regnskab for 2000 blev uddelt, og revisors grundige bemærkninger gennemgået. Direktionen har i overensstemmelse med revisors anbefaling besluttet at reinvestere en større del af de på bankkonti indestående midler. Regnskabet blev godkendt. Budgettet var som tidligere år konservativt. Forsamlingen tiltrådte budgettet og kontingentet for 2002 blev fastholdt på det hidtidige niveau.

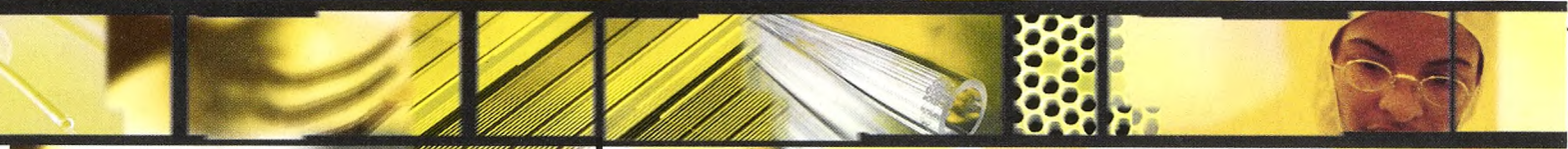
Direktionens medlemmer

Forskningsdirektør Ole Mørk Lauridsen blev genvalgt til direktionen.

Valg af revisor

Bente Winstrøm-Olsen blev genvalgt med akklamation, og formanden takkede for hendes aldrig svigtende omhu.

Technologies creating value



NKT etablerer nu et internationalt forskningsmiljø i Danmark med det mål at udvikle nye tekniske løsninger inden for højteknologisk kommunikation og life science. Det sker i samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet og universiteterne i København, Århus og Odense. Hjertet i dette miljø er det nyoprettede NKT Academy. En forskerskole, hvor PhD studerende fra hele verden mødes i et inspirerende og højt specialiseret fællesskab. Har du lyst til at deltage?

KOM MED I VERDENSELITEN INDEN FOR PHOTONICS OG LIFE SCIENCE

NKT udvikler banebrydende teknologi. Vores mål er at skabe nye højteknologiske produkter med kommercielt potentiale og samfundsmæssig værdi. Det er det, vi kalder "Technologies creating value".

www.nkt.dk/academy

For at blive optaget på akademiet skal du være højt fagligt kvalificeret samt have lyst til et studieforløb, hvor der lægges stor vægt på menneskelig udvikling og samarbejdsevner. Vi forventer, at 'NKT Fellows' vil være spydspidser indenfor de områder de beskæftiger sig med og derfor vil være med til at realisere værdier, der har et kommercielt såvel som et fagligt og samfundsmæssigt bredere perspektiv. Du kan læse mere om akademiet på www.nkt.dk/academy

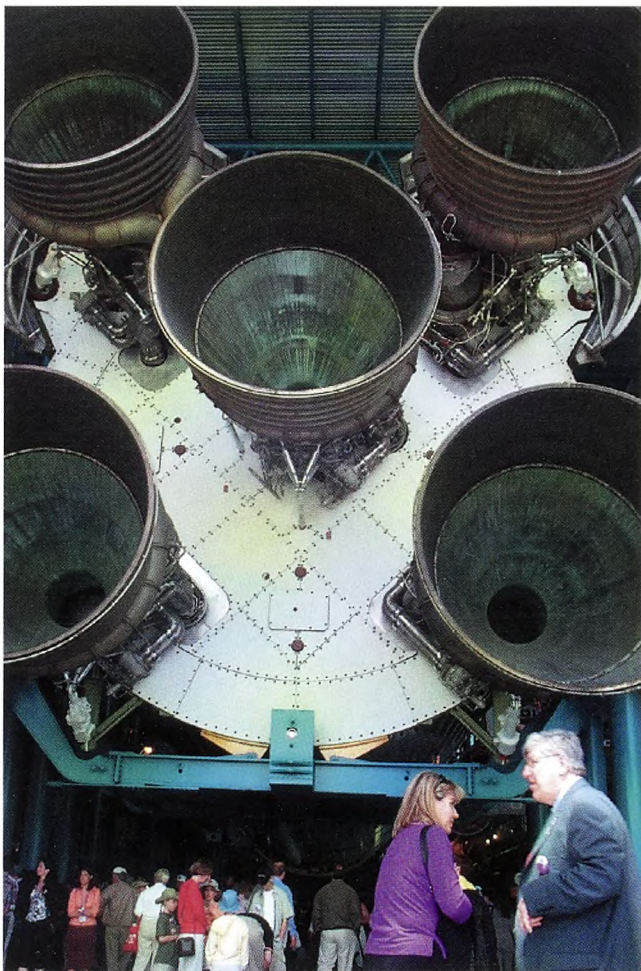


Til rumfærgeopsendelse hos NASA

Michael Cramer Andersen, Ungdommens Naturvidenskabelige Forening.

Fortsat fra bagsiden

Det var som gengæld for foreningens gæstfrihed da NASA-ingeniøren Ravi Magasahayem gæstede Danmark i 1998 og holdt 9 foredrag i UNF's afdelinger i København, Ålborg, Århus og Jels. Med gæstfrihed kan man opnå megen velvilje. NASA er selvfølgelig også interesseret i publicity, specielt blandt unge teknisk begavede.



Saturn V raket set fra bagenden.

Rum-ingeniøren, som en del af os allerede kendte, hed blot Ravi og han var lidt af en "rum-guru" og desuden mægtig festlig. Ved vores besøg hos NASA havde han sørget for at vi fik den bedst tænkelige rundvisning unge teknik-interessererede kunne ønske sig. Eksempler fra turen inkluderer følgende udpluk. Landingsbanen. Besigtigelse af *Columbia*-rumfærge nede fra (med de berømte kakler). VAB – Vehicle Assembly Building – den 36 etager høje samlingshal hvor der kan stå en måneraket eller rumfærge oprejst på vognen

(crawleren) der kører det hele ud til... affyringsrampen. Affyringsrampen var nok noget af det mest imponerende, specielt fordi man skulle se opsendelsen dagen efter, hvis alt gik vel. Da bussen kørte op mod affyringsrampen kunne man godt blive lidt i tvivl om hvor tæt på vi måtte komme... (fik vi mon lov at klatre op?) Rumfærge *Endavour* var klargjort til sin opsendelse dagen efter. Nu gik astronauterne rundt for at tilse raketten en sidste gang. Vi fik lov at stille op til stort gruppebillede med det tekniske vidunder i baggrunden.

Nu fulgte en bustur rundt på det historiske og militære affyringsområde *Cape Canaveral* med millitær eskorte. Mr. Brian Noe var meget villig til at besvare de mange tekniske spørgsmål. Rundturen førte os tilbage til Kennedy Space Centret ved "Saturn V"-museet hvorfra vi skulle se opsendelsen kun et par timer senere. Her lå en ægte "måneraket" – omkring 100 meter lang. Da Apollo-programmet blev afsluttet efter Apollo 17 i 1972 var Saturn V-raketterne bestemt for Apollo 18, 19 og 20 allerede bygget.



Forfatteren ved Kennedy Space Center, 5 km fra opsendelsen af rumfærge mission STS-100.

Efter at have set dén får man dyb dyb respekt for både raketingeniørerne i 1960'erne som skabte dette virvar af rør, dyser, raketmotorer og elektronik og for astronauterne, som vovede at sætte sig på toppen af hundredevis af tons eksplosivt brændstof. Apollo-programmets enorme raketter får næsten rumfærgerne til at blegne. De skal jo også kun ud i "Low Earth Orbit" små 400 km fra Jordens trygge overflade eller en 1/1000 af afstanden til Månen. Men for at mærke vægtløsheden og udnytte dette specielle miljø til videnskabelige eksperimenter behøver man ikke længere ud.

Her kredser den internationale rumstation ISS. Det var også målet for den mission vi nu skulle opleve på nært hold. "STS-100" skulle bringe en canadisk bygget automatisk robotarm og et italiens lastmodul op til ISS. Robotarmen skal være med til at flytte og samle de mange tons tunge moduler og spare astronauterne for de mest krævende rumvandring.

Der var høj sol og nervøsiteten lurede da nedtællingen startede fra 9 minutter. Herfra overtager computeren styringen og checker alle systemer. "10-9-8-7-6-5-4-3-2-1-ignition...and – we have a lift-off".

Motorenes forbrænding af aluminium-ammonium-perchlorat, polyurethan, flydende ilt og brint sendte et ordentligt brag gennem luften og man fornemmede trykbølgen. Man blev blændet hvis man kiggede direkte på den intenst lysende udstødningsgas.

Lyset fra forbrændingen spejlede sig i floden "Banana river" som lå mellem os og affyringsrampen. Det hele mindede om en mellemting mellem en solopgang og en prøvesprængning af en atombombe. Røgsøjlen

udviklede sig meget hurtigt og lignede skyer i hurtig gengivelse. Selve rumfærgen steg hurtigt mens både lysprikken og lyden blev svagere. Efter bare 10 sekunder overtog Houston kontrollen og da rumfærgen endelig var kommet i kredsløb kunne astronauterne slukke hovedmotorene... "Welcome to space!".

Opsendelsen forløb helt planmæssigt – heldigvis. Vi var ikke kommet for at se en katastrofe som Challenger i 1986¹ Opsendelse af så store raketter tager mellem 55-88 dage at forberede og det er stadig ikke rutine efter 100 opsendelser. 17.000 mennesker arbejder ved NASA, de fleste teknikere ved forskellige firmaer. Men kun astronauterne får lov at opleve en opsendelse fra nærmeste hold: fra cockpittet i spidsen af rumfærgen. Den oplevelse måtte vi have til gode. Flere drømte om at blive astronaut efter oplevelsen.

Læs vindernes dagbøger og se flere fotos på:

www.nasa.unf.dk

www.cozmo.dk/nasa/

Følg UNF's foredragsarrangementer på www.unf.dk

KVANT-nyheder

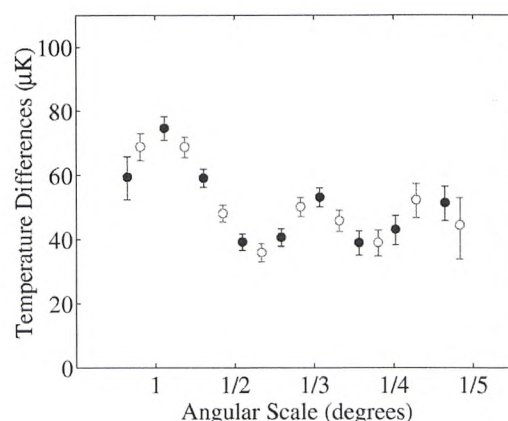
Redigeret af Michael Cramer Andersen

Nye CMB-målinger klarlægger Universets tæthed

KOSMOLOGI. For et år siden offentliggjorde "BOOMERANG-konsortiet" målinger af den kosmiske mikrobølgebaggrundsstråling, som støttede inflationsteorien og gav bedst overensstemmelse med teorien hvis Universet var "fladt". Et fladt Univers har den kritiske massetæthed $\Omega = \rho/\rho_c = 1$ hvor $\rho_c \cong 0,7 \cdot 10^{-26} \text{ kg/m}^3$ (nogle få brintatomer per kubikmeter). Boomerang folkene observerede det 1. store Doppler-peak ved $0,9^\circ$ i power-spektret og fandt at $\Omega_0 = 1$ med usikkerheden 10% (se KVANT-nyheder Juni 2000). Resultatet blev støttet af "Maxima-gruppen" få måneder senere. Nu kommer et tredje hold på banen, DASI, eller "Degree Angular Scale Interferometer" – en mikrobølgedetektor placeret på taget af en amerikansk station på Sydpolen. DASI har detekteret både et 2. og et 3. peak og finder at $\Omega_0 = 1,04 \pm 6\%$. Samtidig vender Boomerang og Maxima folkene tilbage efter at de har analyseret hele deres store datamængde og de bekræfter de nye resultater. Boomerang har den mindste usikkerhed og et resultat meget lig DASI's: $\Omega_0 = 1,03 \pm 6\%$ (svarende til $0,97 < \Omega_0 < 1,09$).

Ved at sammenligne højden af de forskellige toppe kan man bestemme tætheden af h.h.v. baryoner ("almindeligt" stof opbygget af protoner, elektroner m.v.) og mørkt stof eller mørk energi. DASI og Boomerang finder begge, at Baryonerne kun udgør omkring 5%

af energien i Universet, i overensstemmelse med nukleosynteseberegninger for det tidlige Univers.



Figur 1. Første, andet og tredje Doppler-peak målt af DASI-gruppen.

Andelen af mørkt stof/energi er de to grupper dog ikke enige om. De får henholdsvis 30% og 65%. Maxima havde ikke samme nøjagtighed men var konsistent med de to andre grupper. De tre grupper har demonstreret, at målinger med stadigt forbedrede detektorer gennem den tynde klare atmosfære på Sydpolen mageligt kan konkurrere med den succesrige COBE satellit og give værdifulde nye præcise målinger af centrale kosmolo-

¹ Vi havde dagen før set den mark hvor resterne af den forliste rumfærg var begravet.

giske størrelser.

Kilde: <http://www-news.uchicago.edu/releases/01/dasi/>;
AIP Physics News 537.

Helium-isotop med mange neutroner

KERNEFYSIK. At fremstille supertunge atomkerner er ikke nemt, fordi ikke alle kombinationer af antallet af protoner og neutroner vil resultere i stabile kerner. Det samme gælder for eksotiske udgaver af lette kerner. Den mest hyppige isotop af Helium har to protoner og 2 neutroner. Den mest ekstreme er helium-8, bestående af en normal heliumkerne med en *halo af 4 neutroner* udenom. Neutronstof kan sjældent studeres uden at være i forbindelse med protoner. Nu er det lykkedes i eksperimenter ved National Superconducting Cyclotron Lab (NSCL) i Michigan at skabe en Helium-9 kerne ganske kortvarigt, omkring 10^{-20} sekund. Ved at skyde isotoperne Be-11 og Be-9 sammen kunne de skabe Helium-8 kerner og frie neutroner. Når disse bevægede sig sammen kunne den kortvarige forbindelse etableres. Den femte neutron danner en anden halo udenpå den første neutronhalo med fire neutroner.

Kilde: AIP Physics News 535.

Observation af roterende sort hul

SORTE HULLER. Røntgenstråling udsendt fra varm gas på vej ned i det sorte hul "GRO J1655-40", en mikrokvasar 10.000 lysår fra jorden, er blevet observeret med røntgenteleskopet RXTE. "Rossi X Ray Timing Explorer" satellitten er i stand til at optage 1000 billeder i sekundet og det var nok til at se små forandringer over tid der skyldes det sorte huls rotation.

Når et sort hul roterer, hvad man må forvente at nogle gør (ligesom de fleste andre objekter i Universet), så bliver *begivenhedshorisonten* mindre. Det er den radius hvor de tætteste stabile baner for partikler findes. Her bevæger gaspartiklerne sig rundt med næsten lysets hastighed og man må formode at den stærkeste røntgenstråling kommer herfra, lige før gassen forsvinder for altid ind i det sorte hul.

Det sorte hul der er i knyttet til røntgenkilden har en masse på 7 gange solens masse og burde i følge teorien for ikke-roterende sorte huller have en radius af horisonten på 64 km. Forskerne har målt frekvensen 450 Hz, hvilket er det højeste der er observeret for en kvasiperiodisk oscillation (QPO). Det giver en radius på kun 49 km i overensstemmelse med antagelsen om at det sorte hul roterer.

Kilde: AIP Physics News 538.

Er protonen en samling små roterende sorte huller?

VILDE TEORIER. Det der volder mest besvær når man skal forstå et sort hul er ofte den uendelig høje tæthed af stoffet i hullets centrum. Men når hullet også roterer bliver denne såkaldte *punkt-singularitet* erstattet af en *ring-singularitet*. Stoffet har ikke højest tæthed i centrum (der kan det ikke have stabile baner når hullet

roterer). Der opstår en ring omkring rotationsaksen og ringen er større desto hurtigere hullet roterer. Teorien bag roterende sorte huller er kompliceret men har altså også anvendelse i virkeligheden (se ovenfor) som de fleste af Einsteins forudsigelser i den generelle relativitetsteori. Forskeren B. G. Sidharth har forsøgt at anvende løsningen for sorte huller til at beskrive fundamentale partikler som kvarker og elektroner. I hans model beskrives f.eks. protonen som en slags "gordisk knude" af tre ringformede singulariteter der er viklet ind i hinanden som tre Borromeiske ringe, så de ikke kan kollapse. En udfordring for fantasien og til ens matematiske evner. I symbolet for De Olympiske Lege er der fem ringe der er viklet ind i hinanden. Tænk på bare tre af ringene, hvor hver ring repræsenterer en (farvet) kvark, eller en ringsingularitet stammende fra et roterende mini-sort hul. Er det en holdbar model for protonen?

Kilder: <http://www.innerx.net/personal/tsmith/Sidharth.html>;
"Quarks or Leptons", Modern Physics Letters A, Vol. 12, No. 32 (1997) 2469-2471

Robotter eller mennesker til Mars?

MARS. NASAs videnskabelige leder Daniel Goldin har udtalt, at den første bemandede sonde til Mars kunne blive klar allerede omkring 2020. Men hvad er argumentet for at sende *mennesker* til den fjerne rustrøde isørken? Kan en tilstrækkeligt avanceret *robot* ikke erstatte mennesker i den videnskabelige udforskning af planeten? (primært geologisk, geofysisk og klimatisk).

Hvis en større Mars-mission skal være mere end flotte billeder i tv, så skal der en hel konvoj afsted med infrastruktur og formentlig et returfartøj som allerede kan stå klar når astronauterne lander. Rejsetiden for astronauterne alene kan måske halveres fra 6 til 3 måneder, hvis man benytter en hurtig og noget dyrere rute. Resten af udstyret kan sendes op langsommere og billigere flere måneder eller år i forvejen. Så det klogeste vil være at begynde at bygge de automatiske systemer som skal levere vand og ilt og regulere temperaturen så astronauterne har et sted at opholde sig under missionen. Med så lang en rejsetid som der er tale om, vil besøget nok skulle indbefatte mere end at strække benene. Det kan vare fra uger til måneder før turen går hjem. Forsøgene vil højst sandsynlig indbefatte borer i undergrunden, for at klarlægge Mars' fortidige klima. Et passende landingssted ville være én af polkalotterne, hvor metoderne fra iskerneboringer på Jorden kan overføres til blandingen af H₂O- og CO₂-is. Iskerneboringer kan vanskeligt udføres fuldautomatisk. Det er en grund til at vi skal til Mars og danske glaciologer fra det nye Dansk Planetcenter, har mange års ekspertise på dette område.

Kilder: <http://slashdot.org/article.pl?sid=01/05/09/1738255&mode=thread>

KVANT-nyheder på nettet: www.nbi.dk/dfs/ny/

Til rumfærgeopsendelse hos NASA

Michael Cramer Andersen, Ungdommens Naturvidenskabelige Forening.

Hvad får 27 unge danske forskerspirer til at tage til Florida en uge for at overvære en af NASA's rumfærgeopsendelser? Der var fire unge der havde vundet turen i en konkurrence, udskrevet af Ungdommens Naturvidenskabelige Forening (UNF), og for at de skulle have nogle at snakke med var vi 20 aktive i foreningen der selv betalte for at komme med. Men grunden var nok fascinationen ved rumforskning og for at mærke *trykbølgen* på sin egen krop – den kan ikke mærkes på tv eller film. Størsteparten var "drengene" fra 18-29 år men der var også en håndfuld piger. Det var

sjovt at kunne gå i barndom (nok engang) sammen med disse fortrolige venner.

Turen blev planlagt af fire NASA-koordinatorer i foreningen UNF efter invitation fra NASA. Medlemmer af UNF var altid velkomne til at besøge Kennedy Space Center uden beregning. Vi var simpelthen officielle gæster til chefen Roy D. Bridges Jr. og blev behandlet som VIP-folk på linje med politikere, skuespillere og astronauternes familier. Hvordan kunne det lade sig gøre?

Fortsættes side 33.



UNF-gruppen der besøgte NASA's Kennedy Space Center. Bageste række fra venstre: Cramer, Galina, Torben, Jürgen, Elena, Martin, Rasmus, Peter, Lise, Morten, Lasse, Robert, Flemming, "Tempo", Søren, David, Mette og Ravi. Forreste række fra venstre: Thorbjørn, Dan, Silje (Norge), Kristian, Jacob, Astrid, Frode, "Mok" og Morten. Liggende forrest: Jacob.