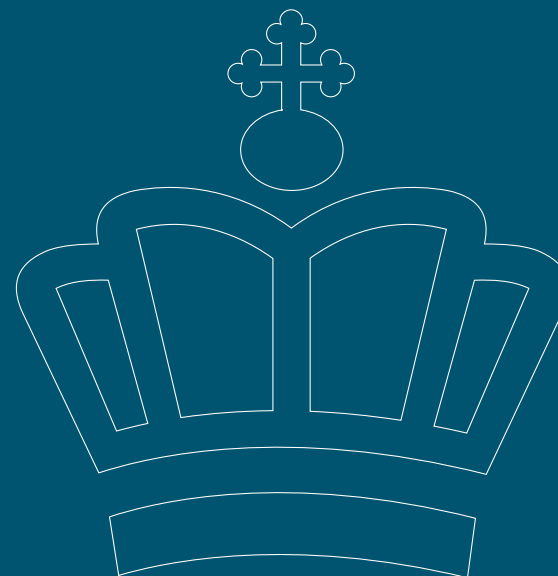


Den svigtende rekruttering til de tekniske og naturvidenskabelige uddannelser har været væsentlige emner i den offentlige debat gennem en hel del år. Der er ikke tilstrækkeligt mange unge, der gennem gymnasiet bliver interesseret, og antallet af elever, der vælger fysik på højt niveau, er faldet gennem 1990'erne.

Folketinget har besluttet at iværksætte et udviklingsprogram for ungdomsuddannelserne, og i efteråret 1999 udgav Uddannelsesstyrelsen et hæfte med en række indsatsområder og tilhørende forslag til initiativer.

Et af elementerne i Udviklingsprogrammet er at styrke det naturvidenskabelige dannelseselement. For at belyse, hvad dette betyder for faget fysik, tog Uddannelsesstyrelsen og Fysiklærerforeningen initiativ til at indkalde til konferencen "Fysik og almendannelse" på Askov Højskole 11.-12. november 1999.



Fysik og almendannelse

Rapport fra en konference
på Askov Højskole

Fysik og almendannelse

**Rapport fra en konference på
Askov Højskole**

Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 17 - 2000
Undervisningsministeriet
2000

Fysik og almindannelse
Rapport fra en konference på Askov Højskole

Publikationen indgår i Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie som nr. 17 - 2000 og under temaet *indhold og struktur af uddannelser eller fag, herunder nye uddannelser*

Omslag: Kontrapunkt A/S

1. udgave, 1. oplag, maj 2000: 2900 stk.

ISBN 87-603-1691-8

ISBN (WWW) 87-603-1693-4

ISSN 1399-2279

Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie (Online) 1399-7386

Udgivet af Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen,
Området for Gymnasiale uddannelser

Bestilles (UVM 6-270) hos:

Undervisningsministeriets forlag

Strandgade 100 D

1401 København K

Tlf. nr. 3392 5220

Fax nr. 3392 5219

E-mail: forlag@uvm.dk

eller hos boghandlere

Repro og tryk: Malchow A/S

Trykt med vegetabiliske trykfarver på 100% genbrugspapir

Printed in Denmark 2000

Forord

Den svigtende rekruttering til de tekniske og naturvidenskabelige uddannelser har været væsentlige emner i den offentlige debat gennem en hel del år. Der er ikke tilstrækkeligt mange unge, der gennem gymnasiet bliver interesseret, og antallet af elever, der vælger fysik på højt niveau, er faldet gennem 1990'erne.

Folketinget har besluttet at iværksætte et udviklingsprogram for ungdomsuddannelserne, og i efteråret 1999 udgav Uddannelsesstyrelsen et hæfte med en række indsatsområder og tilhørende forslag til initiativer.

Et af elementerne i Udviklingsprogrammet er at styrke det naturvidenskabelige dannelseselement. For at belyse, hvad dette betyder for faget fysik, tog Uddannelsesstyrelsen og Fysiklærerforeningen initiativ til at indkalde til konferencen "*Fysik og almindelse*" på Askov Højskole 11.-12. november 1999. Der var stort fremmøde med 80 deltagere.

Hensigten med konferencen var at sætte fokus på fysikfagets værdier og dets rolle i gymnasiet. Som man vil se af indlæggene, blev emner som naturvidenskabelig analfabetisme taget op side om side med så vigtige spørgsmål som "Kan og bør den nuværende fagtradition overleve uændret fremover?" Der er udfordringer nok at tage fat på i debatten om fagets værdier, dets rolle og den betydning, som omverdenen og fagets egne udøvere tillægger det.

Konferenceprogrammet var bredt sammensat. På konferencens første dag blev hovedforedragene givet af personer, der beskæftiger sig med almindelse uden af have fysik som fag, mens foredragene på andendagen blev givet af fysikere, der også har studeret almindelse nærmere. De fleste af foredragene bringes her - enkelte dog i en lettere redigeret form.

Gruppe- og plenumdiskussioner er kort resumeret af Fysiklærerforeningens formand, Gert Hansen og undertegnede. De synspunkter, der fremkom under diskussionerne, vil uden tvivl komme til at indgå i fremtidige overvejelser om forsøgs- og udviklingsarbejder i faget.

Uddannelsesstyrelsen takker alle, der deltog i konferencen og diskussionerne - ikke mindst dem, der holdt foredrag og medvirkede til, at dette hæfte kunne udkomme.

For god ordens skyld gøres der opmærksom på, at synspunkter og konklusioner, der fremgår af de enkelte afsnit i hæftet, står for forfatterens egen regning.

Claus Christensen
Fagkonsulent i fysik og astronomi,
Undervisningsministeriet
Uddannelsesstyrelsen
Området for gymnasiale uddannelser
Maj 2000



Indhold

- 6 Program**
- 7 Velkomst**
kontorchef Torben Christoffersen
- 10 Indledning til konferencen**
lektor Niels Hartling
- 17 Dannelse, almendannelse og fag**
lektor Harry Haue
- 37 To verdener**
rektor Claus Jensen
- 45 Naturfag som almendannelse,**
professor Svein Sjøberg
- 58 Værdier og undervisning i fysik,**
lektor Jens Dolin
- 90 Indtryk fra gruppedrøftelser og plenum,**
lektor Gert Hansen og
fagkonsulent Claus Christensen

Program

Torsdag d. 11. november 1999

- 13.00 *Velkomst.* Kontorchef Torben Christoffersen, GYA
- 13.10 *Åbning.* Lektor Niels Hartling, Birkerød
Gymnasium
- 13.20 *Tænkestilens dannelse. Om forholdet mellem tendensen til humanisering af naturfagene og respekten for naturfagene som dannelsesfag.* Direktør Lars-Henrik Schmidt, Danmarks Pædagogiske Institut (DPI)
- 15.00 *Dannelse, almendannelse og fag.* Lektor Harry Haue, Dansk Institut for Gymnasiepædagogik (DIG).
- 16.00 *To verdener.* Rektor Claus Jensen, Faaborg
Gymnasium
- 17.00 Gruppedrøftelser
- 20.00 Plenum. Ordstyrer lektor Eigil Dixen, formand for fagligt udvalg i fysik
- 21.30 *Om Askov Højskoles historie.* Lektor H. C. Hansen, Aalborg Universitet

Fredag d. 12. november 1999

- 9.00 *Naturfag som almendannelse.* Professor Svein Sjøberg, Oslo Universitet.
- 11.00 *Værdier og undervisning i fysik.* Lektor Jens Dolin. Roskilde Universitetscenter
- 13.30 Gruppedrøftelser
- 15.30 Plenum. Ordstyrer rektor Jannik Johansen, Frederiksberg Gymnasium
- 16.45 Afslutning. Gert Hansen, Fysiklærerforeningen, Claus Christensen, GYA
- 17.00 Afrejse

Velkomst

af kontorchef Torben Christoffersen, GYA

På Uddannelsesstyrelsens vegne er det mig en stor glæde at byde velkommen til denne konference om fysik og almendannelse. Jeg håber, vi får et par spændende og konstruktive dage sammen.

Det almene gymnasium har som bekendt en dobbelt funktion. Det skal på samme tid være studieforbereende og almendannende. Og det er naturligvis ikke sådan, at man får studieforbereelsen i visse fag og almendannelsen i andre. Tværtimod skal samtlige medvirke til begge dele.

Poul la Cours gamle højskole i Askov er det helt rigtige sted at samles for at diskutere, hvordan fysikfaget kan bidrage til den almene dannelse.

For os, der kender faget, er det en selvfølge, at fysik har et meget væsentligt almendannende element, men vi er også nødt til at kunne forklare andre, hvori det består, hvis vi vil holde fast i, at fysik skal være et fag for alle. Det sker jo af og til, at vi bliver spurgt, om det nu også er så vigtigt, at alle elever på matematisk linje i gymnasiet skal have fysik, og at de sproglige heller ikke slipper for fysik. Hvorfor kan det ikke bare være et valgfag for dem, der er særligt interesserede? Efter min mening er det netop de almendannende kvaliteter ved fysikfaget, der gør, at vi også i fremtiden naturligvis skal fastholde fysik som et obligatorisk fællesfag.

Men en konference som denne er meget vigtig, for det drejer sig jo også om at kunne fremlægge argumenter, der kan overbevise tvivlerne.

I april måned vedtog Folketinget med tilslutning fra samtlige partier "Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser". Programmet vedrører samtlige ungdomsuddannel-

ser, men det almene gymnasium vil helt sikkert komme til at stå i centrum, når vi skal i gang med at føre programmet ud i livet. Der er nemlig allerede sat en lang række initiativer i gang på de øvrige ungdomsuddannelser, og nu er så det almene gymnasiums tur. I Undervisningsministeriet har vi nedsat en referencegruppe med repræsentanter for alle parter, der har med ungdomsuddannelserne at gøre. Denne gruppe skal fungere som en form for dialogforum for programmet og bl.a. være med til at definere de områder, der særligt skal sættes på. Vi har indtil nu holdt 2 møder i referencegruppen. Møde 2 var stort set udelukkende helliget naturvidenskab - og ikke mindst fysik. Det hænger selvfølgelig sammen med flere ting. En af dem er den vigende tilgang til de fysiktunge uddannelser, en anden de noget nedslående resultater fra TIMSS-undersøgelsen af elevernes science literacy, og en tredje den ret beskedne tilslutning til fysik på højt niveau. Det er selvsagt bekymrende, at det ikke kan lykkes at få flere elever til at vælge fysik på højt niveau i 3.g - selv om vi har dem i 2 år forinden, hvor vi kan præsentere dem for alle de spændende og fascinerende - og almindendannende - sider af fysikfaget. På baggrund af de 2 møder har ministeriet nu udsendt et hæfte om udviklingsprogrammet, og her kan man flere steder genfinde diskussionen i referencegruppen.

Under overskriften **Samspillet mellem fagene** kan man f.eks. læse, at vi mener, der er behov for

- at fortsætte og udbygge de igangværende forsøg med fagpakker på matematisk linie
- at afprøve, om der kan etableres et nyt samspil mellem fagene i form af fagpakker, der kan indeholde valgfag og fag fra fællesfagsrækken, bl.a. med det formål at styrke interessen for at gå ind i en naturvidenskabelig, sundhedsvidenskabelig eller teknisk videregående uddannelse. Fagpakkerne her kunne typisk bestå af et eller flere naturvidenskabelige fag i kombination med fx historie.

Og det fører netop over til:

- at udvikle et nyt naturvidenskabeligt dannelseselement i samspil med fag fra andre fagområder og med brug af nye arbejdsformer og lærerteams
- at overføre erfaringer fra forsøg med naturvidenskabelige klasser (projekter i samarbejde med erhvervslivet) til naturvidenskabelige fagpakker.

Vi har derudover opfordret uddannelsesinstitutioner på alle niveauer til lokalt og i samarbejde med virksomheder at oprette **naturvidenskabelige dialogfora** eller "Learning Labs", som det hedder med et modeord.

De skal sætte fokus på naturvidenskabelige fag i skolen og på naturvidenskabens anvendelse med det formål

- at sikre sammenhængen og progressionen i undervisningen i de naturvidenskabelige fag
- at samordne udviklingen af naturvidenskabelig faglighed
- at samordne udviklingen i arbejdsformerne i de naturvidenskabelige fag
- at styrke bevidstheden om læreprocesser i naturvidenskabelige fag
- at styrke undervisningens autenticitet i samspil med virksomheder
- at styrke det naturvidenskabelige dannelseselement.

Med dette udspil har vi forsøgt at kridte banen op. Nu er det op til de enkelte skoler at bringe bolden i spil. Jeg håber, at denne konference kan bidrage til at få gymnasiets fysiklærere på banen. Jeg ønsker alle en god konference.

Indledning til konferencen "Fysik og Almendannelse"

af lektor Niels Hartling, Birkerød Gymnasium

I de senere år har debatten om de unges forhold til naturvidenskab fået en speciel karakter. Den er blevet domineret af en strøm af bekymrede analyser og forblommede trusler både fra de højere læreranstalter og fra industrien. Så hver anden dag kan man læse om, at Danmark sakker bagud og bliver teknologisk en 3. rangs nation. Frontforskningen inden for naturvidenskab dør. Den fremtidige materielle velfærd er truet af manglen på ingeniører, som snart bliver katastrofal osv. osv. Næsten alle, der udtaler sig, er i øvrigt sådan cirka på min alder og af hankøn.

Men man må sige, at der bliver lyttet til bekymringerne og truslerne. Der er stor politisk velvilje overfor naturvidenskab i almindelighed og fysik i særdeleshed i øjeblikket. Det resulterer i hovsa-løsninger som fx en pludselig ændring af matematik i gymnasiet og en stribe andre tiltag, for man må da gøre noget. Hovedproblemet synes at være: Hvordan får vi lokket eller truet flere til at tage naturvidenskab. Og måske begynder det store offentlige pres at have en lille virkning, det ser ud til, at nedgangen af antal elever på højniveaufysik i gymnasiet og nedgangen i ingeniøruddannelserne er stoppet.

Det synspunkt, at fysik ikke kun er vigtig for den materielle velfærd, men også er en vigtig del af et hvert menneskes almene kompetence har næsten ikke været fremme. Uden for faget fysik selv har debatten om fysik og almen dannelse stort set været fraværende.

Hvorfor *skal* man egentlig lære fysik i skolen?

I dag er svaret som sagt: Fordi Danmark ikke kan klare sig i den internationale konkurrence, hvis ikke vi er med i naturvidenskabelig grundforskning. På lidt længere sigt vil det - samt manglen på ingeniører - bevirke, at den materielle velfærd bliver truet. Og hvis man svinger sig lidt højere op, så kan svaret

være: Fordi de fleste større debatter i dag har en teknisk-naturvidenskabelig dimension. Energiforsyning, broprojekter, madbestråling, drivhuseffekt, ozonhul, tilsætningsstoffer, genteknologi, stråling fra højspændingsledninger osv. For at kunne deltage i den demokratiske debat er det vigtigt at have en grundlæggende viden om naturvidenskab og teknologi.

Jeg vil ikke komme nærmere ind på disse svar. De kan diskuteres, men de har efter min mening til en vis grænse begge deres berettigelse, men personligt synes jeg, at to andre grunde til at lære fysik i skolen har større vægt.

For det første tror jeg, at man - blandt andet ved at lære fysik - har mulighed for at opnå en kritisk holdning præget af sund skepsis, som efter min opfattelse bør være en del af et hvert menneskes udrustning. Og det synes der at være stigende behov for.

I det første nummer af et af verdens navnkundige lægetidsskrifter, "The Lancet" stod der i lederen: "Vi håber, at den mentale vildfarelses tid er forbi, og at mysticisme og hemmelighedskræmmeri ikke længere vil næres. Sandelig, vi stoler på, at mysticisme snart vil blive betragtet som synonymt med uvidenhed." Dette blev skrevet i 1823.

Og sådan er det som bekendt ikke gået. Tværtimod, mystik og okkultisme trives og har det godt. Ja, hvad man for få år siden uden videre ville have betegnet som primitiv overtro, diskuteres i dag seriøst i medierne: Astrologi, pyramidekræfter, krystalhealing osv. Det er næsten som om, at jo mere urimelige og mærkværdige påstandene er, desto mere kritikløst bliver de accepteret. TV-serier som fx X-files er populære, mens egentlige naturvidenskabelige programmer er sjældne eller henlagt til ubekvemme tidspunkter eller til DR's hemmelige kanal. Vi lever i det paradoks, at overtroen breder sig i en stadig mere højteknologisk verden. En undersøgelse fra 1991 viste fx, at over en tredjedel af danskerne tror på astrologi.

Samtidig er der inden for næsten al, hvad jeg tillade mig at kalde "moderne overtro", en næsten næsegrus beundring for naturvidenskab, som paradoksalt nok betyder, at meget mystik og overtro omgiver sig med hvad fysikeren Robert L. Park træffende har kaldt "technobabble".

Om et magnetarmbånds virkning kan man læse, at "Med magnetarmbåndet behandles blodet. Den negative del af molekylet tiltrækkes mod den positive del og omvendt. Eftersom magnetfeltet er stærkere end polariteten af molekylerne, vil de strække sig, derved mindskes spændingen i vævet, og molekylerne klumper sig ikke sammen".

For at sige det med Pauli: "It isn't even wrong". Det er simpelt hen volapyk. Men det lyder som fysik.

I en pjece fra Jordstråleforeningen fra 1991 kan man læse følgende gode råd: Vi gør opmærksom på, at dersom De vil beskytte Dem mod farlig stråling fra TV og EDB (TV stråler ca. 4-6 m ud i rummet og EDB ca. 1,5 m) kan De bruge en metalkam. De tager et lille stykke træliste, i denne liste banker De nu to blå søm. Sæt listen under forkanten på fjernsynet eller computeren. Skub nu kammen ind på sømmene, med tænderne fra kammen visende bagud (dvs. væk fra skærmen). Strålerne fra TV/EDB bliver så afbøjet og sendt tilbage. Pas på, at De ikke på den anden side af væggen har placeret en seng, for strålerne vil blive sendt ca. 1,5 m bagud, idet de bliver afbøjet og ikke sendt ud i stuen. Men for at dette skal virke, skal kammen skylles i rindende, koldt vand hver dag.

Når man er holdt op med at grine, så kan man også føle et ubehag over, hvor udbredt den slags er blevet. Grunden er vist blandt andet den meget omtalte "naturvidenskabelige analfabetisme". For ved man intet, er det nu ikke så nemt at skelne mellem "technobabble" og rigtig naturvidenskab. Ja, "technobabble" kan næsten virke mere overbevisende end rigtig naturvidenskab, ligesom Per Degn i *Erasmus Montanus* overbeviser folk på bjerget om, at han kan svare for sig ved at lire latinske

remser af. Tilsvarende er forklaringen af magnetarorbåndets virkemåde mindst så lige så tilforladelig og lige så uforståelig som forklaringen på så meget andet, man ikke kender til. Og det med at forhindre stråler fra fjernsynet med en våd metalkam lyder måske lidt underligt, men derfor kan det da godt være rigtigt. Sådan nogle stråler er jo i sig selv lidt underlige. Og hvorfor er de stråler, som fjernsynsantennen modtager eller de stråler, der kommer fra remotekontrollen rigtige nok, mens fysikere ikke vil anerkende jordstråler? De er jo alle sammen præcis lige usynlige.

Journalister, som ellers skulle stille de kritiske spørgsmål på læsernes eller seernes vegne, sluger også alt råt. Deres kritiske sans er koblet af, blandt andet fordi de ikke aner, hvad de skal spørge om. Deres baggrund inden for naturvidenskab er i reglen lig nul. Der er dog sket positive ting inden for området, fx er den ugentlige sektion i Berlingerens "Univers" en fin nyskabelse, men selv i et seriøse blade som Weekendavisen eller Information er naturvidenskab næsten fraværende, og forestillingerne i ugebladene nærmer sig det middelalderlige - og uden at der sås den mindste tvivl.

Man kunne måske indvende: Er det ligefrem en grund til at lære fysik? Gør det så meget, at folk tror på underlige ting? Enhver bliver som bekendt salig i sin tro - og lige så lidt som man skal acceptere alt, skal man på forhånd med overlegenhed afvise alt. Bl.a. inden for medicinen er jo der eksempler på virksom alternativ medicin eller behandling, som i første omgang er blevet afvist. Men jeg synes, det er ubehageligt, at godtroenheden tilsyneladende er uden grænse. Det kan allerede i dag forårsage tragedier for den enkelte - menneskelige og økonomiske - og på længere sigt blive farligt. Allerede nu synes jeg, at det er mere end betænkeligt, at astrologi fx seriøst bruges i forbindelse med stillingsbesættelser. En mistet ansættelse pga. af et horoskop er for mig at se at sammenligne med en afvisning på grund af race eller religion. Jeg vil nødigt flyve med piloter, som forlader sig på telepati. Jeg ønsker ikke et samfund, hvor man kan mistænkeliggøres på baggrund af vid-

neudsagn fra clairvoyante. Jeg er taknemlig over, at den læge, som sidste år opererede mit venstre øje, brugte laserteknologi og ikke voodoo. Men problemet er nu ikke først og fremmest, at de fleste ikke ved vældig meget om naturvidenskab, ingen ved jo alt. Problemet er især at kun få er ægte skeptiske. Alle tror, at de selv er kritiske og skeptiske. I virkeligheden er alle - vi alle - medfødt godtroende. Det kan virke uvenligt at være skeptisk, og det er et hårdt arbejde at lære at tænke kritisk. Det tror jeg, man kan lære i mange fag, og inden for visse områder i livet måske allerbedst ved at lære fysik.

Problemet *er* som sagt også, at de fleste ved meget lidt om vores fysiske verden. En meget ringe viden gør det trods alt lettere at tro på alt. En undersøgelse fra USA viste, at under 10 % af en tilfældig gruppe studenter kunne forklare, hvorfor det er varmere om sommeren end om vinteren på den nordlige halvkugle, og en større undersøgelse viste, at kun 47% af voksne amerikanere er klar over, at Jorden er et år om at tilbagelægge banen rundt om Solen. Jeg vil ikke tro, at undersøgelser i Danmark ville give væsentlig anderledes resultater.

Nu er jeg ved at bevæge mig ind på den efter min mening vigtigste grund til at lære fysik: Fordi naturvidenskabelig tankegang og metode er en central del af den almene dannelse. Det ligger allerede i det, som jeg har skitseret om basal viden og en kritisk holdning til alskens udbud. Men jeg føler også - og som I kan høre, nu er det følelserne for mit fag, der slår i gennem - at fx en dansk student lige såvel som at kunne placere Holberg i tid og tankeverden bør vide, hvorfor årstiderne skifter, hvor Solen få sin energi fra, samt fx have kendskab til elektricitet - simpelt hen fordi det er en del af den almene dannelse i Danmark såvel at vide noget om Holberg som om elektricitet. Kendskab til fysik og naturvidenskabelig tænkemåde bør efter min opfattelse være en del af et menneskes åndelige udrustning på linie med kendskab til fx historie og kunst. Dels af de grunde, jeg har nævnt ovenfor, dels - og måske allervigtigst - fordi naturvidenskabelig tænkemåde er et af de mest originale

- måske det mest originale - bidrag til menneskelig tænkning, som vor kultur har frembragt.

Betydningen for historie, filosofi og kunst, ja for hele vores selvforståelse kan næppe overvurderes. Betydningen for vores materielle omverden kan ikke diskuteres.

Fysikeren I. I. Rabi, som døde for nylig, skal have sagt: "Well, you must remember that there are two kinds of physicists: One kind turned to physics because in early life they had trouble with their radio kits; the others became physicists because they had trouble with their God." Ja, fysik er mange ting, og man har brug for begge slags fysik og begge slags fysikere.

Jørn Lunds bog "Sidste udkald" fra 1998 indeholder blandt meget andet en stærk kritik af den manglende dannelse hos nutidens studenter, som fx ikke har hørt om Oehlschläger. Men det er interessant, at Jørn Lund selv - tilsyneladende uden at gøre sig det klart, erkender sin egen mangel på almen dannelse, idet han allerede i forordet skriver: "Mit kendskab til naturvidenskab og naturvidenskabelig dannelse er begrænset".

Det virker dog som om, at han mener, at det ikke gør helt så meget som ikke at vide, i hvilket århundrede Oehlschläger virkede. Men Jørn Lund bruger dog ordene "naturvidenskabelig dannelse", det gjorde man vist ikke for bare få år siden. Og Jørn Lund er trods alt ikke ligefrem stolt af sin uvidenhed, en holdning man ellers af og til kan møde på et læreværelse.

Og så til sidst: Vi har jo mødtes før om lignende emner: I reglen i bekymring: Hvorfor kan alle andre end os selv dog ikke indse, hvor spændende og vigtigt fysik er? Hvorfor finder mange unge, som det fremgår af flere rapporter, faget kedeligt, svært, tørt, koldt, uvedkommende, verdensfjernt og i øvrigt ubrugeligt til praktiske formål?

Det er jo alt sammen forkert - ikke sandt - eller er der noget

om det? Når jeg ser ud over ansigterne her, kan det slås fast: Vi er her jo næsten alle sammen, og vi bliver hver gang ganske enige, så inden vi tager hjem, vil vi uden tvivl på ny have slået fast: Fysik er et spændende og meget vigtigt fag og en afgørende del af den almene dannelse.

Så kan det være helt velgørende at tale med min svoger, som jeg sætter meget højt. Han er præst nogle få kilometer herfra. Han har teknisk snilde, og han har betydelig viden om populær naturvidenskab, og han synes det er spændende. Alligevel mener han også og kan argumentere for, at det er betydeligt vigtigere at lære latin end at lære fysik.

Derfor er jeg glad for, at dette møde ikke mindst koncentrerer sig om nogle input fra ikke-fysikere. Jeg håber på nogle gode spark i løgsovsen, for hellere det end endnu en bevidstløs bekræftelse af fysiks vigtighed for den almene dannelse.

Almendannelse og fag

af lektor Harry Haue,

Dansk Institut for Gymnasiepædagogik (DIG)

Tak for velkomsten, jeg har glædet mig til som nysproglig humanist at få lov til at optræde her i dag og deltage i jeres conference. Det er således med en vis ydmyghed jeg tager ordet, men også med en tro på mine budskabers relevans, da jeg i de sidste par år har forsket netop i den gymnasiale almen-
dannelses udvikling. På baggrund af mine studier har jeg opstillet fem teser, som jeg vil forsøge at dokumentere:

Teser:

1. Almendannelse forudsætter alle de fag, samfundet efterspørger
2. Almendannelsen skal forpligte alle fag, ellers stagnerer skolen
3. Almendannelsen forudsætter både didaktik og pædagogik
4. Almendannelsen forudsætter både formale og materiale elementer
5. Almendannelsen skal opfattes dynamisk, og anskues både som ide, proces og produkt

Almendannelsen er gymnasieundervisningens helligånd, fundamental for undervisningen, men vanskelig at konkretisere. Sådan har det været siden begrebet blev nævnt første gang i en dansk sammenhæng. Da H.C. Ørsted i 1829 i forbindelse med indvielsen af Polyteknisk Lærestanstalt skulle forklare, hvilken højere dannelse, de unge mænd her kunne gøre sig håb om at erhverve, fremhævede han, at denne dannelse var konkret, håndgribelig og beregnet for næringsborgeren, i modsætning til den sædvanlige dannelse, den nyhumanistiske klassiske dannelse, der var abstrakt og tiltænkt embedsborgeren.

Der var endnu i 1829 ikke tale om almindelig dannelse, men om standsdannelse, og derfor er Ørsteds formulering et udtryk for en førmoderne tankegang. Det førmoderne univers er deocentriske, bestemt af kræfter udefra eller oppefra, det som Ørsted

kaldte ånden i naturen, hvor det uforanderlige i den guddommelige vilje kom til udtryk.

Men det moderne lå lige om hjørnet. I 1830 udgav docent Christian Lütken fra Sorø Akademi en mindre afhandling med titlen "*Om den almindelige Dannelse og dens Midler*", som blev trykt i skolens program.

Her blev de to dannelser, den humanistiske og den naturvidenskabelige fusioneret til almindelse, der netop betegnede det almene ved alle videnskaber og indsigter, som samfundet i 1830 havde adgang til. Lütken kunne ikke nøjes med dannelse eller bindestregs-dannelse, som teknisk, human, klassisk, videnskabelig, praktisk-dannelse. Han blev nødt til at skabe et begreb, der omfattede hele den nye dannelsens program. Almindelsen blev derefter knyttet til den lærde skoles undervisning, og den skulle være for livet, mens begrebet dannelse mere blev brugt om livets dannelse, altså den der fandt sted udenfor skolen.

Lütken fremhævede netop skellet mellem almindelse og dannelse: "*Thi fast om alle andre Ting som det er muligt at gjøre til Undervisningsgenstande, er der ført eller føres Strid, om de høre med til den almindelige Dannelse eller ikke; - og imedens "et dannet Menneske" er en Titel Verden prætenderer, veed man ret ofte ikke at sige, hvad der høre dertil, videre end at have lært de Ting som alle have gavn af at lære, og som ingen uden Skade kan undvære; men hvilke Ting disse er, svæver ofte i en Taage, som maatte ønske adspredt.*"

Lütken tumlede med definitionsspørgsmålet, og var undertiden i tvivl om, hvorvidt det var nødvendigt at skelne mellem dannelse og almindelig dannelse:

"da det ikke indsætter noget nyt Species af Dannelse, men i alle Fald kun tydeligere betegner al Dannelses Character af almindelig Anvendelighed og Nødvendighed, modsat enhver professional Instruction."

I dette sidste citat har vi formuleret gymnasiets dobbelte formål, almindelig og studieforberegende. Almindelig dannelsens fundament var efter Lützens opfattelse de klassiske sprog, de moderne sprog og naturvidenskaberne. Indtil 1830 havde den klassiske dannelses været dannelsen, og været kongruent med samfundets dannelses. Det var ikke nødvendigt at diskutere, hvilke fag der skulle udgøre fundamentet for dannelsen. Det var mest mulig græsk og latin, der var forudsætningen for de fleste universitetsstudier. Men det moderne trængte sig på og krævede, at landets elite kunne mere end de gamle sprog. Det var denne udfordring, som Lütken i 1830 tog op og formulerede denne treklange af det klassiske, de moderne sprog og naturvidenskab, der skulle konstituere almindelig dannelsen. Skulle dette program realiseres, forudsatte det en væsentlig udvidelse af den lærde skoles fagkreds. Begrundelsen herfor var, at de unge skulle forberedes på at leve i et samfund i dynamisk udvikling, sådan at den unge akademiker kunne begå sig i mange forskellige sammenhænge. Dermed opstod der et behov for et alternativ til den såkaldte fakultasteori, der postulerede at viden og færdigheder kunne overføres fra et fagområde til et andet. F.eks. skulle eleven blot lære latin så grundigt som muligt, og han ville derefter hurtigt kunne lære matematik. Fakultasteorien var førvidenskabelig, og faldt derfor sammen, da det lykkedes at udvikle en videnskabelig psykologisk og pædagogisk teori.

Det skete med Johann F. Herbart's udvikling af associationsteorien. Herbart er blevet kaldt den moderne pædagogik's fader. Han opfattede mennesket som "Bildbar" og hævdede, at det hverken var underkastet en fatalistisk skæbne eller i besiddelse af en helt fri vilje. Han gav dermed udtryk for en antropocentriske menneskeopfattelse, hvor personlighedsdannelsen skulle komme indefra, ikke oppefra som i den deocentriske opfattelse. Derfor var der ikke længere nogen mening i at banke oplysninger ind i eleven, men enhver dannelses og især almindelig dannelses var et frit og personligt villet projekt.

Efter Herbart's opfattelse kunne et fag ikke vikariere for andre,

og da undervisningen måtte sikre en alsidig påvirkning, måtte fagkredsen derfor omfatte alle de fag, som mennesket havde brug for i samfundet. Da menneskets bevidsthed ikke var et tomt kar, men i forvejen havde optaget nogle forestillinger, måtte undervisningen tilrettelægges således at de nye informationer kunne fortrænge eller supplere de allerede optagne. Dette stillede store krav til den psykologiske og pædagogiske uddannelse af læreren. Progressionen i undervisningen blev et nøglebegreb, der trinvis skulle bevæge sig fra forestilling til association, system og metode. Det var naturligvis ikke tilfældigt, at det var Herbart, der først brugte begrebet almindannelse. Det var i 1806.

J.N. Madvig, der var professor i klassiske sprog ved universitetet, anmeldte i en stor artikel i en af tidens nye tidsskrifter Lütkens skrift, og anerkendte mange af hans pointer. Madvig understregede, at den lærde skole først og fremmest skulle være almindannende og dernæst studieforbereende. Som Lütken og Herbart mente han, i overensstemmelse med associationslæren, at fagkredsen skulle udvides. Men Madvig ville nok give plads for de naturvidenskabelige fag, men mente, at de klassiske sprog var det bedste middel til, at det moderne menneske kunne forstå tilblivelsen af sin egen kultur, og dermed sig selv.

Madvigs nære samarbejde med matematikeren von Schmidten og Ørsted var med til at holde ham på forkant med den naturvidenskabelige verden. I 1831 fulgte han W.C. Zeises kemiundervisning, fordi han følte sin klassiske dannelse for snæver.

Både Lütken og Madvig kunne lade sig inspirere af brugen af almindannelse i både Sverige og i de tyske stater, især i Preussen, hvor Wilhelm von Humboldt allerede i 1810 havde indskrevet *allgemeine Bildung* i skolernes formålsparagraf. Madvig formulerede det i 1832 således: "*Enhver skal altsaa ikke blot oplæres til en bestemt ... Virkekreds, men tillige ved Undervisning ... fremhielpes til almindelig Dannelse.*"

Nu tillod samfundet ikke, at enhver kunne tilegne sig almen-

dannelse, men kun de unge mænd, der kom i den lærde skole. Den stod formelt set åben for alle, men i realiteternes verden var standscirkulationen naturligvis beskeden. Antallet af studenter i 1850 var ikke større end 300. Fra denne almindelige elite skulle dannelsen sive ned til folkets brede masser. Det var denne tankegang, Grundtvig protesterede imod, idet han understregede, at al virkelig dannelse kom fra folket.

Madvig blev i 1848 den lærde skoles første undervisningsinspektør, og lidt senere blev han kultusminister og kunne som sådan skrive den reformerede lærde skoles formålsparagraf således: *“en sand og grundig almindelig dannelse ...og med det samme saavel ved Kundskab som ved Sjæleevnernes Udvikling”* forberede til det akademiske studium. Fundamentet var fagenes kundskaber, det videnskabeligt almene, altså didaktikken og den måde, de blev indlært på, det pædagogiske, sådan at eleven opnåede en personlig udvikling.

Sammenfattende kan man sige, at årsagen til, at almindelsen blev en vigtig del af den lærde skoles målsætning, var behovet for at supplere den klassiske dannelse med de moderne sprog og naturvidenskab. Når der først var skabt enighed om, hvad almindelsen skulle indeholde, var det et stærkt og positivt udtryk for skolens samlede formåen.

Metode

Der skal en teori til at begribe helligånden, og det samme gælder almindelsen. En undersøgelse af almindelsens funktion over tid i det danske gymnasiale system kan næppe gennemføres perspektivrigt uden anvendelse af en overordnet teori. Jeg har valgt at opfatte almindelsen som et symbolsk generaliserende kommunikationsmedie i den form, som Niklas Luhmann har defineret det. Så vidt jeg kan se, tilfredsstiller denne teori de krav, som må stilles til undersøgelsen af almindelsens funktion. Der er ikke tid til at udvikle denne teori i denne sammenhæng, men når vi som gymnasielærere skal meddele omverdenen, hvilke kvaliteter vores skole er i besiddelse af - vi oplevede det i forbindelse med målsætningsdebat-

ten - er det hensigtsmæssigt at kunne blive enige om at sammenfatte alle dyderne i ét begreb, som omverdenen opfatter som entydigt positivt. Hvis almindelsen kan få den funktion i debatten, står skolen stærkt, og bliver forstået af forældre, politikere og ikke mindst af eleverne. Almindelsen kan under særlige forhold få karakter af en "beskyttet diskurs", altså noget man ikke diskuterer, men blot accepterer. Er det tilfældet, er der naturligvis en fare for, at almindelsen får en konserverende funktion, og hindrer skolens udvikling. Jeg forestiller mig almindelsen som en skifteramme, hvor motivet ikke må sætte sig fast, men hele tiden må sættes til diskussion og passe til den film, der kører i samfundet. Når enkelte fag skal varetage almindelsen på de andre fags vegne, vil der være en sådan tendens til konservering. Det var denne konservering af almindelsen, som Nietzsche gjorde til sit livsprojekt at protestere imod.

Som regel vil almindelsen som symbolsk generaliserende medie blive genstand for en tematiserende diskussion, der sætter spørgsmålstegn ved konserveringen. Derefter kan der opstilles et nyt program for, hvad almindelsen skal indeholde, og dermed skabe stabilitet for en tid. 1988-reformen er et eksempel herpå.

Almindelse og fysik før 1871

Almindelsen hører hjemme i et moderne samfund, og først der. Dens forudsætning er, at der er rum for udviklingen af en individualitet, og at den enkelte søger en personlig myndighed udenfor det der var givet ovenfra - Gud, konge og stænder-samfund - som dominerede de førmoderne samfund. I den moderne tid vil målet være udviklingen af en personlighed, der netop efterspurgte en bestemt kombination af kulturelementer, der kunne betegnes som almene. Et af disse almene elementer blev i løbet af 1800-tallet fysik, eller naturlære, men ikke længere hebraisk.

Ørsted skrev i 1836: *"Den mest tilfredsstillende Dannelse ville opnaaes ved en grundig Forening af den filologisk-historiske dan-*

velse og den fysisk-matematiske. Den ville just ved sin flersidighed være mere human end den man plejer udelukkende at kalde den humanistiske.”

Men der blev ikke ret meget plads til naturvidenskab i Madvigskole. I 1850-bekendtgørelsen hed det i § 12: *Naturlære. Undervisningen heri, der henlægges til syvende klasse, maa optage Elementerne af den matematiske og Chemiske Physik og beregnes ikke saa meget paa en streng, navnlig mathematisk, Udvikling, som paa en klar og levende Anskuelse af de ved Experimenter fremstillelige Hovedphænomener og Love og deres Sammenhæng.”*

Der blev normalt afsat 3 timer om ugen til naturlære, der altså kun skulle læses i det sidste skoleår, mens f.eks. matematik havde 5 timer pr. uge over syv år. Fysik og kemi var et meget lille fag, der i øvrigt manglede kvalificerede lærere og ordentligt apparatur.

For at imødekomme det behov, der i samfundet var for en realistisk uddannelse, blev der oprettet realskoler, bl.a. fra 1855 i tilknytning til de lærde skoler. Det minder lidt om hf-løsningen i 1960'erne. Realklasserne havde ingen klassisk dannelse, men blev alligevel karakteriseret som en uddannelse, der havde den almindelige dannelse som mål.

Ved lovforslagets behandling i Folketinget fremhævede Adolph Steen, der var professor i matematik ved universitetet, at: *“ingen Fagdannelse, der skal have nogen Betydning, er mulig, uden at den bygger paa en almindelig Dannelse.”* Dermed var realdannelsen blevet en del af den almindelige dannelse, og når en almindelig dannelse kunne opnås uden den sædvanlige klassiske fundament, var vejen banet for indførelsen af en særlig matematisk-fysisk linje i den lærde skole.

Det var imidlertid et kvantespring, som det tog lang tid at forberede. Madvig var imod. Den almindelige dannelse var udelelig, havde én art, men kunne godt have flere grader. jf. realeksamen.

Et vigtigt element i argumentationen for den lærde skoles tvedeling var ikke kun de naturvidenskabelige fags krav på flere timer, men en voldsom kampagne mod elevernes overbebyrdelse. Der blev foretaget en række undersøgelser, der viste at eleverne næstents arbejdede alle døgnets vågne timer med skolearbejdet. Debatten kørte også i Tyskland, og i ministeriet mente man, at der var tale om hysteri. Madvig talte om forældrenes uforstand og forlystelsessyge, og rektor Lefolii i Viborg mente, at de unge blot ville bruge mere fritid til at ryge tobak og spille kort.

Både i Frankrig og Norge blev den lærde skole delt i to linjer, men Madvig var imod. I forbindelse med den norske skoles reform i 1869 skrev han i en betænkning til ministeriet, at man i Danmark: *“have Grund til fremdeles at fastholde Hovedretning i vore høiere Skoler som den, der, idet den med en vis fuldstændighed og Alsidighed omfatter Grundlaget for Almindelsen, tillige give den bedste Forberedelse til Universitetet.”*

Men den nye kultusminister, tidligere konseilspræsident, C.C. Hall mente noget andet. Han opfattede enhedsskolen som: *“en alt for bred encyklopædisk Grundvold, hvoraf enten Opgivelse af Grundighed eller en Overlættelse maatte blive en naturlig følge.”* Ministeren foreslog en tvedeling af den lærde skoles undervisning, sådan at eleverne efter de to første skoleår, altså i konfirmationsalderen, skulle vælge mellem en sproglig-historisk og en matematisk-naturvidenskabelig linje. Dermed ville skolen, som ministeren formulerede det, bedre kunne leve op til de naturvidenskabelige fags berettigede krav. Men det store problem var, at almindelsen ikke kunne opretholdes i én skikkelse. Skolen ville fremover uddanne unge med to forskellige almindannelser, og dermed blev begrebet sat under pres.

Madvig gik som landstingsmand med til at gennemføre tvedelingen, fordi den store Venstregruppe i Folketinget foreslog, at der ud over de to foreslåede linjer, skulle indføres en tredje, hvor oldnordisk skulle være hovedfaget. Madvig var chokeret, og skrev senere i sine erindringer, at han foretog: *“ en kraftig og*

skaanselsløs bekæmpelse af den sygelige og forkerte Særretning, der have fremkladt Forslaget om en tredje Undervisningsretning. “
Prisen for at forhindre bønderne i at gøre den gamle latinskole til en anstalt for nordiske myter var at acceptere tvedelingen, også af almindannelsen.

Eleverne på den matematisk-naturvidenskabelige linje skulle ikke have græsk, men nok latin og mere naturlære og matematik. Timetallet voksede fra 3 til 14 - altså ugetimer over fire år, mens de sproglige kun fik 3 timer. Naturlæreren skulle for matematikerne omfatte: en oversigt over de fysiske kræfter og virksomheder og en kortfattet fremstilling af den uorganiske kemi. I de to øverste klasser endvidere: kemisk og organisk fysik som optik, som skulle behandles matematik og ledsages af forsøg, samt astronomi på matematisk grundlag og meteorologi.

1871-reformens formålsparagraf indeholdt ikke noget krav om almindannelse, men blot “forbereder til Universitetet”. Det er min - foreløbig ikke tilstrækkeligt dokumenterede teori - at Madvig ikke havde ønsket at medtage almindannelsen, nu da den ikke længere havde én skikkelse.

Mod en ny almindannelse 1903

Den didaktisk og pædagogiske debat i 1800-tallets sidste fjerdedel drejede sig meget om, hvordan den lærde skole kunne genvinde sin enhed. Men da kommunikationsmediet, almindannelsen i sin oprindelige form med tvedelingen var brudt sammen, var det vanskeligt at tematisere debatten, og dermed kunne der heller ikke etableres et bæredygtigt program for den fremtidige undervisning. Til gengæld begyndte højskolens folk at tale om en folkelig almindannelse, og der fremkom forslag om at oprette et højskoleakademi; Askovs udvidelse fra 1878 var et produkt af disse forestilling, incl. La Cours vindmølleprojekt.

Jeg skal blot nævne to af de mest diskuterede forslag til reetableringen af skolens enhed. En humanistisk og en naturvidenskabelig.

Den senere undervisningsinspektør, S.L. Tuxen, 1884, mente, at det oldgræske sprog måtte være løsningen. Hvis faget fik 14 timer om ugen i de øverste klasser, kunne de unge lære det grundigt nok til selv at læse litteratur på dette vanskelige oldtidssprog, også i livet efter skolen. Og det ville blive et godt liv. Til gengæld mente Tuxen, at *“enhver vidt dreven Beskjæftigelse med de matematisk-naturvidenskabelige Fag (er) uden særlig Betydning den almene Aandsdannelse.”* Tuxens medie var altså den almene ånds-dannelse. Kristian Kroman, der var universitetes pædagogiske ekspert, skrev i 1886 derimod, at: *“Ingen andre Fag i samme Grad som naturvidenskaberne formaar at udvikle de Unges Evner”* og på den baggrund søgte han at definere et nyt mål for den lærde skoles undervisning: *“Det er Latinskolens Maal at bibringe sine Elever højere Almendannelse og er Forholdene som de burde være, vil den netop derved samtidig forberede dem til Universitetet.”*

Men mange forsøg på at genskabe den madvigiske enhedsskole led skibbrud. Et af de mere storstilede forsøg blev gjort af Højres undervisningsminister Scavenius i 1889-90. I et brev til landets 13 rektorer skrev han, at: *“Den matematisk-naturvidenskabelige Afdeling er formentlig noget for meget en Fagskole, og for lidet en Skole, der meddeler almindelig Dannelse.”*

I forbindelse med disse ministerielle overvejelser samledes de naturvidenskabelige lærere i den lærde skole i København, og vedtog en resolution, der krævede flere timer til deres fag. Resolutionen blev underskrevet af 90 lærere. Dette møde var forspillet til oprettelsen af GL året efter.

Ministeriets forslag gik ud på at fjerne græsk og oldnordisk, og indføre oldtidskundskab, moderne sprog og naturvidenskab, og dermed nedlægge den matematisk-naturvidenskabelige linje. Den omfattende debat skal ikke refereres her, blot skal der citeres fra den betænkning, som to af Undervisningsinspektionens medlemmer, professor i græsk M.Cl. Geertz og professor i matematik, Julius Petersen sendte til ministeriet.: *“Naturvidenskaberne møde nu med et betydeligt stærkere Krav paa Grund*

af deres langt større Udvikling... medens det tidligere snarest var Matematikken, som krævede Pladsen som Brændpunkt i denne Side af Skoleundervisningen, er det nu, siden man gjort vor Tids største Opdagelse, siden man har fundet Princippet for Energiens Vedligeholdelse, Fysikken og specielt den mekaniske Fysik (som en Del, hvori de store Hovedprincipper træde tydeligt frem) der maa blive Brændpunktet og i Skolen kommer til at indtage en Plads blandt Førsterangsfagene; men som sin nødvendige Forudsætning kræver den en matematisk Uddannelse, der paa ingen maade tør være mindre, end den som den madvigiske Skoleplan gav."

En enhedsskole, hvor de naturvidenskabelige fag ville få en central placering, ville gøre almindelsen up to date; men provisorietidens magtkampe mellem Højre og Venstre forhindrede en vedtagelse af ministerens lovforslag. Historieforskningen har efter min mening overset, at provisorietidens modsætninger ikke alene var Københavns befæstning, men i høj grad også almindelsens indhold.

Denne lammelse af reformbestæbelserne, og mangel på et afklaret begreb om almindelse, var medvirkende til, at den lærde skole i de sidste to årtier af 1800-tallet stagnerede. Byernes unge strømmede til realskolerne og for landboudommen til folkehøjskolerne. Først i 1901, da den første Venstre-regering blev indsat, kunne en reform gennemføres. Det blev almen-skoleloven af 1903, der indførte den 4-årige mellem-skole og et 3-årigt gymnasium, der skulle give en almenundervisning og tillige danne grundlag for videregående studier. Men det blev ikke den enhedsskole, som mange havde ønsket. Den højere almen-skole skulle omfatte 3 linjer, den klassisk-spøglige, den nysproglige og den matematisk-naturvidenskabelige linje.

Almenundervisningen fik dermed også tre forskellige udtryk, og det blev derfor de store fællesfag, der skulle udvikle almindelsen, der ganske vist kun er nævnt i motiveringen af lovforslaget: *"at det formentlig må være skolens hovedformål at meddele alle dens elever en almen human dannelse i stedet for den specielle fagdannelse, som tidligere havde præget den højere skole."*

Det blev især danskfaget, men også historie med samfundskundskab, der kom til at varetage almindannelsen, mens linjefagene kunne koncentrere sig om det snævert faglige.

Vilhelm Andersens litteraturforståelse blev bæreren af almindannelsen, den blev national og idealistisk, en syntese af den klassiske og nationale filologi. I 1897 holdt han på Askov Højskole et foredrag om Erasmus Montanus, og sagde da: "*Vi har lært af ham (Grundtvig) hvad han lærte under det friske Gennembrud af sand Menneskelighed i hans Ungdom, at Dannelse ikke er Lærdom, ikke Oplysning, men en personlig Ting, et Menneskets Vækst om en indre Kærne og en folkelig Sag, et Folks Sammenslutning om et Midtpunkt.*"

Det grundtvigske, det folkelige blev nu i en lærd forklædning gjort til grundlaget for den gymnasiale almindelse. Sammen med undervisningen i fædrelandets historie og samfundskundskab kunne der skabes en partiel almindelse af idealistisk, folkelig karakter, der kunne erstatte den oprindelige almindannelsens klassiske karakter. Individ og nation hørte sammen, og arven fra Rom og Hellas kunne derfor nedtones. Andersen havde overhalet Madvig.

Vilhelm Andersens litteraturteori var organicistisk, dvs. at den enkelte og nationen var to sider af samme proces. Vi kender denne tankegang fra Højskolesangbogen, hvor den nationale sammenplantning af nation og individ kom til udtryk i stribetvis af meget brugte sange. Ja selv fysik skulle gøres til en national sag, være en del af den folkelige almindelse, sådan som La Cour, Danmarks Edison, forsøgte det her i Askov.

Men i gymnasiet voksede afstanden mellem dansk og fysik. Vilh. Andersens kulturbegreb var mere i pagt med Ørsted end Planck. Mens eleverne i dansk skulle hige og søge i oplukte høje, så skulle de i fysikfaget forholde sig til kvantemekanik, relativitet og komplementaritet og orientere sig internationalt. Her kunne Grundtvig i faglig henseende ikke være til megen

hjælp. Han mente til sin død, at verdens var blevet skabt 3.770 år før Kristi fødsel.

Dermed opstod der en kløft mellem humaniora og naturvidenskaberne. I 1912 ridsede Vilh. Andersen situationen op: *“Vi skal hævde Lærefaget dansk Sprog og Litteratur som den danske lærde Skoles Hovedfag - som det Fag, der inden for vort Sprogs og vor Stammes Grænser er bedst egnet til at løse enhver humanistisk Skoles vigtigste Opgave: at forme Mennesker.”*

Snart kunne de moderne sprogfag og de naturvidenskabelige fag isolere sig i deres små faglige cirkler, som de først kom ud af i forbindelse med forsøgsarbejdet 70-80 år senere. Det gjaldt også fysikfaget, der på MN-linjen fik 6 timer om ugen, og på de to andre måtte nøjes med hhv. 3-3-2 for klassikerne og 2-2-2 for de nysproglige. I disse timer skulle der også undervises i geografi og naturhistorie.

De første år efter 1903-reformen var fysiklærerne didaktisk og pædagogisk innovative, hvilket Karin Beyer har beskrevet i Fysiklærerforeningens jubilæumsbog. I alt fald avantgarden søgte at praktisere en induktiv undervisningsmetode, hvor eleverne gennem forsøg selv skulle erkende fagets love. Fagets grand old woman, Kristine Meyer var endnu i 1914, da man vurderede reformens forløb, positiv over for den eksperimentelt funderede undervisning. Netop denne var garanteret for at det almindelige kunne indfries. Netop det, at eleverne selvstændigt tilegnede sig fagets problematikker. Men i løbet af mellemkrigstiden blev den eksperimenterede side af faget nedtonet, ja, man kunne med Pihl sige, at den blev overhalet af sin egen kompleksitet, og ikke formåede at udvikle den anden side af almindelsen, nemlig en pædagogisk metode, der gjorde det muligt for eleverne ved selvsyn, at få indblik i fagets problemer. Den videnskabelige udvikling resulterede i komplicerede teorier, som det blev almindeligt i undervisningen at bearbejde deduktivt. Derefter kunne eleverne løse opgaver, der gav dem indsigt i hvordan teorierne kunne eksemplificeres. Denne proces styrkede næppe fagets almindelige funktion.

I forbindelse med reformen i 1935 fik fysikfaget en egentlig målsætning, der på mange måder kan tolkes som et ønske om at gøre faget almindennende. *“Undervisningens Formaal er at give Eleverne et saadant Kendskab til Naturen og dens Love, at de kan forstaa og følge Naturvidenskabens Betydning saavel i Nutidens Praksis som for Nutidens Aandsliv, og samtidig gennem kombination af Eksperiment og Ræsonnement indøve dem i den naturvidenskabelige Arbejdsmetode.”*

Kendere har stillet spørgsmålstegn ved, i hvor høj grad denne målsætning slog igennem i undervisningen. Min fordom er, at faget stadig mere blev et mål mere end et middel. Der findes næsten ingen kilder til belysning af, hvordan undervisningen er foregået, men pensa- og censurindberetninger kan undertiden give et fingerpeg om, i hvilken udstrækning aktuelle samfundsproblemer er blevet inddraget. Jeg har ikke set på denne side af sagen endnu, men en anden vej til at måle fysikundervisningens almindennende funktion er at se på, om de danske stilemner reflekterede fysikundervisningens almindennelse. Vi kender de 350 stilemner, der blev givet i årene 1910-1965, altså i den periode 1903-loven var gældende. Institutleder på Dansk Institut for Gymnasiepædagogik, Finn Hauberg Mortensen har rubriceret emnerne, og har kunnet konstatere, at kun 10% af dem var naturorienteret. Langt de fleste var litterære eller historie- og samfundsorienteret. Eleverne kunne vælge mellem to sæt á 3 emner.

Det er Hauberg Mortensens konklusion, at de naturorienterede stilemner blev nedprioriteret både i forhold til perioden før og i løbet af perioden 1910-65. Flere af de naturorienterede emner drejede sig om biologi, og der var meget få emner, hvor eleven kunne trække på sin almenviden fra fysiktimerne. Nogle få eksempler: *“Videnskabens samarbejde med de praktiske erhverv”*, *“Atomtidens perspektiver”* og *“Videnskabens fremskridt og menneskets vilkår”*. I den sidste stil skulle eleven tage udgangspunkt i et citat af Niels Bohr. Man kan undere sig, skriver Hauberg Mortensen, at i en tid, hvor industrialiseringens rovdraft og bombens realitet var kendt, og hvor de fleste gym-

nasieelever var matematikere, valgte opgavekommissionen at abstrahere sig ud af denne virkelighed. *“Gabet mellem viden og almindannelse blev større på dette felt end på andre i perioden 1910-65.”*

Efter krigen

I 1945 på GLs efterårsmøde blev der udtrykt bekymring for, om de naturvidenskabelige fag nu også bidrog tilstrækkelig aktivt til udviklingen af elevernes almindannelse. I hovedtalen udtrykte GLs nye formand, rektor Sigurd Højby det på denne måde: *“Skolen skal derfor af det ny og det gamle Undervisningsstof udvælge det, som kan siges at repræsentere det moderne Livs Interesser, Virksomhed og Muligheder. En Udviklingsplan kan derfor heller aldrig i Enkeltheder fastlægges for en længere Periode. Den maa variere med selve Livet.”*

Højby mente, at der var behov for en “medborgerlig dannelse” og tilføjede, at: *“social og politisk Forstaaelse erhverves ikke alene gennem direkte Behandling af Samfundets sociale og politiske Forhold, men i lige saa høj Grad gennem de saakaldte almindannende Fag, naar de dyrkes paa retet Maade.”* Der var altså efter Højbys opfattelse nogle fag, der ikke var almindannende. De saakaldte almindannende fag var i Højbys optik de humanistiske fag. *“Skal vi naa til at give vore Elever større social Indsigt og Forstaaelse, maa vi udbygge den almindannende Undervisning. Vi maa mere bevidst følge Almenskolelovens Krav om at lade en medborgerlig Synsmaade præge Undervisningen paa de forskellige Omraader.”*

Højby havde i sin tale givet udtryk for, at den matematisk-naturvidenskabelige linje gav for lidt almindannelse. Det var efter nogles mening farligt, for så kunne det føre til, at der blev oprettet anstalter med ren realundervisning uden almen dannelse - og saa er vi ringere farne end nu!

Den videnskabscentrerede læseplanstænkning

Jo nærmere skolens undervisning kommer et paradigmeskifte, desto mere vægtes fagenes formale sider, og de materiale, dvs.

stoffet, får en svagere placering. Jeg ved ikke, om det gælder for fysikfagets vedkommende. Det er der folk her i salen, der ved mere om end jeg, men for dansk og historie blev stofsidens i løbet af 1960'erne reduceret, og metoden fik en mere central placering. Hvis systemet og lærerne var usikre på stofvalget, kunne man blot lade eleverne selv bestemme, og så kalde det demokratisering af gymnasiet, medbestemmelse.

Efter den store skolereform i 1958, hvor mellemskolen blev nedlagt, og gymnasielærerne ikke længere skulle interessere sig for børnepædagogik, blev der foretaget endnu en opsplittning af gymnasiets struktur. De 3 linjer blev reduceret til 2, men til gengæld fik hver linje 3 valgblokke.

På den matematiske linje var det mat-fys, mat-samf og mat-nat. De sproglige kunne efter 1. g. vælge mellem en nysproglig, en samfundssproglig og en klassisksproglig gren. Musiklinien kom senere til. Nu skulle de sproglige også have matematik, som var blevet fjernet i 1953.

Målsætningen var en almindelig undervisning, der tillige skulle give det nødvendige grundlag for videre studier. Højby, der nu var undervisningsinspektør, tolkede formålet således, at eleverne i arbejdet med det almindelige ville blive studieforberedte. Almindelsen var i hans optik metodekendskab, altså viden om hvordan, i modsætning til 1903-lovens vægt på stoffet, viden om stof.

Det nedsatte fagudvalg havde vanskeligt ved at finde ud af, hvad almindelse var for noget. For det første måtte der i gymnasiet gøres en systematisk indsats for at fjerne de urimelige skel, der ofte opstilles mellem de humanistiske fag og de matematisk-naturvidenskabelige. Desuden måtte man være opmærksom på den fare for isolation, der på visse af gymnasiets grene ville kunne udspringe af en vidtgående forsmættelse af det naturvidenskabelige-tekniske område. Disse overvejelser mundede ud i et forsøg på at nydefinere almindelsens funktion.

Man var meget bevidst om begrebets dynamiske natur, og mente på den baggrund, at det var bedre at tale om en vis almen humanisme. Almendannelse var netop et kompromis, men det stod tilsyneladende mindre klart for udvalgsmedlemmerne. De udtalte nemlig, at: *“En gymnasieuddannelse med én linje, som sigtede udelukkende mod almindelig alment akademisk synspunkt være idealet.”* Men i praksis ville det medføre mange ulemper, de unges i forskellige interesser kunne ikke tilstrækkeligt tilgodeses, studietiden ville blive forlænget osv. De opfattede åbenbart almindelig almindelsen som noget, der ville kunne adskilles fra samfundets behov, og dyrkes isoleret. Måske var danskfagets dominerende funktion som almindeligheds bærer siden 1900 været med til at udvikle denne indskrænkede opfattelse af almindelsen.

Det, man kunne gøre, var at hindre specialiseringen i at fremme fagidioti. Men det var vanskeligt både at opfylde kravene til en videnskabscentreret læseplan, der jo var et internationalt fænomen, og det fælles almindelige. Man talte forsigtigt om et fagsamarbejde, og indførte begrebet idehistorie, på den måde, at der blev udleveret en bog, skrevet af en historiker, en fysiker og en teolog, Lund, Pihl og Sløk, til alle elever, som så på egen hånd og ansvar måtte se at få den læst i løbet af gymnasietiden. Den almindelige opfattelse var, at lærerne ikke brugte bogen, og at eleverne sjældent så i den. Mange skoler lindrede deres dårlige samvittighed og forærede bogen som en studentergave. Almendannelsen var blevet til et selvstudium.

Almindelighedsens krise i 1970'erne

1960'erne specialisering havde givet almindelsen vanskeligere vilkår. Dansk- og historiefaget havde vanskeligt ved at legitimere sig ved at praktisere kommunikation og kildekritik, og med indførelsen af femdagsugen i 1971 blev de to fags fragmentering yderligere accentueret. Elevmedbestemmelsen kunne i nogle tilfælde virke i samme retning. Det lignede kaos og ingen kunne nævne almindelse uden at anlægge en klar ironisk distance. Begrebet måtte have et nyt fundament. Ungdomsoprøret var katalysator i denne udrensingsproces, der

tvang gymnasielærerne til at besinde sig på fagenes kærneværdier, og hvordan disse værdier kunne kombineres, sådan at skolen kunne leve op til de nye samfundsbehov.

Lærerne blev bevidste om disse kærneværdier, når de skulle forklare eleverne, hvorfor noget var vigtigere end andet, og når kolleger fra andre fag stillede intelligente spørgsmål. Denne irritation af fagligheden har efter min mening haft en afgørende betydning for en ny faglig afklaring ofte i et tværfagligt samarbejde med andre fag.

Mange lærere tænkte konstruktivt, og de faglige foreninger blev motorer i et udviklingsarbejde, der skulle danne fundamentet for reformen i 1988. I historie blev der arbejdet med udviklings- og sammenhængsforståelse, i dansk med en ny historicering, og i fysik med tematisering og samfundsrelevans.

Længe forventede man at dette didaktiske og pædagogiske nybrud ville resultere i en helt ny faglig organisering i stedet for de eksisterende fag, sådan som mange forsøg havde arbejdet med.

Men da det kom til stykket blev fagene opretholdt. Nogle blev skræmt af Ritt Bjerregaards U-90, andre overbevist, om at Bertel Haarders insisterer på fagene som systemets byggeklodser, var det rigtige. Grundlæggende var det nu nok en rodfæstet lærerholdning, at fag var, hvad man kunne kalde selvreferentielle subsystemer, hvor man først skulle finde sine egne ben, inden man kunne danse med andre. Men i modsætning til den videnskabscentrerede periode i 1950'erne og 1960'erne var der i fagene helt nye behov for at perspektivere de faglige problemstillinger til samfundsudvikling og dermed til andre fag. Fysikfaget besindede sig på sin historie, sit samfundsengagement, og eleverne burde nu ikke længere opleve faget som noget isoleret. Eksamensopgaverne blev præget af denne udvikling. I 1983 blev eleverne bedt om at løse en opgave, der hed: "Radon i byggematerialer." Det var vist efter at Steen Hoffmann var kommet i opgaveudvalget.

Carl.P. Knudsen har opsummeret fysikfagets udviklingen frem mod 1988 på denne måde, at almindennende blev opprioriteret på bekostning af det studieforberevende, det virkelighedsnære blev styrket i forhold til det videnskabscentrerede. Resultatet blev tematisering, som man godt kunne kalde fagets innovative bidrag til almindennelsen. Et nyt paradigme kræver et nyt indhold i almindennelsen.

1990ernes almindennelse

Jeg vil afslutte mit oplæg med præsentere nogle plancher. Først om fag og almindennelse. Dr. Schäfer fra Institut der Pädagogik der Naturwissenschaften i Kiel har i en bog om biologi og almindennelse fra 1995 udarbejdet nogle modeller for, hvordan man kan fastholde fagene i den gymnasiale undervisning, og samtidig med sikre en udvikling af almindennelsen.

Man kunne kalde det en blæksprutte-strategi. Hvis alle fags fangarme mødes i kreative kombinationer, må der være en mulighed for at selv det senmoderne, reflektive samfunds unge kan udvikle en indsigt, der kan sætte dem i stand til at reducere kompleksiteten så meget, at de kan begå sig derude i samfundet. De unge er jo anderledes nu, end da jeg dansede vals ved elevballet her på skolen i 19-og hvidkål. Den antropocentriske opfattelse har måske mistet sit centrum, og vi lever i en polycentrisk verden, hvor eleverne og vi andre for den sags skyld må indstille os på at medtænke i undervisningen, at vi ikke bare iagttager omverdenen, men at vi i høj grad bruger tid på at reflektere over vore egne iagttagelser.

Schäfers model går således ud på, at vi i fagene udvikler en række kompetencer, sådan som også udviklingsprogrammet lægger op til. I den netop udkomne *“Projektorganiseret undervisning i fysik”* har Susanne Stubgaard medtænkt denne nye elevkarakter i planlægningen af et teoretisk projekt, sådan at både projektrapporten og den viden projektdeltageren har erhvervet, bør udnyttes bedst muligt i en bredere sammenhæng, og at eleverne skal være aktive i forbindelse med udarbejdelsen af problemformuleringen.

Til sidst vil jeg gerne præsentere min egen definition på almindannelse: De fem teser, som jeg indledningsvis opstillede kan til dels verificeres i min redegørelse, og håber jeg, inspirere til fortsat diskussion, nu da vort paradigme måske igen trænger til en fornyelse.

Almindannelsen omfatter det almene af de videnskaber og indsigter som et samfund har adgang til og brug for, tilpasset en undervisning, der har som mål, at udvikle elevernes personlige myndighed til at reflektere over sit eget forhold til medmennesker og omverden med et ideelt sigte.

I det lütken-madvigske paradigme var alle fag pr. definition almindannende, og som jeg ser det, skabte det en dynamisk skole. Det splittede gymnasium fra 1903 formåede ikke at udvikle et alfagligt indhold i almindannelse, og skolen stagnerede, og det kom til udtryk i fagenes isolering og metodefiksering. Først i 1970'erne er denne dynamik med udviklingen af et tidssvarende almindannelse, der omfatter alle fag, genskabt - nu gælder det om at holde gang i den.

To verdener

af rektor Claus Jensen, Faaborg Gymnasium

Heroisering, myter og fjendebilleder

Da den engelske ingeniør, brobygger og jernbanekonge, Isambard Kingdom Brunel i 1843 stod på toppen af sin bane, ville han lave en tryllekunst ved ét af sine børns fødselsdag og gemme en mønt i munden. Herved kom han ulykkeligtvis til at sluge mønten, så den satte sig på tværs i luftrøret. Mens han i flere dage kæmpede for at trække vejret, blev de bedste læger tilkaldt, og den kyndigste foreslog en trachetomi, at skære hul i luftrøret og trække mønten ud med en særlig kirurgisk tang, som Brunel tidligere havde konstrueret til netop dette formål.

Dette lykkedes dog ikke, og alt håb var ude, og Brunel blev stadig svagere, da han som sidste udvej tegnede et apparat med to kraftige, to meter høje, opretstående støtter, hvorimellem man kunne fastgøre en kraftig planke på en aksel. Herefter skulle han selv spændes fast til planken med hovedet nedad, og denne skulle herefter sættes i rotation med en passende kontravægt fastgjort til den modsatte ende af planken.

Apparatet blev hurtigt konstrueret efter hans anvisninger, og han blev fastspændt i den interimistiske centrifuge. Første gang var han ved at blive kvalt i et alvorligt hosteanfald, men anden gang lykkedes eksperimentet og mønten blev slynget ud på gulvet. London jublede og fejrede Brunel som en konge.

Anekdoten betoner opfattelsen af ingeniøren som praktisk, opfindsom og handlekraftig. Han sætter ikke sin lid til Gud, men ud fra kendte principper og kreativ udnyttelse af naturlovene sætter han selv ting i gang og opnår forbløffende resultater. Det er den samme fremskridtsoptimistiske opfattelse, som ligger bag heroiseringen af lægen, teknikeren og naturvidenskabsmanden, som genfindes i megen litteratur fra det moderne gennembrud og frem. Og som senere fik sine mere populære udtryk i de film om Christiani og Nielsens ærefrygtindgy-

dende bedrifter i Persien, som min generation blev samlet for at se i kommuneskolernes aulaer i 1950'erne. For slet ikke tale om de tidlige 1960'ere, hvor Claus Toksvig, Christian Rovsing og Asger Lundbak i fjernsynet fortalte om de vidundere, som NASAs plysklippede eksperter havde konstrueret for at vinde slaget om det ydre rum.

Efter anden verdenskrig fandtes dog også andre fortællinger, som kunne siges at være i modfase til disse forestillinger. I følge disse fortællinger var især fysikerne problematiske, og deres nysgerrighed var ikke blot med til at løse store samfundsmæssige problemer, men også i lige så høj grad med til at frisætte dømoniske kræfter, som ikke længere lod sig kontrollere. Fysikerne havde dermed destabiliseret den verden, de var sat til at forbedre. Dobbeltigheden er udmærket karakteriseret i dette citat af J. Robert Oppenheimer:

“It is a profound and necessary truth that the deep things in science are not found because they are useful; they are found because it was possible to find them.”

“Taken as a story of human achievement, and human blindness, the discoveries in the sciences are among the great epics.”

Max Frisch skrev i 1950'erne om ingeniøren Walter Faber, hvis rationelle univers løbes over ende af en lidenskabelig kærlighed. “Morgenmad med kvinder, ja, undtagelsesvis i ferien, på en balkon, men efter tre uger (senest) længes jeg efter turbiner.” Homo Faber vender turbinerne ryggen og forvilder sig ud på de syv tusind favne med fatale konsekvenser.

Hertil kom i slutningen af 1960'erne igennem ungdomsoprøret og den nye venstrefløj en vældig antiteknologisk bølge, hvor naturvidenskaben måtte påtage sig skylden for det, der med et rummeligt udtryk kaldtes ‘systemet’, og dermed for alt blodfattigt og livsfjendsk i verden. Den amerikanske fysiker ved MIT, Alan Lightman, har i romanen ‘Einsteins drømme’ sat yderpunkterne mekanisk og kropslig tid op over for hinan-

den, og får herigennem også karakteriseret de typiske humanistiske fordomme om den naturvidenskabelige verden og dens mekaniske indvånere:

“I denne verden findes der to tider. Der er mekanisk tid, og der er kropslig tid. Den første er lige så stiv og metallisk som et tungt jernpendul, der svinger frem og tilbage, frem og tilbage, frem og tilbage. Den anden vrider og snor sig som en eksotisk fisk i en havbugt. Den første er urokelig forudbestemt. Den anden beslutter sig, efterhånden som den skrider frem.”

(...)

“Så er der dem, der mener, at deres krop ikke findes. De lever efter mekanisk tid. De står op klokken syv om morgenen. De spiser frokost klokken tolv og aftensmad klokken seks. De kommer rettidigt til deres møder, nøjagtig på klokkeslet. De elsker mellem klokken otte og klokken ti om aftenen. De arbejder fyrre timer om ugen, læser søndagsavisen om søndagen, spiller skak tirsdag aften. Når deres mave knurrer, kikker de på uret for at se, om det er spisetid. Når de begynder at fortabe sig i en koncert, kikker de på klokken over scenen for at se, hvornår det er tid at gå hjem. De ved, at kroppen ikke består af vild magi, men af en samling kemikalier, væv og nerveimpulser. Tanker er ikke andet end elektriske bølger i hjernen. Seksuel ophidselse er ikke andet end en kemikaliestrøm til visse nerveender. Bedrøvelse er ikke andet end lidt syre, der stivner i lillehjernen. Kort sagt kroppen er en maskine, underlagt de samme elektriske og mekaniske love som en elektron eller et urværk. Derfor må man henvende sig til kroppen i fysikkens sprog. Og hvis kroppen taler, taler den kun om så og så mange vægtstænger og kræfter. Kroppen er en størrelse, man skal give ordrer, ikke adlyde.” (pp. 24-26)

Også i gymnasieskolen lever stereotyperne ved siden af hinanden. Set med disse briller, er det humanisterne, der kaster sig ud i temadage, pædagogiske forsøg og er med på at bryde ugeskemaet op i kortere eller længere perioder, mens det er matnat-lærerne, der taler om tidrøveri og umuligheden af at nå pensum, hvis man aldrig kan regne med at få sine lektioner på det aftalte tidspunkt. Det er humanisterne, der anfægtes og

udfordres af nye elevtyper, mens mat-nat-lærerne ikke har disciplinære problemer og ville være tilfredse, hvis eleverne blot havde lært noget fornuftigt i folkeskolen. Og det er humanisterne, der leder efter en ny lærerrolle, mens mat-nat-lærerne er fuldt tilfredse med den, de har. Det er endvidere i de humanistiske timer, eleverne i dølgsmål skriver deres matematikafleveringer og fysikrapporter færdige, vistnok aldrig omvendt. C.P. Snows to kulturer lever side om side, men samlivet er ikke altid gnidningsløst.

Hinsides stereotyperne

De to verdener skepsis over for hinanden har altid forekommet mig forstemmende. Det er en indlysende og triviell kendsgerning, at begge betragtningsmåder er nødvendige. Både en meget præcis og rensset registrering af omverdenen igennem objektivt tilrettelagte, eksperimentelle situationer, der muliggør generaliseringer - og en beskæftigelse med den oplevede verden i al sin forvirrende sammensathed. Som Tor Nørretranders har formuleret det:

“Intet kort over virkeligheden er det rigtige. Der er mange kort - et til flykaptajner, et til bilister, et til fodgængere. De er ikke ens. De fremhæver hver især sider af virkeligheden, der er nyttige for den, der skal bruge det. Men det giver ingen mening at sige, at det ene kort er bedst, hvis man ikke definerer, hvem det er bedst for [eller hvad det er bedst til]. Det er heller ikke praktisk at insistere på, at et godt kort skal omfatte hele virkeligheden.”

Dertil kommer, at modstillingen jo heller ikke er så enkel. Humaniora er ikke bare snak, men har også sine særlige konventioner, begreber og metoder. Og naturvidenskaben udledes ikke blot af et objektivt studium af virkeligheden, men bliver til i en åben og permanent faglig diskussion på kongresser og i tidsskrifter, hvor rivaliserende teorier slibes af og justeres i mødet med hinanden.

Det har derfor glædet mig at se fysikfagets beskrivelse af sin identitet og sit formål i den nye gymnasiebekendtgørelse:

1.2 Fysik udgør en vigtig del af grundlaget for den teknologiske og samfundsmæssige udvikling, ligesom udviklingen inden for fysik har stor betydning for den erkendelsesmæssige og filosofiske tænkning.

1.3 Arbejdet med fysik skal afspejle disse grundtræk. Forklaring og tolkning af omverdenen skal i vekselvirkning med eksperimentelt arbejde give indsigt i begreber, sammenhænge og metoder. Forståelse af naturen skal samtidig forbindes med indsigt i historiske forløb, tekniske muligheder og filosofiske overvejelser, hvor fysik spiller en rolle. Beskæftigelse med fysik skal udvikle kreativitet og nysgerrighed inden for naturvidenskabelig viden og forståelse.

Her finder jeg en velgørende rummelighed, som peger langt ud over en matematisk funderet omverdensbeskrivelse, og som burde kunne tiltrække moderne elever, der sjældent stiller sig tilfredse med henvisning til ydre autoriteter eller med en beskæftigelse med et fag for fagets egen skyld. Jeg ser for mig et fag, der som en integreret del af sin praksis til stadig drøfter og afgrænser sine metoder og synsvinkler i forhold til nærtstående eller mere fjerntliggende fag ud fra den grundtanke, at hver på deres måde siger noget vigtigt om vores omverden og ikke kan reduceres til hinanden. Hvis det må være tilladt i den forbindelse at citere to lyrikere:

Videnskabsmanden
vender verden ryggen
for i sit mikroskop
at studere dens dele.
Hvad han ser i sit mikroskop
er ikke delene
men verden.
Ivan Malinowski

Fordi vi ved noget
får vi ansvaret for det, vi ikke ved.
Fordi vi gør vores liv læseligt,
får vi ansvaret for det principielt ulæselige.
Fordi vi tyder enkelte områder af tilværelsen
og dens verden
får vi ansvaret for helhedens mangetydighed.
Inger Christensen

Spørgsmål til overvejelse:

Nu er det jo sjældent tilstrækkeligt fra ministerielt hold at formulere en flot formålsformulering (- ved jeg af egen smertelig erfaring). Ingen kan være utilfreds med jeres overordnede mål:

- centrale områder inden for den klassiske og moderne fysik beskrevet ved et kernestof
- fysikken som et middel til forståelse af omverdenen
- naturvidenskabelig tankegang og metode
- fysikkens verdensbillede
- fysikkens sammenhæng med teknologi-, kultur- og samfundsudvikling

Som udenforstående kan jeg imidlertid ikke afgøre, om praksis er som beskrevet ovenfor. Det bekymrer i hvert fald mig en smule, at en del fysiklærere stadig taler om vanskeligheden ved at nå pensum, og at kernestoffet tilsyneladende får lov til at fortrænge de øvrige momenter i faget, som efter min opfattelse burde være lige så centrale.

Det bekymrer mig også, hvis den eksperimentelle side af faget reduceres til et goldt ritual, hvor kokebogsforskriften bevidstløst følges ned til mindste detalje, uden at eleverne på mindste måde reflekterer over formålet med øvelsen. Hvis det skulle være rigtig godt, burde det vel være sådan, at elever som rutine skulle drage beviser, logik og påstande i tvivl og selv give forslag til alternative eksperimenter, der kunne støtte konkurrerende antagelser.

Fysik burde være et bærende fag til opøvelsen af den såkaldte *science literacy*, der i en tankevækkende rapport fra DLH (Erik Jørgensen: *Jens Lyn møder risikosamfundet*, 1999) karakteriseres sådan, at en naturvidenskabeligt dannet person er én som:

- 1 er fortrolig med naturens verden
- 2 forstår nogle af naturvidenskabens nøglebegreber og -principper
- 3 er i stand til at tænke på en naturvidenskabelig måde
- 4 er opmærksom på nogle af de vigtige måder, hvorpå matematik, teknologi og naturvidenskaber afhængige af hinanden
- 5 ved, at naturvidenskab, matematik og teknologi er sociale aktiviteter, der er indbyrdes afhængige, og hvad det betyder mht deres styrke og begrænsninger
- 6 er i stand til at anvende naturvidenskabelig viden og måder at tænke på til gavn for både sig selv og samfundet.

Jeg kan være nervøs for, om det såkaldte kernestof skygger for sådanne overvejelser, og om man dermed er faldet i den samme fælde, som man har identificeret i det amerikanske Project 2061, der af OECD er blevet bedømt som det bedste forsøg på at ændre undervisningen i naturvidenskab, matematik og teknologi i USA:

“Today’s science textbooks and methods of instruction, far from helping, often actually impede progress towards science literacy.

They emphasize -

- *the learning of answers more than the exploration of questions*
- *memory at the expense of critical thought*
- *bits and pieces of information instead of understandings in context*
- *recitation over argument*
- *reading rather than doing*

They fail to encourage students to work together, to share ideas and information freely with one another, or to use modern instruments to extend their in-tellectual capabilities.”

“Today’s science and mathematics curriculums are overstuffed and undernourished. Over time, that have grown with little restraint, overwhelming students and teachers and making it difficult to keep track of what science, mathematics, and technology are truly essential. Some topics are taught over and over in endless detail; some that are of equal or greater importance to science literacy - often from the physical and social sciences and from technology - are absent or reserved for only a few students.”
(<http://project2061.aas.org>)

Men jeg er ude på tynd is, og ved ikke nok om jeres verden. Det kan være, at dette blot er et udenlandsk problem. Jeg vil derfor blot afslutningsvis bede jer om at overveje følgende spørgsmål:

- Bruger I fortællingen nok i fysikundervisningen? (jeres fag rummer fantastiske historier)
- Får diskussionen plads nok i fysiklokalet?
- Bliver elever klar over naturvidenskabens sociale mekanismer?
- Giver jeres øvelser nok (og det rigtige) i forhold til den afsatte tid?
- Er kernestoffet det sande kernestof i faget eller er der andre kerner?

Naturfag, teknologi og allmenndannelse

af Svein Sjøberg, professor i fysikdidaktik, Oslo Universitet

Denne artikkelen er et foredrag i norsk radio, 'P2-akademiet' i januar 2000, men, bortsett fra konkrete referanser til norske forhold behandler den samme tema som ved Fysikk-konferansen i Askov

Nordmenn elsker hi-tech

Norsk ungdom rett og slett *elsker* ny teknologi. Mobiltelefoner, pc, internett. You name it - they've got it.

Statistikk og tall bekrefter det vi ser: Norge er på verdenstoppen i bruk av mobiltelefoner. Og vi er også på topp når det gjelder bruk av hjemme-pc og i antall internett forbindelser. Fjortisjenter sender tekstmeldinger til hverandre med lynkjappe tastetrykk og bruker pc til å chatte med ungdom fra alle verdenshjørner. Guttunger på 10 år lager hjemmesider på engelsk og plasserer dem på servere i USA, og de spiller onlinespill over internett mot ungdom i Singapore og Florida.

Man skulle tro at den ungdommen som elsker å *bruke* teknologien også ville ha interesse for kunnskapen som ligger bak den. Altså naturfagene, spesielt fysikk og vitenskapens språk, matematikk. Men nei - slike fag er lite populære, de velges bort ved første gitte anledning. I alle fall de 'harde' fagene, de med mye teori, mange formler og mye matematikk. Bølgen av bortvalg brer seg oppover i systemet, færre velger naturfaglige og tekniske studier og yrker. Ingeniørhøgskoler står tomme, realfagsstudiene sliter med tomme benkerader, industrilederne skriver åpne brev til statsministre og regjering for å få dem til å gjøre noe.

Særlig er det jentene som velger bort realfag. Få land har så store - og økende - ulikheter mellom jenters og gutters studievalg som de nordiske land. Norge, som skryter av å være ver-

densmestere i likestilling, har blant verdens laveste prosent jenter i fag som fysikk og matematikk, og enda verre er det i den nye teknologien.

Norsk ungdom vil altså gjerne *bruke* teknologien, men de vil ikke lære om den, de vil ikke bidra til den. De vil gjerne høste fruktene, men slett ikke så eller dyrke.

Når elever misliker realfagene, kommer det neppe av at de har fått for *mye* av dem på skolen. Helt ny statistikk viser at *ingen* land i OECD har så lite naturfag i sin grunnskole som det Norge har. Det gjelder uansett hvordan du regner, enten det er i antall skoletimer, eller når det gjelder andel av samlet undervisningstid. Og *teknologi* som eget fag har vi ikke en gang på den norske timeplanen - nok et område der vi nå skiller oss fra andre land.

Men *hvorfor* vil ikke ungdommen velge naturfag og teknologi? Og hvorfor er det spesielt jentene som velger vekk disse fagene? En kjattersk tanke bak det jeg skal si er at svikten i tillit og svikten i rekruttering til realfag rett og slett kan ha gode grunner og 'naturlige' forklaringer. Kanskje er det mange som velger seg vekk på grunn av det de *vet* og ikke på grunn av det de *ikke* vet? Kanskje er ungdommens møte med vitenskapens kunnskaper, verdier, idealer og ideologier slik at det fungerer som en vaksine mot videre studier - og ikke som en appetittvekker?

Men la starte med en mer optimistisk tone, la oss først se på hva som kan fascinere ved naturvitenskapen. Hva er det som kan tenne interessen?

Naturvitenskapens tiltrekning?

Noen drives av nysgjerrighet, de vil se sammenhenger, de søker forklaringer, de er fascinert av det å stille spørsmål og søke svar gjennom egne undersøkelser og ved en kritisk tilnærming. Denne drivkraften ligger jo nær opp til naturvitenskapens idealer og selvbilde, det er slike egenskaper som er viktige i

forskning og innovativ industri. Men fanger og tenner vi slike ungdommer med dagens skole og utdanning? Er det slik de unge møter naturvitenskapen i sin skole og sine studier? Neppe - eller kanskje tvert i mot! Få fag er så preget av 'riktige svar' som naturfagene. I skole og i studier dreier disse fagene seg ofte om en sosialisering til å *akseptere* faglig autoritet - ikke til å *tvile* på den. Sjelden er det rom til egne undersøkelser, sjelden er det rom for kritikk, tvil og skepsis. Og filosofiske funderinger og historiske eksempler er i beste fall anekdotisk 'krydder', i verste fall uønsket utenomsnakk. Studenter med slike idealer og forhåpninger blir sjelden tent av sine møter med naturfagene i skole og høyere utdanning. Store naturvitenskaper har ofte bekjent: "Jeg valgte vitenskapen til tross for undervisningen - ikke på grunn av den!"

Vitenskapens idealer - forbilde eller problem?

Andre trekkes til naturvitenskapen ut fra dens *verdier* og *ideal*er. De har sett på naturvitenskapen som fornuftens kamp mot overtro og myter. De har sett på forskerne som antiautoritære og modige, som kjettere som har våget å avsløre fordommer og overtro. For dem har vitenskapen blitt oppfattet som en frigjørende kraft, forskerne som fanebærere på de undertryktes side.

Og slik var det kanskje en gang: Vitenskapens dristige tanker utfordret makt og autoritet, enten makten var verdslig eller åndelig. Mange måtte til og med lide for sine kjetterske ideer. Giordano Bruno ble brent på bålet, Galileo Galilei fikk føle pavekirkens vrede.

Og forskerne framskaffet kunnskaper som ble tatt i bruk for å gi folk et bedre liv. Tenk på vårt eget lands historie. En utkrok i Europa, som ble løftet ut av mørke og fattigdom med vitenskapen og teknologiens hjelp: Elektrisiteten som ble laget av energien våre fossefall, industrien som ble grunnlagt ved å lage kunstgjødsel av luft. Velstand laget av *vann og luft* - rett og slett et vitenskapens under som får bibelens beretning om vann som blir til vin til å virke triviell.

Forfattere og kunstnere hyllet vitenskap og teknologi, bestselgende bøker hadde titler som “Med ingeniør Knut Berg på nye eventyr.” Vitenskapen var sannhetens kamp mot overtroen, ingeniøren var helten i eventyret. Slike boktitler preger ikke dagens bestselgerlister.

Dette heroiske bildet av naturvitenskapen er det ikke mange som har i dag. Få unge søker til naturvitenskapen fordi den oppfattes som en kompromissløs fanebærer for kunnskap, sannhet og rettferdighet. Vitenskapen har for lengst mistet sin uskyld og sin glorie. Først i Hiroshima, senere på utallige slagmarker og i det daglige liv. I dag blir omtrent all verdens elendighet hengt rundt halsen på vitenskapen og teknologien. Med rette eller urette. Forurensningen, rovdriften på ressursene, degraderingen av miljøet.

Og heller ikke vitenskapens idealer fortone seg ikke like heroiske for alle. De kan også fortone seg som en fremmed kultur, som en måte å nærme seg verden på som rett og slett er både frastøtende og uønsket.

For noen mennesker framstår ikke de vitenskapelige verdiene og idealene som *dyder* - de er *defekter*. For å se det må vi gå litt i detalj. La meg skildre noen typiske trekk ved en vitenskapelig tilnærming til verden på en slik måte at man kan ane problemet. Med vilje setter saken noe på spissen.

Naturvitenskap skiller seg på mange måter fra dagligdags fornuft, såkalt ‘sunn fornuft’. En nobelprisvinner har sagt “I tried to understand ... but common sense kept coming in my way”. Man kan kanskje spissformulere det hele med å si at omtrent alle framskritt i vitenskapen har bestått i at man har *overskredet* sunn fornuft - og at vitenskapen eksisterer *til tross for* sunn fornuft.

Sentralt i en vitenskapelig kultur er at man alltid vil søke å forklare alle fenomener. Albert Einstein sier det slik: “For fysikere er det en besettelse å forklare alt”. Dem om det - folk flest har stort sett ikke noen slik besettelse!

Dessuten er en 'forklaring' i vitenskapen noe annet enn det folk flest regner som forklaringer i det daglige. I dagliglivet regnes det ofte som en forklaring når man kan sammenlikne med noe som kjent, noe som likner. Et annet eksempel på noe tilsvarende. Men i vitenskapen er ikke et annet eksempel noen forklaring. En forklaring i vitenskapen er det bare hvis man kan henvise til en slags lovmessighet, et prinsipp eller en teori. I dagliglivet begrunner vi sjelden det vi sier ved å henvise til universelle prinsipper og teorier -og de som gjør det blir nok oppfattet som noe spesielle - for å si det slik.

I vitenskapen argumenterer man, og det gjør man også i dagliglivet. Men det som *teller* som argument eller 'bevis' i den daglige samtalen er ofte noe helt annet enn det som teller i vitenskapen. I naturvitenskapen kan man ikke komme med anekdoter og personlige opplevelser, eller si at man 'føler' det slik eller slik. I vitenskapen teller 'tørre' tall, målinger, statistiske sannsynligheter, eksperimenter som kan sjekkes og etterprøves osv. Når man for eksempel snakker om fare forbundet med røyking, kan de fleste finne et eksempel på at en bekjent har levd til 90 år, og røkt hver dag, mens en annen bekjent døde av lungekreft i ung alder - uten å ha tatt et drag av en sigarett! I daglig samtale kan slikt telle som 'bevis', mens store helseundersøkelser med hundre tusen deltakere kan avvises 'fordi de ikke stemmer med mine erfaringer.' Slikt vet de som selger helsekurer og mirakelmedisiner. De vet at én *personlig* beretning om helbredelse for folk flest er bedre enn hundre vitenskapelige argumenter. Vi kan identifisere oss med en enkelt-skjebne eller et slags vitnesbyrd - men ikke med et statistisk signifikant resultat!

I dagliglivet er vi opptatt av å beskrive verden slik den umiddelbart fortøner seg for oss. Det er stort sett livet her på jorda, en verden med friksjon, med luft, med tyngde osv. Vitenskapen beskriver derimot en *idealisert* virkelighet. Ofte må de isolere den i egne laboratorier for å studere den. Det betyr i praksis at vitenskapen ofte dreier seg om en helt abstrakt verden, en verden som på sett og vis ikke eksisterer. Det er bare i *viten-*

skapen at en ting som beveger seg forsetter i en uendelig rettlinjet bevegelse. I *dagliglivet* faller ting til jorda, og ingen kjelker glir i det uendelige. Det er bare i vitenskapen at energien alltid er bevart - slik vi lærer i skolens fysikk. I den virkelige verden kan det i alle fall virke som om vi bruker energien. Ja - vi må jo til og med betale for energiforbruk. Eksempelene er utallige på at folkelige forklaringer og hverdagslige forestillinger nærmest virker mer troverdige enn de rent vitenskapelige.

Med ordbruken er det likedan. Vitenskapen trenger presisjon og klare definisjoner av begreper - i dagliglivet skli vi greit fram og tilbake mellom ulike betydninger - avhengig av situasjon og tema. I dagliglivet bruker vi ord som kraft, varme, energi i tusen-og-én betydninger - i vitenskapen bare i én.

Den som i det daglige liv tviholder på de vitenskapelige forklaringer og på vitenskapelig presisjon i bruk av ord har store muligheter for å dumme seg ut, og store muligheter for å falle utenfor - også rent sosialt.

Det siste bringer oss til å se på det vi kan kalle vitenskapens idealer eller verdier, der kollisjonen mellom vitenskap og folkelige verdier kan bli enda tydeligere.

Naturvitenskapens idealer?

I naturvitenskapen dyrker man fornuften og den rasjonelle argumentasjon. *Følelser* hører ikke hjemme i en vitenskapelig argumentasjon. Kanskje har de en plass som inspirasjon og motivasjon når forskeren jobber - men aldri når de skriver om sine funn og sine teorier.

Likedan oppfattes det i vitenskapen som et ideal at man holder *avstand* til det problem man undersøker. Personlig distanse og ikke-involvering er klare idealer. Og den kunnskapen man søker å etablere skal i størst mulig grad være av *teoretisk*, universell og abstrakt karakter. Selve målet for kunnskapsutviklingen i vitenskapen er at den skal være hevet over det spesielle og konkrete.

Og alle vitenskapelige forklaringer bør være systematiske, prinsipielle og konsistente. Alle brikker må passe, ingen må mangle, og ingen må være til overs. Vitenskapen kan ikke tolerere selvmotigelser eller avvik fra lover og regler. I det daglige kan vi lett skifte perspektiv, ofte er det faktisk påkrevet for ikke å være helt rigid. Vitenskapen *er* rigid.

Videre prøver man i vitenskapen å styre unna enhver antydning av noe overnaturlig, okkult eller mystisk. Målet er nærmest å fjerne dogmer, myter og mystikk, i vitenskapens og rasjonalitetens verden og det er ikke noe plass for guder, engler, sjamaner, healere eller ånder.

I vitenskapen er det heller ingen plass for anekdoter, personlige beretninger, selvpoplevde historier og innlevelse. I vitenskapen stiller man strenge krav til empirisk belegg, man spør alltid om evidens eller 'bevis' for en påstand eller en hypotese. Og andre skal kunne gå deg etter i sømmene - for å kunne se om du har rett i det du påstår.

En forutsetning for vitenskapen er også at man har en oppfatning om at verden i prinsipp er lovmessig og ikke kaotisk, og at verden kan forstås - selv om det ikke alltid er enkelt. Albert Einstein sa det slik: "Det mest uforståelige med verden er at den faktisk kan forstås."

I vitenskapen skiller man klart mellom seg selv som person og den ytre verden. Mange filosofer hevder at dette skillet er en av de viktigste forutsetningene for å kunne utvikle en vitenskapelig forståelse. En viss distanse mellom seg selv og resten av verden er nødvendig for å kunne betrakte den vitenskapelig.

I vitenskapen nytter det ikke å løse alle problemer på en gang - en form for oppdeling er nødvendig. Derfor søker man å bryte ned det kompliserte til mindre deler, som så kan forstås hver for seg. Dette kalles en analytisk metode. Man kan også si at den er reduksjonistisk. Selvsagt blir det viktig å sette delene sammen til en helhet igjen, men en konsekvens av dagens høyt

spesialiserte vitenskap er at svært mange forskere bare er opp-tatt av del-problemer.

Som sagt. Denne kjappe beskrivelsen av naturvitenskapens ide-aler er satt noe på spissen. Men i *hovedsak* vil naturvitenskap være preget av slike idealer. Og som man lett kan forstå: Ikke alle føler at dette er spesielt tiltalende. De fleste vil si at folk som i det daglige er sånn som her beskrevet er aldeles ufyseli-ge, umenneskelige og harde.

Mange *vil* at ikke alt i verden skal kunne forklares og forstås, de *vil* ha plass til både undere og guder, de vil ha nærhet og ikke distanse. Selv en nobelprisvinner i medisin reagerte mot det som kan forstås som vitenskapens reduksjon av tilværelsen. Han sa: "Å si at mennesket består av grunnstoffer og kjemiske forbindelser er en tilfredsstillende beskrivelse bare for de som har tenkt å bruke mennesket som kunstgjødsele." En kjent for-fatter har sagt "Man dissekerer nattegalen - for å finne hem-meligheten bak dens sang.". Man mer enn aner en avsky mot at vitenskapen skal ha monopol på å beskrive verden - og til å fjerne, overse eller overkjøre andre og viktige dimensjoner.

Vitenskapens overmot?

Mange føler også at vitenskapen invaderer vår tilværelse stadig mer og stadig dypere - de føler at vitenskapen ikke kjenner sin egen begrensning. *Fysikerne* var de første. De trengte inn i ato-mets hemmeligheter - og med sin kunnskap bidro de til å lage våpen som kan utslette hele menneskeheten. I dag leter fysi-kerne etter noe som de uten beskjedenhet kaller "the Theory Of Everything." Selve 'verdens-likningen' - en formel som skal forklare alt. Ikke alle liker en slik tanke og en slik ambisjon.

Og mange vil si at biologene og medisinerne leker Gud - at de rører ved viktige sider ved liv og død, og at deres ambisjoner ikke kjenner noen grenser. Det er lenge siden de har lært seg å bytte ut defekte organer som nyrer, lunger og hjerte og til å skifte ut all verdens ledd og deler som ikke virker som de skal - det har de fleste akseptert som framskritt. Vi liker ikke like

godt at slike menneskedeler kan kjøpes og selges på et marked - og at de av og til stammer fra fattige mennesker som har solgt sine egne barn.

Ikke *vitenskapens* skyld, vil de fleste si, men kanskje en konsekvens av deres kunnskap? Nå kartlegger biologene våre mest intime gen-detajler. De *sier* at dette er for å lindre sykdom og nød - men kan vi stole på dem? Vil de ikke tukle med oss - akkurat som de kloner sauer og lager poteter med tomatsmak? Og hvem skal eie denne intime kunnskapen om deg og meg, hvem skal bruke den og til hva? What's next?

Frankenstein-myten spøker: Forskeren som søker etter livets hemmelighet, men som mister kontroll over kunnskapen - og som ikke har forutsett konsekvensene. Folk er skeptiske. Ikke uten grunn. De vil nok gjerne at sykdommer skal lindres, avlinger økes og at sult og nød skal utryddes - men er prisen for høy - og kan vi stole på forskerne??

Og bildet av forskeren fortøner seg - ikke overraskende - som annerledes enn før.

Elevers bilde av naturviteren

I en internasjonal undersøkelse har barn i nesten 30 land på ulike måter gitt uttrykk for hvordan de tror en 'typisk naturviter' er og hva de jobber med. Noen og enhver kan bli skremt av resultatene. Nesten alle tegner menn, ofte av typen Frankenstein eller 'mad scientist'. Ofte er de onde eller gale. Lager de frykteligste ting - blottet for samvittighet og moral. I vår del av verden er det knapt noen ungdommer som antyder at forskerne gjør noe godt for andre eller for samfunnet. Ingen skriver at de er gode, hjelpsomme eller snille. Barn i fattige land, derimot, både tegner og beskriver en helt annen mennesketype. For dem er naturviteren den store helten, både den superintelligente og den gode hjelper, en god person som vil løfte verden og medmennesker mot en bedre framtid. Kanskje har de den troen som vi hadde i våre land for noen tiår siden. Naive eller realistiske?

Gjennom spørreskjemaer kan man nærme seg det samme spørsmålet på andre måter, og bildet blir enda klarere: Forskerne tillegges 'positive' trekk som å være intelligente, nøyaktige og arbeidsomme. Slikt kan vi forskere like å høre.

Men verre er at forskerne oppfattes som lukkede, egoistiske, kjedelige, udemokratiske og autoritære. Spesielt fysikere og ingeniører. Kanskje vi nå er noe nærmere forståelsen av bortvalget av slike fag? For hvem vil bli slik? Og hvem vil jobbe med folk som er slik?

Betenkelig er det også at elevenes stereotype bilde av forskerne blir klarere jo eldre de blir - og jo lengre de er eksponert for realfagene i og utenfor skolen. Så kan vi spørre. Er dette nok en misforståelse fra elevenes side, eller er det et aldri så lite snev av sannhet?

Vitenskapens nye ansikt?

Naturvitenskapen og naturviteren framstår altså i dag ikke som noe ideal for mange av dagens unge i vårt samfunn. Men slik er det fremdeles i fattige land, og slik har det også vært i vår del av verden. La oss bruke en av verdens fremste kjente historikere som sannhetsvitne. Eric Hobsbawms bok *Ekstremismens århundre* er nylig utkommet på norsk. Han minnes det akademiske miljøet i Cambridge i mellomkrigstiden, og skriver:

Å være naturviter var å bli beundret. I alle fall visste de av oss som studerte i Cambridge [...] hva vi ville ha studert - hvis bare vi hadde vært flinke nok i matematikk. (Hobsbawm, 1994 p 543)

For Hobsbawm og andre intellektuelle på den tiden framsto naturvitenskapen, og spesielt fysikken, som toppen av intellektuell virksomhet. Og ikke bare var de briljante innen sitt eget fag, de var også samfunnsbevisste og kritiske. Hobsbawm beskriver det politiske klimaet slik:

Den typiske britiske naturviteren på den tiden var medlem av den venstreradikale Cambridge Scientists' Anti-War Group, og de ble støttet i sin radikalisme av åpenbare venstreorienterte sympatier til sine nestorer, nobelprisvinnere og medlemmer av the Royal Society (ibid, p.544)

Slik framsto naturvitenskapen i manges øyne som fascinerende, både på grunn av de utfordrende faglige ideene og på grunn av den radikale politiske profilen. Fysikerne var som det bildet jeg nettopp tegnet: De som stormet barrikadene og som utfordret autoritene, både de faglige og de politiske.

Mye vann har rent i havet siden den gang. Realitetene har endret seg - realistene likedan. Slik beskriver Hobsbawm situasjonen noen tiår etter krigen:

Den politiske temperaturen til naturvitenskapen sank etter annen verdenskrig, radikalismen i laboratoriene svant hen. I vestlige land ble forskerne politisk tause og lydige. De nøt sine intellektuelle seire og de gledet seg over de enorme bevilgningene som strømmet inn. ...Ja - de generøse bevilgningene fra både industri og stat skapte en ny type forskere som tok sine arbeidsgivers ideologier for gitt og som foretrakk å ikke tenke over konsekvensene av sin egen forskning - særlig når den var militær. (ibid p 546)

Den historiske endringen av vitenskapen har også andre sider. Dagens vitenskap omtales også som *Big Science* og *techno-science*. Dagens naturvitenskap drives ikke av enkeltindivider i små laboratorier. Dagens vitenskap krever ofte utstyr som er så dyrt at mange land må slå seg sammen. Det Europeiske forsknings-senteret for kjernefysikk, CERN, i Genève er et samarbeid mellom en lang rekke land. Bare 'kontingenten' koster noen hundre millioner kroner per år, selv for små land som Norge.

Det amerikanske romfartsprogrammet NASA hadde på sin storhetstid på 70-80-tallet et budsjett som var like stort som nasjonalbudsjettet til om lag 20 afrikanske land - til sammen.

Og NASA sysselsatte om lag en halv million mennesker! Ved den kalde krigens slutt begynte bevilgningen å bli mindre. Man kan kanskje antyde at NASA hadde en egeninteresse i å holde fram et fiendebilde - enten dette var reelt eller fiktivt. Slik ser man lett at dagens teknovitenskap er noe ganske annet enn tidligere tiders akademiske forskning.

I dag drives mesteparten av forskningen utenfor de rent akademiske institusjonene, som for eksempel universitetene. Og det er snakk om enorme midler, som ofte går til en blanding av grunnforskning, anvendt forskning og teknologiutvikling. Det sies at det svenske Ericsson-konsernet bruker mer til sin egen FoU enn det den svenske Stat bruker på forskning, selv når alle fagfelt legges sammen!

Det sier seg selv at ikke bare vitenskapens størrelse, finansiering og omfang blir annerledes enn før. Også idealer og verdier blir annerledes enn beskrevet i vitenskapens 'etos', slik vi tidligere har omtalt. Når vitenskap bedrives innenfor rammer som er definert av flernasjonalt industri, internasjonale organisasjoner, forsvars- og militærinteresser omtales den ofte som 'post-akademisk', og utviklingen kan stikkordmessig beskrives slik:

- Fra å være fri og uavhengig - til å være styrt og avhengig
- Fra å være et kritisk korrektiv - til å bli lydige tjener
- Fra å være kjettersk og radikal - til å være ukritisk og konservativ

Denne beskrivelsen av moderne postakademisk vitenskap viser en naturvitenskap som er langt mindre heroisk enn slik den framsto i den tiden Hobsbawm studerte i Cambridge. Forskeren som person oppfattes ikke som en antiautoritær oppvigler, men som alliert med makt og autoritet. Kjøpt og betalt av industri, stat eller militærvesen. Ingen dristige kjetter, men en lydige forskerarbeider på statsregulativ. Vitenskapen framtrer som en alliert med makt og autoritet, og mange har mistet tiltroen til at vitenskapen er en garanti for uhildet, nøytral og objektiv kunnskap. I en forelesning for selveste The Royal

Society, publisert i tidsskriftet *Nature*, spør fysikeren John Ziman "Har vitenskapen mistet sin objektivitet?"

Hans poeng er både viktig og enkelt:

Tradisjonelt har vitenskapen vært en institusjon med stor troverdighet. Den har stått utenfor eller over de aktuelle debattene, folk har kunnet stole på vitenskapen, den har vært en slags nøytral og ubestikkelig dommer. Og en slik rolle som en uavhengig kilde til objektiv kunnskap er av fundamental betydning for et demokrati. Hvis man ikke kan stole på vitenskapen, hvem skal man da stole på?

Hva hvis dette er i ferd med å rakne? Blir alt et spørsmål om smak og behag - eller et spørsmål om hvem som har råd til å kjøpe 'de beste' ekspertene? Må vi slutte å bruke ord som sannhet - eller må vi forsyne ord som 'sannhet' og 'virkelighet' med gåseøyne før man tør bruke dem? Noen er allerede kommet dit. For mange postmoderne tenkere er vitenskapen bare én av mange stemmer, deres avhandlinger og artikler er bare tilfeldige tekster - og uten mer krav på å bli trodd enn enhver annen historie - eller eventyr. Hvis dette er sant, da kan - etter min mening - demokratiet pakke sammen sitt tankegods sitt og sette det på museum.

Værdier og undervisning i fysik i gymnasiet

af lektor Jens Dolin, IMFUFA, Roskilde
Universitets Center

Det er en overskrift der nok kan mane til en vis højstemthed. Man retter sig op i sædet og tænker på sentenser som "ikke for skolen, men for livet", "at danne til borgere i et demokratisk samfund" mm. Værdier? Værdig. Værdsætte. Værdifuld. Etik. Talefrihed, tryghed, demokrati. Idealer at stræbe efter. Holdninger, præferencer.

Begrebet værdi har så mange forskellige konnotationer at det næppe er muligt at samle dem i én definition. Der er i hvert fald to hovedbetydninger: Værdi i forhold til et marked (bytteværdi), vel i et vist omfang dækkende Svein Sjøbergs (1998) to første begrundelser for naturvidenskab (samfundsøkonomiargumentet og det personlige nytteelement) og værdi som holdninger (svarende til Svein Sjøbergs to sidste begrundelser (demokratiargumentet og dannelsesargumentet).

Den betydning jeg vil lægge vægt på er - i betragtning af konferencens tema - den sidste: værdi i betydningen værdigrundlag - dvs dybtliggende årsager til handlen hvad enten de er explicit eller implicit erkendte - bevidste eller ubevidste.

Når jeg ser på hele konferenceprogrammet opfatter jeg mit oplæg som afløbet på en tragt; hvor de foregående indlæg har fyldt almene dannelsesbetragtninger ned i tragten skal jeg prøve at kanalisere det ud i skolens hverdag. Dvs overveje hvad man skal tage hensyn til i sin undervisning og hvordan man konkret kan udmønte det i praksis, hvis man vil tage de mange dannelsesbetragtninger alvorligt.

Spørgsmål som: Hvilken fysik vil hjælpe folk med at foretage de beslutninger som involverer fysikviden i det 21. århundrede? Hvilken fysikundervisning kan bidrage til elevernes dannelse? - vil blive centrale. Og det vil sige at vi skal én eller flere

gange rundt i den fagdidaktiske trekant. Vi skal overveje hvilket indhold og hvilken form for undervisning der kan tilgodes bestemte (dannelses)formål. Jeg vil lægge vægten på sammenhængen mellem undervisningsform og dannelsesaspekter, og kun berøre indholdsdiskussionen i relativt brede vendinger.

Først lidt betragtninger om værdier og deres betydning for undervisningen. Det er vigtigt at erkende at de handlinger vi foretager - også som lærere - ofte afspejler et værdisæt, sådan som det fx er beskrevet i praksistrekanten

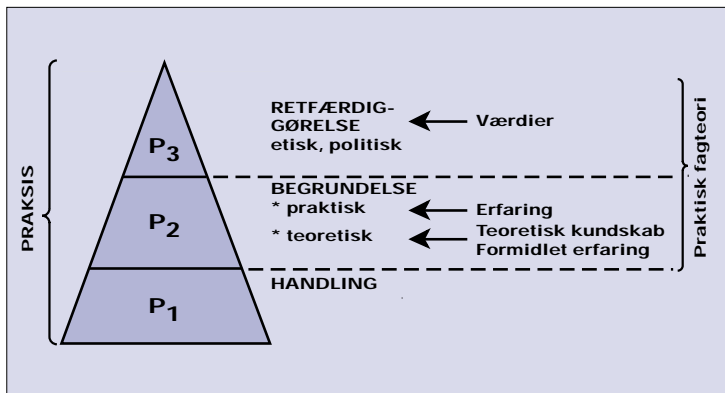


Fig. 1: Praksistrekanten (Kilde: Lauvås, Lycke og Handal 1990, s. 59)

Alle lærere har gennem deres praksis opbygget en handlekompetence som sikrer at de kommer helskindet gennem hverdagen. Denne handlen vil ofte være baseret på en tavs viden ophobet gennem erfaring, men kan også skyldes nogle bevidste beslutninger fx ud fra litteratur, kursusoplæg, efter diskussion med kolleger osv. Uanset begrundelserne for handlingen er disse begrundelser rodfæstet i nogle grundlæggende opfattelser af hvad der er rigtigt og forkert, et værdisystem eller en etik.

For at kunne skelne mellem og klargøre sig de værdier som de forskellige aktører i klasserummet har, vil jeg parallellisere med den velkendte erkendelse, at der er forskel på **det intenderede**, dvs det systemet forestiller sig at eleverne skal lære, på **det præsenterede**, dvs det læreren gør det muligt for eleverne at

lære, og så på det **realiserede**, det eleverne rent faktisk har lært. På tilsvarende måde brydes tre forskellige værdisæt i fysikundervisningen.

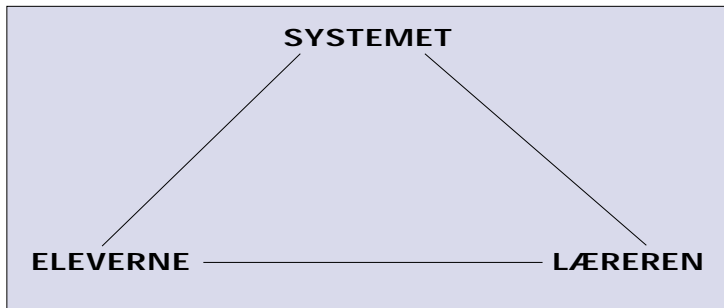


Fig.2: Klasserummets tre aktører

Systemets værdigrundlag kommer mest direkte til udtryk i fagbilaget med dets beskrivelse af fagets identitet og formål. Det forventes at eleverne lærer et vist kernestof, får kendskab til en række perspektiver i fysikken af samfundsmæssig, teknologisk, historisk og erkendelsesmæssig art, erhverver nogle eksperimentelle kompetencer og lærer at formidle fagstoffet. Alt sammen beskrevet ret neutralt af ministerielle embedsmænd. Der er - i hvert fald i formålsformuleringen - taget et vist hensyn til internationale overvejelser om fysik som et dannelsesfag, men det er beskrevet i meget generelle vendinger som fx "de perspektiverende mål skal løbende tilgodeses i undervisningen", i modsætning til kernestoffet, hvor de enkelte love og fænomener er mere detaljeret listet op. Da det i høj grad er gennem arbejdet med metaaspekterne at dannelsessiden kan tilgodeses ligger der heri en reel nedprioritering af dannelsesaspektet. Det skal retfærdigvis siges at undervisningsvejledningen i langt højere grad indeholder og lægger vægt på didaktiske og videnskabsteoretiske overvejelser, men alligevel tilbagestår det indtryk at kernestoffet *skal* gennemgås, mens perspektiveringerne og metaaspekterne *kan* man gennemgå - hvis man har tid og ellers synes det er vigtigt.

Og hvad det angår er **fysiklærerne** forskellige. Spændende fra holdninger såsom "fysik er at kunne sine sætninger og al det

med pædagogik og meta er en dukkekrog for de der ikke kan finde ud af det egentlige, det hårde stof” til udsagn som “fysik er en måde at se og beskrive verden på og eleverne skal kunne lide at være her og føle at de lærer noget de kan bruge til noget”. Dette store spektrum i holdninger til hvad fysik er, og til vigtigheden af en didaktisk tilrettelæggelse af faget, dækker over lige så store forskelle i menneskesyn. Min datters kemi-lærer sagde et par uger henne i 1g til hende: “Jeg forstår ikke hvad du siger - du taler ikke kemisprog” - hun sagde ikke så meget mere i hans timer. Den sidste af de to ovennævnte lærere udtrykker sit synspunkt som: “Hvis jeg står og siger det kan det ikke siges mere perfekt, men de forstår bare ikke en skid, vel. De lærer mest ved selv at få det ud over læberne på deres egen måde”. Der er en verden til forskel mellem at mene at eleven skal have hældt stoffet i sig og kunne reproducere det med de autoriserede ord, og at mene at eleven selv skal tilegne sig stoffet ved at gøre det til sit eget. Det er i høj grad denne modsætning som jeg i det følgende vil uddybe yderligere og afdække konsekvenserne af.

Endelig er der **eleverne**. Frem for at tale om deres værdigrundlag vil det måske være mere dækkende at sige noget om deres opfattelser af hvad fysik er og deres holdninger til faget. Jeg har i min forskning spurgt en række 9./10.-klasser og en række 1g-klasser om disse spørgsmål. Det er karakteristisk at det de fleste forbinder med fysik er de enkelte discipliner:

“Diverse love og regler som vi støder på i hverdagen”

“Fysik er et fag hvor man lærer om naturen og især elektricitet”

“Fysik er mange ting, fx kernefysik, elektricitet, magnetisme osv.”

Men også mere generelle opfattelser:

“Fysik er et fag hvor man lærer at forstå verden omkring os”

“En logisk og videnskabelig måde at forklare verden”

“Fysik er læren om naturens love”.

Generelt er eleverne glade for fysik, især for øvelserne, som mange mener man skal have

“For at afprøve om teorierne er sande”.

Men der er naturligvis et bredt spektrum af opfattelser og holdninger til fysik som tydeligvis afspejler de erfaringer eleverne har gjort med fysik/kemi i folkeskolen.

Der er således langt fra altid overensstemmelse mellem de officielle intentioner med fysikfaget, den undervisning lærerne udfører og så den forventning eleverne har til undervisningen. Og det kan give anledning til misforståelser, frustrationer og modvillighed hos eleverne. Hvis de fx i folkeskolen har haft en transmitterende lærer - en tankpasser - kan de have svært ved at kunne bruge en tolkende lærers undervisning. Hvorfor forklarer læreren mig ikke bare det jeg skal lære?

Sammenhængen mellem holdninger til faget og til det at lære og til den konkrete undervisning kan illustreres med en enkle model. (Se fig. 3).

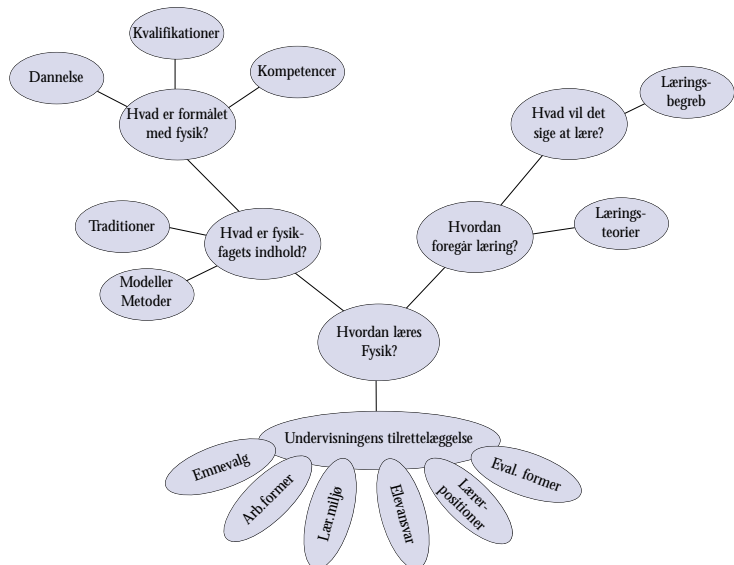


Fig. 3. Hvordan læres fysik?

De holdninger læreren har til faget og til hvad det vil sige at lære noget vil bestemme hvordan undervisningen tilrettelægges - og omvendt vil den konkrete tilrettelæggelse præge holdningen til faget og til læringsopfattelsen. Tilsvarende sammenhænge gælder for eleverne. Deres ageren i klasserummet er i vidt omfang afledt af deres fag- og læringssyn og de handlinger, eller mangel på samme, de på baggrund heraf udfører er afgørende for deres udbytte af undervisningen.

Det er derfor vigtigt at såvel lærer som elever ekspliciterer deres værdigrundlag. Dvs. gør sig klart hvad deres holdning er til faget og til det at lære. Den skjulte læreplan skal åbnes. Eleverne skal vide hvad der kræves af dem og hvorfor og læreren skal vide hvor eleverne er henne. For at undgå frustrationer og for at kunne udvikle sine holdninger er det nødvendigt at diskutere i klassen hvad fysik egentlig er og hvordan man kan lære det.

Fysik som almindannelse

Jeg vil som udgangspunkt tilslutte mig de synspunkter der er kommet frem her på konferencen om dannelse som en central begrundelse for fysik. Nu er dannelse, som vi har hørt, ikke noget enkelt begreb, og det er til en vis grad klemt inde mellem kvalifikationer og det frembrusende begreb kompetence. Almindeligvis betragtes dannelse som hørende til de egenskaber der er knyttet til mennesket som samfundsvæsen, i modsætning til kvalifikationer der overvejende omhandler mennesket i arbejdslivet. Kompetencer, der også i sin oprindelse er et arbejdsmarkedsbegreb, fokuserer på evnen til at kunne anvende kvalifikationerne, på potentialet til handling. Begreberne flyder imidlertid sammen i takt med at der i arbejdslivet lægges stadig større vægt på de personlige kvalifikationer, såsom selvstændighed, fleksibilitet, samarbejdsevne, kritisk sans osv. Et vigtigt dannelseselement bliver evnen til at kunne bruge de personlige kvalifikationer. En voksende litteratur beskæftiger sig med denne udvikling (fx Uddannelse 1999/5 og 9, Undervisningsministeriet 1997, Kolind 1995, Gustavsson 1998).

Der er mange forsøg på at definere en naturvidenskabelig dan-

nelse. Særlig interessant er måske de omfattende nationale initiativer, som mange større industrilande har taget, til en ændring af de naturvidenskabelige uddannelser, der har det til fælles at de tager udgangspunkt i en vigende interesse for naturfagene. De fokuserer alle på begrebet *scientific literacy* som et centralt indhold i (fremtidig) naturvidenskabelig uddannelse. Det gælder fx det amerikanske "Project 2061" (med rapporten "Science for All Americans" i 1989), det engelske "Beyond 2000" (fra 1998) og det canadiske "Common Framework of Learning Outcomes" (fra 1997) - alle glimrende beskrevet i Jørgensen 1999. De har hver deres definition af scientific literacy, men en definition som jeg umiddelbart kan tilslutte mig - og som jeg tror vil påvirke debatten i de kommende år - er PISA-projektets (OECD 1999). PISA står for Programme for International Student Assessment og er bl.a. OECDs opfølgning på TIMSS. Et repræsentativt udvalg af halvdelen af verdens unge vil i 2006 vil blive testet for "scientific literacy", som jeg vil oversætte med "naturvidenskabelig dannelse", og som i min oversættelse af PISA-definitionen lyder:

"Naturvidenskabelig dannelse er evnen til at bruge naturvidenskabelig viden, til at identificere spørgsmål og til at drage facts-baserede konklusioner for at kunne forstå og hjælpe med til at træffe beslutninger vedrørende den naturgivne verden og de ændringer menneskelig aktivitet forårsager på den."

Her lægges vægt på at kunne *bruge* sin viden. Dette sættes lig evnen til (bl.a.) at vide hvilke spørgsmål naturvidenskaben kan besvare og at kunne indkredse disse spørgsmål (dvs noget der nærmer sig en problemformuleringskompetence), og at kunne gennemføre videnskabelige processer baseret på en solid begrebsforståelse. Desuden erkendes det at naturvidenskaben kan hjælpe med til at træffe beslutninger, den kan ikke gøre det alene, og kun om forhold der vedrører naturen. Hvorledes mennesker indretter sig er ikke et naturvidenskabeligt anliggende, men konsekvenserne af det kan naturvidenskaben udtale sig om.

Der er således tale om erhvervelse af kompetencer og kvalifikationer i en kontekst som gør det rimeligt at sige at de bidrager til en dannelse.

Ud over disse betragtninger vil jeg også opfatte det som vigtigt at undervisningen fremmer elevernes naturvidenskabelige opmærksomhed. De skal lære at se hvornår de står over for en naturvidenskabelig problemstilling og de skal lære at se de naturvidenskabelige problemstillinger i deres omgivelser. Denne opmærksomhed er det første skridt på vejen til en naturvidenskabelig nysgerrighed og interesse.

Måske skal en sådan opmærksomhed integreres i dannelsesbegrebet. Det kan ses som en generel tendens til at forstå og inddrage de affektive faktorer som en integreret del af undervisningen sammen med de kognitive faktorer (Beyer 1992). En sådan udvikling vil kunne fremmes ved fx at lade den affektive og den kognitive taksonomi, almindeligvis i den form som henholdsvis Kratwohl og Bloom har formuleret dem, indgå ligeværdigt i fagets formålsbeskrivelse:

<p>Kratwohls affektive taksonomi</p> <p>Modtage (at være opmærksom på)</p> <p>Reagere på</p> <p>Værdsætte (at være engageret)</p> <p>Organisere værdier</p> <p>Have personlighed (livsopfattelse)</p>	<p>Blooms kognitive taksonomi</p> <p>Vide (at kunne beskrive)</p> <p>Forstå (at kunne forklare)</p> <p>Anvende</p> <p>Analysere</p> <p>Vurdere</p>
--	---

Centrale diskussionspunkter

Med dette udgangspunkt, vedrørende **hvorfor** unge skal have fysik, vil jeg pendle mellem de to andre sider i den fagdidaktiske trekant og diskutere **hvad** fysikfaget kan være og **hvordan** man kan undervise idet.

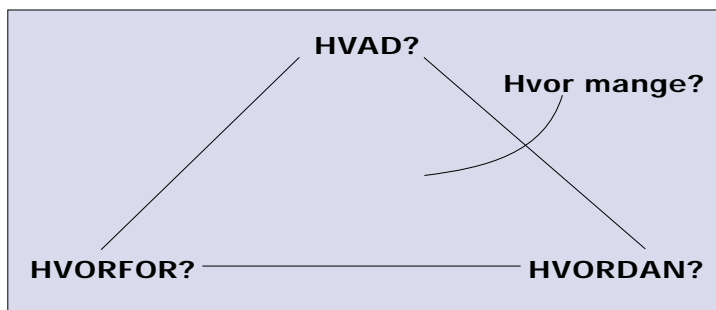


Fig. 4: Den fagdidaktiske trekant

Uden for den fagdidaktiske trekant er der dog en række spørgsmål, hvis svar er grundlaget for svaret på de tre andre hv-spørgsmål. Vigtigst her er det nok på "hvem?"-spørgsmålet at slå fast, at det er regeringens uddannelsespolitiske mål at 95% af en ungdomsårgang skal have en ungdomsuddannelse (mod 83% i dag) og at 50% skal have en videregående uddannelse (hvor andelen i dag er på 42%) (Uddannelsesstyrelsen 1999). Vi kan således ikke sige til de elever, der har svært ved at lære fysik, at de er gået forkert. Vi skal tværtimod belave os på at tage imod flere. Ikke nødvendigvis på en måde så alle får den samme undervisning, men der skal tages nogle vigtige uddannelsespolitiske beslutninger om hvor mange der skal have hvilken fysik. Dette må nødvendigvis få indflydelse på både form og indhold af faget. Flere niveauer, fagpakker, ... ?

Jeg vil starte med at indkredse de temaer, som jeg har fundet relevante i relation til titlens kobling af værdier og undervisning. Jeg vil her lægge vægten på en diskussion af nogle centrale problemstillinger inden for undervisning i og læring af fysik og i den forbindelse hvilke værdier der fremmes/nedprioriteres når man har forskellige holdninger til disse problemstillinger.

De områder jeg vil diskutere er:

- *Autenticitet i undervisningen*
- *Vægtningen af proces og produkt*
- *Konstruktivismens konsekvenser*
- *Samtalen i fysikken - dialogens rolle*

- *Refleksion og metakognition*
- *Hvad er fysik og hvad er fysikfaglighed?*

Det er nogle problemfelter som accentuerer nogle værdiforskelle og som nødvendiggør en stillingtagen, en klargøring af sine grundlæggende holdninger. Der er naturligvis overlap mellem dem, men fremstillingen vil glide naturligt fra den ene til den følgende.

Autenticitet i undervisningen

vil sige at undervisningen i skolen har fælles træk med den verden man lærer om, både hvad angår form og indhold.

Autenticitet kan defineres som

personlig autenticitet, dvs. fysikundervisningen skal sige eleverne noget, de skal kunne engagere sig i den. Det vil ofte kunne opnås ved at den har relation til deres hverdag.

samfundsmæssig autenticitet, dvs. undervisningen skal have samfundsmæssig relevans, den skal være "ægte". Ikke et aktuelt emne som påskud for en fysisk problemstilling, men en fysik der meningsfuldt og naturligt vokser ud af en samfundsmæssig sammenhæng. Det kan også være relevans i forhold til demokratiske beslutningsprocesser

faglig autenticitet, dvs. fysikundervisningen arbejder med fysikken på en fagligt realistisk måde.

Den personlige og samfundsmæssige autenticitet berører primært indholdet, emnevalget, mens den faglige autenticitet tillige involverer form og metode.

Forst om den *personlige og samfundsmæssige autenticitet*.

Det at give mening er grundlæggende nødvendigt for at lære et stof. Det skyldes en sammenhængende dobbelthed ved det at give mening, nemlig det motiverende og det forståelsesmæssige.

Det **motivationsmæssige** er den interesse der er knyttet til at beskæftige sig med noget der har relevans for én selv, enten direkte som person i den umiddelbare hverdag eller i et større perspektiv som samfundsborger fx i relation til centrale samfundsmæssige problemstillinger. Denne motivation er en central del af de affektive faktorer, som jeg ovenfor har argumenteret for vigtigheden af at tage hensyn til ved undervisningens tilrettelæggelse. Der har heldigvis været en bred udgivelse af temahæfter i de sidste år, suppleret med "Fysik i perspektiv"-udgivelserne, som har gjort det lettere for elever og lærere at arbejde ud fra en personlig eller samfundsmæssig autenticitet.

Det **forståelsesmæssige** skyldes at det første skridt til forståelsen er den personlige meningssættelse, dvs at forene sin egen personlige betydningsverden med den fysiske fænomenverden, for derefter som det næste skridt at relatere disse med begrebernes betydningsverden. Og denne proces forudsætter jo at der er en personlig meningsdannelse som et sted at starte.

Så om den *faglige autenticitet*:

Det er jo en standende diskussion om eleverne i deres erkendelsesproces skal gennemløbe den samme proces som videnskaben gjorde da den kom til de erkendelser eleverne nu skal lære (se fx Jenkins 1989). Dette er naturligvis ikke muligt: Omstændighederne er anderledes, der er ikke tid nok til rådighed og selv om der var ville ingen kunne nå videnskabens resultater. Bevægelser som "The pupil as Scientist" og "Discovery learning" er for længe siden manet i jorden. Men alligevel. Jeg føler megen sympati for Bruners udsagn om at

"...intellectual activity (is) everywhere the same, whether at the frontier of knowledge or in a third-grade classroom... The difference is in degree, not in kind. The schoolboy learning physics is a physicist and it is easier for him to learn physics behaving like a physicist than doing something else". (Bruner 1960, p.14)

Bruner mener altså at de processer, gennem hvilke eleverne lærer fysik, er essentielt de samme som de fysikken udviklede

sig igennem. Det er nok ikke rigtigt, man kan utvivlsomt skyde genveje - ellers ville hele skoleprojektet være umuligt. Men det er omvendt naivt at tro at det kan læres uden at gennemløbe processer, og det virker rimeligt at det i et vist omfang er processer som er beslægtede med videnskabens. Mange erfaringer viser også at læreprocessen lettes ved at lade den reflektere og illustrere fysikkens dannelsesproces. Bare det at eleverne af og til følger den historiske tilblivelse af en fysisk teori vil desuden perspektivere hele projektet at lære fysik. Her på Askov højskole vil det være nærliggende at fremhæve laCour og Appels fremragende værk "Historisk fysik". Jeg har i min egen fysikundervisning ofte brugt udsnit heraf for at perspektivere de behandlede emner (Dolin og Ingerslev 1994a). I forordet til "Historisk Fysik" skriver forfatterne som argument for at beskæftige sig med fysikkens historie: *Man har skønnet, at en historisk Fremstilling af disse Menneskehedens erobringer ikke alene har kulturhistorisk Interesse, men tillige er vel skikket til at vejlede Læseren ind i selve den faglige Tankegang.* Netop den faglige tankegang kommer ofte tydeligere frem i de historiske fortællinger end i moderne matematiske fremstillinger. Hvad der vindes i præcision og korthed tabes for mange i faglig forståelse. Fx er det typisk for fremstillingen i "Historisk Fysik" at bevægelsesligningernes indhold udledes i prosaform og selve de matematiske ligninger bringes i en fodnote. De er ikke centrale for den fysiske forståelse. Men det vigtige ved at inddrage historien i fysikken er at eleverne vil kunne se hvordan det er en menneskelig arbejdsindsats der ligger bag, at den opnåede indsigt typisk er resultatet af manges samlede arbejde og at der har været mange forkerte tiltag og at de nye synspunkter ikke bare slår igennem, men skal tilkæmpe sig legitimitet. Og at det de lærer i dag derfor ikke nødvendigvis er den endegyldige sandhed, men et historisk specifikt bud på en menneskelig tolkning af naturen. Og en meget magtfuld tolkning.

Jeg vil ikke her gå ind på diskussionen om hvorvidt videnskabens udvikling er en fremadskridende proces eller det er forskellige paradigmer (i Kuhns forstand) der afløser hinanden. Heller ikke de fysiske begrebers realitet, eller det modsatte, vil

jeg diskutere, men blot påpege det relevante i at tage disse aspekter med ind i fysikundervisningen. Set i dannelseslyset vil det fremme muligheden for kritisk indsigt og stillingtagen at vide hvad viden er og hvordan viden opstår. Hvis elever skal kunne forholde sig til ny viden og ukendte fænomener må de have nogle redskaber i form af metoder og holdninger til at gøre det med.

Selv om man accepterer at gymnasiefysikken i sin arbejdsform i et vist omfang skal afspejle videnskabsfysikken tilbagestår et stort arbejde med at præcisere hvad dette vil sige. Som et første (overordnet) bud vil jeg mene at faglig autenticitet indebærer at

- ikke-veldefinerede problemer indgår i undervisningen
- eleverne oplever usikkerhed, tvivl og hvorledes naturvidenskabelig viden og arbejdsform i vid udstrækning er social (uden at naturvidenskabelig viden derfor er en relativ størrelse)
- elevernes læreproces er baseret på den viden de har som udgangspunkt
- eleverne skal opfatte sig som medlemmer af et undersøgende fællesskab hvor man deler viden, praksis, ressourcer og dialog
- eleverne i deres praksisfællesskaber kan trække på andres ekspertise gennem lærere, edb, materiale mm.

Når jeg lægger vægt på fagligt autentiske arbejdsformer, mere end på fagligt autentiske emner, er det i erkendelse af at moderne fysik i vid udstrækning er så matematisk og teknologisk avanceret at det kun i de færreste tilfælde er muligt at arbejde med emner som fysikforskningen i dag beskæftiger sig med. Men mange problemstillinger kan bearbejdes fagligt autentisk.

Når autenticitet i undervisningen (i alle de tre nævnte former) er vigtig at tage hensyn til, så skyldes det, at det eleverne opnår gennem læreprocessen i høj grad er bundet til den kontekst, til

den situation, det er lært i. Jeg vil ikke her komme ind på hele teoriapparatet om "situated learning" og dets konsekvenser for skolelæring (se fx Lave & Wenger 1991, Nielsen 1998, Grøn-bæk Hansen 1998). Men det er oplagt at jo mere man opfatter viden som et socialt begreb jo mere rimeligt er det at betragte viden som bundet til den faglige og sociale kontekst den er erhvervet i, hvorimod viden opfattet som noget den enkelte har inden i sit hoved og bærer rundt med, i højere grad lægger op til at denne viden kan overføres til andre situationer. Dette vil jeg vende tilbage til under afsnittet om konstruktivisme. Men alle lærere kender til de problemer der er med at få eleverne til at bruge den matematik de har lært i matematiktimen på problemer i fysik. Selv om de har en række målepunkter der tydeligvis ligger på en tilnærmelsesvis ret linie i et koordinatsystem trigger det ikke altid hele begrebsapparatet om rette linier, regression, hældningsoefficient osv., som skulle være lært i matematik

Overførbarheden fra et fagligt domæne til et andet er ikke altid imponerende. Endnu mere kan man tvivle på elevernes evner til at bruge den i skolen erhvervede viden på problemer uden for skolen, sådan som PISA-definitionen på naturvidenskabelig dannelse lægger op til.

En autentisk undervisning vil i højere grad løsrive det lærte fra klasserummet ved at indlejre det lærte i mere realistiske situationer som der er en større sandsynlighed for at de vil møde senere i livet. Desuden vil den autentiske undervisning være tvunget til i højere grad end traditionel undervisning at arbejde bevidst med at lære eleverne nogle metoder til undersøgelse af naturvidenskabelige problemstillinger.

Men det er svært at opbygge autentiske miljøer inden for skolens rammer med dens skemalagte undervisning. Der er dog en række projekter man har haft mulighed for at tilslutte sig (Kids as Global Scientists, solformørkelsen, Leonideobservationerne...) og aktiviteter som disse vil der utvivlsomt komme flere af. Mindre ambitiøse måder at gøre det på vil være at

arbejde med personligt og samfundsmæssigt autentiske problemstillinger i kortere eller længere projekforløb, fx på blok-dage, i 10-timers forløbene osv.

Så jeg vil advokere for at øge autenticiteten i undervisningen ved at vælge et indhold der er relevant for eleverne og ved at behandle det på en videnskabelig realistisk måde

Dette leder over til

Produkt og proces

At øge autenticiteten vil sige at forskubbe undervisningens fokus mod processerne i stedet for kun at arbejde med det konkrete indhold - formlerne. Eller måske rettere: at lade de måder, hvorpå fysikviden opstår og bruges, være en integreret del af undervisningen. Det er en tendens der har vist sig (igen) i begyndelsen af 90'erne (og som har rødder til den førnævnte discovery-learning bølge i 60'erne, der blev manet i jorden i 70'erne af bl.a. Robin Millar (1989) og Roselin Driver, og hvor det nu ser ud til at pendulet svinger tilbage).

Argumenterne for at inddrage processerne i undervisningen kan samles i tre punkter:

1. Videnskabspllosionen har umuliggjort at man kan komme bare en rimelig mængde af facts og formler igennem, og udviklingen går så hurtigt, at undervisningen ikke kan basere sig på en given vidensmasse; (det har den danske skolefysik så løst ved i store træk at fastholde den samme kerne i pensum op gennem århundredet - de vigtigste ændringer har været bortskæring af de dele der har været for svære i takt med at timetallet er skåret ned og elevgrundlaget er øget. Meget pragmatisk, meget dansk).

Det påstås at videnskabelige metoder har en højere grad af almenhed (altså et formaldannelsesargument). Man tror på at processerne bliver tilbage efter at man har glemt det kon

krete indhold (eller det er blevet uaktuelt). Men er der egentlig nogen grund til at tro at metoderne/processerne er evige? Og er metoder slet ikke situerede? Dette er en vigtig diskussion at tage når man overvejer at fokusere mere på metoderne.

2. Den indholdsstyrede tilgang har slået fejl. Eleverne *lærer* ikke den fysik det er intentionen de skal. De kan såmænd godt - de fleste - lære at sætte ind i og løse formlerne, men den egentlige fysiske forståelse kniber det med. Beviserne herpå er mange. Michael Mays (1997) undersøgelse af ingenørstuderendes begrebsmæssige forståelse viste en manglende sammenhæng mellem eksamensresultat og begrebsforståelse. Den skriftlige studentereksamen i fysik demonstrerer også hvorledes eleverne i højniveaufysik kan regne formelopgaverne, men op mod halvdelen magter ikke en forståelsesbaseret opgave som fx en kraftanalyse. Dette er et stærkt argument for at ændre undervisningen. Det kan (næsten) ikke blive værre!
3. Fremhævelsen af dannelsesaspektet vil naturligt kræve en vægtning af processerne. Både dannelse i den ovenfor nævnte PISA-definition og dannelse som selvrefleksion kræver procesbevidsthed.

Men det er ingen let sag. Dels er det langt fra afklaret hvad der forstås ved processer. Naturvidenskabelige processer endda! Er det den måde naturvidenskabelig viden opstår på blandt forskere? Mange af processerne er jo ikke specielt naturvidenskabelige, men *common sense*. Mange (fx Millar 1989) mener ikke at naturvidenskabsforskere har en generel metode, det er simpelthen almindelige, fornuftige tilgange til verden, baseret på tavs viden, intuition, måske endda en intuition baseret på faktisk viden.

Men vi taler vel om at observere, opstille hypoteser, eksperimentere, måle, variere og kontrollere variable, klassificere, kon

kludere, forudsige o.l. Handlinger som vi ved er teoriladede, hvor resultaterne kan afhænge af formålet, men alene denne erkendelse må siges at være dannende.

Der er desuden en fare for at for megen vægt på processer vil efterlade et induktivt videnskabssyn, at eleverne tror at viden opstår ud fra observationer af virkeligheden (efterfulgt af klassifikationer der leder til udvikling af hypoteser). Der er naturligvis masser af eksempler på at observationer af fænomener har ført til nye indsigter. Bequerels begblende, Ørsteds magnetnål osv. er velkendte eksempler. Men det er mindst lige så almindeligt at spekulationer har affødt teorier, som har vist deres levedygtighed i praksis. Det er et komplekst felt hvor hurtige og enkle svar i bedste fald er overfladiske.

Det at lære processer er heller ikke lettere end at lære konkret viden og teorier. Måske tværtimod. Men det kan sandsynligvis lette tilegnelsen af denne viden. Endelig er det et problem at fortage en valid og pålidelig evaluering af proceskompetencer.

Så der ligger et stort arbejde i at udvikle måder at fremme undervisning i proceskompetencer på. Men det er en - nok nødvendig - vej til at øge den faglige autenticitet i undervisningen.

Procedurer vil mange forbinde med eksperimentelt arbejde. Og det vil utvivlsomt være en gevinst at øge mængden af dette, hvis det sker samtidigt med at der opnås en større bevidsthed om formålet med det. Der er en stadig voksende litteratur om dette emne (se fx Leach & Paulsen 1999). Men også i den daglige ikke-eksperimentelle undervisning kan processen bringes mere i fokus for at opnå en bedre forståelse. Der er efterhånden udviklet en vis erfaring med at lade elever udarbejde opgaveløsningsprocedurer, procedurer for øvelser mm (Baird & Northfield 1995).

En af pointerne ved at gøre processerne til noget centralt er at vi samtidig har gjort **spørgsmålet** til et bærende element i

undervisningen. Både formidling og læring vil i højere grad bæres af de faglige spørgsmål og deltagernes spørgelyst og -færdighed. Dette er egenskaber som kan læres og udvikles. Og som ses at være i stor overensstemmelse med centrale dele af PISA's dannelsesdefinition.

Undervisningen bliver **udforskningsbaseret**, dvs eleverne skal så vidt muligt

- selv identificere problemer og løsninger og afprøve løsningerne. Problemerne kan vælges ud fra elevernes hverdag og ud fra samfundsrelevante problemstillinger, og også ud fra fysikkens grundvidenskabelige problemkreds.
- udforme deres egne procedurer og analysemåder
- formulere nye spørgsmål baseret på de udsagn og løsninger de har
- koble deres erfaringer til videnskabelige begreber og principper, og dele og diskutere procedurer, opfattelser, løsninger med hinanden
- lære hvordan man søger og afprøver viden

En sådan undervisningsform kan være **utryghedsskabende**, især for såkaldt trygheds-orienterede elever (Schmidt & Huber 1995), og det er vigtigt samtidigt at opbygge et miljø som støtter elevernes gradvise udvikling af en udforskende læringsstil.

Jeg har hele tiden sagt: "øget vægt" på procedurer, for de skal naturligvis udvikles inden for et konkret område og samtidig med at dette områdes konkrete viden tilegnes. Vi er ude i et "hønen og ægget"-problem. Uden høns ingen æg og uden æg ingen høns!

Jeg tror at en **problemorienteret undervisning** - fx i form af projektarbejde - her vil være et Columbus-æg! Når en gruppe elever udforsker en problemstilling, de selv har været med til at formulere, indgår de i en proces hvor de både skal være med til at definere og afgrænse problemstillingen, vælge teorier og

metoder og styre arbejdsprocessen. I denne arbejdsproces kan der bygges bro mellem proces og indhold. Det er derfor glædeligt at Uddannelsesstyrelsen (1999b) lige har udgivet et hæfte om dette emne.

Fra en afbalanceret vægtning af produkt og proces bl.a. gennem projektarbejde er der ikke langt til at tale om konstruktivisme.

Konstruktivismens konsekvenser

Konstruktivismen er en bred lære som siden sin "genopdagelse" inden for (især) naturvidenskabelig uddannelsesforskning har etableret sig som et paradigme for læringsteori, samtidig med at "konstruktivisme" langt fra er et entydigt begreb.

Konstruktivismen i sin nuværende form har sine rødder fra især Piagets forskning om læring, og følgende grundprincipper vil de fleste kunne blive enige om:

- Ny viden tager udgangspunkt i eksisterende opfattelser
- Viden kan ikke modtages passivt, men skal opbygges aktivt af den lærende

Spørgsmålet om bevidsthedens måde at arbejde på, og om læring og viden er individuel eller social skiller derimod vandre. Men set fra et konstruktivistisk synspunkt, hvor læring er en aktiv proces, er der således ingen modsætning mellem indhold og proces i fysikken. At lære et indhold på meningsfuld vis vil være at involvere den lærende i en videnskonstruktionsproces som vil være en dynamisk interaktion mellem indhold og proces, hvorigennem eleven konstruerer og rekonstruerer sin forståelse af verden.

Det store skel går mellem viden betragtet som individuelle, mentale skemaer eller som kulturelle adfærdsmønstre i et socialt rum. De to sider (af et spektrum af opfattelser) har jeg for øverblikkets skyld samlet i nedenstående stærkt forenklede skema:

To grundsyn på læring

	MENTALISTISK perspektiv	SOCIOKULTURELT perspektiv
<i>Læringens/udviklingens endemål</i>	Evne til formal-logisk tænkning	Beherskelse af kulturelle symboler og strukturer
<i>Pædagogiske grund- spørgsmål</i>	Hvordan udvikler vi formal-logiske evner?	Hvordan tilegner vi os vores kultur?
<i>Læringssyn</i>	Individuelt, kognitivt	Socialt, kulturhistorisk
<i>Viden ses som</i>	Kognitive skemaer	Betydningskabelse forment af kulturen
<i>Vidensudvikling</i>	Individuel → social	Social → individuel
<i>Tilgang til verden</i>	Logisk-deduktiv	Narrativ
<i>Pædagogisk praksis</i>	Hensyntagen til individuel videnskonstruktion	Opbygning af sociale pro- cesser

Er viden opbygning af mentale skemaer i en adaptiv ligevægts-søgende proces baseret på assimilation og akkomodation - i overensstemmelse med Piagets grundlæggende ideer? Hvor vægten ligger på at opbygge evnen til formal-logisk tænkning hos den enkelte. Eller skal viden snarere ses som en internalisering af kulturen gennem brug af kulturelle frembringelser (redskaber, symboler, modeller, sprog) - som især Vygotsky tages til indtægt for? Hvor det sociale kommer før det individuelle.

Den traditionelle Piaget-opfattelse, med dens vægt på at fremprovokere kognitive konflikter som afsæt for ny eller ændret erkendelse, har været et teoretisk fundament for en række naturvidenskabelige uddannelsesprojekter i 70'erne og 80'erne,

fx CLIS (Childrens Learning In Science)(Scott & Driver 1998) og CASE (Cognitive Acceleration through Science Education) (i hvert fald i starten) (Adey & Shayer 1994, Adey, Shayer & Yates 1995). Der er siden fremkommet mange angreb på den individuelle, Piagetinspirerede opfattelse af læring og viden.

Lauren Resnicks kendte artikel fra 1987 "Learning in School and Out" påpeger hvorledes viden i verden uden for skolen opbygges i sociale kontekster, som en situationsspecifik kompetence, i modsætning til skolens individuelle, generaliserede læring.

Latour & Woolgars (1986) klassiske undersøgelse af vidensfrembringelse i et laboratorium viser hvorledes videnskaben nok så meget udvikler sig på basis af samtaler som på kognitive processer.

Megen forskning viser at i realistiske situationer løses problemer ved at prøve sig frem, trial and error, intuition. "Muddeling through", snarere end via rationelle, logisk-deduktive tilgange. Selvfølgelig har eksperter mere erfaring i at prøve sig frem end novicer, men måske er vigtigheden af abstrakt tænkning i fysisk problemløsning overdrevet - en slags læringsforskningens alkymi!

I hvert fald kan det kun være et argument for at opbygge fagligt autentiske læringsmiljøer som giver plads til tvivlen, de mange måder, diskussionerne!

Som en særlig videreudvikling af den socialt orienterede konstruktivisme vil jeg omtale

Samtalen i fysikken - dialogens rolle

I overensstemmelse med nyere opfattelser af viden som frembragt i sociale sammenhænge via sproglige processer, og i et vist omfang også bestående af sproglige konstruktioner (i sin mest ekstreme form udtrykt i socialkonstruktionismen (Ger-

gen 1995 og 1997)), bliver samtalen en central faktor i fysik-undervisningen.

Opfattelsen af samtaleens betydning og valg af samtaleform bliver afgørende for hvilken form for læring der foregår, og det bliver således et vigtigt værdigrundlag for undervisningen. Der er en fundamental forskel i opfattelsen af sproget som *transmission af viden* contra opfattelsen af sprog som *skabelse af viden*. I den første - de Saussure påvirkede - holdning er sproget et middel til at repræsentere og beskrive en ydre, objektivt givet verden, mens den anden - mere Wittgenstein påvirkede - holdning i højere grad ser sproget som den grundlæggende form for social menneskelig handling, i hvilken viden konstrueres i fællesskab. De forskellige opfattelser manifesterer sig i forskellige *samtaleformer* i klasserummet. Jeg har forsøgt at indfange og karakterisere disse i følgende skema:

Forskellige samtaleformer

<i>Samtaletype</i>	MONOLOGISK	SOKRATISK	DIALOGISK
<i>Intention</i>	TRANSMISSION af autoriseret viden	OPDAGELSE af autoriseret viden	Fælles VIDENS-KONSTRUKTION og opgaveløsning
<i>Struktur</i>	Traditionel retorik	Spørgsmål-svar-evaluering Implicitte regler Fingeret samtale	Mange arbejdsformer Eksplicitte regler
<i>Elevrolle</i>	Elever passive og modtagende Kognitive konflikter opdages ikke	Elever lytter når ikke spurgt. Underlægger sig lærerens dagsorden. Kognitive konflikter skjules	Aktive spørgere. Er med til at opstille dagsordenen. Kognitive konflikter bearbejdes
<i>Lærrolle</i>	Videnskabens repræsentant -	Samtalepartner med en skjult læreplan hvilende på et videnskabeligt begrebsapparat	Samtalepartner med åben læreplan. Mediator mellem forskellige fag/ begrebsopfattelser

Skemaet skal naturligvis ikke opfattes for firkantet, men som en beskrivelse af det spektrum af samtaleformer der findes, og hvor den enkelte lærer vel vil gøre brug af alle former i løbet af sin undervisning. Det er også vigtigt at slå fast at de alle kan have deres berettigelse i undervisningen. Men det er lige så vigtigt at gøre sig klart hvilke forskellige former for læring og hvilke fagopfattelser de hver især fører til.

Måske er den vigtigste pointe her, at uanset om man opfatter fysikken som en beskrivelse af en reelt eksisterende virkelighed eller som en samling menneskelige ideer der kan anvendes i praksis, så vil læringen af fysikken og dens begrebsapparat fremmes ved at involvere eleverne i dialogiske processer. Det stof eleverne skal arbejde med og tilegne sig *bliver* først sandt for dem, når de har sprogliggjort det selv. Uanset hvilken reel, objektiv status man ellers vil tildele det.

Set fra et konstruktivistisk synspunkt skal dialogen skabe forbindelse mellem forskellige fysikopfattelser:

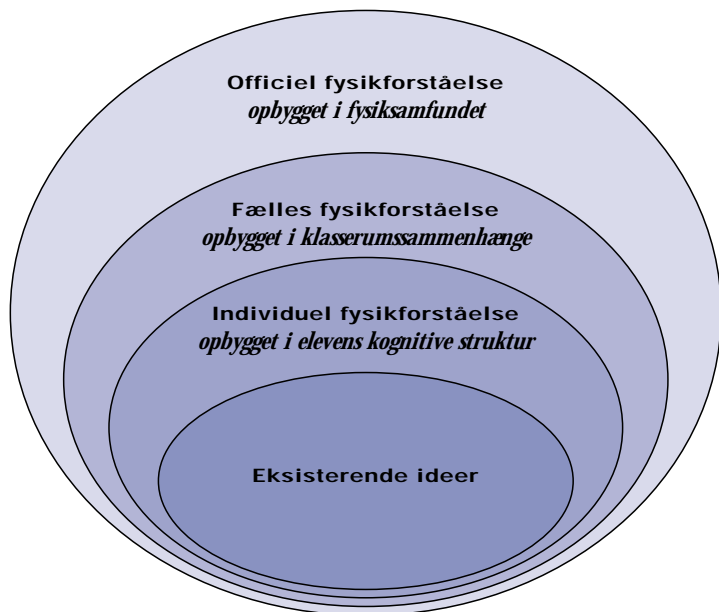


Fig 5: 4 forståelser

Den opfattelse, eleven har af det der skal læres, skal gennem undervisningen udvikles til en fysikforståelse, som via dialogen med de øvrige elever og læreren bringes i overensstemmelse med disses, og denne fælles fysikforståelse i klassen skal passe med den officielle fysikopfattelse som den udtrykkes af læreren og lærebøgerne. Der er således tale om mange forskellige stemmer der skal tilpasse sig hinanden gennem samtaler, men med den binding, at den opnåede forståelse skal kunne forklare fænomener og problemer i den reale verden.

Olga Dysthe (1995) har på basis af bl.a. den russiske sprogteoretiker Bakhtin arbejdet med hvordan mening opstår i disse dialogiske processer.

Ifølge Bakhtin er det ikke individet der skaber mening, den opstår i samspillet mellem de talende med responsen som det aktiverende princip. Forståelse og respons er dialektisk knyttet sammen. Iflg. Bakhtin betyder forståelse aldrig overførelse af mening fra sender til modtager. Forståelse er afhængig af at modtageren aktivt kommer "budskabet" i møde med en reaktion og i dette møde opstår mening og forståelse. Mening konstrueres som en "ideologisk bro" mellem dialogpartnere. Forståelse kræver derfor en eller anden form for respons, svar, dialogisk udveksling. Men det behøver ikke kun at være mellem mennesker. Dialogen kan være mellem alle meningsbærere, såsom tekster, ytringer, tanker, og det der konstituerer dialogen er ikke kun at man skiftes til at sige noget, men den opstår først og fremmest i spændingen, evt. konflikten, mellem ytringerne.

Læring sker altså ifølge dette altid i interaktion, hvorfor undervisningen skal give rum for dialog. Det specielle ved dialog er at den holder alle forskelligheder sammen samtidigt. Ifølge Bakhtin er begrebsændring afhængig af en sådan sammenstilling af stemmer, af denne kamp mellem modstridende positioner og af de forbindelser mellem dem som bliver skabt gennem dialogen.

Der er udviklet et begrebsapparat og en pædagogik som skal fremme dialogiske læreprocesser. Det trækker dels på Vygotskys begreb om den nære udviklingszone, som fx *stilladsering* (Hansen & Nielsen 1999) og *værdisætning*, og dels på *autenticitetsbegrebet*, som er nævnt ovenfor. Lærerens rolle i den dialogiske undervisning er (efter Olga Dysthe) at:

- stille autentiske spørgsmål
- stille opfølgende spørgsmål
- gøre stemmerne tydelige
- præcisere enighed og uenighed
- udfordre
- tydeliggøre konflikter
- tilføre ny information
- opsummere
- give plads til og fremme refleksion

Det er en lærerrolle som i stedet for at ville overlevere eleverne en bestemt viden, lægger vægt på at fremme samtalen mellem eleverne og mellem eleverne og læreren (og andre meningsbevidere som fx lærebøger). Et forsøg på påhældning af stof fra lærerens side vil være et udtryk for det Bakhtin kalder *det autoritative ord*. Det kan være nok så sandt (og det vil det vel være når fysiklæreren siger det), men det giver ikke rum for egen tænkning. Når autoriteten taler vil eleven ikke sætte sig i spil, ikke åbne op for refleksion. Man kan ikke gå i dialog med autoritative og uomgængelige sandheder. Mange elever karakteriserer netop fysik som "facts", "nogle formler der skal læres", "upersonligt" og de fortæller hvorledes et sådant fag er mere kedeligt og svært tilgængeligt end fag hvor der er givet plads til personlig tolkning. I modsætning til det autoritative ord omtaler Bakhtin *det indre overbevisende ord*, som får kraft gennem sit eget argument (og altså ikke en autoritet), men som er halvt vores eget og halvt andres. Det fremmes netop i dialogen, hvor det relaterer sig til og organiserer vores egne ord.

Dette betyder naturligvis ikke at man kan samtale sig frem til hvad som helst. Men læreren skal udvikle og styre dialogen så

eleverne tvinges til at relatere sig til de forskellige fysikopfattelser ved at der åbnes op for deres indre overbevisende stemme. Ved at sætte sine egne ord i spil mod andres opstår nye, selvstændige formuleringer og opfattelser, der kan være en vej til en udvidet og forhåbentlig bedre forståelse. Denne proces kan hjælpes i gang ved at arbejde med de gode historier i fysikken, ved at starte med det narrative, som jeg vil komme ind på nedenfor.

Refleksion og metakognition

Vi har set hvorledes dialoger åbner op for refleksion, for en bevidst og selvstændig forholden sig til stoffet. Refleksion er tæt forbundet med begrebet *metakognition*, dvs. det at have bevidsthed om, viden om og en forholden sig til de (lære)processer der foregår i klassen. Begrebet har haft stor indflydelse på de sidste års pædagogiske udvikling, og der er efterhånden udviklet en lang række metoder til at fremme elevernes metakognition (og lærerens!) (se fx Dolin & Ingerslev 1994b). I det hele taget vil jeg advokere for at inddrage meta-aspekterne i fysikundervisningen. Altså at træde et skridt tilbage og overveje og tale om hvad det er vi lærer i fysik, hvorfor gør vi dette, hvad skal/kan det bruges til, hvor langt er vi i forløbet, hvad er planen osv. Det er min erfaring at mange elever ikke har svært ved fysikken - eller ikke gider interessere sig for den - på grund af intellektuel uformåen, men fordi de er i vildrede om hvad meningen med det er.

Hvad er fysik og hvad er fysikfaglighed?

Det vil være langt ud over denne artikels rammer at give et fyldestgørende svar på disse spørgsmål. Jeg vil indskrænke mig til at fremhæve nogle for mig centrale aspekter ved faget:

Fysik er *reduktion* af virkeligheden (den døde natur). Komplexiteten reduceres ved at (op)finde begreber, som kan bruges i mange sammenhænge og som kan beskrive disse sammenhænge. Det gøres ved opbygning af modeller, dvs forskellige *repræsentationer* af virkelige fænomener. Det er karakteristisk at disse modeller ofte opskrives i matematisk sprog. De udvik-

lede begreber og modeller anvendes så på virkeligheden for at forklare dele af denne. Dette arbejde, der udføres af fysikere, foregår i vid udstrækning gennem sociale processer i *praksisfællesskaber*. Der opbygges herigennem en bestemt måde at se verden på og et bestemt sprog om verden - en speciel *kultur*.

Måske lidt firkantet kan man sige, at i fysikken forsøger man at finde det specielle i det almene, mens man i mange af livets andre forhold leder efter det almene i det specielle?

Fysik er altså en bestemt måde at tænke på, en form for viden som er meget forskellig fra andre former for viden, eleverne kender. Eller som de fleste mennesker bruger i hverdagen. Bruner (1998) forsøger at indfange forskellene mellem naturvidenskabelig viden og almindelig hverdagsviden ved hjælp af begreberne det *logisk-deduktive* og det *narrative*. Jeg her med udgangspunkt i Bruners opdeling forsøgt at opstille nogle af de karakteristiske forskelle i nedenstående skema:

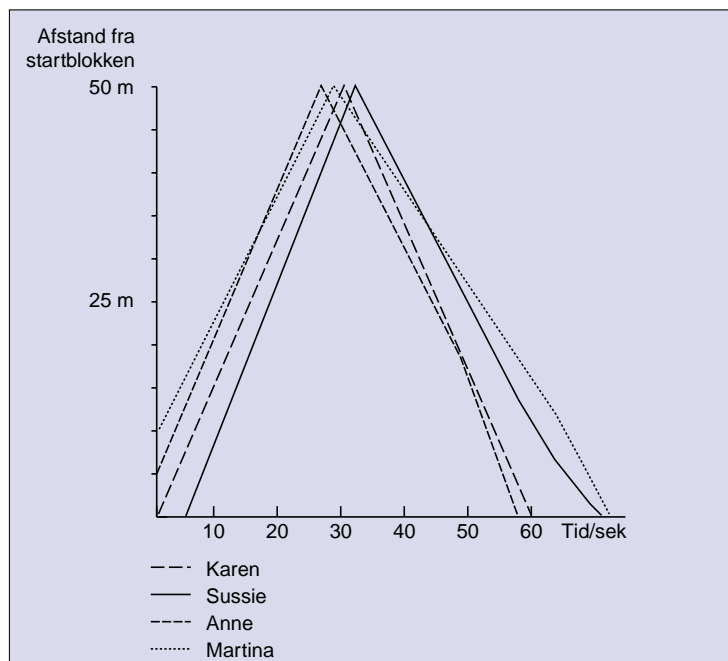
To typer videnskabelige teorier
(to måder at forstå verden på)

Omhandler	Logisk-deduktiv naturforhold/-kræfter	Narrativ intentionelle tilstande
Optaget af det	universielle	partikulære
Idealet er	forklaring (årsagsbeskrivelse)	forståelse (meningstilskrivelse)
Skal overbevise om	sandhed	troværdighed
Opererer med	entydighed	flertydighed
Opbygget	paradigmatisk	valide beskrivelser
Bedømmes ved	verifikation/falsifikation	livagtighed/troværdighed
Arbejder med	logik/matematik	fortolkning

Fysikken har altovervejende en logisk-deduktiv tilgang til verden, hvorimod hverdagsmennesket nærmer sig verden gennem fortællingens troværdighed. Fortællingen skaber netop sin troværdighed i dialogen mellem fortællingens parter, og derfor er de dialogiske processer vigtige måder at lære de logiske tankestrukturer på. Fortællingerne som en indgang til fysikken kan være historier om fysik, om fysikere eller i form af fysikkens historie, som omtalt ovenfor. Det kan også være at lade eleverne lave historier som faglige emner.

Nedenstående to opgaver kan illustrere de to forskellige tilgange til kinematikken:

Kvindernes 4x100 meter fri svømning sidste længde



Forestil dig at du er en sportskommentator til ovenstående svømmerace. - Skriv et manuskript til dette sidste race. (Vær opmærksom på at det ikke må tage længere tid at læse op end selve racet).

Et tog kører med en fart af 54 km/h. På en strækning af 2,00 km sættes farten op til 90 km/h med konstant acceleration.

Hvor lang tid var toget om at køre de 2,00 km?

Fysik som fag er således en kompleks størrelse, og begrebet *faglighed i fysik* tilsvarende vanskelig at definere. Jeg har andet sted (Dolin & Ingerslev 1997) argumenteret for et generelt faglighedsbegreb bestående af (skole)fagets viden og metoder, evnen til at kunne ræsonnere i og med faget og en metakognitiv kompetence i forhold til faget.

Et sådant faglighedsbegreb kan lidt slagordsagtigt sammenfattes i at eleverne gennem fysikundervisningen skal opnå en balance mellem at

- vide *at* (facts, hændelser, fænomener)
- vide *hvordan* (processer, færdigheder, evner)
- vide *hvorfor* (forklaringer, modeller, analogier, teorier)
- vide *om* (historie, filosofi)

Afslutning

Jeg har fremhævet nogle områder hvor man som fysiklærer i sin daglige undervisning står over for en række valg, som i bund og grund træffes på et bestemt værdigrundlag. Valgene får vidtrækkende konsekvenser både for undervisningens indhold og for elevernes muligheder for at lære dette indhold. Selv om jeg naturligvis vil argumentere for at nogle valg er bedre end andre - og det vel også har skinnet igennem hvilke jeg selv foretrækker - er det klart at værdibaserede valg i sidste ende afgøres gennem et komplekst samspil mellem de involverede aktører - her i første række læreren underlagt de officielle rammer og påvirket af elever, forældre, skolemiljø osv.. Men uanset hvilke valg man foretager kan man kræve at de foretages bevidst og ud fra et kendskab til de forskellige muligheder og deres konsekvenser.

Derfor er det vigtigt at man i det faglige miljø fremmer debatten om hvilke veje faget skal gå - alt efter hvilke værdier man vil fremme!

Litteratur

- Adey, P.& Shayer, M. (1994): *Really Raising Standards*, Routledge, London.
- Adey, P.S., Shayer, M.&Yates, C. (1995): *Thinking Science*, Thomas Nelson and Sons, London.
- Baird, John & Northfield, Jeff (1995): *Erfaringer fra PEEL-projektet*, KLIM, Århus.
- Beyer, Karin (1992): *Det er ikke tænkning det hele*. I: Henry Nielsen og Albert Paulsen (red.): *Undervisning i fysik - den konstruktivistiske idé*, Gyldendal.
- Bruner, Jerome (1960): *The process of Education*, Harvard University Press
- Bruner, Jerome (1998): *Uddannelseskulturen*, Munksgaard.
- Dolin, Jens & Ingerslev, Gitte (1994a): *Procesorienteret skrivning i dansk og fysik*. I Paulsen, Albert Chr (red.): *Naturfagenes Pædagogik mellem udviklingsarbejder og teoridannelse*. Rapport fra Nordisk Forskersymposium 1993, Samfundslitteratur, Frederiksberg.
- Dolin, Jens & Ingerslev, Gitte (1994b): *At lære at lære - om PEEL-projektet*. I: Damberg, Erik (red.): *Pædagogik & Perspektiv - en gymnasial didaktik*, Munksgaard, København.
- Dolin, Jens & Ingerslev, Gitte (1997): *Pædagogik og faglighed*, Gymnasieskolen nr.11.
- Dysthe, Olga (1995): *Det flerstemmige klasserommet*, Ad Notam Gyldendal, Oslo. (Findes oversat til dansk på forlaget Klim)
- Gergen, Kenneth J. (1995): *Social Construction and the Educational Process*. I Steffe & Gale (eds.) (1995): *Constructivism in Education*, Lawrence Erlbaum.
- Gergen, Kenneth J. (1997): *Virkelighed og relationer*, Dansk Psykologisk Forlag, København.
- Grønbæk Hansen, Kirsten (1998): *Er læring mere end situeret praksis?* I: *Dansk Pædagogisk Tidsskrift* nr.2.
- Gustavsson, Bernt (1998): *Dannelse i vor tid*, Klim, Århus.

- Hansen, Jan Tønnes & Nielsen, Klaus (red.) (1999): *Stilladsering - en pædagogisk metafor*, Klim, Århus.
- Jenkins, E. W. (1989): *Processes in science education: an introduction*. I Wellington, Jerry (ed.): *Skills and processes in science education*, Routledge, London.
- Jørgensen, Erik (1999): *Jens Lyn møder risikosamfundet*, Pub.nr.38 fra DLH, Inst.f. Matematik, Fysik, Kemi og Informatik.
- Kolind, Lars (1995): *De almene ungdomsuddannelser og erhvervslivets kvalifikationskrav*. I: *Gymnasiet og hf år 2005 - en debatbog*, UVM/ARF/GL.
- La Cour, Poul & Appel, Jacob (1906): *Historisk Fysik*, Gyldendal, København.
- Latour, B. & Woolgar, S. (1986): *Laboratory life: The construction of scientific facts*. Princeton University Press, Princeton NJ
- Lave, Jean & Wenger, Etienne: *Situated learning. Legitimate peripheral participation*, Cambridge University Press.
- Leach, John & Paulsen, Albert Chr. (eds.) (1999): *Practical Work in Science Education: Recent Research Studies*, Roskilde University Press and Kluwer Academic Publishers.
- May, Michael (1997): *Undersøgelse af ingeniørstuderendes begrebsmæssige forståelse*, DTU.
- Millar, Robin (1989): *What is "scientific method" and can it be taught?* I Wellington, Jerry (ed.): *Skills and processes in science education*, Routledge, London.
- Nielsen, Klaus (1998): *Viden og læring i et situeret perspektiv*. I: *Dansk Pædagogisk Tidsskrift nr.2*.
- OECD (1999): *Measuring Student Knowledge and Skills - A New Framework for Assessment*, Paris.
- Resnick, Lauren B. (1987): *Learning in school and out*, Educational Researcher, Vol. 16 (9).
- Schmidt, Maria & Huber, Günter (1995): *Uncertainty vs. certainty oriented Students Decision Making in Learning Processes*, University of Tübingen.
- Scott, Philip H. & Driver, Rosalind H. (1998): *Learning About Science Teaching: Perspectives from an Action Research Project*. I Fraser & Tobin (eds.): *International Handbook of Science Education*, Kluwer Academic Press.

Sjøberg, Svein (1998): *Naturfag som allmenndannelse - en kritisk fagdidaktikk*, Ad Notam Gyldendal, Oslo.

Uddannelse 1999a: *Dannelse og identitet*, Undervisningsministeriets tidsskrift nr.5.

Uddannelse 1999b: *Kompetence*, Undervisningsministeriets tidsskrift nr.9.

Uddannelsesstyrelsen (1999a): *Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser*, temahæfteserie, nr. 23.

Uddannelsesstyrelsen (1999b): *Projektarbejde i fysik*.

Undervisningsministeriet 1997: *National kompetenceudvikling. Erhvervsudvikling gennem kvalifikationsudvikling*, Undervisningsministeriet, København.

Indtryk fra gruppedrøftelser og plenum

Gruppedrøftelserne og oplæggene i plenum blev i høj grad præget af fagets situation. På den ene side blev der udtrykt ønske om en klar og markant faglig profil, på den anden side blev det også fremhævet, at faget skal appellere til mange flere unge, så man derigennem kan styrke interessen for teknik og naturvidenskab.

Flere undersøgelser, som fx TIMSS, den kommende PISA-undersøgelse og Kirsten Paludans ("Naturvidenskabsopfattelse og uddannelsesvalg", Århus Universitet, 1999) blev trukket frem som værende af betydning for diskussionen - ikke mindst i forhold til elevernes opfattelse af fysikundervisningen. Det blev også drøftet, om det er rimeligt, at fysiks succes eller =fiasko skal diskuteres ud fra antallet af elever på højt niveau - eller om det måske ikke er mindst lige så vigtigt, at fysik på obligatorisk niveau fungerer godt.

Der kom også en række forslag frem, blandt andet

- behov for øget tværfagligt samarbejde mellem fysik og andre fag
- mere projektarbejde i fysik
- forøgelse af den skolebaserede efteruddannelse for at få fysik-kolleger, der sjældent tager på kursus, i tale
- dannelse af lokale fysiklærerteams fx om en bestemt årgang
- vigtigheden af at bringe mennesket, historien og det samfundsmæssige perspektiv frem i fysikundervisningen.
- fysiklærerne skal selv være begejstrede - og turde vise det
- fagbilaget for fysik skal give lærere og elever større valgfrihed både med hensyn til form og indhold
- opfordring til på højt niveau at lave essay OM fysik
- opfordring til at bringe oplevelse og variation ind i fysikundervisningen
- eleverne skal selv have lejlighed til at formulere sig om fysiske emner.

Også flere væsentlige spørgsmål blev rejst.

- Hvordan sikres det, at fysik på obligatorisk niveau er både interessant, giver en rimelig faglig bredde og dybde og på væsentlige punkter bidrager til almindelig naturvidenskabelig oplysthed? Er pensum for stramt, og hvis ja, skyldes det så fagbilaget eller de anvendte lærebøger? Hvis der skal løsnes, hvordan kan det så ske uden at sænke det faglige niveau? Er der et dilemma mellem sjov fysik og fysik på et højt fagligt niveau? Er der den rigtige balance mellem dybde og bredde?
- Er pensum på det høje niveau sammensat fornuftigt? Er det acceptabelt, at DTU ikke stiller krav om højt niveau i fysik? Bør man overveje at løsne kravene til højt niveau, når der nu er så få aftagerinstitutioner, der stiller krav om det? Kan man fx forestille sig et friere pensumvalg og en begrænsning af emnerne, der testes ved skriftlig eksamen?
- Kan pakkeforsøgene bruges til at stimulere interessen for fysik? Det virker tilsyneladende positivt på nogle skoler, hvor fagpakkerne medvirker til en styrkelse af det naturvidenskabelige miljø, mens antallet af elever på højt niveau på andre skoler med pakkeforsøg falder. Hvilke erfaringer kan man bruge her?
- Kan vi lære noget af udlandet? I Norge ser det ud til, at der er samme udvikling som i Danmark - blot noget forsinket. I Sverige derimod ser fysik og naturvidenskab ud til at klare sig en del bedre.
- Har lærerne så meget af deres identitet bundet i faget, at de skal gøre vold på sig selv for at undervise i fysik uden at gøre det fagligt korrekt og grundigt (og det vil normalt sige inkl. udstrakt brug af matematik)? I hvilken udstrækning er dette et problem, en udfordring eller en væsentlig værdi?

Debatten herom skal naturligvis fortsætte om disse og andre væsentlige spørgsmål. *Navigare necesse est.*

Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie

I denne serie udsender Uddannelsesstyrelsen publikationer om generelle eller mere specifikke aktuelle emner. Formålet er at skabe debat og inspirere til udvikling i uddannelserne.

I serien er følgende udkommet eller under udgivelse:

1999

- Nr. 1: Grønne initiativer i de almengymnasiale uddannelser (UVM 6-256)
(Gymnasiale uddannelser)
- Nr. 2: Strategier for erhvervsskolernes PIU-arbejde (UVM 7-278) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 3: Læring i praktikken - i social- og sundhedshjælperuddannelsen (UVM 7-280)
(Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 4: Ikt og vejledning på erhvervsskolerne (UVM 7-276) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 5: Rundt om læring (VHS video, tre små film, i alt 58 min.) (UVM 9-025)
(Voksenuddannelser)
- Nr. 6: Rundt om læring. Teksthæfte (UVM 9-026) (Voksenuddannelser)
- Nr. 7: På sporet af praksis. Antologi (UVM 9-027) (Voksenuddannelser)
- Nr. 8: Ikt i kemiundervisningen - på gymnasiet og hf (UVM 6-235) (Gymnasiale uddannelser)
- Nr. 9: Ind på teknisk skole - information og vejledning (UVM 7-282)
(Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 10: Frafald flytter: - hvorfor faldt de fra i praktiktiden i Århus? (UVM 7-284)
(Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 11: IT i undervisningen på hhx og htx (UVM 6-257) (Erhvervsgymnasiale uddannelser)
- Nr. 12: Naturarbejde i praksis: - en analyse af kvalifikationsbehov i dag og i fremtiden
(UVM 7-288) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 13: Hvad tænder? Et debatskrift om voksenuddannelse (UVM 9-028) (Voksenuddannelser)
- Nr. 14: Scenarier for erhvervsuddannelsesreform 2000 - inspiration til pædagogisk diskussion
(UVM 7-285) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 15: Nye tilrettelæggelsesformer på VUC (UVM 9-038) (Voksenuddannelser)
- Nr. 16: Q-90 projektet - baggrund, proces og status på erhvervsskolernes kvalitetsprojekt
(UVM 7-286) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 17: Tag hånd om skolekulturen - en vej til skoleudvikling på erhvervsskoler (UVM 7-287)
(Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 18: Debatoplæg om specialundervisning for voksne (UVM) (Voksenspecialundervisning)
- Nr. 19: Casen i psykologiundervisningen - i de almene voksenuddannelser (UVM 9-047)
(Voksenuddannelser)
- Nr. 20: Fakta om erhvervsuddannelsesreform 2000 (UVM 0065) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 21: Efteruddannelse for gymnasie- og hf-lærere. Supplement efterår 1999 (UVM)
(Gymnasiale uddannelser)
- Nr. 22: Evaluering af pgu - pædagogisk grunduddannelse (UVM 7-289)
(Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 23: Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser (UVM 6-261)
(Gymnasiale uddannelser)
- Nr. 24: Projektorganiseret undervisning i fysik i gymnasiet og hf (UVM 6-259)
(Gymnasiale uddannelser)
- Nr. 25: På godt og ondt. Et portræt af elever og deres forhold til mestre og erhvervsskoler
(UVM 7-292) (Erhvervsfaglige uddannelser)

Oversigten fortsætter på næste side

Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie

Fortsat fra forrige side

- Nr. 26: Evaluering af htx-uddannelsen 1999 (UVM 6-262) (Erhvervsgymnasiale uddannelser)
- Nr. 27: Banebryderprojektet (UVM 5-333) (Grundskolen)
- Nr. 28: Teori og praksis i den pædagogiske grunduddannelse - samarbejde mellem skole og praktiksteder (UVM 7-290) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 29: Praktikhåndbog til den pædagogiske grunduddannelse - et eksempel (UVM 7-291) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 30: På sporet - en antologi om undervisning i dansk som andetsprog (UVM 9-048) (Voksenuddannelser)
- Nr. 31: Erhvervsuddannelse. Hvordan lærer man i praktik? (UVM 7-293) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 32: Samarbejde mellem folkeskole og musikskole (UVM 5-345) (Grundskolen)
- Nr. 33: Heldigvis er vores folkeskole for alle. Elever med flygtninge- eller indvandrerbaggrund skriver dagbog (UVM 5-343) (Grundskolen)
- Nr. 34: Praksisnærhed og tværfaglighed på hhx (UVM 6-263) (Erhvervsgymnasiale uddannelser)
- Nr. 35: Q i undervisningsmaterialerne - lokal kvalitetsudvikling på erhvervsskolerne (UVM 7-294) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 36: Ingeniøruddannelserne. Før, nu og i fremtiden (UVM 0060) (Videregående uddannelser)
- Nr. 37: Beretning 1999 om gymnasiet og hf (UVM 0072) (Gymnasiale uddannelser)
- Nr. 38: Hvad virker? - erfaringer om uddannelse til flere unge (UVM 7-295) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 39: Kontaktlærerens arbejde - lærerroller og helhed (UVM 7-297) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 40: Dansk på arbejde - arbejde på dansk (UVM 9-050) (Voksenuddannelser)
- Nr. 41: Samtale og samarbejde - en kulturel udfordring (UVM 7-296) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 42: Læring i samspil - giver mening (UVM 7-298) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 43: Jeg læste en hel bog og nu tør jeg også skrive (UVM 7-299) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 44: Efteruddannelse for gymnasie- og hf-lærere 2000/2001 (UVM 0075) (Gymnasiale uddannelser)

2000

- Nr. 1: Udvikling af arbejdsmiljøundervisningen - social- og sundhedshjælperuddannelsen (UVM 7-300) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 2: Ideer til læring i praktikken - i social- og sundhedsassistentuddannelsen (UVM 7-301) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 3: Evaluering 1998-2000. Den Fri Ungdomsuddannelse. 2. delrapport (UVM 0080) (Øvrige ungdomsuddannelser)
- Nr. 4: Hvad venter vi på? - om it i fremmedsprogsundervisningen (UVM 7-302) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 5: Uddannelsesbibliotek - informations- og læringscenter. En evaluering af erhvervsskolernes biblioteksprojekter (UVM 7-303) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 6: Naturvidenskabelige klasser i gymnasiet (UVM 6-264) (Gymnasiale uddannelser)
- Nr. 7: Hf-forsøg 1997-1999. Status 1999 for arbejdet i hf-evalueringsgruppen samt foreløbige konklusioner vedrørende 2-årige hf-forsøg, 1997-1999. (UVM 6-267) (Gymnasiale uddannelser)

Oversigten fortsætter på næste side

Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie

Fortsat fra forrige side

- Nr. 8: De fire tværgående dimensioner på htx (UVM 6-265) (Erhvervsgymnasiale uddannelser)
- Nr. 9: Elevansvar og elevindflydelse på tværfaglige htx-projekter (UVM 6-266) (Erhvervsgymnasiale uddannelser)
- Nr. 10: Fleksibel voksenundervisning. Kortlægning af fleksible tilrettelæggelsesformer på VUC (UVM 9-xxx) (Voksenuddannelser)
- Nr. 11: Selvevaluering - undervisning, læring og kvalitet i dialog (UVM 7-304) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 12: Projektarbejde i en nysgerrighedskultur (UVM 7-305) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 13: Produktionsskolerne i Danmark - deltagere og skoleprofiler (UVM 7-306) (Øvrige ungdomsuddannelser)
- Nr. 14: Elevernes oplevelser af erhvervsuddannelsesreform 2000 - forsøg med grundforløb efterår 1999 (UVM 7-307)
- Nr. 15: Forsøg med erhvervsuddannelsesreform 2000 - opsamling af de første erfaringer (UVM 7-308) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 16: Fra Kierkegaard til Valvin Klein, Gymnasietilværelser i 90'erne - en undersøgelse af 1997-studenternes danske stile (UVM 6-268) (Gymnasiale uddannelser)
- Nr. 17: Fysik og almindannelse - rapport fra en konference på Askov Højskole (UVM 6-270) (Gymnasiale uddannelser)

Publikationerne kan købes hos Undervisningsministeriets forlag eller hos boghandlere

