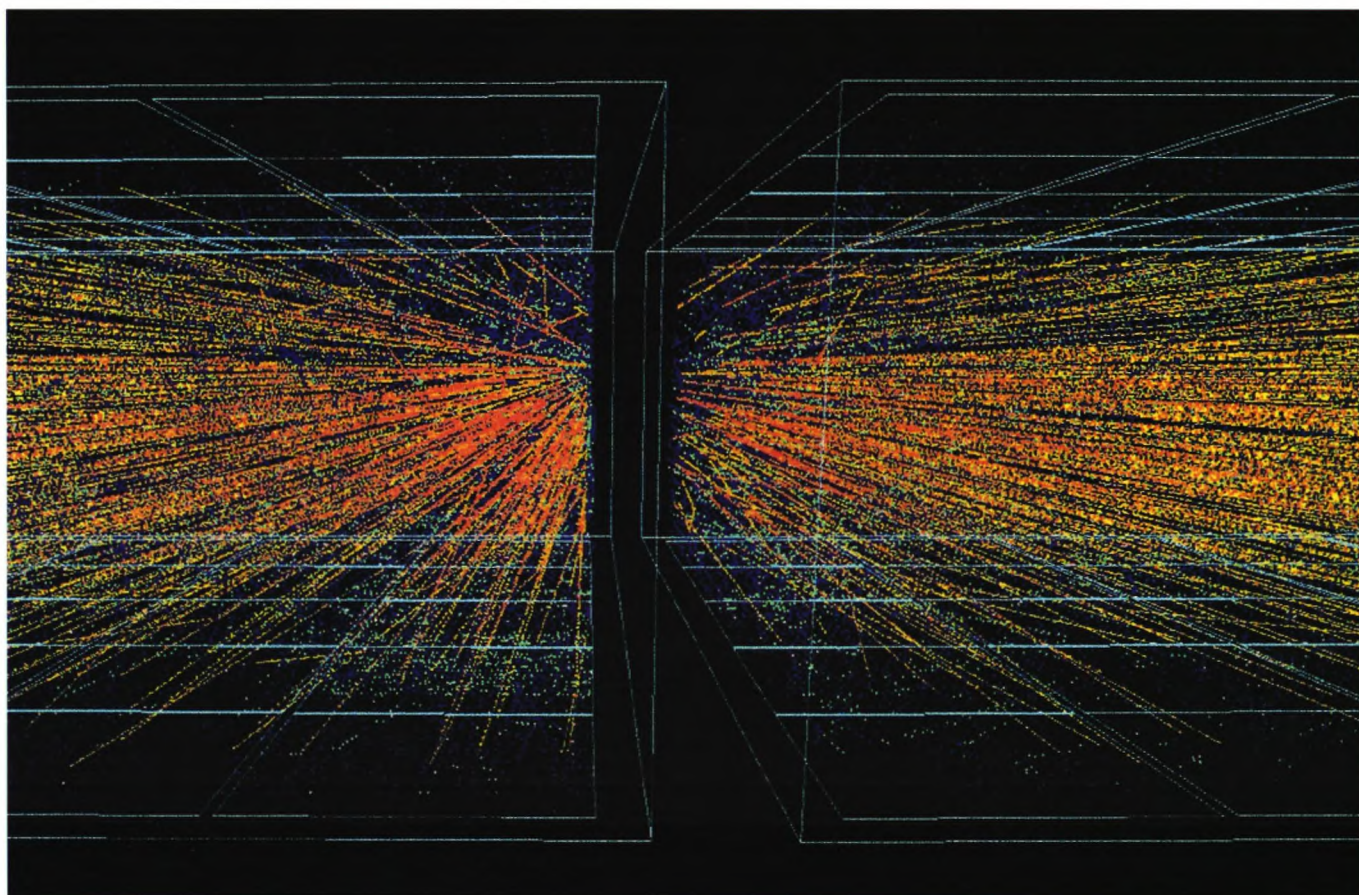


# KVANT

Oktober 1997 2

Fysisk Tidsskrift

8. årgang



- KERNEKOLLISIONER SOM KOSMISKE EKSPLOSIONER • FYSIK FOR FREMTIDEN •
- ESSAYKONKURRENCEN OM FYSIK I 25 ÅR • SOLITAIRE • RØMER OM REFRAKTIONEN •

LØSSALGSPRIS: 35 KR

# KVANT

## Fysisk Tidsskrift

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

Telefax : 35 32 04 60  
E-mail : kvant@nbi.dk  
Giro : 5 84 31 46

Udgives af

Dansk  
Fysisk  
Selskab



Selskabet for  
Naturlærens  
Udbredelse



### Redaktion

Mads Hammerich (ansv.)  
Frederiksberg Gymnasium  
Rasmus Kromann (annoncer)  
Torsten Freltoft  
NKT Research Centre  
Jørgen Friis Bak  
Naturvidenskabeligt fakultet, ÅU  
Jørn Christiansen  
Mogens Esrom Larsen  
Matematisk Institut, KU  
Finn Berg Rasmussen  
Ørsted Laboratoriet, KU  
Ove Østergaard  
Silkeborg Amtsgymnasium

KVANT udkommer 4 gange årligt og er medlemsblad for de udgivende selskaber.  
Abonnementspris: 135 kr/år (i Danmark).

### Annoncepriser

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

Priserne er excl. moms og gælder for reprojekteret materiale. Henvendelser om annoncer til Rasmus Kromann, NKT Research Centre, telefon 43 48 35 00, telefax 43 63 00 99.

Oplag: 2000

Tryk: P.J.Schmidt, Vojens

ISSN 0905-8893

## Indhold:

Snapshot's af Små Bang's

*Henning Heiselberg og Axel P. Vischer* . . . . . 1  
Kollisioner mellem tunge kerner ved høje energier skaber et haglskud af nye partikler. Alt tyder på at man her skaber temperaturer og tætheder som ligner det unge univers.

Dansk fysik de næste 25 år - udvikling eller afvikling?

*Dorthe Posselt* . . . . . 5  
DFS udskrev en essaykonkurrence i anledning af 25 års jubilæet. Dorthe Posselt begrundet her essaykomiteens - udeblevne - valg.

Interessen for fysik de kommende 25 år

*Jette Randløv* . . . . . 7  
Jette Randløvs essay.

25 års fysik

*Michael Cramer Andersen* . . . . . 9  
Michael Cramers essay.

Professor Malstrøms sidste dag

*Jens Olaf Pepke Pedersen* . . . . . 11  
Jens Olaf Pepke Pedersens essay.

DFS årsmøde 1997

*Preben Alstrøm* . . . . . 13  
Beretning og regnskab fra DFS's årsmøde.

Fysik skal spænde vidt

*Ole Hansen* . . . . . 16  
I serien om institutionernes bud på dansk fysik lige nu er vi kommet til Niels Bohr Institutet.

Fysik fra en styrkeposition

*Ivan Stensgaard* . . . . . 17  
.... og til budet fra Institut for Fysik og Astronomi i Århus.

Solitaire

*Mogens Esrom Larsen* . . . . . 19  
Hvor man kan ende i solitaire afhænger vældigt af hvor man begynder. Men på et solitairebræt er det umuligt at rykke mere end fire rækker frem, uanset hvor mange brikker man har at flytte med.

Rømer og refraktionen

*Erling Poulsen* . . . . . 24  
Poulsen redegør for Ole Rømers bestræbelser på at modellere refraktionen.

NKT's forskerpris 1997

. . . . . Bagsiden  
Prisen gik i år til Klaus Bechgaard.

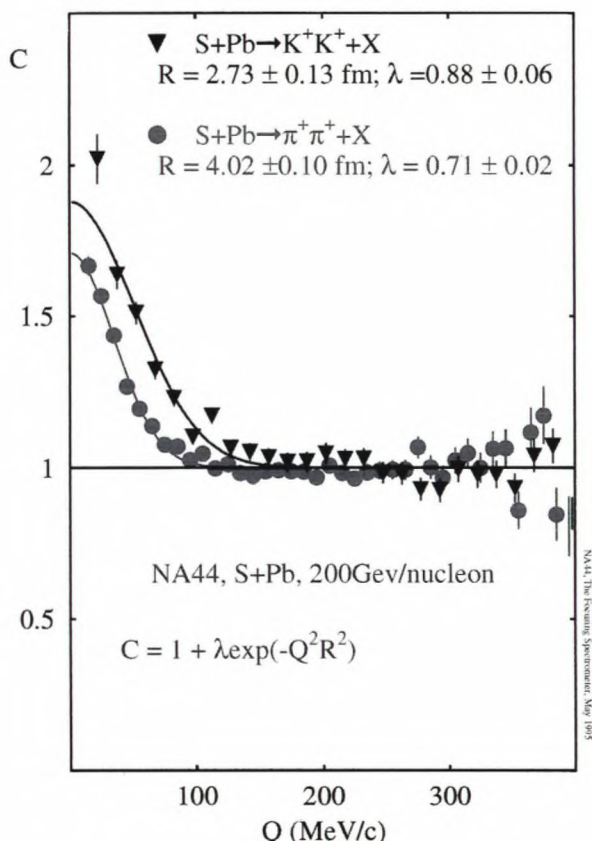
## Forsiden:

Det går ikke stille for sig når to kerner kolliderer ved relativistiske energier. Billedet viser en rekonstruktion af sporene efter en kollision i CERN. Korrelationer mellem spor af partikler med næsten samme impuls afslører detaljer om kollisionsvolumen og kollisionstid. Læs artiklen side 1.

# Snapshot's af Små Bang's

Henning Heiselberg, NORDITA  
Axel P. Vischer, Niels Bohr Institutet

Jagten på en ny stoffase: quark-gluon plasmaet<sup>1</sup>, er gået ind på de internationale laboratorier Brookhaven og CERN. Quark-gluon plasmaet forsøges dannet i højenergetiske tunge kerner kollisioner, som er små eksplosioner eller "Bang's", og genskaber således de første millisekunder i det tidlige Univers efter Big Bang. Vi beskriver, hvorledes quark-gluon plasmaet forsøges dannet i højenergetiske kernekollisioner og målt v.h.a. interferens mellem partikler.



**Figur 1.** Korrelationsstyrken for positivt ladede pioner (cirkler) og kaoner (trekanter) i centrale  $S + Pb$  kollisioner som funktion af den relative impuls  $Q \simeq |\Delta p|$  (fra CERN's NA44 eksperiment<sup>2</sup>). Man observerer, at korrelationsstyrken falder fra 2 til en for relative impulser  $Q \simeq 40 \text{ MeV}/c$  for pioner og  $Q \simeq 50 \text{ MeV}/c$  for kaoner. Kilestørrelserne er derfor  $R \simeq \hbar/Q \simeq 5 \text{ fm}$  for pioner men  $R \simeq 4 \text{ fm}$  for kaoner. (se teksten)

## Den mindste men varmeste eksplosion på jorden

Når tunge kerner som for eksempel guld eller bly kolliderer ved ultra-relativistiske energier pumper enorme

mængder energi ind i et lille volumen (se figur 2). Herved skabes de højeste energitætheder og temperaturer på jorden og formentligt også i hele universet lige siden det tidlige univers blot få milli-sekunder efter Big Bang.

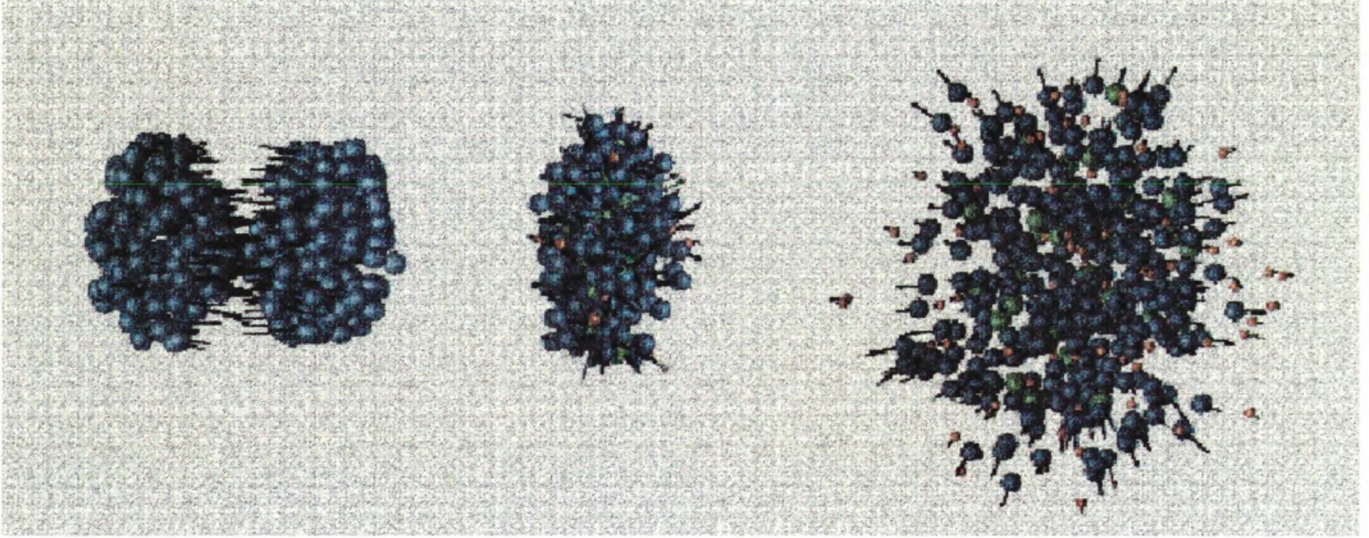
I disse "Små Bang's eller eksplosioner dannes tusindvis af mesoner (quark-antiquark par) i et lille volumen, der dog ekspanderer og afkøles hurtigt. Det vides endnu ikke, om tætheden og temperaturen er stor nok til at mesonerne er smeltet til en ny fase bestående af en plasma af "frie" (deconfined) quarker og gluoner. Fra teoretisk side er man rimeligt overbevist om at faser forefindes ved temperaturer over ca.  $150 \text{ MeV}$  ( $1 \text{ MeV} \simeq 10^{10}$  grader Kelvin). Tallet på  $150 \text{ MeV}$  stammer fra beregninger på et uendeligt stort system i temperaturligevægt. Dette er nok et stykke fra virkeligheden i disse kollisioner mellem tunge kerner, hvor plasmaet, der evt. produceres, kun fylder lidt og kun varer kort. Under ekspansionen og afkølingen bindes quarkerne og gluonerne hovedsageligt i mesoner ved temperaturer under ca.  $150 \text{ MeV}$ . Disse tusindvis af mesoner, der produceres i hver kollision, fortsætter ud i detektorerne, og for at bestemme hastigheden og arten kræves detektorer af størrelse omkring  $10 \text{ meter}$  på hver led. For at få statistik nok opsamles milliarder af kollisioner, hvilket kræver lynhurtig dataopsamling (se figur 3).

Herefter starter puslespillet: at rekonstruere, hvad der skete under kollisionen, da systemet blot var på størrelse med de kolliderende kerner på blot få  $\text{fm}$  ( $1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}$ ). Da man kun kan måle slutprodukterne - hovedsageligt pioner - får man kun indirekte indsigt i stoffets tilstand og sammensætningen af quark-gluon plasmaet før faseovergangen ved en temperatur omkring  $150 \text{ MeV}$ .

Man kan drage en analogi til en landskamp i idrætsparken. Alene ud fra menneskemængden, der myldrer ud fra stadion, og deres hastigheder, skal man bestemme resultatet af fodboldkampen! Ved at sammenligne med tidligere kampe med kendt resultat får man en bedre ide om hændelsesforløbet.

## Snapshot af eksplosionen

At måle størrelser mindre end bølglængden af synligt lys ( $\sim 10^{-6} - 10^{-7} \text{ m}$ ) kræver specielle metoder, såsom elektronmikroskoper ( $\sim 10^{-9} \text{ m}$ ) eller scanning tunneling mikroskoper ( $\sim 10^{-11} \text{ m}$ ). Mindre størrelser kan nu måles ved at udnytte partiklers bølgenatur og få identiske partikler til at interferere ligesom lys/fotoner. Tænk på røntgendiffraction, hvor krystallers struktur på atomare afstande kan bestemmes vha. interferens af røntgenstråling. I højenergetiske tungionskollisioner produceres hundredevis identiske mesoner. Da mesoner hører



**Figur 2.** I denne computer simulation skydes to guldkerner sammen. Energien er 1 GeV per nukleon, så kernerne har samme kinetiske energi som deres hvilemasse. De er på grænsen til at være relativistiske. Ved disse energier er kernerne kun lidt Lorentz forkortede, og der dannes kun få pioner (røde partikler). Ved de højere CERN energier produceres op til  $\sim 10^3$  pioner. Pilene viser partiklernes hastighedsvektorer

til klassen af bosoner ligesom fotoner, interferer disse også. Denne såkaldte *Bose-Einstein interferens* kan udnyttes til at bestemme kollisionsystemets størrelser på blot få femtometer!

Den mikroskopiske verden følger kvantemekanikkens regler. Den mest fundamentale lov er Heisenberg's usikkerheds relation. Måles lokaliseringen af en partikel med større og større præcision  $\Delta x$ , tabes nøjagtigheden med hvilken man måler partiklens impuls  $\Delta p$  - og vice versa. Usikkerhedsrelationen skrives ofte som

$$\Delta x \Delta p \gtrsim \hbar, \quad (1)$$

hvor  $\hbar$  er Planck's konstant  $\hbar = h/2\pi \approx 200 \text{ MeV} \cdot \text{fm}/c$  i passende enheder.

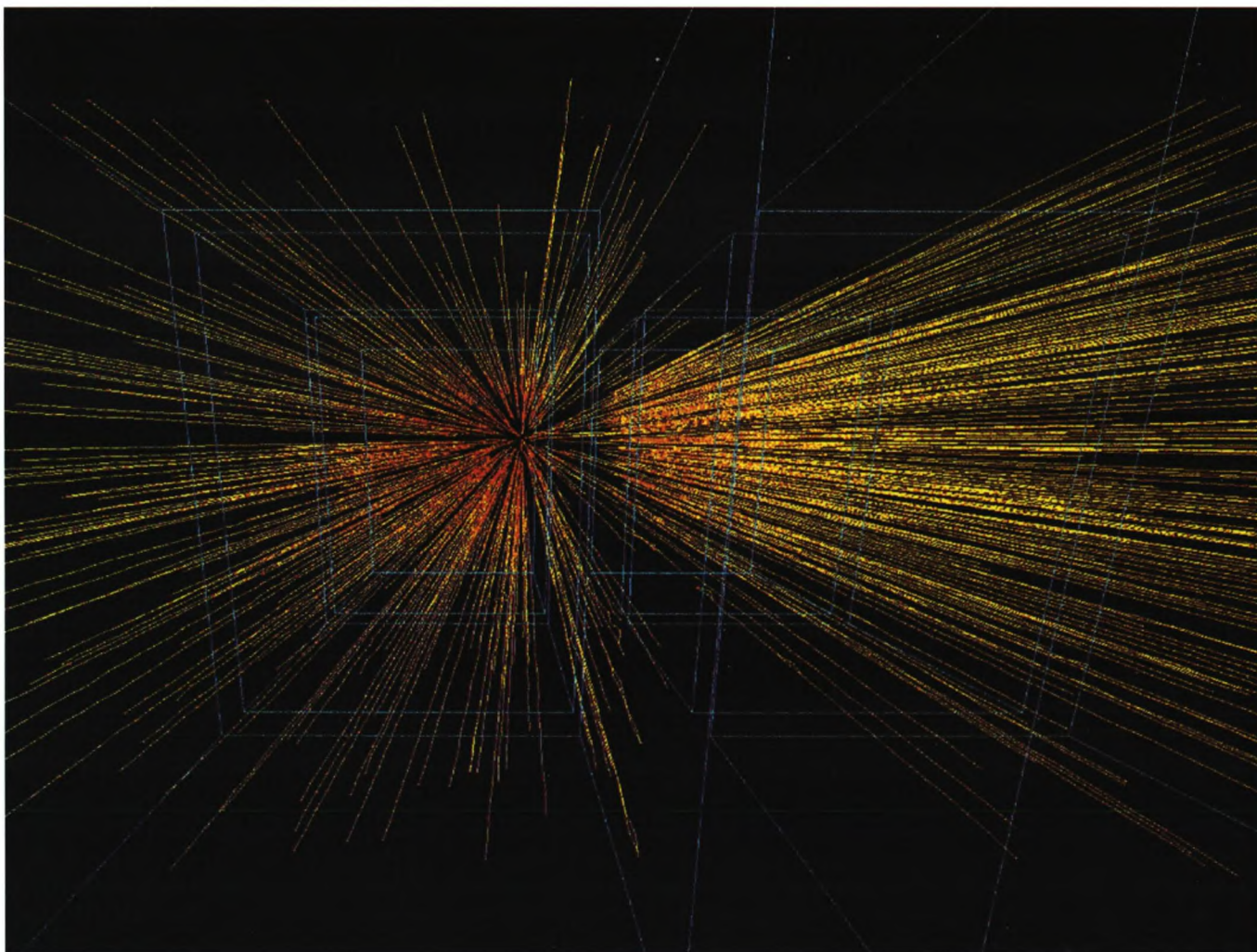
Hvis mesoner undslipper en ildkugle af størrelse  $R$ , vil vi kende deres position med en usikkerhed  $\Delta x \sim R$ . Hvis vi så vælger identiske partikler med en impuls forskel  $\Delta p$ , er vi i det kvantemekaniske område, når  $R\Delta p \lesssim \hbar$ , og identiske partikler interfererer. I højenergetiske kollisioner med tunge kerner fx  $^{208}\text{Pb} + ^{208}\text{Pb}$  dannes hundredevis af mesoner hovedsageligt pioner (masse  $140 \text{ MeV}/c^2$ ) og lidt færre kaoner (masse  $470 \text{ MeV}/c^2$ ). Vi har i hver kollision tilstrækkeligt med parvise identiske mesoner med lille relativ impuls, så vi kan måle interferensen. Først måler vi så mange pioner, kaoner, etc. som muligt fra hver kollision og deres impulser med stor nøjagtighed. I hver kollision dannes så alle mulige par af identiske partikler, fx to  $\pi^+$  med impulser  $p_1$  og  $p_2$  og impuls forskel  $\Delta p = p_2 - p_1$ . Man måler nu korrelationsstyrken

$$C(\Delta p) = \frac{N_{12}(p_1, p_2)}{N_1(p_1) N_2(p_2)}. \quad (2)$$

Her er  $N_1(p)$  antallet af en given partikeltype fra en kollision mens  $N_{12}$  er antal par med impuls  $p_1, p_2$ .  $N_{12}$  er valgt således, at hvis der overhovedet ingen korrelationer forefindes, så er  $N_{12} = N_1 N_2$  og korrelationsstyrken er derfor  $C = 1$ . I det kvantemekaniske område derimod finder man at korrelationsstyrken er  $C = 2$ . Kort fortalt sker der det, at to identiske partikler med næsten samme impuls ( $\Delta p \lesssim \hbar/R$ ) ikke kan skelnes og deres bølger interfererer konstruktivt. Det interessante område i vores målte korrelationsstyrke er selvfølgelig, hvor den falder fra 2 til 1. Ifølge (1) sker dette når  $\Delta p \sim \hbar/R$ . Dette sker ifølge figur 1, når  $\Delta p \simeq 40 \text{ MeV}/c$ . Da  $\hbar c \simeq 200 \text{ MeV} \cdot \text{fm}$  finder vi altså at kildestørrelsen er  $R \simeq 5 \text{ fm}$ .

Ved at orientere den tredimensionelle impulsvektor  $\Delta p$  i alle retninger kan vi studere et tredimensionelt rumligt "billede" af ildkuglen. Da ildkuglen ekspanderer meget nær lyshastigheden i retningen langs kollisionsaksen fortæller denne længde hvor længe systemet har ekspanderet. Vi kan således måle størrelse, form, levetid, m.m. af ildkuglen.

Figur 1 viser korrelationsstyrken for pioner og kaoner. For pionerne når  $C(\Delta p = 0)$  ikke helt op til værdien 2. Årsagen er formentlig, at billedet forplumres af langlevende tungere mesoner, der henfalder til pioner. Figur 1 viser desuden, at kaonerne har mindre kilderadier end pionerne,  $R \simeq \hbar/50 \text{ MeV}/c \simeq 4 \text{ fm}$ . Dette gælder også i ekspansionsretningen, så derfor kommer kaonerne ikke bare fra en mindre kilde, men undslipper også tidligere end pionerne.



**Figur 3.** Den mindste, men varmeste, eksplosion som kan dannes i vores laboratorier (CERN). Rekonstruktion af partikelspor i NA49 detektoren<sup>3</sup> fra en central kernekollision ved 200 GeV energi per projektil nukleon. Projektil-kernen er kommet ind fra venstre og kollideret med en target-kerne. Sporene i detektoren er fra de hundredevis af partikler produceret i kollisionen. Rammerne viser grænserne for nogle af detektorerne. Fordelingen af spor i de forskellige retninger skyldes dels at der sendes flest partikler fremad i projektilens retning, men især at detektorerne ikke er lige følsomme i alle retninger.

Dette er bemærkelsesværdigt, hvilket vi ser af følgende analogi til bulldozer episoden i Herstedvester fængsel. Alene ud fra video optagelsen kan vi nok bestemme undvigelsestidspunktet af fangerne og den efterfølgende bølge af politi, men vi kan ikke vide hvorfra i fængslet, de kom! Hertil må vi have anden information end videooptagelsen fx politirapporten. Hvis fangerne og politifolkene var identiske partikler og videokameraet havde haft et interferometer påsat, kunne vi have målt at fangerne kom fra en klump lige indenfor muren, mens politifolkene kom længere indefra og desuden reagerede langsommere. Fangerne vidste derfor nøjagtig, hvor bulldozeren ville ramme.

Interferometri er altså en vigtig kilde til rekonstruktion

af hændelsesforløbet i de "små" bangs. Man kan variere kernestørrelser, kollisionsenergier, stødparametre, m.m., og sammenligne. Udover de eksisterende eksperimenter på Brookhaven ved New York og på CERN ved Geneve bygges der nye accelerators på disse laboratorier. De vil operere ved højere energi med produktion af endnu flere mesoner til følge. I 1999 starter den nye "Relativistic Heavy Ion Collider" i Brookhaven. Den er dedikeret til kollisioner mellem tunge kerner med hver 100 GeV per nukleon i tyngdepunktssystemet. I år 2005 vil der på den nye "Large Hadron Collider", der vil operere ved 3 TeV, også være et eksperiment, der kolliderer tunge kerner. Forhåbentligt kan partikel interferens metoden her bidrage til endeligt at bevise eksistensen af quark-gluon plasmaet.

## Referencer:

1) J.J. Gårdhøje, Naturens Verden, september 1997.  
Rasmus Møller, KVANT, september 1993.

2) CERN eksperimentet NA44's hjemmeside:  
<http://www.cern.ch/NA44/projects/na44hi.html>

3) NA49 Image Library  
[http://hpna49-1.cern.ch/NA49/Images/Img\\_Lib.html](http://hpna49-1.cern.ch/NA49/Images/Img_Lib.html)

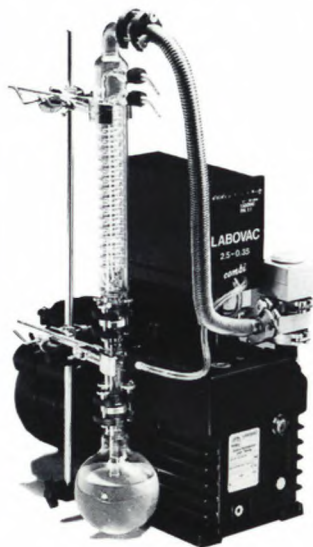


Axel P. Vischer er forsker ved Salomon Brothers, indtil august 1997 ved Niels Bohr Institutet. Han interesserer sig for kernekollisioner, quark-gluon plasmaer, neutronstjerner, mm.



Henning Heiselberg er lektor ved Nordisk Institut for Teoretisk Fysik (NORDITA). Han interesserer sig for kernekollisioner, quark-gluon plasmaer, neutronstjerner, mm.

## MODERNE VAKUUMTEKNIK TIL FORSKNING OG INDUSTRI



SASKIA HOCHVAKUUM- UND LABORTECHNIK GmbH I ILMENAU er et succesrigt resultat af øst-vest genforeningen i Tyskland. SASKIA's et- og to-trins finvakuumpumper fra 4 til 200 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> har rotor-skiver af et nyt PTFE materiale som sænker støjniveauet med ca. 3 dBA og tillader pumperne at arbejde konstant ved højt tryk eller med aggressive gasser. Med en frekvensregulering kan pumpehastigheden fordobles, så man f.eks. hurtigt kan evakuere et anlæg og derefter anvende pumpen som holdepumpe ved lav hastighed. SASKIA's kemisk resistente membran-pumper har liniærdrevne membraner, hvilket sikrer en lang levetid og lavt effektforbrug. En membranpumpe på ca. 30 W kan med de store afgifter på brugsvand hurtigt tjene sig ind, hvis den erstatter en vandstråle-pumpe. SASKIA's TOWER pumpestande er kemipumpestande kombineret med kondensatorer og med instrumentering for indstilling af trykket. SASKIA leverer oliefri pumpestande kombineret med turbomolekularpumper i et handy design og rootspumpestande op til 20.000 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>.

ALLE FORMER FOR OLIEFRI & OLIESMURTE ROTATIONSVAKUUMPUMPER • FEDTSMURTE TURBOMOLEKULAR- SPIRO- & HYBRIDPUMPER • DIFFUSIONS- & CRYOPUMPER • VAKUUMMÅLEINSTRUMENTER, VENTILER, HV & UHV FITTINGS • HELIUMLØKSØGERE & MASSESPEKTROMETRE • SPUTTER- ELEKTRONKANON & ÆTSEANLÆG • RF & HV STRØMFORSYNINGER • RUSTFRI SPECIALKAMRE & DELE • OMBYGNING AF VAKUUMANLÆG

WENZEL VAKUUM TEKNIK APS • NYBROVEJ 283 • DK-2800 LYNGBY • TLF. 45 87 97 35  
SHOWROOM, SERVICE, LAGER • NYBROVEJ 193 • BIL 30 42 63 00 • FAX 45 93 32 93

# Dansk fysik de næste 25 år - udvikling eller afvikling?

*Dorthe Posselt, IMFUFA, Roskilde Universitet*

Til Dansk Fysiks Selskabs årsmøde 1996 var der arrangeret en paneldebat med temaet 'What future will we choose for physics?' Arrangementet var inspireret af et indlæg i *Physics Today*, december 1995, og en af medforfatterne til dette debatoplæg, Sol M. Gruner, Princeton University, stod for aftenens hovedindlæg. Der kom imidlertid ikke rigtig gang i den danske debat under arrangementet og der blev ikke luftet mange visionære tanker. Da tanken om en essaykonkurrence i anledning af Dansk Fysisk Selskabs 25 års jubilæum kom op i hovedbestyrelsen, faldt det naturligt, at temaet skulle være dansk fysiks fremtid. Der blev nedsat en essaykomite (Peter Bodin, Johannes Andersen og Dorthe Posselt) som under livlig diskussion udfærdigede et oplæg til konkurrencen (Kvant, december 1996, s. 11). Skulle essaykonkurrencen hovedsageligt handle om dansk fysiks profil til DFS's 50 års jubilæum eller skulle konkurrencen fokusere på de forskningspolitiske valg, der skal tages i de kommende år og som vil danne grundlaget for dansk fysik i år 2022? Er faget fysik på vej ind i en krise, hvor der er behov for legitimation overfor offentligheden, specielt potentielle studerende? Eller er fysikfaget så snævert forbundet med muligheden for teknologiske fremskridt, at man ikke kan forestille sig faget komme i krise?

Vi fandt i essaykomiteen, at der var så mange relevante problemstillinger vedrørende dansk fysiks fremtid, at vi endte med et meget bredt oplæg, for på denne måde at få indblik i tanker i det danske fysikmiljø, som rækker ud over bekymring for, hvor den næste bevilling skal komme fra. Stor var skuffelsen derfor, da der ved fristens udløb kun var indkommet tre bidrag, hvoraf forfatteren til det ene ovenikøbet erklærede at have skrevet sit bidrag i forventning om at være eneste bidragyder og dermed kunne løbe med førstepræmien..... Selv ikke en forlængelse af fristen kombineret med en intensiv kampagne i essaykomiteens nærmiljø formåede at øge antallet af bidrag. Konkurrencen opfyldte således ikke sit hovedformål, idet de tre bidrag ikke udgør et bare nogenlunde repræsentativt udsnit af det danske fysikmiljø.

De tre bidrag til konkurrencen er meget forskellige og inspirerende hver på sin måde. Vi fandt ikke, at det var muligt at rangordne bidragene og til DFS's årsmøde 1997 blev der uddelt 2 flasker champagne til hver af de tre deltagere. På trods af de tre bidrags åbenlyse forskelle, finder man i dem alle kommentarer, der afspejler bekymring over udviklingen indenfor undervisningssektoren.

*Jette Randløv* beskæftiger sig i sit bidrag med faget

fysiks image i offentligheden, som hun mener afspejler koblingen i den offentlige bevidsthed mellem teknologi og naturvidenskab. Hun er imidlertid optimist på fagets vegne, idet hun mener, at fysikere vil kunne give svar på ubesvarede spørgsmål indenfor andre fag, hvorved en fornyet interesse for fysikfaget vil opstå.

*Michael Cramer Andersen* har skrevet en fremtidsvision om to unge gymnasieelever og deres omgang med ny teknologi. I år 2022 er fysikuddannelsen 3 årig ("..udviklingen gik så stærkt, at det meste alligevel blev forældet, inden man blev færdig") og undervejs mod år 2022 har kultur- og teknikministeren fyret de forskere, der ikke har været nok på tv og ansat de, der på baggrund af et kursus i stand-up comedy, har været istand til at gøre naturvidenskab attraktivt for nye studerende.

*Jens Olaf Pepke Pedersen* har leveret en pessimistisk satire. Vi følger professor Malstrøms sidste arbejdsdag, inden han som den sidste danske fysiker lukker og slukker efter sig. Også her er der hug til undervisningssektoren - udviklingen af skrift-til-tale oversættere har overflødiggjort læseprocessen, hvilket er hilst velkommen i folkeskolen: "Læsetræningen forudsatte en koncentreret indsats af den enkelte elev, hvilket gjorde det vanskeligt for folkeskolen at leve op til målsætningen fra 2004 om at tilbyde bedre underholdningstilbud end samtlige konkurrenter".

Vi vover i essaykomiteen at sammenfatte budskabet i de tre essays: Uden studenter med lyst til at investere kræfter i et til tider besværligt og krævende, men også givende fag, har dansk fysik ikke en spændende fremtid.

# Melles Griot makes OPTICS, OPTO-MECHANICS, LASERS, INSTRUMENTS, and FIBER OPTICS



Contact Melles Griot for a fast response to your photonics needs. Our vast product selection described in our detailed product literature will provide solutions for a successful product or experiment.

Whether you need a single lens, or thousands of laser assemblies, Melles Griot is ready to deliver. From a single prototype to full-scale production, we can ship to your schedule. Melles Griot has earned a 25 plus year reputation as a quality manufacturer of optics, opto-mechanics, lasers, instruments, and fiber optics.

We have facilities in North America, Europe, and the Asia Pacific staffed with applications engineers ready to fulfill your requirements. You can reach us by phone, FAX, or the INTERNET.

From simple lenses to advanced fiber optics — Melles Griot is your *first choice* in photonics!

**Call, FAX, or E-mail us today  
for your photonics solutions!**

## Melles Griot Danmark

Stenagervej 13 • DK-4100 Ringsted  
Phone: 53 61 50 49 • Fax: 53 61 60 49  
E-mail: 101456.567@compuserve.com



## ■ OPTICS

- Beam Expanders
- Beamsplitters
- Coatings
- Custom OEM Optics
- Custom Optical Assemblies
- Cylindrical Optics
- Diode Laser Optics
- Filters
- Invaritar Lenses
- Lenses
- Micro Optics
- Mirrors
- Optical Design Software
- Polarizers
- Prisms
- Shutters & Irises
- YAG Lenses

## ■ OPTO-MECHANICS

- Breadboards
- Optical Tables & Isolators
- Opto-Mechanical Mounts
- Positioning Equipment
- Workstations

## ■ LASERS

- Diode Lasers & Assemblies
- Helium Neon Lasers

## ■ INSTRUMENTS

- Amplifiers
- Beam Position Measurement
- Beam Profilers
- Diode Laser Drivers
- Diode Laser Controllers
- Optical Spectrum Analyzers
- Power & Energy Meters
- Power Supplies
- Wavefront Analyzers

## ■ FIBER OPTICS

- Reflective Fiber Gratings
- Circulators
- Isolators
- Tree Couplers
- Attenuators
- Fiber Collimators

# MELLES GRIOT

Canada  
(613) 226-5880

France  
(01) 3012-0680

Germany  
(06251) 84060

Japan  
(03) 3407-3614

Netherlands  
(0316) 333041

Singapore  
743-5884

Sweden  
(08) 630-8950

Taiwan  
(035) 729-518

United Kingdom  
(01223) 420071

United States  
(714) 261-5600

# Interessen for fysik de kommende 25 år

Jette Randløv

## Interessen for fysik og naturvidenskab

De seneste år har vi oplevet et fald i optaget på de naturvidenskabelige uddannelser. Den manglende søgning er ikke noget specielt dansk fænomen, men har ramt de fleste vesteuropæiske og amerikanske universiteter. Et væsentligt spørgsmål er, hvor lang tid denne tendens fortsætter.

Selv lige for tiden, hvor arbejdsløsheden for fysikere og de fleste naturvidenskabelige grene er under den naturlige arbejdsløshed, og hvor rygterne går, at en egentlig mangel begynder at medføre stigninger i lønningerne i den private sektor – selv under disse vilkår er søgningen faldende. Dette tyder ret kraftigt på, at andre parametre end blot arbejdsløshed og lønudsigter har betydning.

## Teknologi og videnskab

Gennem de sidste 50 år har man kunne se søgningen til naturvidenskab og særligt fysik svinge med den generelle interesse og fascination af teknologi i befolkningen. Mange mennesker uden naturvidenskabelig baggrund skelner ikke mellem teknologi og videnskab. Dette betyder, at hvis teknologi på en eller anden måde står i dårligt lys, gør videnskab det automatisk også. De seneste par årtier har den teknologiske udvikling været under hård kritik: Teknologi får skylden for forurening, atomvåben og den kolde krig, arbejdsløshed, og senest har computeren holdt sin indmarch og får skylden for mange frustrationer og en stresset dagligdag.

En del af denne kritik er givetvis korrekt – der findes trods alt kun yderst sjældent eller måske slet ikke fremskridt, uden dårlige bivirkninger. Men alt i alt har kritiken medført, at direkte interesse for teknologi ikke var 'in'. Holdningen har været, at hvis man skulle følge et kald og gøre gerninger for menneskeheden, skulle man blive læge, præst eller måske miljøforkæmper. Naturvidenskab var ude af billedet. En ganske irrationel tankegang, for hvis der er noget, der kan løse de problemer, vi står med i dag, så er det netop naturvidenskab. Men trends er sjældent rationelle.

Et område, der er i særlig kraftigt vækst for tiden, er genteknologien. Tidligere i år kunne man læse i aviserne at skotske forskere havde klonet et får. En begivenhed som kun den helt fantasifulde kan være uinteressert i. Spørgsmålet er, hvilken faggruppe som har vundet mest pudsemiddel til deres image og flest studerende. Skønt genteknologien og kloning ikke udelukkende blev

fremført som et stort onde i pressen, var det hele tiden genteknologi, der var *problemet*, og etik der var *løsningen* og redningen. Kloningens anvendelse indenfor medicinforskning blev fremført som grunden til ikke at forbyde kloning generelt. Jeg har en mistanke om, at diskussionen kan have skaffet flere studerende til studier i etik på humaniora end til naturvidenskab som helhed.

Hvad skal der til for at vende denne tendens? At gøre teknologi og videnskab 'in' og til menneskeheds bedste. For nogle år siden var der et gevaldigt boom i interessen for fraktaler og kaosteorier. Billeder af fraktaler blev beskrevet som smukke som kunstværker og blev hængt op på museer. En uventet bro til det humanistiske område var opstået. Men var det et ryk i den rigtige retning? Betegnende er beskrivelser som "Matematik kan være lige så smukt som et maleri" – undertonen var: Hvis man vil holde på den sikre hest, skal man blive maler.

De seneste 10 år har der været mange større begivenheder indenfor videnskab, som i en eller anden form er nået ud til store dele af befolkningen: Kaoteori, lidt astronomi med fire store komet-begivenheder på stribe, formodning om ex-liv på Mars. Det luner – men det er bare ikke nok til at vække en bred interesse for videnskab at dømme efter søgningen.

Hvilke ting kunne vende strømmen? Hvis ideerne om sammenhængen mellem teknologi og naturvidenskab, som jeg har fremstillet, er rigtige, er et svar ganske oplagt: En bred øgning af interessen for teknologi. Hvilke teknologier kunne tænkes at medføre dette indenfor de nærmeste 25 år?

Internet er inden i en enorm vækstperiode samtidig med at den underliggende teknologi (computere og netværk) ikke har nået en form, hvor den kan bruges uden en del grundviden eller hjælp. Dette betyder, at hvis man blot vil lidt mere end at 'klikke rundt', er man tvunget til at oparbejde en forståelse af, hvordan tingene er skruet sammen. Internets udbredelse kunne altså tænkes at give et skub i den rigtige retning. Computeren i sig selv tilbyder ikke de samme muligheder for vækkelse af teknologiinteresse som for 10-15 år siden. Almindelig betjening af computere er på vej til at kræve langt mindre. I takt med udvikling af mere brugervenlige computer-grænseflader bliver computeren et møbel på linje med et fjernsyn, som man bruger uden nogen form for dybsindig eftertanke. Samtidig er det blevet så almindelige, at de ikke virker magiske mere og interessen for at skille dem ad og finde ud af, hvordan de virker, er på samme niveau som for et fjernsyn eller en brødrister – generelt lille.

## Svar på dybtgående spørgsmål

For tiden er der en del interesse for religion, åndelige værdier og generelt 'de store spørgsmål'. Folk mediterer, healer, lægger horoskoper, køber magiske sten, melder sig ind og ud af kirker og trosretninger. Mange har den holdning, at naturvidenskab ikke kan give svar på nogle af de store spørgsmål. Men kan fysik det? I det mindste har man en vis sikkerhed for, at de svar man faktisk får, ikke viser sig at være forkerte næste gange, man runder et gadehjørne.

Op gennem dette århundrede har der været en tendens mod at forskning i fysik forgrenede sig ud, og gik fra at beskæftige sig med fundamentforskning til andre områder og andre fag. Ved fundamentfysik forstås fysik, der udelukkende beskæftiger sig med de dybeste lag af, hvordan naturen er skruet sammen, så som klassisk mekanik, kvantemekanik, statistisk mekanik i sin reneste form, Maxwellligninger, relativitetsteori. De løsninger der var fremkommet under fundamentforskningen, kunne bruges helt andre steder, eftersom ligheder i den matematiske del af problemet medfører ligheder ved løsningerne. For eksempel kan beregnings metoder indenfor statistisk fysik anvendes indenfor neurale netværk. Denne tiltagende spredning af fysikken væk fra fundamentet bringer fysik ind på andre områder og i nogle tilfælde ind på andre fags territorium. For eksempel arbejder fysikere med at forstå hjernen og visse af dens højere funktioner, som intelligens og bevidsthed – områder der traditionelt har ligget indenfor medicin, biologi og filosofi.

Man kunne meget vel tænke sig, at i takt med at denne spredning fortsætter, vil fysik generelt kunne komme med svar (eller bidrage til svar) på flere og flere spørgsmål – også de mere dybtgående. For tiden er forskningen i bevidsthedens natur det mest oplagte eksempel, men det er ikke til at sige, hvilke områder fysik vil sprede sig til i fremtiden.

## Konklusion

Det er min opfattelse at der er en sammenhæng mellem interessen for (og imod) teknologi og interessen for naturvidenskab. Den faldende søgning som naturvidenskabelige uddannelser oplever for siden hænger sammen med den generelle holdning til teknologi i samfundet.

På nuværende tidspunkt og i højere grad i fremtiden kommer der nye stenge at spille på: Fysik er langsomt på vej til at gøre sig gældende indenfor andre områder end de traditionelle, og dette vil formentlig før eller senere bringe fysikere i stand til at svare på spørgsmål, som længe har stået ubesvaret inden for andre fag og som er vedkommende for det almindelige menneske uden en naturvidenskabelig baggrund. Dette vil måske give en fornyet interesse for naturvidenskab og i særdeleshed for

fysik i løbet af de næste 25 år.



Jette Randløv Født 1973.  
Redaktør af "Famøs"  
1992-1997. Kandidat i fysik fra  
Niels Bohr Institutet 1997.



**optilas**

**Optilas Danmark, den lokale internationale  
leverandør med specialer indenfor:**

### Optik og lasere til forskning og industri

Continuum, Inc. - Corion Corp. - CVI Laser Corp. - Ion Laser  
Technology, Inc. - Labsphere, Inc. - Laservision - Optical Surfaces  
Ltd. - Physical Optics Corp.  
- Research Electro Optics -  
Santa Fe Laser Co. - Synrad,  
Inc. - m.fl.



### Spektroskopisk udstyr

Chromex, Inc. - McPherson  
Milton Roy - Photek Ltd.  
m.fl.



### Elektronik

Directed Energy, Inc. - Maxwell Laboratories, Inc. - Quantum  
Design, Inc. - Stanford Research Systems, Inc. - Trek, Inc. - m. fl.

### Optilas Danmark

Billedvej 2

DK-2100 København Ø

Telefon: 3543 0133

Fax: 3543 8334

E-mail: [optilas@inet.uni-c.dk](mailto:optilas@inet.uni-c.dk)

# 25 års fysik

Michael Cramer Andersen

"Det er jo Science Fiction det her! - et rumteleskop på størrelse med Rundetårn, med et hovedspejl på 10 meter i diameter...". Kun en nation som Kina havde råd til så enorme projekter. De havde efterhånden opkøbt det meste af amerikansk og europæisk industri og havde altså nu bygget Hubble III-teleskopet. Det skulle sendes op med en europæisk raket af typen Ariane 13, en yderst stabil raketype der gjorde det muligt, at bringe flere hundrede tons sikkert ud i rummet. De foregående modeller havde været plaget af tekniske fejl.

Tim sad og skannede nyheder for de første 3 måneder af året - 2022 - med sine letvægts-HiFi-Virtual Reality briller, som registrerede bevægelserne fra hans flakkende øjne. Han samlede det sidste materiale til sit afsluttende 3.g-speciale hvor han skulle beskrive de sidste 25 års udvikling i fysikken: 1997- 2022. Han glædede sig til at blive færdig med gymnasiet, han var 16 år - en af de ældste på hans årgang, og ville straks gå i gang med den 3-årige universitetsuddannelse i fysik, når han altså havde skrevet specialet færdigt. Uddannelserne var ikke så lange som de havde været tidligere, for udviklingen gik så stærkt, at det meste alligevel blev forældet, inden man blev færdig.

Hans kammerat Carl måtte skrue ned for den mærkværdige musik der lød i hans høretelefoner, der var indbygget i samme type briller som Tims, for computeren som de sad foran begyndte at læse op af en længere kinesisk presseomtale. "Hvad skulle vi gøre uden neurale net med syntetisk tale og tekstgenkendelse. Gad vide hvad man gjorde i gamle dage for at forstå fremmede sprog?". "Man lærte sikkert alle gloserne og den udviklede grammatik udenad!" grinede Carl. "Nu må du ikke forstyrre mig, når jeg lytter. Hvis jeg griner midt i, at computerhjælpen aflæser min hjerneaktivitet, skal jeg spole tilbage og rette fejlen; det skulle jo helst kun være det jeg vurderer er relevant for emnet, som bliver trukket ud og lagt ind i opgaven."

...

"Jeg tror jeg er færdig med selve rapporten, så jeg kan generere et automatisk abstract nu, det er pæret med den nye LaTeX ver.  $\pi$ . Jeg må også hellere sætte JavaHTML option på, så jeg kan udskrive hele dokumentet på en CD." "Så jeg kan afprøve om alle hyperlinks og animationer virker?" spurgte Carl med et træt ansigtsudtryk, det er jo 10 Gigabyte data". "Ja, det er måske lidt i overkan-ten, og abstract'en skal i hvert fald ikke være 4 sider". Lad mig læse den op, så kan du kommentere.

"De sidste 25 års udvikling i fysikken (1997-2022) har

været tæt knyttet til den sideløbende udvikling indenfor computere. Et af de største teoretiske problemer, der stod ubesvaret hen, ved slutningen af det 20. århundrede er blevet løst. Kvanteteorien for tyngdekraften blev fundet af Tompkins i 2005 (han fik ideen mens han drømte, fortæller anekdoten). Kvantemekanikken, der blev udviklet for 100 år siden, muliggjorde fremstillingen af billige elektroniske komponenter og computere. Disse har haft en gennemgribende indvirkning på underholdningsbranchen, f.eks TV og computerspil samt kommunikationen via Internet-tet og WWW. Den nye Teori for Alting har ikke haft nær de samme anvendelsesmuligheder endnu. Der er simpelt hen ikke råd til, at bygge flere store acceleratorer der kan levere tilstrækkelige energier. Planerne for udbygningen af LHC er udskudt på ubestemt tid.

De fleste af de nu klassiske supersymmetriske partikler kan nu dagligt produceres på CERNs Large Hadron Collider, som har virket upåklageligt siden 2005. Danske højenergifysikere fra Niels Bohr Institutet deltager i dette internationale samarbejd...

"Niels Bohr Institutet, er det ikke med to T'er?" spurgte Carl og pegede på computerskærmen. "Nej, jeg har slået det op, det skal være med ét T". "Kan du huske sidste forår til 100-års jubilæet, da vi var inde på NBI og se det historiske auditorium? hvor tavlen kan rulles op og ned med motor!". "Ja, det er ufatteligt, at det stadig virker. Det var også utroligt, at de stadig brugte det gamle kaldesystem med 5 blinkende lamper!". "Vi var lige ved at fare vild i de snørklede kældergange, da vi skulle finde kanten".

"Nåh, vi må se at komme videre!". "Den store partikelaccelerator, LHC, blev i mange år styret med sikker japansk effektivitet. Efter Japan gik ind i et forskningsmæssigt og økonomisk samarbejde med Europa, voksede energien støt. De seneste års eksperimenter med Higgsinoer, viser tegn på den længe ventede inflaton. Teoretikerne vil studere henfaldet af inflatonen for at skelne mellem de mange foreslåede scenarier for den inflatoriske æra. Visse ældre kosmologer af den gamle skole advarede for nylig (på en konference for Stephen Hawking's 80 års fødselsdag) om, at det kan have alvorlige konsekvenser for hele Universet". "Lever han stadig?", "Ja", svarede Tim, "Han er et levende eksempel på en android. Da han var ung fik han en frygtet sygdom, og lægerne gav ham kun få år at leve i. I 1985 mistede han stemmen helt, men fik en tale-synthesizer, så han kunne holde offentlige foredrag". "Det var dengang, han stadig sad i rullestol?". "Ja, men nu har han jo kunstige lemmer, der styres direkte med hjernen

via elektroder". "Det lyder faktisk ret uhyggeligt!"

"Det næste afsnit bliver nok strøget. Har du hørt om nogen fysikere, der forsker i halvlederteknologi for at forbedre computerprocessorerne?" "Det er da en årtier gammel ingeniør-disciplin!!". I dag, hvor dataloger programmerer maskinerne til at opføre sig så kompliceret, er det fysikernes opgave, at opstille modeller for hvordan man kontrollerer hele systemer. Det er f.eks. stadig et uløst problem, hvorfor nogle automater lige pludselig bryder sammen og får nervesammenbrud."

Carl spurgte om Tim også havde undersøgt hvordan uddannelsessystemet havde prioriteret fysik de seneste 25 år". "Undervisningsministeriets seneste tilbageblik dækker kun 10 år, og det virker meget flakkende. Er du klar over, at forskning og undervisning gennem tiden har været kasterbold imellem 12 ministerier? Den mest markante drejning dansk forskning fik, var da forhenværende kultur- og teknikminister Casper Christensen fyrede forskere der ikke havde været nok på tv, og derefter ansatte dem, der havde gennemgået et kursus i stand-up comedy. Det ændrede totalt undervisningen, så naturvidenskab med ét blev det mest søgte studie. Kun

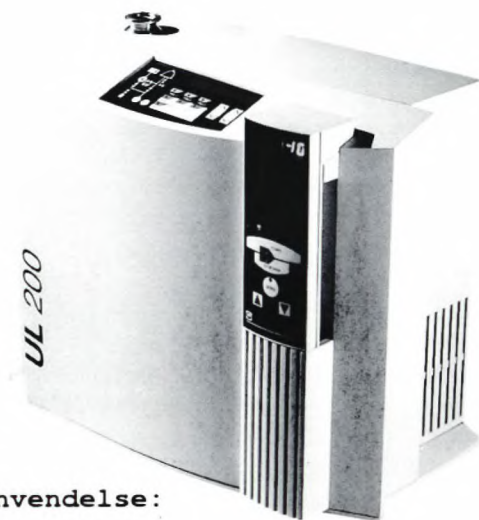
dem med de højeste karakterer blev lukket ind".

"Kan vi ikke diskutere opgaven videre i morgen Tim?". "Jo lad os det. Jeg har heller ikke sovet i 36 timer nu, jeg tænker ikke helt så klart mere". På vej hjem tænkte Tim alligevel videre over emnet. "Hvad mon vi oplever de næste 25 år? Vil der stadig være fysikere der studerer universets hemmeligheder i år 2047..."

SLUT



Michael Cramer Andersen er specialestuderende i astronomi ved Niels Bohr Institutet. Han arbejder med Mælkevejens dynamik, og interesserer sig i øvrigt for det tidlige univers, sorte huller og videofeedback. Han er medlem af redaktionen for fysiktidsskriftet GAMMA.



#### Anvendelse:

- \* Kvalitetskontrol
- \* Forskning og udvikling
- \* Analyseudstyr
- \* Høj -og ultrahøjvakuum

## Læksøger på heliumbasis

### Hvilke krav stilles der?

- \* Hurtig
- \* Nem og entydig betjening
- \* Oliefri indsugning
- \* Robust
- \* Enkelt service
- \* Prisbillig

Leybold ApS  
Roskildevej 342A  
2630 Tåstrup  
Tlf.: 43996444  
Fax: 43996544



# Professor Malstrøms sidste dag.

*Jens Olaf Pepke Pedersen, Niels Bohr Institutet*

- Godmorgen professor, sagde den automatiske sekretær, da professor Pritbjørn Malstrøm trådte ind på sit lille kontor. Professoren svarede ikke. Det var hans sidste arbejdsdag, og han havde været tavs fra morgenstunden af. De sidste par dage havde han ryddet kontoret for personlige effekter, og det eneste, der nu var tilbage på de næsten tomme vægge var den lille elektroniske kalender der stod på 31. marts 2022.

Professor Malstrøm satte sig ved det store skrivebord og reflekterede over de sidste måneders begivenheder. Om få måneder havde han kunnet fejre 25 års jubilæum som fastansat ved instituttet - ja faktisk kunne han samtidig have fejret 25 års jubilæum som yngste fastansatte fysiker ved et dansk universitet. I de mellemliggende 25 år havde han set sine ældre kolleger forlade instituttet een efter een, og for en halv snes år siden havde han og de kolleger, der var tilbage, accepteret at flytte sammen i en midlertidig barak, der blev opstillet til formålet med en fin lille udsigt til Fælledparken, bag det gamle instituts aldrende bygninger. I længden havde man naturligvis ikke kunnet forsvare at der var så megen kontorplads til rådighed for en lille gruppe fysikere, hvoraf de fleste ikke havde haft en student siden engang i begyndelsen af 2010'erne. De sidste to år havde professoren været den eneste, der var tilbage i barakken, men han nød selskabet med den automatiske sekretær og tillod sig de sidste måneder nogle lange kaffepauser.

De sidste måneder havde der været nogen blæst om hans person og den lille barak, idet en gruppe tidligere medlemmer af det nu hedengangne videnskabernes selskab havde foreslået, at man skulle skaffe EU støtte til at bevare en aktiv dansk fysiker. En overgang så det ud som om, der var en mulighed for at få støtte fra et program til bevarelse af arktiske bønder i Republikken Sibirien, og som også havde givet midler til bevarelse af gamle håndværkstraditioner i Korea, der netop var blevet medlem af EU. En henvendelse til EU kommissionen i Moskva havde imidlertid givet det klare svar, at programmet kun omfattede egentlige håndværk med et synligt produkt.

Professor Malstrøm havde i mange år set med nogen skepsis på de talrige EU-programmer, der havde afløst de gamle nationale forskningsprogrammer. I starten havde han dog hilst det velkomment, at den gamle nationale kappestrid var blevet afløst af international fredsommelighed. Måske startede det hele med de gentagne undersøgelser i midten af 1990'erne og i årene derefter viste, da danske skolebørns læseevner lå på samme niveau som en række af de fattigste u-lande, og at det ikke stod meget bedre til med matematik-færdighederne. Efter et par år med gentagne bundplaceringer forbød Undervisningsmi-

nisteren derfor folkeskolerne at deltage i de internationale undersøgelser, hvad der var udbredt tilfredshed med i befolkningen.

Forskningsministeren pålagde siden det daværende statens teknisk-videnskabelige forskningsråd at støtte udviklingen af skrift-til-tale-oversættere. Filosofien var, at ligesom de beværelige regnestykker var blevet overflødiggjort af lommeregnerens fremkomst, ville skrift-til-tale-oversætterne overflødiggjøre læseprocessen. Netop læse- og stavetræning havde i en alt for lang årrække hovedansvaret for elevernes skoletræthed og mange nederlag i folkeskolen. Desuden forudsatte læsetræningen ofte en koncentreret indsats af den enkelte elev, hvilket gjorde det vanskeligt for folkeskolen at leve op til målsætningen fra 2004 om tilbyde bedre underholdningstilbud end samtlige konkurrenter.

Efter en lidt træg start vandt skrift-til-tale-oversætterne hurtigt udbredelse i folkeskolerne, specielt efter at de små intelligente scannere kom på markedet. I begyndelsen var eleverne nødt til at scanne teksten side for side, men de nye scannere kunne tage en hel bog ad gangen og de nu gængse funktioner, hvor man f.eks. kunne vælge udvalgte højdepunkter eller resumeer på 5 eller 15 minutter, gjorde at man i 2010 kunne afskaffe undervisningspligten. En række folkeskoler havde i et desperat forsøg på at sikre deres egen overlevelse kørt en ren skræmmeekampagne overfor befolkningen, men deres forudsigelser blev hurtigt gjort til skamme, da der fortsat var brug for næsten alle skolerne i de nødvendige pasningsordninger.

Professor Malstrøm var ikke helt klar over, hvad, der var årsag og hvad, der var virkning, men i hvert fald var søgningen til de naturvidenskabelige fag faldet konstant siden midten af 1990'erne, og omkring 2010 var de fleste naturvidenskabelige fag helt udgået af universiteternes lektionskataloger. I starten havde det glædet både professoren og mange af kollegerne, for universiteterne var langt mere behagelige arbejdspladser uden de mange studerende, der både larmede og grisede i kantiner og på fællesarealerne, og hvad det var endnu værre, ofte greb forstyrrende ind i en ellers frugtbar forskningsproces. I øvrigt havde de fleste fysikere aldrig brudt sig særlig meget om at undervise, så det var ikke med megen vemod, at fagene forsvandt ud af læseplanerne.

Professor Malstrøm følte sig gammeldags, da han slog sin skrift-til-tale-oversætter fra for selv at læse dagens post. Det meste var i øvrigt forskellige voice-mails, som derfor først måtte oversættes til skrift, men i øvrigt var det enten reklamer eller breve fra tidligere kolleger, som nu lykønskede ham med den kommende pensionisttilværelse.

De sidste par uger havde han ryddet op i sine arkiver.

På grund af hans uddøende profession havde Rigsarkivet været meget interesseret i at bevare så meget af hans arkiver som muligt. Han faldt over en gulnet folder med titlen DFS. Umiddelbart kunne han ikke genkende forkortelsen, men langsomt fremkaldte han erindringen om den forening, som han i en årrække havde viet sine organisatoriske evner. Faktisk var foreningen vistnok aldrig blevet officielt nedlagt, men efter at der i en årrække ikke havde været nogen aktiviteter, gled selskabet lige så stille ud i glemslens mørke. Professoren mindedes pludselig årsmødet i 1997, hvor et af højdepunkterne skulle have været en essay konkurrence om Dansk Fysik de næste 25 år. Det var kun indkommet et eneste bidrag, og det var tydeligvis skrevet få timer før deadline og udelukkende fordi førstepræmien var 25 flasker god champagne. KVANT havde endda nægtet at trykke bidraget, men de havde vistnok været nødt til at uddele førstepræmien til indsenderen alligevel.

Professor Malstrøm lagde mappen ned i flyttekassen med Rigsarkivets bomærke. Så stod han lidt eftertænksom, tog mappen op igen og bladrede hurtigt

frem til en folder, der var mærket "Essay konkurrence 1997". Der lå ganske rigtigt stadigvæk kun det samme bidrag. Med en resolut bevægelse rev han folderen over og smed den i en bakke på gulvet mærket "Recycling". Derefter lagde han forsigtigt resten af mappen tilbage i flyttekassen. Herefter tog han sin slidte mulepose, og for sidste gang lukkede han døren til kontoret bag sig.



*Jens Olaf Pepke Pedersen er lektor ved Niels Bohr Institutet og er formand for atomfysiksektionen i Dansk Fysisk Selskab.*

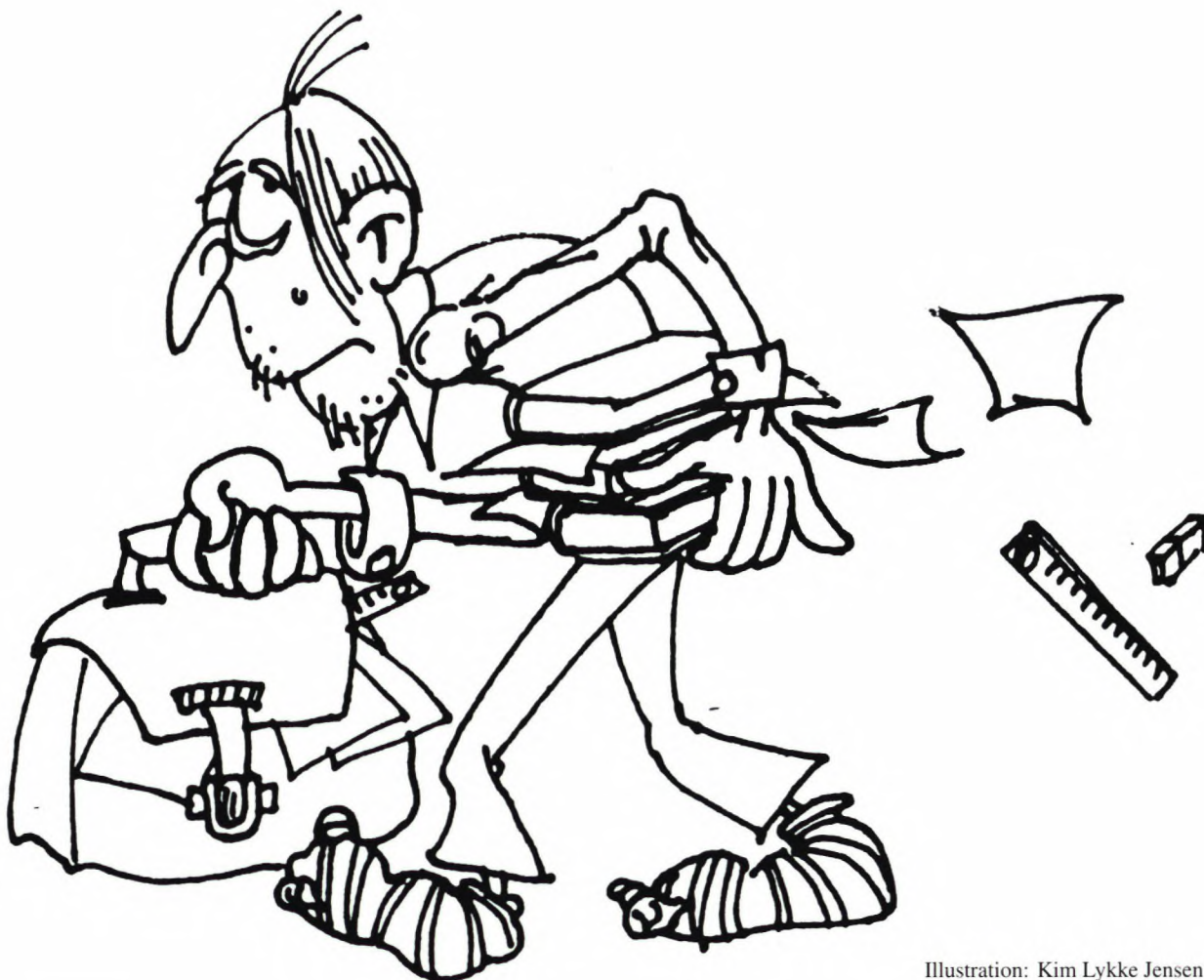


Illustration: Kim Lykke Jensen.

# DFS årsmøde 1997

*Preben Alstrøm*

Under DFS årsmødet på Nyborg Strand Hotel, 29.-30. maj 1997, blev der afholdt generalforsamling. Formandens beretning samt regnskabet følger her.

## Formandens beretning:

Det skal først nævnes, at Dansk Fysisk Selskab har gjort en ekstra indsats i år for at skabe en god og brugbar hjemmeside. Her kan man foruden årsmøde-oplysninger finde konferencer, kurser, job-opslag, og henvisninger til forskningsråd og andre organisationer, men også vedtægter og alle bestyrelsesmedlemmers koordinater. Med særlig henblik på specielle møder og foredrag, eller f.eks. jobopslag, har vi desuden oprettet et helt nyt WWWboard, hvor man kan opslå information til andre fysikere. Jeg håber det vil blive brugt.

Af kurser vil jeg specielt nævne sorødagene på Sorø Akademi, fordi det foregår i regi af Dansk Fysisk Selskab, og fordi det på bedste måde styrker interessen for naturvidenskab blandt gymnasieelever. Kurset ligger om sommeren, og hovedtemaerne sidst var superledning og lavtemperaturfysik ved Britt Larsen og astronomi og kosmologi ved Allan Horstrup.

Jeg skal på forskningsuddannelsesniveau igen i år specielt anbefale PhD vinterskolen i Sandbjerg. Her præsenteres mange spændende og nye emner, og samler altid et fuldt hus af 50 PhD studerende.

I forbindelse med den løbende undervisnings- og forskningsmæssige debat har DFS deltaget i en diskussion om biofysik på Niels Bohr Institutet, og DFS har været arrangør af en debat om forskning og innovation, ligeledes på NBI. Endvidere har jeg på DFS' vegne deltaget i en særlig rundbordsdiskussion om innovation, arrangeret af forskningsministeriet med det formål at samle forskere, bevillingsgivere, og industri i en debat om den fremtidige politik på dette område.

DFS har også ytret sig i forbindelse med afskedigelsen af tre faste medarbejdere indenfor fysik på DLH. I et brev til undervisningsministeren har vi udtrykt vores stærke bekymring for situationen på DLH, specielt med henblik på den forsømte talentpleje og den manglende ekspertise i fysik.

DFS fylder 25 år i år. I den anledning bringer vi en række artikler i Kvant om de holdninger og planer, som lederne på de danske fysikinstituter i dag har til uddannelse og forskning, herunder forskerrekruttering og generationsskifte, forhold til industri og samfund, m.v. Vi har bedt forfatterne om, at artiklerne gerne udtrykker holdninger, der er særegne for deres institut, og måske i modsætning til holdninger ved andre instituter. Til vores

store glæde har alle institutlederne svaret positivt på vores henvendelse.

DFS har endvidere ydet støtte til internationale fysikpriser. Via Academia Europaea har DFS igen medvirket til uddeling af fysikpriser til unge forskere i det tidligere Sovjetunionen (nu CIS). Vores bidrag er som sidste år 1000 pund.

Endvidere har DFS ydet 1000 dollar til oprettelsen af Hans Bethe priser, der blev etableret på hans 90 års fødselsdag, den 2. juli sidste år.

I forbindelse med de baltiske lande, blev en Nordisk-Baltisk kontaktgruppe dannet sidste år. Der afholdes et møde årligt, sidste møde var i marts i Helsinki, hvor bl.a. Per Anker Lindgaard efter DFS' forslag blev udpeget som ny kandidat til EPS' executive committee. Endvidere blev det også for i år vedtaget, at Norge og Danmark sponsorerer Letland og Lithauens medlemsskab i EPS (omkostninger ca. 4500 kr.), mens Sverige og Finland sponsorerer Estland.

Et andet punkt, der var oppe var fysikolympiaden, der arrangeres for elever, der afslutter studentereksamen samme år. Fra Danmark var vi med for første gang sidste år. Der meldte sig ca. 170 ud af ialt ca. 1900 elever med fysik på højt niveau til første runde, 20 bliver udvalgt til videre prøve, hvor de 5 bedste kommer til olympiaden. Sidste år var olympiaden i Oslo. I nationskampen blev Danmark nr. 49 ud af 55 lande. Resultatet taler for sig selv.

Vedrørende EPS var der council møde i Mulhouse ugen efter mødet i Helsinki, og vores forslag af Per Anker Lindgaard som nyt medlem af EPS' executive committee blev vedtaget. Per Anker skal specielt se på udviklingen af EPS-divisionerne, og i den forbindelse har jeg taget skridt til at få oprette en ny EPS-division i nonlinear and statistical physics, som det er sket i APS regi. EPS fik iøvrigt ny formand, nemlig Denis Weaire fra Trinity College i Dublin.

Sidst men ikke mindst har IUPAP, International Union of Pure and Applied Physics, afholdt generalforsamling i september 1996. DFS' bestyrelse fungerer som nationalkomité. Der er her blevet strammet op om selve organisationen, men mest interessant er det måske, at den danske deltagelse i IUPAPs kommissioner blev væsentligt øget. Foruden John Hertz, der fortsat sidder i kommissionen for statistisk fysik, og Kurt Clausen, der afløser Per Anker Lindgaard i kommissionen for magnetisme, blev Ole Mouritsen valgt ind som medlem af den nye kommission for computational physics, og Jakob Bohr blev valgt som nyt medlem af kommissionen for structure and dynamics of condensed matter. Desuden har vi Gunnar Rasmussen i kommissionen for akustik, der ønskede og fik status som en associeret kommission.

**DANSK FYSISK SELSKAB**  
**Årsregnskab 1996**

**INDTÆGTER**

|                         |  |                   |
|-------------------------|--|-------------------|
| DFS og EPS kontingenter |  | 155.755,00        |
| Renter bankkonto        |  | 1.733,36          |
| Renter girokonto        |  | 677,17            |
| <b>INDTÆGTER IALT</b>   |  | <b>158.165,53</b> |

**UDGIFTER**

|                                     |                   |                   |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|
| DFS administration:                 |                   |                   |
| Medhjælp                            | 9.597,50          |                   |
| Gebyrer, papir m.v.                 | 3.656,38          |                   |
| Repræsentation                      | <u>648,00</u>     | 13.901,88         |
| EPS:                                |                   |                   |
| EPS indv. medlemskab 1996           | 14.682,81         |                   |
| EPS DFS-medlemskab 1996             | 30.009,99         |                   |
| Europhysics News distribution       | <u>12.000,00</u>  | 56.692,80         |
| KVANT:                              |                   |                   |
| KVANT 1996 (676 x 75kr)             |                   | 50.700,00         |
| DFS Årsmøde incl. KIF:              |                   |                   |
| Mødeindtægter                       | 355.335,00        |                   |
| Mødeudgifter                        | <u>405.229,50</u> |                   |
| Mødeunderskud                       | 49.894,50         |                   |
| Overskud overf. fra 1995            | 98.671,54         |                   |
| Overskud overf. til 1997            | <u>48.777,04</u>  | 0,00              |
| DFS Forskning og Innovation         |                   |                   |
| Mødeudgifter                        |                   | 1.998,60          |
| BEST-København sommerkursus         |                   | 5.030,00          |
| Bethe Prize Committee               |                   | 5.942,50          |
| Østeuropa:                          |                   |                   |
| Academia Europaea                   | 9.342,40          |                   |
| Lith. Phys. Soc. bidrag til EPS-fee | 2.993,83          |                   |
| Latv. Phys. Soc. bidrag til EPS-fee | <u>748,66</u>     | 13.084,89         |
| Rejser for unge fysikere:           |                   |                   |
| Rejselegat                          | 4.010,00          |                   |
| Overskud overført fra 1995          | 20.299,00         |                   |
| Overskud overf. til 1997            | <u>16.289,00</u>  | 0,00              |
| <b>UDGIFTER IALT</b>                |                   | <b>147.350,67</b> |
| <b>OVERSKUD</b>                     |                   | <b>10.814,86</b>  |
|                                     |                   | <b>158.165,53</b> |

**DANSK FYSISK SELSKAB**  
**STATUS 31.12. 1996**

**AKTIVER**

|                                          |                   |
|------------------------------------------|-------------------|
| Indestående bank                         | 128.325,29        |
| Indestående giro                         | 241.257,22        |
| Kassebeholdning                          | 113,50            |
| Udestående DFS-kontingenter (indb. i 97) | 75,00             |
| <b>AKTIVER IALT</b>                      | <b>369.771,01</b> |

**PASSIVER**

|                                                   |                   |
|---------------------------------------------------|-------------------|
| Skyldige mødeudgifter (bet. i 97)                 | 1.517,60          |
| Skyldig distribution Europhysics News (bet. i 97) | 12.000,00         |
| Årsmøde overskud overført til 1997                | 48.777,04         |
| USS mødeoverskud overført til 1997                | 1.335,10          |
| Physica Scripta rejsetilskud overført til 1997    | 16.289,00         |
| Fysisk Tidsskrift mellemregning                   | 4.922,40          |
| KVANT mellemregning (bet. i 97)                   | 50.700,00         |
| <b>PASSIVER IALT</b>                              | <b>135.541,14</b> |

**KAPITALKONTO**

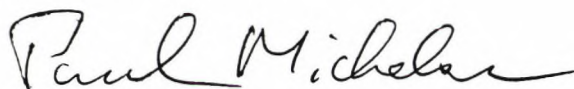
|                          |                   |
|--------------------------|-------------------|
| Saldo pr. 1. januar 1996 | 223.415,01        |
| Overskud 1996            | 10.814,86         |
| <b>KAPITALKONTO IALT</b> | <b>234.229,87</b> |
| <b>SUM=AKTIVER</b>       | <b>369.771,01</b> |

6. maj 1997



Allan H. Sørensen  
Kasserer

Bilagene gennemgået og  
tilstedeværelse af aktiverne  
konstateret. Ingen kritiske  
bemærkninger.  
22. maj 1997



Poul Kerff Michelsen  
Revisor for DFS

# Hvor står fysikken i Danmark lige nu?

Mads Hammerich, redaktør

I anledning af 25-års jubilæet for Dansk Fysisk Selskab har DFS udfordret en række institutledere i Danmark. I sidste nummer af KVANT bragte vi to - meget forskellige - bud på spørgsmålet "Hvor står fysikken i Danmark lige nu?". Jørgen Kjems, RISØ, beskrev fysik i en overgangstid hvor det mere og mere bliver skabelsen af nye stoffer og materialer med forudsagte egenskaber, der står i højsædet. En udvikling der finder sted i et mere og mere

tværvideenskabeligt miljø.

Erik Mosekilde, DTU, så udviklingen af nanofysik som et af de områder hvor der skal skaffes nye gennembrud. Og nye succeser, der kan vende flere gode studenter mod faget.

I dette nummer er det Ole Hansen fra Niels Bohr Institutet i København og Ivan Stensgaard fra Institut for Fysik og Astronomi i Århus, der giver synspunkter fra de to store gamle institutter.

## Fysik skal spænde vidt.

Ole Hansen, Niels Bohr Institutet.

Fysik studeres på længdeskaler fra Planck massen ( $\approx 10^{-35}$  m) til Universets størrelse ( $\approx 10^{26}$  m), dvs over mere end 60 størrelsesordener. Og man skal kunne det hele, relativistisk kvantefysik i de to ender af skalaerne, makrofysik i midten og statistisk fysik alle vegne.

At man "skal kunne det hele" betyder i denne sammenhæng, at man skal være så dygtig en fysiker, at man kan bidrage, hvor der er interessante problemer, uanset hvor på denne længdeskala problemerne dukker op. Nå - det er jo nok utopi, men et stort fysikinstitut skal kunne, og et helt lands samling af fysikere skal kunne - ikke at hver og én kan tackle ethvert problem, men at der i hvert fald er én eller nogle stykker ud af helheden til ethvert vigtigt problem. Dette er helt anderledes end bredde i idrætten; det er et fantastisk elitært krav, ingen må spille i bunden af fjerde division - og heller ikke i bunden af første!

Dette mål kan kun opnås ved at ansætte fremragende forskere, uanset hvad felt de for tiden er i. Da det ikke anses for en acceptabel forskningspolitisk målsætning, oversættes det til, at man drejer sit instituts forskningsprofil ind på en række af nye felter (hvilket er acceptabelt). Hvis man er dygtig, vælger man sine felter dér, hvor der p.t. er nogle virkelig dygtige folk. Og nogle år senere har disse folk flyttet instituttets "forskningsprofil" til helt andre områder (og det kaldes selvfølgelig "dynamisk"). Hvis man er mindre dygtig, vælger man nogle felter, som politikere, ministerier, erhvervsorganisationer og forskningsråd siger, er mest vigtige, og så er det et spørgsmål om held, om man får nogle gode folk eller ej. (Gode folk beskæftiger sig også med felter, som er politisk "rigtige", hvis der er interessante problemer at løse). Med denne politisk-rigtige forskningspolitik skal man nok kunne få rigelige projektmidler, hvilket kan være vanskeligere at skaffe til verdens bedste fysiker, hvis hun ikke passer ind i

de program- og projektområder, som for tiden er på mode.

Niels Bohr Institutet for Astronomi, Fysik og Geofysik overtog en arvmasse i kvantefysik, observationel astronomi og geofysik. "Indsatsområderne" har været teoretisk astrofysik, komplekse systemers fysik (eller "fysik uden længdeskala") og geofysiske klimastudier ("kilometerfysik"). Det sidste knytter begrebsmæssigt an til de komplekse systemers fysik. Da instituttet lever under en bemandingsplan, der høfligt kan kaldes "ikke-voksende", er der nogle traditionelle emner, der er blevet tyndere besat end før i tiden (kernefysik og eksperimentel højenergifysik), og der er nogle, der bliver det i fremtiden (fx jordbunden observationel astronomi). Biofysik er det næste valgte "indsatsområde", som får en svær fødsel på grund af nedskæringen af fysik i København i år. Den eksperimentelle indsats i astro- og geofysik vil præges mere og mere af satellitbårne observationer. Der er flere nuancer i planerne for NBIfAFG, end det kan ses af ovenstående; og notér også, at jeg bekender mig uforbeholdent til den politik, der lægger vægt på talent og er ret så afslappet med hensyn til disciplin.



Ole Hansen er institutleder ved Niels Bohr Institutet for astronomi, fysik og geofysik ved Københavns Universitet.

# Fysik fra en styrkeposition

Ivan Stensgaard, Institut for Fysik og Astronomi, Århus Universitet.

Hvis man vurderer den øjeblikkelige situation for Institut for Fysik og Astronomi (IFA) ved Aarhus Universitet ud fra nogle af de gængse måleparametre, får man et meget positivt resultat: Der tiltrækkes årligt flere eksterne forskningsmidler end nogensinde før (ca. 35 mill. kr), forskningsaktiviteten ved Institutet er højere og kvaliteten i forskningen så god som aldrig før (IFA har for eksempel landets største koncentration af centre under Grundforskningsfonden). Samtidig produceres der flere kandidater og flere PhD'er end på noget tidligere tidspunkt. Det er naturligvis en udfordring for Institutet at konsolidere denne styrkeposition i de kommende år.

På forskningsfronten er det i betydelig grad et spørgsmål om at modernisere og udbygge forskningsfaciliteterne. For nogle år siden opnåede ISA (Institute for Storage Ring Facilities - Aarhus) status som et selvstændigt institut. ISA driver laggerringen ASTRID, og det er i høj grad i forskningsmiljøet omkring ASTRID, at de apparatmæssige fornyelser sker i øjeblikket, bl.a. med grundforskningscenteret ACAP (Aarhus Center for Advanced Physics) som drivkraft. De to øvrige grundforskningscentre, CAMP (Center for Atomic-scale Materials Physics) og TAC (Theoretical Astrophysics Centre), der geografisk er delt mellem IFA og DTU, hhv. KU, har ligeledes betydet en væsentlig styrkelse af forskningsmiljøet ved instituttet. Endelig vil jeg fremhæve, at der foregår glimrende forskning i de øvrige grupper på IFA, selv om synligheden udadtil kan være mindre.

Forskningsmiljøet skal altid være baseret på "the excellency of the individual", men samarbejde er godt, som dokumenteret gennem resultaterne fra bl.a. centerdannelserne. Min holdning til netværk under EU er præget af mere skepsis. Der er desværre for mange eksempler på, at internationale netværk dannes med det primære formål at skaffe de enkelte deltagere ressourcer, mens den synergieffekt, der skulle komme som bonus og som er en af ideerne bag centraliseringen af ressourcerne, udebliver.

Institutet hilser samarbejde med industrivirksomheder velkommen. Vi har i flere år samarbejdet med industrien, bl.a. gennem MUP programmer og inden for CAMP, og senest er der oprettet et formaliseret samarbejde gennem dannelsen af CIMT (Center for Industriel Materiale-fysik og Tribologi), der er et samarbejde mellem Universitetet, Dansk teknologisk Institut og 20 danske industrivirksomheder.

Ifølge Universitetets statutter er dets opgave at drive forskning og give videregående uddannelse 'til det højeste videnskabelige niveau'. Sammenknytningen af forskning og undervisning er væsentlig og spiller en større rolle, end man umiddelbart skulle mene. Eftersom videregående kurser kun bør udbydes af folk, der er forskningsaktive

inden for det pågældende felt, skal det sikres, at vi hele tiden har medarbejdere inden for alle de felter, vi ønsker undervist i.

Aldersprofilen ved IFA er heldigvis ikke voldsomt peaket. Med en VIP stab på ca. 48 fastansatte og et arbejdsliv på 30-40 år skal vi rekruttere 1-2 personer om året for at opnå en løbende fornyelse af staben. Det har faktisk været muligt i en længere årrække.

Til sidst nogle betragtninger vedrørende uddannelse og undervisning. Jeg har for nylig lavet en statistik, der viser hvorledes kandidater med hovedfag i fysik/astronomi fra de seneste 10 år er beskæftiget. Den viser tre hovedområder af sammenlignelig størrelse: Forskning, undervisning og ansættelse i privat erhvervsliv. Selv om der således er et bredt spektrum af erhvervsmuligheder (og arbejdsløsheden er meget lav), kan det være rimeligt at overveje, om en studerende, der søger mod det private erhvervsliv, skal have samme type afsluttende kurser som den, der søger mod gymnasiet. Det er bl.a. den slags problemstillinger, der i øjeblikket behandles i et udvalg af undervisere ved IFA.

Det naturvidenskabelige Fakultet indførte i 1991 den såkaldte "4+4" model for PhD uddannelsen, hvor den studerende kunne starte på sit PhD studium efter 4. år (uden først at skrive speciale). Alt tyder på, at denne studiestruktur været en stor succes, og ideen bag modellen søges fastholdt, efter at Fakultetet i 1996 ophørte med at have status som frifakultet.

Det er bemærkelsesværdigt, at undervisningsformen ved Universitetet stort set ikke har ændret sig i de seneste 30 år, mens samfundet i øvrigt har gennemgået voldsomme ændringer. Jeg er overbevist om, at vi i løbet af det næste tiår vil (og bør) opleve radikale fornyelser på dette felt. Informationsteknologien vil blive et naturligt middel til at give den studerende *information* i et miljø med undervisningsdifferentiering, hvor indlæringstempoet kan afpasses individuelt. Den menneskelige undervisningsressource skal så koncentrere sig om at formidle, hvad man lidt pompøst kunne betegne *kundskab*.

Som nævnt i indledningen betragter jeg Institutets nuværende position som en styrkeposition. Der er dog indikatorer, der kan give anledning til bekymring. Som andre steder, der udbyder uddannelse inden for de "hårde" naturvidenskabelige fag, har IFA oplevet et tydeligt fald i tilgangen af nye studerende. Dette er ikke det rette sted at forsøge en analyse af årsagerne hertil. Blot skal det nævnes, at vi som et led i de mange tiltag, der foregår for at vende denne udvikling, dels vil styrke kontakten til gymnasiet, dels har ladet udarbejde en CD-ROM med information om fysik/astronomi-studiet, om forskningen, om karrieremulighederne o.s.v. (CD-

ROM'en, der er gratis, kan bestilles per e-mail på adressen Send.CDROM@dfi.aau.dk, og indholdet kan ses via Institutets hjemmeside [www.dfi.aau.dk](http://www.dfi.aau.dk)). Det er håbet, at sådanne positive (men saglige) bidrag til PR virksomheden kan medvirke til, at vi som fag ikke i fremtiden skal udsættes for avisoverskrifter som "Fysik i krise" og "Naturvidenskab i en dødsspiral".



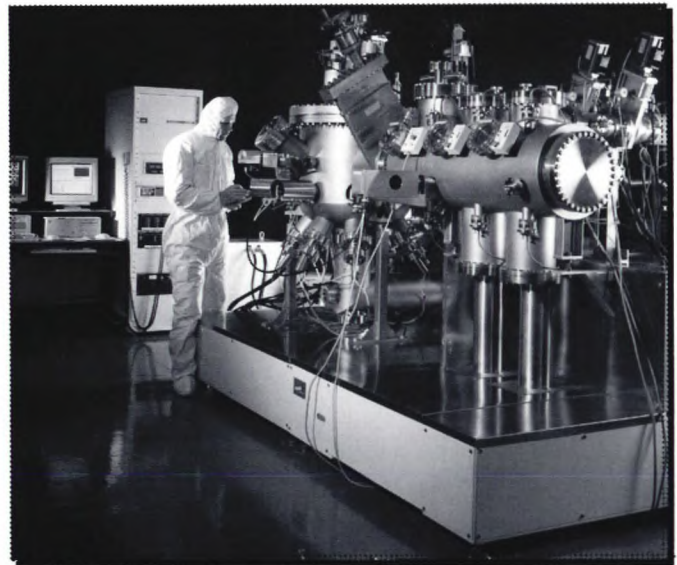
*Ivan Stensgaard* er institutleder og lektor ved Institut for Fysik og Astronomi ved Århus Universitet.



**VG SEMICON**  
The MBE Company

**VG Semicon 's V100 Production MBE System.**

The world standard commercial epitaxy machine producing material used in the most advanced laser devices, mobile communications products and many other leading edge technologies.



**For further information, please contact Thermo Instruments Nordic AB  
Gårdsfogdevägen 16, S-168 66 BROMMA, Sweden  
tel. +46-8-629 24 00 fax. +46-8-627 52 20**

***Thermo Instruments Nordic AB*** (former Fisons Instruments Nordic AB)

**[www.thinab.se](http://www.thinab.se)**

# Solitaire

Mogens Esrom Larsen

## Indledning

Solitaire spilles med pinde, der på figurene er angivet som sorte pletter. Der kan stå én eller ingen pind i et felt, som på figuren er angivet som et kvadrat. Reglen er, at en pind kan springe til et tomt felt over én anden pind, som derefter fjernes. Man siger, at den er *slået*.

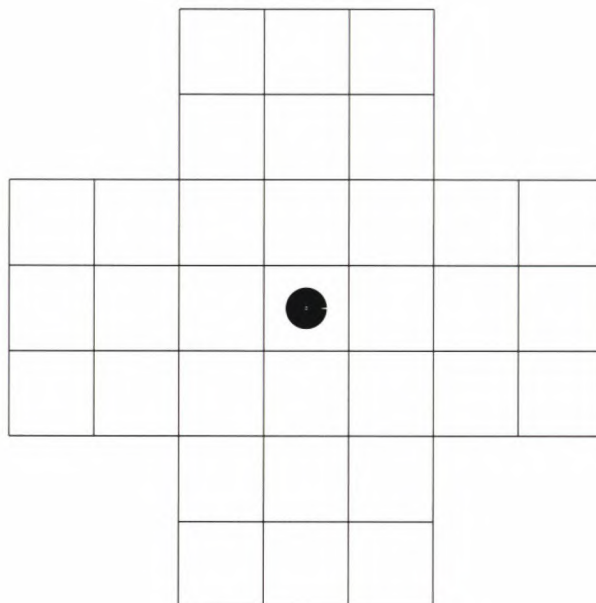


Man ser af figuren at man lige så godt kan bytte om på pinde og huller og spille baglæns. Man kan altså vælge at fylde brættet ud i stedet for at tømme det.

I den klassiske opgave er der givet et mønster, f. eks. et kors, som er fyldt med pinde på nær ét hul, som typisk er valgt i midten. Det gælder så om at slå alle brikker på nær én, som skal stå i midten. Mere generelt kan man vælge sit hul hvor som helst og foreskrive slutpositionen hvor som helst. Det er dog kun et fåtal af disse opgaver, der har en løsning.

I engelsk solitaire er mønsteret et kors som angivet nedenfor. For det gælder den regel, at ligegyldigt hvor man vælger sit starthul, er det muligt at ende med sidste pind der.

Det er ikke muligt at angive en løsning uden at konstruere den, så jeg giver løsningen på det klassiske engelske solitaire med hul først og pind til sidst i midten ved at give rækkefølgen af slag med et nummer på den pind, der skal slå. Som regel er slaget entydigt bestemt herved. Ellers angives med en pil, hvad vej der skal slås.

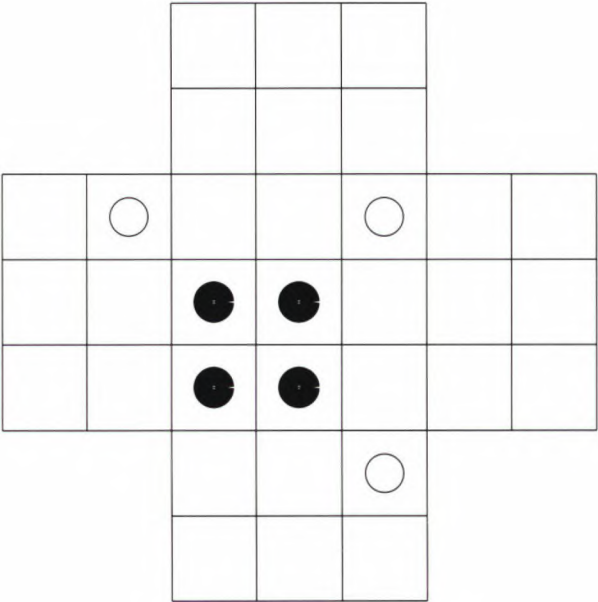
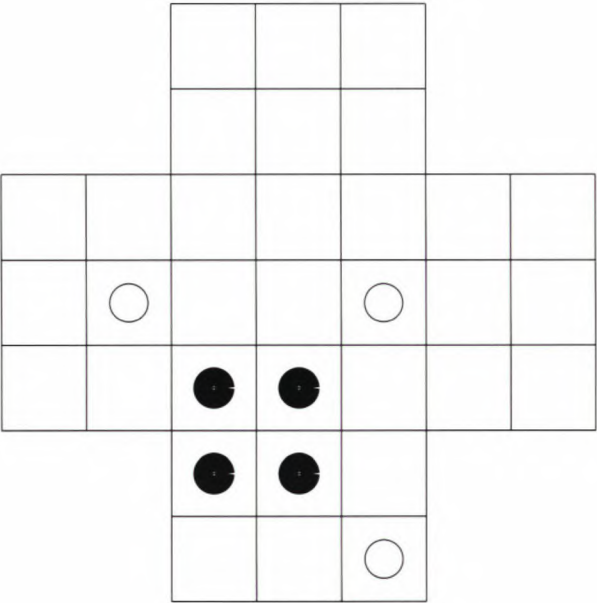


|    |    |       |                                                    |     |       |      |
|----|----|-------|----------------------------------------------------|-----|-------|------|
|    |    | 27    | 24                                                 | 26  |       |      |
|    |    |       | 31                                                 |     |       |      |
| 16 | 28 | 15,18 | $\overleftarrow{23}, \overrightarrow{25}$          |     | 13,30 | 9    |
| 20 |    |       | 29                                                 | 5   |       |      |
| 21 | 10 | 22    | $\begin{smallmatrix} 7,11 \\ 19 \end{smallmatrix}$ |     | 2,14  | 8,12 |
|    |    | 17    | 1                                                  |     |       |      |
|    |    | 4     |                                                    | 3,6 |       |      |

Man bemærker, at løsningen - fra andet træk - også kunne bruges til den opgave, der starter med et hul i midten af nederste række og ender med en pind midt på øverste række.

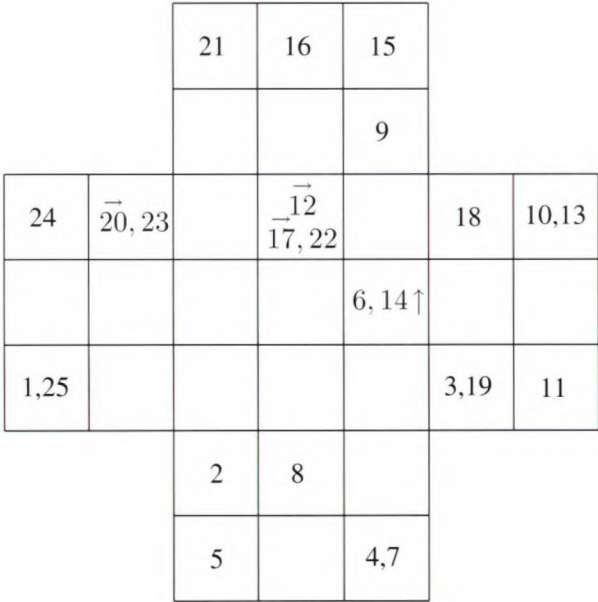
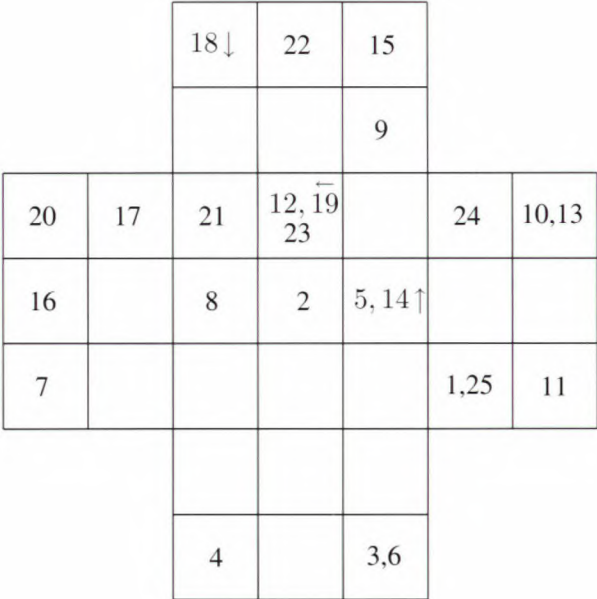
At man kan bruge næsten samme løsning til flere problemer kan i visse andre tilfælde udvides. Starter man med et hul og fortsætter med to nabohuller, så kan man ved at slå parallelt få fire huller i kvadrat. Det samme kvadrat kunne man have opnået med tre andre starthuller. Og ender man med fire pinde i kvadrat, så kan man vælge

mellem fire endepunkter. F. eks. opgaverne at begynde og ende med hvert af de tre cirkelmarkerede huller kan løses ved at danne fire huller og senere fire pinde i det viste kvadrat. Der er et par gode eksempler på den teknik. Første eksempel:



En løsning kan være:

En løsning på opgaven kan være som nedenfor:



Man bedes lægge mærke til, at det mønster, man ender med, giver valg mellem forskellige slutpositioner med en vis spredning. Det er på ingen måde tilfældigt. Det vil vi se nærmere på.

Vi farver nu felterne diagonalt næsten som et skakbræt, men med tre farver anvendt cyklisk.

Det andet eksempel er forskudt en tak opad:

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     |     | BLÅ |     | RØD |     |     |
|     |     | RØD | BLÅ |     |     |     |
| RØD | BLÅ |     | RØD | BLÅ |     | RØD |
|     | RØD | BLÅ |     | RØD | BLÅ |     |
| BLÅ |     | RØD | BLÅ |     | RØD | BLÅ |
|     |     |     | RØD | BLÅ |     |     |
|     |     | BLÅ |     | RØD |     |     |

|     |  |  |     |  |  |     |
|-----|--|--|-----|--|--|-----|
|     |  |  |     |  |  |     |
|     |  |  | BLÅ |  |  |     |
| RØD |  |  | RØD |  |  | RØD |
|     |  |  |     |  |  |     |
| BLÅ |  |  | BLÅ |  |  | BLÅ |
|     |  |  | RØD |  |  |     |
|     |  |  |     |  |  |     |

Når man gør et træk, slår en pind, så lægger man mærke til, at der bliver en pind mindre af dem, der står på to af farverne, mens der bliver en pind mere af dem, der står på den tredje farve. Så alle tre antal ændrer paritet, dvs. om de er lige eller ulige. Man kan også sige, at pariteten af de tre differenser mellem de tre antal bevares.

Alene denne simple iagttagelse fortæller os, at vi kun kan ende med én pind, hvis vi starter med forskellige pariteter. Og tilmed at den ene pind, vi forhåbentlig ender med, må have farve som den, der havde et antal pinde med afvigende paritet fra de to andre.

Vi ser straks, at der er lige mange hvide, røde og blå felter på brættet, nemlig 11 af hver. Det betyder, at fjerner vi en pind for at få et starthul, reducerer vi antallet af pinde på den farve med en til 10. Det udelukker, at vi kan ende med en pind af en anden farve. Og da vi jo kunne have farvet diagonalt på den anden led, ser vi at kun huller i det mønster, vi har iagttaget, kan komme på tale. To skridt til siden i en eller anden retning. Derfor kan man højst håbe på at løse 16 opgaver, der er væsentlig forskellige. De kan så til gengæld alle løses. Af disse 16 har vi faktisk vist de 13 ovenfor.

I fransk solitaire er mønsteret et udvidet kors med fire felter lagt til. Man ser straks, at der nu er 13 hvide og 12 af hver af de andre. Det betyder, at fjerner man en hvid, så er der 12 af hver, og det er umuligt at reducere antallet af pinde til et ulige tal, så 2 pinde er man nødt til at acceptere. Men fjerner man en rød pind, så kan man ende med en blå, og omvendt. Da vi igen kan dreje figuren, ser vi, at vi kun kan løse opgaver af denne form: Fjern en af de 4 blå pinde og foreskriv et af de 4 røde felter, hvor vi skal ende med den sidste pind.

Vælger vi rød og blå yderst til højre, og starter med hullet i rød, så kan vi ende med pinden i blå således:

|    |    |                |              |      |    |     |
|----|----|----------------|--------------|------|----|-----|
|    |    | 15             | 7,13         | 11   |    |     |
|    | 12 | 22             |              |      | 8  |     |
| 18 | 31 |                | 5,9↑<br>32   | 1,23 |    | 3,6 |
| 16 |    | 14↑,17↑<br>27↓ |              | 10   |    |     |
| 21 | 30 |                | 20←<br>29,33 | 35   | 2  | 4   |
|    | 19 | 26             |              |      | 25 |     |
|    |    | 28             | 24           | 34   |    |     |

Læg mærke til, at efter 28 træk har vi opnået en figur, hvorfra vi kan ende tre andre steder lige så let.

Når man øver sig med pindene, får man let den tanke, at det er sjovt at prøve at ende så langt væk fra udgangspunktet som muligt. På figuren nedenfor er angivet en hær på 20 pinde, som er opstillet så gunstigt, at det er muligt at ende i feltet, der er markeret med en cirkel.

|  |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|
|  |   | ○ |   |   |   |   |
|  |   |   |   |   |   |   |
|  |   |   |   |   |   |   |
|  |   |   |   |   |   |   |
|  | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
|  | ● | ● | ● | ● | ● |   |
|  | ● | ● | ● | ● |   |   |
|  |   | ● |   | ● |   |   |

En løsning på denne opgave er:

|    |  |        |    |               |    |    |
|----|--|--------|----|---------------|----|----|
|    |  | ○      |    |               |    |    |
|    |  |        |    |               |    |    |
|    |  | 19     |    |               |    |    |
|    |  | 9      |    |               |    |    |
| 2  |  | 3,18   |    | 4,17          |    | 14 |
| 11 |  | 1,6,12 |    | $\frac{1}{5}$ | 15 |    |
| 8  |  | 10     | 16 |               |    |    |
|    |  | 7      |    | 13            |    |    |

Det bemærkelsesværdige er, at dette er det bedste, vi kan opnå. Det er ikke muligt at nå fem skridt ud fra fronten!

For at overbevise os om denne umulighed, vil vi indføre et potential af en hær. Vi giver hvert felt en værdi på en sådan måde, at når tre felter står på række, lodret eller vandret, så skal værdien i hver ende være højst summen af

de to andre værdier. Det kunne være tilfældet, hvis vi gav hvert felt værdien 1. Potential af en hær skal så være summen af værdierne fra de felter, som pindene står på.

Fidusen er, at hvis vi foretager et træk, så kan potential af hæren ikke øges.

Nu vil vi give alle felter i hele verden en værdi på snedig måde. Vi giver det felt, som vi vil ende i, værdien 1, og de øvrige felter så små værdier som muligt. Der- til skal vi bruge et tal,  $\varphi < 1$ , som opfylder ligningen  $\varphi^2 + \varphi = 1$ . Det er nemt at finde, det er jo

$$\varphi = \frac{\sqrt{5} - 1}{2}$$

Derefter giver vi naboerne til 1 værdien  $\varphi$ , deres naboer, der ikke allerede har en værdi, værdien  $\varphi^2$ , osv. højere og højere potenser, jo længere vi kommer væk. Og finder vi tre på stribe, så har de typisk værdierne  $\varphi^n$ ,  $\varphi^{n+1}$  og  $\varphi^{n+2}$ . Her er den første værdi netop summen af de to andre, mens den sidste er mindre end summen af de to andre.

|  |  |             |             |             |  |  |
|--|--|-------------|-------------|-------------|--|--|
|  |  | 1           |             |             |  |  |
|  |  | $\varphi$   |             |             |  |  |
|  |  | $\varphi^2$ |             |             |  |  |
|  |  | $\varphi^3$ |             |             |  |  |
|  |  | $\varphi^4$ |             |             |  |  |
|  |  | $\varphi^5$ | $\varphi^6$ | $\varphi^7$ |  |  |
|  |  | $\varphi^6$ |             |             |  |  |
|  |  |             |             |             |  |  |

Nu kan vi jo forsøge at vurdere potential af en hær, der står i afstanden 5 fra målet. Det nærmeste felt har værdien  $\varphi^5$ , og harfra aftager værdierne successivt med en faktor  $\varphi$ .

For at få lagt dem sammen, er det smart at erindre regnestykket:

$$\begin{aligned} (x-1)(x^n + x^{n-1} + \dots + x + 1) &= \\ x^{n+1} + x^n + x^{n-1} + \dots + x & \\ -x^n - x^{n-1} - \dots - x - 1 &= x^{n+1} - 1 \end{aligned}$$

som for vort specielle valg af  $x = \varphi$  giver vurderingerne

$$\begin{aligned}\varphi^n + \varphi^{n+1} + \dots + \varphi^{n+m} &= \varphi^n \frac{1 - \varphi^{m+1}}{1 - \varphi} \\ &< \frac{\varphi^n}{1 - \varphi} \\ &= \varphi^{n-2}\end{aligned}$$

Idet vi husker, at  $\varphi^2 + \varphi = 1$ , så nævneren,  $1 - \varphi$ , kan erstattes af  $\varphi^2$ .

Uanset hvor mange pinde vi har sat i en søjle under den optrukne linie, bliver deres samlede bidrag til potentialet

mindre end  $\varphi^{5-2}$ ,  $\varphi^{6-2}$ ,  $\varphi^{6-2}$ ,  $\varphi^{7-2}$ , .... Disse bidrag fra søjlerne skal vi nu have lagt sammen: Vi kan dele i to summer, en højre og en venstre, hvor den ene starter med 3' die potens, den anden med 4' de. Disse to summer vurderes så ved hhv.  $\varphi$  og  $\varphi^2$ , hvis sum jo er netop 1.

Konklusionen er, at en hvilken som helst hær af pinde bag fronten har et potentiale, der er mindre end 1. Da potentialet ikke kan vokse, er det umuligt at nå frem til den ønskede slutposition, hvor den ene pind jo har potentialet 1.

Ved at kombinere potentialet med farveargumenterne kan man indse, at den viste hær på 20 pinde er minimal for at løse opgaven at nå 4 skridt ud fra fronten.



Mogens Esrom Larsen redigerer matematikken i KVANT. Han er lektor ved Matematisk Institut på Københavns Universitet.

**Software**

- Windows
- Image acquisition
- Image display and data analysis
- Control language

**Platforme**

- Explorer
- Discover
- Aurora
- Voyager
- Universal

**Åben Arkitektur**

**Elektronik**

- ECU
- CPU
- Electrochemistry
- Networking
- Experimenter's tool kit

**Hardware**

|     |      |
|-----|------|
| AFM | LFM  |
| STM | EFM  |
| MFM | SNOM |

**Fordele ved SPM:** Mulighed for af se prøver ned til atomar størrelse. 3D-forstørrelse. Kan arbejde under vakuum, atmosfærisk tryk og i væsker. Ved SPM kræves der ingen forberedelse af prøverne.

**Anvendelses områder:** Biologiske undersøgelser under fysiologiske betingelser. Udvikling af mikroelektronik, elektrokemiske undersøgelser af materialer i deres oprindelige miljø. Materialeforskning, hvor der ses på fibre, ultraflade overflader, evaluering af overfladebehandling, etc.

**AFM billede af multilags semi-conductor taget med TopoMetrix Voyager.**

**TopoMETRIX**  
VISUALIZING THE MICRO WORLD

TopoMetrix er en af de førende producenter af Scanning Probe Microscopes i Silicon Valley, USA. TopoMetrix har været på forkant med udviklingen lige siden starten.

Flexibilitet er nøgleordet blandt ingeniørerne hos TopoMetrix. Det modulære design gør det muligt for brugeren at tilpasse software og hardware til egne nutidige og fremtidige behov. Dette indebærer en optimal udnyttelse af investeringen.

E-mail: [dkbuchol@ibmmail.com](mailto:dkbuchol@ibmmail.com) **Buch & Holm A/S**

**Marielundvej 36 - 2730 Herlev ☎ 42 91 75 11 Fax 44 92 31 00**

# Rømer og refraktionen.

Erling Poulsen, Rundetårn.

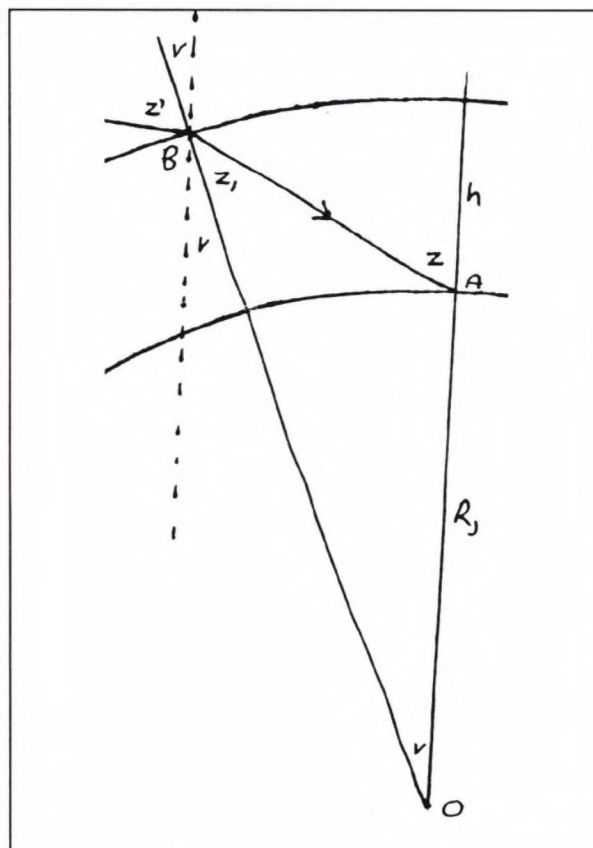
Omkring 1690 konstruerede Ole Rømer sit husinstrument, berømt fra det kendte billede hvor han sidder i St. Kanikestræde og observerer ud af vinduet. Instrumentet placerede han i sin bolig, idet han var utilfreds med observatoriet i Rundetårn, det rystede for meget. I de følgende 10 år observerede han med dette transitinstrument og det blev forbedret. Der viste sig visse fejl ved instrumentet, som krævede en nykonstruktion; udover skævheder var især temperaturudvidelsen af gradbuen et problem. Samtidig holdt hans mange uastronomiske gøremål i byen ham fra at observere så meget som han ønskede. Så i sommeren 1704 opførte han et lille observatorium tæt ved sin svigerfars landsted i Vridsløsemagle, her kunne han, uden idelige forstyrrelser, konstruere et forbedret transitinstrument. Temperaturproblemet løstes ved at forsyne instrumentet med en fuld gradcirkel, den ville udvide sig radiært og derfor ikke kræve temperaturkorrektion af gradmålingerne. Skævhederne formindskedes ved at ophænge instrumentet på selvstændige søjler. Det var ihvertfald meningen i begyndelsen, men da observatoriet blev fundet i 1978 viste det sig at den ene søjle var fælles med et jævndøgnsinstrument. De fejl, der endnu eksisterede i den nu færdigkonstruerede meridiankreds, gør han rede for i sin notesbog "Adversaria" på side 231-234. Han manglede nu kun, for at få nøjagtige observationer, at tage højde for alle meridiankredsens største problem, refraktionen.

Refraktionen i jordatmosfæren er det fænomen der opstår når lys rammer atmosfæren og derved afbøjes, således at en stjernes målte position på himlen ikke falder sammen med dens sande sted. Allerede oldtidens astronomer havde kendt fænomenet, og mange forskellige tabeller, der viser afbøjningens størrelse som funktion af stjernens målte højde, var blevet brugt i tidens løb. Ole Rømer var samtidig med den fornyelse af fysikken der fandt sted omkring år 1700. Ifølge den nye måde at tænke på prøvede han at opstille en teori for refraktionen.

Rømers regninger er gennemført med logaritmer. Det - og hans konsekvente udeladelse af at sætte komma i tallene - gør hans noter lidt uoverskuelige. Den model han bruger fremgår af "Adversaria" side 94-103, og er som følger: Den sande zenitvinkel er  $z' + v$  Den målte zenitvinkel er  $z$ ,  $R_j$  er Jordens radius og  $h$  er højden af atmosfæren. Brydningsloven:  $\sin z' = n \cdot \sin z_1$  her er  $n$  luftens brydningsforhold. Sinusrelationen brugt i trekant OAB giver:  $\sin(180^\circ - z)/(R_j + h) = \sin z_1/R_j$ . Hvoraf  $\sin z_1 = (R_j/(R_j + h)) \cdot \sin z$  nu findes  $z_1$  og  $z'$  fås af brydningsloven.

Vinklen  $v = z - z_1$  og den sande zenitvinkel:  $= z' + z - z_1$ . Refraktionen er den sande zenitvinkel  $-z = z' - z_1$ .

En teori for atmosfærens aftagende tryk, og dermed faldende refraktion, med højden fandtes ikke endnu. Rømer regnede med at luften og ætheren (det vi nu kalder "det tomme" rum) var skarp. I udregningerne er der to konstanter som man skal kende: luftens absolute brydningsforhold,  $n$  og amosfærens relative tykkelse (i forhold til Jordens radius). Han forsøger, med forskellige brydningsforhold og forskellige atmosfæretykkelser, at finde den kombination af størrelserne der bedst svarer til observationerne. Det fører især til et mål for lufthavets tykkelse, som også sammenlignes med en anden måde at måle det samme på, nemlig ved hjælp af trykket (side 101). Det bemærkes også (side 100) at refraktionen er noget større om morgenen, uden at han dog kommer ind på brydningens temperatur- og trykafhængighed.



## Udregningerne

Udregningerne begynder på side 94 med at der refereres til beregninger i Paris, dernede benyttes et brydningsindeks på 1,000285, samt at højden af atmosfæren er 6/10000 af jordradien. På side 95 får han ud fra målt refraktion, at

brydningsindekset for luft er 1,00027. Dette tal bruges til at udregne refraktionen for en stjerne med målt højde på  $1^\circ$  ved to forskellige atmosfæretykkelser (6 og 18/10000), udfra sammenligning med refraktionsmåling foretaget af Cassini og la'Hire får han, at atmosfæretykkelsen nok er nærmest 6/10000. De to herrers målinger ved  $32^\circ$  får ham til at foretrække et brydningsindeks på 1,00032 og en atmosfæretykkelse på 7/10000, nu følger udregninger på de følgende sider, og på side 97 når han frem til værdier der passer pænt med observerede. Derpå prøves med samme brydning, men med en atmosfære tykkelse på 9/10000, resultatet sammenlignes med en måling foretaget af la'Hire. Der følger nu en lille udregning af atmosfæretykkelsen for forskellige forhold, han bemærker at en tykkelse på  $18/10000 \sim 1,5$  mil (11 km) er for meget udfra andre iagttagelser (barometer?). Nu fortsættes med forskellige kombinationer af brydningsindeks og atmosfæretykkelser indtil der på side 100 er et skema for lys der kommer vandret ind ( $0^\circ$ ) samt  $4^\circ$  og  $20^\circ$ . Af dette konkluderes, at for observationer over  $20^\circ$  højde spiller atmosfærens tykkelse ringe rolle. Nu sammenligner han pariserakademiets atmosfære (6/10000) med hvad han udfra barometermåling og viden om luftens massefylde kan regne sig til, og når den konklusion at målingernes resultat ikke er i modstrid. Derudover nævnes, at ætheren mellem atmosfæren og Månen må være uhyre let (vægt luft: æther=200000:1) og have en minimal refraktion. Han afslutter sine spekulationer med en opskrift på at udregne refraktionen og der nævnes forskellige atmosfæretykkelser og brydningsindeks. En vigtig tilføjelse til udregningerne er, at man ingen nævneværdig fejl begår ved mellem  $10^\circ$  højde og zenit, at se bort fra atmosfærehøjden.

Vi kan sammenligne Rømers udregnede værdier med F. W. Bessells målte middelrefraktionsværdier. Rømers er udregnet med et brydningsindeks på 1,000276 og en atmosfærehøjde på 6/10000, det er de værdier han

ender med at kredse om i udregningerne. Bessel's stammer fra "Norton Star Atlas" og de gælder for  $10^\circ\text{C}$ . og 752 mm Hg. "Den almindelige tilnærmelse" fås af:  $\text{refraktion} = 60'' \cdot \tan(z)$ . Refraktionen er angivet i bueminutter og buesekunder.

Refraktionsskema:

| højde $90^\circ - z$ | Rømer  | Bessel | alm.   |
|----------------------|--------|--------|--------|
| $0^\circ$            | 31'37" | 34'54" | —      |
| $1^\circ$            | 27'16" | 24'25" | 57'17" |
| $5^\circ$            | 10'15" | 9'47"  | 11'26" |
| $10^\circ$           | 5'18"  | 5'16"  | 5'40"  |
| $40^\circ$           | 1'08"  | 1'09"  | 1'12"  |

#### Referencer:

- 1) dversaria, ved Thyra Eibe og Kirstine Meyer, Bianco Lunos bogtrykkeri, 1910.



Erling Poulsen er observator på Rundetårn. Han har i mange år beskæftiget sig med astronomi og videnskabshistorie og har lavet udstillinger om dette emne i Rundetårn, på Ole Rømer museet og på Tycho Brahe Planetariet.



### NKT's forskerpris 1997

NKT's forskerpris 1997 gik til Klaus Bechgaard for opdagelsen og syntesen af de organiske superledere, der i dag er kendt som *Bechgaard salte*.

Prisen blev overrakt på DFS's årsmøde i Nyborg. Priskomiteen begrundede bl.a. prisen således: ".....Det er blevet påvist, at superledende salte udviser samme fysiske adfærd som højtemperatur-superledere i den forstand, at de udviser en faseovergang mellem magnetisme og superledning. Kun ved hjælp af ekstremt rene monokrystaller har man været i stand til at demonstrere disse fænomener. Klaus Bechgaards materialer og den af ham udviklede elektrolytiske fremstillingsteknik har i den forbindelse vist sig overlegen i forhold til alle andre materialer og metoder.

På det seneste har Bechgaard saltene tiltrukket sig fornyet opmærksomhed, ved at udsætte dem for meget stærke magnetiske påvirkninger har man opserveret adskillige nye og interessante fænomener, som har stærke analogier til kvante Hall effekten.

Klaus Bechgaard er ikke alene blandt de seneste års mest citerede danske forskere. Faktisk er han en af verdens mest citerede forskere overhovedet. Dette afspejler den store betydning, som forskeren Klaus Bechgaard har haft for opbygningen af et helt nyt internationalt forskningsområde. Som menneske er Klaus Bechgaard en meget beskedent person, hvis måde at forske på kan tjene som eksempel for alle medlemmer af det videnskabelige samfund.

## Abonnement på KVANT

koster 135 kr for en årgang og vil blive opkrævet pr. giro. Nye abonnenter vil modtage eventuelle tidligere numre af den løbende årgang. Medlemmer af Dansk Fysisk Selskab og Selskabet for Naturlærens Udbredelse vil modtage bladet som et medlemsblad.

Hvis du mener at du har abonnement, men ikke får bladet – har du nok glemt at melde flytning af bladet hos dit lokale postkontor, eller måske har du ikke betalt. Bemærk at flytning af KVANT skal meddeles postvæsenet eksplicit!

*Abonnement tegnes ved at skrive til*

*Lene Körner, Matematisk Institut, Universitetsparken 5, 2100 København Ø, e-mail: koerner@math.ku.dk*