

Naturvidenskabsundervisning med samfundsperspektiv

Colding-Jørgensen, Peter; Paulsen, Albert Chr.

Publication date:
1987

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):
Colding-Jørgensen, P., & Paulsen, A. C. (1987). *Naturvidenskabsundervisning med samfundsperspektiv*. Roskilde Universitet. Tekster fra IMFUFA Nr. 148

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain.
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact rucforsk@kb.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

TEKST NR 148

1987

**Naturvidenskabsundervisning
med
samfundsperspektiv**

Peter Colding-Jørgensen DLH

Albert Chr. Paulsen

TEKSTER fra

IMFUFA

ROSKILDE UNIVERSITETSCENTER
INSTITUT FOR STUDIET AF MATEMATIK OG FYSIK SAMT DERES
FUNKTIONER I UNDERVISNING, FORSKNING OG ANVENDELSER

IMFUFA, Roskilde Universitetscenter, Postbox 260, 4000 Roskilde

NATURVIDENSKABSUNDERVISNING MED SAMFUNDSPERSPEKTIV

af: Peter Colding-Jørgensen (DLH) og Albert Chr. Paulsen

IMFUFA tekst nr. 148/87

44 sider

ISSN 0106-6242

ABSTRACT:

Tekst nr. 148 består af tre konferenceindlæg, som skal bidrage til at afklare de didaktiske problemer i forbindelse med opdragelse til demokrati og en undervisning, man noget slagordsagtig har kaldt samfundsrelevant, virkelighedsnær og erfaringsbaseret.

Det første bidrag drejer sig om skolens formålsbestemte forpligtigelse til opdragelse til demokrati og demokratisk kontrol med samfundsudviklingen specielt med henblik på undervisningen i fysik. Udfra pædagogiske og videnskabsteoretiske betragtninger gøres der op med en række forestillinger og fordomme om fysik og dens samfundsmæssige rolle, som lærerbøgernes naivt-optimistiske karakter er et udtryk for. Teknologiundervisning og teknologisk erkendelse fremhæves som nødvendige elementer i opdragelsen til et demokratisk samfund.

Den anden tekst med titlen: "Tematiseret undervisning i naturvidenskab" beskriver den disciplin- eller videnskabscentrerede undervisnings forhold til virkeligheden og elevernes hverdag og søger derved at belyse forholdet mellem en mere "traditionel" faglig undervisning og tematiseret undervisning. Tema skal i denne sammenhæng forstås som et erfaringsbaseret problemfelt eller alment emne, som gøres til genstand for undervisning, og indlægget forsøger at give en skitse til tematiseret undervisning som et didaktisk princip.

Det sidste indlæg med titlen: "Science, Technology and Democratization" drejer sig om naturvidenskabs- og teknologiundervisning med henblik på opdragelse til medbestemmelse og medindflydelse. Betydningen af forskellen mellem naturvidenskab og teknologi fremhæves som et væsentligt udgangspunkt for valg af undervisningsindhold. derefter gives en kort kritisk oversigt over eksisterende hovedsageligt udenlandske ideer, og der afsluttes med en række forslag til en fremtidig naturvidenskabs- og teknologiundervisning.

Indholdsfortegnelse:

	<u>Side</u>
Fysikundervisning og demokrati	1
Tematiseret undervisning i naturvidenskab	15
Science, Technology and Democratization	26

Fysikundervisning og demokrati.*)

Peter Colding-Jørgensen
Danmarks Lærerhøjskole, Fysisk Institut
Emdrupvej 115 B, DK-2400 København NV.

'Demokratiparagraffen'. I den danske 'Lov om folkeskolen' §2, stk. 3 hedder det:

» Folkeskolen forbereder eleverne til medleven og medbestemmelse i et demokratisk samfund og til medansvar for løsningen af fælles opgaver. «

Denne artikel forsøger at opridse og begrunde et program for forskning og udvikling med det formål at give denne paragraf ('demokratiparagraffen') konkret betydning for fysikundervisningens indhold, for eksempel ved at søge svar på spørgsmål som:

- hvilken forskel bør der være på fysikundervisningen i et demokratisk og et autoritært samfund ?*
- hvordan kan fysikundervisningen bidrage til at fastholde og udbygge demokratiet ?*

Programmet knytter an til temaet: "Fag- og samfundsperspektiv" ("Ämnes- och samhällsperspektiv"), men blandt andet gennem ordet "demokrati" lægges vægten snarere på de politiske samfundsprocesser end på de teknisk-økonomiske. Trods en del forsøg med undervisning hvor dette tema er centralt, har det ofte blandt fysikere været opfattet som temmelig langt fra det fagligt respektable. I 'Undervisningsvejledning for folkeskolen, Fysik/Kemi' hedder det for eksempel:

*) Bidrag til:

Nordiskt Forskarsymposium,
"Naturvetenskapen i grundskolan - på väg mot en helhetssyn.",
12-17 oktober 1987 i Hindås, Sverige.

» Også det afslutningsvis formulerede hovedmål vedrørende elevernes forberedelse til livet i et demokratisk samfund kommer fysik- og kemilæreren ved. Her er der dog nok i højere grad end ved de tidligere nævnte mål tale om en sekundær virkning af lærerens hele holdning til og samarbejde med eleverne « (min fremhævelse, PCJ), [UVM 1976, s. 10]

Man lægger mærke til:

(1) At dette hovedmål ikke diskuteres i forhold til undervisningens indhold. Det overlades til den enkelte lærer at have den rette holdning etc. Når det drejer sig om folkeskolens øvrige hovedmål sættes de omhyggeligt i sammenhæng med undervisningens indhold og metode.

(2) Demokratiet defineres i forhold til undervisningen, så det kun handler om forholdet mellem lærer og elever. Der er ingen opfordring til at beskæftige sig med demokratiet udenfor skolen.

Det er ikke specielt for fysikken at foregive at folkeskolens mål kun sigter på den enkelte elevs tarv. Der gøres sjældent meget ud af, at skolen også skal producere anvendelig arbejdskraft, og socialisere og disciplinere børnene. Men en af skolens vigtigste opgaver er faktisk at lære eleverne at møde til tiden, lære dem forskellen på arbejdstid og fritid og meget andet som er nødvendigt for at de kan bruges (og klare sig) på arbejdsmarkedet. Men hvis 'demokratiparagraffen' skal være mere end pæne ord, skal socialiseringen ikke kun gøre eleverne til 'nemme' ansatte og borgere. Det kan måske være godt for produktionen og den velstand, vi er glade for. Men velstand er ikke nok. Vi skal også bevare og udvikle vores demokrati, og derfor skal eleverne vænnes til at være politisk aktive. (Demokrati er ikke upolitisk!) Eleverne skal

ikke vænnes til kun at have indflydelse, når læreren (eller statsministeren) finder det bekvemt.

Denne artikel koncentrerer sig om en enkelt af skolens vigtige opgaver, nemlig at socialisere børnene til aktiv og kritisk medleven i et demokratisk samfund. Der er også andre vigtige fortolkninger af skolens forhold til demokratiet. Den ene er nævnt ovenfor, nemlig at skolen selv skal være demokratisk styret og give eleverne væsentlig indflydelse på deres egen hverdag. Den anden peger på lighedsaspektet af demokratiet og lægger vægt på, at skolen skal sætte særligt ind til fordel for de svage elever for at formindske virkningerne af forskelle i forudsætninger.

'Den fjerde magt'. Adskillelsen af lovgivende, udøvende og dømmende magt ('magtens tredeling') er en af demokratiets grundpiller, men der tales desuden om 'den fjerde magt', pressen. 'Den fjerde magt' skal være befolkningens 'øjne og ører' og holde kontrol med de øvrige magter, først og fremmest ved at informere, og specielt ved at fremskaffe og offentliggøre oplysninger som de øvrige 'magter' nødigt ser offentliggjort. Pressen kan af mange grunde ikke løse sin opgave perfekt. Dels skal den sælge sig selv på et mere eller mindre frit varemarked, hvor meget andet end informationernes kvalitet tæller, dels påtager den sig ofte opgaven som propagandist (eller lidt pænere: 'opinionsdanner'). Situationen er altså langt fra ideel, men dog meget bedre end i lande, hvor pressen er underlagt den udøvende magts kontrol. Det er i øvrigt ofte sådan i Danmark, at det er gennem pressen at lovgiverne får nødvendige oplysninger om lovenes forvaltning.

Pressen ville kunne løse sin opgave bedre - den ville måske blive nødt til det - hvis skolen blev opfattet som en del af 'den fjerde magt'. Den indsigt og oplysning, som borgerne behøver for at holde skiftende regeringer i ørerne, skal skolen lægge

grunden for. Undervisningen skal vel ikke direkte føre til regerings fald (som da Watergate-skandalen fældede Nixon), men eleverne skal lære at være kritiske overfor magtudfoldelse - også fra 'den fjerde magt'.

Videnskabsteori. Hvis fysikundervisningen skal kunne bidrage til 'demokratiseringen', må fysiklærerne vide mere om fysikkens samfundsmæssige rolle. Der er desværre kun få fysikere der seriøst deltager i studiet af dette tema, og det har bidraget til en uheldig polarisering af især den mere populære litteratur. Fra den ene fløj rettes der på spinkelt grundlag meget generelle angreb på fysikken og den fysiske tænkning (determinisme, ... positivisme, ... mandschauvinisme, ... krig, ...). Fra den modsatte leveres til gengæld et ukritisk, glansbilledagtigt skønmaleri (erkendelse af naturens dybeste sandheder fra det største til det mindste, ... grundlag for hele det moderne samfund, ... faget der ligger til grund for alt andet: kemi, biologi og selv psykologi, ... faget hvis metode er al sand videnskabs forbillede ...). Det sker i øvrigt hyppigt, at selv seriøse videnskabsteoretikere får problemer på grund af manglende fysisk indsigt, men det kan næppe være anderledes, så længe kun ganske enkelte fysikere deltager aktivt i denne forskning. Desværre bruges det tit af fysere som alibi for en generel afvisning af videnskabsteorien, til skade for den, men til endnu større skade for fysikken og fysikundervisningen.

'Lærebogsbilledet'. De fleste kender stort set kun faget som det fremstilles i lærebøgerne. Om det skriver Thomas Kuhn i *'The Function of Measurement in Modern Physical Science'*:

» To a very much greater extent than we ordinarily realize, our image of physical science is conditioned by science texts. In part the influence is direct: textbooks are the sole source of most people's firsthand acquaintance with the physical

sciences. Their indirect influence is, however, undoubtedly larger and more pervasive. Textbooks or their equivalent are the unique repository of the finished achievements of modern physical scientists. It is with the analysis and propagation of these achievements that most writings on the philosophy of science are concerned. As many autobiographies attest, even the research scientist does not always free himself from the textbook image gained during his first exposures to science. « [Kuhn 1961, 1977, s. 180]

At ikke-fysikere kun kender fysikken fra lærebøger og lignende kan ikke komme bag på os, men konsekvenserne bør give anledning til overvejelser. Hvis ikke-fysikere har en 'forkert' opfattelse af fysikken, så har de sandsynligvis netop den opfattelse, vi selv har givet dem (omend ikke altid med vores gode vilje). I *'Forskning og samfund'* skriver Søren Kjørup for eksempel:

» De store fejltagelser springes gerne over i videnskabshistorierne, i hvert fald i de mere populære af dem; man videregiver et billede af de videnskabelige fremskridt, forstået som en ubrudt række af erkendelser, der føjes til erkendelser.

Hvis fejltagelserne endelig nævnes, er det som udtryk for de fejlagtige opfattelser, grænsende til det tåbelige eller stædige, som den rigtige forskning netop frigør sig fra. Til gengæld opsøges med forkærlighed alle "forløberne" for de store gennembrud, hvilket i særlig grad sætter fejltagelsernes tåbelighed i relief.

Men herved forvanskes billedet af videnskaben, dens rationalitet og karakteren af dens fremskridt, meget alvorligt. « [Kjørup 1985, s. 77]

Fysikbøgerne, og altså fysikerne, må bære deres store del af ansvaret for den beskedne naturvidenskabelige oplysthed. Fysikken er tit helt uden forbehold blevet beskrevet som den mest avancerede viden-

skab, og samtidig et fag, hvor forskerne kun drives af hellig søgen efter 'Det Sande'. Det fremhæves ofte, hvordan nyttige opdagelser er gjort uden tanke på eventuel anvendelse, men af 'ren' videnskabelig interesse. Men fremstillingen kommer til at virke utroværdig når fysikerne tager æren for opdagelsen af røntgenstråling, men afviser medansvar for våbenkapløbet.

En vigtig pointe dukker op sidst i Kuhn-citatet ovenfor: "... even the research scientist ...". Hvordan skal vi kunne give et realistisk billede af fysikken, hvis vi selv ligger under for skolebøgernes naivt-optimistiske glansbillede? Vi har behov for en mere kvalificeret forståelse, som ikke kan opnås med fysikkens metoder alene. Der er brug for både humanistiske og samfundsfaglige metoder (og måske forskere) for at behandle spørgsmålet om hvad fysik 'egentlig' er for noget. *Nen der skal også fysikere med.* Ikke for at belære om hvad fysik er, for det ved vi som sagt næppe bedre end andre, men for at bidrage med vores særlige faglige viden og især vores evne til *at læse en fysisk tekst.*

'Paradigmer'. Kuhns bedst kendte bog er utvivlsomt '*The Structure of Scientific Revolutions*' ('TSSR') [Kuhn 1962, 1970]. Det er der, han lancerer begrebet 'paradigme', som siden er blevet 'folkeeje' og har fået lov at betyde næsten hvad som helst. (Det er Kuhn selv ikke helt uden skyld i. Se for eksempel '*Second Thoughts on Paradigms*' [Kuhn 1974, 1977].)

Det gælder dog for alle ordets betydninger at et paradigme er fælles for og karakteristisk for medlemmerne af et givet 'videnskabeligt samfund' ('scientific community'), men jeg finder det vigtigt at fremhæve to vigtige betydninger, som jeg forsøgsvis vil kalde 'den bløde' og 'den strenge' betydning. I 'den bløde betydning' betegner et paradigme de grundlæggende og til dels måske ubevidste teorier, tanker og traditioner, der er fælles for og med til at definere den

gruppe mennesker, der udgør det videnskabelige samfund. Det er mest i den bløde betydning ordet 'paradigme' er blevet udbredt.

'Den strenge betydning' er i større overensstemmelse med den traditionelle betydning af ordet 'paradigme', nemlig 'forbillede' eller 'mønster' (især brugt om bøjningsmønstrene i grammatikken). Det er også denne betydning, der er mest frugtbar i videnskabs-teoretiske studier. 'Den bløde betydning' ligger lidt for tæt op ad begrebet 'vanetænkning', der ofte med en vis ret afvises uden argumentation. Derimod peger 'den strenge betydning' på konkrete videnskabelige 'bedrifter' (achievements), hvis værdi som forbilleder ikke kan afvises uden argumentation. Som 'strenge' paradigmer tjener berømte eksperimenter eller analyser af centrale faglige problemer. Michelsons forsøg og Einsteins analyse af det hører til vores 'store' paradigmer. Det gælder også Niels Bohrs behandling af hydrogenatomet, der f.ex. explicit fungerer som paradigme for Narlikar og Padmanabhan i deres forsøg på at opstille en '*poor man's quantum cosmology*' [se Padmanabhan 1987].

Også den traditionelle behandling af 'det frie fald' tjener som paradigme, det vil sige som 'mønster på videnskabelighed' for eksempel med sætningen "*I et lufttomt rum falder alle legemer lige hurtigt*". (Dette paradigme er så stærkt, at det for mange fysikere (og fysiklærere) tilsyneladende er et reelt problem at atmosfæren forhindrer den virkelige, videnskabelige fysik i at komme til udfoldelse. Det var derfor en stor dag, da en astronaut i 1969 kunne vise, at en hammer og en fjer faktisk falder lige hurtigt - på Månen.)

En hovedtese i 'TSSR' er at videnskaber udvikler sig ujævnt. Perioder, hvor et enkelt paradigmesæt dominerer gennem længere tid ('normalvidenskab') veksler med kortere perioder præget af rådvildhed og manglende normer ('videnskabelige revolutioner'). Modellen er ikke udtømmende (og min gengivelse langt

mindre), men den kan i mange tilfælde være frugtbar. I human- og samfundsvidenskaberne har den bidraget til at skabe opmærksomhed om det grundlag en given forskning bygger på, og en forståelse for at paradigmer ikke er absolutte og evige. Denne forståelse er, som det følgende antyder, endnu knapt slået igennem i naturvidenskaberne.

I 'Udtalelse om forslag til uddannelse i humanistisk teknologi ved Københavns Universitet' skriver 'Det Faglige Landsudvalg for de Naturvidenskabelige Uddannelser' (FLUNA):

» Den naturvidenskabelige metode afviger som bekendt stærkt fra den humanistiske, karakteriseret, som den er, ved universel paradigmefasthed og en akkumulerende undervisningsstruktur og forskningsstrategi. « [FLUNA 1987]

Det kunne lyde som om FLUNA mener at naturvidenskaberne i deres væsen er normalvidenskab: Der stilles kloge og velovervejede spørgsmål til Naturen, som bid for bid åbenbarer sine hemmeligheder. At heldigvis andre naturvidenskabelige forskere og undervisere ser mere nuanceret på situationen fremgår af folkeskolens 'Undervisningsvejledning', hvor det om dette spørgsmål hedder:

» Det vil være et vigtigt alment mål for undervisningen at give den enkelte elev mulighed for at erkende fagenes uafsluttede karakter.

Naturvidenskaben er ikke et afsluttet bygningsværk, men heller ikke en bygning, hvor der blot hele tiden føjes til. De nye data, der indsamles, og de nye spørgsmål, der rejses, kan give anledning til, at dele af bygningen rekonstrueres, sådan at forstå, at selv omfattende teorier og beskrivelsesmåder forlades til fordel for andre. «

[UVM 1976, s. 19]

Forholdet mellem fysik og samfund, og dermed fysikkens rolle i demokratiet og demokratiets rolle i fysik-

undervisningen kan studeres blandt andet gennem studiet af de 'paradigmer' der karakteriserer og holder sammen på 'fysik-samfundet', og én måde at studere fysikkens samfundsmæssige rolle på er at studere 'fysiksamfundet' som subkultur i 'storsamfundet'. Hertil kræves samfundsvidenskabelige metoder, (etnografi og sociologi). Men der kræves også fysikere:

Hvis man vil studere et 'bavian-samfund' er det nødvendigt at kende noget til bavianers kommunikation. På samme måde skal man kunne følge fysikernes kommunikation, hvis man vil studere 'fysik-samfundet'. Man skal kunne forstå faglige artikler og debatter, og det kan kun fysikere.

Teknologiundervisning. Et område, hvor både fysiske og samfundsmæssige begreber og metoder er nødvendige er undervisning om teknologi, der umiddelbart er et mange-tydigt begreb. I bogen '*SAMFUNDETS TEKNOLOGI - teknologiens samfund*' hedder det for eksempel:

» Teknologien er blevet et fremtrædende emne i samfundsdebatten. Der er ovenikøbet skabt helt nye ord og begreber, så som teknologivurdering, teknologiaftaler og teknologipolitik. ... «

og lidt senere:

» Teknologi er læren om de tekniske videnskaber. Teknologi er, når man bruger maskiner. Teknologi er den teknik og viden, der udvikles under kapitalismen. Definitionerne er mange og under alle omstændigheder forskellige. Flere af teknologiopfattelserne er heller ikke i overensstemmelse med den førnævnte nye begrebsdannelse. Skulle f.eks. en teknologiaftale være en aftale om læren om de tekniske videnskaber? « [Müller 1984, s. 9]

Måske er begrebet teknologiundervisning mindre problematisk at definere. Et forsøg kunne være: *Teknologiundervisning handler om teknikken, dens formål, anvendelser og virkninger. Teknologiundervisning i denne betydning indeholder anvendt fysik, men er ikke*

begrænset til det. Til at beskrive teknologien kræves begreber fra naturvidenskaben, men naturvidenskaben er ikke tilstrækkelig til at beskrive og forklare teknologien. I bogen 'Teknologikritik' definerer Hans Siggard Jensen og Ole Skovsmose begrebet 'den teknologiske erkendelse' som

»...den erkendelse omkring teknologien, der faktisk foreligger, og i kraft af hvilken man er i stand til at frembringe teknologien... «

og lidt senere:

»...vi føler os aldeles overbeviste om, at præcis den teknologiske erkendelse ikke giver noget grundlag for en egentlig forståelse af teknologien.« [Siggard 1986, s. 8]

Problemet er, at 'den teknologiske erkendelse' ikke opererer med det de kalder 'intentionelle egenskaber', altså formål eller hensigter. Derfor kan den kun behandle 'genstande' og ikke 'redskaber' (for slet ikke at tale om en sammensat 'teknologi'). Et redskab kan ikke beskrives udtømmende ved hjælp af masse, form, energi og andre fysiske og geometriske egenskaber. Vi kan ikke sige at vi forstår det, før vi ved, hvorfor det er fremstillet og hvad det skal eller har skullet bruges til. **Redskaber kan kun forstås som kulturprodukter.**

I praksis er det langt fra trivielt at tillægge forskellige 'redskaber' intentionelle egenskaber - og netop det vil være en vigtig del af en teknologiundervisning. Et eksempel på, hvordan der kan gå kludder i det, så fysiske (eller i dette tilfælde kemiske) og samfundsmæssige begreber løber i ét, kan hentes fra en dansk gymnasielærebog i kemi:

» Ethanol er en bestanddel af øl, vin og spiritus. Ethanol til teknisk brug tilsættes ubehageligt lugtende og smagende stoffer (pyridin, petroleum) for at gøre væsken uegnet som nydelsesmiddel, hvorved den kan gøres afgiftsfri (denatureret sprit). «

Formuleringen giver indtryk af, at man ikke kan gøre alkohol afgiftsfri uden disse tilsætninger, altså at spørgsmålet om afgifter er afhængigt af tekniske snarere end af politisk/økonomiske forhold.

For en omfattende og sammensat teknologi er det meget vanskeligt, måske umuligt, at fastlægge veldefinerede intentionelle egenskaber:

» Når det amerikanske "stjernekrigsprogram" (SDI) kun skal skærme mod de interkontinentale ballistiske missiler, og ikke de atomvåbenbærende undervandsbåde, som hver for sig kan udslette alle de vigtigste byer i USA, er det så fordi projektet er humbug og bare skal skaffe skatteyderpenge til den elektroniske industri, eller er det snarere en afledningsmanøvre, der skal dække over noget andet (og farligere)? « [Colding 1987b]

De intentionelle egenskaber kan ikke fastlægges alene ved en analyse af selve SDI-programmet, og det er problematisk at en fastlæggelse af de intentionelle egenskaber er afhængig af en fysisk-teknisk undersøgelse af hvor realistisk programmet må anses for at være - kombineret med en politisk-psykologisk undersøgelse af, hvor realistisk programmets fortalere anser det for at være. Som emne hører SDI-programmet selvfølgelig til de absolut vanskeligste, men det demonstrerer til gengæld nødvendigheden af at politiske og fysisk-tekniske vurderinger går op i en højere enhed. Analysen kompliceres af at der ikke er noget velfungerende paradigme (i 'streng' betydning) at støtte sig til. Det gør nemlig at arbejdet let kommer til at fremstå som 'uvidenskabeligt', især hvis det fører til kontroversielle resultater.

Fysikkens bidrag til demokratiets 'fjerde magt' består blandt andet i at give indsigt i teknologien, og netop ikke kun teknologiens hvordan, men også dens hvorfor. I bogen 'Teknologikritik' hedder det i denne sammenhæng:

» Teknologi kan ikke længere opfattes som primært en relation mellem menneske og natur. Den er ganske vist stadig sådan en relation, men ikke blot dette. Teknologi må først og fremmest opfattes som en relation af formen for menneske-menneske. Dvs. teknologi må opfattes som et system, en måde, hvorpå vi strukturerer vores egen og andres verden. Teknologi er udtryk for interpersonelle relationer og får dermed direkte noget med magt (over andre) at gøre. « [Siggaard 1986, s. 27]

Den traditionelle opfattelse af teknologiundervisningens indhold kan - med en karakteristik, der oprindelig er hæftet på miljøundervisning [se for eksempel Breiting 1987] - beskrives som 'menneskets problematiske forhold til naturen'. Det er, som det fremgår, tvivlsomt om det er en god karakteristik. De nævnte eksempler på teknologi handler nok så meget om 'menneskers problematiske forhold til hinanden', ligesom i øvrigt mange af de problemer, der tages op i miljøundervisning. (At jeg ikke diskuterer miljøundervisning her, men lægger hovedvægten på en generel diskussion af teknologiundervisning skyldes først og fremmest et ønske om at begrænse mig. I øvrigt mener jeg ikke at en seriøs undervisning kan adskille disse to områder helt.)

Udviklingsarbejde. Udviklingsarbejde på disse områder foregår naturligt nok især i gymnasiet og i folkeskolens ældre klasser. Vigtige emner er kernevåben, våbenkapløbet, SDI etc. [Colding 19xx, 1984, 1985, 1987a,b] men også energi, ressourcer og miljø er emner, der trænger sig på. Ved Danmarks Lærerhøjskole forberedes for tiden et landsdækkende lærerkursus om miljøundervisning, hvor vi håber at ca. 3000 lærere vil deltage i 1988. Det foregår i samarbejde mellem mange fag, blandt andet fysik og samtidsorientering. Det er karakteristisk at emnet kræver anvendelse af både humanvidenskabelige, samfundsvidenskabelige og natur-

videnskabelige begreber og metoder. Endelig foregår der ved universiteterne (måske især i USA) forskning, der er relevant i denne sammenhæng, men som nævnt er der kun få fysikere og teknikere med, og det betyder dels at resultaterne ofte er mangelfulde, dels at de ikke let lader sig anvende i fysiksammenhæng.

Konklusion. Hvis den danske folkeskoles 'demokratiparagraf' skal være andet end smukke ord, må undervisningen - også i fysik - beskæftige sig med spørgsmål af direkte betydning for styrkelsen af folkestyret. Skolen må blandt andet opfatte sig som en del af 'den fjerde magt', der giver menige borgere mulighed for at holde skiftende regeringer i ørerne. Den traditionelle 'fysik-faglighed' er ikke tilstrækkelig til dette formål, og der er derfor behov for forskning med det formål at udvide denne faglighed, uden at sætte den traditionelle fagligheds positive sider over styr.

Programmet '*Fysikundervisning og demokrati*' skal lægge op til en række tværfaglige forskningsprojekter. I disse projekter er fysikken som videnskab, som anvendt praksis (teknik) eller som skolefag en del af det der skal studeres. For at gøre resultaterne relevante og anvendelige kræves medvirken af forskere med både samfundsvidenskabelig og naturvidenskabelig kompetence. *Fysikernes egne forsøg på at udforske disse emner strander ofte på at de kun har 'hverdagsbegreber' til rådighed når det gælder studiet af samfundsforhold.* Fysikerne må lære, at 'den teknologiske erkendelse' ikke er tilstrækkelig til "en egentlig forståelse af teknologien", og samfundsforskerne må på den anden side overbevises om at den teknologiske erkendelse er nødvendig.

Litteratur. Listens noget tilfældige karakter afspejler at artiklen ikke fremlægger resultater af forskning, men først og fremmest stiller forslag. Videre arbejde vil nødvendigvis inddrage den omfangsrige internationale litteratur om emnet.

Breiting, Søren: 1987 "Bæredygtig udnyttelse" som indhold i folkeskolens miljøundervisning." i *Kaskelot, Pædagogiske særnumre*, maj 1987

Colding-Jørgensen, Peter: 19xx "Teaching about nuclear weapons" Foredrag på Eötvös Universitetet i Budapest, 1984 ("to be published")

Colding-Jørgensen, Peter: 1984 "Kernefænsens fysik - en nødvendig undervisning" i *Gymnasielejere for fred* 1984/4

Colding-Jørgensen, Peter: 1985 "Kernefænsens fysik - en nødvendig undervisning" i *LMFK-bladet* 1985/9

Colding-Jørgensen, Peter: 1987a "Våbenteknologi i fysikundervisningen" *Kronik i Kolding Folkeblad* 5. maj 1987.

Colding-Jørgensen, Peter: 1987b "Våbenkapløbet - et (livs)vigtigt fysikemne." i *Fysik/Kemi, oktober* 1987

Det faglige landsudvalg for de naturvidenskabelige uddannelser (FLUNA): 1987 "Udtalelse om forslag til uddannelse i humanistisk teknologi ved Københavns Universitet" København 1987

Kjørup, Søren: 1985 *Forskning og Samfund. En grundbog i videnskabsteori*. Gyldendal, København 1985.

Kuhn, Thomas S.: 1962,1970 *The Structure of Scientific Revolutions* (TSSR) Second edition, U. of Chicago Press, Chicago 1970.

Kuhn, Thomas S.: 1977 *The Essential Tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Change*. U. of Chicago Press, Chicago 1977

Kuhn, Thomas S.: 1961,1977 "The Function of Measurement in Modern Physical Science." i *The Essential Tension*. se ovenfor

Kuhn, Thomas S.: 1974,1977 "Second Thoughts on Paradigms." (1974) i *The Essential Tension*. se ovenfor.

Müller, Jens, Arne Remmen og Per Christensen: 1984 *SAMFUNDETS TEKNOLOGI - teknologiens samfund*. Systime, Herning 1984

Padmanabhdan, Thanu: 1987 "Quantum cosmology - science of Genesis?" i *New Scientist* No 1579, 24. september 1987

Siggaard Jensen, Hans og Ole Skovsmose: 1986 *Teknologikritik*. Systime, Herning 1986.

Undervisningsministeriet (UVM): 1976 *Undervisningsvejledning for folkeskolen, FYSIK/KEMI*. København 1976

TEMATISERET UNDERVISNING I NATURVIDENSKAB.

Albert Chr. Paulsen

IMFUFA

Roskilde Universitetscenter
Postbox 260, DK-4000 Roskilde

Indledning.

Tematiseret undervisning fremtræder mere og mere som et middel til at gøre undervisningen i naturvidenskab samfundsbetonet og virkelighedsnær. Det indføres således som et didaktisk princip i flere oplæg til læseplaner i de nordiske lande.

Tematiseret undervisning er imidlertid en samlende betegnelse for undervisningsaktiviteter, der kan have meget forskelligt sigte og indhold. Der er altså ikke tale om et entydigt didaktisk princip. Som følge deraf er tematiseret undervisning - betragtet som fornyelse af undervisningen i naturvidenskab - behæftet med en række uklarheder og problemer.

I det følgende skal tema forstås som et erfaringsbaseret problemfelt eller alment emne, som gøres til genstand for undervisning. En række af problemerne ved tematiseret undervisning vil blive berørt, og der vil blive forsøgt givet et bidrag til en afklaring af tematiseret undervisning som didaktisk princip for en tværfaglig, samfundsbetonet og virkelighedsnær undervisning i naturvidenskab.

Om traditionel faglig undervisning.

Naturvidenskabsundervisningen skal medvirke til, at eleverne bedre kan forstå og mestre deres dagligdag i et teknologisk præget samfund. De skal opnå viden og færdigheder, så de kan følge med i og øve indflydelse på den teknologiske udvikling. Dette er en væsentlig intention med undervisningen og klart fremhævet i de forskellige læseplansoplæg.

Det er så åbenbart, at dette ikke lykkes. De begreber og metoder, eleverne lærer i naturvidenskabsundervisningen - ikke mindst i fysikundervisningen -, er ikke anvendelige i virkeligheden uden for skolen og kan alene af den grund næppe medvirke til at give en forståelse af de af naturvidenskaben prægede samfundsmæssige forhold. Uden for skolen benytter eleverne sig derfor af deres egne ad hoc begreber - "Hverdagsbegreberne".

Virkeligheden uden for skolen spiller da også en ret lille rolle i undervisningen. Intentionen er, at en ren faglig undervisning giver de nødvendige og også tilstrækkelige kundskaber til at blive en aktiv og medbestemmende samfundsborger. Derfor tager undervisningen sit udgangspunkt i faget - forstået som videnskabsfaget. De igennem lang tid udviklede begreber og begrebsstrukturer, de faglige metoder og fagets traditioner formidles som det væsentlige, mens teknologien i hverdagen og i produktionen "blot" betragtes som anvendelser. De kan benyttes som eksempler, men er da løsrevet fra deres samfundsmæssige sammenhæng.

Autoriteten i undervisningen er faget. Det danner udgangspunktet og rammerne for undervisningen. Uanset hvor mange eksperimenter, eleverne selv udfører, vil undervisningen blive autoritær. Elevernes egen virke-

lighed, deres erfaringer og de tanker, som de i den forbindelse gør sig, kan nok benyttes som en motiverende faktor, men er dybest set irrelevante, utilstrækkelige eller forkerte. Eleverne oplever denne afstand til det nære og til den virkelighed, som de er en del af. Det må nødvendigvis virke begrænsende på elevernes interesse og motivation og dermed også på deres vilje til at lære. Eleverne får på forhånd meget lidt indflydelse på deres indlæringssituation.

Selve læringen holder sig inden for faget og inden for undervisningslaboratoriets fire vægge, som er beklædt med skabe fyldt med apparatur specielt udviklet til indlæringen af faget. Her opbygges og udvikles den for læringen nødvendige referenceramme bestående af begreber og faglige strukturer i overensstemmelse med den faglige lærebogstradition og med den ofte centralt fastsatte pensumliste. Styrende for lærerens undervisning er således pensumliste og lærebogen.

Det kræver en ganske særlig bevidst og aktiv indsats at anvende fagligheden på hverdagssituationer. Det er jo nemlig ikke undervisningens egentlige ærinde og er indlæringen uvedkommende. Dermed er det også uvedkommende for de krav, der stilles til eleverne. Derfor er det klart lettere for eleverne at holde skole og virkelighed adskilt.

Om tematiseret undervisning.

Om undervisningens udgangspunkt.

Tematiseret undervisning tager sit udgangspunkt i elevernes erfaringer fra hverdags- og samfundslivet. Dermed fortaber udgangspunktet sig ikke i faglige traditioner. Det er imidlertid lærerens ansvar, at der er tale om et problemfelt eller et emne fra virkeligheden

uden for skolen, som kan gøres til genstand for undervisning. Det vil sige, at der udover den umiddelbare begrundelse, der ligger i, at der tages udgangspunkt i elevernes kollektive eller individuelle erfaringer, foreligger en pædagogisk begrundelse og nogle pædagogiske muligheder i forhold til uddannelsens formål, ved at temaet foldes ud.

Temaet bør angive, hvilket problemfelt eller emne der er tale om og antyde et sigte. "Elektricitet" er således et dårligt formuleret tema, "Elektricitetsforsyning" er bedre som angivelse af et emne med et sigte, mens et tema som "Alternativ elektricitetsforsyning" også antyder et problemfelt. Ligeledes vil "Energi" være et alt for bredt område, bedre er "Energiforbrug" eller "Hjemmets energiforbrug". Et klarere sigte og et antydet problemfelt ligger der i et tema som "Lokal energiforsyning". Der er et antydet problemfelt i temaet "Tilsætningsstoffer i vore fødevarer", mens "Vore fødevarer" og "Ernæring" er bredere temaer uden, at der antydes et problem.

Valg af undervisningens indhold.

Et tema angiver et sigte og en ramme for undervisningen. Temaet tjener som det styrende element for valg af indhold og for tilrettelæggelse af undervisningsforløb. Temaet vælges sådan, at det er relevant og vedkommende for eleverne og sådan, at det er accepteret af dem. Elevernes accept, interesse og motivation er afgørende for læringsprocessen.

Et tema må ikke forstås som et snævert emne. Det skal pege udover sig selv, d.v.s. det skal kunne behandles i et større perspektiv. Temaet skal således kunne behandles i en større faglig, historisk eller samfunds-

mæssig sammenhæng. Kun derved skabes der mulighed for, at eleverne kan tilegne sig en almen viden, som kan overføres til nye situationer, og som gør undervisningens indhold anvendelig uden for skolens rammer.

I og med at temaet tager sit udgangspunkt i virkeligheden og måske i spændende og aktuelle problemer i samfundet, er der risiko for, at undervisningen kun kommer til at handle om den aktuelle situation. Derved kan undervisningen blive ateoretisk, og indlæringsproduktet blive underlagt en hurtig forældelse. Selvom man i videst mulig omfang drager virkeligheden ind i skolen og går ud i virkeligheden udenfor skolen, så er oplevelsen af den middelbar, indirekte og ofte på anden hånd.

Læringsprocessen kan altså for den enkelte elev næppe foregå ved direkte vekselvirkning med virkeligheden. Derfor må man også som lærer være opmærksom på, at begreber som "virkelighedsnær", "samfundsrelevant" og "oplevelse" er vigtige slagord i en pædagogisk debat, men disse ord rummer ikke i sig noget formål. De kan komme til at vildlede lærer og elever til at skabe et produkt af flygtig karakter med lille dannelsesmæssig værdi. Temaundervisningens hensigt er imidlertid, at eleverne skal lære at kunne "håndtere" virkeligheden, og dertil kræves teoretisk viden, forstået som viden der kan generaliseres og anvendes i andre og nye situationer.

Det følgende eksempel kan antyde, hvad der menes: I forbindelse med et tema som "Hjemmets energiforbrug" er de væsentlige faglige begreber og sammenhænge f.eks. energikilde, energimodtager, energioverførsel ved varme og ved arbejde, mål for energimængder, varmeledning, isolering, energikvalitet og energiforbrug.

Det er også vigtigt at se hjemmets energiforbrug i forhold til hele landets energiforsyning og energipolitik, samt de konsekvenser andre forbrugsvaner og andre energikilder end de traditionelle kunne have.

Hjemmets energiforbrug kan også betragtes i et historisk perspektiv for at se, hvad der har betinget udviklingen på det område, og at en sådan udvikling ikke er tilfældig.

Som det ses af eksemplet er det muligt at starte i det nære - varmen i stuerne, madlavningen på komfuret og energipriserne - og inddrage perspektiver, der er relevante og nødvendige for at opnå en faglig indsigt og en almen samfundsmæssig erkendelse. Det er sådanne faglige og samfundsmæssige erkendelser, som skal kunne overføres til andre situationer og derved give handlemuligheder.

Det eksemplariske princip.

Det eksemplariske princip forbeholdes ofte den videnskabscentrerede undervisning, hvor indholdet vælges eksemplarisk i forhold til faget. Da fagene er store og omfattende, vælges nogle få enkle, men væsentlige og karakteristiske områder af faget og gøres til genstand for undervisning. Derved fås en repræsentation af faget. Det enkle, men grundlæggende eksempel belyser og giver et indtryk af helheden. Eksemplet rækker altså udover sig selv.

Dette princip er imidlertid ikke mindre afgørende for den tematiske undervisning, blot er det her ikke i forhold til et fag, men i forhold til virkeligheden. Ovenstående korte temabeskrivelse vedrørende "Hjemmets energiforbrug" er et eksempel herpå. Ved at anlægge forskellige synsvinkler, naturfaglige såvel som sam-

fundsmæssige og historiske, søger man sammenhæng mellem eksemplet og de almene samfundsmæssige forhold, den historiske udvikling eller også de faglige teorier og begreber.

Princippet går her altså ud på, at selv om undervisningen tager sit udgangspunkt i en eleverfaring - måske en ren individuel oplevelse eller interesse - så må denne erfaring i undervisningens forløb kunne perspektiveres ved mere almene faglige og samfundsmæssige sammenhænge for at få uddannelsesmæssig værdi. Det er altså ikke ligegyldig, hvilke perspektiver der inddrages i undervisningen, da det er dem, der konstituerer det eksemplariske i forhold til uddannelsens formål. Derfor må formål og indhold også være formuleret i forhold til perspektiverne og ikke i forhold til fag eller specifikke emner. Det aktuelle og det oplevelsesbetonede og det interessante er altså ikke tilstrækkeligt.

Tematiseret undervisning og faglighed.

Der udtrykkes ofte betænkelighed ved fagligheden i den tematiske undervisning. Som det fremgår, er fagene imidlertid stadig midler til indsigt og erkendelse, men de danner ikke udgangspunktet og er ikke styrende for undervisningen. De inddrages i det omfang, det er nødvendigt for at behandle temaet i et forsvarligt fagligt perspektiv. De faglige begreber og teorier er altså vigtige ikke udfra et videnskabsfagligt synspunkt, men udfra deres anvendelse i samfundet.

De naturvidenskabelige fag, der er orienterede imod anvendelsen i det pågældende tema, er imidlertid ofte

konstitueret anderledes. I den rent faglige, viden- skabscentrerede undervisning stræber fagene efter erkendelse af "sandheder" om naturens indretning, mens fagene i temaundervisningens anvendelsesorien- terede og ofte teknologiske sammenhæng stræber ef- ter at tjene menneskelige behov.

Dette skal dog ikke forstås sådan, at man forholder sig instrumentelt til fagene, altså blot inddrager fagenes resultater i form af forskrifter, formler og fakts. Den tilegnede faglighed skal jo kunne an- vendes også i andre situationer end dem i det fore- liggende tema. Det kræver i det mindste for de mest repræsentative begreber, teorier og metoder en til- egnelse på et mere generelt niveau.

I forbindelse med det før omtalte tema "Hjemmets energiforbrug" er det f.eks. en væsentlig faglig erkendelse, at energiforbrug ikke betyder, at ener- gien forsvinder, men at den antager en form, hvor den ikke længere er brugbar. I forbindelse med damp- maskiner og andre motorer, der bygger på termiske principper, er det en væsentlig erkendelse, at der skal køling til, for at motorerne kan fungere. Der er altså tale om et principielt nødvendigt "energi- spild" og en uundgåelig påvirkning af omgivelserne.

Det vil ikke sjældent være en vanskelig opgave at inddrage den nødvendige faglighed. Der er nemlig i reglen tale om mere komplicerede faglige forhold end dem, der traditionelt hører hjemme i det til- svarende skolefag. Det faglige vil også forekomme sværere, fordi skolefaget ikke umiddelbart, som om- talt tidligere, kræver anvendelighed. Til gengæld vil eleverne være mere interesserede og motiverede og være i besiddelse af viljen til at lære og til at forstå.

Temaet må aldrig blive blot en motivation for eller en undskyldning for at beskæftige sig med et fag for fagets skyld. Dermed ville man være tilbage ved den traditionelle faglige undervisning. Det væsentlige er selve temaet og dets perspektiver. Alt andet vil invalidere den tematiske undervisning. Ganske særlig uheldigt ville det være, hvis den tematiske undervisning bindes ved en faglig pensumliste. Den for læringen nødvendige referenceramme og den nødvendige sammenhæng i undervisningen vil forflygtiges, og undervisningens formål blive uigennemskuelig. En læseplan af en sådan konstruktion vil være i strid med sig selv.

Fagenes anvendelse og deres ændrede konstitution betyder også, at de strenge faggrænser opløses. Det vil i reglen være sådan, at et eller nogle få fag bidrager mere end andre, men en vis tværfaglighed er uundgåelig og helt nødvendig, hvis den tematiske undervisning skal have sammenhæng og perspektiv.

For en fagopdelt skole med en fagopdelt lærerstab kræver det et vist mod af den enkelte lærer at begive sig ud i nye faglige områder. Et tema som "Hjemmets energiforbrug" vil således indeholde fysik, kemi, samfundsfag, historie og måske også noget biologi.

Tematiseret undervisning og elevindflydelse.

Da den tematiske undervisning principielt tager sit udgangspunkt i eleverfaringer, findes den for læringen nødvendige referenceramme altså på forhånd i eleven. Den skal i det følgende undervisningsforløb fast-

holdes. Sammen med elevens vilje til at lære, danner den betingelsen for en meningsfuld tilegnelse af den for temaet relevante viden. Dette kan kun ske under elevernes accept og aktive medvirken.

Den enkelte elev må hele tiden være på højde med sin egen indlæringssituation og have indflydelse på den. Eleven må være med til at vælge temaet, dets indhold og ikke mindst dets arbejdsform. Det er imidlertid ikke eleven eller eleverne alene, der skal vælge. Det er lærerens ansvar, at temaet vælges sådan, at undervisningen kan få de perspektiver og de erkendelser, som er i overensstemmelse med uddannelsens formål.

Eleverne er ikke umiddelbart vant til, at undervisningen tilrettelægges ud fra deres erfaringer. De vil ofte vælge et tema og et indhold, de kan magte. Men netop derved kan muligheden for at lære noget nyt fortabes. Undervisningen kan blive aktivitetspræget og med rette kritiseres for manglende faglighed og perspektiv. Resultatet kan desuagtet blive stort og omfattende med rapporter, der indeholder kurver, oversigter og plancher. Aktiviteten i sig selv, så positiv den end kan synes, kan imidlertid ikke sikre, at eleven opnår nye erkendelser. Her er det lærerens opgave og lærerens ansvar at være medbestemmende og sikre det uddannelsesmæssige sigte ved at udpege målene og vejlede, så læringen kan foregå.

Afslutning.

Dette bidrag er som bemærket i indledningen et forsøg på en nødvendig afgrænsning af tematiseret undervisning. Det er inspireret af et læseplans-

arbejde i naturfag for voksne. Der er mange forhold ved tematiseret undervisning, som dette bidrag ikke kommer ind på. Det gælder ikke mindst den praktisk pædagogiske side som f.eks. mere konkrete metodiske anvisninger, eksperimentets rolle, undervisningsmaterialer, hvilket produkt der skal komme ud af den tematiske undervisning, hvordan evalueres det og meget andet. Mit ærinde her har imidlertid alene været at fremføre nogle mere principielle betragtninger - at sætte en scene.

Litteraturhenvisning:

Indstilling fra læseplansgruppen i: Naturfag, -undervisningsvejledning, -læseplan, -prøve
ISBN 87 - 982600 - 2 - 2.

Publiceret i

Nordisk forskersymposium: Naturvetenskapen i Grundskolan - på väg mot en helhetssyn. Hindås. Oktober 1987 (under udgivelse).

SCIENCE, TECHNOLOGY AND DEMOCRATIZATION

- the curriculum of tomorrow ?

Albert Chr. Paulsen,
IMFUFA, Roskilde University,
Postbox 260, DK-4000 Roskilde. Denmark.

Introduction

The concern of this paper is the significance of Science and Technology Education for Democratization. These words are somewhat bombastic. Others have called it education for democratic control. The purpose of this education is to give students an understanding of Science and Technology which enables them to make decisions in matters about Science and Technology of importance to their future social and vocational life. The considerations are mainly seen from the viewpoint of a physics teacher and the paper is a preliminary outline.

The understanding of scientific principles has always been considered necessary for understanding and mastery of Technology. It was one of the reasons for implementing Science Education in schools in the last century.

Also in the 1960's, where the progress of Science Education almost revolutionary was advanced, Technology was recognized as an important educational matter. But Technology was only conceived as applied Science. Because Technology is ever changing and developing, the rationale of education was to teach the persistent and lasting principles and concepts of Science. The scientific disciplines developed by mankind endowed the future citizen with the necessary knowledge to understand and master Technology.

The scientific method was believed to be a rational and powerful instrument for decision making. For some educators this was not only valid in the context of Science and Technology, but also in the social and political life of the people.

The apparent success of Science and Technology brought along an optimism about future development which influenced the way of thinking in many fields of research and daily life. This optimism is reflected in Science curricula and learning material.

In connection with the risings against authorities of many kinds in the late 1960's the scientific and technological development loaded with expertise was severely questioned. This applied especially in areas like weapons, nuclear power, polluting industries and several other negative issues of the technological development. A gap between technological optimism and the attitude in people who find themselves alienated and overruled by experts became obvious. Ever since political decisions have been considerably influenced by the debate of the negative issues and consequences of technological development.

Science-teaching and the constitution of Science and Technology

In spite of the negative attitudes towards Science and in spite of decreasing recruitment to Science, especially Physical Science, the changes since the 1960's in Science teaching have been very little. Technology and technological development especially is still believed to be understandable by application of scientific concepts, principles and theories.

Influence on decisions made in the technological field of Society is consequently gained by the acquisition and the mastery of scientific theories and a special scientific way of thinking. The educational philosophy of the discipline centered curriculum of the 1960's is still the basic idea in most Science teaching today.

But the critical mind of the student conceives the scientific theories, principles and concepts as detached from reality and Science teaching material, reflecting optimism about the technological development as outdated.

Teaching material about Technology explains techniques and technical devices by means of scientific theories. The past generation of the teachers was enthusiastic about explanations and was asking questions about "Why". The generation of today are asking questions about "How it can be used" for planning, for solving practical problems.

The Science teaching of today appeals to students who like to explain and construct. The generation of today wants to recognize and identify human problems and solve them by means of technology.

The demand for qualifications in the social aspects of Technology is needed with respect to democratization. It is also very much needed by industry.

This does not imply that scientific theories are less significant. On the contrary they are more important than ever, but they are not sufficient neither for the democratization of social life nor for vocational life. The crucial point is the constitution of Science and Technology.

Science and Technology is today a tangled matter, but the endeavour of Science is different from the endeavour of Technology.

The endeavour of Science is knowledge and belief about natural phenomena. The endeavour of Technology is knowledge about human needs.

The intention of Science is "truth". The intention of Technology is relevance to human needs.

Consequently Technology is not understandable without its historical and social context.

The teaching of Science and Technology in the schools

There are several attempts to overcome the need for Science Education which is not detached from the technological world outside the school. In most countries that kind of teaching is encompassed in extra-curricular activities. The following is a short and preliminary framework for classification of teaching activities concerning Science and Technology.

1. Technical material

The teaching material consists of a description of technical topics and technical material. It also may include practical activities like inspection of technical devices and experimentation.

Examples: Motorcars, photography, the nuclear reactor, elektronical devices.

The teaching activities may be multidisciplinary, but concentrate on the technical side of a technology. The

intention of these activities is usually to make students become acquainted with current technology. The activities focus on and are motivated by the technical side.

Some topics are immediately interesting beyond their technical side. This applies to topics like alternative energy or weapons. But they are interesting by virtue of their social and political relevance and not by the technical aspects.

If such activities are carried out without their social, ethical and political implication they are very shortsighted and of little educational significance, as far as democratization is concerned. If they are, furthermore, without any significance for the learning of basic scientific theories they may end up as isolated, obsolete, almost forgotten knowledge about funny things from an outdated technology.

2. Decision making games

A decision making game is an artificial scenario demanding a decision, which can be arrived at by following given rules. The game usually contains a simulation representing central features from real life situations.

Examples: To decide whether to place a polluting industry in an unemployment area or not.
To decide the site of a nuclear powerplant.
To decide how to comply with the need for energy in a hypothetical area.

The scenario in the last example may be a description of an area with a need for energy over a span of time. There also are given the data of several, possible energy supplies. The students then have to discuss and to decide

which supply they want and where they want to place it in the area. Although there are some features of decision-making present, the premises for the process are given and mostly the social aspects are very limited and the political aspects and interests are absent. Usually games give the impression that decisionmaking in society is a rational process relying on rational human beings. This fact together with given premises limits the field of possible decisions.

Although games represent some important features of decisionmaking in society, the mentioned limitations are potential instruments for manipulating the decision of the students.

3. Cases

Cases are multidisciplinary analyses and examinations of real life situations. They are carried out in order to illustrate special or general characteristics of a technological development. The real life situation is treated in coherence with the historical and social/political background.

Examples: Galilei, Silicon Valley, The Seveso Accident, The Three Mile Island Accident.

Historical cases are of great significance for understanding technological development. They have a educational potential for future decisionmaking processes. A more direct impact on the decisionmaking by - and opinions of - the students are cases concerning technology in our own time. While the framework of understanding and comprehending historical cases often are well-established, cases from our own time are much more open for social and political valuation.

Case stories have a substantial potential for influencing future decisionmaking, and yet they tend to be controversial. On the other hand cases have a substantial potential for learning about the decisionmaking process.

The material for case stories is normally delivered by the teacher to the student. It is a story, which is told to the student. The way it is told, will of course influence the opinion of the students. This is inevitable and must be realised by the teacher and the student.

4. Projects

A project is a multidisciplinary investigation by the student into a real life situation. A project differs from a case in the degree of decisionmaking by the student about his own investigation. In a case, the student will get information for the examination of a situation. In a project the student has to gather information on his own.

Projects are closer to the real life situation. The topics for projects may be historical or about current matters.

Examples: Noise in a factory. Air Pollution. Heat supply in a local community.

Project organized teaching is a powerful educational mean for democratization. Especially current decisions in the local communities, which have a direct influence on the daily life of the citizen, are suitable for projects concerning decisionmaking. The process is going on just outside and the people, who have to make the decisions, are at hand. This provides the students with a real life situation where all the scientific, technical, social, and political aspects can be studied.

In Denmark some schools took the advantage of a current local issue. They organized projects about the energy supply for the local communities. Other problems like watersupply, pollution, conservation of nature etc. are issues for projects as well as global problems.

Curriculum problems with Science and Technology teaching for democratization

1. Acceptance or democratic control

The optimism about technological development, which was so obvious 20 years ago, still remains in much Science teaching. Enthusiasm about technical refinements may be more predominant than consequences for the society. Technological development may be represented as inevitable and necessary without any alternative. That kind of teaching may create an attitude of acceptance of decisions made by others rather than the will and the skill to participate in a democratic process of control. The philosophical idea which brings Science and Technology into the classroom is crucial. Because the intention of Technology is relevance for human needs, it is not enough "just to tell the scientific facts". Looking through the 4 categories of teaching activities identified above, the educational potential for democratization is clearly different.

2. Democratization and controversialism

The 4 categories also differ in their potential for controversialism. The teaching of Science and Technology in a historical, social, ethical and political context will inevitably bring more open political considerations into the classroom. This may be a problem for some teachers and some schools.

3. Multidisciplinarity

Another problem for teachers and schools may be the multidisciplinarity of the subject. In schools where teachers are specialized in different disciplines, a multidisciplinary approach may be very difficult to establish unless teachers in several relevant disciplines are working together.

4. The impossible syllabus

Traditionally school learning deals with established systematized knowledge. A Science curriculum deals with scientific theories and concepts and includes normally a syllabus. This is possible because Science is dealing with knowledge about nature. The rate of obsolescence is very low. Technology on the other hand is an ever and rapidly developing field. There is no established systematized knowledge with theories and concepts, because technology is dealing with human needs with the intension of relevance for mankind. It is not possible to give a syllabus. That would be to hand education over to obsolescence. The educational impact of Technology teaching decreases with increasing bindings to a syllabus. It increases the distance from daily life of the students and hence the possibility for the student to discuss on his own about matters of concern.

5. The problem of relevance

In consequence of the impossibility of a syllabus there is the problem of selecting relevant topics for teaching. Education must have - by definition - some generality, a potential for future citizenship. The general and theoretical content of the learning process must be secured by the teacher.

Especially case-studies and projects may tend to practice without the load of general theories.

By experience students often are motivated by a nearby practical problem. The students may be very enthusiastic about practising science, interviewing people, discussing local affairs etc. The educational impact is however resting on generalizing their experience and the acquisition of theories. The necessity of theory is not always realized or recognized by the student.

6. The role of scientific theory

It is not possible to conceive Technology without the social, ethical, and political context. But the social, ethical, and political context without the involved scientific theories is at the most scientific practice and an educational torso. It is to deceive education for democratization to pretend that decisions can be made in society today without the scientific theories. However the learning of scientific theories for application in current and future situations is a very difficult and slow process. Most school learning focuss rather on reproduction of theories for shortsighted evaluation than on developing concepts and theories over longer time.

7. Cognitive demands

Investigations carried out in the last years have shown that the impact of scienceteaching is considerably low. The students cannot master simple daily life-situations by means of Science concepts and theories, which they otherwise should have "learned" in science lessons. Other research has shown that the cognitive demands of scienceteaching exceeds the cognitive capacity of the student. Much more research must be carried out to implement scienceteaching, which are within the cognitive capacity of the student, can be learned by the student and applied to new situations.

A curriculum for tomorrow - a modest proposal

The problems for science education today are many. In a time, where Science and Technology become a rapidly increasing impact on the daily life of the citizen, Science education seems to get more and more into trouble. The list below applies to Physics

- it is far too difficult
- it is far from reality
- it is irrelevant
- it discriminates against girls
- there are too few qualified teachers.

Partly because of these problems science teaching and especially physics teaching carries a far to low profile. Science ought to be much more predominant in education. Science ought to have more lessons. Science education ought to begin much earlier in schools.

It is possible to introduce science concepts very much earlier, if they are based on the children's own experience and experiments. When the students get older, they will get the capacity to understand more and more of the social, ethical, and political side of Science and Technology. Then multidisciplinary activities concerning Science and Technology ought to be more than extra curricula activities.

I would like to advance the following modest proposal based on:

- a) Science must have a place in primary teaching.
- b) Regular Science and Technology teaching must begin in the 5th grade.
- c) Regular Science and Technology teaching must have 20% of all lessons from the 5th to the 12th grade.

Comment:

In the 5th and 6th grade science ought to focus on basic concepts. All learning ought to be based on the students' own experiments and real life experiences.

In the 7th and 8th grade conceptual learning ought to continue, but historical and simple real life cases and small projects may be performed.

In the 9th, 10th, 11th and 12th grade cases and projects ought to be more predominant, but with the necessity of scientific theories in mind.

In the top of this there may be a specialization especially in the 11th and 12th grade.

- d) To achieve the implementation of more and better teaching in Science and Technology, Science teachers must be given better conditions and substantial in-service training in multidisciplinary teaching.
- e) The preservice training of teachers in primary and secondary schools must be far more extensive in Science and Technology.
- f) Special steps must be taken to promote the teaching of girls and to encourage girls to be science teachers.

REFERENCES

- Benn, Tony, MP: The democratic control of science and technology. *Physics in Technology*. 10. 2. (1979).
- Budworth, D.: Does technology need more pure Science? *New Scientist*. 10.January, 1985.
- Burton, W.G.: Science-aspects of social responsibility. *School Science Review*. 59. 207 (1977).
- Burton, W.G.: "Acceptability Equations" and case studies of three major disasters involving industrial chemicals. *School Science Review*. 60. 213 (1979).
- Campbell, J.M. and Drummond, A.: The Energy Game. *School Science Review*. 59. 206 (1977).
- Champagne, Audrey B. and Klopfer, Leopold E.: Actions in a Time of Crisis. *Issues and Trends. Sc.Educ.* 66 (4) 1982.
- Chen, D. and Novik, R.: Scientific and Technological Education in an Information Society. *Sc.Educ.* 68 (4) 1984.
- Clelland, G.Mc.: The limits to a physics teacher's responsibility. *Phys.Educ.* Vol 18, 114-116, 1983.
- Connell, Mary C.Mc.: Teaching about Science, Technology and Society at the secondary school level in the United States. An educational dilemma for the 1980s. *Studies in Science Educ.* 9 (1982), 1-32.
- Dowdeswell, W.H.: Science and Technology in the Classroom. *Eur.j.Sci.Educ.* Vol 1, No. 1, 1979.
- Ellington, H.I. and Percival, F.: The place of multidisciplinary games in school science. *School Science Review*. 59. 206 (1977).

- Giblin, R.: The nature and implications of the revolution in electronics.
Phys.Educ. Vol 14, 406-410, 1979.
- Jensen, J.H. og Kjørup, S.: Om fysik 1.
Hans Reitzel, København 1983.
- Jungwirth, E.: Science Education and Politics.
Science Educ. 65 (3) 1981.
- Lütken, Paulsen, Veje: Vekselvirkning. 2.-3. skoleår.
Elevehæfte, 40 sider, illustreret.
Lærerhæfte, 123 sider, illustreret.
Aktiv fysik. Munksgård Forlag 1973.
- Lütken, Paulsen, Veje: Energi ABC. Lærernes baggrundsbog.
Sol og varme (lærervejledning).
Vind og elektricitet (lærervejledning).
Arbejdsblade.
Munksgård, København 1984.
- Miller, Ralph M.: Teaching for the Citizen of the Future.
Science Educ. 68 (4) 1984.
- Nicholl, Brian: Physics or technology - or both?
Phys.Educ. Vol 17, 66-69, 1982.
- O'Hearn, G.T.: Science Literacy and Alternative Futures.
Science Educ. 60. 1 (1976).
- Pella, M.O.: The Place or Function of Science for a Literate Citizenry. Science Educ. 60. 1 (1976).
- Prestt, B.: Science education - a reappraisal.
Part I. School Science Review. 57.
201 (1976)
Part II. School Science Review. 58.
203 (1976).
- Ravetz, J.R.: Risk assessment - a science in controversy.
Phys.Educ. Vol 17, 1983.

- Solomon, J.: STS for schoolchildren.
New Scientist, 77-79, 8.January 1981.
- Solomon, J.: Physics for each.
Phys.Educ. Vol 17, 49-50, 1982.
- Stahl, R.J.: Working with Values and Moral Issues in
Content-Centered Science Classrooms.
Science Educ. 63. 2 (1979).
- Stonier, Tom: Teaching physics is not enough.
Phys.Educ. Vol 18, 101-102, 1983.
- Wellington, J.J.: Teaching the unteachable - physics educa-
tion and nuclear weapons.
Phys.Educ. Vol 17, 106-111, 1982.
- Wellington, J.J.: Science and peace education -
big damp or damp squib?
Phys.Educ. Vol 18, 122-123, 1983.
- Wellington, J.J.: Teaching the unteachable - a list of
resources.
Phys.Educ. Vol 18, 230-233, 1983.
- Westphal, W.: Mechanik and Verkehrssicherheit.
I.P.N., Kiel 1981.
- Williams, W.F.: The responsibility of scientists.
Phys.Educ. Vol 18, 110-113, 1983.
- Zeidler, Dana L.: Moral Issues and Social Policy in
Science Education: Closing the Literacy
Gap. Science Educ. 68 (4) 1984.
- Zoller, U. and Watson, G.Fl.: Teacher Training for the
"Second Generation" of Science Curricula:
The Curriculum-Proof Teacher. Science
Education, 58. 1 (1974).

PLON (Physics Curriculum Development Project)
State University of Utrecht, Netherlands.

Project Technology Handbook.
Heinemann Educational Books/Schools Council 1975.

Science in Society.
The Association for Science Education 1980.
College Lane. Hartfield. Herts. AL 10 9AA.

Published:

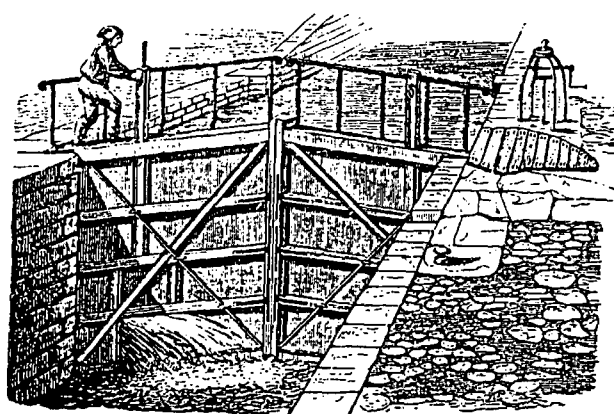
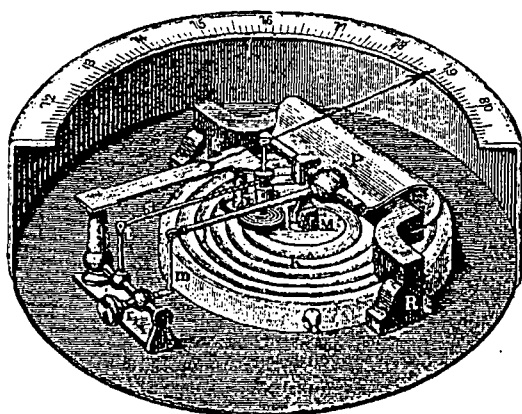
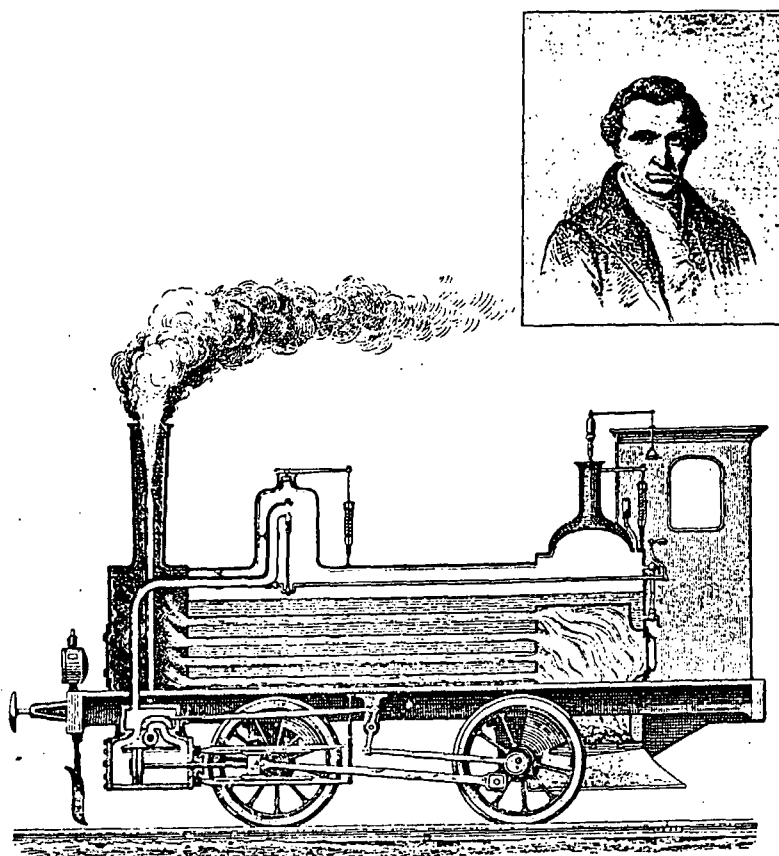
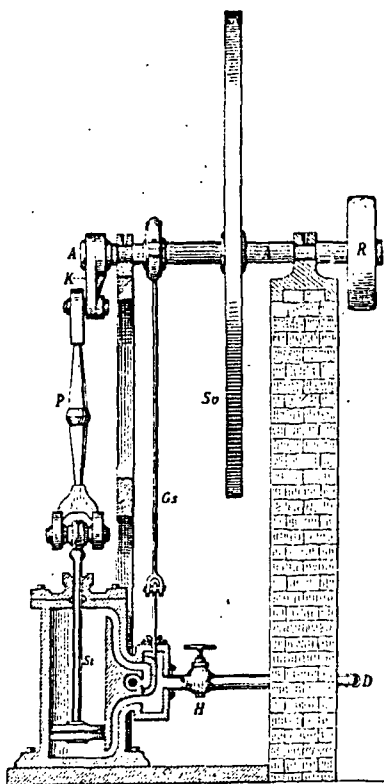
Proceedings of the Nordic Conference on Science and Technology
Education (editor Erik W.Thulstrup) in Karlslunde, Denmark,
May 1985

and in:

The ICASE 1987 Yearbook:

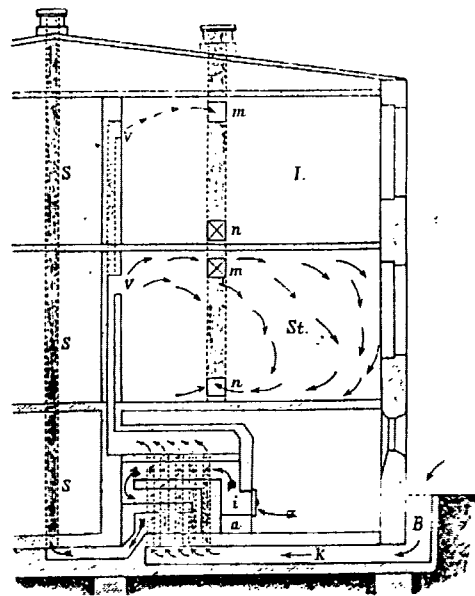
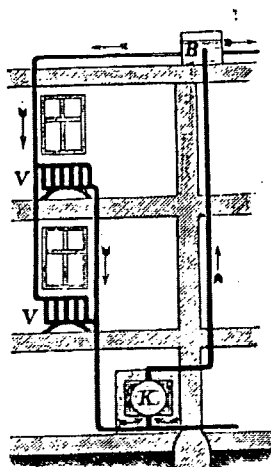
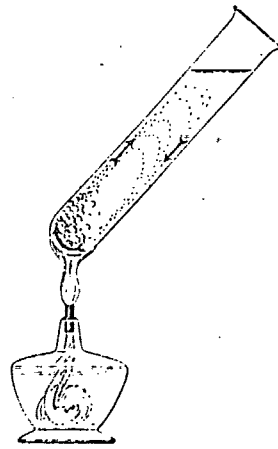
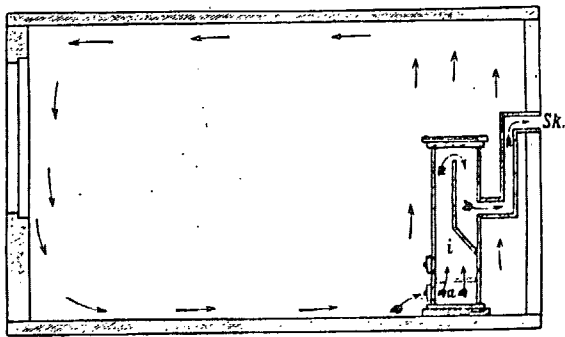
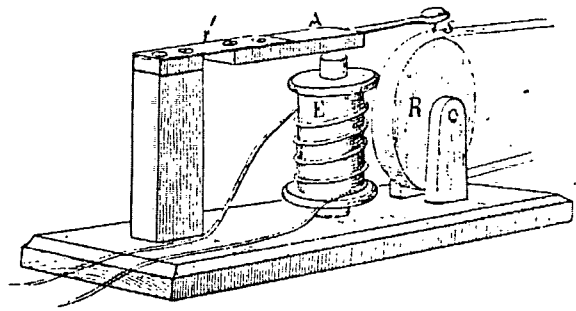
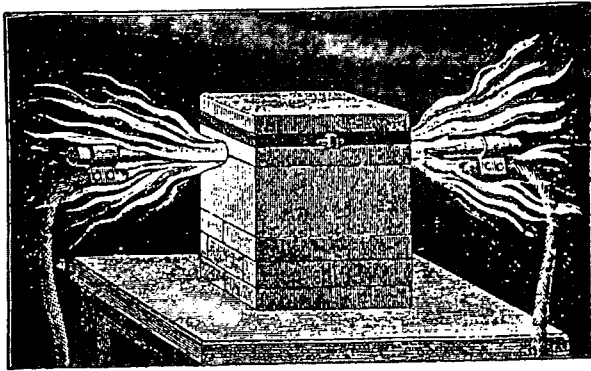
Advances in Science and Technology Education. International
Council of Associations for Science Education 1987.

Transparencies displayed in connection with the presentation.



"Technology" in Physics Teaching 1920 - 1960.

(Rasmussen og Simonsen: Fysik for Mellemskolen. Haase 1928)



- 1/78 "TANKER OM EN PRAKSIS" - et matematikprojekt. Projekt rapport af: Anne Jensen, Lena Lindenskov, Marianne Kesselhahn og Nicolai Lomholt. Vejleder: Anders Madsen
- 2/78 "OPTIMERING" - Menneskets forøgede beherskesmuligheder af natur og samfund. Projekt rapport af: Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen, Gert Krenø og Peter H. Lassen. Vejleder: Bernhelm Boss.
- 3/78 "OPCAVESAMLING", breddekursus i fysik. Af: Lasse Rasmussen, Aage Bonde Kræmmer og Jens Højgaard Jensen.
- 4/78 "TRE ESSAYS" - om matematikundervisning, matematiklæreruddannelsen og videnskabsrindalismen. Af: Mogens Niss. Nr. 4 er p.t. udgået.
- 5/78 "BIBLIOGRAFISK VEJLEDNING til studiet af DEN MODERNE FYSIKS HISTORIE". Af: Helge Kragh. Nr. 5 er p.t. udgået.
- 6/78 "NOGLE ARTIKLER OG DEBATINDLÆG OM - læreruddannelse og undervisning i fysik, og - de naturvidenskabelige fags situation efter studenteroprøret". Af: Karin Beyer, Jens Højgaard Jensen og Bent C. Jørgensen.
- 7/78 "MATEMATIKKENS FORHOLD TIL SAMFUNDSØKONOMIEN". Af: B.V. Gnedenko. Nr. 7 er udgået.
- 8/78 "DYNAMIK OG DIAGRAMMER". Introduktion til energy-bond-graph formalismen. Af: Peder Voetmann Christiansen.
- 9/78 "OM PRAKSIS' INDFLYDELSE PÅ MATEMATIKKENS UDVIKLING". - Motiver til Kepler's: "Nova Stereometria Doliorum Vinarium". Projekt rapport af: Lasse Rasmussen. Vejleder: Anders Madsen.
-
- 10/79 "THERMODYNAMIK I GYMNASIET". Projekt rapport af: Jan Christensen og Jeanne Mortensen. Vejledere: Karin Beyer og Peder Voetmann Christiansen.
- 11/79 "STATISTISKE MATERIALER". Af: Jørgen Larsen.
- 12/79 "LINEÆRE DIFFERENTIALLIGNINGER OG DIFFERENTIALLIGNINGSSYSTEMER". Af: Mogens Brun Heefelt. Nr. 12 er udgået.
- 13/79 "CAVENDISH'S FORSØG I GYMNASIET". Projekt rapport af: Gert Kreinø. Vejleder: Albert Chr. Paulsen.
- 14/79 "BOOKS ABOUT MATHEMATICS: History, Philosophy, Education, Models, System Theory, and Works of". Af: Else Høyrup. Nr. 14 er p.t. udgået.
- 15/79 "STRUKTUREL STABILITET OG KATASTROFER i systemer i og udenfor termodynamisk ligevægt". Specialeopgave af: Leif S. Striegler. Vejleder: Peder Voetmann Christiansen.
- 16/79 "STATISTIK I KRÆFTFORSKNINGEN". Projekt rapport af: Michael Olsen og Jørn Jensen. Vejleder: Jørgen Larsen.
- 17/79 "AT SPØRGE OG AT SVARE i fysikundervisningen". Af: Albert Christian Paulsen.
- 18/79 "MATHEMATICS AND THE REAL WORLD", Proceedings af an International Workshop, Roskilde University Centre, Denmark, 1978. Preprint. Af: Bernhelm Booss og Mogens Niss (eds.)
- 19/79 "GEOMETRI, SKOLE OG VIRKELIGHED". Projekt rapport af: Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen og Per H.H. Larsen. Vejleder: Mogens Niss.
- 20/79 "STATISTISKE MODELLER TIL BESTEMMELSE AF SIKRE DOSER FOR CARCINOGENE STOFFER". Projekt rapport af: Michael Olsen og Jørn Jensen. Vejleder: Jørgen Larsen.
- 21/79 "KONTROL I GYMNASIET-FORMÅL OG KONSEKVENSER". Projekt rapport af: Crilles Bacher, Per S. Jensen, Preben Jensen og Torben Nysteen.
- 22/79 "SEMIOTIK OG SYSTEMEGENSKABER (1)". 1-port lineært response og støj i fysikken. Af: Peder Voetmann Christiansen.
- 23/79 "ON THE HISTORY OF EARLY WAVE MECHANICS - with special emphasis on the role of reality". Af: Helge Kragh.
-
- 24/80 "MATEMATIKOPFATTELSE HOS 2.G'ERE". a+b 1. En analyse. 2. Interviewmateriale. Projekt rapport af: Jan Christensen og Knud Lindhardt Rasmussen. Vejleder: Mogens Niss.
- 25/80 "EKSAMENSOPGAVER", Dybdemodulet/fysik 1974-79.
- 26/80 "OM MATEMATISKE MODELLER". En projekt rapport og to artikler. Af: Jens Højgaard Jensen m.fl.
- 27/80 "METHODOLOGY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE IN PAUL DIRAC'S PHYSICS". Af: Helge Kragh.
- 28/80 "DILLENTRISK RELAXATION - et forslag til en ny model bygget på væskernes viscoelastiske egenskaber". Projekt rapport af: Gert Kreinø. Vejleder: Niels Boye Olsen.
- 29/80 "ODIN - undervisningsmateriale til et kursus i differentiaalligningsmodeller". Projekt rapport af: Tommy R. Andersen, Per H.H. Larsen og Peter H. Lassen. Vejleder: Mogens Brun Heefelt.
- 30/80 "FUSIONSENERGIEN - - - ATOMSAMFUNDETS ENDESTATION". Af: Oluf Danielsen. Nr. 30 er udgået.
- 31/80 "VIDENSKABSTEORETISKE PROBLEMER VED UNDERVISNINGSSYSTEMER BASERET PÅ MÆNGDELÆRE". Projekt rapport af: Troels Lange og Jørgen Karrebæk. Vejleder: Stig Andur Pedersen. Nr. 31 er p.t. udgået.
- 32/80 "POLYMERE STOFFERS VISCOELASTISKE EGENSKABER - BELYST VED HJÆLP AF MEKANISKE IMPEDANSMÅLINGER - GER MOSSBAUEREFFEKTMALINGER". Projekt rapport af: Crilles Bacher og Preben Jensen. Vejledere: Niels Boye Olsen og Peder Voetmann Christiansen.
- 33/80 "KONSTITUERING AF FAG INDEN FOR TEKNISK - NATURVIDENSKABELIGE UDDANNELSER. I-II". Af: Arne Jakobsen.
- 34/80 "ENVIRONMENTAL IMPACT OF WIND ENERGY UTILIZATION". ENERGY SERIES NO. I. Af: Bent Sørensen. Nr. 34 er udgået.

- 35/80 "HISTORISKE STUDIER I DEN NYERE ATOMFYSIKS UDVIKLING".
Af: Helge Kragh.
- 36/80 "HVAD ER MENINGEN MED MATEMATIKUNDERVISNINGEN?".
Fire artikler.
Af: Mogens Niss.
- 37/80 "RENEWABLE ENERGY AND ENERGY STORAGE".
ENERGY SERIES NO. 2.
Af: Bent Sørensen.
-
- 38/81 "TIL EN HISTORIE TEORI OM NATURERKENDELSE, TEKNOLOGI OG SAMFUND".
Projektrapport af: Erik Gade, Hans Hedal, Henrik Lau og Finn Physant.
Vejledere: Stig Andur Pedersen, Helge Kragh og Ib Thiersen.
Nr. 38 er p.t. udgået.
- 39/81 "TIL KRITIKKEN AF VÆKSTØKONOMIEN".
Af: Jens Højgaard Jensen.
- 40/81 "TELEKOMMUNIKATION I DANMARK - oplæg til en teknologivurdering".
Projektrapport af: Arne Jørgensen, Bruno Petersen og Jan Vedde.
Vejleder: Per Nørgaard.
- 41/81 "PLANNING AND POLICY CONSIDERATIONS RELATED TO THE INTRODUCTION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES INTO ENERGY SUPPLY SYSTEMS".
ENERGY SERIES NO. 3.
Af: Bent Sørensen.
- 42/81 "VIDENSKAB TEORI SAMFUND - En introduktion til materialistiske videnskabsopfattelser".
Af: Helge Kragh og Stig Andur Pedersen.
- 43/81 1. "COMPARATIVE RISK ASSESSMENT OF TOTAL ENERGY SYSTEMS".
2. "ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF DECENTRALIZATION".
ENERGY SERIES NO. 4.
Af: Bent Sørensen.
- 44/81 "HISTORISKE UNDERSØGELSER AF DE EKSPERIMENTELLE FORUDSÆTNINGER FOR RUTHERFORDS ATOMMODEL".
Projektrapport af: Niels Thor Nielsen.
Vejleder: Bent C. Jørgensen.
-
- 45/82 Er aldrig udkommet.
- 46/82 "EKSEMPLARISK UNDERVISNING OG FYSISK ERKENDELSE-
1+11 ILLUSTRERET VED TO EKSEMPLER".
Projektrapport af: Torben O. Olsen, Lasse Rasmussen og Niels Dreyer Sørensen.
Vejleder: Bent C. Jørgensen.
- 47/82 "BARSEBÄCK OG DET VÆRST OFFICIELT-TÆNKELIGE UHELD".
ENERGY SERIES NO. 5.
Af: Bent Sørensen.
- 48/82 "EN UNDERSØGELSE AF MATEMATIKUNDERVISNINGEN PÅ ADGANGSKURSUS TIL KØBENHAVNS TEKNISKUM".
Projektrapport af: Lis Eilertzen, Jørgen Karrebæk, Troels Lange, Preben Nørregaard, Lissi Pedersen, Laust Rishøj, Lill Røn og Isac Showiki.
Vejledere: Mogens Niss.
- 49/82 "ANALYSE AF MULTISPEKTRALE SATELLITBILLEDER".
Projektrapport af: Preben Nørregaard.
Vejledere: Jørgen Larsen og Rasmus Ole Rasmussen.
- 50/82 "HERSLEV - MULIGHEDER FOR VEDVARENDE ENERGI I EN LANDSBY".
ENERGY SERIES NO. 6.
Rapport af: Bent Christensen, Bent Hove Jensen, Dennis B. Møller, Bjarne Laursen, Bjarne Lillethorup og Jacob Mørch Pedersen.
Vejleder: Bent Sørensen.
- 51/82 "HVAD KAN DER GØRES FOR AT AFHJÆLPE PIGERS BLOKERING OVERFOR MATEMATIK?".
Projektrapport af: Lis Eilertzen, Lissi Pedersen, Lill Røn og Susanne Stender.
- 52/82 "DESUSPENSION OF SPLITTING ELLIPTIC SYMBOLS".
Af: Bernhelm Booss og Krzysztof Wojciechowski.
- 53/82 "THE CONSTITUTION OF SUBJECTS IN ENGINEERING EDUCATION".
Af: Arne Jacobsen og Stig Andur Pedersen.
- 54/82 "FUTURES RESEARCH" - A Philosophical Analysis of Its Subject-Matter and Methods.
Af: Stig Andur Pedersen og Johannes Witt-Hansen.
- 55/82 "MATEMATISKE MODELLER" - Litteratur på Roskilde Universitetsbibliotek.
En biografi.
Af: Else Højrup.

Vedr. tekst nr. 55/82 se også tekst nr. 62/83.
- 56/82 "EN - TO - MANGE" -
En undersøgelse af matematisk økologi.
Projektrapport af: Troels Lange.
Vejleder: Anders Madsen.
-
- 57/83 "ASPECT EKSPERIMENTET"-
Skjulte variable i kvantemekanikken?
Projektrapport af: Tom Juul Andersen.
Vejleder: Peder Voetmann Christiansen.
Nr. 57 er udgået.
- 58/83 "MATEMATISKE VANDRINGER" - Modelbetragtninger over spredning af dyr mellem småbiotoper i agerlandet.
Projektrapport af: Per Hammershøj Jensen og Lene Vagn Rasmussen.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 59/83 "THE METHODOLOGY OF ENERGY PLANNING".
ENERGY SERIES NO. 7.
Af: Bent Sørensen.
- 60/83 "MATEMATISK MODEKSPERTISE"- et eksempel.
Projektrapport af: Erik O. Gade, Jørgen Karrebæk og Preben Nørregaard.
Vejleder: Anders Madsen.
- 61/83 "FYSIKS IDEOLOGISKE FUNKTION, SOM ET EKSEMPEL PÅ EN NATURVIDENSKAB - HISTORISK SET".
Projektrapport af: Annette Post Nielsen.
Vejledere: Jens Højrup, Jens Højgaard Jensen og Jørgen Vogelius.
- 62/83 "MATEMATISKE MODELLER" - Litteratur på Roskilde Universitetsbibliotek.
En biografi 2. rev. udgave.
Af: Else Højrup.
- 63/83 "CREATING ENERGY FUTURES: A SHORT GUIDE TO ENERGY PLANNING".
ENERGY SERIES NO. 8.
Af: David Crossley og Bent Sørensen.
- 64/83 "VON MATEMATIK UND KRIEG".
Af: Bernhelm Booss og Jens Højrup.
- 65/83 "ANVENDT MATEMATIK - TEORI ELLER PRAKSIS".
Projektrapport af: Per Hedegård Andersen, Kirsten Habekost, Carsten Holst-Jensen, Annelise von Moos, Else Marie Pedersen og Erling Møller Pedersen.
Vejledere: Bernhelm Booss og Klaus Grünbaum.
- 66/83 "MATEMATISKE MODELLER FOR PERIODISK SELEKTION I ESCHERICHIA COLI".
Projektrapport af: Hanne Lisbet Andersen, Ole Richard Jensen og Klavs Frisdahl.
Vejledere: Jørgen Larsen og Anders Hede Madsen.
- 67/83 "ELEPSOIDE METODEN - EN NY METODE TIL LINEÆR PROGRAMMERING?".
Projektrapport af: Lone Billmann og Lars Boye.
Vejleder: Mogens Brun Heefelt.
- 68/83 "STOKASTISKE MODELLER I POPULATIONSGENETIK" - til kritikken af teoriladede modeller.
Projektrapport af: Lise Odgård Gade, Susanne Hansen, Michael Hviid og Frank Mølgård Olsen.
Vejleder: Jørgen Larsen.

- 69/83 "ELEVFORUDSÆTNINGER I FYSIK"
- en test i l.g med kommentarer.
Af: Albert C. Paulsen.
- 70/83 "INDLÆRINGS - OG FORMIDLINGSPROBLEMER I MATEMATIK PÅ VOKSENUNDERVISNINGSNIVEAU".
Projektrapport af: Hanne Lisbet Andersen, Torben J. Andreasen, Svend Åge Houmann, Helle Glerup Jensen, Keld Fl. Nielsen, Lene Vagn Rasmussen.
Vejleder: Klaus Grünbaum og Anders Hede Madsen.
- 71/83 "PIGER OG FYSIK"
- et problem og en udfordring for skolen?
Af: Karin Beyer, Sussanne Blegaa, Birthe Olsen, Jette Reich og Mette Vedelsby.
- 72/83 "VERDEN IFØLGE PEIRCE" - to metafysiske essays, om og af C.S Peirce.
Af: Peder Voetmann Christiansen.
- 73/83 "EN ENERGIANALYSE AF LANDBRUG"
- Økologisk contra traditionelt.
ENERGY SERIES NO. 9
Specialeopgave i fysik af: Bent Hove Jensen.
Vejleder: Bent Sørensen.
- 74/84 "MINIATURISERING AF MIKROELEKTRONIK" - om videnskabeliggjort teknologi og nytten af at lære fysik.
Projektrapport af: Bodil Harder og Linda Szkotak Jensen.
Vejledere: Jens Højgaard Jensen og Bent C. Jørgensen.
- 75/84 "MATEMATIKUNDERVISNINGEN I FREMTIDENS GYMNASIUM"
- Case: Lineær programmering.
Projektrapport af: Morten Blomhøj, Klavs Frisdahl og Frank Mølgaard Olsen.
Vejledere: Mogens Brun Heefelt og Jens Bjørneboe.
- 76/84 "KERNEKRAFT I DANMARK?" - Et høringssvar indkaldt af miljøministeriet, med kritik af miljøstyrelsens rapporter af 15. marts 1984.
ENERGY SERIES No. 10
Af: Niels Boye Olsen og Bent Sørensen.
- 77/84 "POLITISKE INDEKS - FUP ELLER FAKTA?"
Opinionsundersøgelser belyst ved statistiske modeller.
Projektrapport af: Svend Åge Houmann, Keld Nielsen og Susanne Stender.
Vejledere: Jørgen Larsen og Jens Bjørneboe.
- 78/84 "JÆVSTRØMSLEDNINGSEVNE OG GITTERSTRUKTUR I AMORFT GERMANIUM".
Specialrapport af: Hans Hedal, Frank C. Ludvigsen og Finn C. Physant.
Vejleder: Niels Boye Olsen.
- 79/84 "MATEMATIK OG ALMENDANNELSE".
Projektrapport af: Henrik Ooster, Mikael Wennerberg Johansen, Povl Kattler, Birgitte Lydholm og Morten Overgaard Nielsen.
Vejleder: Bernhelm Booss.
- 80/84 "KURSUSMATERIALE TIL MATEMATIK B".
Af: Mogens Brun Heefelt.
- 81/84 "FREKVENSAFHÆNGIG LEDNINGSEVNE I AMORFT GERMANIUM".
Specialrapport af: Jørgen Wind Petersen og Jan Christensen.
Vejleder: Niels Boye Olsen.
- 82/84 "MATEMATIK - OG FYSIKUNDERVISNINGEN I DET AUTOMATISEREDE SAMFUND".
Rapport fra et seminar afholdt i Hvidovre 25-27 april 1983.
Red.: Jens Højgaard Jensen, Bent C. Jørgensen og Mogens Niss.
- 83/84 "ON THE QUANTIFICATION OF SECURITY":
PEACE RESEARCH SERIES NO. 1
Af: Bent Sørensen
nr. 83 er p.t. udgået
- 84/84 "NOGLE ARTIKLER OM MATEMATIK, FYSIK OG ALMENDANNELSE".
Af: Jens Højgaard Jensen, Mogens Niss m. fl.
- 85/84 "CENTRIFUGALREGULATORER OG MATEMATIK".
Specialrapport af: Per Hedegård Andersen, Carsten Holst-Jensen, Else Marie Pedersen og Erling Møller Pedersen.
Vejleder: Stig Andur Pedersen.
- 86/84 "SECURITY IMPLICATIONS OF ALTERNATIVE DEFENSE OPTIONS FOR WESTERN EUROPE".
PEACE RESEARCH SERIES NO. 2
Af: Bent Sørensen.
- 87/84 "A SIMPLE MODEL OF AC HOPPING CONDUCTIVITY IN DISORDERED SOLIDS".
Af: Jeppe C. Dyre.
- 88/84 "RISE, FALL AND RESURRECTION OF INFINITESIMALS".
Af: Detlef Laugwitz.
- 89/84 "FJERNVARMEOPTIMERING".
Af: Bjarne Lillethorup og Jacob Mørch Pedersen.
- 90/84 "ENERGI I L.G - EN TEORI FOR TILRETTELÆGGELSE".
Af: Albert Chr. Paulsen.
- 91/85 "KVANTETEORI FOR GYMNASIET".
1. Lærervejledning
Projektrapport af: Biger Lundgren, Henning Sten Hansen og John Johansson.
Vejleder: Torsten Meyer.
- 92/85 "KVANTETEORI FOR GYMNASIET".
2. Materiale
Projektrapport af: Biger Lundgren, Henning Sten Hansen og John Johansson.
Vejleder: Torsten Meyer.
- 93/85 "THE SEMIOTICS OF QUANTUM - NON - LOCALITY".
Af: Peder Voetmann Christiansen.
- 94/85 "TREENIGHEDEN BOURBAKI - generalen, matematikeren og ånden".
Projektrapport af: Morten Blomhøj, Klavs Frisdahl og Frank M. Olsen.
Vejleder: Mogens Niss.
- 95/85 "AN ALTERNATIVE DEFENSE PLAN FOR WESTERN EUROPE".
PEACE RESEARCH SERIES NO. 3
Af: Bent Sørensen
- 96/85 "ASPEKTER VED KRAFTVARMEFORSYNING".
Af: Bjarne Lillethorup.
Vejleder: Bent Sørensen.
- 97/85 "ON THE PHYSICS OF A.C. HOPPING CONDUCTIVITY".
Af: Jeppe C. Dyre.
- 98/85 "VALGMULIGHEDER I INFORMATIONSSALDEREN".
Af: Bent Sørensen.
- 99/85 "Der er langt fra Q til R".
Projektrapport af: Niels Jørgensen og Mikael Klintorp.
Vejleder: Stig Andur Pedersen.
- 100/85 "TALSISTEMETS OPBYGNING".
Af: Mogens Niss.
- 101/85 "EXTENDED MOMENTUM THEORY FOR WINDMILLS IN PERTURBATIVE FORM".
Af: Ganesh Sengupta.
- 102/85 OPSTILLING OG ANALYSE AF MATEMATISKE MODELLER, BELYST VED MODELLER OVER KØRS FODEROPTAGELSE OG - OMSETNING".
Projektrapport af: Lis Eilertzen, Kirsten Habekost, Lill Røn og Susanne Stender.
Vejleder: Klaus Grünbaum.

- 103/85 "ØDSLE KOLDKRIGERE OG VIDENSKABENS LYSE IDEER".
Projektrapport af: Niels Ole Dam og Kurt Jensen.
Vejleder: Bent Sørensen.
- 104/85 "ANALOGREGNEMASKINEN OG LORENZLIGNINGER".
Af: Jens Jøger.
- 105/85 "THE FREQUENCY DEPENDENCE OF THE SPECIFIC HEAT OF THE GLASS TRANSITION".
Af: Tage Christensen.
- "A SIMPLE MODEL OF AC HOPPING CONDUCTIVITY".
Af: Jeppe C. Dyre.
Contributions to the Third International Conference on the Structure of Non - Crystalline Materials held in Grenoble July 1985.
- 106/85 "QUANTUM THEORY OF EXTENDED PARTICLES".
Af: Bent Sørensen.
- 107/85 "EN MYG GØR INGEN EPIDEMI".
- flodblindhed som eksempel på matematisk modellering af et epidemiologisk problem.
Projektrapport af: Per Hedegård Andersen, Lars Boye, Carsten Holst Jensen, Else Marie Pedersen og Erling Møller Pedersen.
Vejleder: Jesper Larsen.
- 108/85 "APPLICATIONS AND MODELLING IN THE MATHEMATICS CURRICULUM" - state and trends -
Af: Mogens Niss.
- 109/85 "COX I STUDIETIDEN" - Cox's regressionsmodel anvendt på studenteroplysninger fra RUC.
Projektrapport af: Mikael Wennerberg Johansen, Poul Kattler og Torben J. Andreassen.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 110/85 "PLANNING FOR SECURITY".
Af: Bent Sørensen
- 111/85 "JØRGEN RUNDT PÅ FLADE KORT".
Projektrapport af: Birgit Andresen, Beatriz Quinones og Jimmy Staal.
Vejleder: Mogens Niss.
- 112/85 "VIDENSKABELIGGØRELSE AF DANSK TEKNOLOGISK INNOVATION FREM TIL 1950 - BELYST VED EKSEMPLER".
Projektrapport af: Erik Odgaard Gade, Hans Hedal, Frank C. Ludvigsen, Annette Post Nielsen og Finn Physant.
Vejleder: Claus Bryld og Bent C. Jørgensen.
- 113/85 "DESUSPENSION OF SPLITTING ELLIPTIC SYMBOLS II".
Af: Bernhelm Booss og Krzysztof Wojciechowski.
- 114/85 "ANVENDELSE AF GRAFISKE METODER TIL ANALYSE AF KONTIGENTABELLER".
Projektrapport af: Lone Billmann, Ole R. Jensen og Arne-Lise von Moos.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 115/85 "MATEMATIKKENS UDVIKLING OP TIL RENESSANCEN".
Af: Mogens Niss.
- 116/85 "A PHENOMENOLOGICAL MODEL FOR THE MEYER-NELDEL RULE".
Af: Jeppe C. Dyre.
- 117/85 "KRAFT & FJERNVARMEOPTIMERING".
Af: Jacob Mørch Pedersen.
Vejleder: Bent Sørensen
- 118/85 "TILFÆLDIGHEDEN OG NØDVENDIGHEDEN IFØLGE PEIRCE OG FYSIKKEN".
Af: Peder Voetmann Christiansen
- 120/86 "ET ANTAL STATISTISKE STANDARDMODELLER".
Af: Jørgen Larsen
- 121/86 "SIMULATION I KONTINUERT TID".
Af: Peder Voetmann Christiansen.
- 122/86 "ON THE MECHANISM OF GLASS IONIC CONDUCTIVITY".
Af: Jeppe C. Dyre.
- 123/86 "GYMNASIEFYSIKKEN OG DEN STORE VERDEN".
Fysiklærerforeningen, IMFUA, RUC.
- 124/86 "OPGAVESAMLING I MATEMATIK".
Samtlige opgaver stillet i tiden 1974-jan. 1986.
- 125/86 "UVEY, 8 - systemet - en effektiv fotometrisk spektral-klassifikation af B-, A- og F-stjerner".
Projektrapport af: Birger Lundgren.
- 126/86 "OM UDVIKLINGEN AF DEN SPECIELLE RELATIVITETSTEORI".
Projektrapport af: Lise Odgaard & Linda Szkotak Jensen
Vejledere: Karin Beyer & Stig Andur Pedersen.
- 127/86 "GALOIS' BIDRAG TIL UDVIKLINGEN AF DEN ABSTRAKTE ALGEBRA".
Projektrapport af: Pernille Sand, Heine Larsen & Lars Frandsen.
Vejleder: Mogens Niss.
- 128/86 "SMÅKRYB" - om ikke-standard analyse.
Projektrapport af: Niels Jørgensen & Mikael Klintonp.
Vejleder: Jeppe Dyre.
- 129/86 "PHYSICS IN SOCIETY"
Lecture Notes 1983 (1986)
Af: Bent Sørensen
- 130/86 "Studies in Wind Power"
Af: Bent Sørensen
- 131/86 "FYSIK OG SAMFUND" - Et integreret fysik/historie-projekt om naturanskuelsens historiske udvikling og dens samfundsmæssige betingethed.
Projektrapport af: Jakob Heckscher, Søren Brønd, Andy Wierød.
Vejledere: Jens Høyrup, Jørgen Vogelius, Jens Højgaard Jensen.
- 132/86 "FYSIK OG DANNEELSE"
Projektrapport af: Søren Brønd, Andy Wierød.
Vejledere: Karin Beyer, Jørgen Vogelius.
- 133/86 "CHERNOBYL ACCIDENT: ASSESSING THE DATA. ENERGY SERIES NO. 15."
AF: Bent Sørensen.
-
- 134/87 "THE D.C. AND THE A.C. ELECTRICAL TRANSPORT IN AsSeTe SYSTEM"
Authors: M.B.El-Den, N.B.Olsen, Ib Høst Pedersen, Petr Visčor
- 135/87 "INTUITIONISTISK MATEMATIKS METODER OG ERKENDELSESTEORETISKE FORUDSÆTNINGER"
MATEMATIKSPECIALE: Claus Larsen
Vejledere: Anton Jensen og Stig Andur Pedersen
- 136/87 "Mystisk og naturlig filosofi: En skitse af kristendommens første og andet møde med græsk filosofi"
Projektrapport af Frank Colding Ludvigsen
Vejledere: Historie: Ib Thiersen
Fysik: Jens Højgaard Jensen
- 137/87 "HOPMODELLER FOR ELEKTRISK LEDNING I UORDNEDE FASTE STOFFER" - Resume af licentiatafhandling
Af: Jeppe Dyre
Vejledere: Niels Boye Olsen og Peder Voetmann Christiansen.
- 119/86 "DET ER GANSKE VIST - - EUKLIDS FEMTE POSTULAT KUNNE NOK SKABE RØRE I ANDEDAMMEN".
Af: Iben Maj Christiansen
Vejleder: Mogens Niss.

138/87 "JOSEPHSON EFFECT AND CIRCLE MAP."

Paper presented at The International Workshop on Teaching Nonlinear Phenomena at Universities and Schools, "Chaos in Education". Balaton, Hungary, 26 April-2 May 1987.

By: Peder Voetmann Christiansen

139/87 "Machbarkeit nichtbeherrschbarer Technik durch Fortschritte in der Erkennbarkeit der Natur"

Af: Bernhelm Booss-Bavnbek
Martin Bohle-Carbonell

140/87 "ON THE TOPOLOGY OF SPACES OF HOLOMORPHIC MAPS"

By: Jens Gravesen

141/87 "RADIOMETERS UDVIKLING AF BLODGASAPPARATUR - ET TEKNOLOGIHISTORISK PROJEKT"

Projektrapport af Finn C. Physant
Vejleder: Ib Thiersen

142/87 "The Calderón Projektor for Operators With Splitting Elliptic Symbols"

by: Bernhelm Booss-Bavnbek og
Krzysztof P. Wojciechowski

143/87 "Kursusmateriale til Matematik på NAT-BAS"

af: Mogens Brun Heefelt

144/87 "Context and Non-Locality - A Peircan Approach"

Paper presented at the Symposium on the Foundations of Modern Physics The Copenhagen Interpretation 60 Years after the Como Lecture. Joensuu, Finland, 6 - 8 august 1987.

By: Peder Voetmann Christiansen

145/87 "AIMS AND SCOPE OF APPLICATIONS AND MODELLING IN MATHEMATICS CURRICULA"

Manuscript of a plenary lecture delivered at ICMTA 3, Kassel, FRG 8.-11.9.1987

By: Mogens Niss

146/87 "BESTEMMELSE AF BULKRESISTIVITETEN I SILICIUM"

- en ny frekvensbaseret målemetode.

Fysikspeciale af Jan Vedde

Vejledere: Niels Boye Olsen & Petr Višćor

147/87 "Rapport om BIS på NAT-BAS"

redigeret af: Mogens Brun Heefelt

148/87 "Naturvidenskabsundervisning med Samfundsperspektiv"

af: Albert Chr. Paulsen

149/87 "In-Situ Measurements of the density of amorphous germanium prepared in ultra high vacuum"

by: Petr Višćor

150/87 "Structure and the Existence of the first sharp diffraction peak in amorphous germanium prepared in UHV and measured in-situ"

by: Petr Višćor