

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

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

MATEMATIK- OG FYSIKUNDERVISNINGEN I DET AUTOMATISEREDE SAMFUND

- rapport fra et seminar afholdt i Hvidovre 25-27 april 1983

IMFUFA tekst nr.82/84.

175 sider.

ISSN 0106-6242

Abstract

I foråret 1983 afholdtes i Hvidovre et 3-dages seminar med titlen "Matematik- og fysikundervisningen i det automatiserede samfund". I seminaret deltog repræsentanter fra alle trin i uddannelsessystemet, både personer med officielle opgaver i forhold til de forskellige trin og personer der i særlig grad har interesseret sig for de problemstillinger seminaret behandlede. Den foreliggende rapport rummer dels de oplæg der blev givet til de forskellige programpunkter, dels sammentrængte referater af seminarets gruppe og plenumdiskussioner.

	side
INDHOLDSFORTEGNELSE	1
FORORD	3
PROGRAMUDKAST, SEPT. 1982	5
ENDELIGE SEMINARPROGRAM	7
DELTAGERLISTE	9
<u>KAPITEL I. INTRODUKTION TIL SEMINARET</u>	
I.1	15
	<u>Bent C. Jørgensen: Det automatiserede og videnskabeliggjorte samfunds erhvervsrettede og almentrettede uddannelsesbehov</u>
I.2	25
	<u>Mogens Niss: Matematiks placering i opfyldelsen af de ændrede uddannelsesbehov</u>
I.3	37
	<u>Jens Højgaard Jensen: Fysiks placering i opfyldelsen af de ændrede uddannelsesbehov</u>
I.4	51
	<u>Referat af hovedpunkterne i plenumdiskussionen om de foregående programpunkter</u>
<u>KAPITEL II. MATEMATIKS OG FYSIKS STILLING I FOLKESKOLEN</u>	
II.1	53
	<u>Ole Haahr: Matematik i folkeskolen i dag, 1. (Problemer vedrørende motivation, eleverfaringsbaggrund etc.)</u>
II.2	61
	<u>Tage Werner: Matematik i folkeskolen i dag, 2. (Problemer vedrørende motivation, eleverfaringsbaggrund etc.)</u>
II.3	65
	<u>Poul Sørensen: Fysik/kemi i folkeskolen i dag, 1. (Problemer vedrørende motivation, eleverfaringsbaggrund etc.)</u>
II.4	69
	<u>Carl Jørgen Veje: Fysik/kemi i folkeskolen i dag, 2. (Problemer vedrørende motivation, eleverfaringsbaggrund etc.)</u>
II.5	91
	<u>Referat af hovedpunkterne i gruppe- og plenumdiskussioner om "mulighederne for at ændre folkeskolens undervisning i matematik og fysik for at imødekomme uddannelsesbehovene i fremtidens samfund"</u>
<u>KAPITEL III. A. MATEMATIK OG FYSIK I DE 16-19-ÅRIGES UDDANNELSER</u>	
III.1	97
	<u>Arne Mikkelsen: Fysik i gymnasiet - tilvalgsfag eller fællesfag?</u>

III.2	<u>Lise Høj</u> : Matematik i gymnasiet - tilvalgsfag eller fællesfag?	107
III.3	<u>Referat</u> af hovedpunkterne i plenumdiskussionen om de foregående programpunkter	117
III.4	<u>Finn Christensen</u> : Placeringen af matematik og fysik i erhvervsuddannelserne: Skal matematik og fysik kun optræde som erhvervsrettede fag, eller skal de også indgå blandt de almene?	119
III.5	<u>Referat</u> af hovedpunkterne i plenumdiskussionen om det foregående programpunkt	131

KAPITEL III. B. MATEMATIK OG FYSIK I DE VIDEREGÅENDE
UDDANNELSER

III.6	<u>Referat</u> af hovedpunkterne i gruppe- og plenumdiskussioner om "fysik og matematik som almindennende element eller alene som instrument/fagspeciale i uddannelserne efter folkeskolen?"	135
-------	--	-----

KAPITEL IV. LÆRERUDDANNELSERNE I MATEMATIK OG FYSIK

IV.1	<u>Jørgen Ole Knudsen/Peter Bollerslev</u> : Hvorledes sættes folkeskolens lærere i stand til at forny undervisningen i matematik efter behovene i automatiseringssamfundet?	141
IV.2	<u>Asger Byskov</u> : Hvorledes sættes folkeskolens lærere i stand til at forny undervisningen i fysik efter behovene i automatiseringssamfundet?	147
IV.3	<u>Carl P. Knudsen</u> : Læreruddannelsesbehovene i matematik og fysik for det 16-19-årige uddannelsesniveau - gymnasium, HF og efg	153
IV.4	<u>Søren Lundsgaard og Krista Nørgaard</u> : Læreruddannelsesbehovene i matematik og fysik for erhvervsuddannelserne	161
IV.5	<u>Referat</u> af hovedpunkterne i plenumdiskussionen om de foregående programpunkter	171

KAPITEL V. HVORDAN BRYDES UDDANNELSESSYSTEMETS ISOLATION?

V.1	<u>Resumé</u> af afsluttende debat	173
-----	------------------------------------	-----

FORORD

Denne rapport - der desværre fremkommer med betydelig større forsinkelse end forudset - fremlægger oplæg og diskussionssammenfatninger fra et tre-dages seminar "MATEMATIK- OG FYSIKUNDERVISNINGEN I DET AUTOMATISEREDE SAMFUND", som blev afholdt i dagene 25-27 april 1983, på Esso Motorhotel i Hvidovre. Seminaret var tilrettelagt af Bent C. Jørgensen, Jens Højgaard Jensen og Mogens Niss med Anne Sidenius som sekretær, alle IMFUFA.

Hensigten med seminaret var at bedømme de konsekvenser for matematik- og fysikundervisningens stilling i de forskellige dele af uddannelsessystemet, som afstedkommes af den i-gangværende samfundsudvikling, og at drøfte eventuelle tiltag i forhold hertil. (Programudkast til seminaret er aftrykt i rapporten). Sædvanligvis behandles undervisnings-spørgsmål af denne type i lejre der er temmelig adskilt fra hinanden. Dels er der som helhed temmelig ringe kontakt mellem de forskellige "etager" i uddannelsessystemet: folkeskolen, de gymnasiale uddannelser/erhvervsuddannelserne, seminarierne, universiteterne og læreanstalterne. Dels er der mange steder ingen tæt forbindelse mellem matematik- og fysikverdenene, og langt mindre mellem disse og den "almepædagogiske" omverden. Vi så det derfor fra arrangørside som elementært nyttigt at bringe folk fra disse lejre i forbindelse med hinanden om behandlingen af en fælles problemkreds. Den enkelte blev indbudt fordi hans/hendes virksomhed og placering bringer ham/hende i berøring med fronten af den nævnte udvikling, og dermed særlige forudsætninger for at drøfte seminarets emne. (Deltagerlisten er aftrykt på side).

I løbet af seminaret blev det klart, at dets titel var uheldigt valgt. Ingrediensen "det automatiserede samfund" slog på andre strenge hos deltagerne end det var tiltænkt - et forhold vi må påtage os ansvaret for, bl.a. derved at ikke alle vore indledende oplæg forelå udsendt i manuskriptform til de øvrige oplægsgivere før seminaret, sådan som det var stillet dem i udsigt. Det havde været mere ram-mende for intentionerne bag seminaret at tale om "MATEMATIK- OG FYSIKUNDERVISNINGEN I DET VIDENSKABELIGGJORTE SAMFUND",

for derved at betone at det mindre drejer sig om teknologi i snævrere forstand (sådan som ordet "automatisering" nok antyder) og mere om det samlede videnskabelige-teknologiske-sociologiske kompleks, som teknologien blot er en særligt synlig del af. At der, som det viste sig på seminaret, kommer to forskellige diskussioner ud af disse forskellige betoning er i sig selv tankevækkende. Antagelig ville en bedre indholdsforberedelse af seminaret fra vores side have åbenbaret dette på et tidligere tidspunkt af forløbet og muliggjort et klarere plot.

Til den praktiske gennemførelse af seminaret har vi modtaget økonomisk støtte fra forskellige sider. De skal herved have tak. Det drejer sig om:

Fra undervisningsministeriets tipsmidler har vi modtaget et kontant tilskud på kr. 10.000. Fra Jydsk Telefon A/S et kontant tilskud på kr. 2.000. Undervisningsministeriet har ved departementet skriftligt tilkendegivet en generel støtte til seminaret, og en konkret støtte ved finansieringen af fagkonsulenters og undervisningsinspektørers deltagelse. Endelig har IMFUFA bidraget med kontorholds- og sekretariatsmidler til planlægningen og afviklingen af seminaret, ligesom instituttet har finansieret trykningen af denne rapport.

Herudover rettes en tak til alle der på den ene eller den anden måde - f.eks. som referenter af gruppe- eller plenumdiskussioner, ordstyrere mv. - har bistået ved gennemførelsen af seminaret. En særlig tak fortjener Anne Sidenius, IMFUFA, der både var seminarets sekretær og har forestået renskrivning og færdiggørelse af rapporten.

På seminaret holdt professor emer. Svend Bundgaard, Århus Universitet, og professor Henning Højgaard Jensen, Københavns Universitet, hver et oplæg, hvis titel fremgår af programmet. Da der ikke foreligger manuskript til disse oplæg forefindes de ikke i nærværende rapport.

IMFUFA, Roskilde, den 31/8-1984

Jens Højgaard Jensen, Bent C. Jørgensen, Mogens Niss

September 1982

Programudkast vedrørende seminaret om

MATEMATIK- OG FYSIKUNDERVISNINGEN I DET AUTOMATISEREDE SAMFUND

Mikroelektronikken muliggør en automatisering og videnskabeliggørelse af vareproduktionen i samfundet. Og gennem EDB muliggør den en automatisering og videnskabeliggørelse af administration og planlægning.

For Danmark isoleret set vil det automatiserede og videnskabeliggjorte fremtidssamfund fremstå som en nødvendighed af konkurrencegrunde.

Matematik og fysik er en afgørende del af det videnskabelige grundlag for denne udvikling. Hvilke krav stiller udviklingen til den fremtidige matematik- og fysikundervisning i Danmark?

Svaret på dette spørgsmål kræver, at to væsensforskellige indfaldsvinkler sammenholdes. For det første er der spørgsmålet om ændrede kvalifikationsbehov for at tilfredsstille en ændret jobstruktur.

For det andet er der spørgsmålet om uddannelsessystemets bidrag til at imødegå en disintegration og teknokrativering af samfundet i den brede betydning af ordet.

Det er hensigten, at seminaret først og fremmest koncentrerer sig om den anden indfaldsvinkel, uden at den første overses.

Uddannelsessystemets muligheder afhænger bl.a. af de erfaringer, elever og studerende får uden for uddannelsessystemet.

Denne erfaringsbaggrund vil også ændres af samfundsudviklingen.

På IMFUFA, RUC har vi gennem nogle år beskæftiget os med matematik- og fysikundervisningens placering i det perspektiv, der løst er skitseret her. Vi forestiller os derfor, at vi kunne gøre gavn ved at konfrontere uddannelsesplanlæggere og særligt interesserede i uddannelsesproblemer med vores betragtninger. Måske kunne det have en katalyserende funktion i nogen sammenhænge. Omvendt har vi for vores videre arbejde behov for at blive konfronteret med modsynspunkter og personer med mere konkrete erfaringer med, hvordan de politiske og pædagogiske sko trykker.

Seminaret er derfor planlagt således, at vi påtager os at komme med oplæg til indfaldsvinkler og problemstil-

linger den første formiddag. Herefter afvikles resten af seminaret som en gennemgang af matematiks og fysiks placering og funktion i de forskellige dele af uddannelsessystemet ud fra oplæg fra personer med reference til de respektive dele.

1. dag

10.00-10.30 Ankomst

10.30-11.15 Fremvæksten af det automatiserede og videnskabeliggjorte samfund og forskydningen i de erhvervsrettede og de almentrettede uddannelsesbehov i samfundet.

Oplæg ved Bent C. Jørgensen (IMFUFA)

11.15-11.30 Kaffe

11.30-12.15 Fysiks placering i opfyldelsen af de ændrede uddannelsesbehov.

Oplæg ved Jens Højgaard Jensen (IMFUFA)

12.15-14.00 Frokost

14.00-14.45 Matematiks placering i opfyldelsen af de ændrede uddannelsesbehov.

Oplæg ved Mogens Niss (IMFUFA)

14.45-15.30 Opsamling og afrundende diskussion af de foregående programpunkter.

15.30-16.00 Kaffe

16.00-17.00 Matematik i folkeskolen i dag (problemer vedrørende motivation, eleverfaringsbaggrund etc.).

Fagkonsulent Ole Haahr (matematik)

Afdelingsleder Tage Werner (DLH)

17.00-18.00 Fysik/kemi i folkeskolen i dag (problemer vedrørende motivation, eleverfaringsbaggrund etc.)

Fagkonsulent Poul Sørensen (fysik)

Lektor Carl Jørgen Veje (DLH)

18.00-20.00 Middag

20.00-22.00 Debat i grupper og plenum om mulighederne for at ændre folkeskolens undervisning i matematik og fysik for at imødekomme uddannelsesbehovene i fremtidens samfund.

2. dag

9.00-10.00 Fysik i gymnasiet - tilvalgsfag eller fællesfag?

Fagkonsulent Arne Mikkelsen (fysik)

10.00-11.00 Matematik i gymnasiet - tilvalgsfag eller fællesfag?

Fagkonsulent Lise Høj (matematik)

11.00-11.15 Kaffe

11.15-12.00 Opsamling og afrundende diskussion af de to foregående programpunkter.

12.00-14.00 Frokost

14.00-15.00 Placeringen af matematik og fysik i erhvervsuddannelserne: Skal matematik og fysik kun optræde som erhvervs-

rettede fag, eller skal de også indgå blandt de almene fag?

Undervisningsinspektør Finn Christensen (DfE)

15.00-15.30 Opsamling og afrundende diskussion af det foregående programpunkt.

15.30-16.00 Kaffe

16.00-17.00 Fysik og matematik som almindennende element eller alene som instrument? - i de videregående uddannelser der ikke er faguddannelser i matematik eller fysik.

Professor Henning Højgaard Jensen (KU)

17.00-18.00 Fysik og matematik som almindennende element eller alene som fagspeciale? - i universitetsuddannelserne i matematik og fysik.

Professor Svend Bundgaard (tidl. AU)

18.00-20.00 Middag

20.00-22.00 Debat i grupper og plenum: Fysik og matematik som almindennende element eller alene som instrument/fagspeciale i uddannelserne efter folkeskolen?

3. dag

9.00-10.00 Hvorledes sættes folkeskolens lærere i stand til at forny undervisningen i matematik og fysik efter behovene i automatiseringssamfundet?

Seminarieadjunkt Jørgen Ole Knudsen (matematik)
Fagkonsulent Asger Byskov (fysik)

10.00-11.00 Læreruddannelsesbehovene i matematik og fysik for de gymnasiale uddannelser.

Fagkonsulent Carl P. Knudsen (fysik)

11.00-11.15 Kaffe

11.15-12.15 Læreruddannelsesbehovene i matematik og fysik for erhvervsuddannelserne.

Søren Lundsgaard & Krista Nørgaard (SEL)

12.15-14.00 Frokost

14.00-14.30 Opsamling og afrundende diskussion af de tre foregående programpunkter.

14.30-15.30 Hvordan brydes uddannelsessystemets isolation?

15.30-17.00 Afsluttende diskussion i grupper og plenum.

lektor (matematik) Leif Andersen
Matematiklærerforeningen i Danmark, Herlev Statsskole

adjunkt Søren Antonius
Undervisningsministeriet, Direktoratet for Erhvervsuddannelserne

fagkonsulent (matematik), adjunkt Ib Axelsen
Undervisningsministeriet, Direktoratet for Gymnasierne og HF,
Skanderborg Amtsgymnasium

universitetslektor (fysik) Karin Beyer
IMFUFA, Roskilde Universitetscenter

universitetslektor (matematik) Bernhelm Booss
IMFUFA, Roskilde Universitetscenter

universitetslektor (matematik) Bodil Branner
Matematisk Institut, Danmarks tekniske Højskole

professor (matematik) Svend Bundgaard
tidl. Matematisk Institut, Århus Universitet

fagkonsulent (fysik), studielektor Asger Byskov
Undervisningsministeriet, Direktoratet for folkeskolen og Semi-
narierne, Blaagård Seminarium

undervisningsinspektør Finn Christensen
Undervisningsministeriet, Direktoratet for Erhvervsuddannelserne

seminarielektor Gunnar Lund Clausen,
formand for Foreningen af Fysik- og Kemilærere ved Seminarierne,
Skårup Seminarium

lærer Esben Esbensen
formand for Danmarks Matematiklærerforening

fagkonsulent Jørgen Eriksen
Undervisningsministeriet, Direktoratet for Erhvervsuddannelserne

kandidatstipendiat (matematik) Klaus Grünbaum
IMFUFA, Roskilde Universitetscenter

viceskoleinspektør Poul Hanghøj

undervisningsinspektør Ib Fischer Hansen
Undervisningsministeriet, Direktoratet for Gymnasierne og HF

rektor Olav Harsløf
Det frie Gymnasium

skolekonsulent (matematik), overlærer Viggo Hartz
Århus kommunale Skolevæsen

universitetslektor (matematik) Mogens Brun Heefelt
IMFUFA, Roskilde Universitetscenter

universitetslektor (fysik) Nils Hornstrup
Fysisk Institut, Danmarks Lærerhøjskole

fagkonsulent (matematik), lektor Lise Høj
Undervisningsministeriet, Direktoratet for Gymnasierne og HF,
Sct. Annæ Gymnasium

fagkonsulent (matematik), overlærer Ole Haahr

ingeniør, cand.polit. Arne Jakobsen
Statens Erhvervspædagogiske Læreruddannelser

undervisningsinspektør Jesper Jans
Undervisningsministeriet, Direktoratet for Erhvervsuddannelserne

professor (fysik) Henning Højgaard Jensen
Fysisk Laboratorium I, Københavns Universitet

universitetslektor (fysik) Jens Højgaard Jensen
IMFUFA, Roskilde Universitetscenter, arrangør

studielektor Ulla Kürstein Jensen
formand for Matematiklærerforeningen i Danmark, Vallensbæk Stats-
skole

fagkonsulent (matematik), lærer Peter Steen Jensen
Undervisningsministeriet, Direktoratet for Folkeskolen og Semina-
rierne

universitetslektor (matematik) Finn V. Jensen
Institut for Elektroniske Systemer, Aalborg Universitetscenter

fagkonsulent (datalære & forsøgsundervisning), adjunkt Jannik
Johansen
Undervisningsministeriet, Direktoratet for Gymnasierne og HF,
Gentofte Statsskole

universitetslektor (fysik) Bent C. Jørgensen
IMFUFA, Roskilde Universitetscenter, arrangør

fagkonsulent (fysik), lektor Carl P. Knudsen
Undervisningsministeriet, Direktoratet for Gymnasierne og HF,
Allerød Amtsgymnasium

seminarieadjunkt (matematik) Jørgen Ole Knudsen
formand for Foreningen af Regne- og Matematiklærere ved Semina-
rierne, Hellerup Seminarium

universitetslektor (matematik) Mogens Esrom Larsen
Matematisk Institut, Københavns Universitet, Dansk Matematisk
Forening

universitetslektor (matematik/statistik) Jørgen Larsen
IMFUFA, Roskilde Universitetscenter

fagkonsulent (matematik) Søren Lundsgaard
Undervisningsministeriet, Direktoratet for Erhvervsuddannelserne

universitetslektor (fysik) Hans Lütken
Fysisk Institut, Danmarks Lærerhøjskole

universitetslektor (matematik) Anders Madsen
IMFUFA, Roskilde Universitetscenter

adjunkt, lektorvikar Torsten Meyer
Nørre Gymnasium, IMFUFA, Roskilde Universitetscenter

fagkonsulent (fysik), lektor Arne Mikkelsen
Undervisningsministeriet, Direktoratet for Gymnasierne og HF,
Risskov Amtsgymnasium

universitetslektor (fysik) Hans Nielsen
Fysisk Laboratorium I, Københavns Universitet

universitetslektor (fysik) Ole Nielsen
Fysisk Institut, Danmarks Lærerhøjskole

universitetslektor (matematik) Mogens Niss
IMFUFA, Roskilde Universitetscenter, arrangør

adjunkt (matematik) Krista Nørgaard
Det frie Gymnasium, Statens Erhvervspædagogiske Læreruddannelser

universitetslektor (matematik) Dorte Olesen
Matematisk Institut, Københavns Universitet, Dansk Matematisk Forening

universitetslektor (uddannelsesteori) Henning Salling Olesen
Institut VII, Roskilde Universitetscenter

kursusleder Kim Ove Olsen
Statens Erhvervspædagogiske Læreruddannelser

universitetslektor (fysik) Albert Chr. Paulsen
IMFUFA, Roskilde Universitetscenter

professor (videnskabsteori) Stig Andur Pedersen
IMFUFA, Roskilde Universitetscenter

universitetslektor (matematik) Jens Møller Pedersen
Institut for Elektroniske Systemer, Aalborg Universitetscenter

lektor Ib Lundgaard Rasmussen
Skole og Samfund, Dansk Rumforskningsinstitut

institutsekretær Anne Sidenius
IMFUFA, Roskilde Universitetscenter, arrangør

universitetslektor (matematik) Ole Skovsmose
Institut for Elektroniske Systemer, Aalborg Universitetscenter

professor (fysik) Henrik Smith
Fysisk Laboratorium I, Københavns Universitet

universitetslektor (biologi) Sten Struwe
formand for Det Faglige Landsudvalg for Naturvidenskaberne,
Institut for Sporeplanter, Københavns Universitet

fagkonsulent (fysik), overlærer Poul Sørensen
Undervisningsministeriet, Direktoratet for Folkeskolen og Semina-
rierne

professor (fysik) Poul Thomsen
Fysisk Institut, Danmarks Lærerhøjskole

universitetslektor (fysik) Poul V. Thomsen
Det fysiske Institut, Århus Universitet

professor (matematik) Ebbe Thue-Poulsen
Matematisk Institut, Århus Universitet, Det Faglige Landsudvalg
for Naturvidenskaberne

universitetslektor (matematik) Flemming Topsøe
Matematisk Institut, Københavns Universitet

fagkonsulent (fysik), adjunkt Jens Trandum
Undervisningsministeriet, Direktoratet for Erhvervsuddannelserne
Herlufsholm Skole

universitetslektor (fysik) Carl Jørgen Veje
Fysisk Institut, Danmarks Lærerhøjskole

lektor (fysik) Ole Vinther
Københavns Teknikum

universitetslektor (matematik), afd.leder Tage Werner
Matematisk Institut, Danmarks Lærerhøjskole

fuldmægtig Steffen Wolf
Undervisningsministeriet, Direktoratet for de Videregående Uddan-
nelser, sekretær for Det Faglige Landsudvalg for Naturvidenska-
berne

studielektor (fysik) Ove Østergaard
Fysiklærerforeningen, Silkeborg Amtsgymnasium

undervisningsinspektør Roland Østerlund
Undervisningsministeriet, Direktoratet for Erhvervsuddannelserne

KAPITEL I. INTRODUKTION TIL SEMINARET

I.1

Det automatiserede og videnskabeliggjorte samfunds erhvervsrettede og almentrettede uddannelsesbehov.

Bent C. Jørgensen

Det er et hovedsynspunkt i dette oplæg, at den nutidige teknologiudvikling har sådanne karakteristika og en sådan gennemgribende betydning for samfundsudviklingen og det enkelte menneskes livsbetingelser, at mål, indhold og undervisningsformer vedr. skoleuddannelserne - ja, alle uddannelser - må overvejes og justeres under indtryk heraf.

Dette gælder, når det drejer sig om de erhvervsbestemte uddannelsesbehov, hvadenten der er tale om studieforberevende eller om direkte erhvervskvalificerende dele af et samlet uddannelsesforløb. Debatten om skole- og ungdomsuddannelser fokuserer stærkt på dette spørgsmål. Men der sker også ændringer af de almentrettede uddannelsesbehov, forstået som den viden og kunnen, der er nødvendig for at forstå og kunne agere i forhold til samfundet og tilværelsen iøvrigt.

Hermed ønskes naturligvis ikke sagt, at overvejelserne over uddannelsernes formål, indhold og organisation alene skal ske ud fra de behov, som rejses af den moderne teknologiudviklings indflydelse på samfund og livsbetingelser, men at dette skal indgå som et væsentligt moment.

Et andet hovedsynspunkt er, at fagene fysik og matematik har en væsentlig placering i opfyldelsen af såvel de nye/ændrede almene uddannelsesbehov, som de mere erhvervsbestemte behov. Dels spiller disse fag en direkte rolle i væsentlige dele af den moderne (videnskabeliggjorte) teknologiudvikling, hvis indhold og egenart i forhold til tidligere tiders teknologiudvikling derfor næppe kan forstås uden en vis baggrundsviden i disse fag. Men herudover har fysik- og matematikundervisningen en særlig mulighed for at give en forståelse af, at der findes forskellige slags viden, med så at sige forskellig status. Dette er for alle en nødvendig baggrundsviden for at kunne medvirke i et de-

mokratisk samfundsliv, uden at falde i en af de sædvanlige grøfter: blind accept af andres, f.eks. eksperternes vurderinger og synspunkter; eller maskinstormer-holdning til den teknologiske udvikling.

Jeg skal i mit indlæg skitsere, hvad der menes med vendingen "fremvæksten af det automatiserede og videnskabeliggjorte samfund". Det kan naturligvis ikke blive en grundig indføring i udseendet af og dynamikken i teknologiudviklingen og dens samfundsmæssige konsekvenser, men kun et rids med hovedvægt på nogle af de træk, som har betydning i vores sammenhæng. Derefter vil jeg med udgangspunkt i Danmarks specielle forhold og en målsætning om at fremme en harmonisk og demokratisk samfundsudvikling skitsere nogle uddannelsesbehov, som kan afledes heraf, og beskrive fysiks og matematiks rolle i den forbindelse.

I. Automatisering og videnskabeliggørelse af produktion og andre væsentlige samfundsfunktioner.

Den teknologiske udviklings historie er vel ca. lige så lang som menneskets, måske kan man lidt arbitrært sætte dens nulpunkt ved anvendelsen af ilden. Op gennem tiderne er denne udvikling sket ganske langsomt, omend med forskellige gennembrud undervejs, såsom opfindelsen af hjulet, udvinding af jern, opfindelsen af krudt osv. Den tekniske side af denne udvikling kan kort og forenklet beskrives som erfaringsbaseret udvikling af redskaber og metoder til anvendelse i landbrug, håndværk og råstofudvinding, hvor mennesket med assistance af dyr dels måtte levere muskelkraft og dels bruge sine sanse- og tænkeevner til at udføre og kontrollere/styre arbejdsprocesserne.

Denne mange årtusinde lange udviklingshistorie rummer en ufattelig sum af opfindelser og snilde, som har haft gennemgribende betydning for menneskets livsbetingelser, for jordklodens landområders udseende, og for den gældende verdensorden, som er grundlaget for den moderne tids udvikling.

Alligevel er det normalt ikke denne lange, første fase der tænkes på, når der tales om teknologisk udvikling og dens samfundsmæssige konsekvenser. I den forbindelse fokuseres normalt især på tiden fra 1750 og fremad. I denne periode har den teknologiske udvikling taget langt større fart end i de tidligere århundreder, og udviklingshastigheden er tilsyneladende endnu stadigt voksende.

Det var opfindelsen af dampmaskinen, som satte skub i denne periodes teknologiske udvikling. Man havde hermed en langt kraftigere og mere fleksibel energikilde end tidligere, hvor man udover menneskers og dyrs muskelkraft kun havde de mindre fleksible og stabile vind- og vandmøller. Dampmaskinen blev brugt til opgaver, som krævede en stor energikilde, som f.eks. ved minedrift og store fabriksanlæg, samt i lokomotiver til tunge transportere. Først i de sidste årtier før 1900 og derefter kunne energianvendelsen for alvor slå bredt igennem, nemlig med elektrificeringen, som gjorde

det muligt at anvende store og små elektromotorer overalt til allehånde formål ved transport, produktion, husholdning osv. Denne fase (1750-1950) kaldes ofte for mekaniseringens århundreder og kan vel nu betragtes som afsluttet i den industrialiserede verden. I alle de nuværende I-lande førte den landbrug/håndværkssamfundet over i industrisamfundet og perioden kaldes også ofte industrialiseringsperioden. For Danmarks vedkommende skete det først i tidsrummet 1850-1950.

Egentlig ville det måske være mere sigende at kalde perioden for "energificeringens århundreder" end mekaniseringens, fordi det var muligheden for at skaffe sig mekanisk energi i store mængder og ved hjælp af fleksible anlæg, der var det primære grundlag for teknologiudvikling. Derimod var den accelererede udvikling af den mekaniske ingeniørvidenskab og anvendelse af maskiner snarere en afledt størrelse. Det bør nævnes, at en voldsom udvikling af den kemiske teknologi fandt sted parallelt med mekaniseringen.

Teknologiudviklingen i mekaniseringsperioden har i høj grad været videnskabsbaseret (i modsætning til erfaringsbaseret). Det ingeniørerne, som har en vis grundskoling i de basale naturvidenskabelige fag, fysik, matematik og kemi og en grundig uddannelse i et udsnit af tekniske fag, som ude i virksomhederne udvikler nye teknikker og raffinerer de gamle. Der oprettes særlige ingeniørhøjskoler (f.eks. DTH i 1829), som dels udfører forskning og udviklingsarbejde på det tekniske område til støtte for den tekniske udvikling i virksomhederne, dels uddanner ingeniører med høj faglig standard. Derimod forbliver grundforskningen fortsat på universiteterne, både institutionelt og på anden måde stort set isoleret fra den teknologiske udvikling.

I de sidste par årtier (efter 2. verdenskrig) udviser væsentlige dele af teknologiudviklingen nogle kvalitativt set nye træk i forhold til det foran beskrevne. Det gælder ikke mindst udviklingen på det elektroniske område. Hvis man betragter den centrale del af udviklingen på hardware området, nemlig udviklingen af halvlederkomponenter med den chip-baserede mikroelektronik på toppen af den hidtidige udvikling, så er det karakteristisk at den tekniske udvikling både tidsmæssigt og institutionelt foregår så tæt integreret med den grundvidenskabelige udvikling indenfor fysik og en række andre fagområder, at der kan tales om en videnskabeliggjort teknologiudvikling.

En virksomhed kan i visse brancher ikke længere nøjes med at have en udviklingsafdeling, hvor en eller flere ingeniører kan pusle med produktudvikling ved anvendelse af kendte "recepter" på ny måder. Nu får de førende virksomheder en forskningsafdeling, hvor videnskabsfolk f.eks. fysikere sammen med ingeniører o.a. teknikere deltager i aktiviteter der spænder fra grundforskning over anvendt forskning til udviklingsarbejde. Som eksempel kan peges på de store, især amerikanske firmaer på elektronikområdet, som har været helt dominerende vedr. udvikling og fremstilling af halvlederkomponenter og mikroelektronik. Det flyder sammen i visse meget store firmaer. Som spejlbillede af denne udvikling af produktionen bliver også visse forskningsområder,

som ikke (på indeværende tidspunkt) er grundlag for produktionsudviklingen, f.eks. højenergi fysikken, "invaderet" af teknik og teknikudvikling som nødvendig forudsætning for selve forskningens gennemførelse i et sådant omfang, at der på lignende måde sker sammensmeltning af teknik og viden-skab, tænk f.eks. på CERN og lignende forskningsinstitutio-ner.

Sådanne organisationsformer med sammensmeltning af hele spektret fra grundforskning (typisk på flere videnskabsom-råder), anvendt forskning, udviklingsarbejde og produktion, kendes også fra atombombefremstillingen og udviklingen af radar under 2. verdenskrig, hvor disse organisationsformer for alvor udvikledes. Senere eksempler er bl.a. rumfarts-teknologien, atomenergiindustrien og den biokemiske indu-stri (NOVO som dansk eksempel). Man må forvente at store dele af fremtidens teknologiudvikling vil ske under sådan-ne organisationsformer, hvor forskningsarbejdet foregår in-tegreret med produktionen i virksomhederne, i stadig mere velorganiseret samspil med offentlig finansieret forsknings-indsats.

Udviklingen på elektronikområdet og den deraf følgende fremkomst af stadig mere avanceret apparatur og metoder til bearbejdning, oplagring og transport af informationer er vel nok den del af nutidens teknologiudvikling, som vil få de største følger for samfundsudviklingen i de kommende årtier. Hovedanvendelsesområderne er databehandling (især til administrative formål), udførelse af talrige typer sty-rings/kontrol-funktioner samt kommunikation. Ikke mindst de to første områder vil få stor betydning for samfundsudvik-lingen, fordi der åbnes op for gennemgribende automatisering af arbejdsprocesserne i både den primære, sekundære og tertiære sektor, hvorved en række af de arbejdsfunktioner, som blev tilbage til mennesket efter mekaniseringen, som stort set overflødiggjorde hans muskelkraft, tages fra ham.

Ofte hæftes på denne teknologiudvikling betegnelsen "au-tomatisering" eller "overgang til informationssamfundet". Det er rimelige benævnelser, hvis man hæfter sig ved de ar-bejdsfunktioner og anvendelsesområder (brancher), som be-røres. Hvis man derimod hæfter sig ved selve teknologiud-viklingens natur, er betegnelsen "videnskabeliggjort tek-nologi" mere sigende. Når man videre skal diskutere tekno-logiudviklingens konsekvenser, vil man se, at de forskel-lige betegnelser hver for sig er egnede til at bringe for-skellige typer problemstillinger i fokus.

II. Samfundsmæssige konsekvenser af den videnskabeliggjorte udvikling.

De følgende betragtninger tager udgangspunkt i udviklingen af den elektroniske teknologi, men mange forhold vil kunne overføres på andre typer videnskabeliggjort teknologi. Lad os først opregne nogle af de karakteristika, som er særligt væsentlige for den mikroelektronik-baserede teknologiudvik-ling.

Nogle karakteristiske træk ved mikroelektronikudviklingen.

- Udviklingshastigheden er meget stor. Selve udviklingen af den basale hardware, først og fremmest de chip-baserede integrerede kredsløb, er foregået ekstremt hurtigt p.g.a. den effektive organisation af forsknings- og udviklingsarbejdet. Den såkaldte Moore's lov, som siger at det maksimale antal af komponenter på en chip fordobles hvert år, har faktisk haft gyldighed i hele perioden 1960-1980, sådan at man i dag kan placere flere hundrede tusinde komponenter på en chip. Vi kender også alle de forskellige diagrammer, som viser hvor hurtigt prisen på chips går ned, ydeevnen vokser og anvendelsesfleksibiliteten øges.

Hvor hurtigt mikroelektronik implementeres på forskellige potentielle anvendelsesområder, afhænger især af faktorer udenfor den elektroniske teknikudvikling. Det kan være faktorer som branche- og virksomhedsstruktur, uddannelsesforhold, hidtidige teknologiske niveau, kapitalforhold osv.

- Udviklingen er vanskelig at forudsige langt frem. Dette er dels en konsekvens af den netop omtalte store udviklingshastighed. Men det skyldes også, at det er vanskeligt at have tilstrækkelig viden, overblik og fantasi til at overskue den igangværende udvikling. Mange firmaer, ikke mindst i den elektroniske og elektromekaniske industri er blevet udkonkurreret af denne grund.

- Udviklingen griber ind på mange områder. Mikroelektronikkens anvendelsesmuligheder berører så at sige alle erhvervsområder, samt andre dele af samfundslivet såsom f.eks. kommunikation, undervisning og forskning, de militære systemer og husholdningerne.

- Udviklingen berører alle samfundsgrupper. I og med at produktionens gennemførelse, produkternes egenskaber og alle væsentlige systemer vedr. transport, kommunikation, administration og andre servicefunktioner undergår dybtgående ændringer, vil alle menneskers tilværelse, på arbejdet og i fritiden, materielt og åndeligt, blive påvirket.

- Udviklingens indhold og dynamik er vanskelig at forstå. De fleste mennesker har ikke viden eller erfaringer, som sætter dem i stand til dels at forstå den nye tekniks virkemåde og muligheder og dels at overskue indretningen og dynamikken i det videnskabeligt-industrielle kompleks, som producerer teknikken.

Det første forhold er nok ikke hverken så nyt eller alvorligt. F.eks. viger de fleste jo tilbage fra at dykke ned under motorhjelmene i deres bil, fordi de ikke rigtigt ved, hvordan det hele fungerer. Men de fleste regner da med, at de ville kunne sætte sig ind i det og klare mange ting selv, hvis de ville bruge en vis tid på det, skaffe sig en smule værktøj (og risikere snavsede fingre). Og de allerfleste føler sig fortrolig med selve brugen af deres bil, ved hvad den kan og ikke kan. Dette forhold er jo det vi har til de fleste tekniske indretninger, som vi i det daglige betjener

os af. Og et sådant forhold vil man også oftest kunne få til moderne elektroniske indretninger, omend de elektroniske kredsløb i særlig grad vil være black boxes for de fleste.

Når vi kommer til det andet spørgsmål om forståelse af det produktionssystem (forstået i videste forstand), som frembringer tingene som omgiver os, så er billedet mht. forståelse af den moderne teknologiudvikling mere dystert. De fleste har nok kontante og realistiske forestillinger om, hvad en bilfabrik er. Det kræver heller ikke større teoretisk viden at forstå hovedtrækkene af mange biltekniske fornyelser, f.eks. betydningen og indholdet af begrebet selvbærende karosseri. Ligeledes ved man, at der på en sådan fabrik er en stab af designere, ingeniører og andre teknikere, som laver nye konstruktioner, afprøver dem osv.

Når talen er om mikroelektronikudviklingen, har kun et meget lille mindretal mulighed for at forstå, hvorledes fremstillingen af de elektroniske kredsløb foregår og hvilke videnskabs- og teknikområder, som er impliceret, samt hvorledes samspillet mellem teknisk og videnskabelig udvikling foregår og er organiseret.

Herved bliver der tale om en størrelsesordensforøgelse af afstanden mellem lægfolk og eksperter, ikke blot hvad angår indsigt i specialiserede enkeltforhold, men også hvad angår en overordnet forståelse af denne teknologi og dens udvikling.

Nogle konsekvenser af mikroelektronikudviklingen.

Vi skal nu se på nogle væsentlige konsekvenser af den mikroelektroniske teknologiudvikling/"automatiseringen"/"overgangen til informationssamfundet"/"videnskabeliggørelsen af produktion og andre væsentlige samfundsfunktioner".

Økonomi og beskæftigelse.

Stigende anvendelse af mikroelektronik til udførelse af kontrol- og styringsfunktioner vil utvivlsomt mindske behovet for arbejdskraft i såvel industrien som i store dele af servicesektoren (bankvæsen, kommunikation, distribution og administration) i de kommende år. Det kan næppe tænkes, at der sker en udvidelse af produktionen i et omfang, der modsvarer effektivitetsforøgelsen. På grund af den internationale markedøkonomi har vi realistisk set ikke andet valg end at følge med i denne udvikling så godt vi kan. Elektronikindustrien som sådan vil være en nøgleindustri, som for Danmarks vedkommende vil få (- har allerede -) en væsentlig nationaløkonomisk betydning og være en væsentlig eksportindustri, men beskæftigelsesmæssigt vil den ikke være særligt omfattende. På nuværende tidspunkt er ca. 20.000 personer ansat i elektronikindustrien mod ca. 30.000 for ca. 5 år siden. Indirekte har elektronikindustrien langt større betydning for den samlede beskæftigelsessituation, idet det afsatte elektroniske udstyr ofte er en del af et system, hvori indgår andre produkter og software, som fremstilles af firmaer udenfor selve elektronikindustrien. Endvidere

stimulerer valutaindtjeningen selvsagt den samlede beskæftigelse.

Grundlæggende er der, hvad angår den totale økonomiske og beskæftigelsesmæssige betydning af mikroelektronikrevolutionen og den deraf følgende stærkt forøgede automatisering, næppe afgørende forskel på denne og tidligere tiders teknologiudvikling, omend den hurtige udvikling kan betyde en væsentlig forøgelse af de med udviklingen forbundne samfundsmæssige problemer. Da som nævnt effektivitetsforøgelsen næppe kan opsuges via produktionsforøgelse, må der enten ske nedsættelse af arbejdstiden eller forøgelse af servicesektoren. På det individuelle plan vil der være store tilpasningsproblemer på grund af den store udviklingshastighed, som kræver både forøgede uddannelsesmuligheder og anden støtte til videreudvikling og mere fritid.

Specialisering og arbejdsdeling.

Der er imidlertid visse kvalitative træk ved udviklingen af mikroelektronik-baseret teknologi, som peger på nye problemer. Man må forvente, at udviklingen i retning af specialisering og arbejdsdeling vedrørende arbejdsfunktionerne vil øges meget kraftigt. Dette gælder på internationalt plan og på branche- og virksomhedsniveau.

Hvad det første angår, så vil udvikling og produktion af de vigtigste komponenter finde sted i nogle få fortrinsvis amerikanske og japanske firmaer. I den anden ende af produktionen, vil de nye industrilande (f.eks. Korea) dominere på grund af den rigelige mængde af billig, oplært arbejdskraft. For et land som Danmark vil mulighederne ligge inden for området professionel elektronik, software og udvikling af systemer. Dette gælder iøvrigt også flere af Europas gamle industrilande.

En sådan dansk elektronikindustri vil omfatte en række ret specialiserede firmaer (man taler også om "nicheproduktion"), hvor de ansatte vil falde i to hovedkategorier: En forholdsvis stor andel af højtuddannede (civilingeniør- og cand.scient.-niveau) og en gruppe med langt mindre formel uddannelse, men med sådanne almene kvalifikationer (fleksibilitet, omstillingsevner, samarbejdsevner osv.), at de kan være en stabil og disciplineret arbejdskraft. I mange jobs vil kvalifikationer i matematik, datalære og i mindre grad fysik være væsentlige.

Her er altså en af uddannelsesvæsenets udfordringer: at frembringe tilstrækkelige professionsrettede forudsætninger indenfor de nævnte fagområder. Med den flugt der i nogle år (i "den grønne bølges tid") har været bort fra disse fag, ligger der her et problem, i hvert fald i de nærmeste år. Det er først og fremmest et rekrutterings- og motivationsspørgsmål, hvorimod det er mindre kompliceret at afgøre, hvilket indhold undervisningen skal have.

Kvalifikationspolarisering og ulighed.

Generelt kan man forvente, at den moderne teknologiudvikling medfører, at profilen af nødvendige erhvervs-kvalifikationer hos arbejdsstyrken ændres, således at på den ene si-

de gruppen af højtuddannede specialister og på den anden side gruppen af personer uden større formel og specifik erhvervsrettet uddannelse (ufaglærte-oplærte) bliver relativt større, mens gruppen af faglærte mv. bliver relativt langt mindre end nu. Dette betegnes ofte som kvalifikationspolarisering af arbejdsstyrken. Herudover vil en stor del af den voksne befolkning måske være arbejdsløse eller under omskoling.

En sådan opdeling, hvor mellemgruppen i "kvalifikationspyramiden", som i dag er repræsenteret ved faguddannede og mellemuddannede, er stærkt reduceret, kan skabe fordelingspolitiske problemer, men også ulighed i mere generel forstand, f.eks. hvad angår adgang til at øve indflydelse i samfundet og i det hele taget leve aktivt med i samfundslivet.

Denne tendens vil yderligere forstærkes af, at også mange andre samfundsfunktioner udover produktionen vil undergå en lignende videnskabeliggørelse. Man kan blot tænke på den allerede nu udstrakte brug af matematiske modeller og edb i planlægning, administration og det politiske styringsapparat, og på anvendelsen af ekspertudredninger i forbindelse med alle mere omfattende beslutninger. Hvis man ikke er højtuddannet og heller ikke gennem sin skoleuddannelse har lært at forstå videnskab - produktion - administrationskompleksets indretning eller at se, at udsagn om teknisk - naturvidenskabelige forhold kan have forskellig erkendelsesmæssig status, vil man have dårlige forudsætninger for at deltage i en demokratisk styring af samfundsudviklingen på et rationelt grundlag. Konsekvensen kan let blive enten henfalden til apati eller omvendt voldsomme, irrationelle reaktioner.

III. Overvejelser over uddannelsesmæssige tiltag.

De fleste samfundsinstitutioner må forventes at skulle ændres væsentligt for at opfylde det automatiserede og videnskabeliggjorte samfunds behov. Ikke mindst for uddannelsesystemets vedkommende må behovet for ændringer overvejes grundigt og ud fra alle relevante synsvinkler, fordi det er en banal, men helt afgørende kendsgerning, at den enkelte samfundsborgers ballast af kundskaber udgøres eller bestemmes af hans skole- og ungdomsuddannelse. Grunduddannelsesystemets indretning til et givet tidspunkt vil trods alle efter- og videreuddannelsesforanstaltninger have konsekvenser i en lang årrække fremover m.h.t. såvel den enkeltes som samfundets udviklingsmuligheder. Den her involverede tidskonstant (~30-40 år) er i vore dage stor i forhold til den teknologiske udviklingshastighed.

Skoleuddannelsernes organisation og indhold må overvejes ud fra dels erhvervmæssige eller professionsbestemte behov og dels almene behov, dvs. elevernes behov for undervisning i disse fag for at kunne fungere i samfundet i almindelighed.

Hvad de erhvervmæssige behov angår, er det utvivlsomt en nødvendig forudsætning for Danmarks muligheder for at være

aktivt med i den teknologiske udvikling, at ikke blot undervisning i datalære, men også i fysik og matematik får en stærkere stilling i skolen. Det er såvel et internationalt som et dansk problem, at interessen for disse fag i skolen og rekrutteringen til videregående uddannelser omkring disse fag er afsvækket i det sidste årti. I Danmark har især tilgangen til universitetsstudierne i fysik, som steg kraftigt i årene efter "sputnikchokket" for godt 25 år siden, i det seneste årti udvist et væsentligt fald. Som et andet specifikt problem kan peges på, at interessen for fysik er langt mindre blandt piger/kvinder end blandt drenge/mænd, såvel i skolen som i de videregående uddannelser.

Hensynet til de professionsrettede uddannelsesbehov peger såvel på nødvendigheden af at stimulere interessen for matematik og fysik i skolen som på nødvendigheden af at overveje fagenes indhold og undervisningsformer i lyset af, at de skal være uddannelsesforberedende til et langt bredere spektrum af kompetencegivende uddannelser end tidligere.

Jeg vil i det følgende fokusere på de almentrettede uddannelsesbehov vedrørende matematik og fysik, som endnu er de mest oversete, og som ikke i samme grad som de mere specifikt erhvervsmæssigt bestemte behov vil blive fremmet af organiserede aftagergrupper. Som det vil blive mere detaljeret belyst i indlæg fra Mogens Niss og Jens Højgaard Jensen har en vis indsigt i matematik og fysik samt fagenes anvendelse og institutionelle placering i samfundet en væsentlig betydning som grundlag for at forstå karakteren af og dynamikken i det moderne videnskabeliggjorte samfund. Der tænkes her såvel på videnskabeliggørelsen af produktionsmidlernes udvikling som på videnskabeliggørelsen af f.eks. planlægnings- og styringsmetoder i samfundet.

Man kunne spørge, om sådanne emner ikke hører under samfundsfagslærerens domæne, evt. i et samarbejde med matematik- og fysiklæreren? Hertil er at sige, at en samfundsfagslærer typisk vil mangle den nødvendige indsigt indefra i disse fags indhold og karakter, deres relationer til forskellige anvendte (bl.a. tekniske) fag og anvendelsessammenhænge, dvs. fagenes "sociologi". Og han vil ofte meget vanskeligt kunne skaffe sig et tilstrækkeligt indlevet forhold til disse emner, fordi det vil forudsætte et længerevarende, træt studie "fra bunden".

Heller ikke matematik/fysik-lærerne vil normalt uden videre have de nødvendige kvalifikationer til at inddrage disse samfundsbaserede emner i undervisningen. Men de vil ifølge alle erfaringer lettere kunne skaffe sig disse ekstra kvalifikationer.

Derfor må disse emner tages op inden for matematik- og fysikundervisningen. Det kræver muligvis øget undervisningstid til disse fag for at skaffe plads til denne nye dimension, men først og fremmest kræver det gennemgribende nyt indhold i undervisningen i fysik og matematik. Det bliver ikke en let opgave at udtænke og gennemføre en sådan ændring. Det er heller ikke nok blot at søge at lokke det nuværende indhold ned i nogle flere ved hjælp af nogle "motivationsfiduser". Der må ske en revision af undervisningens indhold og ar-

bejdsformer, hvor et nyt formål med undervisningen, nemlig at give grundlag for en forståelse af fagenes betydning i det moderne videnskabeliggjorte samfund er et centralt formål sammen med de hidtidige formål.

Det ovenfor berørte problem om en markant afstandtagen og fremmedgørelse overfor fysik og i nogen grad matematik er ikke mindst alvorligt set ud fra en sådan humanistisk/kulturpolitisk målsætning. Hvordan får man eleverne - udover de nuværende særligt interesserede - til at opfatte matematik og fysik som værende andet og mere end højtspecialiserede, instrumentelle og redskabsagtige fag, som man kun kan interessere sig for, hvis man har brug for dem i en mere snæver uddannelses- og erhvervsmæssig sammenhæng? Fagene får jo netop efterhånden en meget stor betydning i samfundet, hvilket direkte og indirekte berører alle, og ikke blot den, som erhvervsmæssigt anvender fagene.

En revision af undervisningens indhold og form som antydnet er formentlig kun en del af svaret. Hele skolens indretning med grenvalg og tilvalgsmuligheder må overvejes, idet den på nuværende tidspunkt bruges til fravalg af de "hårde" naturvidenskabelige fag. Udviklingen omkring disse "hårde" fag, først og fremmest fysik, i retning af aftagende interesse blandt flertallet af eleverne, kan ses som resultatet af en vekselvirkning mellem to faktorer: Selve forøgelsen af valgmuligheder i de gymnasiale uddannelser åbner op for at en vis faglig specialisering trænger ned i skolen. Den stigende specialisering fører gradvis til en indsnævring af målsætningen for faget som værende især studieforberegende, hvilket for fysiks vedkommende har betydet en øget fokusering på det abstrakte, begrebsligt orienterede indhold. Dette forstærker en opfattelse af faget hos eleverne som værende kun vedkommende for dem, som skal anvende det eksplicit i et videre uddannelsesforløb, især da faget ved denne bliver vanskeligt og tidskrævende. De tilbageværende elevers særlige interesse og ofte anlæg for faget støtter en fortsat målindsnævring og niveauhævning osv.

Allerede i første fase af en sådan udvikling svigter undervisningen varetagelsen af de almentdannende funktioner, men udviklingen kan tilsidst endog føre til, at der opstår problemer vedrørende en tilstrækkeligt bred rekruttering til de erhvervskompetencegivende uddannelser, hvori disse fag er centralt placeret. Især fysik befinder sig i det sene "sygdomsstadium".

Der forestår et stort arbejde og kræves en stor intellektuel indsats for at give matematik og fysik en sådan rolle i skoleundervisningen, at de varetager såvel deres erhvervsrettede som deres almentrettede funktion i det kommende samfund. Ikke mindst hvad det almentrettede sigte angår, er det ikke nok at "lære japansk". Undervisningen skal passe til vores samfundsindretning, og dette kræver mange drøftelser i og udover fagfællers kreds.

I.2

Matematiks placering i opfyldelsen af de ændrede uddannelsesbehov.

Mogens Niss

Det er et hovedanliggende for dette oplæg at diskutere matematikundervisningens almindannende opgaver. I betragtning af at den forskellige, og med tiderne skiftende, brug af ordet "almendannende" har sløret dets indhold så meget, at det næppe længere har et afgrænset indhold, har jeg brug for at fastlægge en nærmere sprogbrug, inden de egentlige betragtninger fremlægges.

Et givet stykke undervisning kan beskrives i forhold til to dimensioner: dels den overordnede *hensigt* undervisningen retter sig mod at tilgodese, dels arten af undervisningens *indhold*. (Dette er naturligvis ikke de eneste interessante dimensioner der kan hæftes på undervisning, men til lejligheden er der ikke brug for andre.) Som det vil fremgå kan der knyttes almindannelsesforestillinger til begge disse dimensioner. Den omtalte begrebsuskarphed kommer derfor nok bl.a. af manglende klarhed over om der refereres til den ene eller den anden dimension.

Ser man nærmere på hensigtsdimensionen, kan en given undervisning rette sig mod hovedsagelig to forskellige hensigter. Den første hensigt er at uddanne modtagerne til *bestemte professioner*. Jeg vil derfor kalde den den professionsrettede hensigt. Den anden hensigt er at skabe forudsætninger for at undervisningens modtagere kan håndtere livet *i almindelighed*, som private og samfundsmæssige personer. Man kan sige at en sådan undervisning retter sig mod almenheden. Der er selvfølgelig ikke noget i vejen for at en given undervisning på en gang kan rette sig mod begge slags hensigter, enten fordi modtagerne anskues som både kommende professionelle og som kommende medlemmer af almenheden, eller fordi modtagergruppen er blandet. Der er i den forbindelse heller ikke noget i vejen for, at et givet undervisningsindhold kan være fælles for to hensigter. F.eks. tjener jo undervisning i læsning, skrivning og regning begge slags hensigter.

Når det gælder indholdsdimensionen, kan indholdet i et stykke undervisning være af én af to (idealiserede) typer. Den første type rummer indhold som omhandler det specielle, dvs. et specifikt og afsluttet genstandsfelt, der kan studeres isoleret og med et afgrænset sæt af metoder, sigtende primært mod tilegnelsen af facts og færdigheder (bredt forstået). Eksempler på et sådant indhold kunne være "engelsk sprog", "teorien for differentiaalligninger", "erhvervsstrukturen i Vendsyssel". Den anden type af indhold handler om det almene, hvormed jeg tænker på sådan noget som: det der angår de konstituerende træk ved, og de væsentligste drivkræfter bag, udviklingen af naturen og samfundet; det der går på tværs af mange genstandsfelter; det som ikke let kan afgrænses og indkapsles til undersøgelse med et veldefineret metodeapparat.

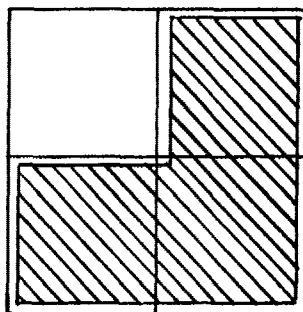
Undervisningen i det almene stræber ikke først og fremmest efter at fremme facts- og færdighedstilegnelse, men mod at skabe overblik over, indsigt i og dømmekraft i forhold til hovedmønstre, sammenhænge, mekanismer. Eksempler på indhold af denne type kunne være "samspillet mellem videnskab, teknologi og samfund", "mediernes betydning for bevidsthedsdannelsen", "matematikens rolle i verden".

Jeg medgiver at distinktionen mellem det specielle og det almene hverken er knivskarp eller absolut. Men da dette oplæg ikke er en filosofisk traktat, stiller jeg mig tilfreds hvis grundidéen i opdelingen er sigende.

Man kan skematisere disse distinktioner og deres samspil ved hjælp af følgende matrix, hvor en blok (i,H) ((indholdstype, hensigt)) skal fortolkes som "et undervisningsindhold af type 'i' sigtende mod hensigt 'H'":

Hensigt	<u>professionsrettet</u>	rettet mod <u>almenheden</u>
Indholdstype		
det <u>specielle</u>		
det <u>almene</u>		

Hvad skal man nu på det opridsede grundlag mene med "almendannende undervisning"? Skal man mene en undervisning der retter sig mod almenheden og dennes liv, skal man altså hæfte sig ved den overordnede hensigt, eller skal man snarere hæfte sig ved indholdstypen og tænke på et alment indhold, eller skal man mene både og, dvs. et alment indhold rettede sig mod almenhedens liv? Alle tre muligheder giver mening - og alle forekommer i litteraturen - så det er et spørgsmål om sammenhæng og hensigtsmæssighed om man skal vælge den ene eller den anden eller den tredje. Hovedsagen er at det gøres klart hvad man har valgt. Det vil jeg forsøge at leve op til i det følgende. I situationer hvor valget ikke er nærmere specificeret tænker jeg med "almendannende" på det samlede sæt af betydninger, svarende til den skraverede del af matricen:



Den skikkelse udviklingen i det automatiserede og videnskabeliggjorte samfund antager, bevirker at forholdet mellem professionsrettede og almindennende uddannelsesbehov forskydes.

På den ene side er det nødvendigt at Danmark satser på know-how-intensivt, forskningsbaseret udviklingsarbejde i tilknytning til ny teknologi. Karakteristisk for den danske situation er, at indsatsen kun sjældent angår massefremstilling af produkter til brug i hverdagen. Det hænger sammen med at massefremstilling forudsætter et fuldført udviklingsarbejde, således at det er arbejdskraftkrævende rutiner (f. eks. monteringsarbejde) der står tilbage. Den involverede arbejdskraft kan enten leveres af mennesker med ringe uddannelse og lav løn, en kombination der er særegen for u-landene, eller af industrirobotanlæg, der er meget kapitalkrævende. Ingen af disse former for arbejdskraft er Danmark særligt skikket til at levere. Det der kan foregå i Danmark er udviklingen af hvad man kunne kalde professionelle produkter, dvs. produkter der bruges af professionelle i teknologisk avancerede produktioner eller i forsknings- og udviklingsarbejde, og som sædvanligvis fremstilles i små serier. Det kan gå så vidt, at der i visse danske firmaer ikke skabes materielle produkter, men kun know-how, f. eks. konstruktionstegninger, planer for hele produktionsanlæg, operativsystemer, konsultativ ekspertise osv. Sådanne produkter kan kaldes soft-ware-produkter. De firmaer der laver dem har præg af at være rådgivende ingeniørfirmaer.

Når det gælder professionelle produkter konkurrerer Danmark hverken på mængder eller på priser, men på at besidde det rigtige produkt (også hvis det er tappeklar ekspertise) på det rigtige tidspunkt, dvs. før man i andre og mere ressourcestarke lande har fået fat i den samme ende. Danmark konkurrerer altså på *forspring*. Ved forspring erobres de ofte omtalte *nicher*.

Det er oplagt, at en væsentlig forudsætning for succes i erobringen af forspring og nicher er en adækvat uddannelse af de personer der deltager i produktions- og udviklingsarbejdet både i bredden og i toppen. Der stilles altså krav til uddannelsessystemet om at bibringe befolkningen professionsrettede forudsætninger. Og til disse hører kvalifikationer i matematik og fysik.

Er det på den ene side nødvendigt, hvis Danmark skal genskabes som et velfærdssamfund, at satse på know-how-tung udvikling af soft-ware- og hard-ware-produkter, rummer på den anden side en hensynsløs satsning på dette trusler mod en demokratisk samfundsudvikling. Hvis produktionssatsningen ikke afbalanceres af andre slags satsninger, opstår et samfund der i endnu højere grad end det nuværende er præget af *styring og kontrol* (med stadig mere brutale midler) af fordelingen og udnyttelsen af samfundets ressourcer, på en måde der

- øger uligheden mellem forskellige befolkningsgrupper
- skaber politisk disciplinering og apati
- skaber fremmedgørelse under et politiserende ekspertvælde.

Jo større styringskravene er, jo mere *teknokratiseret* bliver styringen, og jo mere *uigennemsigtig* bliver den. Som et resultat at dette *udviskes grænserne mellem teknik, økonomi og politik*.

For at modvirke disse tendenser må befolkningen bibringes forudsætninger for at udøve demokratisk kontrol over samfundsudviklingen i almindelighed og over den produktionsorienterede satsning i særdeleshed. Man kan sige, at befolkningen må kunne udøve demokratisk teknologivurdering i bredeste forstand. Den almene baggrund for dette må befolkningen nødvendigvis erhverve gennem uddannelsessystemet, som jeg især vil have i tankerne i det følgende. Denne side af uddannelsessystemets funktion er, jfr. indledningen rettet mod almenhedens behov. Men også til den ende er kvalifikationer i matematik og fysik fornødne.

*

I de kommende årtier får uddannelsessystemet altså til opgave såvel at rette sig mod almenhedens behov som at bibringe folk professionsrettede forudsætninger, herunder i matematik og fysik. (Det er der for *skolesystemet* ikke noget principielt nyt i. Det nye ligger i hvad dette nærmere indebærer.) Der rejser sig så det spørgsmål om den professionsrettede og den mod almenheden rettede hensigt er i indbyrdes harmoni, eller om de giver anledning til modsatte uddannelsesstrategier. Jeg skal senere i dette oplæg give min bedømmelse af hvordan det forholder sig hermed. Men uanset om det ene eller det andet er tilfældet, mener jeg dels at det almindelige, i den skitserede brede betydning, må være skolens, herunder den gymnasiale skoles hovedopgave, og dels at den øvrige del af uddannelsessystemet må tildele det almene endnu stærkere placering end det har nu. Begrundelserne for det er i hovedsagen følgende:

Hvis befolkningen skal have chance for at udøve demokratisk kontrol over samfundsudviklingen/demokratisk teknologivurdering på basis af indsigt frem for ukritisk benovelse eller blind skepsis, er det væsentligt at den får mulighed for at kigge eksperterne og deres ekspertise over skuldrene. Jeg hævder at det kan lade sig gøre at give den almindelige befolkning indblik i forskellige former for ekspertise og dens grundlag, i ekspertisens randbetingelser og spillerumsmuligheder, og i de sociologiske omstændigheder ekspertisen udspilles i, altsammen på det principielle plan. Påstanden er ikke at uddannelsessystemet kan gøre alle til eksperter i alt, så ville ekspertproblemet jo være overkommeligt, men at det kan formidle indsigt i "arten af eksperternes ekspertise". Den der f. eks. i skolen har beskæftiget sig med opstilling, behandling og diskussion af forskellige karakteristiske typer af matematiske modeller på konkrete felter, på et for skolen tilgængeligt niveau, har erfaret noget væsentligt om matematiske modeller, noget der er sigende for matematiske modeller og deres rolle i samfundets videnskabelige og "praktiske" praksis. Det hjælper den pågældende til at udvikle dømmekraft over for denne rolle, om end måske ikke til selv at gå i clinch med modellernes detaljer.

Da folkeskolen og de gymnasiale uddannelser henvender sig til henholdsvis alle og en betragtelig del af en årgang, da kun en beskedent del af de elever der modtager undervisning i disse systemer vil blive tekniske/naturvidenskabelige/administrative/planlægningsmæssige eksperter, og da skoleundervisningen stadig for mange er den sidste de modtager med almindelige perspektiver, må disse stå i centrum for skolens opgave.

Men skolesystemets almindelige opgaver for matematik- og fysikundervisningen opstår ikke kun i kraft af behovet for at bibringe den almindelige befolkning, dem der ikke skal være eksperter af den omtalte slags, et almindeligt udbytte af undervisningen i matematik og fysik. Når det gælder uddannelsen af eksperterne er der behov for at betone almene aspekter der rækker ud over det specielle fagligt/tekniske stof. For at imødegå horisontfor- snævring og teknokratisering af de kommende eksperter er det nødvendigt at de bringes til at anskue deres fag ikke bare indefra, men også udefra og ovenfra, under forskellige synsvinkler, erkendelsesmæssige, historiske, anvendelsesmæssige og samfundsmæssige. Disse synsvinkler kan vi under ét kalde meta-synsvinkler.

*

Af det hidtil sagte følger altså, at det samlede undervisnings-system har til opgave, og skolesystemet til hovedopgave, at forsyne både de kommende eksperter og den almindelige befolkning med almindelige forudsætninger, bl.a. i matematik. Hvad består nu sådanne forudsætninger nærmere i?

Hovedformålet med matematikundervisningen må være at forsyne modtagerne med forudsætninger for at *erkende, tage stilling til og handle over for matematikkens rolle i verden*, sådan som den er bestemt af faktorer vedrørende

- matematikkens *karakter og indhold*
- matematikkens *anvendelse* til erkendelse og bearbejdelse af sider af omverdenen
- matematikkens og matematikudøvelsens *samfundsmæssige placering*.

Det er min opfattelse, at dette formål egentlig kan og bør gøres gældende over for enhver matematikundervisning, fra folkeskolen til kandidatstudier i matematik. Det som er forskelligt fra niveau til niveau er på den ene side den nøjere fortolkning og udmøntning af dette hovedformål til specifikke formåls- og indholdskategorier der er relevante for det pågældende niveau, på den anden side vægtfordelingen mellem formållets forskellige dele. Alle de understregede ord giver mening, men konkretiseres i noget forskelligt, i en 2. klasse og i et universitetsspeciale i matematik. Når jeg finder det umagen værd at søsætte en så generel formålsformulering, skyldes det ikke klassificerings- eller generaliseringssyge, men en erfaringsbaseret overbevisning om at den meste matematikundervisning ville blive ændret, og til det bedre, ved at påtage sig, og efterleve, dette formål.

Genstandene for en undervisning der retter sig mod dette formål skal efter min opfattelse ikke i første række fastlægges

i sædvanlige pensumkategorier. Matematikundervisningen må være *eksemplarisk*, dvs. de nærmere objekter der indgår i den, må være udvalgt efter deres evne til tilsammen at sige noget *dækkende*, og hver for sig noget *karakteristisk* (generaliserbart til et eller andet område) om matematikkens karakter og samspil med omverdenen. Hvilke matematiske emner, der nøjere kommer til at indgå i en sådan undervisning kommer i anden række. Det vigtige er at de er af et passende omfang og niveau, og at det der indgår behandles ordentligt, også matematisk set. Det indebærer f.eks. at emnernes resultater ikke kun nås med plausibilitetsargumenter (men selvfølgelig også med sådanne).

Jeg vil i det følgende foreslå tre genstande, afledt af det angivne hovedformål, som jeg mener bør indgå i enhver matematikundervisning. Ligesom det var tilfældet med formålet varierer specificeringen af genstandene og deres indbyrdes vægtfordeling med sted og niveau. Desuden er det ikke tanken at disse genstande overalt kan stå alene; i skoleundervisningen er de dog for mig at se tilstrækkelige. Afhængigt af sammenhængen er der behov for at tilføje andre genstande, f.eks. "matematikken som undervisningsfag" hvis sammenhængen er en læreruddannelse i matematik.

Først er det oplagt at en rimelig belysning af matematikkens rolle i verden forudsætter en inddragelse af matematikkens karakter og indhold. 'Hvad er matematikkens begreber og metoder?', 'Hvordan er dens opbygning?', 'Hvad udtaler den sig om, og hvilken status har dens udsagn?' er nogle blandt mange spørgsmål vedrørende *matematikkens korpus*. Matematikkens potentiale for at behandle ekstra-matematiske problemstillinger er vitalt forbundet med dens deduktive træk. Derfor må dette moment tages i betragtning af en matematikundervisning, der skal tilgodesede det ovenfor opstillede formål. Og dette kan ikke ske på en rimelig måde, hvis de matematiske begreber og resultater fremstår og formidles som isolerede enkeltbrokker uden teoretisk sammenhæng. Denne sammenhæng må derfor, selv om den ikke behøver at være "global" man kan nøjes med at være "regional", gøres til en af matematikundervisningens genstande. At gøre matematikkens sammenhæng, dens arkitektur, til undervisningsgenstand er ikke det samme som at gøre den til genstand for indlæringsøvelser; hvor og i hvilken udstrækning dette sidste skal være tilfældet må bero på konkrete undervisningsbeslutninger, knyttet til den undervisningsopgave der foreligger. Ofte er det i praksis ikke muligt at studere opbygningen af matematikken som helhed, man må lade sig nøje med *eksemplarisk* behandling af enkelte områder.

Altså: Som genstand nr. 1 foreslås:

Genstand nr. 1 Matematikkens karakter og indhold, dens begreber, metoder og opbygning

*

Når det gælder matematikkens anvendelse til erkendelse og bearbejdelse af sider af omverdenen, giver det sig selv at en central undervisningsgenstand må være matematikkens muligheder, og begrænsninger i disse, for at bidrage til formulering, be-

skrivelse, forklaring eller løsning af problemer uden for matematikken selv. Eftersom matematikkens udsagn om "virkeligheden" uden for den selv frembringes via *matematiske modeller*, må sådanne indgå i undervisningen. Der må arbejdes både med *selvstændig*, ikke-receptagtig opstilling af modeller, og med *kritisk analyse* af allerede opstillede modeller. Som den anden undervisningsgenstand vil jeg derfor anføre:

Genstand nr. 2 Matematiske modeller og modelbygning for ekstramatematiske problemstillinger, herunder forbindelsen mellem disses egenskaber og modellernes, samt mulighederne for og begrænsningerne i ud fra modellen at udsige noget om virkeligheden.

*

I hovedparten af al matematikundervisning formidles matematikken som et udviklingsløst, færdigt fag, løsrevet fra tid og rum og samfund, bestående af et sæt begreber, resultater og metoder. Dette bestemmer et matematikbillede uden fylde i form af bindinger til kulturelle, samfundsmæssige og historiske omgivelser, matematikken bliver "flad" og statisk. De fleste af dem der beskæftiger sig professionelt med matematik ved, på et højere eller lavere artikulationsniveau, at et sådant billede er meget fortegnet. Matematikken har en historie, ikke bare en indre begrebs- og teorihistorie, men også en ydre historie om dens skiftende institutionelle, økonomiske, praktiske og sociale forankringer. Eller m.a.o., matematikken har gennemløbet og gennemløber stadig forskellige former for udvikling. Gøres disse udviklinger ikke til genstand for undervisning induceres et forvrænget matematikbillede; ikke at jeg mener at der eksisterer ét færdigt, korrekt matematikbillede som skal serveres. Men en bortskæring af disse aspekter reducerer matematikken til en én eller to-dimensional projektion af den mangedimensionale organisme den faktisk er. Til et matematikbillede af en rimelig fylde hører også indblik i matematikudøvelsens sociale organisering. Hvem beskæftiger sig med matematik på hvilken måde, og hvordan er forbindelsen i tid og rum mellem forskellige sider af matematikudøvelsen?

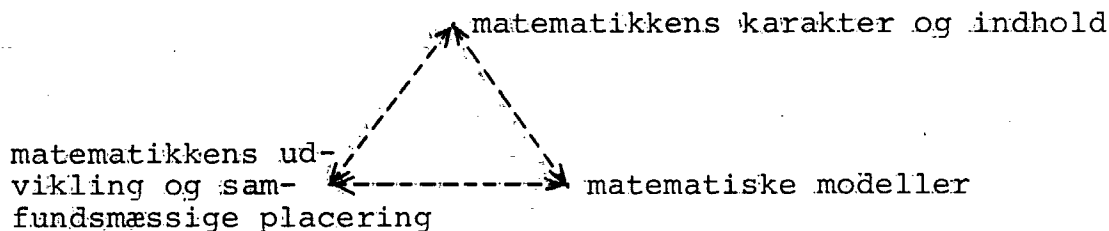
Ud fra disse betragtninger vil jeg som den sidste undervisningsgenstand sætte:

Genstand nr. 3 Matematikkens udvikling og samfundsmæssige placering, anskuet under historiske synsvinkler.

*

Der kan måske være behov for at få gjort det klart, at den rækkefølge hvori genstandene optræder her, ikke skal angive en rækkefølge for undervisningen i dem. Faktisk mener jeg ikke at undervisningen skal behandle disse genstande som indbyrdes afgrænsede, afrundede genstande, betragtet i en eller anden rækkefølge. Der er i stedet tale om genstande, som skal indgå i de sammenhænge der i øvrigt måtte blive programsat. Heller ikke en prioritering mellem genstandene er der tale om. Man kan symbolisere de tre genstande som hjørnerne i en

trekant, hvis kanter angiver relationerne mellem dem:



Desuden er både det formål og de genstande der her er foreslået, i følge sagens natur uden klare konturer og grænser. Taget bogstaveligt udtrykker de et ubegrænset ambitionsniveau. Meningen er selvfølgelig heller ikke at de skal tages bogstaveligt (men nok alvorligt). De skal snarere opfattes som pejlepunkter, der kan give mening og udgøre centrum for arbejdet på i princippet ethvert aktivitets- og fordybelsesniveau.

I forlængelse heraf bør formålet og genstandene sættes for skolesystemets undervisning af både de kommende eksperter og de kommende lægfolk. Den almindelige befolkning kan ikke nøjes med at modtage overordnet og orienteringspræget belæring uden at komme i kontakt med den egentlige faglighed. Indsigten må omfatte også faginterne anliggender. En af den nyere tids mest indflydelsesrige matematikere, David Hilbert, tillægges en udtalelse om, at fysikken er alt for vanskelig til at den kan overlades alene til fysikerne. Med en omskrivning kunne vi sige, at matematikken er alt for vigtig til at den kan overlades alene til matematikerne. For at tilgodese almenhedens behov er altså også undervisning i det fagligt specifikke nødvendig. Man kan formulere det sådant, at det i vidt omfang er det samme der skal til for at kigge ekspertisen i kortene som til at erhverve ekspertisen. Omvendt leverer for de kommende eksperter det almene, det generelt faglige (det der ikke er knyttet til bestemte matematiske teorier, metoder og resultater) og det meta-faglige et vigtigt bidrag til at modvirke ekspertisens vildtvoksende selvstændiggørelse.

*

Det ser jo simpelt ud: De kommende eksperter og de kommende lægfolk bør, ud fra alment demokratiske hensyn, have et stort fælles indhold i deres skoleundervisning i matematik. Men nu rejser der sig tre sæt spørgsmål:

(1) Selv om det nævnte hensyn tilsiger, at eksperterne og lægfolket har brug for en undervisning med et stort fælles indhold, kunne det jo være at uddannelsen af eksperterne blev for ineffektiv, hvis ikke der i skolen foregik en specifik forberedelse til ekspertfunktionen, en forberedelse der ikke er varetaget af det fælles og som har form af en tagen hul på aktiviteter der direkte foregriber videre uddannelsers matematikbeskæftigelse. Måske er denne forberedelse endda så tidskrævende at den vanskeligt lader sig forene med et solidt mål af "det almene" i matematikundervisningen. Når nødvendigheden af at Danmark satser på at skaffe sig know-how-forspring på forskellige områder tages i betragtning, synes det nærliggende

de at der her skulle ligge et problem.

(2) Selv om, for det andet, den almindelige befolkning principielt har behov for en seriøs, og dermed omfangsmæssigt betragtelig, undervisning i matematik, kunne det jo være at det var ønsketænkning at insistere på, at alle skal følges rimeligt til dørs i faget. Er det ikke alligevel, alle gode hensigter til trods, ressourcemæssigt for kostbart og psykologisk for plagsomt at hele befolkningen udsættes for en krævende matematikundervisning? Må vi ikke erkende at såvel forskelle i individuelle forudsætninger og interesser som samfundets arbejdsdeling er realiteter skolen ikke kan sætte sig ud over?

(3) Hvilke konsekvenser for matematikundervisningens struktur og organisation skal vi, når (1) og (2) tages i betragtning, drage af, at der for eksperter og lægfolk er brug for et stort mål af fælles indhold? Skal de ikke bare i høj grad undervises i det samme, men også sammen? En mangfoldighed af spørgsmål trænger sig på i den forbindelse. Mulighederne kan illustreres af følgende skema:

ORGANISATION INDHOLD	Eleverne sorteres i matematikundervisningen	Eleverne holdes sammen i matematikundervisningen
eleverne udsættes for principielt <u>forskelligt indhold</u> i matematikundervisningen	sorteringssystem med forskelligt indhold i båsene (Eks.: det nuværende gymnasium, grundkursus/udvidet kursus i folkeskolen)	system med formaliseret differentiering inden for den sammenholdte elevgruppe (Eks.: ? (i Danmark))
eleverne udsættes for principielt <u>det samme indhold</u> i matematikundervisningen	"divisionssystemet" (dvs. samme spil, men spillerne sorteres efter kapacitet og behandles derefter) (Eks.: B-niveau på HF-tilvalg og mat-nat/samgrenene i gymnasiet)	enten "største fælles divisor" (man når så langt alle kan være med) eller system med flydende og uformel differentiering (Eks.: udelte undervisning i folkeskolens overbygning)

Ser vi først på det andet spørgsmål i det første sæt, lader det sig næppe nægte, at man kunne bibringe en elite et større mål af teknisk-faglige kvalifikationer i matematik ved at satses entydigt på det og se stort på det almene. Det er meget tænkeligt, at det ville give pote til den meget avancerede del af den know-how-udvikling som ovenfor blev anerkendt som nødvendig.

Nu er situationen nok ikke helt så skarpt skåret i virkeligheden. Et system der sigter mod at udestillere og særudanne en

elite vil kræve en sortering, i det mindste til eliten, i praksis vel også til flere etager. Et sådant system ville anbringe eleverne i båse, der låser dem fast i fremtidsmuligheder og i roller. Men udviklingen af ny know-how og af nye nicher må i følge sagens natur ske på områder der ikke er fuldt belyst, og til den ende er der brug for en fleksibel indsats af mange slags inspiration og mange slags forudsætninger i uforudsete kombinationer. Og det fremmes ikke af et system der anbringer folk i båse.

Men uanset hvordan det forholder sig, er de politiske/ideologiske omkostninger i form af horisontforsnævrede og sneblinde teknokrater for store, hvis de kommende eksperter kun modtager en rent teknisk-faglig skoleundervisning i matematik og i de eksakte naturvidenskaber. Know-how-forspringet og nicheerobringen må bære det handicap, der måtte følge af at eksperterne udsættes for en matematikundervisning, der ikke bare er teknisk-fagligt men også alment orienteret. Om derimod eksperterne i tilgift til det undervisningsindhold der er fælles for dem og lægfolket skal modtage en specifik ekspertiseforberevende undervisning (spørgsmålets første del), kan diskuteres. Svaret afhænger af mange forhold, først og fremmest af karakteren og omfanget af undervisningen for lægfolket. Principielt mener jeg at det der er fælles bør være så meget som muligt og helst alt, og at dette skal opnås ved at lægfolket skal tilegne sig så meget som muligt af det også eksperterne har brug for, incl. det almene. Dermed er vi bragt over til det andet spørgsmål.

At det andet sæt spørgsmål peger på nogle reelle problemer er klart. Man behøver bare at betænke hvor svært det er at lære alle elever i folkeskolen at beherske de fire regningsarter, og hvor svært det kan være at få selv matematikundervisningen på gymnasie- og universitetsniveau til at fungere med et rimeligt udbytte for modtagerne. Hovedproblemet er her det som jeg plejer at kalde relevansparadokset. Matematikkens funktion i verden bliver stedse mere omfattende og indviklet. Det bliver derfor stedse vigtigere at den almindelige befolkning kommer til klarhed over den. Men samtidig med at matematikkens involvering bliver mere og mere omsiggribende bliver dens rolle snarere mindre end mere gennemskuelig. Det bevirker at det er meget vanskeligt for elever og studerende at få øje på denne rolle. De har derfor subjektivt svært ved at indse relevansen af at beskæftige sig mere end nødtørftigt med matematik. Deraf relevansparadokset.

At tackle dette problem er meget vanskeligt, men nødvendigt. En hel del kan gøres inden for de eksisterende rammer - jeg kan ikke her gå nærmere ind på hvad. Men jeg tror at det ellers er væsentligt at røre ved de tidsmæssige, ressourcemæssige og organisatoriske rammer for undervisningen. De eksakte naturvidenskabsfag har for flertallet af elever en placering i skolesystemet som ikke giver en rimelig afspejling af fagenes betydning i samfundet. Det er nødvendigt at investere i organisatoriske og ressourcemæssige ændringer, der kan nedbryde de materielle barrierer for at alle kan blive ført til dørs i disse

fag. De immaterielle barrierer - elevernes forudsætninger, erfaringer, holdninger, interesser - kan ikke nedbrydes ved planlægger-skriveborde, eller overhovedet af skolesystemet. Men uden en mangesidet almenpædagogisk og fagdidaktisk udviklingsindsats går det i hvert fald ikke.

Det sidste sæt spørgsmål er det mest komplicerede. Det kan ikke behandles udtømmende ved denne lejlighed. Men lige som jeg under (2) plæderede for at alle udsættes for principielt det samme indhold i undervisningen, så langt det kan lade sig gøre, vil jeg her plædere for at alle *undervises sammen*. Grunden er den samme som før: vigtigheden af at undgå horisontforsnævrede teknokrater og teknoforskrækkede lægfolk. Lægfolket skal komme eksperterne og ekspertisen så langt som muligt ind på livet, og eksperterne og ekspertisen må indholdsmæssigt og organisatorisk isoleres mindst muligt fra lægfolket. Ideelt ville det være lykkeligst om alle kunne bringes lige langt og langt nok. Må der gives køb på det, må der udvikles undervisningstiltag der tillader uformel differentiering i elevgruppen. Hvis det skal være en differentiering som ikke bygger på princippet om at "fanden skal tage de bageste", men på at der reelt tages hensyn til den enkelte, står vi som så ofte før med et ressourceproblem. Men hvis de problemer vi her taler om skal tages alvorligt, kan den herskende ressourceprioritering i samfundet alligevel ikke lades uantastet.

*

Jeg vil slutte dette oplæg med at anføre en række teser, som mere eller mindre eksplicit er indeholdt i de foregående betragtninger:

1. Alle skal i hele skoleforsøbet undervises i matematik.
2. Kommende eksperter og kommende lægfolk skal undervises i det samme og sammen.
3. Formålet med og genstandene for undervisningen i skolen bør være de omtalte.
4. Dette formål og disse genstande bør (uden nødvendigvis at være de eneste) også sættes for matematikundervisningen i efterfølgende uddannelser af enhver art.
5. Ingen undervisning i matematikkens meta-perspektiver bør finde sted uden at være ledsaget af en undervisning i indre faglige anliggender.
6. Ingen undervisning i matematik som støtte- eller redskabsfag bør finde sted under negligering af internt faglige og almene perspektiver.
7. Ingen undervisning i "ren" matematik bør finde sted uden inddragelse af meta-perspektiver.

I.3

Fysiks placering i opfyldelsen af de ændrede uddannelsesbehov.

- Fysik og almenuddannelsen.

Jens Højgaard Jensen

1. Indledende bemærkning

Jeg vil gerne ganske kort til en start sige noget om, hvad jeg selv forestiller mig om funktionen af mit indlæg i forhold til seminaret i sin helhed.

Som seminaret er lagt op er der i det indbygget en ambition om at få overvejelser over de pædagogiske mål og de pædagogiske midler for matematik og fysik i uddannelsessystemet til at spille sammen. Og det lyder jo som en ret selvfølgelig ambition: løsrevne overvejelser over mål fører i retning af uforpligtende ønsketænkning, medens løsrevne overvejelser over midler fører i retning af hovedløs praktisisme. Men i det praktiske liv er ambitionen ikke så selvfølgelig, som den lyder. Oftest falder diskussionen om hvordan en given undervisningsopgave kan gribes an, under hensyntagen til elevernes evner, motivation og baggrund, og diskussionen om hvorfor undervisningsopgaven er given, elevernes fremtid og samfundsbehovene taget i betragtning, fra hinanden. Og undertiden - og det gælder netop typisk, når talen er om fagene matematik og fysik - anses det for direkte overflødigt at begrunde undervisningsmål. De betragtes enten som selvindlysende eller fastlagt politisk, således at den pædagogiske diskussion alene bør koncentreres om, hvordan de føres ud i livet.

På et meget overordnet plan kan de eksakte fags relevans måske nok siges at være selvindlysende: de indgår i stigende grad som ingredienser i de omgivelser og rammer vores tilværelse er underlagt i de højtudviklede, videnskabeliggjorte samfund. Men en sådan abstrakt henvisning er så åbenbart ikke begrundelse nok til at motivere eleverne på de forskellige trin i uddannelsessystemet for de eksakte fag. For dem er det formålstjenlige i at beskæftige sig med disse fag ikke selvindlysende, især ikke når talen er om deres almentdannende funktioner. Fra alle de højtudviklede samfund rapporteres om en faldende søgning til og interesse for fagene i takt med deres stigende samfundsmæssige betydning de sidste 10 år. Mogens Niss omtalte dette forhold som relevansparadokset.

Jeg anser ikke det fremmedgørelsesproblem, som relevansparadokset er udtryk for, for at være forbigående. Jeg tror, det er en af bagsiderne af det videnskabeliggjorte samfunds medaljer. Derfor tror jeg heller ikke man kan betragte det som en form for teknisk hindring, der skal fjernes forud for en rimelig matematik- og fysikundervisning. Tværtimod vil det være et af hovedformålene for en almentdannende undervisning i fagene, at tage udgangspunkt i og bearbejde fremmedgørelsen.

Og det kan kun finde sted ved at mål og midler, begrundelser og metoder, pædagogik og politik ikke på urealistisk vis skilles ad.

Mit bidrag til denne sammentænkning vil mere være rettet mod begrundelser for nødvendige mål end gennemtænkning af mulige midler, og er alene derfor netop selvfølgelig kun et bidrag.

Jeg bør nok også understrege, at mit indlæg ikke er tænkt med nogen speciel del af uddannelsessystemet i tankerne. Det er den nødvendige samlede virkning for enkeltpersoner og samfund af arbejdet med matematik og fysik i uddannelsessystemet i sin helhed, der er tænkt på.

2. Arbejdsdeling og fremmedgørelse

Udgangspunktet for tilrettelæggelsen af en matematik- og fysikundervisning, der skal medvirke til at modvirke fremmedgørelsen i det videnskabeliggjorte samfund, må selvsagt bl. a. være nogle forestillinger om, hvoraf fremmedgørelsen kommer. Til det brug vil jeg gerne begynde med at citere forskellige passager fra en bog med titlen "Haandens og Hjærnens Arbejde" som jeg ved et tilfælde faldt over for nylig.

Kapitlet med samme overskrift som bogen starter således.

KAPITEL VIII.

Haandens og Hjærnens Arbejde.

Den store Kløft, der efterhaanden er opstaaet mellem Videnskab og Haandværk. Teknisk Uddannelse. En fuldkommen Opdragelse. Moskva-Systemet bragt i Anvendelse i Chicago, Boston og Aberdeen. Konkret Undervisning. Hoorledes vi nu bortader Tiden. Videnskab og Teknik. De Fordele, Videnskaben vilde have af, at aandeligt og legemligt Arbejde forenedes.

DER var en Tid, da Videnskabsmændene, navnlig de, som har gjort mest for Naturfilosofiens Udvikling, ikke foragtede manuelt Arbejde og Haandværk.

og fortsætter lidt længere fremme:

Paa den anden Side, hvis Fortidens Arbejdere kun fandt liden Anledning til at erhverve sig videnskabelig Uddannelse, saa fik mange af dem deres

Intelligens skærpet ved den Uendelighed af forskelligt Arbejde, der udfortes i de den Gang endnu ikke specialiserede Værksteder, og ikke faa af dem havde den Fordel at træde i nær Forbindelse med Videnskabsmænd.

for at konkludere:

Men vi har lavet om paa alt dette. Under Foregivende af Arbejdets Deling har vi draget en Kloft mellem Hjernens og Haandens Arbejder. Arbejdsmasserne faar ikke bedre Uddannelse end deres Bedstefædre fik, men man har endog berøvet dem Opdragelsen i det lille Værksted.

Om hvordan skadevirkningen af arbejdsdelingen bør imødegås gennem uddannelse hedder det:

Dette er i Virkeligheden ogsaa Kærnen i den Bevægelse, der er rejst for at skaffe mere teknisk Uddannelse. Men i Stedet for at klarlægge de maaske ubevidste Motiver for den nuværende Utilfredshed — i Stedet for at udvide de Misfornøjedes Horisont og drøfte Problemet i hele dets Omfang, evner Ordførerne for denne Bevægelse i de fleste Tilfælde ikke at hæve deres eget Synspunkt over en Urtekrammers. Nogle af dem fortaber sig i vilde Fantasterier om med Magt at drive alle fremmede Industrier ud af Konkurrencen, medens andre igen i teknisk Uddannelse ikke ser andet end et Middel til at forbedre den menneskelige Maskine i Fabriken eller til at løfte nogle faa Arbejdere op i de faguddannede Ingeniørers Klasse.

Et saadant Ideal tilfredsstiller rimeligvis dem, men det kan aldrig tilfredsstille dem af os, der har baade Videnskabens og Industriens Interesse for Øje og i dem begge ser et Middel til at løfte Samfundet op paa et højere Trin. Vi paastaar, at det er i Videnskabens saa vel som i Industriens Interesse, ligesom ogsaa i hele Samfundets, at hvert enkelt Menneske uden Hensyn til Fødsel faar en Opdragelse, som gør ham i Stand til at tilegne sig solide Begreber baade om Haandværk og om Videnskab. Vi anerkender det nødvendige i, at Kundskaberne specialiseres, men vi paastaar, at der forud for denne Specialisering maa gaa en almindelig Uddannelse, og at denne i lige høj Grad maa omfatte Haandværk som Videnskab. I Stedet for at inddele Samfundet i Hjærnens og Haandens Arbejdere forlanger vi Samarbejde imellem disse to, og i Stedet for at raabe paa teknisk Uddannelse — der kun betyder en Forbliven ved det nuværende Delings-System — burde vi gøre os til Talsmænd for en integrerende eller fuldkommen Opdragelse, thi derved udelukkes den nuværende skadelige Deling.

Herefter gennemgås en teknisk skole i Moskva, hvor disse idealer har været forsøgt praktiseret med succes:

Desuden har vi gennem det erfaret, hvor meget Arbejde der uden Overanstrengelse kan præsteres af Eleven, naar man kun altid sørger for, at Læretiden anvendes gennemført økonomisk, og at Theori gaar Haand i Haand med Praksis.

Det almindelige skolesystem:

I Skoleaarene bortodles atter Tiden i utrolig Grad. Naar vi f. Eks. tager et Fag som Matematik, hvilket et hvert Menneske burde kunne, fordi det er Basis for al videre Lærdom, maa vi indrømme, at det kun er meget faa, som virkelig lærer det i Skolen.

burde tage ved lære:

Men der findes altsaa den ovennævnte Metode, ved hvilken man gennemgaaende opnaar hurtigere Fremskridt, og den, som en Gang har lært Geometri efter den Metode, vil huske den hele sit Liv. I dette System bliver hver Sætning stillet som en Opgave, Beviset gives ikke paa Forhaand,

Alt dette hverken for håndværket, videnskaben eller kunstens egen skyld:

Hvad enten det gælder Haandværk, Videnskab eller Kunst, er det ikke Skolens Opgave at gøre en Begynder til Specialist, men at lære ham Elementarformerne og de gode Arbejdsmetoder. Og det er fremfor alt Skolens Opgave at paavirke Eleven saaledes, at han senere, i hvad han end gør, nedlægger en alvorlig Stræben efter det sande og ægte, at han kommer til at elske Skønheden baade i Form og Indhold, at han forstaar, hvor nødvendigt det er at være et nyttigt Individ i Samfundet for paa den Maade at føle Hjærtet banke i Samklang med sine Medmenneskers.

Så vidt citaterne fra "Haandens og Hjernens Arbejde". Sproget i dem røber jo, at den citerede bog ikke er skrevet i vore dage. Alligevel kan en stor del af synspunkterne virke aktuelle. Det gælder bekymringen over arbejdsdelingen mellem

hånden og hjernens arbejde, betoningen af almentdannende teknisk/videnskabelig uddannelse til imødegåelse af de uheldige følger af den og fremhævelsen af, at der kan nås langt i en undervisning, hvor teori og praksis går hånd i hånd i et induktivt undervisningsforløb. Det fremgår dog også på anden måde end ved sproget, at teksten har nogle år på bagen. Det er jo nu ikke rigtigt, at arbejdsmassernes uddannelse ikke er blevet forbedret i takt med specialiseringen af deres arbejde, og der savnes bemærkninger om opløsningen af den intellektuelle enhedskultur i en naturvidenskabelig og en humanistisk, adskilt fra hinanden.

Bogen er skrevet af den russiske anarkist og politiske organisator P. Kropotkin i 1898. Kropotkin var også uddannet geograf og det forhold, at de fleste detaljer og eksempler i kapitlet om "Haandens og Hjærnens Arbejde" (som ikke er citeret her) drejer sig om matematik, fysik og tekniske fag, viser positivt en anderledes enhed i den intellektuelle kultur end i dag.

Splittelsen og fremmedgørelsen de to kulturer imellem siden Kropotkins tid hænger sammen med den stigende grad af uoverskuelighed og specialisering af teknik og naturvidenskab i takt med samfundets videnskabeliggørelse.

Før jeg igen kort vender tilbage til Kropotkin vil jeg forsøge mig med en sammentrængt oversigt over de betydninger, der oftest er på tale i vore dage, når ordet fremmedgørelse bruges i sammenhæng med naturvidenskab og teknik, for at klargøre hvilken der indebærer det største problem. Det betyder en del for, hvad det er, der skal undervises i, i de eksakte fag for at modvirke fremmedgørelsen.

3. Fremmedgørelsen over for naturvidenskab og teknik

Jeg vil beskrive 3 niveauer i fremmedgørelsen belyst ved eksempler, der handler om mikroelektronik og fysik. Og jeg vil gøre det ved at se på udenforståendes behov for og muligheder for, at få svar på 3 på hinanden følgende spørgsmål:

A) Hvordan virker tingene?

Hvordan virker et mekanisk ur? Hvordan virker et elektronisk ur?

Det er oplagt, at det er nemmere at forklare og visualisere de finmekaniske principper i et gammeldags ur end de "elektronmekaniske" i et moderne.

Der er tale om fremmedgørelse over for tekniske indretninger.

B) Hvad er det for en viden, der ligger bag?

Mikroelektronik er baseret på halvledere. Hvad er en halvleder?

Det kan der gives to slags svar på:

I dagligdags sprog er svaret, at halvledere er en gruppe materialer, der i modsætning til andre: a) leder halvgodt, b) har faldende modstand ved stigende temperatur, c) bliver ledende ved belysning, d) kan præpareres, således at

det er som om det er positive ladninger, der bevæger sig i dem.

I videnskabeligt sprog er svaret, at halvledere er materialer med et helt opfyldt energibånd og et energigab af størrelsesordenen 1 eV til et nærmeste ovenliggende og tomt bånd.

Halvlederfysikken betjener sig af kvantemekanikkens sprog, og det er svært at forklare populært ved hjælp af billeder og analogier. Det er godt nok muligt at forklare, hvad halvledere er i dagligdags sprog, ved at opremse de egenskaber, der er karakteristiske for dem. Men det siger ikke meget om den videnskab, der ligger bag. Den virker jo først og fremmest på det niveau, hvor det drejer sig om at forstå, hvorfor de tilsyneladende uafhængige egenskaber har noget med hinanden at gøre.

Der er tale om fremmedgørelse over for videnskabelige problemstillinger.

C) Hvordan er jeg placeret i sammenhængen? Hvad laver de andre?

Hvad laver de 20.000 akademiske medarbejdere ved Bell Laboratorierne, stedet for transistorens opfindelse? Hvordan kan der være behov for at lade så mange mennesker forske i mikroelektronik og tilgrænsende emner? Uden - må man gå ud fra - at de dublerer hinanden, som ved vareproduktion i store enheder.

Spørgsmålene lader sig ikke uden videre besvare. Det er ikke nemt at illustrere karakteren af de 20.000's arbejde populært. Kunne man det, var der ikke et behov for så mange medarbejdere.

Der er tale om fremmedgørelse over for videnskabens funktion i samfundet.

Alle disse tre forskellige slags fremmedgørelsesproblemer er efter min erfaring jævnlige inde i billedet, når ordet fremmedgørelse bruges i forbindelse med naturvidenskab og teknik, selvom der for det meste ikke skelnes klart imellem dem.

Hvilket er det alvorligste fremmedgørelsesproblem? Hvor ligger den største udfordring til uddannelsessystemet?

Det problem det nok er nemmest at tale om, er fremmedgørelsen over for tekniske indretninger. Men det er nok også det problem, der er det mindst alvorlige, og hvor en bevidst indsats inden for uddannelsessystemet både nemmest lader sig realisere og nemmest kan undværes. (Så længe vores biler kører uden mislyde, føler vi os trods alt rimeligt godt tilpas i dem uden at kunne forklare, hvordan bilmotorerne virker.)

I forhold til fremmedgørelsen over for tekniske indretninger, føles det af de fleste sværere og mindre påtrængende at tale om fremmedgørelsen over for videnskabelige problemstillinger.

At det er sværere skyldes, at det - i modsætning til tekniske indretninger - som regel ikke uden videre er klart, hvad videnskabelige eller teoretiske problemstillinger skal gøre godt for. Den erfaring, at der ikke er noget så praktisk som en god teori, er ikke almen. Tværtimod er det populære-

ste udsagn om teorier jo, at de er virkelighedsfjerne. (Skolen kritiseres ikke for at være boglig, men for at være teoretisk, i stedet for at være praktisk.) Fremmedgørelsen over for videnskabelige problemstillinger gør det i sig selv svært at tale om den. Og nødvendigt at det gøres i skolen.

At fremmedgørelsen over for videnskabelige problemstillinger umiddelbart set næppe heller føles som en påtrængende problemstilling af så mange, hænger sammen med fremmedgørelsen over for videnskabens funktion i samfundet. Hvorfor sætte sig ind i forskellige videnskabers erkendelsesteoretiske karakter, hvis deres sociologiske funktioner ikke er til at forstå? Måske spiller de ingen rolle?

For mig at se er fremmedgørelsen over for videnskabens funktion i samfundet det alvorligste af de tre slags fremmedgørelsesproblemer. Og det vigtigste for uddannelsessystemet at tage op. Men også det vanskeligste.

Det er det af de tre fremmedgørelsesproblemer, der, som på Krapotkins tid, hænger direkte sammen med arbejdsdelingen. Størrelsen af problemet i dag kan måske anes i den omfattende, folkelige modstand mod A-kraft i hele den vestlige, industrialiserede verden. Men omfanget kan også ses i det forhold at problemet, selvom det er blevet større siden Krapotkins tid, diskuteres mindre explicit.

Man kan have forskellige samfundsteoretiske opfattelser af, hvor grundlæggende arbejdsdelingen fungerer som samfundsmekanisme. Er den en konsekvens af en økonomi med privat ejendomsret til produktionsmidlerne og den dermed forbundne økonomiske konkurrence eller er den en konsekvens af den, af den økonomiske konkurrence fremtvungne teknologiudvikling, således at en mindskelse af arbejdsdelingen ikke blot kræver planøkonomi, men også "planteknologi"? Man kan også have forskellige værdiopfattelser af, hvor væsentlige de med arbejdsdelingen forbundne problemer i retning af fremmedgørelse og umyndiggørelse er. Hvad er værst: Fattigdom eller ufrihed?

Den østtyske systemkritiker, økonomen Rudolf Bahro har i sin bog "Alternativet" kritiseret en ren økonomisk samfundstænkning - med ejendomsretten til produktionsmidlerne som omdrejningspunkt - for i DDR at fungere som systemlegitimerende: opmærksomheden afledes fra magtudøvelsen og undertrykkelsen forbundet med arbejdsdelingen.

Bagest i bogen sammenfatter Bahro sin opfattelse af arbejdsdelingen i de højt industrialiserede samfund i bl.a. nedenstående skema.

Det totale samfundsmæssige arbejdes funktionsniveauer	i stofskiftet med naturen (reproduktionsprocessens tekniske side)	i organiseringen af den menneskelige kooperation (reproduktionsprocessens sociale side)
5. Analyse og syntese af den naturlige og samfundsmæssige helhed	Valg af udviklingsmål og -veje, udløsning af tilsvarende aktiviteter på grundlag af værdidomme over de menneskelige behov i det givne samfundsmæssige ensemble	
4. Skabende videnskabeligt specialistarbejde	Udforskning af naturprocesser for at udvide det tekniske herredomme over naturen	Udforskning af sociale processer for at skitsere strukturforandringer i styringen og reguleringen af den samfundsmæssige kooperation
3. Reproduktivt videnskabeligt specialistarbejde	Styring og regulering af teknologisk beherskede naturkræfter og -processer	Styring og regulering af den samfundsmæssige kooperation; opdragelse og uddannelse af menneskelige anlæg
2. Kompliceret empirisk specialistarbejde	Omformning af naturstoffer; overvågning af naturprocesser med indsigt i lovmæssigheden og/eller (med-) ansvarlig styring for de respektive særlige arbejdsprocesser	Omformning og formidling af informationer
1. Enkelt skematisk del- og hjælpearbejde	Indgriben i den fysiske (psykofysiske) energi hos mennesket som »dresseret naturkræfter« i produktion, transport og materielle tjenesteydelser	i forvaltning, beregnings-, databehandlings-, forbindelsesvæsen

↑
A Arbejdsfunktionernes hierarki

B og tilsvarende bevidsthedsstrukturer

- ↓
1. Isoleret empirisk viden til de elementære arbejdsprocesser, som er sanket ned til isolerede hjælpefunktioner i de mest forskelligartede sfærer af den almene reproduktionsproces, de processer af hvilke engang den integrerede livsvirksomhed i de enkelte samfund blev opbygget (og som udifferentieret indeholdt alle højere funktioner i sig).
 2. Systematisk, fagspecifik generaliseret empirisk viden i produktion og forvaltning.
 3. Anvendte enkeltvidenskaber i teknologi, økonomi, medicin, pædagogik, styring og ledelse osv.
 4. Enkeltvidenskaber om natur og samfund som aktive strukturer i abstrakt, systematiseret lovmæssig viden.
 5. En motivation, der er oparbejdet til hele og sluttede ideologier og mentaliteter, i form af filosofi, kunst, politisk strategi.

Det ses af skemaet, hvordan Bahro i modsætning til den rene økonomitænkning må regne måden, uddannelse og opdragelse finder sted på i samfundet, for et relativt uafhængigt og grundlæggende problem. Og han er formentlig på linie med Kropotkin-citatet:

Vi anerkender det nødvendige i, at Kundskaberne specialiseres, men vi påstår, at der forud for denne Specialisering maa gaa en almindelig Uddannelse, og at denne i lige høj Grad maa omfatte Haandværk som Videnskab. I Stedet for at inddele Samfundet i Hjærns og Haandens Arbejdere forlanger vi Samarbejde imellem disse to, og i Stedet for at raabe paa teknisk Uddannelse — der kun betyder en Forbliven ved det nuværende Delings-System — burde vi gøre os til Talsmænd for en "integrerende" eller fuldkommen Opdragelse, thi derved udelukkes den nuværende skadelige Deling.]

Hans skema antyder også, at det nu om dage både er delingen mellem "Hjærns og Håndens Arbejdere" og delingen mellem "de to kulturer", som en "integrerende" eller fuldkommen opdragelse" bør imødegå.

Forskellige samfundsteoretiske og værdimæssige opfatterser, holdninger og interesser må tillægge et "integrerende" uddannelsesprogram varierende betydning og være tilsvarende mere eller mindre villige til at betale omkostningerne af både økonomisk og anden art forbundet med det.

Jeg har trukket Bahro's skema frem her, fordi jeg synes det så tydeligt illustrerer, hvordan "de to kulturer" indgår som en del af arbejdsdelingssystemet i et samfund som vort. Hvis man (som jeg) generelt mener, at det er vigtigt, at uddannelsessystemet virker integrerende, bliver udfyldningen af kløften mellem de to kulturer så et tilsvarende vigtigt delproblem.

Sammenfattende:

Naturvidenskabsundervisning - og især matematik og fysikundervisning - medvirker ved etableringen af både den lodrette og vandrette arbejdsdeling i Bahro's skema.

Et demokratisk mindstekrav i et arbejdsdelt samfund må være, at arbejdsdelingen og dens konsekvenser kan overskues.

Undervisningen i matematik og fysik bør tilrettelægges under hensyn til dette mindstekrav, netop på grund af de to fags betydning for arbejdsdelingen.

Mest afgørende er, at fremmedgørelsen over for de eksakte naturvidenskabers funktioner i samfundet modvirkes.

En nødvendig betingelse herfor er, at fremmedgørelsen over for de hertil hørende videnskabelige problemstillinger modvirkes.

4. Fysikundervisning til modvirkning af fremmedgørelsen

En fysikundervisning alene tilrettelagt med henblik på at modvirke fremmedgørelsen forekommer mig meget utopisk. Fysikundervisningen vil også skulle medvirke til realisering af den arbejdsdeling, der er årsag til fremmedgørelsen. Ellers skulle produktionsapparatet omlægges så totalt, at f.

eks. ingeniører ikke var nødvendige.

Når jeg i det følgende (som i det foregående) koncentrerer mig om fysikundervisningens almindelige funktioner, og ikke dens studie- og erhvervsforberedende funktioner, er det i forvisningen om, at andre nok skal sørge for, at de ikke vil blive holdt hemmelige.

Men hvordan står det til med den almindelige fysikundervisning i Danmark? Bidrager den til udvikling af elevernes dømmekraft som udgangspunkt for handlekraft i det arbejdsdelte og videnskabeliggjorte samfund? Jeg synes svaret er nej eller hvis ja, da uforsætligt.

I ungdomsuddannelserne trives kløften mellem de to kulturer på den måde, at det almindelige henregnes til de humanistiske og samfundsorienterede fag, mens de naturvidenskabelige (og især de eksakte) fag er til stede af (sværere eller lettere forståelige) instrumentelle grunde.

Og den danske folkeskole er med sine rødder tilbage i landbrugssamfundet og bondebevægelsen langt fra informations-samfundet.

Til uddybning af vurderingen kan nævnes, at der inden for traditionen "polyteknisk uddannelse" f.eks. i DDR (med rødder tilbage til den samme tid og diskussion, som Krapotkins synspunkter er et produkt af) finder både en politisk/filosofisk og pædagogisk/fagdidaktisk debat sted, der involverer problemet arbejdsdeling, fremmedgørelse og hvordan fremmedgørelsen kan modarbejdes gennem uddannelsessystemet. Og at den polytekniske uddannelsestradition også har andet end debat til følge som det ses af nedenstående tabel:

Sammenligning mellem Danmark og Østtyskland af timetal i fysik og kemi i folkeskolen op til 9.klasse:

Klassetrin	6	7	8	9	ialt
Danmark (fysik/kemi)		2	2	2	6
Østtyskland fysik	3	2	2	3	10
kemi		2	4	2	+ 8

Kravet om en "integrerende eller fuldkommen Opdragelse" til imødegåelse af "den skadelige Deling" mellem "Hjærnens og Haandens Arbejde" (Kropotkin) har i DDR bl.a. ført til tre gange så mange skematimer i fysik/kemi i folkeskolen som i Danmark. Selvom folkeskolen i DDR heller ikke er på omgangshøjde med informationssamfundet, har den trods alt rødder i industrisamfundet og arbejderbevægelsen.

Men hvad hvis der kunne skabes forståelse for en almindelig fysikundervisning i Danmark? Hvad skulle der så ske udover en udvidelse af timetallet, hvori fysikprægede emner var inddraget (f.eks. i historie og matematiktimerne)? Hvad skulle undervisningen sigte mod?

Fysikundervisningen skal som forudsætning for handlekraft bidrage til at udvikle

1) erkendelsesteoretisk og
 2) sociologisk dømmekraft hos eleverne for
 at modvirke fremmedgørelsen over for henholdsvis

1) videnskabelige problemstillinger og
 2) videnskabens funktion i samfundet.

Hvad mener jeg med erkendelsesteoretisk dømmekraft? Det kan jeg nemmest antyde med et eksempel:

Lad os tænke på en kran og stille følgende to spørgsmål:

- 1) Hvad er sandsynligheden for havari?
- 2) Ved hvor stort udhæng og belastning tipper kranen?

Jeg formoder, at forsikringsselskaberne har udregninger til besvarelse af det første spørgsmål. Medens det andet spørgsmål jo lader sig beregne ved brug af klassisk mekanik.

Det første spørgsmål kan ikke besvares på baggrund af nogen teori. Besvarelsen er alene afhængig af den databank, forsikringsselskaberne måtte have for sandsynlighederne for forskellige forhold, man kan tænke på i forbindelse med havari. Besvarelsen er behæftet med skøn, som ikke kan kontrolleres uden adgang til databanken.

Besvarelsen af det andet spørgsmål og berettigelsen af de forenklinger, der er benyttet ved besvarelsen, kan kontrolleres uden adgang til særlige data, fordi problemet kan placeres inden for den klassiske mekaniks teoretiske ramme.

Selvom de to besvarelser for udenforstående kan se ens ud (de kunne f.eks. begge være fyldt med bogstavregning) er de altså meget forskellige i karakter.

En fornemmelse for sådanne forskelligartetheder er et eksempel på erkendelsesteoretisk dømmekraft: matematiske modeller fungerer ikke ensartet, selvom de ser ens ud.

At erkendelsesteoretisk dømmekraft over for videnskabelige problemstillinger spiller en praktisk politisk rolle, er fysikernes fremskudte stilling på både tilhænger- og modstandersiden i A-kraftdebatten et eksempel på. Hvorfor er det i højere grad fysikere end ingeniører, økonomer, sociologer, psykologer, geologer, biologer, kemikere, læger, jurister osv., der har ført debatten for og imod A-kraft, når debatten har omhandlet forhold inden for alle de nævnte fagfelter? Selvom der er flere årsager til det, tror jeg ikke det ville have kunnet lade sig gøre uden den asymmetri, der ligger i, at fysikerne, på trods af at de ikke har konkret indsigt i de øvriges fagområder, manøvrerer ud fra erkendelsesteoretiske fornemmelser af karakteren af dem, hvorimod der er en større usikkerhed den anden vej på grund af fysikkens teoretiske og matematiske utilnærmelighed.

Hvad mener jeg med sociologisk dømmekraft over for problemet videnskabens funktion i det videnskabeliggjorte samfund?

Det er svært at forklare i ord, men kan i denne forsamling måske bedst antydes ved at sige, at det er noget, der f.eks. er brug for i uddannelses- og forskningsplanlægning.

Er fysik nødvendig i ingeniøruddannelserne? Er matematik nødvendig i datalogiuddannelserne? Hvorfor laves der ikke chips i Saudi Arabien?

Helt afgørende er forståelsen af sammenhængene og forskellene mellem fysik og teknik, grundforskning og anvendt forskning samt grundfag og anvendte fag, nu og historisk.

Sammenfattende kan det siges, at det nærmere er

naturvidenskabsorientering

fremfor

naturorientering,

der er behovet i en fysikundervisning til modvirkning af fremmedgørelsen i det videnskabeliggjorte samfund.

I bogen "Om fysik 1" har jeg sammen med Søren Kjørup udmøntet denne konklusion i et forslag til emneliste for den almene del af gymnasiets fysikundervisning:

1. Natur:

Universets opbygning fra elementarpartikler til galakser.
Makroskopisk og mikroskopisk naturbeskrivelse.
Naturlove.
Fysik i hverdagen.
Fysik i produktionen.

2. Eksakt naturvidenskab:

Modeller og modeltyper.
Bogstavregningens betydning.
Eksperimenters betydning.
Forholdet mellem teori og praksis, fysik og teknik.
Kontrol og troværdighed af teorier og modeller.

Emnerne skal belyses gennem fordybende elevarbejde med udvalgte eksempler, historiske og aktuelle.

3. Naturvidenskab - teknologi - samfund:

Fysik og religion, tro og viden.
Menigmand og eksperterne.
Fysik og teknisk-økonomiske fremskridt.
Fysik og uddannelse, specialisering og arbejdsdeling.
Fremtiden og muligheder for at påvirke den.

5. Forholdet til matematik-bogstavregningen, den store hindring

For en fysikundervisning, der i sit sigte nærmere vil være naturvidenskabsorienterende fremfor naturorienterende, er den helt store hindring:

Anvendt matematik Def. Træning i at finde og benytte matematik i ikke-matematiske sammenhænge.

Matematikundervisningstraditionen retter sig ikke direkte mod denne udfordring. I 50'erne og 60'ernes reformer blev matematikundervisningen jo nærmest rettet ind mod matematikkens eget væsen (præcise begreber, stringent tænkning, bevisførelse) som mål i sig selv. Og vanskelighederne ved at gøre noget ved problemet inden for den nuværende undervisningstradition med dens arbejdsdeling mellem lærerne viser sig f.eks. i de initiativer i retning af anvendelsesorientering, der de seneste år har vist sig i gymnasiets matematikundervisning. De har næsten alle været ofre for et lokalt relevansparadoks ved at dyrke matematikkens anvendelser i biologi, økonomi, psykologi mm., medens interessen for matematikkens brug i ingeniør- og fysiksammenhænge (som det samfundsmæssigt helt dominerende) ikke har været så stor. I stedet for at udvikle det indlysende samarbejde med fysiklæreren (ofte selvsamme person) flygttes der bort til det mere eksotiske og overkommelige.

Fysikundervisningstraditionen lægger til den anden side ikke i sin selvforståelse op til, at fysik skal være en anledning til at lære anvendt matematik. Tværtimod kræves det af matematikundervisningen, at den leverer de nødvendige instrumentelle matematiske forudsætninger for fysikundervisningen. Medens fysikundervisningens formål er at lære eleverne om naturen og naturlovene.

Jeg er tilbøjelig til at mene, at "faget"

matematik + fysik = aktiv elevanvendelse af matematik i ikke-matematiske sammenhænge

er nok så vigtigt som fagene matematik (= læren om forskellige logiske ræsonnementer) og fysik (= læren om natur og naturlove). Netop den anvendte matematik er knivsæggen, der skiller "de to kulturer" fra hinanden. Alt tyder f.eks. på, at det er den, der udgør den afgørende barriere for pigernes adgang til den teknisk-naturvidenskabelige kultur.

Altså:

En fysikundervisning til modvirkning af fremmedgørelsen må levere dømmekraft i det videnskabeliggjorte samfund. Det fordrer, at undervisningen nærmere er naturvidenskabsorienteret end naturorienteret. Den store hindring her er erfaring og indføling med anvendt matematik. Fysikundervisningen må

derfor opfatte det som en hovedopgave at være øvelsesplads for træningsprogrammer i anvendt matematik.

6. Fremtiden

Det udviklingspres, der ligger på fysikundervisningen i hele uddannelsessystemet, kan måske aktuelt illustreres ved gymnasiets matematiske linie.

Efter de fleste fysiklæreres mening fungerer fysikundervisningen godt og gnidningsløst på fysikgrenens høje niveau. Derimod er der mange problemer med fysikundervisningen på biologi- og samfundsfagsgrenenes mellemniveau. Spørgsmålet er da, om ikke fysikundervisningen på biologi- og samfundsfagsgrenene burde blødgøres? Der er næppe tvivl om, at det ville gøre tilværelsen lettere for både mange elever og fysiklærere, hvis den hårde fysikundervisning blev forbeholdt fysikgrenens karrieremotiverede elever. Det ville også på samfundsplan sikre selektionen og rekrutteringen til teknokratfunktionerne på en klarere måde.

Men løsningen naturorienteret "tegne og fortælle" undervisning for de mange og metodeorienteret træning i anvendt bogstavregning for nogle færre og velmotiverede er naturligvis også en måde at svigte de mange på. Som Kropotkin synes jeg, at ordførere for udvikliger i en sådan retning i de fleste tilfælde ikke evner "at hæve deres eget Synspunkt over en Urtekræmmers" og "i teknisk Uddannelse ikke ser andet end et Middel til at forbedre den menneskelige Maskine i Fabriken eller til at løfte nogle få Arbejdere op i de faguddannede Ingeniørers Klasse".

Hvad hvis man som fysiklærer ikke ønsker at svigte de mange? Hvad hvis man som fysiklærer ønsker at hæve sig over urtekræmmersynspunkterne og se fysikundervisning som en del af almenuddannelsen i samfundet?

Så bør man efter min mening i sammenfatning:

1. Så langt som muligt arbejde for en enhedsskole, der forbinder praktisk og teoretisk arbejde for at modvirke splittelsen mellem "Haandens og Hjærnens Arbejde".
2. Søge tværfagligt samarbejde med de humanistiske og samfundsvidenskabelige fag for at modvirke splittelsen mellem "de to kulturer",
3. Søge samarbejde med matematiklærere om træning af eleverne i brug af matematik i ikke-matematiske sammenhænge som en nødvendig forudsætning for 1. og 2.

Som afslutning mangler jeg herefter kun at bemærke, at jeg i det, jeg har sagt, har bevæget mig inden for rammerne af et institutionaliseret uddannelses- og opdragelsessystem, selvom en stor del af uddannelsessystemet og fysikundervisningens problemer netop hænger sammen med isolationen fra det øvrige samfund.

I.4 REFERAT af hovedpunkterne i plenumdiskussionen om de foregående programpunkter, mandag 25/4, 14.45 - 15.30 - baseret på et notat af Karin Beyer.

I begyndelsen af debatten blev det fra en deltager anført, at indledernes fremstilling, f.eks. som den kom til udtryk i Jens Højgaard Jensens brug af Kropotkin-citatet, uden videre antog den grundopfattelse, at adskillelsen mellem håndens og åndens arbejde er af det onde. Dette synspunkt står imidlertid ikke uanfægtet, hverken i historien eller i filosofien. I den græske oldtid var der f.eks. en kraftig adskillelse mellem håndens og åndens arbejde, og det gav anledning til en strålende videnskabelig udvikling. Fra nyere tid kunne nævnes Spencer's filosofi, der udtrykkeligt opererer med en ønskelig differentiering mellem håndens og åndens arbejde.

Jens Højgaard erklærede sig enig i at det udgangspunkt Kropotkin-citatet antydede, var udtryk for en bevidst stillingtagen til værdier og normer.

Derudover kredsede debatten især om ét tema, med forskellige underpunkter: ligheder og forskelle i matematikkens og fysikkens stilling i relation til den rejste problemstilling, samt disse fags indbyrdes forhold i denne forbindelse.

Denne del af debatten blev sat i gang af en deltager der godt kunne se, at matematik er et væsentligt fag, men spurgte om det samme var tilfældet med fysik. Der blev svaret, at fysikkens væsentlighed f.eks. kunne ses i dens rolle for ingeniørfunktionerne, men at scenen for denne og andre af fysikkens samfundsmæssige roller i stadig ringere grad er dansk. Dette bidrager til den fejlagtige forestilling, at fysik så ikke er vigtig for danskere. Når det samtidig betænkes, at matematikken er begyndt at spille en selvstændig rolle i ingeniørfagene, kan man risikere at Danmark ender som et software land, hvis fysikken ikke sættes på dagsordenen. Et andet aspekt er fysikken som et centralt sted for anvendelsen af matematik. Hvis skolens undervisning i matematikkens anvendelser begrænses til økonomiske og biologiske eksempler, frembringes et falsk billede af matematikanvendelsens samfundsmæssige virkelighed.

Dette indlæg fik en deltager til at vende sig imod at reducere fysikken til et anvendelsesområde for matematikken. Fysikken er noget i sig selv, fordi den handler om rammerne for vores virksomhed i naturen. Det er urealistisk at tro at skolen kan lære den almindelige elev selv at matematificere "rundt omkring" i samfundet. Vi må stille os tilfredse med at lære dem at følge en beskrivelse heraf, når de får den forelagt. Hvor svært det er bare at komme dertil kan man se af Henry Nielsens og Poul V. Thomsens (Fysisk Institut, ÅU) undersøgelse, som viser hvor vanskeligt folk har ved at bruge selv helt basale dele af det de har "lært".

Fra anden side blev det fremhævet, at det ikke kan nytte at insistere på fysikkens begrebslige/matematiske grundlag uden at tænke på elevernes forudsætninger. Man troede i 60'erne at blot eleverne fik en grundlæggende, på videnskabelige

begreber baseret fremstilling af faget, støttet af idealiserede laboratorieforsøg, ville de kunne anvende begreberne og resultaterne i nye situationer. Men det kan de ikke; der skal meget mere til for at det kommer i stand.

En deltager mente, at mens man ikke for alvor kan forstå at en lampe lyser når man trykker på en knap, findes der i matematikken noget man kan forstå til bunds. Matematikundervisningen må derfor indrettes sådan, at dette kommer til udfoldelse, dvs. sådan at eleverne faktisk forstår noget. Et lignende synspunkt genfandt hos en anden taler, som understregede nødvendigheden af fordybelse i de to fag, hvis undervisningen skal give udbytte. Denne fordybelse, der nødvendigvis er af fagenes akkumulerende karakter, er temmelig krævende. Tages det i betragtning, dels hvor forskelligt folk er udrustet for beskæftigelsen med matematik, og dels hvor mange andre fag og problemer der påkalder sig interesse hos de unge, må man nok se i øjnene at det frembyder vanskeligheder at realisere indledernes intentioner om at bibringe den almindelige befolkning indsigt i fagene, intentioner som taleren i øvrigt tilsluttede sig. I fastlæggelsen af indholdet bør man udøve begrænsningens kunst, så at fordybelsen ikke umuliggøres af stofmængden.

For i skolen at opnå forståelse af fagenes karakter er det, mente en deltager, påkrævet at skabe forbindelse mellem teori og praksis, dvs. eksempler på at teorien har noget at byde på over for en praksis eleverne interesserer sig for. Mange undervisningsemner leverer ikke sådanne forbindelser.

Diskussionen om dette tema sluttede med et indlæg, der anførte at hvis intentionen om at give den almindelige befolkning indsigt i fagenes karakter og rolle skal have reelle vilkår, må deres volumen i skolen udvides.

Ved afslutningen af debatten mente en taler, at vi står i en helt anden situation end tidligere. Vi må omskole arbejdskraften til at leve under andre vilkår. Men størstedelen af arbejdskraften befinder sig i arbejdslivet og ikke inden for de institutioner seminardeltagerne kommer fra. Debatten burde derfor føres i et helt andet regie, f.eks. i folkeoplysningskredse.

KAPITEL II. MATEMATIKS OG FYSIKS STILLING I FOLKESKOLEN

II.1

Matematik i folkeskolen i dag, 1.

- problemer vedrørende motivation, eleverfaringsbaggrund etc.

Ole Haahr

Den skolelov, som er gældende, og som endnu ikke er ændret af den nye regering, blev vedtaget i 1975 efter et politisk forlig mellem undervisningsminister Ritt Bjerregård og Tove Nielsen fra Venstre.

Som man måske husker, var forhandlingsgrundlaget i sidste fase det lovforslag, som Tove Nielsen på Venstres vegne havde udarbejdet i sin tid som undervisningsminister, og det, der indgik i de sidste drøftelser, var bl.a. spørgsmål om

- niveaudeling i de ældste klasser,
- karaktergivning og
- de afsluttende prøver.

Ritt Bjerregård repræsenterede det samme skolesyn som Knud Heinesen i det lovforslag, som han fremsatte i begyndelsen af 70'erne. Her foreslås, at folkeskolen skal være en enhedsskole, den skal ikke være nogen sorteringsskole efter fremtidigt erhvervsvalg, og derfor skal folkeskolen afsluttes uden prøver, og eleverne skal ikke bedømmes ved hjælp af karakterer.

Tove Nielsen gik ind for en struktur med niveaudeling og med forskelligt indhold i undervisningen på niveauholdene, og hun gik også ind for karaktergivning langt ned i skolesystemet.

Kompromiset blev en skolestruktur uden kursusdeling i dansk, samtidsorientering og idræt, og kursusdeling i sprog, regning/matematik og fysik/kemi som den generelle ordning, og undtagelsen blev den i § 8, stk. 3 beskrevne mulighed for undladelse af kursusdeling.

I skoleloven fortsætter man de decentraliseringstanker, som man tidligere havde været inde på i forbindelse med en ændring af skolestyrelsesloven, og loven indledes jo også med at fastslå, at folkeskolen er den kommunale skole, der tilby-

der undervisning, - og i formålsparagraffen, hvor man iøvrigt ikke har anvendt ordet formål, indledes der med: "Det er folkeskolens opgave i samarbejde med forældrene at give eleverne mulighed for at tilegne sig kundskaber, færdigheder, arbejdsmetoder og udtryksformer, som medvirker til den enkelte elevs udvikling".

Faget regning/matematik er nævnt følgende steder i skoleloven:

I § 4 kan læses, at faget er et obligatorisk fag i den 9-årige grundskole, og i langt de fleste af landets kommuner undervises i 4 timer pr. uge. I klasser med et lavt elevtal har man i enkelte kommuner reduceret det ugentlige timetal til 3.

§ 7 indeholder bestemmelserne om undervisningen i 10. klasse; og regning/matematik tilhører gruppen af tilbudsfag, som skolen skal tilbyde, og eleverne kan fravælge. Endnu har jeg ikke på mine skolebesøg mødt en eneste elev, som har fravalgt regning/matematik, selv de mest skoletrætte hänger på.

§ 8 omhandler den førnævnte kursusdeling, og i § 12 findes bestemmelserne om de afsluttende prøver, som jeg vil vende tilbage til.

Med hensyn til ikke-kursusdeling viser en statistik udarbejdet i direktoratet for dette skoleår, at der i 713 af landets skoler med overbygning, hvoraf der findes knap 1200, er sammenholdte klasser på 8.-9. klassetrin i et eller flere fag fordelt på følgende måde:

	8. klasse	9. klasse
Regning/matematik	428	321
Engelsk	419	345
Tysk	414	356
Fysik/kemi	-	573

Den procentvise fordeling af eleverne er:

	8. klasse	9. klasse
Grundkursus	19,9%	21,0%
Udvidet kursus	48,7%	52,1%
Ikke-kursusdeling	31,5%	26,9%

Som det kan ses, undervises godt 30% af landets elever i 8. klasse efter enhedsskoletanken.

Skoleloven fastsætter som nævnt en decentral skoleordning i langt højere grad, end vi tidligere har kendt. Således blev det bestemt, at der for hver skole skal udarbejdes en undervisningsplan, som bl.a. skal indeholde en beskrivelse af undervisningsindhold i de enkelte fag og af det samlede timetal på hvert klassetrin.

Direktoratet for folkeskolen og seminarier har som konsekvens af decentraliseringen kun kunnet udsende vejledende forslag til læseplan og undervisningsvejledning og vejledende timefor-

delingsplaner. Der er ikke mange muligheder for direkte styring, kun er det bestemt, at i de fag hvor eleverne kan indstille sig til de afsluttende prøver, skal undervisningens indhold fastlægges således, at kravene i de enkelte fag ved prøverne kan opfyldes.

Fagets formål

Formålet med undervisningen er, at eleverne tilegner sig grundlæggende matematiske begreber og indsigt i udvalgte områder inden for faget.

Stk. 2. Undervisningen skal sigte imod, at eleverne erkender fagets rolle som beskrivelsesmiddel og den særlige stilling, som ræsonnementer har i faget. Eleverne skal opnå fortrolighed med, hvordan fagets begrebsområder opbygges.

Stk. 3. Det skal tilstræbes, at eleverne tilegner sig arbejdsmetoder, der kan sætte dem i stand til såvel på egen hånd som i samarbejde dels at erkende, formulere og løse problemer, dels at skaffe sig viden.

Stk. 4. Undervisningen skal medvirke til, at eleverne opnår færdighed i at bruge faget som beskrivelsesmiddel og øvelse i at løse praktiske problemer.

De grundlæggende matematiske begreber, der er nævnt i stk. 1, er beskrevet i den vejledende læseplan. Denne læseplan er en rammeplan og beskriver således ikke, hvad der skal nås på de enkelte klassetrin, men beskriver, hvad der skal arbejdes med i perioder af skoleforløbet, nemlig:

- 1.-2. skoleår,
- 3.-5. skoleår,
- 6.-7. skoleår.
- 8.-9. skoleår, grundkursus og udvidet kursus,
- 10. skoleår, grundkursus og udvidet kursus.

I stk. 2 tales der om at erkende fagets rolle som beskrivelsesmiddel. Det vil sige, at undervisningen skal tilrettelægges således, at eleverne kommer til at beskrive fænomener i deres omverden ved brug af matematik. Dvs. at de efter omstændighederne skal anvende tal, tegninger og modeller, når de kommunikerer med hinanden for derved at kunne opnå erkendelse af faget som beskrivelsesmiddel. Der tales også om ræsonnementernes stilling i faget. Arbejdet hermed strækker sig fra 1. klasse til eleverne på de ældste klassetrin, hvor man kan følge en klassisk matematisk argumentation.

Stk. 3 handler om elevernes arbejdsmetoder. Eleverne skal lære at erkende, formulere og løse problemer dels på egen hånd dels i samarbejde.

Stk. 4 behandler målet for elevernes brug af faget som beskrivelsesmiddel og til problemløsning.

Undervisningens indhold

Indholdet af undervisningen i regning/matematik vælges for al-

le skolens klassetrin fra områderne: 1) tal og algebra, 2) geometri, 3) statistik og sandsynlighedsregning. Der skal inden for disse hovedområder undervises således, at disse ikke kommer til at stå som adskilte discipliner; de skal belyse og støtte hinanden således, at talbegrebet kommer til at stå som det centrale. Der skal ved siden af mere øvelsesprægede opgaver også arbejdes med problemstillinger, der ikke har rutinemæssig karakter.

Det betyder, at vi i undervisningen ikke altid skal arbejde med opgaver, der styrer lige frem mod et resultat - et *facticum*; der skal også arbejdes med opgaver - med problemstillinger af mere åben karakter, dvs. opgaver som kan løses på forskellig vis og på forskellige niveauer. Eleverne må i sådanne situationer selv vælge den fremgangsmåde, de anser for bedst, og resultaterne kan blive forskellige, alt efter hvilken strategi, der er valgt. Sådanne opgavetyper stiller i højere grad krav op parathed over for problemløsning fremfor færdighedspræget faglig viden.

Undervisningens tilrettelæggelse

I tilknytning til den vejledende læseplan er der som sagt udsendt en undervisningsvejledning. I kapitlet om undervisningens tilrettelæggelse redegøres for begrebstilegnelse og den spirale organisering af undervisningen. Det fremhæves, at der ved undervisningens tilrettelæggelse og udførelse må tages hensyn til det enkelte barns udvikling. Det vil sige hensyn, som ikke primært er fagligt begrundet.

Kun ved en systematisk planlægning af begrebsdannelserne op gennem klassetrinnene vil der blive tid til en hensigtsmæssig behandling. Med støtte i psykologiske hypoteser om barnets udvikling og byggende på læreres erfaringer, kan barnets udvikling med hensyn til indlæringsprocessen groft beskrives ved følgende tre faser:

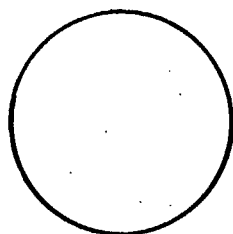
I de første skoleår præges elevens beskæftigelse med faget af tilegnelse og brug af begreber og af tilhørende ord og symboler i tilknytning til situationer, som er meningsfyldte for eleven.

I de midterste skoleår præges elevens beskæftigelse med faget af voksende præcisering og systematisering i forbindelse med den fortsatte brug af den stedse mere udvidede begrebskreds.

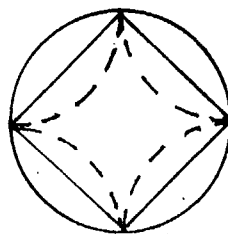
I de senere skoleår præges elevens faglige arbejde stedse dyberegående af enkeltræsonnementer og slutningskæder i forbindelse med den fortsatte brug af fagets begreber og den fortsatte præcisering og systematisering inden for den tilegnede begrebskreds.

Meningsfyldte situationer for eleverne kan skabes på mange måder, dels ved at tage udgangspunkt i situationer fra elevernes dagligdag, dels ved at anvende konkrete materialer. Det kan være klodser, sømbræt, men det kan også være papir i forskellige former.

Her er et cirkelformet papir fra fysiklokalet (1). Kan dette papir foldes, således at der fremkommer et kvadrat (2)?



(1)



(2)

Kan papiret foldes, således at der fremkommer forskellige kvadrater?

Hvad er forholdet mellem arealerne af disse kvadrater?

Hvorledes beregnes dette forhold?

Kan man folde en ligesidet trekant af et cirkelformet papir?

Folkeskolens afsluttende prøver

Lad mig slutte med at vise et par eksempler fra de afsluttende prøver, som har følgende formål:

"Folkeskolens afsluttende prøver har til formål at give eleverne mulighed for at opnå en kontrolleret bedømmelse af, i hvilket omfang de har tilegnet sig kundskaber, færdigheder, arbejdsmetoder og udtryksformer, der er opstillet som mål for undervisningen og som krav ved prøven i det pågældende fag. Prøverne skal i videst muligt omfang afspejle det daglige arbejde i undervisningen."

Det er ikke obligatorisk at deltage i disse prøver. Eleverne tilmelder sig i stort tal, kun 1-2% af den samlede elevflokk har hvert år ikke ønsket at deltage.

Folkeskolens afgangsprøve er to-delt: 1. færdighedsregning på 1 time, 2. problemregning på 4 timer. Efter 10. klasse på udvidet kursus kan eleverne melde sig til den udvidede afgangsprøve, hvis skriftlige del er på 8 timer, ikke på en dag, men på 2 dage à 4 timer, og hertil kommer yderligere en mundtlig eksamination.

Undervisningsministeriet har udsendt en vejledning til alle lærere om de skriftlige prøver, og her har man skrevet, at det er vigtigt: "at eleverne også oplever faget regning/matematik som et fag, der ikke er låst fast i bestemte metoder og udtryksformer. De skriftlige prøver vil derfor blive udformet på en sådan måde, at man bliver i stand til at vurdere den del af fagets formål, der går ud over elevernes formelle kundskaber og færdigheder, og således at de giver eleverne mulig-

hed for at udtrykke sig mere frit om problemerne i faget og for at vise opfindsomhed og fantasi".

De viste opgaver er fra prøven i færdighedsregning (bilag 1), som består af 50 opgaver, der skal regnes uden brug af lommeregner. Som det ses, er der opgaver inden for de tre hovedområder: tal og algebra, geometri, og statistik og sandsynlighedsregning.

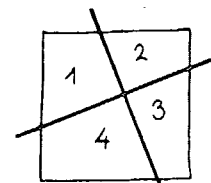
Fra prøven i problemregning, hvor eleverne må medbringe matematiske tabeller og lommeregner, vises et eksempel på en opgave af ikke rutinemæssig karakter:

Gennem et kvadrat tegnes to linjer.

Det største antal områder kvadratet herved kan deles i er 4 (figur 1), og det mindste antal er 3 (figur 2).

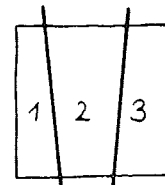
Tegn to kvadrater og vis det største og det mindste antal områder, som kan fremkomme, hvis man tegner tre linjer.

Tegn igen to kvadrater og vis det største og det mindste antal områder, som kan fremkomme, hvis man tegner fire linjer.



figur 1

Største antal: 4



figur 2

Mindste antal: 3

og endelig en opgave, hvor eleverne skal tage selvstændig stilling til et forelagt problem (sidste spørgsmål):

BUDGET

Indtægter

46%	Indkomstskat 2.066 mill. kr. Udskrivningsprocenten er 7,1.
10%	Ejendomsskat 446 mill. kr. Grundskyldspromillen er fastsat af Folketinget til 15.
22%	Bløttliskud Tilskud fra staten på 1.000 mill. kr.
22%	Øvrige indtægter Resten af indtægterne fordeler sig på mange mindre poster, tilsammen 986 mill. kr. Det er bl.a. driftsindtægter og renter.



En amtskommune udsendte en orientering til borgerne med blandt andet den viste oversigt over det følgende års indtægter.

Tegn et cirkeldiagram, der viser, hvorledes indtægterne fordeler sig. Angiv hvert cirkeludsnits gradtal.

Overvej om billedet til venstre kan misforstås, og begrund dit svar.

Beskæftigelsen
i bygge- og
anlægsvirksomhed
1975-1978

	Nov. 1975	Nov. 1976	Nov. 1977	Nov. 1978
----- 1000 personer -----				
Faglærte	85,6	88,4	88,8	83,8
Lærlinge	15,7	15,7	15,9	17,2
Ikke-faglærte	54,3	57,0	58,8	58,6

20. På hvilket tidspunkt var der beskæftiget 57000 ikke-faglærte? _____
21. Antallet af lærlinge i november 1975 var _____
22. Hvor stor var forskellen mellem antal faglærte og ikke-faglærte i november 1977? _____
23. Hvor mange var i alt beskæftiget i november 1978? _____

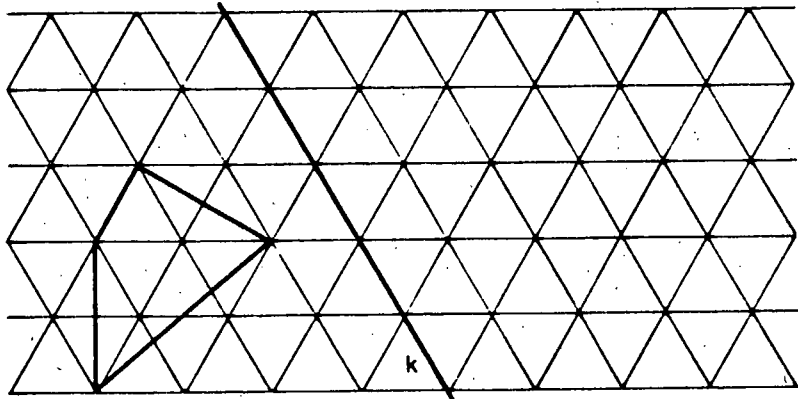
24. $0,4 \cdot 615 =$ _____

26. $8\frac{1}{5} + 3\frac{1}{2} =$ _____

25. $31,6 : 20 =$ _____

27. $14 - 8\frac{3}{4} =$ _____

28. Tegn firkantens spejlbillede ved en spejling i linjen k.



Omskriv til decimaltal

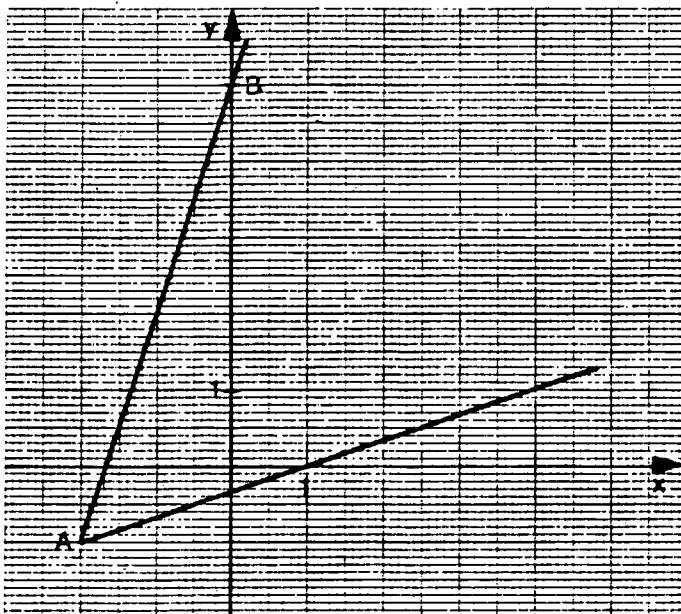
29. $7\frac{1}{4} =$ _____

Omskriv til procent

31. $0,85 =$ _____ %

30. $\frac{9}{2} =$ _____

32. $\frac{3}{10} =$ _____ %



Angiv koordinatsættene til A og B.

33. A (,)

34. B (,)

35. Angiv koordinatsættet til et af de punkter, der ligger lige langt fra $\angle A$'s ben:

(,)

II.2

Matematik i folkeskolen i dag, 2.

- problemer vedrørende motivation, eleverfaringsbaggrund etc.

Tage Werner

Skolens opgaver

Med lov om folkeskolen af 1975 - og de dermed følgende bekendtgørelser og undervisningsvejledninger - er faget regning/matematik et obligatorisk fag med fire lektioner pr. uge for enhver elev fra første til niende klasse. Dette blev besluttet efter et længerevarende kommissionsarbejde, som byggede på en folketingsbeslutning af 1969 - det såkaldte "nipunktsprogram" - hvor det i punkt 1 anføres, at skolens fagkreds og normaltidsplan bør underkastes en fordomsfri revision.

For en forståelse af, hvad tankerne er bag dette valg - at lade matematik være for alle elever i hele skoleløbet - er det naturligvis nyttigt at besidde en solid indsigt dels i faget matematik og dels i pædagogisk tænkning.

Faget matematik har en imponerende lang historie, og de mange landvindinger og dybdegravninger, som er foretaget i vores århundrede, er sket i sammenhæng med tidligere generationers indsats. En tilsvarende status har forestillinger om undervisning og opdragelse. Der er dog den lille forskel i personers forhold til matematik og til pædagogik, at langt de fleste har stor respekt for at udtale sig vægtigt eller dybsindigt om matematik.

Gennem tiden har der i vores vesterlandske kultur været bygget skoler på en række forskellige grundidéer. Her skal kort og groft nævnes tre af sådanne opfattelser. Den ene er, at skolen handler om formidling af viden, kundskaber, færdigheder og deslige. Den anden er, at skolens opgave hovedsageligt angår opdragelse, overlevering af kultur og selvforståelse som socialt væsen. Den tredje anser skolens hovedformål for at være det enkelte individs udvikling som menneske.

Disse tre opfattelser af skolens opgave er anført her, fordi netop de klart indgår i den nuværende folkeskolelov, og matematikundervisningen i skolen i dag kan dermed kun forstås gennem en relatering til dem alle tre. De fremgår allerede af selve skolelovens formålsparagraf. Spørger man, om skolen bør være kundskabsmeddelende, er svaret ja. Men lægges der da ikke særlig vægt på det personlighedsudviklende? Svaret er igen et ja. I lovens paragraf 2 ses, hvorledes dette på dansk snedig vis er udtrykt:

"Folkeskolens opgave er i samarbejde med forældrene at give eleverne mulighed for at tilegne sig kundskaber, færdigheder, arbejdsmetoder og udtryksformer, som medvirker til den enkelte elevs alsidige udvikling".

Dybere drivkræfter bag skolens opgaver er der derimod ikke i

dag nogen fælles dansk enighed om. Comenius havde en overbevisning om sjæl og Vorherre bag sine krav om, at "i skolerne bør alle undervises i alt", og Dewey havde nøglebegreber om "liv", "vækst" og "demokrati" bag sin pædagogik. Tilsvarende klart udtalte samlende værdigrundlag findes ikke for folkeskolen i dag.

Faget i et samfund med forandringer

At matematikundervisningen i skolen skal tilgodese de angivne ønsker og være "for alle", stiller en række udfordringer til læreren. Han må være lydhør over for, at tanker og ræsonnementer kan være udtrykt i vidt forskellige former og dog rumme acceptable pointer. At den "lyttende" eller "samtalende" lærerfunktion er lige så nødvendig som den "forklarende", "meddelende" eller "direkte formidlende". Når børn for eksempel omtaler ulige tal som "sådan en vinge", "rutebiltal" eller "hvertandet-tal", så udtrykker de dermed noget om deres erfaringer og forståelse af tallene, som ikke bør forbigå deres lærers opmærksomhed.

Der består imidlertid en særlig og stor vanskelighed i, at mangt og meget i samfundet i dag ændres så utroligt hurtigt. De fleste pædagogiske forestillinger og rutiner er opstået i andre tider, og indholdet i mange af de ord, som vi benytter i forbindelse med undervisning, har for de fleste stadig rod i oprindelige betydninger, som måske i dag er meningsløse eller i det mindste u hensigtsmæssige.

Ord som "arbejde", "flid" og "fritid" kunne vel fortjene dybere overvejelser i forbindelse med undervisning. I skolen indpodes der med mange små virkemidler visse ældre forestillinger om dem. En elev roses, når han har gjort sit hjemmearbejde, og dadles, når han sidder og leger med sit elektroniske spil. Imellem de enkelte lektioner ligger små tidsintervaller, som hedder "frikvarterer". Når skoledagen er slut, "slipper man" eller "har man fri".

En særlig vanskelighed for skolen i forbindelse med de hastige ændringer i samfundet er, at der samtidig sker store forandringer i arten af de oplevelser, som eleverne har i deres dagligdag.

Nogle oplevelser gøres umiddelbart og direkte i virkelighedssituationer, som man selv er part i, og hvor ens handlinger har konsekvenser. Andre oplevelser fås ved læsning af bøger, betragtning af fjernsyn eller gennem andre medier. Der er en vis forskel på i virkeligheden at trække en løve i halen og at ligge på maven og læse Tarzanbøger.

For nogle har det at spænde en hest for en radrenser, at betragte astronomiske fænomener, at betjene en mikrobølgeovn eller at sidde arbejdsløs på et stykke stenbro været en direkte oplevet virkelighed, og for andre har det været situationer, som de har hørt eller læst om.

De traditioner, som undervisningen i dag følger, har for en stor del fundet deres former i tider, hvor elevernes dagligdags oplevelser i almindelighed var væsentlig forskellige fra, hvad de er i dag. Og dermed kravene til skolens bidrag af oplevelser lige så forskellige. Derfor er omhyggelige overvejelser af traditionernes nutidige relevans højst påkrævet.

En personlig (grov) vurdering

Som spillets regler er for folkeskolen, foregår der meget forskelligt i matematikundervisningen, og et klart billede med hensyn til alle skolens virkninger vil være særdeles vanskeligt at tegne. Jeg vil dog her til slut vove et par personlige betragtninger over tingenes nuværende tilstand, således som de ser ud gennem mit private filter.

Det forekommer mig, at matematikundervisningen i en bred udstrækning på de mellemste klassetrin lever glimrende op til intentionerne i skoleloven og lokale læseplaner. Se til eksempel den elevgejst, som fremgik af matematiklærerforeningens jubilæumsudstilling, som sidste år rejste landet rundt.

Et godt, gammelt princip i forbindelse med indlæring er, at den lærende bør være passende bevidst om, hvad han har lært, samt have en rimelig holdbar struktur på det lærte. Det bekymrer mig her noget (noget nostalgisk?), at der på de ældste klassetrin kun sjældne steder træffes klasser, som har dannet sig sammenhængende systematiseringer af de mange udmærkede aktiviteter, som de foretog på tidligere klassetrin.

Angående de problemer, som jeg har skitseret i det foregående, mener jeg, at flertallet af matematiklærerne er så bundne af at leve op til de nu næsten ti år gamle undervisningsvejledninger, at de ikke har overskud til at forholde sig professionelt til de mere aktuelle problemer, selv om de klart giver udtryk for, at de føler dem inde på livet.

En slutbemærkning

I stedet for at fremhæve skolens ansvar over for at sætte eleverne i stand til at deltage med en rimelig indsigt i et demokratisk samfund, hvori en voksende teknologi øger risikoen for ekspertvælde, har jeg valgt at lægge vægt på skolens ansvar for, at eleverne modnes til mennesker, med brede og sunde interesser og solid dømmekraft, som angår noget mere end beslutninger om magt og økonomi.

Selv om jeg mener, at enhver har nytte og fornøjelse af at kunne opleve sig som et fornuftigt og rationelt tænkende væsen, så afstår jeg dog fra at tro, at en såkaldt "naturvidenskabelig oplysthed" skulle kunne have en speciel gennemgribende betydning for den enkelte persons menneskeværdige liv og lykke - inklusive hans medbestemmelse om verdens gang.

Jeg vil håbe, at folkeskolens matematikundervisning nu og i den nærmeste fremtid kan medvirke til, at den kommende generations "arbejdsløse" ikke er ørkesløse, samt at kommende "eksperter" vil være i stand til også at samtale med en bred del af befolkningen.

II.3

Fysik/kemi i folkeskolen i dag, 1.

- problemer vedrørende motivation, eleverfaringsbaggrund etc.

Poul Sørensen

Blandt folkeskolelærere er det en kendt sag, at alle mener, at de kender skolen, altså folkeskolen! Jo, for vi har jo alle selv gået i den, eller vore børn går jo i den, så det er da rimeligt, at vi tror, vi kender den.

Folkeskolens lærere ved også, at det billede, som de fleste voksne har af livet i folkeskolens dagligdag, er stærkt fortegnet, præget af beskuerens egne skoleerindringer.

Et lille eksempel, givet med al respekt for planlæggerne af dette seminar. I det første oplæg til seminaret tales der om et fag, der hedder "naturlære". Det er mange år siden dette blev forladt. Det hedder forresten heller ikke "fysik" i folkeskolen. Nej det omfatter både fysik og kemi og hedder FYSIK/KEMI!

Med den nye skolelovs ikrafttræden i 1976 skete der afgørende ændringer for faget fysik/kemi.

Tidligere havde man som udgangspunkt for arbejdet en temmelig omfangsrig emneliste, der ikke gav store muligheder for variation, og som lagde meget stor vægt på lærerdemonstrationsforsøg. Det medførte på grund af dårlige lokale- og apparaturbetingelser, at meget af undervisningen var "kridt-fysik".

I den nye formålsformulering siges det klart, at der er tale om "udvalgte områder" inden for fagene (fysik og kemi). Dernæst nævnes fagene som et middel til beskrivelse og forståelse af vort univers. Og endelig fremhæves kendskab til naturvidenskabelig arbejdsmetode og elevernes selvstændige eksperimenterende arbejde som en vigtig og nødvendig del af undervisningen.

Som noget nyt siger formålets stk. 4 noget om naturvidenskabernes betydning for samfundsudviklingen.

Vi fik også i 1976 en egentlig undervisningsvejledning for faget. Den giver på overskuelig måde fagets lærere mulighed for at få overblik over formål, mål og indhold. Desuden gives der i vejledningen anvisning på tilrettelæggelse og gennemførelse af undervisningen.

Der har siden 1976 været en stærk udvikling inden for faget fysik/kemi, og denne har styrket fagets eksperimenterende karakter særdeles meget, især med vægten lagt på eleveksperimenter. Situationen er ikke lige god alle steder. Det beror på mange ting. For det første er udviklingen afhængig af lokalerne og deres indretning. Mange halvgamle lokaler fra 50'erne og 60'erne giver ingen eller kun dårlige muligheder for elevernes selvstændige, eksperimenterende arbejde.

Forsøgsudstyret er også af stor betydning for muligheder-

ne, og på dette område er man i det store og hele godt med.

Endelig afhænger fagets situation af lærerforudsætninger. Det kan let konstateres, at der er mangel på fuldt uddannede lærere til faget. Mange af fagets timer læses af lærere med baggrund i studentereksamen eller tilsvarende, i mange tilfælde fordi timerne jo skal læses af nogen.

Faget og dets situation afhænger også af elevernes forudsætninger, og dermed kan jeg bevæge mig ind på problemerne om motivation mv.

Før i tiden blev læreren i fysik/kemi ofte opfattet som noget af en troldmand, når han udførte de forsøg, der af mange børn blev opfattet som små undere.

Sådan er det bestemt ikke mere. Gennem bøger, tidsskrifter, radio og vel især TV bliver vore børn i dag overøst med viden om tekniske og videnskabelige emner, og hvis vi i skolen forstår at udnytte denne situation, vil det være meget lettere at motivere eleverne til arbejdet med faget. Ganske vist er vore børn nok mere blaserte, fordi de bliver udsat for den meget massive påvirkning gennem medierne, men hvis vor undervisning tager udgangspunkt i børnenes dagligdag og deres egne erfaringer, er det faktisk let at etablere eksperimentelle arbejdssituationer, som kan engagere eleverne. Forresten er det også sådan, at den "frygt" for de tekniske vidundere, som vi alle kender fra den voksne verden, egentlig ikke er til stede blandt børnene. Dette ses ganske klart i børnenes omgang med datamater og lignende.

Rundt omkring i landet arbejder engagerede og erfarne lærere fortsat med fagets udvikling. Det giver sig f.eks. udtryk i de forskellige forsøgsaktiviteter, der støttes bl.a. af folkeskolens forsøgsråd.

En særlig gren af dette arbejde fortjener omtale i denne sammenhæng. Jeg tænker her på forsøgene med at inddrage emner fra faget fysik/kemi i undervisningen på yngre klassetrin. Der har allerede været foranstaltet flere forsøg med gode erfaringer, som er beskrevet i rapporter til forsøgsrådet.

Jeg mener dog, at det endnu er for tidligt at drage konklusioner med konsekvenser for fagets fremtid. Det vil være gavnligt for udviklingen, om der kan skaffes mulighed for flere forsøg på dette område.

Til slut skal jeg tillade mig at omtale en frygt for fagets videre udvikling.

De begrænsninger, der ligger i nedskæringer og besparelser, som i øjeblikket foregår på næsten alle samfundsplaner, kan i høj grad bremse den udvikling, der, så vidt jeg kan se, er vigtig og nødvendig, hvis vi i Danmark skal bevare vor status med et højt uddannelses- og videnniveau i hele befolkningen.

Set i lyset af den stærke teknologiske udvikling, er faget fysik/kemi en absolut nødvendighed.

Bilag a.

<u>Fagets placering:</u>	7. klasse	obligatorisk	2 t/uge
	8. klasse	obligatorisk	2 t/uge
	9. klasse	obligatorisk	2 t/uge kursusdelt
	10. klasse	tilbudsfag	2 t/uge kursusdelt

Tilbudsfag skal tilbydes eleverne, valgfag kan tilbydes eleverne.

I 9. kl. er læseplan for grundkursus indeholdt i læseplan for udvidet kursus.

I 10. kl. er læseplan for grundkursus ikke indeholdt i læseplan for udvidet kursus.

Folkeskolens afsluttende prøver:

Folkeskolens afgangsprøve efter 9. kl. og efter 10. kl.

Folkeskolens udvidede afgangsprøve efter udvidet kursus i 10. kl.

II. 3

Bilag b.

Formålet med undervisningen

(Undervisningsministeriets bekendtgørelse af 24. september 1975 om formålet med undervisningen i folkeskolens fag, § 16).

»Formålet med undervisningen er, at eleverne tilegner sig nogle grundlæggende fysiske og kemiske begreber og indsigt i udvalgte områder inden for fagene.

Stk. 2. Undervisningen skal sigte imod, at eleverne får forståelse af fagets betydning ved beskrivelsen af vort univers, og at eleverne opnår fortrolighed med, hvordan fagets 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.

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

Undervisningens indhold

Indholdet i undervisningen i fysik hentes fra følgende hovedområder: 1) elektricitet og magnetisme, 2) stofopbygning og stofegenskaber, 3) bevægelse, 4) atom- og kernefysik, 5) svingninger og bølger. Under arbejdet med disse hovedområder skal der, hvor der er anledning dertil gives en elementær behandling af energi, således at eleverne får mulighed for at opleve sammenhængen i faget.

I kemi er hovedområderne: 1) stoffernes opbygning og egenskaber, 2) stoffernes omdannelse til andre stoffer.

Ved arbejdet med de faglige hovedområder med tilhørende grundlæggende begreber lægges der vægt på, at eleverne får forståelse af begrebet *en model* og erfarer, hvorledes modeller anvendes i beskrivelsen af naturen.

Den eksperimentelle side af fagene skal indgå som en vigtig og nødvendig del i undervisningen.

7. klassetrin

I undervisningen indgår hovedområdet *elektricitet og magnetisme*. Der arbejdes med elektriske kredsløb, og herunder »opstilles« en model for den elektriske strøm. Gennem behandlingen af strømstyrke, spændingsforskel og resistans til-

stræbes, at eleverne erkender de kvalitative sammenhænge mellem disse begreber. Eventuelt behandles den lovmæssige sammenhæng mellem spænding, strøm og resistans. Endvidere arbejdes der med elektrostatik med hovedvægten lagt på elektriske ladninger samt vekselvirkning mellem elektrisk ladede legemer.

Desuden indgår hovedområdet *stofopbygning og stofegenskaber*. Der arbejdes med begreberne: masse, kraft, atmosfærisk lufts tryk. Endvidere behandles Brownske bevægelser, temperatur og udvidelse ved opvarmning. Det tilstræbes, at eleverne får en begyndende indsigt i modelforestillinger om stoffets opbygning. I denne undervisning kan tilstandsformer og tilstandsændringer indgå.

8. klassetrin

I fysik arbejdes der med hovedområdet *bevægelse*. Herunder behandles begreberne: jævn bevægelse, ujævn bevægelse, inerti, hastighed, acceleration. Det tilstræbes, at eleverne erkender den kvalitative sammenhæng mellem kraft, masse og acceleration. Den lovmæssige sammenhæng (Newtons 2. lov) kan medtages. I undervisningen indgår en kvalitativ behandling af energi, og begreberne kinetisk energi, potentiel energi, indre energi indføres. Endvidere kan eksempelvis raketprincipet og satellitter inddrages i undervisningen.

I kemi behandles partikelbegrebet, hvorved modelforestillinger om stoffets opbygning uddybes. Det kemiske tegnsprog indføres under arbejdet med atomer og molekyler.

Stofegenskaber belyses gennem arbejde med følgende emner: tilstandsformer og tilstandsændringer, rene stoffer og blandinger, adskillelse af blandinger. Herunder kan for eksempel indgå destillation, krystallisation, chromatografi, karakteristiske egenskaber ved faste stoffer. I undervisningen indgår luftens og vandets bestanddele. Herunder arbejdes med forbrænding, ånding og fotosyntese.

Undervisningen omfatter endvidere sure og basiske stoffer samt metaller og metaloxider.

9. klassetrin

Grundkursus

I fysik arbejdes videre med hovedområdet *elektricitet og magnetisme* gennem behandling af følgende emner: magnetisme, elektromagnetisme, induktion, vekselstrøm, transformation, elektrisk energioverførsel. Hovedområdet *atom- og kernefysik* indgår i undervisningen gennem arbejdet med modelforestillinger om atomets og kernens opbygning, herunder omtales kerneenergi og strålingsfare.

I kemi behandles ioner, ionforbindelser (salte), syrer og baser. Heri indgår arbejdet med det periodiske system, ædelgasregelen, elektrolyse af smeltede salte og saltopløsninger.

Udvidet kursus

I fysik arbejdes videre med hovedområdet *elektricitet og magnetisme* gennem behandling af følgende emner: magnetisme, elektromagnetisme, induktion, vekselstrøm, transformation, elektrisk energioverførsel. Gennem eksempler på energiomsætninger tilstræbes det, at eleverne opnår sikkerhed i beregninger med standardiserede måleenheder.

Hovedområdet *atom- og kernefysik* indgår i undervisningen gennem arbejde med modelforestillinger om atomets og atomkernens opbygning, herunder omtales kerneenergi og strålingsfare.

I kemi behandles ioner, ionforbindelser (salte), syrer og baser. Heri indgår arbejde med det periodiske system, ædelgasregelen, elektrolyse af smeltede salte og saltopløsninger.

I undervisningen kan endvidere indgå arbejde med bindinger i simple molekyler, elektronprikformler, konstitutionsformler og andre molekylmodeller.

10. klassetrin

Grundkursus

I fysik arbejdes med hovedområdet *elektricitet og magnetisme*. Hovedvægten lægges på den praktiske anvendelse.

Der arbejdes videre med hovedområdet *atom- og kernefysik* gennem behandling af ioniserende stråling samt atomkernernes opbygning og omdannelse.

I undervisningen kan endvidere indgå hovedområdet *svingninger og bølger* med hovedvægten lagt på praktiske eksempler fra lyd- og lyslære.

I kemi lægges vægten på emner fra dens anvendelse, både i hjemmet og i erhvervene.

Udvidet kursus

I fysik arbejdes med hovedområdet *svingninger og bølger* gennem behandling af følgende emner: frekvens, resonans, bølglængde, interferens, stående bølger, lydølger, elementær behandling af lysets natur.

I hovedområdet *atom- og kernefysik* arbejdes med grundstoffernes periodiske system, ioniserende stråling (alfa-, beta-, gamma- og røntgenstråling), atomkernernes opbygning og omdannelse.

I kemi behandles det periodiske system, herunder arbejdes med bindinger og molekylmodeller.

Energiomsætninger behandles ud fra princippet om energiens bevarelse.

II.4

Fysik/kemi i folkeskolen i dag, 2.

- problemer vedrørende motivation, eleverfaringsbaggrund etc.
- bidrag til statusopgørelse for faget fysik i folkeskolen, forår 1983.

Carl Jørgen Veje

UNDERVISNINGSVEJLEDNING OG EMNELISTE (LÆSEPLAN)

Ved udarbejdelsen af undervisningsvejledning for fysik i forbindelse med den nye folkeskolelov af 26/6-75 var det et mål at få løst op for en meget stiv og detaljeret emneliste, og at få lagt større vægt på arbejdsmetoder og færdigheder - samt - ikke mindst - at give en mere detaljeret beskrivelse af fagets rolle, og en argumentation for de valg, der blev foretaget.

Mens den vejledning, der knyttede sig til den forrige skolelov, kun havde en beskrivelse på cirka en side om formål, indhold og omfang forud for emnelisten, rummer undervisningsvejledningen af 15/6-76 fireogfyrre sider tekst inden emnelisten. Disse sider er skrevet af "fagudvalget for regning, matematik og naturlære", hvis formand var realskoleleder Bent Christensen Dahlsgaard.

I hele sit arbejde var udvalget meget åbent - i modsætning til hvad der havde været tilfældet tidligere. Man holdt talrige møder med bl.a. repræsentanter for Danmarks Fysik- og kemilærerforening og for Danmarks Lærerhøjskole og modtog meget skriftligt materiale herfra. Også gymnasiets fysik- og kemilærere blev bedt om at bidrage, men valgte stort set at afstå fra at komme med kommentarer.

I arbejdet, som strakte sig over flere år, viste der sig en række modstående holdninger m.h.t. undervisningsmetoder og fagindhold. En af fagudvalgets fortjenester var at udnytte det indkomne materiale på en sådan måde, at der kom en stort set sammenhængende og letlæselig undervisningsvejledning ud af det. Helt kan vejledningen dog ikke siges fri for indre modsigelser.

Folkeskolens formål

Overordnet for fysik- og kemiundervisningen er folkeskolens formålparagraf. Vi lægger her mærke til, at mens der i den gamle folkeskolelov tales om at give eleverne "nyttige kundskaber", nævnes i den nye lov "kundskaber, færdigheder, arbejdsmetoder og udtryksformer" på lige fod, og mens man før talte om at "fremme og udvikle børnenes anlæg og evner" og om at "styrke børnenes karakter" nævnes nu ikke blot "den enkelte elevs alsidige udvikling", men også, at "folkeskolen må i hele sit arbejde søge at skabe sådanne muligheder for oplevelse og selvvirksomhed, at eleven kan øge sin lyst til at lære, udfolde sin fantasi og opøve sin evne til selvstændig vurdering og stillingtagen".

Man kan betragte sådanne ord som blot "Bragesnak", som skal stå i indledningen af en lov, og som ikke har nogen reel betydning. En sådan holdning er der imidlertid ikke meget belæg for.

Udformningen af formålsparagraffen, og den politiske diskussion i forbindelse hermed, havde tydelig indflydelse, også på den undervisningsvejledning i fysik/kemi, som blev resultatet af fagudvalgets arbejde. Og i den aktuelle pædagogiske diskussion af faget fysik - f.eks. i forbindelse med forsøgsundervisningsprojekter - henvises i argumentationen jævnligt til den almene formålsparagraf for folkeskolen.

Undervisningsvejledningen

Denne tager sit udgangspunkt i folkeskolens formålsparagraf og taler i den forbindelse om fagenes (dvs. fysik og kemi)'s rolle som beskrivelsesmidler, om naturvidenskabelig arbejdsmetode, om naturvidenskabelig oplysthed og om problemformulering og problemløsning.

Fagene som beskrivelsesmidler

I omtalen heraf ses tydelige spor efter en "Basic Concept"-tankegang. Bl.a. siges, at det "bliver afgørende, at undervisningen i disse fag samler sig om væsentlige og repræsentative begreber. Disse grundlæggende begreber må vælges således, at sammenhænge mellem fagene og fagenes discipliner træder tydeligt frem. Endvidere må der også vælges sådanne, der ikke blot er anvendelige i fagenes egne problemstillinger, men også i mange situationer, der mødes uden for fagene".

Og et andet sted "... må man ved arbejde med fagene især samle sig om begreber og metoder".

Naturvidenskabelig arbejdsmetode

I forbindelse med omtalen af naturvidenskabelig arbejdsmetode siges udtrykkeligt, at den "under andre betegnelser finder udstrakt anvendelse, overalt hvor mennesker er beskæftiget med problemløsning", og efterfølgende beskrives i mere detalje den vekslende mellem eksperimenteren og ræsoneren, der tænkes på.

Det må nok ses som et forsøg på at afmystificere udtrykket "naturvidenskabelig arbejdsmetode". Erfaringer fra samtaler med lærere har dog vist, at afmystificeringen kun delvis er lykkedes.

Der lægges i undervisningsvejledningen vægt på sociale aspekter ved naturvidenskabelig arbejdsform. Senere siges således om anvendelse af naturvidenskabelig metode som arbejdsform i skolen, at dette "indeholder en række sociale situationer, der er af stor betydning for elevernes holdning, og så til hverdagens problematik", og der nævnes, at man i en fysisk problemstilling "oftest må tage flere svarmuligheder i betragtning, at ideer og forslag hensigtsmæssigt kan vurderes i fællesskab, og at egne påstande må begrundes og andres kritisk efterprøves".

"Naturvidenskabelig oplysthed"

Denne vending er en oversættelse af det amerikanske udtryk "scientific literacy", som kom til Danmark i forbindelse med forsøg med fysik i de yngste klasser. Efter en omtale af den hastige tekniske udvikling siger undervisningsvejledningen bl.a. følgende om naturvidenskabelig oplysthed:

"Skolen må derfor gennem kemi- og fysikundervisningen bidrage til, at enhver kan føle sig som et aktivt led i samfundsudviklingen.

Dette opnås imidlertid ikke ved, at man i fysik- og kemiundervisningen blot meddeler eleverne en vis mængde detailviden. Fagenes indhold som fagenes anvendelse gennem teknisk udstyr ændres væsentligt blot i løbet af et tiår. Man må derfor renoncere på i skolen at give en dækkende beskrivelse af alle fagets grunddiscipliner og i stedet fremhæve metoder og begreber og illustrere dem ved at anvende dem på nogle repræsentative områder. Betydningen af at koncentrere undervisningen om sådanne centrale grundbegreber og grunddiscipliner er tidligere fremhævet.

Som allerede nævnt må man som et element i en sådan oplysthed have den enkeltes oplevelse af en selvstændig stillingtagen til beslutningerne vedrørende samfundsudviklingen i teknologisk forstand. Derfor bliver det mål, som er omtalt i folkeskolens formålsformulering som "at opøve sin evne til selvstændig vurdering og stillingtagen", af afgørende betydning. En ensidig brug af en undervisningsform, som bygger på lektielæsning, overhøring og lejlighedsvis demonstrationsforsøg, kan næppe tjene til fremme af dette mål".

Problemformulering og problemløsning

Herunder siges:

"Det må anses for et hovedmål for fysik- og kemiundervisningen at give eleverne mulighed for ofte at komme i situationer, hvor de på udpræget praktisk og konkret baggrund beskæftiger sig først med problemformulering og dernæst med problemløsning".

Hertil kan knyttes en senere passage, hvori det hedder, at det må

"anses for at være et hovedmål, at den enkelte elev kommer til at indtage en eksperimenterende holdning ved indlevelsen i faglige områder, som er nye for ham".

Afslutningsvis kan det i omtalen af de overordnede betragtninger "Om mål og metode i folkeskolens undervisning i fysik og kemi" nævnes, at mens der i den gamle undervisningsvejledning taltes om et sigte "mod at forberede en del af eleverne

i 1. og 2. realklasse til gymnasieundervisningen", findes en sådan passus ikke i den nye.

Det fremgår tydeligt, at man nu sigter mod den indsigt og de færdigheder, alle elever skal have mulighed for at opnå.

Overordnede fagmål

Vejledningen går nu over til at omtale "overordnede fagmål".

Mens det før om fysikundervisningen hed, at det "er af væsentlig betydning, at de erkendte regler og love gengives og læres nøjagtigt af eleverne", siges nu, at det af undervisningen må "fremgå, at de ideer, tankegange og begreber, man i dag benytter, ikke repræsenterer nogen absolut sandhed, men blot det bedste man for tiden har rådighed over", og at man nok bør "undgå at give undervisningen en alt for afrundet form". Dette siges i forbindelse med, at det nævnes som et vigtigt alment mål at "give den enkelte elev mulighed for at erkende fagenes uafsluttede karakter".

Der siges herudover bl.a. noget om vigtige fysiske erkendelser og om beskrive-kontra forklare-aspekter. Endvidere gøres en del ud af fysikkens brug af modeller. Endelig siges, at undervisningen skal give eleven mulighed for at søge ny viden ved læsning, lytning, samtale og diskussioner og at kunne kommunikere i og om faget, samt at undervisningen også må "give eleverne mulighed for at opnå færdighed i at:

formulere et problem, for eksempel på grundlag af en iagttagen hændelse,
opstille og præcisere hypoteser, det vil sige forslag til løsninger eller forklaringer,
foreslå forsøg til afprøvning af opstillede hypoteser,
gennemføre forsøg og optage data,
ordne og præsentere data på hensigtsmæssig form,
tolke og kritisere data,
foreslå kontrolforsøg til afprøvning af hypoteser, der er fremkommet på grundlag af data fra tidligere forsøg".

De følgende kapitler handler om hovedområder i undervisningen, om undervisningens tilrettelæggelse, og om fagenes placering i folkeskolens undervisning.

Først derefter kommer afsnittet "Fysikundervisningens indhold" med emnelisten. Efter at denne var udarbejdet, udsendtes en lidt ændret version i "vejledende forslag til læseplan" af 18/3 1976, og det er den, der nu skal omtales.

Emnelisten

I emnelisten fra 1960 hed det om den indledende elektricitetslære:

"Det galvaniske element.

Den elektriske strøms varmekvirkning, anvendt f.eks. i glødelampen, strygejernet, varmepladen.

Strømmens magnetiske kvirkning (Ørsteds forsøg) med anvendelse f.eks. i ringeapparatet, telegrafén, telefonen (herunder lidt om lyd) og jævnstrømsmotoren.

Fremstilling af vekselstrøm baseret på simple induktionsforsøg".

Emnelisten fra 1976 siger om det tilsvarende område: "Der arbejdes med elektriske kredsløb, og herunder "opstilles" en model for den elektriske strøm. Gennem behandlingen af strømstyrke, spændingsforskel og resistans tilstræbes, at eleverne erkender de kvalitative sammenhænge mellem disse begreber. Eventuelt behandles den lovmæssige sammenhæng mellem spænding, strøm og resistans. Endvidere arbejdes der med elektrostatik med hovedvægten lagt på elektriske ladninger samt vekselkvirkning mellem elektrisk ladede legemer". Forskellen er klar og ret karakteristisk.

Generelt kan om ændringerne i emnelisten siges, at de mange henvisninger til apparater ("Nogle pumpetyper: Trykpumpen, cykelpumpen, centrifugalpumpen, vandluftpumpen og eventuelt andre".) nu er borte, således at læreren (og lærebogsforfatteren ikke mindst!) selv kan vælge relevante eksempler. Endvidere er der sket en tydelig indskrænkning i antallet af emner, der skal behandles. Dette skete bl.a. ud fra ønsket om at give bedre tid til fordybelse i et mindre antal emner og bedre muligheder for at leve op til de øgede krav til arbejdsmetoder, færdigheder og udtryksformer.

SKOLENS HVERDAG

Ovenfor er nogle intentioner skitseret. Hvordan er det så gået?

Lærebøger

Nogle af de foreliggende lærebøger er næsten lig de gamle. Der er blot ændret lidt i overskrifter m.v. Andre bøger er nyskrevne. Generelt skæmmes bøgerne af en række faglige fejl (ind imellem ganske grove) og et specielt fysiksprog, der gør dem vanskelige at læse for eleven. Der findes kun et enkelt lærebogssystem, der kan siges (næsten) frit for faglige fejl, og som tydeligt lægger op til den øgede elevaktivitet, der var blandt intentionerne med reformen. Til gengæld savner det måske nogle opsummerende afsnit. I hvert fald siges det at være lidt vanskeligt at få samling på, specielt i forbindelse med eksamenslæsning.

Dette lærebogssystem, som er langt det mest brugte, har elevernes laboratoriearbejde som en fuldt integreret del af teksten. Mange lærere føler sig imidlertid for stærkt styret af materialet og magter ikke at forholde sig friere til det, springe over visse passager og forsøg, ændre rækkefølge osv.

Der synes i øjeblikket at være beklagelige tendenser tilbage i retning af anvendelse af bøger, der lægger op til en "snakkende" fysikundervisning med kun lejlighedsvis elevaktiviteter.

Lærerforudsætninger

En undersøgelse i tresserne af, hvilken uddannelse seminariernes fysiklærere havde, viste, at en meget stor brøkdel kun havde ringe faglig uddannelse ud over lærereksamen. Selv om en del af disse lærere forlod faget i forbindelse med en ny læseplan for seminariet med meget stramme, faglige krav til indholdet af fysikundervisningen, var der også mange, der fortsatte. At dette gav anledning til en række problemer, følte man tydeligt, når man kom ud til seminarierne som censor. Det kan heller ikke have været ukompliceret at undervise lærerstuderende, der kom med en ret frisk studentereksamen, hvis ens egen faglige viden ikke var på studentereksamensniveau.

Jeg vil ikke dermed sige, at faglig indsigt er tilstrækkelig baggrund for at undervise i fysik på seminariet, men manglende faglig suverænitet kan give sig sære udslag, og det kan virke meget lidt inspirerende på de studerende, hvis undervisningen foregår efter de sammen gymnasiebøger, som de nylig forlod.

I de senere år har antallet af liniefagsstuderende i fysik ved seminarierne været lille, og på en række seminarier er faget nedlagt eller ved at blive det.

I 1980 foretog fysikkonsulent Oscar Ekstrøm en undersøgelse af, hvilken faglig baggrund de lærere havde, som underviste i fysik på kommuneskolerne i Københavns kommune.

Det viste sig, at godt 40% havde linieuddannelse i fysik fra seminariet, 30% havde det ikke, men havde fulgt et eller flere kurser ved Danmarks Lærerhøjskole eller på anden måde fået en eller anden form for faglig viden (kantussen 1956 var et eksempel!) mens knap 30% ingen faglig baggrund havde ud over en eventuel studentereksamen. Af disse sidste var nogle sproglige studenter, andre matematikere.

Det viste sig tillige, at gruppen uden faglig baggrund havde en relativt større andel af undervisningen end de andre, idet de "kvalificerede" i særlig grad tog sig af undervisningen i valgfaget elektronik. De "ufaglærte" turde ikke binde an med dette.

Det er Oscar Ekstrøms opfattelse, at billedet i København er mere gunstigt end i det øvrige land. For dette synspunkt taler, at udbuddet af kurser i fysik ved Danmarks Lærerhøjskole er langt større i København end andre steder og derfor giver lærerne her bedre muligheder.

Retfærdigvis må dog siges, at ligesåvel som "linieuddannelse i fysik" kan stå for mange ting (af højst vekslende kvalitet) kan "ingen linieuddannelse" stå for mange ting. Der findes også selvlærte, fremragende dygtige fysiklærere i folkeskolen.

Lærerholdninger

Med reformen blev faget fysik/kemi obligatorisk for alle

elever ikke blot i 7. men også i 8. og 9. klasse, hvilket det ikke havde været før.

Dette gav anledning til betydelig utilfredshed blandt lærere, bl.a. på grund af voksende disciplinære problemer. Karakteristisk for holdningen er en artikel i Danmarks Fysik- og Kemilærerforenings blad "Fysik-Kemi" 1979 Nr. 1: "Mange fysiklærere giver op", hvor det bl.a. siges: "Vi må have gjort fysik/kemi valgfrit efter 7. klasse, men vi må samtidig stærkere betone det kompetencegivende. Ikke blot i gymnasiesammenhæng, men også til uddannelser som mekaniker, elektriker, laborant og mange andre. Ellers slider vi alle de fysiklærere op, der har nogen ansvarsfølelse og kærlighed til faget".

Der blev lavet en såkaldt "holdningsundersøgelse på Fyn". Denne omtales i "Fysik-Kemi, juni 1980". Her blev 175 spørgeskemaer sendt ud til fynske fysik-kemilærere. Kun 52 skemaer kom retur i udfyldt stand. Blandt svarerne gik 48 ind for, at faget skulle være obligatorisk i 7. klasse, 24 at det skulle være det i 8. klasse, og kun 8 i 9. klasse, mens 1 mente, det burde være obligatorisk også i 10. klasse, hvilket det ikke er nu. Tidligere fandtes fysik også i 6. klasse, og 29 af svarerne mener, det burde genindføres som obligatorisk fag her.

Det kan iøvrigt nævnes, at de svarende gennemsnitligt underviste 4 klasser, dvs. 8 timer pr. uge. Det højeste tal var 8 klasser for en lærer.

Efter ret indgående drøftelser besluttede den faglige forening at fastholde det treårige obligatoriske løb, bl.a. fordi man anså problemerne for i højere grad at være almene for undervisningen i skolens ældste klasser end specielle for fysik.

Denne holdning skal ikke på nogen måde anfægtes her.

Derimod kan godt påpeges, at der er en række vanskeligheder for læreren, både fordi han måske kun har klassen to timer pr. uge, og derfor har begrænset kontakt med eleverne, og fordi der er betydelige praktiske krav. Forberedelse og oprydning m.v. stjæler ofte frikvarteret før og efter timen, større forberedelse og vedligeholdelse af apparatur må foregå på ubekvemme tidspunkter, da fysiklokalet sædvanligvis er hårdt optaget. Endvidere betragtes lærebogens stofvalg ofte som kedeligt og verdensfjernt, ikke blot af eleverne, men også af læreren, som det fremgår af en række indlæg i Fysik-Kemi, f.eks. i Nr.1 fra årgang 81, hvor den såkaldte "konference 80" og "fysik- og kemiundervisningens plads i skolebilledet" refereres.

Alt i alt kan siges, at man har set en tendens blandt folkeskolens fysiklærere til at forlade faget og derved give plads til andre - hyppigt unge og normalt ukvalificerede - kolleger.

I denne sammenhæng kan nævnes, at der til et kursus "Fysik i 7.-8. klasse" på 6 timer ugentligt i læsåret 1983-84 ved Fysisk Institut på Danmarks Lærerhøjskole var 91 ansøgere til 24 pladser. Af de 91 havde næsten ingen nogen uddannelse i fysik, de fleste underviste allerede i faget eller skulle til det, og næsten alle var unge.

Så måske underviser en del af dem snarere i faget, fordi det er blevet dem pålagt, end fordi de har ønsket det

rent" hertil er engelsk, hvor imidlertid kun 8% af samtlige elever undlod at gå til prøve".

Rapporten lægger bl.a. vægt på at sammenligne resultater m.v. for elever, der har fulgt niveaudelt undervisning, med resultater m.v. for elever, der har fulgt ikke-niveaudelt undervisning. Det nævnes, at 49% af de første ikke gik til prøve efter 9. klasse mod 28% af de sidste.

Den indledende gennemgang af fagets situation sluttet bl.a. med følgende ord:

"Problemerne i faget ytrer sig altså ved en række symptomer:

1. Et antal elever udebliver helt eller delvis fra undervisningen. Det ser i første række ud til at være et problem på grundkursus-holdene.
2. Eleverne undlader at gå til prøve. Fænomenet er åbenbart for alle tre kursusformer, men er størst på grundkursus og mindst i ikke-kursusdelte klasser.
3. Eleverne får dårlige karakterer. Specielt eleverne på grundkursus, men egentlig også eleverne på udvidet-kursus. Ikke-kursusdelte klasser har en pænere karakterfordeling.
4. Pigerne er i højere grad end drengene "udeblivere" fra undervisningen, ligesom der er flere piger end drenge, der ikke går til prøve.
5. De nævnte symptomer er mest udprægede på kursusdelte hold.

Det bør vel understreges, at disse symptomer er de, som kan aflæses af "Sådan gik det". De er ikke ensbetydende med en diagnose - der er andre symptomer på problemerne med faget f.eks. det, at mange elever ikke vælger faget i 10. klasse".

Der bringes også en tabel, der viser, at der ikke er stor forskel på de gennemsnits-karakterværdier, de to køn opnår. Her må dog bemærkes, at færre piger end drenge går til prøve.

Forfatteren foreslår for Ballerup, at man i fremtiden i videst muligt omfang undgår at lade en lærer undervise en klasse i fysik, hvis han ikke også har den i andre fag, at man overvejer særlige efteruddannelsesmuligheder i fysik for lærerne, at man undlader kursusdeling i 9. klasse og i forbindelse hermed reviderer læseplanerne, at man opfordrer til igangsættelse af pædagogisk udviklingsarbejde, samt at man gør eleverne opmærksomme på de uddannelsesmæssige konsekvenser, det kan have for dem at undlade at gå til prøve.

Johan Jacobsens resultater og fortolkninger er blevet en hel del kritiseret af andre fysiklærere. Dels fordi det statistiske materiale ikke er så stort, dels fordi forholdene i Ballerup betragtes som atypiske.

En undersøgelse af forholdene i Horsens, foretaget af fysikkonsulent Poul Erik Høj på grundlag af prøven 1981 viste, at her var det kun ca. 2% af de 712 elever i 9. klasse, der ikke havde fået årskaracter. Af de 693 elever med årskaracter havde 170 gået på grundkursus, 320 på udvidet kursus og 203

på ikke-niveaudelt (ikke-kursusdelt). På grundkursus var 61% af pigerne og 41% af drengene ikke gået til afgangsprøve. For udvidet kursus var de tilsvarende tal 12% og 8% og for ikke-kursusdelt 27% og 10%.

Eftersom fysik/kemi er obligatorisk i 9. klasse, vil en elevs valg af grundkursus formentlig ofte være lig med et reelt fravalg af faget. Årskaraktererne for grundkursuselever viser en hel del af det samme billede som i Ballerup: 72% har karakter under 8, og kun 6% over 8. For henholdsvis udvidet kursus og ikke-kursusdelt er de tilsvarende tal 39% og 33%, henholdsvis 39% og 34%.

Også for prøvekarakterernes vedkommende er der store ligheder mellem resultaterne for udvidet kursus og for ikke-kursusdelte klasser, mens grundkursuseleverne får markant dårligere resultater, selv om kun ca. halvdelen overhovedet går til prøve.

Kursusdeling i 9. klasse. Valg i 10. klasse.

En undersøgelse foretaget af Poul Skov fra Danmarks pædagogiske Institut viser, at kursusdeling i fysik undlades på et voksende antal skoler (i 77/78 var det 7%, i 80/81 var det 29%). Men mens de hyppigste grunde til at undlade kursusdeling var "bevare klassens sociale sammenhold" og "vil undgå selektion af eleverne", når det drejede sig om fagene engelsk, tysk og matematik, kom "skemamæssige årsager" og "lokalemæssige årsager" tydeligt ind i billedet for fysik-kemi.

Af en endnu ikke offentliggjort undersøgelse af Poul Skov fremgår, at i skoleåret 1982-83 fulgte 48% af eleverne i 9. klasse ikke-kursusdelt undervisning i fysik-kemi, 34% gik på udvidet kursus og 18% på grundkursus. Så allerede fra næste skoleår vil undladelse af niveaudeling i fysik-kemi formodentlig være reglen, ikke undtagelsen.

I de andre tre fag, hvor kursusdeling kan undlades i 9. klasse (regning/matematik, engelsk og tysk), er det i år ca. 25% af eleverne, der følger ikke-kursusdelt undervisning, godt 50% der følger udvidet kursus og godt 20% der følger grundkursus.

Der er altså langt større tendens til at undlade niveaudeling i 9. klasse i fysik-kemi end i de øvrige tre fag. Dette sker på trods af, at den støtte, læreren får, er mindst i fysik-kemi. I engelsk og tysk får læreren i mellem 80% og 90% af tilfældene en ugentlig deletime eller to-lærer-time (eller evt. endda to), når kursusdeling undlades. I regning/matematik får han sædvanligvis to timer. I fysik-kemi gives der derimod i 44% af skolerne ingen compensation. (Disse tal er fra skoleåret 1979-80.)

Iøvrigt er der betydelige lokale variationer i, hvor stor en brøkdel af eleverne, der følger ikke-kursusdelt undervisning i fysik-kemi i 9. klasse. For 82-83 er tallet 76% for Fyns amt, 11% for Frederiksberg kommune og 7% for Bornholms amt. Typisk er dog tal omkring 50%.

I 10. klasse er fysik-kemi ikke obligatorisk, men tilbudsfag, hvilket betyder, at enhver elev, der ønsker det, skal have undervisning heri, om han så er den eneste på skolen. Antallet af elever i normalklasser var knap 41.000. Her-

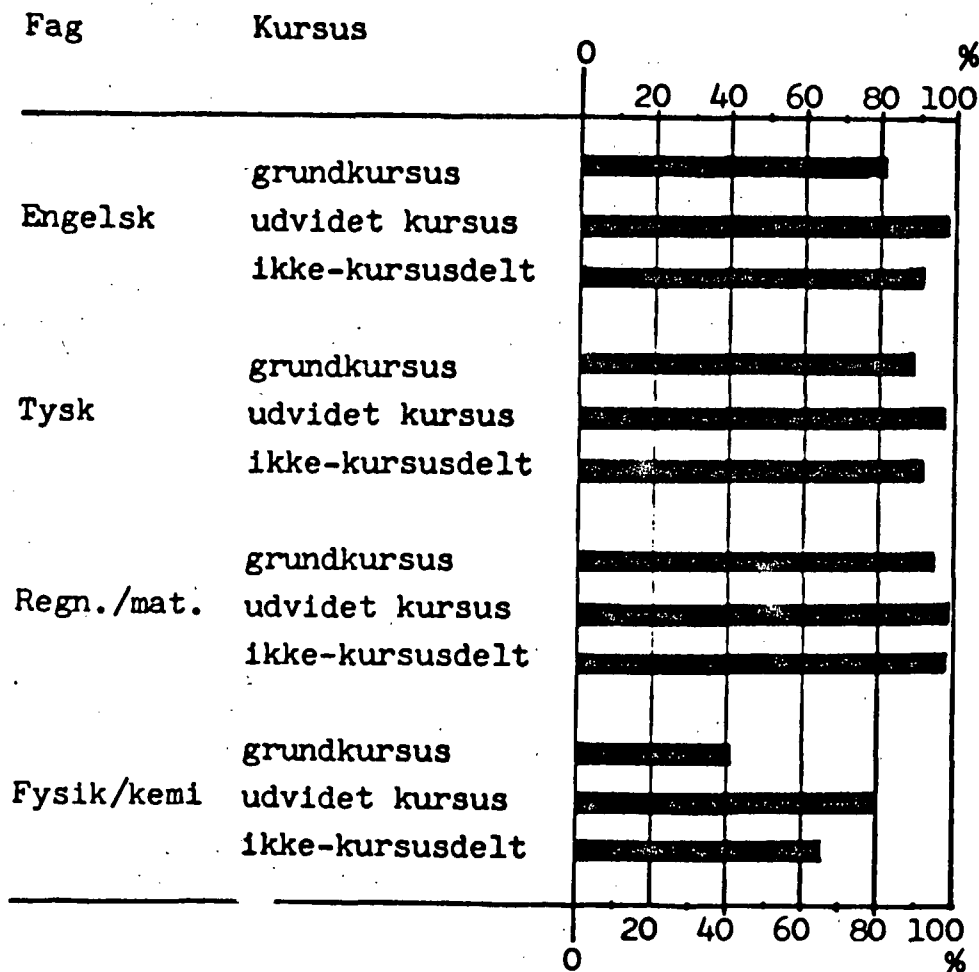
af fulgte praktisk talt alle undervisningen i de obligatoriske fag matematik og engelsk, 76% undervisningen i tysk og knap 60% i fysik-kemi.

For de mest søgte valgfag i 10. klasse var den procentvise søgning: Hjemkundskab 11%, maskinskrivning 11%, sløjd 8% og elektronik 6%. Valgfagsudbuddet er meget forskelligt fra skole til skole og begrænses bl.a. af økonomiske hensyn. Disse fag er skolen altså ikke tvunget til at oprette, selv om eleverne ønsker det.

Figuren nedenfor er fra Poul Skovs rapport. Man ser her bl.a., at kun ca. 40% af grundkursuseleverne i fysik-kemi gik til afgangsprøve i sommerterminen 1979, og at fysik-kemi skiller sig tydeligt ud fra matematik, engelsk og tysk.

Andelen af elever, som gik til Folkeskolens afgangsprøve efter 9. klasse i maj-juni termin 1979 opdelt efter fag og kursusvalg.

I procent af det samlede antal elever på de nævnte hold.



(På grundlag af karakterindberetninger til direktoratet for folkeskolen, folkeoplysning, seminarier m.v.)

Stud.pæd. Helene Sørensen, Kemisk Institut, Danmarks Lærerhøjskole har undersøgt kønnsforskelle ved kursusvalg i fysik-kemi og ved indstilling til folkeskolens prøver. I en pædagogik-synopsis siger hun bl.a.:

"I 7. klasse er de fleste piger i puberteten. De er ved at afprøve deres voksne kønsrolle, og det medvirker til, at de lettere afviser de "maskuline" fag fysik og kemi.

Før skoleloven fra 1975 var fysik-kemi valgfag for de elever, der gik i "almen" linie, og faget valgtes næsten udelukkende af drenge. Nu er fagene obligatoriske indtil 9. klasse og tilbudsfag i 10. klasse med kursusdeling i 9. og 10. klasse. Ved rådgivning i 8. klasse om kursusvalg oplever man, at pigerne, i modsætning til det, der er tilfældet for andre fag med kursusdeling, vælger fysik-kemi på "laveste niveau" på trods af rådgivningen.

Undervisningen i fysik-kemi bliver i 8. og især i 9. klasse almindeligvis mere bogligt rettet, idet folkeskolens afgangsprøve med kravet om, at eleverne i prøvesituationen skal vise "viden og forståelse", virker kraftigt tilbage på undervisningen. Den form for undervisning passer bedre til pigerne, men alligevel vælger kun 47,6% af pigerne at aflægge folkeskolens afgangsprøve mod 61,7% af drengene i 1979".

Hendes tal for, hvor mange elever der går til folkeskolens afgangsprøve efter 9. klasse, er følgende (for 1980):

	Drenge	Piger
Dansk	89%	94%
Matematik	90%	94%
Engelsk	80%	89%
Tysk	66%	81%
Fysik-kemi	62%	48%

Efter 10. klasse kan man gå såvel til afgangsprøve som til udvidet afgangsprøve. Her er procenttallene (afgangsprøve + udvidet afgangsprøve):

	Drenge	Piger
Matematik	33% + 52%	47% + 44%
Fysik-kemi	13% + 42%	11% + 21%

Kun 32% af pigerne går altså til prøve i fysik-kemi, mens tallene for matematik er 91%.

Helene Sørensen bemærker, at efter 9. klasse aflagde pigerne i gennemsnit 4,72 prøver og drengene 4,26 prøver. For 10. klasse var de tilsvarende tal 4,63 prøver for pigerne og 4,38 for drengene.

Både i 9. og 10. klasse gælder altså, at pigerne går til prøve i flere fag end drengene gør, men i vidt omfang bortvælger fysik-kemi.

Senere gør Helene Sørensen, bl.a. med citater fra det af undervisningsministeriet nedsatte udvalg vedrørende kønsroller og uddannelse, og fra en kronik i Politiken af Bente Ørum, opmærksom på, at pigerne ved at bortvælge regning/matematik og /eller fysik-kemi og ved at vælge traditionelle pigeuddannelser - "damefrisør, noget på et kontor - men allerhelst vil de have noget med andre mennesker at gøre" - løber en alvorlig risiko for at "kvalificere sig til et liv i arbejdsløshed".

Man kan hævde, at pigernes holdning til fysik skyldes den socialisering de har været igennem - det legetøj, de har fået, de forældreholdninger de har mødt, de kønsroller de har set praktiseret: "Pigerne lukker ørene - de er ikke interesseret i fysikundervisningen, ligegyldigt hvad vi gør".

En anden mulighed - af mange - er, at der er noget mere grundlæggende galt med fysikundervisningen, og at det blot rammer pigerne hårdere end drengene.

Den pædagogiske debat om faget

Debatten om rolle og indhold for faget fysik-kemi i folkeskolen foregår stort set blandt fagets egne lærere og de videnskabelige medarbejdere på Fysisk og Kemisk Institut på Danmarks Lærerhøjskole. Derimod artikulerer repræsentanter for "den oplyste almenhed", såvel som politikere og fysikere sig praktisk talt ikke offentligt om folkeskolefaget.

Det er ganske karakteristisk for megen debat blandt akademikere, at i en nyudkommen bog "Om fysik", som vil fortælle, hvad fysik er, og som er skrevet af to universitetsfolk, handler afsnittet "Fysik som skolefag" om det matematiske gymnasium, som kun et mindretal af en årgang passerer.

Mens de fleste fysikere således ikke har beskæftiget sig meget med, hvordan deres fag ser ud i folkeskolen, endsi-ge har ytret sig derom offentligt, findes der dog lysende undtagelser som den alt for tidligt afdøde Dick Mattuck, hvis "Fysikkens jantelov", der stammer fra en kronik i Politiken, fortjener at citeres:

"Fysikkens Jantelov:

- 1) Du skal ikke tro, små børn kan forstå fysik: Fysik er for voksne.
- 2) Du skal ikke tro, almindelige mennesker kan forstå fysik: Fysik er for eksperter.
- 3) Du skal ikke tro, kvinder kan forstå fysik: Fysik er for mænd.
- 4) Du skal ikke tro, fysik kan være kvalitativ: Fysik er nøjagtige målinger og lange ligninger.
- 5) Du skal ikke tro, fysik har noget med fantasi, intuition og følelser af gøre: Fysik er logik."

Om den interne debat blandt fysiklærere kan siges, at Fysik- og kemilærerforeningen siden begyndelsen af halvfjerds-erne jævnligt har holdt konferencer såvel om mere specielle som om mere generelle problemer i forbindelse med fysikunder-

visningen, og at der også har været en del debat i deres blad "Fysik-Kemi" som antydet ovenfor. På det seneste har der bl.a. været indlæg om kønsroller og fysikundervisning og om relationerne til samtidsorientering, samfundsdebat osv. Er det "kandestøberier" at inddrage samfundsmæssige og politiske betragtninger i undervisningen? spørges der bl.a. Et debatindlæg har overskriften: "Skal faget fysik-kemi kun opfattes som et eksakt, objektivt, "rent" og neutralt fag?" Andre indlæg har drejet sig om fysikundervisning i folkeskolens yngste klasser, og om mulighederne for at oprette et nyt fag "naturorientering" i 3.-6. klasse med emner fra fysik og biologi. Svagest i debatten står nok tanker om ændring i fagindhold.

Udover at give indlæg på konferencer og i fagblade, bl. a. om forskellige former for forsøgsundervisning, har Fysisk Institut ved Danmarks Lærerhøjskole bidraget til debatten om faget ved at udarbejde en del skriftligt materiale til brug for lærere inden for fysik og elektronik. Her skal blot som et eksempel nævnes El7-bøgerne, hvori det hedder: "Det vigtigste formål med El7 er at starte en debat om folkeskolens fysikundervisning...."

Også værd at nævne om El7 er, at forfatterne udtrykkeligt siger, at det har været vigtigt for dem at "give eleverne mulighed for at kunne dumme sig i fred og ro".

De svagere elever og elever med kun få forhåndserfaringer angående fysiske emner kan have stort behov for at foretage småundersøgelser, som læreren - og evt. også en del af kammeraterne - måske synes er skrigende banale og dermed unødvendige.

At de pågældende elever virkelig får mulighed for at lave disse undersøgelser - at "dumme sig i fred og ro" - kan imidlertid være en næsten nødvendig betingelse for, at de ikke bliver "tabt" i undervisningen.

En holdningsundersøgelse

Henry Nielsen og Poul V. Thomsen, Århus universitet, har i efteråret 1982 undersøgt erfaringer og holdninger hos 725 elever i begyndelsen af 1.g.

Det viste sig, at når eleverne så tilbage på deres tid i folkeskolen, mindedes de fysik som et vanskeligt fag, og som et fag, hvor hyppigste arbejdsmetoder var "læreren gennemgår noget på tavlen" og "læreren viser forsøg". Gruppearbejde, klassediskussion, opgaveregning og "en elev gennemgår noget på tavlen" optrådte kun lidt. Elevforsøg huskes af 51% som noget, der skete "en gang imellem" og af 11% som "næsten aldrig".

Blandt 28 forslag, eleverne kunne vælge ud blandt, når de skulle svare på spørgsmålet: "Hvad kunne du tænke dig at lære mere om inden for fysik?" var top-10, i rækkefølge:

Radioaktivitet, atomer og molekyler, atomkraftværk, universets tilblivelse, datamaskiner, stjerner og planeter, raketter og rumfart, sol- og vindenergi, vigtige opfindelser, hvad er lys.

Bund-10, igen i rækkefølge, men nu nedefra, var:

Køleskabs funktion, kulkraftværk, telefonen, bilmotors funktion, berømte fysikere, radio og fjernsyn, fart og acceleration, fotoapparat og kikkert, Ohms lov, magneter.

Iøvrigt kan nævnes, at omtalte undersøgelse - som så mange andre, både her og i udlandet - viser klare forskelle mellem drenge og piger mht holdning til fysik.

Henry A. Nielsen og Poul V. Thomsen skriver i deres konklusion bl.a.:

"Endelig vil vi pege på, at fysik er det fag i folkeskolen, eleverne finder vanskeligst. Selv om dette ikke betyder, at det er det dårligste fag (her fører tysk!), må det give anledning til eftertanke i folkeskoleregi. På forhånd ser vi ingen grund til, at fysik skulle betragtes som vanskeligere eller dårligere end matematik, men måske er ambitionsniveauet for højt i forhold til elevernes formåen..."

Undersøgelser af udbyttet af fysikundervisningen

Forskellige steder i udlandet har en række forskere, der arbejder på grænseområdet mellem fysik, pædagogik og psykologi i de senere år sat sig for at undersøge elevernes holdninger til og udbytte af undervisningen på en mere professionel måde, end det tidligere er sket. På det seneste er sådanne undersøgelser også foretaget her i landet. Som eksempler kan nævnes arbejder af Albert Paulsen, Roskilde universitetscenter og Henry A. Nielsen og Poul V. Thomsen, Århus universitet.

Disse undersøgelser viser, i hvor høj grad eleverne har opretholdt deres "førvidenskabelige" forestillinger uden hensyn til, at de har modtaget en kortere eller længere undervisning i fysik, hvor ræsonneren, samtale, begrundelse af egne meninger og kritisk undersøgelse af andres skulle være indbygget.

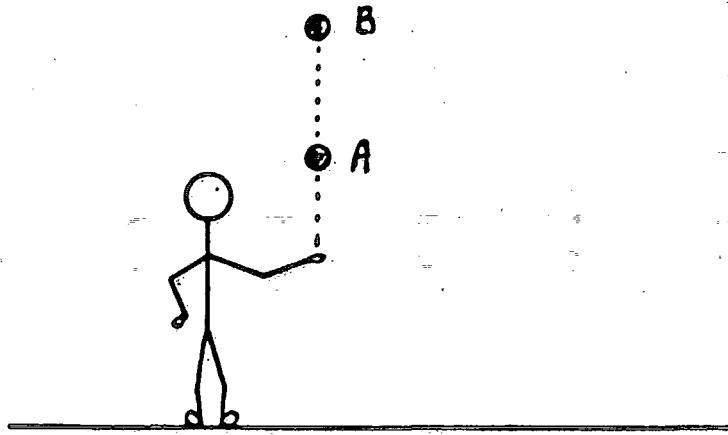
Som et enkelt eksempel fra en af Albert Paulsens undersøgelser kan nævnes, at af 235 adspurgte elever i l.g. mente kun 161, at tre lodder af samme form og størrelse ville få vandet til at stige lige meget i et måleglas, når de på skift sænkedes ned i dette. (Hver elev havde et sæt af de tre lodder i hånden).

Sagen var, at de tre lodder nok havde samme størrelse og form, men var lavet af forskelligt materiale, nemlig hhv aluminium, kobber og bly.

I stedet for at referere Henry Nielsen og Poul V. Thomsens meget oplysende undersøgelse af "Hverdagsforestillinger om fysik" skal jeg nedenfor give et enkelt eksempel af samme type fra en lille undersøgelse af Hans Lütken.

Det drejer sig om et spørgeskema, der er oversat fra engelsk.

Lad os her kun betragte 1. spørgsmål (2. og 3. spørgsmål angår kraften, når stenen er hhv. i øverste punkt og på vej ned).

Situation I

En sten kastes lodret op i luften.

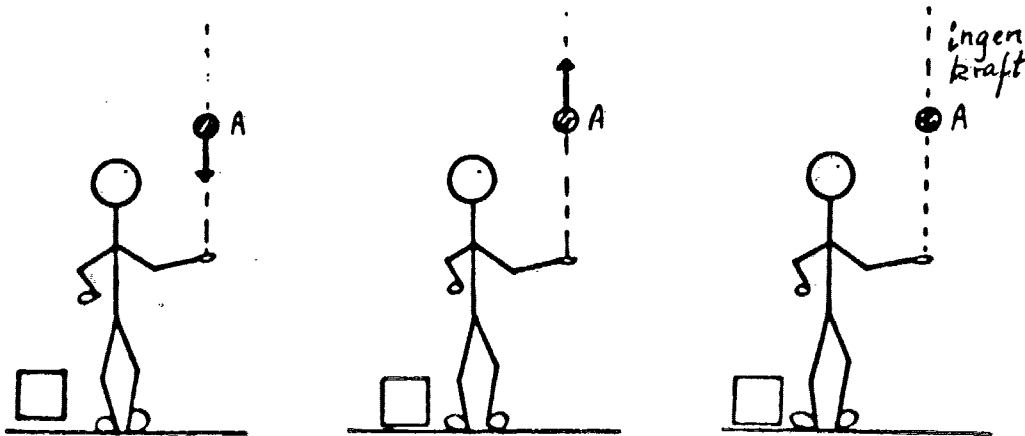
Den forlader personens hånd, passerer punkt A på vejen op, når punkt B, når den er højest oppe, og passerer punkt A på vejen ned igen.

De følgende tre spørgsmål handler om denne situation.

Spørgsmål 1

Pilene på tegningerne skal vise retningen af kraften på stenen.

Hvilken tegning viser bedst kraften på stenen, når den er ved A på vej opad?



Forklar hvorfor:

Da spørgeskemaet sidste år blev prøvet på 170 elever fra 7.-9. klasse, viste disse kun ringe forståelse af begrebet kraft. Spørgsmålet blev i år sammen med nogle andre prøvet på 20 lærere, som går på fysikkursus på Danmarks Lærerhøjskole, og som har gennemarbejdet fysikbøger for 7.-8. klasse (herunder behandlingen af Newtons 2. lov) ret grundigt.

De ræsonnerede gennemgående i deres begrundelser med to kræfter: Kraften fra kastet og tyngdekraften. Nogle tager dog også luftmodstanden med.

Af de 20 svarer 19, at den resulterende kraft er rettet opad. En almindelig tankegang i begrundelserne for svaret er, at kraften fra kastet mindskes ("slides"), efterhånden som stenen flyver opad. Når stenen er i øverste punkt, er kraften fra kastet blevet lige så lille som tyngdekraften. Derpå bliver tyngdekraften størst, og stenen falder.

Den ene lærer, der svarede, at kraften var rettet nedad, begrundede sit svar således:

"Godt nok peger pilen "den gale vej" i forhold til retningen (bev.retn.), men hvordan pokker skal man ellers kunne forklare, at stenen ikke fortsætter.

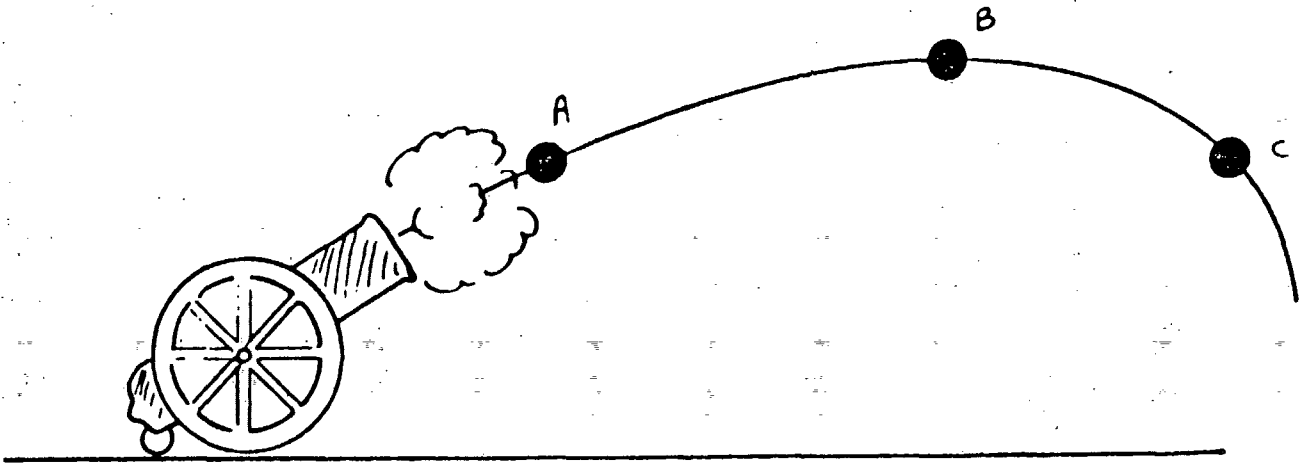
Nogle repræsentative begrundelser for, at kraften er rettet opad, er:

- 1) Den bevæger sig opad, altså kraft opad er større end kraft nedad (tyngdekraft)
- 2) Tyngdekraften er endnu ikke blevet større end kraften, der sendte stenen til vejrs. Pilen må udtrykke den resulterende kraft i det øjeblik
- 3) Fordi stenen ikke kan bevæge sig opad, hvis der ikke er en kraft i opadgående retning
- 4) Stenen har fået en mængde energi (kinetisk energi) fra hånden i opadgående retning.

I en efterfølgende opgave (vist nedenfor) skulle man tegne retningen af den kraft, der virker på en kanonkugle, når denne er fløjet lidt væk fra kanonen. Igen mente de fleste, at kraften var i hastighedens retning. "Kraften fra kanonen" var hos nogle tegnet stejlere end kanonen, for at den ved vektoraddition med tyngdekraften kunne give en resulterende kraft i banens retning. Nogle mente dog, at det var unødvendigt at tage tyngdekraften med, da den ikke havde nået at virke "så kort efter" afskydningen.

Alvoren i sådanne resultater er, at mange af de lærere, der har svaret på spørgsmålene, efter sommerferien skal undervise i bl.a. Newtons 2. lov, og endda oftest efter de skolebøger, de har gennemarbejdet på kurset. Når man ser, hvor ringe indsigt de nu har opnået i kraftbegrebet, kan det næppe antages, at deres elever heller får ret meget indhold heri, og det kan ikke forundre, at eleverne (og deres lærere) gennemgående betragter bevægelseslæren i 8. klasse som verdensfjern og uforståelig.

For en ordens skyld skal det udtrykkelig præciseres, at kritikken ikke må rettes mod de pågældende lærere, men mod de bøger, de har mødt, og den undervisning, de har fået, (bl. a. af mig).

Situation II

En kanonkugle skydes af sted.

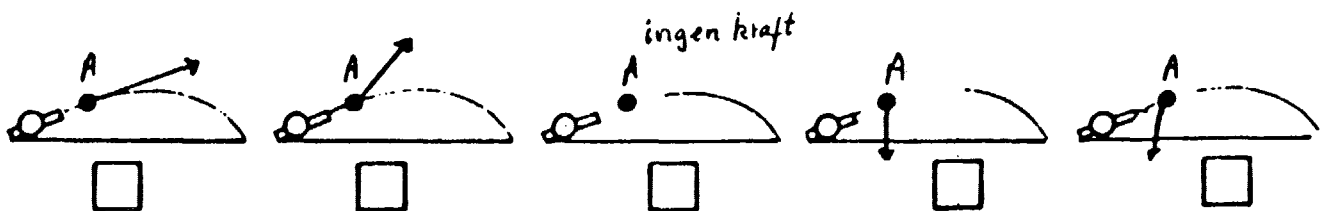
Punkterne A, B og C er tre forskellige steder på kuglens bane.

Der er tre spørgsmål (nr. 4-6) til denne situation.

Spørgsmål 4

Pilene på tegningerne skal vise retningen af kraften på kanonkuglen.

Hvilken tegning viser bedst kraften på kuglen, idet denne passerer punkt A?



Forklaring hvorfor:

Resultater som de nævnte, og tilsvarende fra mange andre undersøgelser, kan ikke undgå at give anledning til ganske alvorlige overvejelser om fysikundervisningens indhold og form.

Blandt de undersøgelser, som er foretaget rundt om i verden, og som demonstrerer, hvor udbredt "førvidenskabelig tankegang" er, skal her kort nævnes et aktuelt eksempel, der refereres i en artikel i Scientific American, April 1983 af Michael McCloskey. Forfatteren henviser, som det er sket ofte før, til middelalderens impetusteori og skriver bl.a.:

"Each major aspect of the impetus theory I have discussed has its counterpart among the beliefs about motion that are widely held today. Indeed, the ideas about motion held by most people with no formal training in physics, and by many who have completed at least one physics course, are much closer to the account given by the impetus theory than they are to Newtonian mechanics".

Hvad der gør artiklen særlig interessant er imidlertid, at den refererer nogle undersøgelser, hvor forsøgspersonerne ikke blot skulle verbalisere, men handle på grundlag af deres forestillinger om verden. Et enkelt eksempel:

Nogle College-studerende blev bedt om én ad gangen at gå nogenlunde hurtigt gennem et lokale med en golfbold i hånden i skulderhøjde. De skulle, mens de gik, give slip på golfbolden, så at den ramte et afmærket sted på gulvet. Bolden skulle altså ikke kastes, blot falde frit. De af de studerende, der ikke havde gennemgået noget fysikkursus, slap næsten alle bolden, når den var lige over stedet. En gik endda forbi stedet, ud fra en forventning om, at bolden ville ryge lidt bagud, når den faldt.

Men mere end en fjerdedel af dem, der havde et eller flere fysikkurser, slap også bolden, når den var lige over stedet. De så altså bort fra medføringsbevægelsen.

Et andet forsøg viste, at mange gik ud fra, at når en genstand blev ført med hånden i en kurvet bevægelse på et vandret bord, ville den forsætte dermed, når de slap den (cirkulær impetus) og altså ikke bevæge sig retlinet på bordet.

Som et eksempel af en helt anden art på, at fysikundervisningen ikke altid giver perfekt indsigt, kan nævnes nogle erfaringer, der stammer fra Fysisk Instituts kurser i "Fysik for de yngste klassetrin" for ikke-fysiklærere. Her giver vi ofte deltagerne hver et 1,5 volt rundt tørelement, en 1,5 volt pære og en stump aluminiumstråd (ca. 15 cm) og beder dem om at få lommelampepæren til at lyse. Det viser sig, at ca. halvdelen ikke kan! Nogle kan ikke se, hvad de skal bruge tråden til og sætter blot pæren på batteriets ene pol, hvorefter de undertiden vil have den byttet - den lyser jo ikke. Andre holder pæren frit i hånden og forbinder den med elementets ene pol ved hjælp af tråden. Atter andre forbinder elementets to poler med tråden og rører så med pæren et eller andet sted på denne eller vikler tråden (der forbinder de to poler) et par gange om pærens gevind.

Et eksempel, og nogle afsluttende bemærkninger

Siden 1970 har der rundt om i landet været foretaget forsøgsundervisning i fysiske emner i 1.-5. klasse. Forsøgene er ble-

vet iværksat og ledet af Fysisk Institut, Danmarks Lærerhøjskole. Det hovedemne, der er blevet behandlet i 5. klasse er "energi". Herfra skal et enkelt eksempel nævnes. Eleverne fik et billigt og robust termometer (på metalskinne) med hjem sammen med et arbejdsblad. De skulle så måle temperaturen hjemme i stuen, i soveværelset, i køkkenet osv. Resultaterne herfra skulle bl.a. bruges til en diskussion af energiforbrug til husopvarmning og muligheder for besparelser på dette punkt.

På arbejdsbladet var der også afsat plads til måleresultater for temperaturen på andre steder, eleverne selv valgte. En elev skrev således:

"Under sofaen	21°C
i min strømpe	22°C
i jorden i haven	11°C
i telefonbogen	21°C
i skuffen	21°C
under tæppet	26°C
i lænestolen	24°C
i lampeskærmen	32°C"

Eksempler fra forskellige andre elevers målinger er:

"I min reol med lukkede døre	18°C"
"På en femmer	35°C"
"I varmt vand med to isklumper	41°C"
"På en isklump	3°C"
"Ude i sandet	12°C"

Man kan betragte sådanne målinger som blot kuriositeter. Som noget, der skal overstås inden man begynder at lære eleverne noget.

En anden mulighed er at tage eleverne helt alvorligt og tale med dem om, hvilke resultater der især overraskede dem, og hvilke tanker de gjorde sig, da de valgte de pågældende steder til temperaturmålingerne.

Gør man det, får man repeteret sin erfaring om, at der næsten altid er gode grunde til de undersøgelser, barnet gør. De er velovervejede

Man får også klart demonstreret - hvad man kunne have sagt sig selv - at elever i 5. klasse naturligvis har gjort sig mange tanker om verden omkring sig og har indpasset deres hverdagserfaringer i teorier, de har opbygget, f.eks. omkring begrebet temperatur.

En teori, man kan møde blandt elever i 5. klasse, går ud på, at temperaturen i små, lukkede rum er betydeligt højere end frit ude i stuen. Ud fra en sådan teori er det ikke meningsløst at måle, hvor varmt (hvor meget varmere) der er "i min reol med lukkede døre", i noget så massivt som "midt i telefonbogen" osv. Lignende forestillinger kan ligge bag en måling under ting, "under sofaen" f.eks.

Andre målinger repræsenterer studium af det ukendte. Eksempler: "Under min fars bil, når den starter", "I hundens mund", "Under hamsteren, når den sover" osv.

Når lærere på kursus på Danmarks Lærerhøjskole kan vælge at sortere en samling genstande fra en rodebunke i "varme" og

"kolde" (det er metalgenstandene, der er de kolde) kan det ikke overraske, at et barn i 5. klasse får lyst til at måle en metalgenstands temperatur, altså f.eks. måle "på en femmer".

Under forsøgsundervisningen var vi ude for, at en elev lagde termometeret på en dyne i sit værelse, lagde en stor pude ovenpå og ventede en halv time for at se, hvor højt termometeret kom op. - Og puder og dyner varmer jo virkelig også i en vis forstand.

Ovenstående eksempler handlede om børn i 5. klasse. Når eleverne kommer i 7. klasse, begynder den regulære, obligatoriske fysikundervisning, bl.a. omkring emnet temperatur. Hvor dan møder man da deres lyst til at undersøge verden - og vel at mærke foretage de undersøgelser, som er vigtige for dem?

En af mine kolleger var ude at undervise i folkeskolen. I et frikvarter spurgte han parallelklassen, hvad de sidst havde lavet i fysik. "Køgt termometre, øv!" var svaret. Det bekymrende er ikke anekdoten i sig selv. Men det, at den i nogen grad fortæller noget repræsentativt.

Et andet kritikpunkt over for den traditionelle fysikundervisning går på, at man lidt for ofte går ud fra, at eleverne har en lang række hverdagserfaringer, som der uden videre kan trækkes på. Ved at gøre det forråder man den del af eleverne, der ikke har så mange "tekniske" erfaringer, og måske er det især pigerne, der tabes. Hvad nytter det, at bogen henviser til en erfaring om, at bilbremses bliver varme ved længere tids brug, og at læreren støtter sig kraftigt til denne erfaring i sin omtale af omdannelse af mekanisk energi til varmeenergi (indre energi), hvis de fleste af eleverne aldrig har følt på en bils bremses. Og hvordan gør man for resten det?

Mens man således går ud fra, at eleverne har flere praktiske erfaringer end de gennemgående har, synes man ikke at lægge mærke til overhovedet - eller i hvert fald ikke at lægge vægt på eller tage hensyn til - at eleverne allerede har dannet sig teoribygninger om fysiske emner som en helt nødvendig hjælp til at klare sig i en indviklet verden.

Ovenfor er nævnt, hvorledes "førvidenskabelige" forestillinger lever deres eget liv. Sådan som fysikundervisningen ofte drives, er der ikke noget forunderligt i, at der i eleven opbygges to parallelle systemer. Et med hverdagserfaringer og de tilhørende hverdagsteorier, og et andet - mindre sammenhængende og struktureret - med "skoleerfaringer" og "skoleteorier". Og det er vel at mærke det første, der er det brugbare for eleven.

Som nævnt ovenfor er der næsten altid grund til de undersøgelser, elever vælger at udføre.

Måske er der også grunde til

- at så mange elever finder fysik vanskeligt og verdensfjernt
- at det er det fag, færrest går til prøve i
- at særligt mange piger falder fra
- at der er så mange lave karakterer til prøverne i faget
- at lærerne har svært ved at bevare gnisten og
- at så mange af lærebogsforfatterne laver så mange forståelsesfejl.

Man kan betragte fagets vanskeligheder blot som udslag af en teknik- og naturvidenskabs-fjendsk verdens holdninger, altså skyde problemerne over i verden uden for faget. - Men det er næppe en frugtbar hypotese.

Man kunne godt ønske sig flere timer til faget fysik-kemi i folkeskolen. I nogle lande optræder det med langt større timetal i 6.-10. klasse. Andre steder er det en intergreret del af undervisningen allerede fra 1. klasse.

Inden man går ind for øget fysik-timetal på den danske folkeskoles ældre klassetrin, bør man dog nok se på, hvilket udbytte eleverne har af den nuværende fysikundervisning, samt tænke over, om eller hvordan dette udbytte kan øges.

Det er ikke nogen naturgiven ting, at fysik-kemi optræder som et selvstændigt fag i skolen. I den nye læseplan for svensk skole, som trådte i kraft fra læseåret 1982-83, findes fysik kun som nogle emner, der træffes forskellige steder i læseplanen for orientering.

En tilsvarende udvikling i Danmark ville være meget ulykkelig og er da heldigvis næppe aktuel. Men skal man undgå, at den kommer på længere sigt, er det nok vigtigt nu at bruge kræfter på at gøre fysikundervisningen intellektuelt og emotionelt mere givende for eleverne såvel som for fagets lærere.

I en artikel siger Svein Sjøberg, Oslo: "Er der noget underligt i, at vi høster, som vi sår? For ingen venter vel, at lærere med faglig utryghed og med negative holdninger skal klare at lave engagerende undervisning ud af et læsestof, som ikke er tilpasset eleverne?"

Dette handler om forholdene i Norge, og er da heldigvis slet ikke dækkende for situationen i Danmark. Men

LITTERATUR

- Johan Jacobsen: "Fysik/kemi - et problemfag",
Ballerup kommune 1981
- Henry Nielsen,
Poul Thomsen: "GF rapport nr. 1 og 2"
Det fysiske Institut, Århus univ. 1983.
- Albert Chr Paulsen: "Test i 1.g. 1982/83"
IMFUFA, Roskilde universitetscenter 1983.
- Poul Skov: "Undladelse af kursusdeling på 8. og 9.
klassetrin"
Danmarks pædagogiske Institut 1980
- Fysik/kemi, Undervisningsvejledning for folkeskolen
Undervisningsministeriet 1976
- Skolöverstyrelsen: "Läroplan för grundskolan, almän del"
Liber förlag 1980.

- II.5.a REFERAT af hovedpunkterne i gruppediskussionerne om "mulighederne for at ændre folkeskolens undervisning i matematik og fysik for at imødekomme uddannelsesbehovene i fremtidens samfund", mandag aften 25/4.

Gruppernes arbejde rapporteres gennem opstillingen af en liste over fremsatte synspunkter. Synspunkterne er organiseret efter den problemstilling de angår, og ikke efter gruppetilhørsforholdet. Der forsøges således ikke tegnet noget billede af den enkelte gruppe.

Som det vil fremgå drejede hovedparten af drøftelserne sig om fysikundervisningens situation i folkeskolen. Men først et par mere almene betragtninger.

- Folkeskolen skal uddanne alle elever og tage hensyn til alle. Den har et væsentligt bredere sigte end at uddanne de trods alt relativt få elever, som skal fortsætte op i uddannelsessystemet.
- De elever vi underviser består ikke kun af hjerne, men er hele mennesker med 10% hjerne og 90% mave. Det hele menneskes logik kan være som den 12-årige piges, når hun siger: "Jeg er så glad for at jeg ikke kan lide løg. For hvis jeg kunne lide løg, ville jeg jo spise det stads hele tiden."
- I matematikundervisningen er der et problem med et voldsomt niveauskift fra 9. til 10. klasse. I 10. klasse må undervisningen sigte mod niveauet for folkeskolens udvidede afgangsprøve. For at give et rimeligt kontinuert forløb burde undervisningen allerede i 9. klasse tilrettelægges under hensyntagen til situationen og slutmålet i 10. klasse. Dette sker imidlertid sjældent, og kravene ved folkeskolens afsluttende prøve (som kan tages efter 9. klasse) lægger heller ikke op til det. Det ønskelige ville være en situation, hvor
 - (1) overgangen til gymnasiet, som det normale, sker efter 9. klasse,
 - (2) folkeskolens undervisning i matematik og fysik afrundes med 9. klasse
 - (3) 10. klasse benyttes til en anden og selvstændig afrunding af skoleforløbet, bl.a. af hensyn til de elever der ikke umiddelbart har planer om at fortsætte i efg eller gymnasiale uddannelser.
- Matematik- og fysikundervisningen er ikke, som den ser ud, skikkaet til at gøre eleverne bedre egnede til at se eksperterne over skuldrene og til at se fagenes rolle i verden.
- Der er, både i matematik og fysik, behov for en aktiv debat om fagenes værdi som almindennende fag.

- Det er afgørende at give undervisningen tid nok. Forudsætningen for glæde og oplevelse af succes er frigørelse fra fremmed autoritet: jeg kan selv forstå.
- Naturvidenskaberne har ikke så store socialgruppebestemte normkrav som de humanistiske fag, hvor tingene ikke er så entydige. I de naturvidenskabelige fag hænger hverdag og skole ikke mere sammen for elever fra den ene end fra den anden socialgruppe. Den "parallelindlæring" man kan iagttage især i fysikundervisningen (hvor skolens begrebsapparat er ét (newton'sk), mens elevernes er et andet (aristotelisk)) er altså næppe socialt selekterende. Derimod er naturvidenskabelige fag stærkt kønsselekterende. Det kommer vel af abstraktionsniveauet?
- Folkeskolens undervisning - og for den sags skyld også gymnasieundervisningen - har ikke et indhold, der kan inspirere til videre studier inden for disse områder. F.eks. er matematikundervisningens algebraisering af geometrien uheldig, fordi den - selv om den fører til simplere regnearbejder - vanskeliggør en grundlæggende forståelse af geometriske forhold.
- En del af folkeskolens matematikundervisning består i talbogholderi og navngivning af et væld af statistiske deskriptorer. Tjener det noget væsentligt formål?
- I matematik undervisningen er der en tendens til at underbetone det vigtige i at opnå indsigt i hvorfor matematikken ser ud som den gør, i hvorfor man beviser sætninger, og i at det nogen gange kan lade sig gøre at fælde sande domme om verdens indretning "fra skrivebordet". Geometrien leverer et hovedeksempel på at dette er muligt.

o0o

- Øjensynlig er fysik et særlig vanskeligt og uforståeligt fag. En af grundene hertil er formler og bogstavregning. Men måske er det især kravene til begrebsforståelse og kombination af flere niveauer (empiri, hypotese, teoridannelse), der gør det vanskeligt for eleverne at føle sig på sikker grund.
- Folkeskolens fysikundervisning skal bygge på hverdagsforestillinger og holdes fri af teoretisk-kvantitative betragtninger til fordel for kvalitative ræsonnementer og "black-box"-beskrivelser, samt demonstrationer, f.eks. af måleinstrumenter.
- På den ene side giver en fysikundervisning der tager udgangspunkt i hverdagsfænomener, men hemmeligholder teorier og beregninger, et forkert billede af fysik, og øger på den måde den fremmedgørelse Jens Højgaard Jensen omtalte som type 3.
På den anden side: Hvis udgangspunktet for fysikundervisningen hentes i faget, betones idealiserede problemstillinger og der opbygges et teoretisk apparat på grundlag af

sådanne. Men det rækker ikke til at forstå hverdagens fænomener. Dette fører til en opsplitning i elevernes verdensbillede i to forskellige, men samtidigt tilstedeværende forklaringsmønstre.

Det viser at det er urealistisk at sigte mod fuld formidling mellem teori og hverdag. I stedet må man stræbe efter at organisere en succesfuld formidling på enkelte områder.

- Fysikundervisningen er principielt lagt an på samme måde på alle trin, fra 7. klasse til universitetet, nemlig sådan at eleverne ikke kan følge med.
- Er der ikke tale om, at mens ambitionsniveauet i matematik er for lavt, er det for højt i fysik?
- Ambitionsniveauet i fysik er ikke kun for højt, det ligger på et forkert plan. Det kan ikke lade sig gøre at fortynde Alonso-Finn I-III først til folkeskolelærerniveauet, så til gymnasiet og til sidst til folkeskolens undervisning. Ambitionerne burde modificeres, så stofmængden blev indskrænket og der kunne blive tid og rum for teoretisk bearbejdelse og perspektiverende drøftelser.
- Skal eleverne lære naturvidenskab eller blot naturvidenskabens resultater? Hvis det sidste er tilfældet, hvorfor skal de så lære Newton's 2. lov? Hvorfor er Aristoteles ikke god nok? Hvis det første er meningen, skal eleverne møde bruddet mellem Aristoteles og Newton. Men den problemstilling er i virkeligheden uegnet til præsentation for den aldersklasse der er tale om. Ellæren er bedre egnet til at sige eleverne noget.
- Man er i fysikundervisningen tilbøjelig til at glemme at eleverne har nogen tanker på forhånd. I stedet for at gøre eleverne bevidste om at de har sådanne tanker, og om at de skal turde tænke selv, docerer man fysikernes fysikforståelse.
- Parallelindlæringsproblemet er en påmindelse om at der har fundet en kortslutning sted, man er gået for hurtigt frem.
- Er det ikke en pædagogisk meget skæv situation der defineres af spørgsmålene i "Århusundersøgelsen"? Hvem sætter reglerne? Det gør den spørgende. Der er to veje at gå; en lyttende og en foreskrivende. Her har man valgt den foreskrivende.
- Fysikundervisningen i folkeskolen lider under at den først starter i 7. klasse, altså ved pubertetens indtræden. Blot det at starte i 6. klasse synes at give et mere positivt forløb.
- Det ville være ønskeligt med "eksperimentel naturorientering" (fysik og biologi) i de første klasser.
- Principielt er det ønskeligt med flere fysiktimer og på et

tidligere klassetrin. På den anden side er der et problem i at mange fysiklærere i folkeskolen ikke har faget som linjefag. Derfor kan det være vanskeligt at argumentere for en forøgelse af timetallet, før en forbedring af undervisningen inden for de nuværende rammer er realiseret.

- Fysiklærernes forudsætninger er utilstrækkelige. Mange er ikke i stand til at udføre individualiseret undervisning i faget.
- Man kan roligt give fri bane for at eksperimentere i fysikundervisningen; det kan alligevel ikke blive værre.
- Alt taget i betragtning går det såmænd ikke så dårligt i fysikundervisningen.

- II.5.b REFERAT af hovedpunkterne i plenumdiskussionen om "mulighederne for at ændre folkeskolens undervisning i matematik og fysik for at imødekomme uddannelsesbehovene i fremtidens samfund", mandag 25/4, kl. 20.00 - 22.00 - baseret på et notat af Jørgen Larsen.

En stor del af debatten handlede om begrebet parallelerfaringer, der henviser til det forhold at eleverne har/får to forskellige sæt af erfaringer, teorier etc. for den samme (?) virkelighed, nemlig dels deres egne forhånds hverdagserfaringer og -forestillinger om verdens indretning, dels de videnskaberfaringer som skolen søger at påtvinge dem uden at de bringes til at indse på hvilken måde de er bedre.

Over for disse betragtninger blev det påpeget af en deltager, at man ikke kan skelne skarpt og entydigt mellem hverdagsforestillinger og videnskabsforestillinger; der er ofte et helt hierarki af abstraktionsniveauer, sådan at det der på ét niveau er en videnskabsforestilling på et højere niveau kan være en hverdagsforestilling (eksempel: beskrivelse af halvledere).

Parallelerfaringer blev især omtalt som et problem for fysikfaget (men det blev fremført, at man først for nylig er blevet opmærksom på hverdagserfaringernes sejlivethed, bl.a. gennem den tidligere omtalte Århus-undersøgelse). Problemet kunne, mente nogen, afhjælpes ved at fysikundervisningen startede på et meget tidligere tidspunkt (1. eller 2. klasse), hvor hverdagserfaringerne ikke var så cementerede og hvor eleverne ville finde mere simple emner (end radioaktivitet og kosmologi) spændende. I forbindelse med en ordentlig og systematisk fysikundervisning skulle elevernes hverdagsforestillinger så ikke udryddes men revideres. En fysikundervisning der startede tidligt ville også gavne pigerne, hvis interesser og tekniske erfaringer er meget forskellige fra drengenes i 14-års alderen, men næppe i syv-års alderen. Der var udbredt enighed om, at det er ønskeligt at der bliver undervist i fysik på alle klassetrin, hvis det er muligt (- der er mangel på fysiklærere, undervisningsmateriale, og plads på skemaet), selv om nogle mente at så længe faget ikke giver bedre udbytte på de trin hvor det findes, er der ingen mening i at udvide det.

Formålet med skolens undervisning i naturfag (som fysik og biologi) var også genstand for drøftelser. Det kunne være: at give befolkningen en vis 'scientific literacy', eller: at eleverne skal erfare noget om hvad naturen er, og om hvad naturvidenskab er.

Matematikfaget er anderledes stillet. Der undervises i det på alle klassetrin. Efter en periode med "60'er matematik" er vi nu inde i en periode hvor man temmelig ureflekteret dyrker "anvendt matematik". Men hvad skal formålet med matematikundervisningen være? Det blev fremhævet, at det må være en hovedopgave (men ikke den eneste) at formidle "bevisets stilling": eleverne skal indse at i visse typer situationer "virker" matematiske ræsonnementer (dvs. man kan ved hjælp af dem nå resultater som ikke kan nås uden), i andre

ikke. Det skal naturligvis ikke bestå i udenadslæren og afsig-rablen af beviser for matematiske læresætninger. Det blev hertil nævnt, at det kan være vanskeligt for mange lærere at genkende beviset/ræsonnementet i det børnene siger, skønt der findes et sådant i det, fordi børnene ikke altid bruger sproget og ordene på den "vedtagne" måde.

Sluttelig blev der fremsat et ønske om at få nedsat emnediversiteten for til gengæld at få mere tid til de resterende emner.

KAPITEL IIIA. MATEMATIK OG FYSIK I DE 16-19-ÅRIGES UDDANNELSER

III.1

Fysik i gymnasiet - tilvalgsfag eller fællesfag?

Arne Mikkelsen1. Om styringen af gymnasieundervisningen

Undervisningen i gymnasiet (her forstået som den ikke specifikt erhvervsrettede kompetencegivende del af ungdomsuddannelsen) styres i det væsentlige centralt, idet den er underlagt gymnasiedirektoratets pædagogiske tilsyn. En vis undervisningsstyring udøves dog af skoleejereren (oftest amtskommunen, ellers (endnu) staten og sjældent bestyrelsen for private skoler) gennem bevillinger til løn (f.eks. til pædagogisk udviklingsarbejde) eller udstyr (f.eks. ny teknologi til undervisningsformål), i forbindelse med ansættelser og intern administration i øvrigt.

Direktoratets styring sker primært gennem fagbeskrivelser og undervisningsvejledninger samt diverse cirkulærskrivelser, hyrdebrev m.v. længere nede i det juridiske hieraki. Dernæst sker der styring gennem de centralt stillede skriftlige eksamensopgaver og den centralt kontrollerede mundtlige eksamen, og endelig sker der en mere uformel men derfor ikke mindre betydningsfuld styring gennem personlig kontakt mellem de ansatte i direktoratet og skoler og lærere.

Det er karakteristisk og internationalt et særsyn, at den personkreds i direktoratet, som har såkaldt pædagogiske sagsområder, dvs. undervisningsinspektører og fagkonsulenter, men også direktøren og vicedirektøren, alle har den samme baggrund: de er gymnasielærere. De har altså kandidateksamen i et eller flere gymnasiefag, så pædagogikum, dernæst har de undervist i en årrække, typisk via organisationsarbejde i en faglig forening eller andet tilsvarende er de havnet i direktoratet. Men ikke blot har de samme baggrund som alle andre gymnasielærere. Undervisningsinspektører og fagkonsulenter underviser stadig på en skole i et omfang svarende til 1/3 stilling. Der er endvidere en ganske hyppig udskiftning i disse hverv, middellevetiden i jobbet er nok væsentlig un-

der 10 år.

Der er altså tæt personkontakt mellem direktorat og lærere. Der er ikke så skrækkelig mange fysiklærere, et lille tusind stykker, og fagkonsulenterne ser jævnligt mange af dem ved skolebesøg, møder og kurser. Denne tætte kontakt har fordele. Den kan for eksempel sikre, at de skriftlige skrivelser fra direktoratet ikke bliver alt for bureaukratiske og verdensfjerne, i det mindste skal de skrivende jo selv leve efter dem. Men den kan også være farlig, fordi den kan virke konserverende ved hovedsageligt at fremme anskuelser, som i forvejen har tilslutning blandt kollegerne.

Direktoratets styring hævdes af nogle fysiklærere at være så stram, at den kvæler fornyende initiativer. Dog er metodefriheden et ubestridt dogme, og fænomener som godkendelse af lærebøger eller centralt fremstillede, mere eller mindre vejledende lektionsplaner er aldeles fremmede for gymnasieverdenen. Som det vil fremgå, kan det vistnok diskuteres, om hovedårsagen til eventuel stagnation er styringen.

2. Gymnasielærere er faglærere

Gymnasielærerne har formel undervisningskompetence i et, to og sjældent flere fag, og med alderen er der tendens til, at lærerne underviser i færre fag. Det ene eller de to nært beslægtede fag er altså levebrødet, og det fremmer ikke den fordomsfri debat og meningsdannelse. Ikke alle fransklærere vil se nøgternt på elevernes udbytte af fransktimerne på matematisk linje, og det er dog grenens største fællesfag.

Det betyder også, at det meste uddannelsesdebat mellem gymnasielærere foregår inden for fagets rammer, hvor fagets eksistensberettigelse og integritet er dogmer. Elevens samlede undervisningserfaringer i forløbet anskues meget sjældent som en helhed, det er elevens udbytte af fysiktimerne, som tæller. Termer som fagimperialisme, fagchauvinisme, timerov og timehugst høres ikke sjældent og tænkes tiere, men om de andre fag, forstås. Især i tider med udsigt til eruptioner er der livlig aktivitet for at styrke fagets image udadtil og beherske en opdateret fraseologi af aktuelle plusord, for tiden med "perspektivering" i første række, altså sammen naturligvis for at fremme en positiv udvikling af faget, men nok også som basis for fortsat legitimering og måske endda for territorialkrav. Geografi og samfundsfag har for nylig i bedste stil sluttet Stort Forlig på en kro om forholdet mellem I-lande og U-lande, der holdes konferencer med så mange og så prominente deltagere som muligt, f.eks. den Store Sprogkonference på Christiansborg, der udsendes debatskrifter ("Ud med sproget", geografi, klassiske fag, Fysik 85 etc.). Nogen vil sikkert se dette seminar som et i rækken, og læse dets uskrevne motto ikke som "For en demokratisk teknologivurdering" men som "Ind med informationsteknologien - alle timer til matematik og fysik". Beredskabsniveauet er højt i disse år.

3. Lidt om forsøg i gymnasiet

Udviklingen i gymnasieundervisningen sker som eruptive brud,

normalt udløst af ydre, politiske kræfter, imellem hvilke der løbende sker tilpasninger, som genereres internt i systemet. Disse sidste formidles via den omtalte tætte kontakt mellem lærere og direktorat, som dels er uformel, dels formaliseret i de såkaldte Faglige Udvalg, der er sammensat af repræsentanter for direktoratet (fagets fagkonsulenter) og for GL (i praksis udpeget af styrelsen for det pågældende fags faglige forening, normalt styrelsesmedlemmer).

Mellem eruptionerne ligger initiativet til ændringer og fornyelser altså hovedsagelig decentralt. En lærer eller kollegerne på en skole får en stor eller lille tanke, og kan den realiseres inden for gældende regler, så gør man det, og således sker der hele tiden noget. Men også selv om den skulle stride mod gældende regler, vil den ofte kunne realiseres. Direktoratet har i gymnasieloven hjemmel til at dispensere fra gældende regler, blot det ikke kommer eleverne til skade og i øvrigt er rimeligt begrundet. En sådan afvigelse fra gældende regler er pr. definition et pædagogisk forsøg.

Også forsøgsaktiviteten er stor for tiden. Direktoratet har således for næste skoleår godkendt over 500 forsøg (der er ca. 150 gymnasier). De er alle blevet til på lokalt initiativ, nogle af dem dog efter inspiration, f.eks. fra et fagligt udvalg eller tilsvarende, og nogle (f.eks. fra Herlev Statsskole) efter grundigere forhåndskontakter til direktoratet end andre. En vis del af dem vil resultere i permanente ændringer, andre vil blot forsvinde.

Direktoratet søger på ingen måde at hæmme denne livlige forsøgsaktivitet, tvært imod. Det sker uhyre sjældent, at direktoratet må afslå forsøgsansøgninger. Derimod standses forsøgsinitiativer ganske ofte i skolens lærerråd, idet det er lærerrådet, som afgiver indstilling om forsøget til direktoratet. Motiverne i lærerrådet til at afgive en negativ indstilling vil oftest være noget med timerovsmistanker eller andet tilsvarende misliebigt. Det sker også tit, at forsøg, som er pædagogisk godkendt i direktoratet, ikke realiseres, fordi GL og modparten ikke har kunnet forhandle sig til enighed om størrelsen af lærerens honorar for ekstraarbejdet i forbindelse med forsøget (den såkaldte forsøgsreduktion), eller fordi skoleejereren ikke finder udvej for at betale den således aftalte forsøgsreduktion.

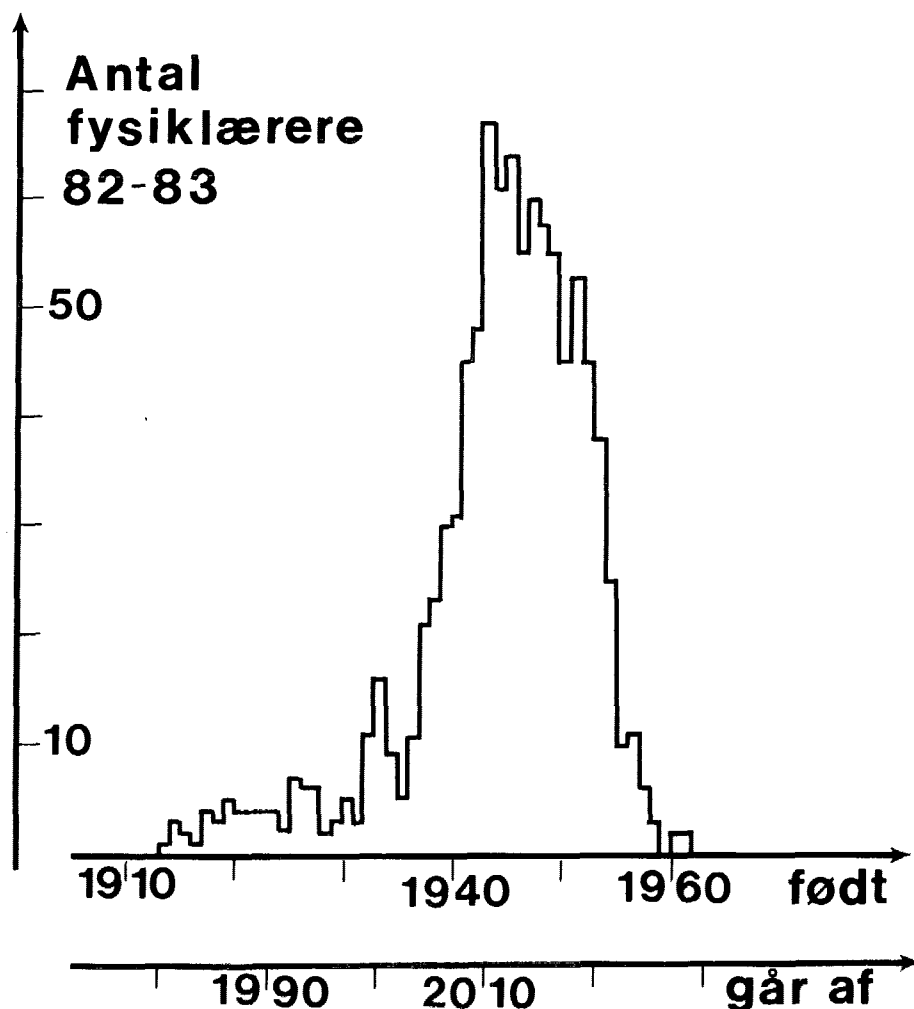
Denne decentrale styring af forsøgsarbejdet (hvis det er styring) har fordele. Det er entusiastiske lærere, som arbejder med tingene, frem for lærere, som har fået trukket noget ned over hovedet. Alle har mulighed for at være med, således at alle væsentlige strømninger skulle kunne indfanges. Det lokale arbejde bereder jordbunden for kommende ændringer, således at der kan foreligge konkrete erfaringer før eruptionen.

Men den har også ulemper. Erfaringerne kan meget let blive væk. Det er svært at indsamle og bearbejde dem på en måde, så de kommer helheden til nytte. Ofte må man nok sige, at erfaringerne var meget værdifulde for den lærer, som gjorde dem, men i virkeligheden var det i så høj grad private læreroplevelser, at de næppe kan formidles. Og udviklingsarbejdet er efter sagens natur usystematisk, det er de 1000 blomster.

4. Fysiklærerne

Den mest afgørende faktor for, om formel implementering af et nyt undervisningsindhold resulterer i en ændret undervisningspraksis og et ændret undervisningsprodukt, det er naturligvis lærerne. Man kan skrive næsten lige hvad man vil i en bekendtgørelse, hvis ikke lærerne vil og kan undervise efter dens bogstav og intentioner, så sker der ikke noget særligt. Lærerne vil finde ud af at undervise stort set som de plejer, blot klippe en tå hist og her.

Naturligvis sker der en stadig tilgang af nyuddannede lærere, som man kunne tænke sig uddannet på en ny og bedre måde. Men dels har lærernes uddannelse i hvert fald indtil nu ikke betydet så forfærdelig meget for deres konkrete undervisningspraksis, dels kan man allerede af rent strukturelle grunde ikke regne med nogen væsentlig fornyelse ad denne vej i en overskuelig fremtid. Til lejligheden er nedenstående statistik håndtalt over de lærere, som i indeværende skoleår underviser i fysik i gymnasiet, fordelt på fødselsår. Den nederste skala viser fødselsåret plus 67, altså potentielt middel-afgangår. Man ser, det først er et stykke på den anden side af årtusindskiftet, at der bliver naturlig afgang af betydning. Når hertil lægges den kendte nedgang i fødselsårgangsstørrelsen, som netop i disse år be-



gynder at gøre sig gældende for 16-årige, så må det være klart, at de fysiklærere, vi får, det er de fysiklærere, vi har. Måske kan vi få uddannet et antal nye lærere, som kan præges af en ny tids friske vind, og måske kan vi få udmøntet et ændret undervisningsbehov i nye fagbeskrivelser. Men hvis det kolliderer for meget med det fremherskende meningsklima blandt disse lærere, vil det alt sammen ikke nytte stort.

5. Udviklingstendenser

Heldigvis er det ikke svært at få øje på lyst til forandringer blandt disse nutidens og fremtidens fysiklærere. For det første er der faktisk lyst til at tage nye emner op. Ganske vist har man læseplaner, som fastlægger et obligatorisk stof, og ofte siger lærerne, at det tager så lang tid at nå dette obligatoriske stof, at der - især da eleverne jo som bekendt er så langt dårligere nu end før - ikke er tid til at tage nye emner op. Men noget sker alligevel hele tiden, især på MF-grenen, hvor det er obligatorisk at læse valgfrit stof, vejledningen siger i 25% af tiden.

Måske er det interessant i en lille digression at bemærke, at dette valgfrie stof formelt kom ind allerede i forbindelse med 61-bekendtgørelsen. Imidlertid havde lærerne travlt nok med at lære at undervise i det nye obligatoriske stof - herunder forberede til skriftlig eksamen i faget, som jo var nyt - i hvert fald blev der så vidt huskes faktisk ikke læst valgfrit stof. Der var vist en slags underforstået, vist uansøgt og udtalt dispensation. Undervisningsvejledningen fra 61 nævner som eksempler på valgfrie emner (også kaldet specialer i vejledningen): "Relativitetsteori, videregående kernefysik, eksperimentel elektronik, videregående astrofysik, termodynamik, energisætningen i historisk belysning, hydrostatik, hydrodynamik", altså gode, hårde fysikemner, gerne med ordet "videregående" hæftet på sig. Med "den lille reform" i 71 blev kravene til de valgfrie emner strammet, der kom nogle lidt kinesiske men umisforståelige bestemmelser om elevindflydelse på emnevalgene, og der kom eksplicitte krav om, at mindst to af de valgfrie emner helt eller delvist skulle indgå i klassens eksamenspensum.

Hvad nu end den udslaggivende årsag har været, kom der en voldsom vækst i arbejdet med disse valgfrie emner. Der er i de seneste fem år sket en helt markant drejning i emnevalget, bort fra emner af den type, som 61-vejledningen (og 71-vejledningen med, for den sags skyld) nævner, og som måske lidt slagordsagtigt kan kaldes hårde fysikemner, hen mod noget, der lige så slagordsagtigt kan rubriceres under fysik, teknologi og samfund. Regnes astronomiske og astrofysiske emner med her, er der tale om en knusende numerisk overvægt over de hårde fysikemner. Der tales heller ikke mere om "specialer", med den air af dyr videnskab, som dette ord har med sig, og ved emnevalgene lægges der ikke blot vægt på, at det er god fysik, men også, at det er spændende og vedkommende fysik. Dette er en udvikling, som støttes aktivt af Fysiklærerforeningen, dels i form af efteruddannelseskurser,

dels derved, at foreningens forlag har medvirket ved tilvejebringelsen af undervisningsmateriale.

For det andet sker der også noget med metodikken. En parole med ganske stor tilslutning er "Bort fra den disciplinorienterede hen mod den emneorienterede undervisningsform". Disciplinorienteringen forstås som karakteriseret ved, at udgangspunktet er en faglig disciplin eller teoribygning, som bearbejdes oftest systematisk og deduktivt, næsten med traditionel universitær førstedelsundervisning som paradigme. Den emneorienterede undervisningsform derimod tager sit udgangspunkt i et emne, som eleverne synes er vedkommende - Nordsat, indeklima, atombomber etc. - og eleverne skulle altså kunne lære en slags fysik ved at arbejde med disse emner. Ikke mindst den eksperimentelle side af faget kan få nyt liv i denne undervisningsform. De sædvanlige fysikøvelser kan måske kritiseres for undertiden at være aktiviteter, hvor eleverne med apparatur, som egentlig er uegnet til formålet, på grundlag af usikre målinger, som i virkeligheden ikke viser noget, ledes til at opdage eller eftervise ting, som de godt vidste i forvejen passede, for de havde just bevist dem med matematik. I den emneorienterede undervisning er netop den mere eller mindre selvstændige udvælgelse af egnede eksperimentelle metoder og design af opstillinger et væsentligt træk.

Der har i nogle år været gennemført pædagogisk udviklingsarbejde med en sådan undervisning på mN- og mS-grenene. De faglige udvalg for fysik og kemi har opsamlet erfaringerne fra det i en rammebeskrivelse af et forsøg på mS-grenen, hvor iøvrigt de to naturfag er samlet i én fælles timeblok på 5 ugetimer i 2.g. Vi har så inviteret kollegerne til at deltage i dette forsøg, og indskrænket bureaukratiet stort set til at sætte et kryds i en rubrik. Det viste sig, at ca. 65 skoler ønskede at deltage, altså omtrent halvdelen af landets skoler, og der kommer sikkert flere næste år. Det må vist tages som et klart udtryk for, at fysiklærerne kan bevæge sig, i hvert fald, når man gør det let for dem at gøre det.

For det tredje er der opbrudstegn omkring det, som nævnes i overskriften for vor konference, informationssamfundet, informativteknologi, det automatiserede samfund. Her er situationen den, at der længe har foregået styret forsøgsvirksomhed med datalære som autonomt fag, i mange år styret efter retningslinjerne i Johnsen-rapporten. Disse forsøg blev aldrig særlig udbredte i gymnasiet, til dels af strukturelle grunde, noget med, at man brugte oldtidskundskabstimer til det, og det synes i hvert fald oldtidskundskabslærerne ikke om. En efterkommer lever dog stadig som forsøgsfag på enkeltfags hf kurserne. Men en anden grund til, at faget datalære aldrig rigtig fik fodfæste var måske også, at det ikke var den konstruktion, der passer bedst til gymnasiet.

Men der har været arbejdet med emnekredsen på andre måder end som et autonomt fag, også og ikke mindst i fysik. Faktisk alle skoler råder nu over det, der hedder datakraft, og ofte med en fysiklærer som drivkraft og ulønnet kedelpasser. I fysikundervisningen bruges maskinerne i noget omfang som hjælpemiddel og dermed implicit som studieobjekt, men det er ikke så umådelig interessant i denne forbindelse. Mere væsentligt

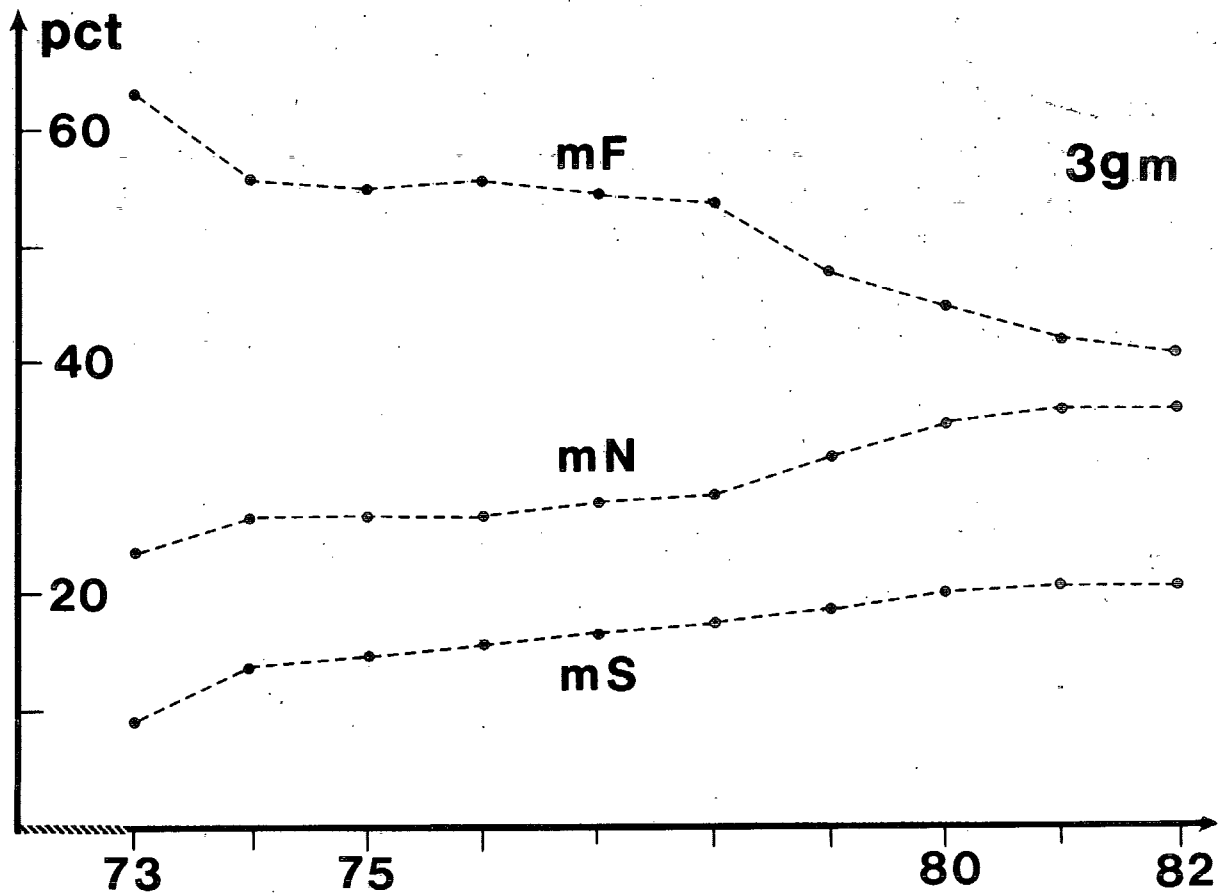
er det, at man direkte dyrker mikroelektronikkens væsen og betydning i fysiktimerne. Lærernes interesse for de efteruddannelseskurser, der har handlet om disse ting, er et klart tegn på lyst til at tage dem op i undervisningen. Objektet, påskuddet, er så de integrerede kredse, og man arbejder med deres herkomst, deres egenskaber og anvendelsesmuligheder. Det kan for eksempel ske ved, at man med egne hænder bygger en lille mikro med processor, clock, memory, kontrol og ind- og udlæsning, det sidst binært med kontakter og lysdioder både for program og data. Eller arbejdet kan bygges op omkring styring, kontrol og on-line datafangst, hvor man måske laver programmel og design af et interface med ADC og DAC til en computer, som skolen har i forvejen.

Det bør nævnes, at direktoratet netop i år har inviteret til en ny type forsøg omkring undervisning om og anvendelse af edb i skolen. Forsøget er interessant - nogen siger dog det modsatte - derved, at undervisningen ikke gives i noget bestemt fag, men i en række fag. Den består af et fælleskursus på ca. 30 timer i l.g., som skal danne introduktion, appetitvækker og fælles referenceramme for eleverne, når de senere i grenfagene - hvor de jo samles fra forskellige stamklasser - skal arbejde videre med emnet. Vægten lægges meget lidt på maskiner og programmering, stort set begrænset dertil, at eleverne sættes i stand til at afvikle færdige programmer på skolens anlæg. I stedet lægges hovedvægten på ting som udbredelsen af edb, den faktiske anvendelse af edb i institutioner og virksomheder med de konsekvenser, det har. Fælleskurset tillægges ikke i sig selv nogen særlig betydning, det skal senere følges op i andre fag, der fint kan være fællesfag, men som ofte vil vise sig at blive grenfag, og den nødvendige pensumreduktion er stillet i udsigt. Der har vist sig overordentlig stor interesse for dette forsøg, over 50 skoler har meldt sig, og et rent forbløffende bredt spektrum af fag har meldt sig som interesserede, dansk, religion, sprogfag, etc. Men fysik er naturligvis smukt med også.

6. Eleverne

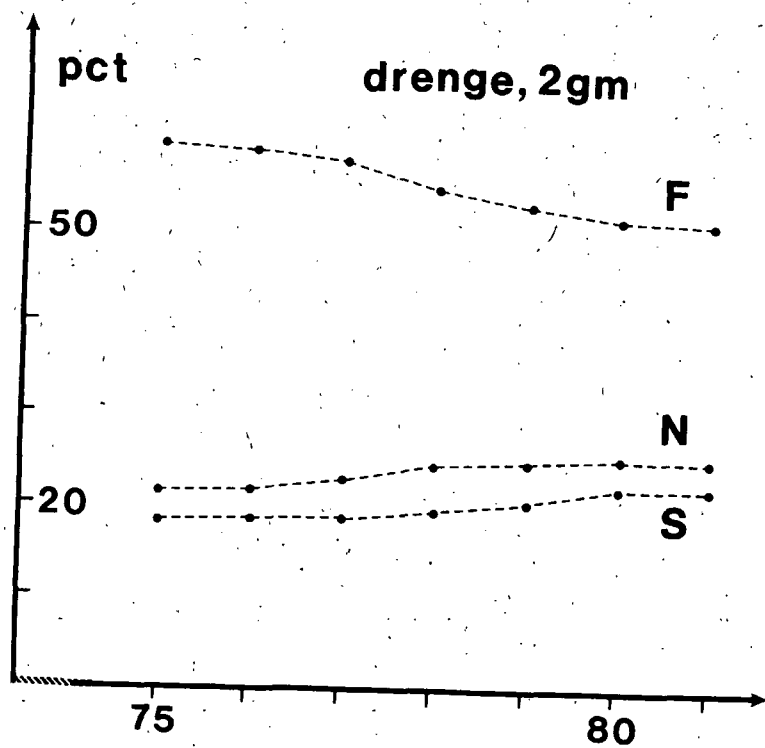
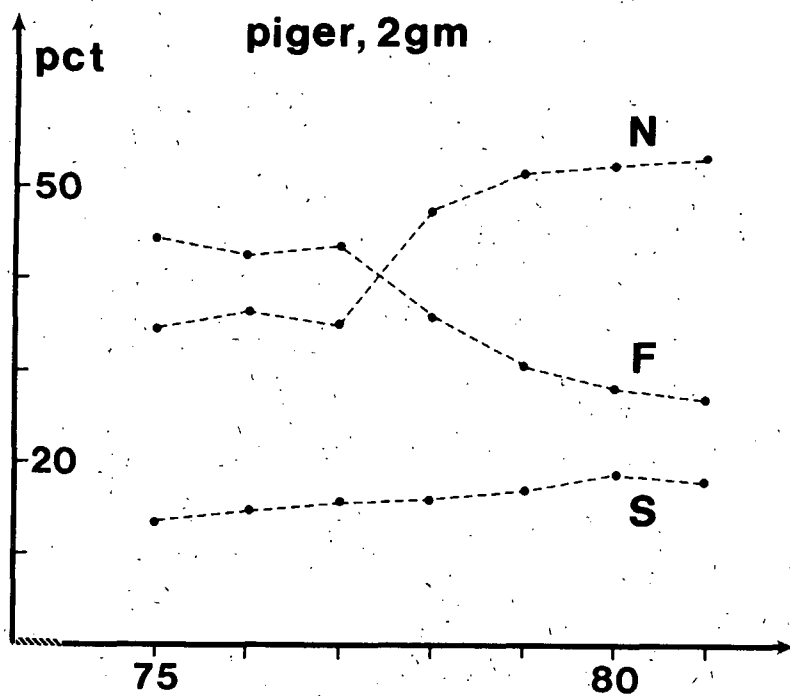
Fysik vurderes af elever klart som et svært fag, der dog undertiden også kan være interessant. Der er klare kønsforskelle i vurderingerne, i den retning, de mest udbredte fordomme venter det. I det sidste tiår er et hastigt voksende antal elever gået i gymnasiet, og tilvæksten har næsten udelukkende ligget på matematisk linje, altså der, hvor man har fysik. Tilgangen er her stort set fordoblet i løbet af det sidste tiår, mens tilgangen til sproglig linje og hf (toårigt, excl. enkeltfagskurserne) har været næsten konstant. Fordelingen mellem piger og drenge er skrækkeligt skæv på sproglig linje (ca. 80% er piger), mens den er mere ligelig på matematisk linje (ca. 45% af matematikerne er piger).

Men også grenvalgene udvikler sig. Grafen nedenfor viser den relative del af eleverne på matematisk linje, fordelt efter grenvalg. (Forsøgsgrene ikke medregnet, derfor giver summen ikke altid 100%):



Der ses en klar tendens til, at mF-grenens popularitet er i langsom aftagen. Man kan ekstrapolere og finde ud af, hvornår den er væk. Men det er naturligvis talsvindel, da der her er tale om relative andele. Faktisk har det absolutte antal elever på mF-grenen i perioden holdt sig meget konstant omkring 5000 elever pr. årgang.

Det er især pigerne, som vælger mN-grenen. Der er en ganske skæv kønsfordeling mellem grenene på matematisk linje. Man ser nok bedst tendenserne ikke ved at følge fordelingen af piger og drenge på grenene, men i stedet ved at følge, hvorledes hhv. piger og drenge på matematisk linje vælger gren. Det er vist på de næste to grafer:



7. Fysik - fællesfag eller tilvalgsfag?

Det automatiserede samfund skaber et andet undervisningsbehov, fordi vi skal leve med og af den ny teknologi. Det var måske nærliggende at aflede heraf, at faget fysik - hvis det da kan underforstås, at det er faget med de bedste forudsætninger for at arbejde med disse ting - nødvendigvis må være et fællesfag, da alle skal have forudsætninger for at forstå den ny teknologi. Men det er nok ikke så enkelt. Dels er det, fysiklæreren bedst kan i denne forbindelse, nok pilleriet med de små sorte tusindben, og det alene gør det visselig ikke. Dels må man respektere også andre fags muligheder og bestræbelser som lige så væsentlige som vore egne. Det er elevens totale sum af undervisningserfaringer, som skal ændres, herunder naturligvis også fysikundervisningen. Om faget så er et tilvalgsfag eller et fællesfag, det er et strukturelt og ikke et principielt problem.

Lise Høj

Dette indlæg om matematik i gymnasiet falder i tre dele, dels nogle overvejelser om det selve titlen på indlægget angiver, dels nogle betragtninger om matematik i gymnasiet som et almindende fag og endelig en omtale af et nylig udsendt forslag til ændret pensum i matematik på gymnasiets matematiske linje.

Fællesfag eller tilvalgsfag? Matematik i gymnasiet er begge dele, dels et fællesfag i den betydning, at samtlige elever, der går i gymnasiet modtager undervisning i matematik, dels et tilvalgsfag, idet eleverne ved valg af linje og gren kan tilvælge - eller fravælge - matematik i større eller mindre omfang.

Det afgørende valg træffer eleverne, når de ved starten af gymnasiet vælger mellem sproglig og matematisk linje. På sproglig linje optræder matematik med to timer i 1. og tre timer i 2.g, men faget står meget isoleret i den fagrække, som sproglig linje i øvrigt omfatter. Den eneste anden undervisning i et naturvidenskabeligt fag på sproglig linje er et tre-timers biologifag i 3.g samt et to-timers geografifag i 1.g, men det er vist som oftest mere kulturgeografi end naturgeografi. Denne isolation i forhold til de øvrige fag, som eleverne er optagne af, bevirker, at udbyttet ofte ikke står mål med anstrengelserne. Selve det bekendtgørelsesforeskrevne pensum er i omfang og indhold meget rimeligt; "de frie timer" til valgfrit stof (omfang ca. 25 timer) udnyttes på meget forskellig vis bl.a. til EDB, til historiske-idéhistoriske emner eller til at inddrage fysiske eller kemiske problemstillinger, udføre lidt eksperimentelt arbejde og regne på resultaterne - dette kan jo naturligvis slet ikke afbøde den fundamentale mangel på et fysik-kemifagligt indhold i uddannelsen. Bekendtgørelsen tillader at erstatte differentialregningen med et andet matematisk emne, og mens dette i starten af det nuværende pensums historie (ca. 1975-76) stort set aldrig blev udnyttet, sker det nu i stigende omfang.

På matematisk linje starter alle eleverne i fællesskab med matematik fem timer i 1.g. Eleverne kommer her med store forventninger til faget, de har været glade for det i folkeskolen, næsten 70% af gymnasieeleverne vælger i disse år matematisk linje. Desværre skuffer vi nok ofte deres forventninger, der er store problemer med overgangen fra folkeskolens til gymnasiets matematikundervisning. Efter 1.g vælges enten matematisk-fysisk gren, hvor matematik har 5 henholdsvis 6 timer i 2. og 3.g eller naturfaglig, samfundsfaglig eller musikmatematisk gren, og matematik er fællesfag for disse grene med tre timer i hvert af de to sidste gymnasieår.

Den form for fællesfag med tilvalgsmulighed ovenpå, men sådan at alle eleverne har faget i hele det treårige forløb, forekommer mig at fungere godt. Jeg finder det vigtigt, når

gymnasiet tilbyder tilvalg af fag på et niveau, som kun kan nås med et passende stort timetal, at matematik da er at finde blandt disse tilvalgsfag. Betydningen af dette ligger efter min mening ikke blot i at sikre en forberedende "ekspertuddannelse", men efter min opfattelse bør faget, også på mat-fys-grenen, ses som et almindende fag; undervisningen i matematik på mat-fys niveau skulle også gerne henvende sig til elever, der ikke senere ønsker at gå videre med teknisk-naturvidenskabelige uddannelser.

I gymnasieloven siges det, at gymnasiet skal give eleverne en almindende og studieforbereende undervisning. En konsekvens af dette er efter min opfattelse, at intet fag har berettigelse i gymnasiets fagrække, hvis det ikke kan bidrage til opfyldelse af såvel det almindende som det studieforbereende formål med uddannelsen - og dette gælder for såvel fællesfag som tilvalgsfag. For mange mennesker inden og uden for gymnasiets kreds er det måske nemmest at få øje på matematiks studieforbereende funktion. Matematikkundskaber er oplagt en forudsætning for en lang række uddannelser med teknisk-naturvidenskabeligt indhold, for økonomiuddannelser og mange andre.

Der kan derfor snarere være grund til at se på de bidrag, matematikundervisningen kan yde til det almindende indhold i gymnasiets undervisning. Matematik som erkendelsesform er i den (europæiske) historie og kulturhistorie nøje sammenknyttet dels med de forskellige filosofiske strømninger, dels med fremkomsten og udviklingen af naturvidenskaberne og dels med den tekniske udnyttelse af naturvidenskaberne. Matematik indgår således i en forståelse af den kulturelle og materielle historiske udviklingsproces.

Det matematiske symbolsprog udnyttes til beskrivelse og problemløsning ikke blot inden for matematikken selv, men det er en del af samtlige naturvidenskaber og indgår i et vist omfang også i andre videnskaber og anvendelser af disse. Manglende kendskab til og øvelse i brug af det matematiske sprog udgør derfor en barriere, der forhindrer indsigt i en række væsentlige områder af det moderne liv - på andet end det helt overfladiske plan.

I stigende grad danner matematiske modeller grundlag for beslutninger på mange niveau'er i samfundslivet. Uden kendskab til den proces, der består i ud fra et givet problemkompleks at bygge en matematisk model, med de idealiseringer og parametervalg dette indebærer, og at gøre brug af modellen til løsning af problemet, vil en stillingtagen til beslutningen enten bestå i en total afvisning eller en bøjen sig for ekspertudsagn.

Vi kan naturligvis ikke i gymnasiet gøre eleverne til eksperter, der selvstændigt kan bygge matematiske modeller for et hvilket som helst problem. Men vi kan gøre bygning af sådanne modeller og problemer i forbindelse med deres anvendelse til et led i undervisningen i matematik.

Endelig vil jeg omtale et forslag til helt nyt indhold i matematikundervisningen på matematisk linje, som er udarbejdet af matematiklærerforeningens styrelse i samarbejde med fagkonsulenterne.

Vor nuværende bekendtgørelse blev til omkring 1960 og var

i første række tænkt som en mat-fys bekendtgørelse. Ved beskæring dannedes også et pensum for de øvrige grene på matematisk linje og op gennem 70'erne har nye beskæringer fundet sted, bl.a. ved indførelsen af 5-dages-ugen. Dette har haft en række uheldige konsekvenser, og vi har følt, at tiden nu var inde til at forsøge at skabe et helt nyt pensum. Vi har taget udgangspunkt i et pensum for de natur- og samfundsfaglige, der så kan indgå som en del af mat-fys pensum.

Nedenfor er sammenklippet et uddrag af den beskrivelse af det nye forslag, der for nylig er udsendt til alle gymnasiets matematiklærere.

Intentioner

Med det forslag til pensum for de natur- og samfundsfaglige grene, der her foreligger, har vi tilstræbt at udforme et pensum, som

- 1) inden for en række centrale matematiske områder dokumenterer matematik som et fag med væsentlige egne værdier.
- 2) giver mulighed for en alsidig belysning af matematiks samspil med andre fag.
- 3) giver bedre tid til fordybelse i centrale begreber og sammenhænge.
- 4) giver bedre tid overhovedet, således at særlige ønsker i den enkelte klasse eller på den enkelte skole kan imødekommes.
- 5) er udformet, så det lægger op til, at undervisningens konkrete indhold i videre udstrækning end hidtil kan præges af den enkelte lærer og klasse.
- 6) sikrer, at de elever, der forlader gymnasiet med en natur- eller samfundsfaglig studentereksamen og ikke møder matematik i deres efterfølgende uddannelse, har fået en perspektiveret og bred matematisk almindelse.
- 7) forbereder eleverne til et bredt udvalg af lange, mellem lange og korte uddannelser, hvor matematikforkundskaber er nødvendige.

Forslagets opbygning

Det medfølgende forslag til mNS-pensum er opbygget således, at pensum består af to dele. Første del er opbygget på ret traditionel vis med en emneliste og tilhørende undervisningsvejledning. Denne del af bekendtgørelsen indeholder 5 emner:

1. Tal.
2. Geometri.
3. Funktioner.
4. Infinitesimalregning.
5. Statistik og sandsynlighedsregning.

Anden del omhandler fire aspekter, som også skal tilgodeses i undervisningen. De fire aspekter er

Datalogi-aspektet.

Det historisk-filosofiske aspekt.

Model-aspektet.

Matematiks særlige natur.

I den særskilte omtale af disse aspekter er der givet eksempler på undervisningsforløb, der specielt sigter på at inddrage disse aspekter i undervisningen. Endvidere er der i undervisningsvejledningen til emnelisten givet antydninger af, hvor elementer fra de fire aspekter naturligt kan inddrages i undervisningen i disse emner. Undervisningen i de nævnte aspekter kan således tilgodeses på forskellige måder. Det vil således være op til læreren og eleverne at fastlægge det konkrete undervisningsindhold, således at de anførte formål for undervisningen i de nævnte områder bliver opfyldt.

UNDERVISNINGENS FORMÅL

Formålet med matematikundervisningen er, at eleverne erhverver indsigt i matematik som erkendelsesform og som beskrivelsesmiddel.

1. Tal

Formålet med undervisningen er at uddybe elevernes forståelse af talbegrebet og at opøve elevernes regnemæssige færdigheder, således at det fornødne grundlag for behandlingen af emnelistens øvrige punkter er til stede.

Emner: Hele, rationale og reelle tal og forskellige repræsentationer af disse. Decimalbrøksfremstilling og periodicitet. Regneregler for rationale og reelle tal. Regning med potenser og rødder. Udvidet procentregning. Løsning af simple åbne udsagn.

2. Geometri

Formålet med undervisningen er at give eleverne viden om nogle af de simple geometriske figurer og de til disse knyttede begreber og egenskaber. Eleverne skal lære at ræsonnere om geometriske figurer og se, hvordan den analytiske geometri giver et begrebsmæssigt alternativ til den sædvanlige geometri.

Emner: Simple geometriske steder. Trekanter. Beregning af sider og vinkler i trekanter. Indskreven og omskreven cirkel. Sinus, cosinus og tangens. Koordinatsystem. Analytisk beskrivelse af punktmængder i planen, herunder af ret linje, cirkel og halvplan. Afstand mellem punkter og mellem punkt og linje. Skæring mellem linjer. Åbne udsagn.

3. Funktioner

Formålet med undervisningen er at udbygge elevernes kendskab til funktionsbegrebet og at gøre dem fortrolige med forskellige metoder til behandling af funktioner. Eleverne skal desuden lære en række elementære funktioner og deres egenskaber at kende.

Emner: Funktion, sammensat og invers funktion. Forskellige måder at fastlægge funktioner på. Det generelle afbildningsbegreb. Lineære og stykkevis lineære funktioner, polynomier, trigonometriske funktioner, eksponentialfunktioner og logaritmefunktioner samt potensfunktioner. Løsning af ligninger og uligheder, hvori de nævnte funktioner indgår.

4. Infinitesimalregning

Formålet med undervisningen er at give eleverne indsigt i infinitesimalregningens begreber og deres tolkning samt at give dem færdighed i at anvende infinitesimalregningens metoder og modeller.

Emner: Funktionstilvækst, differenskvotient, sekant og tangent til graf, differentialkvotient, approksimerende førstegradspolynomium, regneregler, ekstremumsbestemmelse, monotoniforhold, eksempler på differens- og differentilligninger, stamfunktion. Arealbegrebet, arealberegning, analytisk og numerisk integration.

5. Statistik og sandsynlighedsregning

Formålet med undervisningen er dels at give eleverne forståelse for begreberne stokastisk eksperiment og sandsynlighed, dels at gøre dem fortrolige med de sandsynlighedsteoretiske modeller binomialfordeling og normalfordeling samt praktiske anvendelser af disse.

Emner: Stokastisk eksperiment. Observationssæt, diskrete og grupperede observationer. Grafiske beskrivelsesmidler, deskriptorer. Fordeling, normalfordeling. A priori og frekventielle sandsynligheder, sandsynlighedsfelt og stokastisk variabel. Regning med sandsynligheder for hændelser. Betinget sandsynlighed og uafhængighed. Binomialfordeling, hypoteseprøvning i binomialfordelingen, fejl af 1. art. Normalapproximation til binomialfordelingen.

Datalogi-aspektet

Formålet med undervisningen er, at eleverne gennem passende valgte eksempler oplever, hvorledes datalogiske synsvinkler kan perspektivere den matematik, som de beskæftiger sig med, og at eleverne får kendskab til praktisk anvendelse af EDB.

Undervisningen: Perspektivering af matematikken ved anlægelse af datalogiske synsvinkler kan ske på mange måder. Det vil dog sikkert være frugtbart for eleverne at erkende, hvorledes de matematiske objekter, som de arbejder med, repræsenteres i datamaskinerne og deres programmeringssprog.

I forbindelse med behandling af emnet tal diskuteres f. eks. forskellige måder at repræsentere tal på, herunder talrepræsentation i en datamaskine. Det er vigtigt, at eleverne bliver opmærksomme på, at aritmetriske operationer altid hviler på et antal primitive operationer samt algoritmer, der angiver, i hvilken rækkefølge de primitive operationer skal udføres. I forbindelse med træning i behandlingen af større aritmetriske udtryk kan det være en hjælp for eleverne at se trærepræsentation af sådanne udtryk.

I forbindelse med træning i brug af variable (symboler) kan programmeringssprogenes skelnen mellem tildelingssætninger ($x:=3$) og åbne udsagn ($x=3$) give en afklaring af problemer, der almindeligt optræder i denne sammenhæng. Eleverne kan også få demonstreret, hvorledes et åbent udsagn kan benyttes til at styre et handlingsforløb (repeat - until $p(x)$).

Ud over den sædvanlige matematiske repræsentation af funktioner bør eleverne også se eksempler på, hvorledes funktioner repræsenteres i et programmeringssprog. F.eks. følgende:

$$f(x) = \begin{cases} x+6 & \text{for } x \leq -2 \\ x^2 & \text{for } -2 < x < 2 \\ -x+6 & \text{for } x \geq 2 \end{cases}$$

```

FUNC f(x)
CASE TRUE OF
WHEN x<=-2
  RETURN x+6
WHEN -2<x AND x<2
  RETURN x^2
WHEN x>=2
  RETURN -x+6
ENDCASE
END FUNC f.

```

Eleverne skal stifte bekendtskab med simple algoritmer til bestemmelse af funktionsværdier for velkendte funktioner som f.eks. kvadratrodskfunktionen og sinus.

Når eleverne er blevet fortrolige med, at de grundlæggende matematiske objekter som tal, aritmetriske udtryk og funktioner har særlige repræsentationer i datamaskinen, kan det vises, hvorledes en række matematiske fremgangsmåder kan repræsenteres i et programmeringssprog. Som eksempler kan nævnes løsning af andengradsligning, nulpunktsbestemmelse for funktioner og bestemmelse af perioden for et rationalt tals decimalbrøksfremstilling. Det fremhæves, at det benyttede programmeringssprogs syntaks er søgt udformet således, at den fremstår som en formalisering af de fra mate-

matikken velkendte strukturer. Eleverne bør også se eksempler på, at formaliseringsprocessen kan være en iterativ proces.

Det er derimod ikke tanken, at det skal tilstræbes, at eleverne lærer at programmere. Eleverne skal betragte programmer som en oversættelse af en matematisk fremgangsmåde. Det understreges, at eleverne ikke skal præsenteres for hele det anvendte programmeringssprogs syntaks, men at læreren bør foretage et passende udvalg af sproget, som der så kan arbejdes med i hele forløbet.

Eleverne skal benytte skolens dataanlæg til mindst én større beregnings- eller simulationsopgave.

Det historisk-filosofiske aspekt

Formålet med undervisningen er, at eleverne opnår en forståelse af på den ene side den matematiske indsigts universelle, evige natur og på den anden side den udvikling og de processer, der fører til opnåelse af matematisk erkendelse.

Undervisningen: Dette aspekt kan belyses ud fra fagets historie; en sådan belysning kan f.eks. være refererende (historiske appendices til nogle af de obligatoriske emner) eller have form af forløb tilrettelagt på grundlag af historisk tekstmateriale. Eksempler på sådanne forløb er talsystemets udvikling, og ligningsløsning i babylonsk matematik (i forbindelse med emnet tal), udvikling af begreberne grænseværdi og differentialkvotient (i forbindelse med emnet infinitesimalregning) sandsynlighedsbegrebets historie og statistikkens historie (i forbindelse med emnet statistik og sandsynlighedsregning).

Det historisk-filosofiske aspekt kan også tilgodeses i et selvstændigt forløb. Som eksempler på sådanne kan nævnes: matematiks rolle i den græske kultur (matematikens forhold til det filosofiske begreb idealisme), den naturvidenskabelige revolution i det 17. århundrede, matematik og positivisme samt grundlagsdiskussionerne i slutningen af det 19. århundrede og matematiks forhold til det generelle intellektuelle klima på dette tidspunkt.

Model-aspektet

Formålet med undervisningen er at give eleverne kendskab til opbygning af matematiske modeller som idealiserende repræsentationer af virkeligheden og indtryk af matematiske modellers anvendelsesmuligheder og begrænsninger.

Undervisningen: Eleverne bør øves i at stille spørgsmål, der kan tjene til at præcisere et ofte ikke særlig velafgrænset problem, i at opdage relationer mellem de variable, der indgår i beskrivelsen af problemet, i at undersøge, hvilke af disse relationer der bedst kan anvendes til løsning af problemet, og formulere dem matematisk samt i at foretage verifikation af den opstillede model.

Der kan arbejdes med et antal mindre modeller i forbindelse med behandlingen af nogle af de obligatoriske emner. Som eksempler kan nævnes: stokastiske modeller (f.eks. for radioaktivt henfald), svingnings- og bølgemodeller (for lyd, lys, tidevand mm.), eksponentielle og logistiske vækstmodeller (populationsdynamik) og flerdimensionale modeller (f. eks. Lotka-Volterra-modellen).

Modelaspektet kan også tilgodeses gennem et selvstændigt forløb, der koncentrerer sig om arbejdet med en større model, eventuelt en tillempet version af en sådan. Som eksempler på sådanne modeller kan nævnes en økonomisk model (SMEC), en fiskerimodel (Nordsømodellen) og en global model (Grænser for vækst). Sådanne modellers samfundsmæssige funktion inddrages i undervisningen.

Matematiks særlige natur

Formålet med undervisningen er, at eleverne opnår en forståelse for de for matematisk erkendelse karakteristiske træk.

Undervisningen: I arbejdet med de forskellige matematiske emner lærer eleverne naturligvis sider af matematiks natur at kende, så at sige indefra. Sigtet med at gøre matematiks særlige natur til et aspekt, der herudover skal inddrages, er at bevidstgøre eleverne om forskellige sider af matematik som erkendelsesform og som sprog; eleverne skal lære om matematik. Dette kan ske i forbindelse med behandlingen af visse af de obligatoriske emner, f.eks. ved diskussion af: abstraktion, begrebsformulering og generalisation; aksiomatisk-deduktiv teoriopbygning; det induktive og det deduktive princip, processen fra intuitiv forståelse til sætningsformulering og bevis; nødvendighed af entydige og konsistente definitioner og sætninger; nødvendighed af beviser, også i undervisningen; bevistyper, direkte og indirekte bevis, den analytiske metode; matematik som et formal-logisk sprog.

Dette aspekt kan også tilgodeses ved særligt tilrettelagte forløb, måske mest hensigtsmæssigt ved inddragelse af matematikhistoriske og filosofiske aspekter, f.eks. matematikkens udvikling i en periode fra den græske oldtid, i senrenæssancens Europa eller i dette århundrede.

De fire aspekters rolle i undervisningen og til eksamen

Der er ikke foreskrevet noget om omfanget af den undervisning, der skal finde sted for at tilgodeses de fire aspekter, og heller ikke nogen vægtning af aspekterne indbyrdes. En mulighed er, at ét eller en kombination af to af aspekterne tildeles en særlig vægt og behandles i et større forløb, mens de øvrige aspekter udelukkende tilgodeses i forbindelse med behandlingen af de obligatoriske emner.

Specielt er datalogi-aspektet beskrevet under den forudsætning, at eleverne på et tidligt tidspunkt i gymnasiefor-

løbet har fået en introduktion til skolens dataanlæg, der har sikret, at eleverne kan benytte skolens anlæg i et sådant omfang, at de kan bruge et på forhånd udarbejdet program.

Det skal af pensumindberetningen fremgå, på hvilken måde og i hvilke forløb de fire aspekter er tilgodeset, og dele af disse forløb skal indgå i opgivelserne til mundtlig eksamen.

III.3 REFERAT af hovedpunkterne i plenumdiskussionen om de foregående programpunkter, tirsdag 26/4, kl. 11.15 - 12.00 - baseret på et notat af Anders Madsen.

Diskussionen berørte to temaer: koordination mellem matematik- og fysikundervisningen, og de "aspekter" Lise Høj omtalte i sin præsentation af forslaget til læseplansændringer for gymnasiets matematisk-samfundsfaglige og matematisk-naturfaglige matematikundervisning.

Det første tema blev introduceret gennem et indlæg, der fandt de aktuelle reformtanker for fag-interne. Bl.a. negligerer de behovet for koordination mellem fagene. F.eks. er vektor-regningen og infinitesimalregningen ikke anliggender alene for gymnasiets matematikundervisning, men også for fysikundervisningen.

Flere fysikere fra gymnasieskolen fandt disse koordinationsproblemer overdrevne. Der kunne f.eks. let tilrettelægges en fornuftig fysikundervisning selv om de teknisk inficerede emner henlagdes til 3. g.

Dertil blev det fremført at en af hovedpointerne ved fysikundervisningen var at fremvise den som et eksempel på at symbolmanipulationer kan være nyttige, at man med dem kan nå til svar som ikke kunne erhverves uden. Til at vise det er f.eks. trafikfysik velegnet, selv om emnet næsten ikke fordrer et fysisk begrebsapparat, mens klassisk "abstrakt" mekanik nemt slår eleverne ud, i det mindste i 1.g. Der er grund til at være bekymret for en udvikling, der gør fysikundervisningen til afmatematificeret vand og matematikundervisningen til i luften svævende definitioner.

En deltager mente at nogle af problemerne kommer af gabet mellem folkeskolens meget eksperimentelt orienterede fysikundervisning og gymnasiets, ikke mindst i 1.g., meget teoretisk anlagte undervisning i faget.

Dette forhold blev fra andre hold tilskrevet dels en udbredt manglende føling med folkeskolens fysikundervisning, dels gymnasiefagets stærke fagtradition, bundet først og fremmest til lærerkorpsets store homogenitet, formidlet hovedsagelig gennem 'sidemandsoplæring'.

En anden deltager fandt at problemet stak dybere, i fagernes krævende forståelseshierarkier, hvor noget nødvendigvis skal forstås før andet. Snarere end af standskonservatisme kommer traditionen af en fastholden af erfaringerne som de er lejret i forståelseshierarkiet. Dette forhindrer dog ikke, at traditionen for samarbejde mellem matematik og fysik er ringere end nødvendigt. Man kunne f.eks. starte med at forøge folkeskolens undervisning i fysik og bringe den i samspil med matematikundervisningen.

Dette fik en deltager til at fremhæve opdragelsesværdien i den "hænderne-op-af-lommen"-følelse som folkeskolens nuværende fysikundervisning fremmer.

En anden deltager mente, at selv om traditionen selvfølgelig var central for undervisningen, og det samme måske kunne siges om forståelseshierarkiet (selv om han tvivlede),

ville en insisteren på disse faktorer umuliggøre ændringer. Den eneste vej til holdbare ændringer går gennem diskussion, bl.a. om hvad faget er, ikke bare som videns-/indholds-fænomen, men også som sociologisk faktum.

Denne del af debatten sluttede med et indlæg, der fandt at koordinationen mellem matematik og fysik bedst fremmedes ved et strukturel omlægning af matematikopfattelsen i matematikundervisningen.

Debatten om de såkaldte "aspekter" indledtes af en deltager, der mente, at hvis aspekterne skulle komme til at spille den ønskede og ønskelige rolle, måtte der produceres et righolddigt eksemplarisk materiale til belysning af hvad arbejdet med dem kunne omfatte. Ellers ville der, med den stærke styring af undervisningen som de centralt stillede skriftlige opgaver afstedkommer, være fare for at der blot sker en stivnen i kanoniseringen af et nyt pensum. Et andet indlæg fulgte denne bekymring op ved at foreslå, at man gik over til decentralt stillede skriftlige opgaver, selv om dette ville indebære en slagting af en hellig ko for dansk studenterek-samen.

En deltager var bange for, at man med en for stærk fokusering på "aspekterne" ville komme til at skade matematikundervisningens muligheder for at løse sin studieforberevende opgave, i hvert fald som den kommer til udtryk i forhold til gymnasiets matematisk-fysiske gren. Synspunktet blev støttet ved fremlæggelse af en opgørelse i følge hvilken 80% af matematik-fysik-grenens ca. 5.000 studenter fortsætter til videregående uddannelser, og de 50% af disse går til matematisk-naturvidenskabeligt set "tunge" uddannelser.

Det blev hertil anført, at et godt almendannende undervisningsindhold også vil være af studieforberevende værdi.

Fra flere hold blev der tilkendegivet sympati med at tilføje matematikundervisningen de foreslåede aspekter, bl.a. de historiske og filosofiske, som er dem der i særlig grad savnes i den nuværende undervisning.

III.4

Placeringen af matematik og fysik i erhvervsuddannelserne:
 Skal matematik og fysik kun optræde som erhvervsrettede fag, - eller skal de indgå blandt de almene?

Finn Christensen

1. Indledning.

Der ligger i titlen på mit indlæg en forudsætning om, at der er et skisma mellem det specifikke og det generelle, mellem det job-kvalificerende og det almindennende, mellem det materielle og det åndelige.

Om det nu er tilfældet afhænger af, hvad vi mener med disse begreber!

Inden jeg går videre i dette indlæg om matematik/fysikundervisningen i erhvervsuddannelserne skal jeg præcisere, at de to fag forekommer i mange forskellige sammenhænge i erhvervsuddannelserne, og at jeg foreløbig dels taler generelt om fagenes betydning, dels taler om grunduddannelserne og navnlig om efg-uddannelsen.

Denne indledes jo som bekendt med en 1-årig basisuddannelse og fortsætter med en 2.del, som er en vekseluddannelse af 2-3 års varighed med f.eks. 3-4 skoleophold á 10 uger veksellende med praktik i en virksomhed. I alle tekniske basisuddannelser (hvoraf der er 7 slags!) er matematik og fysik obligatoriske fællesfag. I handels- og kontorområdet basisuddannelse undervises der ikke i fysik. Her ud over optræder fagene som valgfrie fag (evt. prøveforberedende f.eks. på FUA eller hf-niveau).

Er der så mere? Ja, det er der nok. Ca. 60% af undervisningstiden anvendes til undervisning i det retningsfaglige pensum. Dette består på de tekniske områder først og fremmest af praktisk arbejde i skolens værksteder samt i nogen fagteori. Det turde være indlysende, at denne undervisning i en eller anden forstand baserer sig på matematik og fysik/kemi, for midlet gennem teknologien.

Som yderligere forudsætning for de efterfølgende betragtninger skal jeg nævne, at efg-uddannelsen - vel vidende at det kan diskuteres - betragtes som den ungdomsuddannelse, som den største del af ungdomsårgangene i fremtiden (i henhold til Ungdomsprognosen: I 90'erne 2/3 af den årgang!) vil frekventere.

2. Hvorfor undervisning i matematik og fysik?

Matematik og fysikundervisning i erhvervsuddannelserne kan begrundes med 2 forskellige sæt argumenter:

- a) De erhvervsfaglige kvalifikationer kræver et vist kendskab til teknologi og til teknikens grundlag i naturvidenskaberne.
- b) En tidssvarende demokratisk ungdomsuddannelse må omfatte en almindennende målsætning, hvilket traditionelt omfatter et kendskab til væsentlige træk i kulturgrundlaget, herunder naturvidenskaberne.

Jeg afstår fra en nærmere udredning af disse 2 sæt argumenter - og regner med at de forekommer alle både indlysende og velkendte (jeg kan bl.a. henvise til Mogens Niss' indlæg igår)? Spørgsmålet er, om denne dobbelte begrundelse med nødvendighed fører til et skisma for bestemmelsen af det curriculum, der skal udgøre indholdet af disse to fag.

Det kunne synes sådan, idet det er et veldokumenteret faktum, at læreplansarbejde i disse to fag (som i andre forøvrigt!) hyppigt belastes af endeløse diskussioner mellem 2 "partier", der trækker hver sin vej: Det ene mod det teknologiske, det andet mod det almene.

Kan modsigelsen da ophæves - eller er den falsk?

Jeg mener den kan ophæves ud fra følgende argumentation: Lad os ty til en autoritet: Niels Bohr. I et foredrag om Kundskabens Enhed, holdt i 1954, siger han mod slutningen efter at have drøftet kulturelle skel og traditionsmæssige barrierer: "Problemet om kundskabens enhed kan næppe skilles fra bestræbelsen på at opnå gensidig forståelse som et middel til at højne menneskelig kultur".

Jeg vil mene, at det er muligt at opstille et kulturbegreb, der bygger på dialektikken mellem det konkrete og det abstrakte, som tager et materialistisk udgangspunkt i produktionen og livsvilkår, og som erstatter et traditionelt almindelsesideal, som til syvende og sidst har sine rødder i det antikke klassesamfund, med et mere polyteknisk dannelsesbegreb, der bedre svarer til den lønarbejderidentitet, som karakteriserer kulturgrundlaget for eleverne - i hvert fald i erhvervsuddannelserne.

Jeg vil således påstå, at der ingen modsigelse er mellem det, som er dikteret af relevant, konkret teknologi, og det som er "dannende", det almene, når dette vel at mærke forstås i relation til den kultur, som er elevernes.

Er skismaet - som er indholdt i mit indlægs titel - så ophævet?

Nej ingenlunde!

Ideologisk og politisk er der jo netop uenighed om det ønskelige i det Bohr kalder: Kulturens enhed.

Af denne og af andre grunde må vi leve med dette skisma som en realitet i det daglige arbejde.

3. Hvordan er det gået med læreplanerne?

Som allerede nævnt, var der ved indføringen af efg-uddannelserne i begyndelsen af 1970'erne enighed om at de almene fag, fællesfagene som vi nu kalder dem, skulle omfatte naturlære (i form af fysik/kemi) og matematik i et obligatorisk omfang af 40 timer til hvert af fagene. Dog ikke naturlære i handels- og kontorområdet. Hertil kommer så valgfrie fag i op til 160 timer. I 2. dels-undervisningen er det almene samfundsfag og dansk der indgår som fællesfag.

Læreplanerne for de to fag blev vedtaget uden større problemer i 1974, efter forslag fra arbejdsgrupper med repræsentanter for folkeskolen, gymnasiet og erhvervsuddannelserne.

Læreplanen for matematik er ret beskedent i sit syn på fagets muligheder - realistisk ville nogle vel kalde det. Den lægger mest vægt på at beskrive indholdssiden, stofvalget. Her lægges hovedvægten på den umiddelbare nytteverdi.

Planen udelukker vel ikke de perspektiver, Mogens Niss argumenterede for i sit indlæg; men den forholder sig heller ikke direkte til dem.

Læreplanen i fysik/kemi er tydeligt mere ambitiøs - måske urealistisk? Og den lever i høj grad op til netop de perspektiver Mogens Niss fremhæver:

- 1) Fagets indhold
- 2) Dets metode
- 3) Dets samfundsmæssige relation.

Begge planer er så generelle i deres karakter, at de forudsætter, at der sker en yderligere konkretisering. Denne konkretisering foretager vi på 2 niveauer:

- 1) Et hovederhvervsområde-niveau, hvor emnevalget kan relateres til den specifikke branche-teknologi og
- 2) Et skole/lærer-niveau, hvor den enkelte lærer kan relatere sit valg af stof og, metode og midler til det, der er aktuelt i den konkrete situation.

4. Hvordan er det gået med praksis?

Generelt må det konstateres, at der er langt fra læreplaners teori til skolestuens praksis.

Fagkonsulenten i matematik afgiver følgende situationsbetragtning:

"Eleverne arbejder ikke direkte med de problemer der opstår inden for deres fag - men problemerne er på forhånd tilpassede således, at det der står tilbage er at foretage nogle simple beregninger. Det virkelighedsnære og fagligt tonede består nærmest i at man regner med længde af spær i stedet for at regne med antallet af grøfter! Hvor man har mulighed for at opstille relevante og sammenhængende problemstillinger opsplittes de og tilskrives til at passe til en række fag, der som pædagogisk mål har videns- og færdighedsindlæring.

Og her står vi så idag, med en mængde elever og lærere

der er undertrykte og afmægtige i matematikundervisningen - samtidig med at der naturligvis gøres en del forsøg for at bringe matematikundervisningen ud af krisen - men forsøgene er ofte defensive i den forstand, at man vælger de "løsninger" som umiddelbart er bedst egnede til at motivere eleverne og som skaber "fred og ro" i klassen - og gør man det uden mere overordnet at overveje, hvad man egentlig vil opnå med en matematikundervisning bliver forsøgene let spredte og tilfældige og kan ikke bane de nye veje der bør gås.

Konkluderende: Det er nødvendigt med en offensiv strategi - hvor man bl.a. analyserer matematikkens samfundsmæssige forudsætninger. Det er nødvendigt at forstå matematikken og dens rolle i samfundet for at forstå hvordan skolefaget skal opbygges, for at finde en vej mellem matematikkens Skylla og Charybdis - videnskabsmatematik som skolefag - og rindalistisk virkelighedsmatematik.

Mere præcist, for at kunne undervise i matematik er det nødvendigt med en forståelse af samfundet og samfundsudviklingen - og matematikkens placering heri - samt de kvalifikationskrav (af faglig og "almendannende" art) der følgelig stilles til eleverne.

De didaktiske og metodiske principper man skal anvende i en matematikundervisning må naturligvis også vælges ud fra en forståelse af elevgruppen og dens særlige forudsætninger".

Matematik-undervisningen er ofte "fagligt tonet", men som det fremgår, er dette ofte et overfladefænomen, mens til gengæld det matematik-faglige ofte "fortoner sig". Lærergruppen i faget er en broget sammensat forsamling. Matematik undervises ofte af en lærer med hovedarbejdsområde i en værkstedsdisciplin. Nogle kommer med liniefaget matematik fra seminarieret, enkelte med bifag i matematik fra universitetet, men de fleste har andre indfaldsveje til denne underviserpost. Et stort problem er, at lærerne i faget matematik arbejder løsrevet fra et fagligt miljø. Et andet af lærernes store problemer er, at elevernes forudsætninger i matematik er overordentlig forskellige. Dertil har læreren problemer med manglende undervisningsmateriale, og manglende fagdidaktisk forskning på området.

Situationen i fysik/kemi vil jeg illustrere med et aktuelt eksempel (som i nogen grad også dækker matematik-faget). I jern- og metalområdet har man - som det eneste område - dispensation for at gennemføre undervisning i fællesfagene matematik og fysik. Det kan lyde paradoksalt, men der er også i dette område fagtrængsel og angst for det almene - og så har man hævdet, at naturfagene blev tilgodeset med den retningsfaglige undervisning, ikke mindst i fagteori. Imidlertid indledtes i 1982 forhandlinger om en helt ny plan for uddannelsen i jern- og metalområdet med henblik på at nedlægge mesterlæren i hele branchen og gå helt over til efg-uddannelsen - og det i en ny og bedre udgave! Der blev ret hurtigt opnået enighed om, at fællesfagene matematik og fysik/kemi skulle med i den nye plan for basisuddannelsen. Denne plan er blevet udarbejdet og godkendt som en forsøgsplan, som 7 skoler har undervist efter i indeværende skoleår, og

som 10 skoler skal undervise efter i en let revideret udgave i skoleåret 1983/84.

Hvordan ser planen så ud med hensyn til matematik og fysik/kemi?

Undervisningen skulle opfylde 2 forudsætninger:

- 1) Læreplanerne skulle tilgodeses
- 2) Stoffet skulle stærkt fagligt tones - det skulle være jern-relateret!

Det blev hurtigt klart, at undervisningen i de 2 fag måtte planlægges i nær sammenhæng med faget fagteori. I forsøgsbasisuddannelsen undervises eleverne i en af 3 linier: Smede og maskin-linien, transportmiddel-linien og el-linien. Disse linier har hver deres fagteori - undervist af forskellige lærere. Da der kun kunne blive plads til 30 timer til hvert af fagene: matematik og fysik/kemi og da sammenhængen til fagteorien bliver prioriteret meget højt, blev løsningen, at der undervises i 5½ time om ugen i et integreret fag: Fagteori, matematik og naturlære i hele basisuddannelsen, men af 3-4 forskellige lærere, principielt de lærere, der også underviser i værkstederne.

Der er forskellige vurderinger af dette!

Personligt mener jeg, at der er tale om en meget gunstig situation, som giver mulighed for en værdifuld pædagogisk udvikling. Men spørgsmålet er, om man råder over midlerne til at følge situationen op.

Det værdifulde består - stadigvæk efter min opfattelse - i, at fagene nu er indført, og i at de er blevet placeret i en naturlig sammenhæng med den praktiske undervisning.

Dette betyder nemlig, at vi har omdefinert situationen. Hvor vi før havde diskussionen om et givet fag bedst blev undervist af en retningsfags- eller en fællesfagslærer, har vi nu gjort alle lærere til fællesfagslærere - og dermed ophevet begrebet.

Har vi dermed kastet barnet ud med badevandet?

Svaret på dette spørgsmål afhænger af, hvordan man vurderer det i indledningen drøftede skisma - om "Kundskabens enhed" kan og skal etableres. Og så afhænger svaret af, i hvilket omfang vi har midler til at gennemføre, at der faktisk bliver undervist efter intentionerne.

Når vi ser på de konkrete resultater af planlægningsarbejdet, de læreplaner, undervisningsvejledninger og undervisningsmaterialer, der er kommet ud af det, får man bekræftet, at det er en vanskelig opgave, vi er igang med.

Når undervisningsindholdet skal udtænkes, sker der nemlig det, at man spørger sig selv f.eks. således: Hvad er det for en fysik, der er vigtig for en automekaniker?

Det er vist noget med den klassiske mekanik - Newtons love! Hvordan underviser man i det? - Jo, er der ikke noget

med, at de i folkeskolen og gymnasiet er begyndt at bruge luftpudebænke? - Så det må vi hellere - hvorefter man tager fat på at abstrahere fra alle de fiktionskræfter, der er det virkelig interessante i transportsektoren - og endnu engang fylder nogle tal i et skema til illustration af Newtons 1. og 2. lov.

5. Forudsætninger for en bedre undervisning.

Det er vist oplagt, at der er 3 indbyrdes sammenhængende sæt forudsætninger for en forbedret undervisning:

- a. at vi råder over en relevant fagdidaktik,
- b. at der gennemføres konkrete pædagogiske udviklingsarbejder,
- c. at de nødvendige lærerkvalifikationer er til stede.

Ingen af de forudsætninger er for tiden opfyldt. I direktoratet og på skolerne arbejder vi med disse spørgsmål; men vi mangler bistand - opgaven er stor og presserende.

I jern og metalområdet står vi i konsekvens af den skildrede udvikling over for at skulle efteruddanne i størrelsesordenen 1000 lærere i matematik og fysik/kemi.

6. Andre tekniske erhvervsuddannelser.

Vedrørende de øvrige tekniske uddannelser skal jeg indskrænke mig til at nævne omfanget af undervisningen efter timeplanen.

I HTX-uddannelsen er der et 2-årigt fysik/kemi-kursus på 400 timer med 270 til fysik incl. øvelser og 130 til kemi incl. øvelser.

Hvad angår indholdet af fysik, kan dette vel mest rigtigt sammenlignes med hf-tilvalg. Altså klassisk og moderne fysik. Dertil kommer et område, der kaldes fysik og datamaskiner. Meningen hermed er bl.a., at undervisningen i teknologi og de mere teknisk betonedede fag i udstrakt grad skal drage nytte og uddybe fysikken.

Fysikken i HTX-uddannelsen anvendes således mest som et middel til at opnå indsigt i og viden om de tekniske fænomener, eleverne beskæftiger sig med i de tekniske fag:

A. Laborant:

Faglig regning og matematik med 120 timer af 1400

Kemi med laboratorieteknik, 210 timer af 1400 timer

Fysik, fysisk kemi, elektronik og laboratorieteknik,
190 timer af 1400 timer

Laboratorieøvelser med 600 timer af 1400 timer.

B. Teknisk tegner:

Regning og matematik med 80 timer, af 700
- ingen fysik/kemi.

Tekniske assistenter: (3 slags)

Matematik/naturlære med 160 timer i 1.år og 132 i 2.år.

C. Byggetekniker:

Naturfag 220 lektioner

D. Elektronikteknik:

Matematik 200 timer

Fysik ca. 100 timer

E. Laborarietekniker:

Matematik og fysik 200 timer

F. Levnedsmiddeltekniker:

Matematik og fysik 180 timer

G. Maskintekniker:

Matematik og naturlære 240 timer

H. VVS-tekniker:

Matematik og naturlære 75 timer.

Formålet med de matematiske fag/naturfag i tekniske uddannelser er at give baggrund for at forstå teorien i de retningsfag der undervises i, dvs. disse fag har et meget praktisk tilsnit.

7/8 Handelsskolernes uddannelser.**a. Fysik.**

Faget fysik forekommer alene i edb-assistentuddannelserne, det vil sige kun i den 2-årige. Man tilstræber her et gymnasielevelt-niveau, tillempet det datalogiske formål med uddannelsen. Faget har 5 timer pr. uge i 38 uger og undervises af timelærere fra gymnasiet.

Man er ikke tilfreds med denne undervisning og arbejder med en revisionsplan, således at bindingen til det gymnasiale pensum løsnes og der lægges særlig vægt på elektronisk-forståelse, således at grænseflåden mellem elektronik, mekanik og programmering bliver gennemskuelig og kom-

munikation med tekniske eksperter bliver mulig.

b. Matematik.

1) Handelsskolernes uddannelser og kursusaktiviteter.

Handelsskolerne varetager først og fremmest undervisningen på basisåret af den erhvervsfaglige grunduddannelse (efg) inden for handels- og kontorområdet.

Som en overbygning på basisåret af efg tilbydes på alle skoler et 2-årigt kursus til højere handelseksamen (også kaldet handelsgymnasiet) med to linier: den erhvervsøkonomiske linie og den erhvervsproglige linie. (Studenter og HF-ere tilbydes en speciel 1-årig højere handelseksamen.

Enkelte skoler har edb-assistentuddannelsen (2-årig for efg-elever) og overbygningen datanomuddannelsen.

Desuden har handelsskolerne et varieret udbud af supplerende eller alternative kurser og uddannelser, først og fremmest enkeltfagskurser og merkonomuddannelsen.

2) Matematik-undervisning i handelsskolen i dag.

Der indgår matematik i basisåret af efg, på den erhvervsøkonomiske linie af den 2-årige højere handelseksamen samt i den 2-årige edb-assistentuddannelse.

I basisåret tilbydes to kurser i matematik som tilvalgsfag, matematik I og matematik II, hvert med 6 ugentlige lektioner i 2. semester.

Det overordnede formål med basisuddannelsen er at give eleverne en grundlæggende indføring i handels- og kontorfagene og dermed skabe mulighed for den fortsatte (teoretiske eller praktiske) uddannelse. I forlængelse af folkeskolen skal der indgå elementer af almen karakter, hvilket bl.a. er tilfældet med undervisningen i matematik.

Matematik I specielt skal give eleverne en sådan fortrolighed med matematik, at de kan udnytte matematiske metoder ved løsning af konkrete praktiske opgaver og således, at de kan fortsætte en videre uddannelse - først og fremmest højere handelseksamen og edb-assistentuddannelsen. Niveauet for matematik I kan sammenlignes med folkeskolens udvidede kursus i regning/matematik.

Formålet med matematik II er at give elever med forudsætninger svarende til matematik I muligheder for at uddybe deres matematiske kundskaber, især gennem løsning af praktiske opgaver (lineær programmering, eksponentiel udvikling og annuitetsregning).

På den erhvervsøkonomiske linie af højere handelseksamen og i den 2-årige edb-assistentuddannelse forudsættes matematiske forkundskaber svarende til matematik I (som sidestilles med folkeskolens udvidede kursus i regning/matematik med et godt resultat). Der indgår i begge disse uddannelser to matematik-kurser, matematik III (på 1.år af højere handelseksamen med 4 ugentlige lektioner) og matematik IV (med 3 ugentlige lektioner på 2.år af højere handelseksamen).

Formålet med matematik III og IV er at give eleverne matematiske hjælpemidler, som kan lette tilegnelsen og forståelsen af de økonomiske fag, muliggøre vidergående studier (først

og fremmest HA, HD, cand.merc. og cand.oecon.) og være til hjælp ved løsning af praktiske opgaver i erhvervslivet.

At eleverne skal kunne fortsætte en videregående økonomisk uddannelse ved en højere læreanstalt betyder, at undervisningen skal foregå på et fagligt niveau, som vel bedst kan sammenlignes med HF-tilvalgsfag (altså et såkaldt B-niveau).

For at støtte de økonomiske fag indeholder undervisningen anvendt matematik med direkte forbindelse til såvel driftsøkonomi og samfundsøkonomi. Mulighederne herfor er utallige, men det er dog kun forholdsvis få, der udnyttes.

3) Matematik-undervisningens muligheder fremover.

Det overordnede krav til matematik-undervisningen må være, at den skal give eleverne den nødvendige studiekompetence, og at der inddrages meningsfulde anvendelser af erhvervs-/samfundsrelevans og almen relevans til støtte for undervisningen i de økonomiske og teknologiske fag.

Studiekompetencen sikres ved at fastholde, at undervisningen slutter på et B-niveau med en sådan faglig dybde, at eleverne kan fortsætte en økonomisk uddannelse uden at skulle tage suppleringskurser, og således at eleverne kan forholde sig konstruktivt kritiske til de redskaber, de benytter sig af og de resultater, de når frem til i såvel matematik som andre fag.

Anvendelserne skal bibringe de andre fag nye impulser, når et praktisk problem ses under en anden (matematisk) synsvinkel. Men anvendelserne er også vigtige for motivationen, og for at matematikken kan vise sine muligheder som erkendelsesredskab i bred forstand.

Som eksempler på anvendelser, der kan indgå i undervisningen, kan nævnes: 1) matematiske modeller over økonomiske problemstillinger, 2) operationsanalyse, 3) numerisk analyse, 4) algoritmebeskrivelse, 4) sandsynlighedsregning, 5) statistik og 6) finansiel regning. I disse emner ligger der muligheder for anvendelser inden for fag som f.eks. regning, samfundslære, datalære (fag på efg), driftsøkonomi, samfundsøkonomi, databehandling, økonomisk geografi og organisation (fag på højere handelseksamen).

4) Matematik-undervisningens forhold til den nye teknologi.

Eleverne på basisåret får et begynderkursus i datalære, hvorunder de også får et elementært kendskab til et programmeringssprog. På 1.år af højere handelseksamen har eleverne faget databehandling, hvor eleverne bl.a. får yderligere kendskab til at skrive programmer, og hvor de ser eksempler på større applikationssystemer.

Alle handelsskoler har - først og fremmest til brug i undervisningen i datalære og databehandling - edb-udstyr bestående af en mini-computer med diskette-stationer og flere skærmterminaler.

Edb kan derfor tænkes at indgå i matematik-undervisningen på forskellig vis: 1) eleverne kan udarbejde og beskrive mindre programmer til løsning af enkle matematiske opgaver med brug af en algoritme, 2) eleverne præsenteres for færdiglav-

de applikationssystemer til brug på mere avancerede problemstillinger samt 3) der udvikles specielle undervisningsprogrammer til støtte for den traditionelle undervisning.

5) Hvordan kan disse idéer realiseres?

Forudsætningerne for at nogle af disse tanker kan realiseres er ikke blot et tilstrækkeligt timetal. Også andre forhold må bemærkes.

Den fundamentale erhvervs- og studiekompetence må sikres ved et tæt samarbejde med brugerne af vore uddannelser, dvs. erhvervslivets organisationer og de relevante uddannelsesinstitutioner, i udarbejdelsen af de enkelte fags læreplaner.

Mange matematik-lærere har en økonomisk uddannelse og ikke en egentlig matematisk uddannelse. Dette forhold giver mulighed for i højere grad at anvende matematik i andre fag og for at inddrage praktiske problemer i matematik-undervisningen. Imidlertid er der ikke megen pædagogisk/didaktisk/faglig udviklingsarbejde, og det kniber med nye initiativer. Den faglige forening for matematik-lærere er en forening af lærere i mange beslægtede fag, og har derfor ikke mulighed for at tilbyde kurser for matematik-lærerne i nævneværdig grad. Behovet for efteruddannelse af lærerne er derfor stort, hvis nye idéer skal afprøves. Ind til videre er al efteruddannelse foregået gennem Statens Erhvervspædagogiske Læreruddannelse, som varetager efteruddannelsen af lærerne ved erhvervsuddannelserne som helhed. Et samarbejde med andre faglige foreninger for matematik-lærere og andre uddannelsesinstitutioner er en oplagt mulighed for gensidig inspiration og yderligere aktiviteter, ligesom man kunne ønske en mere direkte kontakt til erhvervslivets organisationer.

Anvendelserne i matematik må indføres i et samarbejde med de fag, hvorfra anvendelserne hentes, således at undervisningen bliver faglig forsvarlig og til glæde for begge parter. Desuden må der ske en koordinering af pensum og af tidsplanen, således at de færdigheder, som eleverne måtte have erhvervet sig, udnyttes bedst muligt.

Et stort problem i forsøget på at indføre flere ikke-trivielle anvendelser i matematik-undervisningen er, at disse ofte forudætter matematiske færdigheder, der ligger ud over det niveau, som man kan opnå på højere handelseksamen. Derfor er det nødvendigt at slække på kravene til eksakthed og bevisførelse, og i stedet lægge mere vægt på modelformulering, intuition og numeriske metoder.

Hvad angår anvendelser af edb i undervisningen, vil det være nødvendigt med en betydelig større kapacitet på skolerne, idet udstyret i øjeblikket kun lige netop kan dække behovet i datalære og databehandling. Derimod vil det være muligt uden ekstrainvesteringer at inddrage discipliner som f. eks. algoritmisering, numerisk analyse og logik, der grænser op til og i visse tilfælde ligger bag ved datalære og databehandling. Der er for øjeblikket betydelig sammenfald mellem lærerne i matematik og lærerne i datalære/databehandling, og det forekommer nærliggende at udnytte dette forhold til gavn for begge fag og uddannelserne som helhed.

9. Afslutning.

Til afslutning skal jeg citere Heisenberg, som i sin bog: Fysik og humanisme, efter at have reflekteret over forholdet mellem naturvidenskab og teknik i lyset af menneskets bestræbelse på at kunne beherske naturen, siger: "i vor tid lever vi i en verden, som mennesket så fuldstændig har forvandlet, at vi på en vis måde kun møder os selv."

Formålet med undervisning i matematik og fysik/kemi kunne herefter kort formuleres som: Det, at give mennesker en god lejlighed til at møde hinanden.

III.5 REFERAT af hovedpunkterne i plenumdiskussionen om de foregående programpunkter, tirsdag 26/4, kl. 15.00 - 15.30 - baseret på et notat af Bernhelm Booss.

I stedet for som en diskussion formede sessionen sig som en række spørgsmål til og svar fra Finn Christensen:

(1) Hvilke hovederhvervsområder findes i efg-uddannelserne, og hvordan frekventeres de?

Der findes 8 hovederhvervsområder, nemlig handels- og kontorområdet og de syv tekniske uddannelser: jern- og metal, bygge og anlæg, levnedsmiddel, grafisk, service, landtransport og jordbrugsområderne. Tilgangen pr. år ligger på 23.000 - 24.000 for handels- og kontorområdet, hvoraf 3.000 er lærlinge. Knap halvdelen af dette antal går til jern- og metalområdet. Det drejer sig om ca. 10.000, hvoraf 6.000 er lærlinge, resten efg-elever.

(2) Hvor og hvordan foregår videreuddannelsen af lærerne, der i følge oplægget er en broget flok?

Lærerne rekrutteres på baggrund af faglige (fag-faglige) kvalifikationer forud for ansættelsen. Der findes kompetenceregler, men de er ikke særlig specifikke, fordi alt endnu er så nyt. Men hovedreglen er svendebrev plus fem års erhvervspraktik samt en teoretisk teknisk uddannelse, som dog ikke altid findes. En del kompetence erhverves efter ansættelsen ved Statens erhvervspædagogiske Læreruddannelser (SEL), mest som efteruddannelse, mindre med henblik på egentlig kompetenceopnåelse, hvortil man benytter andre institutioner.

(3) Er datalære og brug af mikrodatamater et specielt fag, eller indgår det i en række andre fag? Hvor står matematik og fysik i denne sammenhæng?

Ved handelsskolerne var EDB-udstyret oprindeligt af ældre type: terminaler og ledninger til store regnemaskiner. Disse erstattes nu af mikrodatamater, og undervisningen lægges om. Datalære indgår først og fremmest i basisuddannelsen, og hovedsagelig i sammenhæng med tekstbehandling og elektronisk fakturering. Kommunikation er et skemafag i basisuddannelsen og er rettet mod kontortekniske hjælpemidler. Men datalære indgår også på 2. del i de særlige kontorlinjer.

På de tekniske skoler findes også faget datalære. Endvidere findes datalære i samfundsfag og anvendt datalære i retningsfag, f.eks. kostberegningsprogrammer i levnedsmiddeluddannelsen, og undervisning i lagerstyring for lagerarbejdere og landtransportfolk.

(4) Er der ikke en konflikt mellem den polytekniske almindelige ambition, som ønsker at matematik, fysik og kemi, teknik og samfundsfag ses i en større sammenhæng, og den detaljstyring gennem pensumlistes, som af hensyn til ensartethed landet over, næsten fastlægger undervisningen i sekven-

ser af fem minutter?

Der er ingen antagonistisk konflikt mellem detailstyring og integration, fordi den polytekniske orientering i undervisningen i sidste ende tager udgangspunkt i produktionen, i arbejdslivet, og alt andet underordnes dette. I praksis er der til gengæld mange problemer, der hænger sammen med at undervisningen er præget af tekniske traditioner, som fører til både kostbart udstyr og generelt svage lærerforudsætninger på grund af den hastige opbygning af disse uddannelser. Inden for disse værkstedstraditioner er det kun naturligt at vi laver manualer, som viser hvorledes man skal gå frem i undervisningen. Det er absolut nødvendigt at tage hensyn til denne tekniske undervisningstradition, dvs. til dette materielle forhold som har en helt anden gennemslagskraft end den humanistiske fagintegrationstradition.

Men i øvrigt er der et stort udviklingsarbejde i gang rundt omkring sammenhængen mellem professionsorienteringen og den almene orientering. Tendensen går bort fra den tidligere dominerende undervisningsteknologi. Den smides dog ikke bort, men bruges nu mere problem- og projektorienteret.

(5) Kunne detailstyringen på efg ikke erstattes med centrale eksamensformer ligesom på gymnasieområdet, som sigter mod samme formål omend på en anden måde?

Kun handels- og kontorområdet kender formaliseret evalueringsskemaer i lighed med folkeskolen og gymnasiet. Inden for de tekniske uddannelser har vi på den ene side fællesfag uden nogen form for ekstern evaluering - dette er i følge en politisk beslutning. Her har vi læseplaner på forskellige niveauer, og det er den eneste styring vi har centralt. På den anden side har vi de tekniske retningsfag, hvor der tidligere fandtes den svendeprøve, som ikke rigtig gav noget. Derfor kører vi nu uden formel evaluering: de enkelte skoler kører mere eller mindre rigoristiske emneplaner og følger hver enkelt elev nøje. Men faktisk er der nedsat en ministeriel evalueringsskemaundersøgelse, der arbejder med en idé som sigter mod at evalueringen foregår i sammenhæng med undervisningsteknologi. Genindførelsen af en svendeprøve som afsluttende prøve er under overvejelse som supplement, eller modspil, til den centrale styring via detaljerede læseplaner.

(6) Hvordan tager eleverne imod de teoretiske fag? De har måske efter 9-10 års skolegang ikke de bedste forventninger til dem.

Elevernes forhold til undervisningen er meget forskelligt. Nogle får bekræftet deres afsky for disse fag ("gyserfag" og "bogligt pensum"). Andre oplever at efg rummer andre muligheder end folkeskolen: værksteder osv. Hvor det lykkes synes eleverne at det er spændende. Der er f.eks. gennemført nogle elevspørgeskemaundersøgelser. Eleverne brokker sig over, men vil ikke have afskaffet fællesfagene.

(7) Hvordan vurderes bestræbelserne på at integrere fællesfagene med de tekniske fag inden for jern- og metalområdet med hensyn til bortintegration af fællesfagets faglighed i retningsfagene?

Det drejer sig om at udfylde tomrummet. Hvis vi ikke formår at gøre det ordentligt, er det oplagt at de almene betragtninger forsvinder, og det hele ender i blot og bar teknologipræsentation. Og det er et almindeligt problem når man politisk flytter "hegnspæle". Det er nemt at tage afstand fra de dårlige eksempler, at advare og at give overordnede formål, men svært at udfylde dem hensigtsmæssigt.

Fra salen suppleredes med denne betragtning: Risikoen for at det almene indhold skal falde bort er endnu større, hvis man ikke integrerer. Der er en del elever, der trækker rullegardinet ned, hvis der står 'matematik' eller 'fysik' på døren. De føler sig helt trygge ved det; de ved nemlig i forvejen: "det kan jeg ikke". Står der derimod 'transport' på døren, og man kan beregne en kran og begrunde dens stabilitet ved hjælp af den klassiske fysik, går eleverne ubesværet ind i lokalet. Men den didaktik der hører til at opnå det er endnu ikke udviklet.

KAPITEL IIIB. MATEMATIK OG FYSIK I DE VIDEREGÅENDE UDDANNELSER

III.6.a REFERAT af hovedpunkterne i gruppediskussionerne om "fysik og matematik som almindennende element eller alene som instrument/fagspeciale i uddannelserne efter folkeskolen?", tirsdag aften 26/4.

Gruppernes arbejde rapporteres gennem opstillingen af en liste over fremsatte synspunkter. Synspunkterne er organiseret efter den problemstilling de angår, og ikke efter gruppetilhørsforholdet. Der forsøges således ikke tegnet noget billede af den enkelte gruppe.

Drøftelserne drejede sig dels om almindennelse i almindelighed og fysikkens og matematikkens bidrag til denne i særdeleshed, dels om forholdet mellem teknologivurdering og matematik og fysik.

- Det er almindennende at give eleverne en opfattelse af at det er muligt systematisk at behandle de informationer man får.
- Det Svend Bundgaard trak frem i sit oplæg, om det almindennende i fordybelse, arbejdsdisciplin og lange ræsonnementskæder, er vigtigt.
- Men meget fagspecifikt. Noget tilsvarende kunne fremhæves i forhold til f.eks. historieundervisningen. Der er behov for et bredere almindennelsesbegreb med kobling til teknologiudviklingen.
- Matematik og fysik er så svære fag, at hvis man først har lært (noget af) dem, tror man arrogant at der ikke er det man ikke kan lære, hvis man investerer den fornødne tid. Undervisningen i disse fag kan altså give alle chancen for at erhverve sig en sådan arrogance.
- Det er nødvendigt at lære matematik og fysik, fordi disse fag indgår som en del af (fundamentet for) vor kultur.
- Det er nødvendigt at gøre noget for at bygge bro over kløf-

ten mellem "de to kulturer". Kultur er i øvrigt noget der skal holdes ved lige.

- Matematikken og fysikken kan også spille en almenfordummende rolle, f.eks. hvis folk kommer til at tro kritikløst på platte analogier til træk ved disse fag.
- Det at kende fagets historie er i sig selv almindendannende.
- De historiske cases giver et fantastisk indblik. Som eksempel i fysik kan nævnes dampmaskinen.
- I folkeskolen skal man ikke bruge voldsomt megen tid på historiske aspekter; men man kan ret nemt give eleverne en historisk ramme.
- Historiske aspekter kan nemt gøre undervisningen kedelig for de unge.
- Man må være opmærksom på faren for simplificering af historien.
- Fysikkens almindendannende bidrag kan f.eks. ses af den ændring af verdensbilledet fysikken har afstedkommet. Bl.a. har den gjort det af med religion som forklaring på verdensbilledet.
- Det er almindendannende at blive præsenteret for matematikken som eksempel på et højdepunkt i menneskehedens intellektuelle præstationer.
- Eleverne kender ikke behovet for matematik og fravælger ofte faget. Hvordan kan man vise skoleelever at "almindelige mennesker" kan have brug for matematik?
- At se ændringerne i matematikkens rolle gennem tiderne betyder også at se matematikkens muligheder i verden. På den måde skaffer man sig i øvrigt også et redskab i undervisningen.
- Matematikundervisningen er almindendannende, hvor den kan få modtagerne til at indse, at mange beslutninger er modelunderbygget, og at resultaterne afhænger af modellen.
- Det er væsentligt at eleverne lærer at regne på problemstillinger. Det giver nogle mindstefærdigheder, samt en nødvendig selvtillid (regne-forstå-handle).
- I hvilken grad kan man tilskrive matematikundervisningen overførselsværdi? Bliver matematisk trænede elever mere stringente i deres tænkning i øvrigt? Næppe.
- Kendskab til matematiske analysemetoder giver bedre forudsætninger for at gennemføre sproglige analyser (systematisk analyse, benyttelse af flere hinanden supplerende synsvinkler (men én ad gangen), identificere variable mv.).

- Hvem er det der skal "påduettes" teknologivurdering? Nogle af de unge vi uddanner kommer til at skabe de teknologiske muligheder der skal vurderes, andre kommer til at leve under den teknologi de første skaber. Hvordan skal teknologivurderingen placeres i undervisningen i forhold til disse to grupper?
- Er det muligt at skelne skarpt mellem teknologiskabere og teknologibedømmere? Faren ved demokratisk teknologivurdering kan være at man foretager denne adskillelse, som vel bygger på troen på teknologideterminisme: teknologien udvikler sig "af sig selv", og må så vurderes som enten god eller ond.
- De nye teknologiske aspekter er i dag nemmere at gennemskue end tidligere. Til gengæld er samfundsforholdene mere indviklede.
- Det at automationssamfundet styrer hen imod en organisatorisk og teknologisk uigennemskuelig verden (man kan f.eks. tænke på flyindustriens ekstreme arbejdsdeling) er det væsentligt at være opmærksom på. Samfundet karakteriseres gennem "videnskabeliggjort teknologiudvikling". Det kræver forståelse af den arbejdsproces der fører til ny teknologi.
- Men det er egentlig ikke matematik- og fysikundervisningens sag. Det hører hjemme i samfundsfag.
- Det er altid nemt at pege på vanskelighederne ved problemstillingen - for at slippe for at gøre noget ved det. Matematik og fysik er egnet til at tilføre teknologidebatten noget som samfundsfagsfolk ikke kan formidle.
- Det er blevet fremhævet at det automatiserede samfund stiller nye krav til matematik- og fysikundervisningen. Men der må også ske koordinering med andre fag. F.eks. bliver det historiske aspekt let forsømt.
- Problemet er at det er svært at relatere matematik og fysik til det automatiserede samfund. Det afgørende er samspillet mellem videnskab, teknologi og samfund. Det er f.eks. HTX-uddannelsens problem. Vi ønsker at foretage/oplære i teknologivurdering, men ingen lærere kan magte det. Heller ikke lærerne i samfundsfag.
- Opleves fysikundervisningen som relevant for teknologivurderingsproblemstillinger? Nej, ikke nødvendigvis. Selv på Dth findes relevansparadokset. Det er den ingeniørfaglige toning der gør et stof relevant for folk, mens grundfagsformål ikke motiverer dem. Det giver studiestartproblemer, som forresten også viser sig i gymnasiet. Hvad skal vi så gøre med fysikken i gymnasiet, når man har disse problemer på de højere læreanstalter?

- Man bliver et viljeløst offer, hvis man ikke ved og forstår hvad der sker - derfor skal man lære fysik. Men det at lære fysik gør ikke folk bedre i stand til at nå frem til en værdinorm. Ganske vist får man en kritisk holdning til eksperter, men man får ikke mulighed for at producere positive værdidomme. Tager vi som eksempel diskussionen om A-kraft i gymnasiet, og ser på spørgsmålet 'hvor skal Barsebäck ligge?', er spørgsmålet ikke vores bord, vi kan ikke svare på det.

- Der eksisterer pointer vedrørende matematikkens samfundsmæssige betydning som kun kan nås gennem arbejdet med "hård matematik". F.eks. kan man med matematik ikke blot lære eleverne hvordan de makroøkonomiske modeller er bygget, men også hvordan det kan være at modellerne finder anvendelse til trods for at det er så let at kritisere dem.

III.6.b REFERAT af hovedpunkterne i plenumdiskussionen om "fysik og matematik som almindennende element eller alene som instrument/fagspeciale i uddannelserne efter folkeskolen?", tirsdag 26/4, kl. 20.00 - 22.00 - baseret på et notat af Klaus Grünbaum.

Debatten kom i det væsentlige til at dreje sig om "Hvor, hvordan og hvorfor formidle en (demokratisk) teknologivurdering?". Herudover berørtes spørgsmål som "Hvad er en god lærer?", "Hvad skal vi med en god lærer?", "Kan universiteterne opfylde kravene til en gymnasielæreruddannelse?", "Hvad er almindennelse?".

Hovedspørgsmålet uddybedes ved en række bispørgsmål: "Hvilke krav stiller det automatiserede samfund, og hvordan skal vi imødekomme disse?", "Skal vi formidle en teknologivurdering, og hvis ja, hvor i uddannelsessystemet skal det finde sted?", "Hvilke ændrede krav til os stiller de ændrede jobmuligheder efter skolen?".

De tre fremmedgørelser fra Jens Højgaard Jensens indledningsoplæg havde budskabet: man skal lære fysik for at kunne gøre sig fri af disse fremmedgørelser. Fysik kan ikke benyttes direkte til teknologivurdering, men til gengæld kan en sådan vurdering ikke foretages uden kendskab til fysikkens karakter og rolle. Det er nødvendigt at kunne skelne mellem fysik og teknik. Man forventer at teknik kan noget, og spørger derfor tilsvarende hvad fysikken kan. Vi bliver frustrerede over ikke at kunne give argumenter af instrumentel art for fysikkens berettigelse, men ikke alt behøver at være instrument for noget andet for at have en berettigelse. Minimumskravet til en demokratisk teknologivurdering er, at eleverne lærer at snakke sproget, så de får adgang til området. Men vi er derudover nødt til at inddrage samfundsmæssige aspekter i uddannelserne. Måske er det slet ikke, fremførte nogen, matematik- og fysiklærernes opgave at tage sig af dette, men en opgave for samfundsfag, fordi problemstillingen er fundamentalt samfundsfaglig.

Undervisningens opgave er at påvise sammenhænge hvor en teknologivurdering kan finde anvendelse. Fysikerne har ikke patent på teknologivurdering, men der er visse sider ved den som man kun med passende forudsætninger i matematik og fysik kan få øje på.

Folk skal udstyres med forudsætninger for at kunne gennemføre en demokratisk teknologivurdering. Er de "hårde" aspekter af fagene nødvendige for dette? Kan vi komme nogen vegne med fagene sådan som deres indhold er i dag? Fagenes karakter er usynligt forbundet med den måde de formidles på; da vi ikke kan blive enige om karakteren kan vi heller ikke i enighed formidle denne videre. Hvordan kan vi synliggøre forbindelseslinjerne mellem faglig substans og teknologiske og samfundsmæssige forhold?

Den teknologiske omvæltning fører os til at sige, at den må alle sættes til at få forstand på. Det er den fortsatte videnskabeliggørelse af det automatiserede samfund, der giver anledning til at se nærmere på almindelsesbegrebet.

En deltager tog afstand fra kun at se fysikkens begrundelse i teknologivurdering. Fysik skal også begrundes kulturelt (som Shakespeare), og i at det er godt at vide simple ting om hvordan verden hænger sammen og fungerer.

Et andet indlæg anførte, at det man kan opnå i forbindelse med teknologivurdering er at orientere om ny teknologi og vurdere den så godt som muligt. Derimod kan vi ikke gøre alle til eksperter. Man må se i øjnene at forskellige parter må skaffe sig egne eksperter.

En anden advarede mod parolen "Ingen teknologivurdering uden fysik", fordi den får folk til at tro at man skal kunne så meget fysik, at teknologivurdering på forhånd ser ud til at blive håbløs.

I et afsluttende indlæg blev det sagt, at ligesom krig ikke må overlades til generalerne, må teknologivurdering ikke overlades til teknikerne.

KAPITEL IV. LÆRERUDDANNELSERNE I MATEMATIK OG FYSIK

IV.1

Hvorledes sættes folkeskolens lærere i stand til at forny undervisningen i matematik efter behovene i automatiseringssamfundet?

Jørgen Ole Knudsen

For at kunne besvare dette spørgsmål føler jeg det nødvendigt først at orientere om, hvordan faget matematik er placeret i forhold til de andre fag i læreruddannelsen. Uddannelsen er 3½-4 årig.

På 1. årgang hedder faget regning og matematik. Det er et obligatorisk fag, der er tildelt 140 timer. Der afsluttes med en skriftlig- og en mundtlig eksamen.

Efter 1. studieår vælger den studerende to liniefag, hvor det ene kunne være matematik. Hvert liniefag er tildelt 364 timer. Følgende skematiske opstilling viser, hvordan fagene indgår i studieforløbene på de fleste seminarier. Tallene i parentes angiver det ugentlige timetal. En streg under et fag angiver at faget afsluttes på den pågældende årgang.

1. årgang: Dansk (5), religion (6), regning og matematik (5), skrivning (1½), psykologi (2), undervisningslære (2) og praktik. Desuden 3 af følgende 4 fag: Håndarbejde, gymnastik, sang og formning, der hver er tildelt 2 timer.
2. årgang: 1. liniefag (5), 2. liniefag (5), samfundsorientering (4), og igen 3 af følgende fag: Håndarbejde (2), sang (1½), gymnastik (3) og formning (2). Desuden: Undervisningslære (2), pædagogik (2) og psykologi (2).
3. årgang: 1. liniefag (5), 2. liniefag (5), undervisningslære (2), pædagogik (2), psykologi (2) og pædagogisk speciale (5).
4. årgang: 1. liniefag (6), 2. liniefag (6) og pædagogisk speciale (8)

Matematikundervisningens indhold fremgår af følgende uddrag af bekendtgørelsen om uddannelse af lærere til folkeskolen:

Regning

§ 42. Formålet er, at de studerende

- 1) erhverver sig kendskab til det matematiske baggrundsstof for undervisningen i faget regning/matematik i 1.-7. klasse og indsigt i sammenhængen mellem fagets emner og i dets didaktik,
- 2) erhverver sig kendskab til fagets rolle i andre fagområder og i områder af samfundslivet samt øvelse i at løse opgaver fra sådanne områder, herunder øvelse i selvstændigt at opsøge og udvælge data, som er nødvendige ved opgaveløsningen,
- 3) erhverver sig øvelse i behandling af udvalgte emner med henblik på undervisningen i faget i 1.-7. klasse, herunder øvelse i at vurdere forskellige tilrettelæggelsesmåder samt i at kunne knytte faglige begreber til oplevelser i konkrete situationer.

Stk. 2. Indholdet er de nedenfor anførte faglige emner. I arbejdet med disse integreres den fagdidaktiske undervisning.

- 1) Almene begreber.
 - a. Logik og bevisførelse.
 - b. Relationer og funktioner (definitioner og repræsentationsformer). Ordensrelationer og ækvivalensrelationer.
 - c. Data- og algoritmebegreb.
- 2) Tal og algebra.
 - a. Kompositioner og kompositionsegenskaber (definitioner og repræsentationsformer), herunder dobbeltorganiserede mængder. Elementær gruppeteori.
 - b. Naturlige tal. Karakteristiske egenskaber ved mængden af naturlige tal opfattet som ordnet dobbeltorganiseret mængde. De naturlige tal i rollen som ordenstal og mængdetal.
 - c. Belysning af metoder ved indførelsen af rationale tal.
 - d. Tals delelighed, restsætninger, primtal, sammensatte tal, største fælles divisor,

mindste fælles multiplum, relationerne »går op i« og »kongruens modulo n«.

- e. Positionssystemer.
- 3) Geometri.
 - a. Geometriske grundbegreber og simple geometriske beregninger.
 - b. Flytninger i planen, flytningsgruppen empirisk belyst.
- 4) Sandsynlighedsregning.
 - a. Kombinatoriske begreber, multiplikationsprincippet, permutationer, kombinationer.
 - b. Tilfældige eksperimenter. Indledende behandling af sandsynlighedsbegrebet.
- 5) Grundlæggende regnestof.
 - a. Procentregning.
 - b. Forholds-, delings- og gennemsnitsregning.
- 6) Anvendelsesområder.
 - a. Eksakt regning, overslagsregning, tilnærmet regning, tabelbrug.
 - b. Handel og økonomi.
 - c. Naturfag og teknik.
 - d. Længde, areal og rumfang, herunder målestoksforhold.
 - e. Deskriptiv statistik.

Stk. 3. Eksamen består af en skriftlig og en mundtlig prøve.

Regning/matematik (linjefag)

§ 43. Formålet er, at de studerende

- 1) erhverver sig kendskab til det matematiske baggrundstof for folkeskolens undervisning, viden om grundlaget for og opbygningen af vigtige emner i fager, indsigt i sammenhængen mellem disse emner og indsigt i fagets didaktik,
 - 2) erhverver sig kendskab til principper for matematikkens anvendelse samt til eksempler på løsning ved matematiske hjælpemidler af praktiske problemer fra andre fagområder og fra samfundslivet,
 - 3) erhverver sig øvelse i behandling af udvalgte emner for undervisningen i matematik i folkeskolen, herunder specielt øvelse i selvstændigt at udforme og variere eksempel- og opgavestof inden for sådanne emner.
- Stk. 2. Indholdet er de nedenfor anførte faglige emner. I arbejdet med disse integreres den fagdidaktiske undervisning.
- 1) Behandling af centrale emner fra folkeskolens matematikundervisning.
 - 2) Algebra.
 - a. Organiseret mængde, homomorfi, isomorfi.
 - b. Ækvivalensrelation, kongruensrelation, belysning af ordensrelation og ordenshomomorfi.
 - c. Gruppe, undergruppe, sideklasse, belysning af permutationsgruppe og cyklisk gruppe.
 - d. Ring og legeme.
 - 3) Tal.
 - a. Aksiomatisk beskrivelse af de naturlige tal.
 - b. Elementær talteori.
 - c. Konstruktion af de hele tal eller af de positive rationale tal ud fra de naturlige tal.
 - d. Påvisning af de rationale tals utilstrækkelighed. Omtale af forskelle mellem de ordnede legemer af de rationale tal og de reelle tal.
 - e. Tilnærmet regning.
 - 4) Statistik og sandsynlighedsregning.
 - a. Belysning af emnerne kombinatorik og deskriptiv statistik.
 - b. Endeligt sandsynlighedsfelt. Uafhængige hændelser, betinget sandsynlighed. Sammensatte eksperimenter.
 - c. Stokastiske variable. Frekvensfunktion, fordelingsfunktion, binomialfordelinger, hypergeometriske fordelinger. Middelværdi, varians, standardafvigelse.

se. Kombinerede fordelinger, uafhængige stokastiske variable, kovarians, korrelation.

- d. Induktiv statistik. Hypotesetestning, binomialtest, signifikans, styrkefunktion. Forskellige testfunktioner. Estimation, konfidensinterval.
 - 5) Algoritmer.
 - a. Algoritmisering.
 - b. Algoritmebeskrivelse.
 - 6) Plangeometri.
 - a. Uddybende kendskab til geometrien i den indledende undervisning.
 - b. Kendskab til deduktivt, ikke-aksiomatisk arbejde med geometri.
 - c. Undersøgelse af mængden af flytninger i planen, herunder opløsning i spejlinger.
 - d. Belysning af en aksiomatisk opbygning af plangeometrien.
 - 7) Et individuelt emne i tilknytning til undervisningen i folkeskolen eller til matematikkens praktiske anvendelse. Emnet vælges af den studerende og skal godkendes af læreren. Emnet afleveres senest 1. november eller 1. april, jfr. § 19, stk. 2.
- Stk. 3. Eksamen består af en skriftlig og en mundtlig prøve.

Som det fremgår af ovenstående beskrivelse afsluttes den obligato-

toriske undervisning i faget inden de pædagogiske og psykologiske fag rigtig er kommet i gang. Det betyder, at det mest er det faglige indhold, der fokuseres på, og af dette især det, der er basis for undervisningen i folkeskolens 1.-7. klasse. Da de studerende møder med meget forskelligartet fagligt standpunkt, - da pensum er stort i forhold til timetal, og da de fleste studerende ikke er specielt interesseret i faget (måske snarere tværtimod) er det begrænset, hvor store fremtidsvisioner, der præger undervisningen, og hvor megen forberedelse der sker til det kommende automatiseringssamfund. Det største problem er nok at ændre opfattelser af matematikken som et kedeligt fag, et nederlagsfag, et ligegyldigt fag o.lign. til noget helt andet. Det ser ud til, at det lykkes bedst at ændre disse holdninger, som de studerende møder med, på de seminarier, hvor der gennemføres en forsøgsundervisning med en helt anden beskrivelse end ovenstående.

Helt anderledes stiller det sig med de studerende, der vælger matematik som liniefag. De har interesse og lyst til at arbejde med faget. Men her er der så et andet alvorligt problem: De har ofte også lyst til at formidle faget på den måde, som de har modtaget det, d.v.s. anvende en undervisningsform, der netop har skabt alle de problemer de øvrige på årgangen har. Her er et samarbejde med de pædagogiske og psykologiske fag samt praktik nødvendig, for at det kan lykkes at skabe fremtidens matematiklærer. - Og dette samarbejde er i praksis ret svært at få etableret.

De nye impulser, der skal tilføres folkeskolen, tilføres nok mest hensigtsmæssigt og med størst udbytte ved en efteruddannelse ud fra følgende begrundelser:

1. Modtagergruppen skal have en erfaringsbaggrund.
2. Modtagergruppen skal være motiveret for ændringer.

For øjeblikket er alle forhold (på nær et) optimale med hensyn til at tilføre matematiklærerne nye impulser:

- a) Der er et motiveret lærerkorps.
- b) Der er et overskud af lærere, så eleverne ikke skal undervises af ukvalificerede, mens efteruddannelsen sker.
- c) Der er kapacitet på seminarier og DLH's afdelinger, og der er disse steder behov for at få etableret pædagogisk udviklingsarbejde.

De impulser, der tænkes på, er først og fremmest at fremme en forståelse for, at undervisningen i faget matematik kan blive en god forberedelse til det kommende liv, idet forskelligartede samarbejdsformer kan tilgodeses, samt at fantasi og kreativitet kan få gunstige udviklingsmuligheder i forbindelse med en tilegnelse af de faglige begreber.

Supplement til Jørgen Ole Knudsens indlægPeter Bollerslev

Meget pragmatisk kan man sige, at der med henblik på læreruddannelsens tilpasning til informationssamfundet er blevet gennemført (og gennemføres) følgende forsøg ved seminarierne:

Statsseminariet på Emdrupborg gennemfører fra 2. semester 1982/83 et grunduddannelsesfag Informatik på 120 timer. Indholdet er følgende 4 moduler:

- I Introduktion - inføring i BASIC og COMAL 80 - programmeringsteknik
- II Social betydning - sikkerhed - kommunikation - den ny tekniks indflydelse på fagområderne, som f.eks. filosofi, psykologi, etik, jura, pædagogik, almene fag som sprog, naturfag etc.
- III Orientering om forsøgene med datamatstøttet undervisning i uddannelsessektoren.
- IV Arbejde med afprøvning og udvikling af undervisningsprogrammer og andre former for anvendelse af datamater i forbindelse med undervisning. Kritisk vurdering.

Th. Langs seminarium har i en forsøgsordning for linjefaget regning/matematik indpasset følgende i indholdsbeskrivelsen: Informatik. Behandlingen betragtes som et eksempel på en faglig belysning af noget mere generelt: teknologiers anvendelser og muligheder såvel for det enkelte menneskes liv og dagligdag som for samfundets forhold. Der arbejdes blandt andre muligheder med spørgsmål vedrørende datamatbaserede undervisningssystemer, edb-baserede registre, anvendelse af edb i kommunikationssystemer, anvendelse af edb ved simulering, styring og kontrol af store systemer, samt kvalifikationskravene til den fremtidige arbejdskraft og disses betydning for skolens undervisning.

Tønder Statsseminarium har i en forsøgsordning for linjefaget regning/matematik svækket algebraen og erstattet med datalære.

N. Zahles seminarium gennemfører fra august 1983 en forsøgsordning med et linjefag Matematik med datalære og informationsteknologi.

Modul G i indholdsbeskrivelsen ser således ud:

G: Datalære og informationsteknologi

- a. Problemformulering og opstilling af modeller
- b. Programmering
- c. Datamatiske systemer
- d. Informationsteknologi og undervisning

- e. Kommunikationsteknologi
- f. Datamatstøttet undervisning
- g. Teknologivurdering
 - Samfundsmæssige anvendelser og styringen af disse teknologiers betydning for arbejdsliv og fritidsliv
 - Sikkerhedsvurdering (edb-baserede registre)
 - Kvalifikationskrav til den fremtidige arbejdskraft og disses betydning for undervisningen i skolen og i uddannelsessystemet iøvrigt
 - Filosofiske, politiske, etiske og andre værdimæssige overvejelser

Endvidere har direktoratet nedsat en arbejdsgruppe vedrørende informatik, der i øjeblikket udarbejder forslag til indpasning af uddannelse i informatik i læreruddannelsen. Forsøg på området ventes iværksat meget snart.

IV.2

Hvorledes sættes folkeskolens lærere i stand til at forny undervisningen i fysik efter behovene i automatiseringssamfundet?

Asger Byskov

Inden jeg forsøger at besvare det stillede spørgsmål, kan det måske have en vis interesse at se lidt på, hvilken indflydelse eventuelle ændringer eller fornyelser af seminariernes fysikundervisning kan forventes at få på folkeskolens fysikundervisning i det næste par årtier.

Seminarierne demitterer for tiden ca. 125 lærere/år, der har fysik og kemi som det ene af deres to linjefag. Dette antal vil i de nærmest følgende år falde til ca. 75 lærere/år p.g.a. den stærkt reducerede tilgang til læreruddannelsen.

Indtil nu har alle demitterede fysiklærere haft relativt let ved at få ansættelse i folkeskolen til trods for, at der i de seneste år har været en overproduktion af lærere.

Grunden til, at det har været let for nyuddannede fysiklærere at blive ansat i folkeskolen, er, at der stadigvæk mangler "kvalificerede" fysiklærere, hvilket igen skyldes, at der gennem en lang årrække er uddannet for få fysiklærere til at dække folkeskolens behov, hvorved behovet er akkumuleret.

Man kunne så umiddelbart tro, at det også i de kommende år vil være let for det beskedne antal nyuddannede fysiklærere at få ansættelse i folkeskolen.

Det gør det formentlig ikke, fordi det faldende børnetal bevirker, at en del skolevæsnere allerede nu har for stort et antal lærere ansat, og flere vil komme i den situation ret hurtigt. Det betyder på det nærmeste et stop for nyansættelser mange år frem i tiden. Nogle steder bliver der endda tale om afskedigelser.

Mange steder er man i den situation at have for mange lærere, men mangler fysiklærere, som man imidlertid ikke kan ansætte uden først at afskedige andre lærere, hvilket ikke lader sig gøre.

Det hænger sammen med et knæsat princip, som ikke mindst Danmarks Lærerforening fastholder meget stærkt, at enhver seminarieuddannet lærer pr. definition er kvalificeret til at undervise i ethvert af folkeskolens fag.

Følgen af dette princip er, at på skoler, hvor der ikke findes et tilstrækkeligt antal linjefagsuddannede fysiklærere, varetages fysikundervisningen eller en del af den af andre lærere, hvoraf nogle måske endda ikke har modtaget fysikundervisning, siden de selv forlod folkeskolen.

Det er blevet sagt, at kun en lille del af de lærere, der demitteres fra nu til årtusindskiftet, vil få ansættelse i folkeskolen.

På grund af de forhold, jeg lige har omtalt, kan dette også meget vel komme til at gælde for de få fysiklærere, der

demitteres i resten af dette århundrede.

På denne baggrund kan man sige, at uanset hvad seminari-erne gør ved linjefagsuddannelsen i fysik og kemi i de nærmeste år, så vil det få meget ringe betydning for fysikundervisningen i folkeskolen mange år ud i fremtiden.

Omvendt kan man sige, at jo færre nyuddannede fysiklærere, der ansættes i de kommende år, desto vigtigere er det, at de får den bedst mulige uddannelse, så de måske - deres ringe antal til trods - alligevel kan være med til at præge folkeskolens fysikundervisning.

Lad mig så - efter dette hjertesuk - vende tilbage til det egentlige spørgsmål: Hvorledes sættes folkeskolens fysiklærere i stand til at forny undervisningen efter behovene i automatiseringssamfundet?

Det ligger jo implicit i spørgsmålet, at automatiseringssamfundet afføder behov for fornyelse af fysikundervisningen. Men det antyder ikke, hvilke behov for fornyelser der er tale om.

Er behovene en følge af, at der sker fundamentale og dybtgående ændringer i videnskabsfaget fysik?

Det er næppe det der er tænkt på, da der vel ikke er åbenbare grunde for at antage, at der sker store ændringer i de basale områder af fysikken, der normalt gøres til genstand for undervisning i skolerne. Sådanne eventuelle nybrud i fysikken ville man iøvrigt også vanskeligt kunne tage højde for i læreruddannelsen.

Det er altså ikke fysikken taget for sig, der giver anledning til store behov for fornyelser i skoleundervisningen.

Fortalerne for at reformere skolens fysikundervisning henviser i stedet til naturvidenskabernes voldsomme indflydelse på samfundsudviklingen henimod det, der ofte karakteriseres med gloser som: Informationssamfundet og automatiseringssamfundet, som den væsentligste årsag til at ændre fysikundervisningen. Man finder det ønskeligt, at eleverne bl.a. via fysikundervisningen sættes i stand til at få et overblik over sammenhængen mellem naturvidenskaberne på den ene side og på den anden side den videnskabsbaserede/videnskabeliggjorte produktion og dens samfundsmæssige implikationer.

Det er hensigten, at eleverne skal opnå en sådan indsigt i denne sammenhæng, at de kan kigge videnskabsmændene og eksperterne over skuldrene i den forstand, at de kan afgøre, hvornår videnskabsmændene og eksperterne udtaler sig som sådanne, og hvornår de udtaler sig som private eller politiske personer. Eleverne skal sættes i stand til at overskue, hvilke sagforhold og problemer naturvidenskaberne kan give svar på, og hvilke de ikke kan give svar på.

Dette skal være undervisningens overordnede formål. Efter min vurdering er det en ganske ambitiøs målsætning, og hvis den skal opfyldes, vil det kræve væsentlige ændringer i skolerne fysikundervisning.

Men før der kan tages stilling til arten og omfanget af sådanne ændringer, finder jeg det nødvendigt med en bredere formålsdebat, der kan afklare, hvad fysikundervisningens formål skal være.

Ser vi f.eks. på den gældende formålsparagraf for faget fysik/kemi i folkeskolen, så vil jeg tillade mig kort at karakterisere den ved, at hovedformålet er, at eleverne tilegner sig sådanne grundlæggende begreber og teorier, at de kan begribe og forstå hovedtrækkene i det moderne verdensbillede, der er skabt gennem fysisk, kemisk og astronomisk forskning, at de opnår en vis fortrolighed med de måder at tænke og arbejde på, der har ført frem til dette verdensbillede, og at sættes i stand til af formulere og løse enkle praktiske problemer af fysisk og kemisk art.

I formålsparagraffens stk. 4 kommer så tilføjelsen om, at undervisningen skal medvirke til, at eleverne får forståelse af naturvidenskabernes betydning for samfundsudviklingen både på det humanistiske og det teknologiske område.

Sammenholder vi dette med det, jeg for lidt siden omtalte, og som man kunne kalde det nye hovedformål for skolens fysikundervisning, kan man sige, at der er byttet om på hoved- og biformål: Det faglige indhold og det samfundsmæssige aspekt.

Hvis der skal ske en vægtforskydning i skolernes fysikundervisning fra det faglige indhold mod fagets samfundsmæssige betydning, vil det naturligvis medføre, at den undervisningstid, der kan anvendes på det faglige formindskes, hvis det forudsættes, at der ikke samtidig sker en forøgelse af fagets timetal. Det vil efter min vurdering gøre det umuligt at opfylde målsætningen, da jeg er helt overbevist om, at hvis eleverne skal have overblik over sammenhængen mellem fysik og samfund, kan det kun opnås på basis af en solid viden om, hvad fysik er, og hvad det handler om.

Dette skal ikke opfattes som modstand eller uvilje mod, at der i skolens fysikundervisning lægges stor vægt på fagets samfundsmæssige betydning.

Jeg er enig med dem, der har givet udtryk for, at undervisning i et emne som: Naturvidenskab - teknologi og samfund ikke udelukkende bør overlades til samfundsfags- eller orienteringslærere. De ved simpelthen for lidt om naturvidenskab og teknologi til, at de på betryggende vis kan varetage den opgave. Men hvis fysikundervisningen i væsentlige større omfang end hidtil skal bidrage til løsning af den opgave, bør det efter min opfattelse ske gennem en forøgelse af fagets timetal.

Andre foreslår, at problemet løses ved, at fysikundervisningen gøres "eksemplarisk" i den forstand, at man gennem få, velvalgte eksempler belyser sammenhængen mellem fysik og samfund. Herved begrænses også undervisningens faglige indhold til at omfatte nogle få områder af fysikken, hvorved der vindes tid til behandling af de samfundsmæssige aspekter. Dette kunne muliggøre opfyldelsen af den nye målsætning uden at forøge fysikundervisningens samlede omfang.

For gymnasiets vedkommende ville en sådan eksemplarisk undervisning betyde en forskydning fra det studieforberevende mod det alment dannende sigte.

Studerterne vil ved indgangen til videregående studier møde med svagere faglige forudsætninger, hvilket er den pris, der må betales for den øgede indsigt i fagets samfundsmæssige betydning.

For folkeskolens vedkommende er der jo ikke tale om et egentligt studieforberegende sigte med fysikundervisningen, så der kunne man måske tro, at en sådan omlægning ville være uden omkostninger.

Men her gælder det, at fysik- og kemiundervisningen faktisk allerede er eksemplarisk.

Det er et ret begrænset antal emner, der undervises i. Emner, der er udvalgt med henblik på at give eleverne mulighed for at tilegne sig grundlæggende og centrale begreber, som vanskeligt kan undværes, også hvis hovedformålet er at beskæftige sig med sammenhængen mellem fysik og samfund.

Jeg er derfor ret overbevist om, at en sådan omlægning af folkeskolens fysikundervisning ikke kan føre til opfyldelse af det opstillede formål, medmindre der sker en forøgelse af undervisningstimetallet.

På seminarierne føler vi os forpligtede til at uddanne fysik- og kemilærere, der kan fungere bedst muligt i folkeskolen, som den er nu. Vi vil naturligvis også bestræbe os for at indrette uddannelsen således, at den giver fysiklærerne en god baggrund for mange års virke i skolen under meget skiftende vilkår, da vi vel må regne med, at det endnu i mange år vil gælde, at en lærers ansættelsestid vil strække sig over mere end en menneskealder.

Man kan sige, at vi på seminarierne bør være visionære for at kunne give lærerne en uddannelse, hvori der er taget højde for fremtidige udviklinger i folkeskolen.

Man kan også udtrykke det på den måde, at vi på seminarierne helst skal være lidt forud for udviklingen i folkeskolen. Sådan forholder det sig ikke i virkeligheden, og har ikke gjort det i mange år. Tværtimod foregår der hele tiden en udvikling i folkeskolen, og seminarierne forsøger at tilpasse læreruddannelsen til denne udvikling.

Vi må nok regne med, at sådan vil det fortsat være. Det hænger til en vis grad sammen med, at ministerielle love og bekendtgørelser, der vedrører ændringer i læreruddannelsen næsten altid følger efter love og bekendtgørelser, der medfører forandringer i folkeskolens undervisning.

På seminarierne har man dog mulighed for at afvige fra gældende bekendtgørelse efter godkendt forsøgsansøgning, men det sker i meget ringe omfang for fysiks vedkommende.

Men selv om man ikke er særlig visionær kan man dog gøre noget for at hjælpe vordende fysik- og kemilærere til at kunne arbejde under skiftende undervisningsvilkår, og det er min opfattelse, at noget af det bedste vi kan gøre i den henseende, er at lægge hovedvægten i uddannelsen på det faglige indhold. Jo bedre fysiklærernes faglige ballast er, desto mere flexible kan de være over for ændringer i skolefagets indhold. Vi vil næppe gøre fysiklærerne en tjeneste ved at gøre deres uddannelse mere eksemplarisk, end den i forvejen er. Det vil ikke øge deres flexibilitet over for ændringer i folkeskolens fysikundervisning, tværtimod.

Til slut vil jeg lidt kortfattet beskæftige mig med et emne, der har forbindelse med den teknologiske udvikling, og som

kan medføre behov for ændringer i fysikundervisningen både i skolen og i læreruddannelsen.

Det drejer sig om mikroprocessoren eller mikrodatamaten, som nu for alvor ser ud til at trænge ind på undervisningsområdet. Jeg forudser et behov for, at den på en eller anden måde kommer til at indgå i uddannelsen af fysiklærere, men det er endnu noget uklart for mig, på hvilken måde det skal foregå.

Mikrodatamaten kan på undervisningsområdet optræde på tre principielt forskellige måder.

- 1) Man kan gøre dens anvendelse (herunder programmering) og de samfundsmæssige følger heraf til genstand for undervisning. (Datalogi, Informatik)
- 2) Man kan betragte den som et undervisningshjælpemiddel på linje med andre, som lærerne på baggrund af pædagogiske overvejelser kan gøre brug af i fysik og andre fag efter lyst og behov.
- 3) Man kan gøre mikrodatamaten selv til genstand for undervisning. (Digital-elektronik, integrerede halvleder kredsløb)

Mikrodatamater optræder i et stigende antal som undervisningshjælpemiddel på skolerne. Der er derfor et stærkt voksende behov for, at alle lærerstuderende stifter bekendtskab med dem i deres seminarieuddannelse, og lærer at anvende dem.

I den anledning har der været tanker fremme om at oprette et obligatorisk datalogikursus eller -fag i læreruddannelsen. Et sådant alment datalogikursus vil formentlig ikke omfatte datamaters anvendelse til registrering og behandling af fysiske måledata, styring og regulering, simulering af fysiske modeller o.l. fysisk betonedede anvendelser, medmindre der inddrages fysikere i planlægningen og gennemførelsen af denne uddannelse.

Hvis det ikke sker, vil der være behov for at tage disse sider af datamaters anvendelse op til behandling i fysikundervisningen.

Vedrørende anvendelsen af datamater som hjælpemiddel i fysikundervisningen, vil der også i læreruddannelsen blive behov for at beskæftige sig med analyse og vurdering af de undervisningsprogrammer, der fremkommer i stærkt stigende antal.

Gennem et kursus i digitalelektronik kunne man give vordende fysiklærere øgede muligheder for at udnytte mikrodatamater i deres undervisning, f.eks. ved tilslutning af forskellige ydre enheder til datafangst m.v.

Desværre er der meget kort tid til linjefagsuddannelsen i fysik. Det er derfor et stort problem at få afgrænset og tilrettelagt et undervisningsforløb i disse ting, når det både skal være kortvarigt og dog give et rimeligt og brugbart udbytte.

Et andet problem er, at seminariernes fysiklærere også har et uddannelsesbehov på dette område, der skal opfyldes inden de føler sig kompetente til for alvor at inddrage mikrodatamaten i deres undervisning.

Dette problem står altså først for løsning, og jeg tror det haster.

Læreruddannelsesbehovene i matematik og fysik for det 16-19 årige uddannelsesniveau - gymnasium, hf og efg.

Carl P. Knudsen

Indledningsvis må jeg desværre begrænse sigtet med mit indlæg til alene at omfatte de gymnasiale uddannelser. Jeg har to rimeligt gode grunde hertil. For det første har matematik- og fysikundervisningen i gymnasiet og på hf et langt større omfang end på efg, og for det andet er min viden om efg ikke tilstrækkelig til at give et kvalificeret bud på læreruddannelsesbehovene i denne sektor.

Gymnasiet har ændret sig betydeligt, siden vi, som nu er 40 år, gik i skole. Den afgørende faktor har været den stærke stigning i tilgangen. I begyndelsen af 60-erne svarede tilgangen til ca. 10% af en ungdomsårgang, i 1982 til ca. 35% af en "korrigeret" ungdomsårgang, og fra 1990 og fremad gættedes på ca. 40% (1). På baggrund af ungdomsårgangenes kendte størrelse kan man beregne den forventede elevbestand i gymnasiet og på hf til 1995. Resultatet fremgår af tabel 1.

Gymnasiet er blevet en skole for en meget stor del af en ungdomsårgang, og det skal derfor være en skole, hvor elever med forskellige forudsætninger og mål kan finde udfoldelsesmuligheder. I begyndelsen af 60-erne var gymnasiets funktion klart at være studieforberegende. I dag er det kun en mindre del af eleverne, der fortsætter i en længerevarende videregående uddannelse, og gymnasiets funktion har dermed ændret sig. Gymnasiet skal nu være "alment livsforberedende". Hvad man skal forstå herved, og hvordan skolens fag skal bidrage hertil, enten hver for sig eller i samarbejde, er på ingen måde afklaret. Kampen om gymnasieskolen er først ved at begynde.

På denne baggrund kunne det synes at være halsløs gerning at diskutere kvalitative ændringer af lærernes uddannelse. Imidlertid er den generelle tendens klar nok: Der efterspørges i stigende grad naturvidenskabelig undervisning, hvor de faglige problemer behandles i et bredere kulturelt og samfundsmæssigt perspektiv.

Til gymnasielæreruddannelsen stilles krav om bredde, dybde og faglig selvstændighed. De ansættende myndigheder foretrækker lærere, som kan undervise i to fag.

Breddekravet tilgodeses normalt ved en ret fast kombination af kurser, der tilsammen udgør et "bifag". Det er det mindstemål af faglig viden, som anses for nødvendig for en gymnasielærer at besidde for at undervise i det pågældende fag. Derfor er "undervisningskompetencen" i faget traditionelt knyttet til bifagsniveauet. Ser man hen over de forskellige uddannelsesinstitutioners bifagsstudier, er der stor overensstemmelse i indholdsbeskrivelserne, men nok knap så stor overensstemmelse med hensyn til behandlingsdybden for de enkelte emner.

Dybdekravet er kravet om et "hovedfag", i hvert fald ved de fleste uddannelsessteder. Her er der formelt en stor fri-

hed for den enkelte studerende til at tilrettelægge sit studieforløb. Den reelle begrænsning er lærerstabens ekspertise. Hvilke studietilbud kan institutionen give. I denne sammenhæng vel også det meget kontante: Hvilket erhvervssigte er lærerstaben reelt i stand til at lægge i uddannelsen.

Kravet om faglig selvstændighed tilgodeses ved et "specialstudium". Af og til rejses der tvivl om relevansen af dette krav i en læreruddannelse. Man må imidlertid betænke, at det forventes af den enkelte lærer skal holde sig fagligt á jour over en periode på ca. 40 år, og at det nødvendigvis må foregå stort set ved selvstudium.

Hertil skal jeg tilføje, at jeg betragter det som en selvfølge, at enhver naturvidenskabelig uddannelse indeholder et fagmodul, der belyser datalogis muligheder og begrænsninger i den relevante faglige sammenhæng.

Hovedparten af kandidaterne forlader i dag universiteterne uden at have hørt ret meget om pædagogik og fagdidaktik. Jeg finder det oplagt, at sådanne kurser bør indgå i en specialisering imod undervisningssektoren. Endvidere bør der selvfølgelig indgå kurser i eksperimentel skolefysik ("undervisningsforsøg") eller tilsvarende. Jeg finder det væsentligt, at sådanne kurser tilbydes på et ret sent tidspunkt i studiet, hvor den studerende faktisk har valgt, hvilket erhverv der sigtes mod. Jeg har ikke megen tiltro til "at arbejde med formidling af faget" hele studiet igennem. For øjeblikket planlægger man at indlægge "teoretisk pædagogikum" i de humanistiske gymnasielæreruddannelser. Det finder jeg principielt er en god idé. Det kniber mig mere at have tiltro til, at universiteterne besidder den nødvendige ekspertise på området, eller vil være i stand til at afsætte ressourcer til formålet i fornødent omfang.

Endelig ville det være ønskeligt, såfremt kandidatuddannelserne blev suppleret med studietilbud, som på forskellig vis sætter den faglige uddannelse i relief. For gymnasielæreruddannelsen ville det være et rimeligt svar på ønsket om en gymnasieundervisning med et bredere perspektiv og en større sammenhæng fagene imellem. Af kursustilbud, som allerede har eksisteret længe, kan jeg pege på kurser i videnskabshistorie og i videnskabsteori. Enkelte steder tilbydes kurser i miljølære og i vurdering af ny teknologi. Det springende punkt er her, med hvilken vægt sådanne kurser skal indgå i kandidatuddannelsen.

Måske burde jeg afrunde dette afsnit med at bemærke, at mine synspunkter på gymnasielæreruddannelserne muligvis er kontroversielle, men de er i hvert fald ikke nye. De er meget langt sammenfaldende med de, som er fremsat af Fællesudvalget for Naturvidenskab (2).

Gymnasiesektoren har hidtil aftaget en væsentlig del af kandidatproduktionen i matematik og fysik. I 12-års perioden 1970-1981 har matematik således afsat 77% af sine (hovedfags-) kandidater til undervisning og fysik 61%.

Den samlede kandidatproduktion for perioden 1983-1990 skønnes i reference (2) til 400 i matematik og 325 i fysik, altså gennemsnitligt 90 kandidater pr. år i de to fag tilsammen.

Til sammenligning kan jeg oplyse, at der i hvert af de sidste 4 semestre har været mellem 40 og 50 kandidater med

fysik som det ene fag i pædagogikum.

Antallet af lærere i matematik og fysik i gymnasiet i skoleåret 1982-83 fremgår af tabel 2. Der er for øjeblikket en vis mangel på lærere i disse fag. Det ytrer sig dels ved, at det gennemsnitlige løntimetal er ca. 10% over det pligtige, dvs. at 10% af arbejdet udføres som overarbejde, dels ved, at gruppen af lærere med "anden" uddannelse er forholdsvist stor. De store undergrupper med "anden" uddannelse er civilingeniører (der altså er fastansatte) og studerende, der underviser som timelærere. Kun de timer, der læses af studerende, kan betragtes som ubesatte.

Aldersfordelingen for magistre fremgår af figur 1. En kontroloptælling af aldersfordelingen for lærere i faget fysik viser fuldstændigt det samme billede. Det fremgår tydeligt, at den forventede afgang på grund af alder vil være meget lille i meget lang tid.

Af prognosen over elevtallet i gymnasiet i tabel 1 fremgår det, at elevtallet topper i 83/84, hvorefter det over 2-3 år falder med ca. 5000 elever. Dette fald modsvarer et fald i efterspørgslen på lærere i matematik og fysik på 90-100 lærere.

På baggrund af disse statistiske oplysninger kan jeg kun drage den konklusion, at gymnasiet i løbet af nogle få år vil have ansat alle de lærere, man har brug for i de næste 30 år. Det ser ud til, at dette arbejdsmarked vil blive meget overordentligt brat på grund af det hurtigt faldende elevtal i de nærmeste år. Der er selvfølgelig nogle sorte heste i dette løb, som jeg ikke har nævnt, f.eks. højere teknisk eksamen (HTX) og hf-enkeltfagskurser. De er imidlertid meget små for øjeblikket, og selv om de skulle løbe uventet stærkt, kan de efter min opfattelse ikke forrykke billedet.

Dette er en alvorlig situation, ikke alene for de kandidater, som ikke kan få ansættelse i undervisningssektoren, men så sandelig også for universiteterne og for gymnasiet.

For universiteterne, fordi hovedparten af kandidaterne i matematik og fysik netop har fundet beskæftigelse i gymnasieskolen. Der kræves altså en kraftig omstilling i løbet af meget kort tid. Det er en proces, som universiteterne ikke tidligere er sluppet særlig godt fra. Det kan føles lidt post festum at indlede en seriøs drøftelse af gymnasielæreruddannelsen alene. Der er snarere behov for at drøfte, hvorledes studierne kan tilrettelægges, så der åbnes en bred vifte af erhvervsmuligheder, herunder selvfølgelig også gymnasielærer. Man kunne i en sådan situation frygte, at der skulle ske en arbejdsdeling institutionerne imellem, så gymnasielæreruddannelsen placeres på et eller to uddannelsessteder med særlig ekspertise, og øvrige naturvidenskabelige uddannelser andetsteds. En sådan isolation af læreruddannelsen ville jeg betragte som overordentlig uheldig. Det er af væsentlig betydning, at uddannelsen foregår i et levende og alsidigt miljø med mulighed for udblik til andre erhvervsmuligheder.

For gymnasiet, fordi den fornyelse, som nyansættelser mere eller mindre automatisk bringer med sig må savnes. Det kræver alvorlig overvejelse at finde ud af, hvorledes man

med et fast - og stadigt ældre - lærerkorps sikrer en løbende fornyelse af undervisningen. Der er for mig overhovedet ikke tvivl om, at der kræves en omfattende efteruddannelsesindsats. Hvis man vil forny og forbedre gymnasieuddannelsen gennem uddannelsen af lærerne, så er det opbygningen af et efteruddannelsessystem, der er behov for at diskutere i de kommende år.

Referencer:

- (1) Ungdomsprognosen. Deltagelse i ungdomsuddannelserne 1980-95. Undervisningsministeriet, maj 1982.
- (2) Dansk Naturvidenskab. Status-perspektiver. Rapport afgivet til undervisningsministeriet af Fællesudvalget for Naturvidenskab, januar 1983.

Tabel 1. Det forventede bestandstal ved de gymnasiale uddannelser 1980-1995.

År	Gymnasier	Hf- og studentkurser
1980	60.931 1)	12.702 1)
1981	64.126 1)	13.807 1)
1982	67.771	14.024
1983	70.756	13.455
1984	69.998	13.072
1985	66.555	12.528
1986	64.069	11.949
1987	64.051	11.541
1988	65.601	11.471
1989	66.499	11.512
1990	66.240	11.535
1991	66.584	11.492
1992	63.299	11.249
1993	60.416	10.887
1994	57.542	10.552
1995	55.767	10.126

1) Faktiske tal.

PS. De faktiske tal for 1982 er 65.643 og 15.323

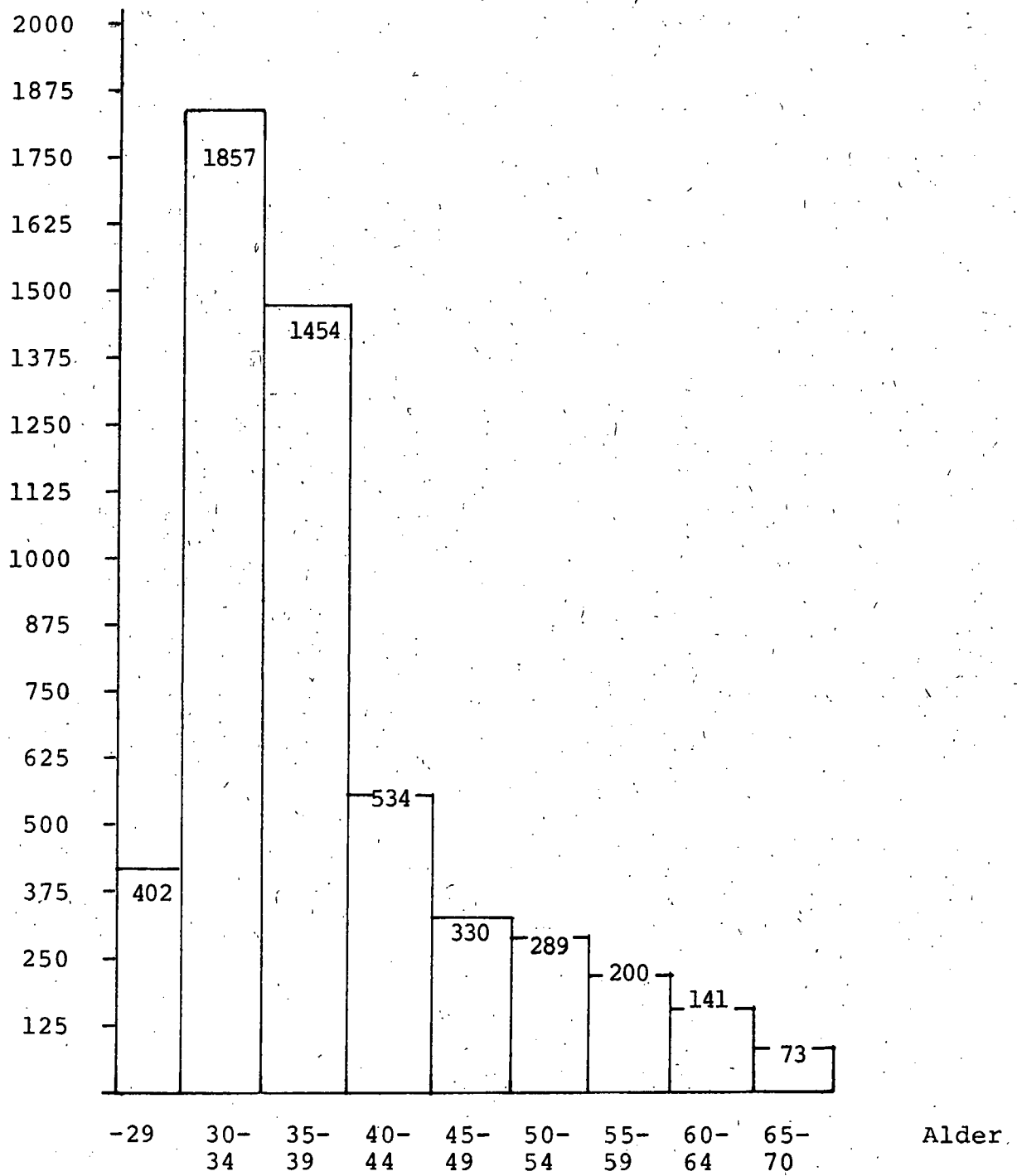
Tabel 2.

Undervisningsfag	Lærerens uddannelse			Samlet antal	
	Hovedfag	Bifag	Andet	Lærere	Løntimer
Matematik	562	395	161	1.118	16.143
Fysik	397	348	148	893	11.534
Kemi	159	128	87	374	3.374
Biologi	325	65	52	442	5.978
Geografi	194	224	56	474	5.483

Tabellen viser antal lærere beskæftiget med undervisning i de matematisk-naturvidenskabelige fag i gymnasiet (excl. studenterkurser, hf og hf-enkeltfagskurser) fordelt efter læreruddannelse. Endvidere det samlede løntimeforbrug for de enkelte undervisningsfag. Tallene vedrører skoleåret 1982-83.

Figur 1. Aldersfordelingen for magistre 1979/80.

Antal magistre



IV.4

Læreruddannelsesbehovene i matematik og fysik for erhvervsuddannelserne.

Søren Lundsgaard og Krista Nørgaard

Beskrivelse og vurdering af SELs to-årige kompetancegivende matematiklæreruddannelse

Denne uddannelse er på 320 timer og fordeles over fire semestre med én ugentlig undervisningsdag på 4 lektioner, samt i alt 6 seminarer på hver to hele dage.

Uddannelsen afvikles pt i København med afslutning i januar 1984. Det påtænkes at opstarte et nyt hold til august i Århus.

Uddannelsen blev struktureret og planlagt gennem 1980 og afviklet som et pilotprojekt i 1981 (1 år). Pilotprojektet var et didaktisk/metodisk kursus for lærere med den faglige baggrund i orden.

Lærerne der deltager i det nuværende kursus har alle tilknytning til tekniske skoler. Hovedparten er lærere der primært underviser i retningsfag og som på denne måde erhverver sig kompetance til undervisning i faget matematik (se Tabel 1).

Tabel 1. Lærernes fordeling på hovederhvervsområde og undervisningsretning.

	Retningsfag	Fællesfag
Jern og metal	8	2
Bygge & Anlæg	2	-
Levnedsmiddel	1	1
Servicefag	-	1
Laborantskole	2	-

Det nuværende kursus er to-årigt.

Adgangskriteriet til uddannelsen er en HF matematik/fællesfag eller tilsvarende baggrund. Uddannelsen er kompetencegivende til at undervise i det obligatoriske fællesfag matematik og den valgfrie matematikundervisning, herunder FA og FUA - der gives ikke kompetance til undervisning i HF.

Krisen i matematikundervisningen

Hele baggrunden for etableringen af denne nye uddannelse er en analyse af den eksisterende matematikundervisning og de problemer vi kan se der. Faget matematik er på mange måder i krise.

I de prøveforberedende fag er krisen åbenlys, da denne er præget af "strukturmatematik", hvilket vil sige, at det er de

matematiske teories struktur, der er projiceret ind i undervisningsindholdet. Faget er videnskabeliggjort i den forstand, at det er videnskabsfaget matematik, der afspejles i undervisningen.

Dette giver en række problemer - bl.a. at mange (incl. lærerne) har svært ved at se, hvad det hele går ud på, udover at det kvalificerer til videreuddannelse.

Inden for 40-timers faget, samt områder inden for den valgfrie ordning har man søgt at løse krisen ved en "virkelighedsorienteret" matematikundervisning, men hvor de problemer man arbejder med på forhånd er tilpasset således, at det der står tilbage er at foretage nogle simple beregninger. Det virkelighedsnære består nærmest i, at man regner med længder af spær i stedet for at regne med antallet af grøfter.

Og her står vi, så idag. Med en mængde elever og lærere, der er undertrykte og afmægtige i matematikundervisningen - samtidig med at der naturligvis gøres en del forsøg på at bringe matematikundervisningen ud af krisen - men forsøgene er ofte defensive i den forstand, at man vælger de "løsninger" som umiddelbart er bedst egnede til at motivere eleverne, og som skaber fred og ro i klassen. Gør man dette uden mere overordnet at overveje, hvad man egentlig vil opnå med en matematikundervisning, bliver forsøgene let spredte og tilfældige og kan ikke bane de nye veje der bør gås.

Vi mener det er nødvendigt med en offensiv strategi, hvor man bl.a. analyserer matematikkens samfundsmæssige forudsætninger, både som videnskab og som skolefag. Det er nødvendigt at forstå matematikken og dens rolle i samfundet, for at finde en vej mellem matematikkens Skylla og Charybdis mellem strukturmatematik og virkelighedsmatematik.

Mere præcist mener vi, at for at kunne undervise i matematik er det nødvendigt med en forståelse af samfundet og samfundsudviklingen - og matematikkens placering heri - samt de kvalifikationskrav (af faglig og "almendannende" art) der følger stillet til eleverne.

De didaktiske og metodiske principper man skal anvende i en matematikundervisning må naturligvis også vælges ud fra en forståelse af elevgruppen og dens særlige forudsætninger.

Eleverne er generelt karakteriseret ved at være negativt indstillet over for matematik. Når de ser faget præsenteret som skemafag sammenlignes det uvilkårligt med folkeskolens matematikundervisning, som de muligvis har haft dårlige oplevelser med. Når eleverne således bliver præsenteret for egen afmagt i form af traumefaget matematik, reagerer de med protest, afviselser og/eller resignation.

Konklusion

På denne baggrund kan det fastslås, at en matematiklæreruddannelse til efg-undervisning må være radikal anderledes end fx seminariernes liniefaguddannelse i faget, således som det bliver bedrevet nu, baseret på en rendyrket strukturmatematik.

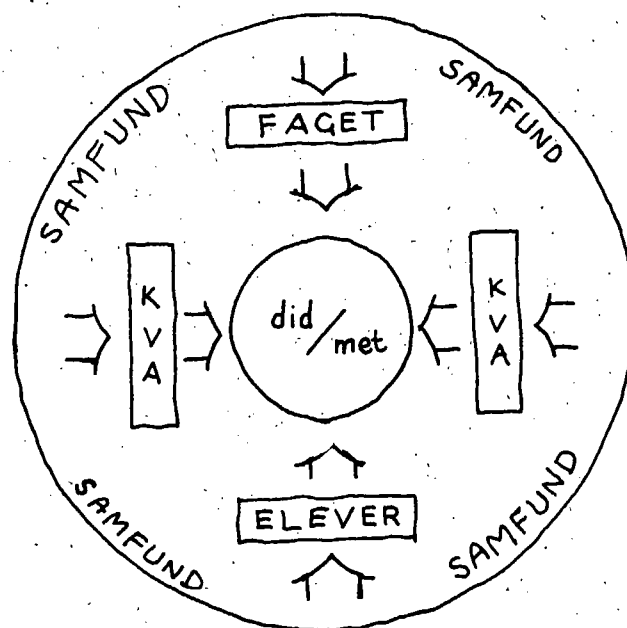
Men der bliver egentlig tale om en dobbeltkvalificering. På den ene side skal lærerne kunne undervise i faget som det eksisterer via lærebøger og eksaminer, samt på den anden side kvalificere til at kunne bringe faget fremad fagligt og pædagogisk. Lærerne skal kunne udvikle undervisningsmaterialer der både gør op med strukturmatematikken og virkelighedsmatematikken.

De skal ligeledes forstå nødvendigheden af samarbejde/integration med andre fag.

Samtidig kan det tænkes, at de faglige/pædagogiske fornyelser på længere sigt vil kunne få en afsmittende effekt på de prøveforberedende fag.

En pædagogisk model

I forbindelse med afviklingen af læreruddannelsen har vi udviklet og anvendt følgende pædagogiske model, der skulle rumme de elementer der er centrale at få indkredset og bearbejdet for at kunne kvalificere undervisningen.



Denne model skal forstås således, at de didaktiske/metodiske principper man anvender skal udvælges i lyset af:

1. - en forståelse af matematikfaget og matematikkens rolle/placering i samfundet.
2. - en forståelse af de faglige og almindendannende kvalifikationskrav et højtudviklet teknologisk kapitalistisk samfund stiller til arbejdskraften.
3. - en forståelse for elevgruppens særlige forudsætninger/problemer og krav til undervisningen.

Modellen må ikke forstås statisk - selv om pilene kun peger den ene vej. Vi er jo fx med til at påvirke samfundet gennem den undervisning vi præsterer.

For overskuelighedens skyld vil vi behandle modellens tre elementer hver for sig:

Matematik og samfund

Samspillet mellem matematikken og samfundet kan udmøntes i to spørgsmål:

1. I hvilket omfang - og hvorledes - præger samfundet udviklingen i matematikken?
2. Og omvendt - i hvilket omfang - og hvorledes - har matematikken betydning for samfundsudviklingen?

Det må slås fast, at svarene på disse spørgsmål bliver ret summariske og generelle. Der vil fx ikke blive gjort rede for matematikkens forskelligartede rolle gennem historien.

Mht det første spørgsmål, må det for det første slås fast, at samfundsforholdene nok ikke i så høj grad er bestemmende for hvordan matematikken udformes, som for hvilke områder af matematikken der udvikles. (Der er ikke noget specielt kapitalistisk ved mængdelæren!).

Matematikken har som formelt system i et vist omfang sine egne love og egen "indre" sandhedsværdi og stiller sine egne spørgsmål til sig selv. (Eksempel: Euklids parallel aksiom).

Men de områder der tages op indenfor matematikken bestemmes ikke blot af matematikken selv. Den teknologiske udvikling stiller til stadighed sine krav til matematikken (fx edb - numerisk analyse).

Økonomisk/politiske forhold kan stille krav til matematikken (statistikken) om at udvikle modeller der kan prognosticere samfundsudviklingen etc. Disse krav kan enten stilles direkte til matematikken eller via andre videnskaber (fysik, økonomi etc.).

Mere indirekte er der også en sammenhæng mellem de ideer og begreber, der i det hele taget eksisterer, og de begreber der udvikles indenfor matematikken.

Af det foregående følger, at matematikken har betydning for udviklingen af produktivkræfterne - enten direkte, eller via naturvidenskaberne - dels for udviklingen af økonomiske og politiske styringsmekanismer. Derudover kan matematikken anvendes ideologisk på den måde, at "sandheden" af de abstrakte matematiske lovmæssigheder benyttes til at legitimere samfundsmæssige anvendelser. Et "svar" på et problem må nødvendigvis være "sandt" hvis der er anvendt matematik! Ved denne ideologiske anvendelse "glemmes" at man kunne have fået et andet svar, hvis spørgsmålet var stillet anderledes (og hvis der evt. var blevet benyttet andre metoder til løsning af problemet!)

Matematikens indre sandhed får matematikken til at frem-

træde neutral, også ved diverse anvendelser. Matematikkens (og de øvrige naturvidenskabers) "neutralitet" er med til at forme en holdning til hele teknologispørgsmålet hvor der ikke stilles spørgsmålstejn ved teknologiens neutralitet og hvor den givne teknologiske udvikling anses for den eneste mulige og rigtige.

Den ideologiske opfattelse af de matematiske teorier og praksisanvendelser som givet uafhængigt af sociale sammenhænge får naturligvis konsekvenser for matematikundervisningen som den normalt foregår.

Fagdidaktikken begrænses til mål/middel diskussioner byggede på fagets videnskabelige strukturer. Det logisk grundlæggende bliver altså det pædagogisk grundlæggende (jvf indledningsafsnittet om strukturmatematik). I det omfang "virkeligheden" kommer ind i undervisningen bliver det nærmest som et pædagogisk "fif" - matematikken bliver appetitlig og glider dermed lettere ned.

Vores konklusion må være, at en undervisning i faget matematik må bryde med opfattelsen af fagets neutralitet og klart vise samspillet mellem matematikken og samfundet (herunder matematikkens ideologiske anvendelse).

Dette kræver en forståelse af hvad matematik er, på hvilke felter matematikken kan anvendes hhv ikke anvendes, samt hvor dan matematikken anvendes.

For at lære hvornår matematikken kan anvendes hhv ikke anvendes, må processen der fører fra opstillingen og formuleringen af et problem til anvendelsen af matematikken (matematiseringen) blive en central del af matematikundervisningen.

Matematik og lærlingene

Elevernes situation er den, at de skal uddannes som fagfolk, samtidig med at de skal leve i et samfund der er kapitalistisk.

Den uddannelse de får i dag er forældet i morgen. Den teknologiske udvikling udraderer med stor træfsikkerhed fag der arbejdsfunktionsmæssigt kan varetages af de nye chips.

Lærlingenes virkelighed er derfor bestemt af

1. Deres uddannelse som faglærte - deres arbejde i forskellige værksteder på skolerne.
2. Deres liv som demokratiske borgere i et samfund, hvor faget matematik bl. a. bruges ideologisk.
3. Deres arbejdsliv i et samfund, præget af teknologiske-økonomiske ændringer.

En matematikundervisning bør i stor udstrækning hente sine stofområder fra disse tre felter, da de involverer elevernes hele social kontekst. Konkluderende bør en matematikundervisning være retningsfagligt tonet.

Matematik og kvalifikationskrav

Arbejdskraften skal have et sæt kvalifikationer - samfundsformationen udpeger en kvalifikationsmatrix, hvis formål det er at videreføre og vedligeholde de eksisterende magtstrukturer.

I denne forbindelse er det vigtigt at skelne mellem eksplicitte og implicitte hensigter. De eksplicitte hensigter fremgår gennem officielle formåls- og målformuleringer, med dertil hørende indholdsbeskrivelser. Men det er kun ud fra en naiv liberalistisk synsvinkel, at der optræder identitet mellem hensigt og funktion. En undervisning har altid en skjult læreplan.

Mange af de elever der ikke tror de lærer noget i matematik, lærer i høj grad noget - ikke matematik ganske vist, men de lærer der er noget de ikke magter, ikke forstår.

De lærer ligegyldighed overfor undervisningsindholdet. Derved bliver matematikundervisningen for mange en træning og tilpasning til mange af samfundets arbejdsforhold. Man lærer altså bl.a. gennem matematikundervisningen "at indordne sig".

En matematiklæreruddannelse må altså ligeledes i sit undervisningsindhold lægge op til kvalifikationsanalyser, således at der kan ske en bevidstgørelse og en efterfølgende minimalisering af den indirekte/skjulte kvalifikationspåføring.

Afsluttende modelovervejelser

I vores egen undervisning har vi hele tiden haft den her beskrevne model for øje - men ikke på den måde at vi konkret har undervist i vores egen fagopfattelse. Dels er der en række begrænsninger i forhold til dobbeltkvalificeringen (vi er forpligtet til at undervise kursisterne i strukturmatematik, dels begrænsninger i at vi ikke deduktivt kan undervise i "en fagkritisk holdning".

Vi må naturligvis gøre vores fagopfattelse klar (jvf skjult læreplan!) og give et bud på hvordan vi mener man bør undervise i matematik, men samtidig må vi lægge op til at lærerne/kursisterne bliver bevidste om og reflekterende til deres egen fagopfattelse.

Den konkrete afvikling af kurset

I forbindelse med vores pædagogiske model udgrænsede vi tre stofområder: det samfundsfaglige, det retningsfaglige og det teknologiske område. I matematiklæreruddannelsen har vi henvendt mange af vores emner indenfor disse tre stofområder. Af eksempler fra områderne kan nævnes et løntema, borehastighedsformlen, et optimeringstema.

For løntemaet er udgangspunktet lønsedlen og hvordan lønnen beregnes (forskellige lønssystemer).

Kapitalistisk set er lønnen en omkostningsfaktor, som andre kapitalelementer. Virksomhedsejeren søger at minimere sine omkostninger og dermed også løndelen. Dette fører videre

til nogle bredere samfundsmæssige problemer: Realløn, skatløn, løn-pris spiralen, ligeløn, produktivitet og løn, ledighed og løn etc.

Den politiske dimension kommer helt i forgrunden, når diskussionen når frem til indkomspolitikken: "Skal denne efterleves eller bekæmpes?" Matematikken bliver inddraget med forskellige perspektiver:

1. Demokratiperspektivet, i og med vi viser, at man med relativt simple matematikker (indeks, gennemsnit, fordeling) er i stand til kvalificeret at tage stilling til et samfundsmæssigt problem.
2. Ideologiperspektivet inddrager vi gennem præsentation af en diskussion mellem vismændene og socialistiske økonomer, der på samme grundlag via matematikken når til diametrale forskellige konklusioner vedrørende dansk lønudviklings indflydelse på konkurrenceevnen.
3. Matematikperspektivet indlæres via udvikling af et matematisk begrebsapparat, der kan bringe indsigt og generalitet ind i temaet. (Her tænkes på forskellige niveau- og spredningsmål, samt eksponential- og logaritmfunktionen.)

Borehastighedsformlen bliver oftest for vores efg-elever præsentert som en "typeopgave", hvilket vil sige at matematiseringsprocessen er foretaget - eleverne skal blot indsætte i formelen og opøve en vis færdighed i at gøre det rigtigt. Indlæringsmæssigt har denne pædagogik en ringe effekt - glemmelskurven er katastrofal.

Kursisterne har forsøgt at opstille undervisningsforløb der induktivt og eksperimenterende afgørende har brudt med formeleksercismen.

Det afgørende må være, at eleverne selv bliver i stand til at aflæse et problem som et matematikproblem og fortrøstningsfuldt tør kaste sig ud i matematiseringsprocessen - i dette tilfælde altså at opstille de indgående variable korrekt på en brøkstreg.

Optimeringstemaet skal vise hvordan matematiske discipliner (fx lineær programmering, regressionsanalyse etc) historisk udvikler sig i et nært samspil med udviklingen i den industrielle sektor og vise, at matematikken ikke er neutral, men et uundværligt led i tekniske innovationer hen imod større automationsgrad.

Samtidig vil det naturligvis i sekvenser være nødvendigt at træne i enkeltstående matematiske discipliner, fx sandsynlighedsregning.

I grov form har tanken været, at kurset skal afvikles ved, at det første år primært er et fagligt-matematisk år (fx lønemaet, sandsynlighedsregning) og det sidste år et didaktisk-metodisk år.

Denne grovdeling giver sig fysisk udtryk i indholdet i de fire obligatoriske opgaver kursisterne skal aflevere.

Den første opgave er en løn/logaritme opgave, den anden en pris/indeks opgave (fx "Piagets teorier og matematik" - eller "analyse af forskellige lærebøgers fagopfattelse") og den tredje en decideret undervisningslæreopgave, hvor kursisterne skal udarbejde et fuldt færdigt undervisningsforløb med tilhørende didaktiske og metodiske overvejelser.

Når dette er sagt (for overblikkets skyld) skal det straks tilføjes, at et centralt spørgsmål i fx løn/logaritme opgaven er hvordan emnet nu kan formidles til efg-elever. Ligeledes indlægges i det andet år emner af mere faglig karakter.

Eksamen

Ved afslutningen af 4. semester afholdes en mundtlig eksamen i faget.

Der tages udgangspunkt i en af de afleverede obligatoriske opgaver og eksaminationen inddrager spørgsmål af både faglig og pædagogisk karakter.

De obligatoriske opgaver indgår ikke i bedømmelsen - det er alene den mundtlige præstation der vurderes.

Der gives karakteren bestået/ikke bestået.

SEL udfærdiger bevis for bestået prøve med angivelse af kursets indhold og varighed.

Tilbageblik - vurdering

Vi har undervejs i kurset mange gange mødt modstand fra kursisternes side, da vi næsten entydigt ikke har levet op til deres forventninger, som kort kan karakteriseres som klasseundervisning baseret på eksisterende lærebøger.

Traditionelt opfattes en matematiklærer som en der altid har tjek på indhold og form og som ikke lader sig rokke i godt indarbejdede pædagogiske mønstre.

Denne forestilling om matematiklærerens ufejlbarlighed har vi gjort godt og grundigt op med. Vi har mange gange kastet os selv ud på dybt vand og lagt op til, at vi og holdet i fællesskab skulle løse et eller andet problem (fx om oliekrisen er skyld i den nuværende økonomiske krise).

Denne lærerrolle er naturligvis valgt både på grund af, at det er vores normale undervisningsfacon, samtidig med håbet om, at kursisterne får mulighed for at se sig selv i andre matematiklærerroller end den traditionelle.

Kursisterne forventede tonsvis af lærebøger. De får ikke én! De får udpluk, sammenklip, samt de af os udarbejdede undervisningsbilag.

Dette medfører at kursisterne selv skal udarbejde en systematik, et overblik, selv skal tage notater for overhovedet at kunne få udbytte af undervisningen. Det er svært, hvis man aldrig har prøvet det før!

I sekvenser af uddannelsen køres forløb af ren samfundsfaglig karakter. Fx ved efterbehandlingen af løntemaet er det nødvendigt med en vis forståelse af forskellige lønsystemer

og deres udvikling set i lyset af den teknologiske udvikling.

Dette kan naturligvis være uhyre frustrerende, hvis man havde haft forestillinger om en ren strukturmatematik.

Når det er relevant bliver kursisterne bedt om selv at indsamle data til løsning af opstillede problemer. Det er jo en situation vi gang på gang stiller vores efg-elever i. Hvis man som lærer ikke har prøvet selv at udføre denne proces, vil man få store problemer med at turde kaste sig ud i den undervisningsform, men det er vigtigt at der etableres en forståelse for at datamateriale ikke er noget der dumper ned fra himlen.

Alt i alt forsøger vi at uddanne kursisterne i at gå på "to ben":

De skal væk fra en opfattelse af undervisningsfaget matematik som en ren struktur - arkitektur - matematik.

Men de skal samtidig ikke blot forkaste faget, men ville noget med det!

Det vigtigste i en efg-undervisning er ikke den matematiske aksiomatik, men det at man via matematiseringen kan bringe indsigt og forståelse i et problem, hvor matematikken altså er et relevant hjælpemiddel.

Det andet ben kan etableres via vores model:

Lærerne må tage udgangspunkt der hvor eleverne står lige nu, nemlig i en erhvervsuddannelse i et kapitalistisk samfund.

Som vi har set medfører dette rimeligvis en tematisering af undervisningen, samt forsøg på at integrere med andre fag.

Alt i alt har uddannelsen medført en del kvaler for kursisterne.

Med psykologen Rogers ord kan disse kvaler indlæringspsykologisk indlejres i følgende betragtninger:

"Signifikant indlæring (= gennemtrængende indlæring, som gennemsyrrer alle dele af individets tilværelse) medfører en hel del kvaler, enten kvaler i forbindelse med indlæringen, eller kvaler i forbindelse med at opgive bestemte tidligere erhvervede indlæringer" - at "indlæring som indebærer ændringer i selvets organisation, i selvopfattelsen, er truende og tilbøjelig til at fremkalde modstand" - at "al signifikant indlæring til en vis grad er smertefuld og indebærer uro både i individet og i systemet". (Rogers, 1969)

Hvis kursisterne har turdet kaste sig ud i denne indlæringsproces, vil dette forhåbentlig medføre, at de får handlemuligheder til deres rådighed, der kan anvendes i situationer, uanset hvilken sammenhæng disse situationer fremtræder i.

Vi håber på en bevidstgørelse om egne og fagets muligheder.

IV.5. REFERAT af hovedpunkterne i plenumdiskussionen om de foregående programpunkter, onsdag 27/4, kl. 14.00 - 14.30 - baseret på et notat af Torsten Meyer.

Først blev Søren Lundsgaard og Krista Nørgaard spurgt hvilken indflydelse de stramme læseplaner i matematik (og fysik) i erhvervsuddannelserne får for fagene. Det var jo et mål at højne bevidsthedsniveauet i den naturvidenskabelige undervisning. Hvor meget må dette mål modificeres, når der også skal tages hensyn til andre fag i uddannelsen?

Søren Lundsgaard og Krista Nørgaard svarede, at ganske vist er det rigtigt at der er en stram læseplan, i øvrigt primært inden for retningsfagene, men inden for de enkelte områder er planerne alligevel så brede, at næsten alt kan drages ind. I denne forstand er der tale om et schizofrent uddannelsessystem. De prøveforberedende fag der fører frem mod folkeskolens prøver, styres af folkeskolemyndighederne, ikke af efg-systemet. Hvad den anden del af spørgsmålet angår, er udgangspunktet for matematikundervisningen 40 obligatoriske timer. Det man realistisk kan håbe at nå og opnå er at bryde den psykologiske barriere om faget. Faget er ved at bryde sin isolation. Det vi ønsker er at skabe lyst til samarbejde med andre fag, også på matematikkens præmisser. Men selvfølgelig vil det altid være et problem hvor langt man skal gå i den matematiske behandling, f.eks. af det omtalte løntema. Eksempler på en integrering mellem matematik og retningsfag findes inden for jern- og metalområdet. Hvad lærerne angår, er det vores ønske at de i fremtiden skal være kvalificerede til de forsøg, vi altid har haft kørende.

I de følgende mere diskussionsprægede dele af sessionen blev det anført, at overvejelser over indretningen af læreruddannelserne er overflødige, for så vidt som de nyuddannede alligevel ikke får ansættelse. I stedet burde man interessere sig for efteruddannelsesforanstaltninger.

Heroverfor blev der advaret mod at fremsætte dommedagsprofetier, dels fordi de har en negativ effekt på universiteternes 2.dels studerende, dels fordi der efter alt at dømme vil ske ansættelser også i fremtiden, fordi der til at imødekomme behovet, herunder det opsparede behov, er en faldende kandidatproduktion. Dertil kommer, at datafeltet også opsluger et vist antal gymnasielærere, hvilket bidrager til en øgning af behovet. Det er vigtigt at holde fast på at der er brug for lærere, så en væsentlig gruppe af de studerende bliver motiverede til at se skolen som deres fremtidige arbejdsplads.

Fra gymnasieside fastholdtes det, at man må forvente en brat opbremsning i ansættelsesmulighederne i de gymnasiale uddannelser. De foreliggende prognoser tager hensyn til et fald

på 5000 i elevbestanden, og til at der i 1983 ventes at komme så mange matematik- og fysikkandidater igennem pædagogikum, at der vil blive fyldt op, bortset fra i de geografiske yderområder. Derfor må universiteterne allerede nu begynde at sadle om og øge uddannelsernes fleksibilitet, bl.a. ved at inkludere datalogi i så mange fag som muligt.

En deltager vendte sig imod at anskue læreruddannelsesbehovene ud fra antalssynsvinkler. Det væsentlige må dog være indholdet. F.eks. må det være afgørende at drøfte hvordan man skal forberede kandidaterne på at gå ind i et arbejde som det der følger af de planer Lise Høj fremlagde, om de matematisk-naturfaglige og -samfundsfaglige grene i gymnasiet.

I samme spor blev det i et andet indlæg fremhævet, at hvis det er rigtigt, som det lå i seminarindledernes oplæg, at matematik og fysik kan give kvalifikationer til brug for demokratisk teknologivurdering, må en sådan behandles i uddannelserne, ikke mindst i efteruddannelsessammenhæng. Lærerne vil komme til at undervise i arbejdsmetoder, som er uvante. Der er brug for nye undervisningsformer, som ligger tættere op ad dem man kender i humanoria. Det ville i øvrigt være rimeligt også at lade den omtalte efteruddannelse henvende sig til lærerne i de humanistiske fag.

En deltager erklærede sig enig i at teknologivurderingsdiskussionen også angår andre faggrupper. Matematik- og fysiklærerne skal ikke tage patent på den, men det er vigtigt at fastholde at den også angår disse fag, og at de vanskeligheder den frembyder nødvendiggør at nogen vover pelsen ved at prøve. Et brugbart øvested kunne f.eks. være de igangsatte forsøg med fysik og kemi på gymnasiets matematisk-samfundsfaglige gren.

KAPITEL V. HVORDAN BRYDES UDDANNELSESSYSTEMETS ISOLATION?

V.1 Resumé af afsluttende debat

baseret på et notat af Bent C. Jørgensen

Den afsluttende debat skulle efter seminarets program under titlen "Hvordan brydes uddannelsessystemets isolation?" behandle spørgsmålet om uddannelsessystemets relation til det øvrige samfund, sådan som dette anliggende måtte tage sig ud for specielt matematiks og fysiks vedkommende. Som tidligere nævnt havde seminarets deltagere deres virke enten i institutioner inden for folkeskolen, de gymnasiale uddannelser og erhvervsuddannelserne, samt universiteterne og de højere læreanstalter, eller i de dertil hørende administrative organer, faglige organisationer mv. Det måtte tendentielt føre til, at seminaret ville få et "indefraskuende" præg, hvor man diskuterede problemerne, som de opfattes af personer inden for uddannelsessystemet, og problemløsninger som kan etableres inden for uddannelsessystemet.

Temaet for den afsluttende debat var valgt i erkendelse af, at mange vigtige spørgsmål og problemer vedrørende uddannelsessystemet ikke kan anskues og løses udelukkende inden for uddannelsessystemet. Styrken og karakteren af relationerne mellem uddannelsessystemet og det øvrige samfund er af afgørende betydning for uddannelsessystemets muligheder for at opfylde de samfundsmæssige behov for uddannelse.

For at sikre, at "bøtten blev vendt på hovedet" i den afsluttende debat, så at seminarets problemstillinger vedrørende matematik- og fysikundervisningen blev anskuet fra en overordnet samfundsmæssig synsvinkel, var det hensigten at en uddannelsespolitiker skulle give oplæg til diskussionen.

På grund af afbud måtte dette opgives og i stedet blev afholdt en paneldiskussion, hvor paneldeltagerne - Ib Axelsen (ordstyrer), Viggo Hartz, Jens Højgaard Jensen, Jannik Johansen, Poul V. Thomsen og Ole Vinther - som alle havde deltaget i hele seminaret, med kort varsel indvilgede i at give korte mundtlige oplæg. Den afsluttende diskussion blev af disse årsager fortrinsvis af opssummerende og opsamlende karakter, hvor der også blev lejlighed til at kommentere seminarets forløb.

Efter arrangørernes opfattelse medfører uddannelsesinstitutionernes - og ikke mindst skolernes - ringe kontakt med det øvrige samfund alvorlige problemer for undervisningen, og det rammer ikke mindst matematik og fysik. Disse fag har stor og stigende betydning i nutidens og fremtidens industrialiserede samfund, både set ud fra et erhvervskvalifikations- og ud fra et almenuddannelsessynspunkt. Men sådan opfattes det ikke uden videre af eleverne, som hverken gennem skoleundervisningen eller ved egne oplevelser uden for skolen får nogen særlig konkret indsigt i fagenes anvendelser og betydning i samfundet. Det kan forudses, at det vil blive stadigt vanskeligere at overskue og forstå vekselspillet mellem de matematisk-naturvidenskabelige fag, teknik og samfund, samtidigt med at samfundet og folks hverdag præges stadigt stærkere af det naturvidenskabeligt-tekniske kompleks. Her ligger uddannelsesproblemer, som ikke kan løses isoleret inden for uddannelsessystemet og alene ved uddannelsespolitiske tiltag i snæver forstand.

Der viste sig at være betydelige meningsforskelle vedrørende graden og betydningen af uddannelsessystemets isolation i samfundet. Der var enkelte deltagere, som ikke mente, at der overhovedet var en sådan isolation, og næsten undrede sig over, at det blev rejst som et problem. Der udsprang heraf en diskussion om, hvorvidt en vis isolation som helhed skulle betragtes som et onde, eller om der snarere var tale om et gode, fordi der herved måske kunne bevares en større, ønskværdig frihed vedrørende bl.a. valg af indhold og undervisningsmetoder i uddannelserne. Isolationen kan altså opfattes som et defensivt værn om uddannelsessystemets autonomi.

Andre deltagere mente imidlertid, at der forelå en sådan væsentlig afsondrethed, og at den måtte modvirkes og afhjælpes. Der var almindelig enighed om, at uddannelsessystemet (også) i høj grad lider af ringe kontakt mellem dets forskellige dele, både mellem de forskellige niveauer i uddannelsespyramiden og mellem de forskellige uddannelsesområder, f.eks. mellem de gymnasiale skoleuddannelser og de erhvervsrettede ungdomsuddannelser. Blandt de forslag, som fremkom til nedbrydning af skranker dels mellem uddannelsessystemets forskellige dele og niveauer og dels mellem uddannelsessystemet og det omgivende samfund, kan nævnes:

- kombinationsstillinger for lærere
- teknologiorienterede uddannelser ved universiteterne
- pædagogisk indhold i de videregående uddannelser
- øgede fagkombinationsmuligheder i de videregående uddannelser
- støttefagsundervisning i skolen for at lette integrationsbestræbelserne.

Den afsluttende debat omfattede også kommentarer og vurderinger vedrørende seminarets afholdelse. Nogle deltagere mente, at der havde været en "skjult dagsorden" eller en paradigmatisk opfattelse bag seminarets program, som de gerne

havde set mere eksplicit udtrykt på forhånd. Arrangørerne medgav, at nogle diskussioner viste, at der havde manglet et tilstrækkeligt klart fælles udgangspunkt for deltagerne, måske bl.a. på grund af for få skriftlige oplæg. Det havde været hensigten gennem programlægning og beskrivelse af seminarets hovedtemaer at signalere klart, hvilke diskussioner man ønskede at lægge op til.

Der fremkom kommentarer som viste, at man gennemgående havde forventet en mindre konventionel form, med mere vægt på gruppediskussioner og mindre vægt på oplæg/foredrag i plenum. Internatformen, hvor man i pauserne og "fritiden" kunne diskutere videre, havde dog rådet bod på manglen på flere programsatte uformelle drøftelser.

Der var udbredt enighed om, at det var meget nyttigt at afholde et seminar, som gav mulighed for at drøfte fagenes problemer på tværs af uddannelsessystemets opdelinger, hvorved man kunne få en bedre fælles forståelsesbaggrund. Der blev fra flere sider udtrykt ønsker om en fortsættelse af en sådan tværgående debat, evt. i de faglige organisationers regi.

Det diskuteredes, om seminaret eksplicit skulle have inddraget datalogi/edb i drøftelserne. Herfor kunne tale, at der er stor aktivitet og selvsagt mange aktuelle og vigtige problemer omkring datalogi/edb's indpasning i de forskellige uddannelser. På den anden side er der netop allerede stor opmærksomhed og debat omkring dette fag og dets betydning og placering i samfundet, næsten til overflod kunne man vel sige. Faget skal f.eks. ikke kæmpe med det "relevansparadoks", som fysik og i nogen grad matematik i stigende grad synes at lide under, hvor elevernes interesse for fagene aftager i takt med deres voksende, men ikke umiddelbart forståelige betydning i samfundet.

- 1/78 "TANKER OM EN PRAKSIS" - et matematikprojekt.
Projektrapport af Anne Jensen, Lena Lindenskov, Marianne Kesselhahn og Nicolai Lomholt:
Vejleder: Anders Madsen.
- 2/78 "OPTIMERING" - Menneskets forøgede beherskelsesmuligheder af natur og samfund.
Projektrapport af Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen, Gert Kreinøe og Peter H. Lassen.
Vejleder: Bernhelm Booss.
- 3/78 "OPGAVESAMLING", breddekursus i fysik. Nr. 3 er a jour ført i marts 1984
Lasse Rasmussen, Aage Bonde Kræmmer, Jens Højgaard Jensen.
- 4/78 "TRE ESSAYS" - om matematikundervisning, matematiklæreruddannelsen og videnskabsrindalismen. Nr. 4 er p.t. udgået.
Mogens Niss.
- 5/78 "BIBLIOGRAFISK VEJLEDNING til studiet af DEN MODERNE FYSIKS HISTORIE". Nr. 5 er p.t. udgået.
Helge Kragh.
- 6/78 "NOGLE ARTIKLER OG DEBATINDLÆG OM - læreruddannelse og undervisning i fysik, og - de naturvidenskabelige fags situation efter studenteroprøret".
Karin Beyer, Jens Højgaard Jensen og Bent C. Jørgensen.
- 7/78 "MATEMATIKKENS FORHOLD TIL SAMFUNDSØKONOMIEN". Nr. 7 er udgået.
B.V. Gnedenko.
- 8/78 "DYNAMIK OG DIAGRAMMER". Introduktion til energy-bound-graph formalismen.
Peder Voetmann Christiansen.
- 9/78 "OM PRAKSIS' INDFLYDELSE PÅ MATEMATIKKENS UDVIKLING". - Motiver til Kepler's: "Nova Stereometria Doliorum Vinariorum".
Projektrapport af Lasse Rasmussen.
Vejleder: Anders Madsen.
-
- 10/79 "TERMODYNAMIK I GYMNASIET".
Projektrapport af Jan Christensen og Jeanne Mortensen.
Vejledere: Karin Beyer og Peder Voetmann Christiansen.
- 11/79 "STATISTISKE MATERIALER"
red. Jørgen Larsen
- 12/79 "LINEÆRE DIFFERENTIALLIGNINGER OG DIFFERENTIALLIGNINGSSYSTEMER". Nr. 12 er udgået
Mogens Brun Heefelt
- 13/79 "CAVENDISH'S FORSØG I GYMNASIET".
Projektrapport af Gert Kreinøe.
Vejleder: Albert Chr. Paulsen

- 14/79 "BOOKS ABOUT MATHEMATICS: History, Philosophy, Education, Models, System Theory, and Works of Reference etc. A Bibliography".
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".
Projektrapport af Michael Olsen og Jørn Jensen.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 17/79 "AT SPØRGE OG AT SVARE i fysikundervisningen".
Albert Christian Paulsen.
- 18/79 "MATHEMATICS AND THE REAL WORLD", Proceedings of an International Workshop, Roskilde University Centre, Denmark, 1978. Preprint.
Bernhelm Booss & Mogens Niss (eds.).
- 19/79 "GEOMETRI, SKOLE OG VIRKELIGHED".
Projektrapport 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".
Projektrapport af Michael Olsen og Jørn Jensen.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 21/79 "KONTROL I GYMNASIET - FORMAL OG KONSEKVENSER".
Projektrapport 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.
Peder Voetmann Christiansen.
- 23/79 "ON THE HISTORY OF EARLY WAVE MECHANICS - with special emphasis on the role of reality".
-
- 24/80 "MATEMATIKOPFATTELSE HOS 2.G'ERE".
a+b 1. En analyse. 2. Interviewmateriale. Nr. 24 a+b er p.t. udgået.
Projektrapport af Jan Christensen og Knud Lindhardt Rasmussen.
Vejleder: Mogens Niss.
- 25/80 "EKSAMENSOPGAVER", Dybdemodulet/fysik 1974-79.
- 26/80 "OM MATEMATISKE MODELLER".
En projektrapport og to artikler.
Jens Højgaard Jensen m.fl.
- 27/80 "METHODOLOGY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE IN PAUL DIRAC'S PHYSICS".
Helge Kragh.
- 28/80 "DIELEKTRISK RELAXATION - et forslag til en ny model bygget på væskernes viscoelastiske egenskaber".
Projektrapport, speciale i fysik, af Gert Kreinøe.
Vejleder: Niels Boye Olsen.

- 29/80 "ODIN - undervisningsmateriale til et kursus i differentialligningsmodeller".
 Projekt rapport af Tommy R. Andersen, Per H.H. Larsen og Peter H. Lassen.
 Vejleder: Mogens Brun Heefelt
- 30/80 "FUSIONSENERGIEN - - ATOMSAMFUNDETS ENDESTATION".
 Oluf Danielsen. Nr. 30 er udgået.
 Udkommer medio 1982 på Fysik-, Matematik- og Kemilærer-
 nes forlag.
- 31/80 "VIDENSKABSTEORETISKE PROBLEMER VED UNDERVISNINGSSY-
 STEMER BASERET PÅ MENGDELÆRE". Nr. 31 er p.t. udgået
 Projekt rapport af Troels Lange og Jørgen Karrebæk.
 Vejleder: Stig Andur Pedersen.
- 32/80 "POLYMERE STOFFERS VISCOELASTISKE EGENSKABER - BELYST
 VED HJÆLP AF MEKANISKE IMPEDANSMÅLINGER OG MOSSBAUER-
 EFFEKTMÅLINGER".
 Projekt rapport, speciale i fysik, af Crilles Bacher og
 Preben Jensen.
 Vejledere: Niels Boye Olsen og Peder Voetmann Chri-
 stiansen.
- 33/80 "KONSTITUERING AF FAG INDEN FOR TEKNISK-NATURVIDENSKA-
 BELIGE UDDANNELSER. I-II".
 Arne Jakobsen.
- 34/80 "ENVIRONMENTAL IMPACT OF WIND ENERGY UTILIZATION".
 ENERGY SERIES NO.1. Nr. 34 er udgået.
 Bent Sørensen. Publ. i "Renewable Sources of Energy and the Environment",
 Tycooli International Press, Dublin, 1981.
- 35/80 "HISTORISKE STUDIER I DEN NYERE ATOMFYSIKS UDVIKLING".
 Helge Kragh.
- 36/80 "HVAD ER MENINGEN MED MATEMATIKUNDERVISNINGEN ?".
 Fire artikler.
 Mogens Niss.
- 37/80 "RENEWABLE ENERGY AND ENERGY STORAGE".
 ENERGY SERIES NO.2.
 Bent Sørensen.
-
- 38/81 "TIL EN HISTORIETEORI OM NATURERKENDELSE, TEKNOLOGI
 OG SAMFUND". Nr. 38 er p.t. udgået
 Projekt rapport af Erik Gade, Hans Hedal, Henrik Lau
 og Finn Physant.
 Vejledere: Stig Andur Pedersen, Helge Kragh og
 Ib Thiersen.
- 39/81 "TIL KRITIKKEN AF VÆKSTØKONOMIEN".
 Jens Højgaard Jensen.
- 40/81 "TELEKOMMUNIKATION I DANMARK - oplæg til en teknolo-
 givurdering". Nr. 40 er p.t. udgået
 Projekt rapport 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.
 Bent Sørensen.

- 42/81 "VIDENSKAB TEORI SAMFUND - En introduktion til materialistiske videnskabsopfattelser".
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.
Bent Sørensen.
- 44/81 "HISTORISK UNDERSØGELSE AF DE EKSPERIMENTELLE FORUDSÆTNINGER FOR RUTHERFORDS ATOMMODEL".
Projektrapport af Niels Thor Nielsen.
Vejleder: Bent C. Jørgensen.
-
- 45/82
- 46/82 "EKSEMPLARISK UNDERVISNING OG FYSISK ERKENDELSE - I+II ILLUSTRERET VED TO EKSEMPLER".
Projektrapport af Torben O. Olsen, Lasse Rasmussen og Niels Dreyer Sørensen.
Vejleder: Bent C. Jørgensen.
- 47/82 "BARSEBACK OG DET VÆRST OFFICIELT-TÆNKELIGE UHELD".
ENERGY SERIES NO.5.
Bent Sørensen.
- 48/82 "EN UNDERSØGELSE AF MATEMATIKUNDERVISNINGEN PÅ ADGANGSKURSUS TIL KØBENHAVNS TEKNIKUM".
Projektrapport af Lis Eilertzen, Jørgen Karrebæk, Troels Lange, Preben Nørregaard, Lissi Pedersen, Laust Rishøj, Lill Røn, Isac Showiki.
Vejleder: Mogens Niss.
- 49/82 "ANALYSE AF MULTISPEKTRALE SATELLITBILLEDER".
Projektrapport af Preben Nørregaard.
Vejledere: Jørgen Larsen & 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"
Bernhelm Booss & Krzysztof Wojciechowski.
- 53/82 "THE CONSTITUTION OF SUBJECTS IN ENGINEERING EDUCATION".
Arne Jakobsen & Stig Andur Pedersen.
- 54/82 "FUTURES RESEARCH" - A Philosophical Analysis of Its Subject-Matter and Methods.
Stig Andur Pedersen & Johannes Witt-Hansen.

- 67/83 "ELIPSOIDE METODEN - EN NY METODE TIL LINEÆR PROGRAMMERING?"
Projektrapport af Lone Biilmann 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, Frank Mølgård Olsen.
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 69/83 "ELEVFORUDSÆTNINGER I FYSIK"
- en test i 1.g med kommentarer
Albert Chr. Paulsen
- 70/83 "INDLÆRINGS- OG FORMIDLINGSPROBLEMER I MATEMATIK PÅ VOKSEUNDERVISNINGSNIVEAU"
Projektrapport af Hanne Lisbet Andersen, Torben J. Andreasen, Svend Age Houmann, Helle Glerup Jensen, Keld Fl. Njelsen, Lene Vagn Rasmussen.
Vejleder: Klaus Grünbaum & Anders H. Madsen
- 71/83 "PIGER OG FYSIK"
- et problem og en udfordring for skolen?
Karin Beyer, Sussanne Blegaa, Birthe Olsen, Jette Reich & Mette Vedelsby
- 72/83 "VERDEN IFØLGE PEIRCE" - to metafysiske essays, om og af C.S. Peirce.
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 Szko-tak Jensen.
Vejledere: Jens Højgaard Jensen og Bent C. Jørgensen
- 75/84 "MATEMATIKUNDERVISNINGEN I FREMTIDENS GYMNASIUM"
- Case: Lineær programmering
Projektrapport af Morten Blomhøj, Klavs Frisdahl, Frank Mølgård Olsen
Vejledere: Mogens Brun Heefelt & Jens Bjørneboe
- 76/84 "KERNEKRAFT I DANMARK?" - Et hørings svar 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 Age Houmann, Keld Nielsen, Susanne Stender
Vejledere: Jørgen Larsen & Jens Bjørneboe

- 78/84 "JÆVNSTRØMSLEDNINGSEVNE OG GITTERSTRUKTUR I AMORFT GERMANIUM"
Specialerapport af Hans Hedal, Frank C. Ludvigsen og Finn C. Physant
Vejleder: Niels Boye Olsen
- 79/84 "MATEMATIK OG ALMENDANNELSE"
Projektrapport af Henrik Coster, Mikael Wennerberg Johansen, Povl Kattler, Birgitte Lydholm og Morten Overgaard Nielsen.
Vejleder: Bernhelm Booss
- 80/84 "KURSUSMATERIALE TIL MATEMATIK B"
Mogens Brun Heefelt
- 81/84 "FREKVENSAFHÆNGIG LEDNINGSEVNE I AMORFT GERMANIUM"
Specialerapport 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

ISSN 0106-6242