Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

Grunnforskning i fysikk, tendenser i 1970-årene!!

INNHOLD

NORDITA, 25 år siden...	25
Fra redaktøren	28
Nyere internationale strømninger i fysikundervisningen	29
Døgnrytmer hos mennesker uten klokke	33
Grunnforskning i fysikk, tendenser i 1970-årene	36
Fysikk uten pedagogikk?	41
Ny definisjon av meteren?	43
Fysikkens rolle i dagens samfunn	43
Replikk til Anders Johnsson	44
Fysikk-konkurranse	45
Den nye fagplanen i fysikk	46
Nytt fra institusjonene	46
Bøker	47
Nytt om navn	48

Nr. 2 - 1982
44. årgang
ISSN-0015-9247

KURSSENTERET

KURS I DATABEHANDLING HØSTEN 1982

30/8 -17/9	FORTRAN
20/9 -24/9	Innføring i EDB II
27/9 -15/10	COBOL I
18/10-29/10	COBOL II
1/11-12/11	Filbehandling
15/11-19/11	Videregående FORTRAN

Nærmere opplysninger og søknadsskjema fås ved henvendelse til
Kurssekretær Gerd Jarrett
Kurssenteret
Institutt for energiteknikk
Boks 40, 2007 Kjeller

Tlf. (02) 712560

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 2 - 1982

Redaktører: KNUT JOSTEIN KNUTSEN og HANS KOLBENSTVEDT
Redaksjonssekretær: HALVARD TORGERSEN

44. årgang
ISSN-0015-9247

For 25 år siden:

NORDITA's opprettelse

*Haakon Olsen**

Nordita, Det nordiske institutt for teoretisk atomfysikk, kan i år feire sitt 25-års jubileum. Nordisk råd vedtok 21. februar 1957 å anbefale ovenfor de nordiske regjeringer at det opprettes et felles nordisk institutt for teoretisk atomfysikk i København. Om høsten samme år begynte Nordita sin virksomhet og den offisielle feiring av 25-års jubileet er lagt til 1. oktober i år.

* Fysisk institutt UNIT/NLHT

Norden etter krigen

Ved krigens slutt var forholdene i de nordiske land svært forskjellige. Danmark og Norge hadde vært okkupert av Tyskland, Sverige nøytralt, mens Finland hadde vært deltager i en ulykkelig krig. I Danmark og Norge hadde tilgangen på vitenskapelig informasjon i de fire krigsår vært ytterst sparsom. Både her og i ennå større grad i Finland dominerte krigshandlingene og de trange forhold samfunnslivet, og det var lite overskudd til vitenskapelig aktivitet. Bare i Sverige var forholdene for forskningsaktiviteter så nært opp til det normale som en kan vente i en krigstid.

Etter krigen skulle de vitenskapelige aktiviteter bringes tilbake til det internasjonale nivå. Dette

Styrelsesmøte i København, 17. november 1958.
Fra venstre i forreste rekke: J. Holtsmark, I. Waller, G. Funke, S. Rosseland, H. Wergeland og Niels Bohr.
I bakerste rekke: O. Klein, Aage Bohr, J. Lindhard, E. Hylleraas, J. Böggild, Leo Nielsen, C. Møller, S. Rozental, P. Jauho.
Ikke til stede: A. Nevanlinna, Th. Sigurgeirsson og T. Gustafson.

Niels Bohr og Torsten Gustafson i Nordita 4. oktober 1957.

førte til opprettelsen av CERN - i europeisk målestokk og NORDITA - i nordisk målestokk.

I Danmark hadde fysikken allerede i verdensmålestokk en ledende stilling ved Niels Bohr. Også eksperimentelt var man kommet langt: Den først synklotronen på det europeiske kontinent var kommet i drift i København allerede i 1937. I Sverige kom det i stand en kraftig opprustning av naturvitenskapene i årene 1945-46. I Finland og Norge kom etter hvert naturvitenskapene tilbake til nivået før krigen, og nye planer tok form. I Norge var det særlig atomenergien som hadde fått myndighetenes bevåkenhet, men også grunnforskningen syntes å komme etter.

CERN-initiativet og CERN-teorigruppen i København.

Elementærpartikkelfysikken hadde under og etter krigen etter hvert utviklet seg til å trenge stadig større og mer kostbart utstyr. For å studere de nye fenomener i elementærpartikkelfysikken var det nødvendig med partikkelstråler med meget høye energier. Dette krevet i sin tur bygging av enormt store akseleratorer som ville bli så kostbare at ikke noe enkelt europeisk land syntes å kunne mestre det økonomiske løft alene så kort tid etter krigen.

Tanken om et europeisk senter for fysisk forskning hadde vært diskutert fra tid til annen, men det var først etter at Louis de Broglie på en europeisk kulturkonferanse i Lausanne i 1949 tok opp ideen, at et konkret forslag om et europeisk høyenergilaboratorium tok form. Allerede i februar 1952 hadde elleve europeiske land undertegnet en avtale om et «Conceil Européen pour la Recherche Nucléaire», CERN. Avtalen om et europeisk senter for høyenergifysikk i Genéve, CERN, ble undertegnet av medlemslandene høsten 1954, som gir 29. september 1954 som offisiell åpningsdato for aktiviteten ved CERN.

Men den teoretiske CERN-gruppe hadde i mellomtiden allerede kommet i gang. Og det var meget viktig for den videre utvikling av den teoretiske fysikk i Norden og for opprettelsen av NORDITA at CERN's teorigruppe ble lagt til Niels Bohr Institutet i København. Gruppen ble der til den i 1957 ble flyttet til Genéve. Under Niels Bohrs ledelse var den i disse årene en overmåte nyttig og fruktbringende ordning også for de skandinaviske land, og mange yngre nordiske fysikere fikk sin videreutdannelse der under kortere eller lengere opphold ved instituttet. Ordningen viste til fulle at et skandinavisk og - som en naturlig utvidelse - et nordisk institutt for teoretisk fysikk ville kunne få en overordentlig stor betydning for aktiviteten i vårt hjørne av verden.

NORDITA - initiativet

Tanken om opprettelse av et nordisk institutt for fysikk ble tatt opp fra svensk side like etter krigens slutt høsten 1945. Det var allerede på dette tidspunkt interesse for saken fra dansk og norsk side, men ut over mer eller mindre private samtaler om slike planer, kom en ikke videre i denne omgang.

Et møte i Gøteborg 17. januar i 1953 synes å være innledningen til de forhandlingene som til slutt ledet til opprettelsen av NORDITA. Møtet kom i stand etter initiativ av Torsten Gustafson og landshøvding Malte Jacobsson. Begge fikk etter hvert stor betydning for de påfølgende forhandlinger. Danske, norske og svenske fysikere, blant dem Niels Bohr, Hylleraas, Rozenthal og Wergeland deltok i møtet, der man etter noen diskusjon ble enig om at en komite bestående av Niels Bohr, Gustafson, Hylleraas og Rozenthal skulle fremlegge et forslag til opprettelse av et nordisk institutt for atomforskning og utarbeide en skisse med budsjettforslag som skulle fremlegges til diskusjon i de interesserte land.

Komiteen gjorde et raskt arbeid. Allerede 25. februar samme år var forslaget ferdig. Det er bemerkelsesverdig at allerede dette første forslaget inneholder essensielt de momenter som NORDITA senere har bygget på.

Komiteen foreslår - i tråd med hva en var blitt enige om i Gøteborg - at det opprettes et nordisk in-

stitutt for teoretisk kjerneforskning med oppgave å arbeide for intimt samvirke mellom eksperimentell og teoretisk fysisk forskning. Instituttet skal gi så gunstige betingelser som mulig for nordiske fysikere til i fellesskap å holde seg i kontakt med utviklingen innenfor fysikken. Unge lovende fysikere skulle få muligheter til - under kyndig veiledning - å oppnå inngående kunnskap om de teoretiske metoder og deres anvendelser, og de skulle også gis muligheter for egen forskning. Etablerte nordiske forskere skulle under kortere eller lengre opphold ved instituttet få mulighet til å få overblikk over hovedproblemer som etter hvert opptrer innenfor atomforskningen. De skulle gis mulighet til å bidra til arbeidet og under gunstige betingelser få anledning til å gjennomføre egne vitenskapelige undersøkelser. Videre skulle instituttet tilstrebe å holde best mulig kontakt med de øvrige fysiske institusjonene i de nordiske land. Besøk ved de nordiske institusjoner av nordiske og utenlandske vitenskapsmenn som arbeider ved instituttet skulle kunne arrangeres.

Det ble langt frem et forslag til budsjett som totalt beløp seg til en halv million danske kroner, et beløp som kan synes beskjedent, nå 25 år senere, men som den gang utvilsomt ville bety en betydelig økning i støtten til nordisk teoretisk fysikk. Instituttet skulle opprettes i København i tilknytning til Universitetets institut for teoretisk fysik. Her henvises til at en for tiden hadde en teoretisk studiegruppe ved instituttet, CERN's teorigruppe. På denne måten dannet CERN-gruppen i noen grad et forbillede og mønster for det nordiske institutt.

Det foreslås at styrelsen for det nordiske institutt skal utgjøres av et råd med tre representanter fra Danmark og Norge og fire fra Sverige som utnevnes av sine respektive regjeringer. Rådets oppgaver og arbeidsområde er nærmere angitt i forslaget.

Forslaget var inntil videre begrenset til de land hvis representanter var til stede på møtet i Göteborg, Danmark, Norge og Sverige. Men, som det heter i forslaget, deltagelse bør imidlertid stå åpen også for Finland og Island om de ønsker å slutte seg til organisasjonen. Og videre: I mellomtiden bør styrelsen søke å legge forholdene til rette for finske og islandske fysikeres deltakelse i virksomheten ved det nordiske instituttet. Det er helt klart at man ønsket meget sterkt at instituttet skulle bli et helnordisk institutt med deltakelse fra alle de nordiske land.

Uten tvil var komiteens forslag meget godt. Og dette betydde meget for den påfølgende diskusjon av forslaget i de fysiske miljøer i de nordiske land - og ikke minst for de drøftelser som man etter hvert hadde med representanter for de bevilgende myndigheter. Forslaget ligger i innhold meget nært det endelige forslaget som ble lagt fram for Nordisk Råd i sin tid.

Forhandlinger

Med utgangspunkt i forslaget av 1953 ble spørsmålet om det nordiske institutt drøftet ved de skandinaviske universiteter og i forskningsråd så vel som foreløpig drøftet med myndighetene.

Det viste seg snart at interessen blant fysikere var stor, ikke bare i de opprinnelige forslagslandene, men også i Finland og Island ble det etter hvert betydelig interesse for forslaget fra fysikerhold. I Danmark og Sverige var holdningen klart positiv. I Sverige var endog Atomkomiteen blitt forespurt og hadde gitt sitt tilsagn til forslaget. Likeledes ble det klart nokså tidlig at den svenske regjering ville klart gå inn for et nordisk insitutt. I Norge var stillingen noe mer uklar. Ledende teoretikere, først og fremst Holtsmark, Hylleraas og Wergeland var sterkt positive og pekte på betydningen av et nordisk institutt for de relativt små og til dels isolerte norske universiteter og høgskoler. På den annen side syntes det som om atomenergien i sterkere grad hadde myndighetenes gunst, og det virket som kjernereaktorforkjemperne oppfattet planene om et nordisk teoretisk institutt som konkurrerende til sine egne planer. Likevel ble det etter hvert slik at myndighetene fikk klart for seg den nasjonale betydning av et nordisk institutt og ga teoretikerne sin støtte. Også fra finsk og islandsk side kom signaler om sterk interesse for deltakelse. Her påpekte man som i Norge at et nordisk institutt ville bety meget for de små og til dels isolerte universitetsmiljøer.

Det var full enighet om at det nordiske instituttet skulle ligge i København. Det var også klart at man da måtte avvente en beslutning fra CERN's råd om den endelige plassering av CERN's teorigruppe. Etter beslutningen i oktober 1952 om at CERN's store akselerator skulle bygges i Genéve, syntes det bare å være et spørsmål om tid når også teorigruppen skulle bli plassert i Genéve. I 1955 ble det så besluttet at teorigruppen skulle flyttes fra København og at dette skulle skje i oktober 1957. Dette ble tegnet til at drøftelsene om det nordiske institutt kunne tas opp igjen, og et møte der ledende fysikere og representanter for forskningsråd i de nordiske land var innkalt, ble tillyst 28. november 1955 på Fysikalska avdelingen, AB Atomenergi i Stockholm. Dette var faktisk det første større og mer offisielle møte om saken etter disse år med interne drøftelser. foruten forslagslandene var Finland representert på møtet.

I mellomtiden var Nordisk Råd blitt opprettet i august 1952 etter initiativ av Hans Hedtoft som hadde arbeidet entusiastisk for nordisk samarbeid. Dette skulle få stor betydning for å muliggjøre opprettelse av det nordiske institutt. Nå var det fra politisk hold stadfestet et ønske om nordisk samarbeid, og Nordisk Råd måtte være det politiske organ forslagsstillerne kunne henvende seg til for å søke politisk støtte for planene.

Til Stockholmsmøtet var utarbeidet et pro memoria av Torsten Gustafson, der han tar opp både spørsmål om samarbeid innen teoretisk atomfysikk og atomenergi. Atomenergisamarbeid hadde ikke i noen særlig grad vært berørt i tidligere drøftinger i forbindelse med et nordisk institutt, og spørsmålet ble da også bare perifert berørt på Stockholmsmøtet. Drøftelsene dreiet seg i hovedsaken om opprettelse av et nordisk institutt i tråd med forslaget fra 1953.

Under møtet redegjorde de enkelte lands representanter for fysikernes syn på forslaget om et nordisk institutt - og i den utstrekning en hadde kjennskap til dette - også de politiske myndigheters innstilling til forslaget. Det viste seg at etter de drøftinger som hadde foregått innenfor de enkelte land, var alle fysikerne enige om et økt samarbeid i teoretisk fysikk, og en stor majoritet gikk inn for forslaget om det nordiske institutt, beliggende i København. Et lite mindretall på møtet ønsket opprettet et råd som skulle støtte nordisk samarbeid mellom de nordiske fysiske institutter, uten et samlende midtpunkt i København.

Det er verdt å merke seg at de finske fysikere som nå også var kommet med i drøftingene, var sterkt positive til tanken om et nordisk institutt, og på et møte i Helsingfors etter Stockholmsmøtet i desember 1954 der alle finske fysikere deltok, ble man enig om at det nordiske institutt burde opprettes så snart som mulig.

Også når det gjelder myndighetene i de enkelte land syntes holdningen å være positiv. Bare i Norge var myndighetene, i følge opplysninger som ble referert på møtet, noe tilbakeholdende, mens det var tydelig at danske og svenske myndigheter sterkt støttet tanken om det konkrete samarbeid som det nordiske institutt kunne gi. Også fra finsk side ble det antydet sterk støtte fra myndighetene.

Saken var klar. Det var utvilsomt grunnlag for videre arbeid med samarbeidsplanene. Ved det neste møte i København 20.-21. januar 1956 ble det fremlagt og diskutert et konkret forslag om opprettelse av et nordisk institutt for atomfysikk. Møtet hadde en sammensetning omtrent som den styrelse som var skissert i forslaget av 1953; nå var også Island kommet med.

Møtet ble et avgjørende skritt mot realisering av Institutt for teoretisk atomfysikk (NORDITA) som instituttet nå kom til å hete. Møtet besluttet å henstille til forskningsrådene i de respektive land å gjøre henstillinger til sine regjeringer om tiltak for å skape et felles nordisk institutt for atomfysikk i København. Det angis et budsjett for budsjettåret 1957/58 på totalt 650.000,- svenske kroner. Kostnadene foreslås fordelt på medlemslandene i forhold til folketallet. Dette ble vedtatt av en meget stor majoritet. Et mindretall på to gjentok sitt standpunkt fra Stockholmsmøtet om ikke å binde seg til et institutt i København på det tidspunkt.

Det ble besluttet at protokoll fra møtet skulle tilstilles Nordisk Råd som skulle ha møte senere i januar. Dermed var forbindelsen etablert mellom forslagsstillerne og det politiske organ for nordiske samarbeidstiltak. Delegasjonene fra de enkelte land påtok seg å legge fram saken for sine respektive myndigheter.

Beslutningen 1957

Saken var dermed bragt fram og lagt i politikernes hender. Nordisk Råd behandlet saken i løpet av 1956 og begynnelsen av 1957. Rådets økonomiske utvalg, der bl.a. statsminister Gerhardsen, Norge, finansminister Kampmann, Danmark, handelsminister Gunnar Lange, Sverige og handels- og industriminister Kleemola, Finland deltok, ga sin uforbeholdne tilslutning til forslaget, som nå innbefattet både instituttet i København og et kontaktorgan for atomenergispørsmål. Utvalget henstilte til Nordisk Råd å anbefale:

1. at et nordisk institutt for teoretisk atomfysikk opprettes i København, og at det for instituttet tilsettes en styrelse med den oppgave også å være organ for nordisk samarbeid innenfor den teoretiske atomfysikk,
2. at et felles nordisk kontaktorgan for atomenergispørsmål opprettes med den oppgave nøye å følge planlegging og virksomhet på atomenergiområdet, samt befordre de muligheter til nordisk samarbeid som derved fremkommer, heri innbefattet bl.a. industrielt samarbeid på reaktorområdet.

Nordisk Råd vedtok rekommendasjonen den 21. februar 1957 og NORDITA, det Nordiske institutt for teoretisk atomfyikk var etablert.

Fra redaktørene.

Vi har i den senere tid mottatt endel brev og notiser fra leserne, noe vi er meget takknemlige for; på denne måten får vi reaksjoner på og korrektiver til den måten vi redigerer tidsskriftet på.

De brevene vi publiserer kan være mer eller mindre provoserende, men det er vårt håp at disse skal sette igang fruktbare diskusjoner om tema som angår fysikk og fysikere i Norge. For ordens skyld gjør vi oppmerksom på at det kun er det som skrives under denne spalten som helt og fullt kan sies å representere vårt syn.

Det synes å være stor interesse for korte notiser av faglig natur, for nyheter fra institusjonene, for jubileer og lignende stoff. Vi oppfordrer derfor alle leserne til å sende oss informasjon om saker de mener kan være av interesse.

Nyere internationale strømninger i fysikundervisningen.

*Paul Thomsen**

I en lang periode fra omkring dette århundredes begyndelse til midt i 50-erne var fysikundervisningen i de fleste lande præget af de tanker, man gjorde sig om denne undervisning især i Tyskland og i nogen grad også i England.

En række skoleapparater fik navn efter de personer, som satte gang i udviklingen, hvorfor de fleste vil nikke genkennende til navne som Pohl (Pohls gynge), Tyndall (Tyndalls sprædningsapparat) og Wheatstone (Wheatstones bro).

Interessen for at finde nye og bedre metoder i fysikundervisningen ebbede imidlertid ud i løbet af de første årtier, og i de fleste lande skede der ingen fornyelse i takt med den tekniske udvikling og samfundsudviklingen. I Danmark kunne man f.eks. endnu i slutningen af 50-erne i fysikbøger for mellemskolen (ungdomsskolen) finde et afsnit om maskiner, som var koncentreret om at beskrive en trisse, en vinde og en talje. Der kom først gang i udviklingen igen i 1956, da den amerikanske Physical Science Study Committee (PSSC) med storstilet økonomisk støtte fra National Science Foundation i årene fra 1957-60, udviklede PSSC-fysikkurset, som ble præsentered i Europa ved en 4 ugers konference i Cambridge i 1961. Det bevirkede at interessen for at forbedre fysikundervisningen blussede op igen. I mange lande oversatte man det amerikanske materiale, og andre steder startede man et udviklingsarbejde efter amerikansk mønster, f.eks. i England (Nuffield projekterne) og i Tyskland (IPN-projektet), og i USA startede man i 60-erne et nyt projekt (Harvard projektet, senere benævnt Project Physics). PSSC-gruppen udarbejdede samtidig et nyt undervisningsmateriale beregnet for ungdomsskolen: Introduction Physical Science (IPS), som senere blev suppleret med Physical Science II. Endvidere begyndte man flere steder i USA at udvikle kurser i fysik, kemi og biologi beregnet for elever i skolens første klasser (f.eks. SCIS-kurset og ESS-kurset).

Jeg går ud fra at den her beskrevne udvikling i grove træk vil være kendt af læseren, og vil i det følgende konsentrere mig om at beskrive de nyere udviklingstendenser som jeg mener at kunne spore via mine kontakter med udenlandske projektgrupper og gennem min deltagelse i internationale kommissioner og konferencer om fysikundervisning.

Nyere udviklingstendenser

Det amerikanske PSSC projekt har, som ovenfor nævnt, været forbillede for mange fysikprojekter, som blev startet rundt omkring i verden i 60'erne og 70'erne. Man erkendte, at det var rationelt at udvikle nye undervisningsmaterialer på ekspermentel basis, dvs. således at de første udkast blev afprøvet på flere hundrede elever, idet man ved hjælp af skriftlige tests og feed back fra læreren og observation af undervisningen søgte at finde ud af, hvad der fungerede, og hvad der ikke fungerede, for på grundlag heraf at udarbejde et forbedret materiale, der så igen blev testet.

Fælles for praktisk taget alle disse projekter er, at man lægger stor vægt på elevernes praktiske laboratoriearbejde, idet man især satser på forsøg, som skaber baggrund for indførelsen af nye begreber, og som får eleverne til selv at få øje på fysiske lovmæssigheder. På denne måde indarbejdes elevforsøgene på naturlig måde i teoristoffet. Samtidig lægger man stor vægt på at give eleverne indblik i fagets arbejdsmetoder (naturvidenskabelig arbejdsmetode).

Mange steder, hvor undervisningen tidligere havde haft et meget teoretisk præg, talte man med begejstring om «den nye metode» i fysikundervisningen.

Hvad formålet med fysikundervisningen angår, var man de fleste steder stærkt påvirket af PSSC-filosofien, som går ud på, at eleverne ikke blot skal lære fysiske love og begreber at kende, men at de også skal lære hvorledes man har båret sig at med at nå frem til dem.

Undervisningsvejledningen for faget fysik/kemi i den danske folkeskole (grundskolen) af 1976 er et godt eksempel på, at denne filosofi også slog igennem i Danmark. I formålsparagraffen stk. 2 og 3 udtrykkes det således:

Stk. 2: Undervisningen skal sigte imod, at eleverne får forståelse af fagenes betydning ved beskrivelsen af vort univers, og at eleverne opnår fortrolighed med, hvordan fagenes begrebssystemer skabes, efterprøves og udvikles gennem en vekselvirkning mellem teori og eksperiment.

Stk. 3: Det skal tilstræbes, at eleverne opnår indblik i den naturvidenskabelige arbejdsmetode og inspireres til såvel på egen hånd som i samarbejde at skaffe sig viden og at erkende, formulere og løse praktiske problemer.

Naturvidenskabelig oplysthed

Allerede i 60'erne var der tilløb til, at andre aspekter end de ovenfor nævnte skulle tages i betragtning. Det blev påpeget, at undervisningen i for høj grad stilede mod at give de elever, som senere skulle uddannes til professionelle fysikere eller teknikere, en god baggrund for deres videre studier. eksempelvis var der grupper af lærere i England og Skotland, som stærkt fremhævede, at fysik- og kemiundervisningen, og iøvrigt også biologiundervis-

* *Poul Thomsen er professor i fysikk ved Danmarks Lærerhøjskole.*

ningen, har et stort kulturelt ansvar over for de mange elever, som ikke studerer videre.

Gradvis vandt disse synspunkter frem under mottoet, at det var «scientific literacy», som var hovedformålet for skolens fysikundervisning. Udtrykket «scientific literacy» kan vist bedst oversættes ved «naturvidenskabelig oplysthed». I 1964 erklærede den amerikanske læseplanskommission, som var nedsat af «The National Science teachers' Associations», at undervisningen i de naturvidenskabelige fag skulle stile mod at frembringe naturvidenskabeligt oplyste borgere («scientifically literate citizens»). Dette startede i USA en diskussion om, hvad man nærmere skulle forstå ved naturvidenskabelig oplyst borger, og man nåede efterhånden frem til, at en sådan person skulle have følgende egenskaber:

Han/hun skal have:

1. En sådan forståelse af grundlæggende naturvidenskabelige principper, at han/hun kan leve sundt og sikkert.
2. Kendskab til naturvidenskabernes natur og indsigt i, hvad man mener med naturvidenskabelig holdning og med naturvidenskabelig arbejdsmetode.
3. Forståelse for naturvidenskabernes betydning for samfundet.
4. Kendskab til naturvidenskabernes sociologisk-historiske udvikling.

Fig. 1 viser en skematisk tegning, der illustrerer, hvorledes en af fortalerne for naturvidenskabelig oplysthed grafisk illustrerer, hvad han anser for hovedmålet for skolens naturvidenskabelige uddannelse.

Fig. 1.

Arealet af de 3 trekanter, som ligger inden i hinanden, skal illustrere, hvor stor en del af befolkningen de opstillede mål er rettede imod.

Det amerikanske Harvard projekt, som blev udarbejdet omkring 1970, er tydeligt påvirket af ideen om uddannelse med henblik på naturvidenskabelig oplysthed.

Også den danske undervisningsvejledning for folkeskolen af 1976 er påvirket af disse tanker. Afsnit 2.3 i vejledningen handler simpelthen herom, og i formålsparagraffens stk. 4 udtrykkes disse tanker på følgende måde:

Stk. 4: Undervisningen skal medvirke til, at eleverne får forståelse af naturvidenskabernes betydning for samfundsudviklingen både på det humanistiske og det teknologiske område.

En ting er imidlertid, hvad der står i formålsparagraffen, én anden, hvad der sker i den praktiske undervisningssituation. Meget ofte oplever man, at sådanne «dyre» mål, som dem der udtrykkes i pkt. 4, kun i meget ringe grad bliver tilgodeset. Skal man dømme efter de undervisningsmaterialer, som er blevet udviklet i Danmark i de senere år, ser det imidlertid ud til, at man mange steder har taget stk. 4 alvorligt, idet man f.eks. ved behandlingen af emner som energiforsyning og strålingsfare går ind på problemer, som man for 20 år siden almindeligvis ville have erklæret ikke hørte hjemme i fysikundervisningen.

Samholdte klasser.

Den udvikling, vi har oplevet i Danmark i retning af, at vi i stadig stigende grad undlader at dele eleverne op efter evner og intelligens, er også en international strømning. De store undervisningsprojekter, som har betydet så meget for fornyelsen af fysikundervisningen over hele verden, har imidlertid næsten alle været rettet imod undervisning av velbegavede elever. I de senere år har interessen på internationale konferencer om fysikundervisning derfor i stigende grad været koncentreret om, hvorledes man bedst kan undervise i samlæste klasser. («Teaching Students of Mixed Ability»).

Denne udviklingstendens er naturligvis en støtte for idéen om, at hovedmålet for skolens fysikundervisning skal være at medvirke til uddannelse af naturvidenskabeligt oplyste borgere; men samtidig søger man at fastholde, at det stadig er et væsentligt mål at give eleverne indblik i fagets arbejdsmetoder. Den situation, den danske folkeskoles fysikundervisning befinder sig i i disse år, er derfor på ingen måde enestående. For en gangs skyld gælder det blot, at vi i Danmark er gået i gang med at tackle disse problemer på et meget tidligt tidspunkt, så der ikke på dette område er ret meget inspiration at hente i udlandet, hvorimod man mange steder i udlandet i de senere år har været interesseret i at studere, hvorledes vi forsøger at løse disse problemer.

Revision af Nuffield-projektet

Udviklingen i retning og samholdte klasser har skabt mange vanskeligheder for det engelske O-level Nuffield fysikprojekt, idet dette projekt i 60'erne blev udviklet med henblik på undervisning af de ca. 20% bedste elever i aldersgruppen 11-16 år.

Siden midten af 70'erne har man derfor arbejdet på at revidere det oprindelige Nuffield-materiale

med henblik på at gøre det anvendeligt i de nu dominerende samholdte klasser. Samtidig har man erkendt, at der er behov for en elevbog, hvor teori og elevaktiviteter er integrerede (tidligere bestod materialet af en fyldig teachers' guide + en opgavebog for eleverne). Så vidt jeg kan bedømme det ud fra de hidtil udsendte reviderede bøger, ser det ikke ud til, at man samtidig har ændret den grundlæggende filosofi i projektet ret meget. Det drejer sig stadig i væsentlig grad om «teaching for understanding», vel at mærke forståelse af de rent faglige begreber og arbejdsmetoder, medens samfundsmæssige aspekter kun i ringe grad omtales. Endnu mangler dog den reviderede udgave af atomfysikken, så muligvis inddrages disse aspekter i højere grad i dette afsnit.

Revision og videreudvikling af IPN-projektet

Også det tyske IPN projekt er nu under revision. Det oprindelige hovedformål var, at fysikundervisningen skulle koncentreres om den tekniske omverden. Man havde håbet, at man på denne måde ville gøre eleverne interesseret i at bruge den erhvervede viden i praksis, f.eks. til at reparere elektriske apparater; men en undersøgelse har vist, at dette ikke skete. Ved revisionen af de første enheder i systemet lægger man nu mere vægt på at gøre eleverne fortrolige med fysikkens arbejdsmetoder, bl.a. ved at inddrage flere elevforsøg på bekostning af en række af de demonstrationsforsøg, som indgik i den første udgave.

Samtidig med rivisionen af de første enheder i systemet har man udviklet nye enheder for de ældste klassetrin (9. og 10. klasse). I disse hæfter ser man en krafig drejning over mod studiet af fysikkens samfundsmessige betydning.

Et af hæfterne (hæfte 9.3 har titlen «Energiversorgung durch Kernkraftwerke». Her gives der på 28 sider en kortfattet, ret kedelig behandling af atom- og kernefysik. På yderligere 14 sider behandles kernekraftværkernes praktiske opbygning, mens resten af bogens 228 sider består af artikler om samfundsmæssige problemer, som man foreslår skal danne grundlag for gruppearbejde i klassen. Som eksempler på de emner, der behandles, kan nævnes:

KERNEKRAFTVÆRKER - PRO ET CONTRA

HVILKE FØLGER HAR SPILDVARMEN FOR OMVERDENEN?

HVILKE FARER UDSÆTTES RADIOAKTIVITETEN MENNESKET FOR?

HVILKEN BETYDNING HAR KERNEENERGIEN FOR VOR SAMFUNDSØKONOMISKE OG POLITISKE FREMTID?

HVILKE ALTERNATIVER GIVES DER TIL KERNEKRAFTVÆRKER?

I et tillæg beskrives forskellige emner som baggrund for gruppearbejdet; f. eks.

ENERGIFORMER - ELEKTRISK ENERGI

TEMPERATUR, VARME, TRYK

EKSPONENTIEL VÆKST

HVAD KRÆVES DER ALMINDELIGVIS AF EN ARGUMENTATION?

De øvrige hæfter for 9. og 10. klasser har følgende titler:

9.1 Modeller for den elektriske strømkreds
9.2 Elektronik
10.1 Energi kvantitativt, elektro- eller benzinbil?
10.2 Styring og automation

Efter min mening er IPN-gruppen i mange af hæfterne gået for vidt i retning af samfundsorientering. Fysikken spiller i mange af hæfterne en alt for underordnet rolle. Der er imidlertid samlet et væld af oplysninger i disse hæfter, som såvel fysiklærere som lærere i samfundsorientering vil kunne gøre god brug af.

Fysikundervisning i Østeuropa

Jeg har hidtil koncentreret mig om udviklingen i den vestlige verden, idet det er denne udvikling, der i større eller mindre grad har øvet indflydelse på fysikundervisningen i hele verden. I de socialistiske lande i Østeuropa har fysikken ligesom matematikken overalt en meget stærk placering i skolen, hvilket fremgår af følgende citat fra en artikel med titlen «The School Physics Laboratory in Eastern Europe», skrevet af den ungarske professor George Marx i 1978 (s. 14 i «The Role of the Laboratory in Physics Education», John Goodman and Sons, Birmingham, 1978):

«In the socialist countries of eastern europe the development of industry is the focus of public and state interest, so that physics is considered to be one of the most important subjects in the school. It is taught for 2-3 periods per week for 6-7 years from age 11-12. The curriculum is decided by the ministry of education and it does not differ much from country to country».

Undervisningsformen i de østeuropæiske lande minder de fleste steder om undervisningen i Danmark for 20-30 år siden.

Læreren gennemgår stoffet med lejlighedsvis anvendelse av demonstrationsforsøg, eleverne læser hjemme, løser opgaver og overhøres næste gang. Eleverne udfører forsøg, efter at et emne er blevet teoretisk behandlet. Man forventer, de udfører sådanne forsøg ca. 1 gang om måneden.

Det officielle formål med elevernes laboratoriearbejde er følgende:

- *At eftervise gyldigheden af fysiske love, som er lært ved hjælp af bøger og tavle.*
- *At kontrollere elevernes viden*

- *At give eleverne en positiv holdning til manuelt arbejde*
- *At opdrage med henblik på sikkerhed og økonomi.*

Siden 1970 har der været stigende deltagelse fra østeuropa i internationale konferencer om fysikundervisning, og det har bevirket, at man nu i flere af de østeuropæiske lande er blevet påvirket af udviklingen i Vesteuropa og USA. Flere steder, bl.a. i Ungarn med professor George Marx som den drivende kraft, søger man nu at udarbejde undervisningsmaterialer, hvor elevforsøg integreres i den teoretiske fremstilling, så de kommer til at spille en væsentlig rolle i indlæringsprocessen. Det er imidlertid ikke let at få indført nye undervisningsmaterialer i et østeuropæisk land, idet man almindeligvis kun godkender, at ét bestemt bogsystem anvendes. Et alternativt undervisningsmateriale skal derfor først gennem forsøgsundervisning i nogle udvalgte skoler beviset, at det er at foretrække for det gamle, godkendte system.

Alligevel tror jeg, at den nye strømning i retning af uddannelse med henblik på naturvidenskabelig oplysthed også efterhånden vil slå igennem i Østeuropa. Et tegn herpå ser jeg i en international konference om fysikundervisning, som blev afholdt i Ungarn den 6.-12. september 1981. Ungarn bad nemlig om, at konferencen skulle behandle skolens undervisning i emnet: Nuclear Physics - Nuclear Power.

I indbydelsen til konferencen skrev man følgende:

«På konferencen vil aktuelle problemer vedrørende skolens fysikundervisning blive diskuteret, hovedemnet vil være atomkernen, dens fysik, dens struktur, dens udfordring, dens energi og de hermed forbundne faremomenter, betydningen af dette emne for samfundet og for den unge generations uddannelse er blevet bragt i fokus af den verdensomspændende interesse på grund af den nye energisituation».

Det ser derfor ud til, at de internationale strømninger på fysikundervisningens område, som er startet i den vestlige verden, vil blive verdensomspændende og forløbe parallelt i de forskellige lande uanset forskellige politiske systemer.

Fysikundervisning i Sydeuropa.

Lad mig til sidst sige lidt om fysikundervisningen i Sydeuropa. Det har i mange år været således, at jo længere vi bevæger os mod syd i Europa, jo mere vægt lægges der på latin som skolefag på bekostning af de naturvidenskabelige fag. Fagenes prestige er ringe, hvilket afspejles i, at der afsættes få timer til disse fag i skolen, og at læreruddannelsen i disse fag er meget mangelfuld. Enkelte steder er det dog lykkedes at placere fysik/kemi stærkere i skolen, f.eks. i Portugal, hvor man siden 1978 har placeret fysik/kemi som et obligatorisk fag i 8., 9. og 10. klasse med et ugentlig timetal på 3 ,3 og 4. Da man i Portugal starter skolegangen et år tidligere end herhjemme, gives der altså nu i Portugal undervisning i fysik/kemi på samme alderstrin som i Danmark, men med et betydeligt større ugentligt timetal.

Faget fysik/kemi's prestige

Det er mit indtryk, at faget fysik/kemi's prestige i forskellige lande direkte kan aflæses af de timetal, man tildeler det i skolen, og om man anser faget for så vigtigt, at der bør gives obligatorisk undervisning i det. Ikke mindst i lys af den nyeste strømning (uddannelse med naturvidenskabelig oplysthed som hovedmål) forekommer det mig derfor vigtigt, at vi som fysiklærere gør op med os selv, hvilken betydning vi tillægger faget med henblik på den kommende generations uddannelse. I Danmark er faget timetalsmæssigt placeret lavt i international sammenhæng; men faget er obligatorisk, hvad det f.eks. ikke er i England. Endvidere er klassekvotienten mindre end i de fleste andre lande, og de laboratoriemæssige forhold betydeligt bedre.

Fysikerundervisningens placering i folkeskolen

Jeg ved, at man undertiden blandt danske fysiklærere har diskuteret, om det var bedre at have obligatorisk fysikundervisning i 6., 7. og 8. klasse frem for i 7., 8. og 9. klasse. Personligt tror jeg ikke, dette ville være en god idé, idet jeg tror, vi da vanskeligt vil kunne tilgodese kravet om, at undervisningen skal føre til naturvidenskabelig oplysthed.

Eksempelvis tror jeg ikke, elever i 8. klasse vil få nær så meget ud af undervisningen i atomfysik med tilhørende diskussion om anvendelsen af kerneenergi eller alternative energiformer som eleverne i 9. klasse. I de fleste lande starter fysikundervisningen, når eleverne er 13 år gamle, enkelte steder i 11-års alderen; men de to første års undervisning gives da undertiden i form af «integrated science» (fysik, kemi, biologi).

Hvad angår spørgsmålet, om fysik burde være et tilbudsfag i 9. klasse i stedet for et obligatorisk fag, finder jeg det væsentligt, at diskussionen koncentreres om, hvorvidt man finder det rimeligt, at naturvidenskabelig oplysthed skal være forbeholdt en mindre del af befolkningen. Min personlige stilling til dette spørgsmål er helt klar: Jeg ser naturvidenskabelig oplysthed som en viktig forudsætning for, at den kommende generation på kvalificeret måde kan tage del i demokratiske beslutningsprocesser på det teknisk-naturvidenskabelige område. Vi må derfor ikke sky noget middel for at udruste hele befolkningen så godt som muligt på dette område.

Døgnrytmer hos mennesker uten klokke.

FORSØK PÅ SVALBARD SOMMEREN 1978 OG 1979.

Aud Tveito Ekse *

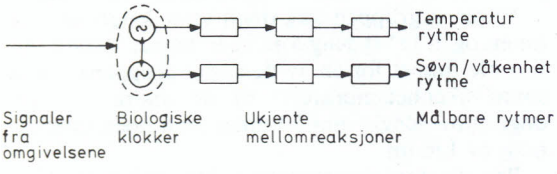
Biologiske døgnrytmer

Flere fysiologiske prosesser i mennesket, som kroppstemperatur, hormonaktivitet, urinfunksjon, skifte mellom søvn og våken tilstand, varierer normalt i takt med døgnets 24 timer. Hva skjer dersom et menneske fratas all tidsinformasjon, f.eks. ved at det isoleres i en bunkers eller en grotte uten klokke, radio og andre hjelpemidler til å registrere tiden? I flere forsøk har en vist at under slike forhold vil likevel prosessene fortsette å gå rytmisk. Perioden blir imidlertid lengre enn 24 timer, for de fleste mennesker ca. 25 timer.

De «indre» oscilliasjoner, som er ansvarlig for de ytre, målbare rytmiske prosessene, kalles ofte «*biologiske klokker*». I det daglige liv synkroniseres klokkene til samfunnets eller lys/mørke variasjonenes 24 timers rytme. Rytmene omtales gjerne som *cirkadianske* (latin: circa = omtrent, dies = døgn).

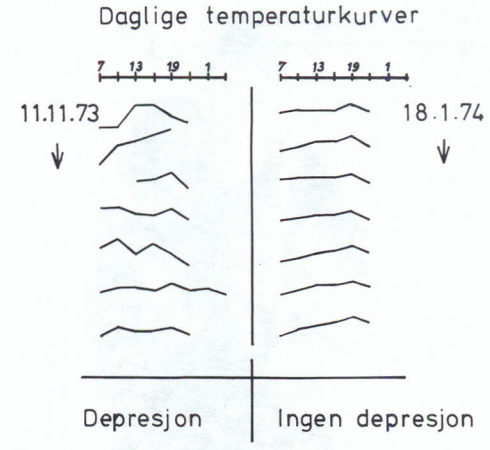
Et menneske har *flere* biologiske klokker. Dette er vist ved forsøk i bunkers der enkelte personers temperaturrytme har vært forskjellig fra søvn/våkenhetsrytmen. Normalt er imidlertid klokkene koplet til hverandre og de målbare rytmene får samme periodetid. En modell av et klokkesystem med to klokker er vist i Figur 1.

Det finnes flere eksempler på at hyppige forandringer i kroppens tilvante døgnrytme kan gi seg utslag i fysiske og psykiske lidelser. For enkelte personer medfører skiftarbeid problemer, og undersøkelser viser at personell på transatlantiske flyruter er forholdsvis utsatt for stressymptomer og psykosomatiske lidelser. Ut fra klokkemodellen kan dette forklares ved at fysiologiske funksjoner som styres av biologiske klokker og skulle virke sammen, kommer i utakt. Dette medfører en påkjenning for organismen.



1. To biologiske klokker hos mennesket. I bunkersforsøk er det blitt vist at temperatur- og søvn/våkenhetsrytmene hos et menneske ikke alltid har samme periode. Derfor vet en nå at det finnes minst to klokker - runde symboler - som kan styre hver sin rytme. Normalt er de imidlertid koplet til hverandre og opptrer utad som en enhet - de er synkroniserte.

* *Fysisk institutt, UNIT/NLHT*



2. Daglige temperaturkurver for en og samme pasient i en depressiv og en normal periode. Det er store uregelmessigheter i temperaturregistreringene fra depresjonsperioden i motsetning til normalperioden.

Rytmer og psykiatri.

Innefor blant annet psykiatrien, finner man sykdomstilstander som ser ut til å være rytmisk regulert. Spesielt når det gjelder manisk-depressiv psykose, er det mange faktorer som tyder på perturbasjoner i «klokkesystemet» når sykdommen opptrer (1). På flere pasienter med denne lidelsen har derfor kroppstemperaturen (som er enklest å måle) blitt registrert systematisk (2). Undersøkelsene bekrefter at temperaturmønsteret er mer ustabilt i dårlige enn i friske perioder, et eksempel er gitt i Figur 2.

Når det gjelder biologiske rytmer, driver man ved Fysisk institutt, Universitetet i Trondheim, NLHT, ved siden av analyser av pasientdata, også med modellsimuleringer og forsøk på planter. Planteforsøkene har blant annet vist av Li^+-ioner forlenger perioden til døgnrytmiske bladbevegelser (3), noe som også er funnet i andre plante- og dyreforsøk. Dette er av spesiell interesse fordi Litium i flere år har vært brukt både som forebyggende og terapeutisk legemiddel i behandlingen av manisk-depressiv psykose, uten at man med sikkerhet ved hvordan Litium virker.

Ut fra det man har funnet om forstyrrelser av døgnrytmer hos manisk-depressive pasienter og om virkningen av Li^+ på planter og dyr, er det imidlertid ikke utenkelig at Litium virker på endogen mani-depresjon via klokkesystemet. Litium kan, f.eks., få desynkroniserte klokker til å «gå i takt» igjen ved å forandre perioden til enkelte av dem. En følge av dette er at *Litium også burde virke på målbare, klokkestyrte funksjoner hos mennesket,* som f.eks. temperaturrytmen. Forutsetningen for å kunne teste dette er at forsøkspersoner isoleres slik at temperaturrytmen ikke påvirkes av samfunnets og solas 24-timers rytmer. Deretter gis forsøkspersonene Litium og eventuelle forandringer i temperaturrytmen registreres.

Forfatteren i forsøkssituasjon med måleutstyr på Svalbard.

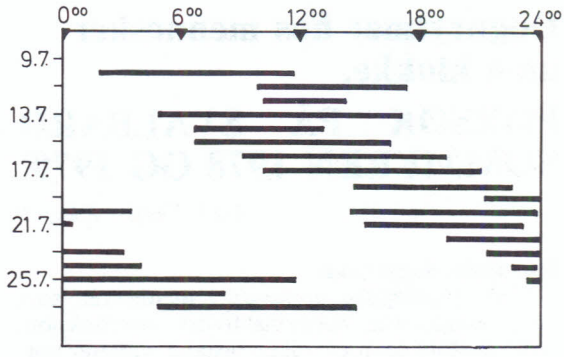
Vi kom til at det måtte være mulig å gjøre slike eksperimenter sommerstid på Svalbard når lysforholdene er relativt konstante hele døgnet. Fordelen med Svalbard framfor bunkers (som vi ikke hadde tilgjengelig) ville være at man kunne gi to forsøkspersoner mulighet til å bo sammen og leve et forholdsvis normalt liv.

Etter initiativ fra Fysisk institutt, Universitetet i Trondheim, ble det derfor i samarbeid med Universitetet i Tübingen, Vest-Tyskland, gjennomført et prøveforsøk med to tyske studenter sommeren 1978, og et større forsøk med ti forsøkspersoner, fire fra Trondheim og seks fra Tübingen, sommeren 1979.

Målinger og resultater fra Svalbardforsøkene.

Forsøkspersonene, som var unge mennesker med vanlig god helse, bodde sammen to og to i isolerte hytter rundt Ny-Ålesund. Rektal temperatur ble målt automatisk hvert 512 s med en nøyaktighet på 0.005°C. Apparatet som var utviklet spesielt for dette formålet registrerte også aktivitet i form av armbevegelser. Man benyttet en nummeratorverdi knyttet til disse målingene som kodet tidsreferanse.

I forsøket i 1979 fikk fire grupper Li^+-tabletter under halvparten av oppholdet og virkningsløse tabletter resten av tiden. Mengde Li^+ som hver forsøksperson trengte for å oppnå ønsket konsentrasjon (klinisk dose) av Li^+ i blodet, var bestemt før avreise til Svalbard. En kontrollgruppe fikk virkningsløse tabletter hele tiden. Forsøkslederen (en



3. Søvn/våkenhetsmønsteret til en forsøksperson isolert sommerstid på Svalbard. Søvnperiodene for etterfølgende dager er avmerket med svarte streker. Dato er vist til venstre, og tid på dagen øverst på figuren.

lege, en tekniske ansvarlig og to andre) besøkte gruppene for å ta blodprøver, bringe post og forsyninger osv.

1978-eksperimentet var først og fremst et prøveforsøk med tanke på det planlagte Li^+-eksperimentet året etter, men noen resultater var i seg selv interessante. Figur 3 viser søvn/våkenhetsmønsteret til den ene av de to deltakerne.

Dersom forsøkspersonen hadde fulgt en 24-timers rytme, ville tidspunkt for innsoving variere omkring en loddrett linje i diagrammet. Figuren viser imidlertid at personen sovner senere for hver dag som går, dvs. en forskyvning mot et døgn lengre enn 24 timer. Temperaturdata for den samme forsøkspersonen er gitt i Figur 4.

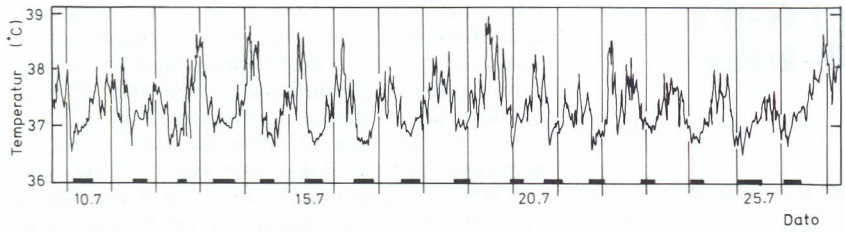
Figuren viser hvordan temperaturminimum, som faller i søvnperioden (mørke felter lengst nede i figuren), forskyves døgn for døgn. Dette indikerer at også kroppstemperaturen følger en rytme med periodetid lengre enn 24 timer. Også den andre forsøkspersonen hadde en periodetid lengre enn 24 timer. Begge stortrivdes under oppholdet, og forsøket 1978 bekreftet at utstyret fungerte og at Svalbard var et utmerket alternativ til bunkers.

Problemstillingen foran forsøket 1979 ble nå virkelig spennende: Virker Li^+ på døgnrytmen til friske mennesker?

Søvn/våkenhetsmønsteret til en av de fire gruppene som fikk Li^+ under oppholdet er vist i Figur 5.

Vi ser at gruppen fikk døgnrytme lengre enn 24 timer, og at Li^+ tydelig forlenger døgnet. Samme effekt ble funnet for en av de andre gruppene, mens søvn/våkenhetsmønsteret til de andre to viste døgnrytme lengre enn 24 timer uten noen innvirkning av Litium.

Pga. de store datamengdene ble analysene utført i Tübingen, der man har installert et programsystem som er laget spesielt for detektering og analyse av biologiske rytmer. Analysene viser at alle forsøkspersonene oppnådde temperaturrytme med periode lengre enn 24 timer, og at Li^+ tydelig forlenger periodetiden til kroppstemperaturen hos de

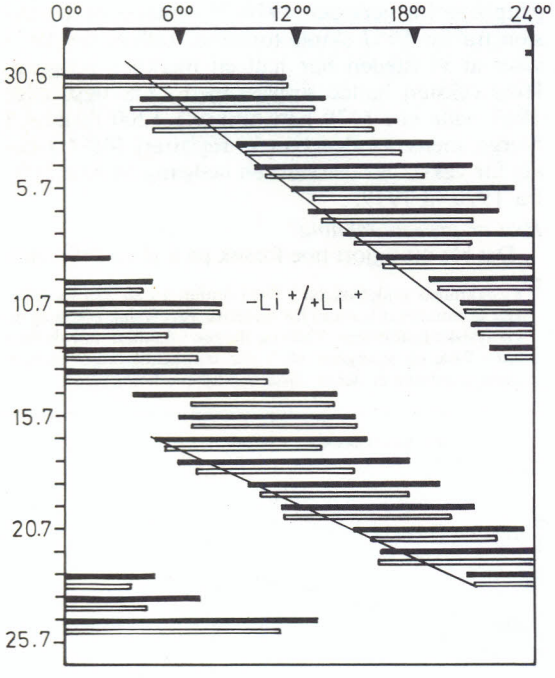


4. Temperaturregistreringer fra forsøkspersonen omtalt i Fig. 3. Rektal temperatur er gitt som funksjon av tiden, dato er avmerket nederst. Svarte streker under kurven viser søvnperiodene.

to gruppene der Li^+ effekt ble observert i søvn/våkenhetsmønsteret. Aktivitetsrytmene er med ett untak i overensstemmelse med temperaturrytmene. Hos kontrollgruppen observerte man desynkronisering mellom søvn/våkenhetsrytmen og temperaturrytmen og ekstremt lang periodetid, nesten 40 timer. Resultatene fra Svalbardforsøkene 1978 og 1979 er forøvrig nå publisert (4, 5).

Inntrykk etter forsøkene

Forsøket viser altså at Li^+ med sikkerhet påvirker circadianske rytmer hos enkelte friske mennesker, og at Li^+ da forlenger periodetiden. Vi vet fra psykiatrien at pasienter viser ulik respons på behandling med Li^+, enkelte viser ingen respons. Det er derfor rimelig at dette også gjelder friske mennesker.



5. Søvn/våkenhetsmønsteret til to forsøkspersoner isolert sammen på Svalbard. Søvnperiodene til de to er avmerket med streker. Dato er vist til venstre, og tid på dagen øverst på figuren. Gruppen fikk virkningsløse tabletter fram til 10.7.79 og Li^+ tabletter resten av oppholdet. Helningen på linjen som er trukket gjennom tidspunktene for innsoving er slakkere i perioden da gruppen fikk Li^+ enn i perioden da deltakerne fikk virkningsløse tabletter. Dette indikerer at Li^+ forlenger døgnrytmene.

Resultatene støtter således tanken om at Li^+ virker på enkelte manisk-depressive pasienter via det circadianske klokkesystemet, selv om denne påstanden foreløpig bare kan betraktes som en hypotese.

Det var naturligvis med stor forventning og spenning man som forsøksperson dro av sted til isolasjon i en hytte på Svalbard. Alle opplevde imidlertid isolasjonen som noe positivt, ingen savnet selskap og sivilisasjon, og man følte ikke noe behov for å orientere seg i tid så lenge det ikke var noe man ventet på i form av forsyninger, besøk osv. Det var sommeren 1979 mange solskinnsdager på Svalbard, noe som selvsagt var til udelt glede for deltakerne og gav dem anledning til fullt ut å oppleve Svalbards særpregede natur. ut fra forsøkets synspunkt var dette kanskje mindre heldig. Hyttene som to av gruppene bodde i lå i relativt kupert terreng, noe som medførte sterke tidsnøkler på godværsdager. Dette kan ha virket inn på døgnrytmene hos disse gruppene, der man ikke fikk noen Li^+ effekt. På den andre siden var det selvfølgelig en fordel for eksperimentet at forsøkspersonene trivdes. Det er rimelig at de ellers, f.eks. i bunkers, ville ha fokusert seg mot tidspunktet når isolasjonen skulle opphøre.

Til slutt kan det være verdt å nevne at et prosjekt som dette er et resultat av nært samarbeid mellom fysikere, biologer og medisinere. Man benytter fysiske og matematiske metoder for å studere problemer som kanskje først og fremst er av biologisk og medesinsk interesse. Det er ingen tvil om at nettopp det tverrfaglige samarbeidet har vært til stor nytte og gitt nye impulser til alle som har arbeidet med prosjektet.

1. *A. Johnsson og A. T. Ekse: Biologiske klokker innenfor psykiatrien. Sandozinformasjonen fra forskning og praksis 5-1979.*
2. *B. Pflug, R. Erikson and A. Johnsson: Depression and daily temperature. Acta psychiat. scand. 54, 254-266 (1976).*
3. *Johnsen, P. I., Skrove, D. Publikasjon Phys. Plant.*
4. *Johnsson, W., Englemann and A. T. Ekse: Free-running human circadian rhythms in Svalbard. Z. Naturforsch 34c, 470-473 (1979).*
5. *Generelt og populært om biologiske klokker: A. Johnsson: Biologiske klokker (Livets døgnrytme). Universitetsforlaget Oslo-Bergen-Tromsø (1978).*

Grunnforskning i fysikk - Tendenser i 1970-årene

T. Amundsen

Norsk fysikk var i likhet med mange andre fagområder preget av betydelig vekst i begynnelsen av 1960-årene. Denne utviklingen ble kartlagt av Tormod Riste og Egil Spangen gjennom en rundspørring utført i første halvår i 1967 og senere publisert i boken «Norsk fysikk - omfang, struktur og vekst» (1). Riste og Spangens materiale var et viktig grunnlag for Hovedkomitéens melding om grunnforskning i fysikk i Norge, der alternativer for den videre utvikling om norsk fysikk inn i 1970-årene ble tatt opp til diskusjon. En del av Riste og Spangens data ble senere ajourført fram til 1970 (3), men ingen undersøkelse er gjort av utviklingen videre gjennom 1970-årene.

Norsk Fysikkråd har ved flere anledninger arbeidet med planer om en ny kartlegging av grunnforskning i fysikk, og i 1979 ble det bestemt at en ny oversikt skulle utarbeides. Rundspørringen ble gjennomført i juni-september 1980, og resultatet av undersøkelsen foreligger nå (4). Oversikten er denne gang bare for ett år (1979). Det er imidlertid benyttet samme oppdeling i fagområder og innhentet samme type data som i Riste og Spangens oversikter, slik at materialet fra 1979 gir opplysninger om utviklingen i norsk fysikk gjennom 1970-årene. Denne artikkelen gir en oppsummering av noen hovedresultater fra Fysikkrådets siste undersøkelse.

Hvor drives det grunnforskning?

I praksis viser det seg at nær sagt all forskningsvirksomhet ved universitet- og høgskolesektoren blir regnet som grunnforskning, mens det ved instituttene utenfor universitet- og høgskolesektoren bare i liten grad drives forskning av denne typen. Det ble sendt spørreskjemaer til alle de institusjoner som var med i de tidligere undersøkelsene, samt til en del nye som kunne tenkes å ha forskningsprosjekter med grunnforskningskarakter (distriktshøgskolene, Det Norske Veritas og en del NTNF institutter), men alt i alt ble det bare registrert en virksomhet tilsvarende 16 forskerårsverk utenfor universitetene og høgskolene, og det er bare omkring 11 % av den totale virksomheten som undersøkelsen dekker. Forskerne ble selv bedt om å vurdere hvor stor del av arbeidstiden (og av budsjettene) som gikk med til grunnforskning sammenliknet med andre aktiviteter, og resultatet for universitetene og høgskolene er vist i tabell 1.

Utenfor universitetene og høgskolene varierer forholdene en del fra institutt til institutt, men i gjennomsnitt ser det ut til at de som er engasjert i grunnforskning - og som derfor er registrert i Fysikkrådets oversikt - bruker noe over halvparten av arbeidstiden på grunnforskning. Så alt i alt ligger gjennomsnittet for alle forskere nær 50 %, særlig hvis vi regner at noe av administrasjonen også skal belastes forskning og ikke bare undervisning og annet arbeid. I gjennomsnitt fører det derfor ikke til vesentlige feil om en regner at antall forskerårsverk svarer til halvparten av antall forskere i oversiktene nedenfor.

Endringer i det totale forskningspersonale.

Fig. 1 viser utviklingen av det vitenskapelige personalet knyttet til grunnforskning i fysikk i Norge fra 1960. Med forskere menes det her både ansatte i faste vitenskapelige stillinger og vitenskapelige rekrutteringsstillinger (vitenskapelige assistenter og stipendiater). Tallene for perioden 1960-1970 er fra Riste og Spangens oversikter. I 1970 ble forskningsgruppene bedt om å gi uttrykk for hvilke ønsker de hadde for utviklingen framover, og kurvene a og b viser resultatet av disse ønskene for henholdsvis optimal og minimal vekst. Fra 1960 til 1967 var veksten omkring 12 %, mens den sank til 4 % etter 1967. Som vi ser, svarer ønskene fra gruppene for perioden 1970-75 omtrent til at veksten fra før 1967 skulle fortsette. Tallene for 1979 viser at vi isteden har hatt en merkbar nedgang. Hvis veksten hadde fortsatt med 12 % også etter 1967, ville vi i 1979 hatt omkring 1200 fysikere i Norge, mens det altså bare er registrert 245!*. I stedet for vekst, har det vært en nedgang på hele 21 % fra 1970 til 1979.

Hva er grunnforskning?

Det ble ikke gjort noe forsøk på å gi en definisjon

* Kosmisk geofysikk betyr her at Astrofysisk institutt i Oslo og de geofysiske instituttene i Oslo og Bergen ikke er regnet med, slik som de heller ikke var i Riste og Spangens undersøkelse.

* Fysikkrådets undersøkelse i 1979 omfatter i alt 276 forskere. Her er imidlertid Institutt for teoretisk astrofysikk i Oslo og de geofysiske instituttene i Oslo og Bergen inkludert, noe de ikke var i Riste og Spangens tall. I alle sammenlikninger mellom undersøkelsene er derfor disse instituttene holdt utenfor.

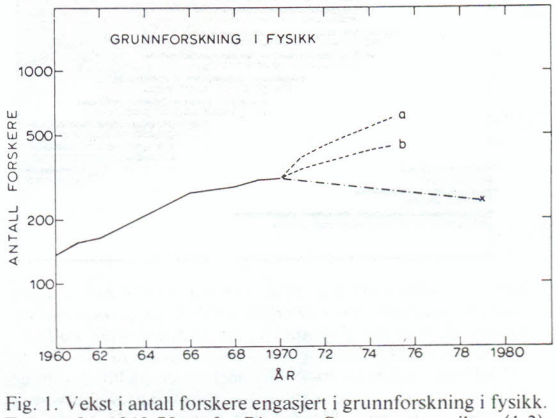


Fig. 1. Vekst i antall forskere engasjert i grunnforskning i fysikk. Tallene fra 1960-70 er fra Riste og Spangens oversikter (1,2). Kurvene merket a og b er forskningsgruppenes egne prognoser for utviklingen fram til 1975. (a: optimal, b: minimal vekst)

av begrepet grunnforskning i forbindelse med denne undersøkelsen. I stedet ble forskerne selv bedt om å vurdere hva de mente skulle klassifiseres som grunnforskning. Det spørsmål som naturlig reiser seg, er derfor om den registrerte nedgangen i fig. 1 reflekterer en reell nedgang, eller om den er et uttrykk for en forskyvning av de enkelte forskeres oppfatning av hva som er grunnforskning. Vi kan f.eks. ikke se bort fra at noen institutter kan fristes til å definere sin virksomhet alt etter hva som er «in» i øyeblikket!

Det er imidlertid grunn til å tro at de registrerte tendensene er reelle. Som fig. 2 viser, er nedgangen særlig klar innenfor bestemte områder - først og fremst akustikk og faste stoffers fysikk - og mange forskere innenfor disse områdene har gitt uttrykk for at det har vært en forskyvning av forskningsaktiviteten mot mer anvendte problemstillinger. Selv om det er vanskelig - kanskje nærmest umulig - å formulere klare definisjoner, så har nok de fleste forskere en følelse av når de passerer grensen mellom problemstillinger som er rettet mot grunnleggende spørsmål av interesse for flere områder i fysikken og mer spesielle problemstillinger av kortsiktig karakter og mer begrenset interesse. Og mange av de samme forskerne som deltok i Riste og Spangens undersøkelser har også vært med denne gang. Så det er rimelig å tro at den registrerte nedgangen i fig. 2 reflekterer en reell forskyvning av tyngdepunktet i forskningen mot anvendte problemer, uten at den totale forskningsaktiviteten i «fysikk» nødvendigvis har gått ned. Som vi skal komme tilbake til nedenfor, er dette i overensstemmelse med generelle tendenser både i norsk og internasjonal forskning.

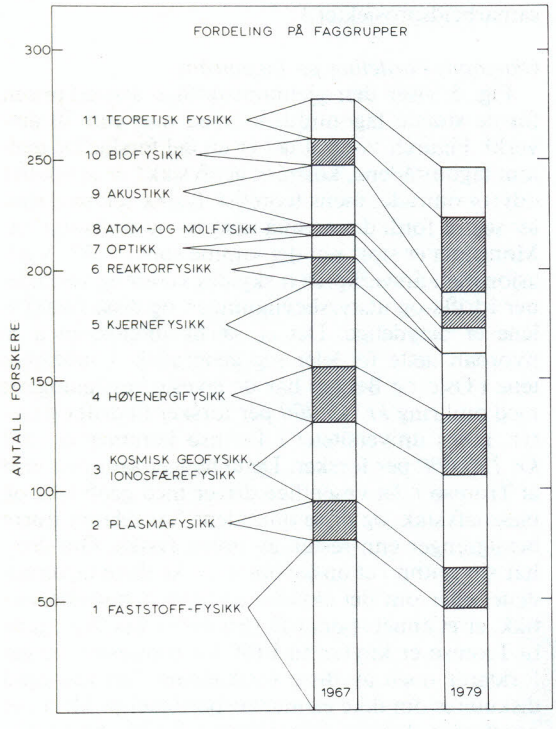


Fig. 2. Antall forskere fordelt på fagområder. Fordelingen i 1979 er sammenliknet med situasjonen i 1967 (1).

Forandringer i strukturen av norsk fysikk.

Nedgangen i det totale antall forskere dekker over en del forskyvninger mellom de forskjellige fagområdene, slik som vist i fig. 2. Nedgangen er, som allerede nevnt, relativt stor i faste stoffers fysikk og akustikk, mens andre fagområder stort sett er uforandret eller har en svak vekst. Biofysikk skiller seg ut som et område med betydelig vekst og er det eneste fagområdet med en vekst som svarer til det gruppene ønsket seg i 1970 (minimal vekst). Dette henger sammen med oppbygningen av to miljøer i Trondheim, men også miljøene i Oslo har hatt en viss vekst.

Forgubbingstendenser.

Overgangen fra en betydelig vekst i 1960-årene til en svakere vekst og etterhvert stagnasjon eller tilbakegang i 1970-årene har ført til en skjev aldersammensetning av forskningspersonalet i mange fag. Fig. 3 viser hvordan dette ligger an for fysikk. Fordelingen er for i alt 168 fast ansatte fysikere, og aldersfordelingen er sammenliknet med tilsvarende data for *alle* fast ansatte forskere ved universitetene og høyskolene i Norge i 1979. Som vi ser, har fysikernes fordeling et markert maksimum for aldersgruppen 40-45 år, mens universitets- og høgskolesektoren som helhet har en videre aldersfordeling med maksimum i området 35-40 år. Over halvparten av alle norske fysikere var 45 år eller mer, og aldersgruppen 30-35 år er svakt representert. «Forgubbingen» ser altså ut til å ha slått noe sterkere ut i

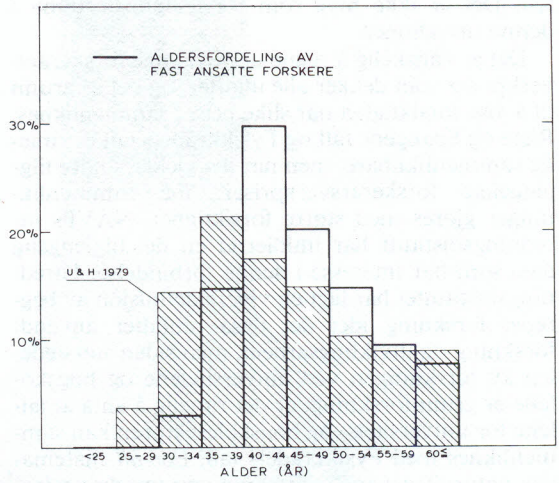


Fig. 3. Aldersfordelingen av i alt 168 fast ansatte fysikere i 1979 sammenliknet med aldersfordelingen for alle fast ansatte forskere i universitets- og høgskolesektoren i 1979. (Data for U og H sektoren fra Stortingsmelding 119 (5).)

fysikk enn for mange andre fag. Ved det største av alle fysiske institutter i Norge, Fysisk institutt i Oslo, har dette slått særlig sterkt ut, idet gjennomsnittsalderen i 1979 var nærmere 52 år. Gjennomsnittsalderen for alle fysikerne var omkring 47 år.

Økonomi: Totalbildet.

Riste og Spangen fant at forskerårsverkprisen i fysikk var *kr. 145.000* i 1967, og at denne prisen steg med 9,5% p.å. i perioden 1960-1967. Også i faste kroner steg forskerårsverkprisen for samme periode med 3,3% per år. Denne økningen ble forklart ved en «sophistication» effect: Eldre utstyr måtte erstattes med nytt og mer komplisert utstyr, som var mer kostbart, og som også krevde en økning av den tekniske staben. (Forholdet mellom tekniske stillinger og forskerstillinger økte fra 0,3 til 0,5 i denne perioden.)

I 1979 var forskerårsverkprisen i gjennomsnitt *kr. 418.000* for all grunnforskning i fysikk. Dette er vesentlig mindre enn det en ekstrapolert vekst på 3,3% p.å. vil gi. Fra forskernes synspunkt er denne utviklingen særlig alvorlig, fordi det først og fremst er budsjettene til vitenskapelig utstyr og drift av forskningsprosjekter dette har gått ut over. Det kommer tydelig fram av tabell II, som viser hvordan lønnsutgiftene tar en stadig større del av årsverkprisen, mens driftsutgiftene til forskning går ned. Regnet ut i kroner og øre viser det seg at budsjettene til vitenskapelig utstyr og drift av forskningsprosjekter på langt nær har fulgt med prisutviklingen (konsumprisindeksen) i perioden 1967-1969. Når det da også er klart at priser på vitenskapelig utstyr og tjenester utvilsomt har steget mer enn konsumprisindeksen, er det klart at en slik utvikling må få konsekvenser for forskningsvirksomheten. Det er ikke mye rom for «sophistication» i denne utviklingen.

Det er vanskelig å regne ut nøyaktige forskerårsverkpriser som dekker alle utgifter, og det er grunn til å vise forsiktighet når slike priser sammenliknes. Riste og Spangens tall og Fysikkrådets tall er rimelig sammenliknbare, men når det gjelder andre tilgjengelige forskerårsverkpriser, må sammenlikninger gjøres med større forsiktighet. NAVFs utredningsinstitutt har imidlertid en del tilgjengelig data som har interesse i denne forbindelse. Utredningsinstituttet har lagt en videre definisjon av begrepet forskning idet det også omfatter anvendt forskning og utviklingsarbeid, men siden størstedelen av forskningen ved universitetene og høgskolene er grunnforskning, er det rimelig å anta at tallene for universitets- og høgskolesektoren kan sammenliknes med Fysikkrådets tall. For *all* matematisk-naturvitenskapelig forskning gir utredningsinstituttet en total forskerårsverkpris på *kr. 384.000* i 1977. Fig. 4 viser hvordan denne prisen faller inn i bildet. Tallene for 1979 er ennå ikke publisert, men

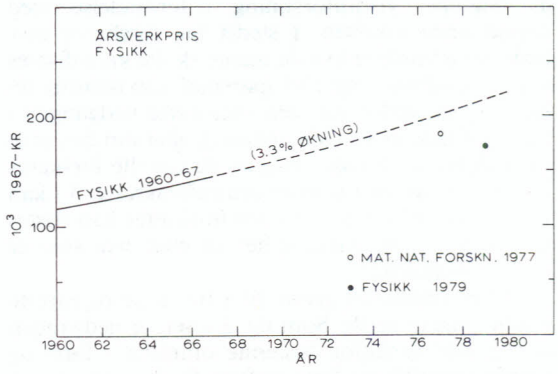


Fig. 4. Forskerårsverksprisen for grunnforskning i fysikk i faste kroner (1967-kr.) Data for perioden 1960-1967 er fra Riste og Spangens undersøkelse (1), forskerårsverkprisen for all matematisk-naturvitenskapelig forskning i 1977 fra NAVFs utredningsinstitutt (6).

foreløpige tall for underområdet «fysiske fag» (fysikk, astrofysikk og biofysikk) indikerer at prisen for 1979 ligger omkring *kr. 420.000* for denne sektoren, altså et tall som er i meget god overensstemmelse med Fysikkrådets tall. Dette tyder på at Fysikkrådets undersøkelse har fanget opp det alt vesentlige av midler til grunnforskning i fysikk i 1979. Hvordan fysikk faller ut sammenliknet med andre fag, er det for tidlig å si noe om, men tallene for 1977 kan tyde på at fysikk enten skiller seg lite ut, eller har en noe lavere forskerårsverkpris enn gjennomsnittet. (Se nedenfor om internasjonale samarbeidsprosjekter.)

Økonomi: Fordeling på fagområder.

Fig. 5 viser den gjennomsnittlige årsverkprisen for de største fagområdene (med mer enn 10 årsverk). Figuren viser at det er en del forskjeller mellom fagområdene, kosmisk geofysikk* er et relativt «dyrt» område, mens teoretisk fysikk selvsagt skiller seg ut fordi det er små utstyrs- og driftsutgifter. Mønsteret er stort sett det samme som i 1967. Variasjonene i årsverkprisen skyldes vesentlig variasjoner i drifts- og utstyrsbevilgninger, og disse forskjellene er betydelige. Det er særlig interessant å se hvordan dette fordeler seg geografisk. Universitetene i Oslo og Bergen har de laveste bevilgningene med omkring *kr. 45.000* per forsker til drift og utstyr, mens universitetet i Tromsø kommer ut med *kr. 120.000* per forsker. Dette henger sammen med at Tromsø i det vesentlige driver med geofysikk og plasmafysikk, og disse områdene har relativt større bevilgninger enn resten av norsk fysikk. Om dette har sin grunn i et ønske om å styrke disse fagområdene, eller om det skyldes en bevisst distriktspolitikk, er et annet spørsmål. (En del av bevilgningene til Tromsø er knyttet til EISCAT prosjektet, og det forklarer noen av disse forskjellene. Det kan også diskuteres om ikke elementærpartikkelfysikk er det overlegent dyreste fagområdet i fysikk. Se nedenfor.)

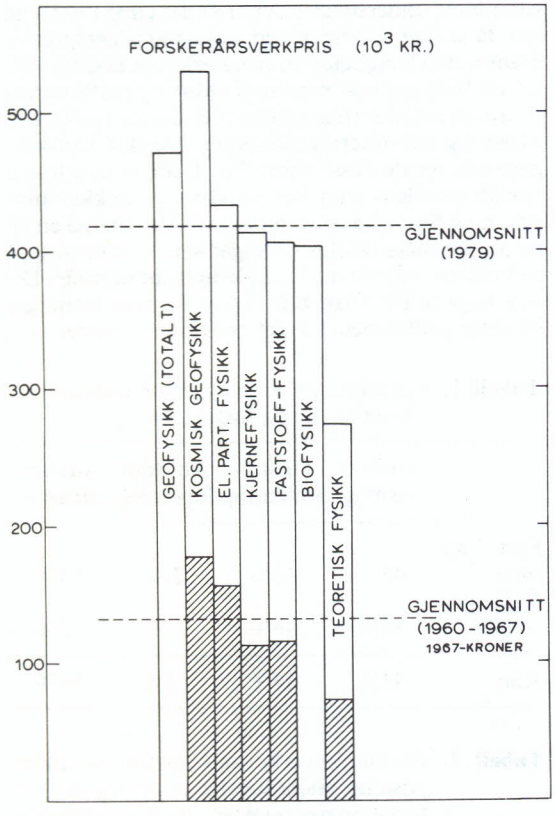


Fig. 5. Forskerårsverkpris for fagområder med mer enn 10 forskerårsverk i 1979 (1979-kr.). Årsverkprisen er sammenliknet med den gjennomsnittlige forskerårsverkpris i årene 1960-1967 (1967-kr.). (På området biofysikk var det i 1967 mindre enn 10 forskerårsverk).

Internasjonale samarbeidsprosjekter.

Norge deltar i flere internasjonale samarbeidsprosjekter, og en del av utgiftene i forbindelse med disse er holdt utenfor i tallene ovenfor. Det er derfor nødvendig å korrigere for disse utgiftene for å få en full oversikt over utgiftene til fysikk:

CERN. Norges bidrag til CERN var i 1979 *30.014 mill. kr.*, og dette beløpet er holdt utenfor i beregningene ovenfor. (I tillegg kommer 1,3 mill. kr. til «CERN-følgeforskning» som administreres av NAVF, men disse bevilgningene er inkludert i tallene for elementærpartikkelfysikk.) Det er helt klart at CERN-bidraget i enhver sammenlikning er et meget stort beløp i norsk fysikk. Det svarer til omkring 50 % av *alle* utgifter til *all* fysikk i Norge utenfor CERN. Hvis beløpet inkluderes i en forskerårsverkpris for elementærpartikkelfysikk, vil denne prisen øke til mer enn 2,5 mill. kr. Det kan selvsagt hevdes at CERN er mer en elementærpartikkelfysikk og at en slik beregning er urimelig, men selv om CERN-bidraget fordeles på *all* grunnforskning i fysikk, vil Forskerårsverkprisen stige med omlag 50 % til mer enn kr. 600.000. Så det er ingen tvil om at CERN-bidraget sprenger alle normale rammer i en diskusjon om midler til forskning i fysikk.

EISCAT. Midlene til EISCAT bevilges gjennom Universitetet i Tromsø og NAVFs budsjetter. Etter avtalen skulle de fleste kapitalinvesteringer være avsluttet i 1979, men levering av en del spesialutstyr ble forsinket og prosjektet ble forsinket. Det er bevilget 8,8 mill. kr. (1979 kr.) øremerket til EISCAT (bygg) direkte til Universitetet i Tromsø, og ca. 1 mill. kr. av dette er regnskapsført i 1979, men ikke regnet med ovenfor. Bevilgninger til EISCAT til drift og utstyr i 1979 var til sammen omkring 0,9 mill. kr., og dette *er* regnet med i forskerårsverkprisen for kosmisk geofysikk. Holdes denne summen utenfor, synker prisen til kr. 490.000, som fortsatt er den største årsverkprisen i fig. 5.

NORDITA. Norge deltar også i NORDITA og bidro i 1979 med 1,2 mill. kr. til dette samarbeidet. Dette beløpet er også holdt utenfor i tallene utenfor. Hvis det inkluderes i en årsverkpris for kjernefysikk, vil prisen øke med 20 % til omkring 0,5 mill. kr. Det er imidlertid klart at aktiviteten ved NORDITA også omfatter annen fysikk, og en slik beregning er derfor ikke så interessant. NORDITA utgiftene gir i alle fall ikke svært store forandringer i årsverkprisene.

Konklusjoner.

Det er to hovedkonklusjoner som kan trekkes fra disse undersøkelsene. For det første er omfanget av norsk grunnforskning i fysikk gått *ned* i løpet av

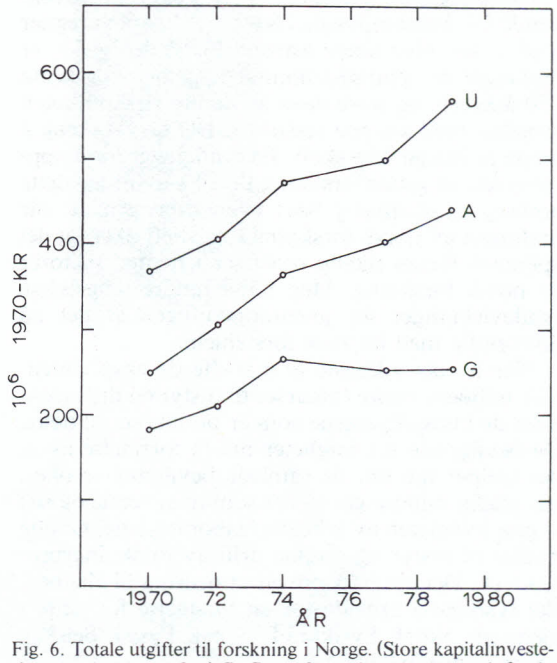


Fig. 6. Totale utgifter til forskning i Norge. (Store kapitalinvesteringer er holdt utenfor.) G: Grunnforskning, A: Anvendt forskning, U: Utviklingsarbeid. Data fra Stortingsmelding nr. 119 (5).

1970-årene. Selv om det er vanskelig å avgrense grunnforskning mot andre typer forskning, er det mange ting som tyder på at den registrerte nedgangen reflekterer en reell tendens, og at det skyldes en forskyvning av forskningsinnsatsen mot anvendte problemstillinger på enkelte områder.

For det andre viser de totale utgiftene til fysikk en stagnasjon, og dette har særlig gått ut over midler til vitenskapelig utstyr og drift fordi lønnsbudsjettene har økt. Drift- og utstyrsbudsjettene har på langt nær fulgt med prisutviklingen, og det er klart at dette må ha ført til vanskeligheter i forskningsmiljøene.

De tendensene som kommer fram av Fysikkrådets undersøkelser ser ut til å være i god overensstemmelse med generelle tendenser såvel internasjonalt som i norsk forskning totalt sett. Fig. 6 viser hvordan de totale utgiftene til forskning i Norge fordeler seg på grunnforskning, anvendt forskning og utviklingsarbeid (5). Tendensen er klar. Både anvendt forskning og utviklingsarbeider har økt i omfang gjennom 1970-årene, mens grunnforskningsinnsatsen har vist en synkende tendens i siste halvdelen av perioden. Dette har også skjedd i de fleste andre land (7). I 1979 utførte for første gang næringslivets laboratorier en større forskningsinnsats målt i penger enn universiteter og høgskoler. Samtidig hadde forskningsinstituttene også sin hittil største andel av norsk forskning. Det er derfor ikke overraskende at det også kan registreres en nedgang i grunnforskningsinnsatsen i fysikk.

Hva med fremtiden?

Utviklingen i slutten av sytti-årene er urovekkende for fysikkmiljøene i Norge. Selv om vi regner med virksomhet innen astrofysikk og geofysikk, er omfanget av grunnforskningen nå bare omkring 150 årsverk, og store deler av denne virksomheten arbeider med knappe ressurser. Det er vanskelig å forstå at Norge ikke skulle ha muligheter for å opprettholde en grunnforskning i fysikk av minst dette omfang på et rimelig høyt vitenskapelig nivå, når omfanget av norsk forskning totalt sett øker og det åpenbart finnes rikelig ressurser i mange sektorer av norsk forskning. Men for å hindre langsiktige skadevirkninger for grunnforskningen er det nå nødvendig med litt rask førstehjelp.

Noe av det viktigste er å skaffe de eksperimentelle miljøene bedre ressurser til utstyr og drift gjennom de budsjettpostene som er øremerket til dette. De bevilgende myndigheter må få forståelse av at det hjelper lite om de samlede bevilgninger øker, når stadig mindre går til det som til syvende og sist avgjør kvaliteten av arbeidet i laboratoriene, nemlig midler til utstyr og direkte drift av forskningsprosjektene. Det må nå være en utfordring til alle norske fysikere å arbeide for en forståelse for dette - gjennom Norsk Fysikkråd, Norsk Fysisk Selskap og på andre måter.

Et annet akutt problem er «forgubbingen». Fysikkrådets undersøkelser viser at det ennå i noen tid blir få ledige stillinger ved oppnådd aldersgrense, mens antall ledigheter vil øke sterkt om noen år. Etter en lang periode med null vekst og nedskjæring av antall rekrutteringsstillinger er derfor fysikk i en vanskelig rekrutteringssituasjon, kanskje vanskeligere enn for de fleste andre fag. Dette er et internasjonalt problem som det utredes og snakkes mye om, men lite konkret er blitt gjort. Det må på en eller annen måte skaffes stillinger som kan ta vare på de beste av rekruttene inntil ledigheter oppstår. Det er å håpe at det snart blir funnet fram til løsninger på dette problemet, for det begynner å haste.

Tabell 1. Fordeling av arbeidstid for forskere ved universiteter og høgskoler.

	Undervisning	Grunnforskning	Anvendt forskning	Administrasjon
Fast ansatte	45 %	40 %	2 %	13 %
Rekr. personale	31 %	66 %	1 %	2 %
Alle	44 %	44 %	2 %	10 %

Tabell 2. Forskerårsverkprisen fordelt på underpostene vitenskapelig utstyr og drift av forskningsprosjekter, lønn (vitenskapelige stillinger og teknisk assistanse til forskningsprosjekter) samt generalutgifter (andre lønninger, drift av bygninger etc.)

	1967*	1979
Drift av forskn.prosjekt og vit. utstyr	36 %	26 %
Lønnsutgifter	31 %	48 %
Generalutgifter	33 %	26 %

* Fra Riste og Spangens oversikt (1).

1. T. Riste og E. Spangen: «Norsk fysikk-omfang, struktur og vekst», Skrifter fra Hovedkomitéen for norsk forskning, nr. 1, Universitetsforlaget, 1968.
2. Melding nr. 3 fra Hovedkomitéen for norsk forskning, 1968: «Grunnforskning i fysikk i Norge».
3. Materialet er upublisert, men noen av resultatene er kommentert av T. Riste i «Norsk fysikk og Norsk Fysisk Selskap», Fra Fysikkens Verden, nr. 2, 1971, side 21-24.
4. «Grunnforskning i fysikk i Norge. En oversikt over personale og omkostninger for året 1979». Norsk Fysikkråd, 1981.
5. Stortingsmelding nr. 119, 1980-81: «Om utviklingen i forskningens organisering og finansiering.»
6. Notat nr. 2/1979 fra NAVFs utredningsinstitutt: «Matematisk-naturvitenskapelig forskning i Norge 1977. Personale og utgifter.»
7. OECD rapport 1981: «The Future of University Research.»

Fysikk uten pedagogikk?

Dag Waaler Gunvald K. Strømme Ola M. Vestavik
Trygve Lægreid

Det er et faktum at en god del av dem som hvert år begynner fysikkstudier ved NTH faller fra underveis.

På bakgrunn av dette og personlige erfaringer gjennom snart 4 års studier vil vi her komme med noen kritiske bemerkninger.

Hensikten er å få istand en debatt, hvor formålet må være å få frem ideer og synspunkter om hvorledes man kan øke den generelle interessen for fysikk, og høyne den enkelte students kunnskap og forståelse.

Forventinger til studiet.

Felles for alle som begynner et studium ved fysikklinja på NTH, er en viss elementær kunnskap tilegnet ved videregående skoler, tekniske skoler etc. Enhver immatrikulert student har bevist at hans eller hennes kunnskapsnivå oppfyller et visst minstekrav, gitt av NTH. Det skal ikke her bli tatt standpunkt til om disse forkunnskapene er gode nok, det vil i så fall bli et spørsmål om utdannelsespolitikk i grunnskole og videregående skoler, poenget er at det årlig skilles ut en elevmasse som ansees kompentente til et fysikkstudium. Utenom dette kommer så hver enkelt students forventninger og motivasjoner til å begynne et 4 ½ års studium. Enkelte år er det blitt gjort undersøkelser av studenter i 1. årskurs om hvorfor de begynte å studere fysikk. De fleste mente at: (prioritert i denne rekkefølge)

1) Interesse for fysikk,
2) tro på evner,
3) behov for å få svar på personlige/filosofiske spørsmål, samt gode utsikter etter studiet,

var hovedmomentene for at de valgte å starte et fysikkstudium. Hvorfor de valgte NTH fremfor f.eks. et realfagstudium, var at de fleste trodde det var mer praktisk rettet, og at de på kortere tid ville ha større valgmuligheter i arbeidslivet. Tro på et bra miljø og studieopplegg, samt NTH's gode rykte var også viktige faktorer.

Som vi ser ønsker de fleste å trenge dypere inn i emner de har funnet interessante, i dette tilfelle matematikk og fysikk, med hovedvekt på sistnevnte fag. En ønsker svar på spørsmål en har stilt seg, få en større oversikt og bedre kunnskap om det en fra før av bare hadde en vag forståelse av, kort sagt: En vil lette litt på sløret. Det kan hende dette er en noe idealisert framstilling, enkelte ser kanskje mer på utsiktene til en sikker og godt betalt stilling og en høy status. Likevel kan nok de fleste i større eller mindre grad begrunne sitt studium med det som er blitt nevnt. Så langt høres alt bra ut. Men skuffelsene melder seg snart. En del ufysikalske (les: ufyselige) fag dukker opp i større mengder enn mange liker.

Så sent som høsten -79 var det eneste fysikkemnet i 1. semester det noe perifere optikkurset. Senere er det imidlertid gjort en del forbedringer. Dessuten er forholdet foreleser: student i ekstreme tilfeller 1:500, noe som innlysende får negative følger for toveis kommunikasjon mellom foreleser og den enkelte student. En begynner derfor etter hvert å tvile på seg selv og om en har gjort et riktig valg, og usikkerheten kommer snikende. Enkelte faller av denne årsak tidlig fra, og hos dem som velger å fortsette, blir følelsene av å være en person under utvikling mer og mer erstattet av følelsen av å være et råmateriale under foredling.

I denne artikkelen skal vi ta opp en del synspunkter på fysikkstudiet fra noen av oss studenters side, hvor problemer blir belyst, kritikk rettet og forslag fremmet.

Studiesituasjonen.

I diskusjonen om undervisningssituasjonen vil vi ta utgangspunkt i hvordan studiemiljøet legges til rette for utvikling av kreativitet hos studentene. Vi mener at kreativitet er en av nøkkelegenskapen hos en fysiker som det blir lagt minst vekt på å utvikle ved NTH. Kreativitet betyr skapende evne og iderikdom, og det er klart at en god fysiker må ha begge disse evnene. I og med at dette er evner av individuell karakter kan man neppe gi en oppskrift på hvordan kreativiteten kan økes, men vi skal prøve å kritisere noen punkter og peke på noen svakheter ved undervisningsopplegget på NTH.

Motivasjonen i de enklete fag er foruten fagets innhold avhengig av faglærer sitt studieopplegg, eller av egenmotivasjon, at en greier å sette seg ned å lære et fag helt på egen hånd.

Den direkte kunnskapsformidlingen ved en høyere skole skjer i hovedsak ved forelesninger. Dessverre er disse ofte av vekslende kvalitet. Ved ansettelser på NTH kreves ingen formelle pedagogiske kunnskaper og det blir heller ikke kontrollert om lærerne holder et minstemål som forelesere. En viktig del av forelesningen er motivasjonen. Enkelte lærere er flinke til å motivere, og har gode og godt forberedte forelesninger. Men vi opplever ofte at faglærere holder forelesninger på en slik måte at det blir prosentvis dårlig oppmøte. Som regel skyldes dette at lærerne er lite interesserte, og ser på undervisninga som ei bi-plikt, eller de har for stort arbeidspress og har for liten tid til forberedelser. Naturlig nok er de fleste mest interessert i sine egne forskningsprosjekter og egen faglig utvikling. Dette kan delvis forklares ved et belønningssystem hvor publikasjoner og forskningsframgang gir ære og berømmelse, mens det ikke foreligger noen tilsvarende belønning for forelesere som er gode pedagoger og ansvarsbevisst engasjerer seg i læreprosessen hos sine studenter.

Den største metodiske svakhet ved forelesningene er at kommunikasjonen for det meste er enveis; foreleseren messer opp pensumstoff, mens studentene perfeksjonerer sin teknikk i hurtigskrivning. Fysikken i det hele drukner ofte i matematiske sjongleringer, mens det blir lagt lite vekt på modellene og fysiske forklaringer av resultatet. Dette virker sløvende og passiviserende. Studentene mangler anledning til mer aktivt å være med i læreprosessen, og få høre på eller være med i diskusjoner og kunnskapsutveksling av en mer uformell karakter. dette kan være i form av kollokvier eller seminarer om interessante emner, eller gjesteforelesninger som er lagt til rette for at også studenter kan være aktive i diskusjonen.

Heller ikke øvingsopplegget som hører til de enkelte fag bærer noe preg av å være utformet med tanke på å øke studentenes evne til kreativitet. Øvingene består ofte av direkte reproduksjoner av løsningsmetoder fra pensum, og har sjelden med antydninger om hvilke konkrete problemer innen fysikken oppgaven er hentet fra. Det viktigste ved en øving burde være å få en skikkelig diskusjon av oppgaven ved gjennomgåelsen, der også studentene ble oppfordret til å legge fram sine tanker eller spesielle vanskeligheter under oppgaveløsningen, men en slik gjennomgåelse er en sjeldenhet. Hovedinntrykket som øvingsopplegget derfor gir er at det skal være en drilling i løsningsmetoder som man får bruk for på eksamensdagen; ikke at fysikken i problemet er hovedsaken. For eksempel er løsning av problemer og diskusjoner i grupper, gjerne med veileder, en sjeldenhet, mens dette som regel er den faktiske situasjonen i arbeidslivet.

Laboratoriekursene, der man i grupper på 2-3 studenter utfører selvstendig laboratoriearbeid, skulle men tro gav gode muligheter til å øke kreativiteten. Dessverre er hovedinntrykket man står igjen med at arbeidet består i å følge kokeoppskrifter. Man blir gjort kjent med noen enkle, sentrale apparater, men selve laboratorieoppgaven virker ofte meningsløs og tatt ut av sammenhengen. Mye mer meningsfylt for studentene kunne det ha vært å få lære seg denne kunnskapen om apparatur ved å ta del i forskningsprosjekter eller i hvert fall fått mer helhet og kontinuitet i oppgavene. Studentene er først med på et forskningsprosjekt i 4. årskurs, men det er for sent i studiet.

Det er forbløffende langt mellom teori og praksis når man i heftet «Fysikkens rolle i dagens samfunn» (1) kan lese: «Forskning er her (ved de høyere lærestedene, forf. anmerkning) en integrert del av undervisningen, og forskningsopplæring utgjør en viktig del av læreprosesser. Når lærerne ved de høyere lærestedene er pålagt en generell forskningsplikt, har dette blandt annet sammenheng med forskningens betydning for undervisningens standard».

Man sitter i alle fall igjen med det inntrykket at tiden investert i laboratoriearbeid og rapportskriving på langt nær står i forhold til det utbyttet man har i form av større innsikt i fysikken bak de forskjellige problemene man har arbeidet med på laboratoriet.

Litt om å forstå fysikk.

Vi tror man kan gå ut fra at det ved fysikk- studiets begynnelse blant studenten hersker tildels forskjellige oppfatninger av hva fysikk er, ja generelt hva vitenskap er. Det skal man også forvente, for selv blant etablerte vitenskapsfolk og forskere er det på dette punkt forskjellige meninger.

Hva betyr egentlig naturlover? Er det naturens vesen man beskriver? Hvilke begrensninger har f.eks. fysikk? osv.

Og enda mer grunnleggende: Hva er forståelse, dvs. hva er det vi forstår når vi forstår fysikk? Betyr fysikkforståelse det å beherske matematiske kausalsammenhenger som er fremkommet på grunnlag av observasjoner via idealiserte modeller? Eller er det noe mer? Beskriver modellene virkelig naturen, eller bare våre sansers oppfatning av den? Er vår forståelse mer fundamental enn det som beskrives ved hjelp av matematikk.

Vi er klar over at disse spørsmålene er av filosofisk og kunnskapsteoretisk art, og som sådanne ligger utenfor fysikkens interessefelt. Men de ligger neppe utenfor fysikeres interessefelt, vi mener tvert imot: Det er ikke tilfeldig at filosofi og naturvitenskap har pleiet hverandres selskap gjennom tidene så ømt som de tross alt har gjort.

Poenget vårt er: Vi tror at mange fysikkstudenter også stiller seg disse spørsmålene. Facitsvar finnes naturligvis ikke, men man prøver allikevel å finne en sammenheng man her kan sette fysikken inn i. Hvorfor ikke trekke endel av disse fundamentale spørsmål fram i lyset og diskutere dem, så tidlig i studiet som mulig. Det ville korrigere mange misforståelser om hva faget fysikk dreier seg om, som metode og erkjennelse. Man ville bli mer forberedt til studiene.

Vi savner videre en mer kritisk holdning til fysikkfagene generelt. Hvorfor skal vi ensidig fores med gjennomtygde teorier uten at vi får høre et pip om eventuelle vanskeligheter ved teorienes grunnleggende forutsetninger og om de ideene som gjennom historien har ført til dagens teorier. Gjennombrudd i fysikken kommer jo ofte nettopp ved at man stiller spørsmålstegn ved og gjennomsøker de fundamentale ideene og forestillingene kritisk. Og om nå gjennombruddene skulle utebli, så mener vi undervisninga ville bli mer interessant og motivasjonen til studiet bedre om man trakk inn også slike emner, om enn i begrenset omfang. Det burde da også være i forelesernes og fysikkens egen interesse at studentenes kritiske sans ble stimulert? Hvorfor late som om teoriene er evigvarende sannheter? En altfor blind tro på at fysikkens svar er overensstem-

mende med naturens eventuelle svar er ikke bare logisk uholdbar, den blir som ideologi noe alle taper på. (Unntatt kanskje ypperstеprestene).

Vi mener man må motarbeide folks religiøse tro på vitenskapen som samfunnets allmektige gud. Den slags guder er det allerede for mange av.

Konklusjon

Denne artikkelen var hovedsakelig ment som kritikk av undervisningsopplegget ved NTH, og ikke som en objektiv beskrivelse av fysikk-studiet. Dette kan ha ført til at enkelte av påstandene våre er litt satt på spissen. Vi hevder at undervisningsopplegget ikke gir tilstrekkelig motivasjon for studiet og gir liten stimulans til kreativitet hos studentene. Det blir et studium med passiv læring, der pugg er middelet, eksamen målet, og motivasjonen ønsket om å få gode karakterer.

Det bør påpekes at mesteparten av kritikken som er kommet fram her sannsynligvis også gjelder de andre høyere lærestedene i Norge der det blir undervist fysikk.

Håpet vårt er at systemet en gang vil bli lagt slik til rette at den enkelte student blir bedre motivert og får større forståelse for fysikk, og slik at flere studenter vil gjennomføre et helt studium i fysikk.

Referanse:

1. *Johnsson, A., Løvseth, J., Skaar, H.: «Fysikkens rolle i dagens samfunn»*, s. 53. Utgitt av Norsk fysikkråd. (Tapir 1980).

NY DEFINISJON AV METEREN?

*Trygve Grotdal**

Det stilles idag stadig strengere krav til nøyaktigheten av målinger. Det er derfor ekstra viktig at grunnenhetene i SI-systemet er definert mest mulig presist og også lar seg realisere i praksis. Dette går bra når det gjelder sekundet hvor definisjonen er basert på frekvens som er uavhengig av geometriske parametre. Frekvens er derfor lettere å måle nøyaktig enn bølgelengde som definisjonen av meteren bygger på. Derfor er også sekundet sikrere bestemt enn meteren. Den nåværende definisjon av meteren lyder slik:

«En meter er en lengde lik 1650763,73 bølgelengder i tomt rom av den utstråling fra kryptonatomet ^{86}Kr som svarer til overgangen mellom nivåene $2_{p_{10}}$ og 5_{d_5}».

Det er idag kjent flere strålingsoverganger som ville egnet seg bedre enn den som nå brukes i definisjonen av meteren, og antallet muligheter vil sikkert øke etterhvert. Det er da lite trolig at det lar seg gjøre å plukke ut en bestemt som vil være å foretrekke. Derfor gjelder det å finne en bedre fremgangsmåte.

Et mulig utgangspunkt er relasjonen mellom bølgelengden λ i vakuum for en monokromatisk stråling, dens frekvens ν og lyshastigheten c. Ved en konvensjon går det an på grunnlag av denne relasjonen å velge to av følgende tre muligheter: definisjon av meteren, definisjon av sekundet og en fast verdi for c.

Nå har CGPM (Generalkonferansen for mål og vekt) i 1975 anbefalt å bruke verdien c = 299792458 m/s for lyshastigheten i tomt rom. Denne verdien kan det være ønskelig å beholde. Dette fører da til at en definisjon av sekundet og en fast verdi for c fastsatt ved konvensjon blir å foretrekke. En ny definisjon av meteren kan så bygge på denne konvensjonen.

Allerede idag er det eksperimentelle metoder tilgjengelig for å måle bølgelengder ved en rekke frekvenser basert på definisjonen av sekundet og en fast verdi av c, og de gir bedre presisjon enn bruk av meterdefinisjonen. Der arbeides også med å gjøre bruken av lasere og målinger av høye frekvenser mere nøyaktig. Ved å forbedre presisjonen av de optiske frekvensstandardene og øke antallet av dem, vil det bli bedre grunnlag for å oppnå større nøyaktighet i lengdemålinger og derved en mere presis fastsettelse av meteren.

CIPM (Den internasjonale komite for mål og vekt) overveier nå å foreslå følgende definisjon av meteren:

«En meter er lengden lik distansen tilbakelagt i et tidsintervall på 1/299792458 av et sekund av plane elektromagnetiske bølger i vakuum».

Planen er å legge dette forslaget frem i CGPM i løpet av året 1983, men det vil nok ennå ta en del tid å få et slikt forslag gjennomført.

* *Fysisk Institutt, Universitetet i Bergen.*

Fysikkens rolle i dagens samfunn

Svein Lie omtalte et skrift utgitt av Norsk Fysikkråd i forrige nummer av FFV. Skriftets tittel var «Fysikkens rolle i dagens samfunn». Jeg er en av dem som har hatt hovedansvaret for teksten i skriftet og er vel ikke helt fornøyd med den måten Svein Lie kommenterer den lille boka på. Derfor en kort replikk.

Det synes som om Svein Lie (SL) mener at forfatterne til skriftet ikke tar problemene omkring samfunnsutvikling og fysikk alvorlig nok. Jeg er ikke enig i dette; fremstillingen om global utjevning og energiknapphet, teknologiens bivirkninger og våpenproduksjon må ses som et ønske om å ta opp nettopp slike problem. Når det gjelder problemkomplekset vitenskap og våpenproduksjon i et samfunn forsøkte vi i det sitat SL fører frem å beskrive mange fysikeres og naturviteres situasjon:

«Både under annen verdenskrig og senere har mange mennesker følt at de står overfor totalitære makter med aggressive hensikter. De har derfor ønsket å støtte sine lands offisielle politikk i den hensikt å forsvare demokratiet så godt som mulig. Ut fra en slik målsetting har mange fysikere foreslått nye våpen og deltatt i utviklingen av dem. De har sett det som en naturlig ting å utnytte fysikken for å skaffe fedrelandet en strategisk fordel.»

SL's kommentar er et fleipet: «Er det slik fysikkrådet vil komme ungdommen i tale om tidens mest skremmende problem?» Jeg er skuffet at SL ikke siterer også neste avsnitt:

«Produksjon og videreutvikling av våpen skjer regulært under militær og politisk ledelse. Det *formelle* ansvar ligger hos de styrende myndigheter. Men fysikere har i likhet med mange andre vitenskapsmenn spilt en sentral rolle i dette arbeidet. Og de har som andre samfunnsborgere et moralsk anvar for det de bruker sin viten og sine evner til.»

Nei, Svein Lie - forfatterne til skriftet ønsker ikke å avvise den «utbredte bekymringen for samfunnsutviklingen».

*

På mange områder har det i de senere år oppstått såkalt «motekspertise»: grupper, uavhengige av industrihensyn, uavhengige av militære hensyn, etc., har startet undersøkelser og forskningsprosjekt. Slik kompetanseoppbygging der personene er nøytrale i forhold til de mektige pressgruppene i samfunnet er et positivt trekk i utviklingen og, tror jeg, kan ofte bidra til bedre beslutningsgrunnlag. Slike tankeganger lå bak det sitat SL også gjenga i FFV:

«Det blir stadig mer nødvendig å bygge opp aktive og uavhengige ekspertisegrupper som på et nøytralt grunnlag kan vurdere fremtidige samfunnsmessige konsekvenser av den naturvitenskapelige og teknologiske utviklingen.»

SL er skeptisk: «Dette høres jo fint ut. Men folk flest har jo nettopp en økende skepsis til de såkalte objektive eksperter». Hva nå?? At folk har skepsis overfor eksperter er jo sunt og bra, objektive eksperter - men hvem har snakket om dem? Hva er det SL misliker?

Generelt synes jeg at fagfysikere og andre naturvitere skal «vurdere samfunnsspørsmål» i større utstrekning enn hva som nå skjer. Ta listen over stortingsrepresentanter, departementsansatte etc., og se hvor få naturvitere som er representert der! Fagfysikere har etter min mening minst like gode forutsetninger som andre mennesker for å vurdere mange samfunnsspørsmål!

*

Det er min overbevisning at fysikk er et sentralt og vesentlig basisfag. Skriftet er et forsøk på å vise hvilken viktig rolle fysikken spiller i vår kultur og i vårt samfunn.

Ut fra en rekke argumenter ble konklusjonen derfor «må fysikken gis en betydelig mer sentral plass i grunnskolen enn den har i dag». SL's synspunkt på dette er: «tror jeg det er mye viktigere med en fullstendig omvurdering av fagets innhold. De fleste elevene synes det er for mye fysikk som det er». Det er synspunkter som ikke imponerer ved sin tyngde. Bemerkninger av den type SL siterer fra ungdom oppfatter jeg først og fremst som et symptom på at fysikkens betydning ikke er forstått. Og derav følger at motivasjonen for å studere faget blir redusert. Dette aspektet må vi ta hensyn til i undervisningen og i valg av stoff. Men jeg tror ikke en «fullstendig omvurdering» av fysikkfaget er nødvendig. Iblandt kan «evolusjon» være bedre enn «revolusjon».

*

Ref. 1: A. Johnsson, J. Løvseth og H. Skaar: Fysikkens rolle i dagens samfunn. Tapir 1980.
Ref. 2: S. Lie: FFV no 1-1982, s. 19.

Anders Johnsson.

Replikk til Anders Johnsson

Bakgrunnen for min artikkel var at jeg syntes at forfatterne av heftet tok litt for lett på alvorlige sider ved forskningens forhold til samfunnet. Hvis forfatternes bekymring for samfunnsutviklingen er større enn det inntrykket jeg fikk av å lese heftet, så er jeg bare glad for det. Mine noe provoserende utsagn var så absolutt ikke «fleipete» ment, men bunnet i et ønske om at Fysikkrådets hefte kunne skape en bred debatt om «fysikkens rolle i dagens samfunn».

I det avsnittet om våpenproduksjon som jeg altså ikke siterte, henvises til det moralske ansvar hos den enkelte bombekonstruktør. Dette innebærer en privatisering av et spørsmål som angår samfunnet generelt og forskersamfunnet helt spesielt. Når jeg ikke føler meg beroliget av dette avsnittet, er det fordi privat moral er en farlig rettesnor: Det vil alltid finnes fagfolk med dertil egnete moralnormer som kan brukes i våpenproduksjonen. Jeg etterlyser Fysikkrådets holdning til dette vår tids mest alvorlige spørsmål.

A. J.'s presisering av viktigheten av «motekspertise» for at demokratiet skal fungere, kan jeg bare slutte meg helt til. (At det var dette som lå bak det siterte avsnittet, kom kanskje ikke klart nok fram i heftet?) Men den faktiske situasjonen er vel nærmest den omvendte: at forskere temmelig ukritisk har stilt sin ekspertise til rådighet. Dette er i alle fall et inntrykk folk flest har, noe som bidrar til å identifisere forskerne med de mange problemene forbundet med bruk av avansert teknologi.

En annen side av samme sak er at fysikere i altfor liten grad deltar i samfunnsdebatten. Også her

er jeg enig med A. J., og jeg tror at dette bidrar til synet på fysikere som uinteressert i hva deres forskning brukes til. Kanskje henger dette sammen med rekrutteringen til faget og hvordan faget presenteres i skolen: Jeg frykter at samfunnsengasjert ungdom i stor grad skremmes vekk fordi fysikken serveres helt løsrevet fra politiske og etiske spørsmål.

Til slutt litt om spesielt ungdomsskolens fysikkundervisning. Min påstand om at de fleste elevene (og forresten også læreren!) synes det er for mye fysikk som det er, refererte direkte til Fysikkrådets egen skoleundersøkelse. I tillegg har flere undersøkelser i det siste[1]) konkludert med en nødvendig omlegging av særlig fysikkdelen av naturfaget i grunnskolen. Jeg er enig med A. J. i at fysikk er et så sentralt fag at det bør prioriteres høyere på timeplanen. Men en opp-prioritering av ett fag på andre fags bekostning må begrunnes i skolens overordnete mål. Jeg kan ikke se at disse målene i særlig grad blir ivaretatt i dagens fysikkundervisning som preges av et akademisk, abstrakt og autoritært fagstoff.

Takk til Anders Johnsson for å ha tatt mitt innlegg alvorlig! Vi kan sikkert enes om et ønske om at Fysikkrådets to hefter blir studert og at de vil skape fortsatt debatt.

Svein Lie.

1. Hovedoppgavene til S. R. Lien, T. Flugsrud, K. Haugan og R. Tveit, Skolelaboratoriet, Fys.inst., Universitetet i Oslo.
   S. Sjøberg: Naturfag i søkelyset, Tanum-Nordli, Oslo 1979.
   Artikler av V. Horsfjord, S. Sjøberg og S. Lie i Norsk Pedagogisk Tidsskrift, Nr. 8-9, 1981
   T. Lunde og O. A. Haugland, K. Thomassen og O. Valdermo: Tromsprosjektet i Naturfag, del I (1982) og II (1981), Tromsø.
   S. Lie og S. Sjøberg: Fart og kraft, Skolelaboratoriet, Fys. inst., Universitetet i Oslo 1981.

Fysikk-konkurranse

*Anders Johnsson**

Hvert år blir det i Sverige arrangert en stor fysikk-konkurranse på de svenske gymnasene. Arrangører er det svenske «Fysikersamfundet» i samarbeid med Stockholmsavisen Svenska dagbladet og støttet av Skolöverstyrelsen. I år ble konkurransen holdt for syvende gang, og gikk av stabelen den 2. februar over hele landet. De beste elevene - omtrent 15 stk. - går videre til en (eksperimentell og teoretisk) finale-konkurranse. Den ble holdt ved Fysiska Institutionen i Stockholm i mai og en jury plukket ut vinnerne. En rekke priser blir delt ut hvert år. Blant annet ga Svenska Dagbladet 7.500 kr. som første pris, 6.250 som andre pris etc. Et stipend (10.000,-) blir også reservert til beste deltaker, det blir delt ut hvis vedkommende begynner på en universitets- eller høgskoleutdannelse. Skolene konkurrerer også i lag.

Norsk mini-prøve

Ved Norges Lærerhøgskole, Universitetet i Trondheim, gjennomførte vi i år et mini-eksperiment og lot 8 elever fra Trondheimsgymnasene prøve sine krefter på oppgavesettet fra Sverige. Den 2. februar fikk derfor forsøkskaninene fri fra skoleundervisningen og fikk bruke seks timer på å prøve å løse syv oppgaver (vanskelige svenske ord ble oversatt). De anonymiserte besvarelsene ble sendt til Fysiska Institutionen, Lunds Universitet, for vurdering sammen med de svenske besvarelsene. Resultatet ble ikke særlig smigrende for de norske deltakerene - sikkert til dels på grunn av at skolekursene kan være nokså forskjellige. Det finnes all grunn til å spørre seg om ikke denne konkurransen hadde vært noe også for norske forhold- og foreksperimentet i Trondheim ga så absolutt økt appetitt!

Problemeksempel

Konkurransen blir omfattet med stor og positiv interesse i Sverige. Svenska Dagbladet skriver selvfølgelig mye om den og Svenska Fysikersamfundets årsskrift KOSMOS presenterer finalen. (Løsninger av oppgavene blir for eksempel publisert også i avisen). Problemene i kvalifiseringskonkurransen er ikke bestandig lette, men det er heller ikke hensikten: også de aller beste skal jo få noe å bite i! Vi oversetter den siste oppgaven fra årets problem-sett (det er forøvrig nokså lite optikk i det svenske gymnasets fysikkpensum). Løsning i neste nummer av FFV.

> «Et sylinderformet glassrør har ytre radius R og indre radius r. Røret er fylt med en væske som gir grønt luminiscenslys når den blir truffet av ultrafiolett lys. Herved vil hvert enkelt punkt i væsken fungere som en lyskilde. Når en ser på røret fra siden, vil det, under enkelte forhold, se ut som om glassveggen har tykkelsen null. Hvilke krav på forholdet mellom indre og ytre radius må være oppfylt for at glassveggen tilsynelatende skal forsvinne? Brytningsindeks for glasset er n_1 og for væsken n_2 (for det aktuelle lyset).

* *Fysisk institutt, UNIT-NLHT.*

Den nye fagplanen i fysikk.

Hr. redaktør:

Norge har behov for høyt utviklet industri. Og for å kunne beherske den må man ha gode arbeidsvaner og solide basiskunnskaper i realfag. Hvis ikke skolen klarer å gi elevene dette, er det fare for at vi på lengre sikt ikke klarer å utvikle og produsere i konkurranse med andre.

Mitt inntrykk er at myndighetene har mistet kontrollen over skolefysikken på alle klassetrinn. Hvert år får vi nivåsenkning. For nivåsenkning er det. Det hjelper lite om halve nasjonen lærer at F = ma dersom ingen kan bruke den.

De siste års eksamensoppgaver i fysikk 3 FY viser tydelig en nivåsenkning når det gjelder regneferdighet og evne til å analysere sammensatte problemer. Sammenlikner man så med eksamensoppgaver i fysikk fra våre naboland, blir man betenkt. Ennå værre blir det dersom man sammenlikner utenlandske fysikkbøker med våre. Ta for eks. siste reviderte utgave av Rom-Stoff-Tid, 3Fy. Les om hydrogenatomet. På høystadiet i fysikk lærer våre elever ikke stort mer om hydrogenatomet enn hva Balmer visste for hundre år siden. Ingen matematiske utledninger, ikke ett ord om stående bølgemønster. Nå har vi fått vanntette skott mellom stående bølger på streng - materiebølger - og kvantiseringen av energinivåene.

Vi kan ikke lenger sammenlikne oss med andre land. Og vi må bremse på undervisningstempoet for ikke å bli for tidlig ferdig med pensum. Mine fysikkolleger på Tønsberg gymnas deler denne oppfatningen. I år blir jeg ferdig med pensum i 3FY i første uke av februar.

Nå skal vi få ny fagplan. Elevene skal nå få erfare at fysikken angår dem i hverdagen. De kan for eksempel gå på idrettsbanen og se på kulestøt. For noen år siden holdt en fysikkreformator i samarbeid med RVO foredrag for oss hvor vi fikk vite at karusellen i barnehaven er godt studieobjekt. Jeg synes at slike aktiviteter egentlig hører hjemme i et stadium før de velger studieretning. Misforstå meg ikke: Fysikk og hverdag er vel noe som alle fysikklærere griper til for å gjøre undervisningen mer engasjerende, uansett klassetrinn.

I 2 FY skal elevene lære litt om F = ma og i 3FY skal de endelig få lære at F = ma. I første klasse lærte de om kraft-skyv-trekk. Denne spiraliseringen må virke lite inspirerende på den interesserte elev. Når de begynner på nytt kurs, da venter de nytt stoff og ikke repetisjon. Og til eksamen i 2 FY skal elevene gjøre et forsøk. Dette oppmuntrer til drill og innøvning i unødige ritualer. I 3FY har vi fra før av ritualer i forbindelse med kravene til føringen av de oppgaver som elevene skal levere. Her skal i henhold til RVO-skriv elevene gi en *rimelig* begrunnelse for metoder de har brukt for å løse oppgaven. Det som er uheldig i denne sammenheng er at vi fysikklærere kan ha ulik oppfatning med hva som er «rimelig». Og en karakter kan stå eller falle på hvordan en sensor oppfatter «rimelig». Jeg nevner dette her fordi jeg synes det må være viktigere først å drøfte hva slags eksamensordning passer best, hva slags oppgaver skal man legge vekt på, hvilken rolle mikrodatamaskiner eller programmerbare kalkulatorer kan få osv. Og fremfor alt bør man finne ut om noe kan gjøres med fysikken på lavere undervisningstrinn. Alt dette må klarlegges før man diskuterer ny fagplan ellers blir tilbudet i fysikk ennå dårligere, sammenliknet med hva den er i andre land.

Tilbake til oppgavetreningen. Alle som underviser i mekanikk eller i elektrisitetslære i tekniske læreanstalter ved hvor viktig det er at studentene har gode arbeidsvaner og god trening i å løse oppgaver. Det er i oppgaveløsning at man etterhvert lærer å forstå og beherske emnene. Får ikke våre elever denne ferdigheten, vil de møte ennå større problemer enn hva de har idag når de begynner på sitt tekniske studium. Den nye fagplan i fysikk angår derfor i høyeste grad våre tekniske læreanstalter.

Halvard Sollie

NYTT FRA INSTITUSJONENE

Ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo har 31 kandidater avlagt hovedfagseksamen i fysikk i året 1981. Tittel på de vitenskapelige undersøkelser er som følger:

Akustikk:

Trond Asle Norén: «Problemer ved konstruksjon og måling av dynamiske høytaler-systemer.

Per Henning Flatmoe: «Deteksjon av lydreflekterende flater ved hjelp av auto- og krysskorrelasjonsanalyse».

Allmenn fysikk og didaktikk:

Ragnar Moe: «Oppfølging og vurdering av IKI - et lærerverkprosjekt i naturfag».

Biofysikk:

Jan Frede Unhjelm: «Et studium av liposomer og liposomers vekselvirkning med hemagglutinin fra influensavirus».

Kaare Bakken: «Stråleskader i aromatiske svovelforbindelser. Et ESR- og MO-studium i stråleinduserte frie radikaler i en-krystaller av 5 amino- 2 thiocytosin· $2HCl.2H_2O$».

Jan-Petter Jørgensen: «Frie radikaler i pyrimidiner. Et ESR- og MO-studium av stråleinduserte frie radikaler i enkrystaller av 2-thioruacil».

Halvard Asbjørnson Skjærvø: «Et ESR- og INDO MO-studium av stråleinduserte frie radikaler i pyrimidinderivatet 5,5'-dihydroksybarbitursyre 3 H_2O (alloxan trihydrat)»

Anne-Berit Uppsata Kavli: «Et ESR/ENDOR studium av disulfidradikaler i bestrålte enkrystaller av L-cystein-HCL og N-acetyl-L-systein»

Aud Heiberg: «Et ESR/ENDOR studium av disulfidradikaler i bestrålte énkrystaller av L-cystin-HCL».

Elektronikk

Arne-Fred Solbekk. «Transient-recorder med analogt skiftregister (CCD) og digital hukommelse».

Guttorm Salomonsen: «Reaksjoner i flerlagsmetalliseringer med platina, titan og aluminium på silisium».

Knut Helge Hauge: «Syntese av tale med bruk av mikrodatamaskin. Generering av vokoider».

Ola Torkild Aas: «Begrenser med tidsforsinker».

Bjørn Hugsted: «Interdiffusjon i gull-tinn filmer»

Trond Sandvik: «En integrert kretsløsning for en RAM-hukommelse basert på en gitt hukommelsescelle i IIL-teknologi».

Elementærpartikkelfysikk

Ivar Kenyon Gjerpe: «A Hardwired Processor for On-line Event filtering in an Experiment Studying 2-body Reactions at High Momentum transfers».

Kim Kirsebom: «A description and discussion of the appraturs and data acquistion in the CERN WA-7 experiment».

Faste stoffers fysikk

Arne Enger: «Måling av relaksasjonstidsfordelinger for makromolekylære løsninger med fotonkorrelasjonsspektroskopi».

Sigrun Skogvang: «Strukturelle faseomvandlinger i $CsPbCl_3$, målt ved Brillouinspredning (lysspredning)».

Bjørnar Pettersen. «Relaksasjonstider i aluminium studert ved målinger av overflateimpedans (TDO-målinger)»

Helge Falkenberg Arell: «Karakterisering av tynne Au-Sn filmer»

Yngve Langsrud: «Teksturutvikling under rekrystallisasjon i en Al-Mn-legering».

Gro Gjervold: «Sammenheng mellom deformasjons-struktur og mekaniske egenskaper i aluminiums-plater».

Kjernefysikk:

Geir Kåre Norderhaug: «Grafisk terminal Utvikling av en grafisk programpakke - 8080PLOT».

Tor Bernt Sunde: «En undersøkelse av lavaktivitetslaboratorier og kalibrering av helkroppstelleren på Statens institutt for Strålehygiene».

Efim Brondz: «Inelastisk spredning av ^3He på ^{12}C og ^{13}C. «En teoretisk undersøkelse ved bruk av mikroskopiske formfaktorer».

Plasma-, molekylar- og kosmisk fysikk. Dagfinn Larsen: «Integration of a minicomputer system for data handling in auroral physics».

Torstein Berge: «En teoretisk studie av hyperfinstrukturen i CN-molekylet».

Teoretisk fysikk:

Hans Kåre Flø: «The equivalence principle and the non uniqueness of radiation and particles in general relativity»

Alex Hansen: «Pair production in external electromagnetic fields».

Sigurd Sannan: «Particle production by strong electric fields and black holes».

Bøker

S. M. Sze: «Physics of Semiconductor Devices» (Wiley, 1981) 868 sider. Pris: kr. 361,-.

I 1969 kom 1. utgave av «Physics of Semiconductor Devices» av S. M. Sze ved Bell Laboratories. Tross en eventyrlig utvikling og en rik litteratur på halvlederfysikk, har boken helt til nå hatt en ubestridt posisjon som nr. 1 avansert lærebok og referanseverk. 2. utgave, datert mai 1981, vil trolig få den samme posisjon i de neste 10 år. Boken er, som sin forgjenger, klar og velskrevet. Den konsentrerer seg om fundamental fysikk og grunnleggende komponentegenskaper, har tallrike gode og klare figurer. Over 1000 nøkkelreferanser (hvorav diverse fra 1982!) og 25 tabeller over materialdata gjør boken oppdatert som verdifull referansekilde.

En sammenlikning mellom 1. og 2. utgave gir en interessant indikasjon på utviklingen innen halvlederfeltet i 70-årene. Allerede i 1969 var de grunnleggende fysiske prinsipper og modeller vel etablert, og det er ikke så mye nytt i 1981. Men teknologien for sammensatte halvledere er vesentlig mer utviklet, og det har gitt opphav til nye, modne (om enn ikke billige) komponenter: metall-halvleder felt-effekt transistorer (MESFET) for høye signalfrekvenser, halvleder lasere og lysemitterende dioder, fotodetektorer for IR-området, m.m.

Silisiumteknologien har beholdt sin dominerende posisjon. De største nyhetene her i 1970 årene er trolig ladnings-komplette komponenter (CCD), en sterk utvikling av komplementær MOS (CMOS), forskjellige typer permanent hukommelse, integrert injeksjonslogikk (I^2L), og en mengde nye og artige sensorer.

Forbedret prosessteknologi har gjort det mulig å redusere komponentdimensjonene drastisk, og det har ført til den kjente eksponensielle vekst i maks. antall komponenter på en silisiumbrikke fra ca. 1000 i 1970 til nær 1 million i 1981. Dette har også bragt fram interessant fysikk: Skaleringslover, kort-kanal-effekter i MOS, etc.

I en oversiktsartikkel (1) spår Sze at utviklingstendensen også i 1980-årene vil bli preget av mer raffinerte prosesser, mindre dimensjoner og enda flere komponenter på en brikke, men at det ikke vil komme mange fundamentalt nye typer komponenter og teknologier.

Noen kritikk er det rimelig å ta med også i anmeldelse av Sze's nye bok. Jeg vil nevne et par viktige ting som burde vært grundigere behandlet: CMOS som ventes å bli 80-årenes viktigste type logikk, er overhode ikke diskutert; I^2L er avspist med 1/2 side og 2 referanser fra 1972. Bare de mest konvensjonelle sensorer er nevnt.

Tross slike små synder anbefales boken på det varmeste, både for undervisning på spesialistnivå og som referansebok.

Referanse:

(1) S.M. Sze: «Semiconductor Device Development in the 1970's and 1980's - A perspective». Proc. IEEE **69,** 1121 (1981).

Leif Halbo.

J.L. Alonso and R. Tarrach, (Ed): Quantum Chromodynamics, Proceedings of the XG.I.F.T. international Seminar on Theoretical Physics, Springer Verlag 1980.

Kvantekromodynamikk (QCD) er en ung teori som ble fremlagt i begynnelsen av 1970-årene. Idag anses den for å være den riktige teorien for beskrivelse av den sterke kraften. Utviklingen innen QCD har gått utrolig fort. I dag arbeider elementærpartikkelforskere med flere forskjellige aspekter av QCD, fra QCD fenomenologi og sammenligning med eksperiment til spørsmålet om hvorfor kvarkene sitter «innesperret» i hadronene («confinement» problemet).

Bokens artikler, som først var presentert på et møte i Spania, omfatter seks forskjellige innlegg om emnet QCD. E. de Rafael gir i innledningsartikkelen en introduksjon til den matematiske strukturen av QCD. Forfatteren redegjør for hvordan teorien kvantiseres og renormeres. Han diskuterer også de såkalte chirale transformasjonene og de effektive kvarkmassene. De Rafaels 136 sider lange artikkel er meget velskrevet og pedagogisk lagt opp. Den kan godt brukes som kurslitteratur på hovedfagsnivå for teoretiske elementærpartikkelfysikere.

Neste artikkel i boken er skrevet av C. Sachrajda og behandler perturbasjonsmetoder i QCD med anvendelse på hadronenes strukturfunksjoner og formfaktorer. Artikkelen er velskrevet og kan være verdifull for studenter og forskere som arbeider med slike problemer.

Noen av de eksperimentelle testene av QCD diskuteres av H. Lynch i bokens tredje kapittel. Dessuten inneholder boken to artikler av henholdsvis H. Fritzch og H. Leutwyler som i hovedsak diskuterer kvarkenes og leptonenes massespektrum. Bokens avsluttende kapittel, skrevet av J. Bartels, handler om overgangsamplitudenes oppførsel ved høye energier.

Boken egner seg meget godt for teoretiske partikkelfysikere som har grunnleggende kunnskaper innen feltteorien og som ønsker å tilegne seg teorien for den sterke kraften.

Cecilia Jarlskog.

Odd Dahl: Trollmann og rundbrenner, Gyldendal Norsk Forlag, 1981, 228 s.

Det har vært skrevet få bøker på norsk med fysikkhistorisk innhold. Fra de siste år husker jeg bare O. Devik: Blant fiskere, forskere og annet folk (1971) og G. Randers: Lysår (1975). Desto gledeligere er det at vi har fått Odd Dahls bok, hvor vi med stor interesse følger Dahl på Maudferden over Polhavet, som medarbeider ved Carnegieinstituttet og til han i 1936 vender tilbake til Norge og til Christian Michelsens Institutt. I Bergen arbeidet han med oseanografiske instrumenter og bygget høyvoltanlegget ved Haukelands sykehus. Etter krigen bygget Dahl og Randers atomreaktoren på Kjeller. Han var også aktiv ved byggingen av Solobservatoriet på Harestua og utskytningsrampen for raketter på Andøya. Oppdrag i Paris, Cern etc. manglet heller ikke.

På s. 147 finnes en nyttig opplysning. Dahl strøk til førerprøven da man ikke fant hans forklaring av forskjellen mellom primær og sekundær vikling tilfredsstillende. Det riktige svaret skulle være: Den ene viklingen er tykk, den andre tynn.

Merkelig nok er det et par unøyaktigheter i boken. O. Devik var dosent på NTH 1922-32 (s. 148) (Lærerjobben på Lærerhøgskolen var nok bare en bistilling), og Evje ligger i Aust-Agder (s. 177)

Boken kan anbefales på det varmeste. En fysiker vil bli klokere av å lese den. Det er mitt håp at mange flere fysikere vil følge i Dahls fotspor og skrive om sitt arbeide i vitenskapens tjeneste og om andre vitenskapsmenn de har møtt.

K. Jostein Knutsen.

H. C. Fogedby: Theoretical Aspects of Mainly Low-Dimensional Magnetic Systems [Lecture Notes in Physics Vol. 131, Springer Verlag, Berlin 1980] 163 sider, DM 21,-.

Den éndimensjonale verden er ganske fargerik og slett ikke så triviell som en kanskje kunne tro. Denne boka bekrefter dette. Faststoff-teoretikeren Hans Fogedby fra Århus har nemlig stort sett holdt seg til ulike éndimensjonale modeller, alle magnetiske kjeder, men med ulike typer vekselvirkning, og behandlingen er klassisk eller, om nødvendig, kvantemekanisk.

Modellene er alle *fysiske* modeller i den forstand at de har vært anvendt til å beskrive virkelige magnetiske materialer. Men hovedsiktepunktet med boka er likevel ikke å sammenligne modellresultater med eksperimentelle data. Disse systemene benyttes i første rekke som hendige konkrete demonstrasjonsmodeller for en rekke ulike beregningsmetoder i teoretisk faststoff-fysikk.

Hvilke teoretiske metoder dreier det seg så om? Et hovedkapittel dreier seg om solitonfysikk, der invers-spredning metoden er verktøyet som setter en i stand til å diagonalisere den solitonbærende ikkelineære Hamiltonfunksjon. Fogedby er mer detaljert her enn i de andre kapitlene, og gir en god diskusjon både av metoden i alminnelighet og av anvendelsen på den klassiske Heisenbergkjeden i kontinuumgrensen (langbølgetilfellet). Som alltid er det balansen mellom ikkelineære og dispersive effekter som muliggjør solitoner (Hans bemerkning s.118 om at dissipative og ikkelineære effekter ikke kan balansere hverandre i permanent-profil løsninger, er f.ø. ukorrekt, de gjør det i Burgers likning). Dette kapitlet utgjør tredjedelen av boka og er etter min mening det beste. Dette henger nok sammen med at de øvrige 4 kapitler er oppsummeringer av tidligere publiserte arbeider, noe knappere og ikke så enkle å følge for dem som ikke arbeider på feltet. Systemene som behandles her er ferromagnetiske Heisenberg og Ising kjeder i kvantemekanisk eller klassisk beskrivelse, og en hydrodynamisk beskrivelse av paramagnetiske Heisenberg-modeller (i dette tilfelle i vilkårlig dimensjon). Metodene er statisk og dynamisk renormaliseringsteori, transformasjoner av spinn-problem til fermionproblem, perturbasjonsteorier av ulike typer, og teori for stokastiske prosesser anvendt på overgang fra mikroskopisk til mesoskopisk beskrivelse av et dynamisk system.

Hovedinntrykket er at boka er en god forskningsrapport om ovennevnte metoder. Den henvender seg først og fremst til de i bokanmeldelser ofte omtalte spesielt interesserte.

P. C. Hemmer.

NYTT OM NAVN

Forskningssjef Jon Olav Berg (49) er utnevnt til teknisk direktør ved Institutt for energiteknikk (IFE) på Kjeller.

Berg er sivilingeniør fra NTH (1956), linjen for teknisk fysikk. I perioden 1956-1960 arbeidet han i utviklingsavdelingen ved SAAB's flyfabrikker i Linköping, Sverige. Han ble i 1960 ansatt ved Institutt for atomenergi (senere Institutt for energiteknikk), der han ble forskningssjef i 1969.

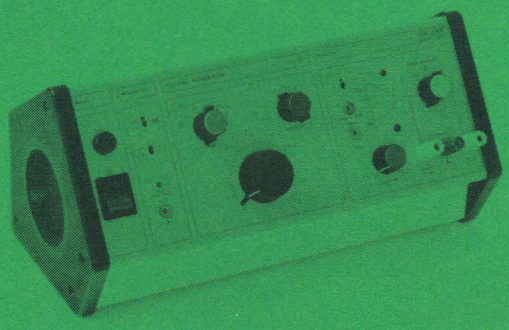
I 1963-64 oppholdt Berg seg i USA for videregående studier innenfor kjernekraftteknologi.

Som forskningssjef har Berg etablert og ledet en rekke forskningsprogrammer innenfor kjernekraft, petroleumsteknologi og annen energiteknologi. Han har i denne forbindelse også representert Norge i forskjellige internasjonale samarbeidsprosjekter og komiteer innefor Det internasjonal atomenergibyrået (IAEA), OECD's atomenergibyrå (NEA) samt Det Internasjonale Energibyrået (IEA).

SIGNALGENERATOR nr. 30150

Denne signalgeneratoren er unik m.h.t. funksjoner og kvalitet.

* SINUS-, firkant- og trekantsignal 0-6 Vrms
* Frekvens 0,1 Hz - 110 kHz på 6 områder
* Forsterker opp til 5W for DC- 110 kHz, inngang 1MΩ
* Amplitudemodulasjon (100% modulasjon av 3 Volts signal med ± 160 mV)
* Frekvensmodulasjon
* Utgang 1 Ω med 5 W over 5 Ω belastning
* Utgang 100 Ω med bryter for spenningsdeling med faktor 0,1 og 0,01
* Forvrengning: mindre enn 0,5% ved 1 kHz



Pris kr. 2071,- ekskl. mva.

Et godt oscilloskop hører med til utstyret rundt en signalgenerator.

2-stråle oscilloskop 0C215 nr. 30610

OC 215 er et teknisk avansert nykonstruert 15 MHz dobbeltstråle oscilloskop.
Instrumentet har elektroniske omkoblere med lysdiodeindikatorer som gjør betjeningen enkel og oversiktlig.

Spesifikasjoner:

FØLSOMHET:
5mV div. 20V div. i 12 steg. Nøyaktighet 3%. Inngangsimpedans 1MΩ, 25pF

FUNKSJONER:
Y_A eller Y_B hver for seg. Y_A og Y_B samtidig; alternerende eller choppret svep. X - Y funksjon.

TIDSBASIS:
0,1μs div. - 100ms div. i 19 steg. Ukalibrert, kontinuerlig kontroll. 1 - 5 x innstilt hastighet. Nøyaktighet 3%.

FREKVENSOMRÅDE:
DC - 15MHz

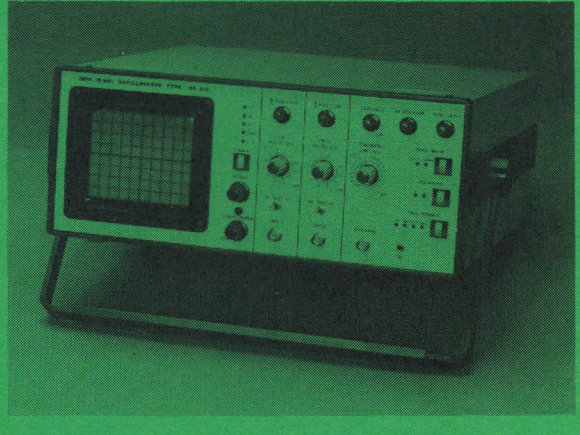
TRIGGING:
Y_A, Y_B, Composit eller Extern AUTO (automatisk). NORM; kontinuerlig innstilling av triggnivå. Omkobler for trigging på positivt eller negativt signal både for Auto og Norm.

BILLEDSKJERM:
8 x 10 ruter med 1 div. = 1 cm. Akseinndeling 2 mm.

TILBEHØR:
2 stk. målekabler, BNC-banankontakt. Bruksanvisning.

DIMENSJON:
38 x 17 x 41 cm^3

VEKT:
9 kg.



Pris kr. 3434,- ekskl. mva.

KPT AS
KNUDSENS PED.TEKNISKE A/S ☎ (073)73622
FOSNAGATEN 22 P.B. 386, 6501 KRISTIANSUND N.
Avd. kontor: BROCHMANNS GT. 9 - OSLO 4 ☎(02)226360

Utgiverpoststed: 7034 Trondheim - NTH.

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dosent E. Osnes, Fysisk Institutt, Universitet i Oslo.

Styre: Dosent R. S. Sigmond, NTH, Trondheim.
Amanuensis Noralv Bjørnå, Universitetet i Tromsø.
Førstelektor T. Engeland, Universitetet i Oslo, Blindern.
Førstelektor K. Myklebost, Universitetet i Bergen.

Selskapets sekretær:
Gerd Jarrett, Fysikkavdelingen,
Institutt for energiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller.

Postgirokonto: 5 88 38 89.
Bankgirokonto: 5102.20.16001.

Fra Fysikkens Verden

Redaktører:
Høgskolelektor Knut Jostein Knutsen
Granlivn. 24, Ugla, 7000 Trondheim
Førsteamanuensis Hans Kolbenstvedt
Fysisk institutt, NLHT,
Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll

Redaksjonssekretær:
Lab.ing. Halvard Torgersen, Universitetet i Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, 7034 Trondheim-NTH.

Redaksjonskomite:
Førsteamanuensis Ove Bratteng, Nordlysobservatoriet, 9000 Tromsø.
Førsteamanuensis Alf Halsteinslid, Fysisk institutt, Universitetet i Bergen, 5014 Bergen.
Førsteamanuensis Kjell Mork, Fysisk institutt, NLHT, Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll.
Forsker Jan Myrheim, NORDITA, NBI, Blegdamsvej 17, 2100 København Ø, Danmark.
Forskningsstipendiat Svein Sjøberg, Skolelaboratoriet, Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, Oslo 3.
Forsker Olav Steinsvoll, Institutt for energiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller

Fra Fysikkens Verden utkommer kvartalsvis. Abonnement kan tegnes gjennom postverket eller direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement kr. 50,00. Årsabonnement for studenter og skoleelever kr. 25,-.

Sekretær:
Gudrun Græsmann.

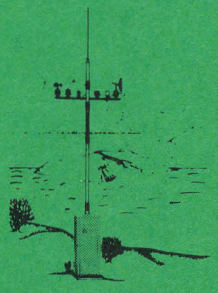
Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden
Fysisk Institutt, Universitetet i Trondheim
Norges lærerhøgskole
7055 Dragvoll

Postgirokonto: 5 10 47 24
Bankgirokonto: 8601.36.12279

Data Collection.....

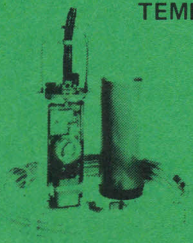
AANDERAA INSTRUMENTS has been developing and manufacturing oceanographical and meteorological data recording instruments since 1966.

The PRODUCTS are designed for long term unattended operation and are known for high quality and reliable performance.



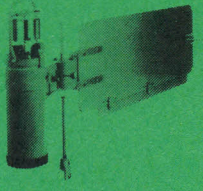
WEATHER STATION

This solar powered station is designed for automatic recording/telemetering of data. A total of 10 different sensors can be employed.



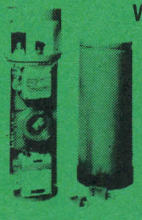
TEMPERATURE PROFILER

for recording of temperature profiles in the sea or lakes, consisting of a recording unit and an 11 point thermistor string. The string is available in lengths up to 100 meters.



CURRENT METER

for recording speed, direction and water temperature of the ocean currents. Provided with sensors for pressure and conductivity when required.



WATER LEVEL RECORDER

for determining water level by precise measurement of the hydrostatic pressure at the sea bed.

Request datasheets for detailed information.

AANDERAA INSTRUMENTS
DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND SEA AND AIR

FANAVEIEN 13
P.O. BOX 160
5051 BERGEN NORWAY
TEL. (05) 27 40 30
TELEX 40049

N.T.H. - Trykk
Trondheim