Fra Fysikkens Verden

Nr. 1 – 1993
55. årgang

Utgiver:
Norsk Fysisk Selskap

Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen

Redaksjonssekretær:
Karl Måseide

Innhold

Hans Pécseli:
Hiroshima og Nagasaki – 1945 ... 3

Kjell Henriksen og Trond Svenøe:
Ozonbalansen i atmosfæren 12

Hallstein Høgåsen:
Månen og partikkelmassar 14

Fra Redaktørene 2
FFV Gratulerer 2
Bokomtaler 14
Indeks 1992 16
Bokomtaler 18
Trim i FFV 21
Nye Doktorer 21
Dr.scient. Sverre Jakob Alvsvåg
Dr.scient. Knut Steinar Bjørkevoll
Dr.ing. Jon Thomas Kringlebotn
Dr.ing. Bjørnar Lund
Dr.ing. Olav-Magnar Nes
Dr.ing. Rudie Spooren
Dr.ing. Wu Ting
Hva skjer 25
Nytt fra NFS 25
Fysikermøtet 1993
Reisestipend til Fysikermøtet
Årsmøtet 1993
Årsmøtet 1992
Teoretisk fysikk møte
Nye medlemmer
Program for Fysikermøtet

Teoretisk fysikk møte på Utstein kloster
(Se referat)

ISSN-0015-9247

Fra Redaktørene

En vis person har engang uttalt at "politikk er storskala sosio-økonomiske eksperimenter". Et forskningspolitisk eksperiment er nå startet, NFR er en realitet. Det har ikke manglet på kritiske røster i debattfasen, men vårt inntrykk er at de fleste nå krysser fingrene for nydannelsen. Og fingerkryssing er nok ingen dårlig hjelp; eksperimentet er ikke orginalt, og erfaringer fra andre land er lite oppmuntrende. Men en ting er opplagt, sett "ovenfra" er den forskningsadmistrative verden blitt vesentlig enklere, departementet har nå kun én postadresse å signalisere til.

Spørsmålet er: Hvordan ser verden ut nedenfra, fra forskningsmiljøene og fra de utøvende organer på "grasrota"? Ser vi på forskningssektoren som en mangfoldig organisatorisk enhet, har den nye organisasjonen ikke utviklet seg etter allment akseptert god latin i organisasjonsutvikling. Høringsrunder og debatt til tross, forskningsmiljøene har i realiteten fått et "fait accompli" ovenfra. Og den overdøvende tausheten rundt de nydannelser som nå skal vokse opp gjør ikke denne følelsen av å bli ensidig styrt mindre. I en slik situasjon oppstår rykter og mistro; noe som også er elementær organisasjonsteori.

Virkeligheten for de aktivt utøvende forskningsmiljøer er følgende: Det er kommet ett beslutningsnivå til over hodene våre. Det er prisen for å redusere antall postkasser til én. Dertil har vi erfart at etablering av nye administrative organer og "økonomisk manøvreringsmonn" for det nye forskningsrådet har ført til en radikal nedskjæring av faktiske bevilgninger i 1993. Det siste er forøvrig så nær en skandale en kan komme; U&H-miljøene har som vanlig lagt ned et betydelig arbeid i planer og søknader, og forskningsrådene har igjen lagt ned et omfattende arbeid i søknadsbehandlingen før nedskjæringene kom etter tur og gjorde arbeidet nærmest verdiløst.

Men vår skepsis til tross, den uutslettelige optimismen i forskningsmiljøene er nok enda ikke drept; i neste runde kommer sikkert de samme søknader og planer til NFR. Og kanskje noen kroner igjen vil finne veien gjennom alle filtrene, nye som gamle, og havne helt nede på grasrota?

∞

FFV Gratulerer

Kongens gullmedalje til Søren H.H. Larsen

Søren H.H. Larsen ble 11. februar overrakt Kongens fortjenestemedalje av edleste metall for sine mangeårige systematiske studier av ozon i den øvre atmosfære. Overrekkelsen av medaljen ble foretatt på Fysisk institutt ved Universitetet i Oslo, med et etterfølgende seminar til ære for den norske nestor innen ozonforskning.

Larsens enestående og utrettelige innsats har gitt oss en helt unik måleserie for ozon over en 40-års periode, og takket være denne innsatsen har Norge vært i stand til å yte et betydelig bidrag over mange år til det vitenskapelige grunnlaget for vurdering av de miljømessige påvirkninger på jordas ozonlag.

Helt siden Søren Larsen var PhD-student hos grunnleggeren av de moderne ozonmålinger, G.M.B. Dobson, har han vært en ledende fysiker innen dette fagfeltet, og han er tidligere tildelt flere utmerkelser for sin innsats. FFV Gratulerer !

∞

Hiroshima og Nagasaki – August 1945

Hans Pécseli *

USAs sprengning av atombombene over Hiroshima og Nagasaki i august 1945 betydde slutten på den andre verdenskrigen. Samtidig ble det gigantiske Manhattan-prosjektet avsluttet, hvor bombene var blitt utviklet og produsert ved en forskningsmessig og industriell innsats som verden aldri før hadde sett maken til. Bombene markerte også begynnelsen på en tidsalder hvor en rekke vitenskapsmenn og forskere istedenfor å ha en anonym og kanskje endog verdensfjern plass i samfunnet, ble et vesentlig aktivum for det militært-industrielle komplekset. Det ble også innledningen til en etterkrigstid som for en stor del av menneskeheten ble preget av kjernefysisk opprustning og terrorbalanse.

Innledning

Den direkte årsaken til at atombombeprosjektet ble påbegynt i USA kan finnes i et brev som ble formulert i august 1939 av Leo Szilard og underskrevet av Albert Einstein[1,2,3]. Brevet var stilet til Franklin D. Roosevelt, De Forente Staters president (se ramme). De to forskernes initiativ sprang ut av en formodning om at deres kolleger i Tyskland allerede *var* i gang med et tilsvarende prosjekt som, dersom det ble gjennomført, ville gi Hitler ufattelige maktmidler i hende. Szilard var en idérik og dynamisk kjemiker som på et tidlig tidspunkt hadde forutsett muligheten for eksplosive kjedereaksjoner. Han hadde også søkt et patent som vedrørte slike prosesser[4]. Szilard hadde imidlertid innsett at en oppfordring fra ham alene neppe ville ha noen større gjennomslagskraft. Einstein derimot, sto for samtiden som ekponenten for vitenskapens landevinninger og hadde en umåtelig innflytelse også utenfor sine fagkretser. Med hans underskrift gav henvendelsen støtet til forstudier som førte til at Manhattanprosjektet[3] ble satt i gang.

Roosevelt fikk brevet i hende den 11. oktober 1939, vel en måned etter den tyske invasjonen i Polen. Krigen var en kjennsgjerning, og effektiviteten til det tyske militærvesenet kunne ikke undervurderes. Imidlertid var USA ikke selv i krig, og sett fra Roosevelts synspunkt, måtte fysikernes henvendelse ha et noe verdensfjernt preg. I det omfang det kunne tas alvorlig, hadde det et sterkt islett av sjansespill. De første bevilgningene ble da også små: 300 000 $ for det følgende året, fordelt på 16 forskningsgrupper.

Manhattan-prosjektet

Etter det japanske angrepet på Pearl Harbour, 7. desember 1941, fulgte USAs krigserklæring mot Japan såvel som mot Tyskland og Italia. Nesten samtidig ble det besluttet å koordinere atombombeprosjektet med det tilsvarende engelske bombeprosjektet. De grunnleggende fysiske prinsipper for en eksplosiv kjedereaksjon i uran var på det tidspunkt allerede kjent. Imidlertid kom prosjektet som skulle realisere disse idéene snart opp i vanskeligheter på nesten alle områder. Det umiddelbare problemet var å produsere tilstrekkelige mengder av fissibelt materiale, dvs. uran 235 eller plutonium. I mai 1942 rådde en over fem forskjellige metoder til en slik produksjon. Disse var i prinsippet like gode, men alle var meget kostbare. Den såkalte S-1 komitéen skar igjennom og anbefalte at alle fem metodene skulle forfølges inntil en av dem viste sig å være de andre overlegen. Rapporten ble sendt til Det hvite hus og kom straks tilbake med et "*OK, FDR*" i hjørnet. Dermed var det i praksis bestemt at atombombeprosjektet skulle prioriteres uansett økonomiske omkostninger. Etterhvert ble mer enn 150 000 personer beskjeftiget med forskjellige aspekter av utviklingsarbeidet, og organisajonen fikk et rent militært preg[3].

Arbeidet foregikk i en nervøs og hektisk atmosfære. For hvert gjennombrudd, hver suksess som ble oppnådd, kom spørsmålet uvegerlig om de tyske forskerne allerede hadde nådd de samme resultatene.

En stor del av fysikerne som hadde ledende stillinger i Manhattan-prosjektet hadde personlig kjennskap til de tyske fysikernes kapasitet[5]. Robert Oppenheimer, som ledet det sentrale laboratoriet i Los Alamos, hadde selv liksom mange av sine medarbeidere, tilbragt en tid i Göttingen. Det var nå lenge siden, for hans vedkommende i 1926, men inntrykket av urokkelig kompetanse og effektivitet sto

*Fysisk institutt, Universitetet i Oslo

President Franklin D. Roosevelt

Sir,
Some recent work by E. Fermi and L. Szilard, which has been communicated to me in manuscript, leads me to expect that the element uranium may be turned into a new and important source of energy in the immediate future.
Certain aspects of the situation which has arisen seem to call for watchfullness and, if necessary, quick action on the part of the Administration. I believe therefore that it is my duty to bring to Your attention the following facts and recommendations:
In the course of the last four months it has been made probable – through the work of Joliot as well as Fermi and Szilard, in America – that it may become possible to set up a nuclear chain reaction in a large mass of uranium, by which vast amounts of power and large quantities of new radium-like elements would be generated. Now it appears almost certain that this could be achieved in the immediate future.
This new phenomenon would also lead to the construction of bombs, and it is conceivable – though less certain – that extremely powerful bombs of a new type may thus be constructed. A single bomb of this type, carried by boat and exploded in a port, might very well destroy the whole port tokether with some of the surrounding territory. However, such bombs might well prove to be too heavy for transportation by air.
The United States has only very poor ores of uranium in moderate quantities. There is some good ore in Canada and the former Czechoslovakia, while the most important source of uranium is Belgian Congo.
In view of this situation You may think it desirable to have some permanent contact maintained between the Administration and the group of physicists working on chain reactions in America. One possible way to of achieving this might be for You to entrust with this task a person who has your confidence and who could perhaps serve in an unofficial capacity. His task might comprise the following:
A - To approach Government departments, keep them informed of the further development, and put forward recommendations for Government action, giving particular attention to the problem of securing a supply of uranium ore for the United States.
B - To speed up the experimental work, which at present is being carried on within the limits of the budgets of university laboratories, by providing funds, if such funds are required, through his contacts with private persons who are willing to make contributions for this cause, and perhaps also by obtaining the co-operation of industrial laboratories which have the necessary equipment.
I understand that Germany has actually stopped the sale of uranium from Czechoslovakian mines which she has taken over. That she should have taken such early action might perhaps be understood on the ground that the son of the German undersecretary of state, von Weizsäcker, is attached to the Kaiser-Wilhelm Institute in Berlin where some of the American work on uranium is now being repeated.

Yours very truly,
A. Einstein

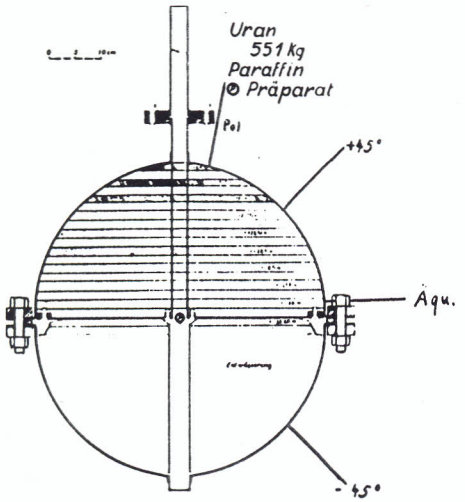
uforandret i minnet. Det var ikke bare et spørsmål om å ha enkelte framstående fysikere, kjemikere og matematikere; det imponerende ved tysk forskning var snarere dens bredde og soliditet. Forskning er ikke bare et spørsmål om innsikt. Realisasjon av gode ideer og bekreftelse av velfunderte hypoteser krever også en fast stab av kompetente teknikere og håndverkere, og det var slike som hadde kjennetegnet tysk forskning like så mye som framstående vitenskapelige ledere.

Det tyske uranprosjektet

Imidlertid var hverken Szilard, Oppenheimer eller andre egentlig oppmerksomme på at deres erfaringer var foreldet. De visste tilsyneladende ikke hvor desillusjonert og demoralisert det tyske faglige miljø var blitt under nazismen. Det var riktig at enkelte tyske fysikere var overbeviste nazister som deltok aktivt i partiets agitasjon. Men mange andre hadde funnet tilværelsen i det nazistiske Tyskland uutholdelig og valgt emigrasjon. Einstein var en av dem. En del av disse emigrantene var faktisk beskjeftiget nettopp ved Manhattan-prosjektet. Andre tyske fysikere følte seg nok frastøtt av det nye Tysklands ideologi, men på den andre siden så de den som en mer eller mindre uunngåelig følge av at seiersmaktene hadde gitt Tyskland hele skylden for den første verdenskrigen. De fant ikke at emigrering til disse landene var noe attraktivt alternativ til å bli værende i Tyskland selv under de eksisterende forhold. Endelig henfalt en stor gruppe til apatisk ønsketenkning og håpet at tingenes tilstand bare var en overgang. De færreste hadde hatt noen illusjon om at krigen kunne unngås, men håpet bare at den ville bli kortvarig. Et uranprosjekt var i gang i Tyskland[6] under ledelse av noen av de mest framstående fysikerne som var blitt tilbake. De grunnleggende forholdene i forbindelse med fisjonsprosesser var forstått fullt ut også i Tyskland, hvor fisjonsprosessen var blitt oppdaget i 1938, og det teoretiske grunnlaget for å kunne frambringe en atombombe var kjent. Arbeidet gikk imidlertid framover uten entusiasme, og mange unngikk å delta i atombombeprosjektet, eller de motarbeidde det ved å holde tilbake opplysninger. Andre forskere kan, på den annen side, ha sett deltakelse i forskningsprosjektet som en velkommen mulighet til å unngå aktiv militærtjeneste. Ingen kunne åpent vedkjenne seg menneskelige eller pasifistiske motiver i det nazistiske Tyskland.

Forskningsgruppene vurderte det slik på basis av et langstrakt forprosjekt, at produksjonen av en atombombe ville kreve en teknologisk innsats som overgikk Det tredje rikes muligheter. I juni 1942 ble det ved et

møte med Albert Speer, anbefalt at arbeidet ble konsentrert om en energiproduserende kjernereaktor som eventuelt kunne bidra til energiforsyningen. Se figur 1.



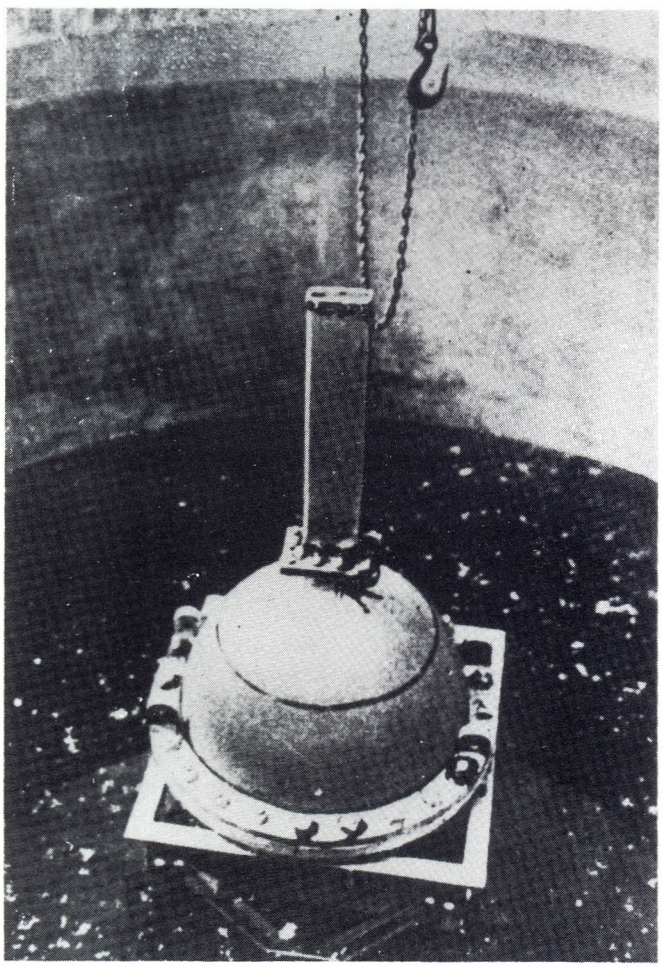


Fig.1. Skisse og fotografi av det tyske reaktordesignet. Tegningen viser de vekslende lag av uranpulver og parafin som var det grunnleggende elementet i konstruksjonen. Reaktoren var omtrent 0.5 m i diameter og inneholdt 551 kg av uran-parafin preparatet. Figuren er reprodusert flere steder i Heisenbergs samlede verker[8]; første gang i forbindelse med et manuskript fra 1942 som var klassifisert under krigen.

(Han skriver i sine memoarer om en "uranmaskin" og videre om et syklotronprosjekt.) Speer fulgte henstillingen, og arbeidet fortsatte med beskjeden prioritet. Tilsynelatende har antallet av teknisk eller vitenskapelig utdannede forskere som var knyttet til prosjektet aldri oversteget 70. Etter krigen fant en ved gennomgang av bortimot 150 tyske dokumenter fra perioden fram til 1942, bare en enkelt seks siders rapport, fra 31. mai 1940, som i skisseform omtalte muligheten for å benytte uran som sprengstoff[6]. Det ble her av en P.O. Müller, foreslått å benytte en blanding av vann og uranoksid beriket med uran 235 som eksplosivt materiale – neppe et realistisk våpen. Det bør også nevnes at en vesentlig del av Tysklands uranbeholdning var reservert for våpenindustrien som eksperimenterte med framstilling av blant annet panserbrytende granater. Uran hadde interesse i denne sammenheng ganske enkelt fordi det er et tungt materiale.

Den tyske atomforskningens utilstrekkelige status kunne for så vidt ha vært erkjent i USA. Kjemikeren Reiche flyktet fra Tyskland til USA i 1941, og han fortalte om forskningens stilling[5]. Hans framstilling ble senere bekreftet av fysikeren Ladenburg, og mer indirekte av forskjellige etterretningsrapporter blant annet fra tungtvannsanleggene i Norge. En av de ledende tyske fysikerne, Werner Heisenberg, forteller at han ved et besøk i København i oktober 1941, bestemte seg for å innvie Niels Bohr i sine forbehold mot atombombeprosjektet, angivelig i håp om at de allierte lands fysikere på samme måte skulle avstå fra å utvikle et slikt våpen[5,7]. Samtidig ga han Bohr en primitiv skisse av den tungtvannsreaktoren ("uranbrenneren") han var i ferd med å bygge[1]. Imidlertid slo også hans initiativ feil. Heisenberg skrev senere: *"Niels hat aber im Schrecken über die grundsätzliche Möglichkeit von Atombomben den angedeuteten Gedankengang nicht mehr aufgenommen, und vielleicht hinderte ihn auch die berechtigte Erbitterung über die gewaltsame Besetzung seines Landes durch deutsche Truppen daran, eine Verständigung der Physiker über die Grenzen der Länder hinweg überhaupt in Betracht zu ziehen"* ("Niels (Bohr) oppfattet ikke i sin forferdelse over den prinsippielle muligheten til å framstille atombomber, den tankegangen som her ble antydet; og hans berettigede forbitrelse over de tyske troppenes voldelige besettelse av hans land hindret ham kanskje også i å overveie en forståelse mellem fysikere på tvers av landegrensene.")

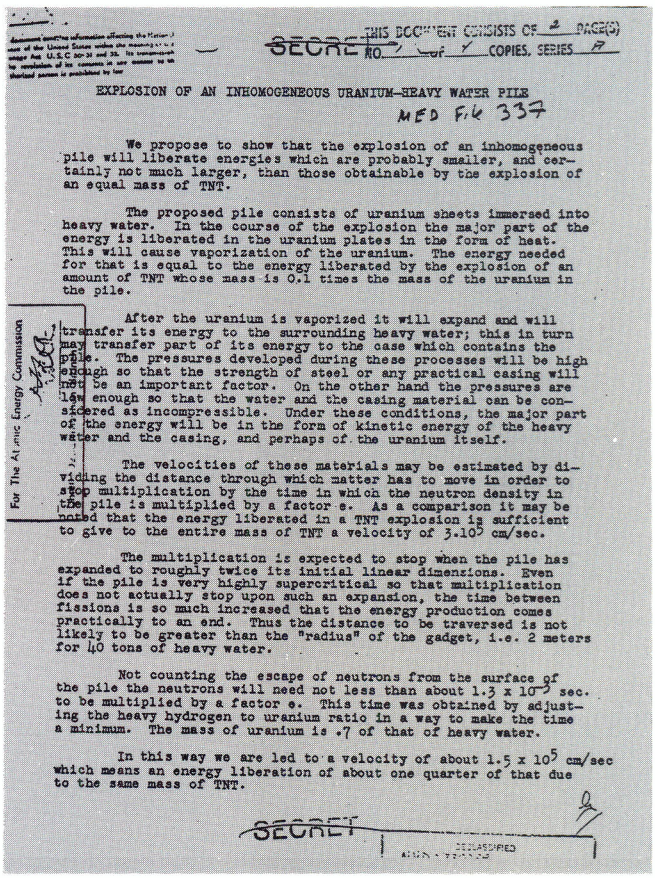
Etter krigen kunne Bohr ikke på samme måte huske innholdet av samtalen; og når vi tenker på hvor nært Heisenberg må ha beveget sig mot grensen til forræderi, er det trolig at han hadde uttrykt seg i ganske vage

vendinger. Samtalens egentlige forløp har ikke kunnet avklares selv om det kunne ha hatt en viss historisk interesse. Spørsmålet kunne kanskje ha blitt belyst senere idet interneringsleiren ved Farm Hall i Cambridgeshire, England, hvor de tyske fysikerne ble anbragt etter krigen, var utstyrt med avlyttingsutstyr. Innholdet av de avlyttede samtalene er bare kjent rykte-vis, men angivelig skulle Bohrs og Heisenbergs samtaler også ha vært berørt. Båndopptakene som ennå eksisterer, er aldri blitt offentliggjort i sin helhet til tross for at von Weizsäcker venter at de vil bekrefte hans (og Heisenbergs) framstilling[7]. Da de fleste av de internerte nå er døde, kan det i dag bli vanskelig å få opptakenes autentisitet bekreftet. Det er under alle omstendigheter usannsynlig at et koordinert initiativ fra Bohr og Heisenberg i 1941 kunne ha endret forløpet til det amerikanske atombombeprojektet.

I 1943 ga Bohr imidlertid Heisenbergs skisse av den tyske reaktoren videre til de amerikanske forskerne. Dette skjedde ved et møte hvor blant andre Bethe, Teller, Oppenheimer og Weisskopf deltok[1]. Tegningen viste vekslende lag av uran og moderator[8], en fordeling som nok var attraktiv siden den forenklet de teoretiske beregningene; men fra et praktisk synspunkt var den ikke så hensiktsmessig som den mer homogene fordelingen i den amerikanske reaktoren. Lederen for teorigruppen ved Los Alamos, Hans Bethe, forteller at tegningen etter noen diskusjon ble rett tolket, men konstruksjonen ble vurderet som foreldet sammenlignet med dens amerikanske motpart. Muligheten for at den tyske reaktoren skulle bli kastet ned over London, ble også tatt i betraktning. To av de ledende Los Alamos-forskerne, Hans Bethe og Edward Teller, skrev et notat om *"Explosion of an inhomogeneous uranium-heavy water pile"*, og påviste at en konstruksjon som den tyske brukt på denne måten, ikke kunne utgjøre noen militær trussel. Se figur 2. Imidlertid skapte ryktene og opplysningene om de tyske resultatene snarere forvirring enn innsikt hos de amerikanske forskerne. De fryktet for at de kunne være utsatt for et raffinert tysk komplott som de desparat forsøkte å gjennomskue.

Framgang i USA

I USA ble de tekniske vanskelighetene i mellomtiden overvunnet litt etter litt. Landet presterte en gigantisk innsats av materiell og mannskap i det forserte prosjektet hvor hele fabrikkanlegg ble oppført uten forutgående pilotforsøk, og uten mellomtrinn fra tegnebord til produksjonsanlegg[3]. Sto valget mellom to eller flere tilsynelatende like gode metoder for å løse et problem, var det snarere regelen enn unntakelsen



THIS DOCUMENT CONSISTS OF 2 PAGE(S)
SECRET NO. 1 of 4 COPIES, SERIES A

EXPLOSION OF AN INHOMOGENEOUS URANIUM-HEAVY WATER PILE

MED Fik 337

We propose to show that the explosion of an inhomogeneous pile will liberate energies which are probably smaller, and certainly not much larger, than those obtainable by the explosion of an equal mass of TNT.

The proposed pile consists of uranium sheets immersed into heavy water. In the course of the explosion the major part of the energy is liberated in the uranium plates in the form of heat. This will cause vaporization of the uranium. The energy needed for that is equal to the energy liberated by the explosion of an amount of TNT whose mass is 0.1 times the mass of the uranium in the pile.

After the uranium is vaporized it will expand and will transfer its energy to the surrounding heavy water; this in turn may transfer part of its energy to the case which contains the pile. The pressures developed during these processes will be high enough so that the strength of steel or any practical casing will not be an important factor. On the other hand the pressures are low enough so that the water and the casing material can be considered as incompressible. Under these conditions, the major part of the energy will be in the form of kinetic energy of the heavy water and the casing, and perhaps of the uranium itself.

The velocities of these materials may be estimated by dividing the distance through which matter has to move in order to stop multiplication by the time in which the neutron density in the pile is multiplied by a factor e. As a comparison it may be noted that the energy liberated in a TNT explosion is sufficient to give to the entire mass of TNT a velocity of 3.10^5 cm/sec.

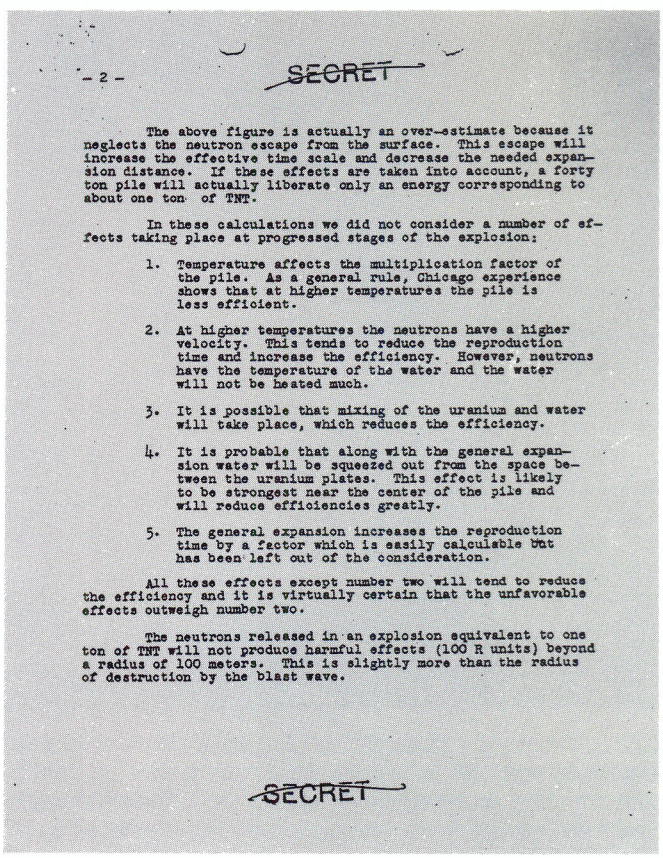
The multiplication is expected to stop when the pile has expanded to roughly twice its initial linear dimensions. Even if the pile is very highly supercritical so that multiplication does not actually stop upon such an expansion, the time between fissions is so much increased that the energy production comes practically to an end. Thus the distance to be traversed is not likely to be greater than the "radius" of the gadget, i.e. 2 meters for 40 tons of heavy water.

Not counting the escape of neutrons from the surface of the pile the neutrons will need not less than about 1.3×10^{-3} sec. to be multiplied by a factor e. This time was obtained by adjusting the heavy hydrogen to uranium ratio in a way to make the time a minimum. The mass of uranium is .7 of that of heavy water.

In this way we are led to a velocity of about 1.5×10^5 cm/sec which means an energy liberation of about one quarter of that due to the same mass of TNT.

SECRET

For The Atomic Energy Commission



- 2 -

SECRET

The above figure is actually an over-estimate because it neglects the neutron escape from the surface. This escape will increase the effective time scale and decrease the needed expansion distance. If these effects are taken into account, a forty ton pile will actually liberate only an energy corresponding to about one ton of TNT.

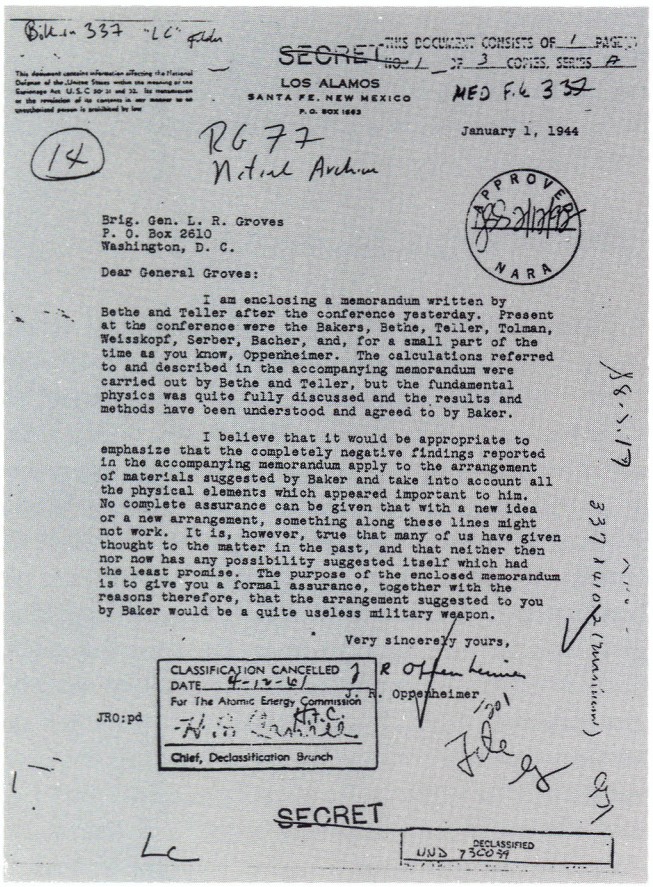
In these calculations we did not consider a number of effects taking place at progressed stages of the explosion:

1. Temperature affects the multiplication factor of the pile. As a general rule, Chicago experience shows that at higher temperatures the pile is less efficient.
2. At higher temperatures the neutrons have a higher velocity. This tends to reduce the reproduction time and increase the efficiency. However, neutrons have the temperature of the water and the water will not be heated much.
3. It is possible that mixing of the uranium and water will take place, which reduces the efficiency.
4. It is probable that along with the general expansion water will be squeezed out from the space between the uranium plates. This effect is likely to be strongest near the center of the pile and will reduce efficiencies greatly.
5. The general expansion increases the reproduction time by a factor which is easily calculable but has been left out of the consideration.

All these effects except number two will tend to reduce the efficiency and it is virtually certain that the unfavorable effects outweigh number two.

The neutrons released in an explosion equivalent to one ton of TNT will not produce harmful effects (100 R units) beyond a radius of 100 meters. This is slightly more than the radius of destruction by the blast wave.

SECRET



SECRET THIS DOCUMENT CONSISTS OF 1 PAGE(S)
NO. 1 OF 3 COPIES, SERIES A

LOS ALAMOS
SANTA FE, NEW MEXICO
P.O. BOX 1663

January 1, 1944

Brig. Gen. L. R. Groves
P. O. Box 2610
Washington, D. C.

Dear General Groves:

I am enclosing a memorandum written by Bethe and Teller after the conference yesterday. Present at the conference were the Bakers, Bethe, Teller, Tolman, Weisskopf, Serber, Bacher, and, for a small part of the time as you know, Oppenheimer. The calculations referred to and described in the accompanying memorandum were carried out by Bethe and Teller, but the fundamental physics was quite fully discussed and the results and methods have been understood and agreed to by Baker.

I believe that it would be appropriate to emphasize that the completely negative findings reported in the accompanying memorandum apply to the arrangement of materials suggested by Baker and take into account all the physical elements which appeared important to him. No complete assurance can be given that with a new idea or a new arrangement, something along these lines might not work. It is, however, true that many of us have given thought to the matter in the past, and that neither then nor now has any possibility suggested itself which had the least promise. The purpose of the enclosed memorandum is to give you a formal assurance, together with the reasons therefore, that the arrangement suggested to you by Baker would be a quite useless military weapon.

Very sincerely yours,

J. R. Oppenheimer

JRO:pd

CLASSIFICATION CANCELLED
DATE 4-12-61
For The Atomic Energy Commission
Chief, Declassification Branch

SECRET

DECLASSIFIED
DOE 7500 59

Fig.2. Notat som to av de ledende Los Alamos-forskerne, Hans Bethe og Edward Teller, skrev om den tyske atomreaktoren; samt Oppenheimers følgeskriv til general Groves, som var den militære lederen for det amerikanske prosjektet. Språkbruken bærer preg av de sikkerhetshensyn som måtte tas; f.eks. er "the Bakers" brukt som kodenavn for Nils og Aage Bohr. Der er ingen direkte henvisninger til Heisenbergs skisse, og Bohr oppgis bare som opphavsmann til problemstillingen.

at modellen fra prosjektets start ble fulgt: alle forslag ble gjennomarbeidet inntil ett av dem viste seg som det beste. Prosjektlederne viste en nesten ubegrenset oppfinnsomhet for å løse konkrete problemer. For eksempel var det vanskelig å finne tilstrekkelig med kobber til magnetspoler fordi kobber var viktig i krigsindustrien. I stedet ble det i største hemmelighet utlånt 14 000 tonn sølv til prosjektet, tatt fra Forbundsbankens beholdninger mot en garanti for at materialet skulle gjen-innvinnes ved krigens slutt. Flere av USAs største industrivirksomheter deltok i forskjellige aspekter av prosjektet: Du Pont ved bygningen av den plutonium-produserende reaktor, Union Carbide, General Electric, Westinghouse, Allis-Chalmers o.a. ved framstillingen av uran 235, osv. Noen har kanskje hatt betenkeligheter; den offentlige kritikken av våpenprodusentene i 1930-årene hadde således gitt Du Pont familien tilnavnet "dødens kjøpmenn", og de fryktet for at dette skulle gjenta seg[3].

I 1943 var byggingen av reaktoren i Hanford, i staten Washington, begynt. Den var operasjonsklar mot slutten av det følgende året, og det første plutonium ble utvunnet i januar 1945. På samme tid var de kjempemessige separasjonsanleggene i Oak Ridge, Tennessee, blitt ferdige. I to trinn produserte disse anleggene, sammen med de store separasjonsmagnetene ("Calutroner"), et konsentrat av uran 235 til bruk for Oppenheimers laboratorium. Det viste sig å være vanskelig å skaffe teknisk kvalifisert arbeidskraft i krigstidens USA. Selv om de vitenskapelige teknikerne bare nødtvungent ga fra seg kontrollen over sitt utstyr til mindre kvalifiserte arbeidere, ble det likevel bestemt, for eksempel ved anleggene i Oak Ridge, å gjøre en massiv innsats for å utvide arbeidsstyrken med ufaglært og særlig kvinnelig arbeidskraft. "Alle konene våre kjører bil. De har aldri sett hva som gjemmer sig under motorpanseret, men de er likevel i stand til å beherske et kjøretøy," var argumentet[3]. De ble så satt i arbeid etter en kort, men hektisk utdannelse som i tillegg til manuell opplæring også omfattet sikkerhetsrutiner mot spionasje og kurs i patriotisme. Arbeidet foregikk under vanskelige forhold. For mange var boligene elendige, og arbeidsforholdene bar preg av det hastverk og press som karakteriserte prosjektet. Arbeiderne var som regel også underlagt ubekvemme militære restriksjoner og styring. Forskningsanleggget i Los Alamos var bare delvis et unntak. Lederen der, Robert Oppenheimer, var allerede under rekrutteringen av medarbeidere blitt oppmerksom på at mange av de mest framtredende fysikerne ville nekte å arbeide i uniform under militær kommando. Han fikk derfor ordnet det slik at sentret i Los Alamos rent faktisk forble sivilt og formelt underlagt University of California. Men de militære kontrollerte likevel de ansattes kontakt med omverdenen gjennem brevsensur og restriksjoner i deres bevegelsesfrihet. Alle disse ubehagelighetene ble imidlertid kompensert av deltakernes entusiasme som i overveldende grad ble stimulert av den karisma som kjennetegnet Oppenheimer. Flere av deltakerne i bombeprosjektet mintes senere denne perioden som den lykkeligste i sitt liv. Los Alamos var dog ikke uten mislyder; en ung fysiker, Lomanitz, ble bortvist på grunn av pasifistisk agitasjon.

Oppenheimers omsorg for sine medarbeidere kunne gi seg nesten bisarre utslag. Av frykt for at de mange framstående fysikerne ved bombeprosjektet skulle bli helt glemt i sine fagkretser, oppfordret han for eksempel i 1943 nobelprisvinneren Wolfgang Pauli, som sto utenfor prosjektet, til å publisere noen av sine arbeider under Los Alamos-fysikeres navn[9]. Disse var på grunn av sikkerhetskravene avskåret fra selv å publi-

sere, også om emner som ikke hadde noe med prosjektet å gjøre. Oppenheimer henviste også til sikkerhetsaspektet: Hvis de tyske forskerne hadde adgang til de amerikanske vitenskapelige tidsskriftene, kunne de kanskje legge to og to sammen hvis de merket at så mange kjente atomforskere i USA plutselig var holdt opp med å publisere. Men Pauli avslo høflig med henvisning til at hans egne arbeidsgivere ved universitetet i Princeton ville stille seg uforstående hvis hans navn plutselig forsvant fra tidsskriftene. (På en eiendommelig måte viste det seg senere at Oppenheimer på sitt vis hadde rett: von Weizsäcker beretter[7] at en sovjetisk fysiker i 1987 fortalte ham hvorledes de i Sovjetunionen i perioden 1944 - 45 fikk et inntrykk av formålet og omfanget av det amerikanske forskningsprogrammet ved å studere de internasjonale fagtidsskriftene og notere hvilke amerikanske forskere som ikke lenger offentliggjorde sine nyeste resultater. De sovjetiske forskerne lot seg samtidig berolige av en tilsvarende gjennomgang av de tyske vitenskapelige tidsskriftene, som merkelig nok ennå var tilgjengelige, hvor forskningsarbeider uten relasjon til kjernespaltning forfattet av Heisenberg[8], von Weizsäcker og andre, stadig forekom.)

I dag kan vi kanskje undre oss over at de amerikanske universitetene så villig avga noen av sine mest berømte medarbeidere til et prosjekt som av sikkerhetsgrunner stort sett var udokumentert. Krigen hadde naturligvis mobilisert sterke patriotiske følelser, men en medvirkende årsak var det økonomiske utbytte de innvolverte universitetene hadde av å delta i Manhattan-prosjektet[9]. Når fysikere, som egentlig var ansatt ved universiteter i Columbia, Chicago eller California ble utlånt til for eksempel Los Alamos, beregnet disse universitetene seg en "overhead" på 15 - 25 % utover lønnen til å dekke en rekke ekstra og ikke nødvendigvis spesifiserte utgifter. (University of California måtte dog betale en del tilbake etter krigen.) Det må ha vært en eiendommelig situation for universitetenes administratorer å innkassere store summer for deltakelse i prosjekter hvor de ikke kjente noe til innholdet.

I mai 1943 kunne Fermi meddele Oppenheimer at en allerede på det tidspunkt var i besittelse av et visst militært potensial som resultat av Manhattanprosjektet. Han foreslo at de radioaktive fisjonsproduktene fra de kontrollerte kjedereaksjonene i laboratoriet kunne brukes til å forgifte tyske matvarer med[1]. Forslaget ble avslått. På denne tiden var det sikkert, eller i det minste overveiende sannsynlig, at prosjektets egentlige mål, atombomben, *kunne* realiseres. De selvsikre amerikanske og engelske forskerne kunne nå tillate seg en arroganse som ble årsak til stor bitterhet hos franske forskere og politikere som følte seg holdt utenfor et prosjekt som i sitt grunnlag også hadde gjort seg nytte av fransk ekspertise og franske forskningsresultater.

Slutt på krigen i Europa

Tysklands kapitulasjon, 9. mai 1945, betydde et vendepunkt for Szilard. Det var sikkert at Japan ikke ville være i stand til å framstille en atombombe, og da trusselen fra Tyskland nå definitivt var borte, argumenterte han også for at det amerikanske prosjektet burde stoppes. Hvis prosjektet ble ført videre, mente han at man under alle omstendigheter burde avstå fra å bruke bomben militært[1]. Resultatet var at han ble betraktet som en sikkerhetsrisiko, og hans kolleger unngikk ham så mye som mulig i den følgende tiden. Szilard hadde tidligere kritisert at prosjektet var blitt gjennom-militarisert slik at de innvolverte fysikerne var blitt fratatt enhver reell innflytelse. Den militære staben var allerede da blitt grundig lei av ham, og det var til og med blitt overveiet å få ham fengslet[1]. Szilard måtte således se seg selv bragt inn på et sidespor sommeren 1945, men han valgte fra sin perifere posisjon stadig å agitere for nedrustning og internasjonal forståelse[4] helt til sin død i 1964. Han var uten innflytelse da den første utprøving av et nukleært plutonium-sprenghode, den såkalte Trinity testen, fant sted ved Alamogordo i New Mexico, 16. juli 1945. Forsøket var vellykket, og det kom ingen tekniske innvendinger mot den endelige armering av USAs atombomber. Los Alamos laboratoriet hadde avsluttet det forskningsprosjektet som nå i USA offisielt betegnes som en av de største vitenskapelige bedrifter noen sinne.

Vedtaket om å bruke atombomben

President Roosevelt var død kort tid i forveien. Det ble hans etterfølger Harry Trumans ansvar å ta den endelige beslutningen om å bruke bombene mot Hiroshima og Nagasaki. Det er en rekke forhold som må tas i betraktning for å forstå bakgrunnen for dette. Noen av disse kan nevnes her:

Det japanske forsvaret var våren 1945 i praksis nesten nedkjempet. Bare deler av ubåtflåten var ennå i stand til i noen tilfeller å tilføye den amerikanske flåte alvorlig skade. Luftforsvaret var ikke-eksisterende, slik at bombetoktene over de japanske byene ikke lenger innebar noen nevneverdig risiko for fly eller mannskap. På den annen side, ville en reell invasjon

av selve Japan uunngåelig kreve store amerikanske tap. Sommeren 1945 anslo militærstaben det forventede antall drepte amerikanere ved en slik invasjon til å bli mellom 20 000 og 45 000. For eksempel, var en invasjonsplan med landgang på Japans sydlige hovedøy, Kyushu, gjennomarbeidet i detaljer med et tapsoverslag på omkring 30 000 for den første og avgjørende måneden[9,10]. Dette tallet ble funnet uakseptabelt høyt, i betraktning av at en rådde over et alternativ som ville tilføye Japan størst mulig skade uten å kreve amerikanske liv. Krigen hadde da allerede kostet nesten 350 000 amerikanere livet.

De militære stabssjefenes synspunkt ble kanskje mest brutalt uttrykt etter krigen av flyger-generalen Curtis LeMay: *"I'll tell you what war is about; you've got to kill people, and when you've killed enough they stop fighting."*

De politiske overveielsene tok utgangspunkt i de militære, men var selvsagt mer komplekse. Hensynet til etterkrigstidens nye verdensorden, og den allerede begynnende kalde krigen, spilte inn. USA ønsket å avslutte krigen før Sovjetunionen kunne rekke å delta i det avsluttende slaget mot Japan og derved skaffe seg en uakseptabel gunstig utgangsposisjon. Bruken av atombomben ville i denne forbindelse kunne tjene to formål: dels en hurtig avslutning av krigen, men samtidig også bidra til å intimidere det sovjetiske militærapparatet slik at det ville innta en mer defensiv holdning etter å ha fått demonstrert sin underlegenhet[10]. (I 1945 var den vestlige forestillingen om sovjetisk militærteknologi ytterst nedlatende. En vittighet fra den tiden kan illustrere dette: "Russerne overveier å smugle en bombe inn i USA i en koffert! Men det er ingen grunn til engstelse, for de har store problemer med å konstruere kofferten!".) Enkelte hadde likevel forutsett muligheten for et rustningskappløp. James Conant, rektor for Harvard universitetet og en av regjeringens mest framtredende vitenskapelige rådgivere, framla for eksempel i mai 1944 en plan for internasjonal kontroll av atomenergi. Tilsvarende tanker ble framført også av Niels Bohr ved hans samtaler med Roosevelt og med Churchill i 1944.

I tillegg til de strategisk-politiske synspunkter var der også noen mer personlige: Atombombeprosjektet hadde kostet den uhyre sum av over to milliarder dollar. (Det er vanskelig å anskueliggjøre et så stort beløp. Forsøksvis kan det nevnes at Szilards årslønn dengang var omkring 6600 $. Det dreiet seg således om et beløp som tilsvarte hans lønn for over 300 000 årsverk.) Såfremt denne investeringen ikke ga en synlig avkastning, kunne en med full rett forvente at Kongressen ville kreve en rettssak; og som Henry Stimson, krigsministeren (secretary of war), uttrykte det, hadde han ikke lyst til å ende i Leavenworth-fengslet.

Politiske og militære hensyn talte således for en militær bruk av bomben; og et rådgivende vitenskapelig panel bestående av Oppenheimer og tre fysikerkolleger, Fermi, Lawrence og Compton, støttet dette synspunktet. Det samme gjorde Edvard Teller, som senere fikk en sentral plassering ved utviklingen av hydrogen-bomben. Han skrev i et brev[1] til Szilard i juli 1945: *"... actual combat use might even be the best thing."*

Selv om endog de alliertes øverstkommanderende og senere president, Dwight Eisenhower, i private samtaler med både Stimson og Truman frarådet å bruke atombomben, ble muligheten for å avstå fra bruken av bomben mot Japan aldri overveiet seriøst. Truman påsto etter krigen at han i Potsdam hadde et møte med sin krigsminister og de militære sjefene, hvor de etter grundige overveielser bestemte å bruke bomben mot Japan. Dersom dette var tilfelle, er det et eiendommelig sammentreff at ingen av de tilstedeværende husket å notere møtet i sine dagbøker som de ellers førte med stor omhu[9]. De egentlige diskusjoner dreiet seg snarere om å velge et egnet mål. Stimson foreslo at man burde finne et vitalt industrielt anlegg som var tett omgitt av arbeiderboliger. På denne måten ville bomben ha den ønskede dobbelte virkning, dels å ødelegge et militært mål, og dels å skape den psykologiske bakgrunn for en betingelsesløs overgivelse. Spesielt det sidstnevnte hensyn krevde at så mange japanere som mulig overvar eksplosjonen. Kravet om betingelsesløs overgivelse var blitt et kjernepunkt selv om ordet etter sigende ble nevnt nærmest ved et tilfelle i forbindelse med Casablancaerklæringen i 1943. Om dette fortalte Roosevelt selv[1] til Harry Hopkins, en av hans nære støtter ved utarbeidelsen av "New Deal": *"We had so much trouble getting those two French generals (Girard and de Gaulle) together that I thought to myself that this was as difficult as arranging a meeting of Grant and Lee – and suddenly the press conference was on, and Winston and I had no time to prepare for it, and then the thought popped into my mind that they had called Grant "Old Unconditional Surrender", and the next thing I knew I had said it."* Churchill ga øyeblikkelig, om noe forbauset, sin tilslutning, og plutselig var kravet blitt uomgjengelig.

Det viste seg snart at det ikke fantes noe enkelt industrielt anlegg i Japan som var stort nok. Ønsket var at målet skulle omslutte hele bombens nedslagsområde, slik at dens effekt og militære verdi bedre kunne vurderes. Det ble derfor nødvendig å velge ut en hel by

til formålet. En rekke egnede byer ble utpekt: Hiroshima, Kogura, Niigata og Nagasaki i nevnte prioritet. De utvalgte byene ble deretter unntatt fra konvensjonelle luftangrep. Opprinnelig var den gamle keiserbyen Kyoto også med på listen, men den ble fjernet igjen på Stimsons oppfordring.

Ettertiden har spurt om i hvilket omfang hensynet til sivilbefolkningen ble tatt i betraktning. Trumans dagbøker viser at han var seg disse hensyn bevisst. Men på den annen side, gir møtereferatene ikke noe entydig bilde av den vekt som ble tillagt disse. Den amerikanske offentligheten var opprørt over japanernes grusomheter under stillehavskrigen og kunne ikke forventes å stille seg forstående overfor hensyn til sivile japaneres liv. Truman ga uttrykk for sitt personlige syn i et privat brev[10] til Samuel Cavert, dateret 11. august 1945: *"The only language they seem to understand is the one we have been using to bombard them. When you have to deal with a beast you have to treat him as a beast. It is most regrettable but nevertheless true."* En forestilling om den amerikanske innstillingen til sivile japaneres liv kan man få ved å minnes at samtlige amerikanske statsborgere av japansk avstamming som bodde i statene på vestkysten, omtrent 125 000, ble administrativt deportert ved krigsutbruddet i 1942 og fordelt i konsentrasjonsleirer i resten av USA. Det er i overensstemmelse med denne holdningen at en fra regjeringens side avsto fra å gi Japan et forvarsel. Dette hadde vært diskutert, idet det var foreslått at en bombe skulle sprenges i stor høyde om natten. Direkte personskade kunne unngås, men bombens frygtinngydende styrke kunne kanskje ha beveget det japanske kabinett til straks å gi opp. Som alternativ var det nevnt at man kunne foreta en demonstrasjon på en ubebodd øy under overvåking av representanter for de krigførende makter. Mot dette talte muligheten for at bomben ble en "fuser". Det vitenskapelige panelet tok ikke noe forbehold for uranbombens vedkommende. De var så sikre på at den skulle fungere at det ikke ble foreslått noen prøvesprengning slik det ble gjort for plutoniumbomben.

I mellomtiden var Japans katastrofale militære situasjon blitt uomtvistelig selv for de mest rabiate krigstilhengerne i Tokyo. Umiddelbart før Potsdamkonferansen i mai 1945, reiste prins Konoye til Moskva for å anmode Sovjetunionen om å megle, og han hadde fullmakt til å akseptere så å si ethvert krav unntatt betingelsesløs overgivelse[2,10]. Japan ønsket blant annet garanti for at keiserdømmet skulle bestå, og for keiserens ukrenkelighet. (Dette kravet ble senere *de facto* akseptert ved Japans endelige kapitulasjon.) Det amerikanske etterretningsvesenet hadde oppsnappet og dekodet kommunikasjonen mellem Tokyo og Moskva, og hadde fullt kjennskap til den japanske holdningen selv uten sovjetisk medvirkning[10]. Atombombeprosjektet var imidlertid kommet så langt at en ikke ønsket, eller kunne, stoppe det på det foreliggende grunnlag.

Den første atombomben, 4 tonn tung, fikk kjælenavnet *"Little Boy"*. Med halefinnene rikt dekorert med graffiti (en del obskøne), ble den lastet ombord i en B-29 bombemaskin og bragt til å eksplodere over Hiroshima den 6. august 1945, i en høyde av 600 meter over Shima hospitalet. Av byens 76 000 bygninger, ble 48 000 totalt ødelagt og 22 000 sterkt skadet. Til å begynne med forsøkte de amerikanske myndighetene å nedtone ødeleggelsenes omfang. Således var de første amerikanske overslagene over drepte forbausende lave; den 28. august 1945 anslo en offiser fra legekorpset i sin rapport til general MacArthur, at av 160 000 skadete var bare 8000 døde. De seneste tilgjengelige tallene oppgir at av byens befolkning på 280 000 sivile, samt 42 000 soldater og flere tusen koreanske fanger, døde anslagsvis 140 000 under ubeskrivelige lidelser innen utgangen av 1945. Dette tallet steg i løpet av en femårs periode til 200 000 døde som følge av kreft og andre sykdommer som hadde sammenheng med bomben[1]. Dertil kommer et stort, men uvisst antall skadede.

USA disponerete imidlertid over en bombe til. Denne var baseret på fisjon av plutonium i stedet for uran 235, og var av en noe annen konstruksjon. Denne bomben, *"Fat Man"*, ble kastet over Nagasaki 9. august 1945. Se figur 3. Tapene her ble 70 000 det første året, og tallet steg til 140 000 i den følgende femårs perioden[1].

Japan kapitulerte den 15. august 1945.

Noen amerikanske fysikere, med Edward Teller som sin fremste talsmann, agiterte allerede på dette tidspunktet for en enda større "super-bombe", hydrogenbomben. Men oppslutningen om dette prosjektet var ikke enstemmig. I september 1945 holdt Oppenheimer og hans tre kolleger det siste formelle møte i det rådgivende vitenskapelige panel. Den 27. september 1945 skrev Compton et resymé i et notat til regjeringen i Washington[9]: *"We feel that this development (the H-bomb) should not be undertaken primarily because we should prefer defeat in war to a victory obtained at the expense of the enormous human disaster that would be caused by its determined use".*

Fig.3. Luftfotografier av Nagasaki før og etter bombingen. (Sirklenes radius er angitt i fot.)

Referanser

1. R. Rhodes: *The making of the atomic bomb.* Simon and Shuster (1986)

   Et av de mest omfattende journalistiske verk om historien bak atombombenes tilblivelse og bruk. Disposisjonen minner mye om den som R. Jungk[5] brukte i sitt arbeid. Boken ble belønnet med Pulitzer-prisen.

2. E. Teller and A. Brown: *The legacy of Hiroshima.* Macmillan and Co. (1962)

   Boken inneholder Einsteins (og Szilards) brev til president Roosevelt.

3. S. Groueff: *Manhattan project.* Collins (1967)

   En noe personfiksert og dramatiserende framstilling som imidlertid gjør inngående rede for de tallrike problemer Manhattan-prosjektet møtte.

4. B.J. Bernstein: *Leo Szilard; giving peace a chance in the nuclear age.* Physics Today, **40 No. 9** 40-47 (1987)

   En kort biografi.

5. R. Jungk: *Brighter than a thousand suns.* Harcourt (1958)

   En av de tidligste bøkene som stillet seg kritisk til den moralske bakgrunn for produksjon og bruk av atombombene. Forfatteren har senere også skrevet en bok om forholdene i Hiroshima og Nagasaki i årene etter bombingen.

6. M. Walker: *Heisenberg, Goudsmit and the German atomic bomb.* Physics Today, **43 No. 1** 52-60 (1990),

   og Physics Today, **44 No. 5** 13-15, 90-96 (1991)

   Det argumenteres med at Tyskland hadde et reelt atombombeprosjekt under krigen. Dette synspunktet diskuteres i en rekke leserbrev.

7. C.F. von Weizsäcker: *Bewusstseinswandel.* Carl Hanser Verlag (1988)

   Forfatteren var en av nøkkelpersonene i det tyske uranprosjektet og gir i sine erindringer blant annet en inngående og åpenhjertig beskrivelse av motivene for sitt arbeid der.

8. W. Heisenberg: *Gesammelte Werke. Ed. W. Blum, H.-P. Dürr, and H. Rechenberg. Ser A/II, Wissenschaftliche Originalarbeiten, og Ser B, Wissenschaftliche Übersichtsartikel, Vorträge und Bücher.* Springer-Verlag (1984)

   Disse bindene inneholder 21 artikler som berører det tyske uranprosjektet. For det meste er det tale om manuskripter til foredrag. Desuten gjengir verket også omkring 12 artikler om andre emner som opptok Heisenberg i samme periode, deriblant energetiske partikler av kosmisk opprinnelse og problemer med fortolkningen av observerbare størrelser i elementærpartikkel-teori.

9. B.J. Bernstein: *An analysis of "two cultures"; writing about the making and the using of the atomic bombs.* The Public Historian, **Vol. 12,** 83-107 (1990)

   Artikkelen er en kritisk gjennomgang av Rhodes bok[1]. Det sies flere steder at den altfor naivt aksepterer de offisielle framstillinger. Artikkelens omfattende noter inneholder en mengde informasjoner og referanser. En forkortet versjon finnes i Physics Today, **41 No. 12** 118-121 (1988)

10. B.J. Bernstein (ed.): *The atomic bomb, the critical issues.* Little, Brown and Co. (1976)

    En kommentert samling av en del sentrale kildeskrifter og intervjuer. Boken inneholder også en kommentert og særdeles omfattende litteraturliste.

Forfatteren av denne artikkelen (H.P.) har dessuten mottatt opplysninger fra Hans A. Bethe og Barton J. Bernstein. Sven Bjørnholm har gitt verdifulle kommentarer til en tidligere versjon av manuskriptet.

∞

Atmosfærens produksjon og destruksjon av ozon

Kjell Henriksen og Trond Svenøe *

Basert på eksisterende målinger laget Sydney Chapman (1930) en teori for den naturlige balansen mellom produksjon og tap av ozon i stratosfæren. Han argumentere sterkt for at ozon genereres via prosessene

$$O_2 + h\nu \longrightarrow O + O \qquad (1)$$

$$O_2 + O + M \longrightarrow O_3 + M \qquad (2)$$

og at tapsmekanismene er:

$$O_3 + O \longrightarrow 2O_2 \qquad (3)$$

$$O_3 + h\nu \longrightarrow O + O_2 \qquad (4)$$

Senere forskning har vist at spalting av molekylært oksygen har en terskelverdi på 244 nm, mens spalting av ozon også kan foregå med synlig lys. Det er enighet om reaksjonslikningene for ozonproduksjonen, men den kvantitative globale størrelsen kan være beheftet med betydelig usikkerhet.

Beregning av produksjonsrate og tap

Harold S. Johnston (1975) regnet ut at den naturlige produksjonen av ozon i den midlere atmosfæren er $5 \cdot 10^{31}$ molekyler/s. Det utgjør en mengde på $2 \cdot 10^6$ m^3/s ved normalt trykk og temperatur, og den minimale effekten som skal til er $2 \cdot 10^{13}$ watt. Det tilsvarer 40 000 Alta-kraftverk i full produksjon.

Under forutsetning av konstant produksjon og ingen tap i løpet av genereringsfasen, kan et estimat for genereringstiden τ for ozonlaget finnes ved hjelp av formelen

$$\tau = \text{totalt ozoninnhold/produksjonshastighet} \qquad (5)$$

Med en gjennomsnittlig tykkelse av ozonlaget på 3 mm ved normalt trykk og temperatur, blir stratosfærens totale ozonmengde $4.1 \cdot 10^{37}$ molekyler; og denne mengden kan genereres i løpet av 10 døgn ifølge likn. (5).

Når det gjelder tapsprosessene, var ikke Sydney Chapman like treffsikker. Harold S. Johnston (1975) beregner at Chapmans reaksjoner bare kan destruere 30% av produksjonen. Størstedelen av destruksjonen kan foregå ved hjelp av katalytiske prosesser der NO, halogener og alkaliske stoff inngår, og det er meget uklart hvor mye forskjellige katalytiske prosesser bidrar.

Klor i atmosfæren

Et åpent spørsmål i ozonkomplekset er også hva kildene for de eksisterende kloratomene i stratosfæren er. På 1992 Quadrennial Ozone Symposium, som foregikk i tiden 4–13. juni 1992 i Charlottesville, Virginia, USA, ble det lagt fram en rapport som viste 5% økning av klormengden pr. år, og en annen rapport som ikke viste noen økning. Rapporter om den naturlige ozonproduksjonen, eller diskusjon i plenum om betydningen av naturlige klorkilder, forekom ikke på dette symposiet; men gjennomgangstonen var at de naturlige kildene er uten signifikant betydning.

Naturlige kilder for atmosfærisk klor er imidlertid diffusjon fra havet, råtningsprosesser, kosmisk innfluks og vulkanutbrudd. Symonds og medarbeidere (1988) skriver at vulkanen Toba hadde et utbrudd 75 000 år f.Kr. og sendte 400–4000 Tg HCl ut i atmosfæren (1 Tg = 10^{12} g). Den årlige industriproduksjonen av KFK-gasser og beslektede stoff kan i dag være ca. 2,5 Tg, slik at Tobas utbrudd tilførte atmosfæren en klormengde som tilsvarer 160–1600 ganger dagens årlige industriproduksjonen av KFK. Ifølge Symonds' artikkel er det gjennomsnittlige bidraget av vulkansk klor til atmosfæren 0.2–40 ganger industriproduksjonen av ozon-nedbrytende klorforbindelser. Det gjenstår å påvise at antropogent klor er signifikant for stratosfærens totale klorinnhold.

Det er fortsatt uklart om en global uttynning av ozonlaget har funnet sted. I alle fall viser bakkebaserte målinger fra Norge, Sovjet og en rekke andre land, at ozonlaget ikke er svekket i løpet av de siste 10–20 årene. Men de fleste stasjoner på midlere breddegrader viser en liten, men signifikant nedgang. For

*Nordlysobservatoriet, Universitetet i Tromsø.

en rekke stasjoner ligger de målte variasjonene innenfor den statistiske usikkerhet som er forbundet med de naturlige variasjonene i tykkelsen av ozonlaget. Det finnes imidlertid et meget stort antall teoretiske studier som forutsetter en global uttynning av ozonlaget, og at uttynningen skyldes tilførsel av antropogent klor.

Enkeltmålinger og langtidsreferanse

De naturlige variasjonene i ozonmengden er så store at det er umulig å si noe sikkert om varig svekkelse av ozonlaget ut fra en måleperiode på noen uker eller måneder. Figur 1, viser utviklingen av ozonlaget i første del av 1992 målt fra Tromsø. Figuren viser tydelig at også nedgangen som forekom i februar var av statistisk natur og ikke signifikant. Siden har ozonlaget vist en helt regulær oppførsel med mindre variasjoner omkring middelkurven. Denne kurven er beregnet på grunnlag av målinger i perioden 1935–69, og da var produksjonen av ozon-ødeleggende KFK-gasser minimal. Massemedienes oppslag i 1992 om at målinger påviser en stor og varig svekkelse av ozonlaget har lite til felles med objektiv tolkning av data.

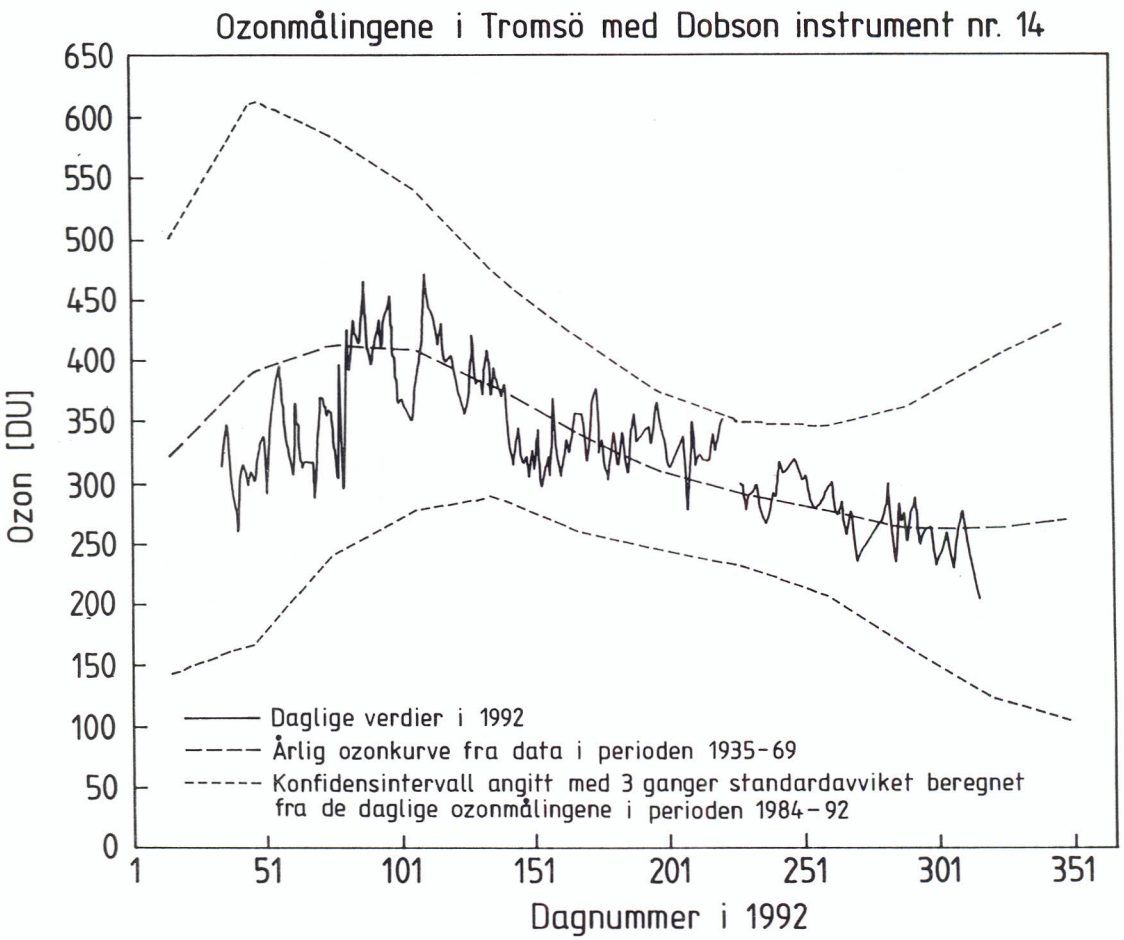


Fig.1. Daglige ozonmålinger fra Tromsø i 1992 med langtidsmiddel og 99.86% konfidensintervall. Dette konfidensintervallet utgjøres av ± 3 ganger standardavviket for enkeltmålingene, dvs. målingene som utføres en gang pr. dag når sola er på sitt høyeste. Forutsetningene for dette konfidensintervallet er at målingene er uavhengige og Gauss-fordelte. Dersom enkeltmålinger befinner seg utenfor det angitte konfidensintervallet, kan disse anses å skyldes spesielle fysiske årsaker, og hypotesen om Gauss-fordeling er da heller ikke gyldig lenger. Imidlertid er det ikke gjennomført analyser som viser at enkeltmålingene av ozon for hver dag i året er Gauss-fordelte.

Referanser

1. Sydney Chapman: *A theory of upper-atmospheric ozone.* Memoirs Royal Met. Soc., **3,** 130 (1930).

2. Harold S. Johnston: *Global ozone balance in the natural stratosphere.* Rev. Geophys. Space Phys., **13,** 637 (1975).

3. Robert B. Symonds, William I. Rose and Mark H. Reed: *Contribution of Cl- and F-bearing gases to the atmosphere by volcanoes.* Nature, **334,** 415 (1988).

∞

"Månens innverknad på elementærpartikkelmassar"

Gjennom tidene har månen hatt ord på seg for å verke inn på så mangt. I min barndom var det ingen seriøs bonde som slakta på minkande måne, og helsepersonell på sjukehus fortalde korleis pasientar vart urolege ved fullmåne. Trua på at sume vart varulvar når månen var full hadde nok døydd ut alt da, og i dag er slakteri i full drift uavhengig av månefasane.

Det er litt moro å høyre at nå har dei ved CERN funne at månen verkar inn på energien til elektron- og positronstrålane i LEP, verdens største lepton-akselerator. I denne akseleratoren som er 27 km lang, blir partiklane drivne gjennom med eit fast turtal med radiofrekvenssystemet. Kjenner ein rotasjonsfrekvensen og lengden av banen, er energien bestemt. Ved å variere energien kan ein tilpasse denne nett slik at elektron og positron smeltar saman til det tunge lyskvantet Z_0. Massen til dette er etter Einsteins $E = mc^2$, bestemt når partikkelenergiane er kjende. Energiane skulle vera bestemt av radiofrekvensen.

Det har lenge vore eit problem for dei som prøver å få LEP til å fungere så godt som råd, at dei har hatt fluktuasjonar i energi på omtrent 10 MeV når dei har arbeidd rundt Z_0 massen på 91173 MeV. Endeleg har dei funne årsaka til dette, og mannen i månen er bak det heile.

At månen er hovudårsaka til flo og fjøre, veit vi alle, men at månen også deformerer jordskorpa er det ikkje alle som tenkjer over. Faktum er at om vi står på steingrunn, vil månen endre avstanden vår frå tyngdepunktet til jorda med omtrent 20 cm etter som jorda snur på seg. Denne elastiske deformasjonen av jordskorpa fører med seg at det blir ein periodisk variasjon av lengden på LEP-ringen på litt over 1 mm. Med konstant turtal for partiklane i ein ring med lengde som varierer periodisk, får ein difor ein energi på partiklane som varierer når månen skifter posisjon på himmelen! Den 10. november 1992 vart det gjort eit måneeksperiment på CERN, under leiding av Massimo Placidi, der dei gjorde kontinuerlege målingar gjennom eit døgn, og viste korleis partikkelenergien gjekk opp og ned slik som sjøen gjer.

Dette er eit skuleeksempel på den intellektuelle utfordringa som eksperimentalfysikk er. Di meir presist ein vil gjera eksperimenta, dess fleire effekter må ein ta omsyn til for at måleresultata skal gje det ein leiter etter – i dette tilfellet ville det vera den presise massen til Z_0 – det tunge lyskvantet. Utan å forstå korleis månen verkar inn på lengden av akseleratoren, og såleis på energien, ville ein kome fram til ein masse på Z_0 som varierte med måneposisjonen!

Ein merknad til slutt for den som vil kontrollrekne dette eksempelet er at ein variasjon i lengden på aksele ratoren med ein relativ variasjon på $4 \cdot 10^{-8}$ skal gje ein relativ variasjon på $2 \cdot 10^{-4}$ i energien på strålene, kjem ikkje av seg sjølv. Skal ein forstå dette må ein ta omsyn til at ingen klarer å produsere magnetar med absolutt homogene felt. Når den relative avstanden mellom magnetane i akseleratoren endrar seg med måneposisjonen vil partiklane gå i baner som blir endra, og på grunn av inhomogenitetane i magnetfelta vil lengden av desse banene bli endra meir enn lengden av magnetringen blir. Frå nå av blir måneposisjonen innarbeidd i analyseprogramma for LEP-eksperiment.

Hallstein Høgåsen.

∞

Bokomtaler

Rogelio A. Maduro and Ralf Schauerhammer: The Holes in the Ozone Scare. 21st Century Science Associates, Washington, D.C. 1992 (356 s).

Boka har undertittelen *The Scientific Evidence That the Sky Isn't Falling*, og er ment å være et korrektiv til de stadige påstandene om at ozonlaget er i fare.

Forskerne er stort sett enige om at klorforbindelser som kommer opp i stratosfæren vil reagere med ozongassen og kunne bryte ned denne under spesielle betingelser. Spesielt gunstig for nedbrytning er lave temperaturer, helst under 80 kuldegrader, med polare stratosfæreskyer og sollys tilstede. De polare stratosfæreskyene virker som katalysatorer til å fremskynde prosessen. Mange forskere, særlig luftkjemikere, mener at klorforbindelsene i stratosfæren skyldes i alt vesenlig menneskelig aktivitet. Det er de såkalte KFK-gassene (klor-fluor-karbon) som brukes i spray-bokser, kjøleskap, frysere og i isolasjonsmateriale som er synderne.

Forfatterne av boka hevder imidlertid at naturen selv slipper ut langt større mengder klorforbindelser fra havet og fra vulkaner. Sammenlignet med disse utslippene, representerer kloren i KFK-gassene bare en promille.

Ozonhullet over Antarktis skyldes sannsynligvis klorforbindelser som reagerer med ozongassen. Etter en lang kald vinter er atmosfæren så sterkt avkjølt over dette området at forholdene ligger til rette for en nedbrytning når sollyset vender tilbake i september. Det er målt store konsentrasjoner av klorforbindelser i atmosfæren over Antarktis. Mange forskere mener dette kommer av KFK-gassene som menneskene produserer. Forfatterne peker imidlertid på at vulkanen Mt Erebus, som bare ligger 10 km fra McMurdo-basen, slipper ut ca. 1000 tonn klorforbindelser pr. dag. Mt Erebus har vært i kontinuerlig aktivitet siden 1972.

Montreal-protokollen tar sikte på å redusere og etter hvert forby bruken av KFK-gasser. Det medfører at KFK-gasser må skiftes skiftes ut i kjøleskap og frysere over hele verden. Inntil nå har en ikke funnet fram til like effektive gasser til erstatning for KFK. Den gassen en midlertidig satser på er en HKFK-gass. Bruken av denne gassen, som må skiftes ut etter tre år, medfører et dobbelt så stort energiforbruk. Denne energien kan det bli vanskelig å skaffe til veie, især for Den tredje verden. Forfatterne nener at konsekvensen vil bli betydelige vansker med oppbevaring av mat, og millioner av mennesker vil dø av sult og av bedervet mat.

I følge forfatterne, har de 21 medlemmene som utgjør NASAs ozon-trend panel, en ting felles: De skal bevise for all verden at ozonlaget stadig brytes ned. Formannen, Robert Watson, har holdt flere pressekonferanser med dommedagsprofetier om ozonlaget. I oktober 1991 annonserte han at ozonlaget var blitt svekket med 8 % om vinteren på den nordlige halvkule de siste 20 årene, og at også sommerverdiene hadde gått ned. Den 3. februar i 1992 opplyste Watson under en ny stor pressekonferanse at et U-2 fly hadde oppdaget store konsentrasjoner av kloroksid i stratosfæren over Ny England. Dette ville resultere i et ozonhull tilsvarende det over Antarktis som ville dekke store områder av Nord-Amerika og Nord-Europa i mars/april i år. Resultatet var skremmende overskrifter i Washington Post, New York Times og Time Magazine. Norske media fulgte opp etter beste evne. Under pressekonferansen ble ingenting nevnt om at vulkanen Mt Pinatubo, som nettopp hadde hatt et utbrudd, kunne ha forsynt atmosfæren med millioner tonn av klorgasser.

Det nevnte ozonhullet uteble totalt. Ozonlaget over Nord-Amerika i mars/april viste verdier som lå tre ganger høyere enn det som var spådd.

Senator Albert Gore, visepresident-kandidaten til Bill Clinton, fremmet et lovforslag, som også ble vedtatt, om at bruken av KFK-gasser i USA skulle forbys innen 1995.

Mange vitenskapsmenn er skeptiske til alle dommedagsprofetiene. Desmond Walshaw, langvarig medlem av den internasjonale ozon-kommisjonen, sier: " Jeg tror at den endringen som de påstår å ha funnet er vanskelig å dokumentere p.g.a. den forstyrrelsen som de naturlige meteorologiske endringer forårsaker."

En av prognosemakerne, Stephen Schneider, fra NCAR i Boulder, sier: "Vi trenger en bred støtte for å fange publikums interesse. Derfor må vi tilby skremmende scenarier, gi enkle dramatiske utsagn, og gjøre lite for å fremme de eventuelle tvil vi måtte ha."

Ozonlaget beskytter livet på jorda mot ultafiolett stråling. Dersom ozonlaget brytes ned, så vil den ultrafiolette strålingen øke. I mindre doser er ultrafiolett stråling viktig for folkehelsen. På tross av at ozon-trend panelet hevder en nedgang på 8 % i ozonlaget, så har en ikke kunnet påvise noen økning i den ultrafiolette strålingen. Tvertimot, så viser målinger fra forskjellige stasjoner i USA en trend mot lavere verdier av ultrafiolett stråling.

Forfatterne påpeker at miljøaktivistene ikke aner konsekvensene av de tiltak de vil innføre for å beskytte ozonlaget. Miljøaktivistene får store pengebeløp til rådighet fra store kjemiske industrikonsern som Du Pont i USA og Imperical Chemical i England. Disse vil tjene store penger på utskiftingen av KFK-gassen.

Haloner som brukes i brannsluknings-apparater har også en påstått skadelig effekt på ozonlaget. Det er meningen å skifte disse ut etter en viss tid. Forfatterne mener at dette vil føre til tap av menneskeliv fordi haloner er meget effektive til å stoppe en brann i fødselen.

Boka til Maduro og Schauerhammer er et kraftig varsko til forskere og miljøaktivister om ikke å rope ulv i tide og utide. Mange vitenskapsmenn ser sitt snitt til å oppnå forskningsmidler ved å dramatisere sine påstander unødig. Miljøaktivistene ser ofte for ensidig på en sak uten tanke på sidevirkningene.

Boka gjør vel neppe krav på å gi den hele og fulle sannhet om tilstanden for ozonlaget, men den skaper i alle fall en viss skepsis til mange forskningsmiljøer.

Åsmund Rabbe

∞

Innhold FFV 1992

Nr.1:
Fra Redaktørene 2
In Memoriam: Gunnar Randers
Tormod Riste 2
FFV Gratulerer 3
UiO – Fra Fysisk institutts historie
Trygve Holtebekk 4
Bucky Balls eller Fullerener
Olav Steinsvoll 11
Plasma- og gassutladningssymposiet 1992
Svein Sigmond 14
Indeks 1991 15
Nobelprisen i fysikk 1991
Tormod Riste 20
Debatt: Gymnasfysikken
Henning Knutsen 21
Konferanser: Spåtind 1992
Kjell Mork 22
Bokomtaler 23
Elgary og Hauge: Fra strålende objekter til sorte hull.
Del 2. Stjernehimmelen. Damm, 1990.
A.K. Raychaudhuri: Classical Theory of Electricity and
Magnetism. Oxford University Press, 1990.
Nye Doktorander
Dr.ing. Asgeir Bardal 25
Dr.scient. Åshild Fredriksen 25
Dr.ing. Jostein Mårdalen 26
Trim i FFV 27
Hva skjer 28
Nytt fra NFS 28
Årsmøte 1991
Reisestipend
Nye medlemmer
Fysikermøtet 1992 30

Nr.2:
Fra Redaktørene 34
FFV Gratulerer 34
Trim i FFV 35
Naturens krefter
Abdus Salam 36
Læringsmiljøet i fysikk
Carl Angell og Anders Isnes 48
Rondablikk 1991, del 2
Olav Steinsvoll 51
Bokomtaler 56
R.O. Dendy: Plasma Dynamics.
Clarendon Press, Oxford, 1990.
M. Riordan & D.N. Schramm: The Shadows of Creation.
Dark Matter and the Structure of the Universe.
W.H. Freeman and Company, 1991.
Nye Doktorander
Dr.philos. Eli Olaug Hole 58
Dr.scient. Viggo Hansteen 59
Nytt fra NFS 59
Nye medlemmer

Nr.3:
Fra Redaktørene 62
In Memoriam: Sverre Westin
Haakon Olsen og Torbjørn Sikkeland 62
FFV Gratulerer 63
Magnetisk levitasjon
T.H. Johansen, H. Bratsberg og A.T. Skjeltorp 64
Nøytronet 60 år
Olav Steinsvoll 70
Kommentar: Stefan-Boltzmanns lov
Ove Harang 76
Konferanse: Romforskning i Oslo
Per Maltby og Per Even Sandholt 77
Bokomtaler 78
Levente Szasz: The Electronic Structure of Atoms.
John Wiley & Sons, 1992.
Nye Doktorer
Dr.ing. Helge Nareid 79
Dr.ing. Trond Inge Westgaard 79
Trim i FFV 79
Hva skjer 80
Nytt fra NFS 80
Årsmelding
Nye medlemmer

Nr.4:
Fra Redaktørene 86
FFV Gratulerer 86
Goethes farvelære
Sven Oluf Sørensen 87
Relativistisk tid
Øyvind Grøn 93
Nøytronfysikkens utvikling
Olav Steinsvoll 100
Bokomtaler 107
Timothy Ferris: Mælkevejens Krønike.
Gyldendal Nordisk Forlag.
Nye Doktorer
Dr.ing. Lars Nils Bakken 109
Trim i FFV 109
Hva skjer 110
Nytt fra NFS 111
Priser til utdeling

∞

Forfatter–register

Angell, Carl og Anders Isnes:
Læringsmiljøet i fysikk 48
Bratsberg, H., T.H. Johansen, og A.T. Skjeltorp:
Magnetisk levitasjon 64
Grøn, Øyvind:
Relativistisk tid 93
Harang, Ove:
Kommentar: Stefan-Boltzmanns lov 76
Holtebekk, Trygve:
UiO – Fra Fysisk institutts historie 4
Holtebekk, Trygve:
Bokomtale: Elgarøy og Hauge:
Fra strålende objekter til sorte hull.
Del 2. Stjernehimmelen. Damm, 1990. 23
Holtebekk, Trygve:
Bokomtale: A.K. Raychaudhuri:
Classical Theory of Electricity and Magnetism.
Oxford University Press, 1990. 24
Isnes, Anders og Carl Angell:
Læringsmiljøet i fysikk 48
Johansen, T.H., H. Bratsberg og A.T. Skjeltorp:
Magnetisk levitasjon 64
Kildal, Asbjørn:
Bokomtale: R.O. Dendy: Plasma Dynamics.
Clarendon Press, Oxford, 1990 56
Knutsen, Henning:
Debatt: Gymnasfysikken 21
Knutsen, Henning:
Bokomtale: Michael Riordan & David N. Schramm:
The Shadows of Creation.
Dark Matter and the Structure of the Universe.
W.H.Freeman and Company, 1991. 57
Knutsen, Henning:
Bokomtale: Timothy Ferris:
Mælkevejens Krønike.
Gyldendal Nordisk Forlag. 107
Maltby, Per og Per Even Sandholt:
Konferanse: Romforskning i Oslo 77
Mork, Kjell:
Konferanse: Spåtind 1992 22
Olsen, Haakon og Torbjørn Sikkeland:
In Memoriam: Sverre Westin 62
Riste, Tormod:
In Memoriam: Gunnar Randers 2
Riste, Tormod:
Nobelprisen i fysikk 1991 20
Salam, Abdus:
Naturens krefter 36
Sandholt, Per Even og Per Maltby:
Konferanse: Romforskning i Oslo 77
Sigmond, Svein:
Plasma- og gassutladningssymposiet 1992 14
Sikkeland, Torbjørn og Haakon Olsen:
In Memoriam: Sverre Westin 62
Skjeltorp, A.T., T.H. Johansen og H. Bratsberg:
Magnetisk levitasjon 64
Steinsvoll, Olav:
Bucky Balls eller Fullerener 11
Steinsvoll, Olav:
Rondablikk 1991, del 2 51
Steinsvoll, Olav:
Nøytronet 60 år 70
Steinsvoll, Olav:
Nøytronfysikkens utvikling 100
Srensen, Sven Oluf:
Goethes farvelære 87

Helmut Ormestad og Otto Øgrim: Fysikk på roterommet. Leker og forsøk i skole og barnehage. Universitetsforlaget, 1992 (107 sider).

For vel 40 år siden starta Ormestad og Øgrim en serie radioprogram på grensa mellom opplysningsarbeid og underholdning. Programma blei samla i boka: **Pølser, fysikk og potetsalat**; en treffende tittel, spøkefull, og med filosofisk bunn. Fysikk har med dagliglivet å gjøre. Men boka og radioprogramma hadde en svakhet: Fysiske fenomener kan nok beskrives med ord, men det er ved å se eksperimenta eller sjøl gjøre dem at spenningen og gleden kommer. For fysikerne er derfor fjernsynet et mye bedre medium enn radioen.

Gjennom fjernsynsprogramma **Fysikk på roterommet**, blei Ormestad og Øgrim virkelig kjendiser. Jenter som gutter, eldre som yngre, satt fengsla ved TV-apparata og så på dem; den ene undrende, spørrende og tvilende, den andre allviter som kunne tilfredsstille nysgjerrigheten og i tillegg stille nye spørsmål. Men også fjernsynet har sin begrensning. Det hadde det i alle fall til videoene kom for fullt og programma kunne legges i boks og hentes fram ved passende høve. Snart gikk vi glipp av et program, snart glemte vi hvordan trikket var utført.

Med boka, som i stor utstrekning bygger på TV-programma, har de som engang så dem fått muligheten til sjøl å gjøre eksperimentene, eller i alle fall å prøve å få dem til, til egen og andres glede og undring eller ergrelse. Forfatterne er klar over at forsøk ikke alltid lykkes. *Vi fikk det best til på den måten... For oss viste det seg greiest å bruke...* er formuleringer som går igjen. Resultatet er sjelden sikkert, sjøl om forsøket er enkelt. Bare et lite misgrep, så skjer det noe annet enn vi venta, eller kanskje hender ingenting. Derfor virker det både skjemmende og skremmende når de starter med å kalle forsøka sine for *gjøringer*. Gjøre kan brukes i forskjellige sammenhenger, men når noe blir gjort, altså ved ei gjøring, er resultatet gitt, hva enten det dreier seg om bleieunger, kjedelige lekser eller en triviell jobb. Det som er gjort, er gjort. I fysikken *forsøker* vi å gjøre noe. Vi *eksperimenterer*, og de fleste barn, også de i førskolen, som mange av øvingene passer for, synes nok det er morsommere å komme heim og fortelle at de har vært med på et eksperiment enn å ha sett på ei gjøring. Ordet eksperiment kan nok virke både rart og vanskelig og bli nokså forvrengt, men mange barn liker å leike med rare ord, slik som Pippi Langstrømpe når hun skal si multiplikasjon.

Fysikk er i utgangspunktet ingen kostbar vitenskap. Det er å oppdage og utforske naturen med de midler vi til enhver tid har for handa. Har vi ikke ei knappenål, kan vi bruke en binders, en tegnestift *eller noe sånt*. Melkekartonger, papir, dorullkjerner, hyssingstumper og bestemors briller kan brukes til mangt. Trenger vi en speilbit og ikke nylig har knust et speil, går vi til nærmeste glassmester og ber om en bit som han ellers ville ha kasta. Ballonger og lommelyktbatterier må vi kjøpe. Utstyrslista på den siste sida i boka, er ikke ei liste over det utstyret som vi må ha, men snarere ei navneliste på ting som det kan bli bruk for, men som ikke finnes i alle heimer. Dessuten er det greit å vite forskjell på stikkontakt og støpsel og på lampeholder og sokkel.

Boka spenner over forsøk fra alle deler av klassisk fysikk. Atomer, elektroner, relativitetsteori og kvantefysikk er ikke nevnt med et ord. Det er grunnlaget for fysikken vi møter. I moderne fysikk bygger vi på forestillinger fra klassisk fysikk. Med modeller og abstraksjoner fra dagligliglivets erfaringer, er det blitt mulig å få en dypere innsikt i fysikkens problemer, men uten å ha møtt den fysiske, sansbare virkeligheten først ville avansert fysikk bli meningsløs. Ei fyldig innholdsliste gjør det lett å finne fram til det eksperimentet en er på jakt etter.

Utvalget av forsøk passer for barn på forskjellige alderstrinn, for foreldre som vil more seg sammen med barna, for lærere og klubbledere og for dem som vil underholde barn eller voksne i møter og selskaper. Her er nyttige tips (gas og kamfer kjøper du på apoteket) og gode skisser til forsøkene blandet med festlige tegninger av utøvere og iakttagere. Forsida vil sette de fleste i godt humør. Matematikk, formler og beregninger finnes ikke. Her er forbløffende tryllekunster, som å bære vann i sil eller holde det fulle vannglasset med bunnen opp. Her er leik med vind- og vannmøller, og vi lærer hvordan vi skal få til en skikkelig skruball. Etter hver "gjøring" kommer en enkel forklaring på hvorfor slike ting lar seg gjøre, fysikken bak eksperimentet.

Forsøkene er gjennomprøvde og stort sett ufarlige. Jeg ble riktig nok skremt da jeg leste om hvordan vi lettvint kan bruke ei flaske som rakett og sende den over et toetasjes hus. Noe beroliget blei jeg da jeg oppdaget at vi skulle bruke plastflasker, men siden forfatterne legger vekt på å bruke det vi til enhver tid har for handa, er det nok en viss fare for at noen kan fristes til å bytte plastflaska med ei glassflaske. Forhåpentligvis går ikke den like høyt. Jeg hadde også likt en bedre måte å lage røyk på enn ved å bruke sigaretter. Å bruke ei saks som lodd i loddsnor, høres bra ut, men hvor mange sakser er så symmetriske at de egner seg til det? Og hvorfor er det bare ved juletider at vi kan lage fine bilder av stearinlys ved hjelp av barberspeil?

Påstanden om at det ikke danner seg bobler i ren farris, kan jeg heller ikke godta. Oppfinneren av boblekammeret, D. A. Glaser, fikk idéen sin etter å ha sittet og stirret ned i ølglasset sitt på en pub i Ann Arbor, Michigan. Han trodde ølet var reint, men det danna seg likevel bobler i det. Så gikk han på laboratoriet og påviste spor av ioniserende partikler i overopphetet væske.

Språket er enkelt, korte setninger, ingen fremmedord uten behørig forklaring. Bare tre personer er nevnt med navn, Benham med Benhams skive, Galilei - for noe han ikke gjorde - og Descartes for kartesiske dykkere. Kanskje kunne også disse like gjerne vært utelatt. Noen vil ergre seg litt over de radikale språkformene, men ingen som er interessert i stoffet, bør la seg skremme av dem. Helt konsekvente er de vel heller ikke. Selv stussa jeg litt da jeg leste om et *dunkelt* rom, og at de holder på betegnelsen *vaterpass*, når alle sier vater. Jeg lurer også på om det er et salgsknep når de skriver *leker* og ikke *leiker* i undertittelen på boka.

Hvem boka er skrevet for? Det sier de selv i forordet: Unger, gamle fysikkleikere, førskolelærere og lærere. Blant FFVs lesere finnes det sikkert noen gamle fysikkleikere, og lærere i videregående skole kan både glede seg over boka og gjøre bruk av den i undervisninga si. Men de som virkelig vil ha nytte av den, er den store gruppa av lærere i barneskolen som hopper over fysikken fordi de aldri har lært faget og ikke har oppdaga at det er morsomt, men tror det er ubegripelig og kjedelig. Spørsmålet er bare hvordan disse skal bli kjent med boka.

Alle leker og forsøk blir i disse dager tilgjengelig på video fra forlaget (Akademika). Her demonstrerer forfatterne, i kjent roteromstil, sine ferdigheter. To timer og førti minutter vil koste ca. kr. 500.

Trygve Holtebekk

∞

Ray d'Inverno: Introducing Einstein's Relativity. Claredon Press, Oxford, 1992, £22.50

Relativitet og tilgjengelighet

Den store, engelske astrofysiker Arthur S. Eddington ble ifølge ryktene en gang spurt om det var riktig at bare tre personer forsto Einsteins generelle relativitetsteori. Eddington tenkte og mumlet, og den utålmodige journalisten ba ham slutte å være beskjeden. "På ingen måte," svarte Eddington, "jeg prøver å finne ut hvem den tredje kan være." Slik fikk kanskje Einsteins teori for gravitasjon sitt rykte for å være matematisk uoverkommelig.

Men dette ryktet er ganske ufortjent, og ei ny lærebok som nå foreligger, viser dette til fulle. Ray d'Inverno har skrevet boka "Introducing Einstein's Relativity", og den er antagelig det beste *pedagogiske* opplegget for denne fysiske teorien.

d'Inverno går forsiktig til verks. Først kommer 60 sider med spesiell relativitetsteori som både er tilstrekkelig introduksjon for den ukjente og nyttig repetisjon for den viderekomne. På fattige 50 nye sider blir så tensorregningen gjort kjent for leseren. d'Inverno har her valgt det klassiske opplegget for tensorregningen. Han benytter seg av indekser. Flere moderne tekster holder seg derimot til et koordinatfritt opplegg. Det gir muligens en bedre geometriforståelse, men det tar kjedelig og slitsom lang tid uten å bedre fysikkforståelsen. Når en i praksis skal gjøre en skikkelig regning med tensorer, må en likevel inn med indekser i alle fall. Forfatteren legger heller ikke skjul på at tensorregning ikke er en disiplin for den late. Han sier rett ut at øvelsene i dette avsnittet er helt nødvendige for tilegnelsen.

Hvert avsnitt har fått sine øvelser med fasit. Dessuten er mange små utledninger i teksten overlatt til leseren som øvelse. Min egen erfaring tilsier at den ivrige og arbeidsvillige student trenger å gjennomføre disse arbeidene for å bli familiær med begreper og tenkemåte.

d'Inverno vil altså at leseren skal få fysisk forståelse. Derfor følger han den tankegangen Einstein selv tok da vårt århundres største fysiker utviklet den relativistiske teori for gravitasjon. d'Inverno diskuterer så i full bredde Machs prinsipp, ekvivalensprinsippet og prinsippet for generell kovarians. Jeg synes han når fram til Einsteins feltlikninger på en overbevisende måte.

Dette opplegget munner da ut i diskusjon av tre hovedemner: sorte hull, gravitasjonsstråling og kosmologi. Angående siste emne, så synes jeg d'Inverno kunne spart seg for de tre sidene med den steindøde steady-state teorien. Selv ville jeg foretrukket et lite avsnitt om relativistiske stjerner og gravitasjonskollaps som innledning til avsnittet om sorte hull. Det er heller ikke sant at den akseptable løsningen på hvorfor nattehimmelen er mørk, er at universet utvider seg. Et pionerarbeid ble her gjort av E.R. Harrison, og et meget instruktivt arbeid er utgitt av Stabell, Valle og Wesson. Det viser at det er mørkt om natta fordi universet ikke har vært til fra evighet av.

Det finnes noen skjemmende trykkfeil i denne boka, men jeg tror ikke at den oppmerksomme leser vil bli

særlig forvirret av dem.

En kan så spørre om vi egentlig har bruk for enda ei ny bok i relativitetsteori. Fremdeles kan de klassiske bøkene til Eddington og Tolman fra før krigen leses med stort utbytte. Etterkrigstiden, og særlig relativitetseksplosjonen i 1960-årene, har gitt støtet til en sann overflod av forskjellige introduksjonsbøker. Men jeg tror d'Invernos bok er eksistensberettiget. Forfatteren fortaper seg ikke i intrikat formalisme, men gir leseren en innsikt i de mysteriene som gravitasjonsteorien er opptatt av. Med denne lettleste boka som grunnlag kan han ta fatt på forskingslitteraturen; for fysikk er nemlig både spennende og morsomt.

Henning Knutsen

∞

J.M. Hansteen (ed.): THE NOBEL JUBILEE 1991, Science and Technology – Impact on Society and Environment – A Mini Symposium at The University of Bergen.

Den 10. desember 1991 feiret Nobelstiftelsen 90-års jubileum for opprettelse av Nobelprisene. De fleste nålevende prisvinnere samlet seg i Stockholm til feiringen. På vei til Stockholm besøkte to prisvinnere i fysikk, Wolfgang Paul og James W. Cronin, Universitetet i Bergen hvor de foreleste over nøytroner og astrofysikk. Når Nobelpristagere samles og foreleser inspirert over sine yndlingsemner, vekkes refleksjoner hos tilhørerne. Slike refleksjoner endte i et minisymposium ved Fysisk institutt, Universitetet i Bergen, 4-6. desember 1991. Symposiet ble annonsert over tema: SCIENCE AND TECHNOLOGY – IMPACT ON SOCIETY AND ENVIRONMENT. Foreleserne ved symposiet var professorene Gunnar Aksnes, Arnfinn Graue og Ulf Lie fra henholdsvis Kjemisk institutt, Fysisk institutt og Miljøsenteret ved Universitetet i Bergen, direktør Jan S. Johannesen ved Høyteknologisenteret i Bergen, formannen i NAVFs styre Einar Steensnæs, og direktør Rolf Skår fra NTNF.

Det er nyttig at professor J. M. Hansteen har samlet foredragene i en bok som er publisert av Universitetet i Bergen. Han har også utstyrt dem med innledning og kommentarer.

Foredragene gir nyttig faglig informasjon, men er kanskje først og fremst interessante innblikk i debatten på et område der vitenskap, politikk og personlige oppfatninger lett blandes. Også de lange diskusjonene etter hvert foredrag bar bud om dette. Boken gir derfor innsyn i den viktige diskusjonen om forholdet vitenskap - industri - samfunn - miljø som pågår i dag. Synspunkter blir presentert, mulige veier til problemenes løsning blir diskutert, men noen endelig felles konklusjon trekkes ikke. Interessant er det å observere at den ene prisvinner syntes svært pessimistisk på menneskenes og jordens vegne, mens den andre var tilsvarende optimistisk.

For interesserte kan boken bestilles fra Fysisk institutt, Universitetet i Bergen.

Gunnar Løvhøiden

∞

Nils H. Fløttre: Bevegelse i rommet. Tilvalgsstoff i fysikk, 3FY. Universitetsforlaget, 1993, kr 55.

I romfartens tidsalder

Astronomi og himmelmekanikk har nå lenge hatt en sørgelig svak stilling i norsk utdannelse. En minnes med vemod den tiden da reallinjen hadde en time totalt unyttig astronomi i uken. Men det ble betraktet ganske så nødvendig for allmenn dannelse for realister. Derfor må en sette pris på at Nils H. Fløttre nå har utgitt et hefte "Bevegelse i rommet" for bruk i den videregående skolen.

Heftet starter med å presentere Keplers lover og Newtons gravitasjonslov. Disse lovene blir så brukt til å diskutere raketter og satelitters baner i solsystemet og omkring vår egen jord.

Dessverre mangler norske gymnasiaster forutsetninger for å følge utledningen av gravitasjonsloven. Men Fløttre antyder i alle fall hvordan det kan gjøres. I hovedteksten blir heller ikke Keplers lover utledet fra Newtons lover. Men det rike oppgavestoffet i dette heftet spiller en særdeles viktig rolle for å få skikkelig tak i innholdet. Flinke og arbeidssomme elever vil faktisk gjennomføre mesteparten av utledningen når de løser de mest avanserte oppgavene.

Det er særlig gledelig at både tekst og oppgaver i heftet viser betydningen av de klassiske kjeglesnittene i den analytiske plangeometrien. Avsnittet om himmelkoordinater virker derimot uinspirert og nærmest uten motivasjon. Jeg ser heller ingen grunn til å sløyfe utledningen av formlene for kulekoordinater. Det ville gitt en kjærkommen øvelse i bruk av romsansen, noe som er mangelvare i dag.

Jeg nekter også å være med på at uttrykket for den potensielle energien er det samme når en tar jordoverflaten som nullnivå som når en setter nullnivået til å være det uendelig fjerne. Her har en jo i tillegg til fortegnskiftet også forskjellig tolkning av sym-

bolene. En burde vel heller sagt at uttrykkene minner om hverandre.

Til slutt vil jeg påpeke at de mest vesentlige likningene burde bli nummerert. Heftet ville nok da bli mer behagelig å benytte; for jeg vil virkelig håpe at dette heftet vil bli benyttet. Det fortjener både stoffet og forfatteren.

Henning Knutsen

∞

Trim i FFV

FFVT 1/93

Hva er siste siffer i

$$(...((7^7)^7)^7.....)^7,$$

der det er opphøyd i sjuende potens 1000 ganger?

Løsning FFVT 4/92

Spørsmålet var *når* et jevnt snøfall tok til hvis en brøytebil som startet ved midnatt brøytet 2 mil den første timen og 1 mil den neste.

La t være tid målt i timer etter snøfallets begynnelse, og la T være tidspunktet da brøytingen startet. De oppgitte brøytelengder gir at

$$\int_T^{T+1} v(t)\,dt = 2\int_{T+1}^{T+2} v(t)\,dt,$$

der $v(t)$ er bilens hastighet ved tida t. Hastigheten til Gamle Trofast var omvendt proporsjonal med snødybden, og snødybden er proporsjonal med tida t ved jevnt snøfall. Når en utfører integrasjonen med $v(t) = \text{konst}/t$ fås

$$\ln\frac{T+1}{T} = 2\ln\frac{T+2}{T+1} = \ln\left(\frac{T+2}{T+1}\right)^2$$

Dette er oppfylt for $(T+1)^3 = T(T+2)^2$, eller $T^2 + T = 1$. Dvs. $T = (\sqrt{5}-1)/2 = 0.618$ time = 37 min. Snøfallet tok altså til klokken 23^{23}.

∞

Nye Doktorer

Sverre Jakob Alvsvåg

Sverre Jakob Alvsvåg forsvarte 30. oktober 1992 sin avhandling *The FASTBUS trigger modules for the SAT detector in the DELPHI experiment at LEP, CERN* for dr.scient.-graden.

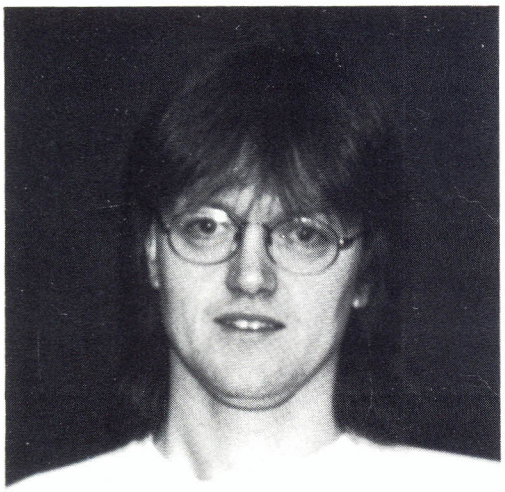
Alvsvågs doktorarbeid er utført ved Fysisk institutt, Universitetet i Bergen, innenfor gruppen for partikkelfysikk. Gruppen utviklet og bygget det elektromagnetiske kalorimeteret SAT, som siden 1989 har vært benyttet som luminositetsmåler for DELPHI-eksperimentet ved LEP.

DELPHI-detektoren har et komplekst triggersystem i flere nivåer, som i løpet av brøkdeler av et sekund skal avgjøre om resultatet av en e^+e^--kollisjon er interessant nok til at data skal leses ut av detektoren; en rask filtrering er nødvendig med de store datamengdene som produseres.

SAT, Small Angle Tagger, måler Bhabha-spredning ved små vinkler. Alvsvåg begynte utviklingen av det elektroniske triggersystemet for SAT allerede mens han var hovedfagsstudent; han har videreutviklet systemet og hatt driftsansvaret for det. SATs datainnsamlings- og trigger-system, som er utviklet innenfor FASTBUS-standarden, er innpasset i det generelle DELPHI trigger-systemet, og det har vist seg å være en av DELPHIs mest driftssikre komponenter.

Alvsvåg tok cand.scient.eksamen ved Universitetet i Bergen i 1987 og han hadde utdanningsstipend fra NAVF i perioden 1.1.1988–30.9.1992. Han er for tiden vitenskapelig assistent ved Fysisk institutt, Universitetet i Bergen, men vil fra 1.1.1993 igjen ha lønn fra forskningsrådet for fortsatt arbeid innenfor LEP/DELPHI-prosjektet.

Knut Steinar Bjørkevoll



Knut Steinar Bjørkevoll forsvarte 23. april 1992 avhandlinga *Virtual two-loop corrections to Bhabha scattering* for dr.scient.-graden.

Doktorgradsarbeidet til Bjørkevoll er utført ved Fysisk institutt, Universitetet i Bergen, ved gruppa for teoretisk partikkelfysikk.

Bhabha-spreiing, som til lågaste orden er elastisk spreiing mellom elektron og positron, blir brukt for å bestemme luminositeten ved elektron-positron kollisjonar ved f.eks. LEP-akseleratoren ved CERN. Eit viktig mål for LEP-eksperimentet er å teste standardmodellen for svake- og elektromagnetiske krefter med størst mogeleg presisjon.

Kor presist ein får testa standardmodellen, avheng mellom anna av kor nøyaktig luminositeten blir bestemt. Det er venta at den eksperimentelle uvissa ved måling av tverrsnittet for Bhabha-spreiing ved små vinklar, vil kome ned mot 0.1 %. Det vil vere ynskjeleg å kunne rekne ut tverrsnittet teoretisk med minst like høg presisjon. Slike utrekningar må ta med både fyrste- og andre ordens korreksjonar til lågaste ordens perturbasjonsteori. Fram til no er dette berre delvis gjort fordi utrekningane er svært kompliserte og omfattande.

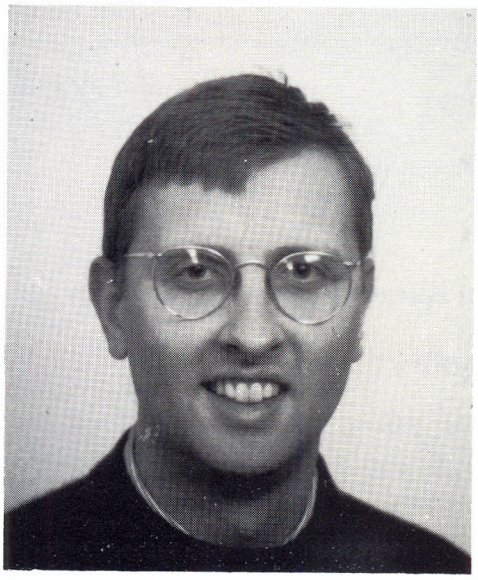
Avhandlinga inneheld analytiske utrekningar av ein del andre ordens korreksjonar som ikkje har vore kjende tidlegare. Utrekningane er ikkje eksakte, men det er berre gjort tilnærmingar som er gode under forhold som er aktuelle ved luminositesmålingar (små vinklar og høge energiar).

Utrekningane er inspirerte av liknande utrekningar som har vore gjort i ϕ^3 -teori. Spesielt nyttig var det å ta i bruk Mellin-transformasjonar som er blitt tilpassa for bruk ved Bhabha-spreiing. Desse transformasjonane gjer det mogeleg å omforme skalære integral til komplekse konturintegral som er enklare å handtere.

Dei svært tidkrevjande utrekningane er delvis blitt automatiserte ved hjelp av dataprogram som kan utføre algebraisk manipulasjon (MAPLE og REDUCE).

Bjørkevoll tok cand.scient.eksamen ved Universitetet i Bergen i 1988, og har hatt doktorgradsstudiet finansiert av NAVF frå 1.1.1989 til 15.4.1992. Han arbeider no ved Rogalandsforskning si avdeling i Bergen.

Jon Thomas Kringlebotn



Sivilingeniør Jon Thomas Kringlebotn fra Trondheim har tatt graden doktor ingeniør ved Norges tekniske høgskole med avhandlingen *Fiber optic recirculating – ring delay lines and ring resonators with doped fiber amplifiers*.

Fiberoptiske forsterkere har i løpet av de siste fem årene revolusjonert fiberoptisk telekommunikasjon, hovedsakelig på grunn av evnen til å kompensere for optisk effekttap. Fiberoptiske ringer er viktige komponenter i mange fiberoptiske sensor- og signalbehandlings-systemer, der de blant annet benyttes som resonatorer og optiske forsinkelseslinjer.

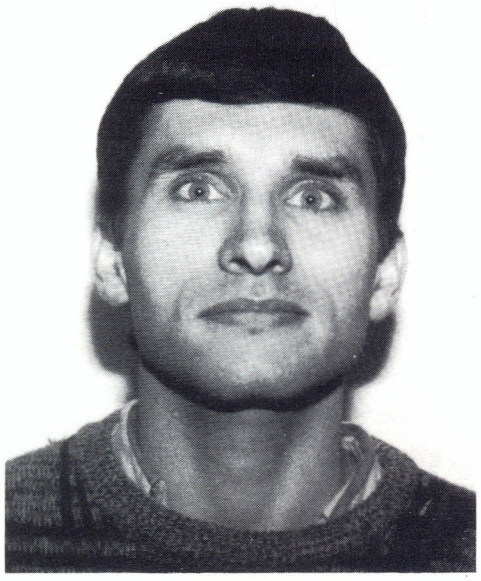
Kringlebotns avhandling viser eksperimentelt og teoretisk hvordan ytelsen av systemer basert på en slik ring forbedres ved å inkludere en fiberfosterker i ringen.

Ved siden av effekttap, er støy den viktigste begrensingen i fiberoptiske systemer. Kringlebotn presenterer for første gang en teoretisk og eksperimentell analyse av støy i en fiberoptisk ring med fiberforsterker. Denne støyanalysen vil være svært nyttig for å vurderer bruken av fiberforsterkere i framtidige fiberoptiske systemer.

Prosjektet er utført ved Institutt for fysikalsk elektronikk med professor Kjell Bløtekjær som hovedfaglærer og faglig veileder.

Jon Thomas Kringlebotn ble utdannet ved Avdeling for fysikk og matematikk i 1989 og er for tiden gjesteforsker ved Optoelectronics Research Center, Southampton.

Bjørnar Lund



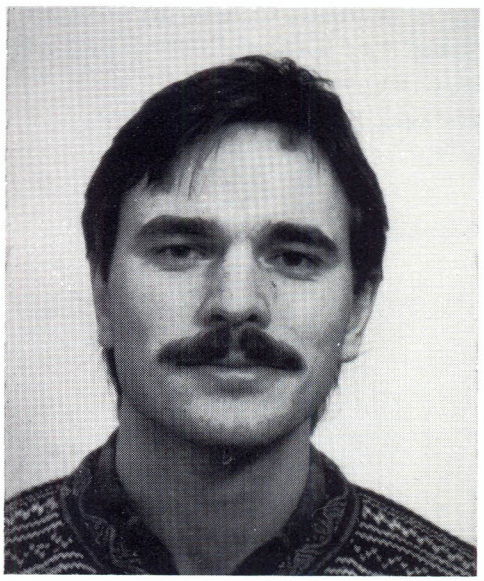
Bjørnar Lund, Institutt for fysikalsk elektronikk, Universitetet i Trondheim, NTH, Forsvarte den 18. september 1992 sin avhandling *Monte Carlo Simulation of Charge Transport in Semiconductors and Semiconductor Devices* for dr.ing.-graden.

Bjørnar Lund er siv.ing. fra NTH, 1987, Avdeling for fysikk og matematikk. Doktorgradsarbeidet er innen området halvleder komponentfysikk, og er konsentrert om studier av ladningstransport i teknologisk viktige halvledere og halvlederkomponenter ved bruk av selvkonsistent ensemble Monte Carlo teknikk. Avhandlingen har særlig bidratt til forståelse av høyfelts transportegenskaper til hull i f.eks. GaAs, og resultatene er viktige for utviklingen av høyhastighets komplementær logikk basert på III-V-halvledere.

Arbeidet er utført i hovedsak ved NTH, men også delvis ved Department of Electrical Engineering, University of Virginia. Veileder for doktorgradsarbeidet har vært professor Tor A. Fjeldly, Institutt for fysikalsk elektronikk, NTH.

Bjørnar Lund har siden mars 1992 vært ansatt som postdoc i gruppen til professor Michael Shur ved University of Virginia.

Olav-Magnar Nes



Olav-Magnar Nes disputerte for dr.ing.-graden ved Institutt for fysikk, NTH, den 1. desember 1992. Avhandlinga har tittelen *Construction and application of a vibrating reed apparatus to perovskites: High-T_c superconductors and $SrTiO_3$.*

Nes har bygd opp eit heilt nytt utstyr for elastiske studier av faste stoff. Ei tunge ("reed") av materialet blir spent fast i eine enden medan den frie enden blir driven til vibrasjon av eit elektromagnetisk felt i kHz-området. Ved å sveipe frekvensen kan ein drive systemet gjennom resonans og bestemme nøyaktig mekanisk Q-faktor, som gir demping, og resonansfrekvensen, f_r, som gir elastisk konstant. Dermed er full karakterisering av materialet med omsyn til elastiske eigenskapar mogeleg. Utstyret kan styrast frå PC der f_r og Q blir målte som funksjon av temperatur og andre variable.

Utstyret er brukt til studier av diverse høg-T_c superleiande material og til påvising av elastiske anomaliar elles. Ein ny faseovergang ved 150 K i $YBa_2Cu_4O_8$ med Ca-substitusjon er påvist. Ein mogeleg faseovergang i superleiande fase er også observert.

Etter forslag frå nobelprisvinnaren K. Alex Müller vart eit delprosjekt utført på $SrTiO_3$ for å undersøkje om ein ny type kvantekoherent tilstand som er foreslått kan eksistere under ca. 40 K i dette materialet. Resultata så langt tyder på at idéen kan vere rett.

Nes har publisert ei rekkje artiklar om arbeidet sitt i internasjonale tidsskrift i samarbeid med medlemer i superleiargruppa ved NTH og med grupper i Japan og Europa. Professor Kristian Fossheim har vore hovudfaglærar for arbeidet.

Tema for prøveforelesinga var: *Acoustic and opti-*

cal phase conjugation: Mechanisms and applications.

Sensurkomitéen var følgjande: Professor Dr. Walter Arnold, Fraunhofer-Institut, Saarbrücken, seniorforskar dr.ing. Leif Bjerkan, SINTEF-DELAB, og professor Kristian Fossheim, NTH.

Olav-Magnar Nes er nå tilsett som forskar ved IKU-SINTEF.

Rudie Spooren

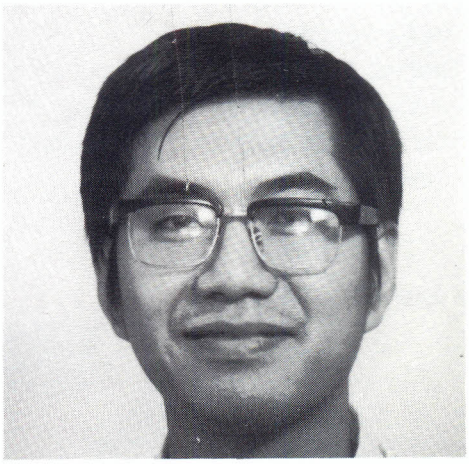
M.Sc. Rudie Spooren fra Vlijmen i Nederland har tatt graden doktor ingeniør ved Norges tekniske høgskole med avhandlingen *Pulsed Video Speckle Interferometry*. Arbeidet er utført ved Institutt for fysikk med professor Ole Johan Løkberg som hovedfaglærer og faglig veileder.

Denne spesielle optiske målemetode blir brukt til å studere ulike objekter under forskjellige former for deformasjon og vibrasjon.

Bruk av pulsete lasere gjør det mulig å benytte metoden også under ustabile forhold, noe som for eksempel ofte kan være tilfelle i industrien. Spoorens avhandling gir en bedre forståelse av problemene ved denne målemetoden. Han har utviklet et nytt måleprinsipp som har forbedret metoden vesentlig, og som kan bety et gjennombrudd for bruk av pulset video speckle interferometri i praktiske anvendelser. Mulighetene for å bruke denne teknikken i industriell, biologisk og biomedisinsk forskning er store.

Rudie Sprooren ble utdannet Master of Science ved Universitetet i Nijmegen i 1988. Han er nå ansatt i Conoptica A/S i Klæbu.

Wu Ting



Wu Ting disputerte for dr.ing.-graden ved Institutt for fysikk, NTH, den 20. november 1992. Avhandlinga har tittelen *Structural instabilities and phase transitions in high-T_c cuprate superconductors.*

Wu Ting har utført omfattande teoretiske og eksperimentelle undersøkingar av La- og Y-baserte høg-T_c superleiarar. Meste arbeidet er lagt i å studere dei strukturelle ustabilitetane i desse systema, teoretisk ved Landau-teori, eksperimentelt ved ultralydmåling av elastiske eigenskapar, og ved varmekapasitetsmålingar.

I det teoretiske arbeidet er det gjort ein fullstendig analyse av mogelege strukturelle fasar i La-baserte system. Eksperimentelle observasjonar frå eige og andre arbeid gir god støtte til teorien.

I $YBa_2Cu_4O_8$-systemet er det påvist ein ny faseovergang som er indusert ved Ca-substitusjon. Varmekapasitetsmåling og ultralydmåling gir klart bevis for faseovergangen.

I avhandlinga er det gjort greie for modellar til forklaring av elastiske anomaliar som er observerte i $YBa_2Cu_3O_7$-systemet. Han har publisert ei rekkje artiklar over arbeidet.

Wu Ting har hatt utstrakt samarbeid med utanlandske grupper, mellom andre Superconductivity Research Lab i Tokyo og National Telegraph and Telephone Company.

Hovudfaglærar var professor Kristian Fossheim.

Wu Tings prøveforelesing var over temaet: *The physics of the superfluid phases of ^3He.*

Senurkomitéen var følgjande: Professor Bruno Lüthi, Frankfurt Universitet, forskar dr.ing. Erik Sandvold, Norsk Hydro, og professor Kristian Fossheim, NTH.

Wu Ting er engasjert som forskar ved SINTEF Anvendt fysikk, i eit nordisk prosjekt for utvikling av høg-T_c superleiande kabel.

∞

Hva skjer

Lars Onsager Symposium 2. – 4. juni 1993

I 1993 er det 90 år siden Norges store teoretiker Lars Onsager ble født, og 25 år siden han fikk Nobelprisen i kjemi. Dette vil bli feiret ved hans *alma mater* i Trondheim på tre ulike vis.

En årlig **Lars Onsager Lecture** er blitt instituert ved NTH. Det første Onsager-foredraget holdes 2. juni i år av professor Michael E. Fisher, University of Maryland: *Lars Onsager 1903 - 1976: Theorist for the Twentieth Century.*

For det andre, har en donasjon fra Norsk Hydro gjort det mulig å invitere en årlig **Onsager Professor** til et 3 - 6 mnd's gjesteprofessorat ved Universitetet i Trondheim. Førstemann ut er professor George Stell, State University of New York at Stony Brook.

For det tredje, har fysikk-, matematikk- og kjemimiljøene ved NTH gått sammen om å arrangere et **Lars Onsager Symposium** 2. - 4. juni 1993. De to hovedemnene ved symposiet er Faseoverganger og Koplede transportprosesser. Plenarforedrag holdes av R. Baxter (Canberra), M.E. Fisher (Maryland), H.L. Friedman (Stony Brook), J.L. Lebowitz (Rutgers), H.N.W. Lekkerkerker (Utrecht), E.H. Lieb (Princeton), J. Nagle (Carnegie Mellon) og G. Stell (Stony Brook).

Nærmere opplysninger kan fås av:
P.C. Hemmer, Institutt for fysikk, NTH
(e-mail: hemmer@phys.unit.no ; fax: 07-593372).

EPS 9 – Trends in Physics

holdes 14. - 17. september i Firenze.
Kontakt Gerd Jarrett for nærmere informasjon.

Rondablikkseminaret 1993

Rondablikkseminaret 1993 vil bli holdt på Rondablikk Høyfjellshotell 23. - 26. september. Fem inviterte forelesere har bekreftet at de kommer:

G. Stell, Stony Brook: *Onsager memorial Lecture.*
L. Torell, Gøteborg: *Glasy Systems, experiments.*
P. Olsson, Umeå: *Flux Dynamics, theory.*
H. Herrmann, Jülich: *Porous Media, theory-simulation.*
K. Ensslin, München: *Nanostructures, experiments.*

I tillegg kommer IBMs prisforedrag, en sesjon for generelle emner, og tid for korte innlegg og postere. Som i fjor vil det være en del stipend fra NAVF for hovedfagsstudenter og fra NFS for doktorgradsstudenter. Detaljerte opiysninger vil bli sendt ut senere.

Seminar i Petroleumsfysikk

Petroleumsgruppa i NFS arrangerer et seminar i Trondheim 23. - 24. august 1993. Inviterte foredrag vil bli holdt innenfor følgende tema:

Flerfasestrømning i rør.
Væskeeigenskapar v/ Michelsen, DTH.
Seismikk v/ A. Nuhr.
Porøse media v/ Lenormand, IFP.
Fluiddynamikk v/Hinch, Cambridge.

I tillegg blir det korte innlegg fra deltakerne.

Nærmere opplysninger og påmelding til begge seminarene ved henvendelse til Gerd Jarrett. Adresse på baksiden av bladet.

∞

Nytt fra NFS

FYSIKERMØTET 1993 og KVINNESEMINARET "KLART DET GÅR"

Det er Oslo som står for tur til å arrangere årets Fysikermøte. Selve Fysikermøtet går over to og en halv dag; det starter tirsdag morgen 8. juni og avsluttes til lunsj torsdag 10. juni. Men forut for dette har vi et interessant 'preludium'. Norsk Fysisk Selskaps Nettverk for kvinner i fysikk inviterer mandag 7. juni til seminar: Kvinner i fysikk; "Klart det går". Vi håper på god oppslutning, spesielt fra kvinnelige fysikere. Påmeldingen til seminaret kan gjøres sammen med påmeldingen til Fysikermøtet, og arrangørene ser gjerne også mannlige deltakere i salen!

Til det faglige programmet for Fysikermøtet har vi fått en rekke gode foredragsholdere. Det faglige innhold har stor spennvidde, fra supernova, 'black holes' og bruk av radarer i den øvre atmosfære og romforskning, til fullerener og observasjoner i mikrokosmos. Avslutningsforedraget av nobelprisvinneren Henry W. Kendall: *The future of our globe seen by a physicist* bør kunne interessere og engasjere de fleste, også utenfor fysikernes rekker.

Onsdag er møtet lagt til Norsk Teknisk Museum. Her kan vi, i tillegg til den faglige delen, blant annet lokke med miljøutstillingen "Deilig er den himmel blå" i en utvidet lunsjpause.

I det sosiale programmet inngår et uformelt "Fysikertreff" mandag kveld og utflukt til Holmsbu Billedgalleri med Sven Oluf Sørensen som guide, på tirsdag. Festmiddagen onsdag vil få en verdig ramme i Det Norske Videnskaps-Akademis lokaler.

Fysikkbygningen står (nesten) ferdig oppusset, vi

har bestilt nydelig junivær, og vi håper på stor oppslutning om årets Fysikermøte. VEL MØTT I OSLO I JUNI!

Hilsen arrangementskomitéen.

∞

Reisestipend til Fysikermøtet 1993 for lektorer og hovedfagsstudenter

Styret i NFS har bevilget penger til reisestipend for lektorer og hovedfagsstudenter som ønsker å delta på Fysikermøtet i Oslo i mai 1993. Maksimalt beløp er minipris med fly. De som mottar stipend slipper å betale registreringsavgift. Søknad sendes til styret ved Gerd Jarrett. Se adresse på bladets bakside.

∞

ÅRSMØTET 1993

Norsk Fysisk Selskap innkaller herved til årsmøte på Teknisk Museum i Oslo, onsdag 9. juni kl. 10.00. Saker som ønskes tatt opp under eventuelt må være innsendt til styret senest 3 uker før møtet.

Sakliste:

1. Godkjenning av innkalling og sakliste.
2. Referat fra årsmøtet 1992 (se nedenfor).
3. Årsmelding.
4. Norsk Fysikkråd.
5. Regnskap for NFS og FFV.
6. Budsjett for 1993 og 1994 for NFS og FFV.
7. Valg:
   a) Visepresident
   b) 2 styremedlemmer
   c) 2 varamedlemmer
   d) Revisorer
   e) Valgkomité
8. Fysikermøtet 1994.
9. Eventuelt.

Februar 1993
Styret

∞

ÅRSMØTET 1992

Norsk Fysisk Selskap hadde årsmøte på Høgskolesenteret i Stavanger tirsdag 24. juni 1992 kl. 09.15. Presidenten, Thormod Henriksen, ønsket velkommen til møtet.

Sakliste:

1. Godkjenning av innkalling og sakliste
2. Referat fra årsmøtet 1991 (se FFV Nr. 3 1991)
3. Årsmelding
4. Norsk Fysikkråd
5. Regnskap for NFS og FFV for 1991
6. Budsjett for 1992 og 1993 for NFS og FFV
7. Valg:
   a) President
   b) 1 styremedlem
   c) 1 varamedlem
   d) Revisorer
   e) Valgkomité
8. Fysikermøtet 1993
9. Eventuelt

Pkt. 1.
Innkallingen og saklisten ble godkjent.

Pkt. 2.
Referatet fra årsmøtet 1991 ble godkjent.

Pkt. 3.
Årsmeldingen var lagt ut som møtedokument. Den er nå også trykket i Fra Fysikkens Verden Nr. 3 1992. Presidenten kommenterte en del av punktene i innkallingen, og saklisten ble godkjent. Selskapet har nå 789 medlemmer og hadde inntil nylig 3 æresmedlemmer. Presidenten mintes Sverre Westin, som var æresmedlem fra 1972, og takket for alt han hadde utrettet for selskapet.

Økonomien både til selskapet og Fra Fysikkens Verden, er bra. Selskapet støttet i 1991 faggruppene med i alt kr. 36.550,- til reisestipend til hovedfags-/doktorgradsstudenter. Styret så gjerne at flere søker stipend. Når det gjaldt faggruppene, henviste Henriksen til de utlagte rapportene. Han opplyste at det har vært en omorganisering innen gruppen for Akustikk; det er oppnevnt et nytt styre med H. Hobæk, leder, H.E. Engan og M. Vestrheim.

Gruppen for Optikk, atom- og molekylærfysikk med spektroskopi heter nå bare gruppen for Optikk.

Fysikkolympiaden arrangeres i år i Helsingfors; i 1996 er det Norges tur. F. Ingebretsen og E. Østgaard vil delta som observatører fra oss.

E. Osnes er valgt inn i styret til European Physical Society som nordisk representant etter Hans Ryde. Det arbeides fremdeles med omorganiseringen av EPS og med forslaget om at alle selskap skal betale samme kontingent enten de har 500 eller 20 000 medlemmer.

Når det gjaldt Undervisningsprisen, har det ikke lykkes å komme opp i stor nok sum enda, slik at noen

pris kan utdeles i år. Oppfordringen til medlemmene om å betale kr. 100,- ekstra i kontingent i år har bare innbrakt ca. kr. 16.000,- hittil. Det var enighet om å gå ut med samme oppfordring neste år.

Årmeldingen ble godkjent.

Pkt. 4.
Det vises til årsmeldingen fra Norsk Fysikkråd

Pkt. 5.
Regnskapet for NFS ble godkjent med et overskudd på kr. 76.130,55 og en beholdning på kr. 515.490,73. Regnskapet for FFV ble godkjent med et overskudd på kr. 46.978,20 og en beholdning på kr. 225.071,20.

Pkt. 6.
Budsjettene for NFS og FFV for 1992 og 1993, ble godkjent uten kommentarer.

Pkt. 7.
Egil Leer ledet valget i valgkomitéens fravær. Følgende ble valgt (fra 1.1.1993):

Styremedlem (2 år): Erlend Østgaard (ny)
Varamedlem (2 år): Unni Pia Løvhaug (gjenvalg)

Revisor FFV (1 år): Øivind Hauge (gjenvalg)
Vararevisor (1 år): Bjørn Slagsvold (gjenvalg)

Valgkomité (1 år): Tore Amundsen (gjenvalg)
Johannes M. Hansteen (gjenvalg)
Ove Havnes (ny)

Alle valgene var enstemmige.

Det er styret som foreslår medlemmer til Norsk Fysikkråd, og for perioden 1.1.93 til 31.12.94 foreslo styret gjenvalg på de nåværende medlemmene:

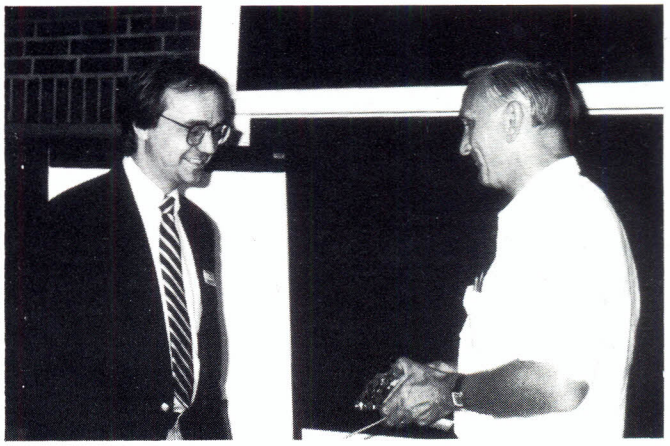
Jan S. Johannessen	Dag Slotfeldt-Ellingsen
Bjørn Berre	Rune Time
Marianne Foss	Anne Grete Frodesen
Thormod Henriksen	Berit Kjeldstad

Styrets forslag ble enstemmig vedtatt.

Pkt. 8.
E. Osnes ønsket Fysikermøtet velkommen til Oslo i 1993. Nærmere tidspunkt vil bli bestemt senere.

Pkt. 9.
a) Æresmedlemmer: På Fysikermøtet 1991 ble Eivind Osnes utnevnt som æresmedlem i selskapet; men siden Osnes da befant seg i USA, ble overrekkelsen av gave og diplom nå foretatt av presidenten.

Etter denne overrekkelsen opplyste presidenten at styret hadde besluttet å utnevne Haakon Olsen som æresmedlem for hans store innsats for norsk fysikk,



Torstein Jøssang mottar IBMs pris av Johnny Petersen.

for mange års arbeid som redaktør av Fra Fysikkens Verden, og som medlem av styret siden 1987. (Dvs. det var styret uten deltagelse av H. Olsen som hadde besluttet dette. Styret hadde også mottatt forslag fra andre medlemmer om at H. Olsen måtte bli utnevnt som æresmedlem.) Haakon Olsen fikk så overrakt gave og diplom.

b) Prisoverrekkelse: IBMs Fysikkpris er i år tildelt Jens Feder og Torstein Jøssang fra Fysisk institutt i Oslo. Johnny Petersen fra IBM, Bergen, overrakte sjekk og gave til Jøssang. Feder var dessverre ikke tilstede, så han vil få sitt overrakt senere. Etter kaffepausen holdt Jøssang prisforedraget.

c) Presidenten takket medlemmene for fremmøtet. Han takket også styret og sekretæren for godt samarbeid gjennom året.

Referent Gerd Jarrett

∞

TEORETISK FYSIKK MØTE PÅ UTSTEIN

Faggruppen for generell teoretisk fysikk organiserte i helgen 13.–15. november 1992 et faglig møte på Utstein kloster, Mosterøy.

Der var 26 deltakere ved møtet, som var det første av dette slag i "nyere" tid. Klosteret kan innkvartere 27 personer, og viste seg så vidt å være stort nok. Der var spesielt invitert to fra NORDITA, Kari Enqvist og Carsten Lütken. Deltakerne ellers kom i hovedsak fra universitetene i Bergen, Oslo og Trondheim, samt fra Høgskolesenteret i Rogaland. Seks av deltakerne var doktorgradsstudenter.

Lørdagen og søndagen ble brukt til innledende foredrag av henholdsvis Lütken og Enqvist, om kvante-Hall-effekt og sammenhengen mellom kjernesyntese

og lette nøytrinoer, og til kortere presentasjoner av de øvrige deltakernes aktuelle forskning. Disse kortere bidragene viste at norsk teoretisk fysikk spenner over et vidt område. Unntak fra denne spredningen var presentasjoner fra Oslo-Trondheim miljøet om anyoner, og fra Bergen miljøene om tung-ionefysikk og partikkelfenomenologi. Ellers var der bidrag om bl.a. astrofysikk, skogbranner og statistiske klima-forutsigelser.

NORDITA støttet møtet ved å dekke reise og opphold for Enqvist og Lütken. Norsk Fysisk Selskap bidro med kr. 5000 til subsidiering av reise og opphold for doktorgradsstudentene.

Klosteret danner en intim ramme om denne typen møter, og til tross for et tettpakket program ble der også god anledning til å diskutere forskningspolitikk (bekymring om rekrutteringen i teoretisk fysikk) og til å styrke sosiale kontakter.

Det ble konstatert at det er et klart behov for slike møter, og en tar sikte på å organisere dem årlig, utpå høsten.

Per Osland

∞

Nye medlemmer tatt opp 12. oktober 1992:

Forsker Terje Christensen
Statens institutt for strålehygiene
Postboks 55
1345 Østerås

Student Arne Forstad
Institutt for teoretisk astrofysikk
Universitetet i Oslo
Postboks 1029 Blindern
0315 Oslo

Cand.scient. Alv Kjetil Holme
Fysisk institutt
Universitetet i Oslo
Postboks 1048 Blindern
0316 Oslo

Seniorforsker Per Lunde
Chr. Michelsens institutt
Fantoftveien 38
5036 Fantoft

Student Eva Holthe Mathisen
Sem Sælands vei 9
7034 Trondheim-NTH

Cand.scient. Gunnar Mæhlum
Cern Ppe
Ch-1211 Genève 23
Sveits

Stipendiat Frank A. Maaø
Institutt for fysikk
Sem Sælands vei 9
7034 Trondheim-NTH

Forsker Richard Norland
Forsvarets forskningsinstitutt, Vm
Postboks 25
2007 Kjeller

Stipendiat Gunnar Hugo Nyland
Institutt for fysikk
Sem Sælands vei 9
7034 Trondheim-NTH

Stipendiat Frank Børre Pedersen
Institutt for fysikk
Sem Sælands vei 9
7034 Trondheim-NTH

Stipendiat Geir Inge Sandnes
Institutt for energiteknikk
Postboks 40
2007 Kjeller

Stipendiat Arild Skjold
Fysisk institutt
Universitetet i Bergen
Allégt. 55
5007 Bergen

Stipendiat Dag Wang
Institutt for fysikk
Sem Sælands vei 9
7034 Trondheim-NTH

Siv.ing. Grethe Waterloo
Institutt for fysikk
Sem Sælands vei 9
7034 Trondheim-NTH

Avd.ing. Dag Økland
Norsk Hydro A/S
Forskningsenteret
5020 Bergen

Nye medlemmer tatt opp 8. februar 1993:

Petrofysiker Eirik Berg
Statoil, DDB
Sandlihaugen 30
5020 Bergen

Stipendiat Hilde Erlandsen
Inst. for teoretisk astrofysikk
Universitetet i Oslo
Boks 1029 Blindern
0315 Oslo

Stipendiat Jorun S. Gislefoss
Lab. for radiologisk datering
7034 Trondheim

Stipendiat Inger Helene Grant
Nordlysobservatoriet
9037 Tromsø

Senioring. Christian Halvorsen
Statoil AS
Postboks 300
4001 Stavanger

Stipendiat Kai Tormod Hansen
Niels Bohr Institutet
Blegdamsvej 17
Dk-2100 København Ø
Danmark

Student Elisabeth Heggelund
Senter for materialforskning
Forskningsparken
Gaustadalléen
0317 Oslo

Stipendiat Christina Karlsson
Fysisk institutt
AVH / UNIT
7055 Dragvoll

Avd.ing. Eirunn Knudsen
Fysiologisk institutt
Postboks 1103 Blindern
0317 Oslo

Avd.ing. Izabella Kulawczuk
Statens kartverk
Kartverksveien
3500 Hønefoss

Cand.scient. Anlaug Amanda Kaas
Grupo Nordico Del Observatorio Del Roque
De Los Muchachos
Apdo 474 Santa Cruz
E-38700 De La Palma
Spania

Overing. Lise Lillebrygdfjell
Patentstyret
Postboks 8160
0033 Oslo

Student Idun Løvø
Fysisk institutt
AVH / UNIT
7055 Dragvoll

Student Heidi Elisabeth Mestl
Fysisk institutt
Universitetet i Oslo
Postboks 1048 Blindern
0316 Oslo

Fysiker Taran Paulsen
Avd. for medisinsk fysikk
Det Norske Radiumhospital
Montebello
0301 Oslo

Siv.ing. Arne Rødvik
6790 Hornindal

Student Elisabeth Shaefer
Fysisk institutt
AVH / UNIT
7055 Dragvoll

Siv.ing. Anne Skjærstein
IKU
7034 Trondheim

Petrofysiker Stein Ottar Stalheim
Statoil
Postboks 620
4001 Stavanger

Stipendiat Tove Tennassås
Nordlysobservatoriet
9037 Tromsø

Overing. Dag Erik Thrane
Patentstyret
Boks 8160
0033 Oslo

Stipendiat Ellen Dahler Tuset
Institutt for fysikk
7034 Trondheim

Stipendiat Frode Vassenden
Inst. for fysikalsk elektronikk
7034 Trondheim

Prosessing. Silja Bjerke Vestre
Åtek
Konstruksjon og Miljø
5870 Øvre Årdal

Student Evgenei Zavrodin
Fysisk institutt
Universitetet i Bergen
Allégt. 55
5007 Bergen

∞

PROGRAM FOR FYSIKERMØTET OG SEMINARET "KLART DET GÅR"

	Mandag 7/6 Fysikkbygningen	Tirsdag 8/6 Fysikkbygningen	Onsdag 9/6 Teknisk Museum	Torsdag 10/6 Fysikkbygningen
08.00	Registrering			
09.00	Åpning	Registrering		
09.15	G. Hagemann: Roterende kjerner		T. Hagfors: Nyere radarstudier av plasma i den øvre atmosfære	A. Isnes, C. Angell: Demonstrasjoner i fysikk-undervisningen
10.00	H. Harnæs:	Åpning	Årsmøte NFS	Prisvinner-foredrag: NFS' undervisningspris
10.15	Jenter og fysikk i videregående skole	B. Wiik: Nye observa-sjoner i mikrokosmos		
10.30	A.G. Frodesen:			Pause
10.45	CERN-aktivitet			Åpne foredrag
11.00	Pause	Pause		
11.30	U.P. Løvhaug: Kvinner i romforskning	G. Brown: Supernovae and black hole formation	Prisutdeling	
12.00	A. Sandås:		Lunsj	
12.15	Miljøprosjekt i v.g. skole			H.W. Kendall: The future of our globe seen by a physicist
12.30	Lunsj	Lunsj		
13.00			Museumsbesøk	Avslutning
13.30	E. Kvande og	Presentasjon av norsk partikkelfysikk		
14.00	B. Rasmussen: Karriere-muligheter		Prisvinner-foredrag	
14.15				
14.30	A. Fikkan: Erfaring med kv. dr.-grad stip. i NKM		Prisvinner-foredrag	
15.00	Pause	Pause	Pause	
15.15		Presentasjon av norsk partikkelfysikk (forts.)	S. Bjørnholm: Spontaneous selforganisation	
15.30	D. Jorde: Rollemodeller			
16.00	Debatt	Faggruppe-møter		
17.00	Slutt	Utflukt til Holmsbu Billedgalleri		
18.00	Fysikertreff			
19.00			Festmiddag	

PÅMELDING TIL
SEMINARET KVINNER I FYSIKK, "KLART DET GÅR", 7. JUNI
OG FYSIKERMØTET I OSLO, 8. - 10. JUNI 1993

NAVN: ..... TELEFON/TELEFAX.....
ADRESSE:.....

JEG MELDER MEG PÅ SEMINARET "KLART DET GÅR": JA/NEI

JEG MELDER MEG PÅ FYSIKERMØTET I OSLO 1993: JA/NEI

JEG MELDER PÅ .... PERSONER TIL FESTMIDDAG 9. JUNI
(Kr. 375 pr. person)
JEG MELDER PÅ .... PERSONER TIL UTFLUKT TIL HOLMSBU BILLEDGALLERI
8. JUNI (Kr. 125 pr. person inkl. middag)
JEG VIL DELTA PÅ "FYSIKERTREFF" MANDAG KVELD (gratis): JA/NEI

Jeg ønsker å presentere et seksjonsforedrag på 15 minutter:

Tittel: .....
.....

Jeg vil eventuelt være interessert i å presentere dette som poster: JA/NEI

JEG ØNSKER INNKVARTERING FOR .... VOKSNE OG .... BARN FOR NETTENE:
6 - 7/6 ..., 7 - 8/6 ..., 8 - 9/6 ..., 9 - 10/6 ..., 10 - 11/6 ...

HOTELLALTERNATIVER:		**PRIORITERING:**
Gyldenløve B&B	Enkelt Kr. 595, Dobbelt Kr. 795	.....
Majorstuen Hotell	Enkelt Kr. 400, Dobbelt Kr. 500	.....

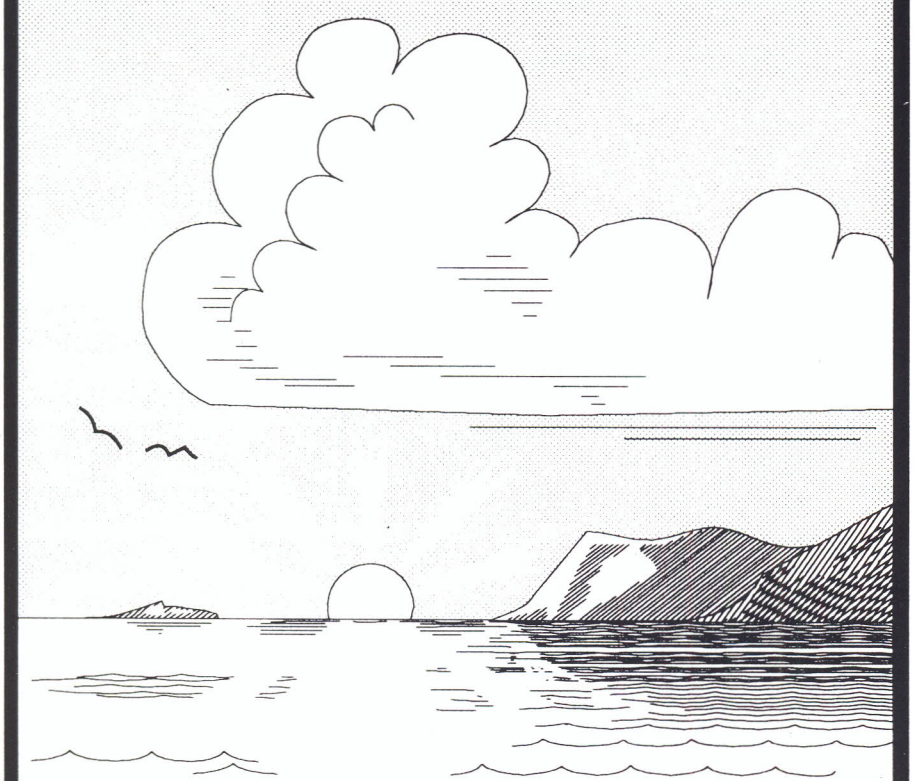
Alle oppgitte priser er døgnpriser inklusive frokost. Vennligst angi hotellønske i prioritert rekkefølge. Arrangøren forbeholder seg rett til å gå utenom prioriteringen dersom det ikke er plass på noen av de prioriterte hoteller. (Hotellene fylles opp etter mottatt påmelding.)

KONFERANSEAVGIFTER:

(Inkluderer lunsj 7, 8 og 9/6. Betales ved registreringen.)
SEMINARET "KLART DET GÅR": Kr. 200.
FYSIKERMØTET: Kr. 600 ved registrering før 1/5, Kr. 700 etter 1/5.

PÅMELDING INNEN 1. MAI til "Fysikermøtet 93", Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, Postboks 1048 Blindern, 0316 OSLO.

VÆR – KLIMA – MILJØ



Vi utvikler instrumenter for oseanografi og meteorologi fra scratch til avanserte produkter for et internasjonalt marked. Vi krever allsidige ingeniører.

AANDERAA INSTRUMENTS

FANAVEIEN 13B,
5051 BERGEN, NORWAY.
TEL. 05 132500, TLX 40049
TELEFAX + 05 137950

GRAFISK PRODUKSJON OG TRYKK: OSLO SATS, REPRO & MONTASJE A/S

Norsk Fysisk Selskap

STYRE

President:

Professor Thormod Henriksen,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Visepresident:

Professor Egil Leer,
Institutt for teoretisk astrofysikk,
Universitetet i Oslo.

Styremedlemmer:

Amanuensis Marianne Foss,
Institutt for matematiske realfag,
Universitetet i Tromsø.

Professor Anne Grete Frodesen,
Fysisk institutt, Universitetet i Bergen.

Professor Haakon A. Olsen,
Fysisk institutt, AVH,
Universitetet i Trondheim.

Selskapets sekretær:

Gerd Jarrett,
Fysikkavdelingen, Institutt for energiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller.
Tlf.: (06) 80 60 75 Fax.: (06) 81 09 20
Postgirokonto: 5 88 38 89.
Bankgirokonto: 5102.09.58344.

Fra Fysikkens Verden

Redaktører:

Professor Øivin Holter,
Professor Finn Ingebretsen,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Redaksjonssekretær:

Avd.ing. Karl Måseide,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Redaksjonskomité:

Professor Noralv Bjørnå,
Institutt for matematiske realfag,
Universitetet i Tromsø.

Professor Anne Grete Frodesen,
Fysisk institutt, Universitetet i Bergen.

Lektor Ingerid Hiis Helstrup,
Langhaugen skole, Bergen.

Professor Per Chr. Hemmer,
Fysisk institutt, NTH,
Universitetet i Trondheim.

Professor Egil Leer,
Institutt for teoretisk astrofysikk,
Universitetet i Oslo.

Ekspedisjonens adresse:

Fra Fysikkens Verden,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo.
Tlf.: 22 85 64 28
Fax.: 22 85 56 71 / 22 85 64 22
Email:
oivin.holter@fys.uio.no
finn.ingebretsen@fys.uio.no
karl.maseide@fys.uio.no

Fra Fysikkens Verden utkommer fire ganger årlig. Abonnement kan tegnes direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement kr. 100,–. Studenter og skoleelever kr. 50,–. Løssalg kr. 30.– pr. nummer.

Postgirokonto: 0807 5 10 47 24
Bankgirokonto: 6094.05.40227