

Kapitel 4

Y-KLASSEN

Af Verner Schilling

INDLEDNING

Formålet med den følgende citatmosaik fra y-klassen er at give et indtryk, dels af nogle grundlæggende holdninger hos læreren, dels af hvilke opfattelser af fysik og fysikundervisning der har udviklet sig hos eleverne i det to-årige forløb. Der vil ikke blive foretaget nogen analyse af undervisningen eller en sammenligning af lærerens intentioner med elevernes faktiske udbytte af undervisningen. Sigtet er at give en karakteristik af klassen og forløbet ved at vise hvordan aspekter af forløbet ses gennem lærerens og elevernes øjne.

Undervisningsformen har været en blanding af lærerstyrede klassediskussioner, gruppearbejde (opgaver, opstilling af formler, arbejde med EDB m.m.) og eleveksperimenter. Eleverne har været inddelt i faste grupper. Dog blev der lavet ny gruppeinddeling et par gange i forløbet.

Læreren opfatter selv sin undervisning som relativt traditionel. Men undervisningen udmærker sig ved at være usædvanlig gennemtænkt hvad angår indhold og formål. (Om målene så nås er naturligvis et andet spørgsmål). Usædvanlig er også den omfattende inddragelse af EDB på forskellige måder.

Læreren koncentrerer sig forholdsvis lidt om den enkelte elev, og ser selv denne manglende orientering mod den enkelte som en svaghed (Lærerinterview i 2.g).

Der blev gennemført to interviews med læreren af ca. en times varighed, hhv. i starten af 1.g og starten af 2.g i det to-årige forløb. Efter afslutningen af 2.g nedskrev læreren nogle refleksioner over forløbet.

Eleverne fik et spørgeskema i starten af 1.g. De blev interviewet to gange i henholdsvis marts i 1.g

og januar i 2.g., hvor de blev interviewet individuelt eller i små grupper (2-4). Interviewenes varighed var mellem en halv og en hel time. Umiddelbart før den sidste interviewserie udfyldte eleverne et spørgeskema med faglige og holdningsmæssige spørgsmål. Citaterne i det følgende er taget fra disse interviews og spørgeskemaer.

Oversigt over emnerne i forløbet:

1.g:

August: Intro: "Hvad er fysik"

September – december: Energi, varmelære

Januar – maj: Astronomi + atomfysik og bølger (atomspektre)

(Marts: Eksperimentel projektuge sammen med biologi og kemi)

2.g:

August – december: Manhattan Projektet (kernefysik)

Januar – marts: Mekanik

April: Eksperimentelt projekt (emner inden for mekanisk fysik)

April – maj: Elektriske kredsløb

Da der i det følgende refereres specielt til de to forløb om varmelære og om Manhattan Projektet følger her en kort beskrivelse af dem.

Varmelære:

Der blev benyttet lærebogen "Energistrømme" af Blegaa og Poulsen.

Hovedpunkterne i forløbet var:

Fælles brainstorm i klassen (herunder begreberne varme og temperatur).

Energi og effekt: Klassediskussion, opgaver i grupper. Enheder diskuteres.

Energi og effekt: Elever udfører målinger.

Elektrisk energi. Klassediskussion, opgaver i grupper.

Intro til varmelære. Demo-eksp.: Opvarmning af isklump. Påfølgende diskussion af begreberne varme og temperatur (igen).

Vandblandingseksperiment (elever). Påfølgende diskussion af formler. Lod og vand. Gruppearbejde: "blandingsformler" skal opstilles.

Gruppearbejde: Opstilling af formler til bestemmelse af smelte- og fordampningsvarme.

Elevøvelse: Smelte- og fordampningsvarme. I grupper: beregninger (med usikkerhed) v.h.j.a regneark.

Udarbejdelse af begrebskort for varmelæren.

Fremlæggelse af begrebskort.

Forløbet var lidt for krævende for eleverne. Selv at skulle opstille formlerne fandt de fleste svært, og mange forstod ikke hvad de gjorde. Men som det fremgår af det følgende fik de en fornemmelse af at fysik bl.a. handler om at "opstille formler" og "at man selv kan regne noget ud".

Manhattan Projektet:

Der blev benyttet lærebogen "Manhattan Projektet" af Christensen og Meyer.

Bogen er en gennemgang af det historiske forløb der førte frem til atombomben. Undervejs gennemgås den kernefysiske teori der er nødvendig for at forstå de videnskabelige opdagelser der ligger til grund for bombens konstruktion.

Der er blevet lagt stor vægt på at tale om og arbejde med modelbegrebet i dette forløb. Meget af undervisningen har drejet sig om at arbejde med forskellige repræsentationer af samme model, og arbejdet i EDB-rummet med Fpro har været fremtrædende. (Se under gennemgang af spørgeskemaet ang. elevernes opfattelse af begrebet "en model").

Forløbet omfattede en ekskursion til Risø, hvor eleverne om formiddagen gør en reaktor kritisk og om eftermiddagen i forskellige grupper udfører et kernefysisk eksperiment. Før besøget havde de arbejdet med computersimuleringer af en reaktor. Det eksperimentelle arbejde i øvrigt bestod i måling af radioaktivt henfald, samt en mere åben undersøgelse af radioaktive kilder.

Som afslutning på arbejdet med Manhattan Projektet skulle eleverne skrive et essay om et udvalgt eksempel på "Big Science".

Det efterfølgende spørgeskema viser at eleverne var ret glade for forløbet. 5-6 finder det "meget interessant", 10-11 "ret interessant", kun 1 "ikke særlig interessant". Ingen finder det "uinteressant". På spørgsmålet om hvad der var mest interessant er det tydeligt at atomreaktorens virkemåde og udnyttelsen af kerneenergien er det der interesserer mest.

LÆREREN

Lærerens syn på formålet med fysikundervisningen

T giver udtryk for den holdning at formålet med fysikundervisningen ikke er at eleverne skal lære bestemte emner men snarere at de skal lære en bestemt måde at tænke på.:

Jeg håber de kan få en forståelse af, hvad fysik er for en slags ting, i denne her verden

(..)

Jeg tror nok, jeg er meget kritisk overfor, hvis man formulerer kompetencer som konkrete emner(..) Bare det at kunne skille et matematisk og et fysisk argument,... det synes jeg i sig selv.. altså hvis man kan få dem til at forstå det i løbet af de to år, så har man saftuseme nået meget (..) Og bare det at forstå det, det er en kompetence vil jeg sige, som eksempel. Og det er altså lige meget om det er så er luftarternes tilstandsligning eller Newtons 2. lov det drejer sig om. (..) Det er meget mindre væsentligt efter min mening. I virkeligheden så synes jeg det er fuldstændig tåbeligt, at man ... pludselig siger, at nu skal I lære luftarternes tilstandsligning, obligatorisk niveau. Det er fuldstændig ligegyldigt efter min mening (Int. 1.g)

T lægger stor vægt på at prøve at formidle fysikken som matematisk naturbeskrivelse. I den sammenhæng ønsker han at eleverne skal få en indsigt i hvad videnskabelig erkendelse er:

...og da var idéen altså, at de i et eksperimentelt

projekt gerne skulle (..), håber jeg i al fald, opleve at der er en proces, hvor teori og eksperiment spiller sammen. Og det skulle så, altså håber jeg, gøre dem motiveret til at høre noget mere generelt om, om videnskabelig erkendelse, og specielt det der problem med at jeg gerne vil nedbryde deres fordomme om at man bare kan gå ud og iagttage naturen (Int. 2.g)

T's fysiksyn skinner tydeligt igennem i hans redogørelse for hvad han opfattede som formålet med varmelæreforløbet i 1.g:

Jeg vil egentlig gerne have ud af det, at de får en forståelse af - også som noget nyt for folkeskolen, at der er en sammenhæng imellem fysisk tankegang og matematisk øh værktøj, for det er noget nyt, og det mener jeg varmelæren .. er meget god til altså at bruge til, fordi den,.. altså man kan sige dens formler er forholdsvis simple, men dens fysiske baggrund er forholdsvis indviklet, og man kunne håbe i al fald, at man (..) gennem diskussioner af begreberne temperatur og varme og gennem det at nå frem til nogle formler, som man kan arbejde med kan give en oplevelse af, hvad, hvad det er fysik gør. Eller hvad man kan bruge fysik til, ik'. (..) Man kan sige der er to slags ting jeg (..) gerne ville have dem til .. som resultat. Den ene er at være i stand til rent praktisk at kunne løse nogle problemer. Altså nogle varmelæreproblemer. Vælge (..) de rigtige formler og kunne arbejde med dem. Og den anden er selvfølgelig, at(..) de forstår, hvad det er de gør, og at de får en fysisk forståelse af det også.

(..)så kan man godt sige som en tredje ting, det er så igen det, at de (..) kunne få, i hvert fald en fornemmelse af, hvordan man kan skabe noget i fysik, altså opbygge en teori eller model gennem teoretisk og eksperimentelt arbejde... (Int. 2.g)

T lægger stor vægt på at formidle filosofiske, historiske og samfundsmæssige aspekter af fysikken. Hertil har han især brugt temaet "Manhattanprojektet". Men også i dette forløb står den matematiske naturbeskrivelse og modelbegrebet centralt:

..hvad jeg ville med kernefysikken. (..) For det første modelbegrebet (..) hvor jeg altså gerne vil lære dem

at bruge det, og det var altså på radioaktivt henfald og på reaktorfysikken. Og for det andet det historiske eller samfundsmæssige, hvor jeg så altså har stået med valget mellem enten at snakke (..) om videnskabelig erkendelse undervejs (..) til at opbygge en teori, og at det tager forbløffende lang tid, og der går forbløffende mange ting galt (...)Og den tredje ting, det var så fysikken med stort "F" (..), altså at, at jeg også godt vil (..) - vise dem hvordan fysik og matematik smelter sammen, og man kan regne ting ud om radioaktivt henfald, og man kan regne energi ud for kernereaktioner og finde ud af hvor meget energi der kommer ud af uran-spaltning og hvorfor det netop er uran og ikke jern f.eks. (..) Plus det eksperimentelle, (..)hvor jeg gerne vil vise dem noget rigtig fysik i gåseøjne, ved at de kommer på Risø og laver øh nogle eksperimenter.(Int.2.g).

Lærerens syn på læring

Sit syn på læring beskriver T således:

(..) lidt provokerende vil jeg sige, at dybest set mener jeg ikke, at vi kan stille en teori op over hvordan begrebsdannelsen, specielt f.eks. i fysik, skal laves.... fordi, jeg tror at vi fungerer som ... lad os bare bruge et computerudtryk, vi fungerer som et neuralt netværk, der (..) vi lærer ikke ved at starte (..) på et bestemt fundament og så bygge tingene op. Det betyder ikke at jeg selvfølgelig ikke overvejer noget, altså selvfølgelig, det er klart, det gør enhver lærer jo. At når man skal undervise, er man nødt til at ha' en eller anden opbygning. Men dybest set tror jeg ikke, at det betyder særligt meget, hvor man starter. Det man skal ha' bygget op, er netværket. Og det kan man gøre fra alle sider, og det svære er, kan man sige, at (..) det kommer først, når man bevæger sig rundt fra alle siderne. Eller fra mange forskellige sider. Så det vil sige, deres opfattelse af energi og effekt, afhænger ikke nødvendigvis af, at jeg lige er startet med... jeg har jo heller ikke defineret hvad energi er, det har jeg jo netop også sagt til dem, at det kan man ikke, i virkeligheden. Men altså det afhænger dårligt nok af, at vi startede der. Men det afhænger af, at de begynder at bruge begreberne, og så bliver der pludselig nogle forbindelser, som forhåbentlig er rigtige. Det er jo ikke sikkert, at de bliver det. Der kunne jo ske fejl i det neurale netværk (..) Men efterhånden vil det så komme til at hænge sammen, hvis det lykkes. Altså

sådan tror jeg det er. Så jeg tror, at ... at altså lidt provokerende tror jeg ikke (...) at man kan nå særligt langt ved at forsøge at lave en (...) entydig teori for hvordan begrebsdannelse i fysik generelt, eller i et bestemt område, kan laves. Og det passer jo meget godt, kan man sige, med vores gymnasiebekendtgørelse, som i hvert fald lægger op til at vi skal kunne starte fra mange vinkler med projektorienteret undervisning. Så altså... jeg er faktisk meget imod lærebøger, egentlig. (Int. 1g)

ELEVERNE

Første spørgeskema

Fra det indledende spørgeskema følger her nogle enkelte oplysninger, der bl.a. antyder noget om elevernes syn på læring og undervisningsformer.

20 elever kom fra 9. klasse (en herefter på efterskole), og 8 fra 10. klasse.

18 elever havde valgt gymnasiet fordi ”det kan bruges til så meget” og ”er en af de bedste uddannelser”, mens 8 havde valgt det for at få en videregående uddannelse.

Om fysik/kemi i folkeskolen siger de fleste (18) at det bedste var forsøgene (10 har lavet forsøg hver time, 11 hver uge, 7 sjældnere). 3 elever syntes læreren var det bedste.

Det værste ved fysik/kemi var for 7 elever teorien, for 8 elever læreren (er rodet, kommer for sent eller slet ikke, kan ikke svare på spørgsmål, er ikke færdiguddannet).

Alle forventer at gymnasiet vil stille større krav end folkeskolen. 8 ved ikke hvordan de vil klare de større krav, 16 vil arbejde hårdere, mens kun 2 svarer ja til at de vil arbejde mere selvstændigt, planlægge og tage ansvar.

På spørgsmålet ”Hvad vil det efter din mening sige at lære noget” svarede 18 ”at forøge sin viden” eller ”at kunne huske”, mens 9 elever også henviser til forståelse og anvendelse.

Den arbejdsform der oftest (nemlig af næsten alle) nævnes som én man lærer noget af er ”at elever laver forsøg”.

Elevernes syn på læring

Der synes i løbet af det første år at have været en udvikling i de fleste elevers forståelse af hvad det vil sige at lære noget. De fleste taler nu om at det ikke er nok at huske, man skal også kunne bruge sin viden. Desuden forbindes læring med forståelse.

S: ...at lære noget det er at udvide ens viden ... sådan så man får lært det på den måde sådan så man kan huske det.. (...). man ved ikke om man behøves at bruge den i sin hverdag, men hvis man rigtig skal lære det og man skal kunne huske det så skal der nok være et eller andet man bruger det til i sin hverdag (Int.1g)

C:... at man bliver præsenteret for noget man ikke vidste før ... eller ikke kunne før så... når man har lært det, så kan man finde ud af det at gøre det, at bruge det, så kan man definere hvad det er man gør. (Int.1g)

M: du kan selvfølgelig også lære det udenad ikk., men det er jo ikke... du har jo så ikke rigtig lært det, hvis du bare kan en masse fine ting øh øh .. en hel masse formler.. og sådan al muligt... og du så måske dybest set ikke rigtigt forstår det.. (Int.1g)

Forståelse betyder for de fleste at man kan bruge sin viden eller at man kan forklare den til andre:

S: At forstå noget (...).Det er nok hvis man kan bruge den viden, man har fået. (Int.1g)

M: Kunne bruge den praktisk, så har man jo forstået det. Man kan også vide en masse ting uden at kunne bruge det til noget (Int.1g)

R: Ja, det vil jeg sige sådan.. at du lærer noget og så du kan forklare det videre til en anden, som så ... forstår det så også ikk'. Så synes jeg du har lært noget, fordi så forstår du det jo selv, hvis du kan forklare det videre til en anden, så de også forstår det. (Int.1g)

N:... Jeg tror det vil sige at kunne forklare det videre til en anden, som så også kunne sætte sig ind i det. (Int.1g)

En enkelt ser stadig læring som en stort set passiv proces:

E: det er når man sidder der og ... har slået klapperne ud, og (læreren) han står og tegner og fortæller ikk. Det må vel siges at lære noget, altså at få nogen nye begreber og idéer, teorier, formler ind eller få skrevet ned på papir, ikk (Int.1g)

Elevernes syn på gruppearbejde

Næsten alle elever er enige om at gruppearbejdet er en god arbejdsform. På spørgsmålet ”Hvad synes du om at arbejde i grupper?” svares der

S: Det synes jeg er meget godt. Men det kommer måske også lidt an på, hvad for en gruppe man er i. Fordi hvis man er i en gruppe, hvor man føler, at man slæber det hele ikk, eller man skal trække det hele op, så må man sikkert blive lidt langsommelig (...). Men jeg synes det er meget godt ikk. Også fordi.. det er også meget godt selv at få lov til at prøve at løse et problem(..) end der bare er en lærer der står og forklarer hvordan du så skal gøre ikk. Det er meget sjovt selv at prøve. Synes jeg. Så det ikke kun er læreren der fortæller (...) (Int.1g)

M: Det synes jeg er godt. Det synes jeg er rigtig godt, helt sikkert. Fordi man får sådan nogle forskellige... sådan input fra alle dem, der er med, og der er selvfølgelig nogle der er mere aktive end andre, men sådan er det jo altid ikk'. Men jeg synes(..) det er rigtig godt, helt sikkert. Det er også godt, at vi bytter lidt rundt i grupperne. Så du ikke sidder med de samme 3 mennesker. (Int.1g)

R: Det synes jeg er meget godt, fordi (...) hvis man sidder hjemme og sådan noget, så har man den der tvivl i baghovedet, er det nu rigtigt det du sidder og laver, (...) så når der er andres meninger, når vi sidder derovre, (...) så kan du lige spørge dem man er i gruppe med. Det synes jeg er meget rart(..).. jeg synes det er lidt svært med (klasse)diskussion, fordi der er du så mange, der skal sidde, så får man ikke rigtigt indført et ord... (Int.1g)

Mens nogle lægger vægt på at de kan få hjælp i grupperne uden at skulle blotte sig over for lære-

ren, ser andre gruppearbejdet som en mulighed for at lære ved at forklare sine ideer til andre:

P: Når man sidder sådan fire mennesker og diskuterer, så synes jeg det er meget lettere at få sagt noget også, så er man heller ikke sådan.. hvis det er sådan lidt forkert, og sådan noget(..).. så gør det heller ikke så meget (Int.1g)

C: (...) så hjælper man hinanden indenfor grupperne ikk, så er der ikke nogen der halter bagud (Int.1g)

Kl: Jeg har svært ved at .. at få forklaret af andre tror jeg (...)Den gruppe som jeg er i nu, der kan jeg godt, der kan jeg godt lide at være, fordi der kan jeg forklare de andre noget ik' (Int.1g)

Selv om de fleste, både dygtige og mindre dygtige elever, er meget positive overfor gruppearbejdet, er der dog enkelte elever der foretrækker trygheden ved den lærercentrerede undervisning. En (fagligt ret svag) elev udtaler:

E: Jeg tror egentlig det.. det jeg bedst kan li', det er hvis der er et forsøg og så.. og læreren laver det, det kan jeg egentlig bedst li'. (...) Jeg synes på en eller anden måde er det mere overskueligt, at det er én der har så meget tjek på det... fremlægger det og viser teorien, fortæller om teorien, skriver noget ned på tavlen, og man tager notater. (Int.1g)

En elev har svært ved at frigøre sig fra en negativ holdning til gruppearbejdet, men har faktisk fået en ny indstilling til det i gymnasiets fysikundervisning. På spørgsmålet om hvilken undervisningsform han foretrækker, svarer han:

N: Jeg kan bedst li' den lærerstyrede... Her i fysik er det gået udmærket med grupper, men jeg har (...) et eller andet traume fra folkeskolen med gruppearbejde, hvor der ikke skete noget, så jeg synes ikke man lærer så meget i grupperne.. det kan... det er ændret her i gymnasiet. (...) så jeg tror egentlig jeg har... jeg har arbejdet bedst i grupperne, med gruppearbejde.. også fordi det er en mindre størrelse, ikk' (Int.1g)

Det er en udbredt følelse at rapportskrivningen er en aktivitet der er meget effektiv i læreprocessen.

S: ...når man laver rapporten, når man selv skal prøve at forklare det på sin egen måde, så synes jeg, så får man sat det sådan rimeligt godt på plads inden i sig selv ikk. Så er det lige som om, så sidder det bedre fast, fordi så har man selv formuleret det, ikk. (Int.1g)

Ca: Jeg tror det er, hvis man har lavet et forsøg, og man så går hjem og skriver en rapport over det. Så bliver man nødt til at forstå det, ikk, hvis man skal til at skrive om den (Int. 1g)

Elevernes syn på inddragelsen af en samfundsmæssig dimension i fysikundervisningen

Forløbet om "Manhattan Projektet" var et tematisk forløb med vægt på den historiske og samfundsmæssige dimension i fysikfaget. Lærens intentioner med dette forløb var at det skulle

"give viden om grundlæggende kernefysik; introduktion til arbejde med matematiske modeller i fysik med mulighed for lidt kreativ anvendelse; eksempler på hvad videnskabeligt arbejde er (og ikke er); eksempler på forbindelser mellem videnskabsfaget fysik, teknologi samfundsproblemer; møde med eksperimentel fysik uden for skolen" (Int. 2g)

Han formoder alligevel at eleverne, hvis de blev spurgt om intentionerne, ville

"(over)betone det specifikt faglige aspekt. 'T vil lære dem fysik, formler, at regne ting ud, at udføre og rapportere forsøg'" (Int. 2g)

Interviewene med eleverne viste imidlertid at de fleste lagde meget stor vægt på det samfundsmæssige aspekt, og mange så det som det primære formål med undervisningen at de blev sat i stand til at tage stilling til samfundsmæssige og moralske spørgsmål. Ingen gav udtryk for at sådanne mål kunne opfattes som fremmede for fysikundervisningen.

(..) der var vel ingen grund til at man lærte det, hvis ikke man lissom kunne bruge det til noget, eller kunne se, hvad har det gjort ved samfundet eller

sådan noget. Så var der jo ikke nogen grund til at lære det egentlig (Int.2.g)

...så man har noget viden, sådan så man kan forholde sig kritisk (Int.2.g)

Nå, men det vigtigste er jo(..) hvis vi lærer så meget, så vi selv kan tage stilling til, om vi synes det er godt, eller det er dårligt. (Int.2.g)

Mange syntes at inddragelsen af spørgsmål uden for fysikken i snæver forstand gjorde emnet mere interessant:

Og så når det er noget, der sådan sker ude om i verden omkring én, så synes jeg det er endnu mere spændende ik'. (Int.2.g)

du kan bruge det til noget, i stedet for at du sidder hjemme med en formel og sådan noget (Int.2.g)

.. så bliver det hele heller ikke bare formler og tal.. (Int.2.g)

Altså man får også lissom sat nogle ting i perspektiv ved at man får lidt baggrundsviden ved det, ik'. Så man har måske lidt (..) at relatere til også. (Int.2.g)

så bliver man også mere interesseret i at lave beregningerne rigtige og sådan noget, fordi så synes man virkelig, man har gjort et øh, et godt arbejde, ik' (Int.2.g)

Elevernes syn på fysik sammenlignet med andre fag

Eleverne blev i interviewet i 2.g spurgt om de kunne beskrive forskellen mellem fysik og de andre fag de havde i gymnasiet. Det faldt dem ikke let, men nogle træk gik igen hos flere elever. I fysik er der ofte (men ikke altid) et entydigt resultat:

M: Engelsk, tysk og dansk, hvor man skal analysere tekster og sådan noget, (...)der er det lissom ens egen... Hvis bare man kan argumentere for det, man siger, så er det også rigtigt. (..) så kan der godt være en sandhed i det, ik'. Der er ikke et resultat. Det er der jo tit i fysik, hvis du har opstillet en formel eller en model eller sådan noget. (Int.2.g)

I fysik forsøger man at bevise nogle fundamentale sammenhænge på en måde man ikke finder i de fleste andre fag:

Ka:..du kan mere udfolde dig i et sprogfag, var jeg ved at sige.(..) Altså(..)du har nogle forskellige emner, som også ligger tæt på dig, men du går ikke ned i dem og forklarer dem, vel, som du gør i fysik (..) Vi har haft om kloning i engelsk, og vi snakkede om det...Men i fysik,, da er det sådan et fag med: "Gå ned i kloning og sig, hvordan kan det overhovedet lade sig gøre", ik'. (..) (Int.2.g)

(Samfundsfag) er noget som du sådan kan læse dig til (..) Det er ikke noget der skal bevises eller noget, vel. Altså du beviser ikke noget i samfundsfag. Det... sådan er det bare, var jeg ved at sige. (Int.2.g)

Mange opfatter fysikken som abstrakt og u håndgribelig – også i forhold til de andre naturvidenskabelige fag. En pige, Ma, udtrykker det således (i et dobbeltinterview sammen med en anden pige, S):

Ma: Fysik er noget af det, som er u håndgribeligt, og kemi det er lidt mere håndgribeligt, på en eller anden måde, fordi du har nogle stoffer og du blander dem sammen, og så ser du, at der sker et eller andet, ik'. (Int.2.g)

Nu har jeg også biologi, og det, det eksperimentielle arbejde vi laver dér ik', det, det er helt anderledes, end det vi laver i fysik (..) Nu sidste gang skulle vi (i fysik) selv finde ud af, hvordan vi ville lave forsøget ik'. Og, og det går man så ind og gør. Man laver de der målinger, og man skriver dem ned, og så har man, hvad man skal skrive en rapport ud fra ik'(..) Du har, du har mere at holde fast i, synes jeg i biologi. Altså du har en... her har du et blad ik'. Læg det ned i noget vand og se det i et mikroskop ik'. Altså på en eller anden måde synes jeg, det er stadigvæk lidt mere håndgribeligt. (Int.2.g)

Fysik er mere abstrakt på en eller anden måde (..) Det er lidt mere abstrakt end andre fag, hvor du har et eller andet konkret..(..) Når man så har haft fysik

i ja halvandet år ik'. Så har man sådan lært at tænke det abstrakt, så du forstår det bedre. (Int.2.g)

Men på spørgsmålet om det ville være en god ide at fjerne det abstrakte fra fysikken, og gøre faget mere beskrivende, som f.eks. biologi, svarer hun benægtende, og suppleres af S (Int.2.g):

S: Nej, det synes jeg heller ikke, fordi (..) et eller andet sted må princippet i fysik vel også være at man selv kan regne noget ud og sådan noget, det der bliver jo udledt af formler.

Ma: Jeg tror det ville blive rigtig, rigtig kedeligt

S: Det tror jeg også fordi..

Ma: Fordi du har, du har fået præcis det samme smidt i hovedet i folkeskolen ik'. Her har vi et atom...

S: Så kan du ikke heller rigtig lave forsøg med det, (..) Hvis ikke du har nogle formler vel, så er der jo ikke nogen idé med, at du står og måler alt muligt, for hvad skal du bruge de målinger til, altså.

Hvad er svært i fysik?

Når eleverne bliver spurgt om hvad der var svært i fysik peger mange på det matematiske element

E: Svært for mig i fysik, det var øh... det var det der med formler i starten, i termisk energi.. (Int.1g)

Ca: altså hvis man nu selv skal til at regne de der formler ud, som de der termisk energi og sådan noget, helt vilde formler, det synes jeg er svært (Int.1g)

R: Hvad er svært i fysik... altså... det svære er nok, at du skal forstå det og så selv kunne sige det videre (..), altså kunne forstå det sådan så du selv kan skrive det ned eller sige det videre eller sådan til en eller anden du skal forklare det til og sådan, det synes jeg er svært... (Int.1g)

N: Det er at se sammenhængen, synes jeg. Nogen gange kan det være svært at kæde de forskellige ting sammen. (Int.1g)

Eleverne husker næsten alle varmelæreforløbet som svært. Dels var der de vanskelige formler, dels var der vanskelighederne med se sammenhængene og få begreber som varme og temperatur klar-gjort. Vi kunne observere hvordan disse begreber forblev uklare hos mange elever skønt de havde diskuteret dem længe i klassen.

Elevernes forståelse af modelbegrebet

I det spørgeskema eleverne fik efter jul i 2.g blev de bl.a. bedt om at forklare hvad en *model* er i fysik. Dette skete på baggrund af den store vægt der var blevet lagt på modelbegrebet og modellering i forløbet "Manhattan Projektet" i det forudgående semester. Svarene viste at mange havde fået en rimelig ide om hvad modeller er. Beskrivelserne strakte sig fra en simpel forståelse af modeller som en slags *billeder af naturen* og som en *hjælp til forståelse*, til mere avancerede forestillinger om modellerne som en efterligning af grundlæggende mekanismer i naturen og som redskab til kvantitativ forudsigelse. Her følger en række karakteristiske citater fra spørgeskemaet.

Model som billede:

J: En model er når man laver et billede af hvordan man forestiller sig at noget ser ud.

T: En teoretisk tegning af noget fysisk

Kl: En model er en illustration af fysikkens virkelige verden.

Model som hjælp til forståelse:

Ma: Tegninger der kan forklare hvad der sker

C: En model er en illustration af fx et forsøg som får forsøget til at se mere overskueligt ud. Meningen med modellen er at hjælpe en til at forstå forsøget.

E: En model er en tegning der hjælper til forståelsen af det den illustrerer.

J: En model kan vise hvad der foregår. En model gør tingene lettere at forstå.

Model som beskrivelse af hvordan naturens "virkemåde":

L: En model er en teori over hvordan tingene foregår

K: En simulation af virkeligheden.

M: En model er, når man på en eller anden måde forsøger at efterligne det der sker i "naturen" / "i virkeligheden"

Nogle lagde vægt på at beskrivelsen kunne være mangelfuld, at der kunne være uoverensstemmelse mellem teori og virkelighed:

Th: Hvordan tingene fungerer og ser ud. Det stemmer som regel ikke overens med det praktiske.

S: Hvordan tingen ser ud og fungerer. Ikke altid hvordan det er i praksis.

I de efterfølgende interviews bliver eleverne bedt om at uddybe deres svar. S siger om en model:

S: Det er noget der viser (..) teorien i en ting, men jeg vil ikke sige, det viser praksis. Specielt ved radioaktivt henfald. Man kan jo ikke lige sige, om der lige sker så meget henfald lige inden for den der tidsramme. Det kan godt være, der sker lidt i den ene tidsramme og så meget i den næste, men de udligner hinanden ik'. (Int.2.g)

Og Ma definerer en model således:

Ma: Er det ikke et sådan..en lidt forsimplet udgave af virkeligheden. (Int.2.g)

Model som redskab til beregning/forudsigelse:

Ka: En model kan forklares som noget der bruges til at finde samme resultat som det oprindeligt er i naturen, bare ved tegninger, graf osv.

Ma: En model er nogle på hinanden følgende beregninger der til sidst resulterer i et resultat man f.eks. kan plotte ind i et koordinatsystem.

Vi har i vores interviews blandt meget andet boret

i forståelsen af modelunivers/teoretisk univers vs. virkelighed/målinger. Selv de dygtigste har meget svært ved at skelne. Næsten ingen har, selv ikke når det er blevet påpeget, kunnet se forskellen på beregninger af konsekvenser af modellen (evt. med computer), og indførelsen af ny information fra virkeligheden via målinger.

Det har klart været en vanskelighed for eleverne at skulle operere med mange repræsentationer af modellerne (Systems Dynamics diagrammer, computerprogrammet Fpro, matematiske ligninger). En del kan (nogenlunde) bruge Systems Dynamics diagrammerne og Fpro programmerne, men de forbindes ikke med hinanden. Interessant nok er den traditionelle matematiske beskrivelse trængt helt i baggrunden. Selv de simpleste formler (f.eks. $T_{1/2} = \ln 2/k$) er meget mangelfuldt eller slet ikke forstået.

AFRUNDING

Klassen har været ganske typisk hvad angår forudsætninger og fagligt niveau. Karaktergennemsnittet ved afslutningen af 2.g var lidt over middel. Undervisningen var ikke radikalt forskellig fra den almindelige praksis i gymnasiet.

Hvad vi bl.a. kan se af det foregående, er at lærerens grundholdning har en betydelig indflydelse på elevernes opfattelse af faget. Hvilken opfattelse der i dette tilfælde er tale om, kan bedst illustreres med et citat af en elev, der svarer på et spørgsmål om hvad han har fået ud af fysikundervisningen, hvad han mener han er blevet bedre til:

Til at se overordnet på tingene.(.) Hvad vi er blevet bedre til i fysik, det er at det er at stille en formel(..) rigtigt op.